

IV-ème CONGRÈS DE L'IFAC

IFAC

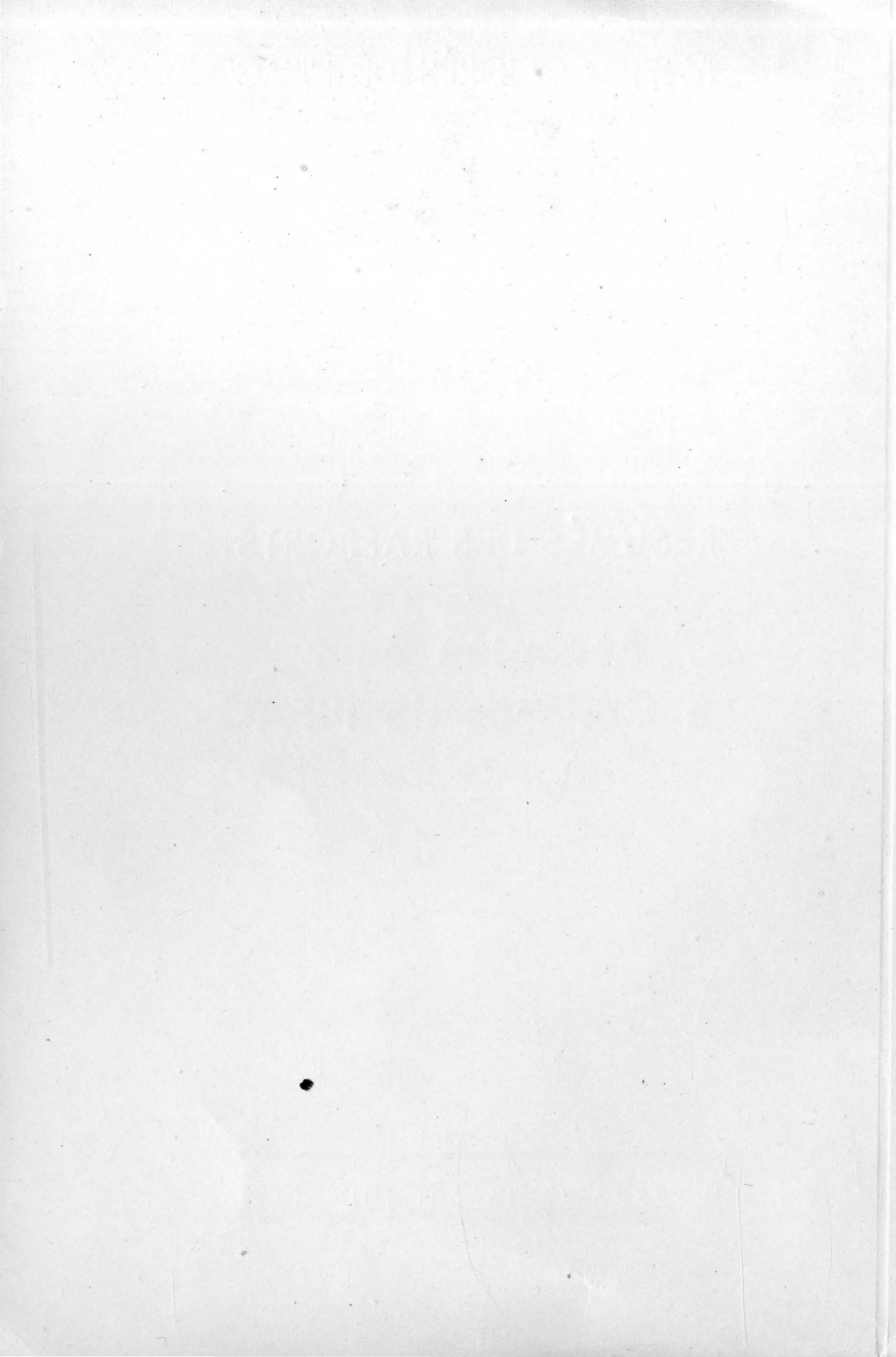


RESUMÉS DES RAPPORTS

**Acceptée pour
Le Congrès de l'IFAC**

WARSZAWA 16 – 21 JUIN 1969

Organisé par:
Naczelna Organizacja Techniczna w Polsce



IV-ème CONGRÈS DE L'IFAC

RESUMÉS DES RAPPORTS

**Acceptée pour
Le Congrès de l'IFAC**

WARSZAWA 16 – 21 JUIN 1969

Organisé par:
Naczelna Organizacja Techniczna w Polsce

WYDAWNICTWA CZASOPISM TECHNICZNYCH
Warszawa, Czackiego 3/5
na zlecenie Naczelnej Organizacji Technicznej — IFATC

Druk: Zakład Poligraficzny WCT NOT — Warszawa
Zam 189/69. Nakład 300 + 25

T a b l e d e s M a t i è r e s

Ref. No.

4.1	GB	- M.S. Beck, P.R. Birch, N.E. Gough, A. Plaskowski Schéma de commande avec prédiction pour un système à retard, utilisant la méthode d'apprentissage pour l'identification du système.	29
4.2	DK	- G. Nielsen - Commande des systèmes à retard.	30
4.3	BG	- L. At. Gountchev - Signum - fonctions approximatives, destinées à la synthèse de la commande quasi - optimale.	31
4.4.	USA	- D.P. Lindorff - Commande à relais des systèmes à paramètres incertains.	32
4.5.	GB	- M.J. McCann - Étude de systèmes de commande par instrumentation limitée pour les opérations réparties.	33
5.1	SU	- S.A. Anisimov, N.S. Rajbman, F.A. Ovsepjan, O.F. Hans - De certains problèmes d'identification des systèmes complexes.	34
5.2	F	- A. Rault, R. Pouliquen, J. Richalet - Entrées sensibilisantes et identification.	35
5.3	F	- M. Menahem - Analyse dynamique des procédés industriels par la méthode multiindicielle.	36
5.4	SP	- B. Segerstahl - Théorie de la poursuite de paramètres, appliquée aux systèmes non linéaires lentement variables.	37
5.5	PL	- H. Górecki, A. Turowicz - Une méthode approximative d'identification.	38
6.1	USA	- L.E. Jones, K.S. Fu - Sur le choix du sous-objectif et l'emploi de l'information a priori dans les systèmes de commande à apprentissage.	39
6.2	SU	- V.A. Yakoubovitch - D'une classe des systèmes adaptateurs.	40

6.3	CS	- S. Pétras - Processus d'étude avec accumulation d'expériences.	41
6.4	USA	- H.H. Yeh, J.T. Tou - Sur l'ergodicité et le comportement dynamique des suites de Markov dans le cas fini.	42
6.5	J	- B. Kondo, S. Eiho - Méthode des décisions statistiques min-max et son application à la commande auto-dydaétique.	43
7.1	SU	- P.M. Kirillova, R. Gabasov, I.A. Poletaieva, S.V. Tschurakova - Gouvernabilité et synthèse des systèmes dynamiques optimaux.	44
7.2	PL	- Cz. Olech - Les intégrales des multi - applications et les problèmes linéaires de commande optimale.	46
7.3	GB	- J.C. Allwright - Synthèse de la commande optimale par emploi des méthodes de décomposition.	46
7.4	PL	- S. Raczynski - Sur la détermination des zones d'émissions et des trajectoires optimales d'un système de commande nonlinéaire.	47
7.5	SU	- A.I. Propoi - Sur les jeux à pas multiples.	48
8.1	SU	- M.A. Rosenblat, M.A. Boyarchenkov - Organes magnétiques adaptatifs pour les systèmes de commande automatique.	48
8.2	SU	- N.P. Vasilieva - Les caractéristiques externes, statiques et dynamiques, d'entrée et de sortie des éléments logiques séquentiels.	50
8.3	SU	- V.B. Kudrjavcov - Les dispositifs de traitement primaire de l'information des calculateurs de commande fondés sur les principes de la magnétométrie.	52
8.4	J	- K. Shiba, T. Ichinose - Mesure de la gravité spécifique par la répulsion magnétique.	54
11.1	D	- P.M. Frank - Une méthode générale pour le projet de systèmes asservis linéaires et non linéaires.	55
11.2	D	- K. Plessmann - Un procédé algébrique pour la compensation de systèmes successifs.	56

- 11.3 D - W. Latzel - Procédé simple permettant la synthèse de systèmes de réglage à données échantillonnées à l'aide des caractéristiques de fréquence logarithmiques. 57
- 11.4 D - W. Becker - Réglage suboptimal de systèmes à asservir d'ordre plus élevé sous considération particulière de qualité d'ajustage universel. 58
- 11.5 GB - R.M. Davies, T.H. Lambert, M.J. Joby - La réduction des erreurs dynamiques par la variation discontinue de paramètres. 59
- 11.6 A - A. Weinmann - Les études récentes des effets de la quantification en régulation automatique. 61
- 11.7 USA - A.H. Eltimsahy, Louis P. Kazda - Le meilleur système de chauffage. 62
- 12.1 SU - L.A. Rastrigin, V.S. Trahtenberg - Extrapolation linéaire multiple dans les problèmes de projets et de commande optimaux. 63
- 12.2 USA - R.E. Bailey, L.J. Habegger - L'estime de paramètres et d'états de systèmes nucléaires à réacteurs de puissance, par l'estimation de variance minimum. 65
- 12.3 USA - G.A. Phillipson, S.K. Mitter - Identification de l'état d'une classe des systèmes linéaires à paramètres répartis. 66
- 12.4 J - A. Sano, M. Terao - Optimisation des mesures pour la commande optimale des processus industriels périodiques. 67
- 12.5 J - T. Sekiguchi - Observabilité du système de mesure linéaire dynamique et quelques applications. 68
- 12.6 IND - K.K. Shri - Bandyopadhyay, S. Dasgupta - Sur les problèmes de l'identification des paramètres du canal de marée. 69
- 13.1 USA - D.H. Chyung, E.B. Lee - Problèmes de commande avec les actions retardées. 70
- 13.2 PL - A. Manitius - Commande optimale des processus linéaires à retard des variables d'état, avec des fonctionnelles de coût quadratiques. 71

13.3	SF	- A.I. Koivo, J.S. Kahne, H.N. Koivo - Bornes de la mesure de qualité et les commandes min-max dans les systèmes à retard.	72
13.4	USA	- J.F. Banas, A.G. Vacroux - commande optimale discrète des systèmes à retard.	72
13.5	SU	- A.B. Kourjeanskii, I.S. Osipov - Sur la commande optimale avec les contraintes sur les variables d'état du système.	73
13.6	BG	- I.P. Tzvetanov - Sur la détermination des valeurs initiales des variables auxiliaires dans la optimale control selon la rapidité d'une classe d'objets linéaires.	74
14.1	H	- A. Boros - Les auto-oscillations des amplificateurs pneumatiques de puissance et un développement pour leur écartement.	75
14.2	GB	- J.J. Hunter - Comportement dynamique des éléments de circuits hydrauliques.	76
14.3	GB	- H.R. Martin, A. Lichtarowicz - Comportement des servo mécanismes hydraulique opérant dans un régime de petites excursions.	77
14.4	USA	- W.J. Thayer - Actionneurs électro-hydrauliques redondants.	78
14.5	USA	- B.L. Ho - Conditions imposées au rapport de transmission mécanique dans les servomécanisme de position à temps minimal.	78
14.6	D	- R. Müller - Méthode expérimentale à l'égard du dimensionnement des organes de réglage pour le processus technologiques.	79
15.1	SU	- A.A. Efendizade, B.A. Listengarten, S.M. Bagirov, T.A. Zairova, Ju.M. Kurdjukov - Sur l'étude des régimes dynamiques de commandes électriques à thyristors.	80
15.2	SU	- M.Z. Khamudkhanov, T.S. Kamalov, K. Muminov - Système de régulation automatique du régime permanent du glissement absolu d'un moteur asynchrone à commande fréquentielle réalisée à partir d'un convertisseur à thyristors.	81

15.3	SU	- V.N. Javorskij, E.S. Avatcov, E.V. Aldonin, V.I. Makshanov, V.K. Dorokhin - Sur la théorie des asservissements à commande fréquentielle par thyristors d'un moteur asynchrone triphasé.	83
15.4	J	- E. Ohno, M. Aksamatsu - Commande de vitesse des moteurs à induction en utilisant l'inverseur à thyristors auto-régulé.	84
15.5	GB	- F. Fellside, R.D. Jackson - Commande digitale intégrée d'un moteur à courant continu.	85
15.6	SU	- D.V. Sviecharnik, L.H. Shidlovich, Yu M. Kelim, A.A. Bieloglazov - Développement des méthodes des commandes des micromoteurs à l'induction.	86
15.7	USA	- S.S.L. Chang - L'analyse du régime transitoire et permanent du moteur pas-à-pas.	88
15.8	PL	- J. Owczarek - Nouveau petit moteur synchrone.	88
15.9	GB	- R.J.A. Paul - Facteurs impliqués dans l'analyse et le dessin de dispositifs d'actionnement linéaires C.C. /courant continu/.	89
18.1	GB	- D.H. Jacobson, D.Q. Mayne - Programmation dynamique différentielle.	90
18.2	I	- S. de Julio - Optimisation des systèmes dynamiques.	91
18.3	J	- F. Nishida, S. Mizuno - Méthode statistique de l'optimisation des systèmes de commande dont le critère à plusieurs points optimaux.	92
18.4	USA	- P. Sarachik, L. Horwitz - Revue de quelques méthodes itératives récentes du calcul des signaux de commande optimaux.	93
18.5	USA	- A.J. Korsak, R.E. Larson - Démonstrations de convergence pour une méthode des approximations successives dans la programmation dynamique.	93
19.1	PL	- S. Węgrzyn, G. Denis, J. Delisle - L'identification des processus par la minimisation de la distance entre les ensembles des signaux.	94

19.2	USA	- D.F. Wilkie, W.R. Perkins - Méthode de projet des systèmes à poursuite du modèle, par emploi d'une transformation par couples.	94
19.3	D	- G. Schwarze - Détermination des modèles suivant les critères de qualité en intervalle de temps.	95
19.4	I	- C. Bruni, A. Isidori, A. Ruberti - Ordre and factorisation de la matrice de réponse aux impulsions.	96
20.1	I	- G. Arienti, C. Sutti, G.P. Szegö - Sur la construction numérique des fonctions de Ljapunov.	97
20.2	USA	- W.L. Garrard - Stabilité en temps fini dans la synthèse des systèmes de commande.	98
20.3	GB	- A.T. Fuller - Stabilité des servomécanismes à relais.	98
20.4	I	- E. Sarti - Détermination approximative du domaine de stabilité pour les systèmes non linéaires.	99
20.5	GB	- P.C. Parks, A.J. Pritchard - Sur la construction et l'utilisation des fonctionnels Liapunov.	100
20.6	F	- O. Palusiński, A. Laurens, M. Gauvrit. - Remarques sur la méthode des systèmes associés linéaires.	101
21.1	SU	- Ja.Z. Tsypkin, G.K. Kelman, L.E. Epstein - Les systèmes de commande à apprentissage.	
21.2	USA	- M.H. Hammond, H.R. Weed - Détermination de la séquence optimale des mesures par le principe de maximum discret pour un système de reconnaissance des images contaminées par bruit.	102
21.3	SU	- E.M. Braverman, B.N. Litvakov - Convergence des algorithmes d'apprentissage et d'adaptation.	103
21.4	USA	- K. Fukunaga, T.F. Krile - Un algorithme pour calculer les erreurs de reconnaissance dans la reconnaissance des images.	104

21.5	PL	- Z. Bubnicki - Classification par la méthode du plus petit intervalle et son adaptation dans les systèmes asservis.	105
21.6	H	- J. Barat, Gy. Muszely - recherches théoriques et expérimentales de l'algorithme de reconnaissance des images moyennant la méthode d'adaptation de la structure.	106
22.1	B	- R. Molle, J. Huchant, P. Bermimolin, R. Laurent, M. Callers - Optimisation des circuits intégrés pneumatiques, a deviation de jet, pour calculatrices et commandes automatiques.	106
22.2	CS	- M. Balda - Prédiction des caractéristiques statistiques de l'amplificateur fluide proportionnel.	108
22.3	USA	- F.K.B. Lehtinen, P.A. Orner - Mise au point d'un optimiseur fluide.	109
22.4	PL	- A. Proniewicz - Transformation électro thermique des signaux électriques en signaux pneumatiques dans des éléments a libre passage du fluide.	110
22.5	PL	- H.J. Leśkiewicz, J. Jacewicz, M. Olszewski - éléments logiques pneumatiques à membranes.	111
25.2	CDN	- L.K. Nenonen, B. Pagurek - Optimisation par gradients conjugués appliquée au modèle mathématique d'un convertisseur de cuivre.	112
25.3	USA	- H.E. Pike, S.J. Citron - Étude de l'optimisation d'un four de réchauffage des brames.	113
25.4	GB	- G.P. Pallard, R.W.H. Sargent - Le calcul en ligne de commandes optimales pour une colonne de distillation à plateaux.	114
25.5	F	- C. Foulard - Commande par apprentissage d'une unité pilote de distillation.	116
25.6	GB	- C. Dennison, -- Une méthode de simulation non-linéaire digitale appliquée. à la dynamique de turbines à gaz.	118

25.7	SU	- G.S. Tchernorutski - Un système de commande automatique d'optimisation du processus de forage des puits par explosifs.	119
26.1	CS	- V. Peterka, K. Smuk - L'estimation des paramètres d'un modèle dynamique basée sur les données expérimentales.	121
26.2	USA	- M. Aoki, M.R. Staley - Sur la synthèse des signaux d'entrée dans l'identification des paramètres.	122
26.3	J	- M. Nishimura, K. Fuji, Y. Suzuki - Estimation en-ligne des paramètres du processus et son application au système de commande adaptatif.	123
26.4	USA	- K.G. Oza, E.I. Jury - Algorithmes adaptatifs pour un problème d'identification.	124
26.5	NL	- A.J.W. van den, Boom, J.H.A.M. Melis - Une comparaison de plusieurs schémas d'estimation de paramètres de processus.	125
26.6	USA	- P.C. Young - Méthode instrumentale-variable pour l'identification en temps réel des processus contaminés par bruit.	126
26.7	USA	- D.A. Wismer, R.L. Perrine, Y.Y. Maimes - simulation et identification des systèmes aquifères des grandes dimensions.	127
27.1	F	- E. Daclin, N. Breaud, J.P. Perrin, M. Denouette - Application des expressions régulières à la synthèse de machines séquentielles asynchrones complexes.	128
27.2	D	- H.J. Zander - Une méthode pour la réduction d'état d'automates en raison de particularités techniques des modes opérationnels, synchrones et asynchrones.	129
27.3	SU	- E.A. Yakubaytis - Un modèle asynchrone d'automate fini.	130

27.4	PL	- W. Traczyk - La minimalisation totale du nombre d'états dans les automates asynchrones.	130
27.5	SU	- M.A. Gavrilov - Les méthodes heuristiques de synthèse structurale des dispositifs à relais.	131
27.6	BG	- D.B. Shishkov - À propos d'un accès d'automatisme de la synthèse des automates extrêmes.	133
27.7	F	- P. Tison - Homomorphismes et codage des machines séquentielles.	134
27.8	PL	- R.S. Michalski - Sur la reconnaissance d'une symétrie complète ou partielle de fonctions logiques définies complètement ou partiellement.	135
28.1	USA	- M. D. Mesarovič, - D. Macko, Y. Takahara - Deux principes de coordination et leur application à la commande des systèmes à grande échelle.	135
28.2	PL	- R. Kulikowski - Optimisation décentralisée des grands systèmes dynamiques.	136
28.3	SU	- A.A. Pervozvansky - Le principe de la décentralisation, dans l'optimisation des systèmes complexes.	137
28.4	PL	- A. Straszkak - Sur la synthèse de grands systèmes de contrôle à plusieurs niveaux.	138
28.5	SU	- A.I. Kukhtienko - Sur une théorie de la commande des systèmes complexes.	139
29.1	SU	- I.V. Pranghishvilly, V.V. Ignatushenko - Une méthodique de construction de tests de contrôle et de diagnostic pour les structures universelles homogènes.	140
29.2	SU	- A.L. Volkov, V.A. Vedeshenkov, V.A. Petrov, I.N. Vasilev - La construction de tests de contrôle pour dispositifs discrets avec éléments à retard.	142

29.3	SU	- P.P. Parhomienko - La théorie des questionnaires et les problèmes du diagnostic cybernétique.	143
29.4	SU	- A.L. Garkavi, V.P. Grabovecky, V.E. Gogolevsky - L'influence de la périodicité des contrôles sur la fiabilité des dispositifs en réparation.	145
29.5	CH	- G.C. Shering - Comparaison de certains systèmes de contrôle extrême à correcteurs utilisant des perturbations.	147
29.6	GB	- T.A. Wesolowski Low - Fiabilité et disponibilité des équipements électro-mécaniques de contrôle automatique des turbo-alternateurs.	148
29.7	GB	- D.A. Lloyd, A.J. Dymock - Comparaison entre divers systèmes de fonctionnement.	149
32.1	SU	- O.S. Kozniowsky, M.D. Klimovitsky, V.V. Naumienko, A.B. Tchelustkin, R.V. Lyambach - Un système numérique d'automatisation de slabbing et de contrôle de la production de tôles, dans un laminoir continu à chaud.	150
32.2	S	- D.J. Fapiano, E. Uhlen - Laminoir automatique de Oxelosunds Järnverk.	153
32.3	J	- A. Nara, H. Kitanosono, T. Isahaya - Commande par ordinateur de la température d'enroulement dans le laminoir de bandes à chaud - système de commande des processus à paramètres répartis par un simulateur dynamique.	154
32.4	J	- T. Arimura, M. Kamata, M. Saito - analyse du comportement dynamique des laminoirs à froid en série au moyen de la calculatrice numérique et ses applications.	155
32.5	PL	- J. Bromirski, J. Potrz - Optimisation des processus de coupe dans le cas d'information incomplète sur le processus.	156
33.1	PL	- N. Hayashi - Une analyse statistique sur le système multivariable.	157

33.2	PL	- M. Koszelnik, J. Malkiewicz, S. Trybuła - Méthode pour déterminer la fonction de transfert des systèmes électroénergétiques.	158
33.3	D	- F.H. Lange, M. Zecha - Théorie des erreurs statistiques.	159
33.4	D	- H. Buchta - La méthode d'appréciation des erreurs accidentelles lors de la détermina- tion des fonctions de corrélation des sig- naux accidentels de très basse fréquence dans les systèmes de régulation.	160
34.1	J	- H. Tokumann, N. Adachi - Sur la gouvernabi- lité des systèmes nonlinéaires.	162
34.2	D	- H.L. Burmeister - Analyse de systèmes échan- tillonnés à relais avec un système à asservir non-linéaire.	163
34.3	CDN	- St T. Nugent, R. J. Kavanagh - Oscillations sous-harmoniques dans les systèmes à deux variables et à relais.	164
34.4	SU	- V. M. Kuntsevich, Yu. N. Tchekhovoy - Les fondements de la théorie des systèmes de com- mande non linéaires à modulation d'impulsions en fréquence et par impulsions à largeur va- riable.	166
34.5	CDN	- W. Fieguth, D.P. Atherton - L'analyse des sy- stèmes asservis non linéaires à courant alter- natif.	168
35.1	SU	- A. Ya. Lerner, A. J. Tejman - Sur la distri- bution optimale des ressources.	169
35.2	SU	- V.A. Avoliyski, A.A. Voronov, S.E. Lovietski - Sur la théorie de la gestion des stocks.	170
35.3	SU	- O.G. Tchebotariiev - Alotement des ressources dans les projets multiples par emploi de l'agrégation des ensembles d'opérations.	171
35.4	SU	- V.N. Burkov - Commande optimale des complexes des opérations.	172

35.5	SU	- M.K. Babunashvili, S.S. Naumov, D.J. Golenko - Sur certains problèmes de contrôle et les principes d'établissement d'une structure hiérarchique optimale de commande, dans les systèmes à fonction - objectif donnée.	173
36.1	SU	- A.P. Shorygin - Les transducteurs électrochimiques - propriétés comparées, caractéristiques principales et domaines d'applications.	174
36.2	USA	- S.J. Lawrence, H.S. Spacil, D.L. Schroeder - - Théorie et applications d'un capteur à électrolyte solide à oxygène.	175
36.3	USA	- H.F. Storm - Résistance mos-fet réglée par la tension.	176
36.4	GB	- F.L.N. Nagy - C. Mies - Organes de réglage électrostatiques à solide, fonctionnant sur les principes piézoélectriques.	177
36.5	GB	- A. Russel - Commande de position absolue ultrarapide et précise à l'aide d'une grille optique à voies multiples.	178
36.6	USA	- H.A. Trucco - Sonde de température avec un écran de radiation réglé par un asservissement.	179
39.1	SU	- E.L. Suhanov, V.C. Szvydkin, B.I. Kitajev, Yu. G. Jaroshenko, Yu. N. Ovchinnikov, V.G. Licierko. Algorithme rationnel de la commande de l'état thermique du haut fourneau en cas d'utilisation de machines numériques.	180
39.2	PL	- A. Gosiewski, A. Wierzbicki - L'optimisation dynamique du procédé de fabrication de l'acier dans un four à arc.	181
39.3	NL	- H. Kwakernaak, P. Tijssen, R.C.W. Strijbos - - Fonctionnement optimal de fourneaux cowper.	181
39.4	GB	- A.J. Bailey, G.C. Halliworth, J. Jeremiah, K. Binding - Emploi d'un ordinateur pour le contrôle des fours de réchauffement à 5 zones.	182

- 39.5 GB - J.W. Beeston - La commande en temps minimal, en boucle fermée, d'une charge suspendue. Étude de projet. 184
- 39.6 PL - R. Górecki - Commande "temporaire-optimale" du travail d'une grue avec considération spéciale de la réalisation pratique. 186
- 39.7 R - G. Scripcaru, C. Paius, O. Stoicovici, M. Popescu - Automatisation complexe de la section Hauts fourneaux - Bande d'agglomération - Dépôts de matières premières des usines sidérurgiques intégrées de Galati à l'aide d'un ordinateur. 187
- 40.1 J - S. Hayashi, Jun-ichi Baba, K. Ishida - La commande "en ligne" de la tension et de la puissance réactive, dans les systèmes de production d'énergie électrique. 188
- 40.2 GB - J.H. Osborn, M.F. Delahunty, P.R. Maddock, C. Ayers - Étude, essais en usine et essais initiaux sur chantier des systèmes de commande et d'instrumentation d'une centrale électrique thermique par ordinateur. 189
- 40.3 USA - J.R. Kosorok - Un programme d'application pour la commande programmée et l'appareillage de mesure et de contrôle d'un réacteur nucléaire. 190
- 40.4 F - J.C. Jacquin, C. Leroy, R. Leveque, G. Thomas, J.C. Bediou - Réalisation de la commande automatique d'une installation basée sur l'emploi de calculateurs numériques. 191
- 40.5 GB - F. Moran, J.N. Prewett - Expérience sur la régulation automatique de la production d'énergie électrique dans une région restreinte du réseau du C.E.G.B. 192
- 40.6 USA - J. Preminger, G.L. Park - L'analyse de la stabilité dynamique d'un système de production d'énergie soumis à des variations de charge déterministes. 193

40.7	CH	- M. Guehoda, A. Durling, P. Valisalo - réglage adaptatif de réseaux interconnectés.	194
41.2	F	- C. Lefevre, A. Rault - Stabilité et systèmes paramétriques.	195
41.3	SU	- E.P. Popov, E.I. Khlypalo - Développement des méthodes de linéarisation harmonique.	196
41.4	PL	- J. Kudrewicz - Théorèmes sur la présence d'oscillations cycliques basées sur la méthode de la fonction de description.	197
41.5	USA	- R.G. Sea, A.G. Vachoux - L'analyse statique des systèmes non linéaires et les gains équivalents à entrées multiples /Multiple input describing functions - M.I.D.F./.	198
41.6	IND	- P.K. Rajagopalan, Yash Pal Singh - Analyse des oscillations harmoniques et quasipériodiques, dans les systèmes à auto-oscillations forcées.	200
41.7	USA	- A.U. Meyer - Les critères fréquentiels dans le calcul des régions d'état initial assurant la stabilité du système.	201
42.1	USA	- W. Findeisen, I. Lefkowitz - Calcul et applications de la commande à couches multiples.	202
42.2	USA	- R.K. Bhattacharyya, A.N. Bakhru, E.S. Bahary - Optimisation en plusieurs étapes d'un processus de production obtenue grâce à une version discrète du principe du maximum de Pontryagin.	204
42.3	GB	- H.H. Johnson - L'apparition et l'effet de pertes d'information dans un système hiérarchique à calculateur numérique assurant la commande de processus "en ligne".	205
42.4	SU	- A.P. Kopielevich, A.P. Bielostotski, B.A. Vlasuk, G.I. Nikitin, V.M. Khrapkin - Systèmes et algorithmes de commande pour un ensemble métallurgique complexe.	207

- 42.5 GB - G. Hayhurst - Une approche à des systèmes de production non-continue automatiques et adaptatifs. 209
- 42.6 GB - B.B. Hickling - Utilisation d'ordinateurs pour le contrôle de la gestion d'une aciérie. 210
- 42.1 SU - B.N. Petrov, N.P. Kolpakova, V.A. Vasiliev, A.I. Pavlenko - De certains problèmes de la synthèse des structures de systèmes de commande du mouvement spatial d'un avion en vol orbital dans l'atmosphère terrestre. 211
- 43.2 USA - T.B. Murtagh - Des programmes optimum de correction de la vitesse interplanétaire à mi-course. 213
- 43.3 SU - V.I. Gorodetskiy, V.M. Ponomarev - Commande optimale paramétrique de l'atterrissage d'un véhicule spatial. 214
- 43.4 SU - A.G. Vlasov, I.S. Ukolov, E.I. Mitroshin - Optimisation stochastique de la commande de la descente d'un engin cosmique dans l'atmosphère. 215
- 43.5 SU - D.E. Okhocsimsky, A.P. Bukharkina, Ju.F. Gozubiew - La commande du mouvement de retour dans l'atmosphère. 217
- 43.6 SU - Y.P. Plotnikov - Les problèmes stochastiques de la dynamique des fusées. 219
- 43.7 SU - A.Y. Andryenko - La synthèse statistique des systèmes optimaux impulsifs de commande d'engins spatiaux, en prenant en considération les limitations relatives à la structure du système. 220
- 43.8 SU - A.A. Lebedev, M.N. Krasilszczikov, V.V. Malyshev - Un système optimal de commande de l'orbite d'un satellite artificiel terrestre. 222

- 46.1 DK - S. Bay Jørgensen, M. Kummel - La simulation des systèmes répartis dans l'industrie chimique. 224
- 46.2 D - E.D. Gilles, B. Lubeck, M. Zeitz - Des modèles et la simulation des réacteurs catalytiques à lit fixé. 225
- 46.3 J - K. Izawa, H. Okamoto - La commande optimale d'un processus d'hydrogénation. 226
- 46.4 CS - L. Sutek, B. Frankovic - Algorithme de la commande de la production d'urée granulée. 227
- 46.5 CS - Z. Burianec, J. Burianova, M. Hruska, A. Sichrovsky - L'algorithme de la commande d'un réacteur d'ammoniac. 228
- 46.6 SU - R.R. Tavast, L. Mytus - Système adaptif le calculateur - l'homme pour commande un processus chimique. 229
- 47.1 GB - R. L. Carstairs, B.H. Bickers - Détermination de la stabilité spatiale de la forme du flux axial des génératrices nucléaires réfrigérées au gaz à double courant et à réglage automatique d'énergie. 230
- 47.2 D - R. Isermann - Des modèles mathématiques du comportement dynamique des échangeurs de chaleur chauffés par la vapeur, réglés du côté de la vapeur ou du condensé. 231
- 47.3 I - E. Cosimo, S. Petrarca - Fonctions de transfert thermiques pour un cylindre vide avec génération de chaleur à l'intérieur. 232
- 47.4 F - G. Davoust - Détermination de la dynamique des échangeurs de chaleur à partir de leurs caractéristiques structurelles. 233
- 47.5 A - H.D. Eigner - La dynamique de transfert thermique dans des conduits de tuyaux et des canalisations au moyen de gases. 235
- 47.6 J - M. Masubuchi - Caractéristiques dynamiques des échangeurs de chaleur. 236

- 48.1 SU - S.V. Emelianov, N.E. Kostyleva, V.I. Utkin
- Les systèmes à structure variable dans
les problèmes d'identification et de comman-
de de sytèmes multidimensionnels. 237
- 48.2 YU - M. Vukobratovic, R.S. Rutman -- Propriétés
structurelles des systèmes dynamiques. 238
- 48.3 RA - A. Phagouape - Nouveaux développements de la
méthode des transmittances du type T /Mé-
thode T.C.F./ dans les systèmes de commande
à variables multiples. 239
- 48.4 SU - V.V. Vielichenko - Sur le problème de lasyn-
thèses des systèmes invariants. 240
- 48.5 USA - F.E. Thau - La commande optimale d'une classe
de procés à paramètres répartis. 241
- 49.1 SU - N.A. Babakov, D.P. Kim - Sur les conditions
de commandabilité dans un problème de pour-
suite. 241
- 49.2 SU - V.N. Soshnikov, G.M. Ulanov - La dynamique
du déplacement d'un cosmonaute à sa rentrée
dans le vaisseau, à l'aide du câble, et le
principe de commande du vaisseau, fondé sur
la théorie des systèmes à structure varia-
ble. 243
- 49.3 USA - P. Tchéngh, J.W. Moore - Le mesurage de for-
ces et des moments d'une fusée, laquelle
est commandée par un vecteur poussée, au des-
sus d'un support pour l'épreuve lequel est
faite de cinq parties constituantes. 245
- 49.4 USA - M. Wittler, C.N. Shen - Démarrage en temps
minimal d'un moteur nucléaire de fusée avec
les limites aux contraintes thermiques, ba-
sé sur un modèle à paramètres repartis. 246
- 49.5 USA - J.A. Ralph, H.J. Bellamy - Synthésiseur du
système d'informations de vehicules d'espace. 247

49.6	D	- J. Luckel - Réglage suboptimum des systèmes de 2 ^e ordre avec des coefficients dependant du temps.	249
50.1	J	- I. Morishita - Efficacité dynamique de l'élément linéaire de seuil avec ajustage automatique des poids.	250
50.2	CDN	- J.S. Riordon - Un régulateur à automate adaptatif pour les processus de Markoff à temps discretes.	251
50.3	GB	- A.L. Jones, D.P. McLeod - Une commande numérique pour les industries de transformation avec comportement du type convertible.	253
50.4	D	- W. Speth - Procédé simple pour l'adaptation rapide de régulateurs dans le domaine des entraînements.	255
50.5	SU	- D. Ya. Svet - Sur les systèmes adaptatifs de mesure des temperatures réelles dans le spectre visible.	256
50.6	PL	- Z. Barski - Système adaptatif de régulation de température ou d'humidité dans des installations de conditionnement de l'air.	257
53.1	SU	- V.I. Ivanienko, D.V. Karacheniec - Problème de la synthèse des systèmes de l'optimisation automatique des installations construites en masse.	258
53.2	SU	- H.L. Wade, C.H. Jones, T.B. Rooney, L.B. Evans - La commande du processus de la distillation cyclique.	259
53.3	NL	- A. Maarleveld, J.E. Rijnsdorp - Controle a valeurs limites d'un colonne de distillation.	260
53.4	I	- F. De Lorenzo, G. Guardabassi, A. Locatelli, V. Nicolo, S. Rinaldi - Fonctionnement optimal bang-bang des colonnes de distillation à deux composantes.	261

53.5	F	- G. Bornard, G. Duchatel, J.L. Melennec, B. Sempe - Commande numérique prédictive et par réaction d'une unité industrielle de distillation.	262
53.6	SU	- E.G. Dudnikov, G. P. Maikov, P.S. Ivanov - - Modèle mathématique et l'optimisation du procédé de polycondensation des poix phénol formaldéhyde.	263
53.7	USA	- L.A. Gould, L. B. Evans, H. Kurihara - Commande optimale du procédé de craquing catalitique du fluide.	265
54.1	PL	- M. Duda, M. Plucińska-Klawe, J. Rakowski, S.W. Węglowski - Analyse et projet de régulation de la tranche 200 MW par la simulation analogique et numérique.	266
54.2	F	- H. Apter, J.F. Le Corre, R. Mezencev, Y. Thomas - Commande optimale d'une chaudière.	267
54.3	J	- K. Itoh, M. Fujii, H. Ohno, K. Sagara - Comparaison des dynamiques entre la chaudière à circulation naturelle et la chaudière à circulation forcée.	268
54.4	D	- H. Unbehauen, P. Necker - Contribution à l'étude de la régulation optimisées de la température dans une chaudière "Benson" avec des changements rapides de la charge.	269
54.5	PL	- K. Taramina - Algorithme de commande optimale d'excès d'air dans la chambre de combustion des générateurs de vapeur brûlant un combustible stable.	270
54.6	CS	- B. Hanus - Recherche sur la commande numérique de l'ensemble chaudière - turbine à vapeur.	270
54.7	USA	- T. Giras, R. Uram - Les techniques de la commande digitale pour l'applications aux centrales d'électricité.	271

- 55.1 F - P. Westfried - Contribution à l'analyse des non linéarités de la loi générale du trafic, ($Q = Cw$). 272
- 55.2 GB - J.A. Hillier, - Réglage des feux synchronisés pour réduire au minimum la congestion de la circulation. 274
- 55.3 SU - L. D. Abtabegov, H.B. Kordonsky, O.R. Frolov, V.K. Linis, Yu. M. Paramonov. - Algorithmes de dressément du plan du trafic d'aéroplanes et leur correction. 275
- 55.4 GB - D.F. Haines - Application d'une méthode d'optimisation au problème de transition des hélicoptères. 276
- 55.5 D - D. Bux, G. Schweizer, H. Seelmann - Système de contrôle digital pour un avion avec des caractères de vol variables. 277
- 55.6 J - Y. Ohtsu, T. Fujino, M. Itoh, H. Ohno, K. Uchino - Expériences sur un bateau d'essais hydrofoil à système double de voilure et à autopilote. 278
- 55.7 USA - H.N. Yagoda - Contrôle dynamique du trafic automotrice à la libre entrée à la rampe. 279
- 56.1 F - P. Faurre - Jeux différentiels linéaires à stratégies complètement optimales et principe de séparation. 280
- 56.2 USA - T.J. Tarn - Commande optimale stochastique des perturbations partiellement connues. 281
- 56.3 J - Y. Sunahara - Une méthode approximative de l'estimation de l'état et de la commande pour les systèmes dynamiques non linéaires avec les observations en présence de bruit. 282
- 56.4 SU - A.A. Klementev, E.P. Maslov, A.M. Petrovsky, A.I. Yashin - Commande des processus aléatoires avec le réglage de la longueur d'intervalle de contrôle.

56.5	CDN	- I.G. Cumming - Synthèse des systèmes de commande stochastiques à temps continu.	283
56.6	USA	- R.D. Behn, Y.C. Ho - Caractéristiques des jeux stochastiques de poursuite-évasion.	284
56.7	USA	- H.S. Witsenhausen - Inégalités pour les performances de systèmes incertains sous-optimaux.	285
57.1	SU	- V.A. Besekersky, V.G. Gordeev, J.G. Ostro-mukhov - Théorie de la orbite gyroscopique à deux rotors.	286
57.2	SU	- E.V. Gauskus - Étude des oscillations multiples d'un vaisseau spatial.	287
57.3	SU	- V.I. Popov, V.Y. Rutkovsky - Étude de la dynamique du système de stabilisation préalable d'un satellite stable par rapport à la gravitation, en tenant compte des limitations des capteurs et des oscillations en flexion du stabiliseur.	288
57.4	D	- H. Roderer, H. Seelmann, H. Woitschella - - Un réglage de palier à 2 axes de la charge utile de point rotatoire d'une fusée porteuse stabilisée par rayure.	289
57.5	SU	- Yu.P. Guskov, S.V. Bunyakin - Commande de la manoeuvre de rotation du plan de l'orbite circulaire en vue du passage de satellite.	290
57.6	USA	- E.G. Smith - Sur la synthèse d'un système de commande de position d'un satellite à gyroscope.	291
57.7	USA	- W.L. Garrard, L.G. Clark - Sur la synthèse des systèmes sous optimaux à volant de commande de position.	291
57.8	SU	- E.A. Fedosov, A.M. Batkov, V.F. Levitin, V.A. Skrypkin - Les questions générales de la théorie de guidage.	292

60.1	MEX	- P. Alper, P. Armitage - Liaison de la théorie de contrôle avec l'enrolement éducatif.	293
60.2	USA	- J.F. Reintjes - L'emploi de calculateurs à accès multiple dans la gestion de l'information relative à la littérature professionnelle.	294
60.3	J	- T. Takamatsu, Y. Sawaragi, M. Naito, Y. Akagi, I. Haskimoto, Y. Ikeda, K. Kawata, T. Mizoguchi - Système de contrôle par calculateur pour la pollution d'air.	296
60.4	CDN	- A.R.M. Noton - Les systèmes monétaires et fiscaux dynamiquement optimisés en vu de la régulation de l'économie nationale.	297
60.5	USA	- R.R. Duersch - Projet des systèmes d'information pour application dans la direction des entreprises.	298
61.1	CDN	- E.J. Davison - L'indice du déphasage non minimal et son application aux systèmes multivariables à interaction.	299
61.2	F	- D. Marchand, M. Menahem - Sur la recherche d'un critère d'amortissement multidimensionnel-généralisation du critère de Naslin.	299
61.3	GB	- A.G.J. MacFarlane, N. Munro - L'Emploi des cercles de Mohr généralisés dans la construction de régulateurs multivariables.	300
61.4	H	- J. Gyurki - Une méthode de transformation pour l'analyse et la synthèse des systèmes multivariables à l'aide de calculateur numérique.	301
61.5	GB	- H.A. Barker, A. Hepburn - La commande numérique directe utilisant des fonctions de pondération.	302
62.1	SU	- V.A. Bodner, K.B. Alexeev, R.A. Zakirov - Sur la synthèse de systèmes optimaux de commande à fiabilité donnée.	303

62.3	N	- O.A. Solheim, F. Pöhner - Commande optimale d'une classe des systèmes discrets.	305
62.4	A	- J. Moik - Commande optimale de systèmes non-linéaires discrets.	305
62.5	PL	- K. Kurman - Les modèles en chaîne considérés comme des régulateurs optimaux sans inertie de systèmes multi-dimensionnels.	306
63.1	SU	- B.N. Petrov, V.V. Petrov, G.M. Ulanov, V.M. Ageev, A.V. Zaporozets, A.G. Uskov, I.L. Kochubevsky - Le début d'une théorie informationnelle de la commande.	307
63.2	CH	- J.E. Handschin - Monte Carlo techniques pour la prédiction et le filtrage des procédés stochastiques nonlinéaires.	309
63.3	E	- A.G. Ferraté, L. Puigjaner, J. Agullo - introduction au calcul et à la commande stochastique multicanale.	310
63.4	SU	- V.V. Solodovnikov, V.L. Lenski - Correction, régularisation et le principe de complexité minimale dans la dynamique statistique des systèmes de commande automatique.	311
63.5	USA	- W.G. Keckler, R.E. Larson - Calcul de la commande optimale pour un robot dans un voisinage partiellement inconnu.	312
63.6	PL	- J.L. Kulikowski - Les problèmes statistiques du mouvement d'information dans les grands systèmes asservis.	313
64.1	SU	- V.M. Glushkov, V.P. Derkach, G.T. Makarov - Un système de contrôle automatique des processus de réalisation des micromoduls.	314
64.2	J	- Y. Oshima, B.S. Chang - Système de mise en position des micro-dessins.	316
64.3	CH	- H. Buhler - Étude du système de réglage du convertisseur comme d'un système échantillonné.	317

64.4	SU	- E.K. Krug, E.A. Legovich - Systèmes de contrôle d'action accéléré avec le capteur de fréquence.	318
64.5	USA	- G.T. Schmidt - Optimisation de la calibration des capteurs inertiels.	319
66.2	USA	- H. Chao, W. Wickstrom - Développement de la commande dynamique de la couleur à la machine au papier.	319
66.3	USA	- J.K. Lee, I.B. Sanbourn, H. Chao, J.G. Bollinger, H.L. Harrison - Projet d'un système de commande d'une machine au papier.	320
66.4	GB	- R.M.J. Withers, R.J. Bass, M.F. Branch - Modèle mathématique pour l'action et contrôle d'une sucrerie de betteraves.	320
66.5	PL	- W. Findeisen, J. Pułaczewski, A. Manitius - L'optimisation à niveaux multiples et la coordination dynamique de l'écoulement des masses dans la phase de traitement des betteraves d'une sucrerie.	321
66.6	J	- T. Otomo, T. Nakagawa, H. Akaike - Réalisation du contrôle par ordinateur des fours rotatifs dans les usines de cémentation à l'aide des analyses d'information.	322
66.7	SF	- T. Talonen, A. Niemi - Simulation du processus de fusion de la pyrite.	323
67.1	SU	- M.V. Meerov, R.T. Yanushevsky - La synthèse des systèmes de commande à variables multiples.	324
67.2	GB	- D. Mitra - Réduction de complexité des systèmes dynamiques linéaires constants,	326
67.3	USA	- J.A. Planchard, V.J. Law - Application de la théorie de contrôle interactionnée au système continue intervariable.	327

67.4	CH	- W. Kraemer - Les propositions de développement de simples circuits de débrayage et des éléments de débrayage pour les régulations linéaires à deux grandeurs et les principes de réglage pour la mise en oeuvre.	328
67.5	I	- E. Biondi, L. Divieti, C. Roveda, R. Schmid - Réalisations optimale des systèmes multivariables linéaires discrets.-	329
68.1	J	- Y. Sawaragi, K. Inoue, T. Ohki - Synthèse de sensibilité de la commande optimale tenant compte des changements de l'ordre du système.	330
68.2	PL	- A. Wierzbicki - Une approche unifiée de l'analyse de la sensibilité des systèmes optimaux de commande.	331
68.3	SU	- A.A. Krasovski - Nouvelles méthodes de construction analytique des systèmes de commande.	332
68.4	R	- K. Bielja - Solutions linéaires et non linéaires au problème de synthèse optimale au sens de Letov et Kalman et ses applications au système linéaires.	334
68.5	USA	- P. Sannuti, P. Kokotovic - Méthode de la perturbation singulière pour la synthèse presque optimale des systèmes non linéaires d'ordre élevé.	335
68.6	D	- G. Schmidt, F. Fischer-Uhrig - Principes de commande temporairement optimal pour des systèmes de 2 ^e ordre avec une force de retour périodique.	336
68.7	USA	- G. Cook - Une méthode d'approximation pour les problèmes de commande singuliers.	337
69.1	USA	- G. Stein, G. Saridis - Une technique de contrôle adaptée aux paramètres.	337
69.2	NL	- H. Feikema, H.B. Verbruggen - Le projet de système de commande adaptifs, avec modèle, en utilisant la méthode de Ljapunov et la méthode du premier harmonique inversé.	338

69.3	USA	- V.S. Levadi - Le filtrage non linéaire, les prolongements de la méthode des moindres carres et les applications de la théorie quasilineaire.	339
69.4	D	- F. Schneider - Réglage de la modulation adaptative de processus par moyen de calculateurs digitaux.	340
69.5	F	- H.G. Jacob, C. Mira - Système de régulation extrémale par extrapolation.	341
69.6	GD	- O.L.R. Jacobs, S.M. Langdon - Un système optimale de commande extrémale.	342
69.7	SU	- A.C. Ivanienko, N.V. Khrushchova, V.I. Nienzhodovski - L'auto-organisation des systèmes de commande extrémale.	343
70.1	D	- B. Vossius, J. Werner - Le contrôle fonctionnel du mouvement suivant l'oeil et sa simulation digitale.	345
70.2	SU	- M.A. Aiserman, E.A. Andreeva - Un mécanisme très simple de commande de l'activité des muscles.	346
70.3	NL	- A. van Lunteren, H.G. Stassen - Estimation en temps réel des paramètres du transfert humain dans un système "cycliste bicyclette".	347
70.4	USA	- D.H. Weir, D.T. McRuer - Dynamique de la commande du système vehicule/conducteur.	348
70.5	USA	- R.E. Magdaleno, D.T. McRuer - L'explication du système neuro-musculaire à boucle fermée de réglage des perturbations de force et des données de frémissement.	349
70.6	GB	- C.D. Barr, E.A. Jones, E.R. Carson, L. Finkelstein - Étude sur la dynamique du métabolisme du plasma de proteines.	350
70.7	USA	- B.L. Zuber - Dynamique du système oculo-moteur; les réponses transitoires et electro-myographiques d'un chat.	350

SCHEMA DE COMMANDE AVEC PRÉDICTION POUR UN SYSTÈME À RETARD, UTILISANT LA MÉTHODE D'APPRENTISSAGE POUR L'IDENTIFICATION DU SYSTÈME

M.S. Beck, P.R. Birch, N.E. Gaugh, A. Plaskowski

Résumé

Cet article décrit la réalisation d'un schéma de commande en boucle fermée avec prédiction, qui a été effectuée sur un processus en échelle de laboratoire, en utilisant un calculateur numérique. Le processus considéré est représentatif pour une large classe des processus dans lesquels, à cause du retard, la commande précise en boucle fermée est très difficile. On emploie un critère des performances qui tient compte des conditions imposées à l'économie et à la sécurité du processus. Une procédure de recherche de l'optimum optimise les performances du modèle qui représente la partie du processus sans retard. Le signal de la commande optimale est alors mis dans la mémoire du calculateur et y reste pour le temps du retard, avant qu'il ne soit appliqué au processus. On a essayé plusieurs procédures d'optimisation et on en démontre qu'une procédure itérative particulière donne la convergence exigée en le temps de calcul court, et indépendant de l'ordre du système.

Le schéma décrit surmonte les difficultés du problème de stabilité, liées à la commande en boucle fermée, par limitant le rôle de la boucle fermée à la correction du dérive du processus. Un programme de calculateur détermine, au moyen du calcul de la gouvernabilité du processus, l'affichage acceptable de la commande en boucle fermée.

Une propriété particulière consiste en ce que le modèle peut être complètement spécifié par la réponse indicielle du processus. Les points discrets de cette réponse sont conservés dans la mémoire de calculateur et actualisés de temps en temps. Pour déterminer le modèle de la réponse indicielle, on emploie un essai du type de séquence binaire pseudo-aléatoire. Le modèle peut en être calculé par la méthode directe de corrélations, ou par une méthode nouvelle avec apprentissage. Dans cette dernière méthode, toute information "à priori" sur le comportement dynamique du processus est utilisée comme un modèle initial, qui est ensuite actualisé par une procédure à

apprentissage, afin d'en obtenir un modèle le plus exact possible.

Le schéma de commande en boucle fermée avec la prédiction et l'identification par corrélation nécessite 3,700 mots de mémoire, de 12 à 25 m s du temps de calcul par période d'échantillonnage plus 2 secondes de calcul si on demande l'identification.

COMMANDE DES SYSTÈMES À RETARD

Gunnar Nielson lic. techn.

Servolaboratoriet, Danmarks tekniske Højskole

Résumé

La commande des systèmes à retard est d'une importance considérable. Quelques méthodes pour effectuer cette commande ont été publiées, mais très peu est connu quant à l'expérience pratique avec ces méthodes.

Cet article décrit les résultats de l'étude ayant pour but la comparaison de ces méthodes. La comparaison est quantitative et utilise le critère I A E /intégrale de la valeur absolue de l'erreur/. On discute la commande obtenue pour les changements en échelon de la valeur de consigne aussi bien que de la charge. On présente les résultats en fonction du retard relatif, c'est à dire du rapport du retard à la somme du retard et des constantes de temps. Parmi les méthodes envisagées on a les commandes du type I, P I et P I D, aussi bien que la commande en système échantillonné, en système direct et en système nommé prédicteur linéaire de Smith.

SIGNUM - FONCTIONS APPROXIMATIVES, DESTINÉES
À LA SYNTHÈSE DE LA COMMANDE QUASI - OPTIMALE

L. At.Gountchev

Institut supérieur de mécanique appliquée
et d'électrotechnique

Sofia

On considère la question de l'approximation de la fonction de commande, obtenue à l'étape de la synthèse de la commande optimale. On a montré la possibilité synthétiser un signal de commande quasi-optimal à l'aide des signum-fonctions équivalentes. On a proposé des fonctions approximatives équivalentes et on a déterminé des fonctions réalisantes dans la classe des fonctions les plus commodes pour une réalisation technique.

Profitant de la méthode des signum-fonctions équivalentes on a montré la possibilité construire des dispositifs de commande quasi-optimaux, n'utilisant que des éléments linéaires et des éléments de commutation. Par la même méthode on peut déterminer la structure et les paramètres du dispositifs de commande quasi-optimaux. On a obtenu des résultats expérimentaux confirmants l'efficacité de la méthode des signum-fonctions équivalentes.

COMMANDE À RELAIS DES SYSTEMS À PARAMÈTRES INCERTAINS

D.P. Lindorff
University of Connecticut
Storrs, Connecticut, USA

Résumé

On présente une méthode de projeter le régulateur à relais pour les systèmes suiveurs à modèle, en tenant compte de l'innertitude des paramètres du système. En utilisant une fonction de Ljapunov demi-définie, il en est possible de traiter les systèmes à plusieurs sorties, ou, plus généralement, les systèmes dont les variables d'état ne sont pas en forme des variables de phase. On démontre que le processus peut être forcé à suivre le modèle avec une erreur bornée, à la condition que l'on connaisse les bornes des écarts de paramètres. La méthode est appliquée aux problèmes spéciaux où le processus à commander est instable.

ÉTUDE DE SYSTÈMES DE COMMANDE PAR INSTRUMENTATION LIMITÉE POUR LES OPÉRATIONS RÉPARTIES.

par M. M.J. McCann, Imperial Chemical Industries,
Ltd., Wilmslow, Cheshire, Angleterre.

Analyse

Vu que la théorie de commande optimale d'opérations réparties conduit à des problèmes de calcul extrêmement difficiles, il faudrait l'aborder d'une autre façon. Cette communication décrit une méthode qui pourrait donner des projets pour la commande, tant avec linéarité qu'avec relais /bang-bang/, d'opérations réparties avec linéarité qui sont susceptibles de perturbations réparties. Les projets sont destinés à produire des systèmes de commande dans lesquels l'instrumentation /la mesure/ dans l'opération est extrêmement limitée. La méthode demande, dans quelconque application, qu'une copie de l'opération répartie qui démontre le comportement à l'intérieur et non seulement une représentation totale /entrée-sortie/, soit à disposition. La méthode est un procédé de recherche et d'ajustement qui peut être réglé à programme, mais qui est assez simple d'exécution plus facile par l'utilisateur.

S.A. Anisimov, N.S. Rajbman /Moscou/,
F.A. Ovsepjan /Eriwan/ - URSS
O.F. Hanš /Prague/ - Tchécoslovaquie

DE CERTAINS PROBLÈMES D'IDENTIFICATION DES SYSTÈMES COMPLEXES

La forme des équations décrivant les systèmes complexes n'est pas a priori connue. Il en résulte toute une série de problèmes d'identification supplémentaires, dont la détermination des caractéristiques liant les variables d'entrée et de sortie, l'évaluation quantitative du degré d'isomorphisme du modèle et du système originel, le type de non linéarité, la détermination du type d'équations décrivant le système, etc.

L'exposé est principalement consacré aux méthodes statistiques d'identification à partir des données obtenues au cours du fonctionnement normal du système. Quatre types de systèmes sont abordés, suivant que l'entrée ou l'opérateur sont déterminés ou aléatoires. Mise en évidence des liens existant entre les méthodes d'étude de tous les types de systèmes.

ENTREES SENSIBILISANTES ET IDENTIFICATION

A. RAULT - R. POULIQUEN - J. RICHALET

L'identification des systèmes par la méthode du modèle conduit à minimiser une fonctionnelle des paramètres structuraux représentant la distance entre le système à identifier et le modèle que l'on recherche. Cette distance peut être une distance de structure ou une distance d'état. Dans le premier cas nous montrerons que la procédure d'identification peut se ramener à déterminer des lois de variations dans l'espace paramétrique. Dans le second cas, l'identification semble se ramener à un simple problème d'optimisation paramétrique. Cependant, il est montré que la précision d'une identification est liée à la forme des lieux iso-erreur, c'est-à-dire à la sensibilité des paramètres.

Nous introduisons donc les relations existant entre l'identification et les coefficients de sensibilité. Puis nous définirons un index de sensibilisation qui donne une mesure de la répartition de l'information et permet de définir des entrées dites sphérisantes qui l'équirépartissent sur tous les paramètres ou des entrées sensibilisantes qui la concentrent sur un paramètre donné.

Considérer l'identification sous cet angle, constitue un progrès en ce sens qu'il est désormais possible de chiffrer la qualité d'une identification et de fixer un protocole d'essais.

ANALYSE DYNAMIQUE DES PROCÉDÉS INDUSTRIELS
PAR LA MÉTHODE MULTIINDICIELLE

M. Menahem

Société Contrôle Bailey, 32 Bd Henri IV

Paris 4^e

FRANCE

RESUME : La méthode indicielle est à l'heure actuelle une méthode d'identification très largement répandue dans la pratique industrielle, grâce à ses avantages de simplicité et de rapidité. Toutefois elle peut exiger un temps d'essais important dû à la répétition indispensable des essais en vue d'atténuer (par moyennage) l'effet des perturbations. La présente communication propose une généralisation de cette méthode, appelée "méthode multiindicielle" car elle utilise pour signal identificateur non plus un simple échelon, mais une succession d'échelons appropriés.

La méthode multiindicielle fournit un cadre plus large à l'intérieur duquel vient s'insérer la méthode indicielle classique. Elle permet d'obtenir un meilleur rendement du temps utilisé, c'est à dire une meilleure précision des résultats à temps d'essai constant (justifiée surtout par une action plus fréquente élaborée à l'entrée du système).

L'auteur analyse principalement la nature du dépouillement qu'implique une telle méthode, mais n'aborde pas le traitement statistique des résultats obtenus. Il examine le choix de séquences particulières qui simplifient considérablement le dépouillement, et qui s'appliquent à l'identification de systèmes à une ou plusieurs grandeurs d'entrée.

THÉORIE DE LA POURSUITE DE PARAMÈTRES, APPLIQUÉE AUX SYSTÈMES NON LINÉAIRES LENTEMENT VARIABLES

Boris Segerstahl
Automatic Control Laboratory
Technical University, Helsinki,
Finland

Résumé

On définit un système aléatoire en utilisant un ensemble des fonctions de densité de probabilité. Pour ce système on formule le problème de la poursuite bayésienne, et on en donne une solution en forme d'un algorithme récursif. Dans le cas général, l'algorithme nécessite des calculs compliqués.

Comme un cas spécial, on étudie un système linéaire de Gauss-Markov, exactement observable; dans ce cas l'algorithme entraîne seulement le calcul matriciel. Il est essentiel pour la solution que le système soit exactement observable, car probablement c'est le seul cas où l'on peut éviter les produits des variables aléatoires.

La méthode est appliquée aux systèmes non linéaires, où les changements de l'amplitude du signal sont suffisamment lents pour admettre une linéarisation par de courts intervalles du temps, ce qui permet de considérer les effets de la non-linéarité comme causés par les variations des valeurs de paramètres du système linéarisé.

