

Rexroth IndraDyn L

Moteurs linéaires synchrones MLF

R911341746
Édition 04

Étude de projet



Titre Rexroth IndraDyn L
Moteurs linéaires synchrones MLF

Type de documentation Étude de projet

Code de type de documentation DOK-MOTOR*-MLF*****-PR04-FR-P

Référence interne du fichier RS-69fcf21a3ccd9e510a6846a000fe2e52-2-fr-FR-10

Evolution des modifications

Edition	Situation	Remarque
DOK-MOTOR*-MLF*****-PR01-DE-P	01/04	Première édition
DOK-MOTOR*-MLF*****-PR02-DE-P	05/06	Révision / complément
DOK-MOTOR*-MLF*****-PR03-DE-P	05/08	Révision / complément
DOK-MOTOR*-MLF*****-PR04-FR-P	02/14	Révision / complément

Mentions légales © Bosch Rexroth AG 2014

Tous droits réservés par Bosch Rexroth AG, y compris en cas de dépôt d'une demande de droit de propriété industrielle. Tout pouvoir de disposition, tel que droit de reproduction et de transfert, détenu par Bosch Rexroth.

Obligations Les données techniques fournies n'ont pour seul but que de décrire le produit ; elles ne sont pas à comprendre en tant que propriétés garanties au sens légal. Tous droits de modification de ce document et de disponibilité du matériel réservés.

Editeur Bosch Rexroth AG
Electric Drives and Controls
Gac2Lo
CP 13 57
97803 Lohr, Allemagne
Bürgermeister-Dr.-Nebel-Straße 2
97816 Lohr, Allemagne
Téléphone. +49 93 52 18 0 / Télécopie +49 93 52 18 8400
<http://www.boschrexroth.com/electrics>

Remarque Cette documentation est imprimée sur papier blanchi sans chlore.

Table des matières

	Page
1 Présentation du produit.....	9
1.1 Domaines d'application d'entraînements directs linéaires.....	9
1.2 A propos de cette documentation.....	11
1.2.1 Structure du document.....	11
1.2.2 Documentation supplémentaire.....	11
1.2.3 Normes.....	12
1.2.4 Composants supplémentaires.....	12
1.2.5 Votre retour.....	12
2 Importantes consignes d'utilisation.....	13
2.1 Utilisation conforme aux spécifications.....	13
2.1.1 Introduction.....	13
2.1.2 Domaines d'utilisation et d'application.....	13
2.2 Utilisation non conforme aux spécifications.....	14
3 Consignes de sécurité pour les entraînements électriques et les commandes.....	15
3.1 Définitions de termes.....	15
3.2 Consignes générales.....	16
3.2.1 Application et transmission des consignes de sécurité.....	16
3.2.2 Conditions préalables pour une utilisation sûre.....	16
3.2.3 Dangers dus à une utilisation incorrecte.....	18
3.3 Recommandations en présence de situations dangereuses.....	18
3.3.1 Protection contre un contact avec des pièces électriques et boîtiers.....	18
3.3.2 Très basse tension de sécurité en tant que protection contre l'électrocution	19
3.3.3 Protection contre les mouvements dangereux.....	20
3.3.4 Protection contre les champs magnétiques et électromagnétiques lors du service et du montage. .	21
3.3.5 Protection contre les contacts avec des pièces à températures élevées.....	22
3.3.6 Protection lors de la manipulation et du montage.....	22
3.3.7 Mesures de sécurité lors de la manipulation de piles.....	23
3.3.8 Protection contre les risques liés aux conduites sous pression.....	23
3.4 Explication des mots signal et des symboles.....	24
4 Caractéristiques techniques IndraDyn L.....	25
4.1 Explications relatives aux caractéristiques techniques.....	25
4.1.1 Généralités.....	25
4.1.2 Comportement de service.....	25
4.1.3 Caractéristiques.....	28
4.2 Caractéristiques techniques générales.....	30
4.3 Caractéristiques techniques - Taille 040.....	31
4.3.1 Données MLP040.....	31
4.3.2 Données MLS040.....	32
4.3.3 Courbes caractéristiques du moteur, taille 040.....	32
4.4 Caractéristiques techniques - Taille 070.....	34

Table des matières

	Page
4.4.1	Données MLP070A..... 34
4.4.2	Courbes caractéristiques du moteur MLP070A..... 35
4.4.3	Données MLP070B..... 36
4.4.4	Courbes caractéristiques du moteur MLP070B..... 37
4.4.5	Données MLP070C..... 40
4.4.6	Courbes caractéristiques du moteur MLP070C..... 41
4.4.7	Données MLS070..... 43
4.5	Caractéristiques techniques - Taille 100..... 44
4.5.1	Données MLP100A..... 44
4.5.2	Courbes caractéristiques du moteur MLP100A..... 45
4.5.3	Données MLP100B, MLP100C..... 47
4.5.4	Courbes caractéristiques du moteur MLP100B..... 48
4.5.5	Courbes caractéristiques du moteur MLP100C..... 49
4.5.6	Données MLS100..... 50
4.6	Caractéristiques techniques - Taille 140..... 50
4.6.1	Données MLP140A, MLP140B..... 50
4.6.2	Courbes caractéristiques du moteur MLP140A..... 51
4.6.3	Courbes caractéristiques du moteur MLP140B..... 52
4.6.4	Données MLP140C..... 53
4.6.5	Courbes caractéristiques du moteur MLP140C..... 54
4.6.6	Données MLS140..... 55
4.7	Caractéristiques techniques - Taille 200..... 55
4.7.1	Données MLP200A, MLP200B..... 55
4.7.2	Courbes caractéristiques du moteur MLP200A..... 57
4.7.3	Courbes caractéristiques du moteur MLP200B..... 58
4.7.4	Données MLP200C..... 59
4.7.5	Courbes caractéristiques du moteur MLP200C..... 60
4.7.6	Données MLP200D..... 61
4.7.7	Courbes caractéristiques du moteur MLP200D..... 62
4.7.8	Données MLS200..... 64
4.8	Caractéristiques techniques - Taille MLP300..... 65
4.8.1	Données MLP300A, MLP300B..... 65
4.8.2	Courbes caractéristiques du moteur, tailles MLP300A, MLP300B..... 66
4.8.3	Données MLP300C..... 68
4.8.4	Courbes caractéristiques du moteur MLP300C..... 69
4.8.5	Données MLS300..... 70
5	Cotes, cotes de montage et tolérances de montage..... 71
5.1	Tolérances de montage 71
5.2	Dessins cotés pour la taille 040..... 73
5.2.1	Partie primaire MLP040 avec enveloppe standard..... 73
5.2.2	Partie primaire MLP040 avec enveloppe thermique..... 74
5.2.3	Partie secondaire MLS040..... 75
5.3	Dessins cotés pour la taille 070..... 76
5.3.1	Partie primaire MLP070 avec enveloppe standard..... 76
5.3.2	Partie primaire MLP070 avec enveloppe thermique..... 77

Table des matières

	Page
5.3.3	Partie secondaire MLS070..... 78
5.4	Dessins cotés pour la taille 100..... 79
5.4.1	Partie primaire MLP100 avec enveloppe standard..... 79
5.4.2	Partie primaire MLP100 avec enveloppe thermique..... 80
5.4.3	Partie secondaire MLS100..... 81
5.5	Dessins cotés pour la taille 140..... 82
5.5.1	Partie primaire MLP140 avec enveloppe standard..... 82
5.5.2	Partie primaire MLP140 avec enveloppe thermique..... 83
5.5.3	Partie secondaire MLS140..... 84
5.6	Dessins cotés pour la taille 200..... 85
5.6.1	Partie primaire MLP200 avec enveloppe standard..... 85
5.6.2	Partie primaire MLP200 avec enveloppe thermique..... 86
5.6.3	Partie secondaire MLS200..... 87
5.7	Dessins cotés pour la taille 300..... 88
5.7.1	Partie primaire MLP300 avec enveloppe thermique..... 88
5.7.2	Partie secondaire MLS300..... 89
6	Codification IndraDyn L..... 91
6.1	Introduction 91
6.1.1	Généralités..... 91
6.1.2	Codification de la partie primaire MLP..... 92
6.1.3	Codification de la partie secondaire MLS..... 93
6.2	Codification IndraDyn L Taille 040..... 95
6.3	Codification IndraDyn L Taille 070..... 97
6.4	Codification IndraDyn L Taille 100..... 99
6.5	Codification IndraDyn L Taille 140..... 101
6.6	Codification IndraDyn L Taille 200..... 103
6.7	Codification IndraDyn L Taille 300..... 105
7	Accessoires et options..... 107
7.1	Boîte de capteurs à effet Hall..... 107
7.1.1	Généralités..... 107
7.1.2	Structure schématique..... 108
8	Raccordement électrique..... 109
8.1	Connexion de puissance 109
8.1.1	Câble de raccordement sur la partie primaire..... 109
8.1.2	Connexion de l'alimentation en puissance..... 111
8.2	Capteurs..... 117
8.2.1	Capteurs de température..... 117
8.2.2	Raccordement du système de mesure de longueur..... 118
9	Consignes d'application et de construction..... 121
9.1	Principe de fonctionnement..... 121
9.2	Modèles de moteur..... 122

Table des matières

	Page
9.2.1 Généralités.....	122
9.2.2 Partie primaire Enveloppe standard	123
9.2.3 Partie primaire Enveloppe thermique	124
9.2.4 Modèle de partie secondaire	124
9.2.5 Tailles	125
9.3 Exigences en matière de conception de la machine.....	126
9.3.1 Généralités.....	126
9.3.2 Réduction de la masse	126
9.3.3 Rigidité mécanique	126
9.3.4 Protection du compartiment moteur.....	127
9.4 Agencement des composants du moteur.....	128
9.4.1 Agencement individuel	128
9.4.2 Plusieurs moteurs par axe.....	129
9.4.3 Axes verticaux	135
9.5 Forces d'avance et d'attraction	136
9.5.1 Forces d'attraction entre les parties primaire et secondaire.....	136
9.5.2 Forces d'attraction en fonction de l'entrefer entre les parties primaire et secondaire.....	137
9.5.3 Forces d'attraction en fonction de l'alimentation en courant.....	137
9.5.4 Force d'avance en fonction de l'entrefer.....	138
9.5.5 Recouvrement réduit entre les parties primaire et secondaire.....	138
9.6 Refroidissement du moteur.....	140
9.6.1 Généralités.....	140
9.6.2 Comportement thermique de moteurs linéaires.....	141
9.6.3 Concept de refroidissement des moteurs linéaires synchrones IndraDyn L.....	143
9.6.4 Produit réfrigérant	145
9.6.5 Exploitation de moteurs linéaires synchrones IndraDyn L sans refroidissement par liquide.....	150
9.6.6 Dimensionnement du circuit de refroidissement.....	151
9.6.7 Système de refroidissement par liquide	154
9.7 Surveillance de la température moteur.....	160
9.8 Hauteur d'installation et conditions ambiantes.....	163
9.9 Température de l'air / Humidité de l'air.....	165
9.10 Type de protection	165
9.11 Examen de compatibilité.....	166
9.12 Champs magnétiques.....	166
9.13 Sollicitation par vibrations et chocs	168
9.14 Surface du boîtier	169
9.15 Émission de bruit	169
9.16 Systèmes de mesure de longueur	170
9.16.1 Généralités.....	170
9.16.2 Critères de sélection du système de mesure de longueur	170
9.16.3 Montage du système de mesure de longueur	175
9.17 Systèmes de guidage linéaires	176
9.18 Systèmes de freinage et dispositifs d'arrêt.....	177
9.19 Amortisseur de fin de course	177
9.20 Systèmes de recouvrement d'axe	178
9.21 Racleurs.....	178

Table des matières

	Page
9.22	Commande et régulation de l'IndraDyn L..... 180
9.22.1	Généralités..... 180
9.22.2	Variateurs d'entraînement et modules d'alimentation..... 180
9.22.3	Systèmes de commande..... 180
9.23	Arrêter en cas d'ARRÊT D'URGENCE et en cas d'erreur 180
9.23.1	Généralités..... 180
9.23.2	Arrêt par l'entraînement..... 181
9.23.3	Arrêt par une commande principale..... 181
9.23.4	Arrêt par des installations de freinage mécaniques..... 182
9.23.5	Comportement en cas de panne de réseau 182
9.23.6	Court-circuit dans le circuit intermédiaire..... 183
9.24	Changement maximal de l'accélération (limitation d'à-coup)..... 184
9.25	Résolution de position et de vitesse 185
9.25.1	Résolution de position interne à l'entraînement et précision de positionnement 185
9.25.2	Résolution de vitesse..... 187
9.26	Rigidité..... 187
9.26.1	Généralités..... 187
9.26.2	Rigidité statique 187
9.26.3	Rigidité dynamique 188
10	Dimensionnement du moteur..... 191
10.1	Marche générale à suivre..... 191
10.2	Formules de base..... 192
10.2.1	Équations générales de mouvement 192
10.2.2	Forces d'avance 193
10.2.3	Vitesse moyenne 195
10.2.4	Vitesse trapézoïdale 195
10.2.5	Vitesse triangulaire 199
10.2.6	Vitesse sinusoïdale 199
10.3	Facteur de marche et force d'avance 201
10.3.1	Généralités..... 201
10.3.2	Détermination du facteur de marche..... 202
10.4	Détermination de la puissance d'entraînement 203
10.4.1	Généralités..... 203
10.4.2	Puissance continue 203
10.4.3	Puissance maximale 204
10.4.4	Puissance de refroidissement 205
10.4.5	Puissance de récupération 205
10.5	Rendement 206
10.6	Exemples de dimensionnement 207
10.6.1	Axe de manipulation..... 207
10.6.2	Axe d'avance de la machine-outil, dimensionnement sur la base des facteurs de marche..... 216
11	Manipulation, Transport et stockage..... 221
11.1	Identification des composants moteur..... 221

Table des matières

	Page
11.1.1	Partie primaire..... 221
11.1.2	Partie secondaire..... 221
11.2	État de livraison et emballage..... 223
11.2.1	Parties primaires..... 223
11.2.2	Parties secondaires..... 223
11.3	Transport et stockage..... 224
11.3.1	Consignes de transport..... 224
11.3.2	Consignes de stockage..... 227
11.4	Contrôles des composants moteur..... 230
11.4.1	Contrôle en usine des composants moteur 230
11.4.2	Agréage côté client..... 231
12	Montage..... 233
12.1	Conditions préalables essentielles..... 233
12.2	Marche à suivre de principe lors de l'installation des composants moteur..... 233
12.2.1	Généralités..... 233
12.2.2	Installation en cas d'une ligne composée de plusieurs parties secondaires..... 233
12.2.3	Installation en cas d'une ligne composée d'une seule partie secondaire..... 234
12.3	Montage de la partie secondaire en cas d'une ligne composée d'une seule partie secondaire..... 236
12.4	Montage de la partie primaire..... 240
12.5	Entrefer, parallélisme et symétrie entre les composants moteur..... 241
12.6	Raccordement du système de refroidissement par liquide..... 242
13	Mise en service, fonctionnement et entretien..... 243
13.1	Informations générales sur la mise en service des moteurs IndraDyn L..... 243
13.2	Conditions préalables essentielles 244
13.2.1	Généralités..... 244
13.2.2	Vérification de tous les composants électriques et mécaniques..... 244
13.2.3	Moyens auxiliaires 244
13.3	Déroulement de principe de la mise en service 245
13.4	Paramétrage 246
13.4.1	Généralités..... 246
13.4.2	Saisie de paramètres moteur 247
13.4.3	Paramètres moteur en cas d'agencement parallèle..... 247
13.4.4	Exploitation de moteurs linéaires synchrones IndraDyn L sans refroidissement par liquide 248
13.4.5	Saisie des paramètres du système de mesure de longueur..... 248
13.4.6	Saisie de limitations d'entraînement et de paramètres spécifiques à l'application..... 249
13.5	Détermination de la polarité du système de mesure de longueur 249
13.6	Réglage de la commutation 251
13.6.1	Généralités..... 251
13.6.2	Procédé de saturation (procédé préférentiel pour la commutation de moteurs linéaires synchrones) 253
13.6.3	Procédé sinusoïdal..... 253
13.6.4	Consigne relative à la possibilité d'optimisation ultérieure du décalage de commutation..... 253
13.6.5	Procédé de calcul en combinaison avec la boîte de capteurs à effet Hall SHL..... 253

Table des matières

	Page
13.6.6 Procédé de mesure: mesure du rapport entre la partie primaire et la partie secondaire.....	254
13.7 Réglage et optimisation du circuit de régulation	256
13.7.1 Déroulement général.....	256
13.7.2 Paramétrage et optimisation d'axes Gantry	258
13.7.3 Estimation de la masse déplacée à l'aide d'une rampe de vitesse	260
13.8 Entretien et examen des composants moteur.....	262
13.8.1 Généralités.....	262
13.8.2 Examen des composants moteur et des composants supplémentaires	262
13.8.3 Examen électrique des composants moteur.....	262
13.9 Fonctionnement sur variateurs tiers.....	263
14 Annexe.....	265
14.1 Fournisseurs de composants supplémentaires recommandés	265
14.1.1 Systèmes de mesure de longueur	265
14.1.2 Guidages linéaires	265
14.1.3 Chaînes porte-câbles	265
14.1.4 Groupes frigorifiques	265
14.1.5 Additifs pour systèmes de refroidissement.....	266
14.1.6 Flexibles pour liquide de refroidissement	266
14.1.7 Systèmes de recouvrement d'axe	266
14.1.8 Amortisseurs de fin de course	267
14.1.9 Éléments de serrage pour guidages linéaires.....	267
14.1.10 Freins mécaniques externes.....	267
14.1.11 Systèmes d'équilibrage de poids	268
14.1.12 Racleurs.....	268
15 Service et assistance.....	269
Index.....	271

1 Présentation du produit

1.1 Domaines d'application d'entraînements directs linéaires

Les nouvelles technologies à valeur économique élevée exigent de plus en plus des mouvements commandés par voie numérique qui vont de paire avec des exigences en matière d'accélération, de vitesse et de précision qui sont en partie extrêmes.

Souvent, la réalisation de ces exigences est impossible ou bien lié à des efforts extrêmes si on utilise la technique d'entraînement CN courante composée d'un moteur électrique rotatif et de composants mécaniques de transmission installés en aval tels qu'un engrenage, un entraînement par courroie, une vis à billes ou un ensemble crémaillère et pignon.

Dans de nombreux cas, la technique d'entraînement direct linéaire constitue une alternative optimale et offre des avantages décisifs:

- Vitesse et accélération élevées
- Qualité de réglage et comportement de positionnement excellents
- Constitution directe de la force - sans éléments mécaniques de transmission (tels que p.ex. vis à billes, courroie dentée, crémaillère etc.)
- Entraînement sans maintenance (pas de pièces d'usure sur le moteur)
- Simplification de la structure de la machine
- Résistance élevée aux charges statiques et dynamiques



Fig. 1-1: Représentation exemplaire IndraDyn L

En raison de l'incorporation directe dans la machine, d'un côté, aucuns composants mécaniques sujets à l'usure ne sont installés et, de l'autre côté, l'absence de ces éléments mécaniques offre une chaîne cinématique sans jeu avec un écart d'inversion minimal ou même sans écart d'inversion. Cela permet d'atteindre des qualités de réglage excellentes avec des coefficients d'amplification dans le circuit de régulation de position (coefficient Kv) qui sont supérieurs à 20 m/min/mm.

Sur les systèmes électromécaniques courants, les tâches de positionnement exigeant des vitesses de déplacement élevées ou des mouvements à petite course qui se succèdent rapidement, causent une usure prématurée des composants mécaniques et par conséquent des défaillances qui entraînent

Présentation du produit

des coûts considérables. Dans le cadre de telles applications, les entraînements directs linéaires offrent des avantages décisifs.

Sur la base des avantages susmentionnés, les entraînements directs synchrones linéaires conviennent pour les domaines d'application suivants:

- Traitement haute vitesse dans des lignes de transfert et des centres d'usinage,
- Usinage par rectification, notamment l'usinage de vilebrequins et d'arbres à cames,
- Usinage au laser,
- Traitement de précision et d'ultra-précision,
- Usinage de tôles,
- Machines de manipulation, machines textiles et machines d'emballage,
- Usinage de surfaces à forme libre,
- Usinage de bois,
- Usinage de circuits imprimés,
-

La technique d'entraînement direct linéaire offre de nouvelles solutions qui permettent de réaliser des données de performance nettement optimisées grâce à une combinaison orientée pratique de la technique moteur avec des variateurs d'entraînement numériques intelligents.

Le niveau de développement de la technique linéaire synchrone de Bosch Rexroth permet une densité de force très élevée.

La gamme de technique d'entraînement linéaire synchrone de Bosch Rexroth qui est décrite ci-après, permet de réaliser des entraînements avec des forces d'avance entre 250 N et 21 500 N par moteur et avec des vitesses supérieures à 600 m/min.

Le diagramme ci-après offre une vue d'ensemble de la gamme de puissance des moteurs IndraDyn L de Bosch Rexroth.

Vue d'ensemble de la gamme de puissance

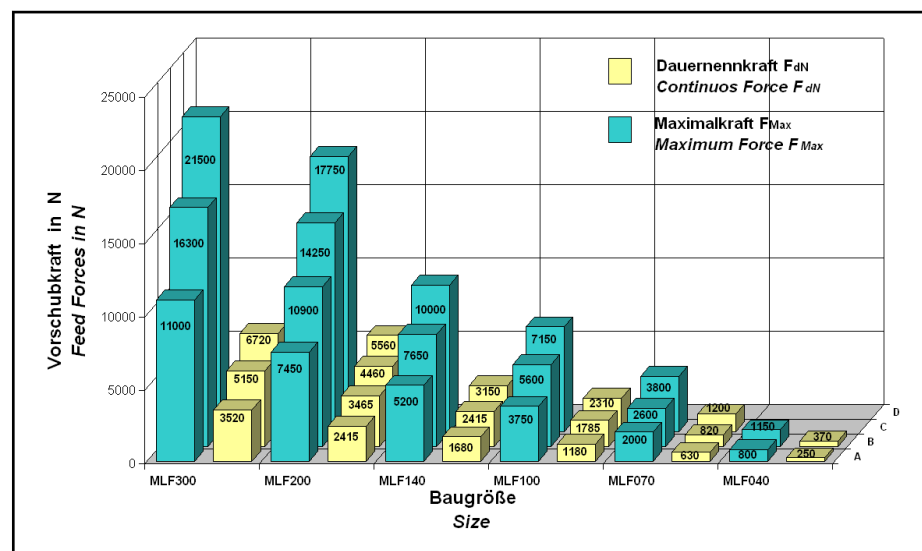


Fig. 1-2: Gamme de puissance IndraDyn L

1.2 A propos de cette documentation

1.2.1 Structure du document

La présente documentation contient des règles de sécurité, des caractéristiques techniques et des instructions de service. Le tableau ci-après donne une vue d'ensemble des contenus de la présente documentation.

Chap.	Titre	Contenu			
1	Introduction	Présentation du produit / Consignes de lecture			
2	Importantes consignes d'utilisation	Importantes consignes de sécurité			
3	Sécurité				
4	Caractéristiques techniques	Des- crip- tion du pro- duit	pour con- cep- teurs et pro- jecteurs		
5	Cotes				
6	Codification				
7	Accessoires			Prati- que	pour les opéra- teurs et le per- sonnel d'en- tretien
8	Technique de raccordement				
9	Consignes d'application et conditions d'utilisation				
10	Combinaisons moteur-variateur				
11	Dimensionnement du moteur				
12	Manipulation, transport, stockage				
13	Installation				
14	Mise en service, fonctionnement, entretien				
15	Service et assistance				
16	Annexe	Informations supplémentaires			
17	Index				

Tab. 1-1: Structure de chapitres

1.2.2 Documentation supplémentaire

Pour la conception de systèmes d'entraînement avec moteurs MLF, vous aurez éventuellement besoin de documents supplémentaires en fonction des appareils utilisés. Rexroth offre la documentation de produit complète en format PDF dans la médiathèque Bosch Rexroth:

<http://www.boschrexroth.com/various/utilities/mediadirectory/index.jsp>

Présentation du produit

1.2.3 Normes

La présente documentation fait référence à des normes techniques allemandes, européennes et internationales. Les normes complètes ou extraits de normes sont protégées par le droit d'auteur de sorte qu'il est interdit à Rexroth de les remettre à des tiers. Si vous en avez besoin, merci de vous adresser aux services de distribution agréés ou, en Allemagne, directement à:

BEUTH Verlag GmbH

Burggrafenstraße 6

10787 Berlin, Germany

Tél. +49-(0)30-26 01-22 60

Fax +49-(0)30-26 01-12 60

Internet: <http://www.din.de/beuth>E-mail: postmaster@beuth.de

1.2.4 Composants supplémentaires

Les documentations de composants externes qui sont connectés avec les systèmes Bosch Rexroth ne font pas partie de la fourniture et doivent être demandées directement aux fabricants respectifs.

Informations sur les fabricants, voir [chap. 14 "Annexe" à la page 265](#).

1.2.5 Votre retour

Vos expériences sont une contribution précieuse dans le cadre de notre processus d'amélioration des produits et de la documentation.

Merci d'envoyer vos commentaires à:

Bosch Rexroth AG

Abt. DC-IA/EDM3 (fs)

Bürgermeister-Dr.-Nebel-Straße 2

97816 Lohr am Main, Germany

E-mail: dokusupport@boschrexroth.de

2 Importantes consignes d'utilisation

2.1 Utilisation conforme aux spécifications

2.1.1 Introduction

Les produits de Bosch Rexroth sont développés et fabriqués selon l'état respectif de la technique. Avant leur expédition, leur sécurité de fonctionnement est vérifiée.



AVERTISSEMENT

Dommmages personnels et matériels causés par l'utilisation incorrecte des produits!

Utiliser les produits uniquement conformément à leur spécification. Leur utilisation non conforme aux spécifications risque d'entraîner des situations qui causent des dommages personnels et matériels.



En sa qualité de fabricant, Bosch Rexroth n'accorde pas de garantie, n'assume pas la responsabilité et ne paie pas de dommages et intérêts en cas de dommages dus à une utilisation des produits non conforme aux spécifications ; l'utilisateur supporte seul les risques d'une utilisation des produits non conforme aux spécifications.

Avant d'utiliser les produits de la société Bosch Rexroth, les conditions suivantes devront être réunies afin de garantir une utilisation des produits conforme aux spécifications:

- Toute personne qui manipule l'un de nos produits de quelque manière que ce soit, devra lire et comprendre les règles de sécurité correspondantes et les consignes relatives à l'utilisation conforme aux spécifications.
- S'il s'agit de matériel, l'état d'origine des produits devra être conservé c.-à-d. qu'il est interdit de modifier leur structure. Il est interdit de décompiler les logiciels et de modifier leur codes sources.
- Il est interdit d'installer ou de mettre en service des produits endommagés ou défectueux.
- L'installation des produits conformément aux prescriptions de la documentation devra être garantie.

2.1.2 Domaines d'utilisation et d'application

Les moteurs linéaires synchrones de la série IndraDyn L de Bosch Rexroth sont destinés à l'utilisation comme servomoteurs linéaires d'entraînement.

Pour l'utilisation des moteurs spécifique à l'application, des types de variateur d'entraînement avec de différentes puissances d'entraînement et de différentes interfaces sont disponibles.

Pour la régulation et la surveillance des moteurs, le branchement de capteurs supplémentaires est indispensable (p.ex. systèmes de mesure de longueur).

Importantes consignes d'utilisation



- Les moteurs doivent uniquement être utilisés avec les accessoires et pièces à rapporter indiqués dans la présente documentation. Les composants qui n'y sont pas mentionnés expressément ne doivent ni être rapportés ni être raccordés. La même règle est applicable aux câbles et conduites.
- L'exploitation est uniquement autorisée avec les configurations et combinaisons des composants qui sont indiquées expressément et en utilisant les logiciels et micrologiciels indiqués et spécifiés dans la description des fonctions respective.

Avant la mise en service, il faut programmer chacun des variateurs d'entraînement raccordés afin que le moteur exécute les fonctions spécifiques à l'application.

Les moteurs doivent uniquement être exploités dans le respect des conditions de montage et d'installation figurant dans la présente documentation, dans la position d'utilisation indiquée et en conformité avec les conditions environnementales spécifiées (température, type de protection, humidité, CEM, etc.).

2.2 Utilisation non conforme aux spécifications

L'utilisation des moteurs en dehors des zones d'application susmentionnées ou dans des conditions de service et avec des caractéristiques techniques autres que celles décrites et spécifiées dans la documentation, sera considérée comme "non conforme aux spécifications".

L'utilisation de moteurs IndraDyn L est interdite ...

- s'ils sont exposés à des conditions de service qui ne respectent pas les conditions environnementales prescrites. Le fonctionnement sous l'eau, en présence de fluctuations de température extrêmes ou dans des températures maximales extrêmes est interdite p.ex.
- si les domaines d'application prévus ne sont pas autorisés expressément pour les moteurs de Bosch Rexroth. Veuillez respecter obligatoirement à ce sujet les instructions figurant parmi les consignes générales de sécurité!



Les moteurs IndraDyn L ne conviennent pas pour l'exploitation directe sur le secteur.

Droits de protection de tiers

Lors de la combinaison et l'utilisation des différents composants fournis par Bosch Rexroth, le client devra respecter les droits de protection de tiers. Le client sera le seul responsable des préjudices causés en cas d'une violation éventuelle de tels droits.

3 Consignes de sécurité pour les entraînements électriques et les commandes

3.1 Définitions de termes

Installation	Une installation se compose de plusieurs appareils ou systèmes qui sont liés pour une application définie et à un endroit défini, mais qui ne doivent pas être commercialisés en tant qu'unité de fonctionnement unique.
Système d'entraînement électrique	Un système d'entraînement électrique comprend tous les composants de l'alimentation secteur jusqu'à l'arbre moteur; comptent parmi ces composants p.ex. les moteurs électriques, les codeurs moteur, les modules d'alimentation et variateurs d'entraînement, ainsi que les composants auxiliaires et supplémentaires tels que le filtre secteur, le self secteur et les lignes et câbles correspondants.
Utilisateur	L'utilisateur est une personne qui installe, met en service ou utilise un produit commercialisé.
Documentation de l'utilisateur	La documentation d'utilisation englobe toute la documentation qui sert à informer l'utilisateur du produit sur l'utilisation et les aspects de sécurité pour la conception, l'incorporation, l'installation, le montage, la mise en service, l'exploitation, l'entretien, la réparation et la mise hors service du produit. Les termes suivants sont également courants pour désigner cette documentation: mode d'emploi, instructions de service, instructions de mise en service, manuel d'utilisation, consignes de conception, description d'utilisation etc.
Matériel électrique	Un matériel électrique est un dispositif qui est utilisé pour générer, transformer, évacuer, distribuer ou appliquer de l'énergie électrique comme p.ex. les moteurs électriques, les transformateurs, les appareils de commutation, les câbles, les lignes, les consommateurs de courant, les circuits imprimés équipés, les tiroirs, les armoires de commande etc.
Appareil	Un appareil est un produit final assurant la fonction à lui attribuée qui est destiné aux utilisateurs et qui est commercialisé comme marchandise individuelle.
Fabricant	Un fabricant est une personne physique ou personne morale qui est responsable du dimensionnement et de la fabrication d'un produit qui est commercialisé sous son nom. Le fabricant peut utiliser des produits finis, des pièces finis ou des éléments finis ou bien confier certains travaux à des sous-traitants. Il doit pourtant assurer toujours la direction principale et disposer des pouvoirs nécessaires pour pouvoir assumer la responsabilité pour le produit.
Composant	Un composant est une combinaison d'éléments ayant une fonction définie et faisant partie d'un matériel, d'un appareil ou d'un système. Sont par exemple des composants d'un système d'entraînement et de commande électrique les appareils d'alimentation, les variateurs, les selfs secteur, les filtres secteur, les moteurs, les câbles etc.
Machine	Est désigné comme machine un ensemble de pièces ou de sous-ensembles interconnecté(e)s dont au moins un(e) est mobile. Une machine se compose donc des éléments d'entraînement correspondants, ainsi que des circuits de commande et d'énergie qui sont combinés pour une application définie. Une machine est destinée p.ex. pour l'usinage, le traitement, l'acheminement ou l'emballage d'un matériel. Le terme "machine" couvre également une combinaison de machines qui sont agencées et commandées de sorte qu'elles fonctionnent en tant qu'ensemble harmonique.
Produit	Exemples de produits: appareil, composant, élément, système, logiciel, micrologiciel etc.

Consignes de sécurité pour les entraînements électriques et les commandes

Consignes de conception	Une consigne de conception fait partie de la documentation d'utilisation en tant qu'aide lors du dimensionnement et de la conception de systèmes, de machines ou d'installations.
Personnel qualifié	Au sens de la présente documentation d'utilisation, le personnel qualifié se compose des personnes qui sont familières avec l'installation, le montage, la mise en service et l'exploitation des composants du système d'entraînement et de commande électrique, ainsi qu'avec les risques y liés, et qui disposent de la qualification nécessaire pour leur travail. Comptent parmi ces qualifications entre autres: 1) Une formation, une instruction ou une autorisation pour activer et désactiver, mettre à la terre et marquer de manière sûre les circuits électriques et les appareils. 2) Une formation ou une instruction relative à l'entretien et à l'utilisation de l'équipement de sécurité approprié 3) Une formation de premier secours
Système de commande	Un système de commande se compose de plusieurs composants de commande interconnectés qui sont commercialisés sous forme d'unité de fonctionnement unique.

3.2 Consignes générales

3.2.1 Application et transmission des consignes de sécurité

N'installez et n'exploitez aucun composant du système d'entraînement et de commande électrique avant d'avoir lu attentivement les documents fournis. Les présentes consignes de sécurité et toutes les autres instructions d'utilisation doivent être lues avant tout travail avec ces composants. Si vous ne disposez pas des instructions d'utilisation relatives aux composants, veuillez vous adresser au service commercial Bosch Rexroth compétent pour votre région. Demandez l'expédition immédiate de ces documents aux responsables de la sécurité de fonctionnement des composants.

Les consignes de sécurité doivent toujours être transmises avec le composant dans la langue nationale de l'utilisateur, en cas de vente, de location et/ou de transfert quelconque à des tiers.

La manipulation incorrecte de ces composants et le non-respect des consignes de sécurité figurant dans la présente documentation ainsi que toute intervention inappropriée au niveau des équipements de sécurité peuvent entraîner des dommages matériels, des blessures corporelles, des électrocutions, voire causer la mort, en cas extrêmes.

3.2.2 Conditions préalables pour une utilisation sûre

Lisez les consignes suivantes avant la première mise en service des composants du système d'entraînement et de commande électrique pour pouvoir éviter des blessures corporelles et/ou dommages matériels. Vous êtes obligé de respecter ces consignes de sécurité.

- Bosch Rexroth décline toute responsabilité en cas de dommages dus au non-respect des consignes de sécurité.
- Avant toute mise en service du matériel, lire intégralement les instructions de service ainsi que les consignes de maintenance et de sécurité. Si, pour des raisons linguistiques, vous ne comprenez pas la documentation d'utilisation qui vous a été fournie, adressez-vous à votre fournisseur afin qu'il vous procure une documentation dans votre propre langue.

Consignes de sécurité pour les entraînements électriques et les commandes

- Un fonctionnement en toute sécurité et sans défaillance de ce composant requiert un transport, un stockage, un montage et une installation appropriés et dans les règles de l'art ainsi qu'une exploitation correcte et une maintenance minutieuse.
- Seul le personnel qualifié est autorisé à travailler sur les composants du système d'entraînement et de commande électrique ou bien près de ces composants.
- N'utilisez que les pièces de rechange et accessoires autorisés par Bosch Rexroth.
- Respectez les prescriptions et dispositions en matière de sécurité qui sont applicables dans le pays où les composants du système d'entraînement et de commande électrique sont exploités.
- N'utiliser les composants du système d'entraînement et de commande électrique qu'en conformité avec leur emploi prévu. À ce sujet, voir le chapitre "Utilisation conforme".
- Les conditions environnantes indiquées dans la documentation du produit doivent être respectées.
- Toute application concernant la sécurité fonctionnelle qui n'est pas expressément et clairement mentionnée dans la documentation d'utilisation "Technique de sécurité intégrée" est proscrite. Si elle n'est pas mentionnée, elle est exclue. La sécurité fonctionnelle couvre les aspects de la sécurité globale où des mesures de réduction du risque pour personnes dépendent de commandes électriques, électroniques ou programmables.
- Les renseignements qui sont fournis dans la documentation d'utilisation en relation avec l'utilisation des composants livrés ne sont que des exemples ou propositions d'application.

Le constructeur de machines et réalisateur d'installations doit pour chaque cas d'application précis vérifier la convenance

- des composants livrés et des renseignements relatives à l'utilisation qui sont fournis dans la présente documentation,
 - adapter ces indications en fonction des règlements de sécurité et normes applicables pour son propre cas d'application et prendre toutes les mesures nécessaires dans ce contexte, en effectuant les modifications et compléments nécessaires.
 - Toute mise en service des composants livrés est interdite tant qu'il n'a pas été constaté que la machine ou l'installation dans laquelle les composants sont intégrés, satisfait en tout point aux dispositions nationales, règlements de sécurité et normes pour l'application prévue.
 - L'exploitation n'est permise que si les prescriptions CEM nationales se rapportant au cas d'application prévu sont respectées.
 - Vous trouverez les consignes relatives à l'installation conforme aux prescriptions CEM dans la documentation d'utilisation respective.
- Le constructeur de l'installation ou de la machine assume la responsabilité du respect des limites imposées par les prescriptions nationales.
- Les données techniques, ainsi que les conditions de raccordement et d'installation des composants sont exposées dans la documentation d'utilisation correspondante et doivent impérativement être respectées.

Dispositions nationales à respecter par l'utilisateur

- Pays européens: conformément aux normes européennes EN
- Etats-Unis d'Amérique (USA):

Consignes de sécurité pour les entraînements électriques et les commandes

- Prescriptions nationales pour appareillages électriques (NEC)
- Association nationale des constructeurs d'installations électriques (NEMA) et prescriptions régionales
- Prescriptions de la National Fire Protection Association (NFPA)
- Canada: Canadian Standards Association (CSA)
- Autres pays:
 - International Organization for Standardization (ISO)
 - International Electrotechnical Commission (IEC)

3.2.3 Dangers dus à une utilisation incorrecte

- Haute tension et courant de travail élevés ! Danger de mort ou de blessures graves par électrocution !
- Tensions électriques élevées dues à un raccordement incorrect ! Danger de mort ou de blessure grave par électrocution !
- Mouvements dangereux ! Danger de mort ou de blessure grave ou de dommages matériels importants à la suite de mouvements accidentels des moteurs !
- Danger pour la santé des personnes porteuses de stimulateurs cardiaques, d'implants métalliques et d'appareils auditifs se trouvant dans l'entourage immédiat de systèmes d'entraînement électriques !
- Risque de brûlures par les surfaces chaudes du boîtier !
- Risque de blessure en cas de manipulation incorrecte ! Blessure par écrasement, cisaillement, coupure et chocs !
- Risques de blessure en cas de manipulation incorrecte des batteries !
- Risque de blessure en cas de manipulation incorrecte de conduites sous pression !

3.3 Recommandations en présence de situations dangereuses

3.3.1 Protection contre un contact avec des pièces électriques et boîtiers



Cette section concerne les composants du système d'entraînement et de commande électrique à des tensions **supérieures à 50 Volt**.

Le contact avec des pièces sous une tension supérieure à 50 volts peut représenter un danger pour les personnes et entraîner une électrocution. Lors du fonctionnement des composants du système d'entraînement et de commande électrique, certaines parties de ces composants sont obligatoirement sous tension dangereuse.

Tensions électriques élevées! Danger de mort ou de blessures par électrocution ou risque de blessures corporelles graves!

- Les travaux de commande, d'entretien et/ou de réparation sur les composants du système d'entraînement et de commande électrique doivent exclusivement être assurés par du personnel qualifié.
- Respecter les prescriptions de réglage et de sécurité générales relatives au travail sur les équipements à courant fort.

Consignes de sécurité pour les entraînements électriques et les commandes

- Avant d'activer l'équipement, il faut bien fixer le conducteur de protection sur tous les composants électriques en conformité avec le schéma de câblage.
- Une exploitation, même de courte durée à des fins de mesure ou de test, n'est autorisée que si un raccordement correct et fixe du conducteur de protection aux points prévus des composants a été effectué.
- Séparer les composants électriques du secteur ou de la source de tension avant de toucher les éléments électriques à une tension supérieure à 50 V. Prendre les mesures nécessaires pour éviter la remise sous tension des composants électriques.
- Respecter les consignes suivantes relatives aux composants électriques:
Après la désactivation, attendez toujours pendant **30 minutes**, afin que les condensateurs sous tension puissent se décharger avant que vous ne touchiez un composant électrique. Avant de commencer les travaux, mesurez la tension électrique sur les composants sous tension afin d'exclure tout risque au contact.
- Avant l'activation, installez les couvercles et installations de protection prévus pour éviter le contact.
- Ne touchez pas les points de raccordement électrique des composants lorsqu'ils sont sous tension.
- Ne retirez et ne branchez pas les connections sous tension.
- Si certaines conditions préalables sont respectées, les systèmes d'entraînement électriques peuvent être exploités sur des réseaux qui sont sécurisés au moyen de disjoncteurs différentiels (RCD - dispositifs à courant différentiel /RCM - contrôleurs d'isolement à courant différentiel résiduel).
- Quant aux appareils à intégrer, il faut assurer la protection contre la pénétration de corps étrangers et d'eau, ainsi que contre le contact direct à l'aide d'un boîtier extérieur tel qu'une armoire de commande.

Tensions électriques élevées sur les boîtiers et courant de fuite élevé! Danger de mort ou de blessures par électrocution!

- Avant l'activation et la mise en service, mettez à la terre les composants du système d'entraînement et de commande électrique ou raccordez-les au conducteur de protection sur les points de mise à la terre.
- Assurez toujours la connexion bien serrée et durable du conducteur de protection des composants du système d'entraînement et de commande électrique au réseau d'alimentation. Le courant de fuite est supérieur à 3,5 mA.
- Établissez une connexion au conducteur de protection sous forme d'un câble en cuivre d'une section minimale de 10 mm² ou bien posez un deuxième conducteur de protection dont la section est identique à celle du conducteur de protection d'origine.

