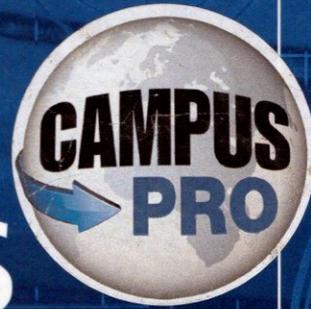


L'USINE NOUVELLE

SÉRIE | MÉCANIQUE ET MATÉRIAUX

Jacques Faisandier et coll.



MÉCANISMES HYDRAULIQUES ET PNEUMATIQUES

9^e édition

DUNOD

Table des matières

Introduction	1
--------------	---

A

L'hydraulique : principes et composants

1 • Principes	9
1.1 Relations entre l'énergie mécanique et l'énergie hydraulique	9
1.2 Dynamique du filet fluide : formules de Saint-Venant et de Bernoulli	17
1.3 Viscosité	22
1.4 Compressibilité	39
1.5 Dilatation	47
1.6 Autres caractéristiques des fluides hydrauliques	48
1.7 Liquides hydrauliques utilisés	51
1.8 Schémas de principe	54
2 • Composants	60
2.1 Pompes ou générateurs de pression	60
2.2 Récepteurs hydrauliques	110
2.3 Organes auxiliaires	146

3 • Hydrodynamique	206
3.1 Théorème de Bernoulli dans un champ de forces massiques	206
3.2 Forces et couples exercés par les fluides en mouvement	208
3.3 Vitesse de propagation des ondes dans les fluides	214
3.4 Applications	217
4 • Lubrification et graissage	228
4.1 Généralités	228
4.2 Théorie hydrodynamique du coin d'huile	228
4.3 Théorie du coin thermique	233
4.4 Paliers lisses tournants	236
4.5 Palier fluide (ou palier hydrostatique)	240
5 • Applications	245
5.1 Matériels fixes	245
5.2 Matériels mobiles	260
6 • Position comparative de l'hydraulique avec l'électricité	291
6.1 Comparaison des puissances massiques	292
6.2 Comparaison des conduits	292
6.3 Accumulateurs d'énergie	295
6.4 Évolution de l'hydraulique	299

B

Les servomécanismes

1 • Principes et généralités	303
1.1 Définition	303
1.2 Description et fonctionnement d'une servocommande	303

1.3 Servomécanismes électriques	310
1.4 Synthèse des analyses effectuées sur les servomécanismes des 1 ^{er} et 2 ^e ordres	314
1.5 Servomécanismes du 3 ^e ordre	316
1.6 Servomécanismes d'ordre supérieur à trois	319
1.7 Notion de stabilité	320
1.8 Application à la commande asservie en position d'un moteur électrique	321
2 • Asservissement hydraulique : servocommande	340
2.1 Description et fonctionnement	340
2.2 Lemme – Loi liant le déplacement de sortie au déplacement du tiroir du distributeur	340
2.3 Vérin asservi	343
2.4 Méthodes d'amortissement	344
2.5 Réalisations	347
2.6 Servocommande utilisant une pompe à débit variable inversable	351
3 • Servomécanismes électrohydrauliques	352
3.1 Généralités et description	352
3.2 Équations du servomécanisme	353
3.3 Obtention de la stabilité par filtre réjecteur de fréquence	354
3.4 Obtention de la stabilité par filtre passe-bas	356
3.5 Obtention de la stabilité par contre-réaction de la pression différentielle dans le vérin	364
3.6 Comparaison des deux systèmes de stabilisation (filtre passe-bas et contre-réaction de pression)	366
3.7 Influence de la constante de temps de la servovalve	367
4 • Servovalves	371
4.1 Définitions – Structure	371
4.2 Classification des servovalves électrohydrauliques	372

4.3 Les différents étages hydrauliques	374
4.4 Organes électromagnétiques de commande	382
4.5 Servovalves mono-étage	383
4.6 Servovalves multi-étages	387
4.7 Caractéristiques des servovalves	392
4.8 Servovalves pression	403
4.9 Servovalve – Servodistributeur – Distributeur proportionnel	405
4.10 Exemples d'application des servovalves et servodistributeurs	412
5 • Simulations de systèmes hydrauliques	417
5.1 Déroulement d'une simulation	417
5.2 Servocommande hydromécanique	421
5.3 Commande de pointage électrohydraulique	429

C

La pneumatique : principes et composants

1 • Généralités et principes	443
1.1 Constituants de l'air comprimé	443
1.2 Caractéristiques thermodynamiques de l'air comprimé	447
1.3 Compressions et détente de l'air comprimé	450
1.4 Considérations énergétiques et pratiques	453
2 • Écoulements d'air comprimé – Pertes de charge	458
2.1 Modélisation du débit dans les appareils pneumatiques	458
2.2 Cas particulier : écoulement dans une tuyère sans frottement	460
2.3 Cas général : écoulement avec pertes dans une tuyère	463

3 * Production et conditionnement de l'air comprimé	467
3.1 Compresseurs d'air comprimé	467
3.2 Traitement de l'air comprimé	471
3.3 Réseau primaire de distribution d'air comprimé	476
4 * Organes sécuritifs machines	481
4.1 Généralités	481
4.2 Filtration	482
4.3 Détente et régulation de pression	485
4.4 Lubrification	497
4.5 Sécurité	498
5 * Actionneurs	501
5.1 Généralités	501
5.2 Vérins pneumatiques	502
5.3 Vérins rotatifs	529
5.4 Vérins souples	534
6 * Distributeurs	537
6.1 Généralités	537
6.2 Construction et principe de fonctionnement	539
6.3 Détermination d'un distributeur – Caractéristiques fonctionnelles	548
6.4 Caractéristiques fonctionnelles des îlots de distribution	557
7 * Accessoires	563
7.1 Accessoires des actionneurs	563
7.2 Accessoires de ligne	570
8 * Application : le freinage des trains et des camions	575
8.1 Historique	575
8.2 Réalisation et fonctionnement	575
8.3 Compléments	577

D

1 • Généralités	581
1.1 Classification des automatismes	581
1.2 Automatismes	582
2 • Commandes séquentielles et combinatoires	584
2.1 Diagramme fonctionnel des automatismes séquentiels	584
2.2 Composants pneumatiques de commande	592
2.3 Composants électroniques de commandes	606
3 • Asservissements électropneumatiques	623
3.1 Asservissements de position	624
3.2 Modulateurs électropneumatiques de puissance	658
3.3 Asservissements de pression	685
3.4 Asservissements de débit	690
4 • Application : le captage de l'énergie électrique des TGV	691
4.1 Principe et description générale	691
4.2 Composants et fonctions	692
4.3 Fonctionnement	695
4.4 Compléments	697

Annexes

I * Plans et nombres complexes	699
II * Réponses en régimes harmonique et indiviciel	701
III * Transformation de Laplace	702
IV * Analyse de la fonction du 3 ^e ordre $X/Y = 1 + ap + bp^2 + cp^3$ et de la stabilité	706
V * Homogénéité des formules en électromécanique, hydraulique et pneumatique	711
Index	713