Comme exemple on étudie les caractéristiques de la poursuite simulée d'un système saturable et aussi d'un système à non-linéarité exponentielle. Les résultats en sont satisfaisants.

UNE MÉTHODE APPROXIMATIVE D'IDENTIFICATION

H. Górecki, A. Turowicz

Une méthode d'approximation dans l'espace L dans le problème d'identification d'un processus de réglage est étudié. On fait usage des théorèmes de Steihaus, Markov, et Sobolew.

Dans le cas d'une fonction d'une variable, supposé qu'il existe dans la classe des polynômes du degré au plus, un polynôme $P_n(x)$ tel que $1^\circ \int_a^b |f(x) - P_n(x)| dx = \min$. 2° différence $f(x) - P_n(x)$ change la signe exactement en $n+1$ point, alors les points de change de signe sont les zéros du polynôme de Tchebychev $T_{n+1}(x) = \cos[(n+1)\arccos x]$. Il suffit donc de mesurer la fonction $f(x)$ dans ces points.

Dans le cas d'une fonction convexe de n variables les conditions pour une approximation optimale linéaire dans l'espace L sont données.

SUR LE CHOIX DU SOUS-OBJECTIF ET L'EMPLOI DE L'INFORMATION
À PRIORI DANS LES SYSTÈMES DE COMMANDE À APPRENTISSAGE

L.E. Jones, III
Graduate Engineering
Education System, GENESYS
University Florida
Port Canaveral, Florida

K.S. Fu
School of Electrical Engineering
Purdue University
Lafayette, Indiana

Résumé

Nombreuses méthodes ont été proposées pour projeter les systèmes de commande qui apprennent à fonctionner dans un voisinage inconnu ou partiellement connu. La plupart de schémas à apprentissage représentent un écart radical des techniques qui emploient un ajustement continu des paramètres et qui résultent des débuts du développement des systèmes avec modèle. Les modèles et les algorithmes des régulateurs représentent les contributions principales dans ce domaine. Dans l'étude de ces modèles le système est abstrait à un tel point que l'on perd bien souvent le contact avec les considérations pratiques. Le but de cet article est de présenter quelques résultats de la théorie de commande à apprentissage, et de rediscuter quelques problèmes pratiques que l'on rencontre en appliquant à un problème donné un régulateur à apprentissage.

Cet article définit le sous-objectif comme un subordonné à l'objectif principal qui est la minimisation du critère. Chaque décision doit être évaluée, un interval après son application au système. Dans problème du sous-objectif il s'agit de choisir le sous-objectif de manière qu'il conduise le processus d'apprentissage vers l'optimum qui résulte du critère donné. On en présente une solution analytique et on l'étend au cas général en une façon heuristique. Cette méthode étendue emploie l'information à priori sur le processus.

On discute aussi deux autres problèmes. Afin de décomposer l'espace d'état en les situations de commande, on emploie une grille fixée et on propose et évalue une méthode d'extension de la grille. Le régulateur, lui aussi est initié par

l'emploi de l'information à priori. Une simulation en pleine échelle confirme que la méthode proposée du choix de sous-objectif, de l'extension de grille et de l'initiation de régulateur représente un progrès par rapport aux autres méthodes précédentes.

"D'une classe des systèmes adaptateurs
(dite d'auto - apprentissage)"

Yakoubovitch V.A.
Université de Léninegrad
Léninegrad
U.R.S.S.

Dans la Conférence on donne une description exacte mise en formules du problème de la construction des systèmes adaptateurs d'après les conditions de la classe donnée, qui s'adapte aux n'importe quelles conditions de cette classe. On expose la solution de ce problème et les résultats de la simulation du processus de l'auto-apprentissage d'un système de cette espèce pour les machines mathématiques électroniques.

"PROCESSUS D'ÉTUDE AVEC ACCUMULATION D'EXPERIENCES"

Ștefan Petráš

R é s u m é

Dans la solution de problèmes de commande optimum avec informations incomplètes sur l'objet étant commandé, on rencontre la question fondamentale, c'est à dire comment il faut déterminer un algorithme de commande convenable, surtout lorsque le système est influencé par des perturbations et lorsque le système est à plusieurs dimensions. Les méthodes déterminées pour ces buts ne sont plus convenables. On utilise des méthodes stochastiques.

Dans cet article on donne des algorithmes d'étude nouveaux. Ces algorithmes sont discrètement stochastiques. Ils représentent essentiellement, un processus complexe de Markov de la série K /sorte/. La réalisation du vecteur d'unité aléatoire est déterminée par la probabilité conditionnelle du paramètre de mémoire. La décision même se fait d'après la décision de Bayes, resp. le principe de la probabilité "a posteriori" maximum.

Dans cet article on démontre que sous certaines suppositions, un processus pareil est un processus martingal, resp. demi-martingal. On décrit la convergence des processus pareils.

Sur un exemple concret on décrit le procédé de chercher l'extrême de fonction par lequel l'objet commandé est décrit. Les algorithmes décrits conviennent pour la commande des processus de production continus, des états stabilisés au moyen de calculateurs automatiques.

SUR L'ERGODICITÉ ET LE COMPORTEMENT DYNAMIQUE DES SUITES DE MARKOV DANS LE CAS FINI.

H.H. Yeh

J.T. Tou

Résumé

Dans la théorie d'apprentissage on a souvent utilisé les suites de Markov comme des modèles mathématiques. On a aussi établi qu'un automate fini stochastique, qui joue un rôle important pour les systèmes à l'intelligence artificielle, peut être représenté par une suite de Markov finie homogène.

Dans ce rapport on étudie, à l'aide de la notion des normes des vecteurs et des matrices, les propriétés ergodiques des suites de Markov finies, le concept des opérateurs induits et le principe d'application contractante dans un espace linéaire de dimension finie.

On a établi que si la norme inférieure de la matrice de transition induite dans un sous-espace invariant S_0 , dont la normale est $/1, 1, \dots/$, est inférieure à un, la suite est ergodique et opère comme l'application contractante sur sous-espace S_0 . Vice versa, si une suite de Markov homogène finie est ergodique, elle est une application contractante sur S_0 . La norme de la matrice induite de transition de probabilité sert comme une estimation pessimiste du taux de convergence.

On donne un résumé de la méthode générale pour déterminer l'ergodicité et le taux de convergence d'une suite de Markov homogène finie. On en déduit une condition nécessaire et suffisante de l'ergodicité aussi bien que d'autres critères d'ergodicité pour quelques cas particuliers. On établit que l'ergodicité est déterminée par la forme de la matrice de transition et n'est point liée aux valeurs numériques des éléments de cette matrice.

MÉTHODE DES DÉCISIONS STATISTIQUES MIN-MAX ET SON APPLICATION À LA COMMANDE AUTO-DYDACTIQUE.

Bunji Kondo et Shigeru Eiho.

Résumé

Cet article traite des méthodes des décisions statistiques utilisées comme mécanisme auto-dydactique dans les systèmes de commande adaptifs. Quand la connaissance du système est faible, on utilise les fonctions de décision du type min-max. La fonction de décision est généralement donnée, à l'aide de la théorie des jeux et des méthodes de programmation linéaire, comme une fonction des résultats des expériences précédentes. Cette stratégie peut être utilisée quand le nombre de données est petit.

De plus, cet article traite le mécanisme auto-dydactique qui, au fur et à mesure de croissance du nombre de données, change la stratégie de décision: - de la solution min max - à la solution de Bayes.

GOUVERNABILITÉ ET SYNTHÈSE DES SYSTÈMES DYNAMIQUES OPTIMAUX.

Dans le rapport on considère deux types de la gouvernabilité des systèmes à retard des variables d'état où la valeur du retard est une fonction du temps, de l'état du système et de la commande.

Le système est dit relativement gouvernable s'il est capable de compenser des perturbations en un temps fini. Si la commande, après avoir compensé la perturbation, est découpée de l'entrée, le système ne peut pas suivre le régime désiré à cause de l'action des ses états retardés. C'est pourquoi l'on aborde le problème de la gouvernabilité complète du système.

On démontre les conditions nécessaires et suffisantes de la gouvernabilité /relative, complète/ des systèmes /linéaires, nonlinéaires/ à retard des variables d'état. Ces conditions s'expriment par les coefficients des équations différentielles /fonctions de transfert/ du système.

On étudie des cas critiques concernant la gouvernabilité des systèmes nonlinéaires, quand les équations de l'approximation linéaire ne permettent pas de conclure la gouvernabilité du système.

Dans le rapport on formule plusieurs problèmes d'optimisation des systèmes à retard des variables d'état. On trouve les conditions qui sont satisfaites par les commandes optimales /les meilleures au sens du critère choisi/. On démontre, que dans un nombre de cas ces conditions sont aussi suffisantes. Au cas particulier des systèmes dynamiques ordinaires ces conditions se transforment en le bien connu principe de maximum de Pontryaguine. On présente une nouvelle formule de la condition d'optimalité, qui tout en conservant la clarté du formalisme de Pontryaguine, est encore plus universelle. Cette forme est préservée pour les systèmes décrits par un nombre de types divers d'équations /les équations integrodifferentielles, intégrales, aux dérivées partielles/ et, grâce à sa simplicité,

peut être utile pour les ingénieurs orientés vers l'optimisation des processus complexes.

On donne la dérivation des conditions nécessaires d'optimalité pour un problème de minimisation de la fonction de performances vectorielle.

On présente un nombre des critères pour lesquels le problème d'optimisation possède une solution, c'est à dire quand il est possible de trouver une commande supérieure aux autres dans la classe considérée. On a élaboré une méthode d'étude des commandes optimales singulières, et on présente sa contribution à la théorie des régimes à glissement. On présente aussi un nombre d'algorithmes destinés au traitement numérique des problèmes de la commande optimale.

Dans le rapport on passe en revue l'état actuel du problème, les méthodes de synthèse existant à l'heure actuelle, le point de vue de l'analyse fonctionnelle sur le problème de synthèse, nouveaux résultats obtenus par les auteurs.

On démontre, que le schéma de raisonnement décrit peut être appliqué aux problèmes d'optimisation des systèmes dynamiques mis en situation de jeux. Pour ces situations on formule les résultats concernant l'existence de la commande optimale et les conditions nécessaires d'optimalité.

Le rapport s'achève par l'étude du problème d'extension des résultats obtenus aux systèmes discrets. On signale les propriétés spécifiques de la théorie développée. On présente plusieurs résultats concernant les conditions nécessaires et suffisantes de l'optimalité des systèmes discrets.

LES INTÉGRALES DES MULTI - APPLICATIONS ET LES PROBLÈMES LINÉAIRES DE COMMANDE OPTIMALE.

Czesław Olech

Institut de Mathématique PAN, Kraków

Soit $P(t)$ (pour $t \in [0,1] = J$) un ensemble fermé d'un espace linéaire n -dimensionnel. $\int P(t)dt$ dénote l'ensemble $\{ \int u(t)dt \}$ où $u(t)$ est une fonction intégrable dans l'intervalle J , telle que $u(t) \in P(t)$ presque partout dans J . Cette intégrale vient d'être appliquée dans certains problèmes linéaires de commande optimale. Jusqu'à présent on a étudié le cas où $\int P(t)dt$ est un ensemble borné. Dans la note présente on considère pour la première fois le cas de l'intégrale non bornée.

SYNTHÈSE DE LA COMMANDE OPTIMALE PAR EMPLOI DES MÉTHODES DE DÉCOMPOSITION

J. C. Allwright

Résumé

L'article décrit une méthode de synthétisation de fonctions optimales de contrôle qui appartiennent aux sous-espaces linéaires de l'espace de contrôle en employant des composants des fonctions de base qui les définissent. Une limite mineure de l'index minimal de performance se développe qui emploie des signaux de contrôle non-optimaux. Puis on trouve une condition simple de telle façon que le signal de contrôle optimal dans ce sous-espace linéaire soit arbitrairement près du signal de contrôle optimal dans l'espace de contrôle. Cette condition s'applique à une condition initiale spécifiée. On détermine comme fonctions des conditions initiales le signal de contrôle optimal dans un sous-espace linéaire par une loi de contrôle. On décrit un procédé simple pour spécifier le sous-espace tel que cette loi de contrôle soit une approximation arbitrairement près de la loi de contrôle qui détermine le signal de contrôle optimal dans l'espace de contrôle.

mgr inż. Stanisław Raczyński

Chaire de l'Automatisme et Electronique Industriel

Académie de Mineur, et de la Métallurgie - Cracovie

Sur la détermination des zones d'émissions

=====

et des trajectoires optimales d'un système

=====

du commande nonlinéaire

=====

Resumé

Dans ce travail on a présenté la nouvelle méthode de la détermination des zones d'émissions et des trajectoires optimales des systèmes de commande nonlinéaires, basée sur la théorie des champs orientoriels. Cette méthode permet de déterminer une équation différentielle partielle d'une surface étant le bord de la zone d'émission. Les trajectoires optimales on peut trouver en résolvant cette équation avec les caractéristique de Cauchy. Suivant cette méthode, on peut réduire les équations à celles de Hamilton. Les équations obtenues sont les mêmes, que les équations obtenues avec les méthodes de calcul de variation, mais l'interprétation est l'autre. Ce fait résulte de cela, que ce n'est pas la méthode de variation. Le problème considéré a lieu avec la méthode du commande "bang-bang", ainsi elle pourrait être utilisé en pratique.

SUR LES JEUX À PAS MULTIPLES.

Dans ce rapport on traite les jeux discrets à nombre de pas fixé. Sur l'exemple de ces jeux on examine de divers formulations de problème pour le jeux discrets aussi bien que pour le jeux continus /différentiels/.

On obtient les conditions nécessaires d'optimalité pour le cas quand le jeux possède un point de col. On donne les conditions suffisantes de l'existence d'un point de col pour les jeux discrets. Quelques cas particuliers sont considérés aussi.

Pour le cas quand le jeux ne possède pas de point de col on obtient les conditions nécessaires d'optimalité pour déterminer les estimations supérieure et inférieure du jeux donné, c'est à dire pour les stratégies de mini-max et de max-min.

On examine les méthodes de calcul pour les jeux à pas multiples. On considère une possibilité de l'extension des résultats obtenus aux jeux différentiels.

ORGANES MAGNÉTIQUE ADAPTATIFS POUR LES SYSTÈMES DE COMMANDE AUTOMATIQUE

M.A. Rosenblat, M.A. Voriatchenkov

/Moscou/

Pour construire les systèmes de commande adaptatifs, on a souvent besoin des organes qui réalisent la fonction suivante

$$Z = xF(y, t), \quad /1/$$

où x - variable de sortie, continue; y - signal de commande qui résulte en le changement du gain de l'organe correspondant à la fonction d'adaptation. On peut distinguer quatre types de caractéristiques de la fonction d'adaptation

$$F(y, t)_{t > t_0} = F[y(t_0)] = k \cdot y(t_0) : \quad /2/$$

$$F(y, t) = k \int_0^t y dt ; \quad /3/$$

$$F(y, t)_{t > t_0} = F \left[\sum_{j=1}^n \Delta y(t_0) \right]; \quad /4/$$

$$F(y, t)_{t > t_0} = k \operatorname{signy}(t_0) \quad /5/$$

Dans le premier cas /2/, la fonction d'adaptation se réduit à la mémorisation de la valeur du signal d'adaptation y à l'instant t_0 . Dans le second cas /3/, la fonction d'adaptation est égale à l'intégrale du signal de commande y , qui représente souvent la différence de la valeur de consigne et de la valeur mesurée d'un paramètre du système. Dans le troisième cas /4/ la fonction d'adaptation représente une fonction monotone /non nécessairement univoque/ de la somme des accroissements du signal de commande /adaptatif/, qui entre à l'organe adaptatif aux instants t_1, t_2, t_3, \dots . La fonction d'adaptation /4/ est normalement utilisée aux systèmes adaptés par la recherche successive ou bien par apprentissage. La fonction d'adaptation /5/ a seulement trois valeurs $-k, 0, +k$, dont souvent on utilise seulement deux, par exemple 0 et k ou $-k$ et k .

La propriété générale de ce quatre types de fonction d'adaptation consiste en ce que ces fonctions possèdent la mémoire. Pour réaliser les fonctions /2-4/, on a besoin des organes analogiques à mémoire, tandis que pour réaliser la fonction /5/ - les organes discrets. Pour cette raison, afin de construire les organes adaptatifs, il est opportun d'employer les propriétés des matériaux ferromagnétiques et des noyaux à cycle d'hystérésis rectangulaire.

Tout organe adaptatif peut être construit par la combinaison en série d'un organe à mémoire, qui réalise la fonction d'adaptation $F(y, t)$, et d'un multiplicateur analogique standard. Pourtant, les organes avec la fonction d'adaptation et la fonction de multiplication unis ensemble, représentent un intérêt particulier.

Dans l'article on discute les principes de construction des organes décrits qui emploient les noyaux magnétiques à cycle d'hystérésis rectangulaire, et les méthodes de construction des organes magnétiques adaptatifs avec la liaison organique des fonctions d'adaptation et de multiplication.

9.5. Les caractéristiques externes, statiques et dynamiques, d'entrée et de sortie des éléments logiques séquentiels

Les circuits séquentiels peuvent être représentés sous forme de boucles fermées, comportant des boucles fermées secondaires, par exemple des bascules, dont les caractéristiques externes déterminent la stabilité de fonctionnement des boucles fermées externes, et celle du circuit séquentiel dans son ensemble.

La caractéristique externe sera considérée comme la caractéristique entrée - sortie d'une chaîne fermée d'éléments, rapportée aux signaux d'entrée - sortie extérieurs, pour faire la distinction avec les caractéristiques internes de la chaîne ouverte, constituée par les mêmes éléments.

On démontre, à partir d'une analyse effectuée sur plusieurs bascules caractéristiques des éléments logiques et automatismes à séquences industriels, que:

1. L'allure des caractéristiques dynamiques et statiques des bascules et autres circuits séquentiels, est essentiellement fonction du mode de sommation des signaux, dans les boucles de réaction.
2. Si la sommation des signaux d'entrée est effectuée, dans les bascules et autres circuits séquentiels sur diodes, les signaux de réaction n'entraînent pas d'augmentation du gain des caractéristiques dynamiques externes, par rapport au gain des caractéristiques internes des circuits en question. C'est ainsi qu'un saut peut apparaître dans les caractéristiques statiques des bascules et autres circuits à séquences.

La stabilité par rapport aux bruits et la stabilité fonctionnelle des circuits séquentiels, est déterminée par les plus faibles des caractéristiques internes, c'est-à-dire par les caractéristiques des éléments séparés et de leur association en cascade, constituant le circuit étudié.

3. Dans le cas d'une sommation arithmétique des signaux d'entrée, pour les bascules et autres circuits séquentiels, l'existence de signaux de réaction augmente d'une manière considérable le gain des caractéristiques dynamiques externes, qui peut même prendre des valeurs négatives. La stabilité par rapport aux bruits - pour les deux états - zéro et unité - diminue.

Les caractéristiques statiques de bascules de ce genre se distinguent par un saut pour des signaux considérablement plus faibles que l'abscisse du point d'équilibre instable des caractéristiques internes de base des bascules. C'est pourquoi les caractéristiques les moins bonnes des bascules à sommation arithmétique sont leurs caractéristiques externes, dont les points critiques doivent être vérifiés lors du testage des bascules.

4. Les caractéristiques dynamiques externes des bascules synchrones dynamiques, en particulier - des bascules de comptage, recouvrent les caractéristiques dynamiques des bascules qui sont des fonctions de toutes les entrées de bascule, y compris l'entrée de la boucle de réaction.

V.B. Kudrjacev
Leningrad - URSS

LES DISPOSITIFS DE TRAITEMENT PRIMAIRE
DE L'INFORMATION DES CALCULATEURS DE
COMMANDE FONDÉS SUR LES PRINCIPES
DE LA MAGNÉTOMÉTRIE

L'accroissement des exigences relatives à la qualité de l'information concernant les processus technologiques commandés et contrôlés par des calculateurs numériques, a entraîné la nécessité d'élaborer de nouveaux principes de conversion des paramètres électriques et des déplacements angulaires, conversion caractérisée par une précision très élevée, la simplicité de réalisation, des indices dynamiques très bons, avec la possibilité d'une connexion directe des transducteurs au calculateur numérique.

Le présent travail se propose de démontrer qu'une orientation essentielle, dans le perfectionnement des transducteurs du type "analogue - code" et "angle - code", est le développement des principes fréquentiels bien connus et largement diffusés de la spectroscopie nucléaire, à la source de laquelle nous avons les premiers appareils à quanta /par exemple - les masers pour bandes radio-phoniques/.

Nous avons affaire, en spectroscopie nucléaire, avec des constantes atomiques, sous forme par exem-

ple de rapports gyromagnétiques du noyau ou de l'atome. C'est ainsi qu'aujourd'hui, en magnéto-métrie, on utilise dans l'étude du champ magnétique terrestre des appareils de mesure magnétiques à quanta extrêmement stables /les masers magnétiques/, qui se distinguent par une insensibilité pratiquement totale de la fréquence aux conditions ambiantes.

Les capteurs analogues ont pratiquement une caractéristique linéaire idéale, une sensibilité très élevée et peuvent être utilisés avec très grand profit dans l'élaboration de dispositifs de conversion très précis d'usage général. Des possibilités très intéressantes existent dans l'utilisation, dans les transducteurs à quanta, d'éléments cryogènes et des phénomènes non stationnaires de la résonance magnétique nucléaire, dans le but de contrôler de très faibles variations de l'intensité du champ magnétique, faisant figure de paramètre intermédiaire dans le processus de conversion.

MÉSURE DE LA GRAVITÉ SPÉCIFIQUE PAR LA RÉPULSION MAGNÉTIQUE

Kamekichi SHIBA, Tadashi ICHINOSE
Faculty of Engineering, Toyo University
2100 Nakanodai, Kujirai, Kawagoe-shi,
Saitama Prefecture, Japon

Résumé

Un flotteur avec un aimant permanent est mis dans un liquide, et un autre aimant /permanent, ou un électroaimant/ est placé dehors du liquide, afin de suspendre le flotteur par la répulsion magnétique. Cet aimant extérieur est pendu sur une arme d'une balance. On démontre théoriquement que l'accroissement apparent de la masse de l'aimant extérieur est égal à la masse apparente du flotteur dans le liquide. Ceci est le principe de la mesure, qui est prouvé aussi par les expériences. Dans cette méthode, il n'est pas nécessaire de connaître la position du flotteur dans le liquide et la force de l'aimant extérieur, c'est à dire la mesure n'est pas influencée par les changements de la force magnétique, à la condition toutefois que l'aimant ait la force suffisante pour suspendre le flotteur dans le liquide.

Cette méthode est applicable à la mesure de la gravité spécifique du liquide dans les systèmes de commande automatiques.

UNE METHODE GENERALE POUR LE PROJET DE SYSTEMES ASSERVIS LINEAIRES ET NON LINEAIRES

P.M.Frank, Université de Karlsruhe
République Fédérale allemande

Résumé:

On décrit une méthode permettant le projet pratique de régulateurs pour systèmes asservis linéaires et non linéaires. Celle-ci se base sur le principe suivant:

- 1.) Compensation parallèle du système à asservir à l'aide d'un modèle de ce système (dans un but de stabilisation du système asservi et d'annihilation de la réaction à la perturbation)
- 2.) Compensation en série du système à asservir (dans un but de commande optimale).

A l'aide de cette méthode on ramène le problème du projet à un simple problème de commande, qui peut être résolu, sans tenir compte de la stabilité du système à l'aide de l'approximation optimale de la structure inverse du système à asservir. On montre que cette méthode permet, même dans le cas de systèmes complexes, de juger des limites respectives d'un asservissement, et mène enfin à une structure adaptée du régulateur.

Cette méthode est explicitée à l'aide de systèmes linéaires à constantes réparties et localisées et de systèmes non linéaires. En guise d'exemple on traite le projet d'une régulation continue, pratiquement optimale dans le temps, d'un système à asservir du premier ordre avec limitation du paramètre de réglage.

Un procédé algébrique pour la compensation de systèmes successifs

Klaus W. Plessmann

Ecole Polytechnique, Aix

République Fédérale Allemande

Partant de l'exposition d'un système successif comme forme standard, polynôme et fonction standard, on en dérive un procédé qui transforme des systèmes successifs à cette forme. Les éléments de compensation indispensables résultent, compte tenu des conditions de réalisation, immédiatement du système à observer lui-même. Il se révèle que pour l'application on peut partir de la courbe des lieux de points du système à asservir à'où résultent les paramètres de l'élément de compensation à l'aide d'un procédé graphique. Il s'ensuit en outre, que l'élément à déterminer peut être remplacé par une approximation qui est applicable de manière simple aboutit à bons résultats.

Le procédé dérive est montré par un exemple.

PROCÉDÉ SIMPLE PERMETTANT LA SYNTHÈSE DE SYSTÈMES DE RÉGLAGE À
DONNÉES ÉCHANTILLONNÉES À L'AIDE DES CARACTÉRISTIQUES DE
FRÉQUENCE LOGARITHMIQUES

Wolfgang Latzel
 Dornier-Werke
 Friedrichshafen
 Deutschland

Résumé

Le procédé proposé permet la transposition directe des avantages bien connus de la représentation des caractéristiques de fréquence dans le domaine des systèmes de régulation continus à la synthèse des systèmes de réglage à données échantillonnées. Les systèmes considérés comprennent une installation réglée exprimée par une équation différentielle, un dispositif de maintien de l'ordre zéro et un régulateur exprimé soit par une équation de différence, soit par une fonction de transfert

$$G(z) = \frac{d_0 + d_1 \cdot z^{-1} + \dots + d_n \cdot z^{-n}}{1 - c_1 \cdot z^{-1} - \dots - c_n \cdot z^{-n}}$$

de l'ordre $n = 1, 2, 3$.

Pour permettre l'application directe du procédé des caractéristiques de fréquence, une description valable pour le dispositif de maintien et le régulateur dans le domaine $\omega = 0 \dots \Omega$ est donnée par une fonction de transfert $G(p) = G_1(p) \cdot G_2(p)$, dans laquelle $G_1(p)$ décrit un régulateur continu idéal avec le comportement dans le temps caractéristique pour PD, PID, PD₂ ou PID₂, tandis que $G_2(p)$ exprime les caractéristiques propres à l'échantillonnage. Les régulateurs avec $\sum c_i = 1$ présentent une action par intégration.

Les coefficients du régulateur à données échantillonnées sont à choisir de manière à assurer que la réponse de fonction de pas du circuit de régulation constitue approximativement une "dead beat response". La fonction de transfert correspondante de la boucle de régulateur ouverte $F_0(p)$ est dérivée et utilisée comme base de calcul. Dans le cas des installations réglées de l'ordre $N \geq 2$ (avec $n \leq N$) l'application de ce procédé a montré de bons résultats.

Réglage suboptimal de systèmes à asservir d'ordre plus élevé sous considération particulière de qualité d'ajustage universel

W. Becker

Institut pour la Technique de l'Automatisme
Aix / République Fédérale Allemande

Résumé

Dans l'ensemble des appareils techniques les grandeurs physiques sont soumises à certaines restrictions. La limitation de vitesse de réglage en particulier ne doit pas être négligée pour la technique de réglage dans nombreux de cas. Dans les systèmes à asservir en question le réglage temporairement optimum crée un procédé qui se compose d'intervalles de disposition et se distingue par la surface la plus réduite linéaire de réglage supposé qu'on n'ait admis pas de suroscillations. La dépendance de cette surface de réglage des paramètres du système est indiquée. Il est montré seulement qu'un procédé se composant de deux intervalles de disposition ou d'une seule s'approche dans beaucoup de cas au processus optimum. La différence est toujours facile à déterminer. La réalisation de ce processus suboptimum avec deux intervalles de disposition aboutit à une construction de régulateur qui est semblable au régulateur linéaire PID. Le dispositif de retour du régulateur à la vitesse de réglage limitée est ajusté par une non-linéarité universelle. Les valeurs de réglage du régulateur résultent de manière simple des indices du système à asservir. Le système n'est pas sensible aux paramètres modifiés et fonctionne de manière satisfaisante même en

cas de n'importe quels perturbations. A l'aide d'une intervalle de disposition on reçoit l'interrupteur à deux points à retour ralenti qui avec l'élément de réglage intégral rassemble beaucoup au régulateur linéaire PI. Ces régulateurs ne sont pas plus coûteux que les régulateurs PI et PID linéaires mais ils peuvent remplacer les derniers dans tous les cas où le processus de réglage est réduit par limitations de la vitesse de disposition. Ces appareils bien profitant des possibilités techniques peuvent aboutir à ce que de plus en plus on supporte consciemment de telles restrictions afin de disposer d'appareils plus économiques.

La réduction des erreurs dynamiques
par la variation discontinue de paramètres

R.M. Davies, T.H. Lambert, M.J. Joby
Faculté de la Mécanique
University College London

PRECIS

L'intention de la plupart des servomechanismes c'est de reproduire un signal contrôleur et de gagner de puissance. Normalement, cela s'accomplit avec un dispositif qui réagit aux erreurs; comme cela on prévient l'égalité complète entre prise et rendement sous des conditions dynamiques.

Flügge-Lotz et Wunch ont suggéré une méthode de réduire les erreurs dynamiques en s'en servant de variation discontinue des paramètres. On a commencé par développer cela pour des systèmes de deuxième ordre et on l'a étendu plus tard à ceux du troisième. Le système qu'on discute ici donne des résultats semblables aux ceux de Flügge-Lotz et Wunch pour les systèmes

d'ordre plus bas, mais la façon nouvelle d'aborder le système permet facilement l'extension aux systèmes d'ordres plus hauts.

L'essai présente l'application expérimentale de contrôle commutatif entre paramètres à un servomechanisme électrohydraulique aux signaux électriques que l'on charge inertement; et on démontre que la réponse améliorée qu'a prédit la simulation analogique s'y obtient. On discute les résultats du retard de commutation et il est démontré que pour améliorer la réponse des systèmes de haute qualité, des limitations sévères s'imposent sur les constituents actifs du contrôleur. De cette façon des relais mécaniques se montrent insuffisants, et on a développé des circuits de commutation semi-conducteurs. Avec cette modification il est possible d'améliorer la réponse du système entier en introduisant la logique commutative dans le chemin de réaction.

On donne de considération à introduire cette logique dans la boucle autour de la valve électrohydraulique mais les fréquences de plus haute résonance associées à l'inertie plus basse de ses parties mouvantes indiquent qu'une amélioration ne peut s'attendre qu'en esbossant un nouveau contrôleur qui remplisse les exigences de commutation plus vites.

Les limitations y sont discutées assez vigoureusement; l'essai démontre aussi l'applicabilité de la philosophie de contrôle par la variation discontinue de paramètres aux systèmes pratiques non-linéaires. On y présente aussi les résultats analogiques et expérimentaux de la réponse d'un tel système.

LES ETUDES RECENTES DES EFFETS DE LA QUANTIFICATION EN REGULATION AUTOMATIQUE

A. WEINMANN

Le présent travail s'occupe en premier lieu de la quantification des signaux, dont l'amplitude correspond à un ordre de grandeur de quelques échelons de quantification. Les répercussions de ces éléments de quantification à un ou plusieurs échelons sur les régulations fermées ont été démontrées. Les études spectrales des systèmes à plusieurs échelons avec coordination déterminée qui sont en cours démontrent les phénomènes distincts de résonnance seulement au cas de faibles variations d'amplitude. Les études seront poursuivies en conditions des systèmes de régulation fermés qui comprennent des éléments de transmission à plusieurs échelons avec les modifications apparentées des signaux.

L'étude comprend finalement les procédés statistiques à deux ou plusieurs échelons qui font preuve de la probabilité de répartition de l'erreur de quantification, provenant des buts de la commande numérique directe. On mentionne deux procédés pratiques tout en citant en partie les résultats détaillés des mesurages effectués. Ils démontrent une baisse importante ou bien la compensation des répercussions de la quantification à l'état stationnaire. Les dépenses pour les appareils techniques utilisés dans les procédés décrits sont très petites.

LE MEILLEUR SYSTEME DE CHAUFFAGE

Adel H. Eltimsahy
Université de Tolède
Tolède, Ohio
Etats Unis d'America

Louis F. Kazda
Université de Michigan
Ann Arbor, Michigan
Etats Unis d'America

RESUME

Dans ce papier, un modèle mathématique d'un système de chauffe de gaz domestique, forcé par d'air qu'on a développé au préalable¹, est employé pour formuler une méthode pour mieux contrôler tel système en conformité avec un critérium d'un exécution prescrit. Le problème c'est de réduire la température déviante de la chambre d'un nombre prescrit à zéro; à la même temps, il faut minimiser la quantité d'un exécution prédéterminé ou le coût fonctionné J . Pour développer le loi du contrôle au possible s'avance avec quatre démarches essentielles.

a) Convertir le modèle mathématique à un forme qui est le plus convenable pour appliquer les théories modernes contrôlées. b) définir le meilleur critérium qui incorpore l'objectif principal pour réduire les variations de la température prescrite de la chambre à l'égard d'une température prescrite et référée. c) choisir le meilleur technique qui est le plus convenable pour avoir la meilleure solution du problème, et. d) construire le meilleur système de control en employant le meilleur technique développé. Enfin, ce système est analysé et comparé avec un système de chauffe conventionnel, utilisant un exemple numérique.

EXTRAPOLATION LINÉAIRE MULTIPLE DANS LES
PROBLÈMES DE PROJETS ET DE COMMANDE OPTIMAUX

Un changement de situation, lors du projet d'un système, ou la dérive des paramètres d'un système commandé, entraîne à chaque fois la nécessité de renouveler les calculs, dans le but de déterminer les caractéristiques optimales du système ou de commande. Une telle méthode d'asservissement aux variations de la situation, n'est pas rationnelle qui amène un accroissement considérable des délais de réalisation du projet, ou une réduction de l'efficacité et du caractère opérationnel de la commande.

On a mis au point un algorithme de traitement de l'information déjà acquise au cours des calculs précédents d'optimalité, pour évaluer les caractéristiques optimales, dans les situations à venir. L'évaluation en question est réalisée à partir d'une séquence fortement limitée d'apprentissage, sans la nécessité de répéter la procédure d'optimisation multiple.

Dans le cas de simples fonction linéaires et non linéaire, on procède par extrapolation linéaire multiple à une analyse théorique des erreurs apparaissant lors de la détermination de ces fonctions. L'analyse des erreurs de détermination d'une fonction linéaire complexe, effectuée sur

calculateur numérique, est donnée sur l'exemple de l'évaluation des coefficients du polynôme constituant la meilleure approximation possible d'une fonction donnée. Les valeurs de la fonction sont connues en certains points de l'intervalle étudié, points dont le nombre est inférieur au degré du polynôme d'approximation.

La méthode d'extrapolation multiple est utilisée lors du réglage direct des paramètres d'un modèle auto-adaptatif d'identification d'un système.

L'état du système est supposé connu lorsque sont déterminées la fonction d'autocorrélation de la sortie du système, ou la fonction d'intercorrélation entre la sortie et l'entrée. Les essais de détermination sur calculateur numérique des paramètres du modèle par extrapolation multiple, pour des fonctions de corrélation théoriques choisies, ont donné des résultats satisfaisants au sens du voisinage du modèle prévu avec le modèle théoriquement optimal.

L'ESTIMÉ DE PARAMETRES ET D'ÉTATS DE SYSTÈMES NUCLÉAIRE À RÉACTEURS
DE PUISSANCE, PAR L'ESTIMATION DE VARIANCE MINIMUM

par L. J. Habegger, Argonne National Laboratory, Argonne, Illinois, U.S.A.
R. E. Bailey, Purdue University, Lafayette, Indiana, U.S.A.

ABRÉGÉ

L'identification expérimentale des caractéristiques d'un système de réacteur nucléaire, avec des méthodes courantes, comme la mesure de $(1/e)$ période, ou mesure de transfert par la méthode d'oscillation des tiges de contrôle, ou par consommation des bruits au hasard, sont limitées par l'un ou de plus de ceux qui va suivre:

- (1) la capacité de donner des informations seulement pour quelques paramètres isolés.
- (2) l'incapacité de traiter les systèmes nucléaires qui manquent de linéarité basique.
- (3) une longue durée de temps expérimental qui ne permet pas de contrôler à monitorer les changements caractéristiques dynamiques qui ont lieu fréquemment, et
- (4) une demande pour instrumentation très spécialisée pour produire des systèmes particuliers.

Dans cet article, on a démontré une procédure "d'estimation continue de variance minimum," capable d'éviter ces limitations de procédé pour évaluer les paramètres dynamiques d'un système, par employant les résultats de rendement d'un système avec quelques données arbitraires.

On présente les résultats d'application de notre procédé à trois systèmes de réacteurs expérimentaux - les réacteurs de puissance EBWR (le réacteur expérimental à l'eau bouillante) et EBR-II (le réacteur expérimental Breeder), et le réacteur à Recherche PUR-I (université de Purdue - I).

Dans l'application expérimental de EBWR, nos estimations paramétriques sont fondées sur des mesures simultanées de puissance et de pression pendant les transients d'expériment de tige tombant. Cette évaluation est répétée pour six étendues de puissance pour déterminer les paramètres en fonction de puissance. Le procédé avait de succès à évaluer des paramètres qui étaient raisonnables au point de vue physique, et qui a donné aussi, pour puissance et pression, un bon accord parmi les résultats de mesure transitoire et le modèle estimé. Quoiqu'ils sont moins étendues, les applications additionnelles à EBR-II et PUR-I démontrent l'étendue des problèmes qui peut être résout avec ce procédé.

IDENTIFICATION DE L'ÉTAT D'UNE CLASSE DES SYSTÈMES LINÉAIRES À PARAMÈTRES RÉPARTIS

G.A. Phillipson, S.K. Mitter
Systems Research Center
Case Western Reserve University
Cleveland, Ohio 44106

Résumé

L'article traite le problème d'identification de l'état d'une classe des systèmes linéaires à paramètres répartis. Puisque le système est décrit par une équation différentielle aux dérivées partielles, la solution nécessite de la connaissance des conditions initiales et des termes d'action du milieu qui contiennent les conditions aux limites. Le problème étudié ici est le suivant:

Etant donné a/ mesures inexactes des conditions initiales et des inter-actions du milieu, b/ mesures inexactes et éventuellement incomplètes de l'état du système, il faut déterminer, à partir de ces données, de vraies conditions initiales et conditions aux limites, associées à l'équation différentielle aux dérivées partielles donnée, telles qu'elles soient optimales au sens donné, par rapport aux données des mesures.

La base pour le choix des estimées des conditions initiales et conditions aux limites associées à l'équation donnée, est le critère de moindres carrés. On en présente les résultats théoriques et un schéma de calcul avec les résultats numériques.

OPTIMALISATION DES MESURES POUR LA COMMANDE OPTIMALE DES PROCESSUS INDUSTRIELS PÉRIODIQUES

Akira Saro, Mitsuru Terao
University of Tokyo
Tokyo, Japon

Résumé

En connection avec la commande numérique directe des processus industriels périodiques, on a étudié l'horaire optimal des mesures afin d'en reduire le nombre et améliorer la précision. Cet article montre que l'horaire optimal est fort influencé non seulement par les constantes du processus, la forme de la fonction de coût et ses paramètres, mais aussi par la précision des mesures et les signaux des perturbations. Les fonctions de coût /performances de la commande/, qui consistent en les termes quadratiques de la commande et de l'erreur permanente /terminale/, sont évaluées par emploi de la théorie de l'estimation linéaire et des méthodes de l'optimisation statistique.

Les discussions concernent l'optimisation du régime transitoire /problème de la commande terminale/ aussi bien que l'optimisation du régime permanent. Pour le régime transitoire on démontre que, s'il y en a une seule mesure et si le processus est perturbé par un bruit aléatoire, l'instant optimal de la mesure est comme suit: pour un processus stable à petite constante de temps il s'approche asymptotiquement de l'instant terminal, tandis que pour un processus fort instable il s'approche de l'instant placé juste du milieu de l'intervalle de commande: pour un processus stable, l'instant optimal est proche de l'instant terminal si l'incertitude initiale est négligeable, et est plus proche de l'instant initial si l'incertitude initiale intervient.

Plusieurs mesures sont nécessaires afin de réaliser l'optimisation du régime permanent. L'horaire optimal pour le cas où les perturbations extérieures interviennent indique que les intervalles entre les instants de mesure sont presque égales. Cet article présente un compromis entre le nombre et la préci-

sion de mesures pour une performance spécifiée, pour réduire le coût total de mesures des processus stables ou instables.

Ces discussions sont plutôt d'un caractère général et concernent non seulement des processus stables mais aussi des processus instables, comme par exemple le processus de fermentation ou un réacteur nucléaire, et peuvent être appliquées à l'optimisation des mesures d'un processus multi-variable.

OBSERVABILITÉ DU SYSTÈME DE MESURE LINÉAIRE DYNAMIQUE ET QUELQUES APPLICATIONS

Takaski Sekiguchi
Yokohama National University
Yokohama, Japon.

Résumé

Si nous ne pouvons pas supposer que la vitesse de réponse d'un capteur, ou bien d'un transmetteur est suffisamment grande pour être négligée en comparaison aux changements des valeurs mesurées /les valeurs d'entrée des capteurs ou des transmetteurs/, nous devons traiter ces systèmes de mesure comme les systèmes dynamiques.

Dans ce cas, la relation entre l'entrée et la sortie est donnée en termes des équations différentielles, ou bien des équations aux différences.

Observabilité d'un tel système est l'extension de l'observabilité de l'État au sens de Kalman, et est équivalente à l'Observabilité de l'Entrée.

Dans cet article, on obtient les conditions suffisantes et les conditions nécessaires en forme d'un Théorème avec un Corrolaire, pour les systèmes discrets, les systèmes continus et les systèmes non stationnaires. Ensuite, on discute quelques applications aux problèmes concrets tel que la mesure du couple moteur dynamique ou transitoire, par application d'un appareil de mesure de tension mécanique.

Sur les problèmes de l'identification des paramètres du canal de marée

K. K. Bandyopadhyay et S. Das Gupta

L'identification des paramètres du canal de marée est très important pour modéliser le canal et pour la détermination des efforts nécessaires pour contrôler les propriétés du canal de marée qu'est utile souvent pour résoudre les problèmes alliés de la navigation. On rend cette identification par schématiser le canal de marée et le compte réclame souvent une longue algorithmes avec les marches répétitives.

La connaissance des quelques paramètres du canal est essentiel pour prédire la réponse du canal avec une entrée. Ces paramètres varient lentement avec le temps. Si un calcul rapide de ces quantités avec les données mesurées/ observées est nécessaire.

En l'étude présente un peu de procédés qui déterminent quelques paramètres du canal avec les données mesurées/ observées sont discernés. L'algorithme ne requiert pas les procédures répétitives.

Une méthode d'estimer du coefficient de frottement de Chezy pour quiconque profil du canal de marée a été comparée avec autres méthodes existantes. Les tels canaux de marée s'effilent généralement avec un taux exponentiel et leur performance est presque analogue d'une ligne de transmissions électrique à fréquence basse, qui se effile

exponentiellement.

Un'approche du diagram phasor et un'approche du reséau avec deux portes sont employés pour déterminer de quelques paramètres.

Tous les methodes sont employés pour determiner des paramètres pertinents de la rivière Indienne - Hoogli. Ces resultats obtaines par les autres methodes existantes.

PROBLÈMES DE COMMANDE AVEC LES ACTIONS RETARDÉES

D.H. Chyung, Université de Iowa

E.B. Lee , Université de Minnesota

Résumé

Dans cet article nous indiquons les modifications à faire dans la théorie de la commande optimale quand le modèle du système possède la propriété de dépendance du passé des variables d'état aussi bien que des variables de commande. Plus précisément, nous considérons les systèmes dont les modèles sont décrits par les équations fonctionnelles différentielles linéaires. Les systèmes peuvent posséder des contraintes isopérimétriques ou les fonctionnelles de coût multiples. On étudie le problème de l'existence de la commande optimale et on développe les conditions nécessaires et suffisantes d'optimalité de la commande.

COMMANDE OPTIMALE DES PROCESSUS LINÉAIRES
À RETARD DES VARIABLES D'ÉTAT, AVEC DES
FONCTIONNELLES DE CÔÛT QUADRATIQUES

Résumé

On présente la théorie de la commande optimale des systèmes représentés par des équations différentielles linéaires, aux arguments retardés. La difficulté du problème réside dans le fait que la dimension du vecteur d'état complet est infinie. Sur la base du principe de maximum, le problème est ramené à une équation intégrale de Fredholm. En utilisant les théorèmes de Fredholm on démontre que la solution de cette équation existe et est unique, d'où l'on conclut que la commande optimale est unique. On présente aussi la formule générale de la commande optimale pour des diverses variantes du problème /commande dans le système à boucle ouverte ou fermée, commande avancée/. On démontre les propriétés fondamentales de cette commande, comme la linéarité par rapport à l'état complet du processus et l'existence d'un noyau matriciel qui fournit la solution générale du problème. Ce noyau satisfait aussi les équations intégrales de Fredholm et une équation différentielle du type Riccati.

Dans la solution présentée il existe beaucoup d'essentiels analogies au problème du "régulateur optimal d'état", considéré et résolu par R.E. Kalman. Au cas sans retards les résultats présentés correspondent exactement aux résultats de Kalman, bien qu'ils soient obtenus par une méthode différente.

Le présent travail peut servir comme un point de départ pour le développement des méthodes de calcul numérique d'optimisation des systèmes à retard.

BORNES DE LA MESURE DE QUALITÉ ET LES COMMANDES MIN-MAX DANS LES SYSTÈMES À RETARD.

A.I. Koivo

Université de Purdue, Lafayette, Indiana

S.J. Kahne, H.N. Koivo

Université de Minnesota, Minneapolis, Minnesota.

Quand un système est soumis à l'action des perturbations bornées, la valeur de l'indice de qualité s'écarte de sa valeur nominale. Par l'application de la théorie de commande optimale on peut déterminer la borne supérieure et inférieure de l'indice de qualité d'un système à retard. Ces bornes établissent une bonne mesure d'influence des perturbations possibles qui peuvent se présenter dans le système. Puisqu'il est rare qu'on puisse déterminer pour un système à retard la commande optimale en boucle fermée, la solution pratique qui s'offre est la commande approximativement optimale qui opère sur les variables d'état actuel et d'états retardés. Les commandes de ce type peuvent être développées sur la base du critère min-max. On présente une méthode de calcul, illustrée par des exemples.

COMMANDE OPTIMALE DISCRÈTE DES SYSTÈMES À RETARD.

James P. Banas

Sandia Corporation

Albuquerque, New Mexico

André G. Vacroux

Illinois Institute of Technology

Chicago, Illinois.

Résumé

On étudie la commande optimale discrète /constante par les intervalles/ des systèmes à retard variable de l'état et de la commande. Premièrement on considère le cas du retard de l'état seul; on définit une fonctionnelle du type de hamiltonien et un système adjoint, qui tient compte du fait que le retard dépend du temps; on suppose que le retard de l'état, $\delta(t)$, satisfait $\delta(t) \geq 0$ et $0 \leq \dot{\delta}(t) < 1$ pour $t_{\text{initial}} \leq t \leq t_{\text{terminal}}$.

On établit les conditions nécessaires locales pour la commande optimale des systèmes qui ne sont pas nécessairement linéaires; une telle condition est par exemple que le hamiltonien soit localement maximal ou stationnaire par rapport à la commande optimale. On formule le principe de maximum pour les systèmes à retard linéaires avec les indices de qualité quadratiques; dans ce cas le hamiltonien doit être à son maximum globale par rapport à la commande optimale.

Les conditions nécessaires d'optimalité du système sont modifiées au cas quand, en plus du retard de l'état, le système possède le retard variable de la commande.

Afin d'illustrer la théorie on donne un exemple analytique. Il relève certaines difficultés attachées à la solution des problèmes de la commande optimale avec les retards variables.

A.B. Kourjeanskii, I.S. Osipov.

/Svierdlovsk/.

SUR LA COMMANDE OPTIMALE AVEC LES CONTRAINTES SUR LES VARIABLES D'ÉTAT DU SYSTÈME.

On examine les questions liées au 1^o problème d'optimisation d'une fonctionnelle /irrégulière/ convexe sur les trajectoires des systèmes linéaires aux variables d'état limitées et au: 2^o problème de commande avec des variables d'état limitées, avec la condition de minimiser l'impulsion totale de la commande du système linéaire.

Pour les problèmes du type 1^o on considère en particulier des difficultés spécifiques attachées à l'existence de régimes à glissement. Dans le groupe des problèmes du type 2^o, où la commande optimale contient des essais de fonction de Dirac généralisée, on étudie la structure des solutions optimales.

SUR LA DÉTERMINATION DES VALEURS INITIALES DES VA-
RIABLES AUXILIAIRES DANS LA OPTIMALE CONTROL SELON
LA RAPIDITÉ D'UNE CLASSE D'OBJETS LINÉAIRES

I. P. Tzvetanov

Institut de cybernetique technique, Sofia, Bulgarie

/Résumé/

Dans cet ouvrage on donne une solution exacte d'un des problèmes fondamentaux de la théorie de la optimale control. Il s'agit de la formation d'un vecteur initial $\vec{\gamma}_{(t_0)}$ qui détermine par le principe de maximum, la régulation optimale par rapport à la rapidité d'une classe importante d'objets linéaires.

On construit la solution par étapes. Pendant la première étape on considère les moments de discontinuité /de commutation/ t_1, t_2, \dots, t_l de la optimale control comme des paramètres, satisfaisants la condition:

$$0 < t_1 < t_2 < \dots < t_l$$

On divise l'espace T^0 des vecteurs initiales $\vec{\gamma}_{(t_0)}$ en n sousdomaines T^0_l $l = 0, 1, 2, \dots, n-1$. Pour chaque $l = 0, 1, 2, \dots, n-1$ le sousdomaine T^0_l consiste de tous les vecteurs initiaux $\vec{\gamma}_{(t_0)}$

pour les quels la regulation optimale correspondante a l points de discontinuité /de commutation/. Le Théorème 1 détermine la forme exacte de T^0_l .

Dans la deuxième étape on montre le moyen de déterminer t_1, t_2, \dots, t_l . On déduit $2n$ systèmes transcendants, parmi lesquels un de ces systèmes relie en dépendances

analytiques les moments de discontinuité de la optimal control avec l'état initial \vec{X}^0 de 1, objet regularisé. La solution exacte du problème considéré est donnée par le Théorème 2 et le Lème 3.

LES AUTO-OSCILLATIONS DES AMPLIFICATEURS PNEUMATIQUES
DE PUISSANCE ET UN DEVELOPPEMENT POUR LEUR ECARTEMENT
A. BOROS, UADW, BUDAPEST

Dans le monde entier on utilise largement les amplificateurs de puissance à compensation, avec consommation intermittente d'air. Ils font l'objet de la présente communication. Les résultats de l'étude théorique d'oscillations, effectuées avec un type similaire, ont été présentée dans le rapport au congrès de l'IFAC en 1966. Contrairement au procédé dont il était alors question, c'est à dire de l'amortissement mécanique des oscillations, le présent rapport concrétise une solution pneumatique. Compte tenu de propres paramètres d'amplificateur, il est possible de choisir un tel circuit composé des éléments R-C, au cas duquel les auto-oscillations ne sont pas en mesure de se développer. Par la suite de la non linéarité des éléments principaux pneumatiques qui est généralement connue, ces paramètres sont à établir par voie d'expérience.

Le rapport présente les résultats plus importants et donne une courte revue des méthodes d'étude.

COMPORTEMENT DYNAMIQUE DES ELEMENTS DE CIRCUITS HYDRAULIQUES

J.J.HUNTER

Pour que les essais de circuits hydrauliques effectués sur calculateur analogique ou digital soient réalistes, il est nécessaire de réaliser des maquettes d'éléments hydrauliques basées sur les résultats d'études expérimentales. La plupart des informations dont on dispose actuellement étant limitées à des caractéristiques d'état solide, les études de commande de circuits hydrauliques ont eu tendance à être surtout théoriques. L'absence de résultats expérimentaux du comportement dynamique des éléments hydrauliques a donc retardé l'application aux circuits hydrauliques de la théorie de la commande.

Quelques résultats d'études faites sur un banc de réponse en fréquence hydraulique à eau sont présentés pour divers éléments hydrauliques, y compris des débitmètres. Ces éléments étant en général non linéaires, on obtient des fonctions de transfert entre l'écoulement et d'autres variables en superposant sur la vitesse moyenne d'écoulement une faible variation sinusoïdale et en mesurant l'amplitude et la phase des autres variables par rapport à la vitesse d'écoulement. La gamme des fréquences du banc d'essai est comprise entre 0,01 et 100 Hz et la gamme d'écoulement entre 1 et 9×10^{-3} m³/s. La forme d'onde modulatrice n'est pas limitée à la forme sinusoïdale. D'autres formes d'onde peuvent s'employer aux fins de comparaison avec des études de simulation sur calculateur à l'aide de la maquette dérivée. L'auteur indique les détails de conception et d'essai du débitmètre d'écoulement transitoire destiné à ce travail, et qui a une réponse en fréquence allant jusqu'à environ 300 Hz. Ses performances sous l'influence d'écoulements de variation rapide ont fait l'objet d'études. La vitesse moyenne d'écoulement indiquée, dans ces conditions, est en bon accord avec l'écoulement moyen constaté par mesure de l'écoulement massique total au cours d'une période de temps donnée. Quelques problèmes posés par la conception du banc d'essai et le 'bruit' inhérent aux conditions d'écoulement normalement turbulentes des circuits hydrauliques à eau seront également étudiés.

Comportement des servo mécanismes hydrauliques opérant dans un régime de petites excursions.

Résumé

En plus du développement des expériences et de quelques conditions extrêmes, un servo système passe la plupart de son temps à des petites excursions. Ces dernières peuvent être si petites que des effets non-linéaires deviennent des signaux de commande. Dans cet article, on essaye d'étudier le comportement des servo mécanismes hydrauliques opérant dans ce régime par l'analyse théorique des équations du système.

On emploie un calculateur numérique pour analyser les performances du système et les résultats s'appliquent généralement, car les équations et les résultats sont présentes sous une forme sans dimensions.

Les résultats présentes en forme graphique, indiquent la tendance du comportement, quand l'entrée du système est diminuée, et étudient les effets de l'amortissement risqueux, fuite, et frottement de joint. L'analyse normale de ces systèmes suppose une caractéristique linéaire de vanne. Néanmoins, l'article fait une comparaison entre cette méthode et une représentation plus réelle d'une courbe de déplacement de l'écoulement.

On démontre qu'après un certain niveau d'entrée, même la caractéristique inhérente d'amortissement de vanne s'interrompt et le système démontre une oscillation continue de petite amplitude.

ACTIONNEURS ÉLECTRO-HYDRAULIQUES RÉDONDANTS

William J. Thayer
Moog Inc
East Aurora, New York
USA

Résumé

On décrit les méthodes de projeter le fonctionnement désirable continu de l'actionneur d'un servo-mécanisme en présence des pannes. Plusieurs exemples et données ont été obtenues des applications en aéronautique.

CONDITIONS IMPOSÉES AU RAPPORT DE TRANSMISSION MÉCANIQUE DANS LES SERVOMÉCANISME DE POSITION À TEMPS MINIMAL

B. L. Ho
Iomec Inc.
Santa Clara, California, USA

Résumé

Beaucoup de servomécanismes et de systèmes de mise en position industriels doivent fonctionner en temps minimal. En choisissant pour ces systèmes la transmission mécanique entre le moteur et la charge, on doit prendre les précautions afin de ne pas dégrader la performance. On présente les équations et les courbes qui facilitent la solution de ce problème. On suppose que les charges ont le caractère de l'inertie, et que les commandes mécaniques sont du type de servo-moteur ou de moteur avec embrayage. Normalement on choisit le rapport de transmission par sélection de la charge, ce qui résulte en accélération maximale de la charge; on démontre que, pour les systèmes et les charges considérés, cette pratique ne donne pas généralement les performances de temps minimal.

Méthode expérimentale à l'égard du dimensionnement des organes de réglage pour les processus technologiques

Ingénieur-docteur Rainer Mueller, École Supérieure Technique d'Ilmenau, Institut de la technique des réglages.
République Démocratique Allemande

Résumé

En cas de flux de correction des processus technologiques, il est fréquemment impossible de faire un calcul préalable suffisamment exact des dates ou caractéristiques qui sont nécessaires à l'égard du dimensionnement des soupapes de réglage. Les causes sont e.a. les imprécisions du calcul thermotechnique du processus ou du calcul des pertes ou chutes de pression des lignes. A titre d'exemple typique d'un flux de correction, on a démontré au moyen d'un calcul d'erreurs, pour l'injection d'eau en vue du contrôle de température de la vapeur surchauffée dans les centrales à vapeur, que l'inexactitude du flux précalculé et de la chute de pression sur la soupape de réglage s'élève à 100 % (est en ordre de grandeur de 100 pour-cent).

Dans des cas comme ceux-là, l'adaptation des soupapes de réglage est inévitable selon les résultats de mesure. On a développé un procédé graphique d'adapter, de manière itérative, les organes de réglage au moyen d'un diagramme où le passage du flux et la chute ou différence de pression sont tracés logarithmiquement (diagramme $\Delta p-Q$). Le diagramme est relevé expérimentalement au moyen d'un traceur de coordonnées spécial (enregistreur graphique spécial) sur l'installation munie d'une soupape de réglage provisoire. En vertu de ce diagramme de mesure, on peut déterminer la grandeur nécessaire et la caractéristique statique convenable de la soupape de réglage.

Les diagrammes $\Delta p-Q$ relatifs à une soupape d'injection d'une installation de force motrice à vapeur et à une soupape pour la régulation de la pression d'une installation pour chauffage à vapeur expliquent la possibilité d'utilisation du procédé ci-dessus mentionné.

Les problèmes spéciaux en égard à la détermination de la caractéristique de fonctionnement sont également discutés, en cas de pression variable indépendante du flux.

A.A. Efendizage, B.A. Listengarten, S.M. Bagirov,
T.A. Zairova, Ju.M. Kurdjukov
URSS

SUR L'ÉTUDE DES RÉGIMES DYNAMIQUES DE COMMANDES ÉLECTRIQUES A THYRISTORS

Considérations sur les régimes de fonctionnement d'un-moteur asynchrone alimenté par un convertisseur statique de fréquence. Le diagramme de tension du convertisseur de fréquence avec le circuit intermédiaire à courant continu, possède la forme de courbes "en escalier"; c'est pourquoi le groupe "convertisseur-moteur" peut être considéré comme un circuit impulsionnel avec un élément générateur d'impulsions carrées; la partie continue représente le schéma équivalent du moteur. La théorie des circuits à impulsions permet d'étudier les régimes quasi-établis et les phénomènes électromagnétiques transitoires.

Analyse des régimes de démarrage du moteur, pour différentes fréquences et conditions de charge.

On a réalisé et effectué les mesures d'un système de régulation automatique de la vitesse en boucle fermée, d'un moteur asynchrone alimenté par un convertisseur statique de fréquence, à puissance fixée de la charge.

On a réalisé et étudié un système de commande à courant continu à thyristors, avec un redresseur triphasé semi-commandé. Ce dernier système est destiné à équiper une façonneuse dans la fabri-

cation des rails de chemin de fer. Présentation d'une méthodique de calcul des régimes transitoires, dans un moteur asynchrone alimenté par un convertisseur statique de fréquence avec un inverseur parallèle triphasé. Pour les calculs sur calculateur numérique, les équations du moteur asynchrone sont représentées dans un système d'axes tournant à une vitesse angulaire déterminée, par la fréquence. Les tensions d'alimentation du moteur sont représentées analytiquement sous forme de fonctions en treillis.