3.3.2 Très basse tension de sécurité en tant que protection contre l'électrocution

L'alimentation en très basse tension de sécurité permet de raccorder des appareils à isolation de base aux circuits de très basse tension.

Consignes de sécurité pour les entraînements électriques et les commandes

Sur les composants du système d'entraînement et de commande électrique de Bosch Rexroth, tous les raccords et bornes sous des tensions comprises entre 5 et 50 Volt, sont réalisés à très basse tension de sécurité (« Très basse tension de sécurité TBTS »). Sur ces raccords, on peut raccorder des appareils équipés d'une isolation de base tels que par exemple les appareils de programmation, les ordinateurs, les ordinateurs portables et les modules d'affichage.

Danger de mort ou de blessures par électrocution! Tensions électriques élevées dues à un raccordement incorrect !

Si des circuits de très basse tension d'appareils comprenant également des tensions et circuits électriques supérieurs à 50 Volts (p.ex. le raccordement au réseau) sont raccordés aux produits Bosch Rexroth, les circuits de faible tension raccordés doivent remplir les exigences applicables aux TBTS (« Très basse tension de sécurité TBTS »)

3.3.3 Protection contre les mouvements dangereux

Des mouvements dangereux peuvent être engendrés par une défaillance de la commande des moteurs raccordés. Une défaillance de commande peut s'expliquer de différentes façons:

- Filerie ou câblage en mauvais état ou incorrect
- Commande incorrecte
- Paramétrage erroné avant la mise en service
- Erreurs au niveau des capteurs de mesure et émetteurs de signal
- Composants défectueux
- Erreurs affectant le logiciel ou le micrologiciel

Ces défaillances peuvent survenir immédiatement après la mise en service ou après un certain temps d'utilisation.

Les dispositifs de surveillance intégrés dans les composants du système d'entraînement et de commande électrique permettent d'exclure une grande partie des défaillances des entraînements raccordés. Toutefois, ces dispositifs ne suffisent pas à eux seuls pour assurer une protection individuelle absolue, en particulier, contre les risques de blessures et de dommages matériels. Compte-tenu du temps de réponse des dispositifs de surveillance intégrés, il faut, jusqu'à entrée en action des dispositifs de surveillance, toujours envisager un mouvement d'entraînement erroné dont l'ampleur dépend de la commande et de l'état de fonctionnement.

Mouvements entraînant une situation dangereuse! Danger de mort, risques d'accidents et de blessures graves ou dommages matériels importants !

En raison des caractéristiques spécifiques de l'installation ou de la machine dans laquelle des composants du système d'entraînement et de commande électrique sont incorporés, il faut effectuer une **évaluation des risques**.

Sur la base de cette évaluation des risques, l'utilisateur doit prévoir des dispositifs de surveillance et des mesures subordonnées côté installation afin de garantir la protection individuelle. Dans ce cadre, il faut également tenir compte des prescriptions de sécurité qui sont en vigueur pour l'installation ou la machine. La déconnexion, le contournement ou la mauvaise activation des dispositifs de sécurité peuvent être cause de mouvements incontrôlés de la machine ou d'autres défaillances.

Consignes de sécurité pour les entraînements électriques et les commandes

Pour éviter les accidents, blessures corporelles et/ou dommages matériels:

- Ne séjournez pas dans la zone de mouvement de la machine et des parties de la machine. Évitez l'accès accidentel de personnes par exemple en installant
 - une barrière de protection
 - une grille de protection
 - des capots de protection
 - des barrières photo-électriques
- Assurez une solidité suffisante des barrières et capots de protection pour garantir leur résistance à l'énergie cinétique maximale.
- Agencez les boutons d'ARRÊT D'URGENCE à des endroits facilement et rapidement accessibles. Contrôlez le fonctionnement de l'ARRÊT D'URGENCE avant la mise en service. Ne faites pas fonctionner la machine en cas de dysfonctionnement du bouton d'ARRÊT D'URGENCE.
- Assurez que le démarrage accidentel est évité. Coupez l'alimentation en puissance des entraînements via des interrupteurs/boutons d'arrêt ou bien utilisez un dispositif antidémarrage sûr.
- Avant toute intervention ou accès dans la zone de danger, assurez-vous de l'arrêt préalable de tous les entraînements .
- Verrouillez en outre les axes verticaux afin d'éviter leur chute ou abaissement après l'arrêt du moteur, par exemple en prévoyant:
 - un verrouillage mécanique des axes verticaux,
 - un dispositif de freinage/captage/serrage externe ou
 - un équilibre suffisant du poids des axes.
- Le **frein de parking moteur** qui est intégré de série ou un frein de parking externe commandé par le variateur d'entraînement **ne suffit pas pour garantir la protection individuelle!**
- Via l'interrupteur principal, mettez hors tension les composants du système d'entraînement et de commande électrique et prenez les mesures nécessaire pour éviter la remise sous tension dans le cadre de:
 - travaux de maintenance et de réparation
 - travaux de nettoyage
 - longues interruptions de service
- Évitez le fonctionnement d'appareils haute fréquence, de télécommande et radio à proximité des composants du système d'entraînement et de commande électrique et de ses lignes d'alimentation. Si l'utilisation de tels appareils est indispensable, vérifiez à la première mise en service du système d'entraînement et de commande électrique si des dysfonctionnements éventuels affectent la machine ou l'installation en cas d'utilisation de tels appareils haute fréquence, de télécommande ou radio dans leurs positions d'utilisation possibles. Le cas échéant, il faut procéder à un examen CEM spécifique.

3.3.4 Protection contre les champs magnétiques et électromagnétiques lors du service et du montage

Les champs magnétiques et électromagnétiques émanant des conducteurs électriques et des aimants permanents de moteurs électriques peuvent représenter un sérieux danger pour les personnes portant un stimulateur cardiaque, des implants métalliques et des appareils auditifs.

Consignes de sécurité pour les entraînements électriques et les commandes

Danger pour la santé des personnes porteuses de stimulateurs cardiaques, d'implants métalliques et d'appareils auditifs se trouvant dans l'entourage immédiat de composants électriques!

- L'accès aux zones suivantes est interdit à toute personne portant un stimulateur cardiaque et/ou un implant métallique:
 - zones où des composants des systèmes d'entraînement et de commande électrique sont montés, mis en service et exploités
 - zones de stockage, de réparation ou de montage de parties de moteur équipées d'aimants permanents.
- Si une personne portant un stimulateur cardiaque doit absolument accéder à de telles zones, l'autorisation préalable d'un médecin s'impose. La sensibilité aux perturbations des stimulateurs cardiaques étant très variable, il est impossible d'établir une règle générale en la matière.
- Les personnes ayant des implants métalliques ou des copeaux métalliques dans leur corps ou portant des appareils auditifs doivent consulter un médecin avant d'accéder à de telles zones.

3.3.5 Protection contre les contacts avec des pièces à températures élevées

Surfaces chaudes de composants du système d'entraînement et de commande électrique. Risque de brûlure!

- Évitez de toucher les surfaces chaudes telles que les surfaces de résistances de freinage, de refroidisseurs, d'appareils d'alimentation et de variateurs d'entraînement, de moteurs, de bobines et de paquets en tôle!
- En fonction des conditions de service, les températures des surfaces peuvent être **supérieures à 60 °C** (140 °F) pendant ou après l'exploitation.
- Laissez se refroidir les moteurs suffisamment longtemps après leur arrêt avant de les toucher. Des temps de refroidissement allant **jusqu'à 140 minutes** peuvent être nécessaires! Le temps de refroidissement nécessaire est environ cinq fois plus élevé que la constante de temps thermique indiquée dans les données techniques.
- Laissez se refroidir les selfs, les appareils d'alimentation et les variateurs d'entraînement pendant **15 minutes** après l'arrêt avant de les toucher.
- Portez des gants de protection ou n'effectuez pas de travaux sur des surfaces chaudes.
- Pour certaines applications, le fabricant de la machine ou de l'installation doit prendre des mesures sur le produit fini selon les prescriptions de sécurité pour éviter des blessures dues aux brûlures. Les mesures à prendre sont entre autres: avertissements sur la machine ou sur l'installation, installations de sécurité (blindage ou coupure) ou bien des consignes de sécurité dans la documentation d'utilisation.

3.3.6 Protection lors de la manipulation et du montage

Risque de blessure en cas de manipulation incorrecte! Blessure par écrasement, cisaillement, coupure et chocs!

- Respectez les prescriptions en la matière pour prévenir des accidents (p.ex. les prescriptions de prévention des accidents).

Consignes de sécurité pour les entraînements électriques et les commandes

- Utilisez des dispositifs de montage et de transport adéquats.
- Prenez les mesures nécessaires pour éviter les risques de pincement et d'écrasement.
- N'utilisez que des outils appropriés et, si cela est prescrit, des outils spéciaux.
- Utilisez les dispositifs de levage et les outils correctement.
- Utilisez l'équipement de protection approprié (p.ex. casque, lunettes, chaussures de sécurité, gants de protection).
- Ne séjournez jamais sous des charges suspendues.
- Éliminez tout liquide répandu sur le sol afin de prévenir le risque de glissade

3.3.7 Mesures de sécurité lors de la manipulation de piles

Les piles contiennent des substances chimiques actives dans un boîtier résistant. Une manipulation incorrecte est donc susceptible d'entraîner des blessures ou des dommages matériels.

Risque de blessure en cas de manipulation incorrecte!

- N'essayez pas de réactiver une pile vide par échauffement ou de toute autre façon (risque d'explosion ou de blessures par projection d'acide).
- N'essayez pas de charger les piles car elles risquent de se vider ou d'exploser.
- Ne jetez pas les piles au feu.
- Ne désassemblez pas les piles.
- Veillez à ne pas endommager les composants électriques dans les appareils lors du remplacement de la pile / des piles.
- Utilisez uniquement les types de pile prescrits pour le produit.



Protection de l'environnement et élimination des déchets! Selon les prescriptions réglementaires, les piles contenues dans les appareils sont considérées comme produit dangereux en matière de transport routier, aérien, et maritime (risque d'explosion). Éliminez les piles usagées séparément des autres déchets. Respectez les dispositions nationales en vigueur.

3.3.8 Protection contre les risques liés aux conduites sous pression

En fonction des indications fournies dans les consignes de conception, les moteurs et composants à refroidissement liquide ou par air comprimé peuvent être alimentés, en partie depuis l'extérieur, en milieux sous pression, tels que par exemple de l'air comprimé, de l'huile hydraulique, des liquides de refroidissement ou des lubrifiants-réfrigérants. L'utilisation incorrecte des systèmes d'alimentation connectés, des conduites d'alimentation et des raccords est source de risques de blessures et/ou de dommages matériels.

Risque de blessure en cas de manipulation incorrecte de conduites sous pression !

- N'essayez jamais de sectionner, d'ouvrir ou de couper des conduites sous pression (risque d'explosion).
- Respectez les instructions de service des fabricants respectifs.

Consignes de sécurité pour les entraînements électriques et les commandes

- Dépressurisez et vidangez toujours les conduites avant de les démonter.
- Utilisez l'équipement de protection approprié (p.ex. lunettes, chaussures de sécurité, gants de protection).
- Éliminez tout liquide qui s'est écoulé sur le sol afin de prévenir tout risque de glissade



Protection de l'environnement et élimination des déchets ! Le cas échéant, les milieux utilisés avec les produits peuvent être polluants. Éliminez les substances nocives pour l'environnement séparément des autres déchets. Respectez les dispositions nationales en vigueur.

3.4 Explication des mots signal et des symboles

Les consignes de sécurité figurant dans la présente documentation d'utilisation comprennent certains mots signal (danger, avertissement, attention, avis) et peuvent être précédées d'un symbole (selon ANSI Z535.6-2006).

Le mot signal sert à attirer l'attention sur la consigne de sécurité correspondante et désigne l'importance du risque.

Le symbole (triangle de signalisation avec point d'exclamation) qui précède les mots signal danger, avertissement et attention, met en garde contre les risques pour personnes

DANGER

Le non-respect de cette consigne de sécurité **entraînera** la mort ou des blessures corporelles graves.

AVERTISSEMENT

Le non-respect de cette consigne de sécurité **peut entraîner** la mort ou des blessures corporelles graves.

ATTENTION

Le non-respect de cette consigne de sécurité peut entraîner des blessures corporelles moyennes ou légères.

AVIS

Le non-respect de cette consigne de sécurité peut entraîner des dommages matériels.

4 Caractéristiques techniques IndraDyn L

4.1 Explications relatives aux caractéristiques techniques

4.1.1 Généralités

Le présent chapitre fournit toutes les caractéristiques techniques pertinentes du moteur, ainsi que le principe de fonctionnement de ces moteurs sous forme de tableaux ou de courbes caractéristiques. Dans ce cadre, les dépendances suivantes sont prises en compte:

- taille et longueur de la partie primaire
- exécution du bobinage de la partie primaire
- tension secteur et tension du circuit intermédiaire disponibles



À défaut d'une indication contraire, toutes les données et courbes caractéristiques figurant ici se réfèrent aux conditions suivantes:

- Température du bobinage du moteur 135 °C
- Entrefer nominal
- eau comme produit réfrigérant, température d'amenée de 30°C

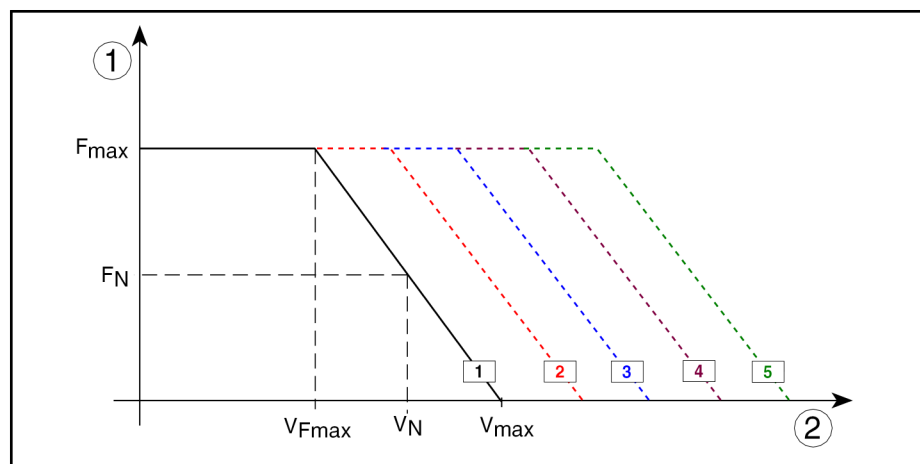


Les données résultant de certaines combinaisons de moteurs et de variateurs peuvent différer des données indiquées ici.

4.1.2 Comportement de service

La courbe caractéristique de la force en fonction de la vitesse est indiquée comme courbe caractéristique limite. Le tracé et les données principales de cette courbe caractéristique sont déterminés par la valeur de la tension du circuit intermédiaire et par les données correspondantes spécifiques au moteur telles que p.ex. l'inductance, la résistance et la constante moteur. De la variation de la tension du circuit intermédiaire (différents variateurs d'entraînement ou modules d'alimentation et tensions d'alimentation) et de différents bobinages de moteur, il résulte de différentes courbes caractéristiques.

Caractéristiques techniques IndraDyn L



- ① Force [N]
 ② Vitesse [m/min]
 [1] Tension moyenne du circuit intermédiaire, non régulée $U_{CC} = 540 \text{ V}$
 [2] Tension moyenne du circuit intermédiaire, non régulée $U_{CC} = 600 \text{ V}$
 [3] Tension moyenne du circuit intermédiaire, non régulée $U_{CC} = 650 \text{ V}$
 [4] Tension du circuit intermédiaire, régulée $U_{CC} = 650 \text{ V}$
 [5] Tension du circuit intermédiaire, régulée $U_{CC} = 750 \text{ V}$

Fig. 4-1: Courbe caractéristique exemplaire d'un moteur



La force de moteur qui peut être atteinte dépend du variateur d'entraînement utilisé. La grandeur de référence pour l'indication des caractéristiques techniques et pour la représentation des courbes caractéristiques du moteur est une tension non régulée du circuit intermédiaire s'élevant à 540 V_{CC} .

La force maximale F_{MAX} est disponible jusqu'à la vitesse v_{FMAX} . L'augmentation de la vitesse réduit la tension disponible dans le circuit intermédiaire par la contre-tension du moteur qui dépend de la vitesse. Cela entraîne une réduction de la force d'avance maximale à vitesse croissante. Les courbes caractéristiques sont indiquées jusqu'à la force nominale constante. La vitesse qui correspond à la force nominale constante est appelée vitesse nominale v_N .



En cas de tensions d'alimentation ou de circuit intermédiaire différentes, les courbes caractéristiques indiquées – linéaires – peuvent être converties en fonction des tensions présentes.

En ce qui concerne les modules d'alimentation avec tension non régulée du circuit intermédiaire, il faut tenir compte d'éventuelles chutes de tension par l'accélération simultanée de plusieurs axes.

Exemple:

$$\eta_{(U_{DC, neu})} = \frac{U_{DC, neu}}{540V} \cdot \eta_{nenn}$$

Fig. 4-2: Formule de conversion

Caractéristiques techniques IndraDyn L

Conversion pour une tension du circuit intermédiaire de 750 VCC

$$M_{\max 750V} = M_{\max} = \text{constant} \quad M_{\text{henn} 750V} = M_{\text{henn}} = \text{constant}$$

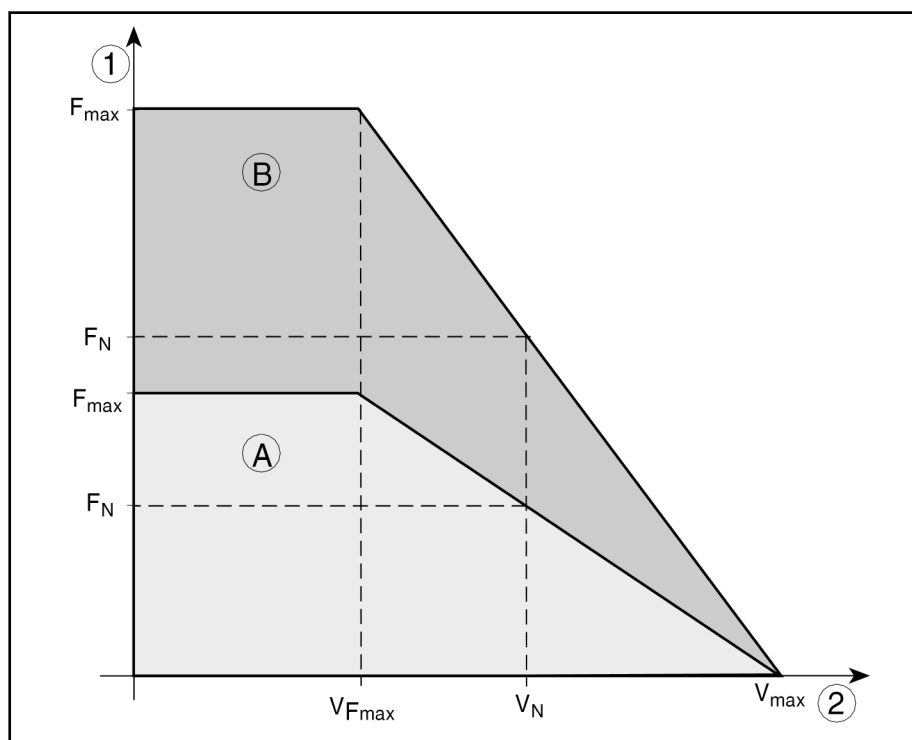
$$\eta_{\max 750V} = \frac{750V}{540V} \cdot \eta_{\max} \quad \eta_{\text{henn} 750V} = \frac{750V}{540V} \cdot \eta_{\text{henn}}$$

Fig.4-3: Exemple de conversion pour une tension du circuit intermédiaire de 750 V_{CC}

Branchement en parallèle de deux parties primaires sur un variateur d'entraînement

En cas de branchement en parallèle de deux parties primaires sur un variateur d'entraînement, il existe les relations suivantes:

- Doublage des courants et forces d'avance (à défaut d'une limitation par le variateur d'entraînement)
- Vitesses $v_{F\max}$ et v_{NOM} identiques à celles en cas d'agencement individuel
- Constante moteur et constante de tension identiques (k_{iF} , k_E)
- Dédoublage des résistances et inductances du moteur



- ① Force d'avance [N]
② Vitesse [m/min]
A Agencement individuel
B Agencement parallèle

Fig.4-4: Courbe caractéristique de la force en fonction de la vitesse en cas de branchement individuel et de branchement en parallèle des parties primaires sur un variateur d'entraînement



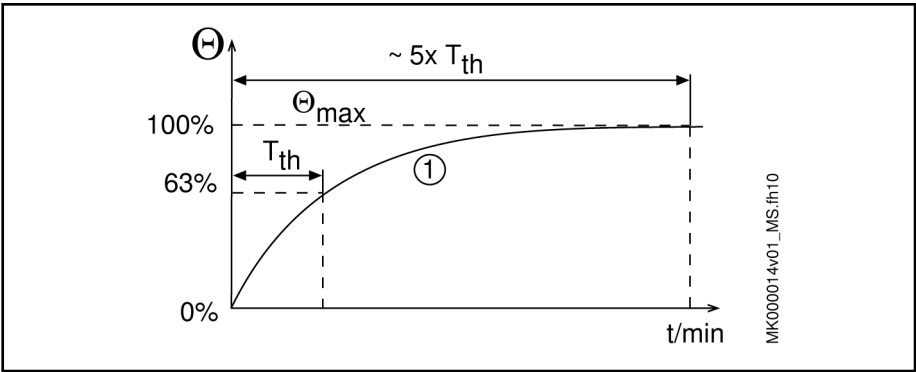
Pour le branchement en parallèle de deux parties primaires sur un variateur d'entraînement, la présente documentation spécifie les paramètres moteur correspondants pour la mise en service (voir [chap. 13 "Mise en service, fonctionnement et entretien"](#) à la page 243).

Caractéristiques techniques IndraDyn L

4.1.3 Caractéristiques

Force maximale $F_{\max}$	Force maximale disponible en présence du courant maximal $I_{\max}$. Unité Newton [N]. La force qui peut être atteinte dépend du variateur d'entraînement utilisé.
Force nominale constante F_N	Force constante disponible à l'arrêt pour le type de fonctionnement S1 (fonctionnement permanent). Unité Newton [N].
Courant maximal $I_{\max}$	Courant maximal (valeur effective) du moteur pour $F_{\max}$. Unité Ampère [A].
Courant assigné I_N	Courant de phase (valeur effective) du moteur à vitesse nominale et une sollicitation par la force nominale constante. Unité Ampère [A].
Vitesse maximale $v_{F_{\max}}$ pour $F_{\max}$	Vitesse maximale que le fabricant a définie pour la force maximale $F_{\max}$. Unité [m/min]. La vitesse pouvant être atteinte dépend de la tension du circuit intermédiaire du variateur d'entraînement utilisé.
Vitesse nominale v_N	Vitesse nominale pouvant être atteinte à la force nominale constante F_{dN} . Unité [m/min]. La vitesse pouvant être atteinte dépend de la tension du circuit intermédiaire du variateur d'entraînement utilisé.
Constante de force K_{IFN}	Rapport entre l'augmentation de la force et l'augmentation du courant générant la force. Unité [N/A]. Valable jusqu'au courant nominal constant I_{dN} .
Constante de tension K_{EMF} à 20 °C	Electromagnetic Force. Tension moteur induite (valeur effective) en fonction de la vitesse de déplacement par rapport à la vitesse 1 m/s. Unité [Vs/m].
Résistance du bobinage R_{12} à 20 °C	Résistance du bobinage mesurée entre deux phases. Unité Ohm [Ω].
Inductance du bobinage L_{12}	Inductance du bobinage mesurée entre deux phases. Unité [mH]. Les valeurs de mesure indiquées sont soumises à des variations en raison d'effets de bord. Les valeurs indiquées sont des valeurs typiques qui ont été déterminées avec un courant de mesure de 1 mA à une fréquence de mesure de 1 kHz.
Section du fil de puissance A	Section nécessaire du fil de puissance dimensionnée pour le câble en fonction de l'intensité maximale admissible selon VDE0298-4 (1992) et du type de pose B2 selon EN60204-1 (1993) à une température ambiante de 40 °C. La section du fil de puissance en (mm ²) qui est indiquée dans les notices, peut différer en fonction du type de raccordement sélectionné - fiche ou boîte de connexions. Lors de la sélection du câble de puissance correspondant, observer les indications au chap. 8 , page 109 et la documentation relative aux câbles de raccordement Rexroth, MNR R911322948 (FR).
Distance polaire T_P	Distance du centre de pôle au centre de pôle des aimants sur la partie secondaire. Unité Millimètre [mm].
Force d'attraction F_{ATT}	Force d'attraction maximale entre les parties primaire et secondaire à l'entrefer nominal δ et la partie primaire étant hors courant. Unité Newton [N]. Voir les consignes au chap. 9.5 . page 136 .
Constante de temps thermique T_{th}	Durée de la montée en température pour passer à 63 % de la température finale du bobinage en présence de sollicitation par la force nominale constante pour le type de fonctionnement S1 et le refroidissement par liquide.

Caractéristiques techniques IndraDyn L



① évolution chronologique de la température du bobinage
Θ_{max} température max. du bobinage
T_{th} constante de temps thermique

Fig. 4-5: Constante de temps thermique

Poids de la partie primaire avec enveloppe standard m _{PS}	Poids de la partie primaire avec enveloppe standard. Unité Kilogramme [kg].
Poids de la partie primaire avec enveloppe thermique m _{PT}	Poids de la partie primaire avec enveloppe thermique. Unité Kilogramme [kg].
Poids de la partie secondaire m _S	Poids de la partie secondaire. Unité Kilogramme [kg].
Puissance dissipée à éliminer P _V	Puissance dissipée pour le type de fonctionnement S1 (fonctionnement permanent) à la vitesse nominale v _N . Unité Watt [W].
Température d'entrée du liquide de refroidissement T _{entrée}	Températures d'entrée admissibles pour le liquide de refroidissement. Unité [°C]. La température d'entrée du liquide de refroidissement doit être au maximum de 5 °C inférieure à la température ambiante effective T _{amb} . À une différence de température plus importante, il y a un risque de condensation! Merci d'observer à ce sujet les consignes relatives à la température d'entrée du liquide de refroidissement au chap. 9.6 à la page 140 .
Montée en température admissible pour le liquide de refroidissement ΔT _{max} pour P _V	Différence de température entre les températures d'entrée et de sortie du liquide de refroidissement pendant le fonctionnement avec refroidissement par liquide (eau) et puissance dissipée assignée P _{VN} . Unité Kelvin [K].
Débit de liquide de refroidissement nécessaire Q _{min}	Débit de liquide de refroidissement nécessaire pour le respect de la force d'avance constante spécifiée. Unité [l/min]. Merci d'observer à ce sujet les consignes relatives au calcul du débit au chap. 9.6 , page 140 .
Chute de pression Δp à Q _{min}	Chute de pression dans le circuit de refroidissement interne du moteur à Q _{min} . Merci d'observer à ce sujet les consignes relatives au calcul de la chute de pression au chap. 9.6 , page 140 .
Constante pour la détermination de la chute de pression k _{dp}	Constante pour le calcul de la chute de pression dans le système de refroidissement interne au moteur qui utilise de l'eau comme produit refroidissant. Merci d'observer à ce sujet les consignes relatives au calcul de la chute de pression au chap. 9.6 , page 140 .
Pression d'entrée maximale admissible p _{max}	Pression d'entrée maximale admissible du refroidissement par liquide sur le moteur qui utilise de l'eau comme produit refroidissant. Unité [bar].
Numéro e-file	Numéro de contrôle des produits certifiés UL (= Underwriters Laboratories Inc.).

Caractéristiques techniques IndraDyn L

4.2 Caractéristiques techniques générales

Pour des raisons de clareté, le tableau suivant contient des données qui sont valables pour toutes les tailles de moteur. Dans ce contexte, prière d'observer poutant les explications des différents points au chapitre Consignes d'application.

Désignation	Symbole	Unité	MLPxxx	MLSxxx
Température ambiante pendant le fonctionnement (voir également la fig. 9-58, page 163)	T _{amb}	°C	0 ... +40	
Température de transport admissible (voir également la fig. 11-2, page 224)	T _T	°C	-20 ... +80	
Température de stockage admissible (voir également la fig. 11-4, page 229)	T _L	°C	-20 ... +60	
Température d'entrée du liquide de refroidissement (voir également Température d'entrée du liquide de refroidissement à la page 149)	T _{entrée}	°C	+15 ... +40	
Montée en température admissible pour le liquide de refroidissement pour P _V	ΔT _{max}	K	10	
Température max. admissible de la partie secondaire pendant le fonctionnement	T _{Smax}	°C	/	70 °C
Classe thermique selon DIN EN 60034-1	-	-	155(F)	/
Température d'avertissement (bobinage)	T _{avert}	°C	145	/
Température de désactivation (bobinage)	T _{désact}	°C	155	/
Type de protection selon DIN EN 60034-5	-	-	IP65	
Numéro e-file	-	-	E341734	
Conformité RoHS selon la directive CE 2002/95/CE	-	-	Conforme RoHS	
Dernière modification: 2012-05-03				

Tab.4-1: Caractéristiques techniques générales

Caractéristique	Symbole	Unité	MLP040			
Longueur			A	B		
Bobinage			0300	0150	0250	0300
Force maximale	$F_{\max}$	N	800,0	1150,0		
Force nominale constante	F_N	N	250,0	370,0		
Courant maximal	$I_{\max(\text{eff})}$	A	18,0	18,7	28,3	36,9
Courant assigné	I_N	A	3,8	3,9	5,6	6,3
Vitesse maximale pour $F_{\max}$	$v_{F\max}$	m/min	300	150	250	300
Vitesse nominale	v_N	m/min	500	300	400	500
Constante de force	K_{FN}	N/A	66,10	94,40	66,80	58,60
Constante de tension	K_{EMK}	Vs/m	38,1	54,4	38,5	33,8
Résistance du bobinage à 20 °C	R_{12}	Ohm	8,6	12,8	6,3	5,0
Inductance du bobinage	L_{12}	mH	51,5	78,8	37,6	28,9
Section du fil de puissance	A	mm ²	1,0			
Distance polaire	t_p	mm	37,5			
Force d'attraction	F_{ATT}	N	1200,0	1700,0		
Constante de temps thermique	T_{th}	min	2,4			
Poids de la partie primaire avec enveloppe standard	m_{PS}	kg	4,7	6,1		
Poids de la partie primaire avec enveloppe thermique	m_{PT}	kg	6,1	8,1		
Données du refroidissement par liquide						
Puissance dissipée à éliminer	P_V	W	400	550		
Débit de liquide de refroidissement nécessaire pour P_V	$Q_{\min}$	l/min	0,6	0,8		
Chute de pression pour $Q_{\min}$	Δp	bar	0,1			
Constante pour la détermination de la chute de pression avec enveloppe standard	$K_{\Delta p}$	--	6,1			

Dernière modification: 2012-09-12

Caractéristiques techniques IndraDyn L

Caractéristique	Symbole	Unité	MLP040			
Longueur			A	B		
Bobinage			0300	0150	0250	0300
Constante pour la détermination de la chute de pression avec enveloppe thermique	$K_{\Delta p}$	--	8,1			
Pression d'entrée maximale admissible	$p_{\max}$	bar	10,0			
Dernière modification: 2012-09-12						

Tab.4-2: MLP040 - Caractéristiques techniques

4.3.2 Données MLS040

Désignation	Symbole	Unité	MLS040S-3A-0150-NNNN	MLS040S-3A-0450-NNNN	MLS040S-3A-0600-NNNN
Poids de la partie secondaire	m_s	kg	0,8	2,4	3,2
Dernière modification: 2008-10-29					

Tab.4-3: MLS040 - Caractéristiques techniques

4.3.3 Courbes caractéristiques du moteur, taille 040

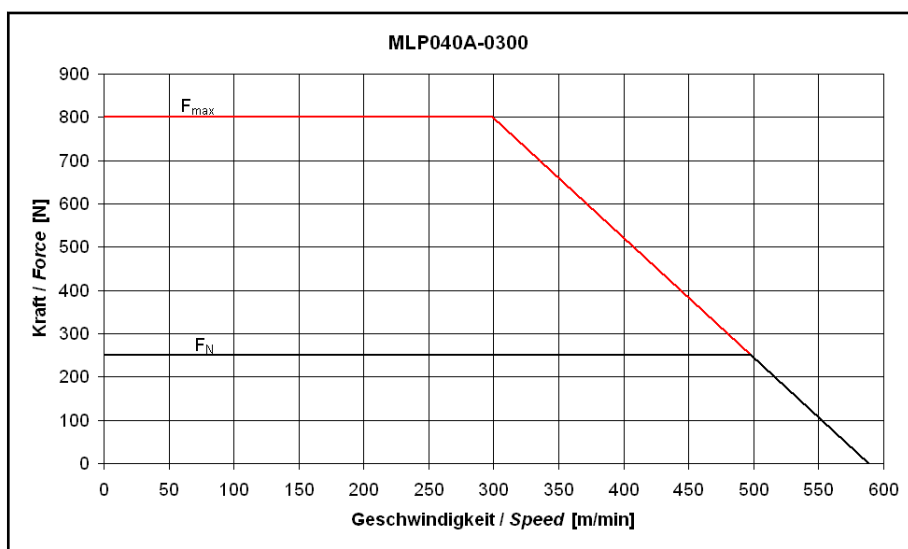


Fig.4-6: Courbe caractéristique du moteur MLP040A-0300

Caractéristiques techniques IndraDyn L

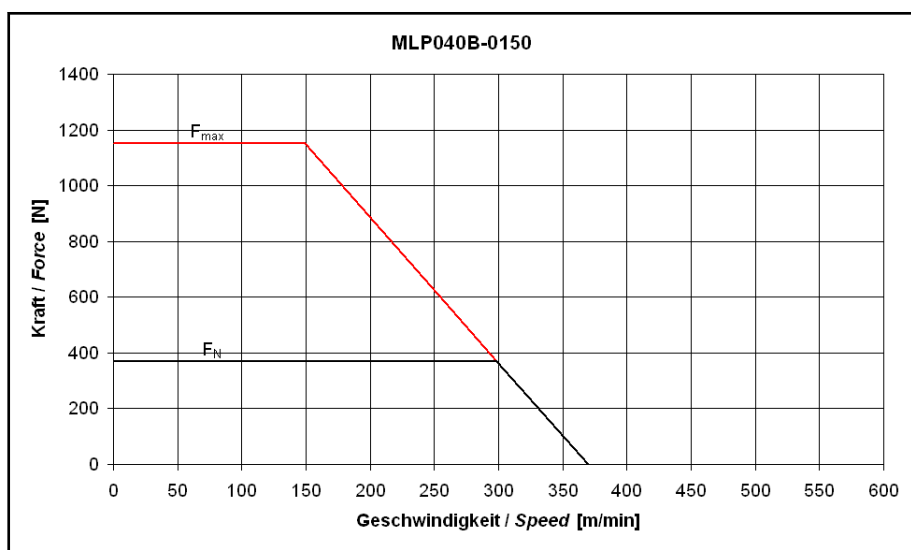


Fig. 4-7: Courbe caractéristique du moteur MLP040B-0150

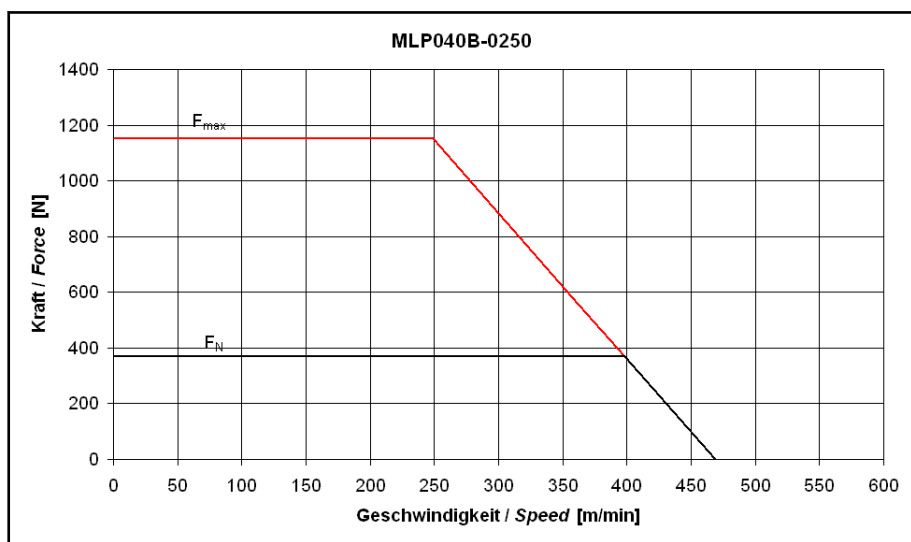


Fig. 4-8: Courbe caractéristique du moteur MLP040B-0250

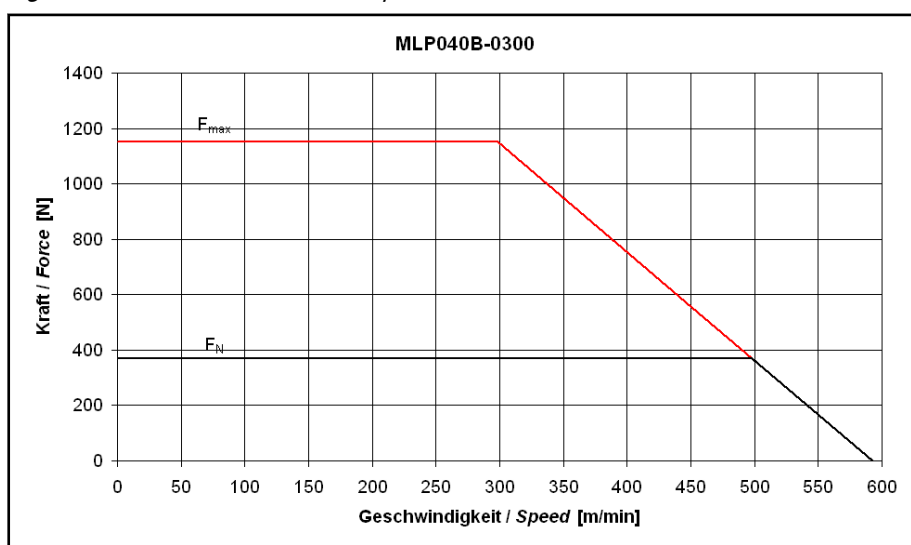


Fig. 4-9: Courbe caractéristique du moteur MLP040B-0300

Caractéristiques techniques IndraDyn L

4.4 Caractéristiques techniques - Taille 070

4.4.1 Données MLP070A

Caractéristique	Symbole	Unité	MLP070		
Longueur			A		
Bobinage			0150	0220	0300
Force maximale	$F_{\max}$	N	2000,0		
Force nominale constante	F_N	N	550,0		
Courant maximal	$I_{\max(\text{eff})}$	A	29,6	40,5	42,0
Courant assigné	I_N	A	4,5	6,1	8,0
Vitesse maximale pour $F_{\max}$	$v_{F\max}$	m/min	150	220	300
Vitesse nominale	v_N	m/min	200	360	450
Constante de force	K_{FN}	N/A	121,70	90,70	68,70
Constante de tension	K_{EMK}	Vs/m	70,2	52,3	39,6
Résistance du bobinage à 20 °C	R_{12}	Ohm	9,0	4,7	2,9
Inductance du bobinage	L_{12}	mH	55,7	26,9	17,1
Section du fil de puissance	A	mm ²	1,0		
Distance polaire	t_p	mm	37,5		
Force d'attraction	F_{ATT}	N	2900,0		
Constante de temps thermique	T_{th}	min	2,4		
Poids de la partie primaire avec enveloppe standard	m_{PS}	kg	8,4		
Poids de la partie primaire avec enveloppe thermique	m_{PT}	kg	10,9		
Données du refroidissement par liquide					
Puissance dissipée à éliminer	P_V	W	780		
Débit de liquide de refroidissement nécessaire pour P_V	$Q_{\min}$	l/min	1,1		
Chute de pression pour $Q_{\min}$	Δp	bar	0,2		
Constante pour la détermination de la chute de pression avec enveloppe standard	$K_{\Delta p}$	--	8,4		

Dernière modification: 2012-09-12

Caractéristiques techniques IndraDyn L

Caractéristique	Symbole	Unité	MLP070		
Longueur			A		
Bobinage			0150	0220	0300
Constante pour la détermination de la chute de pression avec enveloppe thermique	$K_{\Delta p}$	--	10,9		
Pression d'entrée maximale admissible	p_{max}	bar	10,0		
Dernière modification: 2012-09-12					

