

SOMMAIRE

DOMAINES D'UTILISATION DE L'HYDRAULIQUE

| | |
|------------------------------|----|
| 1. Pressions très élevées | 1 |
| 2. Incompressibilité | 5 |
| 3. Transmission de mouvement | 9 |
| 4. Etanchéité | 14 |

LA PRESSION DANS LES CIRCUITS HYDRAULIQUES

| | |
|--|----|
| 1. Pourquoi y a-t-il de la pression dans une canalisation ? | 15 |
| 2. Comparaison hydraulique-pneumatique | 18 |
| 3. Considérations pouvant influencer sur le choix d'une pression de fonctionnement | 22 |
| 4. Valve de limitation de pression à action directe | |
| 4.1. Caractéristiques | 26 |
| 4.2. Technologie et domaine d'utilisation | 28 |
| 5. Valves de limitation de pression pilotées | 31 |
| 6. Commande à distance | 36 |
| 7. Utilisations annexes du limiteur de pression | 38 |

MACHINES A ENGRENAGE

| | |
|--------------------------------------|----|
| 1. Machine élémentaire | 40 |
| 2. Pompe à compensation de jeu axial | 42 |
| 3. Moteurs à engrenage extérieur | 44 |
| 4. Pompes à engrenage intérieur | 46 |
| 5. Moteur à engrenage ORBIT | 49 |

MACHINES A PISTONS

| | |
|---|----|
| 1. Principe général de fonctionnement | 53 |
| 2. Dispositions technologiques | |
| 2.1. Architecture générale. Disposition des cylindres | 54 |
| 2.2. Cinématique de transformation de mouvement | 55 |
| 2.3. Distribution | 58 |
| 3. Machines à cylindres en ligne | 60 |
| 4. Machines à pistons axiaux | |
| 4.1. Machines à axe droit et plateau incliné | 65 |
| 4.2. Machines à axe droit et barillet tournant | 68 |
| 4.3. Machines à axe brisé | 75 |
| 5. Machines à cylindres radiaux | 83 |

PROBLEMES CINEMATIQUES DES MOTEURS ET DES POMPES

| | |
|---|-----|
| 1. Machines à pistons | |
| 2. Débit (ou couple) instantané d'un seul cylindre | 90 |
| 2.1. Débit d'une pompe | 91 |
| 2.2. Couple d'un moteur | 92 |
| 3. Débit instantané global d'une pompe (ou couple instantané global d'un moteur) | 92 |
| 4. Coefficient d'irrégularité de débit (ou de couple). Incidence du nombre de cylindres | 93 |
| 5. Influence d'une cinématique non sinusoïdale | 96 |
| 6. Influence de la compressibilité de l'huile | 99 |
| 7. Cas particuliers | |
| 7.1. Moteur BOSCH | 106 |
| 7.2. Moteurs à pistons radiaux | 108 |
| 8. Machines à engrenage. Expression du débit instantané d'une pompe à engrenage extérieur | 112 |
| 9. Cylindrée d'une machine à engrenage extérieur | 117 |
| 10. Coefficient d'irrégularité de débit | 117 |
| 11. Pompe double | 119 |
| 12. Pompes à engrenage intérieur | 120 |
| 13. Moteurs à engrenage extérieur | 124 |
| 14. Incidence du rapport des rayons primitifs sur la valeur du couple moyen | 127 |
| 15. Moteur ORBITOL | 130 |
| 16. Moteur MZ | 134 |

POMPES A DEBIT VARIABLE

| | |
|--|-----|
| 1. Intérêt général de la variation de débit | 136 |
| 2. Technologie d'obtention d'un débit variable | 137 |
| 3. Commande de la variation de débit | 144 |
| 4. Commandes de variation de débit intégrées dans une boucle de régulation | |
| 4.1. Régulation de pression | 156 |
| 4.2. Commande à puissance constante | 163 |
| 4.3. Commande Load-Sensing | 178 |
| 4.4. Etude du rendement d'une installation munie d'une commande Load-Sensing | |
| 4.4.1. Cas d'un seul récepteur | 182 |
| 4.4.2. Cas de plusieurs récepteurs | 183 |
| 4.4.3. Distributeurs Load-Sensing | 186 |
| 4.5. Groupement de commandes | 187 |

RENDEMENTS DES MACHINES HYDRAULIQUES

| | |
|--------------------------------------|-----|
| 1. Pertes dans une pompe | 193 |
| 2. Pertes dans un moteur hydraulique | 198 |