M.Z. Khamudkhanov, T.S. Kamalov, K. Muminov
Institut d'Énergétique et d'Automatique
d'Uzbékistan
Tachkent - URSS

SYSTÈME DE RÉGULATION AUTOMATIQUE DU
RÉGIME PERMANENT DU GLISSEMENT ABSOLU D'UN
MOTEUR ASYNCHRONE À COMMANDE FRÉQUENTIELLE
RÉALISÉE À PARTIR D'UN CONVERTISSEUR
À THYRISTORS

Le système considéré comporte des boucles fermées de régulation de la tension, de la fréquence et de la capacité des condensateurs de l'inverseur.

La tension du convertisseur est asservie à l'écart de glissement absolu du moteur par rapport à la valeur de consigne, en fonction de la fréquence, de la charge et de la valeur de la capacité des condensateurs. La valeur du glissement absolu est mesurée

par comparaison numérique de la fréquence proportionnelle à la vitesse de rotation du moteur, et de la fréquence du générateur de consigne de l'inverseur, avec conversion en tension de retour.

La résistance insérée entre le redresseur et l'inverseur, permet, outre l'élimination du seuil et la réduction de l'inertie du système, lors des enclenchements, la simplification des circuits de commande des thyristors constituant les ponts du redresseur et de l'inverseur, en réduisant le nombre d'impulsions à une seule.

La protection sans contacts des thyristors du système contre les surintensités résultant de régimes anormaux caractéristiques du système donné, est fondée sur le principe du contrôle du fonctionnement normal des thyristors; la protection contre les auto-oscillations est assurée par l'introduction d'une contre-réaction élastique sous forme du bobinage court-circuité d'une bobine d'absorption.

Les mesures effectuées sur les dispositifs de systèmes automatiques, de commande et de protection réalisés, ont mis en évidence les qualités fonctionnelles du système et ses possibilités d'applications pratiques.

V.N. Javorskij, E.S. Avalkov, V.I. Maksanov,
E.M. Aldonin, V.K. Dorokhin
URSS

SUR LA THEORIE DES ASSERVISSEMENTS
A COMMANDE FREQUENTIELLE PAR THYRISTORS
D'UN MOTEUR ASYNCHROME TRIPHASE

La théorie présentée concerne les commandes asservies à rendement presque doublé par rapport aux systèmes asservis employés jusqu'ici et réalisés avec trois machines tournantes. La solution proposée augmente de manière essentielle la fiabilité d'un tel système. L'une des raisons essentielles s'opposant au développement de tels systèmes complexes non linéaires impulsioneels, est l'absence de méthodes effectives de calcul garantissant des indices élevés de stabilité et des précisions pratiquement suffisantes de poursuite.

Avec des entrées invariantes par rapport au couple perturbateur, il est possible de compenser l'influence de la composante variable du moment d'inertie du système, sur la dynamique de la commande asservie. Il est également possible, en introduisant des "fonctions unités non linéaires", d'établir les équations différentielles décrivant la dynamique de tels systèmes, tant linéaires que linéarisés, tout en réduisant de manière essentielle la complexité des calculs.

On donne à titre d'exemple les résultats de calcul d'un moteur de 10 kW où sont utilisés des commandes types. Les résultats obtenus mettent en évidence les qualités de la méthode proposée.

COMMANDE DE VITESSE DES MOTEURS À INDUCTION EN UTILISANT L'INVERSEUR À THYRISTORS AUTO-RÉGULÉ

Eiichi Ohro, Masahiko Akamatsu
Central Research Laboratories
Mitsubishi Electric Corporation
Amagasaki, Hyogo, Japon

Résumé

Dans un système statique, la vitesse de rotation d'un moteur à induction est régulée par la puissance du rotor bouclée en retour à la source d'alimentation par redresseur à silicium avec un inverseur à thyristors dans le circuit secondaire du système.

Les auteurs ont analysé le flux de puissance dans le moteur à induction avec l'excitation secondaire, et ont tiré la conclusion qu'il y existe, à part de la gamme des vitesses sous-synchrones, un domaine des vitesses super-synchrones, qui peuvent être obtenues en utilisant, au lieu d'un redresseur à silicium, un inverseur à thyristors auto-régulé.

Dans ce nouveau système, on ajoute la puissance secondaire à la puissance primaire, pour obtenir le régime super-synchrone. Aussi, une nouvelle possibilité apparaît, celle du freinage à récupération.

Afin de réaliser le système super synchrone, on doit utiliser l'inverseur auto-régulé, du type à courant, qui fonctionne selon la tension induite secondaire. Ceci permet d'éviter le flux de puissance en deux directions par le convertisseur.

Afin de détecter les relations de phase de la tension secondaire et de générer le signal de grille des thyristors du convertisseur, on emploie, dans l'appareillage expérimental, un distributeur modulé à haute fréquence.

Les expériences qui ont été effectuées durant le fonctionnement stable en large intervalle des vitesses de rotation, au-dessous et au-dessus de la vitesse synchrone, ont fort bien vérifié cette analyse.

COMMANDE DIGITALE INTÉGRÉE D'UN MOTEUR À COURANT CONTINU

F.Fallside and R.D.Jackson

Abstract On peut décrire un entraînement de la machine c.c. réglée par calculateur dans laquelle chaque thyristor dans l'amplificateur de puissance est réglée directement par le calculateur. Cette technique donne un réglage précis de déclenchement et est bien adaptée aux impératifs de la commande optimale. Il permet également l'emploi de simples circuits d'allumage puisque ceux-ci sont commandés directement par l'accumulateur du calculateur, et permet également de condenser les circuits logiques extérieurs puisque leur rôle peuvent être remplis par le calculateur.

Dans l'entraînement expérimental un moteur de 2 CV est alimenté par un amplificateur thyristor de pont triphasé. Le calculateur a une longueur de mots de 12 bits et le réglage précis de la vitesse est obtenu en échantillonnant la position angulaire de l'axe. Un codeur numérique est échantillonné par le calculateur de 300 Hz, fréquence de répétition du thyristor, et le délai d'allumage du thyristor est calculé d'après les modifications de position et la référence programmée. Le moment d'allumage correct pour le thyristor en question est calculé et le thyristor est déclenché par le calculateur; le processus est alors répété pour le thyristor suivant.

Outre les résultats expérimentaux, une description détaillée de l'algorithme de réglage est donnée ainsi que les méthodes employées pour synchroniser les impulsions d'allumage avec 50 Hz fournis à l'amplificateur et autres détails pratiques.

DEVELOPMENT DES METHODES DES COMMANDES DES MICROMOTEURS A L'INDUCTION

D.V. Svecharnik, L.H. Shidlevich
A.A. Beloglazov

Considérations sur le dispositif et le principe de fonctionnement des motosyns et des moteurs, commandés par décalage spatial des axes des bobinages; On met en évidence les grandes possibilités des motosyns du point de vue des méthodes de commande.

Si l'on dispose de bobinages triphasés sur le stator et le rotor interne, il existe divers modes de commande, suivant le paramètre que l'on fait varier:

- a/ la valeur de la tension /coefficient du signal/;
- b/ la phase des tensions appliquées aux bobinages;
- c/ la position des axes résultants des bobinages triphasés;
- d/ les angles de rotation du rotor et du stator.

On peut ainsi obtenir 63 procédés de commande, au lieu des trois procédés utilisés dans la commande des moteurs: commande par amplitude, par phase et commande mixte /amplitude et phase/.

On passe en revue les problèmes essentiels de la théorie et des méthodes de calcul des micromachines concernées: on établit les formules des couples de démarrage de motosyns normal et différen-

tiel; on étudie le schéma équivalent du moteur à commande par décalage spatial des axes des bobines, et la réalisation fréquente, que constitue le motosyn.

On établit les formules des courants direct et inverse du moteur, les formules de la puissance électromagnétique dissipée dans le rotor creux et du couple résultant sur le rotor.

La convergence des résultats de calcul et des caractéristiques expérimentales est tout à fait admissible pour les calculs d'ingénieur.

On indique les différentes applications des motosyns et des moteurs à commande par décalage spatial des axes des bobines: transmissions à selsyns et motosyns, avec amplification de couple, commandes de manipulateurs électromécaniques, positionneurs.

On donne enfin les caractéristiques techniques des motosyns et moteurs à commande par décalage spatial des axes des bobines mis au point.

L'ANALYSE DU REGIME TRANSITOIRE ET PERMANENT DU MOTEUR PAS-A-PAS

Sheldon S. L. Chang

Abstract

Un circuit électrique équivalent et les équations pour calculer la performance d'un moteur à étape du type réluctance sont développés. Les performances limites et une méthode pour opérer ce type de moteur comme un servomoteur d'inertie avec beaucoup de couple pour la régulation continue de position sont données.

NOUVEAU PETIT MOTEUR SYNCHRONE

Jerzy Owczarek, École Polytechnique de Varsovie, Pologne

L'article présente la théorie et méthode de calcul d'un nouveau petit moteur synchrone. Le principe de travail du moteur est basé sur les événements lesquels ont place dans les machines synchrones à hystérésis, dans les machines magnéto-électriques et dans les machines synchrones avec l'excitation électro-magnétique.

Grâce à l'application d'un matériel ayant des propriétés spéciales et à une méthode originale de démarrage, le nouveau moteur a des paramètres techniques avantageux, une plus simple et plus technologique construction en comparaison de toutes les autres petits moteurs synchrones.

Quelques modèles du moteur ont été réalisés. Les essais des ces modèles confirmeront que la théorie du moteur et les méthodes de calcul présentées sont justes et exactes.

RÉSUMÉ

FACTEURS IMPLIQUÉS DANS L'ANALYSE ET LE DESSIN DE DISPOSITIFS D'ACTIONNEMENT LINÉAIRES C.C. (COURANT CONTINU)

par

C.W. Green et R.J.A. Paul,
INSTITUTE OF ENGINEERING CONTROL,

U.C.N.W.,

Bangor / U.K.

Le présent document concerne le dessin et la construction de moteurs à courant continu, capables de produire de poussées et de mouvements en rectiligne. Des dispositifs de ce genre pourront être utilisés comme dispositifs d'actionnement, tout en retenant la variété qui caractérise les données variables pour puissance/vitesse de machines à c.c.

Deux types de construction linéaire et leurs principes d'opération ont été décrits dans cette étude.

Les problèmes découlant de la fuite de flux, introduite par les discontinuités dans le système de champ aux supports d'arrêt, ont été examinés par rapport à ces configurations.

Ainsi, en vue d'obtenir, à des conditions d'excitation données, la distribution de la densité du champ magnétique dans la machine toute entière, des approximations de différences finies aux équations de champ ont été employées au cours d'une procédure itérative. À l'aide de cette information on peut calculer la poussée et déterminer l'étendue des champs de fuite. L'optimisation de la topographie des machines et de quantités telles que poussée/poids ou poussée/énergie absorbée, est rendue possible.

La description brève d'un arrangement qui a pour but de limiter le mouvement de débit à des coups courts, permettant d'employer une armature capsulée sans nécessiter de commutateurs ou de balais, fait également partie de cette étude. L'opération de soupapes mécaniques constitue une application typique dudit dispositif quand il est souhaité d'éliminer la nécessité de l'emploi d'une transmission.

PROGRAMMATION DYNAMIQUE DIFFÉRENTIELLE

D.H. Jacobson and D.Q. Mayne

Résumé

L'article décrit plusieurs nouveaux algorithmes de deuxième ordre pour l'optimisation de systèmes nonlinéaires. L'algorithme original de programmation dynamique différentiel ne permet que des changements mineurs de contrôle à chaque itération. Il est préférable à d'autre algorithme conventionnel de deuxième variation en considérant et la convergence et le nombre d'équations différentielles à intégrer. En permettant des variations globales de signaux de contrôle et en employant une nouvelle méthode pour ajuster la longueur d'étape on obtient une classe d'algorithmes puissants possédants plusieurs avantages. H_{uu} n'est plus nécessairement positif définit sur la trajectoire de référence. L'algorithme s'applique aux problèmes dont les signaux de contrôles sont contraints et en particulier au problème de contrôle 'bang-bang'. Les algorithmes sont illustrés au moyen de plusieurs exemples numériques. Finalement, on discute l'application de l'algorithme aux problèmes aléatoires.

OPTIMALISATION DES SYSTEMES DYNAMIQUES

S. de Julio

RÉSUMÉ

Une nouvelle technique pour le calcul approximatif de contrôles optimaux a été développée. Cette technique permet d'éviter de résoudre l'équation différentielle décrivant la dynamique du système.

Il a été prouvé que cette nouvelle technique peut être appliquée à des systèmes linéaires régis par des équations à dérivées partielles lorsque les index de performance sont quadratiques.

Les paragraphes 2 et 3 traitent le cas de contrôle distribué, c'est à dire le cas où l'équation du système a la forme:

$$\dot{x} = Ax + Bu \quad x(0) = x_0 \quad (1)$$

L'on suppose au § 2 que l'évolution désirée de l'état est connue et que l'index de performance qui doit être minimisé a la forme:

$$J(u;x) = \int_0^T ||x(t) - x_d(t)||^2 dt + \lambda \int_0^T ||u(t)||^2 dt \quad (2)$$

Au § 3 par contre, l'on suppose que seul l'état final désiré x_d est connu et que l'index de performance est:

$$J(u;x) = ||x(T) - x_d||^2 + \lambda \int_0^T ||u(t)||^2 dt \quad (3)$$

Dans les deux cas il a été prouvé qu'une solution approximative du problème d'optimisation peut être obtenue en résolvant le "ε-problème" défini par la minimisation de la fonctionnelle:

$$J_\epsilon(u;x) = J(u;x) + \frac{1}{\epsilon} \int_0^T ||\dot{x}(t) - Ax(t) - Bu(t)||^2 dt$$

Le § 4 traite le problème du contrôle dans les conditions aux limites, ayant pour équation du système:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax & x(0) &= x_0 \\ x|_\Sigma &= u \end{aligned} \quad (4)$$

$x|_\Sigma$ étant la restriction de x à la frontière. Le ε-problème consiste dans ce dernier cas à minimiser la fonctionnelle

$$J_\epsilon(u;x) = J(u;x) + \frac{1}{\epsilon} \int_0^T ||\dot{x}(t) - Ax(t)||^2 dt$$

avec la contrainte $x|_\Sigma = u$, où $J(u;x)$ est donné soit par (2) soit par (3).

Les résultats d'un calcul de contrôle de norme minimum pour un système à paramètres distribués sont indiqués au § 5.

Le dernier paragraphe indique comment la technique proposée peut être appliquée à une plus vaste classe de systèmes.

MÉTHODE STATISTIQUE DE L'OPTIMALISATION DES SYSTÈMES DE COMMANDE DONT LE CRITÈRE A PLUSIEURS POINTS OPTIMAUX

Fujio Nishida, Seichi Mizuno
Faculty of Engineering, Shizuoka University
Hamamatsu, Japon

Résumé

Il a été très difficile d'optimiser, au moyen des méthodes conventionnelles, telles que celle du gradient ou bien celle des essais, des systèmes mal définis avec les critères à plusieurs points optimaux. Mais dans quelques cas du processus quasi-stationnaire, où de critère $/PI/$ est presque explicitement indépendant du temps, il semble qu'il y existe une corrélation entre le point optimal et les points sous-optimaux. On peut espérer aussi que, afin de détecter la corrélation, on puisse utiliser quelques quantités mesurables qui dépendent des perturbations en formes diverses de la fonction PI .

Dans la méthode présentée ici, en utilisant les propriétés mentionnées ci-dessus, le système enregistre les ensembles de données telles que le point optimal, le point sous-optimal, leur valeurs de PI , et d'autres quantités corrélées. Ensuite, le système détermine un test de rapport de la probabilité mini-max qui décide s'il faut continuer l'exploration, ou bien si le point optimal global peut être déterminé à partir du point optimal local où le système se trouve au moment donné. La puissance du test est déterminée de sorte que l'espérance mathématique des pertes, qui consistent en le coût global de l'exploration et le risque résultant des décisions incorrectes, soit minimale. Les résultats de simulation, aussi bien que les résultats du calcul, montrent que l'espérance mathématique des pertes est fort réduite si l'on dispose et de n'importe quelle corrélation mentionnée ci-dessus.

Pour de tels systèmes, qui nécessitent un temps pour de la recherche de l'optimum, long par rapport à la vitesse de changements de l'état du système, on propose aussi une méthode modifiée.

REVUE DE QUELQUES MÉTHODES ITÉRATIVES RÉCENTES DU
CALCUL DES SIGNAUX DE COMMANDE OPTIMAUX

P. Sarachik, L. Horwitz
New York University, New York

Résumé

Cet article présente une revue des méthodes itératives de minimisation, notamment de celles de Davidon et du gradient conjugué. On discute de diverses propriétés de ces méthodes et indique leurs applications à l'étude de propriétés de la commande optimale. On présente aussi deux exemples qui illustrent ces méthodes.

DÉMONSTRATIONS DE CONVERGENCE POUR UNE MÉTHODE DES
APPROXIMATIONS SUCCESSIVES DANS LA PROGRAMMATION
DYNAMIQUE

A.J. Korsak, R.E. Larson
Stanford Research Institute
Menlo Park, California, USA

Résumé

La méthode des approximations successives dans la programmation dynamique a été suggérée par Bellman et utilisée favorablement par de nombreux auteurs. Dans le cas, où il y a autant de variables de commande que de variables d'état, la méthode ramène le problème de dimension égale à n à la solution d'une séquence des problèmes de dimension égale à un. Cet article présente les démonstrations de convergence de la méthode à la solution vraiment optimale, pour trois classes importantes des problèmes de la commande optimale, toutes reliées aux certains problèmes de la programmation convexe.

"L'IDENTIFICATION DES PROCESSUS PAR LA MINIMALISATION
DE LA DISTANCE ENTRE LES ENSEMBLES DES SIGNAUX "

R E S U M E

19.1

Dans ce travail, nous avons montré comment on peut résoudre le problème de l'identification par la minimalisation de la distance entre les ensembles des signaux. Cette méthode conduit à un algorithme général de l'identification ⁸. Dans le cas de l'espace euclidien, on peut présenter la solution analytique de cet algorithme ¹⁵; dans le cas des autres espaces on peut aussi trouver numériquement la solution de cet algorithme. Nous avons démontré comment on peut considérer dans le procédé de l'identification des non-linéarités et des retards purs, deux des plus importants phénomènes pour les modèles de processus industriels.

MÉTHODE DE PROJET DES SYSTÈMES À POURSUITE DU MODÈLE,
PAR EMPLOI D'UNE TRANSFORMATION PAR COUPLES

Dennis F. Wilkie
Transportation Research
and Planning Department
Ford Motor Company
Dearborn, Michigan, USA

and William R. Perkins
Coordinated Science Laboratory
and Dept. of Electrical
Engineering
University of Illinois
Urbana, Illinois, USA

Résumé

On présente une nouvelle méthode pour projeter les systèmes linéaires constants, à entrée unique, destinés à suivre le modèle. Le critère à minimiser est la norme de la différence entre les transformations par couples du modèle et du système, avec la contrainte que les valeurs propres du modèle et du système soient les mêmes. Cette minimalisation avec contraintes est convertie, par introduisant au régulateur la boucle provenant de l'état du système, en une minimalisation algébrique sans contraintes. Comme on n'en a pas besoin des solutions itératives des équations différentielles, le temps de solution est fort plus petit que le temps nécessaire pour résoudre le problème lié à la minimalisation du critère intégral. On discute la justification de cette nouvelle méthode, et on présente un exemple qui montre comment cette méthode mène à une rapide solution des problèmes de poursuite du modèle.

DETERMINATION DES MODELES SUIVANT LES CRITERES DE
QUALITE EN INTERVALLE DE TEMPS

G. SCHWARZE

On décrit les méthodes de la détermination des valeurs caractéristiques ou de l'identification du système, pour les systèmes analogiques linéaires à une entrée et une sortie, se référant aux intégrals simples ou multiples de la fonction de signal. On utilise à cet effet les procédés connus de l'analyse de fonction, se référant aux certains espaces normés linéaires. Il est important qu'au cas d'une fonction de transmission rationnelle des modèles on part non de l'équation différentielle mais d'une équation intégrale. En utilisant la norme suivant Tchebycheff et la méthode des erreurs quadratiques, on présente certains procédés pour calculateurs numériques /y compris la méthode pour processus numériques/. Chaque méthode est illustrée par des exemples qui permettent de se faire une idée sur l'efficacité du procédé.

C. BRUNI A. ISIDORI A. RUBERTI - ORDRE AND FACTEURIZATION DE LA MATRICE DE REPONSE AUX IMPULSIONS

SOMMAIRE: Dans cet essai nous soumettons à l'étude le problème de calculer l'ordre d'un système linéaire décrit par la matrice de réponse aux impulsions, ainsi que celui de la factorisation de cette matrice.

Pour résoudre ces deux problèmes nous employons fondamentalement un système de construction de ensembles de solutions de la classe des équations différentielles homogènes associées à la matrice de réponse aux impulsions, en commençant par le dernier. Cette méthode consiste à exécuter des opérations de convolution entre la matrice de réponse aux impulsions et des fonctions appartenant à l'espace des fonctions d'entrée. Nous mettons aussi en évidence qu'il est possible de choisir des ensembles appropriés de fonctions d'entrée, et les ensembles de solutions obtenues seront telles qu'elles contiendront des ensembles fondamentaux.

L'évaluation des dimensions de ces ensembles résout donc le problème de calculer l'ordre. Ceci peut être exécuté de façon assez simple, en faisant recours aux propriétés de la matrice de Wronsky d'un ensemble fondamentale de solutions d'une équation différentielle. La construction pratique d'un ensemble de solutions et le choix d'un ensemble fondamentale résout le problème de la factorisation.

Cette méthode générale est appliquée soit aux systèmes continus et discontinus qu'aux systèmes stationnaires et non-stationnaires.

En procédant de cette manière nous pouvons réduire les algorithmes les plus efficaces pour calculer la séquence d'un système stationnaire. En plus il nous est possible de donner plusieurs variantes des algorithmes ci-haut mentionnés et de nouveaux algorithmes pour le cas non-stationnaire. Enfin, il nous est possible d'atteindre de nouvelles solutions pour le problème de la factorisation.

SUR LA CONSTRUCTION NUMÉRIQUE DES FONCTIONS DE LJAPUNOV

G. Arienti, C. Sutli, G.P. Szegő

Université de Milano, Milano, Italie

Résumé

On présente une nouvelle méthode pour la construction numérique des fonctions de Ljapunov $v = \varphi(x)$. Cette méthode n'est pas basée sur les théorèmes classiques de Ljapunov, mais sur les nouveaux théorèmes démontrés récemment par N.P. Bhatia, G.P. Szegő et G. Treccani. Ces théorèmes d'extension n'imposent pas de conditions de signe aux fonctions $\varphi(x)$. La méthode développée permet d'approcher, au moyen des formes non-homogènes polynomiales $\pi_m(x)$ du degré m quelconque, le domaine d'attraction $A(\{0\})$ du point d'équilibre $x = 0$ du système dynamique d'ordre n , $\dot{x} = f(x)$, $f(0) = 0$. En plus, elle permet de distinguer trois situations différentes: le cas où $A(\{0\})$ est tout l'espace, le cas où $A(\{0\})$ n'est pas compact, et le cas où $A(\{0\})$ est compact. En plus, on obtient deux paramètres qui sont fort utiles dans l'interprétation finale des résultats: les rayons- de la plus petite sphère circonscrite et de la plus grande sphère inscrite, toutes les deux relatives à la surface de niveau de $\pi_m(x)$ qui approche les limites de $A(\{0\})$. Du point de vue numérique, le problème est représenté par le problème max-min sans contraintes sur les coefficients de $\pi_m(x)$ de la fonctionnelle correspondante, développé par la méthode des fonctions de peine. On applique les méthodes de Davidon - McGill, Powell et celle de la recherche du nombre d'or. Un programme complet en Fortran IV a été mis au point, permettant de résoudre complètement un exemple.

STABILITÉ EN TEMPS FINI DANS LA SYNTHÈSE DES SYSTÈMES DE COMMANDE

W.L. Garrard

Department of Aeronautics and Engineering Mechanics
University of Minnesota
Minneapolis, Minnesota, USA.

Résumé

On présente les définitions des types divers de la stabilité en temps fini. On développe aussi les théorèmes qui s'avèrent d'être applicables à la synthèse des lois de commande, qui garantissent la stabilité en temps fini pour les systèmes décrits par les équations différentielles ordinaires, dans lesquelles la commande apparaît linéairement. On établit les conditions suffisantes qui, étant donné que l'état initial appartient à un ensemble spécifié, garantissent que l'état appartient à un ensemble donné en un intervalle de temps spécifié. La commande peut être choisie de manière qu'elle satisfasse à ces conditions. On discute le choix de telles commandes et on en présente les exemples.

STABILITÉ DES SERVOMÉCANISMES À RELAIS

A.T. Fuller

Engineering Department, Cambridge University, England

La stabilité des servomécanismes à relais, comportants des fonctions de commutation linéaires, est examinée par des calculs exacts et à parti linéaires. On trouve que si le servomécanisme consiste de trois integrateurs le système est instable en sens large pour toutes les valeurs des coefficients de réglage.

DÉTERMINATION APPROXIMATIVE DU DOMAINE DE STABILITÉ POUR LES SYSTÈMES NON LINEAIRES

Eugenio Sarti

Centro Calcoli e Serwomeccanismi, Facoltà di
Ingegneria, Università di Bologna, Italia

Résumé

Ce travail traite la méthode d'approximation du domaine de stabilité R d'un système non linéaire telle que l'origine de l'espace d'état est une condition d'équilibre. En considérant sous-ensemble S de R , borné par une hyper-surface du type de Ljapunov on obtient une approximation du premier genre. Le sous ensemble S est défini comme le lieu de trajectoires convergent vers l'origine quand le temps accroit. On utilise une fonction de Ljapunov de type "une forme quadratique plus un intégral de la non linéarité" afin de définir un sous-ensemble de S pour une classe des systèmes à un élément non linéaire, dont la caractéristique dépasse la limite du secteur de la stabilité absolue pour certaines valeurs de la variable d'entrée. On étudie les propriétés géométriques de la surface de borne.

L'autre approximation du domaine R est l'ensemble T des conditions initiales à partir des quelles l'état du système non linéaire converge à l'origine. Contrairement à l'ensemble S , du quel les trajectoires ne peuvent pas sortir dehors, l'ensemble T admet une telle possibilité: c'est à dire - appartenir à l'ensemble T est une condition plus faible qu'appartenir à l'ensemble S . Ceci permet de trouver les régions T bornées par une hypersurface particulièrement simple, qui ne dépend pas de la caractéristique non linéaire. De ce point de vue, nous pouvons considérer la méthode comme une extension de la notion de stabilité absolue aux systèmes qui sont stable localement mais non globalement.

SUR LA CONSTRUCTION ET L'UTILISATION DES FONCTIONNELS LIAPUNOV
par P. C. Parks et A. J. Pritchard, Institute of Engineering Control,
University of Warwick, Coventry, CV4 7AL, England.

Suivant les travaux de premier de V.I.Zubov et A.A.Movchan, la deuxième méthode de Liapunov a été employée récemment avec un certain succès dans plusieurs analyses de stabilité de systèmes à constantes réparties, c'est-à-dire des systèmes décrits par des équations différentielles partielles.

Dans cette étude on examinera d'abord les concepts et théories de base et puis on discutera les méthodes de construire des fonctionnels Liapunov et des métriques pour l'analyse de stabilité des systèmes décrits par les opérateurs hyperboliques et paraboliques du second ordre.

Les fonctionnels pour une classe plus étendue des opérateurs linéaires peuvent être obtenus en généralisant la procédé de construction pour les opérateurs du second ordre. Pour un problème non-linéaire on peut trouver les fonctionnels en modifiant les fonctionnels pour le problème linéarisé.

Les techniques décrites dans la première partie de l'étude seront illustrées par les exemples suivants tirés des domaines de vibration et des systèmes de commande en chaîne fermée.

- (i) les vibrations d'un arbre tournant amorti,
- (ii) la commande de température dans une barre uniforme,
- (iii) la commande de la position angulaire d'un arbre lourd et uniforme, flexible en torsion.
- (iv) la commande d'accélération normale dans un engin guidé flexible.

Dans les trois problèmes de commande la méthode Liapunov se montre plus simple que l'analyse classique, elle indique à la fois la bonne position pour la mesure et la forme du retour.

REMARQUES SUR LA MÉTHODE DES SYSTÈMES ASSOCIÉS LINÉAIRES

O. Palusiński, A. Laurens, M. Gauvrit

R E S U M E

Cette communication présente des résultats sur la stabilité de deux classes importantes des systèmes non-linéaires grâce à l'application de la seconde méthode de Liapounov. Les conditions de stabilité obtenues montrent que pour ces systèmes l'hypothèse des systèmes associés linéaires est valable ((1), (2), (3)).

Ces deux classes sont : d'une part, la classe des systèmes asservis comportant un objet linéaire et un élément à caractéristique statique non-linéaire, d'autre part la classe de systèmes non-linéaires présentés sous la forme d'une équation matricielle du second ordre. Le choix des fonctions de Liapounov a été dicté par des conditions énergétiques.

DETERMINATION DE LA SEQUENCE OPTIMALE DES MESURES PAR LE
PRINCIPE DE MAXIMUM DISCRET POUR UN SYSTEME DE
RECONNAISSANCE DES IMAGES CONTAMINES PAR BRUIT

Marvin H. Hammond, Jr., PhD
Member of the Technical Staff
Missiles Research and Engineering
North American Rockwell Corporation
Columbus, Ohio

Herman R. Weed, Prof.
Department of Electrical
Engineering
Ohio State University
Columbus, Ohio

Résumé

Le principe de maximum de Pontriaguine discret est appliqué au problème de détermination de la meilleure séquence des mesures dans un système de reconnaissance des images contaminées par bruit. La meilleure séquence est définie comme la séquence qui minimise une fonctionnelle de performances composée des coûts subis en prenant les mesures, de punitions résultant des décisions incorrectes concernant la classification de l'image donnée, et des mesures du progrès effectué vers l'amélioration des décisions.

La méthode met le problème au cadre d'un système aléatoire à nombre d'états fini, où chaque état correspond à l'ensemble des probabilités quantifiées relatives du fait que l'image inconnue appartient à la classe donnée. On suppose que les changements des états ont lieu aux instants discrets du temps et que l'équation de transition correspondante est exprimée par une équation tensorielle de dimension quatre, obtenue à partir du Théorème de Bayes. On démontre que le principe de maximum discret peut être appliqué à ce problème à la condition qu'on établisse certaines conditions concernant le domaine changeant du quel on choisit la variable de commande, c'est à dire le genre de la mesure. Ce domaine changeant s'avère d'être une fonction de genre des mesures prises antérieurement.

On montre que l'emploi du principe de maximum réduit sensiblement, par rapport à la méthode de la recherche profonde, le nombre de calculs élémentaires nécessaires pour trouver la meilleure séquence de rassemblement de l'information.

E.M. Braverman, B.M. Litvakov
Moscou - URSS

CONVERGENCE DES ALGORITHMES D'APPRENTISSAGE
ET D'ADAPTATION

Présentation de plusieurs théorèmes permettant de déterminer la convergence et d'évaluer la vitesse de convergence de processus aléatoires étudiés lors de la mise en oeuvre de la méthode d'approximation stochastique. Les théorèmes antérieurs de Dvorecki, Blum et Gladyshev peuvent être obtenus comme conséquences des théorèmes en question. Etablissement des conditions pour lesquelles l'exigence de sommabilité de la série de carrés des multiplicateurs de contraction, dans la procédure de Robbins - Monro, peut être affaiblie et remplacée par celle de la tendance à prendre des valeurs nulles, pour les multiplicateurs en question.

UN ALGORITHME POUR CALCULER LES ERREURS DE RECONNAISSANCE DANS LA RECONNAISSANCE DES IMAGES

Keinosula Fukunaga, Thomas F. Krill
School of Electrical Engineering
Purdue University, Lafayette, Indiana, USA

On présente un algorithme pour calculer exactement les erreurs de reconnaissance dans le cas où les vecteurs d'images sont appliqués à un classificateur de Bayes optimal. On suppose que les vecteurs d'images proviennent de deux classes dont les populations ont les statistiques gaussiennes avec les matrices de covariance inégales et les probabilités a priori quelconques. On utilise une fonction discriminante quadratique associée au classificateur de Bayes en tant qu'une variable aléatoire de dimension égale à un. Cette variable permet, après avoir obtenu la répartition de la fonction discriminante, de calculer la probabilité de l'erreur.

On donne aussi la méthode pour trouver l'erreur de reconnaissance, basée sur l'approximation de la répartition de la fonction discriminante. On applique cette approximation, aussi bien que l'algorithme exact, à un exemple de dimension de huit, et on obtient de bons résultats.

CLASSIFICATION PAR LA METHODE DU PLUS PETIT INTERVALLE ET SON ADOPTION DANS LES SYSTEMES ASSERVIS

Z. Bubnicki

Institut de Cybernetique Technique, Ecole Polytechnique
de Wroclaw, Pologne.

On a présenté dans le travail le nouveau algorithme de la classification des objets par l'adoption du procès de l'étude avec un entraîneur ce qui veut dire par la connaissance des résultats de la classification correcte pour une certaine séquence des objets.

L'essentiel de la méthode de la classification présentée est la mise en valeur le procès de l'étude pour établir par un moyen empirique la densité de probabilité. Le système de la classification est en effet le suivant. Pour chaque classe on détermine les intervalles dans lesquels il y a un vecteur des paramètres mesurés, puis on classe l'objet dans cette classe pour laquelle cet intervalle est le plus petit. Cette procédure a été appelé l'algorithme du plus petit intervalle.

Dans le cas où les particuliers paramètres mesurés de l'objet sont stochastiquement indépendants on a démontré que l'algorithme présenté possède la propriété appelée l'optimalité asymptotique absolue. Ce qui veut dire que pour l'augmentation des nombres des éléments dans la séquence de l'étude la moyenne de probabilité de la faute de la classification converge vers ce que nous pouvons obtenir par la connaissance de la fonction de répartition et l'application de la procédure de Bayes. Les cas d'indépendance des paramètres mesurés particuliers de l'objet est souvent dans la classification de la situation technologique dans les procès industrielles. Dans la seconde partie du travail de l'algorithme du plus petit intervalle on a adopté dans une certaine conception du système automatique asservi avec la classification des situations technologiques.

RECHERCHES THÉORIQUES ET EXPÉRIMENTALES DE L'ALGORITHME
DE RECONNAISSANCE DES IMAGES MOYENNANT LA MÉTHODE
D'ADAPTATION DE LA STRUCTURE

I. Barat, G. Musieli

/URSS/

Dans ce travail on propose une méthode de sélection de n fonctions $\varphi_1(x)$ qui entrent à la fonction de séparation du type:

$$\sum_{i=1}^n c_i \varphi_i(x)$$

De la classe de fonctions déterminée préalablement, contenant un nombre fini ou infini d'éléments, on choisit les fonctions dont les mesures d'efficacité $h(\varphi_1)$ excèdent un certain niveau. Les valeurs de $h(\varphi_1)$ sont déterminées durant le processus d'apprentissage.

Dans le travail on procède à l'étude théorique et pratique de la fiabilité de cette méthode.

OPTIMALISATION DES CIRCUITS INTÉGRÉS PNEUMATIQUES,
A DEVIATION DE JET. POUR CALCULATRICES ET COMMANDES
AUTOMATIQUES.

par l'équipe de recherches F.P.Ms - C.R.I.F. - S.A.B.C.A.

/+/

RÉSUMÉ et INTRODUCTION.

La réalisation des circuits pneumatiques intégrés pour l'automatisation d'un processus, à partir de modèles de composants logiques à déviation de jet, pose un

problème d'optimisation de coût et de comportement de ces circuits.

Ce problème peut être abordé à l'aide d'homologies électriques utilisant des circuits R - C, des amplificateurs opérationnels et, dans le cas de composants à effet Coanda, de bascules de Schmitt.

La présente étude montre comment choisir les valeurs électriques des paramètres du circuit pour obtenir un comportement dynamique analogue à celui du circuit pneumatique équivalent.- Le cheminement inverse permet de fixer les paramètres d'un circuit pneumatique homologue de celui d'un circuit électronique et d'en prédire le comportement.

Le but poursuivi est la création et l'étude préalable de circuits électroniques homologues, de façon à optimiser le choix, la position relative et les modes d'interconnexion des divers composants fluidiques du futur circuit pneumatique intégré.

/+/. L'équipe de recherches F.P.Ms - C.R.I.F. - S.A.B.C.A. comprend: Professeur Raoul MOLLE, Directeur des Recherches; M.M. Jean HUGHANT, Ingénieur de Recherches à la SABCA, Chef de Section; Pierre BERNIMOLIN, Ingénieur de Recherches au CRIF;

PREDICTION DES CARACTERISTIQUES STATIQUES DE L'AMPLIFI- CATEUR FLUIDIQUE PROPORTIONNEL

Milan Balda

l'Ecole Supérieur Polytechnique

Prague, Tchechoslovaquie

On present un rapport sur les travaux concernant la description analytique des caractéristiques de l'amplificateur fluidique proportionnel. On a élaboré une méthode qui, tenant compte de phénomènes physiques fondamentales, permet de calculer avec une précision favorable toutes les caractéristiques indispensables pour proje les circuits. L'application de cette méthode exige évidemment la connaissance des propriétés caractéristiques de l'amplificateur, comme la récupération de pression et de flux et les dimensions géométriques. On présente un exemple d'un tel amplificateur et les résultats expérimentaux obtenus.

MISE AU POINT D'UN OPTIMALISEUR FLUIDIQUE

F.K.B. Lehtinen
NASA Lewis Research Center
Cleveland, Ohio, USA

P.A. Orner
Case Western Reserve
University
Cleveland, Ohio, USA

Résumé

Cet article décrit la mise au point d'un optimaliseur fluide digitale, fonctionnant sur le principe de mémorisation de l'extremum, destiné à la commande d'un processus à extremum et à entrée unique. Le régulateur reçoit le signal fluide en forme des impulsion à fréquence modulée, qui représentent la mesure de la variable à extremum, calcule la dérivée approximative en utilisant la technique de comptage des impulsions, et produit le signal de commande en échelon de vitesse qui pousse le processus vers son optimum.

L'analyse des pertes causées par la recherche de l'optimum un l'optimaliseur commandant un système à extremum statique a permis de choisir les paramètres de l'optimaliseur d'une manière optimale.

Afin de réaliser les experiments, l'optimaliseur a été utilisé pour la maximisation de la pression de sortie d'un simple système non linéaire pneumatique. On en présente les résultats des essais pour le cas statique aussi bien que pour le cas où intervient la dynamique du processus.

**TRANSFORMATION ELECTRO THERMIQUE DES SIGNAUX ELECTRIQUES
EN SIGNAUX PNEUMATIQUES DANS DES ELEMENTS A LIBRE PASSAGE
DU FLUIDE**

Andrzej Proniewicz

Przedsiębiorstwo Automatyki Przemysłowej, Warszawa-Falenica
Pologne

Nous avons décrit les essais de l'action de la chaleur engendrée par de l'énergie électrique sur un souffle d'air dans un élément à libre passage du fluide.

Nous montrons schématiquement les solutions constructives qui exploitent ce phénomène /convertisseurs électropneumatiques / et menons une analyse mathématique simplifiée de leurs propriétés statiques.

Le dispositif décrit présente deux tuyères placées l'une face à l'autre. L'air d'alimentation amené à la première tuyère en la quittant forme dans la zone entre les tuyères un souffle à passage libre qui s'accumule ensuite dans la tuyère de sortie. Nous montrons deux cas d'utilisation du phénomène décrit. Nous considérons d'abord le cas de l'amenée de l'énergie thermique au souffle laminaire dans une partie à passage libre. La chaleur émise par l'élément électrothermique engendre l'augmentation de la température du souffle d'air. Cette augmentation de la température entraîne entre autres, la diminution du poids spécifique de l'air donc celle de la pression de sortie. Ce dispositif est appelé analogue.

Nous considérons ensuite le cas dans lequel le souffle présente un caractère turbulent. L'amenée de l'énergie thermique au souffle donne en conséquence une variation, entre autres, de sa viscosité. Le souffle se calme graduellement et, sous une température donnée, il devient laminaire. Les pertes de passage diminuent et la pression de sortie augmente. Un tel dispositif est appelé discret.

ÉLÉMENTS LOGIQUES PNEUMATIQUES À MEMBRANES

Henryk J. Leśkiewicz, Jan Jacewicz, Mariusz Olszewski
École Polytechnique de Varsovie, Pologne

Résumé

Dans cet ouvrage, on a motivé l'introduction du principe des membranes libres dans la construction, du principe de la force de retour de l'air alimentant et du principe du manque de résistances pneumatiques. On a présenté une construction basée sur ces trois principes et réalisant la fonction "ou" à plusieurs entrées ainsi que la fonction "non ou" à plusieurs entrées, formant un système complet, "surrigideux", avantageux à la synthèse des schémas logiques. Pour les deux genres de fonctions on a présenté des éléments à une, deux, trois et quatre entrées, qui sont des éléments actifs, en outre, on a démontré comment l'on peut obtenir la fonction "et" en introduisant un signal à l'entrée d'alimentation. On a montré que la construction présentée permet l'emploi des matières plastiques dans ces éléments ainsi que leur montage automatique. On a indiqué les principales données techniques concernant ces éléments. On a présenté les résultats des recherches en laboratoire des propriétés statiques suivantes: de la zone de commutation, des deux zones d'étanchéité et des deux zones de tolérance des signaux. On a de même présenté les propriétés dynamiques sous la forme des réponses aux échelons unitaires, obtenues sur la base des mesures en laboratoire.

RÉSUMÉ

OPTIMISATION PAR GRADIENTS CONJUGUÉS APPLIQUÉE AU MODÈLE MATHÉMATIQUE D'UN CONVERTISSEUR DE CUIVRE

L.K. Nenonen Laboratoire des systèmes de contrôles
Conseil national de recherches
Ottawa, Canada.

B. Pagurek Université Carleton
Ottawa, Canada.

Les réactions exothermiques d'affinage du cuivre dégagent de la chaleur qui peut être utilisée pour la fusion du fondant nécessaire dans les fours à réverbère. On peut réduire la durée de l'affinage en suroxygénant l'air fourni au convertisseur, ce qui facilite la fusion du fondant mais augmente le coût de l'alimentation en air.

Une méthode des gradients conjugués en espace fonctionnel est employée pour déterminer la vitesse optimale d'addition du fondant pour un modèle mathématique normalisé de convertisseur à différents taux de suroxygénation de l'air d'alimentation. On tient compte également de la fusion des concentrés de flottation et des effets des variations des paramètres de l'affinage sur les solutions optimales. Le modèle mathématique découle des caractéristiques des matériaux et de leurs relations avec le bilan thermique. Il est normalisé en fonction des données fournies par un convertisseur en fonctionnement.

L'auteur montre aussi comment la méthode des gradients conjugués en espace fonctionnel peut être appliquée à un problème de commande limitée et en particulier à celui qui comprend des intervalles de commande optimale simple. On a trouvé que la méthode des gradients conjugués conduit plus rapidement que les méthodes itératives habituelles de montée la plus rapide vers la solution optimale.

ÉTUDE DE L'OPTIMISATION D'UN FOUR DE RECHAUFFAGE DES BRAMES

H.E. Pike, Jr
General Electric Co
Schenectady, N.Y.
U.S.A.

S.J. Citron
Purdue University
Lafayette, Indiana
U.S.A.

Résumé

Les problèmes de commande de grands systèmes peuvent être souvent formulés au sens propre comme des problèmes de l'optimisation dynamique. Pourtant, l'avantage de cette formulation a été souvent très réduit par les difficultés du calcul numérique associées à la solution de tels problèmes. A l'heure actuelle, les nouvelles et prometteuses techniques du calcul numérique sont abordables, capables de résoudre les problèmes de l'optimisation dynamique. Ce rapport décrit l'application d'une telle technique à l'étude de la commande d'un four continu qui rechauffe des brames d'acier pour un laminoir à chaud. L'étude a pour but, entre les autres, d'obtenir une commande plus précise des températures terminales des brames et de minimiser la consommation du combustible.

Pour le four, on développe un modèle à paramètres localisés. Ce modèle, combiné avec une équation différentielle ordinaire qui décrit le processus du transfert de chaleur dans une brame donnée, permet de formuler le problème de la commande du système comme un problème de l'optimisation dynamique d'un système à paramètres localisés. Cette formulation contient comme contrainte le limite imposé à la température de surface de la brame.

Afin de résoudre le problème d'optimisation dynamique, on utilise une méthode de calcul numérique basée sur la seconde variation. On en obtient aussi la solution au problème de la commande optimale dans le régime permanent.

Le rapport s'achève par une discussion du problème de la système de commande pour le four donné. Sur la base des solutions obtenues pour les problèmes de l'optimisation statique et dynamique, on propose un régulateur direct /"feed-forward"/. On présente aussi les résultats de la simulation d'un tel régulateur.

Le calcul en ligne de commandes optimales pour une
colonne de distillation à plateaux

Le travail présenté a été entrepris dans le but de développer des techniques numériques efficaces pour l'étude du fonctionnement à temps optimal de systèmes non linéaires. Le système particulier utilisé comme exemple a été une colonne de distillation à plateaux de séparation d'un mélange binaire; un modèle très simple a été utilisé, pour réduire l'effort de calcul nécessaire, en omettant les effets thermiques et hydrodynamiques. Deux problèmes relatifs au démarrage de la colonne, ont été étudiés en détail. Ils nécessitaient l'arrivée à un état de fonctionnement donné, à partir d'un état initial déterminé, en un temps minimal, ou avec un coût minimal. Le problème associé du fonctionnement optimal sur une période donnée, est également considéré. Le temps de démarrage minimal a été déterminé par la minimisation de l'erreur terminale pour plusieurs temps fixés; le temps minimal est alors le temps le plus faible pour lequel l'erreur correspondante se trouve dans les limites d'une précision donnée. La politique du coût minimal implique la minimisation d'une intégrale de coût réparti sur la période de fonctionnement, avec ou sans la contrainte de l'état terminal. Cette

contrainte est donnée par l'usage d'une fonction de pénalité.

Après des essais infructueux pour résoudre le problème de la valeur limite à deux points, résultant du principe du maximum de Pontryagin, la méthode adoptée a consisté en une amélioration systématique d'une politique arbitraire de commande, par les méthodes du gradient, en utilisant les équations adjointes pour générer les dérivées nécessaires. Une variante de la méthode de la descente la plus rapide, appliquée aux valeurs de commande, a donné une bonne première approximation de la politique optimale, mais la vitesse de convergence était trop faible. Les méthodes du second ordre ne peuvent être utilisées pour le calcul des valeurs de commande en raison du nombre élevé de petits intervalles de temps nécessaires pour obtenir une précision suffisante. Néanmoins, les politiques par tout ou rien, avec un petit nombre de relais, constituent en général une amélioration significative par rapport à la méthode de la descente la plus rapide, surtout si l'on utilise la méthode du gradient conjugué de Fletcher et Powell, pour calculer les temps de commutation.

Malheureusement les méthodes présentées ne peuvent être rendues automatiques et demandent un travail considérable d'évaluation, de la part de l'utilisateur.

RESUME

COMMANDE PAR APPRENTISSAGE D'UNE UNITE PILOTE DE DISTILLATION

C. FOULARD, Maître-Assistant - LABORATOIRE D'AUTOMATIQUE
Faculté des Sciences - GRENOBLE - France

Le problème que l'on veut résoudre est celui de la commande dynamique quasi-optimale d'une colonne de distillation, le critère choisi représentant le bénéfice réalisé dans un intervalle de temps $/t_0, t_f/$:

$$J = \int_{t_0}^{t_f} I \, dt.$$

I est le bénéfice par unité de temps, fonction en particulier du titre du produit de sortie. On suppose que I est mesurable.

Lorsque les perturbations ou consignes /vecteur \underline{P} / t /, agissant sur le système, varient, il faut donner au vecteur d'actions \underline{X} / t / une valeur optimale \underline{X}^* / t /, compte tenu des contraintes sur ces actions.

Nous proposons une méthode d'obtention par apprentissage de lois \underline{X}_D^* / t / approchant les lois théoriques optimales, méthode qui ne suppose aucune connaissance

ni mesure des variables d'états du système et applicable lorsque les perturbations sont décomposables en échelons tels qu'entre chaque variation de niveau, la colonne atteigne un régime permanent /une extension au cas de perturbations décomposables en rampes est également proposée/. On suppose que les lois de commandes optimales \underline{X}^x /t/ sont continues et peuvent être approchées par une somme d'exponentielles.

Les résultats d'une étude sur calculateur numérique mettant en oeuvre un modèle mathématique de la colonne de distillation pilote du LABORATOIRE d'AUTOMATIQUE de GRENOBLE sont donnés et des résultats expérimentaux, obtenus sur l'unité pilote elle-même, seront fournis au moment du congrès.

À LA DYNAMIQUE DE TURBINES À GAZ.Résumé.

On étudie le problème de la simulation sur un ordinateur digital d'un système dynamique ayant une ou plusieurs composantes non-linéaires et multivariées.

Un tel système peut être représenté par une série d'équations de premier ordre différentielles, dont quelques coefficients sont variables.

Les valeurs numériques des coefficients variables peuvent être obtenues à partir de la connaissance des valeurs du vecteur d'état, et des lois naturelles qui régissent le comportement du système. On peut montrer, d'une considération de la causalité, que pour les systèmes décrits ci-dessus, il faut mettre au point une technique itérative pour résoudre le vecteur d'état du système.

Prenons les expressions de la forme: $\phi_i(Y_1, \dots, Y_m) = 0$

ou $\phi_{(1, \dots, k)}$ représentent les composantes non-linéaires,

et $Y_{(1, \dots, m)}$ est le vecteur d'état.

La condition que toutes les fonctions de ϕ_i sont réduites à zéro, définit le point d'opération du système. On peut déterminer ce point d'opération à l'aide d'une technique telle que la méthode Newton-Raphson.

Pratiquement, chacune des expressions de ϕ est une fonction algébrique du vecteur d'état, et obtenue en appliquant une analyse de régression curviligne multivariable à des observations pratiques de la composante en cause.

La réponse dynamique du système est déterminée par une intégration de temps directe de la série d'équations différentielles, suivant la solution pour le point d'opération du système. L'intervalle de temps à cet effet est choisi de sorte que les coefficients de l'équation restent inchangés pendant l'intervalle, suivant le degré de précision demandé.

On peut écrire une série de règles générales, permettant d'appliquer la méthode à n'importe quel système répondant à certains critères, la méthode étant la plus convenable pour des systèmes qui ont un ordre dynamique assez faible, des composantes multivariées hautement non-linéaires, et que opère sur une gamme très étendue.

On voit l'application de la méthode en utilisant, à titre d'exemple, une turbo machine à arbre unique. Des résultats sont donnés qui montrent le comportement relatif tant des moteurs "réels" que des moteurs simulés.

La méthode peut s'adapter facilement pour inclure davantage de variables du système, ou pour donner une représentation plus complexe de certaines composantes, jusqu'à obtenir un compromis entre la précision globale et la complexité de la simulation.

AUTEUR: C. Dennison, Rolls Royce Limited, Bristol Engine Division
Bristol, Filton, Great Britain.

G.S. Černoruckij, V.A. Cyganov
Tchelabinsk - URSS

UN SYSTÈME DE COMMANDE AUTOMATIQUE
D'OPTIMISATION DU PROCESSUS DE FORAGE
DES Puits PAR EXPLOSIFS

L'analyse comparée des divers critères techniques et économiques du processus de forage permet de considérer comme optimal le critère du coût minimal de forage de l'unité de longueur du puits, coût tenant compte des aspects techniques et économiques de l'opération. La perturbation essentielle entraînant une dérive de l'extrémum du coût de forage, est la variation aléatoire des propriétés physiques et mécaniques de la roche attaquée. La structure la plus simple du système de commande automatique du processus est obtenue avec un système auto-adaptatif et des boucles de compensation non linéaires utilisant une information donnée a priori. Un tel système évalue en permanence les propriétés physico-mécaniques des roches, pour ensuite déterminer les rapports optimaux entre les différentes caractéristiques de régime, en assurant un coût minimal de forage.

L'analyse a démontré que les propriétés dynamiques du système de commande automatique sont déterminées par les propriétés physiques et mécaniques de la roche traitée, qui ont évidemment

un caractère essentiellement aléatoire. Certains facteurs du système varient par exemple dans des rapports de 40 à 160. C'est pourquoi le système de commande automatique possède des caractéristiques aléatoires. Les propriétés dynamiques d'un tel système ne peuvent ainsi pas être analysées par les méthodes conventionnelles.

En particulier, on ne peut que définir en probabilité les indices dynamiques du système que sont la stabilité, la marge de stabilité, la limitation de la fréquence d'oscillations du régime transitoire, etc.

Le présent rapport contient également les résultats d'essais industriels de systèmes de commande automatique de forage de puits.

L'ESTIMATION DES PARAMÈTRES D'UN MODÈLE DYNAMIQUE BASÉE SUR LES DONNÉES EXPERIMENTALES.

V. Peterka, K. Šmuk

Dans ce rapport on présente une méthode d'estimation des coefficients d'une équation aux différences lineaire représentant un système dynamique. Les données sont sous la forme d'une séquence finie des valeurs de signaux d'entrée et de sortie du système. On suppose qu'un bruit additif se présente a la sortie du système et qu'il est non-corrélé avec le signal d'entrée. La valeur moyenne de ce bruit peut dépendre du temps, mais on suppose que cette dépendence peut, dans l'intervall de l'observation, s'écrire à l'aide d'un polynôme: $E \varepsilon/t/ = \sum_{i=0}^k c_i t^i$, ou c_i sont des coefficients in-

connus, et v est suffisamment petit. La connaissance d'autres caractéristiques statistiques du bruit n'est pas exigée.

La méthode présentée fait usage d'un algorithme basé sur la méthode de régression linéaire à nombre de données croissant. Cet algorithme est décrit au paragraphe 3 /y compris un programme en ALGOL-60/; il peut servir aussi aux autres applications. Son avantage réside au fait que les données d'entrée sont calculées successivement, ce qui rend possible son fonctionnement en temps réel. La capacité de la mémoire nécessaire est indépendante du nombre de données calculées. L'algorithme préserve sous la forme compacte toute l'information nécessaire qui concerne le passé du processus. Ainsi les données précédentes peuvent être effacées de la mémoire.

La méthode propre d'estimation des paramètres de l'équation aux différences est décrite au paragraphe 4. Cette méthode est caractérisée par les propriétés suivantes:

a/ Elle peut être appliquée en temps réel en liason directe avec le processus. La capacité de la mémoire nécessaire ne dépend pas de la longueur de l'intervall d'observation.

b/ Les valeurs estimées des paramètres sont obtenues au moyen d'un nombre fini d'opérations arithmetiques. Contrairement aux autres méthodes connues, on ne fait pas d'usage des

itérations, en évitant ainsi les problèmes de convergence et d'extremums locaux.

c/ Il est possible, à chaque instant à partir d'une longueur minimale d'observation, d'obtenir les valeurs estimées qui sont optimales, au sens donné, à l'égard de tout le passé de l'observation du processus.

Dans le paragraphe 5 on présente les propriétés asymptotiques des estimateurs. Quand la longueur de l'intervall d'observation accroît, les valeurs estimées des paramètres convergent aux valeurs exactes presque certainement.

Les résultats expérimentaux sont décrits au paragraphe 6.

SUR LA SYNTHÈSE DES SIGNAUX D'ENTRÉE DANS L'IDENTIFICATION DES PARAMÈTRES

M. Aoki

R. M. Staley

U.S.A.

Ce rapport traite le problème de la synthèse d'une séquence des signaux d'entrée ayant pour but la réduction de la mesure de l'erreur d'estimation des paramètres dans un problème d'identification "off-line" d'un système. La dynamique du système est donnée en termes d'une équation aux différences du k-ème ordre des variables scalaires d'entrée et de sortie, les observations de l'entrée et de la sortie contaminées par bruit étant supposées connues.

Dans la partie principale du rapport, les paramètres inconnus sont traités comme constants plutôt que comme les variables aléatoires. On choisit l'entrée de manière que la trace de la matrice d'information de Fisher soit maximale, en tenant compte des contraintes sur l'entrée ou la sortie du système. On donne les solutions analytiques au simple problème à un paramètre, et au moyen de la matrice de Toeplitz, on développe une procédure approximative utile. Le rapport s'achève par l'indication de possibilité d'extension de la méthode au cas les paramètres sont considérés comme les variables aléatoires avec une fonction de répartition commune supposée connue.

ESTIMATION EN-LIGNE DES PARAMÈTRES DU PROCESSUS ET SON APPLICATION AU SYSTÈME DE COMMANDE ADAPTATIF

M. Nishimura, K. Fujii, Y. Suzuki
Faculty of Engineering, Osaka University

Résumé

Le rapport décrit une méthode de l'estimation des paramètres de processus par le traitement de données en-ligne. En utilisant la méthode de moindres carrés pondérés, on estime les coefficients de la réponse indicielle.

Premièrement on explique le principe général et l'algorithme de l'estimation en ligne. Ensuite, on discute la nature statistique des estimées et introduit le concept de la longueur équivalente des données. Quelques processus existant n'ont pas de caractéristiques à auto-régulation. On montre l'extension de la procédure d'estimation aux tels processus. En plus, en utilisant la technique de simulation par ordinateur digital, on démontre l'estimation des processus variables lentement en le temps. Finalement, on présente un exemple du système de commande adaptatif.

K.G. OZA, E.I. JURY
Berkeley, University of California
USA

ALGORITHMES ADAPTATIFS POUR
UN PROBLEME D'IDENTIFICATION

Considérations sur le problème de l'identification de systèmes caractérisés par certains paramètres.

On présente une méthode itérative d'estimation des paramètres en question, sur la base des données d'entrée-sortie entachées de bruit. Le problème de l'identification des paramètres d'un système discret à une entrée et une sortie, est réduit à la résolution d'un ensemble d'équations de régression.

Les estimations de certaines fonctions de corrélation apparaissant comme des coefficients dans ces équations, sont obtenues à partir des données d'entrée-sortie, et leur convergence en probabilité est établie en utilisant les résultats de l'analyse des séries temporelles. Un algorithme est présenté qui constitue une approximation de la solution de l'équation de régression et converge avec une certaine probabilité.

L'approche utilisée dans le cas linéaire, est prolongée au cas des systèmes non linéaires. On considère la représentation par le modèle de Hammerstein où sont trouvées les équations de régression qui sont résolues par les paramètres du système.

On considère différents exemples de systèmes linéaires et non linéaires. Dans chaque cas, la convergence est obtenue pour un nombre raisonnable d'itérations.

UNE COMPARAISON DE PLUSIEURS SCHEMAS D'ESTIMATION DE PARAMETRES DE PROCESSUS

par A.J.W. van den Boom et J.H.A.M. Melis

Département Electrotechnique

Ecole Supérieure Polytechnique

Eindhoven, Hollande

Dans ce rapport plusieurs problèmes principaux sur l'estimation des paramètres de processus sont discutés, spécialement en ce qui concerne l'incertitude dans l'estimation causée par du bruit additive et des structures de modèles approximées.