Tab.4-4: MLP070A - Caractéristiques techniques

4.4.2 Courbes caractéristiques du moteur MLP070A

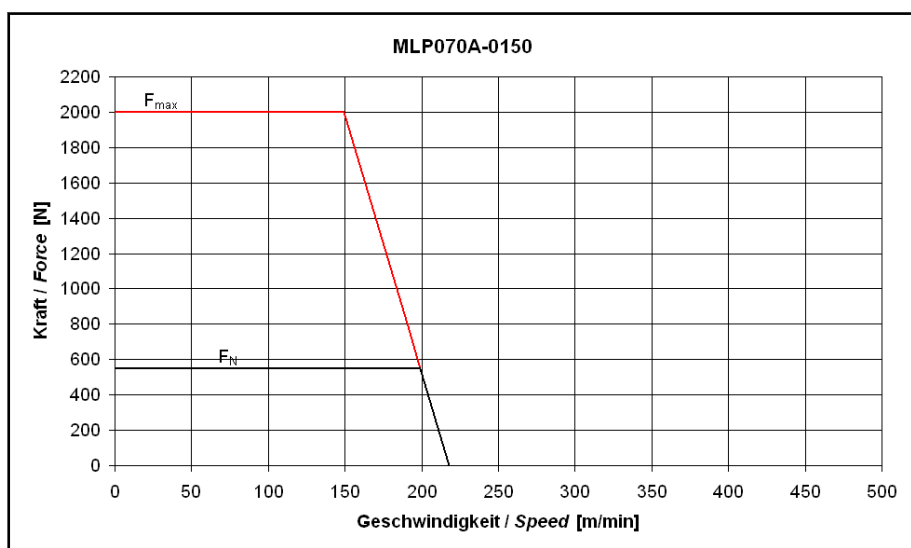


Fig.4-10: Courbe caractéristique du moteur MLP070A-0150

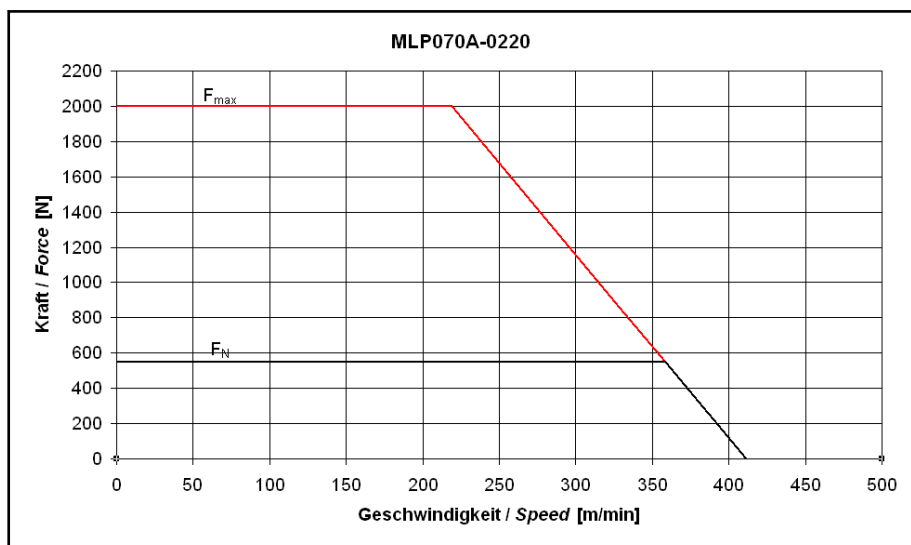


Fig.4-11: Courbe caractéristique du moteur MLP070A-0220

Caractéristiques techniques IndraDyn L

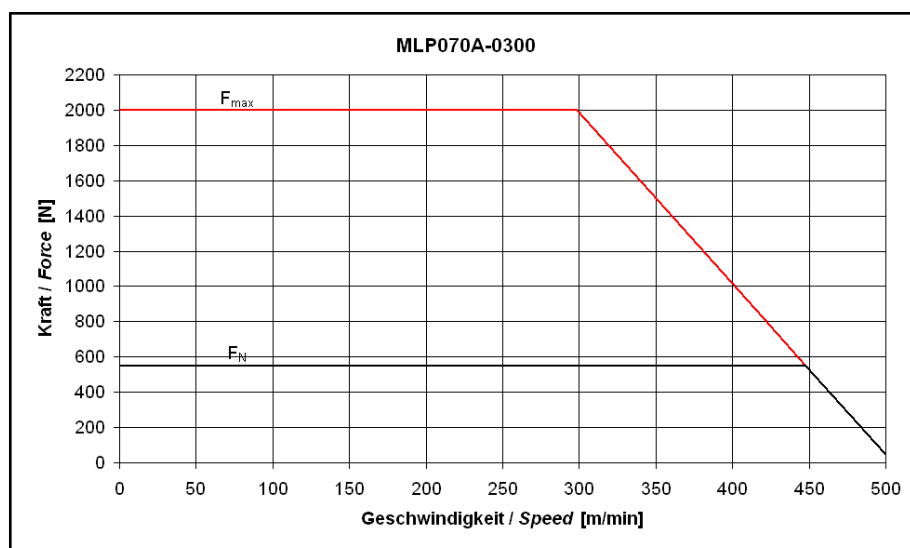


Fig.4-12: Courbe caractéristique du moteur MLP070A-0300

4.4.3 Données MLP070B

Caractéristique	Symbole	Unité	MLP070				
Longueur			B				
Bobinage			0100	0120	0150	0250	0300
Force maximale	$F_{\max}$	N	2600,0				
Force nominale constante	F_N	N	820,0				
Courant maximal	$I_{\max(\text{eff})}$	A	23,6	42,8	56,8	57,1	67,7
Courant assigné	I_N	A	4,6	5,9	7,3	10,4	11,6
Vitesse maximale pour $F_{\max}$	$v_{F\max}$	m/min	100	120	150	250	300
Vitesse nominale	v_N	m/min	200	220	260	400	450
Constante de force	K_{FN}	N/A	176,70	138,80	111,90	79,10	70,70
Constante de tension	K_{EMK}	Vs/m	101,9	80,1	64,6	45,6	40,8
Résistance du bobinage à 20 °C	R_{12}	Ohm	14,9	9,2	6,1	3,0	5,7
Inductance du bobinage	L_{12}	mH	89,0	55,3	35,0	17,0	36,2
Section du fil de puissance	A	mm ²	1,0				
Distance polaire	t_p	mm	37,5				
Force d'attraction	F_{ATT}	N	3750,0				
Constante de temps thermique	T_{th}	min	2,4				
Poids de la partie primaire avec enveloppe standard	m_{PS}	kg	10,4				
Poids de la partie primaire avec enveloppe thermique	m_{PT}	kg	13,4				
Dernière modification: 2012-09-12							

Caractéristiques techniques IndraDyn L

Caractéristique	Symbole	Unité	MLP070				
Longueur			B				
Bobinage			0100	0120	0150	0250	0300
Données du refroidissement par liquide							
Puissance dissipée à éliminer	P _V	W	900				
Débit de liquide de refroidissement nécessaire pour P _V	Q _{min}	l/min	1,3				
Chute de pression pour Q _{min}	Δp	bar	0,3				
Constante pour la détermination de la chute de pression avec enveloppe standard	K _{Δp}	--	10,4				
Constante pour la détermination de la chute de pression avec enveloppe thermique	K _{Δp}	--	13,4				
Pression d'entrée maximale admissible	p _{max}	bar	10,0				
Dernière modification: 2012-09-12							

Tab.4-5: MLP070B - Caractéristiques techniques

4.4.4 Courbes caractéristiques du moteur MLP070B

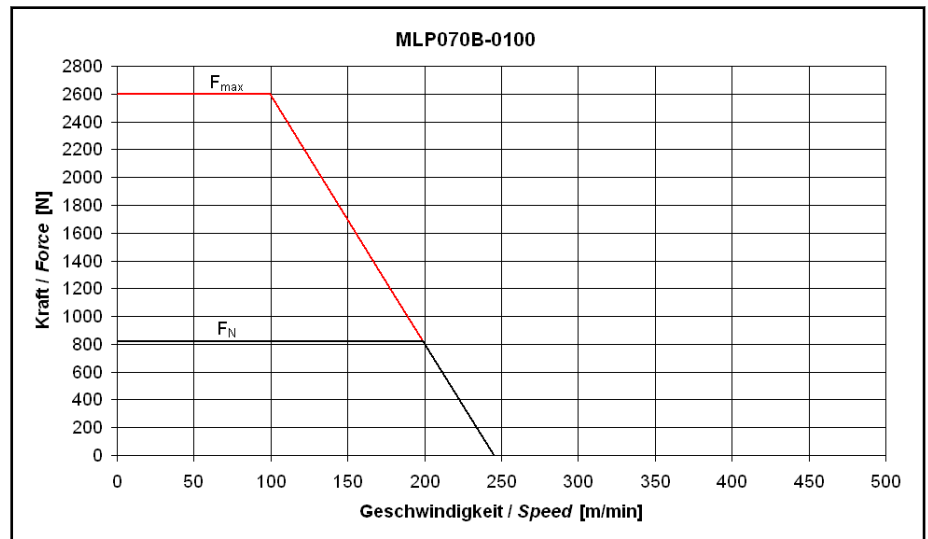


Fig.4-13: Courbe caractéristique du moteur MLP070B-0100

Caractéristiques techniques IndraDyn L

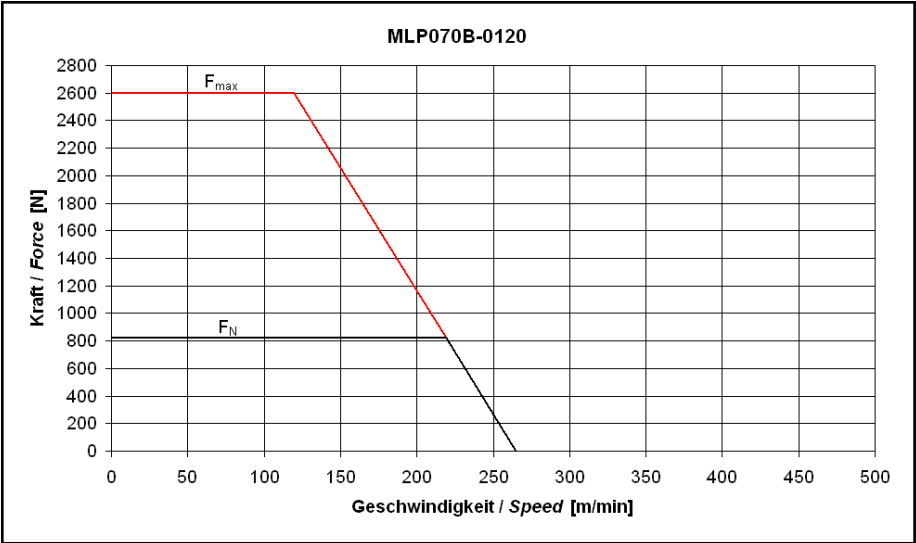


Fig.4-14: Courbe caractéristique du moteur MLP070B-0120

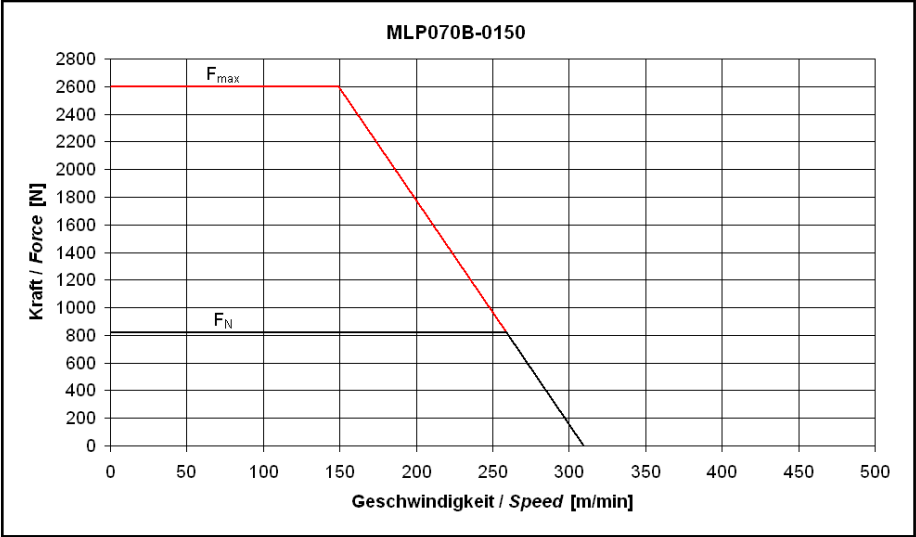


Fig.4-15: Courbe caractéristique du moteur MLP070B-0150

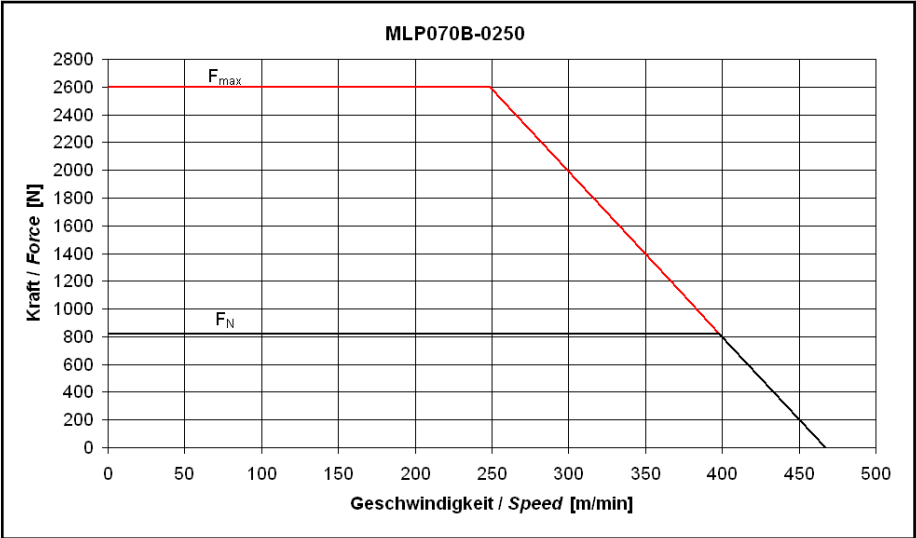


Fig.4-16: Courbe caractéristique du moteur MLP070B-0250

Caractéristiques techniques IndraDyn L

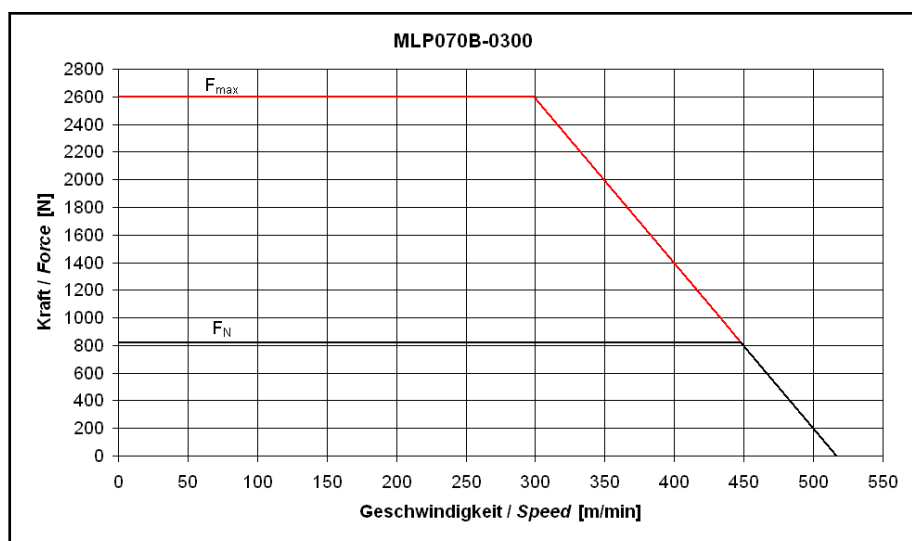


Fig. 4-17: Courbe caractéristique du moteur MLP070B-0300

Caractéristiques techniques IndraDyn L

4.4.5 Données MLP070C

Caractéristique	Symbole	Unité	MLP070				
Longueur			C				
Bobinage			0030	0120	0150	0240	0300
Force maximale	F _{max}	N	1900,0	3800,0			
Force nominale constante	F _N	N	1200,0				
Courant maximal	I _{max(eff)}	A	6,5	56,9	65,9	107,9	106,7
Courant assigné	I _N	A	3,7	9,2	11,0	15,6	18,4
Vitesse maximale pour F _{max}	v _{Fmax}	m/min	30	120	150	240	300
Vitesse nominale	v _N	m/min	70	180	250	350	450
Constante de force	K _{FN}	N/A	326,10	130,40	109,10	77,10	65,20
Constante de tension	K _{EMK}	Vs/m	188,7	75,2	62,9	44,5	37,6
Résistance du bobinage à 20 °C	R ₁₂	Ohm	4,0	5,7	4,05	2,0	1,46
Inductance du bobinage	L ₁₂	mH	22,6	36,2	24,5	11,6	10,2
Section du fil de puissance	A	mm ²	1,0				2,5
Distance polaire	t _p	mm	37,5				
Force d'attraction	F _{ATT}	N	5500,0				
Constante de temps thermique	T _{th}	min	2,4				
Poids de la partie primaire avec enveloppe standard	m _{PS}	kg	14,3				
Poids de la partie primaire avec enveloppe thermique	m _{PT}	kg	18,4				
Données du refroidissement par liquide							
Puissance dissipée à éliminer	P _V	W	1100				
Débit de liquide de refroidissement nécessaire pour P _V	Q _{min}	l/min	1,6				
Chute de pression pour Q _{min}	Δp	bar	0,4				
Constante pour la détermination de la chute de pression avec enveloppe standard	K _{Δp}	--	14,3				
Constante pour la détermination de la chute de pression avec enveloppe thermique	K _{Δp}	--	18,4				
Pression d'entrée maximale admissible	p _{max}	bar	10,0				
Dernière modification: 2012-09-12							

Dernière modification: 2012-09-12

Tab.4-6: MLP070C - Caractéristiques techniques

4.4.6 Courbes caractéristiques du moteur MLP070C

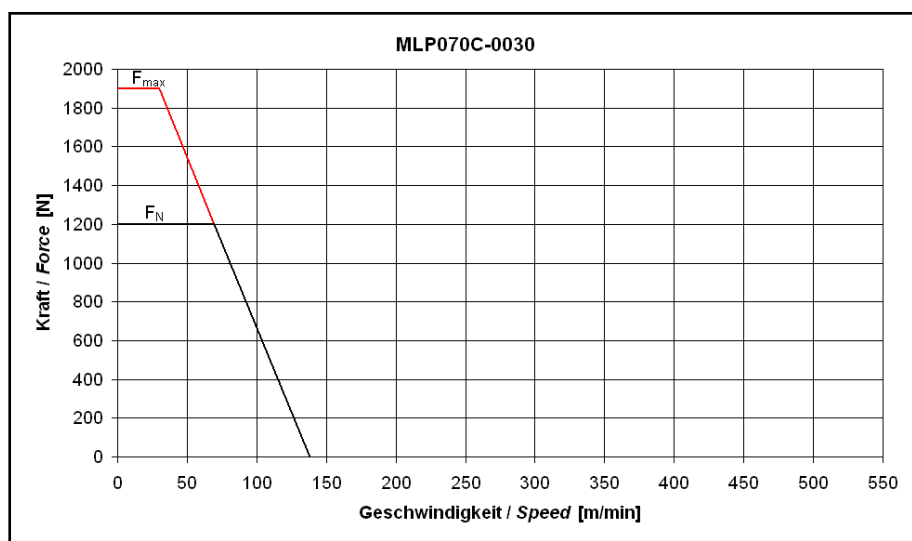


Fig.4-18: Courbe caractéristique du moteur MLP070C-0030

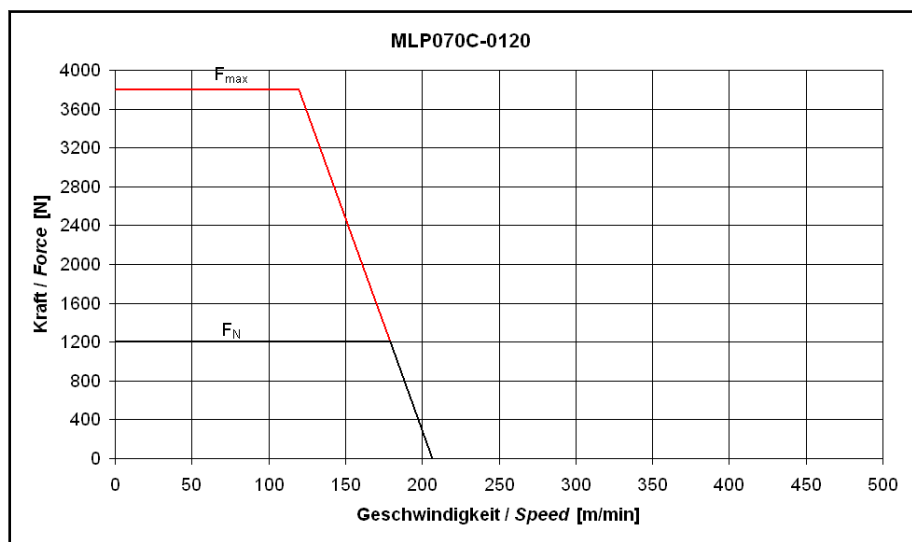


Fig.4-19: Courbe caractéristique du moteur MLP070C-0120

Caractéristiques techniques IndraDyn L

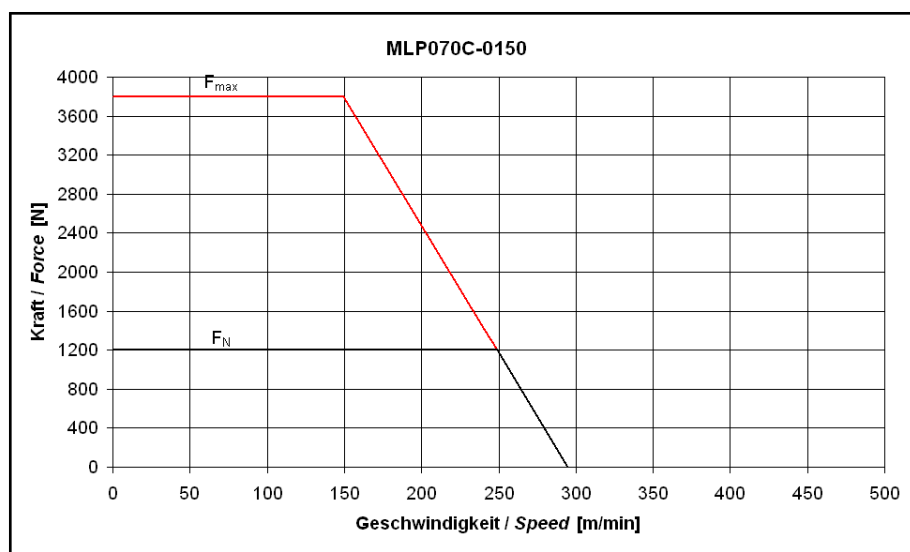


Fig.4-20: Courbe caractéristique du moteur MLP070C-0150

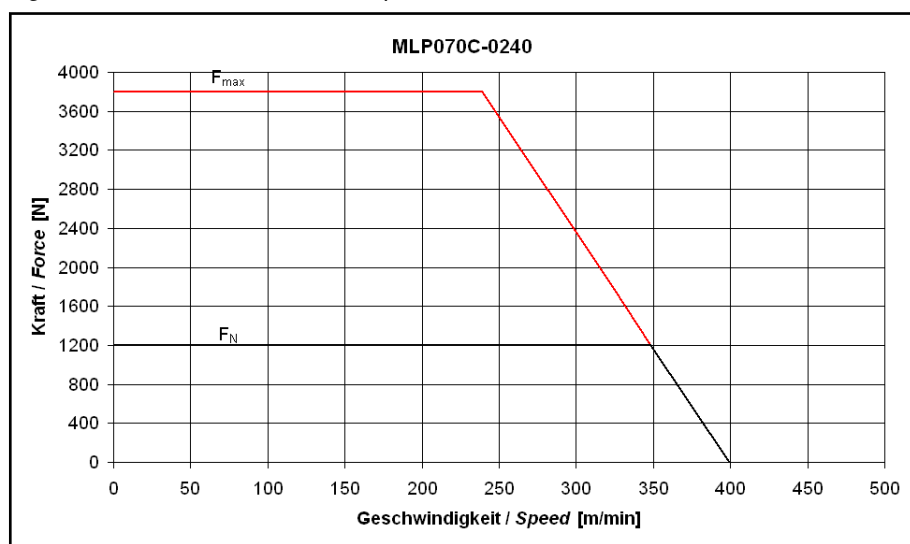


Fig.4-21: Courbe caractéristique du moteur MLP070C-0240

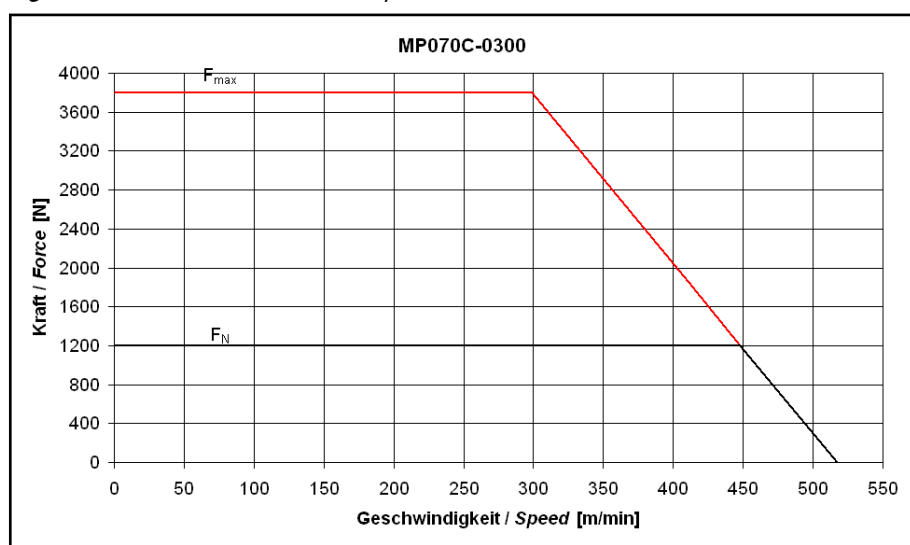


Fig.4-22: Courbe caractéristique du moteur MLP070C-0300

4.4.7 Données MLS070

Désignation	Symbole	Unité	MLS070S-3A-0150- NNNN	MLS070S-3A-0450- NNNN	MLS070S-3A-0600- NNNN
Poids de la partie secondaire	m _s	kg	1,4	4,2	5,6
Dernière modification: 2008-10-29					

Tab.4-7: MLS070 - Caractéristiques techniques

Dernière modification: 2012-09-12

Caractéristiques techniques IndraDyn L

Caractéristique	Symbole	Unité	MLP100			
Longueur			A			
Bobinage			0090	0120	0150	0190
Constante pour la détermination de la chute de pression avec enveloppe thermique	$K_{\Delta p}$	--	17,0			
Pression d'entrée maximale admissible	$p_{\max}$	bar	10,0			
Dernière modification: 2012-09-12						

Tab.4-8: MLP100A - Caractéristiques techniques

4.5.2 Courbes caractéristiques du moteur MLP100A

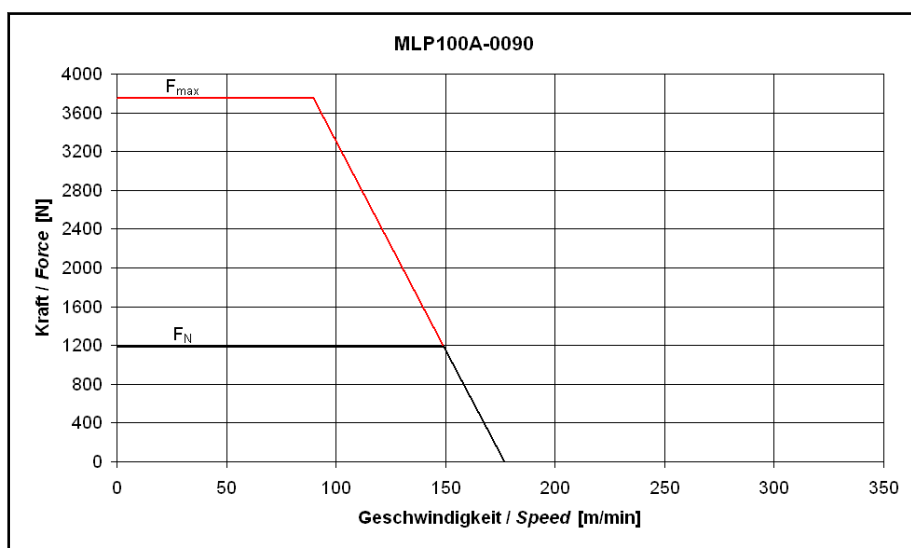


Fig.4-23: Courbe caractéristique du moteur MLP100A-0090

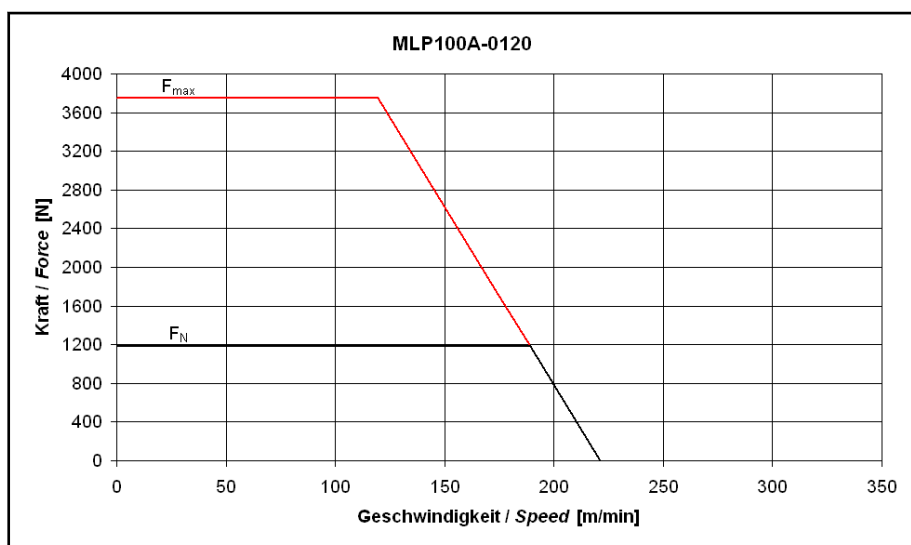


Fig.4-24: Courbe caractéristique du moteur MLP100A-0120

Caractéristiques techniques IndraDyn L

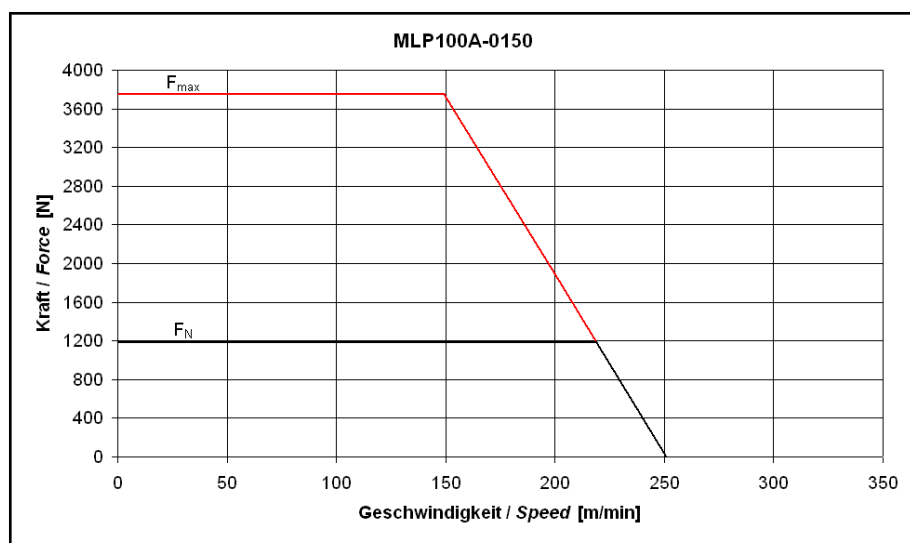


Fig.4-25: Courbe caractéristique du moteur MLP100A-0150

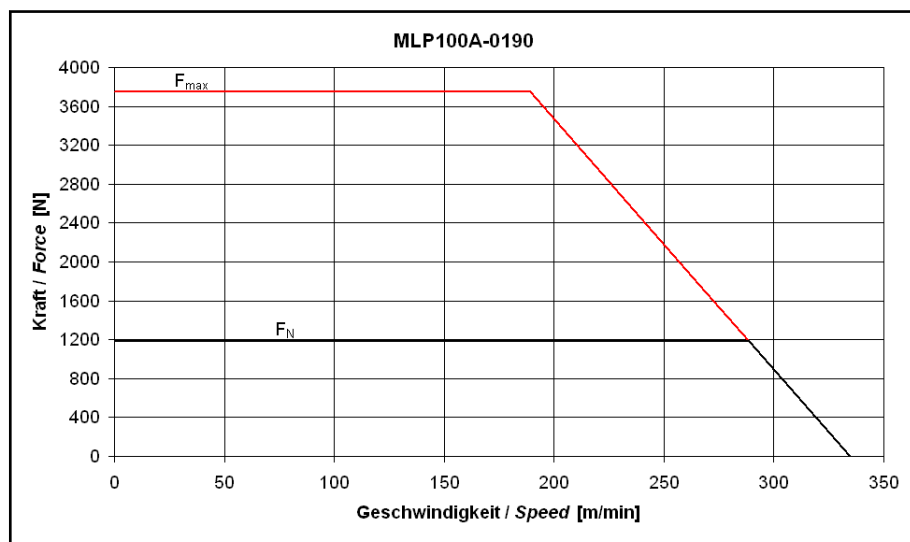


Fig.4-26: Courbe caractéristique du moteur MLP100A-0190

4.5.3 Données MLP100B, MLP100C

Caractéristique	Symbo- le	Unité	MLP100					
Longueur			B			C		
Bobinage			0030	0120	0250	0090	0120	0190
Force maximale	F _{max}	N	3000,0	5600,0		7150,0		
Force nominale constante	F _N	N	1785,0			2310,0		
Courant maximal	I _{max(eff)}	A	9,7	71,2	142,6	83,6	84,9	147,1
Courant assigné	I _N	A	5,1	12,2	24,1	12,1	15,0	24,2
Vitesse maximale pour F _{max}	v _{Fmax}	m/min	30	120	250	90	120	190
Vitesse nominale	v _N	m/min	70	190	350	170	190	290
Constante de force	K _{FN}	N/A	352,40	146,30	74,10	191,30	154,20	95,70
Constante de tension	K _{EMK}	Vs/m	203,4	84,4	42,7	110,4	89,0	55,2
Résistance du bobinage à 20 °C	R ₁₂	Ohm	26,4	4,5	1,2	6,0	4,0	1,5
Inductance du bobinage	L ₁₂	mH	137,0	25,6	6,5	35,3	22,6	8,5
Section du fil de puissance	A	mm ²	1,0		2,5	1,0	1,5	4,0
Distance polaire	t _p	mm	37,5					
Force d'attraction	F _{ATT}	N	8000,0			10400,0		
Constante de temps thermique	T _{th}	min	2,4					
Poids de la partie primaire avec en- veloppe standard	m _{PS}	kg	18,7			24,0		
Poids de la partie primaire avec en- veloppe thermique	m _{PT}	kg	23,3			29,7		
Données du refroidissement par li- quide								
Puissance dissipée à éliminer	P _V	W	1300			1600		
Débit de liquide de refroidissement nécessaire pour P _V	Q _{min}	l/min	1,9			2,3		
Chute de pression pour Q _{min}	Δp	bar	0,5			0,8		
Constante pour la détermination de la chute de pression avec envelop- pe standard	K _{Δp}	--	18,7			24,0		
Constante pour la détermination de la chute de pression avec envelop- pe thermique	K _{Δp}	--	23,3			29,7		
Pression d'entrée maximale admis- sible	p _{max}	bar	10,0					
Dernière modification: 2012-09-12								

Dernière modification: 2012-09-12

Tab.4-9: MLP100B, MLP100C - Caractéristiques techniques

Caractéristiques techniques IndraDyn L

4.5.4 Courbes caractéristiques du moteur MLP100B

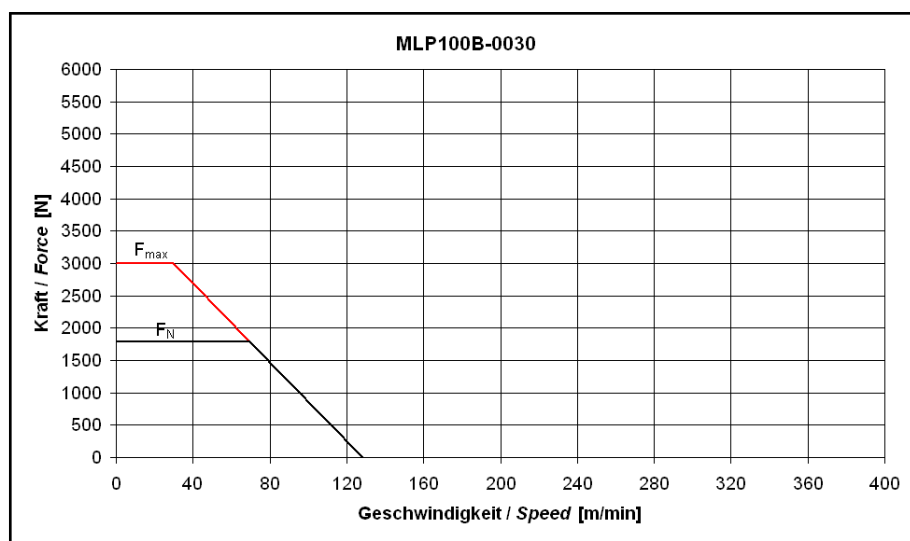


Fig.4-27: Courbe caractéristique du moteur MLP100B-0030

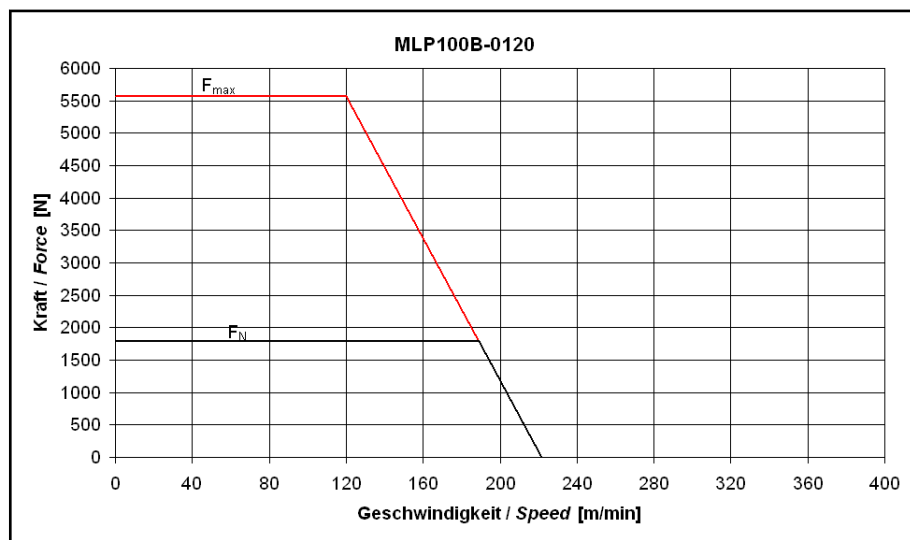


Fig.4-28: Courbe caractéristique du moteur MLP100B-0120

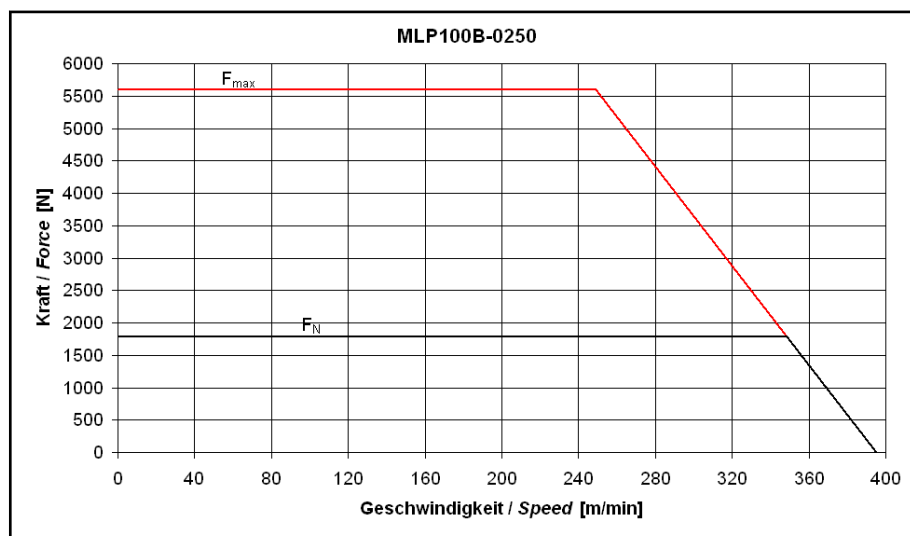


Fig.4-29: Courbe caractéristique du moteur MLP100B-0250

4.5.5 Courbes caractéristiques du moteur MLP100C

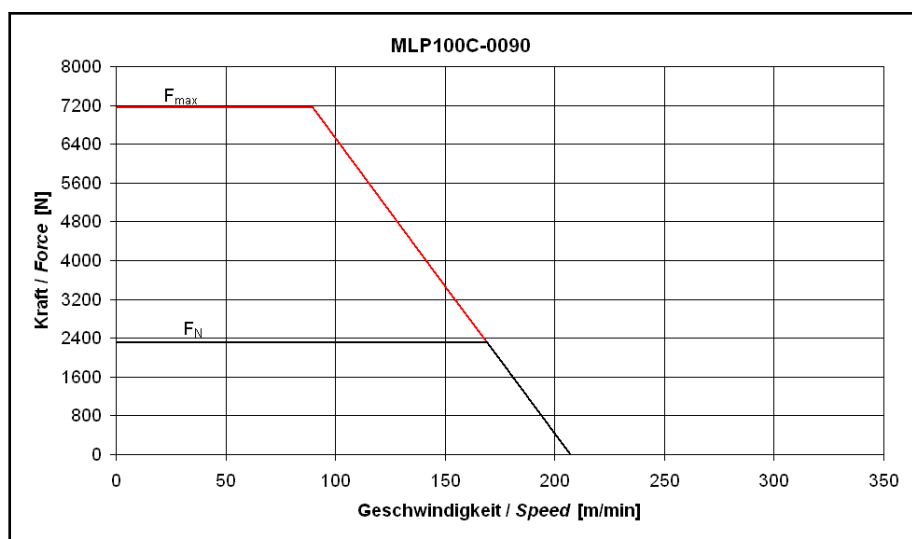


Fig.4-30: Courbe caractéristique du moteur MLP100C-0090

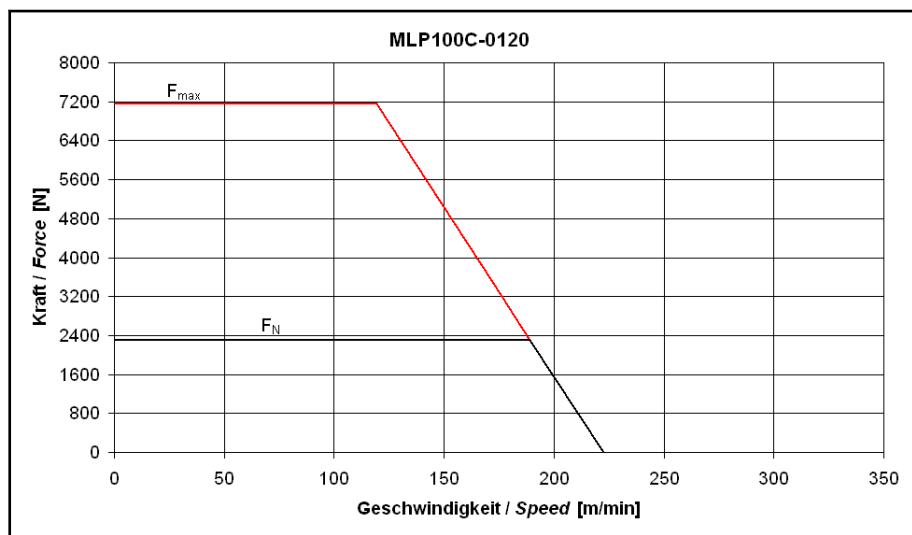


Fig.4-31: Courbe caractéristique du moteur MLP100C-0120

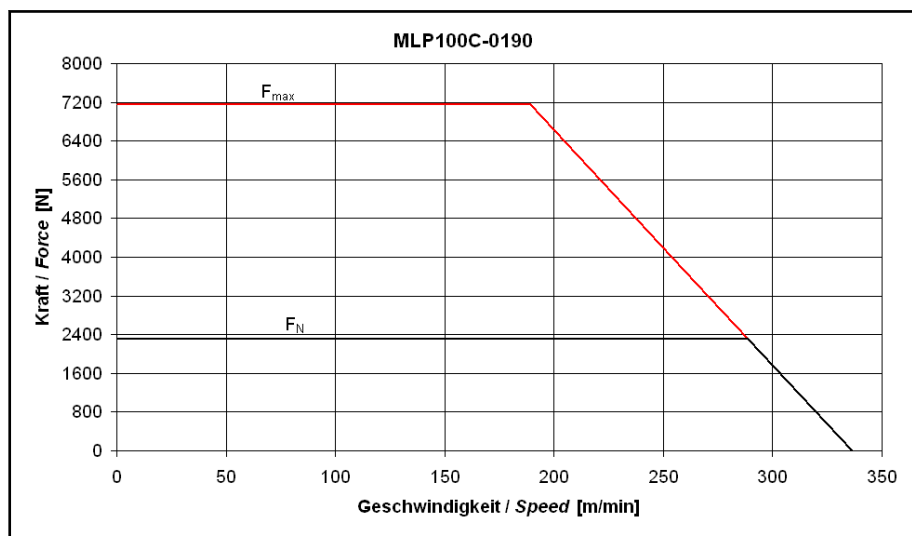


Fig.4-32: Courbe caractéristique du moteur MLP100C-0190

Caractéristique	Symbole	Unité	MLP140			
Longueur			A		B	
Bobinage			0030	0120	0090	0120
Force maximale	$F_{\max}$	N	3000,0	5200,0	7650,0	
Force nominale constante	F_N	N	1680,0		2415,0	
Courant maximal	$I_{\max(\text{eff})}$	A	10,5	70,8	79,3	103,8
Courant assigné	I_N	A	5,0	12,1	14,0	17,8
Vitesse maximale pour $F_{\max}$	$v_{F\max}$	m/min	30	120	90	120
Vitesse nominale	v_N	m/min	75	190	160	190
Constante de force	K_{FN}	N/A	337,60	138,50	172,80	135,80
Constante de tension	K_{EMK}	Vs/m	194,9	79,9	99,7	78,3
Résistance du bobinage à 20 °C	R_{12}	Ohm	3,6		4,3	2,6
Inductance du bobinage	L_{12}	mH	20,2		23,1	14,2
Section du fil de puissance	A	mm ²	1,0		1,5	2,5
Distance polaire	t_p	mm	37,5			
Force d'attraction	F_{ATT}	N	7500,0		11000,0	
Constante de temps thermique	T_{th}	min	2,4			
Poids de la partie primaire avec enveloppe standard	m_{PS}	kg	17,0		24,5	
Poids de la partie primaire avec enveloppe thermique	m_{PT}	kg	21,2		30,1	
Données du refroidissement par liquide						
Puissance dissipée à éliminer	P_V	W	1300		2512	
Débit de liquide de refroidissement nécessaire pour P_V	$Q_{\min}$	l/min	1,9		3,6	
Dernière modification: 2012-09-12						