ACCUMULATEURS

| | |
|---|-----|
| 1. Technologie et rôles d'un accumulateur | 202 |
|---|-----|

| | |
|---|-----|
| 2. Nécessité d'un stockage d'énergie | |
| 2.1. Economie d'énergie | 203 |
| 2.2. Sécurité | 204 |
| 2.3. Amortissement | 204 |
| 2.4. Récupération d'énergie | 204 |
| 3. Choix du type d'accumulateur | 205 |
| 4. Dimensionnement d'un accumulateur | 207 |
| 5. Etude numérique | 212 |
| 6. Rendement d'une installation munie d'un accumulateur | 217 |
| 7. Importance d'un gonflage correct | 220 |
| 8. Reprise du dimensionnement | 222 |

CONTROLE DE DEBIT

| | |
|--|-----|
| 1. Nécessité d'un contrôle de débit | 224 |
| 2. Utilisation d'une restriction | 224 |
| 3. Régulateur de débit deux orifices | 225 |
| 4. Emplacement d'un régulateur deux voies dans un circuit | |
| 4.1. Régulateur monté en amont du distributeur | 231 |
| 4.2. Régulateur monté en amont de l'actionneur | 231 |
| 4.3. Régulateur monté en aval de l'actionneur | 232 |
| 4.4. Régulateur monté en dérivation | 233 |
| 5. Rendement d'un circuit avec régulateur deux voies | |
| 5.1. Réglage sur l'entrée (Meter-in) | 234 |
| 5.2. Réglage sur la sortie (Meter-out) | 235 |
| 6. Régulateur de débit trois voies | 236 |
| 7. Rendement d'un circuit muni d'un régulateur de débit trois voies | 239 |
| 8. Régulateur trois voies. Cas de plusieurs récepteurs fonctionnant simultanément | 240 |
| 9. Distributeurs pour régulation trois voies | 244 |
| 10. Quel type de régulateur choisir? | 249 |
| 11. Résumé comparatif des différents circuits permettant de contrôler la vitesse d'un actionneur | 250 |

BILAN THERMIQUE D'UNE INSTALLATION

| | |
|---|-----|
| 1. Bilan énergétique d'une installation | 252 |
| 2. Evolution de la température | 252 |
| 3. Utilisation éventuelle d'un réfrigérant auxiliaire | 255 |
| 4. Machine à fonctionnement intermittent | 256 |
| 5. Puissance dissipée en chaleur fonction du temps | 257 |

MODELISATION D'UN SYSTEME HYDRAULIQUE

| | |
|--|-----|
| 1. Intérêt de la modélisation | 259 |
| 2. Exemple simple de modélisation | 260 |
| 3. Etude numérique | 261 |
| 4. Modélisation d'une pompe à régulation de pression | 263 |

| | |
|---|-----|
| 5. Problème des conditions initiales | 272 |
| 6. Résolution numérique | 273 |
| 7. Modélisation linéaire | 275 |
| 8. Modèle linéaire simplifié | 273 |
| 9. Interprétation du modèle simplifié | 280 |
| 10. Modélisation de l'ensemble pompe-actionneur | 284 |
| 11. Etude d'un limiteur de pression | 286 |
| 12. Etude numérique du phénomène de surpression dans une conduite | 291 |

CIRCUITS

| | |
|---|------------|
| 1. Commande d'un moteur hydraulique | |
| 2. Transmission hydrostatique | 298 |
| 3. Utilisation d'un accumulateur et d'un conjoncteur-disjoncteur | 299 |
| 4. Commande d'un treuil | 302 |
| 5. Effets spéciaux | 303 304 |

HYDRAULIQUE PROPORTIONNELLE

| | |
|---|-----|
| 1. Inconvénients de l'hydraulique conventionnelle | 307 |
| 2. Les composants proportionnels | |
| 2.1. L'électro-aimant proportionnel | 308 |
| 2.2. Composants proportionnels à contrôle de force | |
| 2.2.1. Limiteur de pression proportionnel | 310 |
| 2.2.2. Réducteur de pression proportionnel | 312 |
| 2.2.3. Distributeurs proportionnels | 313 |
| 2.2.4. Régulateurs de débit proportionnels | 316 |
| 2.3. Composants proportionnels à contrôle de déplacement | |
| 2.3.1. Distributeurs | 318 |
| 2.3.2. Limiteurs de pression | 320 |
| 2.3.3. Réducteurs de pression | 321 |
| 3. Applications de l'hydraulique proportionnelle | 321 |
| 4. Electronique de commande | 324 |

ANNEXES

| | |
|--------------------------------|-----|
| 1. Conjoncteur-disjoncteur | 327 |
| 2. Clapets anti-retour pilotés | 331 |

SYMBOLES

334