Deux approches fondamentales, c.à.d. l'instrumentation de relations mathématiques explicites et la technique d'ajustage de modèles, sont comparées théoriquement par rapport à la précision comme fonction de l'intervalle d'observation.

Dans plusieurs situations les deux méthodes, chacune ayant besoin d'inversion matricielle, peuvent être approximées suffisamment à l'aide d'un schéma d'estimation non-orthogonale.

Les erreurs additionnelles, causées par l'approximation de la procédure idéale d'estimation, sont discutées en forme de résumé.

MÉTHODE INSTRUMENTALE-VARIABLE POUR L'IDENTIFICATION EN TEMPS REEL DES PROCESSUS CONTAMINÉS PAR BRUIT

Peter C. Young
Naval Weapons Center
China Lake, California, USA

Résumé

Le problème de l'estimation en temps réel des paramètres du processus sur la base de données obtenues du fonctionnement normal du système représentait dans les années récentes un point d'intérêt important. De diverses techniques développées récemment varient des procédures presque déterministes jusqu'aux méthodes statistiques avancées, basées sur les résultats de la théorie de l'estimation optimale. La méthode Instrumentale Variable /I.R./ présentée dans ce rapport tente à saisir un compromis entre ces deux extrémités; elle repose sur la théorie classique de l'estimation statistique, mais ne nécessite pas d'information *a priori* sur les caractéristiques du signal et du bruit.

L'article décrit l'approche I.V. au problème et présente le développement d'un algorithme récursif simple, de l'estimation digitale. Il discute aussi comment le choix du signal d'entrée et la forme de modèle mathématique peuvent influencer "l'identifiabilité" du processus. Finalement afin de démontrer l'utilité pratique de cet approche particulier à l'identification du processus, on inclut plusieurs résultats expérimentaux représentatifs.

SIMULATION ET IDENTIFICATION DES SYSTÈMES AQUIPÈRES DES GRANDES DIMENSIONS

D.A. Wismer, R.L. Perrine, Y.Y. Haines
Departement of Engineering, University of California
Los Angeles, California, U.S.A.

Résumé

La répartition de pression dans un reservoir souterrain est modelée par une équation différentielle linéaire aux dérivées partielles, du type parabolique, aux coefficients variables dans l'espace. Les paramètres repartis: l'accumulation et la transmissibilité, sont identifiés par la minimisation de la norme dépendant des pressions: celle observée et celle déduite du modèle. Ces paramètres repartis sont approchés par les valeurs moyennes prises sur les parties discrètes du reservoir. Ainsi, le nombre des paramètres à identifier peut être élevé.

Dans ce rapport on développe deux modèles différents d'un reservoir souterrain. Afin d'identifier les paramètres inconnus, on a élaboré une procédure d'identification basée sur la technique de décomposition. Cette procédure possède une propriété importante d'identifier automatiquement les régions du réservoir possédant propriétés "moyennes" similaires. Ainsi on accomplit à la fois le partage spatial du réservoir et l'identification des paramètres. La méthode est basée sur les concepts de décomposition et de l'optimisation à niveaux multiples et est spécialement prévue au traitement des systèmes des grandes dimensions.

On donne le développement théorique de la procédure d'identification pour chaque des modèles considérés. On inclut un exemple numérique et on illustre l'effet de "simulation" sur les résultats. En plus, on vérifie l'algorithme de calcul et on donne les exemples numériques.

APPLICATION DES EXPRESSIONS REGULIERES A LA SYNTHESE
DE MACHINES SEQUENTIELLES ASYNCHRONES COMPLEXES

Eric DACLIN
Nicole BREAUD

Jean Paul PERRIN
Michel DENOUE

C.E.R.A. (E.N.S.A.) Paris - FRANCE

Les problèmes de réalisation de machines séquentielles asynchrones se posent, en général, dans l'industrie, pour des ensembles ayant plusieurs centaines d'entrées et de sorties binaires. En outre, leur construction se fait de plus en plus, à l'aide de circuits intégrés réalisant des fonctions logiques complexes. Ces deux conditions amènent à des difficultés fort importantes au niveau de la synthèse et de la réparation. Quand on fait la synthèse, il est très difficile d'appliquer des méthodes classiques (Huffman, par exemple) et quand on veut détecter l'organe défaillant qui a provoqué une panne, celui-ci peut être très difficile à retrouver. Le sujet de cette communication est l'amélioration d'une méthode de synthèse basée sur les expressions régulières pour essayer de surmonter ces deux difficultés. En une première partie, les auteurs indiquent les quelques modifications qu'ils ont faites à la méthode due à Glushkov afin d'obtenir déjà une table assez simplifiée. En seconde partie, ils exposent comment on peut détecter une éventuelle décomposition en parallèle des machines. Enfin, un exemple industriel assez simple illustre les méthodes exposées.

Résumé

H.-J. Zander

Une méthode pour la réduction d'état d'automates en raison de particularités techniques des modes opérationnels synchrones et asynchrones

Dans la technique de commande et de calcul, on utilise de différents types d'automates synchrones et asynchrones. Mais les méthodes développées spécialement pour des automates synchrones ne sont pas aptes à la minimisation d'état des automates asynchrones.

C'est pourquoi, dans ce travail les différents automates synchrones et asynchrones sont considérés d'un point de vue unifié et on tient compte de leurs particularités techniques dans la description mathématique. Près la minimisation d'état, ces particularités des types d'automate individuels sont exprimées par des conditions différentes sous lesquelles deux de leurs états sont incompatibles. Selon ces conditions, on peut dériver des algorithmes qui permettent de déterminer à l'aide de tableaux transitoires spéciaux toutes les paires d'états incompatibles conditionnellement et absolument. Sur cette base, on développe une méthode selon laquelle toutes les collections minimales de classes de compatibilité peuvent être déterminées dans une manière systématique pour des types d'automate quelconques.

De plus, en utilisant les conditions d'incompatibilité on peut comparer d'une manière générale les types individuels d'automates synchrones et asynchrones l'un avec l'autre quant au nombre d'état qui est au moins nécessaire pour la solution d'un problème donné.

K.A. Jakubajtis
Riga - URSS

UN MODÈLE ASYNCHRONE D'AUTOMATE FINI

Etude d'un modèle asynchrone d'automate fini permettant la synthèse de circuits, indépendamment des retards existant dans les boucles de réaction.

Un schéma analogue est libre de situations critiques de type quelconque, ou encore il n'existe pas, en cours de fonctionnement de l'automate, d'états instables entiers.

WIESZAW TRACZYK (Pologne)

LA MINIMALISATION TOTALE DU NOMBRE D'ÉTATS DANS LES AUTOMATES ASYNCHRONES

Résumé

Le présent travail est un exposé de méthodes permettant de minimiser d'une manière relativement simple le nombre des états internes, dans les automates asynchrones. Les automates en question peuvent être statiques ou dynamiques.

Dans le premier groupe, on utilise des ensembles d'états pseudo-équivalents pour minimiser le système. Un critère spécial détermine la validité des ensembles utilisables. On obtient ainsi des tableaux minimaux décrivant un système à signaux de potentiel.

Les automates dynamiques sont considérés comme l'étape de simplification. La réduction du nombre d'états est obtenue ici par la détermination d'états d'ensemble et l'introduction de relations dynamiques, réalisées avec des signaux à impulsions. L'application des méthodes décrites permet d'obtenir des systèmes absolument nouveaux qui, dans la majorité, sont plus simples que ceux déterminés par les méthodes traditionnelles de calcul.

LES MÉTHODES HEURISTIQUES DE SYNTHÈSE
STRUCTURALE DES DISPOSITIFS A RELAIS

Les traits caractéristiques des problèmes actuels de la synthèse des dispositifs à relais sont: une augmentation de la complexité des propriétés structurales des composants et une augmentation du "volume" des dispositifs; ceci entraîne la nécessité d'une reconsidération des méthodes existantes de synthèse et d'importants travaux de recherche dans le domaine de la théorie des circuits à relais.

Les méthodes de synthèse les plus développées aujourd'hui et reposant sur des considérations théoriques suffisantes, sont celles qui permettent la réalisation de structures à relais, à partir d'éléments: "ET", "OU", "NON".

Les méthodes permettant d'obtenir des réalisations dites "absolument minimales" sont fondées sur le fait que, dans les structures à sortie unique, un nombre de variables de l'ordre de 10 - 12 rend déjà pratiquement inaccessible une solution sur calculateur numérique. Ajoutons que dans les problèmes pratiques courants, aujourd'hui, le nombre d'entrées - sorties peut atteindre quelques centaines.

Le présent exposé traite des méthodes "orientées" de recherche de réalisations optimales de structures dont l'essentiel consiste, à chaque stade de la synthèse, de choisir, à l'aide de critères d'évaluation donnés, la variante qui assure la réalisation d'une structure proche de la structure optimale. Le fait de ne choisir, dans l'arbre des décisions, qu'une seule voie, réduit de manière essentielle le volume des calculs.

Les deux méthodes de recherche orientée présentées ont été conçues par V. Kopylenko et l'auteur.

La première méthode est particulièrement indiquée pour les entrées symétriques ordonnées, avec un "nombre caractéristique" $= 1$. L'orientation de la recherche est ici obtenue par élimination des variables non-essentiellles /critère de proximité de réalisation avec une seule lettre/ et par séparation d'un sous-ensemble de membres insuffisamment minimaux /critère asymptotique pour l'évaluation de fonctions insuffisamment définies/. La seconde méthode est valable pour des éléments quelconques. La recherche orientée est ici obtenue par le choix d'une séquence optimale de remplissage des entrées /critère de minimum des dites "strictes prescriptions"/ et par le choix de variables optimales appliquées aux entrées.

A PROPOS D'UN ACCES D'AUTOMATION DE LA SYNTHESE
DES AUTOMATES EXTREMES

D.B.Chichkov
(Sofia, Bulgarie)

Dans l'exposé est examiné un accès d'automation de la synthèse optimale des automates extrêmes qui comprend la classe "algorithmes" basés sur une langage structurale constituant un équivalent algébrique des langues connues sur les tableaux des transferts et sorties et des graphes des G.H.Mealy et E.F.Moore. Les algorithmes proposés ont un caractère analytique et permettent de mettre en oeuvre une ligne d'automation unitaire dans le processus de la synthèse étant utilisables, en outre, pour une vaste classe des automates extrêmes et leur efficacité est comparable ou dépasse l'efficacité des algorithmes analogique connus.

La méthode proposée se caracterise d'un haut degré de formalisation qui représente une commodité pour l'exécution des calculs d'ingénieur et l'automation à l'aide d'ordinateur électronique.

R E S U M E

Dans cette étude, on utilise une algèbre logique n -aire pour la recherche des homomorphismes et des codages des machines séquentielles.

L'idée de base est d'associer à l'ensemble de deux lignes de la table de transition d'une machine une variable binaire dont la valeur est 1 si l'on accepte la possibilité de la fusion des lignes considérées et 0 dans le cas contraire. L'agrégation de ces variables élémentaires forme une variable logique n -aire dont les arguments traduisent une certaine liberté que l'on s'accorde dans la fusion des lignes de la table. On définit de la même façon une variable de partition qui va servir à noter les contraintes imposées par les fusions proposées. A partir de ces deux variables, on associe à toute machine séquentielle une fonction n -aire que l'on peut traiter par les algorithmes classiques en logique combinatoire.

Il est possible très simplement de trouver à partir de la table de transition la base primitive de cette fonction de vérité, puis après recherche des impliquants premiers, sa base complète. Certains termes donnent les images homomorphiques de la table de transition. Un algorithme conduisant directement à ces impliquants est énoncé.

Les variables n -aires peuvent être utilisées pour la recherche des codages. La valeur future d'une variable codeuse dépend de l'état présent de la machine et de l'entrée. Une codeuse est déterminable à partir d'un code donné, si l'on peut déduire sans ambiguïté sa valeur future en fonction des valeurs présentes des variables du code et de l'entrée. On détermine facilement les possibilités de détermination irredondante de toute variable d'un code par rapport à ses codélements. On peut représenter graphiquement cette information, ce qui donne une idée approximative de la complexité d'un codage sans avoir à calculer les équations correspondantes et met en relief les propriétés intéressantes de la structure des machines : décomposition, symétries, équivalences, barloges,...

Le nombre de variables codeuses peut être réduit par l'heuristique suivante : les codeuses probablement les plus intéressantes conduisent à des groupements n'entraînant pas comme condition nécessaire de réalisation la partition nulle. Les calculs sont aisés et conduisent rapidement à des assignements de coût convenable. Par examen des graphes de détermination, on peut choisir un codage principal correspondant à une structure de complexité minimale.

SUR LA RECONNAISSANCE D'UNE SYMETRIE COMPLETE OU PARTIELLE DE FONCTIONS LOGIQUES DEFINIES COMPLETEMENT OU PARTIELLEMENT

par

Ryszard S. Michalski

Instytut Automatyki PAN, Warszawa, Pologne

On décrit une méthode de reconnaissance d'une symétrie complète ou partielle par rapport à des lettres (variables simples ou négations de ces variables) de fonctions logiques complètement ou partiellement définies (à une ou plusieurs sorties). Dans la méthode une nouvelle approche a été utilisée. Cette approche consiste à utiliser un certain modèle typologique d'une fonction logique - de l'image de la fonction $T(f)$. L'application de ce modèle permet la réalisation facile de la méthode tant pour un calcul manuel (pour $n \leq 6-8$) que pour une calculatrice numérique.

DEUX PRINCIPES DE COORDINATION ET LEUR APPLICATION À LA COMMANDE DES SYSTÈMES À GRANDE ÉCHELLE

M.D. Mesarovic, D. Macko, Y. Takahara
Systems Research Center - Case Western
Reserve University, Cleveland, Ohio.

On formule deux principes de coordination ayant pour but donner les indications pour la sélection de la structure des systèmes de commande à multi-niveaux /hiérarchiques/. Un principe repose sur la prédiction de l'interaction, l'autre sur la balance des inter-actions. Tous les deux sont présentés au cadre de la théorie générale des systèmes, ce qui permet d'énoncer leur large domaine d'application. On donne les conditions suffisantes de l'application favorable de ces principes aux systèmes à deux niveaux définis dans les espaces linéaires normés. Afin d'illustrer les conditions données, on présente quelques exemples des systèmes à deux niveaux.

OPTIMISATION DECENTRALISEE DES GRANDS SYSTEMES DYNAMIQUES

par

Roman Kulikowski

Instytut Automatyki PAN, Warszawa, Pologne

L'optimisation de grands systèmes dynamiques décentralisés tels que le système énergétique intégré, le système de production et de distribution du gaz, le système de distribution de l'eau, à l'échelle d'un pays etc. est analysée par l'auteur.

La méthode consiste à décomposer le système optimisé en une structure à deux niveaux. Les régulateurs locaux (niveau I) font l'optimisation dynamique des simples sous-systèmes. Ces régulateurs envoient l'information sur l'optimisation locale au régulateur principal (niveau II), qui calcule au moyen d'une méthode à gradient les nouvelles valeurs des niveaux de restriction. Ces valeurs sont renvoyées aux régulateurs locaux. Il en résulte un processus d'optimisation itérative.

L'auteur discute aussi un certain nombre de généralisations de cette méthode. Une application de cette méthode est discutée pour l'optimisation d'un système énergétique comprenant des centrales thermiques et hydrauliques.

5.3. Le principe de la décentralisation, dans l'optimisation des systèmes complexes

Discussion du problème de la définition d'un plan optimal pour un système comportant un nombre fini d'éléments, avec une structure de liaisons quelconque, bien que fixée.

Chaque élément assure la production d'un certain groupe de produits placés à la sortie du système, ainsi qu'à l'entrée d'autres éléments, en qualité de ressources.

L'intensité de la mise à profit des procédés industriels possibles d'éléments du système, est limitée par le niveau de ressources fournies, et par des limitations propres. Le principe de la décentralisation de la planification implique qu'une optimisation du système dans son ensemble, doit être divisée en une série de tâches extrémales pour chacun des éléments du système, indépendantes en ce sens qu'un accord entre les divers éléments n'entraîne pas la nécessité de posséder une information sur le caractère des limitations relatives aux ressources propres.

Sont ensuite décrits divers procédés de division et les procédures itératives d'accord des fonctionnelles locales. Une attention toute particulière est accordée aux structures simples les plus étudiées, avec des liaisons parallèles et série.

Certains procédés peuvent être généralisés sur des systèmes à liaisons quelconques. C'est ainsi qu'un des procédés de base consiste à transformer le problème à traiter, en un ensemble de tâches locales de programmation linéaire, avec des paramètres libres, qui, pour être choisis, demandent la résolution du problème "central" consistant à trouver la valeur extrême d'une fonction convexe définie de manière implicite.

Cette dernière met en oeuvre diverses modifications de la méthode des orientations possibles, prenant en considération les singularités de la fonction "revenu" qui n'est pas dérivable dans certains points.

On étudie enfin le problème des liens existant entre la décentralisation de la planification et de la commande.

SUR LA SYNTHESE DE GRANDS SYSTEMES DE CONTROLE A PLUSIEURS NIVEAUX

Andrzej Straszak

Instytut Automatyki PAN, Warszawa, Pologne

Dernièrement les problèmes modernes du contrôle sont devenus multidimensionnels et les systèmes de contrôle à plusieurs niveaux jouent un rôle de plus en plus grand dans la théorie de contrôle et dans les applications.

La synthèse d'un système de contrôle à plusieurs niveaux diffère d'une façon essentielle de la synthèse d'un circuit conventionnel et les méthodes conventionnelles ne peuvent pas être utilisées.

Dans l'article on présente une méthode d'approche à la synthèse d'un système à plusieurs niveaux.

Sur la base de la fonction de complexité d'un modèle du système à plusieurs niveaux on propose un procédé de minimisation pour trouver la structure admissible et la plus désirable du régulateur.

II.5. Sur une théorie de la commande des systèmes
complexes

Revue des propriétés caractéristiques des systèmes complexes de commande et des modèles abstraits utilisés dans la synthèse des systèmes complexes de commande.

On utilise les deux méthodes - inductive et déductive - de construction d'une théorie générale de la commande.

L'auteur analyse les principales voies possibles pour surmonter les difficultés d'ordre mathématique liées à l'étude des systèmes complexes de commande; en particulier, sont résolues certaines questions logico-dynamiques.

Certains aspects de la confrontation "homme-automate" dans les systèmes complexes de commande, sont également posés.

Exemples d'études de systèmes complexes de commande.

I.V. Prangil'vili, V.V. Ignatuk'chenko
Institut d'Automatique et de Télémécanique
/Cybernétique technique/
Moscou - URSS

UNE MÉTHODIQUE DE CONSTRUCTION
DE TESTS DE CONTRÔLE ET LE DIAGNOSTIC
POUR LES STRUCTURES UNIVERSELLES
HOMOGÈNES

Les structures homogènes universelles réglables constituent l'un des moyens les plus prometteurs de réalisation, en circuits intégrés /en particulier - en circuits intégrés complexes/ des dispositifs numériques de l'automatique, de la télémécanique et de l'informatique.

Le contrôle du bon fonctionnement et le diagnostic des défauts d'un circuit intégré quelconque est fort simplifié par rapport au contrôle de circuits irréguliers conventionnels, se ramenant en effet à l'examen /à l'aide de tests de contrôle et de diagnostic/ de cellules fonctionnelles identiques d'une structure donnée, avec des liaisons régulières. On étudie la méthodique et on a mis au point deux procédés de construction de tels tests. On définit des types spéciaux de tests - assembleurs /compatibles, liés/ qui peuvent être utilisés simultanément dans toutes les cellules de la structure testée, ou appliqués à une partie déterminée de l'ensemble /indépendamment du dimensionnement de la structure/; le temps d'examen d'une

structure homogène à l'aide de ces tests - assembleurs /le nombre de cycles de travail/ ne dépend que faiblement, ou est complètement indépendant, du nombre de cellules /des dimensions/ de la structure.

Il est démontré que le contrôle d'un réseau majoritaire, universel dans la classe des fonctions de commutation, est obtenu en 5 cycles de travail, pour un dimensionnement quelconque de la structure; le diagnostic de chaque défaut est obtenu au prix d'un cycle supplémentaire. Le contrôle d'une structure homogène, universelle dans la classe des automates finis, est réalisé en 22 cycles de travail, pour une dimension quelconque de la structure, c'est-à-dire indépendamment de la complexité de l'automate réalisé sur cette structure.

A.F. Volkov, I.M. Vasil'ev, V.A. Vedešnikov,
V.A. Petrov

Institut d'Automatique et de Télémechanique

/Cybernétique Technique/

Moscou - URSS

LA CONSTRUCTION DE TESTS DE CONTRÔLE POUR DISPOSITIFS DISCRETS AVEC ÉLÉMENTS A RETARD

Présentation d'une méthode de synthèse par blocs
d'un test unique de contrôle pour dispositifs dis-
crets avec éléments à retard.

Le caractère transitoire du modèle analysé, situé
entre les circuits combinatoires et les circuits à
éléments de mémoire - les basculeurs, permet d'utili-
siser les méthodes de construction de test pour les
circuits combinatoires, en prenant en considération
le caractère spécifique des circuits séquentiels.

L'algorithme de construction utilise les caractéris-
tiques locales des composants du circuit et comporte
8 parties. Les opérations essentielles de l'algorithme
sont les suivantes: établissement d'un tableau pri-
maire de tests, construction d'une voie sensible, mi-
se en évidence et analyse de l'influence des voies pa-
rallèles, "extension" de la voie sensible. Le test ob-
tenu signale les variations des caractéristiques lo-
giques et temporelles de l'un des éléments du dispo-
sitif, lors de la vérification de toutes les sorties
du dispositif. L'algorithme présenté est illustré par
un exemple.

LA THÉORIE DES QUESTIONNAIRES ET LES
PROBLÈMES DU DIAGNOSTIC CYBÉRNÉTIQUE

Soit un ensemble fini E composé de N éléments /événements/, on attribue à chaque événement Y_i un nombre positif $W /Y_i/$ - le poids de l'événement. On donne également un ensemble T de décompositions de l'ensemble E en classes; les éléments de T sont appelés questions; on attribue à chaque question t_j un nombre positif $c /t_j/$ appelé le prix de la question.

Poser une question équivaut à la réalisation d'une décomposition correspondante de l'ensemble E .

Les indices suivant lesquels sont dégagées les classes d'événements, lors de la décomposition, sont appelés les réponses aux questions posées. Le nombre de réponses $a /t_j/$ à la question t_j se nomme la base de la question t_j .

Le but des questions posées est la connaissance des événements $Y_i \in E$, c'est-à-dire l'obtention d'une décomposition en N classes d'un seul élément.

L'ensemble des questions de T et les séquences ordonnées pour l'identification de N événements de l'ensemble E , constituent un questionnaire. La matière essentielle des recherches, dans la théorie des questionnaires, consiste à résoudre le problè-

me suivant: construire un questionnaire dans lequel la prix moyen de détermination d'un événement, soit minimal.

Le présent travail traite des propriétés des questionnaires optimaux de caractère général, avec des poids différents pour les événements, des prix et des bases de questions divers. On donne les lois de transformation d'un questionnaire donné en un questionnaire optimal. Classification des questionnaires. Les plus simples sont ceux pour lesquels les bases et les prix des questions sont identiques, l'ensemble Σ représentant un système complet d'événements.

Ces questionnaires ont été étudiés par Picard. On étudie ici les questionnaires à bases différentes et à prix égaux des questions, les questionnaires à bases identiques et à prix des questions différents, ainsi que les questionnaires généraux pour lesquels sont donnés les algorithmes de construction de questionnaires optimaux. Le langage des questionnaires est ensuite utilisé dans la formulation des problèmes de codage du diagnostic des défauts de dispositifs techniques, de synthèse de structures des dispositifs combinatoires à relais, etc. Une attention particulière a été accordée aux problèmes de construction de programmes conditionnels optimaux de diagnostic.

A.L. Garkavi, V.B. Gogolevskij, V.P. Graboveckij
Conseil Scientifique pour les Problèmes de Fiabilité
près l'Académie des Sciences de l'URSS
Moscou - URSS

L'INFLUENCE DE LA PÉRIODICITÉ DES CONTRÔLES SUR LA FIABILITÉ DES DISPOSITIFS EN RÉPARATION

Le rapport traite de certaines méthodes de détermination des caractéristiques de fiabilité des dispositifs en réparation contrôlés. Les méthodes présentées sont utilisées dans la résolution de deux groupes de problèmes.

Le premier groupe de problèmes est lié à l'étude des caractéristiques de fiabilité d'appareils fonctionnant de manière épisodique /sur demande/. On admet que le contrôle de la disponibilité de ces dispositifs est effectué à intervalles de temps aléatoires, ou à intervalles de temps périodiques. Dans ces conditions, on détermine la probabilité $P(t, T)$ que le dispositif soit en état de fonctionnement à un moment t quelconque et fonctionnera sans arrêt sur un intervalle de temps T .

La solution du problème est donnée pour les deux cas: stationnaire et non stationnaire.

Le second groupe de problèmes est lié à l'étude des caractéristiques de fiabilité de divers dispositifs /en particulier les dispositifs de traitement de l'information/ pour lesquels on exige

le traitement d'un volume déterminé d'informations v , en un temps t . On admet en outre que le temps nécessaire au traitement de l'information ne dépasse que de manière minimale le temps nécessaire pour ce but, et le cycle de traitement de l'information est décomposé en étapes. A la fin de chaque étape, on effectue, d'une manière ou d'une autre, une vérification de la correction des résultats de traitement de l'information obtenus à cette étape.

On détermine, dans ces conditions, les caractéristiques suivantes de fiabilité de l'appareillage:

- la probabilité P_r / v , t / de traiter un volume v d'informations en un temps t , en décomposant le cycle en r étapes;
- l'espérance mathématique $M[T]$ du temps T utilisé pour le traitement d'un volume v d'informations, en décomposant le cycle en r étapes;
- le nombre optimal d'étapes r_0 que doit compter le cycle de traitement d'un volume v , pour que la grandeur $M[T]$ soit minimale.

Pour être soumis à l'IFAC 1968

par

George C. Shering
Division MPS
Organisation européenne pour la Recherche nucléaire
1211 Genève 23
Suisse

anciennement à :
Dept. of Electrical Engineering
University of Edinburgh

Titre

COMPARAISON DE CERTAINS SYSTEMES DE CONTROLE

EXTREMAL A CORRECTEURS UTILISANT DES PERTURBATIONS

Sommaire

On compare les performances de quatre correcteurs pour système de contrôle extrémal, à caractéristique parabolique, d'un processus continu perturbé par un signal Markovian à l'entrée et un bruit blanc de mesure en sortie. Les performances des correcteurs sont décrites à l'aide d'une seule variable sans dimension, définie de telle sorte qu'un correcteur optimal existe.

Les correcteurs considérés sont de quatre types : à perturbation sinusoïdale; à perturbation en onde carrée; à perturbation en onde carrée, échantillonnage et reconstitution du premier ordre; quasi-optimal.

On obtient les caractéristiques des trois premiers correcteurs en fonction de la fréquence de la perturbation, et on montre que le meilleur résultat est obtenu pour une fréquence infinie. Dans ce cas, les trois correcteurs possèdent les mêmes performances que le quatrième, quasi-optimal.

La qualité des trois premiers correcteurs croît asymptotiquement avec la fréquence de la perturbation; on peut donc obtenir de bons résultats dans une gamme de fréquences finies. Ceci permet d'étendre cette étude à des processus réels ne comportant pas des retards trop grands. On montre alors que les deux premiers correcteurs sont meilleurs que celui à échantillonnage, cependant ce dernier possède l'avantage d'être plus facile à réaliser et ne nécessite pas une connaissance complète du processus.

Fiabilité et disponibilité des équipements électro-mécaniques
de contrôle automatique des turbo-alternateurs

par

T. A. WESOŁOWSKI LOW

Central Electricity Research Laboratories, Leatherhead,
Surrey, England.

On traite de la fiabilité et de la disponibilité de quelques équipements électroniques et électro-mécaniques employés dans un essai pour lequel on a utilisé 31 'régulateurs de machines' pour la commande des turbo-alternateurs pendant une période de 18 mois. Les régulateurs ont été conçus pour un niveau déterminé de fiabilité quantitative. On compare les moyennes des temps de bon fonctionnement prévues lors des études de praticabilité (26.000 heures) et pour le modèle définitif (7.300 heures) avec les valeurs réelles (5.740 heures) et on donne les caractéristiques des éléments retenus pour les prédictions de fiabilité.

On calcule la disponibilité de ces équipements en se basant sur la fiabilité et le temps d'entretien et l'on examine son importance pour les calculs de viabilité économique.

On fait une analyse mathématique des effets du chevauchement ou double-emploi (redundancy) de certaines fonctions dans l'équipement. L'auteur démontre la possibilité de réduire de moitié l'indisponibilité des parties principales des régulateurs de machines en apportant de simples modifications aux circuits d'aiguillage des éléments en double-emploi. Les méthodes analytiques se basent sur des extensions des techniques courantes et sont d'une validité générale.

COMPARAISON ENTRE DIVERS SYSTEMES DE FONCTIONNEMENT

M U L T I P L E X

RESUME

Lorsqu'un ensemble de commande requiert un très haut degré de fidélité (comme, par exemple, dans le cas de la commande de l'atterrissage automatique), on se sert souvent d'un système de fonctionnement multiplex.

Les problèmes posés par le fonctionnement multiplex peuvent être divisés en deux catégories principales à savoir : a) la sélection d'un signal de sortie adéquat b) la sélection de critères appropriés à la mise hors service des ensembles ou des sous-canaux défectueux.

Le choix du signal de sortie terminal du système à partir d'une combinaison de sous-canaux (exemple : sortie moyenne, sortie médiane, ou sous canal produisant le signal précédant immédiatement le signal de sortie le plus fort ou le plus faible) doit être effectué de façon à réduire au maximum la perturbation du signal de sortie due à des différences qui peuvent exister mais ne provoquent pas la mise hors service du sous-canal intéressé.

Dans le but d'éviter la possibilité de perturbations dangereusement étendues du signal de sortie (exemple, dans le cas de l'atterrissage automatique des avions), il est indispensable de déconnecter un sous-canal d'un système multiplex lorsque ce sous-canal devient défectueux. Il est possible d'arriver à ce résultat par la comparaison de signaux nominalemt identiques, provenant de sous-canaux différents; on prend ensuite les mesures nécessaires, si ces signaux présentent une différence supérieure à un seuil déterminé d'avance.

Etant donné que, dans la pratique, ces signaux présentent toujours certaines différences dues aux tolérances de fabrication, la possibilité existe d'interruptions indésirables du signal de sortie, provoquées précisément par ces tolérances. Or, on désire construire le système de façon à réduire la possibilité de ces interruptions indésirables tout en augmentant la probabilité de mise hors circuit d'un sous-canal fidèle lorsqu'une défectuosité réelle vient à s'y produire (par exemple, évanouissement d'un seul signal).

Le présent mémoire compare les systèmes de fonctionnement multiplex aux points de vue exposés ci-dessus.

UN SYSTÈME NUMÉRIQUE D'AUTOMATISATION DE
SLABBING ET DE CONTRÔLE DE LA PRODUCTION
DE TôLES, DANS UN LAMINOIR CONTINU A CHAUD

Le problème essentiel, dans la conduite par calculateur numérique d'un laminoir, consiste à suivre avec précision les slabs et à enregistrer la production de tôles. En effet l'information ainsi obtenue est à la base du fonctionnement du calculateur, du réglage des cages du laminoir, du préchauffage des slabs dans les fours Pitt, etc.

Pour pouvoir suivre les slabs, il est indispensable de créer un programme de fonctionnement de l'unité pour un intervalle de temps donné. Ce programme est ensuite introduit dans le calculateur. Les slabs sont identifiés à l'entrée du train de laminoirs. Les algorithmes élaborés permettent de suivre chaque slab au fur et à mesure de son passage par les fours Pitt et les diverses cages du laminoir, jusqu'au poste final d'enroulement. Les algorithmes en question concernent les différentes sections du train, en tenant compte des entrées et sorties entre les différentes sections.

Le calculateur numérique collecte et enregistre toutes les données relatives à la feuille laminée, ce qui permet de créer pour chaque rouleau une carte de contrôle renfermant toutes les informations

sur les caractéristiques, qualitatives et quantitatives du rouleau donné: numéro de la coulée, type d'acier, dimensions du slab et de la feuille, classification de la feuille suivant son épaisseur, sa largeur, sa température, etc.

La position des slabs, des tôles laminées et des rouleaux, sur le train de laminoirs, est déterminée par des photocellules, des dynamomètres et des relais de courant actif des moteurs de laminoir, ainsi que par des signaux en provenance des circuits de commande de mécanismes divers. Les données relatives à la feuille laminée et au régime de laminage, sont introduites dans le calculateur à partir de capteurs de régime installés sur le train de laminage.

Le calculateur numérique utilisé est le modèle M-2000 ASVT, qui en plus des fonctions de contrôle des slabs et d'enregistrement de la production, sera à l'avenir chargé de la commande des mécanismes du laminoir.

Dans le but d'augmenter la sûreté de fonctionnement du système de contrôle des slabs et d'enregistrement de la production, on a doublé les dispositifs d'entrée et les circuits fonctionnels du système.

En ce qui concerne les dispositifs d'entrée, on a placé deux à trois capteurs, à chaque point de contrôle de la position du métal. Un calculateur spécialisé, chargé des seules fonctions de contrôle et d'enregistrement, fonctionnera en parallèle avec le calculateur M-2000.

On a établi un diagramme des flots d'informations d'entrée, de sortie et internes du système. Une description détaillée du système permet de définir les exigences et les caractéristiques de travail des blocs et noeuds fonctionnels du système. On donne un diagramme fonctionnel d'une partie du système comportant un calculateur spécialisé.

Congrès IFAC 1969, Varsovie, Pologne

Laminoir automatique de Oxelosunds Jarnverk

par

Donald J. Fapiano
Drives Systems Operation
General Electric Company
Schenectady, New York - USA

et

Ewert Uhlen
Superintendant des laminoirs
Oxelosunds Jarnverk
Oxelosund, Suède

SOMMAIRE

Le laminoir réversible à une cage installé à Oxelosunds Jarnverk est passé sous le contrôle de son ordinateur au début de 1968. Le système emploie un calculateur central à 1,6 microseconde et 96000 mots pour effectuer un ensemble complet de fonctions de commande, ceci pour la première fois pour un nombre de fonctions. Les objectifs principaux ont été un meilleur contrôle de l'épaisseur et de la largeur de la tôle finie afin de permettre une réduction du matériau employé, estimée par Oxelosunds Jarnverk à environ 2% par an. Les auteurs passent en revue brièvement le système et ses fonctions principales. Les résultats des opérations au cours de la première année sont donnés en détail, en particulier en ce qui concerne la précision du contrôle de l'épaisseur et de la largeur. L'organisation du fournisseur et de l'utilisateur pour cette réalisation sont décrites, de même que les changements correspondants dans la marche des opérations de l'utilisateur.

COMMANDE PAR CALCULATEUR DE LA TEMPÉRATURE D'ENROULEMENT
DANS LE LAMINOIR DE BANDES À CHAUD - SYSTÈME DE COMMANDE
DES PROCESSUS À PARAMÈTRES RÉPARTIS PAR UN SIMULATEUR
DYNAMIQUE

Akinao Nara, Ridehiro Kitanoosono
Hitachi Ltd., Tokyo, Japan Taunee Isahaya
Sumitomo Metal Industries, Ltd., Osaka, Japon

Résumé

Le système de commande par ordinateur qui est décrit ici possède une propriété remarquable d'utiliser un simulateur dynamique fonctionnant en temps réel, destiné à réaliser une commande précise du système à paramètres répartis avec peu d'information de mesures.

Bien que quelques exemples des systèmes de commande par ordinateur digital réalisant la même tâche aient été déjà décrits, il nous semble qu'il n'y a pas d'autre système qui soit plus adaptatif par rapport aux grandes et rapides perturbations que le système présenté ici.

L'application de ce système à la commande de la température au laminoir de bandes à chaud à 6 stands en série dans les usines Wakayama Steel Plant et Sumitomo Metal Industries a eu pour son résultat la précision de commande à 20°C dans 95% de la longueur totale des bandes. La commande manuelle qualifiée antérieure avait eu une précision de 10° au niveau de 20°C, et avait été exécutée aux conditions de laminage bien plus faciles de point de vue de la commande, que les conditions actuelles.

Quant aux tendances récentes, on peut remarquer que la commande par ordinateur entraîne généralement l'amélioration de la vitesse de calcul et de la quantité d'information traitable, et que la théorie de commande est inclinée vers une fine discussion des processus irréels.

Cependant, il faut souligner que pour réaliser une commande effective on doit ajuster le système de commande au caractère du processus.

Cet article présente les efforts faites pour réaliser une commande refroidissante des bandes, ce qui entraîne de divers problèmes. On espère que l'article va contribuer à la tâche de construire le pont entre la théorie de commande et l'équipement des calculateurs.

Du point de vue de l'application de la technique analogique ou hybride, le nouveau système n'est pas une version ordinaire de la commande par ordinateur digital à coût réduit: on peut dire qu'il représente une nouvelle construction du système destinée à améliorer la performance par le meilleur emploi possible de la technique analogique.

ANALYSE DU COMPORTEMENT DYNAMIQUE DES LAMINOIRS A FROID EN SÉRIE AU MOYEN DE LA CALCULATRICE NUMÉRIQUE ET SES APPLICATIONS

T. Arimura, M. Kamata, M. Saito
Nippon Kokan K.K., Kawasaki, Japon

Le progrès récent dans l'automatisme des laminoirs à froid en série entraîne la nécessité de l'étude du comportement dynamique des laminoirs. Afin d'analyser un système dynamique compliqué de cinq stands de laminage en série, on a élaboré un programme de simulation au moyen de la calculatrice numérique. En l'utilisant on a profondément étudié les variations des épaisseurs et tensions causées par les perturbations des positionneurs à vis, des vitesses des rouleaux périphériques et de l'épaisseur de la bande chaude. Il s'est avéré par cette analyse que les changements des positionneurs du premier stand, de la vitesse des rouleaux aux stands: premier et terminal, et de l'épaisseur de la bande chaude influencent l'épaisseur terminale, d'autres facteurs n'ayant qu'une très petite importance. Les résultats ont été tracés par un régistrateur à l'entrée numérique, et on a pu estimer de faibles variations des conditions de laminage à chaque stand, causées par les tensions entre les stands.

Le programme a été appliqué à l'analyse et l'amélioration du système de Commande Automatique de l'Épaisseur, ce qui a permis d'accroître la précision de l'épaisseur terminale. En plus, on a proposé un nouveau système de commande par calculatrice, qui pouvait maintenir l'épaisseur terminale de manière plus conséquente qu'un système conventionnel à boucle fermée.

Afin d'accroître le rendement des laminoirs à froid en série, on a étudié un projet du système de changement de l'Épaisseur en laminage. On a vérifié par la simulation et les expériences que ce système nécessite la commande directe digitale au lieu de la commande à boucle fermée. Ce Système de commande possède d'autres domaines d'applications en automatisation des laminoirs et en réduction des mauvais épaisseurs. La commande dynamique par les calculateurs digitaux présente un problème qui doit être résolu afin de justifier les investissements futurs en la commande numérique des laminoirs froids en série, où les calculatrices travaillant en-ligne jouent les rôles qui échappent à la possibilité de perception et de manipulation des opérateurs humains.

OPTIMALISATION DES PROCÉSSUS DE COUPE DANS LE CAS D'INFORMATION INCOMPLÈTE SUR LE PROCÉSSUS

/ Résumé /

Jerzy Bromirski - Politechnika Wrocławska, Wrocław

Jan Potrz - Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów, Wrocław
Polska - Pologne

Dans cette étude est considéré le problème d'optimisation des processus de coupe de bandes à longueur variante. En conséquence du partage, la longueur du dernier segment doit appartenir à un intervalle donné ou doit être minimale. Les processus de coupe de ce type se trouvent par exemple dans les lamineries des usines sidérurgiques.

Le problème d'optimisation est considéré par une méthode essentiellement différente des méthodes appliquées jusqu'à présent.

La précise longueur de la bande est supposée inconnue. L'information reçue dans le processus est une somme de la longueur réelle de la bande et de certaine perturbation qui est une variable aléatoire.

Le problème d'optimisation de coupe est discuté pour les cas, 1. quand la distribution de la variable aléatoire qui représente la perturbation n'est pas connue, 2. quand cette distribution est déterminée à priori.

Des propositions des structures numériques spécialisées pour la commande optimale des processus de coupe sont présentées.

UNE ANALYSE STATISTIQUE SUR LE SYSTEME MULTIVARIABLE

Nobuo Hayashi

Japon

Dans l'article la technique d'une analyse statistique sur le système avec quelques variables est discutée.

Une equation lineaire-algebrique avec plusieurs-dimensions est dérive. Le equation est similaire avec le equation dans le cas d'une analyse de la regression.

Après quelques remarques au sujet, l'auteur donne un méthode examiner des precisions sur les fonctions impulse-responsives, a l'aide de la lois de croissance sur les coefficients regres-sionnelles. Aussi dérive est l'utilite des coefficients de la correlation partielle pour la problem de l'identification.

MÉTHODE POUR DÉTERMINER LA FONCTION DE TRANSFERT DES SYSTÈMES ÉLECTROÉNERGÉTIQUES

M. Koszelnik, J. Malkiewicz, S. Trybuła

Résumé

Dans cet article on donne une méthode statistique pour déterminer les caractéristiques d'amplitude et de phase et les fonctions de transfert entre la puissance active et la fréquence dans les systèmes électroénergétiques liés. La consommation de la puissance, la puissance d'échange et la fréquence sont considérées comme processus stochastiques. Cette méthode permet de déterminer les fonctions de transfert de chaque système, quand seulement sont connues les fonctions de corrélation des bilans des puissances d'échange et la fréquence, ainsi que les fonctions de corrélation mutuelle entre ces processus. Ci-inclus, il est suppose, que les processus de la consommation de puissance de ces systèmes sont stochastiquement indépendants.

Après avoir obtenu la fonction de transfert on peut déterminer aussi les fonctions de corrélation de la consommation de puissance, qu'il est impossible de déterminer directement d'après la mesure, car dans les systèmes électroénergétiques il n'y a pas de point où l'on pourrait mesurer la consommation de la puissance.

La précision des résultats obtenus dépend beaucoup du choix de la méthode convenable d'appréciation des caractéristiques des processus analysés. L'analyse de divers aspects d'appréciation de ces caractéristiques sera énoncée dans d'autres travaux.

La méthode ici présentée concerne non seulement des systèmes énergétiques mais, en général, tout systèmes de régulation linéaire, liés à l'entrée. Ci-inclus sont connus les processus à la sortie, ainsi que les flux entre ces systèmes, mais inconnus sont les processus à l'entrée qui sont ici considérées comme stochastiquement indépendants.

THEORIE DES ERREURS STATISTIQUES

F.H. Lange, M. Zecha

Lors de la détermination des valeurs caractéristiques des procédés stochastiques dans la technique de l'information, de mesurage et de régulation, il est indispensable de connaître l'erreur fondamentale, statistique qui pèse sur le résultat. La première partie de travail traite la théorie des erreurs du corrélateur d'intégration classique; le calcul est effectué dans l'intervalle spectral et de temps. L'étude est à transmettre sans difficultés sur l'analysateur spectral.

La deuxième partie donne un aperçu des possibilités de la mise en oeuvre et présente quelques nouveaux travaux du même domaine. Suit une appréciation de la situation actuelle dans le mesurage stochastique, compte tenu tout particulièrement de la technique de mesurage de la corrélation.

LA METHODE D'APPRECIATION DES ERREURS ACCIDENTELLES
LORS DE LA DETERMINATION DES FONCTIONS DE CORRELATION
DES SIGNAUX ACCIDENTELS DE TRES BASSE FREQUENCE DANS
LES SYSTEMES DE REGULATION

H. BUCHTA. TU DRESDEN, Institut für Regelungstechnik
/R.D.A./

La détermination des erreurs systématiques et accidentelles lors de la recherche des fonctions de corrélation exige beaucoup de calculs. Au cas d'utilisation des méthodes de mesurage discrètes, sous la forme d'un corrélateur Stieltjes ou numérique, et en particulier d'un corrélateur de relais ou de polarité, les prédictions précises sont à obtenir seulement à grands frais, par la suite des nonlinéarités qui apparaissent et de la diversité des facteurs qui exercent leur influence. En vue de l'appréciation des erreurs des fonctions de corrélation il faut connaître en outre d'autres propriétés des processus accidentels participant. Par conséquent on n'étudie ici que les erreurs accidentelles lors de la détermination des fonctions d'autocorrélation R_X // des processus accidentels, stationnaires, ergodiques et centrés $X^0/t/$ qui sont à décrire approximativement par les processus de Gauss et dont le spectre de la densité de rendement S_X / / existe jusqu'à la fréquence $\omega = 0$. Une méthode d'appréciation correspondante a été proposée.

Cette méthode permet d'indiquer les relations d'approximation faciles à manier, pour la détermination des erreurs accidentelles des corrélateurs continus ou discontinus, analogiques ou discrets pour le déplacement du temps $\tau = 0$ et $\tau \neq 0$ ou τ .

Pour la caractérisation des propriétés spectrales des signaux $x(t)$ à analyser, les relations comprennent la largeur de bande de bruit efficace B_0 qui, pour certaines classes des spectres, est approximativement à déterminer à partir du chiffre moyen des passages par l'unité de temps n_0 , de $x(t)$ par l'axe $x = m_x$, si m_x exprime la valeur moyenne. En même temps il est possible de déterminer approximativement le temps d'observation nécessaire T , l'échelonnement d'échantillonnage t pour les différents types des corrélateurs, directement à partir des diagrammes des signaux de très basse fréquence obtenus expérimentalement, provenant p. ex. d'un secteur de régulation industrielle; ceci sans considérer dans les calculs la marche entière des fonctions de corrélations ou bien les spectres de densité de rendement de ces signaux.

SUR LA GOUVERNABILITÉ DES SYSTÈMES NONLINÉAIRES

H. Tokumaru, N. Adachi

Résumé

On présente une discussion des problèmes de gouvernabilité des systèmes de commande non-linéaires. Les systèmes considérés sont décrits par les équations différentielles ordinaires. On introduit des notions concernant la gouvernabilité. Si chaque état initial d'un système peut être ramené à l'origine en un temps fini, le système est dit "gouvernable". Si le temps nécessaire est infini, le système est dit "quasi-gouvernable". Si un système a la propriété de gouvernabilité au voisinage de son état d'équilibre il est dit "localement gouvernable". Par ces définitions, si un système est quasi-gouvernable et localement gouvernable, il est gouvernable.

Notre discussion est restreinte aux systèmes à l'action linéaire de commande, qui sont dit les systèmes de commande ou la commande apparaît linéairement. La quasi-gouvernabilité d'un système donné de ce type peut, sous certaines conditions, être réduite à la celle d'un système à dimension réduite. Ainsi on peut bien simplifier l'analyse de la gouvernabilité.

En utilisant ces résultats on considère en détail la gouvernabilité de quelques types spéciaux des systèmes non-linéaires. On obtient les conditions suffisantes de la quasi-gouvernabilité. Dans la dernière section on présente quelques exemples. Pour ces exemples on obtient les conditions suffisantes de gouvernabilité, qui réunissent les conditions de quasi-gouvernabilité et de gouvernabilité locale.

Analyse de systèmes échantillonnés à relais avec un système à asservir non-linéaire.

Pour une classe de systèmes échantillonnés à relais avec non-linéarités additionnelles apparaissant par exemple en connexion avec la régulation extrémale de systèmes avec une caractéristique parabolique, une méthode d'analyse exacte est présentée. Elle est plus simple et s'applique à des conditions plus générales que les méthodes existantes et est bien adaptée à une évaluation numérique convenable.

La méthode s'emploie à des systèmes à asservir représentables en chaîne du type $L_T NL_S$ avec éléments linéaires L_T et L_S d'un ordre quelconque et une non-linéarité statique N avec une caractéristique parabolique. La forme des impulsions est arbitraire; impulsions rectangulaires et un retard de parcours sont compris comme cas spéciaux.

Les valeurs échantillonnées des variables d'état (coordonnées normales) répondent à un système d'équations aux différences qui est linearisé au moyen d'une transformation non-linéaire convenable. La calcul des régimes transitoires ne demande que des multiplications de matrices et l'utilisation de la condition de commutation non-linéaire en général. Oscillations périodiques sont calculées d'une manière exacte, la condition de commutation sert de condition d'existence. On calcule la valeur moyenne d'une période, par exemple la perte en pompage dans les systèmes de régulation extrémale, sans calculer l'oscillation elle-même.

La méthode était appliquée à plusieurs systèmes de régulation extrémale, notamment à tels de deuxième et troisième ordre, et donnait de bons résultats sur les oscillations permanentes, leurs régions de stabilité et sur la limitation ou la divergence des régimes transitoires.

OSCILLATIONS SOUS-HARMONIQUES DANS LES SYSTEMES A DEUX VARIABLES ET A RELAIS

S.T. Nugent

Division of Engineering Physics, Dalhousie University
Halifax, Canada

R.J. Kavanagh

Department of Electrical Engineering, University of New
Brunswick, Fredericton, Canada

Résumé

Ce rapport développe une méthode pour prévoir l'existence et les phases relatives des oscillations sous-harmoniques dans les systèmes de commande à deux variables et à relais. Le système contient un système linéaire à deux entrées et deux sorties, dont les entrées sont commandées par les relais, excités à leur tour par les signaux d'erreurs.

La méthode est essentiellement une généralisation de la méthode de Tsypkine et profite des résultats obtenus précédemment par les auteurs, pour la prédiction des oscillations forcées à la fréquence fondamentale et pour une classe des systèmes similaires.

On impose certaines restrictions au problème, qui sont les suivantes: les deux variables d'entrée, qui ne doivent pas être nécessairement sinusoidales, sont périodiques, avec les mêmes fréquences et la moyenne égale à zéro, mais peuvent différer l'une de l'autre de leurs phase et amplitude. On suppose que les relais sont symétriques possèdent l'hystérésis mais n'ont pas de zone d'insensibilité et ne sont pas nécessairement identiques. On suppose aussi qu'ils commutent deux fois par une période sous-harmonique, mais non en synchronisme. A cause de ces restrictions, seulement les sous-harmoniques d'ordre paire peuvent apparaître. La méthode est applicable à toute sous-harmonique d'ordre paire, mais l'on suppose que toutes les deux parties du système possèdent la même fréquence d'oscillations. Quant à la partie linéaire du système, elle est restreinte seulement par la hypothèse que les éléments de la matrice de transfert contiennent au moins deux pôles plus que le nombre de zéros.

La méthode est en principe une méthode graphique, mais peut aussi être appliquée à une calculatrice numérique. Théoriquement, on peut en traiter les systèmes à nombre de variables quelconque, tandis que pratiquement la méthode devient lourde pour le nombre de variables plus grand que deux.

Le rapport contient un exemple qui a été étudié au moyen de cette méthode et pour lequel, au moyen de la simulation analogique, on a vérifié, avec une bonne précision les conditions prévus des oscillations de la sous-harmonique du troisième ordre.

LES FONDEMENTS DE LA THÉORIE DES SYSTÈMES
DE COMMANDE NON LINÉAIRES À MODULATION
D'IMPULSIONS EN FRÉQUENCE ET PAR IMPULSIONS
À LARGEUR VARIABLE

Considérations sur les systèmes non linéaires impulsifs de commande automatique comportant une partie linéaire continue /N.L.C./ et modulateur non linéaire à impulsions du premier ordre /IM/. Le modulateur IM module une séquence d'impulsions carrées suivant le signe, la fréquence et la longueur, en fonction d'une combinaison linéaire des valeurs discrètes des coordonnées du système.

Les systèmes en question sont définis dans un espace de phase naturel E^m dont les coordonnées sont $x_n, x'_n, \dots, x_n^{(m-1)}$, et dans un espace de phase différentiel, dont les coordonnées sont $x_n, x_{n+1}, \dots, x_{n+m-1}$.

On définit, dans les deux espaces de phase, les équations non linéaires aux différences du mouvement et l'on détermine les relations existantes entre ces équations.

Formulation de l'analogue discret du théorème de G. La - Sallia constituant une généralisation du théorème de A.M. Ljapunov sur la stabilité asymptotique. On démontre, à partir du théorème de La - Sallia, que la fonction de Ljapunov - forme quadratique -

garantit l'obtention de conditions de stabilité des systèmes étudiés, si elle satisfait au théorème de P.V. Bromberg /c'est-à-dire si elle établit la stabilité de la partie linéaire continue/, on obtient la condition suffisante de stabilité globale de l'ensemble des états d'équilibre du système; la condition se présente sous la forme d'une inégalité transcendante, fonction d'un paramètre unique limité.

On formule également l'analogue discret du théorème de T.Yoshizawa sur la limitation maximale /dissipativité/ des systèmes impulsionnels non linéaires.

On établit, à partir de ce théorème, la méthodique à suivre pour déterminer les limites d'un ensemble asymptotiquement stable, à l'intérieur duquel aboutissent tous les trajectoires de phase du système.

Présentation d'une méthode précise de recherche des cycles limites et d'étude de leur stabilité locale, ainsi que d'une méthode de définition des paramètres du régime stationnaire du système réalisant une fonction linéaire du temps. On obtient les conditions de stabilité globale du régime stationnaire défini, à partir de la méthode directe de Ljapunov.

L'ANALYSE DES SYSTÈMES ASSERVIS NON LINÉAIRES À COURANT ALTERNATIF

W. Fieguth, D.P. Atherton
Département of Electrical Engineering
University of New Brunswick
Fredericton, N.B., Canada

Résumé

Le rapport présente une méthode pour l'analyse des systèmes asservis à courant alternatif qui possèdent un élément non linéaire dans la voie du courant alternatif. On en déduit les conditions aux quelles les fonctions de transfert linéaires dans la voie du courant alternatif peuvent être transformées et ramenées aux points se trouvant dans la partie de boucle a basse fréquence. On démontre que le processus restant de la modulation-non-linéarité-demodulation est équivalent a la nonlinéarité modifiée. On développe les propriétés de symétrie et de représentation unique de cette non-linéarité et on illustre, a l'aide des exemples, l'effet de ces propriétés sur le comportement du système.

On discute quelques régimes spéciaux de fonctionnement du système asservi non-linéaire à courant alternatif, qui ne peuvent pas être prévus par une simple analyse au moyen de la méthode de première harmonique, et on les illustre au moyen des résultats expérimentaux obtenus sur un petit système asservi à courant alternatif destiné au réglage de position.

SUR LA DISTRIBUTION OPTIMALE DES RESSOURCES

A.Ja. Lerner, A.I. Taiman

Résumé

En rapport on pose le problème d'élaboration des principes de telle distribution des ressources, où on atteindrait la plus profitable valeur du critérium, qui caractérise le résultat de la solution du problème et le processus de son obtention.

En qualité de l'objet de la commande on examine le complexe des opérations mutuellement liées, représentant le modèle d'une matrice ou d'un réseau.

Dans les cas les plus importants pour la pratique le fonctionnel Φ , qui décrit le but de la réalisation du complexe comprend les facteurs suivants: T - temps de la réalisation du complexe, R - ressources données, P - probabilité de son accomplissement pour le temps T , K - caractéristique qualitative du résultat de la réalisation du complexe des opérations. En dépendance des paramètres considérés on surgit les problèmes des différents types.

En rapport on examine les problèmes des classes TR et TP . On formule quelques tâches déterminées de la distribution optimale des ressources, on indique les aspects de leurs résolutions et on donne des exemples. On pose le problème de la commande des complexes des opérations dans les conditions de l'incertitude, on construit et examine le modèle du processus de la création du complexe et on formule les problèmes créants.

En bref on illustre les résultats en domaine examiné et on discute les voies possibles pour les recherches futures.

A.A. Voronov, V.N. Avdijskij, S.E. Loveckij
Moscou - URSS

SUR LA THÉORIE DE LA GESTION DES STOCKS

Le fonctionnement des systèmes complexes peut être considéré comme un ensemble d'actions /opérations/ orientées. L'un des aspects les plus importants des actions de commande, dans la conduite d'ensembles d'opérations, est la répartition des ressources parmi les différentes opérations.

Mais les ressources d'un système donné sont forcément limitées, et elles ne peuvent pas être envoyées dans le système à un moment et en quantités quelconques. C'est pourquoi dans la commande avec limitation des ressources, la gestion des stocks constitue une composante importante, gestion des ressources non utilisées à un moment donné et stockées dans le but d'assurer la continuité des opérations.

Le processus de conduite des opérations comporte essentiellement deux étapes: la détermination du programme optimal d'actions et la réalisation de ce programme comprenant les corrections consécutives aux écarts apparaissant en cours d'exécution.

Le présent exposé est consacré à la première partie de la gestion de stocks d'une catégorie donnée: l'établissement d'un plan optimal de gestion de stocks pour un ensemble de produits donné sortant des magasins de l'usine, ou venant de l'extérieur, pour une demande déterminée et aléatoire.

ALOTEMENT DES RESSOURCES DANS LES PROJETS MULTIPLES PAR EMPLOI DE L'AGRÉGATION DES ENSEMBLES D'OPÉRATIONS

O.G. Tchebotariév

/Moscou/

On considère une méthode de solution du problème d'alotement des ressources limitées entre les opérations d'un projet à plusieurs sujets. L'agrégation des ensembles d'opérations, c'est à-dire la substitution d'une seule opération à l'ensemble, permet de représenter la solution ou tels problèmes par les étapes successives comme suit:

1. On procède à l'agrégation de chaque ensemble, représenté par un réseau. Comme résultat, chaque ensemble est représenté par une opération. Au cours du processus d'agrégation on détermine à partir des paramètres imposés aux opérations appartenant à l'ensemble, tous les paramètres nécessaires de l'opération agrégée.

2. On résout le problème d'alotement des ressources limitées entre les opérations indépendantes /ensembles/, selon un critère d'optimisation donné.

3. On résout les problèmes d'alotement des ressources selon le nombre d'ensembles des opérations indépendantes, entre les opérations de chaque ensemble, en tenant compte des limites imposées aux ressources, déterminées à l'étape précédente.

Ainsi, le problème d'alotement des ressources limitées entre $n = \sum_{p=1}^l n_p$ opérations se réduit à la solution de 1

problèmes d'alotement des ressources entre n_p , $p = 1, 2, \dots, l$ opérations, où n_p - nombre d'opérations dans l'ensemble numéro p , l - nombre d'ensembles indépendants de point de vue de technologie dans le projet multiple.

On décrit la méthodologie générale du problème d'alotement et les étapes du processus d'agrégation.

On a étudié la méthode d'agrégation optimale pour le cas où les vitesses de réalisation de chaque opération sont les fonctions linéaires des quantités des ressources destinées à cette opération.

COMMANDE OPTIMALE DES COMPLEXES DES OPÉRATIONS
V.N.Bourkov

Résumé

On examine le problème de la distribution des ressources d'un type. Il y a un complexe de N opérations, dont l'ordre nécessaire est déterminé par le réseau. La vitesse de chaque opération est la fonction en puissance de la quantité des ressources.

Il faut déterminer la distribution des ressources par chaque opération pour que le complexe réalise pour le minimum de temps considérant que la quantité des ressources soient limitées.