Caractéristiques techniques IndraDyn L

Caractéristique	Symbole	Unité	MLP140			
Longueur			A		B	
Bobinage			0030	0120	0090	0120
Chute de pression pour Q _{min}	Δp	bar	0,6		0,9	
Constante pour la détermination de la chute de pression avec enveloppe standard	K _{Δp}	--	24,5			
Constante pour la détermination de la chute de pression avec enveloppe thermique	K _{Δp}	--	30,1			
Pression d'entrée maximale admissible	p _{max}	bar	10,0			
Dernière modification: 2012-09-12						

Tab.4-11: MLP140A, MLP140B - Caractéristiques techniques

4.6.2 Courbes caractéristiques du moteur MLP140A

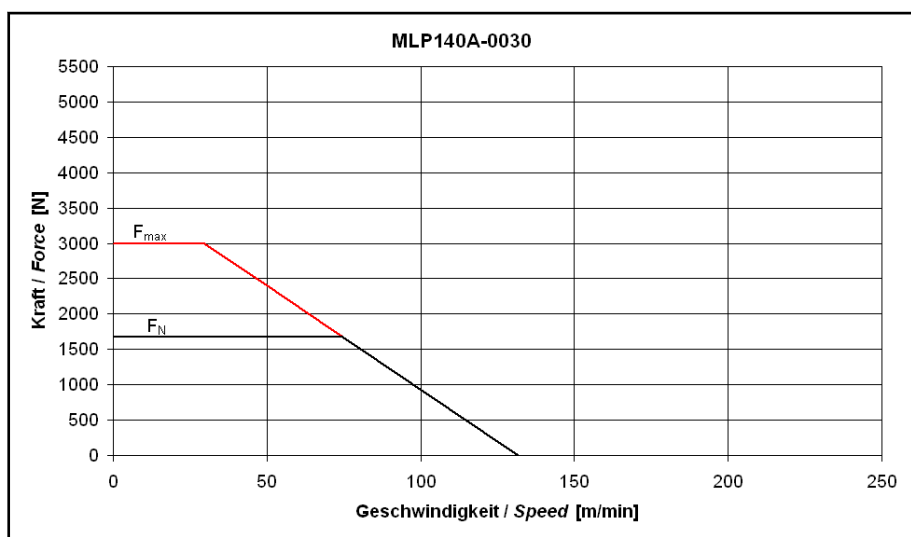


Fig.4-33: Courbe caractéristique du moteur MLP140A-0030

Caractéristiques techniques IndraDyn L

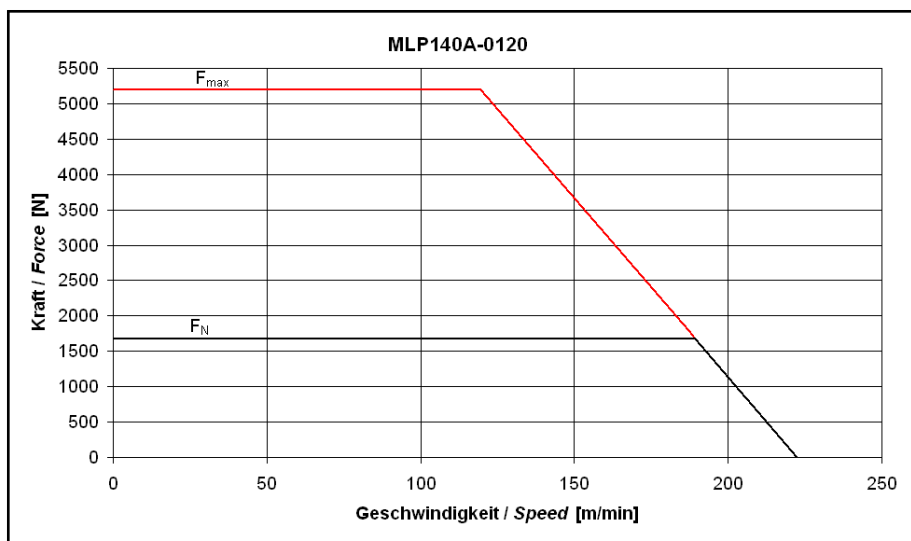


Fig.4-34: Courbe caractéristique du moteur MLP140A-0120

4.6.3 Courbes caractéristiques du moteur MLP140B

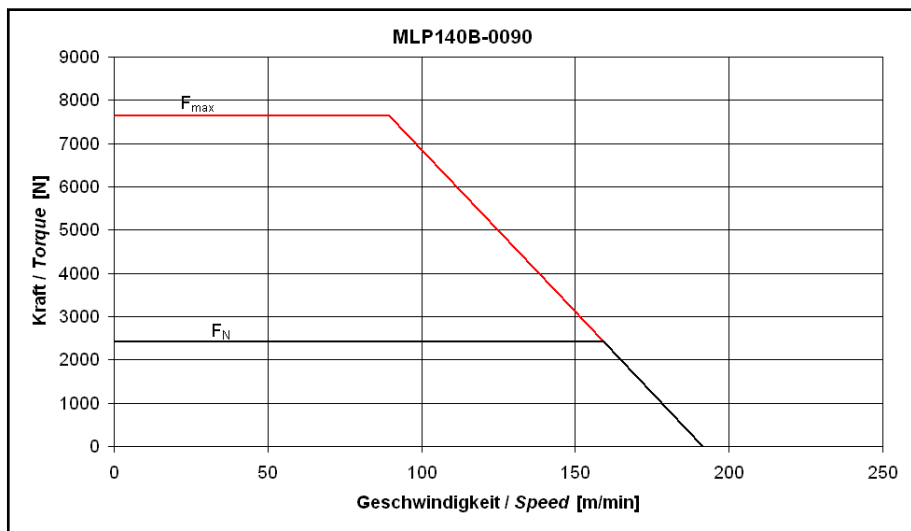


Fig.4-35: Courbe caractéristique du moteur MLP140B-0090

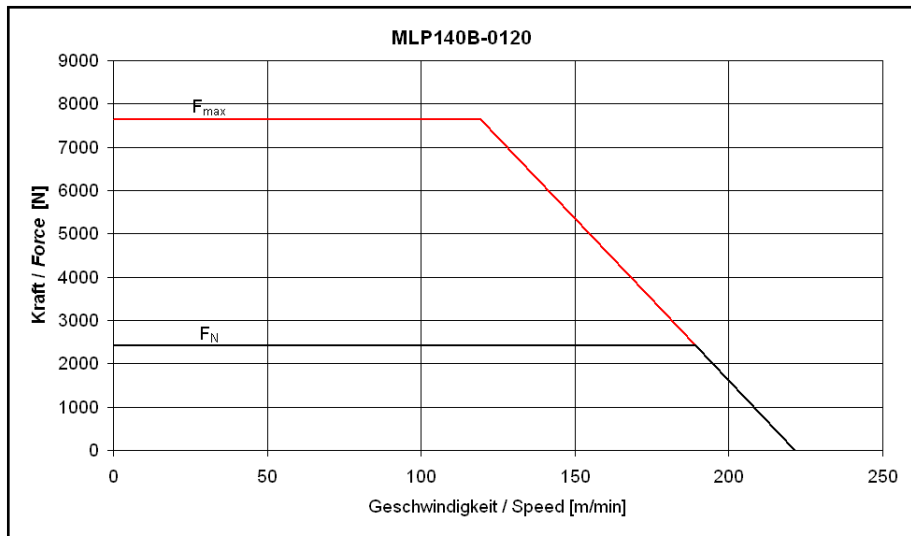


Fig.4-36: Courbe caractéristique du moteur MLP140B-0120

4.6.4 Données MLP140C

Caractéristique	Symbole	Unité	MLP140			
Longueur			C			
Bobinage			0050	0120	0170	0350
Force maximale	F _{max}	N	10000,0			
Force nominale constante	F _N	N	3150,0			
Courant maximal	I _{max(eff)}	A	78,6	122,9	137,8	231,1
Courant assigné	I _N	A	14,6	20,7	28,5	47,1
Vitesse maximale pour F _{max}	v _{Fmax}	m/min	50	120	170	350
Vitesse nominale	v _N	m/min	110	190	250	400
Constante de force	K _{FN}	N/A	215,90	152,60	110,40	66,90
Constante de tension	K _{EMK}	Vs/m	124,6	88,1	63,7	38,6
Résistance du bobinage à 20 °C	R ₁₂	Ohm	5,2	2,55	1,34	0,49
Inductance du bobinage	L ₁₂	mH	28,5	13,0	6,8	2,6
Section du fil de puissance	A	mm ²	1,0	2,5	4,0	10,0
Distance polaire	t _p	mm	37,5			
Force d'attraction	F _{ATT}	N	14400,0			
Constante de temps thermique	T _{th}	min	2,4			
Poids de la partie primaire avec enveloppe standard	m _{PS}	kg	32,0			
Poids de la partie primaire avec enveloppe thermique	m _{PT}	kg	38,9			
Données du refroidissement par liquide						
Puissance dissipée à éliminer	P _V	W	2000			
Débit de liquide de refroidissement nécessaire pour P _V	Q _{min}	l/min	2,9			
Chute de pression pour Q _{min}	Δp	bar	1,2			
Constante pour la détermination de la chute de pression avec enveloppe standard	K _{Δp}	--	32,0			
Constante pour la détermination de la chute de pression avec enveloppe thermique	K _{Δp}	--	38,9			
Pression d'entrée maximale admissible	p _{max}	bar	10,0			
Dernière modification: 2012-09-12						

Tab.4-12: MLP140C - Caractéristiques techniques

Caractéristiques techniques IndraDyn L

4.6.5 Courbes caractéristiques du moteur MLP140C

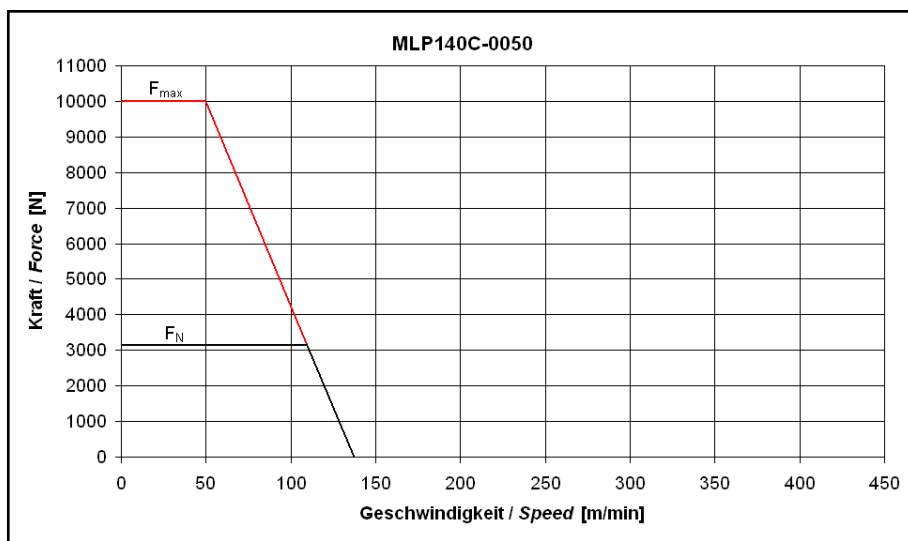


Fig.4-37: Courbe caractéristique du moteur MLP140C-0050

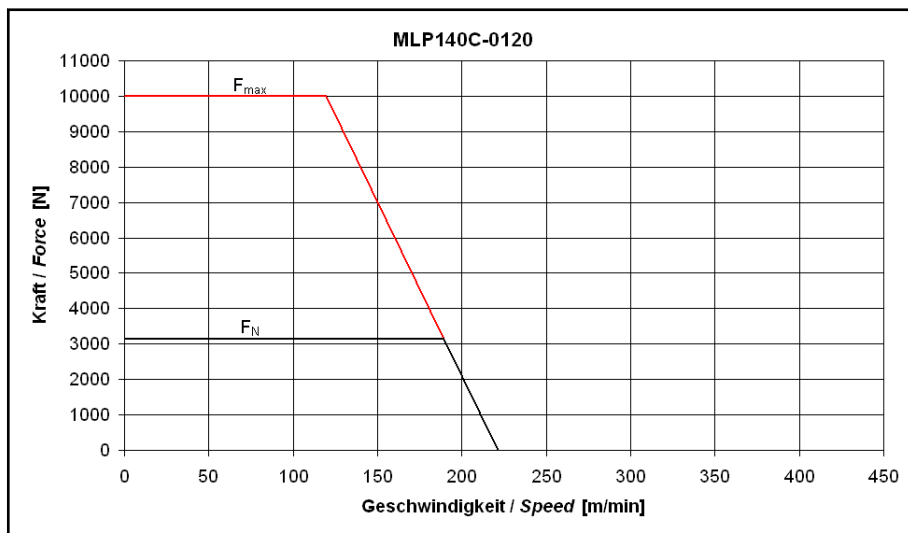


Fig.4-38: Courbe caractéristique du moteur MLP140C-0120

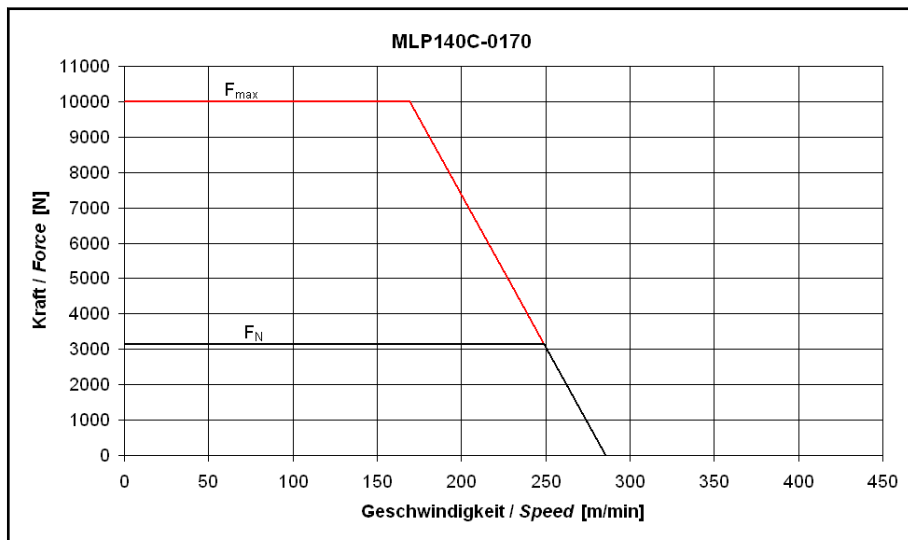


Fig.4-39: Courbe caractéristique du moteur MLP140C-0170

Caractéristiques techniques IndraDyn L

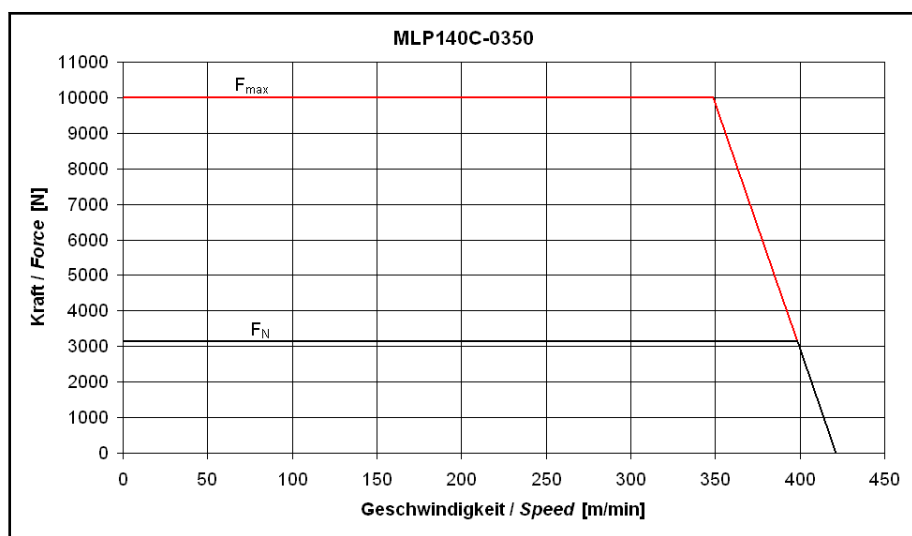


Fig. 4-40: Courbe caractéristique du moteur MLP140C-0350

4.6.6 Données MLS140

Désignation	Symbole	Unité	MLS140_-_-0150	MLS140_-_-0450	MLS140_-_-0600
Poids de la partie secondaire	m_S	kg	2,8	8,5	11,3

Dernière modification: 2008-10-29

Tab.4-13: MLS140 - Caractéristiques techniques

4.7 Caractéristiques techniques - Taille 200

4.7.1 Données MLP200A, MLP200B

Caractéristique	Symbole	Unité	MLP200			
Longueur			A		B	
Bobinage			0090	0120	0040	0120
Force maximale	F_{max}	N	7450,0		10900,0	
Force nominale constante	F_N	N	2415,0		3465,0	
Courant maximal	$I_{max(eff)}$	A	69,6	81,3	74,2	128,6
Courant assigné	I_N	A	12,9	14,8	13,8	21,8
Vitesse maximale pour F_{max}	v_{Fmax}	m/min	90	120	40	120
Vitesse nominale	v_N	m/min	170	190	100	190
Constante de force	K_{FN}	N/A	186,70	163,50	251,40	159,30
Constante de tension	K_{EMK}	Vs/m	107,8	94,3	145,1	91,9
Résistance du bobinage à 20 °C	R_{12}	Ohm	4,5	2,3	5,7	2,34
Inductance du bobinage	L_{12}	mH	22,7	14,0	29,7	12,1

Dernière modification: 2012-09-12

Caractéristiques techniques IndraDyn L

Caractéristique	Symbole	Unité	MLP200			
Longueur			A		B	
Bobinage			0090	0120	0040	0120
Section du fil de puissance	A	mm ²	1,0	2,5	1,0	2,5
Distance polaire	t _p	mm	37,5			
Force d'attraction	F _{ATT}	N	10700,0		15600,0	
Constante de temps thermique	T _{th}	min	2,4			
Poids de la partie primaire avec enveloppe standard	m _{PS}	kg	23,0		33,0	
Poids de la partie primaire avec enveloppe thermique	m _{PT}	kg	28,3		40,0	
Données du refroidissement par liquide						
Puissance dissipée à éliminer	P _V	W	1700		2200	
Débit de liquide de refroidissement nécessaire pour P _V	Q _{min}	l/min	2,4		3,2	
Chute de pression pour Q _{min}	Δp	bar	0,9		1,4	
Constante pour la détermination de la chute de pression avec enveloppe standard	K _{Δp}	--	33,0			
Constante pour la détermination de la chute de pression avec enveloppe thermique	K _{Δp}	--	40,0			
Pression d'entrée maximale admissible	p _{max}	bar	10,0			
Dernière modification: 2012-09-12						

Tab.4-14: MLP200A, MLP200B - Caractéristiques techniques

4.7.2 Courbes caractéristiques du moteur MLP200A

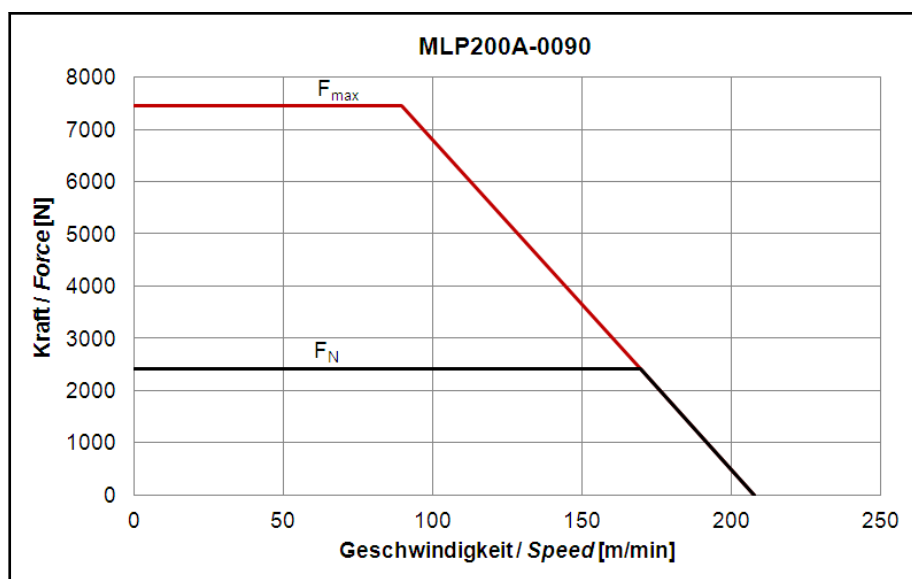


Fig.4-41: Courbe caractéristique du moteur MLP200A-0090

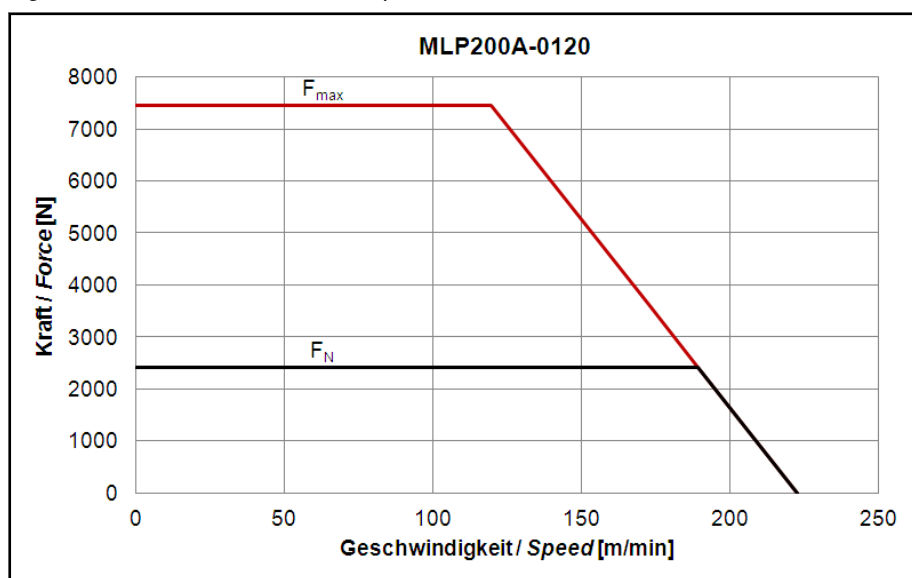


Fig.4-42: Courbe caractéristique du moteur MLP200A-0120

Caractéristiques techniques IndraDyn L

4.7.3 Courbes caractéristiques du moteur MLP200B

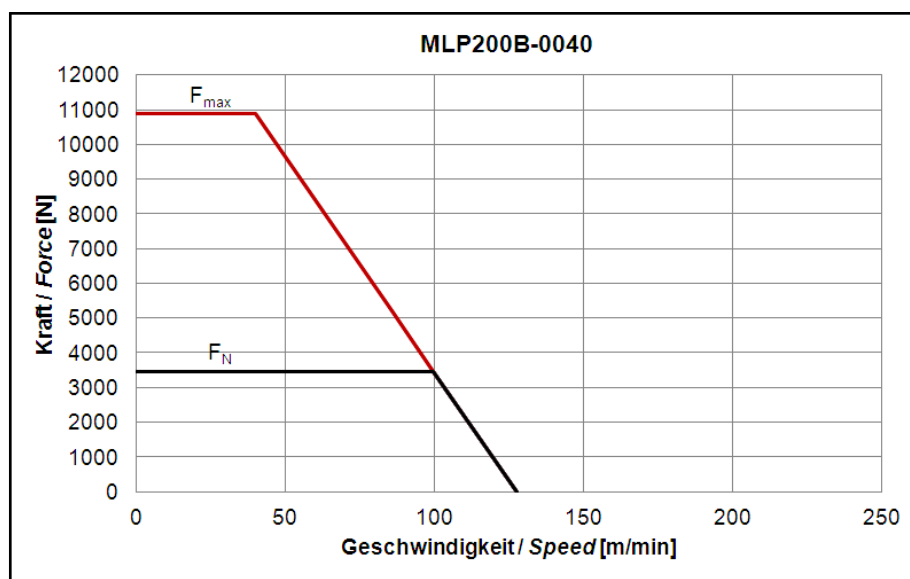


Fig. 4-43: Courbe caractéristique du moteur MLP200B-0040

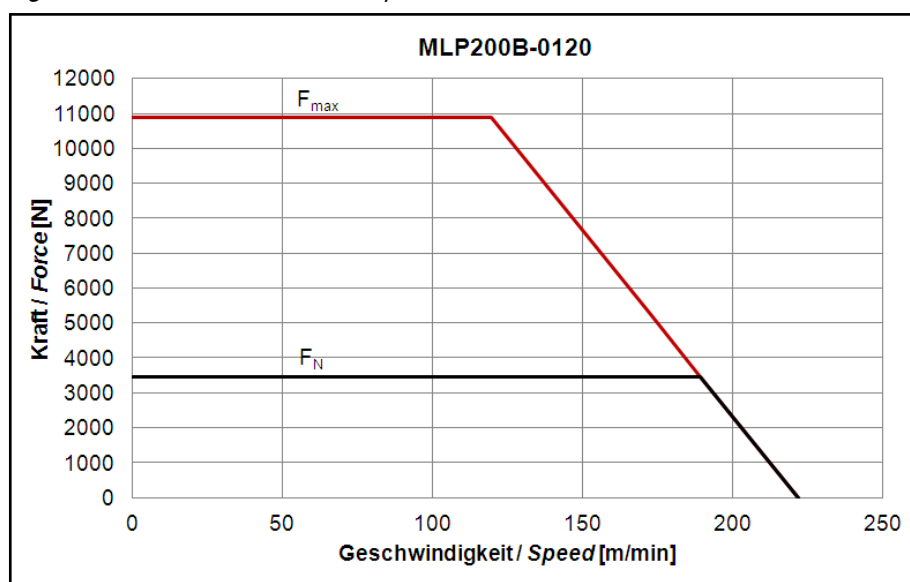


Fig. 4-44: Courbe caractéristique du moteur MLP200B-0120

4.7.4 Données MLP200C

Caractéristique	Symbole	Unité	MLP200		
Longueur			C		
Bobinage			0090	0120	0170
Force maximale	F _{max}	N	14250,0		
Force nominale constante	F _N	N	4460,0		
Courant maximal	I _{max(eff)}	A	117,9	165,6	162,6
Courant assigné	I _N	A	22,9	28,4	35,6
Vitesse maximale pour F _{max}	v _{Fmax}	m/min	90	120	170
Vitesse nominale	v _N	m/min	170	190	220
Constante de force	K _{FN}	N/A	194,10	157,20	125,30
Constante de tension	K _{EMK}	Vs/m	112,5	90,7	72,3
Résistance du bobinage à 20 °C	R ₁₂	Ohm	2,64	1,76	1,08
Inductance du bobinage	L ₁₂	mH	13,6	9,0	5,7
Section du fil de puissance	A	mm ²	4,0	6,0	10,0
Distance polaire	t _p	mm	37,5		
Force d'attraction	F _{ATT}	N	20500,0		
Constante de temps thermique	T _{th}	min	2,4		
Poids de la partie primaire avec enveloppe standard	m _{PS}	kg	42,0		
Poids de la partie primaire avec enveloppe thermique	m _{PT}	kg	50,7		
Données du refroidissement par liquide					
Puissance dissipée à éliminer	P _V	W	2700		
Débit de liquide de refroidissement nécessaire pour P _V	Q _{min}	l/min	3,9		
Chute de pression pour Q _{min}	Δp	bar	2,0		
Constante pour la détermination de la chute de pression avec enveloppe standard	K _{Δp}	--	42,0		
Constante pour la détermination de la chute de pression avec enveloppe thermique	K _{Δp}	--	50,7		
Pression d'entrée maximale admissible	p _{max}	bar	10,0		
Dernière modification: 2012-09-12					

Tab.4-15: MLP200C - Caractéristiques techniques

Caractéristiques techniques IndraDyn L

4.7.5 Courbes caractéristiques du moteur MLP200C

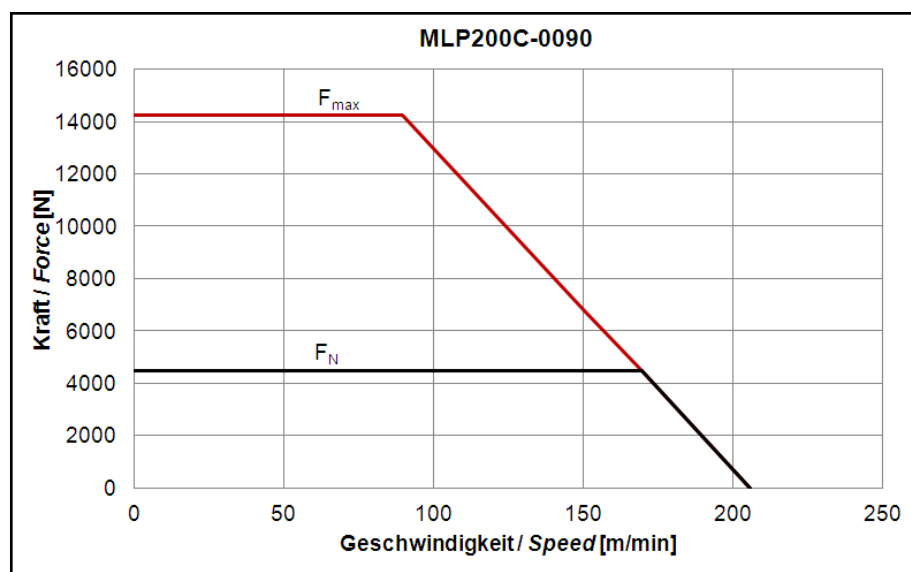


Fig.4-45: Courbe caractéristique du moteur MLP200C-0090

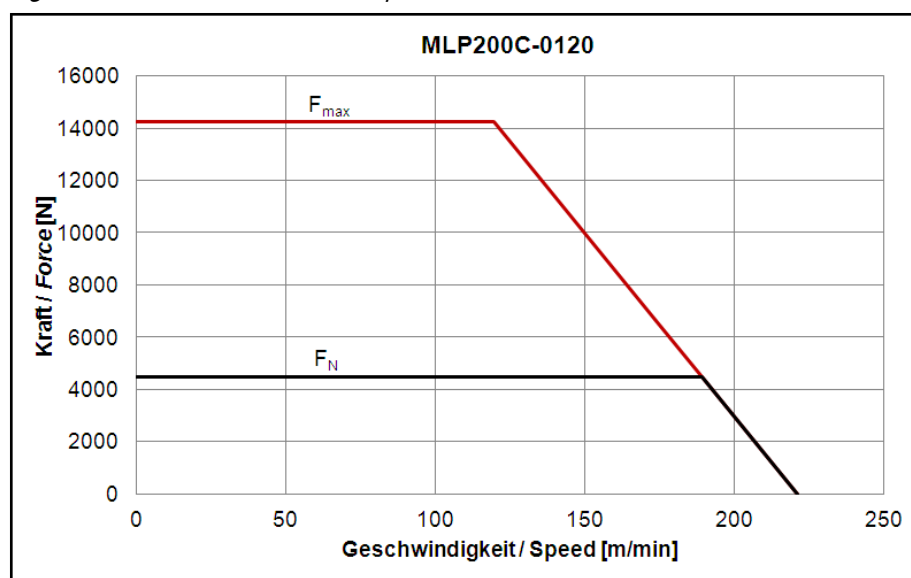


Fig.4-46: Courbe caractéristique du moteur MLP200C-0120

Caractéristiques techniques IndraDyn L

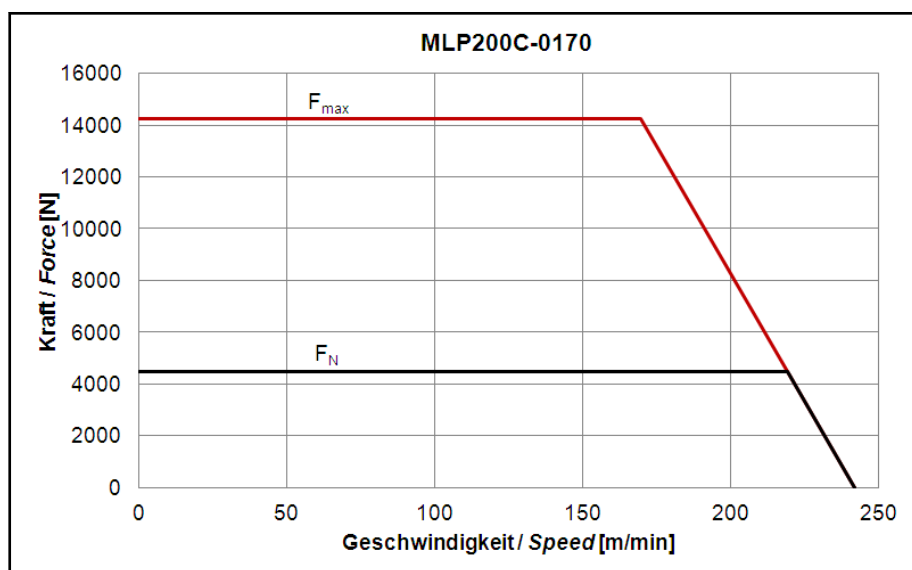


Fig. 4-47: Courbe caractéristique du moteur MLP200C-0170

4.7.6 Données MLP200D

Caractéristique	Symbole	Unité	MLP200			
Longueur			D			
Bobinage			0035	0060	0100	0120
Force maximale	F _{max}	N	16500,0	17750,0		
Force nominale constante	F _N	N	5560,0			
Courant maximal	I _{max(eff)}	A	90,0	126,2	204,4	201,5
Courant assigné	I _N	A	20,2	25,2	44,8	47,5
Vitesse maximale pour F _{max}	v _{Fmax}	m/min	35	60	100	120
Vitesse nominale	v _N	m/min	105	140	180	190
Constante de force	K _{FN}	N/A	275,40	220,40	124,30	117,30
Constante de tension	K _{EMK}	Vs/m	159,0	127,2	71,7	67,6
Résistance du bobinage à 20 °C	R ₁₂	Ohm	4,0	2,74	0,88	0,74
Inductance du bobinage	L ₁₂	mH	23,9	13,7	4,5	4,1
Section du fil de puissance	A	mm ²	4,0		10,0	
Distance polaire	t _p	mm	37,5			
Force d'attraction	F _{ATT}	N	25400,0			
Constante de temps thermique	T _{th}	min	2,4			
Poids de la partie primaire avec enveloppe standard	m _{PS}	kg	51,0			
Poids de la partie primaire avec enveloppe thermique	m _{PT}	kg	61,3			
Dernière modification: 2012-09-12						

Dernière modification: 2012-09-12

Caractéristiques techniques IndraDyn L

Caractéristique	Symbole	Unité	MLP200			
Longueur			D			
Bobinage			0035	0060	0100	0120
Données du refroidissement par liquide						
Puissance dissipée à éliminer	P _V	W	4969			
Débit de liquide de refroidissement nécessaire pour P _V	Q _{min}	l/min	8,0			
Chute de pression pour Q _{min}	Δp	bar	2,4			
Constante pour la détermination de la chute de pression avec enveloppe standard	K _{Δp}	--	51,0			
Constante pour la détermination de la chute de pression avec enveloppe thermique	K _{Δp}	--	61,3			
Pression d'entrée maximale admissible	p _{max}	bar	10,0			
Dernière modification: 2012-09-12						