On a été démontré les caractéristiques suivantes de la solution optimale du problème:

a) la quantité des ressources de chaque opération ne change pas au cours de son exécution,

b) la quantité des ressources forme le courant du réseau, qui illustre l'ordre nécessaire de l'exécution des opérations,

c) la solution optimale du problème correspondre la trajectoire de la longueur la plus courte, liant deux points d'une certaine domaine de l'espace de la dimension q , où q - dimension du réseau.

Soit τ_i^* - temps des opérations de solution optimale du problème de la minimisation de la quantité des ressources N pour le temps fixé T de l'exécution du complexe.

Déterminons le problème de la minimisation des dépenses S pour le temps T en comptant les dépendances des dépenses

S_i pour le chaque opération de l'exécution dépendante de temps τ_i de son exécution comme suit: $S_i(\tau_i) = W_i/\tau_i^{\alpha_i}$, $\alpha_i > 1$ où W_i - volume de l'opération i .

On a démontré, que τ_i^* déterminent la solution optimale du problème donné (cette tâche du type PERT-COST).

Outre les méthodes connues de la résolution de problème donné ou le problème de la distribution des dépenses (selon le résultat du point 3 la solution un de ces deux problèmes on peut obtenir, sachant la solution de l'autre) on propose

le nouvel algorithme, qui est l'algorithme de la détermination de la trajectoire la plus courte entre deux points de la domaine de la dimension q .

M.K. Babunašvili /Tbilisi/,

S.S. Naumov /Moscou/

URSS

SUR CERTAINS PROBLÈMES DE CONTRÔLE ET LES
PRINCIPES D'ÉTABLISSEMENT D'UNE STRUCTURE
HIÉRARCHIQUE OPTIMALE DE COMMANDE, DANS
LES SYSTÈMES A FONCTION - OBJECTIF DONNÉE

Considérations sur une classe de sous-systèmes de commande à fonction - objectif donnée, pour lesquels on propose un algorithme de détermination du pas d'échantillonnage, et une formule d'évaluation de la quantité d'interrogations prophylactiques, fonction des caractéristiques des sous-systèmes.

Description d'un système comportant des sous-systèmes analogues subordonnés à un organe de commande de niveau plus élevé. On formule l'hypothèse que le nombre d'interrogations indispensables à la commande va diminuant avec l'élévation du niveau, dans la hiérarchie. La limitation ainsi définie sur le système conduit à la définition de la condition nécessaire d'optimalité d'une structure hiérarchique. On démontre que la condition ainsi obtenue est également suffisante, au sens local du terme.

A.P. Šorygin
Moscou - URSS

LES TRANSDUCTEURS ÉLECTROCHIMIQUES -
PROPRIÉTÉS COMPARÉES, CARACTÉRISTIQUES
PRINCIPALES ET DOMAINES D'APPLICATIONS

Les nouvelles fonctions des systèmes de contrôle et de commande automatiques conditionnent les caractéristiques des capteurs et convertisseurs d'information que sont: la réduction du niveau et de la fréquence des signaux d'entrée, la réduction de la consommation de puissance, l'obtention directe de codes désirés, sans l'intermédiaire de convertisseurs additionnels, etc. Il est donc, entre autres, nécessaire de déterminer les plages de valeurs caractéristiques des paramètres des transducteurs électrochimiques et des transducteurs fonctionnant à partir d'autres principes, quant à l'évaluation des domaines d'applications.

Le présent exposé traite des traits caractéristiques et des avantages des organes intégrateurs électrochimiques, pour des temps d'intégration importants, des plages de temps d'intégration caractéristiques et des erreurs - pour les divers types d'intégrateurs à sorties tant analogique que discrète; on passe également en revue les redresseurs à diodes pour très faibles courants à fréquences ultra-basses, les composants à résistance négative, et les organes de calcul de la racine carrée, dans la gamme des fréquences ultra-basses.

Sont également données les caractéristiques des triodes électrochimiques de voie à phase solide, utilisées comme éléments analogiques de mémoire à lecture non destructive, dans les systèmes adaptatifs de commande, les filtres commandés, les amplificateurs, etc.

Présentation des capteurs de faibles pressions, électrochimiques non résonants, des capteurs de faibles gradients de pression à fréquence ultra-basse, destinés à fonctionner aux pressions statiques très élevées; des capteurs de faibles déplacements, vitesses et accélérations linéaires et angulaires, ainsi que des capteurs électrochimiques, conductométriques et galvaniques utilisés dans l'analyse de la composition des matériaux.

THÉORIE ET APPLICATIONS D'UN CAPTEUR À ELECTROLITE SOLIDE À OXYGÈNE

S.J. Lawrence, H.S. Spacil, D.L. Schroeder
General Electric Co

Bioxyde de zirconium chauffé à la température excédante 600°C devient brusquement moins résistant au courant électrique, et particulièrement conductible pour les ions d'oxygène. La tension est générée selon l'équation de Nernst. On discute la théorie de ce capteur à oxygène. On décrit les applications pratiques à la recherche et à la production.

RÉSISTANCE MOS-FET RÉGLÉE PAR LA TENSION

H. F. Storm

General Electric Research Development Center
Schenectady, N.Y., U.S.A.

Résumé

On démontre comment on peut linéariser une résistance non-linéaire MOS-FET et comment on peut l'utiliser pour le réglage des circuits à courant continu ou alternatif sans introduire des distortions. En étant une résistance électrostatique, le MOS-FET possède une résistance d'entrée élevée /plus que 10^3 ohms/ et nécessite une très petite puissance de commande /moins que $1 \mu W$ / . Les exemples d'applications de MOS-FET sont: les minuteries à long-temps, les circuits R-C à constante de temps variable, les atténuateurs réglés par la tension électrique, les asservissement adaptatifs, multiplieurs, amplificateurs et modulateurs.

Comme exemple pratique, on décrit un MOS-FET linearisé appartenant à un circuit de décalage de phase pour le réglage des thyristors etc.. avec la plage des fréquences s'étendant des fréquences d'alimentation jusqu'aux 200 kHz. On montre les données expérimentales de l'angle de décalage de phase en fonction de la tension de commande de grille. Le rapport s'achève par les oscillogrammes de la tension de sortie du décaleur de phase.

ORGANES DE RÉGLAGE ÉLECTROSTATIQUES À SOLIDE, FONCTIONNANT SUR LES PRINCIPES PIÉZOÉLECTRIQUES

F.L. N-NAGY, Dip. Eng., C. Eng., MIEE
Electrical Engineering Departement
University of Salford,
Angleterre

Une nouvelle génération des organes de réglage électrostatiques à haute impédance est actuellement à la portée, et permet de suppléer la gamme actuelle des organes électromagnétiques à basse impédance. L'incompabilité véritable de ces organes aux organes classiques est avantageuse à cause de l'absence de l'interaction et en conséquence, de leur indépendance des perturbations électromagnétiques indésirables.

L'article décrit les nouveaux organes de réglage final destinés à l'application aux servomécanismes. Comme les exemples on a les organes bimorphes à flexion et à torsion, les moteurs à cristaux, par exemple les moteurs tournants à deux phases /un pont, à deux phases/ deux ponts, et à quatre-ponts, les vannes hydrauliques et pneumatiques, tout ceci fonctionnant sur le principe électrostatique/ piézoélectrique.

Les tiges à flexion et à torsion peuvent être mises ensemble en une seule construction afin de former un bimorphe à flexion et à torsion fonctionnant en un mouvement composé. Le principe fondamental du fonctionnement des organes de réglage final repose sur la nouvelle application de l'effet piézoélectrique converse dans le cristal, c'est à dire est basé sur la déformation mécanique produite dans la structure du cristal par le champ électrostatique réglé.

On présentera l'application des divers organes de réglage piézoélectriques à cristaux aux systèmes de commande actuels. On décrira la première application d'un organe à cristal comme d'une pièce du système de commande de position d'une tête magnétique dans une mémoire de calculateur. Le fonctionnement de ce système tend à réduire les irrégularités de gauchissement, de balancement et de trémoussement entre la tête magnétique multiple et la bande magnétique de une pouce de largeur. La régulation a eu pour son effet la réduction de 20 - 30 dB de gau-

chissement pour les fréquences 0 - 100 Hz. L'application des transducteurs à cristaux aux systèmes de commande de la mémoire s'avère d'être particulièrement prometteuse, puisque la compensation des variations de vitesse, de tension et de position peut être effectuée par un seul servomécanisme de la tête magnétique. Ainsi, un seul asservissement peut remplacer plusieurs asservissements séparés.

On discutera théoriquement un organe final bimorphe flexural, et on développera ses fonctions de transfert. Les constructions composées, c'est à dire les éléments multimorphes, plus commodes pour l'application aux organes des asservissement, sont actuellement en cours de développement.

**COMMANDE DE POSITION ABSOLUE ULTRA-RAPIDE ET PRECISE
A L'AIDE D'UNE GRILLE OPTIQUE A VOIES MULTIPLES**

par

A. RUSSELL

National Engineering Laboratory, East Kilbride, Glasgow

L'auteur expose une méthode d'obtention des données de position absolue sous forme analogique à partir de grilles optiques à voies multiples. Des critères de précision d'interpolation de différents systèmes sont étudiés et des moyens permettant de les réaliser sont proposés. Le transducteur sans friction peut être employé dans des appareils de positionnement numériques à grande vitesse.

SONDE DE TEMPERATURE AVEC UN ÉCRAN DE RADIATION REGLÉ PAR UN ASSERVISSEMENT

H.A. Trucco

Résumé

Les mesures de température d'un flux de gaz à haute température par l'immersion d'une sonde à thermocouple blindée entraînent une erreur systématique causée principalement par les pertes de chaleur causées par la radiation. Cette erreur est caractérisée par un facteur de recouvrement de la sonde, qui est plus petit que un.

Après une revue des techniques actuelles des mesures de hautes températures, on décrit une sonde nouvelle. Cette sonde est munie d'un écran de radiation, dont la surface interne est un chauffeur à résistance alimenté et réglé par un servomécanisme électronique - de manière à améliorer la réponse transitoire de la sonde et à minimiser l'erreur de radiation dans le régime permanent.

On discute et analyse, au moyen du calcul à la machine analogique, les équations décrivant le système, pour obtenir ainsi les conditions de stabilité et le comportement transitoire.

On a obtenu les solutions pour une thermocouple utilisée dans les avions supersoniques pour une température moyenne de 2000°F. La sonde proposée ne manifeste aucune erreur de radiation dans le régime permanent. Le système proposé agrandit la vitesse de réponse de la thermocouple blindée standard par le facteur de 333. Ainsi, durant 3 millisecondes la sonde atteint le niveau de 99% de l'amplitude de l'entrée en échelon.

Algorithme rationnel de la commande de l'état thermique
du haut fourneau en cas d'utilisation des machines numériques.

E.L.Soukhanov, V.S.Chvidky, B.I.Kitaev, U.G.Yarochenko,
U.N.Ovtchinnikov, V.G.Liczenko. (L'Institut Polytechnique
Ouralien, Sverdlovsk, URSS).

L'autonomie révélée des échanges thermiques des zones supérieure et inférieure du haut fourneau a suscité la nécessité d'évaluer à part leurs états thermiques.

En qualité de paramètre généralisé de l'état thermique de la zone supérieure du haut fourneau c'est l'index i_g qu'on propose et pour celui de la zone inférieure c'est l'index i_n qui est proposé. Ces paramètres sont évalués une fois par cycle de charge du fourneau en se basant sur l'information ordinaire de la marche du processus technologiques.

Il est à recommander d'envisager le haut fourneau comme deux objets à régler qui sont réciproquement liés mais indépendants à leurs propres caractéristiques statiques et dynamiques. L'analyse de ces caractéristiques fait ressortir la possibilité réelle de la choix d'ensembles de facteurs de commande dont l'influence générale sur le régime thermique du four possède un effet nécessaire local. Il est à tenir compte de la statique et de la dynamique des processus transitoires des deux objets de commande.

Chaque effet de commande est un programme défini de changements nécessaires discrets de la température et de l'humidité du vent d'une part, de l'enrichissement du vent en oxygène et de la dépense du combustible injecté d'autre part. Les considérations économiques se proposent une diminution de dépense spécifique du coke. C'est la machine numérique qui est chargée de toutes les opérations calculatrices.

Cet ouvrage démontre la possibilité de principe de la stabilisation de l'optimisation de l'état thermique du haut fourneau moderne fonctionnant au vent combiné. On donne un schéma-bloc du système d'automation qui réalise l'idée d'optimisation du processus du haut fourneau cité dans ce rapport; celle-ci n'étant réalisée qu'à la condition du contrôle séparé et de la stabilisation locale du régime thermique des zones supérieure et inférieure du four.

L'OPTIMALISATION DYNAMIQUE DU PROCÉDÉ DE FABRICATION
DE L'ACIER DANS UN FOUR A ARC

Résumé

Présentation de la conception du projet technique et des résultats expérimentaux provisoires de la commande optimale du procédé de fabrication de l'acier, dans un four à arc. L'indice de qualité retenu du procédé a été le coût unitaire de la fabrication de l'acier qui prend en considération le coût de l'énergie électrique avec le coût temporel. Le modèle mathématique du processus était représenté sous forme d'un système d'équations différentielles normales. Le problème théorique de l'optimalisation du procédé a été résolu sur la base du principe du maximum. Les auteurs proposent une extension du problème dans le sens de l'optimalisation simultanée d'un groupe de plusieurs fours à arc, avec la prise en considération des contraintes existantes.

Description des solutions techniques retenues, quant à la réalisation des systèmes optimaux de commande en boucles ouverte et fermée, et présentation des résultats obtenus lors de coulées expérimentales basées sur des algorithmes optimaux de commande.

Fonctionnement optimal de fourneaux cowper

par H. Kwakernaak, P. Tijssen, R.C.W. Strijbos

Résumé

L'enquête porte sur l'optimisation dynamique du système parallèle en position décalée de fourneaux cowper. On admet que le fonctionnement est stationnaire et périodique et l'état optimal est exprimé en fonction de l'efficacité thermique. Les équations d'optimisation sont formulées et une méthode de calcul numérique est développée. Les résultats numériques sont donnés et comparés à ceux de deux types de fonctionnement en série. On constate que le fonctionnement parallèle en position décalée des fourneaux n'est pas très critique et que, du point de vue thermique, il est plus efficace que le fonctionnement en série.

Emploi d'un ordinateur pour le control des fours de rechauffement a 5 zones

Alors que, dans les aciéries les plus modernes un ordinateur assume entièrement le control du laminage, les fours de rechauffement préparant les brâmes chaudes destinées au laminage sont controlés manuellement.

Une étude a été entreprise, afin d'étendre au four le control par l'ordinateur, en vue d'arriver à un control intégré des laminoirs.

L'objectif principal de cette étude était le control d'une part du réchauffement des brames à l'intérieur du four et d'autre part de la température des brâmes à l'entrée du laminoir, dans le but de réduire les tolérances réalisées manuellement et avec comme objectif secondaire, la réduction de la consommation de carburant.

Ce rapport décrit l'étude, le fonctionnement, le développement et l'application d'un dispositif de control permettant d'atteindre le premier objectif.

Les points suivants y ont tout d'abord décrits brièvement:

- l'ordinateur de control,
- l'exercice d'enregistrement des mesures intéressant le control,
- l'instrumentation particulière installée sur le four,
- la mise au point d'un modèle mathématique statique, et les expériences spéciales effectuées sur le four pour vérifier la validité de ce model.

Les différentes étapes du projet sont ensuite décrites comme suit:

- un programme complet destiné à relever les mesures enregistrées en cours de fonctionnement a été mis au point, de façon à obtenir des informations détaillées sur le comportement du four.
- pour la même raison, le choix de l'emplacement et l'installation de pyromètres à radiations ont été effectués avec soin afin de mesurer la température des brâmes.
- les variables de fonctionnement du four furent alors enregistrées pendant de longues périodes, dans des conditions normales et dans des conditions perturbées.
- une analyse ultérieure de ces enregistrements montra qu'il était possible d'utiliser un model dynamique linearisé du type considéré par Box et Jenkins nommé

$$(1 + a_1 \nabla + a_2 \nabla^2) X_{t+p} = k + g (1 + b_1 \nabla + b_2 \nabla^2) X_t$$

avec quelques modifications minimales:

De manière à corriger les perturbations inconnues ou non mesurées, une fonction bruit de la forme

$$Z_t = \epsilon_t + \gamma_1 \sum_{i=0}^{\infty} \epsilon_{t-i}$$

a été utilisée.

Ce traitement théorique conduisit à une système de control conventionnel du type 'prédiction et correction'.

Une certain nombre de methodes furent étudiées dans le but d'estimer les paramètres de ce model. La méthode des moindres carrés associée aux techniques de corrélation et d'autocorrélation s'avéra être la plus pratique et produisit les meilleurs résultats.

Ce document conclut en donnant une liste des résultats obtenus, en indiquant la qualité du control achevé et en décrivant les travaux et développements en cours, entrepris dans le but de parvenir à contrôler la température d'un bout à l'autre du laminoir.

J.W. Beeston, B.Sc. /Eng./
Department of Electrical Engineering
Queen Mary College
London - ENGLAND

LA COMMANDE EN TEMPS MINIMAL,
EN BOUCLE FERMÉE, D'UNE CHARGE SUSPENDUE.
ÉTUDE DE PROJET

La commande en temps minimal d'une charge suspendue est d'une importance pratique dans le déchargement, à l'aide d'un pont roulant, de la cargaison en vrac d'un navire, par exemple dans le cas de minéral de fer. La stratégie de commande en temps minimal permet une bonne approximation par rapport aux actuelles exigences économiques, et un positionnement précis de la charge, en évitant des pertes. Les calculs de plusieurs schémas en boucle ouverte ont été publiés, mais les circuits considérés ne permettent pas de traiter le problème pour une large gamme de conditions initiales, en particulier lorsqu'on a une charge animée d'un mouvement pendulaire. Cette difficulté est résolue dans la présente étude par l'emploi d'une boucle fermée ou par actualisation de la réalisation en boucle ouverte.

La commande optimale, comme fonction du temps, est basée sur l'application du principe du maximum de Pontrjagin à un modèle simple de système, avec caractéristiques dynamiques linéarisées et limitation du signal de commande, pour un groupe nominal des conditions initiales. Une modification de l'analyse de la sensibilité permet alors d'obtenir une solution consistant en une représentation exacte de la dynamique du système, en tenant compte de

la longueur du câble, variable dans le temps, et du retour en vitesse non linéaire du mouvement de la traverse. La commande optimale pour différentes conditions initiales intéressantes, est déterminée en utilisant la technique conventionnelle de Newton-Raphson.

Une équation algébrique non linéaire est établie pour l'entrée de commande /quatre variables d'état/, par la mise en oeuvre de l'analyse à régression multiple non linéaire, et en introduisant un mécanisme d'apprentissage. La même technique est utilisée pour obtenir l'équation régissant les temps de commutation de la variable de commande en fonction de l'état initial. Chaque équation peut être utilisée dans le système pratique, mais la dernière permet de meilleures performances et une réalisation plus facile.

Les résultats de simulations analogique et digitale sont donnés, en mettant en évidence l'amélioration des performances par rapport au schéma conventionnel utilisant des boucles de retour linéaires relativement aux variables d'état.

Mgr inż. Roman Górecki
Katedra Automatyki i Elektroniki Przemysłowej
Akademia Górniczo-Hutnicza
Kraków, al. Mickiewicza 30

Commande "temporaire-optimale" du travail
=====
d'une grue avec une considération spéciale
=====
de la réalisation pratique
=====

Resumé

La réalisation de la commande temporaire-optimale rencontre de grandes difficultés au point de vue de la détermination de la fonction de la commande comme aussi dans la réalisation pratique. On n'introduit ce type de la commande que rarement et le gain, en ce cas, n'est que minime.

Dans ce rapport on a présenté une commande suboptimale du travail d'une grue. Elle montre beaucoup d'avantages par rapport à la commande optimale. Grâce à une analyse de la commande optimale on a gagné la commande suboptimale. On a considérablement simplifié la fonction de la commande par de petites pertes de la vitesse du fonctionnement.

La commande, de telle manière présentée et au dessus proposée, est basée sur des résultats qu'on a obtenus par la commande d'une grue-modèle.

Automatisation complexe de la section Hauts
fourneaux - Bande d'agglomération - Dépôts
de matières premières des usines sidérurgiques
intégrées de Galati à l'aide d'un ordinateur

Un ordinateur industriel a été installé à la section hauts fourneaux des Usines Sidérurgiques intégrées de Galati, ayant pour but de réaliser l'automatisation complexe de l'ensemble haut fourneau - bande d'agglomération-dépôts de matières premières.

Pour le haut fourneau, l'ordinateur réalise le contrôle des données d'entrée, le protocole de la charge, la correction des quantités de matières premières de la charge et d'optimisation du procès thermique par l'utilisation d'un model mathématique.

Par la bande d'agglomération, l'ordinateur réalise le contrôle des données d'entrée et l'optimisation de la vitesse de la bande.

Pour les dépôts de matières premières, l'ordinateur rédige le protocole des opérations de transport et le protocole de bilan de matières premières selon les sortiments et les points de dépôt.

L'installation en question est décrite sommairement. Le résumé des données d'entrée de l'ordinateur est suivi d'une courte présentation des programmes utilisés.

Jun-ishi Baba, Shigeo Hayashi, Kaoru Ishida
Mitsubishi Electric Corporation, Amagasaki -
JAPON

LA COMMANDE "EN LIGNE" DE LA TENSION
ET DE LA PUISSANCE RÉACTIVE, DANS LES SYSTÈMES DE
PRODUCTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Lorsque la demande en énergie électrique est satisfaite, c'est la qualité de l'énergie fournie qui entre en jeu. La "qualité de l'énergie fournie", c'est-à-dire principalement la fréquence et la tension.

Il existe toute une gamme de méthodes et d'appareils de réglage automatique de la fréquence. Cependant les systèmes automatiques de réglage de la tension /var dispatching/ n'ont été que peu étudiés.

Le réglage de la tension et de la puissance réactive, a été jusqu'ici obtenu au moyen de régulateurs automatiques de tension des générateurs et condensateurs synchrones, de commutateurs de prises sous charge, de capacités et inductances en dérivation, logées en divers points et actionnées à la main, ou avec un appareillage automatique conventionnel. C'est pourquoi, il est très difficile d'obtenir un réglage associé de tous ces dispositifs, dans les systèmes d'énergie électrique.

Le présent rapport présente l'appareillage /AQC/ et le système de commande permettant de résoudre le problème en question, ainsi que les résultats d'essais en cours d'exploitation.

Etude, essais en usine et essais initiaux
sur chantier des systèmes de commande et
d'instrumentation d'une centrale électrique
thermique par ordinateur

par J.H. Osborn M.F. Delahunty P.R. Maddock & C. Ayers.

RESUME

L'exposé explique les raisons qui entraînent l'utilisation des systèmes de commande et d'instrumentation par ordinateur pour chaque ensemble de générateur de turbine/chaudière de 500 MW dans une centrale de 2000 MW au mazout.

Tout d'abord, l'exposé évalue les possibilités qu'offre un tel système puis discute la construction et les méthodes de programmation adoptées pour l'intégration du système central à la station principale. Cet exposé décrit en particulier les solutions qui ont été adoptées pour la liaison du système et explique de manière détaillée les méthodes utilisées pour le transfert des données entre le personnel d'étude du projet, les entrepreneurs de la centrale principale les fournisseurs du système central et leurs programmeurs.

L'exposé décrit ensuite l'essai en usine des modules et sous-systèmes individuels puis explique de manière détaillée les méthodes d'essais du système en usine. A cet effet, il est nécessaire de mentionner les procédés nécessaires pour l'essai du programme y compris la simulation de la centrale lors de cette phase d'essai importante.

Après avoir indiqué l'installation initiale sur chantier du système l'exposé explique les méthodes de mise en service de la centrale principale en utilisant le système de commande ainsi que le programme.

L'exposé se termine par un résumé des leçons gagnées par ce projet qui ont été appliquées lors du projet suivant qui constitue un état avancé d'études et de réalisations .

J.R. Kosorok
Battelle Memorial Institute
Pacific Northwest Laboratory
Richland, Washington, - USA

UN PROGRAMME D'APPLICATION POUR
LA COMMANDE PROGRAMMEE ET L'APPAREILLAGE DE
MESURE ET DE CONTROLE D'UN REACTEUR NUCLEAIRE

Un calculateur numérique a été incorporé à l'appareillage de mesure et de contrôle, et au système de commande d'un réacteur nucléaire. Le système de chauffage électrique du réacteur d'essai, d'une puissance nominale de 384 kW, permet de le porter à une température de 1000°C. Le modérateur en graphite baigne dans une atmosphère d'azote sous pression, afin d'éviter toute oxydation. Le calculateur numérique commande directement les systèmes de chauffage et de maintenance de l'atmosphère d'azote, et fournit des consignes d'exploitation au personnel de service du réacteur.

La commande des quatre boucles fermées du système de chauffage est programmée sur calculateur. Le modèle digital de base du régulateur à actions proportionnelle et intégrale, a été modifié pour obtenir les propriétés suivantes:

1. aide au réglage du régulateur,
2. normalisation du signal du transducteur et
3. compensation des non linéarités du processus.

Les autres propriétés du système de commande entraînent une réduction des erreurs de l'opérateur, au démarrage et en cours de fonctionnement des systèmes de chauffage et de contrôle du circuit d'azote.

Une des caractéristiques de l'élaboration des program-

mes de commande, est un emploi très large de la simulation hybride.

REALISATION DE LA COMMANDE AUTOMATIQUE

D'UNE INSTALLATION BASEE SUR L'EMPLOI

DE CALCULATEURS NUMERIQUES

par

J.C. JACQUIN - C. LEROY
SOCIA

R. LEVEQUE
C.E.A.

G. THOMAS
C.I.I.

J.C. BEDIQU
EdF

La communication décrit la réalisation de l'automatisme complet d'une Centrale Nucléaire (centrale nucléaire des Monts d'Arrée EL.4) assurant à la fois les actions logiques et les actions de régulation.

L'organisation de cet automatisme est exposée et les raisons de la répartition des fonctions entre l'automatisme par calculateur et l'automatisme câblé sont indiquées. Il est ensuite fait plus particulièrement mention de l'organisation de l'automatisme par calculateur qui présente plusieurs caractères originaux. La structure logique de l'automatisme est décrite, ce qui nécessite de donner la définition précise des états pris par chacun des constituants avant d'exposer l'organisation des différents programmes exécutés par le calculateur.

Ces programmes possèdent un grand nombre de caractères communs (modularité, répétitivité, facilité de codage et de modifications, brièveté, langage), qui ont facilité leur réalisation. Ceci a conduit à exploiter dès son démarrage initial la Centrale Nucléaire des Monts d'Arrée en utilisant les possibilités offertes par l'automatisme ; l'application de cette organisation à des installations autres que nucléaires est évidemment possible.

EXPERIENCE SUR LA REGULATION AUTOMATIQUE DE LA PRODUCTION
D'ENERGIE ELECTRIQUE DANS UNE REGION RESTREINTE
DU RESEAU DU C.E.G.B.

par

F. Moran et J. N. Frewett
(Central Electricity Research Laboratories)

La régulation de la production d'énergie électrique dans une région quelconque exige des calculs importants effectués sur des ordinateurs 'en ligne', calculs liés à la prédiction de la demande et à la programmation pour la répartition la plus économique des charges parmi les turbo-alternateurs en service, tout en assurant la sécurité du réseau dans le cas d'indisponibilité imprévue d'une ligne de transport et la satisfaction de la demande d'énergie dans le cas d'indisponibilité d'un des turbo-alternateurs. Dans un domaine restreint du réseau britannique on a fait des expériences en employant un ordinateur en ligne pour prévoir la demande d'énergie et pour répartir la charge sur 31 turbo-alternateurs. La production de chaque groupe a été commandée directement par l'ordinateur par voie d'un régulateur.

Après avoir rappelé le schéma expérimental, les auteurs commentent les résultats. Le comportement du système de commande automatique s'est avéré supérieur à celui de la régulation manuelle dans le sens que les coûts d'exploitation et les réserves de production ont été réglés entre des limites plus étroites. Cependant il a été impossible de démontrer quantitativement qu'il y ait une amélioration économique, à cause des difficultés de mesure associées aux variations journalières de la demande et de la topologie du réseau.

Exploité en flotage, le système s'est montré stable et capable d'un réglage de fréquence plus serré. On a rencontré des difficultés d'ordre pratique liées à la détermination des contraintes d'exploitation auxquelles doit satisfaire la programmation et à la mise à jour de ces données dans l'ordinateur. L'ingénieur du dispatching avait assuré la surveillance

du programme d'exploitation au moyen d'un affichage sur écran oscillographique. Il faudrait apporter des améliorations aux méthodes de communication entre opérateur, ordinateur et affichage.

J. Preminger, G.L. Park
USA

L'ANALYSE DE LA STABILITÉ DYNAMIQUE D'UN SYSTÈME DE PRODUCTION D'ÉNERGIE SOUMIS À DES VARIATIONS DE CHARGE DÉTERMINISTES

La réponse dynamique d'un système de production d'énergie électrique comportant dix générateurs, est simulée sur calculateur numérique à l'aide du langage de simulation COBLOC pour calculateur hybride. Les modèles de la tranche, ou de la transmittance, sont établis pour chaque turbogénérateur, et les effets du couple de synchronisation entre les générateurs sont calculés à partir des données de la charge. La réponse dynamique étudiée est celle qui est due aux faibles variations de la charge, qui ne sont pas le résultat de changements de la configuration du réseau de transport, et qui n'entraînent pas d'instabilité transitoire. L'appareil de mesure utilisé pour la vérification des résultats de la simulation, est décrit; les extensions incluant l'atténuation de glissement et les installations de pompes et les réservoirs, sont également discutées.

REGLAGE ADAPTATIF DE RESEAUX INTERCONNECTES

Résumé

Le réglage des puissances d'échange entre réseaux électriques interconnectés s'effectue selon le principe bien connu du réglage fréquence-puissance.

Il paraît approprié de prendre la température du câble de la ligne d'interconnexion comme critère de l'ajustement optimal du régulateur de réseau.

En vue de réduire à un minimum le travail de réglage des centrales asservies au réglage, des fluctuations importantes peuvent être tolérées, pour autant que les fluctuations de la température, limitées par l'inertie thermique du câble, n'atteignent pas une valeur critique.

Quand la valeur moyenne de la puissance d'échange est faible, des fluctuations importantes de la température du câble peuvent être tolérées ; dans ce cas, on peut admettre une réaction lente du système de réglage.

Quand au contraire la valeur moyenne de la puissance d'échange est élevée, en régime troublé où à la suite d'une perturbation affectant le réseau, une réponse rapide du système de réglage est requise pour éviter une surcharge et une température excessive de la ligne d'interconnexion.

Mettant à profit les méthodes d'analyse de la statistique dynamique, ce rapport expose les principes d'un dispositif de réglage adaptatif des puissances d'échange d'un réseau électrique.

Il indique comment, selon quelles règles, il faut modifier les

caractéristiques dynamiques du régulateur, en fonction de la charge de la ligne d'interconnexion et en cas d'urgence ; différentes méthodes permettant de reconnaître ces cas d'urgence sont présentées.

L'efficacité du système adaptatif présenté est illustrée par des essais sur modèle au moyen d'un ordinateur hybride analogique-numérique.

μ STABILITE ET SYSTEMES PARAMETRIQUES

C. LEFEVRE - A. RAULT

Cet article présente un nouveau concept de stabilité, qui appliqué à une classe de systèmes paramétriques, permet d'établir un critère géométrique. Ce critère est aisé d'emploi et les résultats sont comparés à ceux obtenus par les critères classiques. Cette notion de stabilité fait appel au principe de contraction et à la notion physique de dissipation de puissance.

DÉVELOPPEMENT DES MÉTHODES
DE LINÉARISATION HARMONIQUE

Il existe une classe relativement importante de systèmes automatiques non linéaires pour lesquels la méthode d'analyse harmonique ne donne pas de résultats corrects. On propose une nouvelle variante de la méthode du premier harmonique qui aboutit à des résultats confirmés, lors du projet de systèmes non linéaires, par des calculs précis.

L'essentiel de la méthode proposée consiste à linéariser la non linéarité sous forme d'un système apériodique du premier ordre à constante de temps et coefficient d'amplification variables. Lors de l'étude des régimes transitoires, l'équation du système comporte des termes qui sont fonction des caractéristiques recherchées du régime transitoire.

La variante de la méthode du premier harmonique présentée serait plus proche du sens physique du problème traité et donnerait des résultats mathématiquement plus corrects.

THEOREMES SUR LA PRESENCE D'OSCILLATIONS CYCLIQUES BASES SUR LA METHODE DE LA FONCTION DE DESCRIPTION

par

Jacek Kudrewicz

Instytut Automatyki PAN, Warszawa, Pologne

On analyse un système non linéaire avec contre-réaction décrit par l'équation

$$x(t) = \int_0^{\infty} u(t - \tau) dh(\tau) + z(t); u(t) = [Fx](t) \quad (1)$$

où $h(t)$ - est une fonction à variation limitée décrivant la partie linéaire stationnaire du système, F - un opérateur transformant l'espace des fonctions cycliques en elles-mêmes et caractérisant l'élément non linéaire, $z(t)$ - la fonction cyclique excitant le système. Pour une analyse approchée d'oscillations cycliques dans un système (1) on utilise couramment la méthode de la fonction de description. On donne deux théorèmes de base sur l'existence de solutions cycliques de l'équation (1) dans une proximité définie de la solution approximative obtenue par la méthode de la fonction de description. Le premier théorème s'applique à des systèmes non autonomes, dans lesquels la fréquence des oscillations est déterminée par l'excitation $z(t)$. Le second s'applique à des systèmes autonomes, dont il faut définir la fréquence d'oscillation. Pour démontrer ces théorèmes on utilise l'idée de transformer l'équation (1) (avec un opérateur compact) en une équation dans un espace bi-dimensionnel et à appliquer à cette dernière la méthode topologique de rotation du champs vectoriel. Ces deux théorèmes sont illustrés par des exemples, dans lesquels l'espace de Banach contenant la solution est choisi conformément à la forme de l'opération F . Un des exemples est donné pour un système contenant un élément non-linéaire à caractéristique discontinue.

Ronald G.Sea, André G.Vacroux - Assistant Professor
Dept. of Electrical Engineering
Illinois Institute of Technology
Chicago, Illinois 60616
USA

L'ANALYSE STATIQUE DES SYSTÈMES NON LINÉAIRES ET LES
GAINS ÉQUIVALENTS A ENTRÉES MULTIPLES
/MULTIPLE INPUT DESCRIBING FUNCTIONS - M.I.D.F./

L'approximation du premier harmonique est considérée comme un cas particulier du problème plus général de la détermination de l'amplitude d'une composante de fréquence donnée, à la sortie d'une non linéarité univoque, avec entrée à fréquences multiples. En employant respectivement les séries, la transformation de Fourier et les séries de Fourier pour représenter la caractéristique non linéaire entrée - sortie, on obtient trois formules définissant l'amplitude d'une composante de fréquence donnée, à la sortie. La formule basée sur la représentation de la non linéarité au moyen de séries de Fourier, est présentée en détail, avec une discussion sur les techniques numériques permettant un calcul très rapide des amplitudes de sortie.

Une représentation exacte et une approximation numérique effective du gain équivalent à entrées multiples /M.I.D.F./ sont présentées comme, un cas particulier important des méthodes mentionnées, en théorie de la commande automatique.

Les méthodes en question sont généralisées pour les cas où les fréquences d'entrée sont des harmoniques.

On démontre que la formule pour les amplitudes de sortie, est donnée par des séries de Fourier /en accord avec la phase de l'entrée/, dont les coefficients sont fonction des seules amplitudes d'entrée.

Comme la série en question converge rapidement, un calcul numérique efficace est possible.

Les gains équivalents, pour les problèmes à entrées harmoniques multiples, constituent des cas spéciaux de la méthode en question.

Le gain équivalent à deux entrées sous-harmoniques /Dual Input Describing Function - D.I.D.F./ est considéré, ainsi que le rapport existant entre ce dernier et le gain D.I.D.F. pour des fréquences d'entrée non corrélées. On donne les courbes caractéristiques ainsi que les méthodes numériques utilisées pour leur calcul. La troisième sous-harmonique du système est étudiée au moyen de ces courbes.

P.K. Rajagopalan, Yash Pal Singh.

ANALYSE DES OSCILLATIONS HARMONIQUES ET
QUASI-PÉRIODIQUES, DANS LES SYSTÈMES A
AUTO-OSCILLATIONS FORCÉES

Présentation d'une méthode simple d'étude d'oscillations quasi-périodiques dans un système non linéaire à auto-oscillations forcées, comportant une non linéarité impaire univoque. La méthode suppose que le signal d'entrée de la non linéarité peut être représenté par les composantes fondamentales d'oscillations libres et forcées non synchronisées; la méthode en question utilise le gain équivalent à deux entrées de l'élément non linéaire, pour les fréquences non mesurables, en liaison avec le diagramme universel. La méthode proposée, particulièrement indiquée dans l'étude des phénomènes de synchronisation et de décrochage de synchronisation, est illustrée par l'étude des oscillations forcées de:

1. l'oscillateur de Van der Pol et
2. d'un système à relais du troisième ordre, dans une large gamme d'amplitudes et de fréquences du signal de commande.

La méthode proposée a l'avantage de donner une image claire des phénomènes étudiés, tout en étant applicable aux systèmes d'ordre quelconque. La méthode présentée conserve sa simplicité pour les systèmes d'ordre élevé.

Les auteurs ont également étudié la possibilité d'utiliser la technique de la réponse en fréquence in-

crémentale, dans la détermination de la stabilité des oscillations quasi-périodiques. Ces travaux ont amené à la formulation d'un concept original - le gain incrémental équivalent à deux entrées /incremental dual input describing function - I.D.I.D.F./.

On traite ensuite, à partir de ce qui précède, des critères de stabilité des solutions obtenues à l'aide du diagramme universel. On donne enfin les expressions du gain I.D.I.D.F. pour quelques éléments non linéaires.

Andrew U. Meyer
Newark College of Engineering
Newark, New Jersey - USA

LES CRITÈRES FRÉQUENTIELS DANS LE CALCUL DES RÉGIONS D'ÉTAT INITIAL ASSURANT LA STABILITÉ DU SYSTÈME

Présentation d'algorithmes de calcul des limites de stabilité dans l'espace d'état, pour une classe de systèmes à boucle unique composés d'un élément linéaire invariant dans le temps, et d'un élément non linéaire susceptible de varier dans le temps. Les algorithmes en question se présentent sous forme de relations algébriques incluant la réponse en fréquence de l'élément linéaire et certaines relations relatives à l'élément non linéaire. Les algorithmes obtenus sont également applicables au calcul des limites de fonctions initiales pour des systèmes à retard et à paramètres répartis.

W. Findeisen
Katedra Automatyki i Telemekhaniki
Varsovie - POLOGNE

I. Lefkowitz
Case Western Reserve University
Cleveland, Ohio - USA

CALCUL ET APPLICATIONS DE LA COMMANDE A COUCHES MULTIPLES

Considérations sur certains aspects du problème du projet d'un système, dans la mise en oeuvre de la commande de systèmes industriels complexes.

L'approche hiérarchique est présentée comme le cadre essentiel pour mener à bien le processus de calcul suivant des procédures séquentielle et itérative.

Deux aspects de la structure hiérarchique sont développés. Dans la commande hiérarchique à niveaux multiples, le système complexe est décomposé en un ensemble de sous-systèmes plus simples, dont la commande est basée sur ^{un} modèle et un critère locaux. Les régulateurs de niveau supérieur coordonnent les actions des régulateurs locaux afin d'atteindre, dans les meilleures conditions, l'objectif général du système.

Dans une structure à couches multiples, le problème de la commande complexe est décomposé en sous-problèmes plus simples, résolus et mis en oeuvre à l'aide des techniques existantes. Les sous-problèmes sont ensuite intégrés par des fonctions de commande de la couche supérieure, en tenant compte également de l'objectif général poursuivi.

La structure du système de commande proposée constitue une procédure rationnelle de simplification du problème de la commande et d'utilisation effective du retour d'information pour actualiser les algorithmes de commande et de prises de décision. La procédure de calcul implique des considérations de bilans économiques reliant les coûts incrémentaux et les bénéfices associés à la fonction de commande.

L'approche hiérarchique est liée à l'emploi de calculateurs permettant la simulation en temps réduit, le traitement de l'information et la commande "en ligne" / on-line/.

Les notions et idées directives abordées sont illustrées dans le contexte d'une application spécifique.

OPTIMISATION EN PLUSIEURS ETAPES D'UN PROCESSUS DE PRODUCTION OBTENUE
GRÂCE À UNE VERSION DISCRÈTE DU PRINCIPE DU MAXIMUM DE PONTRYAGIN

R. K. Bhattacharyya and E. S. Bahary
Western Electric Company, Incorporated
Box 900, Princeton, New Jersey, U. S. A.

A. N. Bakhru
Celsnese Corporation
550 Broad Street
Newark, New Jersey, U. S. A.

Resumé

Les auteurs montrent comment la sequence optimum des operations d'un proces de production peut être determinée en considerant la dynamique des réactions de ce proces à diverses decisions. La methode utilisée est basé sur une version discrète du principe du maximum de Pontryagin. La strategie optimale est une suite de decisions qui rend minimum une fonction de coût jusqu'à l'horizon des plans de production. Cette fonction de coût comprend tous les coûts de production ainsi que les coûts associés à certains parametres de calcul. Le fait de considerer tous ces coûts donne à la solution optimum une grande flexibilité; non seulement elle permet de definir la suite optimale des decisions à prendre, les paramètres étant fixés; mais encore, elle montre s'il est souhaitable ou non de consentir à certains frais qui modifient les paramètres de calcul, de façon à obtenir de meilleurs resultats.

L'algorithme que présentent les auteurs prend, dans la capacité de memoire d'un ordinateur, beaucoup moins de place qu'une habituelle application de programmation dynamique. Des programmes de cet algorithme ont été utilisés par Western Electric Co. dans certain processus de fabrication.

L'APPARITION ET L'EFFET DE PERTES, D'INFORMATION
DANS UN SYSTEME HIERARCHIQUE A CALCULATEUR NUMERIQUE
ASSURANT LA COMMANDE DE PROCESSUS "EN LIGNE"

H.H. Johnson

Résumé

Si un système est entièrement déterministique, on peut calculer les valeurs théoriques de vitesse et de grandeur pour chaque élément individuel de calcul. Employés dans un problème de programmation linéaire, ils peuvent donner, entre certaines limites, la configuration la plus économique.

Pour un système subissant des variations statistiques on doit déplacer la limite maximum du coût par l'effet de contrôle spécifié. Certains facteurs qui peuvent causer des perturbations du fonctionnement de l'état normal du système incluent la suite: changement rapide d'état ou de contrôle qui a besoin d'une augmentation de fréquence de prise d'échantillons et alors les effets sur la quantité de données et sur le temps de calcul. Les effets de panne qui réduit la puissance totale de calcul peuvent être la cause de délais, sérieux dans la production d'information de contrôle, bien que l'arrêt de calculs adaptifs et de calculs de mesure réduit l'effet partiellement. Des calculs qui sont eux-mêmes itératifs peuvent converger plus lentement que prévue et ils peuvent causer des embouteillages à une calculatrice en particulier. Finalement, n'importe quelle forme de "time-sharing" (partageant de temps) avec des programmes "off-line" restreindra le temps de réaction suivant des demandes de données des niveaux plus bas, bien qu'il est désirable aux niveaux plus haut de la hiérarchie de la calculatrice électronique.

La théorie de queue donne une base suffisante pour décrire les patrons d'écoulement des données et elle augmente pour le cas où le dérangement de balance entre densité de trafic et temps de service cause une perte effective de données. Cette structure se combine avec les éléments de la théorie d'entreposage qui est également appliquée au cas d'"overflow" et qui est moulée dans un système compréhensive prêt pour l'analyse de systèmes de calculatrice électronique "on-line".

THE OCCURRENCE AND EFFECT OF DATA LOSS IN A HIERARCHICAL
DIGITAL COMPUTER SYSTEM PROVIDING ON-LINE PROCESS CONTROL

H.H. Johnson

Résumé

Si un système est entièrement déterministique, on peut calculer les valeurs théoriques de vitesse et de grandeur pour chaque élément individuel de calcul. Employés dans un problème de programmation linéaire, ils peuvent donner, entre certaines limites, la configuration la plus économique.

Pour un système subissant des variations statistiques on doit déplacer la limite maximum du coût par l'effet de contrôle spécifié. Certains facteurs qui peuvent causer des perturbations du fonctionnement de l'état normal du système incluent la suite; changement rapide d'état ou de contrôle qui a besoin d'une augmentation de fréquence de prise d'échantillons et alors les effets sur la quantité de données et sur le temps de calcul. Les effets de panne qui réduit la puissance totale de calcul peuvent être la cause de délais, sérieux dans la production d'information de contrôle, bien que l'arrêt de calculs adaptifs et de calculs de mesure réduit l'effet partiellement. Des calculs qui sont eux-mêmes itératifs peuvent converger plus lentement que prévue et ils peuvent causer des embouteillages à une calculatrice en particulier. Finalement, n'importe quelle forme de "time-sharing" (partage de temps) avec des programmes "off-line" restreindra le temps de réaction suivant des demandes de données des niveaux plus bas, bien qu'il est désirable aux niveaux plus haut de la hiérarchie de la calculatrice électronique.

La théorie de queue donne une base suffisante pour décrire les patrons d'écoulement des données et elle augmente pour le cas où le dérangement de balance entre densité de trafic et temps de service cause une perte effective de données. Cette structure se combine avec les éléments de la théorie d'entreposage qui est également appliquée au cas d'"overflow" et qui est moulée dans un système compréhensive prêt pour l'analyse de systèmes de calculatrice électronique "on-line".

A.P. Kopelović, A.A. Belostockij, B.A. Vlasjuk,
G.U. Nikitin, V.M. Khrapkin
Moscou - URSS

SYSTÈMES ET ALGORITHMES DE COMMANDE POUR
UN ENSEMBLE MÉTALLURGIQUE COMPLEXE

Présentation de la méthodologie et des résultats de la réalisation et des essais d'un système de planning opérationnel et de conduite des unités de base d'un ensemble sidérurgique complexe "aciérie - laminoirs", avec emploi d'un ordinateur numérique.

On étudie le problème du planning opérationnel /en termes de calendrier/ d'un très gros ensemble industriel à structure complexe de fonctionnement /série-parallèle/, avec un nombre élevé d'agréments interdépendants et des processus industriels diversifiés.

On définit les problèmes à résoudre et l'on procède à la synthèse des algorithmes de commande, aux niveaux suivants: planning opérationnel mensuel de l'ensemble industriel, planning journalier de tous les éléments de la structure série-parallèle de fabrication. Les outils mathématiques utilisés sont la programmation linéaire, le problème complexe des valeurs de la logique et de la statistique mathématiques.

Présentation et analyse des résultats d'exploitation des algorithmes sur le ordinateur du centre de calcul d'une usine métallurgique; caractéristiques des ordinateurs correspondants.

Discussion du problème de la conduite opérationnelle d'une grosse aciérie Martin à cycle métallurgique complet, avec la caractéristique de fabrication donnée en liaison avec les autres unités du système.

Présentation de certains résultats obtenus sur les unités en fonctionnement avec l'emploi de la simulation statistique comme appareil d'examen des systèmes.

Description de la structure et des algorithmes de commande d'un système comportant un poste de dispatching du transport ferroviaire, un dispatching central de conduite de l'usine, un poste de conduite optimale du processus de coulée et un calculateur numérique de commande.

Analyse et évaluation de l'efficacité des algorithmes de commande présentés; performances des calculateurs utilisés dans les systèmes réalisant les fonctions précitées. Exposé des résultats de l'étude du système de commande considéré comme un système à files d'attente; détermination des caractéristiques du système, formulation des critères de commande.

Formalisation du modèle du système, considéré comme un système à files d'attente.

Résultats de l'exploitation industrielle du système.

UNE APPROCHE A DES SYSTEMES DE PRODUCTION
NON-CONTINUE AUTOMATIQUES ET ADAPTIFS

par: G. Hayhurst,
University of Technology,
Loughborough,
Leicestershire,
Angleterre

RÉSUMÉ

Les difficultés que l'on rencontre dans la détermination des buts subordonnés optimum pour un système de production non continue à fonctionnement complètement automatique sont ébauchées dans cet exposé. Le problème de l'établissement des critères généraux pour la commande optimalisante est exposé dans ses lignes générales, des méthodes de solution précédentes pour des cas spécifiques sont brièvement passées en revue, et une méthode heuristique de solution est proposée, où la qualité de la solution est balancée contre les coûts de calcul.

On donne des indications concernant l'utilisation de la méthode pour d'autres problèmes de contrôle et d'optimisation.

Dans la méthode proposée on se sert d'une technique grapho-analytique, où le diagramme traversé est "l'arbre de décisions" avec des bifurcations à chaque point de décision. Des valeurs sont assignées à chaque noeud de bifurcation d'après les critères d'optimisation et la fonction de coût. La méthode cherche le parcours le meilleur à travers le diagramme.

Si l'on requiert un optimum global, la méthode permettra un point de départ économique pour l'algorithme de solution "bifurcation - limites".

UTILISATION D'ORDINATEURS POUR LE CONTROLE DE LA GESTION D'UNE ACIERIE

B.B. Hickling

La "Park Gate Iron And Steel Company Ltd."

Angleterre

1.0 La Compagnie "Park Gate" a pris la décision d'utiliser des ordinateurs au moment où elle projetait une expansion majeure des installations de production. L'introduction des ordinateurs se révélait nécessaire pour la création d'un service de planning pour l'usine entière et pour le contrôle on-line d'un domaine décisif.

2.0 Le système est basé sur trois fichiers principaux de bandes magnétiques qui enregistrent le carnet de commande de la Compagnie, travaux en cours stocks de lingots et d'acier semi-fini. Ces fichiers sont mis à jour 20 fois par jour grâce aux renseignements de production en provenance de l'usine.

3.0 La plupart des informations des ordinateurs ont pour rôle d'aider les directeurs à mieux comprendre les activités de l'usine et à attirer leur attention en différents domaines où il leur faut concentrer leurs efforts.

3.1 Contrôle minute par minute

Le contrôle minute par minute est concentré dans l'aciérie primaire. Le système d'ordinateurs est conçu de manière à coordonner les opérateurs et commandes automatiques afin d'obtenir un rendement maximal. Cette opération est réalisée au moyen d'un système d'affichage commandé par ordinateur fonctionnant à partir d'un centre de commande de production. Les informations sont transmises aux opérateurs de l'aciérie sur des écrans à rayons cathodiques sur lesquels l'ordinateur affiche les instructions de laminage.

3.2. Commande jour par jour

La commande jour par jour est effectuée au moyen du système de planning de production basé sur les données de l'ordinateur. Le rôle du service de planning de production est de trouver des méthodes pour regrouper les commandes des clients tout d'abord par coulées selon la qualité puis par la suite par lots de laminage selon les dimensions.

3.3. Commande de longue durée

Les fichiers principaux sont résumés à intervalles hebdomadaires et mensuels de manière à mettre des rapports à la disposition des comptables, métallurgistes, économistes de prévision des ventes, etc.

4.0 Une expansion des systèmes actuels est limitée par la capacité des ordinateurs, l'imprécision des données de l'atelier et les délais d'obtention des informations de production. Afin de remédier à ce problème un plan d'expansion est prévu qui se propose de remplacer les deux ordinateurs centraux par un ordinateur avec mémoire à disques. Les messages de production seront transmis directement à l'ordinateur au moyen de 50 téléimprimeurs.

B.M. Petrov, N.P. Koïpakova, N.A. Vasil'ev,
A.I. Pavlenko
Moscou - URSS

DE CERTAINS PROBLÈMES DE LA SYNTHÈSE DES STRUCTURES
DE SYSTÈMES DE COMMANDE DU MOUVEMENT
SPATIAL D'UN AVION EN VOL ORBITAL DANS
L'ATMOSPHÈRE TERRESTRE

Les conditions de vol orbital d'un avion supersonique doivent tenir compte de l'interdépendance des mouvements longitudinal et latéral, à des angles d'attaque et de glissement relativement faibles. Il semble donc intéressant d'étudier l'ensemble G de structures du système de commande d'un avion en vol orbital, ensemble compris dans la classe des systèmes multicanaux interdépendants, caractérisés par l'absence d'interréaction, ou des réactions faibles, entre les voies de régulation, ou des groupes de voies de régulation.

La représentation structurale des systèmes de commande des avions en vol orbital, utilise des graphes sans boucles, ce qui simplifie considérablement l'étude des réactions internes entre les coordonnées du système, permet d'effectuer le choix des organes réglés à partir d'un critère d'efficacité maximale en cours de réglage, et également la détermination de l'ensemble de structures de systèmes sélectivement invariants.

Cette manière d'agir simplifie d'autre part l'approche d'une analyse et synthèse globales du système.

La détermination de l'ensemble des structures $G = \{M_1, \dots, S_1, \dots, P_1, \dots\}$ passe par l'obtention des relations algébriques fondamentales de transformation des systèmes multicanaux. De plus, l'obtention des fonctions de transfert, suivant les coordonnées intéressantes, ne nécessite pas la résolution du système d'équations du système, ou l'emploi des analogues de la règle de Cramer.

Démonstration d'un certain nombre de théorèmes utiles dans la construction de l'ensemble des systèmes sélectivement invariants. Définition d'ensembles de diagrammes structurels sous forme de graphes structuraux $M = \{M_1, \dots, M_1\}$, d'arbres primaires $S = \{S_1, \dots, S_n\}$ et de groupes autonomes de canaux $P = \{P_1, \dots, P_k\}$. Formules de détermination du nombre de liaisons additionnelles, dans le système de commande, assurant l'invariance sélective des différents canaux ou groupes de canaux. On démontre que pour un seul signal d'entrée, et des liaisons opérationnelles des coordonnées du système identiques, ou très proches /en ce qui concerne les propriétés dynamiques/, les différentes structures de l'ensemble obtenu sont équivalentes par rapport à plusieurs coordonnées réglées. L'étude de l'ensemble de structures $G = \{M_1, \dots, P_1, \dots, S_1, \dots\}$ du système de commande d'un hypothétique avion en vol orbital, permet de choisir la meilleure structure du point de vue de la qualité des processus et de la simplicité de réalisation.

DES PROGRAMMES OPTIMUM DE CORRECTION DE LA VELOCITE
INTERPLANETAIRE A MI-COURSE

Thomas B. Murtagh
NASA Manned Spacecraft Center
Houston, Texas
USA

Abstrait

Les techniques à prédire des programmes optimum de correction à mi-course de la vélocité fixée et de temps d'arrivée variable sont présentées. Certaines limitations de la théorie sont indiquées avec des suggestions pour leurs correction en reformulant les équations du temps régulateur optimum. Les résultats théoriques sont comparés à ceux d'un programme de simulation utilisant des données d'observation du Radar situé à terre et du sextant à bord processés par un filtre Kalman pour deux déplacements interplanétaires typiques. Il est démontré que l'arrangement entre la théorie et la simulation s'améliore avec le nombre des données du Radar et que les équations du temps régulateur optimum fournissent une estimation initiale précise à produire des programmes de correction de la vélocité interplanétaire à mi-course.

COMMANDE OPTIMALE PARAMÉTRIQUE DE L'ATTERISSEMENT D'UN VÉHICULE SPATIAL

V.M. Ponomarev, V.I. Gorodeckii
Université de l'État à Leningrad du nom de
A.A. Jdanov, Leningrad, URSS

On considère la partie atmosphérique de la trajectoire d'atterrissage d'un véhicule spatial. Influence des perturbations à la partie hors atmosphère est prise en considération au moyen des conditions initiales aléatoires des variables de phase au moment d'entrée à l'atmosphère.

En tant que le critère d'optimalité de la commande on choisit la dispersion de l'écart circulaire des points d'atterrissage.

On suppose, que la commande est effectuée par le changement des angles d'attaque et de glissade latérale. Ces changements sont imposés en forme des combinaisons linéaires des écarts des variables de phase de leurs valeurs prévues, qui à leur tour sont imposées comme fonctions de déplacement sur la trajectoire du véhicule.

On considère un algorithme de solution du problème d'optimisation statistique moyennant les méthodes de la programmation non linéaire. On discute quelques simplifications qui permettent d'améliorer essentiellement la convergence du procédé d'optimisation.

On a obtenu une solution à ce problème qui montre l'efficacité considérable de la commande en la structure proposée.

6.2. Optimisation stochastique de la commande de la
descente d'un engin cosmique dans l'atmosphère

Discussion des problèmes liés à la synthèse d'un système autonome de commande de l'éloignement d'un engin cosmique, lors de son retour dans l'atmosphère. La source d'information est la valeur de la décélération, mesurée suivant les axes conjugués de l'engin cosmique, et la grandeur de commande - l'angle d'inclinaison.

Le système de commande est construit à partir de la trajectoire nominale. Il est entendu que le système de commande comporte un calculateur de bord, à caractéristiques réelles /vitesse de calcul et capacité de mémoire/.

Le processus dynamique étudié est décrit par le système d'équations suivant, défini sur l'intervalle de temps $/0, T/$:

$$\dot{x} = X / x, u, t / \dots\dots\dots /1/$$

$$\dot{x}_1 = A / x, u, t / x_1 + B / x, u, t / v + \varepsilon / t / \dots\dots /2/$$

$$y = H / x, u, t / x_1 + \xi / t / \dots\dots\dots /3/$$

où l'équation /1/ décrit le mouvement sur la trajectoire nominale non perturbée, /2/ exprime le mouvement sur la trajectoire perturbée /avec linéarisation/, /3/ exprime l'information, obtenue à partir des essais, sur l'état actuel du mouvement perturbé.

Les conditions aux limites sont de la forme

$$\begin{aligned} x / T / &\in \left\{ x : g_k / x / = 0 \right\}; \\ x / 0 / &\in \left\{ x : g_0 / x / = 0 \right\} \end{aligned} \quad \text{..... /4/}$$

$x_1 / 0 /$ est le vecteur des grandeurs aléatoires à caractéristiques données.

Le problème consiste, pour le système dynamique décrit par les équations /1/, /2/ et /3/ avec des contraintes et des conditions aux limites données, de minimiser la fonctionnelle

$$M \omega \left[x_1 / T / \right] \quad \text{..... /5/}$$

où:

M - est le symbole de l'espérance mathématique,

ω - une fonction scalaire positive dépendant de $x_1 / T /$.

Si l'on considère le mouvement perturbé /système /2/, /3/ / comme un problème stochastique de commande optimale de l'état final /5/, il est possible, en utilisant la notion de coordonnées suffisantes, introduites par R.A.Stratonovitch, de subdiviser le bloc de commande optimale du mouvement perturbé, en deux blocs indépendants. Le premier constitue un filtre optimal, le second - un régulateur optimal, dont la structure est invariante par rapport aux caractéristiques du système dynamique /2/, /3/.

Cette approche permet de traiter le problème de la programmation de la trajectoire nominale et celui de la réalisation effective du système /1/, /2/, /3/ en stricte liaison, en utilisant un seul critère /5/.

LA COMMANDE DU MOUVEMENT DE RETOUR
DANS L'ATMOSPHERE

Etude du problème de la commande du mouvement de retour dans l'atmosphère d'un engin spatial se déplaçant à la deuxième vitesse cosmique. Il est entendu que l'engin en question dispose d'une faible force de propulsion et se déplace sous un angle d'attaque constant. La commande est réalisée par variation de l'assiette latérale. Le système de commande comporte un calculateur numérique.

L'algorithme réalisé utilise les mesures de trois accéléromètres respectivement perpendiculaires, fixés sur une plate-forme stabilisée, ce qui permet de résoudre de manière relativement simple le problème de la navigation.

On admet que les écarts de densité de l'atmosphère par rapport à la distribution normale, varient de manière suffisamment régulière, sur la trajectoire de retour; ceci permet l'extrapolation, dans des limites données, et la prévision de la position dans un futur peu éloigné.

L'algorithme est construit de manière à ce que le système de commande cherche, en cas de nécessité, à créer une marge de commandabilité destinée à compenser les perturbations dont l'apparition est prévue

dans un proche futur. La commande consiste à choisir, pour l'intervalle de temps suivant, une vitesse constante de variation de l'assiette latérale de l'engin qui assure la descente en un point donné.

Les valeurs admissibles de la vitesse sont situées dans un intervalle de longueur constante avec comme point médian - la vitesse de changement de direction qui précédait immédiatement le moment de la correction de vitesse. Ces limitations résultent de l'analyse des possibilités réelles de commande.

On admet qu'après l'écoulement de l'intervalle de temps nécessaire au choix de la vitesse de virage, l'assiette latérale, variant de manière linéaire, atteint une certaine valeur moyenne, représentant une fonction du temps spécialement choisie. L'adaptation proprement dite est réalisée par l'introduction de variations indispensables de l'assiette latérale moyenne, en fonction des variations atmosphériques décelées.

L'efficacité de l'algorithme proposé est illustrée par des exemples de calculs relatifs au comportement du système en présence de variations de densité importantes, et la détermination de la qualité du réglage.

JU.P. Plotnikov
Moscou - URSS

LES PROBLÈMES STOCHASTIQUES DE LA DYNAMIQUE DES FUSÉES

Présentation des méthodes de résolution des problèmes de la commande du mouvement des engins spatiaux, pour lesquels il n'est pas indiqué d'étudier séparément le mouvement programmé et le mouvement de perturbation.

On parlera dans ces cas de problèmes stochastiques de la dynamique des fusées. Formulation du problème de l'optimisation, suivant un critère déterministe unique, des mouvements programmé et de perturbation stochastique. La solution du problème réside dans la détermination de conditions suffisantes d'existence d'un minimum absolu des systèmes stochastiques commandés. Ces conditions constituent une généralisation aux systèmes stochastiques /au sens large/ des conditions d'optimalité correspondantes des systèmes déterministes de W.F. Krotov.

Un algorithme de calcul d'optimisation sur calculateur numérique est déterminé pour le mouvement de perturbation stochastique d'un modèle linéaire.

A. JA. ANDRIENKO

Moscou - URSS

LA SYNTHÈSE STATISTIQUE DES SYSTÈMES OPTIMAUX
IMPULSIONNELS DE COMMANDE D'ENGINS SPATIAUX,
EN PRENANT EN CONSIDÉRATION LES LIMITATIONS RELATIVES
A LA STRUCTURE DU SYSTÈME

Les conditions de fiabilité qui sont d'une grande importance, dans la mise au point des systèmes de commande automatique de bord des engins spatiaux, sont plus faciles à satisfaire, dans le cas de systèmes de commande à structures simples. C'est pourquoi, il est indiqué d'effectuer la synthèse des systèmes optimaux en retenant des limitations de structure. On peut distinguer trois types de limitations de ce genre: la limitation de la capacité de la mémoire du dispositif de commande; la limitation du nombre de dispositifs matérialisant les coefficients de l'algorithme de fonctionnement du dispositif de commande; la limitation du nombre d'opérateurs différents réalisables dans le dispositif de commande.

Lorsque le système de commande embarqué comporte un calculateur numérique, il est rationnel d'employer des algorithmes discrets de commande.

Les méthodes statistiques de synthèse des systèmes impulsionnels prenant en considération les limitations précitées, constituent la matière du présent exposé.

Les méthodes en question sont exposées sur l'exemple des systèmes de commande terminale. La limitation de

la capacité de la mémoire est représentée par une limitation de la quantité d'information traitée dans le bloc de commande, au cours de l'élaboration du signal de commande. Le problème de la synthèse est ici résolu sur la base de la théorie des décisions statistiques et de la programmation dynamique. La prise en considération des limitations du second type peut être approximativement réalisée à partir d'une optimisation du programme d'asservissement temporel aux intervalles de quantification du système impulsionnel.

Pour ce qui est de la synthèse des systèmes à limitations du troisième type, il est convenu que le dispositif de commande ne permet que la réalisation d'opérateurs algébriques.

La synthèse est alors effectuée par la méthode expérimentale de linéarisation statistique, réalisée sur calculateur numérique, avec limitation du nombre de réalisations des processus de commande.

UN SYSTÈME OPTIMAL DE COMMANDE DE L'ORBITE D'UN
SATELLITE ARTIFICIEL TERRESTRE

Considérations sur la solution du problème technique de la synthèse d'un système optimal de commande destiné à corriger l'orbite d'un satellite artificiel terrestre, en mouvement de translation sur cette orbite, et le maintien du satellite dans une position donnée. La commande est supposée être assurée à partir de données de mesures effectuées par les stations de poursuite, au sol.

Comme le problème de la commande est un problème à données incomplètes, on prend en considération les erreurs aléatoires de mesure et les erreurs aléatoires de réalisation des impulsions de correction, additives et multiplicatives.

Les questions suivantes sont abordées: le choix d'un algorithme optimal de traitement de l'information obtenue dans le processus de mesure; le choix de l'algorithme optimal de correction, assurant la précision désirée, pour une dépense minimale d'énergie; le choix du nombre minimal de mesures et de la fréquence de mesure, indispensables à la réalisation de l'algorithme de correction retenu; la détermination de vitesse optimale de lancement du satellite stationnaire.

Le problème est résolu par la méthode de la programmation dynamique, en utilisant la notion des coordonnées suffisantes.

La vérification de toute une série d'hypothèses d'ingénieur retenues au stade du projet, est effectuée par simulation du système de commande calculé à l'aide de la méthode des essais statistiques. Le diagramme fonctionnel du système de commande est présenté avec les résultats de la simulation.

LA SIMULATION DES SYSTEMES REPARTIS DANS L'INDUSTRIE CHIMIQUE

S. B. JØRGENSEN, M. KÜMMEL, Danische Technische Hochschule, Abteilung für Chemietechnik, LYNGBY /Danemark/

De nombreux unités d'une usine chimique sont des systèmes répartis ou des systèmes échelonnés d'un caractère de répartition. On montre les modèles mathématiques d'un certain nombre des éléments des systèmes physiques. Après la discrétisation des éléments répartis il est possible de procéder à la simulation des systèmes aussi bien avec perturbation du potentiel d'entrée qu'avec perturbation de la vitesse d'écoulement de chaque élément liquide de transport. La précision statique et dynamique de la simulation se référant aux différents types de perturbation, a été étudiée. Les relations entre le chiffre nécessaire de sections et la précision se référant à l'écoulement et aux différentes perturbations font l'objet de discussion.

La simulation des unités de processus suivantes a été vérifiée suivant la technique analogique ou numérique:

- échangeur de chaleur vapeur-liquide,
- échangeur de chaleur à contre-courant liquide-liquide,
- fluidisation à trois phases.

On montre les caractéristiques de fréquence obtenues suivant le calcul analogique et numérique.

L'expériment confirme la théorie. Avec ces résultats il est facile de simuler les conditions dynamiques, avec les perturbations de la vitesse d'écoulement et du potentiel d'entrée, pour tout en groupe des systèmes chimique ayant un caractère de répartition et de calculer la précision de la simulation effectuée.

Des modèles et la simulation des réacteurs catalytiques
à lit fixe

E.D.Gilles, B.Lübeck, M.Zeitz

Institut für Chemische Technologie, Techn.Hochschule Darmstadt
Allemagne de l'Ouest

Résumé

Cet article traite un nouveau modèle mathématique d'un réacteur catalytique à lit fixe. Ce modèle comporte une phase coulante et une phase solide qui sont en échange de masse et de chaleur. Par conséquent il faut deux bilans de masse et d'énergie pour la description mathématique. En cas d'échange de masse et de chaleur d'une vitesse infinie ce modèle à deux phases se transforme en le modèle de diffusion bien connu. Le modèle à deux phases peut être simulé sur le calculateur analogique à l'aide de la simulation modale. Les résultats de cette simulation d'un réacteur à lit fixe en régime cyclique sont discutés, à la fin le modèle de diffusion est soumis à une analyse de stabilité.

Keisuke Izawa, Hiroshi Okamoto
Department of Control Engineering
Tokyo Institute of Technology
Meguro-ku, Tokyo - JAPON

LA COMMANDE OPTIMALE D'UN PROCESSUS D'HYDROGÉNATION

Le rapport traite de la commande optimale du processus d'hydrogénation de l'acétylène visant à maintenir à une valeur maximale la fraction molaire du produit intermédiaire ou de l'éthylène.

Le schéma du système de commande optimale est construit comme suit:

Le mélange d'hydrogène et d'acétylène est introduit dans le lit liquide du réacteur en proportions fixes, et une petite partie du mélange admis dans le réacteur est perturbée par un signal sous forme de séquence M à amplitude constante. Une petite partie du flux de sortie du réacteur est introduite dans un tube chargé de gel de silice. La fonction d'intercorrélation entre le signal de sortie en provenance du détecteur de flux raccordé à l'extrémité du tube à gel de silice, et le signal de séquence M retardé, fournit l'information nécessaire sur la valeur du débit du produit.

La valeur de crête de la fonction d'intercorrélation constitue une bonne estimation de la pente locale de la courbe de débit d'éthylène par rapport à la vitesse du flux d'entrée. La vitesse d'admission du gaz d'entrée est ainsi contrôlée et proportionnelle à la pente de la courbe de débit de sortie, par l'intermédiaire de dispositifs automatiques.

Une étude théorique de la stabilité du système de commande optimale et une étude expérimentale sur une unité pilote d'hydrogénation de l'acétylène, ont été effectuées. On discute enfin de la simplification des algorithmes d'optimisation.

Algorithme de la commande de la production d'urée granulée.

L. Šutek, B. Frankovič

Resumé.

Cet article traite un système proposé pour la commande optimum de la production d'urée granulée. Les méthodes sont décrites par lesquelles ce problème a été résolu. On montre comment on utilise un modèle mathématique dans l'algorithme de commande optimum. On considère deux fonctions de destination comme critère pour la commande de processus optimum. On a expérimenté sur un ordinateur hybride, et les résultats obtenus là ont été transférés pour la commande du processus.

D'après les résultats obtenus, on peut dire que le système proposé pour la commande optimum convient dans des conditions données et que sa rentabilité dépend, dans ce cas, de la quantité de production réalisée et du type de processeur utilisé.

Résumé.

L' algorithme de la commande d'un réacteur d'ammoniac.

Burianec Z., Burianová J., Hruška M., Sychrovský A.

L'Université de la Chimie Technique, Prague.

Le réacteur d'ammoniac est classifié comme un appareil de production avec une structure très compliquée. Si l'on demande une obtention des conditions optimales de production durant l'opération du réacteur, il est nécessaire d'utiliser la calculateur de commande.

La base pour l'algorithme de la commande c'est le modèle mathématique du procédé de fabrication. On a construit les modèles théoriques statiques et dynamiques. Les deux modèles théoriques étaient vérifiés par les expériences industrielles, le modèle dynamique utilisant les signaux binaires pseudo-aléatoires comme la perturbation.

Les résultats présentent la base de la commande optimale via le programming dynamique.

SYSTÈME ADAPTIF LE CALCULATEUR - L'HOMME POUR COMMANDER UN PROCESSUS CHIMIQUE

R.Tavast

L.Mytus

On regarde le système pour commander un processus chimique continu qui consiste le calculateur et l'homme qui prend la décision finale.

On décrit par le modèle non-linéaire l'état stationnaire d'objet commandé. Le modèle se base sur les équations théoriques du processus et consiste les paramètres inconnus.

Au début du travail du processus on détermine en même temps les estimations simultaniques non-linéaires des paramètres et l'estimation de la matrice des covariances des résidus. Puis les estimations des paramètres sont corrigées récursivement.

On formule les problèmes d'optimisation stochastique avec des critères économiques différents. On résout ces problèmes approximativement en les remplaçant par les problèmes non-stochastiques de la programmation non-linéaire.

Le calculateur donne à l'homme la table des variables du processus, les estimations des paramètres, les résultats d'optimisation avec la critère et les limitations données et les résultats d'épreuve des régimes choisis.

On applique le système à l'industrie pour commander le processus du production de formaline en utilisant le calculateur Minsk-22.

DETERMINATION DE LA STABILITÉ SPATIALE
DE LA FORME DU FLUX AXIAL DES GÉNÉRATRICES
NUCLÉAIRES RÉFRIGÉRÉES AU GAZ À DOUBLE COURANT
ET À RÉGLAGE AUTOMATIQUE D'ÉNERGIE

Par:-

R.L. Carstairs
B.H. Bickers
Atomic Power Constructions Limited,
Sutton, Angleterre.

PRÉCIS

Le réglage automatique courant du niveau d'énergie à régime stationnaire dans les génératrices nucléaires réfrigérées au gaz permet de maintenir une température constante du gaz d'écoulement. La forme du flux axial des neutrons n'est pas réglée, et sa stabilité spatiale dépend de la balance qui existe entre les fuites de neutrons et les facteurs de déstabilisation comme par exemple les coefficients positifs de température de la réaction et l'épuisement du xénon 135. La stabilité spatiale dépend également des systèmes de commande, et est influencée aussi bien par le niveau de pénétration des groupes de barres de réglage automatique que par le niveau de pénétration des groupes de barres de réglage grossier.

Dans les coeurs possédant un courant réfrigérant à sens unique, l'action de la forme du flux des neutrons et de la pénétration des groupes de barres de réglage automatique ou de réglage grossier est bien connue. En ce qui concerne les systèmes de courant rentrant à courant réfrigérant dans les deux sens, l'interaction entre les paramètres est plus compliquée, et la marge de stabilité spatiale dépend, en outre des aspects déjà mentionnés, du rapport entre le courant rentrant et le courant circulant, et de la transmission de chaleur entre les courants.

La solution transitoire du système de paramètres à distribution espace-temps variable s'est montrée trop compliquée pour des études paramétriques, bien que fort utile à titre de référence. Le présent rapport étudie une représentation du système de courant rentrant sous une forme simplifiée permettant des méthodes de solution à trajectoire itérative qui sont extrêmement rapides et économiques. Les résultats applicables à une génératrice nucléaire perfectionnée réfrigérée au gaz sont présentés, discutés et comparés avec les solutions transitoires de la représentation à paramètres distribués, et indiquent une bonne mesure d'accord.

R. Isermann

Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen
Universität Stuttgart, Allemagne

Des modèles mathématiques du comportement dynamique des échangeurs de chaleur chauffés par la vapeur, réglés du côté de la vapeur ou du condensé

Résumé

Les échangeurs de chaleur appartiennent à la classe des installations réglées qui ont des paramètres distribués. Les réponses des fréquences sont donc des fonctions transcendant, qui sont trop compliquées pour les utiliser facilement. Pour cette raison on a développé des modèles mathématiques simplifiés d'une application plus facile.

Les modèles mathématiques sont développés et comparés pour deux endroits d'installation différents. Dans le cas de la régulation du côté de la vapeur la vanne de réglage agit sur le courant de la vapeur et dans le cas de la régulation du côté du condensé la vanne de réglage agit sur le courant du condensé.

Pour la régulation du côté de la vapeur il faut des modèles différents, selon que la diminution de pression sur la vanne de réglage est au dessus ou au dessous de la valeur critique.

La régulation du côté du condensé a le désavantage d'un comportement dynamique beaucoup plus inerte. Mais on peut obtenir une qualité de réglage suffisante avec la régulation du côté du condensé quand la vitesse des grandeurs perturbatrices est petite. Dans le cas d'une grande vitesse des grandeurs perturbatrices il est préférable de régler du côté de la vapeur.

Le comportement dynamique est aussi présenté et comparé en fonction de la charge. Il est démontré qu'il y a danger d'instabilité dans le cas des charges petites. Les résultats théoriques sont confirmés par des mesures sur un échangeur industriel.

RÉSUMÉ

FONCTIONS DE TRASPERT THERMIQUES POUR UN CYLINDRE VIDE AVEC GENERATION DE CHALEUR A L'INTERIEUR

par E. Cosimo, S. Petrarca

Nous avons résolu le problème de la génération de chaleur et de sa transmission en transitoire le long du rayon d'un cylindre vide, dans l'hypothèse que sa diffusivité et sa conductibilité soient constantes.

Nous prenons en considération les deux cas que les surfaces du cylindre soient en contact avec deux gaines ou avec deux fluides; dans ce dernier cas la dépendance des coefficients de transfert des débits est linéarisée. Au moyen de la transformation de Laplace nous avons établi les fonctions de transfert entre les températures des fluides (ou des gaines), la densité de puissance thermique et les débits, et la température du cylindre. En particulier, nous donnons les fonctions de transfert à la température moyenne et à celles des surfaces; cependant, il est possible de déduire, des formules données dans cette mémoire, la température d'un point quelconque du cylindre.

Le problème est traité en terms de trois paramètres adimensionaux:

$R = R_1/R_e$, rapport des rayons;

$H = h_1/h_e$, rapport des coefficients de transfert;

$M = R h_e/k$, constante de Biot pour la surface extérieure; et de la variable adimensionale:

$$a = i R_e \sqrt{s/\alpha}$$

(s = variable de Laplace, α = diffusivité).

Nous posons les fonctions de transfert sous forme de séries de Heaviside, et montrons qu'elles sont approximable par peu de terms. Les pcles des fonctions de transfert sont déterminés en résolvant l'équation:

$$[H M J_0(Ra) + a J_1(Ra)][M N_0(a) - a N_1(a)] - [H M N_0(Ra) + a N_1(Ra)][M J_0(a) - a J_1(a)] = 0$$

(J_0 , J_1 , N_0 , N_1 , fonctions de Bessel).

Les résultats de notre travail sont applicables aux éléments de combustible de plusieurs réacteurs nucléaires, aux tubes métalliques chauffés électriquement ou par induction, aux tubes d'échangeurs de chaleur, aux tubulures parcourues par fluides chauds; ils peuvent être utilisés soit pour études de dynamique thermique des installations, soit pour l'analyse des contraintes thermiques dans les composants isolés.

I.F.A.C.
4ème Congrès d'Automatique
Varsovie, 16 - 21 Juin 1969

Résumé de la communication proposée par

Monsieur G. DAVOUST

Electricité de France - Direction des Etudes et Recherches

Département Automatique des Moyens de Production

78 CHATOU - FRANCE

DETERMINATION DE LA DYNAMIQUE DES
ECHANGEURS DE CHALEUR A PARTIR DE LEURS
CARACTERISTIQUES STRUCTURELLES

La détermination de la dynamique d'un échangeur de chaleur pour des perturbations d'origines diverses nécessite le plus souvent de longs et délicats essais effectués sur l'installation à différents régimes de fonctionnement.

Dans la présente étude, cette identification est fondée sur la méthode théorique mise au point par le Professeur PROFOS. Elle permet, dans le cas des Centrales Thermiques modernes, de déterminer les fonctions de transfert liant la température de sortie d'un échangeur aux trois grandeurs principales d'entrée suivantes: la température de la vapeur à l'entrée de

l'échangeur, le débit vapeur et les perturbations calorifiques d'origine extérieure. Cette détermination est rendue extrêmement aisée par l'emploi exclusif de nomogrammes et de graphiques; elle aboutit à des transmittances de formes polynômiales simples, du type

$$\frac{K}{1 + T_p/n} \quad \text{ou} \quad \frac{K \cdot \frac{1}{1 + T_p/n}}{1 + T_p/n}$$

immédiatement utilisables pour la mise au point des chaînes de régulation par les méthodes classiques. Ces abaques et ces courbes ont été tracés pour les tranches thermiques françaises de 125, 250 et 600 MW /cycles 125 bars - 545°C - 545°C et 163 bars - 565°C - 565°C/. Leur emploi ne nécessite que la connaissance des caractéristiques structurelles de l'échangeur et de son régime de fonctionnement.

Il est ainsi possible, lors de la conception d'une nouvelle Centrale, de prédéterminer les chaînes de régulation de température de vapeur les mieux adaptées, et, sur une installation existante, de parfaire le fonctionnement d'une chaîne sans perturber la marche de la Centrale.

IFAC IV
Poland-Warszawa

16.-21.VI.1969

LA DYNAMIQUE DE TRANSFERT THERMIQUE DANS DES CONDUITS DE TUYAUX
ET DES CANALISATIONS AU MOYEN DE GAZES

De
Herbert D.Eigner
c/o SGAE
Lenaugasse 10
A-1082 Wien, Austria

ABSTRAIT

On est envisagé à ce problème par exemple dans un canal de refroidissement d'un réacteur où le long du canal la chaleur est amenée ou a la transmission de chaleur par une chauffage à distance où l'on suppose, que le tuyaux sont isolés contre la departition thermique.

Partent de l'équation de la conservation de la masse, du moment et de l'énergie et de l'équation d'état pour le gaze idéale les équations stationnaires sont solues exactement et les équations dynamiques sont linéarisées.

La friction et la force de gravité sont négligées.

La conduction de la chaleur est négligée en comparaison à la convection thermique. La chaleur spécifique des gazes au volume constant est admise d'être constant.

En outre, le calcul suppose, que la densité, la vitesse, la prèssion, et la température des gazes sont constants dans toutes les sections du canal. Le cas du chauffage constant le long du canal est traité en détail.

CARACTÉRISTIQUES DYNAMIQUES DES ÉCHANGEURS DE CHALEUR

Masami Masabuchi
YOKOHAMA National University
Ohoka-Machi, Minamiku
Yokohama, Japan

Résumé

On analyse les caractéristiques dynamiques des échangeurs de chaleur avec tous les deux fluides mélanges, avec un fluide mélangé et avec tous les deux fluides non-mélangés.

On formule les équations différentielles décrivant les trois cas ci-dessus, comme les équations du système à paramètres repartis /non-dimensionnés/, et on obtient, à l'aide de la transformée de Laplace, les fonctions de transfert par rapport aux changements de la température du fluide à l'entrée de l'échangeur.

Ces résultats sont illustrés par les courbes de réponse en fréquences pour le cas où les capacités des parois peuvent être négligées aussi bien que pour les cas où elles exercent une influence prédominante.

On compare les résultats du calcul numériques pour les paramètres repartis.

LES SYSTÈMES A STRUCTURE VARIABLE DANS
LES PROBLÈMES D'IDENTIFICATION ET DE COMMANDE
DE SYSTÈMES MULTIDIMENSIONNELS

On traite des principes de construction de systèmes à structure variable, destinés à la commande de systèmes dont le comportement est défini par une équation différentielle du type:

$$\frac{d\bar{x}}{dt} = A\bar{x} + Bu$$

où:

$\bar{x} = /x_1, \dots, x_n/$, est un vecteur décrivant l'état du système,

A - une matrice dont les éléments a_{ij} peuvent varier en fonction du temps,

B - une matrice à éléments b_{ij} de valeur constante,
 $\bar{u} = /u_1, \dots, u_m/$ - le vecteur commande.

On choisit un algorithme de variation des structures du système qui abaisse progressivement l'ordre de l'équation différentielle du mouvement et qui permet d'obtenir les propriétés dynamiques désirées du système. On distingue les cas nécessitant une information sur les paramètres du système commandé, pour réaliser l'algorithme obtenu. On crée, dans ces cas, des boucles complémentaires d'identification réalisées à partir des principes de systèmes à structure variable: il est démontré que les actions de commande, dans des conditions données, sont fonction, dans ces boucles, des paramètres du système étudié. On peut donc, par un choix approprié du nombre et de la structure

des boucles en question, et par la mesure des commandes existantes, obtenir un système d'équations algébriques dont la solution constitue l'ensemble des paramètres recherchés. A partir de l'information ainsi obtenue, il est possible de réaliser les algorithmes de commande des systèmes multidimensionnels.

PROPRIÉTÉS STRUCTURELLES DES SYSTÈMES DYNAMIQUES

M. Vukobratovic, R.S. Rutman

Dans cet article la relation entre l'invariance paramétrique et la sensibilité nulle est établie. Hors cela la formule topologique pour la sensibilité du système qui correspond au graphe linéaire de structure arbitraire est présentée.

La formulation analytique des conditions nécessaires et suffisantes concernant la sensibilité nulle est obtenue.

Cet article établit aussi les algorithmes pour la synthèse des systèmes invariants du second et troisième ordre par rapport aux variations des paramètres.

Le lien entre les conditions imposées par la non-observabilité (nonobservability) ainsi que la propriété de contrôlabilité à base de perturbations du vecteur de paramètres du système a été présenté aussi.

Armando Phagouapé, ing.

Professeur à la Faculté de Génie chimique - Santa Fé

IMAF - Université de Cordoue - Cordoue

ARGENTINE

NOUVEAUX DEVELOPPEMENTS DE LA METHODE DES
TRANSMITTANCES DU TYPE T /METHODE T.C.F./
DANS LES SYSTEMES DE COMMANDE A VARIABLES MULTIPLES

Un rapport sur les transmittances du type T /Méthode T.C.F. - Tetra Transfer Control Functions/ a été présenté au Symposium sur les Systèmes de Commande à Variables multiples, qui s'est tenu à Dusseldorf, en République Fédérale Allemande, en octobre 1968, sous le patronage de l'IFAC.

Le rapport mentionné traitait d'une approche matricielle du problème de l'obtention d'une relation fonctionnelle entre les variables d'entrée et de sortie du système. La méthode en question utilise un nouveau type de matrices dites autostructurées, avec lesquelles on obtient rapidement la relation désirée, à partir des fonctions le transfert de sous-systèmes correspondantes.

La méthode antérieure est ici complétée par de nouveaux développements; on a cherché aussi à obtenir les réponses attendues, par un usage approprié de vecteurs de commande qui agissent sur le système dans le même temps que les entrées normales du système commandé; ces dernières sont généralement considérées comme des perturbations.

La fig. 1 représente la forme des connexions entre n simples systèmes à réaction, pour obtenir un sys-

tème à variables multiples très fréquent dans les applications pratiques.

/1/, /3/ et /4/ représentent les relations fonctionnelles correspondantes.

/1/ est une matrice autostructurée du second ordre du type représenté en /2/.

V.V. Veličenko
URSS .

SUR LE PROBLÈME DE LA SYNTHÈSE DES SYSTÈMES INVARIANTS

L'objet du présent travail est la solution du problème de la synthèse d'un circuit de compensation assurant l'invariance, par rapport aux perturbations, de l'indice de performance donné d'un système non linéaire. On démontre que la solution du problème de la synthèse est associée à la prédiction du mouvement non perturbé du système; dans le cas où l'on dispose de l'intégrale générale du système non perturbé, la solution peut être présentée de manière explicite.

La méthode de résolution retenue utilise les conditions nécessaires et suffisantes d'invariance, formulées dans le présent rapport, et obtenues à partir des méthodes de la théorie des systèmes optimaux et des grandes variations de la fonctionnelle, ce dernier procédé étant développé dans l'ouvrage. Les considérations théoriques sont illustrées par des exemples de synthèse de circuits de compensation.

LA COMMANDE OPTIMALE D'UNE CLASSE DE PROCÈS À PARAMÈTRES RÉPARTIS

Fred E. Thau
Aerospace Research Center
General Precision Systems Inc.
Little Falls, New Jersey, U.S.A.

Résumé

Une loi pour la commande optimale est dérivée d'une classe de procès à paramètres répartis excités au hasard. Une analyse est présentée pour le procès de diffusion excité au hasard, mais les méthodes employées s'adaptent aussi à des procès d'ordre plus élevé. En utilisant un opérateur dérivé dans un article précédent ainsi que les propriétés des procès répartis de Markov, on montre que les fonctions d'estimation et de commande peuvent être séparées. Un exemple numérique de la commande d'un procès de diffusion de mesures entachées de bruit est présenté.

N.A. Babakov, D.P. Kim
Moscou - URSS

SUR LES CONDITIONS DE COMMANDABILITÉ DANS UN PROBLÈME DE POURSUITE

Analyse du problème de la poursuite dans l'espace d'un point B, par un point A, dans les conditions suivantes: le point B poursuivi, se déplace suivant une droite; le point A poursuivant, se déplace à vitesse constante. Les commandes du point A sont des vitesses angulaires limitées en module. La vitesse V_A du point A, est inférieure à la vitesse V_B du point B poursuivi $V_A < V_B$. Il résulte de cette dernière condition, que

le point A ne tombera /ou n'atteindra/ dans le voisinage E du point B, que pour certaines conditions initiales. Le problème considéré consistera donc dans la détermination de la condition de commandabilité, c'est-à-dire de la condition dont la satisfaction permettra au point A d'atteindre le point B. Cette condition définit, dans l'espace des conditions initiales de poursuite, un domaine de commandabilité. C'est pourquoi le problème étudié sera formulé comme un problème de détermination, dans l'espace des conditions initiales de poursuite, d'un domaine de commandabilité,

La condition de commandabilité est satisfaite, si les extrema de la fonctionnelle satisfont à des inégalités données. La détermination de l'expression relative aux valeurs extrémales de la fonctionnelle en question, est liée à la nécessité de résoudre un problème de commande optimale non linéaire bidimensionnel /le vecteur commande du point A, est un vecteur à deux dimensions/. C'est ainsi que le problème initial de la détermination d'une condition de commandabilité, se ramène à un problème variationnel, plus précisément - à un problème variationnel à deux et trois points, avec une extrémité droite de la trajectoire qui est mobile. Le problème variationnel en question est résolu en utilisant le principe du maximum de L.S. Pontrjagin. Finalement, on a défini une structure de commande optimale et un schéma de calcul du problème initial.

V.N. Sošnikov, G.M. Ulanov
Moscou - URSS

LA DYNAMIQUE DU DÉPLACEMENT D'UN COSMONAUTE
A SA RENTRÉE DANS LE VAISSEAU, A L'AIDE DU CÂBLE,
ET LE PRINCIPE DE COMMANDE DU VAISSEAU, FONDÉ
SUR LA THÉORIE DES SYSTÈMES A STRUCTURE VARIABLE

Considérations sur les questions d'analyse d'un système non commandé, la nécessité d'une commande permettant la rentrée du cosmonaute dans des conditions données; présentation du principe de construction d'un système de commande, fondé sur les propriétés des systèmes à structure variable; et assurant un processus en un sens optimal de rentrée du cosmonaute dans le vaisseau cosmique.

On a donc étudié, pour un modèle donné du système, les états d'équilibre possibles, leur relation avec les paramètres et les conditions initiales; on a également déterminé les valeurs de bifurcation des paramètres.

On a établi, au voisinage des positions d'équilibre pratiquement intéressantes, une équation linéarisée sous forme d'équation différentielle linéaire à coefficients variables de Tux . Les propriétés de l'équation obtenue sont ensuite étudiées au moyen de représentations asymptotiques, au voisinage des points singuliers, et, qualitativement, sur tout l'intervalle de temps, à l'aide des théorèmes de Sonin-Pol. La simulation sur ordinateur numérique permet d'accorder les propriétés du modèle linéaire réalisé à celles de l'équation non linéaire.

Les estimations quantitatives sont obtenues à partir de la solution asymptotique de l'équation linéaire. La simulation permet d'obtenir des estimations relatives à la précision de la solution asymptotique.

Les résultats obtenus sont à la base de l'étude des caractéristiques dynamiques du processus de rentrée du cosmonaute dans le vaisseau, et de la détermination des conditions pour lesquelles le processus de rentrée, dans le système non commandé, est d'une qualité donnée. L'impossibilité pratique de satisfaire aux conditions obtenues, constitue un argument en faveur de l'introduction d'une commande, dont une réalisation des plus simples sera une commande par relais du mouvement angulaire du vaisseau.

Le système de commande de la rotation est décrit par une équation approchée. Il comporte un paramètre prenant deux valeurs fixes. Le saut brusque d'une valeur à l'autre est réalisé à l'intersection d'une hypersurface, dans l'espace de phase du système. Dans ces systèmes à structure variable, peuvent apparaître des régimes "pulsants" permettant d'obtenir des indices de performance élevés. C'est le principe présenté que l'on propose de mettre en oeuvre dans la synthèse d'un système performant de retour du cosmonaute à son vaisseau, par un choix rationnel de l'hypersurface de commutation des moteurs de commande du mouvement angulaire du vaisseau. On démontre la possibilité de principe de la synthèse d'un tel système.

LE MESURAGE DES FORCES ET DES MOMENTS D'UNE FUSEE, LAQUELLE EST COMMANDEE
PAR UN VECTEUR POUSSEE, AU DESSUS D'UN SUPPORT POUR L'EPREUVE LEQUEL EST
FAITE DE CINQ PARTIES CONSTITUANTES.

Ping Tcheng*

J. W. Moore**

RESUME ABREGE

Ce papier veut décrire l'analyse et le dessin d'un support pour l'épreuve, lequel est fait de cinq parties constituanes, dans l'intention de mettre à l'épreuve des systèmes commandés des vecteurs poussés des fusées dans le champ de trois mille livres de la poussée. Les supports qui existent maintenant ont la résonance mécanique à la champ de 15 à 30 Hz. Les specifications en ce cas ont demandé un relativement plat réponse a 100 Hz. Un trait de ce système est un assortiment des paliers de huile lesquels sont plat et hydrostatique, et lesquels supportent la fusée. Ceux-ci permettent la dilation thermique parallele à leur surface et fournissent le support rigide et l'amortissement lourd perpendiculaire à leur surface. Une épreuve minutieux de la réponse de la fréquence monte que le palier se conduisse comme un filtre excellent du premier ordre. Un étude du ordinateur digital, qui emploie les données véritable du palier monte que la réponse du système est excellent jusqu'a 100 Hz.

*Gradué, auxiliaire pour la recherche, Université de Virginie, Charlottesville en Virginie.

**Professeur de l'industrie mécanique.

DÉMARRAGE EN TEMPS MINIMAL D'UN MOTEUR NUCLÉAIRE
DE FUSÉE AVEC LES LIMITES AUX CONTRAINTES THERMI-
QUES, BASÉ SUR UN MODÈLE À PARAMÈTRES REPARTIS

Manfred Wittler, C.N. Shen

Résumé

Les températures du noyau et du propergol d'une fusée nucléaire à combustible solide sont décrites par une paire d'équations aux dérivées partielles qui dépendent de la répartition de la puissance et du débit du propergol, qui est considéré comme une variable de commande indépendante. La contrainte thermique dans le noyau est donnée par le produit des variables d'état et de commande.

On résout l'ensemble des équations aux dérivées partielles, et on en obtient des formes intégrales décrivant la température du noyau, la température du propergol et la différence entre eux. Ces expressions intégrales servent à la solution du problème de commande en temps minimal qui est comme suit: Trouver un programme de commande qui, à partir d'un régime donné, fait accroître en temps minimal le débit du propergol jusqu'au niveau déterminé, une valeur maximale admissible de la contrainte thermique n'étant pas dépassée. On démontre que ce problème est équivalent à un certain problème à temps terminal fixé qui consiste en minimisation d'une fonctionnelle, étant donné les contraintes d'égalité en forme d'une équation intégrale et d'inégalité intégrale-différentielle. A la connaissance des auteurs, les conditions d'optimalité pour un tel problème ne sont pas encore connues dans la littérature. On développe ces conditions et on les utilise pour obtenir la loi de commande en temps minimal en forme condensée.

On développe un programme de calcul numérique, et on en présente les résultats obtenus pour divers répartitions de la puissance.

SYNTHÉSISEUR DU SYSTÈME D'INFORMATIONS DE VEHICLES D'ESPACE

J.A. Ralph, H.J. Bellamy

Résumé

Jusque le temps présent les systèmes avec calculateur "on line" étaient phasés dans l'opération existance de la façon "piggy back". C'est à dire, le système primaire de contrôle sans calculateur restait opératif /sans production quelconque, ou autre pénalité/ jusque le système automatisé a été corrigé en un procédé "off line". Le changement a été accompli à un point convenable avec un original système de contrôle servant comme un "back up" au système avec le calculateur.

A présent conformément aux acceptations générales des systèmes de contrôle automatisés, le procédé de contrôle avec le calculateur /et à présent primaire/ où le système "checkout" /qui peut être considéré comme un procédé de contrôle boucle ouverte/, doit être développé simultanément aux procédés et systèmes d'instrumentation.

Le synthétiseur du système d'information de véhicules d'espace /SVDSS/, a déterminé le problème d'essais du programme indépendant par la simulation réaliste qui sera contrôlé et leur sorties instrumentées associés en posant question s'il doit être analgue ou discret avant qu'il deviendra réellement un système mondial. Les flux des informations sont produit, qui doublent les flux des informations attendus auparavant de la part du système proposé fonctionnel.

En considérant le système dans le "checkout" ou l'environ du procédé de contrôle une pression se déplace de la présentation exacte des éléments physiques du système à l'exacte représentation du contrôle et des éléments d'essais du système. Pour ce type d'environ est demandée une langue du haut niveau, qui à des attributs des langages de simulation standart digital-analogue comme addition à l'extensive discrète /logique variable/ capacité de traitement, communications du modèle opérateur mathématique et les facilités de formations des informations.

En combinant ces traits caractéristiques avec la langue basique de simulation digitale-analogue, le synthésiseur présente un instrument pour la création et essai du procédé de contrôle, avant le système primaire existé.

En résumé le Synthésiseur du Système d'Information de Vehicules d'Espace. conçue comme un software système pour les systèmes vehicules d'espace, a l'application potentielle dans les autres aréa de tendance scientifiques.

Les ressources de terre et les systèmes de simulation physiologiques forment seulement les deux d'eux. Les autres son en train d'être exploré.

Réglage suboptimum des systèmes de 2^e ordre avec des coefficients dépendant du temps

Joachim Lückel

Assistant scientifique, ingénieur diplômé

Institut B de Mécanique, Ecole Polytechnique de Munich
8000 Munich 2

République Fédérale Allemande

Résumé

Les systèmes du 2^e ordre avec des coefficients constants sont considérés. On cherche la commande u ($|u| \leq u_0$), commandant le système à partir d'une situation initiale donnée de telle manière que l'intégrale $J = \int_0^T \mathbf{x}^T \mathbf{Q} \mathbf{x} dt$ est rendue un minimum. Pour deux cas de conditions limites les courbes de réglage dans le plan de phases sont déterminées point par point par calcul en arrière.

Dans le premier cas on obtient des courbes qui peuvent être approximées facilement par des lignes droites. La montée et la permutation des lignes droites sont des coefficients du système de l'équation différentielle.

En outre il est possible de montrer que lors d'une commande singulière au point zéro du plan de phases un point de selle se forme.

Comme transition de la commande optimum au réglage suboptimum on a développé un régulateur à deux étendues de fonctions de commande. L'effet de ce régulateur est démontré par l'exemple d'un oscillateur amorti. Ce régulateur peut être utilisé avec peu de modifications également pour un système de 2^e ordre avec des coefficients dépendant du temps. Si les coefficients du système sont des fonctions périodiques, on peut calculer la droite de

commande correspondante à chaque combinaison. Dans ce cas on obtient pour les régulateurs des droites de commande dont les indices sont des fonctions connues du temps. Il existent en outre - analogues au cas des coefficients constants - des trajectoires extrémales singulières. Comme exemple sert le réglage du mouvement incliné d'un satellite se mouvant sur une orbite dans le champ de gravitation terrestre.

EFFICACITÉ DYNAMIQUE DE L'ÉLÉMENT LINÉAIRE DE SEUIL AVEC ASUSTAGE AUTOMATIQUE DES POIDS

I. Morishita

Résumé

Ce rapport présente un élément linéaire, dans lequel chaque poids se change automatiquement suivant une certaine règle de croissance. L'analyse de son efficacité dynamique ainsi que les résultats certains de simulation sont décrits dans le rapport. Des applications possibles d'élément sont aussi discutées.

L'élément est en principe un arrangement additionnant. Sa sortie $y/t/$ est une somme pondérée de leur entrées

$x_1 /t/, \quad 1 = 1 = 1, 2, \dots, N, \quad \text{c'est à d.}$

$$y /t/ = \sum_{i=1}^N w_1 /t/ x_1 /t/.$$

Les entrées $x_1 /t/$ sont admises comme les signaux zero, mais elles ne sont pas restreintes aux signaux binaires. Les poids $w_1 /t/$ sont ajustés automatiquement conformément aux équations différentes:

$$T \frac{dw_1 /t/}{dt} + w_1 /t/ = ax_1 /t/ \operatorname{sign} [y /t/], \quad 1 = 1, 2, \dots, N$$

Il faut noter, que la fonction sde seuil est appliquée pour l'ajustement des poids, et la sortie fait - la somme pesée.

Une examination détaillée des solutions des équations ci-haut montre que l'élément a une tendance à séparer ses entrées en a "spectrum" ou une famille des parties composantes pour choisir le composant d'une grande puissance pour sa sortie. Cette propriété permet d'exécuter une variété des types de traitement des information tels comme la majorité des décisions logiques, mémoire, divisibilité du modèle et le filtrage des signaux. Ces résultats théoriques sont vérifiés par certains expériences de simulation a l'aide d'un calculateur.

Un régulateur à automate adaptif pour les
processus de Markoff à temps discretes

par J.S. Riordon
Université de Carleton
du Canada
Ottawa

Le calcul de la caractéristique optimale d'un régulateur asservi pour un système aléatoire non linéaire peut être facilité par l'emploi d'un automate aléatoire comme modèle du système. Un problème d'un intérêt particulier est posé par les processus stationnaires de Markoff de longue durée dont l'état est observable mais dont les caractéristiques dynamiques et de perturbation sont initialement inconnues. L'auteur étudie dans son article la détermination de l'algorithme d'asservissement approprié pour un tel processus, sous la forme d'un automate adaptif placé dans la boucle de retour.

Comme l'algorithme sera utilisé en temps réel pour remplir simultanément les fonctions d'estimation et de commande, il devra constituer une stratégie efficace convergente de commande duale et à étapes multiples. L'auteur montre qu'on peut étendre une méthode connue pour la commande duale des processus aléatoires répétitifs à une étape afin de l'appliquer au cas étudié. Il présente une méthode permettant le calcul des estimations successives de la fonction de la commande d'une façon récurrente afin de réaliser à chaque étape du processus la fonction optimale d'asservissement. L'auteur illustre l'utilisation du régulateur à automate par la simulation de l'asservissement adaptatif d'un processus non linéaire, conditionnellement stable, du traitement thermique perturbé par un bruit multiplicateur.

RESUME

par A.L. Jones, B.Sc., PH.D., D.P. McLeod, B.Sc./Eng/.

Elliott Process Automation Limited,
Borehamwood,
Hertfordshire,
Angleterre.

Une commande numérique pour les industries de transformation avec comportement du type convertible.

On a senti depuis longtemps que l'évolution et l'utilisation de d.d.c. ont suivi de trop près la théorie de commande linéaire classique. Presque toutes les utilisations de commande pour ordinateurs utilisent des algorithmes standard à deux ou trois termes qui sont les équivalents numériques de leurs contre-parties analogiques. C'est seulement récemment que la théorie de transfert "z" a été utilisée pour employer la théorie moderne à la commande de grandes installations.

La difficulté est ici qu'il est nécessaire d'être à même de définir les dynamiques de l'installation avec exactitude, ce qui est souvent difficile et aussi d'incorporer le fait que les conditions du procédé changent.

La commande on-off est connue comme étant largement insensible au changement de procédé et le travail décrit ici utilise un ordinateur numérique pour faire ce genre de commande. Dans beaucoup d'utilisations industrielles, il est possible de commander un tube dans un

mode on-off avec une fréquence assez élevée pour que l'installation agisse comme un filtre à la fréquence de prélèvement.

Des lignes de communication linéaires dans le plan de phase sont choisies pour que même dans le pire cas de changement de procédé, la réponse moyenne approche encore l'état désiré au long de la même trajectoire exponentielle. On a examiné jusqu'à des cas de second ordre, y inclus des simulations de réacteurs chimiques potentiellement instables, et des résultats stables ont toujours été obtenus. La mise en route et l'arrêt de l'installation sont prévus puisque des erreurs importantes ne présentent pas de problèmes spéciaux.

Le choix de coefficients de commande n'est pas difficile à faire, et on doit seulement veiller au choix de la fréquence de prélèvement par rapport aux constantes de temps de l'installation, car le temps de prélèvement doit permettre une résolution suffisante du système.

PROCEDE SIMPLE POUR L'ADAPTATION RAPIDE DE REGULATEURS DANS LE DOMAINE DES ENTRAINEMENTS

W. Speth, Siemens AG
Erlangen, Allemagne

Résumé

L'auteur décrit un procédé pour une adaptation automatique de l'amplification de régulation au système réglé et, simultanément, à la plage de fréquences du signal d'entrée.

Un cas particulièrement simple du procédé est la régulation logarithmique qui ne peut toutefois être appliquée que dans certains genres de systèmes réglés. .

Deux exemples du domaine des entraînements illustrent l'application du procédé.

D.Ja. SVET
Moscou - URSS

SUR LES SYSTEMES ADAPTATIFS DE MESURE DES
TEMPERATURES REELLES, DANS LE SPECTRE VISIBLE

Le caractère incomplet des équations de répartition de la densité spectrale d'énergie de rayonnement, dans le cas où la puissance de rayonnement n'est pas connue, ne permet pas de réaliser un contrôle automatique optimal de la température réelle.

Les méthodes considérées de conversion non linéaire du signal des composantes spectrales du rayonnement de Planck, permettent d'utiliser la redondance de l'information dans l'élaboration d'un programme utilisé dans l'adaptation du système automatique de mesure.

La matérialisation de cette méthode sous forme de système automatique à auto-compensation, permet de résoudre le problème posé avec des moyens techniques relativement simples, pour un spectre continu de rayonnement. La méthode présentée ouvre de nouvelles perspectives dans le domaine du contrôle automatique de certains types de plasma.

Zdzisław Barski, Docteur Ingenieur
Institut des Techniques Thermiques
2664, Pologne

SYSTÈME ADAPTATIF DE RÉGULATION DE TEMPÉRATURE
OU D'HUMIDITÉ DANS DES INSTALLATIONS DE CONDI-
TIONNEMENT DE L'AIR

Resumé

Les recherches théoriques et expérimentales du comportement dynamique des installations industrielles à l'air conditionné ont démontré que les perturbations, (par exemple le changement de température extérieure), influent sur les paramètres dynamiques de ces installations et particulièrement sur le rapport entre le délai et la constante de temps (T_0/T). Admittant que le rapport T_0/T , traité comme la fonction de la température extérieure, a la même caractère dans tous les installations mentionnées ci-dessus, on considère l'application des systèmes adaptatifs de régulation de température et d'humidité, comme convenable pour l'automatisation des ces installations. Dans ces systèmes les organes d'ajustement des régulateurs s'adaptent automatiquement au comportement dynamique variable des installations. C'est un régulateur par "tout ou rien" adaptatif qui a servi comme une base pour analyser et formuler les conditions d'adaptation. Il a été construit par l'auteur particulièrement pour l'application dans les wagons de chemin de fer ou dans les bateaux ainsi que pour d'autres applications industrielles. On montre, que le gain K_p du régulateur par "tout ou rien" adaptatif est une fonction de température extérieure et on donne les conditions nécessaires d'adaptation automatique au comportement variable d'installation. L'étendue ainsi que la manière de variation de l'ajustement du régulateur sont d'accord avec l'ajustement optimale du régulateur P, PI ou PID, selon le critère de réponse aperiodique la plus rapide (minimum de temps de regulation - t_p). On analyse la collaboration du régulateur avec un ou plusieurs thermomètres ou hygromètres à contact. On démontre que l'usage des plusieurs capteurs non seulement rend le résultat des mesures plus proche à la moyenne mais il permet aussi de faire dépendre le gain K_p de la valeur d'écart U en manière non linéaire et progressive. Cette dépendance agit d'une manière positive sur la stabilisation du système de regulation en présence des grandes perturbations.

PROBLÈMES DE LA SYNTHÈSE DES SYSTÈMES DE L'OPTIMISATION AUTOMATIQUE DES INSTALLA- TIONS CONSTRUITES EN MASSE

V.I. Ivanienko, D.V. Karacheniec

Résumé

L'optimisation des installations à l'échange des matériaux en masse /rectifications, installations d'absorption et autres/ présente un problème compliqué, dû à la non linéarité des caractéristiques des procédés d'échange des matériaux en masse et à la présence d'une rangée des limitations concernant les échanges au cours du procédé, à la suite des troubles, qui mènent au déplacement d'extrémum d'indicateur de l'effectivité du travail de l'installation et des erreurs importants concernant la composition de produits primaires et finals du partage.

Dans le rapport on suggère d'appliquer à l'optimisation des procédés d'échange de matériaux en masse - l'aspect statistique.

En considérant des exemples de deux typiques installations d'échange des produits en masse on a démontré des particularités principales, qui ocurrent pendant la solution du problème de la synthèse des systèmes de l'optimisation automatique /SOA/. Un de principaux problèmes, solutionnés par SOA consiste en groupement des informations au sujet des troubles, concernant l'alimentation des onstallations à l'échange des produits en masse. Cette information donnée dans les exemples cités présente une statistique suffisante, qui permetts d'examiner SOA fermée et non fermée.

Stratégie optimale de contrôle dans la SOA fermée doit prendre en considération la possibilité d'un groupement actif des informations. Pour une synthèse de la SAO optimale nous alons profiter des résultats, obtenus dans la théorie de procédés accidentels contrôlés. Egalement, elle à été considérée une méthode proche à la méthode optimale SOA.

On a démontré également certains problèmes de recherches futures dans le domaine de la synthèse statique SOA des installations à l'échange des produits en masse.

H.L. WADE, C.H. JONES
T.B. ROONEY /The Foxboro Company/
L.B. EVANS /MIT/
Massachusetts - USA

LA COMMANDE DU PROCESSUS DE LA DISTILLATION CYCLIQUE

L'étude par simulation sur ordinateur numérique de la distillation cyclique, donne un aperçu des problèmes de commande associés aux processus à caractère cyclique.

Le modèle mathématique met en évidence les caractéristiques dynamiques du processus observées expérimentalement sur des périodes d'un cycle.

Parmi les systèmes étudiés, la situation la plus stable est celle où la chaudière et le condenseur sont physiquement séparés de la colonne durant la période de flux liquide. On conclut également qu'une régulation du niveau du liquide de retombée est nécessaire afin d'assurer un déroulement satisfaisant de la distillation cyclique.

Résumé d'une conférence à présenter au 4^{me} Congrès de la International Federation of Automatic Control, du 16 au 21 juin, 1969, à Varsovie.

CONTROLE A VALEURS LIMITES D'UNE COLONNE DE DISTILLATION

par

A. Maarleveld et J. E. Rijnsdorp
Koninklijke/Shell-Laboratorium, Amsterdam
(Shell Research N. V.)

Dans le calcul d'une colonne de distillation on tient compte de conditions moins favorables que celles qui se produisent en réalité pendant l'opération. Par exemple, le condenseur doit être suffisamment grand pour que le débit de calcul soit encore garanti si l'eau de refroidissement est chaude et que les tubes contiennent de l'écaille et des impuretés. Cependant, le plus souvent les conditions pendant l'opération ne sont pas tellement sévères et par conséquent le condenseur a une capacité excédentaire. On peut faire usage de cet excédent en opérant à une pression de colonne plus basse. La volatilité relative des composants de la plupart des mélanges d'hydrocarbures augmente quand la pression diminue, ce qui facilite la séparation à mesure que la pression devient plus basse. En conséquence, il faut moins de reflux et par conséquent moins de chaleur de re-évaporation pour maintenir la composition spécifiée du produit. En outre, la charge sur les plateaux diminue quand l'écoulement à travers la colonne décroît, ce qui fournit la possibilité d'augmenter la pureté et le rendement du produit et/ou le débit. Un autre degré de liberté à cet égard est la distribution de chaleur entre le rebouilleur et le préchauffeur.

Dans cette conférence on traite de schémas de contrôle qui maintiennent de façon automatique des conditions optimales dans la colonne. Ces conditions varient avec le débit, la température, etc. Comme exemple on donne les diagrammes de valeurs limites et un schéma de contrôle pour une colonne pour la séparation d'isopentane. Le schéma n'est pas trop compliqué et peut être réalisé par des moyens courants.

OPTIMUM BANG-BANG OPERATION OF TWO COMPONENTS DISTILLATION COLUMNS

J. De Lorenzo - G.Guardabassi - A.Locatelli - V.Nicolò - S.Rinaldi

Résumé On suggère que le reflux soit varié d'une façon périodique pour améliorer la conduite de la colonne. C'est analysé une conduite a bang\bang d'une colonne de distillation binaire avec la but d'obtenir le reflux moyen minime pour une concentration du distillé fixé.

Le problème d'optimisation consiste dans la choix des deux niveaux de reflux et des intervalles de temps dans le quels ils sont appliqués. Ils sont montrés quelques propriétés générales de ce problème, si que la tâche de trouver l'optimum dans un espace à quatre dimensions est réduite à ce de trouver l'optimum dans un espace à deux dimensions. La discussion d'un cas particulier et quelques conclusions peuvent être trouvés à la fin du papier.

FONCTIONNEMENT OPTIMAL BANG - BANG
DES COLONNES DE DISTILLATION A DEUX
COMPOSANTS

RESUME

COMMANDE NUMERIQUE PREDICTIVE ET PAR REACTION D'UNE UNITE INDUSTRIELLE DE DISTILLATION.

MM. G. BORNARD	- Laboratoire d'AUTOMATIQUE	- GRENOBLE	- France
G. DUCHATEL	- Société NAPHTACHIMIE	- LAVERA	- France
J. L. MELENNEC	- Laboratoire d'AUTOMATIQUE	- GRENOBLE	- France
B. SEMPE	- Société TELEMECANIQUE	- CROLLES	- France

Nous présentons ici l'étude théorique et expérimentale de la commande par un calculateur numérique du type "temps réel", d'une colonne de superfractionnement dont la commande manuelle s'était jusqu'alors avérée très délicate.

Le but de la commande est d'assurer une qualité très stable de la production, notamment pendant les régimes transitoires, et de rendre optimal le fonctionnement statique de l'installation (critère économique).

Un modèle statique et un modèle dynamique ont été définis à partir d'une étude théorique et d'un ensemble de tests expérimentaux ce qui permet d'atteindre une grande précision avec un nombre d'essais relativement restreints.

Ces modèles ont été introduits dans la mémoire du calculateur de commande.

On a alors mis au point une commande dynamique en boucle ouverte qui permet d'utiliser la connaissance du processus que le modèle nous donne a priori, à laquelle on superpose une commande en réaction, dont le rôle est de compenser les erreurs dues aux perturbations non mesurables et aux incertitudes sur le modèle.

Cette structure de commande permet de tirer le meilleur parti des informations dont on dispose, et a'avère très propice à l'optimisation statique.

La mise en oeuvre et les résultats quantitatifs sont ensuite présentés.

Ces résultats sont très satisfaisants puisque la stabilité des régimes obtenus a permis de faire passer la production maximale de 95% à 110% de la production nominale.

MODÈLE MATHÉMATIQUE ET L'OPTIMISATION DU PROCÉDÉ DE POLYCONDENSATION DES POIXS PHÉNOL FORMALDÉHYDE

E.G. Dudnikov, G.P. Maikov, P.S. Ivanov

Résumé

Le procédé de polycondensation des poixs, phénol formaldéhyde a été basé sur une vite extraction de la région de réaction pendant sa formation. La réaction de la polycondensation s'est passée en présence de catalyseur /acide hydrochlorique/ dans le réacteur à multisections de l'action changeable à la pression atmosphérique et température de bouillonnement de la mixture de 100°C. Les apécials traits de ces procédés consistent en grande extraction du phénol et du formaldéhyde de poixs.

Le équations suivantes étaient obtenues:

$$\frac{A_n - 1}{Z_n} = 1 \cdot 14 \cdot A_n^{1 \cdot 16} \cdot B_n^{0.8}$$

$$\frac{B_n - 1}{Z_n} = 1 \cdot 69 \cdot A_n^{0.4} \cdot B_n^{1.36}$$

ou $Z_n = T_n \cdot D_n$; A, B, D correspond ou phénol, formaldéhyde et catalyseur concentration; T = temps moyen. Index n = le nombre des sections. Viscosité est un paramètre très important, définiant la qualité de la poix.

La dépendance de la viscosité de la poix dans la section d'ordre n des paramètres du procédé, a été considérée comme une équation régressive. Wn se basant sur les équations obtenues, la distribution de catalyseurs a été établie si bien qu'un temps moyen pour le réacteur à 3 sections de la mixture idéale et une minimale concentration du phénol et formaldéhyde à leur sortie du réacteur. En même temps le problème de l'optimale distribution Z_n suivant la méthode programmée dynamique a été résolue. Le temps moyen d'arrêt et la distribution du catalyseur a été choisi de façon que leur sortie était égale à Z_n optimal. Il faut noter, que pour plusieurs procédés

chimiques, où la réaction chimique constante est nécessaire, proportionnelle à la concentration catalitique $/K=K_0; D_n/$, et l'optimisation de distribution Z_n . Pour ces procédés la question de la distribution optimale du temps moyen d'arrêt /le volume à la sortie donnée/ n'a aucune raison, ce qui signifie, que c'est plus économique /dans le plus de cas/ d'appliquer les réacteurs du même volume, en s'empresant pour les meilleurs résultats, d'appliquer le traitement correspondant avec catalysateurs. La question du nombre optimal des sections, est résolue par la méthode dynamique du programme, qui examine les frais de jeux en ce qui concerne le volume total du réacteur.

COMMANDE OPTIMALE DU PROCÉDÉ DE CRACKING CATALITIQUE DU FLUIDE

L.A. Gould, L.B. Evans, H. Kurihara

Résumé

Des recherches ont été faites au sujet de l'application d'une théorie du contrôle optimale pour la création du système de contrôle pour les non linéaires multivariables procédés chimique. On a choisi un procédé hypothétique de cracking catalitique du fluide, comme un typique procédé chimique de ce genre pour faire des épreuves et évaluer des différentes approches au problème. On a développé modèles mathématiques décrivant le parcours dynamique du procédé en commençant de la chaleur inconstante et des balances de matériaux en ce qui concerne le réacteur et le régénérateur. Le modèle se sert des équations semiempiriques pour décrire les réactions cinétiques du cracking et du brûlement de charbon. Les modèles dynamiques ont été pris pour simuler les procédés des machines mathématiques digitales. La simulation donnait la possibilité d'avoir le plus des importantes caractéristiques dynamiques, prévues pour les unités commerciales.

Une nouvelle approche à la création d'un système de commande pour les procédés chimiques nonlinéaires d'un haut degré et multivariables basés sur la théorie optimale du commande de contreréaction a été démontrée pour la création d'un système de commande pour le procédé hypothétique de cracking du fluide. Suivant la loi de contrôle de contreréaction la température du régénérateur est contrôlée par le facteur air, et le niveau d'oxygène est contrôlé par le facteur catalitique. Ce schéma de commande est toutafait différent de celui-ci, qui est typiquement utilisé dans les opérations de raffineries, où la température est contrôlée par le facteur catalitique et le niveau d'oxygène est contrôlé par le facteur air. Les avantages de ce nouveau schéma ont été démontrés par la simulation dynamique, qui est beaucoup meilleure pour commander le procédé hypothétique du cracking en face des perturbations, que le schéma de commande conventionnelle.