Tab.4-16: MLP200D - Caractéristiques techniques

4.7.7 Courbes caractéristiques du moteur MLP200D

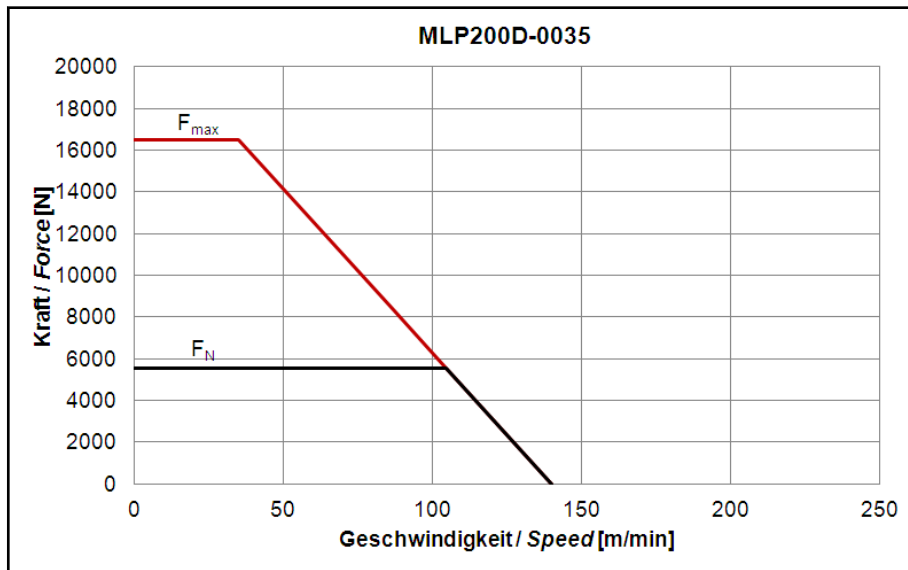


Fig.4-48: Courbe caractéristique du moteur MLP200D-0035

Caractéristiques techniques IndraDyn L

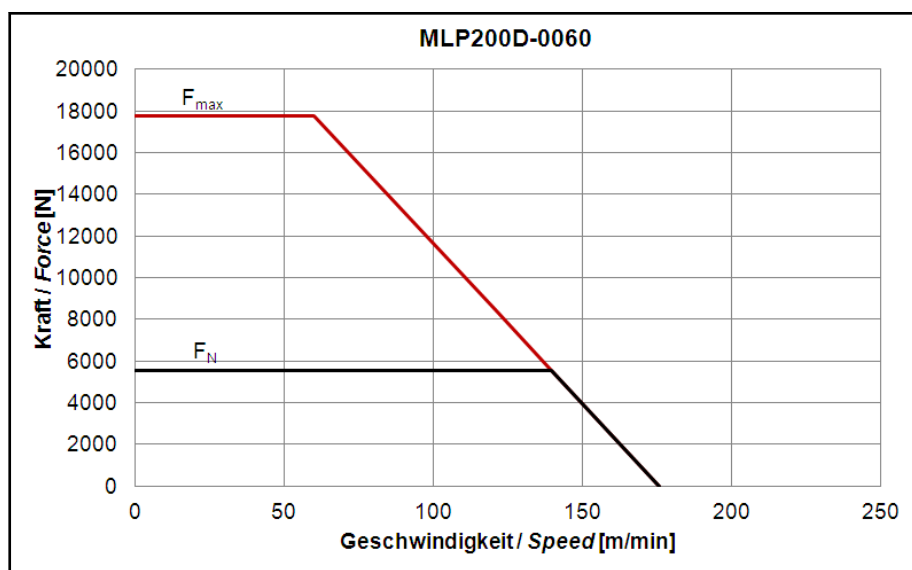


Fig.4-49: Courbe caractéristique du moteur MLP200D-0060

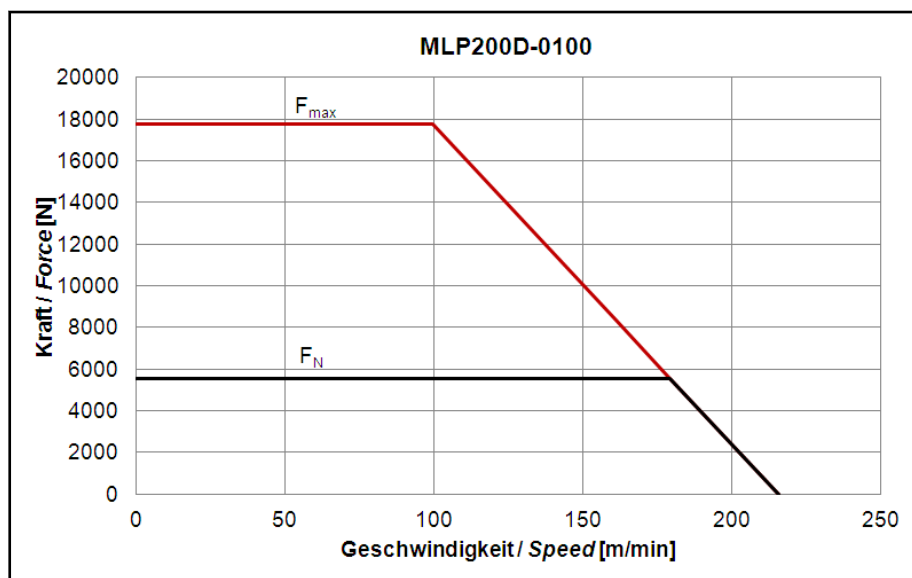


Fig.4-50: Courbe caractéristique du moteur MLP200D-0100

Caractéristiques techniques IndraDyn L

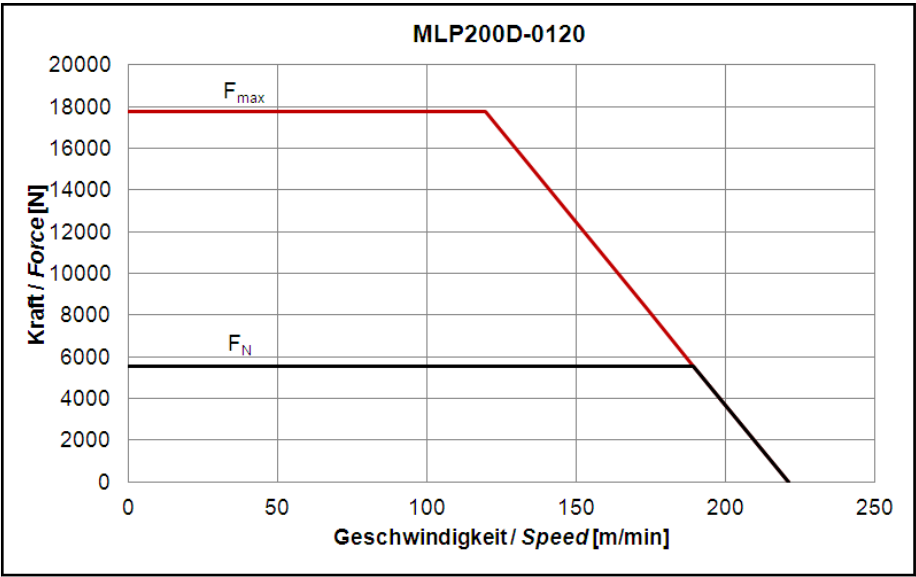


Fig.4-51: *Courbe caractéristique du moteur MLP200D-0120*

4.7.8 Données MLS200

Désignation	Symbole	Unité	MLS200S-3A-0150-NNNN	MLS200S-3A-0450-NNNN	MLS200S-3A-0600-NNNN
Poids de la partie secondaire	m _S	kg	4,0	12,1	16,1

Dernière modification: 2008-10-29

Tab.4-17: *MLS200 - Caractéristiques techniques*

4.8 Caractéristiques techniques - Taille MLP300

4.8.1 Données MLP300A, MLP300B

Caractéristique	Symbole	Unité	MLP300			
Longueur			A		B	
Bobinage			0090	0120	0070	0120
Force maximale	F _{max}	N	11000,0		16300,0	
Force nominale constante	F _N	N	3350,0		5150,0	
Courant maximal	I _{max(eff)}	A	99,3	129,9	141,9	223,5
Courant assigné	I _N	A	17,2	21,6	28,4	38,2
Vitesse maximale pour F _{max}	v _{Fmax}	m/min	90	120	70	120
Vitesse nominale	v _N	m/min	160	190	140	190
Constante de force	K _{FN}	N/A	195,40	154,90	181,60	134,10
Constante de tension	K _{EMK}	Vs/m	112,8	89,4	104,8	77,9
Résistance du bobinage à 20 °C	R ₁₂	Ohm	3,05	2,0	2,2	1,3
Inductance du bobinage	L ₁₂	mH	14,9	9,3	12,0	6,7
Section du fil de puissance	A	mm ²	2,5	4,0		6,0
Distance polaire	t _p	mm	37,5			
Force d'attraction	F _{ATT}	N	16000,0		23400,0	
Constante de temps thermique	T _{th}	min	2,4			
Poids de la partie primaire avec enveloppe thermique	m _{PT}	kg	40,8		58,3	
Données du refroidissement par liquide						
Puissance dissipée à éliminer	P _V	W	2200		2900	
Débit de liquide de refroidissement nécessaire pour P _V	Q _{min}	l/min	3,2		4,2	
Chute de pression pour Q _{min}	Δp	bar	1,4		2,3	
Constante pour la détermination de la chute de pression avec enveloppe thermique	K _{Δp}	--	58,3			
Pression d'entrée maximale admissible	p _{max}	bar	10,0			
Dernière modification: 2012-09-12						

Dernière modification: 2012-09-12

Tab.4-18: MLP300A, MLP300B - Caractéristiques techniques

Caractéristiques techniques IndraDyn L

4.8.2 Courbes caractéristiques du moteur, tailles MLP300A, MLP300B

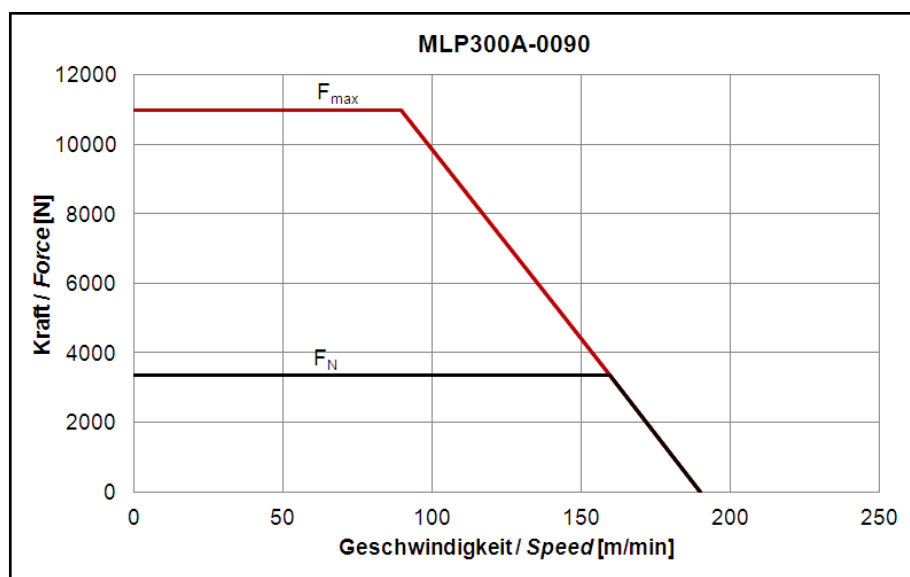


Fig.4-52: Courbe caractéristique du moteur MLP300A-0090

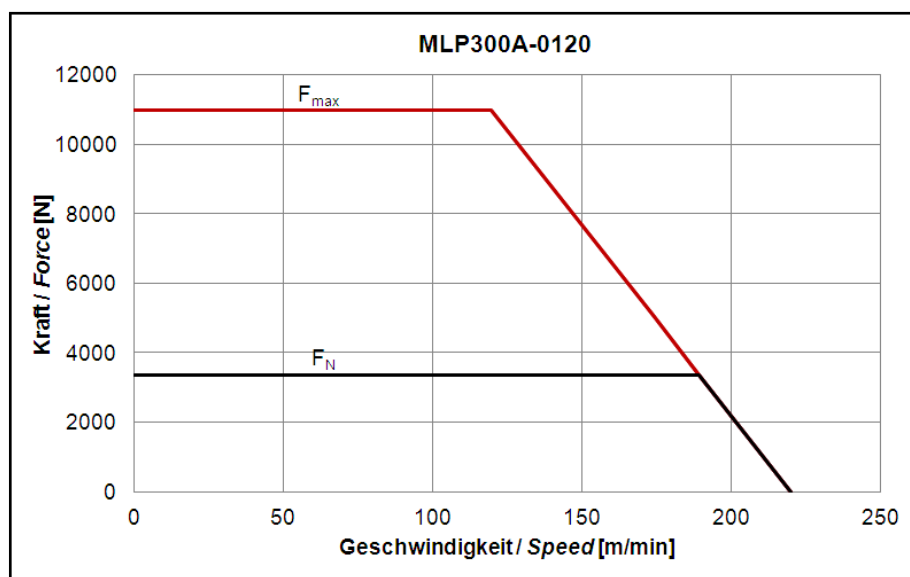


Fig.4-53: Courbe caractéristique du moteur MLP300A-0120

Caractéristiques techniques IndraDyn L

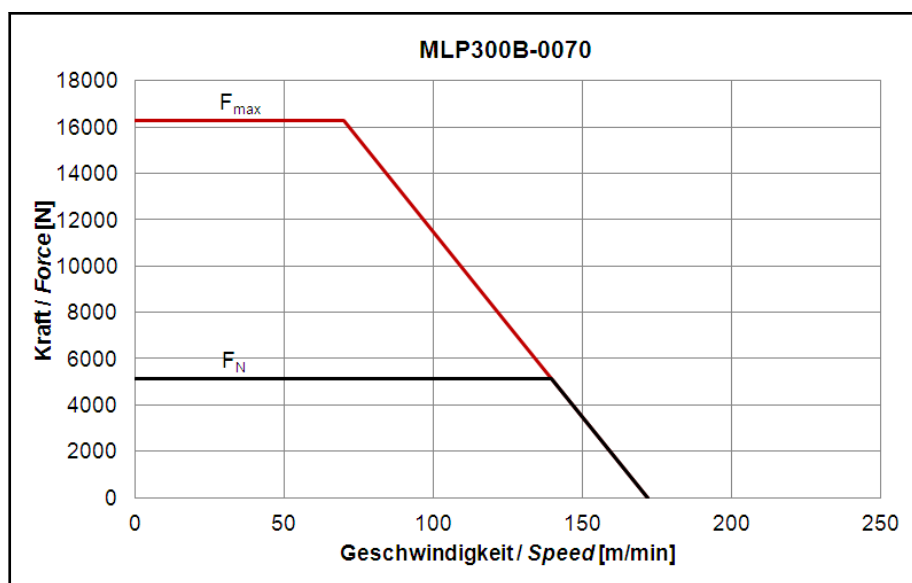


Fig. 4-54: Courbe caractéristique du moteur MLP300B-0070

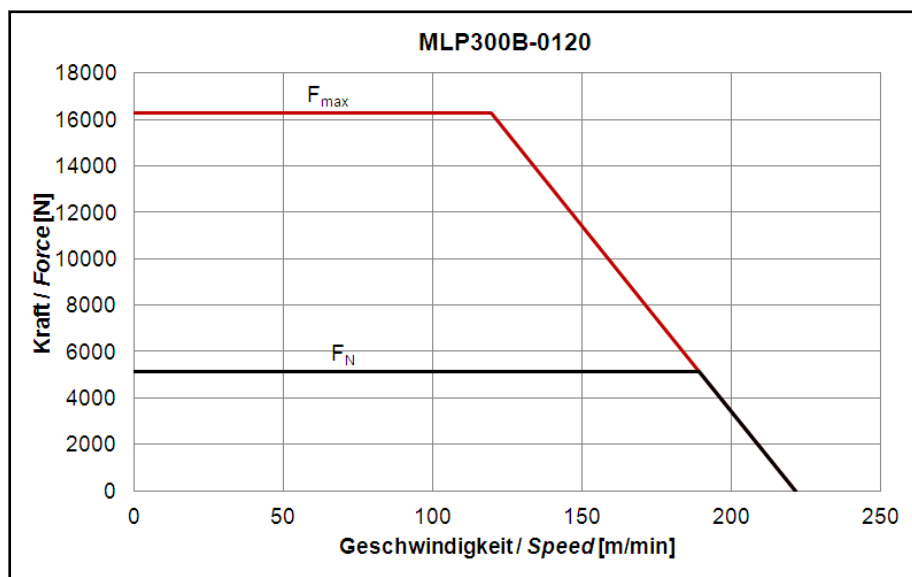


Fig. 4-55: Courbe caractéristique du moteur MLP300B-0120

Caractéristiques techniques IndraDyn L

4.8.3 Données MLP300C

Caractéristique	Symbole	Unité	MLP300		
Longueur			C		
Bobinage			0060	0090	0120
Force maximale	$F_{\max}$	N	21500,0		
Force nominale constante	F_N	N	6720,0		
Courant maximal	$I_{\max(\text{eff})}$	A	143,1	205,0	300,0
Courant assigné	I_N	A	29,6	35,8	45,2
Vitesse maximale pour $F_{\max}$	$v_{F_{\max}}$	m/min	60	90	120
Vitesse nominale	v_N	m/min	110	150	180
Constante de force	K_{FN}	N/A	226,90	187,90	148,90
Constante de tension	K_{EMK}	Vs/m	130,9	108,4	85,9
Résistance du bobinage à 20 °C	R_{12}	Ohm	2,4	1,56	1,02
Inductance du bobinage	L_{12}	mH	11,4	7,6	4,9
Section du fil de puissance	A	mm ²	4,0	6,0	10,0
Distance polaire	t_p	mm	37,5		
Force d'attraction	F_{ATT}	N	30700,0		
Constante de temps thermique	T_{th}	min	2,4		
Poids de la partie primaire avec enveloppe thermique	m_{PT}	kg	74,9		
Données du refroidissement par liquide					
Puissance dissipée à éliminer	P_V	W	3200		
Débit de liquide de refroidissement nécessaire pour P_V	$Q_{\min}$	l/min	4,6		
Chute de pression pour $Q_{\min}$	Δp	bar	2,8		
Constante pour la détermination de la chute de pression avec enveloppe thermique	$K_{\Delta p}$	--	74,9		
Pression d'entrée maximale admissible	$p_{\max}$	bar	10,0		

Dernière modification: 2012-09-12

Tab.4-19: MLP300C - Caractéristiques techniques

4.8.4 Courbes caractéristiques du moteur MLP300C

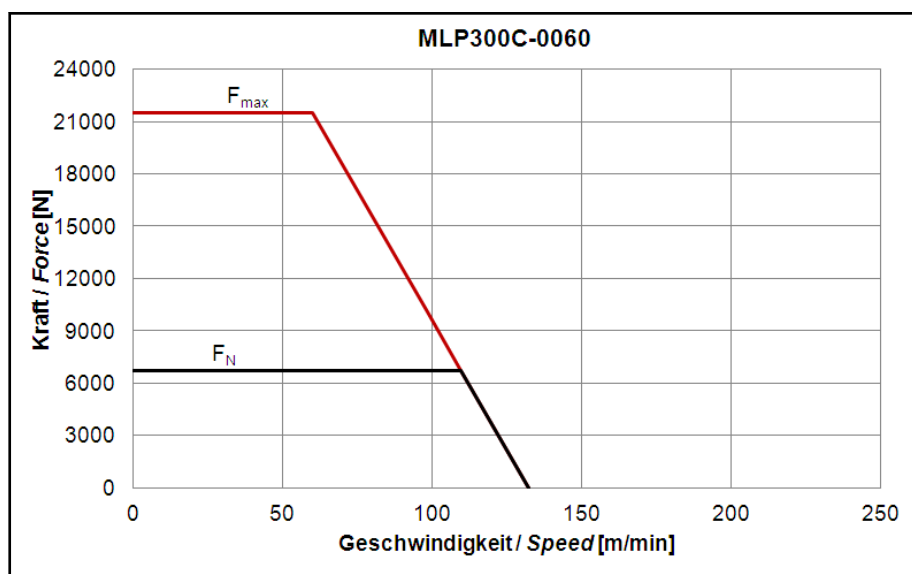


Fig.4-56: Courbe caractéristique du moteur MLP300C-0060

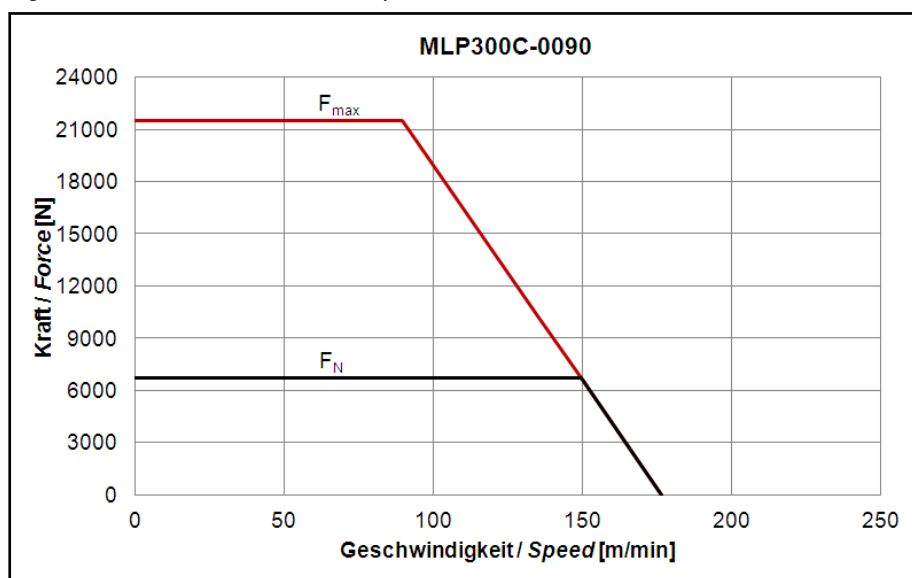


Fig.4-57: Courbe caractéristique du moteur MLP300C-0090

Caractéristiques techniques IndraDyn L

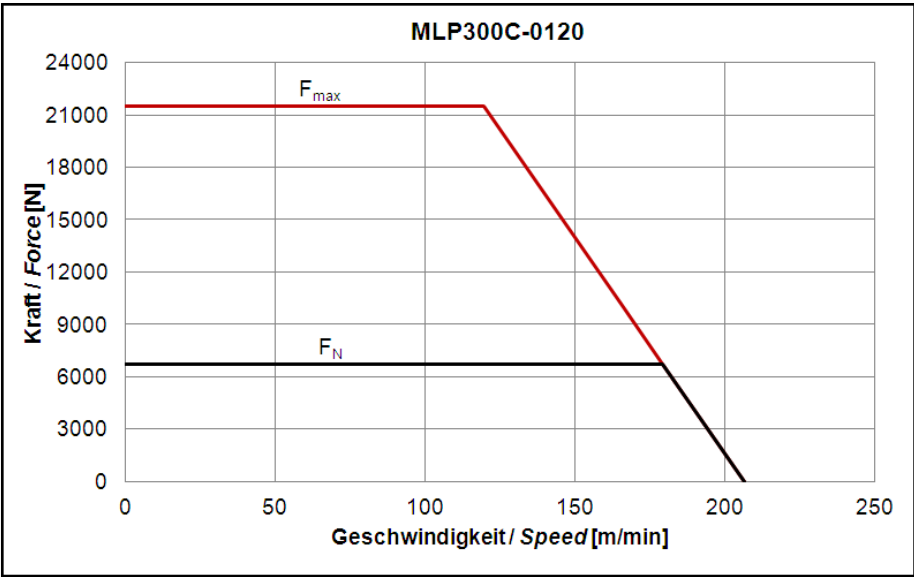


Fig.4-58: Courbe caractéristique du moteur MLP300C-0120

4.8.5 Données MLS300

Désignation	Symbole	Unité	MLS300S-3A-0150-HNNN	MLS300S-3A-0450-HNNN	MLS300S-3A-0600-HNNN
Poids de la partie secondaire	m _s	kg	10,5	31,5	42,0
Dernière modification: 2008-10-29					

Tab.4-20: MLS300 - Caractéristiques techniques

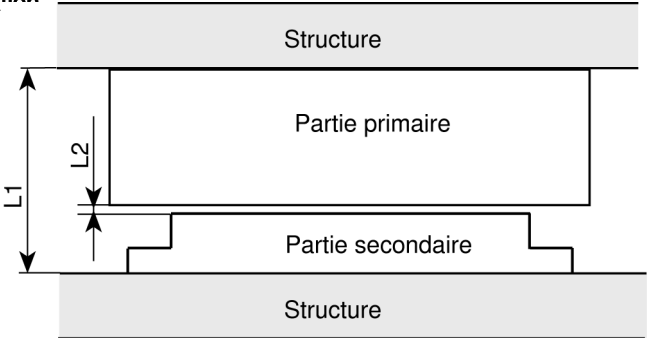
5 Cotes, cotes de montage et tolérances de montage

5.1 Tolérances de montage

Afin d'assurer une force constante dans toute la zone de déplacement, une hauteur d'entrefer définie doit être garantie. À cet effet, des tolérances correspondantes sont applicables aux pièces détachées du moteur (parties primaire et secondaire). Sur toute la course de déplacement, la distance de la surface de montage ainsi que le parallélisme et la symétrie des parties primaire et secondaire du moteur linéaire dans la machine doivent respecter une tolérance déterminée. Dans ce cadre, il faut tenir compte de déformations éventuelles résultant du poids, des forces d'attraction et des forces du processus. En cas d'un écart par rapport à l'entrefer nominal spécifié, il y a

- une réduction et/ou modification des données de performance spécifiées
- éventuellement un contact entre la partie primaire et la partie secondaire et, par conséquent, un endommagement ou une destruction de composants moteur

Pour l'installation des moteurs dans la structure de la machine, Bosch Rexroth détermine une hauteur d'installation définie avec des tolérances (voir la cote de montage L1 dans la fig. 5-1). Cela garantit automatiquement le respect de l'entrefer avec les cotes et tolérances définies - également en cas de remplacement de composants moteur individuels.

Hauteur d'installation 				
Taille Partie primaire	Modèle Partie primaire	Modèle Partie secondaire	Hauteur d'installation L1	Entrefer mesurable L2
40 ... 200	Enveloppe standard	MLSxxxS-*	61,4 ^{+0,1}	1,0 ^{+0,55} _{-0,4}
300	Enveloppe standard		72,5 ^{+0,1}	1,2 ^{+0,55} _{-0,4}
040 ... 200	Enveloppe thermique		73,9 ^{+0,1}	1,0 ^{+0,55} _{-0,4}
300	Enveloppe thermique		87,0 ^{+0,1}	1,2 ^{+0,55} _{-0,4}

Tab.5-1: Cotes de montage et tolérances



L'utilisateur est tenu de respecter strictement la hauteur d'installation spécifiée et les tolérances correspondantes.

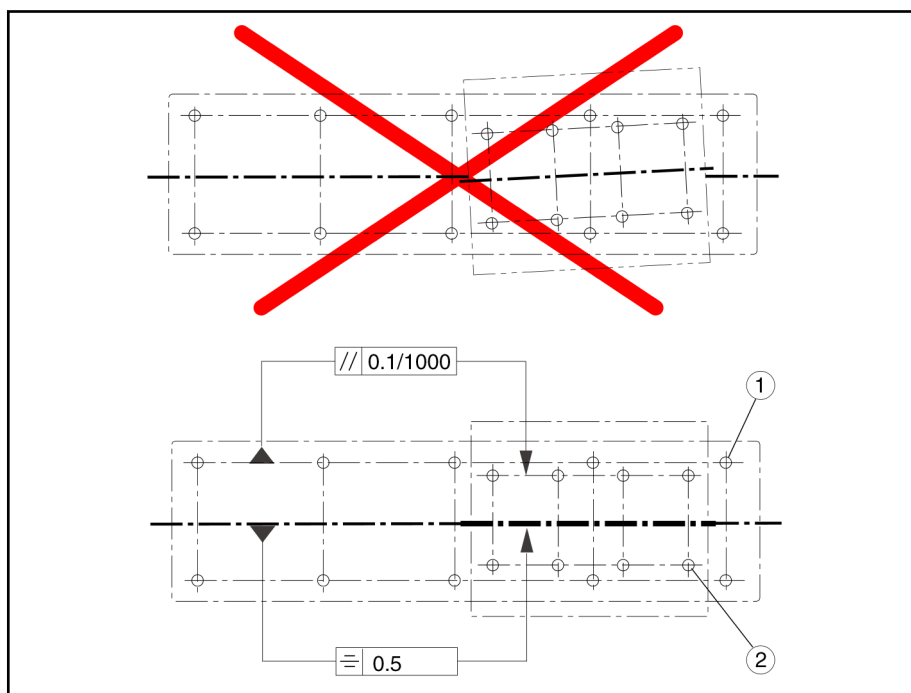
Cotes, cotes de montage et tolérances de montage

Parallélisme et symétrie de parties de la machine

Avant de pouvoir monter les parties primaire et secondaire, il faut aligner les parties de la machine les unes par rapport aux autres. Notamment le chariot de la machine doit être placé dans une position définie par rapport au bâti de machine. Lors de l'alignement, il faut respecter, en sus des cotes de montage, encore d'autres tolérances concernant le parallélisme et la symétrie selon la [fig. 5-1](#).

La condition préalable au respect des tolérances est le strict respect des cotes selon le dessin coté respectif lors de la réalisation des trous de fixation pour la partie primaire et des trous filetés pour la partie secondaire dans la machine.

Une fois cela assuré, les lignes médianes des trous de fixation et trous filetés réalisés peuvent servir de référence pour l'alignement des parties.



① Gabarit de perçage (filets de fixation) pour la partie secondaire

② Gabarit de perçage (trous de fixation) pour la partie primaire

Fig.5-1: Parallélisme et symétrie entre les trous de fixation pour la partie primaire et les filets de fixation pour la partie secondaire

Le respect des tolérances de parallélisme et de symétrie spécifiées doit être assuré sur toute la course de déplacement lors du déplacement de la partie primaire et/ou de la partie secondaire.

Pour plus de consignes relatives au montage des parties primaire et secondaire, voir [chap. 12 "Montage"](#) à la page 233.