DUDA Mirosław
PLUCINSKA-KLAWE Malgorzata
RAKOWSKI Janusz
WAGLOWSKI Stanisław

Institut de l'Energie
Varsovie, Pologne

ANALYSE ET PROJET DE REGULATION DE LA TRANCHE 200 MW PAR LA SIMULATION ANALOGIQUE ET NUMERIQUE

Le rapport traite la méthode de simulation qui a été appliquée en train de projet de la régulation de la tranche de 200 MW, comportante la chaudière à circulation naturelle avec les caractéristiques: 650 t/h, 138 kg/cm², 540/540°C.

Pour l'analyse de régulation on a créé le modèle dynamique complexe linearisé pour les petites perturbations autour du point de la pleine charge.

On a traité les systèmes de contrôle suivants:

- a/ la régulation de pression de vapeur de type PI ou PID travaillante sur le signal d'écart pure ou avec le signal de tendance provenant de débit de vapeur, de combustible et de la position de soupapes de réglage de la turbine;
- b/ la régulation de température de vapeur surchauffée avec quatre desurchauffeurs /injections d'eau/ représentant une structure directe et la cascade avec les signaux des tendances provenant de débit de vapeur, combustibles et de la position de soupapes de réglage;
- c/ la régulation de température de vapeur resurchauffée avec les trappes du gas et injection d'eau basée sur une conception nouvelle.

La régulation de pression de vapeur et de température de vapeur surchauffée a été étudiée au moyen d'un model analogique et le circuit de réglage de température de vapeur resurchauffée par la simulation numérique.

COMMANDE OPTIMALE D'UNE CHAUDIÈRE

H. Apter, J.F. Le Corre, R. Mezencev
Y. Thomas

RESUME

Le travail présenté ici a pour but l'étude et la réalisation de la commande optimale de la chaîne de pression de vapeur d'une chaudière. Nous avons remplacé la commande classique par une commande réalisée suivant le principe du maximum de Pontryagin, en utilisant un critère quadratique et un modèle très simplifié pour le processus. Les calculs d'une part et les expériences effectuées en simulation et en fonctionnement réel d'autre part, sous l'influence d'une perturbation qui ici est un échelon de pression de consigne appliqué à un instant quelconque, ont donné des résultats concordants. En particulier pour ce problème non autonome, les valeurs de l'Hamiltonien calculées et mesurées en simulation se correspondent parfaitement et le contrôle aboutit dans certains cas à un contrôle prédictif.

La réalisation de cette commande doit maintenant être généralisée au cas de deux grandeurs d'état soit pression de vapeur et température de surchauffe, soit pression de vapeur et débit de combustible et dans ce cas, le problème se complique par la présence d'une contrainte sur cette dernière composante du vecteur d'état.

COMPARAISON DES DYNAMIQUES ENTRE LA CHAUDIÈRE
A CIRCULATION NATURELLE ET LA CHAUDIÈRE À
CIRCULATION FORCÉE.

K. Itoh, M. Fujii, H. Ohno, K. Sagara

Résumé

La tolérance pour fluctuation de la charge d'une chaudière est devenu importante, au point de vue du système de l'énergie. Dans ce rapport les problèmes de dynamiques sont discutés de différents types de chaudières, en liant ces problèmes avec leurs tolérances. Une chaudière est du type de la circulation naturelle, l'autre à circulation forcée, chacune d'elles de 75 MW. Etant donné que ces deux chaudières sont destinées pour la régulation du système de l'énergie, nécessaire pour les chemins de fer suburbains autour du Tokio, ils sont dérangés par les accidentelles fluctuations de l'énergie. Les intervals durent 2-3 minutes.

Outre cela, les chaudières ne sont pas actives, parce que les trains ne marchent pas. On a pris en considération la possibilité de vérifier les modèles dynamiques de deux types de chaudières.

En analysant le problème on a discuté tout particulièrement les systèmes de circulation ayant en vue de clarifier la différence entre les deux types des chaudières. La caractéristique du système est obtenue par la réduction de la matrice de transfer, qui sert les matrices de transfer du subsysteme. Les résultats expérimentaux sont obtenus dans le domaine de fréquence, en appliquant le signal pseudorandom et les réponses pas à pas à l'aide de l'intégral Fourier. Les résultats calculés sont d'accord avec les expériences et on peut en tirer ce qui suit:

- Indépendamment du fait, se trouve t'elle ou non une pompe dans le système de circulation, cela ne doit faire aucune différenciation dans les dynamiques du système circulaire en ce qui concerne le niveau du tambour et de la pression, parmi les deux types de chaudières.

- Les différences des dynamiques et de la déviation sont causées par la retenue de l'eau et le poids du métal.

Groupe "Applications" (Process Dynamics)

Contribution à l'étude de la régulation optimisées de la température dans une chaudière "Benson" avec des changements rapides de la charge

H. Unbehauen et P. Necker

Université de Stuttgart, Allemagne

Résumé

Les centrales thermique modernes sont utilisées de plus en plus pour maintenir la fréquence et satisfaire les charges de pointe du réseau. Dans ce cas, c'est la régulation de la température des surchauffeurs qui limite la vitesse de changement de la charge. C'est pourquoi le travail ci-présent apporte une attention particulière à la structure et aux valeurs d'ajustage du système de la régulation de la température. Ce système est déjà un système à plusieurs grandeurs réglées, mais on tient compte aussi de son accouplement aux autres parties de la régulation de la chaudière.

Le comportement dynamique des installations réglées dans les surchauffeurs est calculé à partir des données d'une chaudière "Benson" d'une puissance de 530 t/h et avec un chauffage combiné au mazout et au gaz. Pour ce calcul on utilisait aussi les résultats de l'analyse de nombreuses mesures sur la chaudière. Les installations réglées sont simulées sur un calculateur analogique par un modèle donnant une grande précision, mais exigeant relativement peu d'éléments calculateurs. Sur ce modèle on étudie la stabilité et l'optimisation du système couplé de la régulation de la température. Le résultat conduit à des propositions concernant une structure favorable du système et l'optimisation de ses valeurs d'ajustage.

**ALGORITHME DE COMMANDE OPTIMALE D'EXCÈS D'AIR DANS LA CHAMBRE
DE COMBUSTION DES GÉNÉRATEURS DE VAPEUR BRULANT UN COMBUSTIBLE
STABLE**

Kazimierz TARMINA

**Institut d'automatique des Systèmes Energétiques, Wrocław,
Pologne**

Résumé

L'article présente deux algorithmes d'optimisation des processus de combustion. Le premier est basé sur la coordination des résultats de trois mesures succédantes de la composition des gaz secs de combustion, le second - sur la coordination de trois mesures de la composition des gaz rendus humides à la sortie de la chaudière. Ces mesures sont réalisés pour divers excès d'air refoulé au foyer après stabilisation du processus de combustion.

**RECHERCHE SUR LA COMMANDE NUMÉRIQUE DE L'ENSEMBLE
CHAUDIÈRE - TURBINE À VAPEUR.**

B. Hanuš

**l'Institut de Construction des Machines et de Textile
Liberec, Tchécoslovaquie.**

On a examiné plusieurs algorithmes de commande numérique, basés sur le principe de minimum de l'erreur quadratique. Ces algorithmes ont été exécutés à une calculatrice numérique au moyen d'un programme généralisé. Tout les calculs ont été effectués seulement dans le domaine temporel.

Les expériences ont été fait partiellement au laboratoire, partiellement à la centrale à vapeur. Au laboratoire on a employé une calculatrice analogique comme modèle de l'installation réglée, et une calculatrice numérique comme régulateur. À la centrale, la calculatrice numérique de commande LGP 21 a été mise en liaison avec le système analogique de commande BRC.

LES TECHNIQUES DE LA COMMANDE DIGITALE POUR L'APPLICATIONS AUX CENTRALES D'ÉLECTRICITÉ

Theodore Giras, Robert Uram

Résumé

Afin d'aider le développement de la commande des centrales d'électricité, on a analysé les techniques digitales modernes. On en a passé en revue les conditions imposées aux algorithmes de commande et on a développé un ensemble des procédures numériques, linéaires et non linéaires.

On présente une équation différentielle de chaque algorithme et la courbe de la réponse transitoire correspondante. On a effectué la simulation d'un régulateur typique de la demande d'eau d'alimentation - à l'aide d'un modèle non linéaire et on en discute les résultats.

On en conclut que la commande digitale appliquée aux centrales d'électricité peut devenir un outil de projet, puissant et peut améliorer les performances des installations.

REGLAGE DES FEUX SYNCHRONISES POUR REDUIRE AU MINIMUM LA
CONGESTIONS DE LA CIRCULATION

J.A. Hillier
Road Research Laboratory, Ministry of Transport
Crowthorne, United Kingdom

Dans deux expériences effectuées à Glasgow et dans l'Ouest de Londres, on a utilisé un système de commande centralisée automatique des signaux lumineux par ordinateur électronique en vue d'obtenir la meilleure utilisation possible du réseau routier actuel. La valeur des systèmes de commande est évaluée en termes de durée moyenne du trajet pour les véhicules empruntant le réseau étudié. Au début des expériences, on a employé des feux synchronisés à cycle fixe et développé deux méthodes de commande des feux de circulation pour réduire au minimum la congestion du trafic.

La "Combination Method" est basée sur l'hypothèse suivante: dans un réseau contrôlé par signaux lumineux, le seul facteur qui influence la congestion du trafic sur une section entre deux signaux, est le réglage des signaux à chaque extrémité de la section. La méthode consiste à obtenir, en premier lieu, un histogramme montrant la congestion du trafic sur une section, pour chaque décalage possible des deux signaux; on combine ensuite, à l'aide d'un programme dynamique, les histogrammes des sections adjacentes parallèles, après avoir obtenu graduellement la meilleure combinaison possible de signaux, jusqu'à ce que le réseau se trouve réduit à l'équivalent d'une section unique. On ne peut appliquer cette méthode qu'à certaines catégories de réseaux, mais, dans la pratique, cette restriction ne pose pas de sérieux problèmes.

On s'est livré, à Glasgow, à un essai à grande échelle, dans lequel on a procédé à une comparaison entre les méthodes de commande de la "Combination Method" et celles utilisées dans les systèmes en vigueur de feux synchronisés et de signaux indépendants commandés par détection. La durée moyenne du trajet a été réduite de 11% pendant l'heure de pointe du matin, de 8% pendant les heures creuses et de 20% pendant l'heure de pointe du soir; on obtient ainsi une réduction moyenne de 12% de la durée moyenne du trajet pendant une journée de travail, réduction qui, si maintenue pendant un an, équivaut à Glasgow, à une économie annuelle d'environ 600,000 livres sterling.

La méthode alternative "TRANSYT" utilise la technique connue sous le nom de "hillclimbing technique" (procédé par échelons) pour déterminer quels sont les meilleurs systèmes de signaux lumineux à cycle fixe. Cette méthode se base sur l'emploi d'un modèle de trafic qui tient compte de l'interaction

due de bit de la circulation entre des sections de routes adjacentes, ainsi que de la dispersion des pelotons de véhicules et de croisements contrôlés par signaux lumineux ou contrôlés par un système de priorité. Les décalages des signaux et la durée des feux verts sont, tous deux, "optimisés". Les deux méthodes ont été comparées à Glasgow pendant les mois de mai et juin 1963. Comme il l'avait été prédit, la durée moyenne du trajet d'après la méthode TRANSYT, a été réduite de 4% mais, du point de vue statistique, cette différence est sans importance. Si l'on tient compte de cette réduction, les résultats obtenus avec la méthode TRANSYT représentent une économie annuelle de 7500.000 livres sterling, comparés aux résultats obtenus avec le système actuellement en vigueur.

En conclusion, ces expériences montrent que les deux méthodes ci-dessus réduisent substantiellement la durée du trajet si on les compare à la méthode de commande manuelle utilisée actuellement à Glasgow, mais le manque d'évidence ne permet pas de différencier ces deux méthodes entre elles.

ALGORITHMES DE DRÉSSEMENT DU PLAN DU TRAFIC D'AÉROPLANES ET LEUR CORRECTION

L.D. Abtabegov, H.B. Kordonsky, O.R. Frolov
V.K. Linis, Yu. M. Paramonov

Résumé

L'algorithme de contrôle automatique du réseau de transport contient un bloc de prognose concernant la demande des passagers à transporter, un bloc d'évaluation du diagramme du réseau de transport et du plan de mouvements, un bloc des liaisons inverses pour pouvoir corriger le plan, en cas l'état de passagers se changera par rapport à la prognose.

La prognose du nombre de transport est dressée à la base d'un modèle mathématique authentique, qui décrit la fonction du partage de la demande pour les transports aériens suivant les caractéristiques de la situation de transports entre deux villes données. Cette situation est définie par le coût de billets, temps de transport et fréquence des toutes sortes de trafics.

Le diagramme des principales communications aérienne est basé sur le système de lignes aériennes existantes auparavant. A l'avenir ce diagramme est corrigé.

Le terme plan de transport doit être compris comme une organisation du parc aérien suivant des lignes aériennes en tenant compte des particularités de base des aéroplanes et en désignant le nombre des vols sur chaque ligne. L'établissement du plan sera basé sur la solution du problème de programmation non linéaire, à l'aide d'une méthode des approximations consécutives.

Dans le procédé d'établissement du plan on corrige automatiquement le diagramme des vols en éliminant le secteurs avec le trafic insuffisant et en établissant des nouvelles lignes aériennes sur les secteurs comblés.

Le bloc des vols de retour est assuré par la révision instantané du plan aussitôt on a constaté le change des demandes par rapport à la prognose. La correction du plan s'effectue sur un petit secteur du diagramme. Détermination du secteur de

diagramme, qui doit être corrigé, doit être basée sur l'établissement des secteurs du diagramme, liés, c'est à dire des secteurs, ayant un commun mouvement de voyageurs.

Les algorithmes de contrôle sont réalisés conformément au programme, sur SOA et serviront pendant l'établissement et la correction du plan du trafic.

Application d'une méthode d'optimisation au
problème de transition dans les hélicoptères

D.F. Haines, Ph.D., B.Sc. (Eng.)

Westland Helicopters Ltd

Yeovil, Somerset.

Le problème de transition peut être défini comme une variation d'altitude combinée à une variation de vitesse. Ceci signifie souvent la décélération depuis la vitesse de croisière jusqu'au vol stationnaire avec perte d'altitude ou bien, réciproquement, l'accélération en grimpée. Pendant cette transition, l'hélicoptère modifie ses caractéristiques d'une telle manière qu'une quelconque loi de commande donnée ne donnera pas la meilleure performance dans la totalité du profil de vol. Il est possible de trouver des lois optimales à chaque vitesse pendant la transition et, dans l'hypothèse que le système ne soit pas rendu adaptif (c.à.d. lois de commande continuellement variables), il faut arriver à une loi qui mènera à la meilleure performance pendant la totalité du vol. Une étude a été entreprise en vue de trouver une telle loi de commande.

Puisqu'il existe deux variables, la commande de pas cyclique et la commande de pas général, qui peuvent servir à commander les deux variables de sortie, la vitesse verticale et l'accélération vers l'avant, il est possible de trouver plusieurs lois de commande à chaque vitesse en faisant varier la fonction de pondération. Pour simplifier l'étude au départ, nous avons séparé les variables de commande et trouvé les lois de commande optimales. Avec ces résultats, nous avons pu évaluer plus facilement les fonctions de pondération pour l'indice de performance à deux entrées et deux sorties. Nous avons ensuite trouvé des lois pour une vitesse particulière et, après l'obtention d'une réponse transitoire satisfaisante, nous avons trouvé des lois pour d'autres vitesses. Chaque loi était appliquée à chaque vitesse, et nous avons examiné l'adaptabilité de l'une quelconque des lois particulières dans la totalité de la gamme de vitesses. Partant de cela, nous avons pu obtenir une indication quant à l'obtention d'une loi qui mènerait à une performance satisfaisante dans tous les cas. La totalité de l'analyse s'est déroulée avec un groupe d'équations linéaires qui réduisent nécessairement la précision des résultats ; mais en tant qu'étude préliminaire, la technique d'optimisation s'avère très utile.

Système de contrôle digital pour un avion
avec des caractères de vol variables

D. Bux, G. Schweizer, H. Seelmann

Dans le cadre des problèmes de la recherche scientifique on a développé et examiné des avions de stabilité variable. Des avions avec des caractères de vol variables, qui faciliteraient bien l'instruction moderne, n'étaient pas encore réalisés jusqu'à maintenant. Dans ce rapport on discute des réalisations possibles des systèmes de contrôle et de commande d'un tel avion. Le problème principal consiste en réglant des caractères aérodynamiques de l'avion-école d'une telle façon, que l'on arrive aux variables de l'avion simulé dans tous les états probables du vol. Le problème de réglage se compose d'un système très complexe, qui peut être résolu le mieux à l'aide d'un ordinateur de proc^{essus}. On discute la dérivation des algorithmes nécessaires du problème dynamique à l'aide des méthodes de contrôle modern.

EXPÉRIMENTS SUR UN BATEAU D'ESSAIS HYDROFOIL À SYSTÈME DOUBLE DE VOILURE ET À AUTOPILOTE

Y. Ohtsu, T. Fujino, M. Itoh, H. Ohno, K. Uchino

Résumé

Dans ce rapport on décrit les résultats expérimentaux obtenus durant les essais à la mer d'un bateau d'essais hydrofoil muni d'un système double de voilure et d'un autopilote. On démontre aussi que l'analyse de la dynamique longitudinale du bateau peut être utile dans le projet fondamental du système d'autopilote.

Chaque plan d'avant du tribord et du bâbord du bateau d'essais possède un plan entièrement tournable; le plan du fond et le plan d'arrière possèdent, à leurs bords de fuite, des volets. L'angle d'attaque du plan tournable et l'angle de volet sont régulés par un servo-mécanisme hydraulique.

La hauteur au dessus du niveau d'eau et l'angle de tangage du bateau hydrofoil sont considérés comme les grandeurs réglées, tandis que l'angle d'attaque et l'angle de volet représentent les variables de commande. La dynamique longitudinale du bateau à système double de voilure peut être traitée comme celle d'un système de commande à inter-actions multiples, à deux entrées et deux sorties. On a étudié une méthode de synthèse du système auto-pilote aux inter-actions mutuelles dans la dynamique du bateau, moyennant le diagramme de lieu de pôles du système.

A partir des résultats d'essais à la mer, qui ont été effectués avec quelques régimes de fonctionnement d'autopilote, on a la conclusion que les écarts de grandeur réglée du centrage du bateau sont sensiblement réduits quand on introduit à la boucle de réglage le signal de vitesse de la grandeur réglée, et que les écarts autour de la valeur de consigne d'autopilote sont réduits davantage quand le signal de position est introduit à la boucle ensemble avec le signal de vitesse. En plus, on peut suggérer que, quand on introduit à la boucle les signaux de position et de vitesse de toutes les grandeurs réglées, telles comme la hauteur, l'angle de tanga-

ge et l'angle de bande, les écarts des grandeurs réglées du bateau à système double de voilure peuvent être rendus aussi petit comme ceux du bateau avec la voilure entièrement immergée.

CONTRÔLE DYNAMIQUE DU TRAFIC AUTOMOTRICE À LA LIBRE ENTRÉE À LA RAMPE

Harry Nathan Yagoda

Résumé

Le rapport présenté concerne le projet et l'analyse du système dynamique de contrôle pour le mesurage du trafic automotrice de véhicules à haute vitesse urbaine. Le problème discuté demande l'application d'un contrôleur automatique du trafic, qui règle le courant de véhicules à un degré, qui fait un minimal délais attendu à l'entrée des véhicules sur la route en se soumettant aux restrictions pour que les véhicules, qui entrent sur la route, ne causent pas de confusion le long de la route principale. Le problème a été étudié par le Gulf Freeway Surveillance and Control Project in Houston, Texas, United States Bureau of Public Roads, et les University expérimentaux étaient obtenus du ce projet.

Deux installations de "ramp metering" sont envisagées: Une demande l'entrée des véhicules dans une lacune, l'autre demande l'entrée des véhicules dans le flux aux moments dictés par les intervalles entre les flux observés et la capacité des routes. Dans chaque situation un modèle stochastique est appliqué pour étudier l'état dynamique du système de contrôle. L'état du système est déterminé par le nombre de véhicules, qui attendent en queue en conjonction avec la présence ou l'absence des véhicules attrapés sur la fin du trait. Le contrôle est exercé par la délivrance des véhicules /qui se sont arrêtés ou attendent/, ce qui est toujours indiqué par le moniteurs continus du trafic sur la route. Les principaux paramètres dans le système sont les limites de seuil, auxquelles le véhicule suivant est libéré /à condition que le véhicule libéré précédemment a complété sa fusion/. Plusieurs projets étaient étudiés: un fixe système de contrôle avec le seuil prédéterminé; un système de contrôle programmé, dans lequel le seuil varie comme une fonction de time; et un système de contrôle à

contreréaction, dans lequel le seuil varie comme une fonction du volume du flux moyen. Les résultats des systèmes de contrôle ont été ou sont introduits en vie et éprouvés à Gulf Freeway.

JEUX DIFFERENTIELS LINEAIRES A STRATEGIES COMPLETEMENT OPTIMALES ET PRINCIPE DE SEPARATION

Pierre Faurre

RESUME

La présente communication traite des jeux différentiels linéaires à critère quadratique. On démontre directement l'existence de stratégies optimales au cas où l'équation de Riccati associée admet une solution; on montre de plus que les stratégies obtenues sont complètement optimales au sens où connaître la stratégie adverse conduirait à utiliser encore la même stratégie dite complètement optimale.

La méthode directe utilisée est généralisée au cas stochastique où l'on utilise le formalisme des équations différentielles stochastiques de Ito. Il s'avère que le principe de séparation de l'estimation et de la commande se généralise au cas des jeux stochastiques.

COMMANDE OPTIMALE STOCHASTIQUE AVEC DES PERTURBATIONS PARTIELLEMENT CONNUES

T.J. Tarn.
Université de Washington
St. Louis, Missouri
U.S.A.

Résumé

On étudie la commande optimale stochastique d'un système linéaire discret scalaire. On présente une méthode pour relâcher la hypothèse que les fonctions de répartition de probabilité des perturbations sont connues.

On traite les perturbations additifs du type de bruit blanc gaussien ayant les paramètres fixés mais inconnus. L'idée fondamentale consiste à considérer ces paramètres inconnus comme variables aléatoires dont les densités de probabilité à priori sont connues. Par l'application de la théorie du filtrage de Bayes, la solution du problème consiste en les relations de récurrence qui permettent de calculer successivement, sur la base des mesures, les densités de probabilité à posteriori de ces variables aléatoires. A l'aide de ces densités de probabilité à posteriori on peut obtenir les estimations désirées.

Pour déterminer la commande on utilise comme critère l'espérance mathématique d'une fonctionnelle de coût quadratique. Par l'application de la méthode de programmation dynamique de Bellman on obtient une solution analytique exacte de la loi de commande en boucle fermée. Cette solution sert comme standard pour évaluer les solutions approximatives.

UNE MÉTHODE APPROXIMATIVE DE L'ESTIMATION DE L'ÉTAT ET DE LA COMMANDE POUR LES SYSTEMES DYNAMIQUES NON LINÉAIRES AVEC LES OBSERVATIONS EN PRÉSENCE DE BRUIT.

Yoshifumi Sunahara

Résumé

Le but de cette communication est d'établir une méthode approximative pour l'estimation de l'état et pour la commande optimale des systèmes dynamiques non linéaires, avec le bruit indépendant de l'état et les observations en présence de bruit.

Guidés par les notions fondamentales des variables d'état dans la théorie de la commande automatique, nous décrivons approximativement les modèles mathématiques des systèmes dynamiques aussi bien que des processus d'observation - par une équation différentielle stochastique, non linéaire et vectorielle, du type de Itô.

La description est en principe divisée en deux parties.

D'abord on démontre une méthode de la linéarisation stochastique ayant pour but l'établissement d'une méthode approximative pour résoudre, dans le cadre de la théorie de Markov, les problèmes du filtrage des systèmes non linéaires stochastiques. Bien que la technique la plus répandue consiste en l'introduction du développement en série de Taylor de la fonction non linéaire, l'auteur introduit le lecteur à la méthode de la linéarisation stochastique; il démontre que cette méthode joue un rôle utile dans l'étude de l'estimation de l'état et peut être fréquemment employée dans une version du problème de la commande optimale. La ligne principale d'attaque est de développer la fonction non linéaire en certaine fonction linéaire aux coefficients déterminés à l'aide du critère des moindres carrés. La fonction linéarisée est déterminée par ses coefficients qui dépendent de l'estimé de l'état et de la covariance de l'erreur. Ainsi on présente une méthode pour le traitement simultané, par une procédure linéarisée, de la structure approximative de la dynamique du filtre et de l'évaluation courante de la covariance de l'erreur.

Ensuite, en utilisant la dynamique du filtre obtenue, on présente une méthode approximative de la commande optimale pour une fonctionnelle de coût quadratique.

Finalement on présente une discussion détaillée contenant les exemples numériques et la comparaison aux autres dynamiques des filtres.

A.A. Klementiev, E. P. Maslov, A.M. Pietrovskii,
A.I. Yachine. /Moscou/

COMMANDE DES PROCESSUS ALÉATOIRES AVEC LE REGLAGE DE LA LONGUEUR D'INTERVAL DE CONTRÔLE.

On résolve le problème de synthèse d'un algorithme de la commande optimale du processus aléatoire discret avec l'information incomplète. On détermine trois types des pertes liées à la déviation du processus commandé $\{\eta_n\}$ de son régime exigé $\{\theta_n\}$; la commande du processus $\{\eta_n\}$; le contrôle du processus $\{\eta_n\}$. Soit le nombre d'étapes d'existence du processus $\{\eta_n\}$ est fini et égal à N . Comme résultat des opérations de contrôle et de commande et aussi à cause de l'écart entre les coordonnées y_n et θ_n $n = 1, 2, \dots, N$ on a des pertes totales aléatoires C_z . L'espérance mathématique de la quantité C_z est minimisée par le choix du nombre et de la répartition des instants de contrôle et de commande aussi bien que par le choix de la commande \bar{u}_k , $k = 1, 2, \dots$. Le problème est résolu par la méthode de la programmation dynamique.

SYNTHÈSE DES SYSTÈMES DE COMMANDE STOCHASTIQUES À TEMPS CONTINU.

I.G. Cuming
Département d'Electricité
Université de Toronto
Toronto, Canada.

Résumé

Les résultats analytiques dans la théorie de commande stochastique à temps continu sont normalement obtenus pour les systèmes avec le bruit blanc, la hypothèse de la propriété de Markov étant à l'ordinaire nécessaire dans la dérivation. D'autre part, tous les processus aléatoires que l'on rencontre dans la pratique contiennent des bruits corrélés; ces processus doivent être modélés par les bruits blancs avant qu'on puisse appliquer les résultats de la théorie de commande stochastique.

Ce rapport relie les processus du type de bruit blanc et du bruit corrélé à une forme conveniente du vecteur d'état, la fréquence supérieure du bruit corrélé étant supposée élevée. Le problème est le plus intéressant dans le cas où le bruit est non additif, et l'article précise le nombre maximal des paramètres du bruit corrélé qui sont nécessaires pour relier les deux processus.

En utilisant cette relation, l'article démontre comment la théorie moderne de commande stochastique peut être appliquée aux situations pratiques. On étudie un exemple d'un système linéaire à coefficient aléatoire et l'on démontre comment on peut projeter un régulateur inférieure dans le cas quand les caractéristiques du bruit corrélé ne sont pas complètes.

CARACTERISTIQUES DES JEUX STOCHASTIQUES DE POURSUITE-EVASION.

R.D. Behn et Y.C. Ho
Université de Harvard

Résumé

On considère plusieurs caractéristiques des jeux stochastiques de poursuite-évasion. On étudie la dépendance du résultat du jeu de l'ensemble de l'information, notamment par rapport au rôle des stratégies stochastiques en tant que liaison entre les stratégies à boucle ouverte et à boucle fermée. On démontre aussi que l'étude des jeux stochastiques éclaire mieux le caractère asymétrique du poursuiveur et de l'évadeur. Il est souligné aussi que si les deux joueurs possèdent les ensembles d'information différents, on doit résoudre un jeu à somme non nulle.

INEGALITES POUR LES PERFORMANCES DE SYSTEMES
INCERTAINS SOUS-OPTIMAUX

par

H. S. Witsenhausen
Bell Telephone Laboratories
Murray Hill, New Jersey

RÉSUMÉ

L'index de performance d'un système de contrôle dépend à la fois du choix d'un régulateur et de quantités incertaines, telles que des perturbations. A chaque régulateur correspond ainsi une fonction des quantités incertaines, à laquelle est assigné un nombre en formant, par exemple, une espérance mathématique. En général il est difficile de trouver une solution donnant à ce nombre sa valeur minimum J^* . Une méthode sous-optimale consiste à supposer les quantités incertaines fixes à des valeurs typiques et à trouver une solution qui serait optimale sous cette hypothèse. Quand une telle solution est évaluée le résultat est un nombre $J_0 \geq J^*$. Le risque couru par la méthode sous-optimale peut être jaugé par des inégalités $J_0 \leq kJ^*$ où k est aussi petit que possible pour des hypothèses données sur la structure du problème. Les valeurs précises de k sont déterminées pour une classe de problèmes à boucle ouverte et des critères du type norme. Selon les hypothèses, ces valeurs sont $2\sqrt{3}$, $\sqrt{2}$, 2 ou 3. Des inégalités pour des problèmes à deux étapes avec rétroaction sont également obtenues.

THEORIE DE LA ORBITE GYROSCOPIQUE A DEUX ROTORS

Docteur de sc.techn. V.A.Bessekersky
Docteur de sc.techn. V.G.Gordeev
Candidat de sc.techn. J.G.Ostromouhoff
Institut de Mécanique
de Précision et d'Optique
Leningrad
URSS

Aujourd'hui la théorie d'une orbite gyroscopique à un rotor installé sur des satellites artificiaux afin de construire leurs plans orbitaux est universellement connu. Cette orbite gyroscopique actionnant un transducteur de la verticale locale infra-rouge ou d'un autre type semblable nous procure-t-elle la possibilité de construire au bord d'un satellite une système de coordonnées, qui peut être considéré comme une système de référence ou bien une système de base pour la solution de problèmes différentes.

Ci-dessous la schéma d'une orbite gyroscopique à deux rotors est exposé, se caractérisant par des avantages en ce qui concerne sa précision possible, une mémoire gyroscopique plus grande, sa manœuvrabilité, etc.

En vertu d'une étude des équations différentiaux de départ d'une orbite gyroscopique à deux rotors et de la composition des interférences l'exposé analyse les essentiels relations théorétiques, participant au cours de la construction d'une système courante de coordonnées orbitaux en régime de correction (le procédé d'une orientation normale) et de la mémoire gyroscopique.

Enfin, les résultats principaux de cette analyse sont résumé, à savoir: une transformation du spectre des interférences, définies par le dérive naturel d'un gyroscope, et des plus favorables en comparaison avec la gyroorbite à un rotor conditions de travail en régime de la mémoire gyroscopique.

ÉTUDE DES OSCILLATIONS MULTIPLES D'UN VAISSEAU SPATIAL

E.V. Gausshus

Résumé

On considère la dynamique d'un vaisseau spatial à système échantillonné de commande de position. On étudie les oscillations de plan avec le torque moteur perturbant constant. Le problème est résolu par une méthode de transformation à point et la théorie de bifurcations, en utilisant quelques théorèmes démontrés par l'auteur.

On démontre que le système dynamique considéré possède toutes les solutions périodiques multiples /points fixes de transformation de toute multiplicité de 1 à ∞ /.

On résout le problème complet de l'étude de la dynamique, qui consiste en trouver toutes les solutions périodiques possibles, étudier leurs stabilité et dépendance des paramètres, tracer les courbes de bifurcation et déterminer la consommation d'énergie par le système de commande. On démontre que la consommation d'énergie est quantifiée, c'est à dire le système peut se trouver à un de deux niveaux d'énergie possibles qui correspondent aux cycles-limites des multiplicités voisines, avec les valeurs des paramètres fixés. Le système dynamique considéré, avec le plan de phase multivalent, paraît d'être le premier exemple du système qui a toutes les solutions périodiques multiples et peut être analysé complètement.

**ÉTUDE DE LA DYNAMIQUE DU SYSTÈME DE STABILISATION
PRÉALABLE. D'UN SATELLITE STABLE PAR RAPPORT À LA
GRAVITATION, EN TENANT COMPTE DES LIMITATIONS DES
CAPTEURS ET DES OSCILLATIONS EN FLEXION DU STABILISSEUR.**

V.I. Popov, V.Iw. Rutkovskii

Dans quelques cas, un satellite stable par rapport à la gravitation doit être stabilisé rapidement après sa séparation de la fusée. Cette stabilisation peut être effectuée au moyen d'un système à réaction de gas /designé par S S P - système de stabilisation préalable/.

On a étudié la dynamique du S S P en utilisant le plan de phase et en tenant compte des limitations des capteurs. On a considéré le problème d'application de ces limitations à la formation des lois de commande non linéaires. On a démontré qu'avec un certain choix des coefficients dans la loi de commande et du retard du système on peut sensiblement améliorer l'économie de la masse.

On a étudié les régimes des oscillations dans le SSP. Afin d'en diminuer l'amplitude dans un S S P possédant une caractéristique du type de relais à hystérésis, on a prévu l'application d'une boucle destinée à la compensation du retard de régulateur.

Afin d'obtenir un satellite stable par rapport à la gravitation, on y joint un stabiliseur. Après la séparation du satellite de la fusée-porteuse on doit nécessairement ouvrir le stabiliseur. On procède au choix du moment de cette opération.

On a développé les équations des oscillations en flexion plat du système satellite-stabiliseur et on les a étudiées. Si on considère seulement l'amortissement dans les barres du stabiliseur, l'énergie pratiquement n'est pas diffusée en un intervalle de temps admissible, tandis qu'après l'introduction de l'amortissement artificiel dans les barres, les oscillations disparaissent très rapidement.

On a étudié, à l'aide du calcul numérique, les oscillations en flexion du système satellite-stabiliseur en tenant compte de l'opération du S S P. On démontre que, si le SSP possède une caractéristique du type de relais avec une zone

d'insensibilité, les oscillations en flexion peuvent être amorties en un intervalle de temps admissible.

Un réglage de palier à 2 axes de la charge utile de point rotatoire d'une fusée porteuse stabilisée par rayure

H. Roderer, H. Seelmann, H. Woitschella
Dornier S.a.r.l. Friedrichshafen
République Fédérale Allemande

Les expériences scientifiques nécessitent dans plusieurs cas des charges utiles de pointe dirigées minutieusement à une étoile ou au soleil. En cas de pointes tournant autour d'un axe on obtient un système de stabilisation très simple en vue de l'appareillage dont le placement exige, cependant, des essais exacts.

A partir d'un calcul d'optimisation pour des processus de réglage temporairement optima le projet d'un système de stabilisation discret et quasi-optimal est montré. Les questions de réglage de nutation et de précession sont traitées en détail. Les résultats d'un grand nombre d'essais sont montrés et comparés.

En outre, les possibilités techniques de réalisation sont expliquées et les questions des sensors de l'exploitation des signaux et des systèmes des organes de réglage sont traitées en détail. Enfin, les possibilités de la simulation d'un grand nombre de parties véritables qui sont particulièrement importantes lors du plan de réglages de vols interplanétaires viennent d'être décrites.

COMMANDE DE LA MANOEUVRE DE ROTATION DU PLAN
DE L'ORBITE CIRCULAIRE EN VUE DU PASSAGE DE
SATELLITE

Ju. P. Gousskov, S. V. Bunjakin

/USSR/

On examine le problème de synthèse de la commande à étranglement du moteur, ayant en vue le passage du satellite au-dessus d'un point donné de la surface terrestre. On en utilise les décisions connues concernant les équations de mouvement d'un point matériel dans un champ central sous l'action d'une force appliquée binormalement à l'orbite tangente.

La propriété remarquable de ce problème de programmation de l'orbite consiste en ce que le mouvement du point de la surface terrestre est conjugué au mouvement forcé et libre du satellite, étant donné que le moteur est mis en marche en temps minimal.

L'exigence de maintenir les paramètres de l'orbite initiale, aussi bien que les conditions terminales imposées, entraînent la nécessité de la synthèse du système à boucle fermée. Dans ce rapport on analyse un de tels circuits possibles.

SUR LA SYNTHÈSE D'UN SYSTÈME DE COMMANDE DE POSITION D'UN SATELLITE À GYROSCOPE

. E. George Smith

Dans cet article on décrit une méthode de projet préalable d'un régulateur de position, de réorientation et de stabilisation, réalisé par un ensemble des gyroscopes /CMG/ à un degré de liberté. Pour le cas des mouvements en large, les équations décrivant le système sont fort non linéaires et possèdent de sérieux effets des interactions. En posant comme condition qu'on doit trouver l'algorithme de commande qui utilise effectivement la non linéarité de l'actionneur /1/ on applique le calcul des variations classique, ce qui conduit à une loi de commande d'un régulateur idéal de CMG. /2/ on applique la méthode de la pente la plus forte afin d'établir la loi de commande de torque de CMG qui éforce une réalisation du mouvement de CMG proche de l'idéal. On en présente quelques résultats de simulation au calculateur numérique et les développements de l'algorithme.

SUR LA SYNTHÈSE DES SYSTÈMES SOUS OPTIMAUX,

À VOLANT, DE COMMANDE DE POSITION

W.L. Garrard, L.G. Clark

Résumé

On présente deux méthodes de synthèse des systèmes sous-optimaux, utilisant un volant commandé par moteur en tant qu'une source de torque-moteur, pour une commande de position en trois dimensions. Ces méthodes minimisent approximativement l'intégrale de la fonction quadratique de l'erreur du système et de l'effort de commande, et compensent l'accouplement non linéaire inter-axiale. Les méthodes développées dans cet article sont appliquées au projet d'un système de commande de position d'un satellite artificiel typique. Les lois de commande qui en résultent sont en forme de lois de boucle fermée. Sur la base de simulation à une machine digitale, on démontre que les systèmes projetés à l'aide des méthodes décrites répondent plus vite et avec meilleure précision que ceux projetés par les procédures d'optimisation basées sur les approximations linéaires des équations du mouvement.

LES QUESTIONS GÉNÉRALES DE LA THÉORIE DE GUIDAGE

E.A. Fiedosov, A.M. Batkov, V.F. Levitine, V.A. Skripkine

On propose une méthodologie unifiée pour projeter les systèmes de commande des engins volant. On considère la formulation du problème général de guidage. On démontre que la généralité des problèmes de: télécommande, auto-guidage, guidage autonome, guisage des engins volant aux cibles mobiles et immobiles a partir des plateformes mobiles et immobiles, est déterminée par: a/ un critère unique, qui détermine la qualité du fonctionnement du système de guidage, par exemple l'écart de l'engin volant du cible, b/ une partie fixe unique du système, qui représente l'équation cinématique des relations entre les paramètres de trajectoire de l'engin volant et du cible, c/ les organes de réglage et les caractéristiques spécifiques de l'engin volant, et aussi la manque de l'information sur les changement de ces caractéristiques, d/ une nécessité unique d'abaissement des pertes énergétiques nécessaires pour accomplir la tâche du guidage.

Les problèmes divers du guidage sont généralement déterminés par l'information concernant le cible et l'engin volant et par les caractéristiques de l'engin volant.

A l'aide de l'exemple d'un système linéaire de guidage on montre les propriétés générales et les caractéristiques spécifiques des systèmes de télécommande, d'auto-guidage et de guidage autonome. On considère le problème d'optimisation des systèmes de guidage, on analyse les propriétés spécifiques des solutions avec de divers sources d'information et de divers limitations énergétiques. On examine l'influence de l'action

adverse du cible sur les caractéristiques des système de guidage.

On présente les méthodes d'analyse des systèmes de guidage en tenant compte du manque de l'information complète sur les caractéristiques de l'engin volant.

LIAISON DE LA THÉORIE DE CONTROLE AVEC L'ENROLEMENT ÉDUCATIF

Paul Alper^{x/} et Peter Armitage^{xx/}

Résumé

Le rapport concerne la problématique importante de l'éducation projetée, distribution future des étudiants et des professeurs, et l'adaptation des concepts de contrôle. Certains essais précédents, ayant en vue l'application des concepts de contrôle à l'enrolement éducatif, sont décrits brièvement. Ces essais se servent de telles idées du domaine de théorie de contrôle comme; l'état d'espace, contrôle ou décisions variées, principes maximaux de Pontriagin, programmation dynamique et système dual.

Ensuite, l'attention est concentrée aux similarités formelles entre un procès industriel et le procès éducatif. Ainsi, on a démontré, que malgré les similarités il en existe encore beaucoup des problèmes réelles. Le contrôleur est seulement un "suggesteur", la dynamique du procès est presque inconnue et outre cela elle n'est pas stationnaire et l'établissement d'une fonction objective agréée à l'unanimité semble d'être un traces difficultés, la conception de contrôle doit être élargie par les recherches beaucoup plus approfondies et hélas coûteuses dans le procès éducatif lui-même.

x/ UNESCO, Apartado M-8937, México 1, D.F.

xx/ Department of Education and Science, London, England.

J.F. REINTJES
Massachusetts Institute of Technology
USA

L'EMPLOI DE CALCULATEURS A ACCES
MULTIPLE DANS LA GESTION
DE L'INFORMATION RELATIVE A LA
LITTERATURE PROFESSIONNELLE

Les calculateurs à accès multiple, où les utilisateurs dialoguent "en ligne", en temps réel, avec l'ordinateur, ouvrent de nouvelles perspectives dans la gestion effective et le transfert de l'information contenue dans les publications professionnelles.

Un intérêt marqué de la part des membres de la profession et un certain niveau de normalisation, sont essentiels dans la mise en place effective d'un système informationnel mis en mémoire d'ordinateur.

Le domaine de la commande automatique est un sujet qui se prête très bien à l'exploitation d'un tel type de système de transfert d'information, en raison des liens existant entre les membres de la spécialité, à l'échelle mondiale.

Présentation du projet Intrex /Système Expérimental de Transfert d'Information/. Le but de ce travail est le développement, par des moyens analytiques et l'expérimentation, d'un corps de données qui serait utile dans l'établissement du cahier de charges des futurs systèmes opérationnels. Une propriété intéressante de l'approche expérimentale est le fait de tirer un profit maximal des capacités de l'utilisa-

teur-opérateur humain - dans le dialogue homme-machine. Le système renferme une littérature de base consistant en un catalogue comportant au moins 10^4 de documents, un ensemble de programmes de mémorisation et de recherche destinés à classer dans un minimum de mémoire le catalogue dans l'ordinateur à accès multiple, et à retrouver rapidement une information dans le catalogue, ainsi qu'un système d'accès aux textes originaux garantissant un accès rapide au texte complet des positions du catalogue à partir de points éloignés de l'ordinateur. Les résultats obtenus jusqu'ici sont présentés en conclusion.

SYSTÈME DE CONTRÔLE PAR CALCULATEUR POUR LA POLLUTION D'AIR

T. Takamatsu, Y. Sawaragi, M. Naito, Y. Akagi
I. Hashimoto, Y. Ikeda, K. Kawata, T. Mizoguchi

En Japan, nuisibilités publiques, causées par la pollution d'air présentaient des problèmes horribles, spécialement dans le district d'Osaka et plusieurs autres villes industrielles. Ce problème épouvantable devait être résolu immédiatement. Dans ce but les autorités de la Préfecture d'Osaka ont installé un système téléométrique pour établir le plus vite possible les conditions de temps et de pollution d'air notées par les plusieurs stations météorologiques du district d'Osaka.

Il faut noter, que les rapports de ces stations, ne permettaient pas suffisamment écarter la pollution. Les informations reçues de plusieurs sources doivent être contrôlées suivant certains règles pour que des pareilles nuisibilités n'occurent plus.

Cet ouvrage a pour but le développement de la méthodologie pour établir la politique de contrôle. La concentration future des matériaux de pollution d'air a été prévue par des certains modèles mathématiques et si les quantités des futures concentration sont estimées au-dessus des quantités critiques, ces quantités émises doivent être réduites de façon pour que les concentrations futures ne doivent pas dépasser l'état critique. Dans ces circonstances il peut arriver, que l'activité sociale et économique du district n'est pas suffisante et ce contrôle doit être exercé à l'aide du calculateur électronique et suivant les plusieurs théories de contrôle moderne.

Ce rapport est principalement basé sur le modèle mathématique lié avec le phénomène de transfert du matériel de pollution en air, et sur certains résultats de calculs après le modèle.

Pour calculer l'ordre de transfert dans la direction horizontale des modèles raides de paramètres de distribution doivent être prises, et pour chaque région petite - un pseudo-perfect modèle mixte est prévu. La concentration de la zone supérieur de la région petite mentionnée est calculée à la

base du transfert dans la direction horizontale. Des certains transfert sont établis parmi la région mixte parfaite et sa région supérieure.

Outre cela, étant donné que des valeurs certaines de plusieurs paramètres, pris dans les modèles mathématiques varient ces valeurs doivent être toujours modifiés la suite du contrôle adaptative, en composant les valeurs calculées avec les valeurs mesurées.

A.R.M. Noton (Canada)

Les systemes monetaires et fiscaux dynamiquement optimisés en vue de la regulation de l'economie nationale.

Nous illustrons dans cet article l'application des techniques développés dans le cadre du génie électrique, à un problème d'un autre cadre, les sciences sociales. Bien que les mathématiciens en économie connaissent les méthodes du calcul des variations, il ne semble pas avoir été prouvé que la théorie moderne du contrôle a été appliquée pour obtenir des systèmes pour contrôler l'économie nationale qui soient optimisés en régime dynamique. Nous avons donc utilisé pour illustrer cette théorie, un modèle de onze équations d'état utilisant plusieurs caractéristiques intéressantes, bien que nous n'ayons pas essayé sérieusement jusqu'à maintenant, d'établir une corrélation entre le modèle et des données économiques. Le problème (pour la régulation en temps-discret) est formulé comme étant un problème de programmation en dynamique et les calculs itératifs sont faits à l'aide de développements utilisant la méthode des gradients conjugués.

PROJET DES SYSTÈMES D'INFORMATION POUR APPLICATION DANS LA DIRECTION DES ENTREPRISES

R.R. Duersch

Résumé

Le procédé des projets de systèmes d'information dans le passé n'a pas présenté beaucoup d'attention suffisante, à la suite des facilités d'acquiescer les installations. Cependant à la solution d'un problème exige plusieurs phases pour obtenir un projet suffisant pour former un système d'information. Ce rapport décrit un mode d'arriver ou pareil projet. Ce procédé d'édait à la suite des analyses et avec l'aide du personnel et des directeurs aux tous les niveaux, peut bénéficier également de l'expérience des ingénieurs de contrôle.

Il y a beaucoup de ressemblance entre les fonctions de direction des multiboucles systèmes de contrôle. Ensuite, les fonctions de direction peuvent être supposées comme contenant des aspects de contrôle, qui de la façon analogue peuvent être exprimées par le contrôle logique et à contre réaction dans un système physique. Les manipulations matricielles et les divisibilités peuvent être adaptées pour créer des meilleurs systèmes d'informations. Les techniques d'optimisations seront également trouvées avantageuses dans la sélection des stratégies et de la création du projet par la direction.

Etant donné que les capacités des systèmes d'information sont explorées, il devient évident, que l'expérience dans la création du modèle et simulation sera avantageuse pour créer les descriptions de direction de l'entreprise d'une façon plus quantitative. Ainsi, le cours alternatif d'action peut être exploré et le dressé des plans à une longue étendue et la prise de décision peuvent être scientifiquement étudiée.

L'INDICE DU DÉPHASAGE NON MINIMAL ET SON APPLICATION AUX SYSTÈMES MULTIVARIABLES À INTERACTION

Edward J. Davison

On définit, pour les systèmes multivariables linéaires constants, une indice du déphasage non minimal. On utilise cette indice pour mesurer le degré de difficulté de stabiliser le système dans le cas où au moins deux systèmes de commande, chacun effectuant le réglage d'une variable de sortie du système principal, sont simultanément appliqués au système. Cette indice est simple à calculer et peut ainsi être utile pour prévoir l'apparition de l'interaction dans un grand système multivariable, comme cela a lieu dans les processus industriels. On en inclut un exemple de la colonne de distillation avec le réglage de pression et de température.

SUR LA RECHERCHE D'UN CRITÈRE D'AMORTISSEMENT

MULTIDIMENSIONNEL

GENERALISATION DU CRITÈRE DE NASLIN

D. Marchand
Société ECA Automation
8, rue Bellini
PARIS (16°)
FRANCE

et

M. Menahem
Société Contrôle Bailey
32, Bd Henri IV
PARIS (4°)
FRANCE

RESUME. La présente communication se fixe d'abord pour objet la recherche de polynômes matriciels normalisés (représentant des opérateurs différentiels) qui généraliseraient certains polynômes scalaires privilégiés, couramment utilisés en régulation unidimensionnelle, tels que les polynômes normaux de Naslin.

On sait par ailleurs que ces derniers polynômes ont donné lieu à un critère d'amortissement proposé par Naslin en 1960, et dont l'intérêt pratique s'est largement confirmé particulièrement en régulation industrielle. La seconde partie de ce travail est consacrée à une analyse partielle de l'extension de ce critère à la régulation multidimensionnelle.

L'Emploi des cercles de Mohr généralisés dans
la construction de régulateurs multivariables.

A.G.J. MacFarlane et N. Munro,

Centre pour systèmes de réglage,

University of Manchester Institute of Science and
Technology, Angleterre.

RÉSUMÉ

Le présent exposé introduit une technique pour la construction de régulateurs à boucles multiples, multivariables, linéaires et proportionnels. Cette technique nécessite l'emploi des cercles généralisés de Mohr. Ces cercles furent construits pour la première fois en 1882 par Otto Mohr dans le but de démontrer les effets de la rotation coordonnée de l'axe de rotation sur les charges et contraintes tensorielles. L'objet principal de cet exposé est de démontrer comment de pareilles constructions peuvent être employées dans les systèmes de réglage à contre-réaction multivariables. Le plan de fréquence complexe bien connu est employé; ainsi un rapport est établi entre la technique développée ici et la théorie conventionnelle des systèmes de réglage.

Deux exemples de construction simples sont donnés. L'un de ces exemples traite de la régulation du niveau d'un liquide dans un réservoir mélangeur à trois niveaux; ce qui est caractéristique de certaines applications de contrôle industriel.

UNE MÉTHODE DE TRANSFORMATION POUR L'ANALYSE ET LA SYNTHÈSE DES SYSTÈMES MULTIVARIABLES A L'AIDE DE CALCULATEUR NUMÉRIQUE.

J. Gyurki

L'Institut de Recherche en Automatisation de
l'Académie Hongroise des Sciences
Budapest, Hongrie.

Les méthodes d'analyse et de synthèse qui existent dans la théorie de la commande automatique exigent que le système examiné soit représenté par une forme mathématique propre. Cependant, le modèle du système, ayant été construit par les opérations purement mathématiques sur la base de lois de physique, où par les mesures et les procédés d'identification, se présente généralement sous une forme différente. Le schéma fonctionnel est une forme très convenable et répandue largement dans la pratique. Dans ce rapport on présente une méthode générale de construction de la forme mathématique exigée basée sur le schéma fonctionnel du système.

Dans la première partie nous décrivons une méthode pour établir les équations d'état. La seconde partie a pour objet la présentation d'une méthode de transformation qui sert à transformer la matrice du système en une matrice semblable de forme canonique. Ainsi on effectue la simplification ou la réduction du schéma fonctionnel original à l'égard des signaux d'entrée et de sortie originaux.

Par cette méthode on peut obtenir les informations contenues dans les équations d'état et dans les éléments simples de transfert correspondant à chaque paire de signaux d'entrée et de sortie. Ainsi il est possible d'appliquer les méthodes d'analyse et de synthèse basées sur les équations d'état ou sur les fonctions de transfert correspondant à chaque paire entrée-sortie.

On a développé un programme de calcul numérique, basé sur la méthode décrite et aussi sur certaines méthodes classiques.

LA COMMANDE NUMERIQUE DIRECTE
UTILISANT DES FONCTIONS DE PONDERATION.

H.A. Barker et A. Hepburn

Université de Glasgow

Glasgow, Ecosse.

Résumé:

Le rapport suivant expose une méthode pour la commande numérique directe d'un système à variables multiples qui est valable lorsque la linéarisation autour d'un point d'action fournit une approximation réaliste à la dynamique du système. Pour obtenir un modèle du système sous forme d'un nombre de séquences de pondération, la dynamique est calculée de façon continue par application de signaux binaires quasi-aléatoires, qui sont superposés aux entrées du système, et par une technique de corrélation mutuelle qui élimine presque totalement les erreurs causées par de fausses corrélations. Les séquences de pondération du modèle sont utilisées dans des régulateurs à action directe et à réaction, qui fonctionnent séparément pour éliminer les effets des perturbations mesurées ou non-mesurées, qui pourraient se manifester aux sorties réglées du système. Ces régulateurs utilisent un nouveau procédé récursif. Les résultats obtenus pour un système simulé sont présentés ci-dessous.

24.1. Sur la synthèse de systèmes optimaux de commande
à fiabilité donnée

Pour une certaine classe de systèmes de commande automatique, dont les ressources énergétiques sont limitées, le critère d'optimalité sera la minimisation des pertes d'énergie nécessaires à la commande, pour un temps de régulation admissible, avec d'autres indices de qualité du réglage. La vérification de la condition d'une fiabilité donnée, est en général effectuée au stade terminal du projet, sur une solution concrète.

Une telle méthode de synthèse des systèmes de commande actuels trouve sa source dans l'absence d'un critère généralisé d'optimalité qui engloberait les indices de qualité et la fiabilité du système.

Le présent rapport constitue un essai de détermination, pour une classe donnée de systèmes, d'une méthode de synthèse qui tiendrait compte, au stade initial du projet, d'une fiabilité donnée a priori.

La méthode en question part de la notion de fiabilité structurelle maximale. La mesure de cette dernière est le degré de changement de structure de l'organe de commande du système, lorsque sont définies les lois optimales de commande. La recherche de la fiabilité structurelle du système, mesurée par la probabilité de fonctionnement ininterrompu du système.

est effectuée parallèlement à la minimisation de la fonctionnelle de qualité.

La présentation de la méthode en question est illustrée par des exemples de systèmes de commande à diverses structures dynamiques, et ce relativement aux systèmes optimaux à fiabilité structurelle maximale, comme pour ceux à probabilité donnée de fiabilité de fonctionnement.

Ole A. Solheim et Freddy Pöhner
Séction de l'Automatique
l'École Polytechnique du Norvège
Trondheim, Norway

Ce rapport traite la commande optimale des processus dans lesquels les variables de commande peuvent changer de valeur seulement aux instants discrets. On rencontre souvent de tels problèmes par exemple dans les systèmes de commande avec des calculatrices électroniques. Il y a une méthode puissante pour résoudre ce type des problèmes de l'automatique qu'est le principe de maximum discret. On donne une démonstration élémentaire de ce principe.

On discute quelques aspects de calcul des problèmes de commande, notamment pour les processus linéaires.

Le rapport s'achève par plusieurs exemples qui illustrent la méthode et démontrent l'influence de la fréquence d'échantillonnage sur la performance du système.

Commande optimale de systèmes non-linéaires discrets

Johannes Moik

Institut für Angewandte Mathematik
Technische Hochschule Graz, Austria

Resumé

Le rapport décrit la détermination des commandes optimales pour des systèmes non-linéaires discrets avec des contraintes pour les variables d'état. Il est démontré que ce problème peut être formulé en tant que problème de programmation mathématique. On obtient les conditions nécessaires à une solution optimale en linéarisant les équations non-linéaires du système, et en se servant des théorèmes pour les systèmes d'équations et non-équations linéaires. Ces conditions sont nécessaires et suffisantes pour des systèmes linéaires avec fonction d'objet convexe. Il est démontré également que les résultats obtenus représentent un principe du maximum discret, qui tient compte des contraintes pour les variables d'état.

LES MODELES EN CHAÎNE CONSIDÉRÉS COMME
DES REGULATEURS OPTIMAUX SANS INERTIE
DE SYSTEMES MULTI-DIMENSIONNELS

Résumé

Le présent travail se propose de présenter une nouvelle, et semble-t-il prometteuse, méthode d'optimisation - la méthode des modèles en chaîne.

Dans les méthodes connues jusqu'à ce jour, les moyens engagés croissent avec le carré, ou plus rapidement encore, des dimensions du problème. Dans la méthode des modèles en chaîne, cette croissance est linéaire. L'essentiel de la méthode en question consiste à ramener le problème dynamique à un problème statique, et à utiliser les principes variationnels de la physique, lors de la simulation.

Le problème de l'optimisation statique passe par l'établissement d'un "modèle énergétique" électrique de la fonction de Lagrange, à partir de l'analogie modifiée de Dennis : les potentiels des noeuds représentant les variables de décision et les multiplicateurs de Lagrange, la puissance absorbée représentant la valeur de la fonction de Lagrange. Les équations résultant de la première loi de KIRCHHOFF constituent, sur la base du principe modifié du minimum de puissance de MAXWELL, des "relations d'optimalité". Le modèle possède alors une propriété d'"auto-optimisation" qui reste valable pour un traitement approprié des contraintes et non-linéarités du problème.

La complexité du modèle est proportionnelle aux dimensions du problème. Le modèle qui théoriquement ne possède pas d'inertie, réalise en pratique la méthode du gradient de ARROW-HURWICZ (temps de calcul de l'ordre d'une fraction de seconde); l'existence d'une solution garantit la possibilité de construire un modèle stable.

Le problème de la commande optimale est ramené à un problème d'optimisation statique; on construit donc un modèle énergétique de structure spécifique, en chaîne. Le modèle en chaîne peut être employé comme un régulateur optimal, en principe sans inertie, valable pour une large classe de problèmes.

B.N.Petrov, V.V.Petrov, G.M.Ulanov, V.M.Ageev,
A.V.Zaporožets, A.S.Uskov /Moscou/
I.D.Kolubievskij /Vladivostock/

19.I. Le début d'une théorie informationnelle de
la commande

En divisant un système complexe en niveaux hiérarchiques d'organisation, il est possible de traiter les processus de commande du point de vue de la théorie de l'information et de la physique statistique.

Dans ce but, on étudie à chaque niveau les caractéristiques informationnelles des processus de commande de caractère général. Les auteurs fondent leurs caractéristiques informationnelles sur la notion, introduite pour la circonstance, de seuil de distinction des états du système de commande au niveau d'organisation concerné.

Les caractéristiques informationnelles permettent une évaluation des régimes de fonctionnement possibles des systèmes de commande, et, également, ^{de} la dynamique des processus déterministes et non stationnaires.

Les auteurs procèdent à une généralisation de la notion de la stabilité entropie-statistique, en déterminant les conditions nécessaires, spécifiques pour les systèmes de commande. On met en évidence l'analogie et les liens existant entre la stabilité statistique et le problème classique de la stabilité, au sens de Lyapunov.