Cotes, cotes de montage et tolérances de montage

5.2 Dessins cotés pour la taille 040

5.2.1 Partie primaire MLP040 avec enveloppe standard

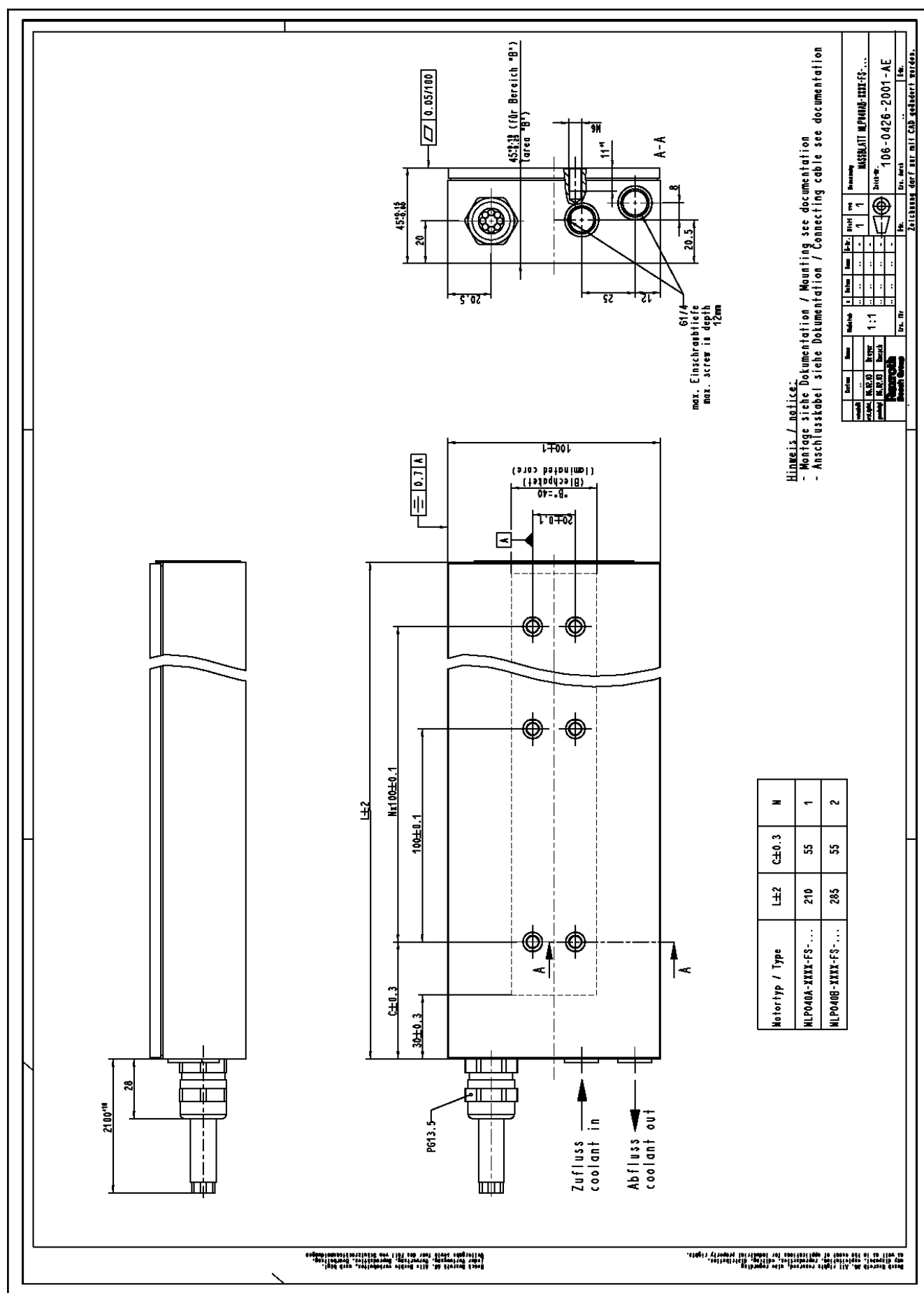


Fig.5-2: *Partie primaire MLP040 avec enveloppe standard*

5.2.3 Partie secondaire MLS040

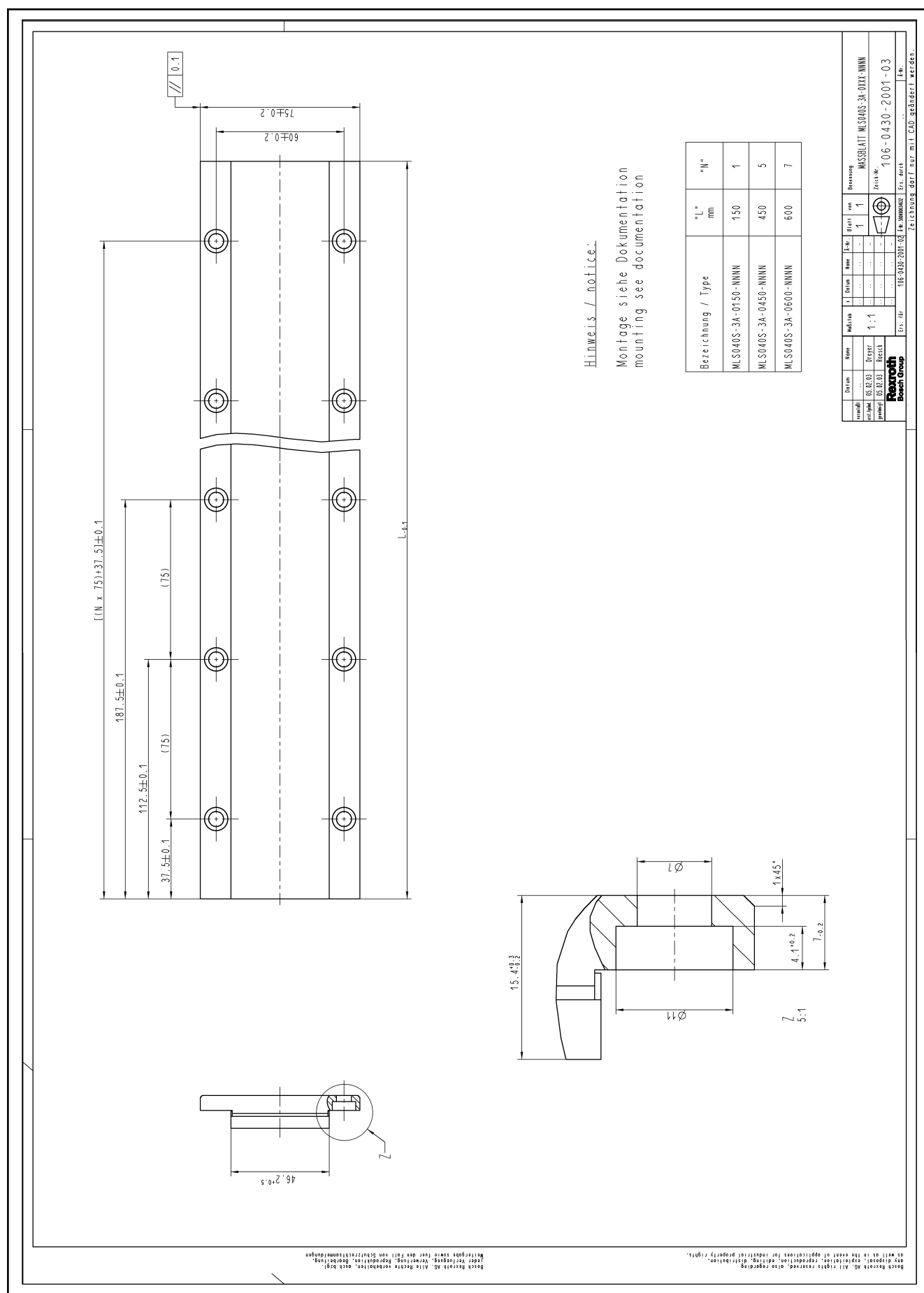


Fig.5-4: Partie secondaire MLS040

Fig.5-6: Partie primaire MLP070 avec enveloppe thermique

Cotes, cotes de montage et tolérances de montage

5.4 Dessins cotés pour la taille 100

5.4.1 Partie primaire MLP100 avec enveloppe standard

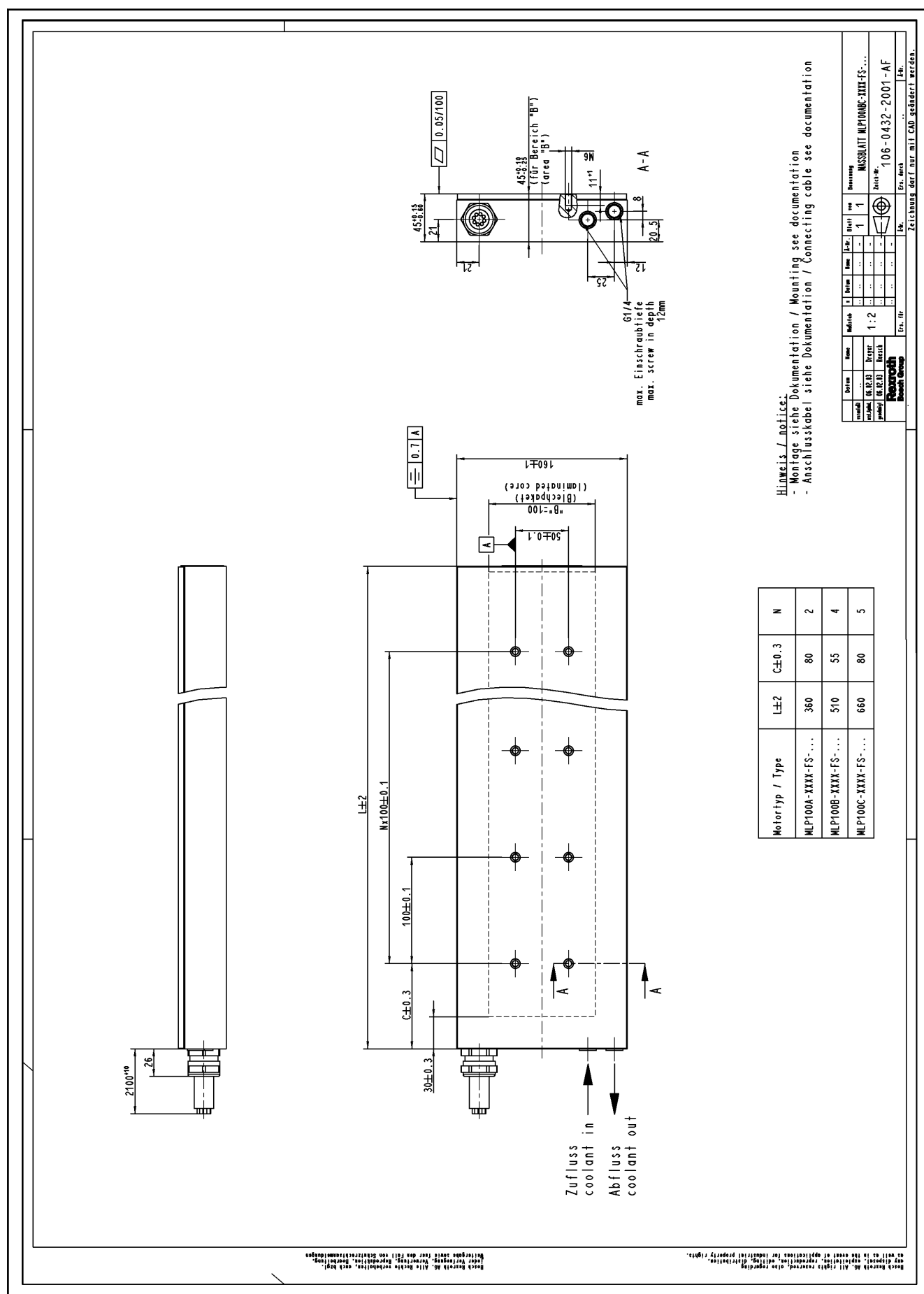


Fig.5-8: *Partie primaire MLP100 avec enveloppe standard*

Cotes, cotes de montage et tolérances de montage

5.4.2 Partie primaire MLP100 avec enveloppe thermique

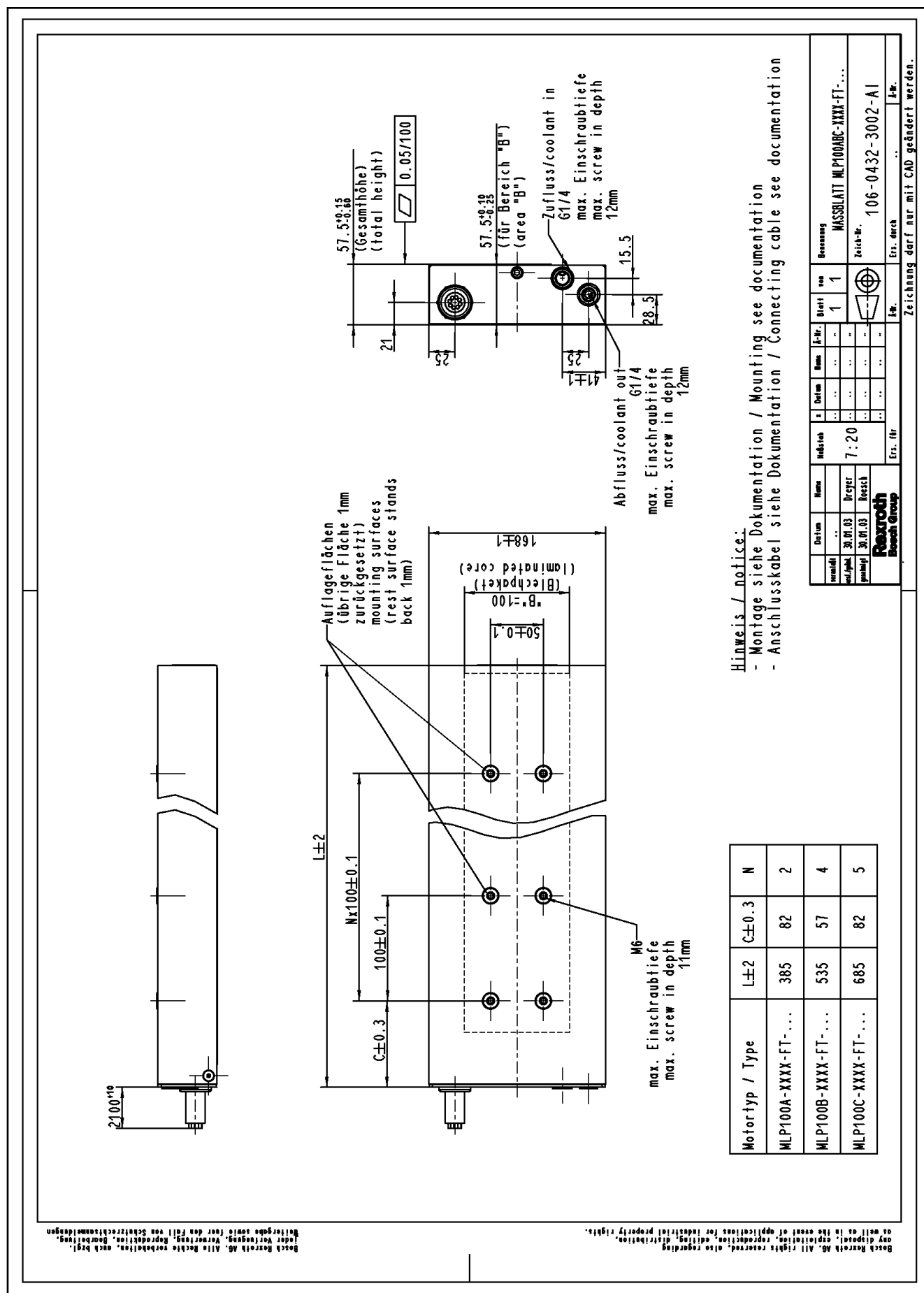


Fig.5-10: Partie secondaire MLS100

Fig.5-12: Partie primaire MLP140 avec enveloppe thermique

Cotes, cotes de montage et tolérances de montage

5.5.3 Partie secondaire MLS140

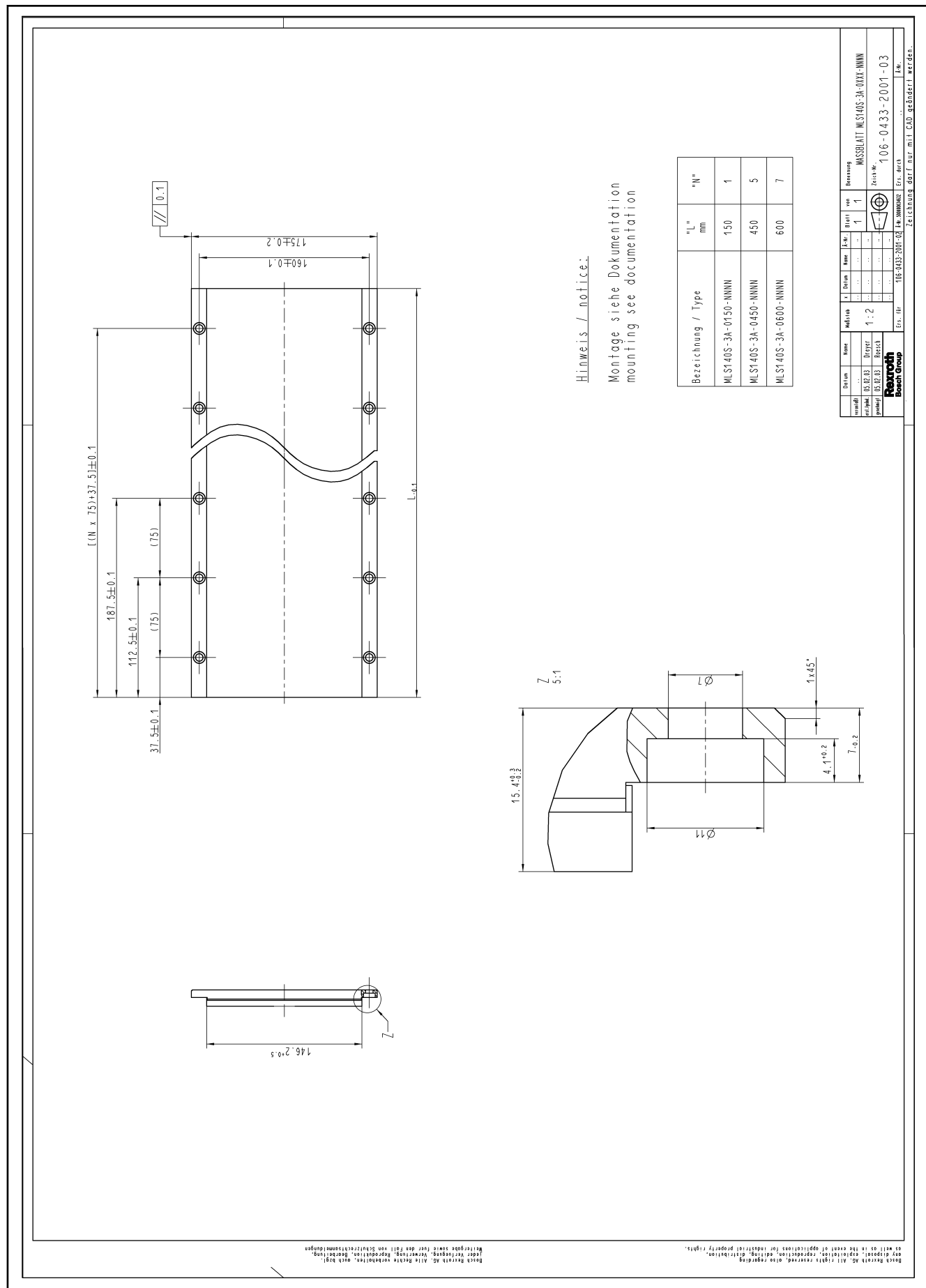


Fig.5-13: Partie secondaire MLS140

Cotes, cotes de montage et tolérances de montage

5.6 Dessins cotés pour la taille 200

5.6.1 Partie primaire MLP200 avec enveloppe standard

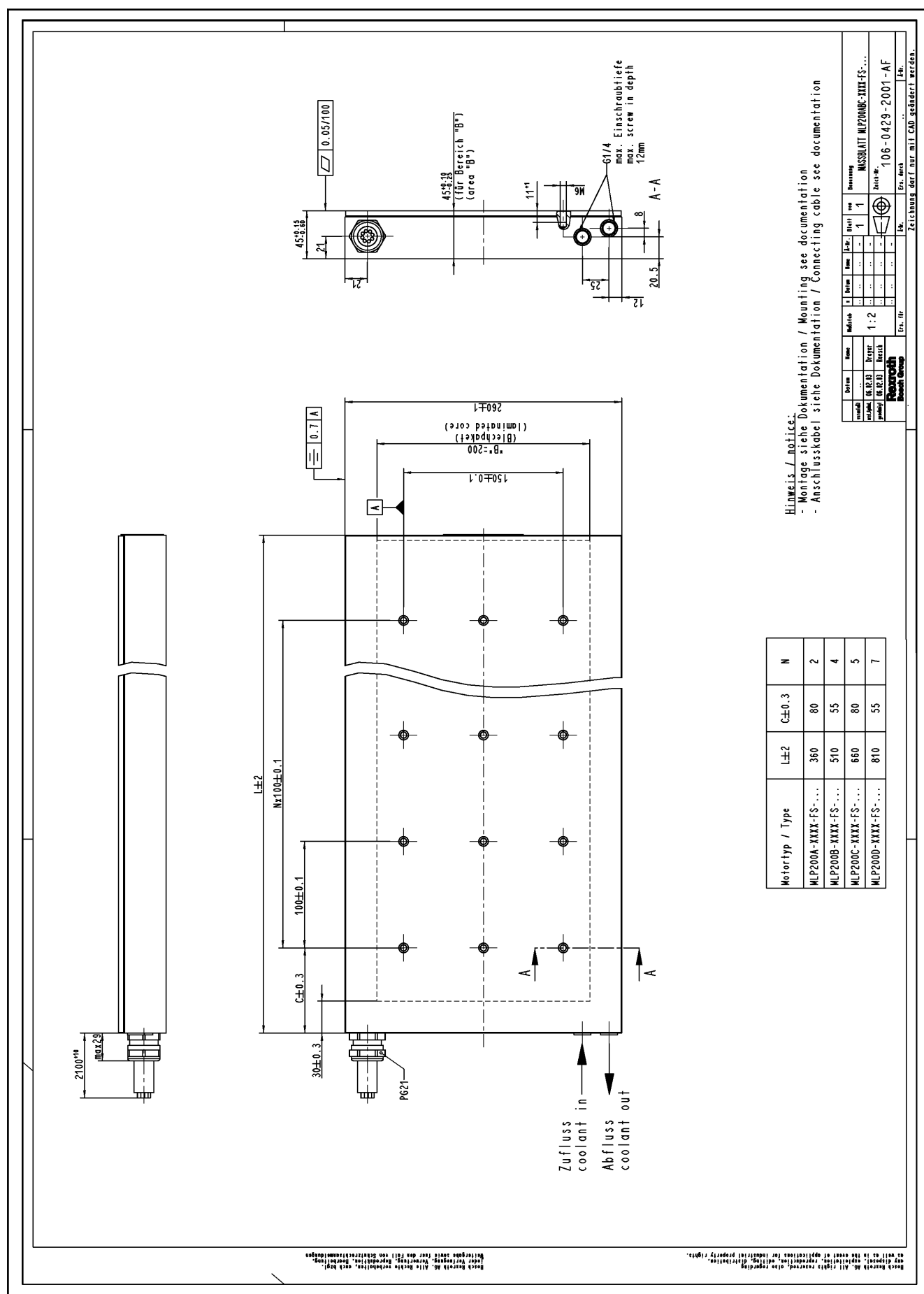


Fig.5-14: Partie primaire MLP200 avec enveloppe standard

Cotes, cotes de montage et tolérances de montage

5.6.2 Partie primaire MLP200 avec enveloppe thermique

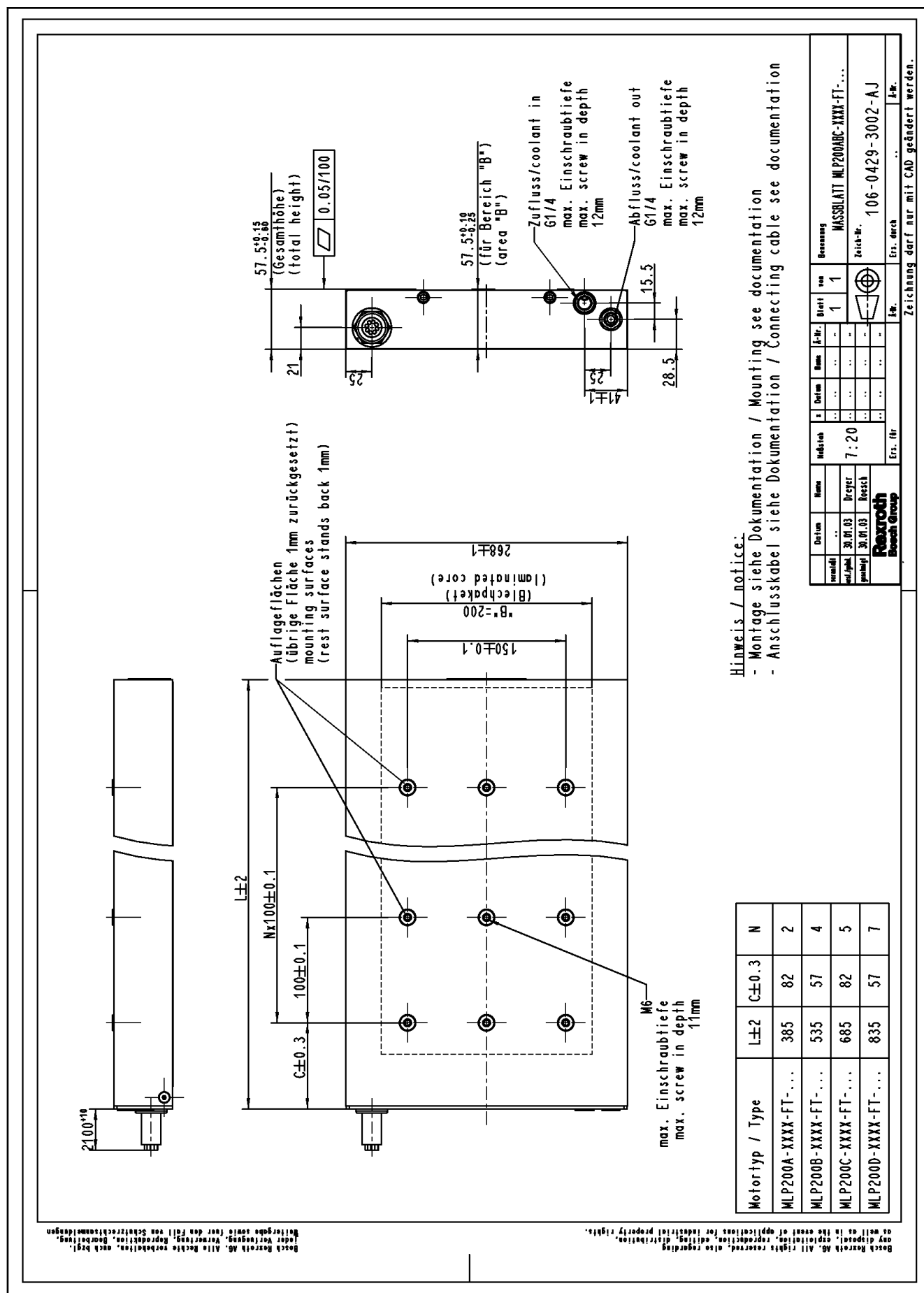


Fig.5-15: *Partie primaire MLP200 avec enveloppe thermique*

Fig.5-16: Partie secondaire MLS200

Cotes, cotes de montage et tolérances de montage

5.7 Dessins cotés pour la taille 300

5.7.1 Partie primaire MLP300 avec enveloppe thermique

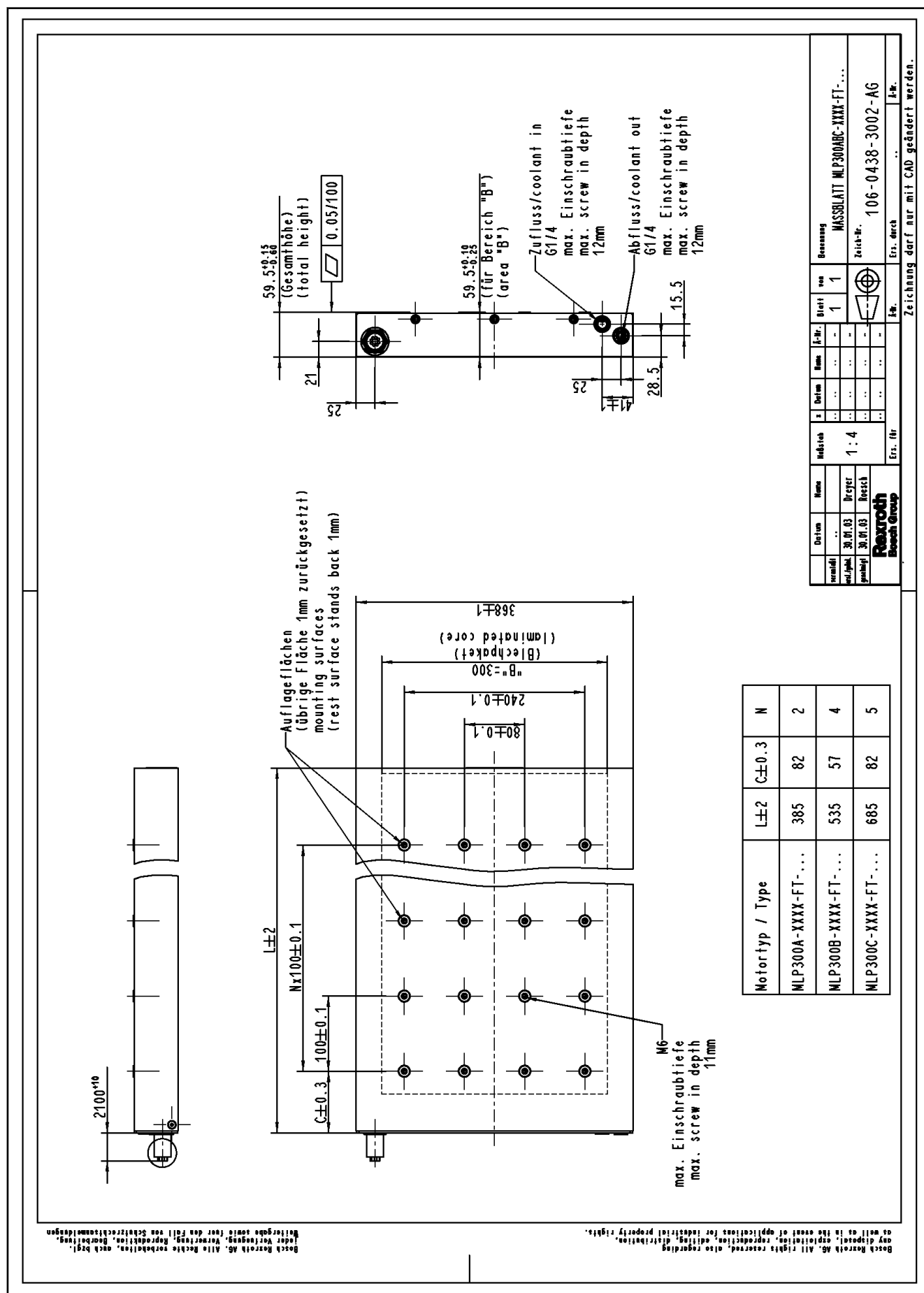
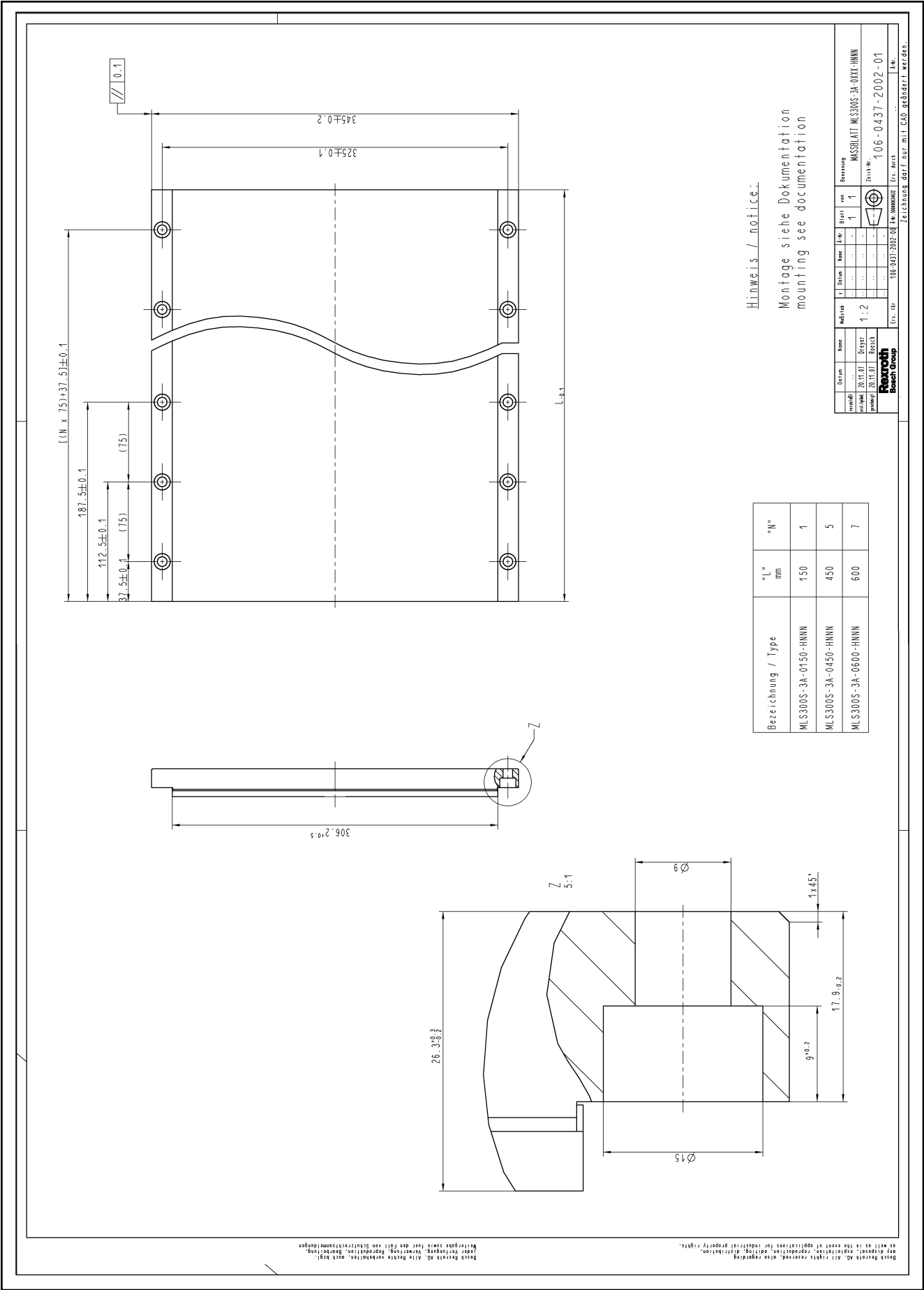


Fig.5-17: Partie primaire MLP300 avec enveloppe thermique

Cotes, cotes de montage et tolérances de montage

5.7.2 Partie secondaire MLS300



Hinweis / notice:
Montage siehe Dokumentation
mounting see documentation

Bezeichnung / Type	"L" mm	"N"
MLS300S-3A-0150-HNN	150	1
MLS300S-3A-0450-HNN	450	5
MLS300S-3A-0600-HNN	600	7

Doc. No.	Rev.	Author	Check	Draw	Rev.	Doc. No.	Rev.	Author	Check	Draw
106-0437-2002-01	1	106-0437-2002-01	106-0437-2002-01	106-0437-2002-01	1	106-0437-2002-01	1	106-0437-2002-01	106-0437-2002-01	1

Zeichnung darf nur mit CAD geändert werden.

6 Codification IndraDyn L

6.1 Introduction

6.1.1 Généralités

La codification décrit les variantes moteur livrables et constitue la base pour la sélection et la commande des produits de Bosch Rexroth. Cela est applicable tant aux produits neufs qu'aux pièces de rechange et réparations.

IndraDyn L est la désignation de produit globale pour les moteurs linéaires synchrones. Cette désignation décrit le système complet composé des parties primaire et secondaire. Étant donné que les moteurs linéaires sont des moteurs modulaires, il y a une désignation abrégée supplémentaire pour les parties primaire et secondaire qui est définie clairement:

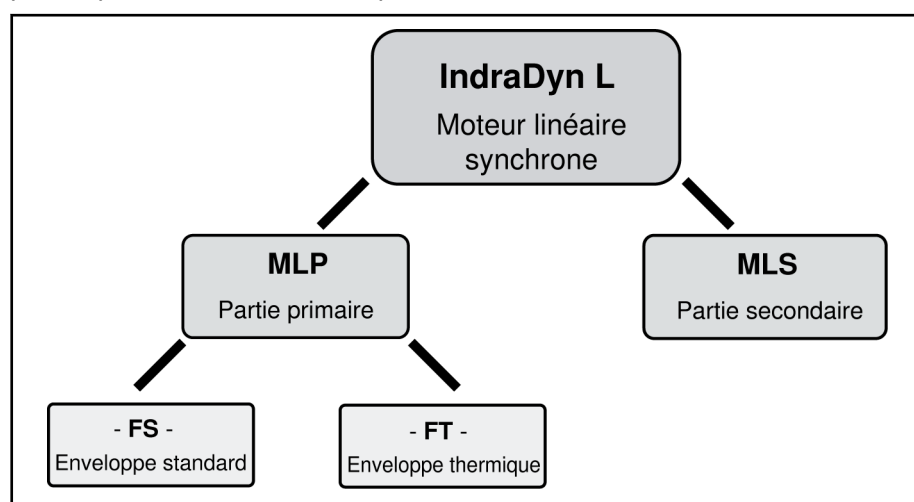


Fig. 6-1: Désignations abrégées IndraDyn L

Dans les deux figures ci-après, la codification des parties primaire et secondaire permettant une définition exacte des composants individuels (p.ex. dans le cadre de commandes) est présentée à l'aide d'un moteur exemplaire.

Les descriptions correspondantes fournissent un aperçu des différents éléments des codifications ("colonne de texte abrégé") et expliquent leur signification.



Lors de la sélection des produits, toujours observer les indications détaillées au chapitre 4 Caractéristiques techniques et au chapitre 9 Consignes d'application.

Codification IndraDyn L

6.1.2 Codification de la partie primaire MLP
Généralités

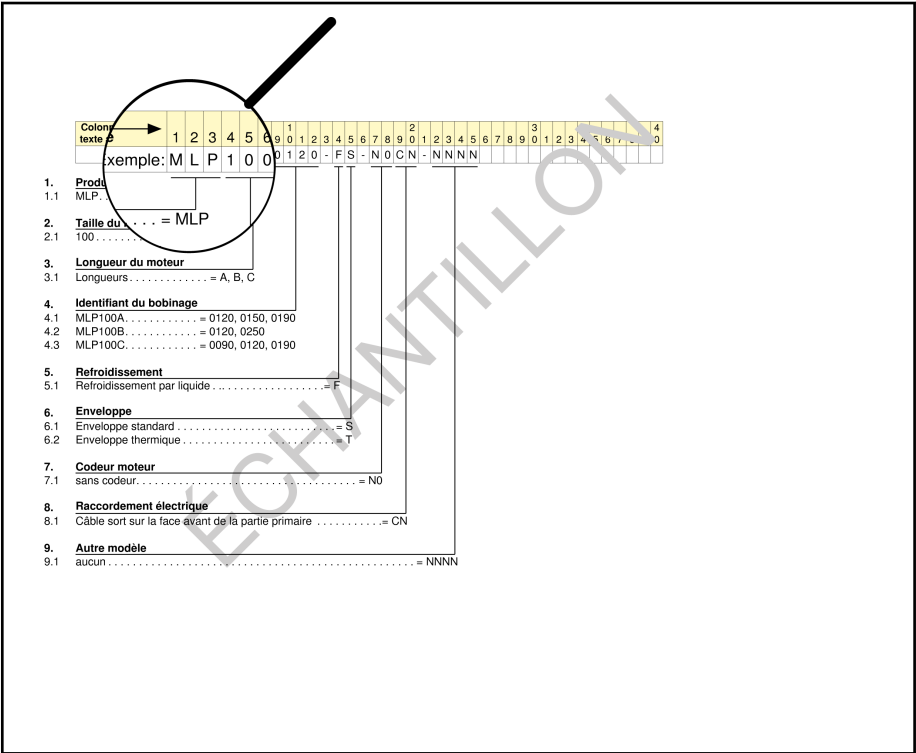


Fig.6-2: Exemple - Codification de la partie primaire MLP100

Composant MLP

Colonne de texte abrégé 1 2 3

MLP est la désignation du composant qu'est la partie primaire d'un moteur IndraDyn L.

Taille du moteur

Colonne de texte abrégé 4 5 6

La taille du moteur est déduite de la largeur active de l'aimant de la partie secondaire et elle représente les différentes catégories de puissance.

Longueur du moteur

Colonne de texte abrégé 7

Au sein d'une série, la longueur croissante des moteurs est indiquée par des lettres d'identification par ordre alphabétique.
Les longueurs sont p.ex. **A**, **B** ou **C**.

Identifiant du bobinage

Colonne de texte abrégé 9 10 11 12

Les chiffres de l'identifiant du bobinage décrivent en même temps en m/min la vitesse maximale F_{max} qui peut être atteinte.

Refroidissement

Colonne de texte abrégé 14

Les parties primaires des moteurs IndraDyn L sont équipées généralement pour l'exploitation avec **refroidissement par liquide** et ne sont par conséquent disponibles qu'avec le type de refroidissement qu'est le refroidissement par liquide.

Enveloppe

- Colonne de texte abrégé 15
- **S = enveloppe standard:** enveloppe en acier inox avec un système de refroidissement par liquide intégré dans le dos du moteur pour éliminer la chaleur dissipée.
 - **T = enveloppe thermique:** enveloppe en acier inox avec système de refroidissement par liquide supplémentaire sur le dos du moteur et déflecteurs de chaleur en tôle pour l'isolation thermique optimale par rapport à la structure de la machine.

Codeur moteur

- Colonne de texte abrégé 17 18
- Le système de mesure de longueur nécessaire ne fait pas partie de la fourniture de Bosch Rexroth et doit être mis à disposition et installé par le fabricant de la machine lui-même.

Raccordement électrique

- Colonne de texte abrégé 19 20
- Les parties primaires de moteurs linéaires synchrones IndraDyn L sont équipées d'un câble de raccordement hautement flexible et complètement blindé. Ce câble de raccordement sort sur la face avant de la partie primaire et est connecté inséparablement avec celle-ci.

Autres modèles

- Colonne de texte abrégé 22 23 24 25
- Ces zones ne sont pas occupées.

6.1.3 Codification de la partie secondaire MLS

Généralités

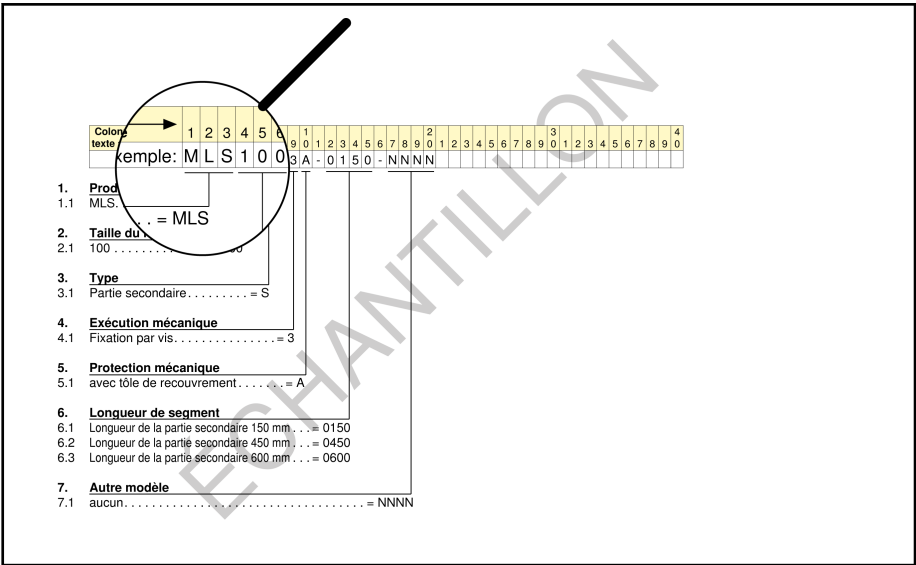


Fig. 6-3: Exemple - Codification de la partie secondaire MLS100

Composant MLS

- Colonne de texte abrégé 1 2 3
- MLS** est la désignation du composant qu'est la partie secondaire d'un moteur IndraDyn L.

Taille du moteur

- Colonne de texte abrégé 4 5 6
- La taille du moteur est déduite de la largeur active de l'aimant de la partie secondaire et elle représente les différentes catégories de puissance.

Codification IndraDyn L

Type

Colonne de texte abrégé 7 S = partie secondaire

Exécution mécanique

Colonne de texte abrégé 9 Le chiffre 3 représente la fixation de la partie secondaire avec des vis à l'aide de trous de fixation le long du bord extérieur de la partie secondaire.

Protection mécanique

Colonne de texte abrégé 10 Afin d'assurer une fiabilité de fonctionnement optimale, les aimants permanents de la partie secondaire sont protégés généralement par une tôle de recouvrement inoxydable intégrée contre la corrosion, l'influence d'effets extérieurs (p.ex. lubrifiants de refroidissement et huiles) et les dommages mécaniques.

Longueur de segment

Colonne de texte abrégé 12 13 14 15 Les parties secondaires ou segments de partie secondaire sont disponibles dans les longueurs suivantes:

- 150 mm
- 450 mm
- 600 mm

Autres modèles

Colonne de texte abrégé 17 18 19 20

NNNN = Ces zones ne sont pas affectées.

HNNN = Support de base renforcé (uniquement pour MLS300)

☐ A Partie secondaire MLS
☐ B Partie primaire MLP (en fonction du modèle - enveloppe standard ou enveloppe thermique)
☐ C Raccordement électrique
☐ D Vissage (d'en haut)

Fig.6-4: Codification de la partie primaire MLP040

Codification IndraDyn L

[illegible]

6.3 Codification IndraDyn L Taille 070

Colonne de texte abrégé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0		
Exemple:	M	L	P	0	7	0	A	-	0	3	0	-	F	T	-	N	0	C	N	-	N	N	N	N																		

1. **Produit**

1.1 MLP. = MLP

2. **Taille du moteur**

2.1 070 = 070

3. **Longueur du moteur**

3.1 Longueurs. = A, B, C

4. **Identifiant du bobinage**

4.1 MLP070A = 0150, 0220, 0300

4.2 MLP070B = 0100, 0120, 0150, 0250, 0300

4.3 MLP070C = 0030, 0120, 0150, 0240, 0300

5. **Refroidissement**

5.1 Refroidissement par liquide = F

6. **Enveloppe**

6.1 Enveloppe standard = S

6.2 Enveloppe thermique = T

7. **Codeur moteur**

7.1 sans codeur. = NO

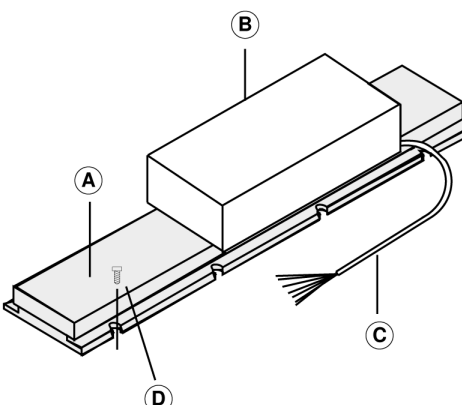
8. **Raccordement électrique**

8.1 Câble sort sur la face avant de la partie primaire = CN

9. **Autre modèle**

9.1 aucun = NNNN

Représentation exemplaire: MLP070



A

Partie secondaire MLS

B

Partie primaire MLP (en fonction du modèle - enveloppe standard ou enveloppe thermique)

C

Raccordement électrique

D

Vissage (d'en haut)

Fig. 6-6: Codification de la partie primaire MLP070

ZN-40017-070_NOR_N_FR_2012-02-03

Codification IndraDyn L

Colonne de texte abrégé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	4
Exemple:	M	L	S	0	7	0	S	-	3	A	-	0	1	5	0	-	N	N	N	N																			

1. **Produit**

1.1 MLS = MLS

2. **Taille du moteur**

2.1 070 = 070

3. **Type**

3.1 Partie secondaire..... = S

4. **Exécution mécanique**

4.1 Fixation par vis = 3

5. **Protection mécanique**

5.1 avec tôle de recouvrement = A

6. **Longueur de segment**

6.1 Longueur de la partie secondaire 150 mm ... = 0150

6.2 Longueur de la partie secondaire 450 mm ... = 0450

6.3 Longueur de la partie secondaire 600 mm ... = 0600

7. **Autre modèle**

7.1 aucun..... = NNNN

Représentation exemplaire: MLS070

① Partie secondaire MLS

② Partie primaire MLP (selon le modèle - enveloppe standard ou enveloppe thermique)

③ Connexion de puissance

④ Vissage (d'en haut)

Fig. 6-7: Codification de la partie secondaire MLS070

Fig.6-8: Codification de la partie primaire MLP100

Codification IndraDyn L

Colonne de
texte abrégé

123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890

Exemple: M L S 1 0 0 S - 3 A - 0 1 5 0 - N N N N

1. Produit

1.1 MLS. = MLS

2. Taille du moteur

2.1 100 = 100

3. Type

3.1 Partie secondaire = S

4. Exécution mécanique

4.1 Fixation par vis = 3

5. Protection mécanique

5.1 avec tôle de recouvrement = A

6. Longueur de segment

6.1 Longueur de la partie secondaire 150 mm ... = 0150

6.2 Longueur de la partie secondaire 450 mm ... = 0450

6.3 Longueur de la partie secondaire 600 mm ... = 0600

7. Autre modèle

7.1 aucun. = NNNN

Représentation exemplaire: MLS100

①

Partie secondaire MLS

②

Partie primaire MLP (en fonction du modèle - enveloppe standard ou enveloppe thermique)

③

connexion de puissance

④

Vissage (d'en haut)

Fig.6-9: Codification de la partie secondaire MLS100

Fig.6-10: Codification de la partie primaire MLP140

ZN-40017-140_NOR_N_FR_2012-01-13

ZN-40017-200 NOR N FR 2011-12-22

Fig.6-12: Codification de la partie primaire MLP200

Codification IndraDyn L

[illegible]

1. Produit

1.1 $MLS \dots \dots = MLS$

2. Taille du moteur

2.1 $200 \dots\dots\dots = 200$

3. Type

3.1 Partie secondaire = S

4. Exécution mécanique

4.1	Fixation par vis.	= 3
-----	---------------------------	-----

5. Protection mécanique

5.1	avec tôle de recouvrement = A
-----	---

6. Longueur de segment

6.1 Longueur de la partie secondaire 150 mm . . . = 0150

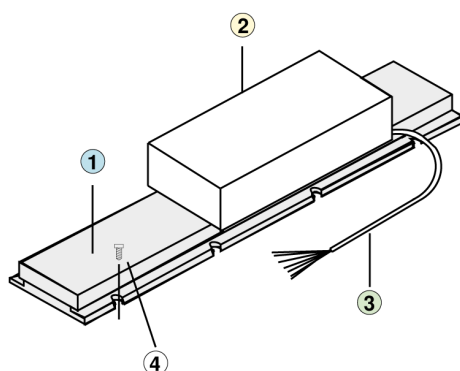
6.2 Longueur de la partie secondaire 450 mm . . . = 0450

6.3 Longueur de la partie secondaire 600 mm . . . = 0600

7. Autre modèle

7.1 aucun..... = NNNN

Représentation exemplaire: MLS200



- ① Partie secondaire MLS
- ② Partie primaire MLP (en fonction du modèle - enveloppe standard ou enveloppe thermique)
- ③ connexion de puissance
- ④ Vissage (d'en haut)

Fig.6-13: Codification de la partie secondaire MLS200

☐ A Partie secondaire MLS
☐ B Partie primaire MLP (en fonction du modèle - enveloppe standard ou enveloppe thermique)
☐ C Raccordement électrique
☐ D Vissage (d'en haut)

Fig.6-14: Codification de la partie primaire MLP300

ZN-40017-300_NOR_N_FR_2012-08-10

Codification IndraDyn L

Colonne de texte abrégé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	4	0	
Exemple:	M	L	S	3	0	0	S	-	3	A	-	0	1	5	0	-	H	N	N	N																									

Produit
MLS. = MLS

Taille
300 = 300

Type
Partie secondaire = S

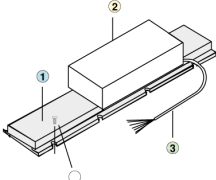
Exécution mécanique
Fixation par vis = 3

Protection mécanique
Avec tôle de recouvrement = A

Longueur de segment
Longueur de la partie secondaire 150 mm . . . = 0150
Longueur de la partie secondaire 450 mm . . . = 0450
Longueur de la partie secondaire 600 mm . . . = 0600

Autre modèle
Support de base renforcé = HNNN

Représentation exemplaire: MLS300



- ① Partie secondaire MLS
- ② Partie primaire MLP (en fonction du modèle - enveloppe standard ou enveloppe thermique)
- ③ Connexion de puissance
- Vissage (d'en haut)

Fig.6-15: Codification de la partie secondaire MLS300

7 Accessoires et options

7.1 Boîte de capteurs à effet Hall

7.1.1 Généralités

La boîte de capteurs à effet Hall SHL est un composant optionnel pour les systèmes d'entraînement avec systèmes de mesure incrémentaux et moteurs IndraDyn L de BOSCH REXROTH.

En cas d'utilisation d'un système de mesure de longueur incrémental, l'axe doit être commuté lors de chaque montée en phase de l'entraînement. Cela se fait à l'aide d'une procédure interne à l'entraînement. Ce n'est qu'après que le moteur peut développer de la force.



La boîte SHL détermine automatiquement la commutation pendant la montée en phase. L'activation de l'alimentation en puissance n'est pas nécessaire à cet effet.

Voici quelques applications exemplaires

- commutation de moteurs sur axes verticaux,
- commutation de moteurs qui, pour des raisons de sécurité, ne doivent pas bouger pendant le processus de commutation,
- agencements Gantry des moteurs.

La boîte SHL est fournie comme accessoire en option

- départ usine, comme accessoire du moteur IndraDyn L,
- comme pièce détachée pour l'équipement ultérieur d'installations existantes avec IndraDrive ou système d'entraînement ECODRIVE et moteur IndraDyn L.



Avec un micrologiciel correspondant, les variateurs de la série DIAX04 sont également compatibles avec la boîte de capteurs à effet Hall SHL.

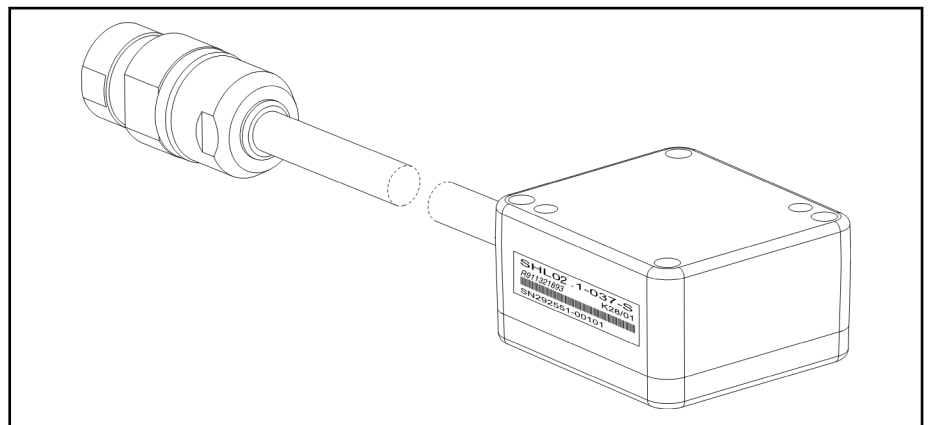
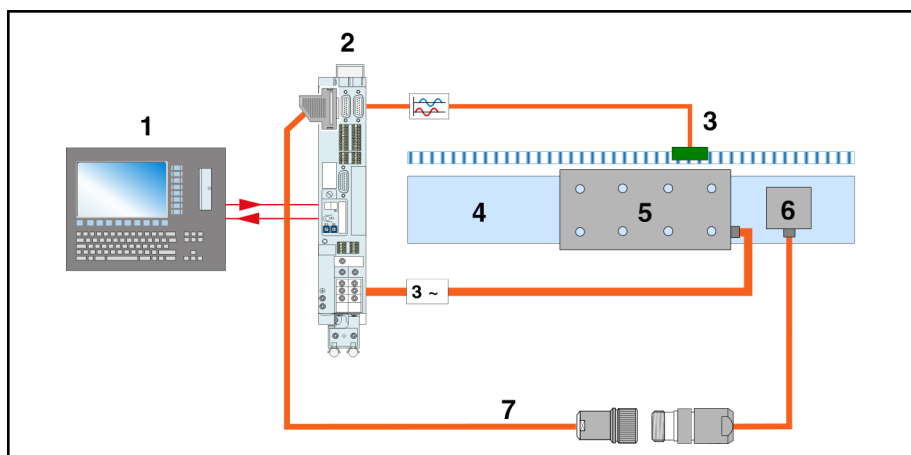


Fig.7-1: Accessoires pour la boîte de capteurs à effet Hall SHL

Accessoires et options

7.1.2 Structure schématique



- 1 Commande
- 2 Variateur
- 3 Règle linéaire
- 4 Partie secondaire
- 5 Partie primaire
- 6 Boîte de capteurs Hall avec câble

Fig. 7-2: Structure schématique IndraDyn L avec boîte de capteurs à effet Hall



Observer les consignes dans la documentation relative à la "boîte de capteurs à effet Hall SHL" qui fait partie de la description des fonctions

- Réf. art. R911306588 (allemand)
- Réf. art. R911292537 (anglais)

8 Raccordement électrique

8.1 Connexion de puissance

8.1.1 Câble de raccordement sur la partie primaire

Les parties primaires des moteurs IndraDyn L sont équipées d'un câble de raccordement hautement flexible et complètement blindé. Ce câble de raccordement est connecté inséparablement avec la partie primaire et a une longueur d'env. 2 mètres.

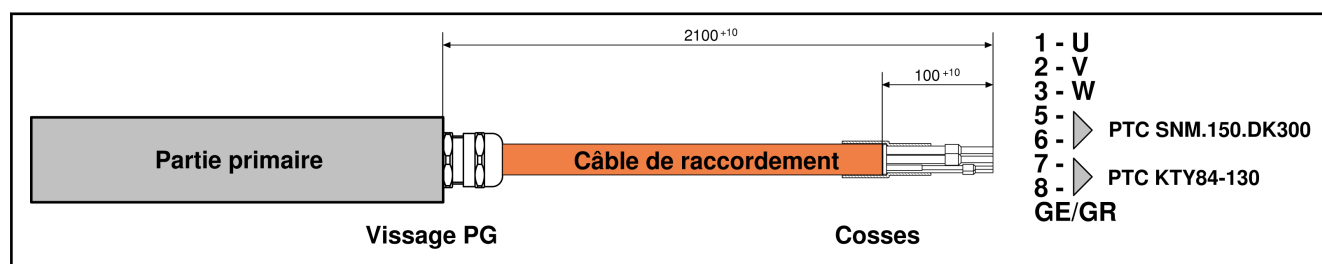


Fig. 8-1: Exécution du câble de raccordement sur la partie primaire MLP

Dans l'aperçu ci-après, les caractéristiques techniques des câbles de raccordement sont indiquées pour les différentes tailles.

Taille du moteur	Câble de raccordement	Section Fils de puissance	Section Fils de commande	Diamètre (D)	Rayon de courbure statique
MLP040x-xxxx	INK0653	1,0 mm²	0,75 mm²	12 mm	5 x D
MLP070x-xxxx	INK0603	4,0 mm²	1,0 ou 1,5 mm²	16,3 mm	
MLP100x-xxxx MLP140A-xxxx MLP140B-xxxx MLP140C-0050 MLP140C-0120 MLP140C-0170 MLP200A-xxxx MLP200B-xxxx MLP200C-0090 MLP200D-0060	INK0604	6,0 mm²		18,5 mm	
MLP140C-0350 MLP200C-0120 MLP200C-0170 MLP200D-0100 MLP200D-0120 MLP300x-xxxx	INK0605	10,0 mm²		22,2 mm	

Tab. 8-1: Câble de raccordement sur parties primaires MLP

Pose du câble de raccordement

Le câble de raccordement qui est installé inséparablement sur la partie primaire, a des extrémités de câble ouvertes qui sont dotées de cosses (voir [fig. 8-1](#)) et ne doit pas être exposé à une flexion dynamique. Par conséquent, le

Raccordement électrique

câble de raccordement ne doit pas être posé dans une chaîne porte-câbles mobile sur la partie primaire.

Il est recommandé de poser le câble de raccordement de manière fixe sur

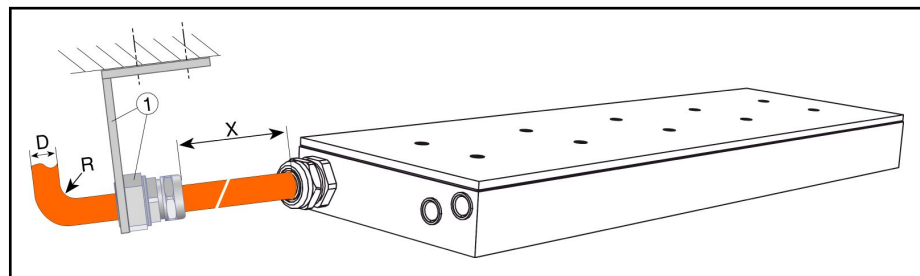
- une fiche mâle,
- un connecteur ou
- une boîte de connexions (ne peut pas être fournie par Rexroth)

. À partir de ce point de connexion, l'alimentation en puissance peut alors être établie avec un câble de puissance ultérieur qui est posé à travers la chaîne porte-câbles ou bien à travers la structure de la machine. À ce sujet, voir également la [fig. 8-7 à la page 114](#). Les câbles de puissance correspondants entièrement confectionnés sont disponibles chez Rexroth.

AVIS

Au niveau de la sortie de câble sur la partie primaire, éviter des sollicitations par la flexion, la traction et la pression, ainsi que tout mouvement permanent du câble de raccordement. Toute sollicitation de ce genre risque de causer des dommages irréparables (p.ex. rupture de câble) sur la partie primaire!

Ne pas poser le câble de raccordement dans une chaîne porte-câbles mobile. Si une pose fixe était impossible, le câble de raccordement doit être équipé d'une décharge de traction (voir [fig. 8-2](#)), afin de protéger le câble et la partie primaire contre des dommages irréparables (p.ex. rupture de câble).



Cote "x"	Distance minimum 10 mm
①	Décharge de traction du câble de raccordement sur la partie primaire MLP
D	Diamètre du câble de raccordement - voir fig. 8-1 à la page 109
R	Rayon de courbure admissible - voir fig. 8-1 à la page 109
Fig. 8-2:	Exemple d'une décharge de traction du câble de raccordement

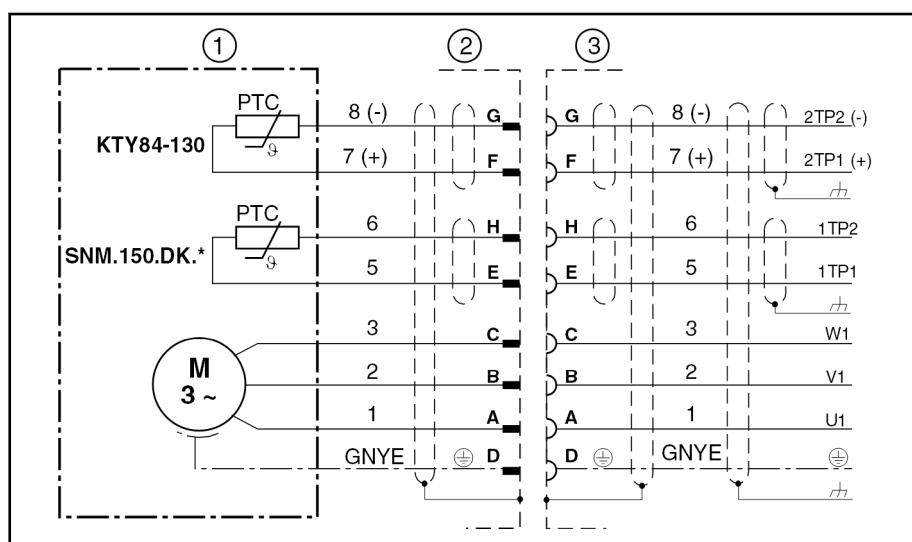


Le câble de raccordement est dimensionné pour le courant de type maximal d'une taille. Par conséquent, une section plus petite peut éventuellement être choisie pour le câble de puissance ultérieur.

8.1.2 Connexion de l'alimentation en puissance

Généralités

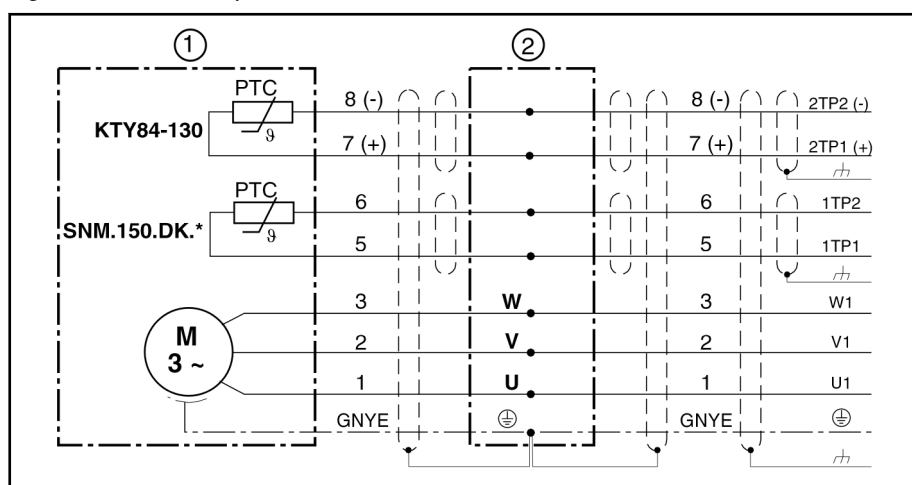
Connexion via fiche mâle et connecteur



- ① Partie primaire MLP
- ② Fiche mâle INS0486
- ③ Connecteur INS0481

Fig. 8-3: Exemple de connexion avec fiche mâle et connecteur

Connexion via boîte de connexions

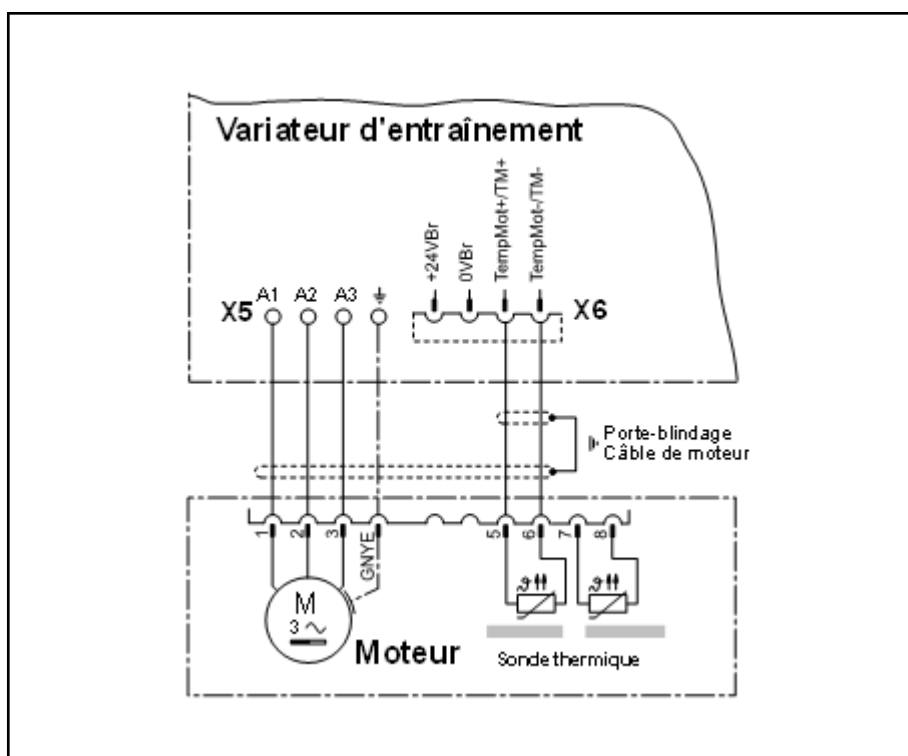


- ① Partie primaire MLP
- ② Boîte de connexions

Fig. 8-4: Exemple de connexion avec boîte de connexions

Raccordement électrique

Connexion en cas d'agencement individuel



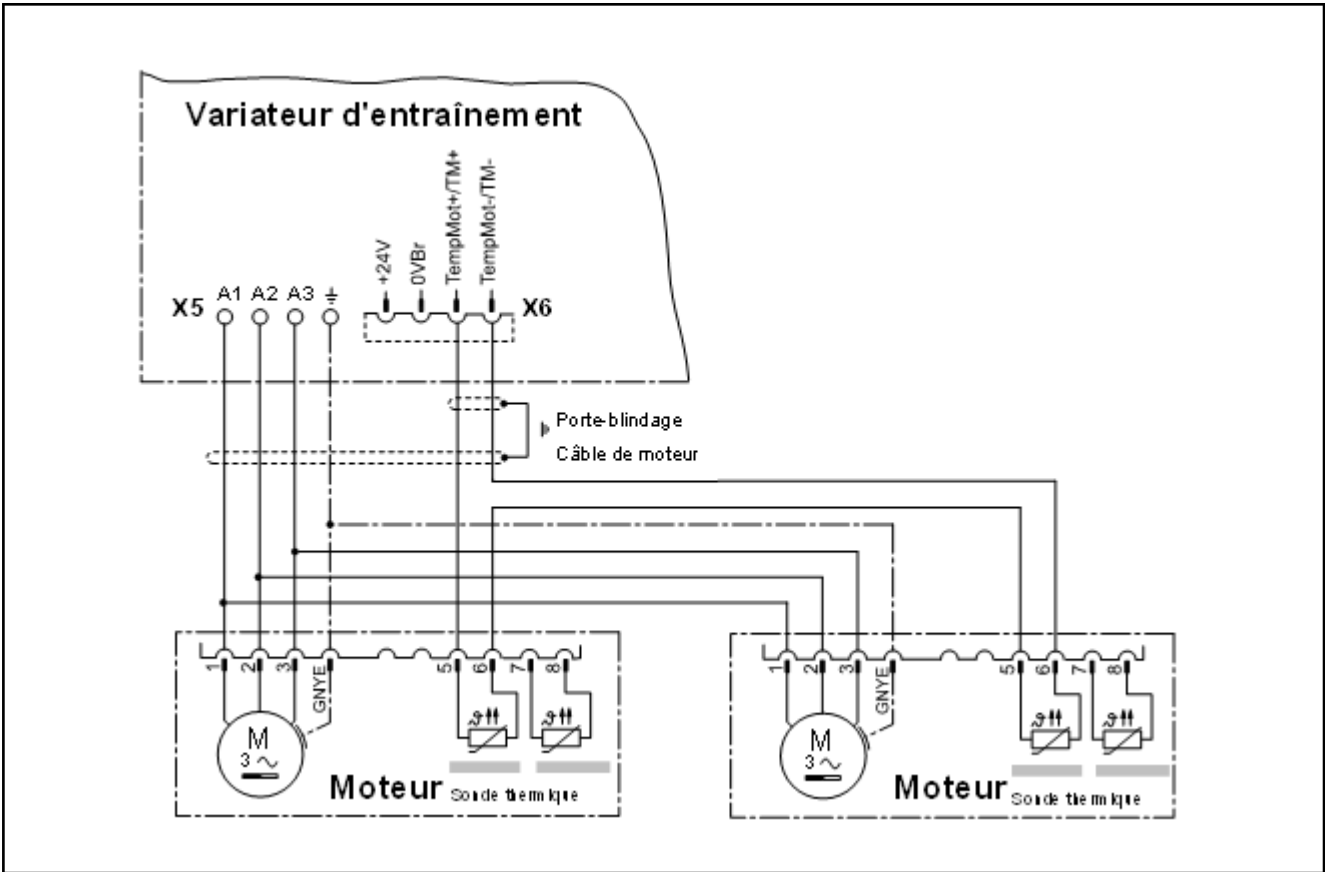


Fig.8-6: Connexion sur le variateur d'entraînement – Agencement parallèle de la partie primaire

Connexion des câbles de puissance en fonction de l'orientation de la partie primaire en cas d'agencement parallèle

En cas d'agencement parallèle de parties primaires avec sortie de câble dans le sens opposé, la connexion des fils de puissance du câble de puissance sur le variateur d'entraînement dépend de l'orientation de la sortie de câble.

Connexion en cas d'agencement selon la fig. 9-16, page 131 (sortie de câble dans le même sens)			
Variateur d'entraînement X5	A1	A2	A3
Partie primaire 1	A1	A2	A3
Partie primaire 2	A1	A2	A3
Connexion en cas d'agencement selon la fig. 9-19 et la fig. 9-21, page 133 (sortie de câble dans le sens opposé)			
Variateur d'entraînement X5	A1	A2	A3
Partie primaire 1	A1	A2	A3
Partie primaire 2	A1	A3	A2

Tab.8-2: Connexion des fils de puissance en cas d'agencement parallèle de parties primaires sur un variateur d'entraînement

Types de pose et sections de câble

Raccordement parallèle du moteur

En cas de raccordement parallèle d'un moteur sur un variateur d'entraînement, il existe les possibilités suivantes d'exécuter le câble de puissance:

Raccordement électrique

- Pose d'un câble de puissance commun d'une section plus élevée (fig. 8-9 à la page 115)
- Pose de deux câbles de puissance parallèles séparés (fig. 8-8 à la page 114)

La deuxième possibilité offre éventuellement l'avantage de rayons de courbure moins importants. La section totale des câbles posés en parallèle doit correspondre à la section augmentée pour le raccordement parallèle du moteur.

Connexion de puissance en cas d'agencement individuel

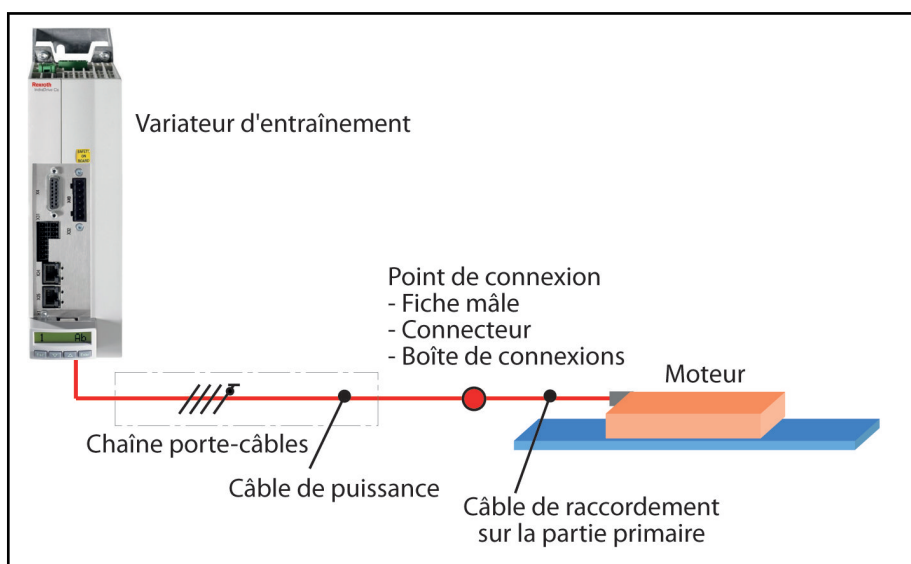


Fig.8-7: Connexion de puissance en cas d'agencement individuel

Connexion de puissance en cas d'agencement parallèle, câbles de raccordement séparés

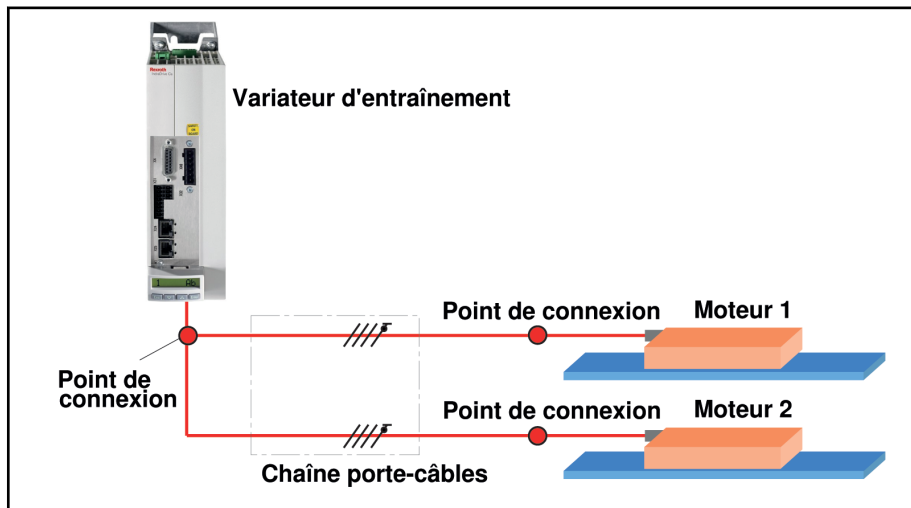


Fig.8-8: Agencement parallèle, câbles de puissance séparés

Raccordement électrique

Connexion de puissance en cas d'agencement parallèle, câble de raccordement commun avec section plus importante

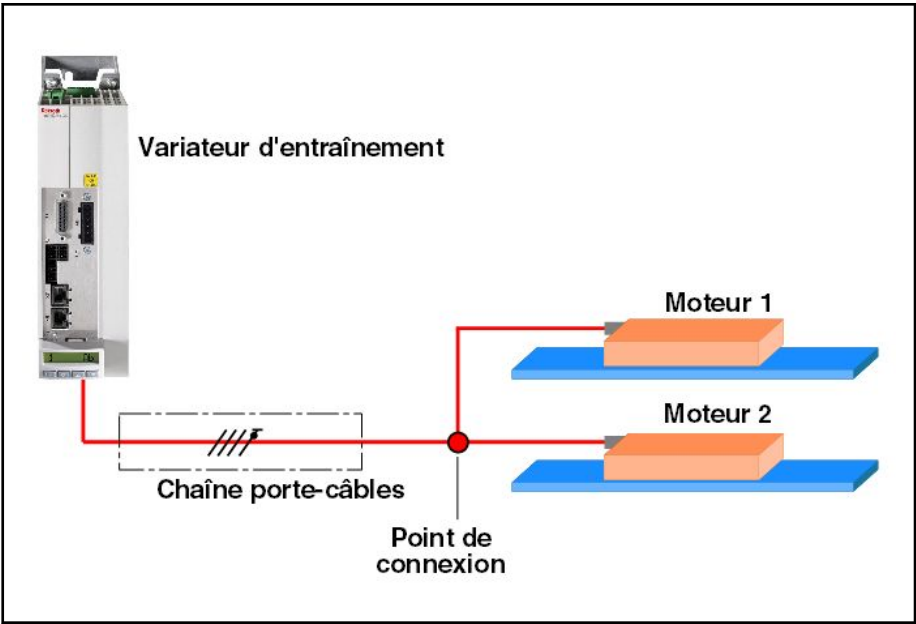


Fig. 8-9: Agencement parallèle, câble de puissance commun

Sélection du câble de puissance

La sélection de la bonne section de câble dépend du type de pose et se fait à l'aide du tableau ci-après.

Partie primaire MLP...	Courant assigné du moteur en A (valeur effective)	Câble de puissance en cas d'agencement individuel ou d'agencement parallèle avec câbles de puissances séparés	Câble de puissance en cas d'agencement parallèle avec câble de puissance commun
040A-0300	voir chap. 4 "Caractéristiques techniques IndraDyn L" à la page 25	1,0 mm² (INK653)	1,0 mm² (INK653)
040B-0150			
040B-0250			
040B-0300			

Raccordement électrique

Partie primaire MLP...	Courant assigné du moteur en A (valeur effective)	Câble de puissance en cas d'agencement individuel ou d'agencement parallèle avec câbles de puissances séparés	Câble de puissance en cas d'agencement parallèle avec câble de puissance commun
070A-0150	voir chap. 4 "Caractéristiques techniques IndraDyn L" à la page 25	1,0 mm ² (INK653)	1,0 mm ² (INK653)
070A-0220			2,5 mm ² (INK602)
070A-0300			1,0 mm ² (INK653)
070B-0100			2,5 mm ² (INK602)
070B-0120			4 mm ² (INK603)
070B-0150			1,0 mm ² (INK653)
070B-0250			2,5 mm ² (INK602)
070B-0300			4 mm ² (INK603)
070C-0030			1,0 mm ² (INK653)
070C-0120			2,5 mm ² (INK602)
070C-0150			4 mm ² (INK603)
070C-0240			2,5 mm ² (INK602)
070C-0300		2,5 mm ² (INK602)	6 mm ² (INK604)
100A-0090		1,0 mm ² (INK653)	1,5 mm ² (INK650)
100A-0120			2,5 mm ² (INK602)
100A-0150			4 mm ² (INK603)
100A-0190		2,5 mm ² (INK602)	10 mm ² (INK605)
100B-0030			4 mm ² (INK603)
100B-0120			1,0 mm ² (INK653)
100B-0250		1,5 mm ² (INK650)	6 mm ² (INK604)
100C-0090		4 mm ² (INK603)	10 mm ² (INK605)
100C-0120		1,0 mm ² (INK653)	1,0 mm ² (INK653)
100C-0190		1,0 mm ² (INK653)	4 mm ² (INK603)
140A-0030		1,5 mm ² (INK650)	6 mm ² (INK604)
140A-0120		2,5 mm ² (INK602)	4 mm ² (INK603)
140B-0090		1,0 mm ² (INK653)	10 mm ² (INK605)
140B-0120		2,5 mm ² (INK602)	16 mm ² (INK606)
140C-0050		10 mm ² (INK605)	----
140C-0120			
140C-0170			
140C-0350			

Raccordement électrique

Partie primaire MLP...	Courant assigné du moteur en A (valeur effective)	Câble de puissance en cas d'agencement individuel ou d'agencement parallèle avec câbles de puissances séparés	Câble de puissance en cas d'agencement parallèle avec câble de puissance commun
200A-0090	voir chap. 4 "Caractéristiques techniques IndraDyn L" à la page 25	1,0 mm ² (INK653)	4 mm ² (INK603)
200A-0120		2,5 mm ² (INK602)	6 mm ² (INK604)
200B-0040		1,0 mm ² (INK653)	4 mm ² (INK603)
200B-0120		2,5 mm ² (INK602)	10 mm ² (INK605)
200C-0090		4 mm ² (INK603)	
200C-0120		6 mm ² (INK604)	16 mm ² (INK606)
200C-0170		10 mm ² (INK605)	25 mm ² (INK607)
200D-0035		2,5 mm ² (INK602)	10 mm ² (INK605)
200D-0060		4 mm ² (INK603)	10 mm ² (INK605)
200D-0100		10 mm ² (INK605)	25 mm ² (INK607)
200D-0120			-----
300A-0090		2,5 mm ² (INK602)	6 mm ² (INK604)
300A-0120		4 mm ² (INK603)	10 mm ² (INK605)
300B-0070			16 mm ² (INK606)
300B-0120		6 mm ² (INK604)	
300C-0060		4 mm ² (INK603)	
300C-0090		6 mm ² (INK604)	25 mm ² (INK607)
300C-0120		10 mm ² (INK605)	

Tab.8-3: Sections des fils de puissance nécessaires en fonction du type de moteur, de l'agencement et du type de raccordement



Des descriptions supplémentaires des câbles de puissance ultérieurs se trouvent dans la documentation "Câbles de raccordement Rexroth", réf. art. R911322948 (DE).

8.2 Capteurs

8.2.1 Capteurs de température

Afin de garantir une protection sûre du moteur contre la surcharge thermique, le capteur de température SNM.150.DK doit être branché sur le variateur d'entraînement. Le capteur de température KTY84-130 peut être utilisé pour la mesure de température externe. Pour le raccordement des capteurs de température, observer le schéma de raccordement respectif pour le type de raccordement choisi (fiche mâle ou boîte de connexions). Pour d'autres consignes relatives aux capteurs de température, voir le [chap. 9.7 "Surveillance de la température moteur"](#) à la page 160.

Raccordement électrique



- Le KTY84-130 est un composant à risque de décharges électrostatiques (ESD)! Pour cette raison, les brins du capteur sur le câble de raccordement sont protégés par un film de protection. Avant de brancher le capteur, prendre des mesures de protection contre les décharges électrostatiques (ESD, anglais = electrostatic discharge).
- Les capteurs de température utilisés sont dotés d'une isolation double ou renforcée selon la DIN EN 50178, de sorte que la séparation de protection est assurée selon la DIN EN 61800-5-1.

8.2.2 Raccordement du système de mesure de longueur

Le raccordement du système de mesure de longueur se fait en utilisant un câble confectionné.

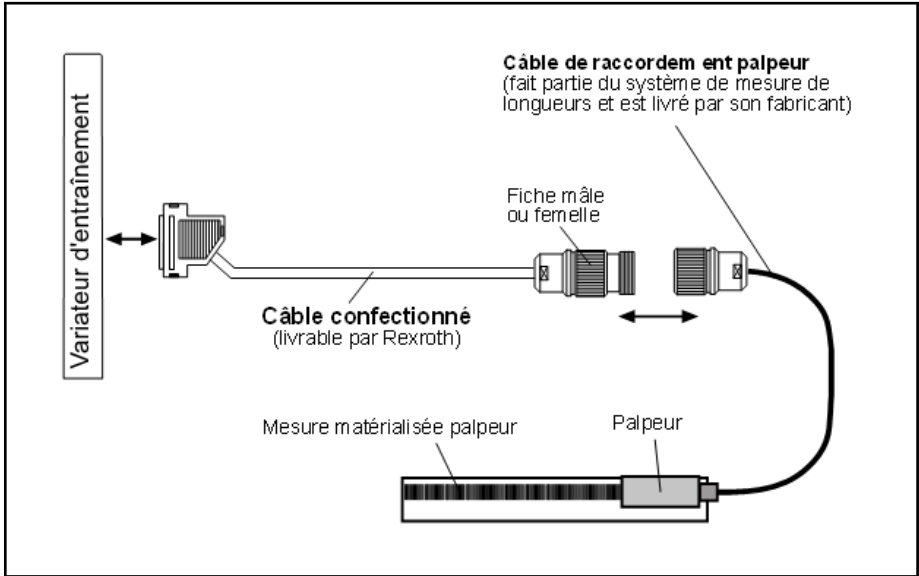


Fig.8-10: Exemple de raccordement du système de mesure de longueur
Le tableau suivant fournit un aperçu des câbles confectionnés pour le raccordement du système de mesure de longueur.

Type de système de mesure	Absolu, ENDAT	Incrémental
Grandeur de départ	Tension	Tension
Forme du signal	Sinus	Sinus
Amplitude du signal	1 VSS	1 VSS
Interface de position	DAG	DLF
En fonction du type de raccordement (fiche ou connecteur) du système de mesure de longueur, Rexroth offre deux câbles de raccordement confectionnés différemment pour connecter le variateur et le système de mesure:		

Raccordement électrique

Type de système de mesure	Absolu, ENDAT	Incrémental
DIAX04 <--> fiche	IKS 4142	IKS 4384
DKCxx.3 <--> fiche	IKS 4001	IKS 4002
IndraDrive <--> fiche	IKS 4038	IKS 4041
DIAX04 <--> connecteur	---	IKS 4383
DKCxx.3 <--> connecteur	---	IKS 4389
IndraDrive <--> connecteur	---	IKS 4040

Tab.8-4: Composants de raccordement du système de mesure de longueur

9 Consignes d'application et de construction

9.1 Principe de fonctionnement

La figure ci-après représente la structure de principe d'un moteur IndraDyn L.

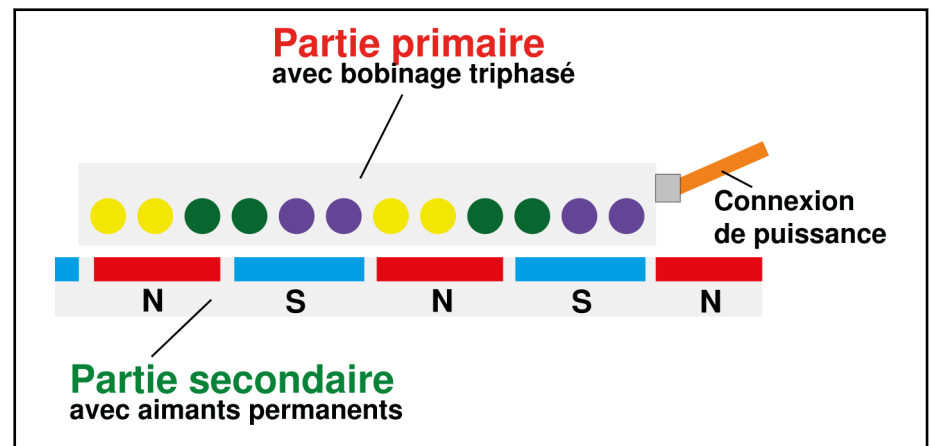


Fig. 9-1: Structure de principe d'un IndraDyn L

Sur l'IndraDyn L qu'est un moteur linéaire synchrone, la génération de force se fait de la même manière que la génération de couple sur les moteurs synchrones rotatifs. La partie primaire (partie active) est équipée d'un bobinage triphasé et la partie secondaire (partie passive) est équipée d'aimants permanents.

Tant la partie primaire que la partie secondaire peut être bougée.

La réalisation de distances quelconques de la course de déplacement se fait par l'enchaînement de plusieurs segments de partie secondaire.

Structure de l'axe

L'IndraDyn L est un moteur modulaire. Les composants que sont les parties primaire(s) et secondaire(s) sont fournis séparément et l'utilisateur les installe dans la machine ou l'installation après les avoir complétés par des guidages linéaires et un système de mesure de longueur.

En règle générale, la structure d'un axe équipé d'IndraDyn L est la suivante

- partie primaire avec bobinage triphasé,
- une ou plusieurs parties secondaires avec aimants permanents,
- système de mesure de longueur,
- guidages linéaires,
- dispositifs d'alimentation en énergie et
- structure de chariot et de machine

Consignes d'application et de construction

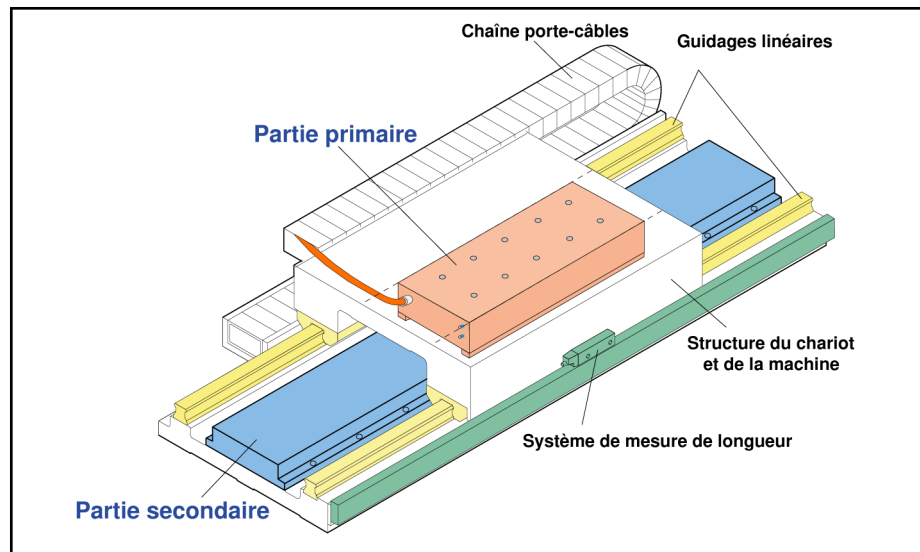


Fig. 9-2: Structure de principe d'un axe équipé d'IndraDyn L

Pour obtenir une multiplication de force, deux ou plusieurs parties primaires peuvent être couplées mécaniquement en parallèle ou en série. Pour des informations supplémentaires à ce sujet, voir le [chap. 9.4.2 "Plusieurs moteurs par axe"](#) à la page 129.



La fourniture du moteur n'englobe que les parties primaire(s) et secondaire(s)



Les guidages linéaires, le système de mesure de longueur et d'autres composants supplémentaires doivent être mis à disposition par l'utilisateur lui-même. Pour des recommandations relatives aux composants supplémentaires éprouvés, voir le [chap. 14.1 "Fournisseurs de composants supplémentaires recommandés"](#) à la page 265.

9.2 Modèles de moteur

9.2.1 Généralités

Les moteurs IndraDyn L de Bosch Rexroth sont des composants d'entraînement éprouvés. Leurs caractéristiques sont les suivantes:

- système modulaire avec différentes tailles et longueurs de moteur pour des forces d'avance allant jusqu'à 21 500 N par moteur et pour des vitesses supérieures à 600 m/min
- différentes variantes de bobinage pour chaque taille de moteur pour permettre une adaptation optimale aux différentes exigences de vitesse
- tous les composants du moteur sont logés complètement dans une enveloppe qui exclut la fissuration de masses de scellement, l'endommagement ou la corrosion d'aimants etc.
- différentes exécutions du système de refroidissement et de l'enveloppe de la partie primaire (voir en bas: enveloppe standard et enveloppe thermique)
- type de protection IP65 (tous les composants moteur)
- sécurité de fonctionnement élevée pour tensions de circuit intermédiaire jusqu'à 750 V

Consignes d'application et de construction

- pas d'usure mécanique
- protection du bobinage du moteur contre la surcharge thermique par des capteurs de température intégrés
- entrée de câble de puissance hautement flexible, blindée et déchargée de traction

Exécution du système de refroidissement et de l'enveloppe

Afin de pouvoir mettre à disposition le moteur optimal pour les applications les plus variées en termes d'exigences techniques et de coûts, les parties primaires sont disponibles avec de différentes exécutions du système de refroidissement et de l'enveloppe:

- **Enveloppe standard:** enveloppe en acier inox avec un système de refroidissement par liquide intégré dans le dos du moteur pour éliminer la chaleur dissipée.
- **Enveloppe thermique:** enveloppe en acier inox avec système de refroidissement par liquide supplémentaire sur le dos du moteur et déflecteurs de chaleur en tôle pour l'isolation thermique optimale par rapport à la structure de la machine.

9.2.2 Partie primaire Enveloppe standard

En cas d'applications dont les exigences thermiques envers la précision de la machine sont peu importantes, les parties primaires avec enveloppe standard constituent une solution économique. Par conséquent les parties primaires avec enveloppe standard sont utilisées principalement dans le domaine de l'automation générale. Sur ce modèle, les composants électriques du moteur sont protégés par une enveloppe en acier inox. Le système de refroidissement de ce modèle de moteur est intégré dans le moteur et sert uniquement à l'élimination de la chaleur dissipée et au respect des forces d'avance constantes spécifiées et, côté moteur, n'offre pas d'isolation thermique supplémentaire par rapport à la machine.

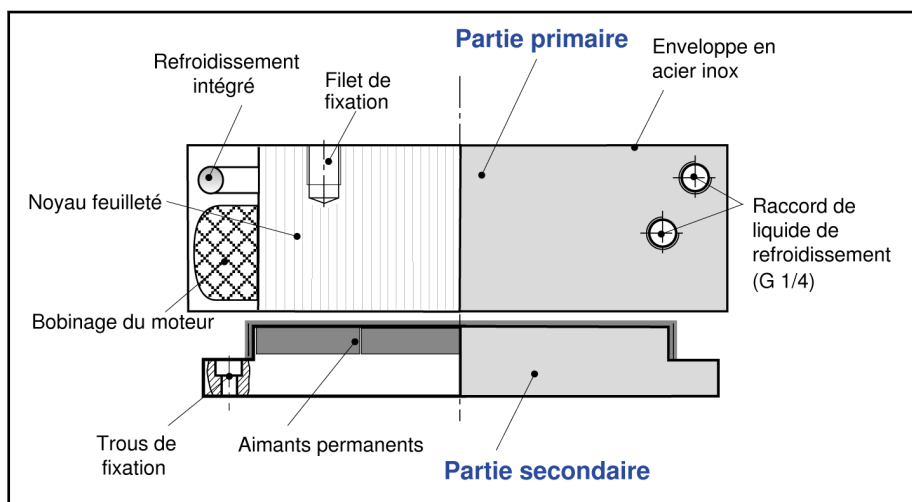


Fig. 9-3: Partie primaire avec enveloppe standard



Pour des consignes supplémentaires relatives au refroidissement par liquide, voir le chap. [chap. 9.6 "Refroidissement du moteur"](#) à la page 140.

Principaux domaines d'application

Les principaux domaines d'application de ce modèle de partie primaire sont

- l'automation générale
- la manipulation

Consignes d'application et de construction

9.2.3 Partie primaire Enveloppe thermique

Grâce à un système de refroidissement par liquide intégré supplémentaire dans l'enveloppe pour assurer l'isolation thermique par rapport à la structure de la machine, une stabilité thermique élevée est atteinte sur la surface de montage de parties primaires avec enveloppe thermique. Sur le modèle avec enveloppe thermique, une augmentation de température maximale de 2 K est atteinte sur la surface de vissage par rapport à la température d'aller du liquide de refroidissement.

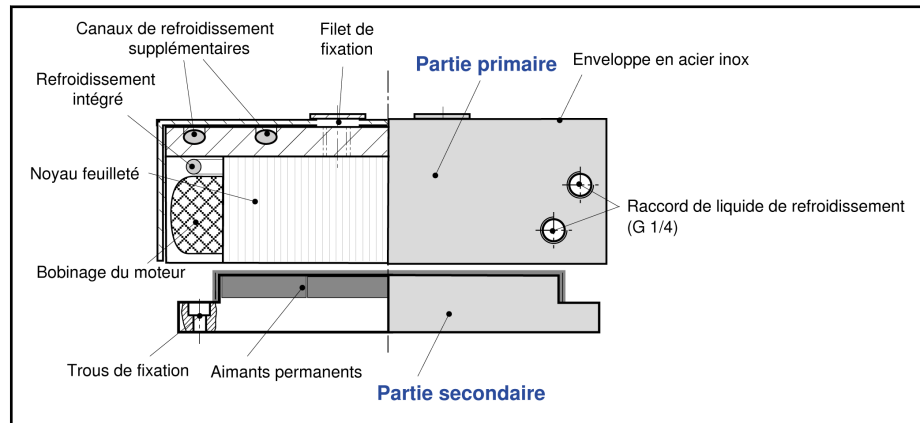


Fig.9-4: Partie primaire avec enveloppe thermique

La partie primaire n'est pas connectée pleine surface avec la surface de montage côté machine, mais elle ne repose que sur des points d'appui faisant saillie. Cela offre les avantages suivants:

- isolation thermique supplémentaire et, par conséquent, réduction ultérieure du transfert thermique à la machine
- facilitation de l'usinage de la surface de vissage côté machine pour le respect des tolérances d'installation nécessaires



Pour des consignes supplémentaires relatives au refroidissement par liquide, voir le chap. [chap. 9.6 "Refroidissement du moteur"](#) à la page 140.