Les conditions informationnelles concernent les conditions nécessaires de commandabilité d'un système donné, avec un critère de qualité donné. On pose le problème des possibilités aux limites d'un système de commande, possibilités optimales au sens informationnel du terme.

Les limites potentielles des systèmes de commande sont liées à la capacité de transfert de l'élément et du système de commande. Le caractère spécifique de la notion de capacité de transfert, est liée aux particularités des systèmes de commande.

Les équations de base permettant de déterminer la capacité de transfert, sont données.

On étudie les conditions informationnelles des modes principaux de commande et de réglage, dont la stabilisation des états du système commandé, la réalisation des états recherchés et les conditions informationnelles d'invariance /absolue et avec une précision à ε près/.

On détermine les équations générales d'équilibre de l'entropie correspondant aux divers modes de commande. Les analogies générales sont établies entre les problèmes de physique statistique et les processus informationnels, dans la commande.

Des exemples de synthèse de systèmes de commande illustrent les méthodes exposées.

MONTE CARLO TECHNIQUES POUR LA PREDICTION ET LE FILTRAGE

DES PROCEDES STOCHASTIQUES NONLINEAIRES

J.E. Handschin (Suisse), Centre for Computing and Automation, Imperial College of Science and Technology, University of London, London, S.W. 7. (U.K.)

Résumé

Les techniques 'Monte Carlo' sont introduites pour dériver des méthodes numériques tant pour prédiction nonlinéaire que pour les problèmes de filtrage. Des systèmes nonlinéaires dynamiques et de temps fixe sont simulés et les données sont employées pour estimer les paramètres importants des fonctions de densité de probabilité qui décrivent l'état du système. Des techniques de réduction de variance sont développées pour améliorer l'efficacité des procédés d'échantillonnage. La méthode de variable antithétique et une nouvelle méthode de variable de contrôle de deux étages sont développées pour le problème de prédiction nonlinéaire. L'approche Bayésienne est employée pour le problème de filtrage. La combinaison des équations de filtre nonlinéaires et approximatives avec des techniques d'échantillonnage donne comme résultat une nouvelle méthode de variable de contrôle pour l'estimation de la moyenne conditionnelle. Des exemples simples mais illustratifs sont inclus pour montrer l'applicabilité des procédés divers d'échantillonnage.

INTRODUCTION AU CALCUL ET A LA COMMANDE STOCASTIQUE MULTICANALE

A.G. Ferraté, L. Puigjaner, J. Agulló

SOMMAIRE

Le champ du calcul stochastique, qui applique la probabilité comme une variable analogique, est très prometteur, et quoique légèrement développé jusqu'à présent, ses propriétés intermédiaires entre le calcul analogique et le calcul numérique suggèrent d'intéressantes applications dans le domaine de la commande automatique.

Le concept de codage des variables par des trains d'impulsions aléatoires est introduit et l'analyse de la précision est discuté. La probabilité ne peut pas être mesurée directement et des méthodes statistiques doivent être appliquées pour déterminer, par moyenne, le taux d'impulsion. Le comportement dynamique de plusieurs types de moyenneurs est comparé, en déterminant, finalement, la relation entre la grandeur de l'échantillon, la fréquence de l'horloge et la bande passante.

La génération de séries stochastiques à probabilité du taux d'impulsions spécifié, exige du bruit numérique ou analogique, échantillonné, dont la densité de probabilité soit rectangulaire. Les méthodes pour produire un tel bruit à partir d'un train binaire aléatoire ou pseudo-aléatoire sont aussi considérés.

Pour augmenter la portée dynamique des variables, les auteurs proposent un codage stochastique généralisé en introduisant le concept de l'espérance mathématique à travers l'usage de probabilités pondérées logarithmiquement. Le codage stochastique à virgule flottante aléatoire qui en résulte a des implications très utiles et intéressantes.

Les opérateurs normaux ont été révisés pour les adapter aux besoins du nouveau codage multicanal. Pour la génération des fonctions, une méthode particulière faisant appel à des sources de bruits de fonction de répartition spécifiée est présentée, et l'obtention de tels bruits est finalement exposée.

V.V. Solodovnikov, V. L. Lenskii

/Moscou/

CORRECTION, RÉGULARISATION ET LE PRINCIPE DE COMPLEXITÉ
MINIMALE DANS LA DYNAMIQUE STATISTIQUE DES SYSTÈMES DE
COMMANDE AUTOMATIQUE.

La solution des problèmes d'optimisation dans la dynamique statistique des systèmes de commande est donnée par un système des équations intégrales, qui sont incorrectes au sens de A.N. Tikhonov. C'est pourquoi de grandes difficultés peuvent être attachées à la solution de ces problèmes à l'aide des calculatrices numériques. Des plus, les systèmes optimaux sont irréalisables.

La connue équation intégrale liée à la base des méthodes statistiques d'identification est aussi incorrecte au même sens.

En vue d'obtenir les algorithmes stables, destinés à la solution des problèmes de la dynamique statistique, il est utile d'appliquer des méthodes de régularisation des problèmes incorrectes, développées par A.N. Tikhonov.

Dans ce rapport on démontre que, par le choix propre de la fonctionnelle de régularisation de ce type, la méthode de synthèse permet d'obtenir non seulement les algorithmes correctes, mais aussi le système à complexité minimale.

On formule les notions et les principes de la complexité minimale et de la complexité restreinte.

L'application des principes de complexité est illustrée par plusieurs exemples et en particulier par un exemple de synthèse d'un filtre non-linéaire discret à mémoire finie.

CALCUL DE LA COMMANDE OPTIMALE POUR UN ROBOT
DANS UN VOISINAGE PARTIELLEMENT UNCONNU.

W.G. Keckler, R.E. Larson
Stanford Research Institute
Menlo Park, California, U.S.A.

Résumé

L'optimisation des systèmes avec les phénomènes aléatoires, a été étudiée extensivement par plusieurs chercheurs. Une formulation extrêmement générale de ces problèmes a été appelée par Meier le problème combiné de la commande et de l'estimation optimales. On a formulé la solution à ce problème en utilisant la programmation dynamique. Bien que plusieurs rapports théoriques aient été écrits sur ce sujet, on n'a élaboré que très peu d'exemples pour quelque cas seulement problème linéaire gaussien.

Cette communication décrit d'abord l'application de la programmation dynamique au problème de commande optimale d'un robot, muni des capteurs, qui opère dans un voisinage inconnu. On présente une méthodologie pour formuler une classe des problèmes stochastiques de commande dans laquelle il y a des variables de caractère d'information sur le degré de connaissance de l'état physique du système aussi bien que des variables de caractère physique, du type répandu dans la majorité des applications de l'automatique. Les problèmes de cette classe existent dans plusieurs domaines; l'exemple de robot discuté ici est lié au problème général de l'exploration sans homme d'un voisinage inaccessible et hostile; une autre formulation de ce type a été développée pour les problèmes de fiabilité d'une expédition. On décrit les détails des calculs nécessaires pour réaliser cette procédure. On démontre que la programmation dynamique est capable de traiter les équations du système, les critères de qualité et les contraintes qui contiennent à la fois les variables physiques et les variables informationnelles. On démontre aussi les relations des concepts de la théorie des systèmes tels que la commande duale et la valeur d'information au problème combiné de la commande et de l'estimation optimales.

Dans le problème du robot la complexité des calculs accroît avec le nombre des variables physiques et informationnelles aussi vite qu'une fonction exponentielle. Ainsi beaucoup de problèmes étant au point d'intérêt sont trop lourds pour qu'on puisse les résoudre en rigueur à l'aide des calculatrices électroniques contemporaines. Afin d'attaquer ces problèmes on a inventé une méthode heuristique basée sur l'algorithme d'optimisation. Il est donc possible, dans cette communication, d'analyser la relation entre les méthodes heuristiques et le point de vue de l'optimisation pour un exemple concret. On compare aussi les résultats obtenus par les méthodes heuristiques aux performances de l'homme dans quelque cas représentatifs.

LES PROBLEMES STATISTIQUES DU MOUVEMENT D'INFORMATION DANS LES GRANDS SYSTEMES ASSERVIS

par

Juliusz Lech Kulikowski

Instytut Automatyki PAN, Warszawa, Pologne

L'auteur a présenté ses opinions concernant les méthodes statistiques appliquées aux systèmes informatiques. Les systèmes informatiques sont considérés comme des sous-systèmes de grands systèmes asservis. L'organisation des systèmes informatiques est caractérisée par une structure multi dimensionnelle, une structure fonctionnelle et les lois opérationnelles du système. On a proposé une mesure de la valeur d'information (donnée par l'équation (1)), cette est basée sur l'idée d'un espace linéaire semi-ordonné, généralisant la valeur de l'information définie par A.A. Kharkevich. On a considéré les plus importantes propriétés des processus aléatoires appartenants à la classe de Markoff, qu'on peut appliquer à l'analyse des phénomènes se passant dans les systèmes informatiques. Une équation fondamentale décrivant les propriétés statistiques des processus considérés a été obtenue (14). On a discuté une méthode d'obtenir les solutions approximées de cette équation; on a trouvé une condition nécessaire de la stabilité stochastique d'un système informatif, donnée par l'équation (17a).

UN SYSTÈME DE CONTRÔLE AUTOMATIQUE DES PROCÈS DE RÉALISATION LES MICROMODULES

V.M. Glushkov, V.P. Derkach, G.T. Makarov

Résumé

Dans le rapport sont exposées les particularités des différentes bases de création des modules au point de vue de facilité de procès d'automatisation. On a démontré, que l'une des plus perspectives technologies c'est une technologie électronique ionique. A l'aide de jets électroniques et ioniques on exécute les passages p-n, les microsondures, la liaison des composants des micromodules, fonte, polymérisation, décomposition des compositions volantes, ayant en vue de création locale des éléments chimiques, hermétisation, exposition des couches photorésistantes, empoudrement des couches, designation des marks, on a crée des étalons de grande précision, on a mesuré et contrôlé les paramètres des procès technologiques et des produits, a été établie composition chimique et on a exécuté beaucoup des opérations importantes, nécessaires pendant création des micromodules,

Ils on été analysées les conditions de parcour des procédés ioniques, assurant une haute abilité de création des paramètres de modules, une grande densité des éléments, simplification comparativement agrandi du problème de régulation de leur production et autres. Technologie électronique uionique présente un exemple d'une nouvelle branche de technologie, laquelle ne pourrait pas être crée sans l'applivation des moyens cybernetiques de régulation.

On a décrit les difficultés, rencontrées pendant la solution du problème de la création d'un système fermé de la régulation, capable d'une façon complète de créer le micromodule. On a cité des exemples de problèmes qu'il est nécessaire de résoudre pour surmonter ces difficultés. On a établi des demandes posées, à un système de contrôle non fermé à l'aide d'instruments électroniques radiaux pour le traitement des matériaux.

On a décrit la caractéristique d'une machine à calculer pour contrôle construite à l'Institut de Cybernetique /USSR/, destinée pour le contrôle des procédés électroniques de construction de micromodules, et en même temps de leur propriétés algorithimiques, et autres. On a cité des exemples de transformation des certains programmes.

SYSTÈME DE MISE EN POSITION DES MICRO-DESSINS

Y. Oshima, B.S. Chang

Le système de mise en position de micro-dessins et nécessaire pour assembler automatiquement les transistors et les circuits intégrés. Ce rapport décrit un système de mise en position développé pour l'application à la jonction automatique des fils de fer des têtes des transistors.

Dans ce système la détection des dessins est accomplie par un microscope photoélectrique spécial avec un système optique contenant les interstices du type L, un photomultiplicateur et les circuits des amplificateurs différentiels. Quand le dessin de dimension de quelques centaines de microns est déplacé en direction X ou Y, le microscope photoélectrique produit une impulsion à la position précise dépendant du dessin optique. La table avec les têtes des transistors est déplacée en direction X ou Y à l'aide de la vis micrométrique, d'un mécanisme-chargeur rapide et d'un moteur pas-à-pas. La séquence des opérations est contrôlée par les circuits contenant des compteurs et les circuits logiques.

Le premier pas de mise en position est effectué rapidement en direction Y. Après, la mise en position est faite par le moteur pas-à-pas, jusqu'à la position d'une marque optique. L'impulsion de sortie du microscope photoélectrique du mouvement Y fait commencer le comptage des impulsions de commande du moteur pas-à-pas. Le mouvement en Y est arrêté à la position résultante de la valeur de consigne du compteur. A ce moment commence son fonctionnement le système de l'axe X. L'impulsion de sortie du microscope photoélectrique du mouvement X arrête la table.

On a procédé aux expériences concernant les effet de position des têtes, ajustement des interstices, le type des têtes, l'illumination et le déplacement en rotation des têtes. Les résultats expérimentaux indiquent la précision de mise en position de $\pm 5 \mu$.

ÉTUDE DU SYSTÈME DE RÉGLAGE DU CONVERTISSEUR COMME D'UN SYSTÈME ÉCHANTILLONNÉ

H. Buhler

Résumé

Les convertisseurs statiques ont un comportement discontinu. Il est par conséquent indiqué de les considérer en tant que système échantillonné. On montre comment le comportement d'un convertisseur statique se ramène pour des petites variations de l'angle d'allumage à un système échantillonné normal avec des impulsions de Dirac. De même l'influence de la commutation peut aussi être considérée. Le schéma block du convertisseur statique avec la variation de l'angle d'allumage comme grandeur d'entrée et la variation du courant comme grandeur de sortie possède alors la structure d'un système échantillonné asservi. La transformation de Laplace discrète peut par conséquent être employée pour la détermination de la réponse indicelle.

Ensuite, on montre comment un circuit de réglage du courant peut être étudié. Le schéma block peut pareillement être ramené à un système échantillonné asservi, de sorte que tous les procédés connus applicables aux systèmes échantillonnés peuvent être employés, en particulier pour l'étude de la stabilité. Dans beaucoup de cas, il est souhaitable de calculer avec l'habituelle fonction de transfert du circuit de réglage du courant au lieu de la fonction de transfert discrète. Pour cela, on a à disposition la transformation D^{-1} . On montre comment avec l'approximation $e^q = (2+q)/(2-q)$, la fonction de transfert habituelle peut être représentée avec une précision suffisante par une fonction rationnelle.

Finalement, comme exemple d'application, on se rapporte aux résultats obtenus lors de l'étude du réglage du courant d'un moteur à courant continu avec alimentation par redresseurs statiques.

SYSTÈMES DE CONTRÔLE D'ACTION ACCÉLÉRÉE AVEC LE CAPTEUR DE FRÉQUENCE

E.K. Krug, E.A. Legovich

Résumé

Les systèmes de contrôle d'action accélérée, dont les signaux d'entrée proviennent des capteurs de fréquence, possèdent une rangée des particularités: le temps de mesure à, en principe, une signification finale, laquelle peut être commensurable avec les autres caractéristiques de temps du système. Le signal de fréquence permet d'utiliser des méthodes analogues et digitales de mesure et de transformation. Les systèmes basés sur le principe analogue, ont une précision limitée, liée avec les erreurs statiques et dynamiques. La présence du quantum en temps et niveau, en se servant en même temps d'une méthode digitale de construction mène également à la limitation de la précision des systèmes de contrôle et régulation digitale.

On a montré les résultats de la précision de reproduction de l'influence correctantes de types divers selon les méthodes de construction des systèmes de contrôle. On a donné des recommandations en ce qui concerne la construction des systèmes pour les différents algorithmes de contrôle et des caractéristiques du signal de fréquence. Ces recommandations sont basées sur l'évaluation d'une précision admissible de la réalisation de l'algorithme de contrôle donné /en tenant compte d'une action rapide nécessaire/ et de la complexité de la réalisation du système.

OPTIMALISATION DE LA CALIBRATION DES CAPTEURS INERTIELS

George T. Schmidt

Instrumentation Laboratory, Massachusetts Institute
of Technology, Cambridge, Mass.

Resumé

La calibration des instruments inertiels dans les essais de composants, de systèmes et de véhicules peut constituer une application des techniques modernes du filtrage statistique à condition que les modèles des processus considérés soient convenablement définis et que l'on puisse simplifier le problème de calcul. Cet exposé donne la forme générale des équations de calibration avec filtrage statistique et indique des techniques de simplification de calcul. On considère d'abord l'exemple d'une table d'essais dont les signaux de sortie sont traités par un filtre et l'on compare les résultats à ceux d'une analyse par série de Fourier. Dans un deuxième exemple, on décrit la conception, la réalisation et les performances d'un nouveau type de filtre de calibration destiné au dispositif d'alignement et de calibration de la plate-forme inertielle du Système Apollo de Guidage et de Pilotage. On suppose que ce système est monté sur une fusée qui fléchit sous l'effet d'un vent latéral.

DEVELOPPEMENT DE LA COMMANDE DYNAMIQUE DE LA COULEUR A LA MACHINE AU PAPIER

Henry Chao, Warren Wickstrom

Ce rapport discute les aspects théoriques et pratiques de la commande en ligne de la couleur qui est utilisé favorablement sur une machine au papier chez Consolidated Papers Inc. On donne les schémas de projet des régulateurs digitaux, et on décrit aussi les résultats de simulation et expérimentaux.

PROJET D'UN SYSTÈME DE COMMANDE D'UNE MACHINE AU PAPIER

J.K. Lee, H. Chao, I.B. Sanbown, J.G.
Bollinger, H.L. Harrison

On considère un système de commande à plusieurs boucles pour une machine de fabrication de papier. L'algorithme de commande est choisi sur la base de considérations du régime permanent. Les gains du régulateur sont choisis sur la base du système des réponses transitoires, en utilisant une méthode de lieu de pôles modifiée. Les paramètres du régulateur obtenus ont été vérifiés sur le processus.

MODÈLE MATHÉMATIQUE POUR L'ACTION ET CONTRÔLE D'UNE SUCRERIE DE BETTERAVES

R.M.J. Withers, R.J. Bass, F.M. Branch

Le rapport établit un modèle mathématique pratique, comme une base pour fixer les meilleures conditions d'opérations ayant en vue le maximal profit dans une sucrerie de betteraves. Le développement du modèle est dérivé de son origine comme une équation purement théorique jusqu'à sa forme présente du programme des opérations par ordinateur qui d'une manière exacte représente le procédé et est continuellement complété par les informations reçues de l'usine ON et OFF line.

Ces informations concernent "hardware" et "software", employés dans le rassemblement des informations, transmission et la réduction.

Les techniques non linéaires employées à l'optimisation du modèle ayant en vue profit maximal, sont discutées font particulièrement à la suite des desiderata imposés par les limitations expérimentales de l'usine.

Finalement, les résultats du rassemblement des informations, le genre d'administration de l'Usine et l'optimisation des programmes sont présentés pour former un système intégré de contrôle par ordinateur.

WŁADYSŁAW FINDEISEN, JERZY PUZACZEWSKI, ANDRZEJ MANIATUS (Pologne)

L'OPTIMALISATION A NIVEAUX MULTIPLES ET LA COORDINATION
DYNAMIQUE DE L'ÉCOULEMENT DES MASSES DANS LA PHASE DE
TRAITEMENT DES BETTERAVES D'UNE SUCRERIE

Résumé

Les variations de la qualité des betteraves, les imprécisions dans le dosage des flux d'énergie et des matériaux auxiliaires, les variations continues de l'intensité du flux de matière, sont les principales sources de pertes enregistrées dans la production du sucre. Dans le but de minimiser ces pertes, on a élaboré un système de commande à plusieurs niveaux de la phase de traitement des betteraves d'une sucrerie.

Le niveau inférieur est constitué par des régulateurs conventionnels de stabilisation, dont les valeurs de consigne sont déterminées par des optimisateurs statiques locaux. La complexité des processus technologiques entraîne la nécessité de l'introduction d'un système supérieur d'optimisation statique, dont le rôle est la minimisation des coûts de production sur l'ensemble de la chaîne, par son action sur les différents optimiseurs locaux.

Un système dynamique d'optimisation de la production fournit à l'optimisateur statique supérieur l'information relative à la valeur de la production journalière qui doit être atteinte. Si pour des raisons quelconques, le processus continu de fabrication est momentanément perturbé (par exemple arrêté pour quelques dizaines de minutes), alors la conduite du processus, dans la chaîne, est assurée par un système de coordination de l'écoulement des masses, qui minimise les pertes entraînées par l'incident et assure, l'incident terminé, le retour aux remplissages et écoulements nominaux, dans la chaîne. Son travail terminé, le système de coordination de l'écoulement des masses est débranché, et la commande de la chaîne technologique est assurée par les circuits d'optimisation statique.

Le travail présenté renferme également une explication plus détaillée du fonctionnement de l'ensemble du système de commande à plusieurs niveaux.

RÉALISATION DU CONTRÔLE PAR CALCULATEUR DES FOURS
ROTATIVES DANS LES USINES DE CEMENTATIONS
À L'AIDE DES ANALYSES D'INFORMATION

T. Otomo, T. Nakagawa, H. Akaike

Résumé

Pour réaliser un contrôle par ordinateur d'une four rotative dans l'usine de cimentation il faut tout d'abord d'établir un programme, suivant lequel la four se trouve dans des conditions stationnaires. A l'ordinaire, les fours font beaucoup de bruit et c'est leur genre de travail. Ce qui est donc à désirer c'est de les garder dans un état, qui donnera une façon désirée de son travail. Pour réaliser cela il est indispensable de savoir les détails de caractéristiques d'une four. C'est ainsi nous avons fait l'analyse des informations concernant les enregistrements de la marche. On a fait des analyses spectrales des enregistrements et des résultats obtenus on a établi, à quelle rangée de fréquence notre attention doit être s'incliner. La méthode spectrale croisé a été trouvée insuffisante pour les buts présents et un programme de contrôle a été établi, appuyé sur le travail de la four. Le programme a été trouvé satisfaisant.

Plus tard un modèle général pour l'analyse du système à contre-réaction était introduit et appliqué à l'analyse de nos informations concernant les fours. Il donnait la description des interrelations mutuelles de différents mesuréments et les caractéristiques de bruit, causé par le four dans l'environnement. On a expliqué également les causes de la programmation satisfaisante.

SIMULATION DU PROCESSUS DE FUSION DE LA PYRITE

T. Talonen, A. Niemi

Quand on extrait le sulfure de la pyrite à grain fine par la méthode de la fusion, il en résulte une atmosphère du gas complexe. Le processus est actuellement réglé par une combinaison des appareils analogiques standards. Le modèle mathématique du processus de fusion est basé sur l'équilibre thermodynamique de la phase gazeuse, qui est décrit par un ensemble d'équations algébriques. Après les essais non favorables par les méthodes de Newton-Raphson et de pente la plus forte, on a résolu ces équations par la méthode de Rosenbrock. Ensuite, on a ajouté au modèle le bilan thermique et les relations entre les compositions de la matte et du gas. Pour obtenir le rendement maximal du produit pur, il est nécessaire, avec ce modèle, de commander ce processus par un calculateur digital fonctionnant en-ligne.

30.1. La synthèse des systèmes de commande à variables multiples

Dans le problème de la synthèse des systèmes de commande à variables multiples, le choix d'une structure rationnelle du système est d'une importance primordiale. De nombreux travaux ont mis en évidence que les systèmes à plusieurs variables ne doivent pas, dans le cas général, être des systèmes autonomes, et la recherche de ce but est bien souvent non fondée.

Dans le présent travail, le choix de la structure du système linéaire à variables multiples est effectué à partir de la résolution du problème de la minimisation d'une fonctionnelle intégrale quadratique de qualité des écarts entre les grandeurs de consigne, les grandeurs réglées et les grandeurs de commande, calculée d'après les équations du système à variables multiples. Sont données les matrices pondérée ou de transmittance, avec des conditions initiales quelconques et la prise en considération des perturbations agissant sur le système.

Le problème en question est directement lié à la résolution des problèmes de filtrage optimal, de construction analytique, etc.; mais il est posé de manière plus générale: on prend simultanément en considération les conditions initiales quelconques des coordonnées du système, les commandes à reproduire et les perturbations agissant sur le système.

Le problème de la synthèse consiste à construire un système qui réagit le mieux aux perturbations /deux cas sont envisagés: les perturbations sont directement mesurables ou ne le sont pas/, avec une efficacité qui est fonction des coefficients de l'expression figurant sous le signe de l'intégrale de la fonctionnelle de qualité. La solution est recherchée dans l'espace complexe où est étudiée la structure du système optimal.

On donne les expressions des matrices de transmittance du système recherché et l'on étudie l'influence des coefficients de la fonctionnelle de qualité sur les propriétés du système.

On détermine les liens des systèmes linéaires à variables multiples étudiés, avec des structures globalement stables /gain de l'amplificateur croissant indéfiniment/. Pour les systèmes à variables multiples à symétrie interne, l'auteur présente une méthode de décomposition permettant de remplacer la résolution du problème initial, par la résolution de toute une série de problèmes optimaux plus simples.

RÉDUCTION DE COMPLEXITÉ DES SYSTÈMES DYNAMIQUES LINÉAIRES CONSTANTS

D. Mitra

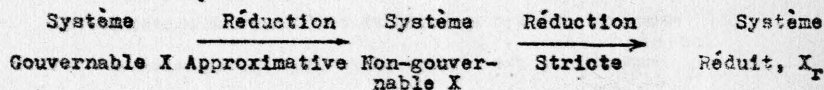
Résumé

Etant donné un système dynamique linéaire X à n variables d'état, on a le problème de synthèse analytique d'un système similaire X_r à $/n - m/$ variables d'état, dont les sorties sont, en un sens défini, de bonnes approximations de celles de X .

On considère deux cas principaux des entrées: /i/ impulsions pondérées et /ii/ bruit blanc gaussien. Les fonctionnelles d'erreur correspondantes sont /i/ $E = \int_0^t e^t Q' e dt$, et pour /ii/ $M[E]$, l'espérance mathématique de E . Le vecteur d'erreur e représente la différence entre les sorties X et X_r ; Q' est une matrice positivement définie. Parmi d'autres variations pour /i/, on considère aussi la fonctionnelle d'erreur $E = \int_0^\infty f(t) e^t Q' e dt$, où $f(t)$ est une fonction quelconque, possédante néanmoins une transformée de Laplace.

La matrice de Gram, W/T , est fondamentale pour cette analyse. On montre que, pour obtenir W/T , il faut résoudre certaines équations algébriques ou bien différentielles.

On montre que la procédure de réduction contient généralement deux étapes:



La procédure de la réduction stricte entraîne les idées bien connues de la décomposition de l'espace d'état.

Le sous-espace gouvernable de X est de dimension $/n - m/$. Le vecteur de l'erreur dans la procédure de réduction approximative contient des composantes de "poursuite" et de "projection". Seules les projections le long des espaces invariants par rapport à la matrice dynamique du système font disparaître l'erreur de "poursuite". On en obtient une méthode optimale de projection le long des espaces invariants.

APPLICATION DE LA THÉORIE DE CONTRÔLE INTERACTIONNÉ AU SYSTÈME CONTINUE INTERVARIABLE

J.A. Planchard, V.J. Law

Les nombreuses méthodes empiriques pour les paramètres du mode de réglage étaient développés dans le passé et ont été acceptées au cours d'usage étendu.

Bien que, ces méthodes, qui étaient conçues pour les systèmes de contrôle de boucle unitaire sont appliquées aux systèmes multivariables couplés, mais fréquemment on a reçu des résultats insuffisants.

Pendant les dix années passées on a élaboré beaucoup des théories multivariables. Un grand nombre de ces théories concernait un aspect particulier du contrôle multivariable, appelons le contrôle non interactionné.

Malgré le grand nombre de théories existantes, leur application en pratique se rencontre avec une attention insuffisante dans le domaine du procédé de contrôle.

Ce rapport a pour objet la réalisation physique du contrôle interactionné d'un système multivariable, dont le modèle mathématique a renfermé nonlinéarités, délais de temps et des équations d'ordre plus élevé qu'auparavant. Un système pareil consiste en trois tanks accouplés en série, auxquels étaient dirigés deux jets à différentes températures fixées. Une sortie présentait la température et la vitesse égales au débit du troisième tank.

Les méthodes d'exécution non interactionnées de l'application à cette installation particulière ont été utilisées pour obtenir un certain nombre des systèmes de contrôle. Étant donné que presque toutes ces méthodes sont basées sur les installations linéaires sans le délai de temps, il était tout d'abord nécessaire de dresser le modèle de cette installation sous cette forme. On a admis des simulations du calculateur digital des systèmes de contrôle pour obtenir l'évaluation de ces systèmes. Les effets des équations non

linéaires et le délai de temps sur les performances du régulateur non interactionné étaient obtenus malgré l'effet de certains paramètres particuliers pour chaque type du régulateur. On a exécuté également pour comparaison un conventionnel système de contrôle, à deux boucles à contre-réaction.

Trois systèmes représentatives de contrôle étaient physiquement réalisés en se servant du calculateur analogue, Electronics Associated TR48 pour "on-line" contrôle.

Cet étude montre qu'un contrôle non-interactionnant raisonnablement bon peut être obtenu malgré les non-linéarités du procédé, délais de pur temps et description inexacte du modèle. Ces méthodes qui physiquement placent le combinateur dans la partie de devant de la boucle de contrôle étaient définitivement supérieures de celles - là, suivant lesquelles le combinateur est placé dans l'arrière de la boucle. Finalement, tous les systèmes de contrôle non-interactionnant qui étaient étudiés, étaient beaucoup plus supérieurs que les systèmes conventionnels de contre-réaction à double boucle.

LES PROPOSITIONS DE DEVELOPPEMENT DE SIMPLES CIRCUITS
DE DEBRAYAGE ET DES ELEMENTS DE DEBRAYAGE POUR LES
REGULATIONS LINEAIRES A DEUX GRANDEURS ET LES PRINCIPES
DE REGLAGE POUR LA MISE EN OEUVRE

W. KRAEMER. AG BROWN BOVERI Cie, BADEN /Suisse/

On montre que dans la majorité des systèmes de régulation à deux grandeurs avec débrayage partiel, c'est à dire avec une seule liaison transversale dans le sens de la régulation, il est possible d'obtenir de meilleurs résultats qu'au cas de débrayage total, c'est à dire avec deux liaisons transversales croisées, orientées dans le sens de la régulation. On en déduit des règles principales, comment il est techniquement relativement facile de développer les débrayages pour arriver avec peu de dépenses à l'effet amélioré, comparé au cas de non-débrayage. Il est démontré qu'au moyen d'un seul élément de débrayage, choisi convenablement parmi les trois types proposés, on atteint de très bons résultats. On indique en outre les principes de réglage, pour optimiser des tels éléments à l'usine.

RÉALISATION OPTIMALE DES SYSTÈMES MULTIVARIABLES LINÉAIRES DISCRETS

E. Biondi, L. Divieti, C. Roveda, R. Schmid

Résumé

Ce rapport a pour objet une optimale réalisation des multivariables compensateurs discrets linéaires. La fonction objective, qui doit être devenue minimum, est une combinaison linéaire des nombres de éléments de reécart demandés et d'un moyen carré - rond erreurs du rendement de compensateur. Ainsi, seront garanties: économie et exactitude. En considérant la méthode parallèle de la synthèse et application des quatre structures fondamentales, le problème d'optimisation est approché aux fermes de la théorie de diagrammes et correspond à la détermination de l'arborescence optimale dans un diagramme acyclique particulier. Le problème d'optimisation est définitivement résolu via Programmation Dynamique.

SYNTHÈSE DE SENSIBILITÉ DE LA COMMANDE OPTIMALE TENANTE
COMPTE DES CHANGEMENTS DE L'ORDRE DU SYSTÈME

Y. Sawaragi, K. Inoue et T. Ohki

Université de Kyoto, Kyoto, Japan

Résumé

Le but de cet article est d'introduire l'aspect pratique à la théorie actuelle de la commande optimale - afin de remplir le vide existant entre la théorie et ses applications. On introduit à la synthèse de la commande optimale le concept de λ -sensibilité - quand le système à commander est soumis au changement de l'ordre du système.

D'abord on développe le concept du système λ -combiné, qui consiste en modèle du système physique et en ses équations de λ -sensibilité.

Ensuite on discute la gouvernabilité du système λ -combiné. La possibilité de compensation des effets indésirables produits par les changements de l'ordre du système dépend entièrement de la gouvernabilité du système λ -combiné.

Finalement on développe une nouvelle méthode de synthèse de sensibilité de la commande optimale pour le problème de minimum d'énergie avec des contraintes terminales. Le point de vue en est de rendre les contraintes terminales plus rigides par rapport aux changements de l'ordre du système. On présente un exemple illustratif afin de démontrer les avantages de la méthode nouvelle.

ANDRZEJ WIERZBICKI (Pologne)

UNE APPROCHE UNIFIÉE DE L'ANALYSE DE LA
SENSIBILITÉ DES SYSTÈMES OPTIMAUX DE COMMANDE

Résumé

Le présent rapport présente une approche unifiée de l'analyse de la sensibilité des systèmes optimaux de commande, approche permettant une comparaison effective des diverses structures des systèmes considérés.

Le coefficient idéal de sensibilité du problème de la commande automatique, introduit par DORATO et utilisé dans un certain nombre de travaux, est indépendant de la structure du système de commande optimal. C'est pourquoi, on introduit dans le présent travail de nouvelles notions de mesure de la sensibilité et de l'insensibilité locales, ou encore de la sensibilité globale d'un système optimal de commande à structure donnée (systèmes en boucle ouverte, en boucle fermée ou autres).

On traite ensuite des coefficients de sensibilité locale et des méthodes variationnelles liées à leur détermination, méthodes fondées sur la deuxième variation de la fonctionnelle de qualité. On présente des coefficients de sensibilité globale et aussi des considérations sur la méthodique des calculs numériques indispensables pour déterminer la mesure de sensibilité, dans le cas général. L'analyse de la sensibilité est illustrée par des résultats de calculs, obtenus pour plusieurs exemples.

NOUVELLES MÉTHODES DE CONSTRUCTION ANALYTIQUE DES SYSTÈMES DE COMMANDE.

On présente les méthodes de synthèse de la commande optimale des systèmes linéaires et nonlinéaires, avec les contraintes sur les signaux de commande aussi bien que sur certaines fonctions des variables d'état /qui ont le sens de signaux d'entrée des organes de réglage final dans le système optimal/.

Soit le système linéaire: $\dot{x}_1 + \sum_{k=1}^n a_{1k}/t \cdot x_k = u_1$.

La commande optimale, qui minimise la fonctionnelle:

$$I = \int_{t_1}^{t_2} \sum_{i,k=1}^n \beta_{ik} x_i x_k dt + \sum_{i,k=1}^n \delta_{ik}(t_2) x_i(t_2) x_k(t_2),$$

ou $\sum_{i,k=1}^n \beta_{ik}(t) x_i x_k$ - une forme quadratique donnée, non-négative; $\delta_{ik}(t)$ - coefficients représentant une solution particulière du système des équations linéaires:

$$\delta_{ik} = \sum_{p=1}^n (\delta_{ip} a_{pk} + \delta_{kp} a_{pi}) - \beta_{ik} \quad i, k = 1, 2, \dots, n \quad /I/$$

dans la classe des fonctions de commande, soumises aux conditions:

$$\int_{t_1}^{t_2} |u_1|^p dt \leq c_1, \quad \int_{t_1}^{t_2} \left| \sum_{k=1}^n \delta_{ik} x_k \right|^q dt \leq D_1 \quad \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$$

$p \geq 1$

s'avère d'être une fonction du type:

$$u_1 = -k_1 \left(\sum_{k=1}^n \delta_{ik} x_k \right)^{q-1}, \quad \text{Sign } u_1 = - \text{sign } \sum_{k=1}^n \delta_{ik} x_k$$

On a développé une méthode analytique spéciale de solution des équations des coefficients optimaux /I/ à l'aide des calculatrices numériques et analogiques. Cette méthode est basée sur le calcul des estimations quadratiques intégrales des fonctions de pondération du système aux coefficients fixés et sur l'application de la méthode d'itérations pour les systèmes où les fonctionnelles non-stationnaires.

Soit un système non-linéaire

$$\dot{x}_1 + F_1(x_1, \dots, x_n) = u_1$$

S'il existe une fonction de Lapounov $V(x_1 \dots x_n)$ dont la dérivée \dot{V} le long des trajectoires du système non-commandé ($u_1 = 0$) est égale à la fonction $W(x_1 \dots x_n)$, la commande optimale dans la classe des commandes, qui satisfont aux contraintes,

$$\int_{t_1}^{t_2} |u_1|^p dt = c_1 \int_{t_1}^{t_2} \left| \frac{\partial V}{\partial x_1} \right|^q dt = D_1 \quad \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$$

$p > 1$

étant optimale au sens de minimum de la fonctionnelle:

$$I = \int_{t_1}^{t_2} W(x_1 \dots x_n) dt + V[x_1(t_2) \dots x_n(t_2)]$$

est du type:

$$u_1 = \pm k_1 \left(\frac{\partial V}{\partial x_1} \right)^{q-1}, \quad \text{sign } u_1 = - \text{sign } \frac{\partial V}{\partial x_1}$$

Pour les systèmes passifs, et particulièrement conservatifs, on peut utiliser - comme fonction V - la première intégrale des équations du système non-commandé - l'intégrale de l'énergie ou une fonction de cette intégrale.

On donne des exemples d'application pratiques des méthodes développées. La commande optimale linéaire ainsi obtenue permet d'accroître sans limite les coefficients d'amplification des canaux k_1 sans perte de la stabilité. La commande optimale du type "bang-bang" garantit l'invariance par rapport aux perturbations à l'amplitude limitée.

SOLUTIONS LINÉAIRES ET NON LINÉAIRES AU PROBLÈME DE
SYNTHÈSE OPTIMALE AU SENS DE LETOV ET KALMAN ET SES
APPLICATIONS AU SYSTÈMES LINÉAIRES

K. Bela

Dans la première partie du rapport on propose un algorithme de synthèse des lois optimales de commande /en temps minimal/ pour les systèmes linéaires à paramètres constants ou bien variables dans le temps. En vue de cette synthèse, on décompose l'espace d'état en les domaines suivant de nombre de commutations, l'espace d'état étant considéré comme l'espace des états initiaux du système. Ensuite, afin de déterminer les instants de commutation relatifs à ces domaines, on développe les équations transcendentes dont les solutions doivent satisfaire à certaines conditions données. Après avoir vérifié ces conditions, on peut déterminer la loi de commande en forme d'une caractéristique non linéaire, ajustable à l'état initial à l'aide des données calculées par une machine digitale séparée. L'algorithme de calcul de ces données est présenté en forme d'un organigramme. Pour les systèmes à paramètres constants, on donne une caractéristique non linéaire en une forme analytique qui résulte des propriétés connues des systèmes des équations adjointes.

Dans la seconde partie on présente une procédure de synthèse de la loi non linéaire, optimale par rapport aux critères intégrales convexes. De la même manière qu'avant-on en utilise les propriétés des systèmes des équations adjointes. On considère le problème d'équivalence de divers façons de décrire les systèmes et commandes optimales. On démontre la relation entre le système des équations différentielles adjointes et

l'équation matricielle différentielle du type de Riccati, ainsi que la possibilité d'exprimer la solution de cette équation en fonction de la solution du système adjoint.

MÉTHODE DE LA PERTURBATION SINGULIÈRE POUR LA
SYNTHÈSE PRESQUE OPTIMALE DES SYSTÈMES NON
LINÉAIRES D'ORDRE ÉLEVÉ.

P. Sannuti et P. Kokotović
Département d'Electricité et
le Laboratoire des Sciences Coordonnées
Université de Illinois, Urbana, Illinois, USA.

Résumé

Cet article étend la méthode de la perturbation singulière proposée par les mêmes auteurs dans un article précédent. Pour une classe des systèmes non linéaires on donne une condition suffisante de la continuité et différenciabilité de la commande optimale par rapport aux changements de l'ordre du système /"la perturbation singulière"/. Ensuite on développe une méthode presque optimale et de petit ordre de synthèse des systèmes d'ordre élevé. La dimension $2(n + m)$ du problème aux conditions aux limites est réduite à $2n$, la performance obtenue étant proche de l'optimum. On inclut un exemple de la synthèse presque optimale d'un système non linéaire du cinquième ordre.

Principes de commande temporairement optima pour
des systèmes de 2^e ordre avec une force de retour
périodique

G. Schmidt et F. Fischer-Uhrig,
Ecole Polytechnique, Darmstadt
République Fédérale Allemande

Résumé

L'article traite des principes de commande temporairement optima pour le système $\ddot{\varphi} + f(\dot{\varphi}) + \sin \varphi = u$, $|u| \leq K$. Des essais partiels connus sont étendus remarquablement par l'admission de trois moments d'amortissement distincts et de toutes les restrictions possibles de la grandeur de réglage. Le point final du mouvement temporairement optimum doit être la position d'équilibre stable ($\varphi(T) = \pm 2\pi n$, $\dot{\varphi}(T) = 0$).

Pour résoudre cette tâche on se sert du principe à maximum de Pontrjagin. Une résolution analytique universelle n'est cependant pas possible. C'est pourquoi on doit recourir à la méthode de l'intégration inverse du système canonique. La construction supplémentaire du champ isochrone aboutit enfin à des principes de réglage clairs caractérisés par des courbes de réglage et d'indifférence dans le plan d'état. Les résultats en montrent que l'optimisation du système exact et nonlinéaire au lieu d'un traitement linéarisé se distingue par des avantages essentiels.

UNE MÉTHODE D'APPROXIMATION POUR LES PROBLÈMES DE COMMANDE SINGULIERS.

Gerald Cook

Frank J. Seiler Research Laboratory
U.S. Air Force Academy
Colorado, USA

Resumé

On présente une méthode qui permet de résoudre les problèmes de commande singuliers par l'approximation du système non-normal par un système normal. On démontre que cette approximation peut être rendue arbitrairement précise. La commande optimale du système approximatif est ensuite déterminée et appliquée au système réel. On obtient les bornes des erreurs dans les conditions aux limites et le degré de sous-optimalité garanti par cette méthode. La méthode est valable pour les problèmes de temps minimal et de consommation de combustible minimale, avec les systèmes linéaires et constants. On présente des exemples.

UNE TECHNIQUE DE CONTRÔLE ADAPTIF AUX PARAMÈTRES

G. Stein

G. N. Saridis

Resume

Le contrôle des systèmes linéaires stochastiques avec des paramètres inconnus est accompli au moyen d'une solution approximative de l'équation fonctionnelle du programme dynamique associé. Les signaux du contrôle résultants sont des fonctions linéaires des états estimés et les coefficients du contrôle dépendent explicitement de l'identification des paramètres du système.

LE PROJET DE SYSTEMES DE COMMANDE
ADAPTATIFS, AVEC MODELE, EN UTILISANT
LA METHODE DE LJAPUNOV ET LA METHODE
DU PREMIER HARMONIQUE INVERSE

Le présent rapport présente deux méthodes de calcul de systèmes de commande adaptatifs, avec modèle:

1. La seconde méthode de Ljapunov,
2. La méthode inverse du premier harmonique.

Le projet comporte la réalisation du régulateur adaptatif non linéaire, de manière à ce que la réponse du système égale la réponse désirée à un signal déterministe /c'est-à-dire la réponse modèle/, indépendamment des variations de paramètres dans le système.

L'emploi de ces deux méthodes garantit la stabilité du système adaptatif. Le régulateur adaptatif obtenu par la méthode de Ljapunov, est en général plus complexe que celui issu de l'utilisation de la méthode inverse du premier harmonique, bien que le premier puisse être, dans certains cas, simplifié. Dans les deux cas le résultat est un régulateur dont la phase et le gain peuvent être réglés indépendamment l'un de l'autre. Les deux régulateurs ont été testés et comparés l'un à l'autre dans plusieurs systèmes adaptatifs à modèle.

V.S. LEVADI

Information Research Associates, Inc.

Waltham, Massachusetts - USA

LE FILTRAGE NON LINEAIRE, LES PROLONGEMENTS
DE LA METHODE DES MOINDRES CARRES ET LES
APPLICATIONS DE LA THEORIE QUASILINEAIRE

L'approche quasilineaire à la méthode non linéaire des moindres carrés de Bellman, est prolongée pour inclure les perturbations à l'entrée du système, et un index de performance non linéaire et non carré. Sous certaines conditions, une estimation non nulle des perturbations est obtenue. Des contraintes intégrales peuvent limiter les perturbations. La formulation inclut le correspondant des moindres carrés du problème d'estimation statistique, pour un bruit "coloré", et un système avec un paramètre variant de manière "aléatoire".

Le problème de la commande adaptative est présenté comme deux problèmes d'optimisation résolus simultanément en utilisant la procédure séquentielle de la méthode quasilineaire. La méthode présentée, a un caractère général et peut inclure une connaissance a priori plus grande sur les variations de paramètres et les perturbations agissant sur le système.

Il n'existe pas d'interaction nuisible entre l'estimation du paramètre et les procédures d'ajustement du paramètre. Les résultats présentés sont illustrés par un exemple simple.

Réglage de la modulation adaptative de processus par moyen de calculateurs digitaux

F. Schneider

Ecole Polytechnique, Munich
République Fédérale Allemande

Résumé

Dans des processus où quelques ou plusieurs paramètres dépendent de grandeurs déterminées d'état ou d'entrée du processus il est souvent possible de perfectionner de manière décisive le réglage du processus par une modulation adaptative des caractéristiques du régulateur. Ensuite il est indispensable de connaître le principe de modulation entre les grandeurs mesurables d'état ou d'entrée et les caractéristiques du régulateur optima en référence à un critère déterminé. Ce principe de modulation est trouvé à l'aide d'un calculateur digital. Cette méthode réduit à un minimum les interventions dans les calculateurs.

Deux procédés d'identification sont indiqués dont aucun ne nécessite des informations sur la structure du système à réguler. Ceux-ci déterminent un modèle du système à réguler pour chaque point de fonctionnement à laquelle l'optimisation des caractéristiques du régulateur est effectuée en regard au régulateur d'une surface carrée chargée temporairement.

Dans les systèmes sans temps mort celui-ci se fait par un procédé de Newton à plusieurs dimensions, en cas de temps mort par un procédé d'optimisation numérique. L'identification et l'optimisation sont répétées pour un nombre suffisant d'états de fonctionnement et les valeurs obtenues sont transformées par adaptation de courbe en relations analogues. Après la phase d'introduction les appareils fonctionnent comme modulation adaptative normale

des caractéristiques des régulateurs.

Cette méthode convient aux systèmes continus et discrets avec ou sans temps mort.

SYSTEME DE REGULATION EXTREMALE PAR EXTRAPOLATION

H. G. JACOB

C. MIRA

LABORATOIRE D'AUTOMATIQUE
et de ses Applications Spatiales du C. N. R. S.
TOULOUSE - France

Par rapport aux systèmes classiques, le système de régulation extrême décrit dans cette communication fait appel pour sa conception à une plus grande quantité d'information initiale (allure de la caractéristique extrême que l'on suppose ne pas trop être déformée sous l'effet des perturbations, connaissance des parties dynamiques du processus régulé), et reste stable en présence de dérives rapides de la caractéristique extrême (\mathcal{C})

Deux types d'extrapolation sont utilisés :

- une extrapolation linéaire de la dérive de (\mathcal{C}) mesurée pendant un intervalle de temps constant,
- une extrapolation parabolique qui utilise la connaissance de deux points d'une parabole (\mathcal{P}) dont le paramètre est fixé par l'information initiale sur (\mathcal{C}). Le paramètre est choisi pour qu'en valeur moyenne la parabole (\mathcal{P}) soit aussi voisine de (\mathcal{C}) que possible.

Dans le régulateur proposé l'extrémum de (\mathcal{C}) est atteint en une ou plusieurs séquences d'optimisation. Une séquence d'optimisation comporte quatre pas :

- un pas de "détection de la dérive du point de fonctionnement", de durée constante. Cette dérive est extrapolée linéairement pendant la durée de la séquence,
- un pas de "recherche", de durée variable, dont le but est la détermination de deux points de (\mathcal{C}), par lesquels on fait passer (\mathcal{P});
- un pas de "commande", de durée variable, qui est le résultat d'un calcul donnant la position de l'extrémum de (\mathcal{P});
- un pas de "repos", dont la durée est constante, qui permet au régime transitoire de s'achever.

Les principes de base qui ont servi à la conception du régulateur extrême sont analysés. Le problème de la stabilité par rapport aux erreurs faites sur les paramètres de la parabole (\mathcal{P}), sur la détermination des caractéristiques dynamiques du processus régulé, et par rapport aux dérives de (\mathcal{C}) est abordé.

O.L.R. JACOBS, S.M. LANGDON
GRANDE-BRETAGNE

UN SYSTEME OPTIMAL DE COMMANDE EXTREMALE

La loi de commande optimale est étudiée sur un système de commande extrême simplifié, à temps discret, à entrée unique, en négligeant les effets des bruits de mesure et des retards dynamiques.

L'étude est effectuée en utilisant la formulation offerte par la programmation dynamique qui ne peut être facilement étendue aux cas plus généraux de la commande extrême. La loi de commande optimale résultante, donne une indication quant à la structure générale des lois optimales de la commande extrême et fournit une mesure des performances les meilleures pouvant être obtenues dans chaque cas particulier.

A.G. IVAKHNENKO, N.V. KHRUS^YCOVA,
V.I. NESHODOVSKIY
Kiev - URSS

L'AUTO_ORGANISATION DES SYSTEMES
DE COMMANDE EXTREMALE

Définition de la notion d'"auto-organisation", en montrant que les difficultés de la prise en considération de la multiplicité des variables /"multiplicités maudites"/ n'apparaissent pas dans les systèmes à auto-organisation, où l'on a affaire à des "algorithmes élémentaires" normalisés et à des "actions intégrales".

Exemples de systèmes stochastiques de commande extrême et méthodes pratiques d'obtention de signaux de commande et de régulation généralisés.

Définition des termes "état" et "situation" du système de commande devant faire l'objet d'une reconnaissance. Le système de reconnaissance utilise, dans la commande d'un objectif stochastique, le principe de la commande combinée: il est utilisé comme circuit de compensation dans la chaîne ouverte rapide du circuit de commande.

L'auto-organisation se présente sous la forme d'un déplacement spontané des prototypes /pôles/ du système de reconnaissance, dans l'espace des coordonnées du système commandé.

On présente tout d'abord l'un des algorithmes possibles d'auto-organisation de trois pôles.

Lorsqu'on considère un ensemble de pôles, on formule un théorème sur la stabilité des processus adaptatifs d'auto-organisation du "gaz polaire".

La simulation des processus d'auto-organisation de prototypes /pôles/ de reconnaissance de systèmes, ont apporté la confirmation du bien-fondé du théorème proposé.

Le contrôle fonctionnel du mouvement suivant l'oeil et sa simulation digitale

Gerhard Vossius et Jürgen Werner
Université J.W. Goethe, Francfort s. Main
République Fédérale Allemande

Résumé

Par suite de l'analyse mathématique d'étendues expériences biologiques une conception précise de l'organisation fonctionnelle du système d'exploitation des données du mouvement suivant l'oeil a été développée. L'ensemble du système peut être subdivisé dans un système partiel continu et un autre système discontinu. L'analyse séparée des deux branches d'exploitation effectuée par moyen de dispositions d'expériences spéciales révélait de nouvelles indications au sujet des qualités adaptative et prédisante du système entier. En particulier il était possible d'éclaircir le processus adaptatif du système discontinu lors de modifications expérimentelles des conditions d'accouplement réactif.

Les multiples possibilités de l'extrapolation et de la prédiction ont été généralisées dans un modèle mathématique, non seulement pour montrer et faire compréhensible la puissance de cette disposition de réglage mais aussi pour gagner - outre les informations spéciales - une meilleure vue dans les principes de fonctionnement réalisés dans des systèmes biologiques. La possibilité de l'application de cette conception fonctionnelle généralisée a été examinée moyennant la simulation du système du mouvement suivant l'oeil.

M.A. AJZERMAN, E.A. ANDREEVA

Moscou - URSS

UN MECANISME TRES SIMPLE DE COMMANDE
DE L'ACTIVITE DES MUSCLES

Revue des travaux expérimentaux orientés sur la recherche des principes généraux et des lois mis en oeuvre par le cerveau, dans la commande des muscles. Les études effectuées ont porté sur les rats, les lapins et l'homme. Une méthodique appropriée, où l'organisme vivant était inclue dans une chaîne comportant une boucle de retour extérieure, a permis d'engendrer des régimes artificiels pour lesquels le cerveau s'est vu forcé d'entreprendre un travail de recherche, imposé de l'extérieur et ne mettant en cause qu'un seul ou deux muscles. On a étudié le processus de commande, lors de la recherche du minimum d'une irritation douloureuse avec l'aide d'un seul muscle ou de deux muscles indépendants et lors du fonctionnement de deux muscles antagonistes.

Les expériences mentionnées ont été à la base de l'élaboration de représentations qui simulent les lois de commande réalisées en mettant en oeuvre la procédure de recherche présentée.

I.F.A.C.

Estimation en temps réel des paramètres du transfert humain dans un système "cycliste bicyclette"

Sommaire

Ce rapport décrit le phénomène de balancement d'un cycliste.

Les recherches sont commencées par la construction d'une bicyclette de laboratoire, à laquelle manque le mouvement en direction progressive. Pourtant, les effets de ce mouvement sur la dynamique de la bicyclette de laboratoire ne sont pas négligés.

L'angle situé entre le cadre de la bicyclette et l'axe vertical, est le variable le plus important à informer le cycliste de l'état du modèle de bicyclette.

Les deux actions de l'opérateur humain, exercées sur la bicyclette, sont les mouvements du dessus du corps et les manoeuvres du guidon.

La fonction de transfert humain est déterminée à l'aide d'une technique afin d'estimer les paramètres d'un modèle mathématique. Ce modèle par lequel la conduite de l'opérateur humain est décrit, est représenté par un système du second ordre et un retard de parcours. Les paramètres sont des fonctions de temps.

Les quantités inconnues du modèle linéaire sont déterminées en temps réel conforme à un critère de qualité quadratique.

Les valeurs des paramètres sont calculées à l'aide d'un calculateur numérique (4096 mots de 12 bits, cycle de 1,5 sec.)

Les auteurs montrent que la méthode nommée donne une possibilité pratique afin de déterminer en temps réel les caractéristiques d'un opérateur humain, qui balance une bicyclette de laboratoire.

A. van Lunteren

H.G. Stassen

DYNAMIQUE DE LA COMMANDE DU SYSTÈME VEHICULE/CONDUCTEUR

David H. Weir, Duane T. McRuer

Le point de vue et les principes de la théorie du guidage et de la commande constituent une base pour analyser la dynamique de la commande par conducteurs des véhicules à moteur. Le système résultant du véhicule/conducteur consiste en les équations de mouvement du véhicule, les modèles des caractéristiques dynamiques de l'opérateur humain, établis expérimentalement, et les descriptions des conditions de l'autoroute. On procède à la synthèse et examine un nombre de systèmes divers à boucle unique ou multiple, ce qui permet de choisir quelques simples et favorables configurations alternatives: l'écart latéral, anticipé, qui a une boucle extérieure primaire de position latérale sur la piste avec une égalisation avancée donnée par une prévision perceptrice le long de la trajectoire future du véhicule; l'angle /ou bien la vitesse/ de trace plus l'écart latéral inertiel, qui contient des boucles: intérieure - de l'angle de trace, et extérieure - de la position latérale; l'angle /ou bien la vitesse/ de route plus l'écart latéral inertiel, qui a toutes les deux boucles: de l'angle de route et la position latérale. Ces configurations ne représentent pas toutes les structures possibles à boucles multiples qui sont capables à satisfaire aux conditions du guidage et de la commande, mais elles assurent de bonnes performances dans la réalisation des commandes et une régulation des perturbations, manifestant aussi l'insensibilité par rapport aux variations dans l'adaptation du conducteur, et de bonnes opinions subjectives des conducteurs. Elles ne restent pas en contradiction aux données de perception obtenues dans les expériences récentes. Les modèles qui en résultent donnent un nouveau cadre pour les expériences futurs, et peuvent aussi aider les procédures de projet des véhicules et des autoroutes.

L'EXPLICATION DU SYSTÈME NEURO-MUSCULAIRE À BOUCLE
FERMÉE DE RELAGE DES PERTURBATIONS DE FORCE ET DES
DONNÉES DE FRÉMISSEMENT

R.E. Magdaleno, D.T. McRuer

Récemment on a développé un modèle adaptatif capable de décrire le fonctionnement des systèmes de l'actionnement neuro-musculaire au cas de petits perturbations. Ce modèle est compatible avec les données physiologiques aussi bien qu'avec les données de l'approximation de la première harmonique de l'opérateur humain. Le but de cet article est d'utiliser ce modèle en tant qu'une explication des données de régulation des perturbations de force et des données de frémisssement des membres, comme de phénomènes d'une boucle de réglage.

Parmis les données concernantes des perturbations de force que l'on peut trouver dans la littérature du sujet, on n'a considérées que celles relatives aux liens à grande inertie et a de divers valeurs de l'état des muscles. La réponse à l'impulsion du torque-moteur possède une composante dominante du second ordre qui n'est pas compatible avec la réponse du troisième ordre prévue à partir du modèle boucle ouverte. Cependant, la boucle de la longueur interne du muscle conduit à une approximation de la première harmonique /rapport de la réponse du membre par la perturbation de force/ avec un zero au numérateur. Ce zero change avec la tension de la position de manière qu'il reste approximativement égal au pôle réel du système de muscle. Cette suppression approximative du pôle par zero conduit donc à un système dominant du second ordre à paramètres variables avec tension, ce qui correspond qualitativement aux données.

La fréquence du frémisssement que l'on trouve dans la littérature est relative aux variations d'élasticité et de l'état du muscle /sans inertie/ et aux variations d'inertie et de l'état du muscle /sans ressort/. La boucle de la longueur interne du muscle résulte en une contrainte de fréquence sur les dominantes oscillations amorties à haute fréquence. Les variations de ces oscillations sont compatibles aux données des variations de la fréquence de frémisssement des membres.

C.D. BARR, E.R. CARSON, L. FINKELSTEIN, E.A. JONES
GRANDE-BRETAGNE

ETUDE SUR LA DYNAMIQUE
DU METABOLISME DU PLASMA DE PROTEINES

On a obtenu un modèle mathématique dynamique du métabolisme de l'albumine et de l'urée, chez l'homme. Le modèle est ensuite linéarisé, réduit en volume, et testé à l'aide de tests dynamiques sur les malades.

La comparaison a montré que le modèle réduit correspond aux mesures biologiques, dans le cadre des limites imposées par l'erreur d'expérimentation.

Les recherches ont démontré que l'applicabilité des méthodes de l'analyse dynamique dans la recherche médicale.

DYNAMIQUE DU SYSTEME OCULO-MOTEUR; LES REPONSES
TRANSITOIRES ET ELECTRO-MYOGRAPHIQUES D'UN CHAT

B.L. Zuber

En introduisant une série des impulsions à fréquence modulée au nerf oculomoteur d'un chat on a produit les mouvements de l'oeil, qui ont été mesurés /comme la sortie/, avec l'électromyogramme du muscle medial rectus /la sortie intermediaire/, par emploi des entrées sinusoïdales et transitoires. Il s'est avéré que le muscle répondait normalement à tout égard. On a constaté que le processus générant l'électromyogramme n'a pas contribué à la dynamique à phase minimale de tout le système. En utilisant les entrées en échelon on a obtenu les mouvements rapides de l'oeil, forçant la dynamique lente du système.