Principaux domaines d'application

Comptent parmi les principaux domaines d'application p. ex.

- machines-outils
- applications de précision

9.2.4 Modèle de partie secondaire

La partie secondaire ou un segment secondaire est composé(e) d'un bâti en acier avec aimants permanents rapportés. Les trous de fixation se situent sur le bord extérieur le long de la partie secondaire.

Afin d'assurer une fiabilité de fonctionnement optimale, les aimants permanents de la partie secondaire sont protégés par une tôle de recouvrement inoxydable intégrée contre la corrosion, l'influence d'effets extérieurs (p.ex. lubrifiants de refroidissement et huiles) et les dommages mécaniques.

La mise en œuvre d'un racleur directement sur la partie secondaire est possible (à ce sujet, voir également le chap. [chap. 9.21 "Racleurs"](#) à la page 178).

Consignes d'application et de construction

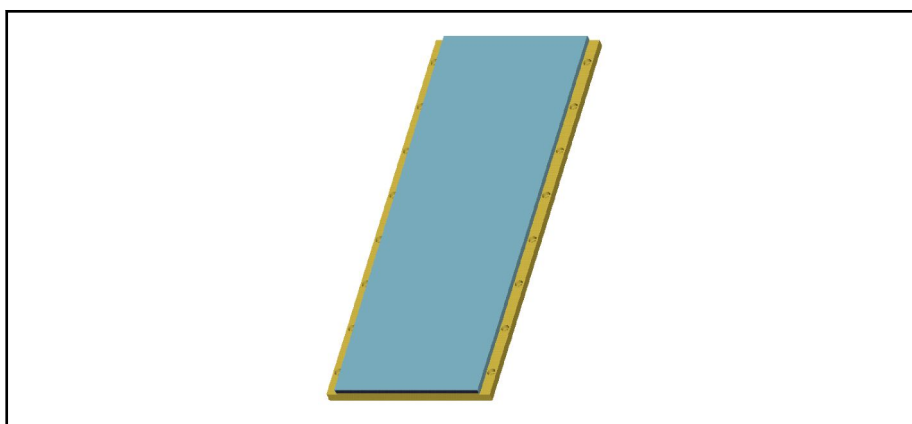


Fig. 9-5: Partie secondaire MLS



Le modèle de partie secondaire est indépendant du modèle de partie primaire.

Longueurs disponibles pour parties secondaires

Les parties secondaires ou segments de partie secondaire sont disponibles dans les longueurs suivantes (à ce sujet, voir également le chap. [chap. 6](#) "Codification IndraDyn L" à la page 91)

- 150 mm
- 450 mm
- 600 mm

Longueur nécessaire de la partie secondaire

La longueur L nécessaire de la partie secondaire peut être déterminée comme suit :

$$L_{\text{Partie secondaire}} \geq L_{\text{Course de déplacement}} + L_{\text{Partie primaire}}$$

Fig. 9-6: Détermination de la longueur nécessaire de la partie secondaire

9.2.5 Tailles

Pour l'adaptation à de différentes exigences en matière de force d'avance, Bosch Rexroth offre les moteurs IndraDyn L comme système modulaire avec différentes tailles et longueurs.

Pour ce qui est des moteurs linéaires, la largeur active des parties primaire et secondaire sert à la définition de la taille. Un moteur linéaire de la taille 100 par exemple, a une largeur du noyau feuilleté et de l'aimant de 100 mm. Le système modulaire IndraDyn L offre les tailles de moteur suivantes:

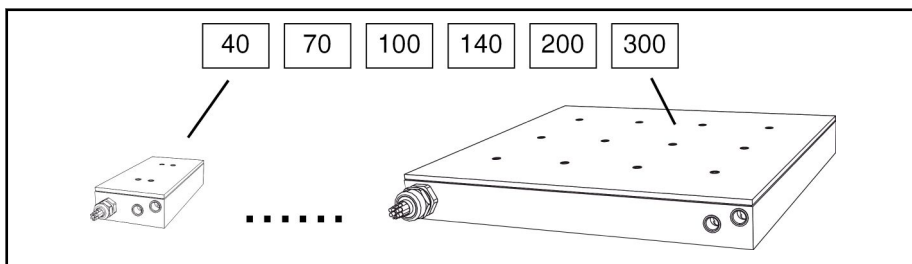


Fig. 9-7: Tailles de moteurs linéaires synchrones IndraDyn L

Longueurs

Chaque partie primaire est disponibles pour de différentes longueurs de moteur. La longueur de la partie primaire est identifiée par les lettres d'identification A, B, C et D.

Consignes d'application et de construction

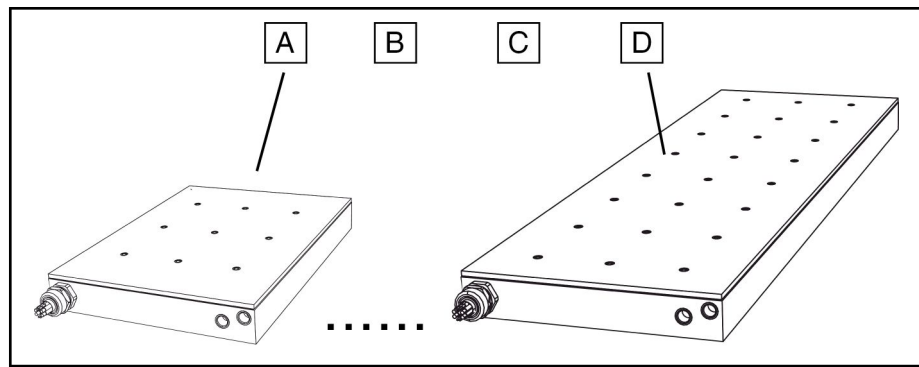


Fig.9-8: Différentes longueurs des parties primaires



Pour des informations plus détaillées sur les tailles et longueurs, voir le chap. [chap. 5 "Cotes, cotes de montage et tolérances de montage"](#) à la page 71.

9.3 Exigences en matière de conception de la machine

9.3.1 Généralités

Toute une série d'exigences – déduites de la structure et des caractéristiques d'entraînements directs linéaires – s'applique à la conception de la machine. Par exemple, il faut veiller à réduire les masses déplacées tout en assurant une rigidité élevée.

9.3.2 Réduction de la masse

Afin de garantir une bonne capacité d'accélération, la masse des éléments de machine déplacés doit être réduite à un minimum. Cet effet peut être obtenu par utilisation de matériaux à faible poids spécifique (p.ex. aluminium ou matériaux composites), ainsi que par voie de mesures constructives (p.ex. structure à colombage).

Si une accélération maximale n'est pas exigée, il est également possible de déplacer sans problèmes des masses allant jusqu'à quelques tonnes. Dans ce cadre, il n'existe pas de relation entre la masse de chariot déplacée et la masse propre du moteur au niveau de la technique de régulation comme cela est le cas pour les entraînements rotatifs.

La condition préalable correspondante est un accouplement très rigide du moteur à la charge.

9.3.3 Rigidité mécanique

La rigidité des composants mécaniques individuels au sein d'une machine, en combinaison avec la masse et la fréquence de résonance en résultant, détermine essentiellement la qualité de machine pouvant être atteinte. La rigidité d'un axe de mouvement est déterminée par la structure mécanique globale. L'objectif poursuivi lors de la conception doit être la réalisation d'une structure d'axe la plus compacte possible.

Fréquences de résonance

De la largeur de bande régulière accrue des entraînements directs linéaires, il résulte le besoin de fréquences de résonance mécaniques plus élevées de la structure de la machine, afin d'éviter l'excitation de la vibration.

Afin de garantir une qualité de régulation suffisante, la fréquence de résonance minimale se produisant au sein de l'axe, ne devrait pas être inférieure à env. 200 Hz. En ce qui concerne les axes avec masses déplacées non constantes (p.ex. suite à de différentes pièces à usiner), les fréquences de réso-

Consignes d'application et de construction

nance changent également de sorte que l'augmentation de la masse induit

une réduction de la fréquence de résonance de $f \approx \sqrt{1/m}$.

Axes mécaniquement couplés

En ce qui concerne la rigidité d'axes cinématiquement couplés, il faut observer que les élasticités des axes - tant le composant mécanique que le composant de technique de régulation - s'additionnent.

S'il est nécessaire de coupler cinématiquement plusieurs axes afin de générer des mouvements sur la trajectoire (p.ex. table croisée ou portique), il est recommandé de réduire à un minimum les rétroactions mutuelles entre les axes individuels. Par conséquent, il convient d'éviter d'éviter des chaînes cinématiques sur les machines avec plusieurs axes. Les configurations d'axe avec porte-à-faux importantes qui changent pendant le fonctionnement, sont particulièrement problématiques.

Forces de réaction

Suite aux forces d'accélération, de freinage et de processus de l'axe déplacé, des forces de réaction peuvent causer des vibrations ou des déformations du corps de base immobile de la machine.

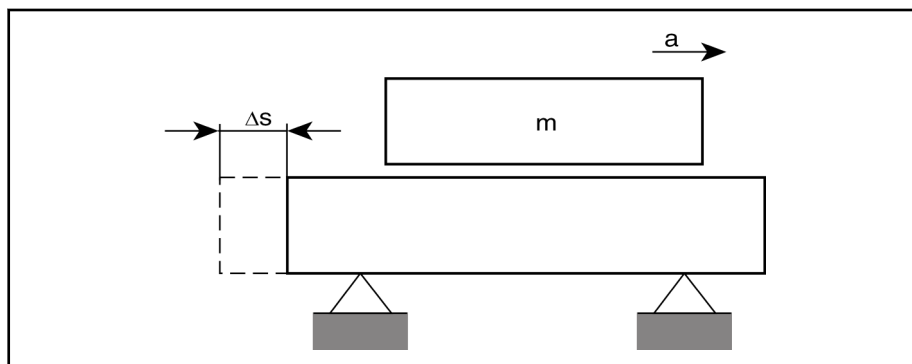


Fig.9-9: Déformation du corps de base de la machine suite à la force de réaction pendant le processus d'accélération

$$\Delta s = \frac{m \cdot a}{c} = \frac{500 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2}{1000 \text{ N/}\mu\text{m}} = 5 \mu\text{m}$$

Δs	Déformation ou déplacement du corps de base de la machine en μm
m	Masse en kg
a	Accélération en m/s^2
c	Rigidité du corps de la machine en $\text{N/}\mu\text{m}$

Fig.9-10: Calcul exemplaire de la déformation du corps de base de la machine

Connexion du système de mesure de longueur

La rigidité de la connexion du système de mesure de longueur est d'une importance particulière. Voir les explications à ce sujet au [chap. 9.16 "Systèmes de mesure de longueur"](#) à la page 170.

9.3.4 Protection du compartiment moteur

Afin d'éviter que des salissures (p.ex. résidus d'usinage, copeaux, poussière d'aiguisage, graisse des guidages etc.) ne pénètrent dans l'entrefer entre les parties primaire et secondaire, il est recommandé d'apporter une attention particulière à la protection du compartiment moteur.

Dès la conception de la structure de la machine, il est alors recommandable de prévoir des mesures de protection correspondantes telles que p.ex.

- des couvercles réalisés à l'interne
- des soufflets de protection

Consignes d'application et de construction

Si, en raison de mesures de protection insuffisantes, des salissures pénétraient quand-même entre les composants du moteur, cela risque d'entraîner pendant le service ...

- un transfert de chaleur accru en raison du frottement entre les composants du moteur. Il peut en résulter des températures qui peuvent même causer la défaillance du moteur.
- des traces de frottement et/ou des rayures sur les composants du moteur qui risquent d'entraîner la défaillance du moteur suite aux forces mécaniques importantes qui agissent.

Merci d'observer que la pénétration de salissures peut également être due à des résidus dans le lubrifiant de refroidissement, à l'air comprimé ou à d'autres parties de la machine (p.ex. graisse des guidages) et que cette forme de pénétration doit également être évitée.

Merci d'assurer en outre par un entretien régulier des dispositifs de protection prévus que leur fonctionnement est garanti durablement et que les composants du moteur ne sont pas endommagés.

9.4 Agencement des composants du moteur

9.4.1 Agencement individuel

L'agencement individuel de la partie primaire est le type d'agencement le plus fréquent.

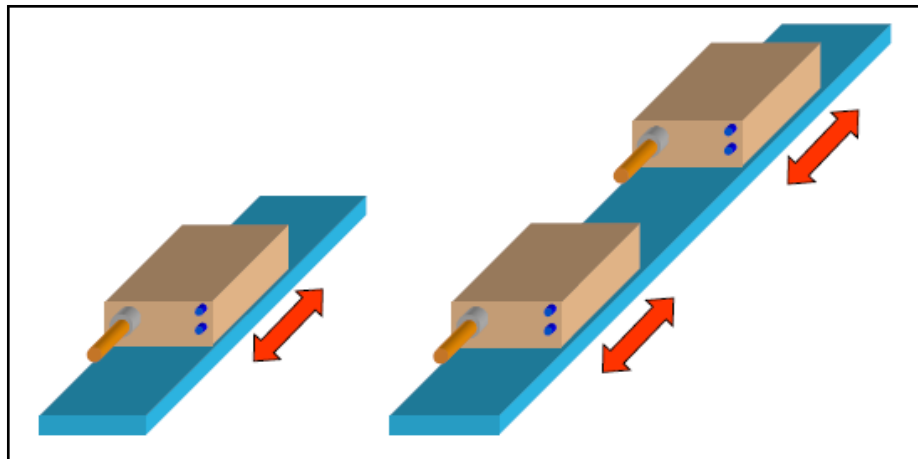


Fig.9-11: Agencement individuel de parties primaires

L'exploitation indépendante de deux ou plusieurs parties primaires sur une partie secondaire est également possible. En cas d'un tel agencement, le système de mesure de longueur peut également être équipé de deux ou plusieurs têtes de balayage en cas d'une mesure matérialisée.



En cas de systèmes de mesure de longueur avec enveloppe, le nombre de têtes de balayage est limité en règle générale à deux en raison du frottement plus important entre les joints à lèvres. Pour des informations plus détaillées, prière de s'adresser au fabricant respectif.

Consignes d'application et de construction

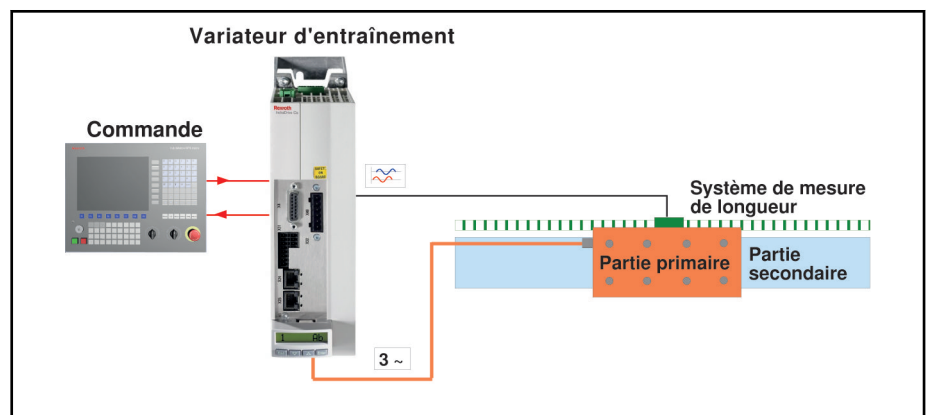


Fig.9-12: Pilotage d'un moteur linéaire en cas d'agencement individuel des composants de moteur

9.4.2 Plusieurs moteurs par axe

Généralités

L'agencement de plusieurs moteurs par axe offre les avantages suivants:

- Multiplication des foyers d'avance
- En cas d'agencement correspondant, compensation des forces d'attraction "vers l'extérieur"

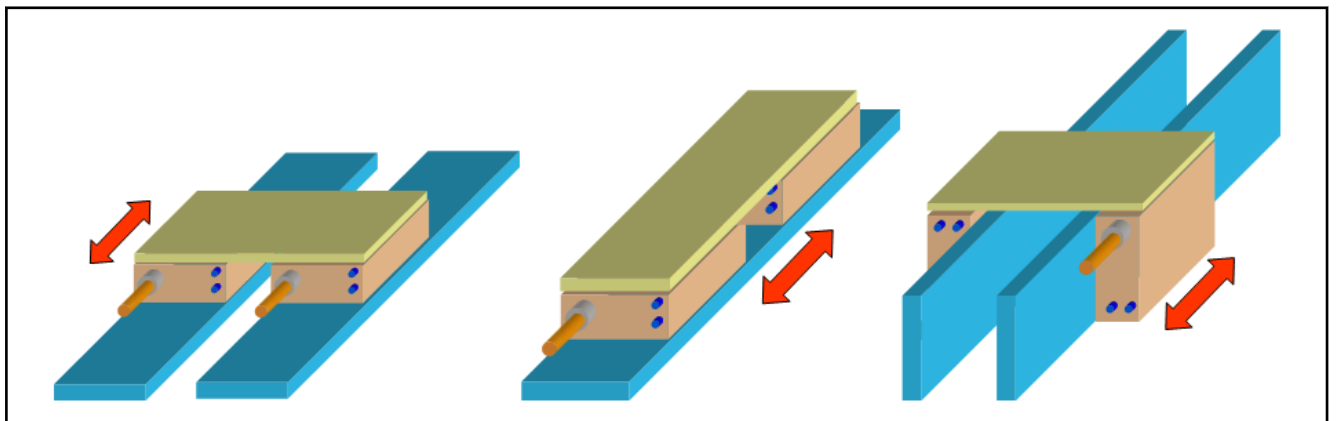


Fig.9-13: Agencement de plusieurs moteurs par axe

En fonction de l'application, le pilotage des moteurs peut se faire de deux manières différentes:

- deux moteurs sur un variateur d'entraînement et un système de mesure de longueur (agencement parallèle)
- deux moteurs sur deux variateurs d'entraînement et deux systèmes de mesure de longueur (agencement Gantry)

Agencement parallèle

L'agencement de deux ou plusieurs parties primaires sur un variateur d'entraînement en combinaison avec un système de mesure de longueur est désigné comme agencement parallèle. Un agencement parallèle est possible si un accouplement très rigide entre les deux moteurs peut être réalisé.

Consignes d'application et de construction

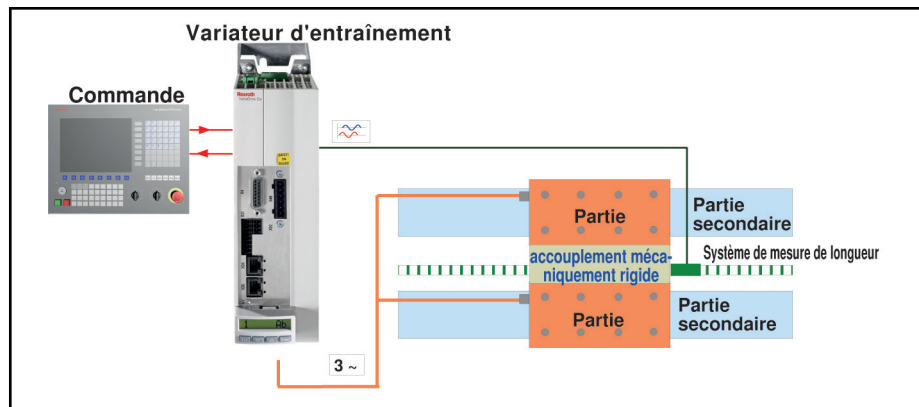


Fig.9-14: Agencement parallèle de deux parties primaires sur un variateur d'entraînement en combinaison avec un système de mesure de longueur

Afin de garantir un fonctionnement réussi, l'axe doit respecter les conditions suivantes en cas d'agencement parallèle:

- parties primaires et secondaires identiques
- accouplement très rigide des moteurs au sein de l'axe
- décalage de position des parties primaires entre elles < 1 mm dans le sens d'avance
- décalage de position des parties secondaires entre elles < 1 mm dans le sens d'avance
- ordre des pôles identique des parties secondaires entre elles
- dans la mesure du possible, charge agencée stationnairement et symétriquement par rapport aux moteurs

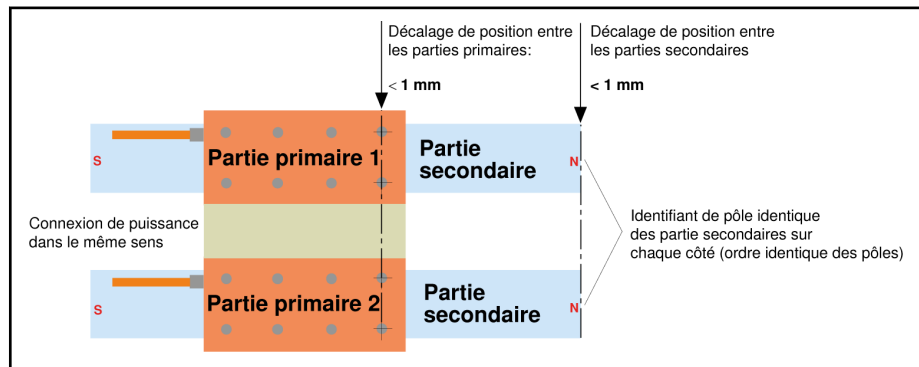


Fig.9-15: Orientation des composants de moteur en cas d'agencement parallèle



Les trous de vissage des parties primaires sont utilisés pour la définition de la position correcte des moteurs connectés en parallèle. Toujours utiliser le même trou dans la trame sur les deux parties primaires (voir la fig. 9-15). Un décalage entre les trames de trous des parties primaires est uniquement admissible conformément à la fig. 9-17 ou à la fig. 9-1.

En cas d'impossibilité d'utiliser les trous de vissage comme référence de position, les faces avant des parties primaires peuvent également servir de référence. Les tolérances des pièces du moteur ont été spécifiées de manière appropriée à cet effet.

Agencement parallèle: Agencement à deux crêtes

En cas d'agencement parallèle - également au sein d'un agencement Gantry - les parties primaires peuvent être couplées mécaniquement et agencées

Consignes d'application et de construction

dans le sens d'avance sous forme de deux crêtes (voir à droite). Cet agencement fait que, hormis la multiplication des forces, les forces d'attraction entre les parties primaire et secondaire sont compensées vers l'extérieur. En cas d'agencement correspondant, les guidages linéaires ne sont pas chargés supplémentairement et, éventuellement, leur dimensionnement peut être réduit.

 En cas d'agencement à deux crêtes (selon la fig. 9-13, à droite) il **n'est pas nécessaire** de respecter une distance minimum entre les deux surfaces de vissage des parties secondaires.

Agencement parallèle: agencement des parties primaires l'une derrière l'autre

En cas d'agencement parallèle - également au sein d'un agencement Grantry - les parties primaires peuvent également être couplées mécaniquement et agencées l'une derrière l'autre dans le sens d'avance (voir la fig. 9-13, au centre).

Afin de garantir un fonctionnement réussi en cas de cet agencement, il est indispensable d'agencer les parties primaires l'une par rapport à l'autre selon une trame bien déterminée. La détermination de la dimension de trame à respecter dépend du sens de la sortie de câble et du rayon de courbure admissible du câble de puissance.

Raccordement de câble dans le même sens

En cas d'agencement des parties primaires l'une derrière l'autre avec sortie de câble dans le même sens selon la fig. 9-16, il faut respecter un multiple entier du pas polaire électrique double:

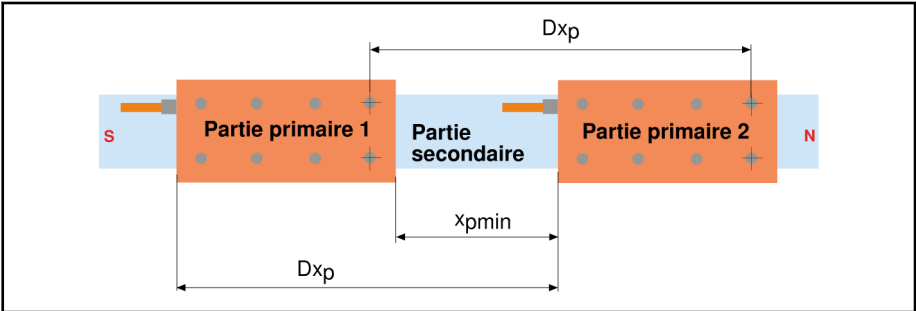


Fig.9-16: Agencement des parties primaires l'une derrière l'autre en cas de sortie de câble dans le même sens

 Pour déterminer la distance correcte entre les parties primaires en cas de sortie de câble dans le même sens selon le fig. 9-16, il faut toujours utiliser le même point de référence des deux parties primaires comme p.ex. le même trou de fixation.

$$\Delta x_p = n \cdot 2 \cdot \tau_p$$

Δx_p Dimension de trame en mm qui est nécessaire entre les parties primaires
 τ_p Pas polaire électrique pour tous les moteurs IndraDyn L 37,5 mm
 n Coefficient en nombres entiers pouvant être choisi librement
Fig.9-17: Détermination de la dimension de trame entre les parties primaires en cas de sens identique de la sortie de câble

Distances minimum entre les parties primaires

Selon la fig. 9-16 et la fig. 9-17, il résulte, en fonction de la taille, les distances minimum suivantes entre les parties primaires en cas d'agencement des moteurs avec sortie de câble dans le même sens:

Consignes d'application et de construction

Modèle de moteur	X _{pmin} en mm
Enveloppe standard Tailles (toutes)	15 mm + n · 2 · τ _p
Enveloppe thermique Tailles (toutes)	65 mm + n · 2 · τ _p

n

Le coefficient en nombres entiers n doit être choisi de sorte que la condition suivante est respectée

τ_p

Pas polaire électrique pour tous les moteurs IndraDyn L 37,5 mm

Tab.9-1:

Distance minimum x_{pmin} à respecter entre les deux parties primaires en cas de sortie de câble dans le même sens

Condition

$$x_{p\min} > \text{Rayon de courbure admissible du câble moteur}$$

Fig.9-18: Distance minimum x_{pmin} à respecter entre les deux parties primaires en cas de sortie de câble dans le même sens

Raccordement de câble dans le sens opposé

Variante 1:

En cas d'agencement des parties primaires l'une derrière l'autre avec sortie de câble dans le sens opposé selon la fig. 9-19, une distance définie entre les parties primaires selon la fig. 9-20 et la fig. 9-2 doit être respectée:

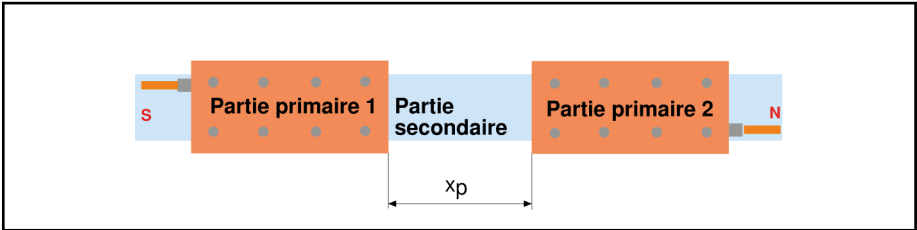


Fig.9-19: Variante 1: Agencement des parties primaires l'une derrière l'autre avec sortie de câble opposée

Pour la détermination de la distance correcte entre les parties primaires en cas de sortie de câble dans le sens opposé selon la fig. 9-19 et la fig. 9-21, uniquement la distance entre les faces avant des parties primaires x_p peut être utilisée comme point de référence.

$$x_p = n \cdot 2 \cdot \tau_p + x_{p\min}$$

x_p

Distance entre les faces avant des parties primaires en mm

τ_p

Pas polaire électrique pour tous les moteurs IndraDyn L 37,5 mm

n

Coefficient en nombres entiers peuvent être choisi librement

Fig.9-20:

Détermination de la distance entre les parties primaires en cas de sens opposé de la sortie de câble

Distances minimum entre les parties primaires (variante 1)

En fonction de la taille, il résulte les distances minimum suivantes entre les parties primaires en cas d'agencement des moteurs avec sortie de câble dans le sens opposé:

Consignes d'application et de construction

Modèle de moteur	X _{pmin} en mm
Enveloppe standard Tailles (toutes)	65
Enveloppe thermique Tailles (toutes)	59

Tab.9-2: Distance minimum xpmin à respecter entre les deux parties primaires en cas de sortie de câble dans le sens opposé

Raccordement de câble dans le sens opposé

Variante 2:

En cas d'agencement des parties primaires l'une derrière l'autre avec sortie de câble dans le sens opposé selon la fig. 9-21, une distance définie entre les parties primaires selon la fig. 9-22 et la fig. 9-3 doit être respectée:

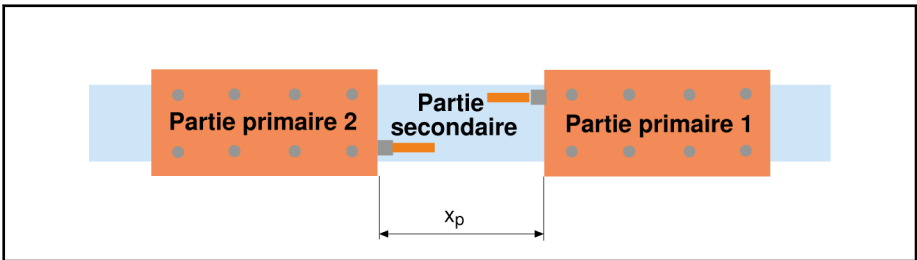


Fig.9-21: Variante 2: Agencement des parties primaires l'une derrière l'autre avec sortie de câble opposée



Pour la détermination de la distance correcte entre les parties primaires en cas de sortie de câble dans le sens opposé selon la fig. 9-19 et la fig. 9-21, uniquement la distance entre les faces avant des parties primaires xp peut être utilisée comme point de référence.

$$x_p = n \cdot 2 \cdot \tau_p + x_{pmin}$$

x_p Distance entre les faces avant des parties primaires en mm
τ_p Pas polaire électrique pour tous les moteurs IndraDyn L 37,5 mm
n Coefficient en nombres entiers peuvent être choisi librement
Fig.9-22: Détermination de la distance entre les parties primaires en cas de sens opposé de la sortie de câble

Distances minimum entre les parties primaires (variante 2)

En fonction de la taille, il résulte les distances minimum suivantes entre les parties primaires en cas d'agencement des moteurs avec sortie de câble dans le sens opposé:

Modèle de moteur	X _{pmin} en mm
Enveloppe standard Tailles (toutes)	40mm + n · 2 · τ _p
Enveloppe thermique Tailles (toutes)	71mm + n · 2 · τ _p

n Le coefficient en nombres entiers n doit être choisi de sorte que la condition suivante est respectée
τ_p Pas polaire électrique pour tous les moteurs IndraDyn L 37,5 mm
Tab.9-3: Distance minimum xpmin à respecter entre les deux parties primaires en cas de sortie de câble dans le sens opposé

Consignes d'application et de construction

Condition

$$x_{p\min} > \text{Rayon de courbure admissible du câble moteur}$$

Fig.9-23: Distance minimum x_{pmin} à respecter entre les deux parties primaires en cas de sortie de câble dans le sens opposé

Raccordement du câble de puissance

En cas d'agencement parallèle de parties primaires avec sortie de câble dans le sens opposé, la connexion des fils de puissance du câble de raccordement sur le variateur d'entraînement dépend de l'orientation de la sortie de câble.

Raccordement en cas d'agencement avec sortie de câble dans le même sens (voir fig. 9-16)			
Variateur d'entraînement X5	1	2	3
Partie primaire 1	1	2	3
Partie primaire 2	1	2	3
Raccordement en cas d'agencement avec sortie de câble dans le sens opposé (voir la fig. 9-19 et la fig. 9-21)			
Variateur d'entraînement X5	1	2	3
Partie primaire 1	1	2	3
Partie primaire 2	1	3	2

Tab.9-4: Connexion des fils de puissance en cas d'agencement parallèle de parties primaires sur un variateur d'entraînement



Le moteur de référence pour la détermination de la polarité du codeur et pour le réglage de la commutation selon la fig. 9-19 et la fig. 9-21 est toujours la partie primaire 1. À ce sujet, voir également le chap. 13 "Mise en service, fonctionnement et entretien" à la page 243. L'orientation de la partie primaire doit obligatoirement être observée.

Pour des informations supplémentaires sur le raccordement électrique, voir le chap. 8 "Raccordement électrique" à la page 109.

Agencement Gantry

S'il y a, pendant le service, des conditions de charge qui varient en fonction du lieu et du temps et qu'il est impossible de garantir une rigidité suffisante entre les moteurs, il faut prévoir l'exploitation avec deux systèmes de mesure de longueur et variateurs d'entraînement (agencement Gantry). Cela est souvent le cas par exemple sur les axes en modèle de portique.



Au sein d'un agencement Gantry, il est possible d'utiliser également des moteurs connectés en parallèle.

Consignes d'application et de construction

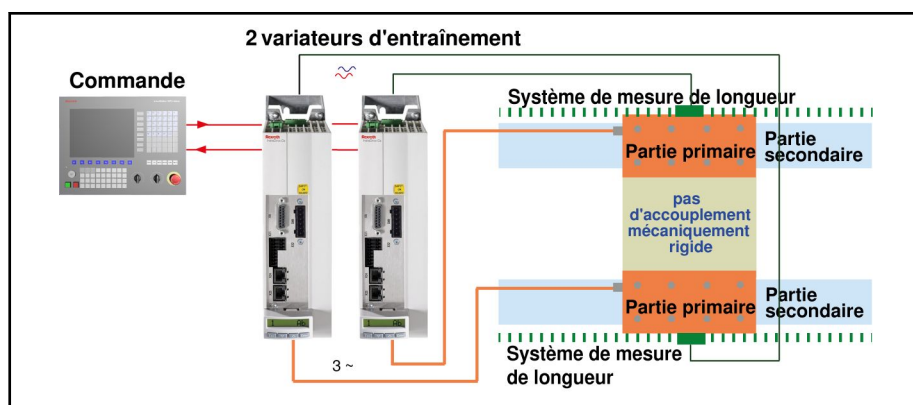


Fig.9-24: Agencement Gantry

En cas d'agencement Gantry, il faut considérer que, certes, le décalage de position est réduit, mais qu'il se peut que les moteurs soient chargés asymétriquement. Cela peut avoir pour conséquence que, en raison de la charge de base qui existe alors constamment, les moteurs sont généralement sollicités plus que cela n'est le cas en ce qui concerne un agencement individuel. Ce fait doit être considéré lors de la sélection de l'entraînement.



La sollicitation asymétrique peut être réduite à un minimum par une orientation précise des systèmes de mesure de longueur et des parties primaires et secondaires entre elles, ainsi que par la correction d'erreur d'axe interne à l'entraînement.

9.4.3 Axes verticaux



AVERTISSEMENT

Mouvement incontrôlé

⇒ En cas d'utilisation de moteurs linéaires dans des axes verticaux, il faut considérer que le moteur n'est pas autobloquant lorsque l'alimentation en puissance est coupée. L'abaissement de l'axe peut être évité par un frein de parking correspondant (voir également le [chap. 9.18 "Systèmes de freinage et dispositifs d'arrêt"](#) à la page 177).

L'abaissement de l'axe après la coupure de l'alimentation en puissance doit être évité à l'aide de dispositifs d'arrêt appropriés. Les systèmes d'équilibrage de poids qui sont disponibles de nos jours, sont équipés en règle générale de dispositifs d'arrêt correspondants. Ces dispositifs d'arrêt peuvent être commandés électriquement, pneumatiquement ou hydrauliquement.



- Sur les axes verticaux, l'utilisation d'un système de mesure absolu est recommandé.
- Des systèmes de mesure incrémentaux ne peuvent être utilisés que si, en plus du dispositif d'arrêt,
 - une boîte de capteurs à effet Hall (voir le [chap. 7 "Accessoires et options"](#) à la page 107) est utilisée.
 - le procédé de saturation peut être utilisé pour le réglage de la commutation, c.-à-d. que le variateur fournit le moteur maximal du moteur.

À ce sujet, voir également le [chap. 9.16.2 "Critères de sélection du système de mesure de longueur"](#) à la page 170.

Consignes d'application et de construction

Équilibrage de poids

L'utilisation supplémentaire d'un équilibrage de poids garantit que le moteur n'est pas exposé inutilement à des charges thermiques causées par des forces d'arrêt et que la capacité d'accélération de l'axe est indépendante du sens de mouvement. L'équilibrage de poids peut être assuré par voie pneumatique ou hydraulique.

L'équilibrage de poids à l'aide d'un contre-poids ne convient pas car le contre-poids devrait également être accéléré.

9.5 Forces d'avance et d'attraction

9.5.1 Forces d'attraction entre les parties primaire et secondaire

En état installé, une force d'attraction qui est constante en raison du principe, agit entre la partie primaire et la partie secondaire de moteurs linéaires synchrones. Cette force d'attraction est présente même lorsque les moteurs linéaires synchrones sont éteints.

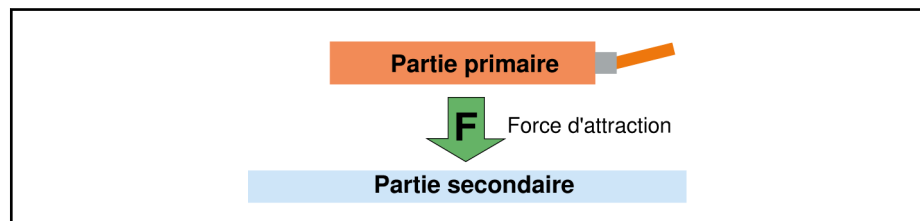


Fig. 9-25: Force d'attraction entre les parties primaire et secondaire

Prise en compte de la force d'attraction lors de l'installation des moteurs

Dans le cadre de la conception mécanique de l'installation, il faut obligatoirement tenir compte de ces forces d'attraction.

Suite aux forces d'attraction, un agencement défavorable des moteurs peut causer des déformations (fléchissements) de la structure de la machine, ainsi que des charges transversales inadmissibles qui agissent sur les guidages linéaires. Par conséquent, il est recommandé d'observer les consignes ci-après lors de l'intégration constructive des moteurs dans la machine:

- agencer les guidages linéaires le plus près possible du moteur
- pour compenser les forces d'attraction, réaliser éventuellement un agencement parallèle selon la [fig. 9-13](#) (exemple droit)

⚠ ATTENTION

Panne éventuelle du moteur en raison d'une structure de la machine qui n'est pas suffisamment rigide par rapport aux forces d'attraction continues et considérables entre les parties primaire et secondaire!

En fonction de l'agencement des moteurs, les forces d'attraction doivent être absorbées par les guidages linéaires ou bien par la structure du chariot et de la machine.

En état installé, la force d'attraction ne doit pas réduire l'entrefer entre les parties primaire et secondaire. La rigidité de la structure mécanique doit être adaptée à cette exigence.



Les forces d'attraction à l'entrefer nominal sont indiquées dans la notice respective du moteur au [chap. 4 "Caractéristiques techniques IndraDyn L"](#) à la page 25.

9.5.2 Forces d'attraction en fonction de l'entrefer entre les parties primaire et secondaire

La force d'attraction recule lorsque la distance entre les parties primaire et secondaire est réduite.

Lors de l'abaissement de la partie primaire sur la partie secondaire, des forces d'attraction croissantes résultent de la réduction de l'entrefer.

Le diagramme ci-après représente l'évolution de la force d'attraction en fonction de l'entrefer.

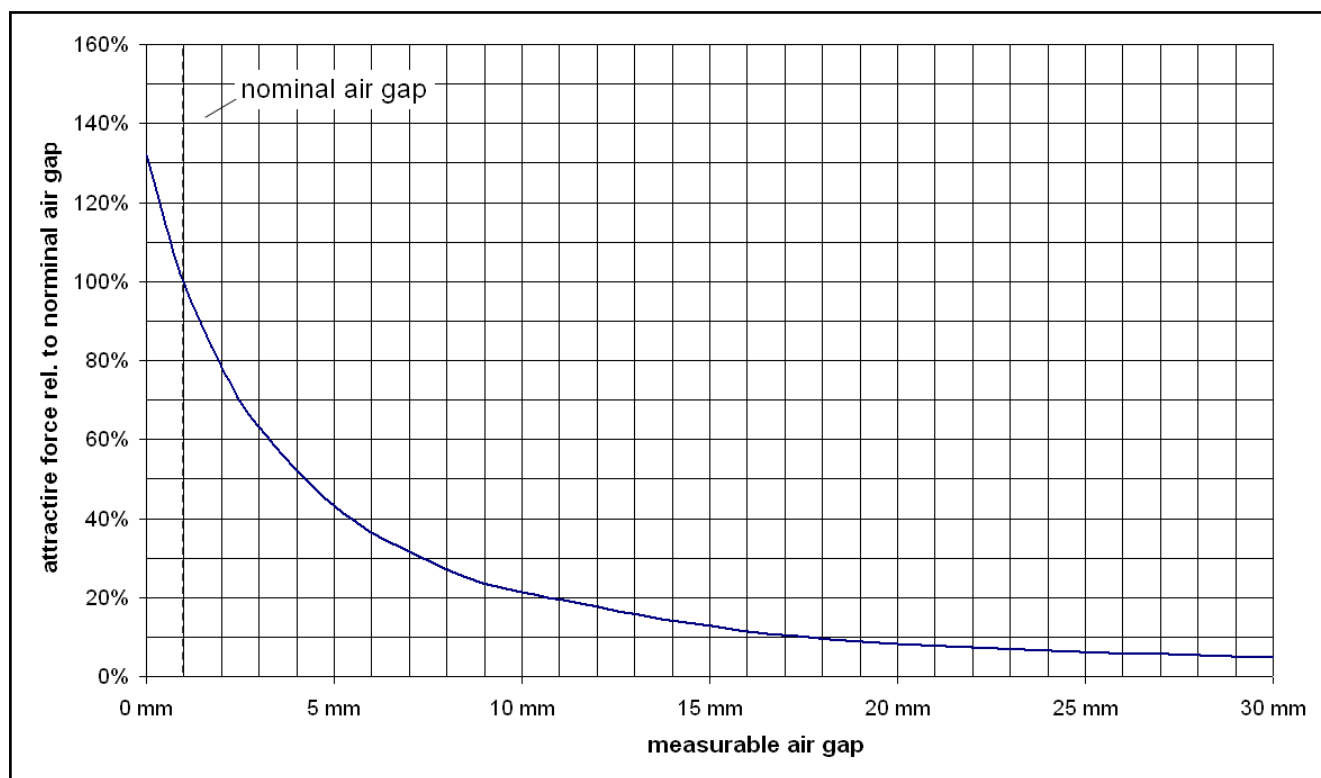


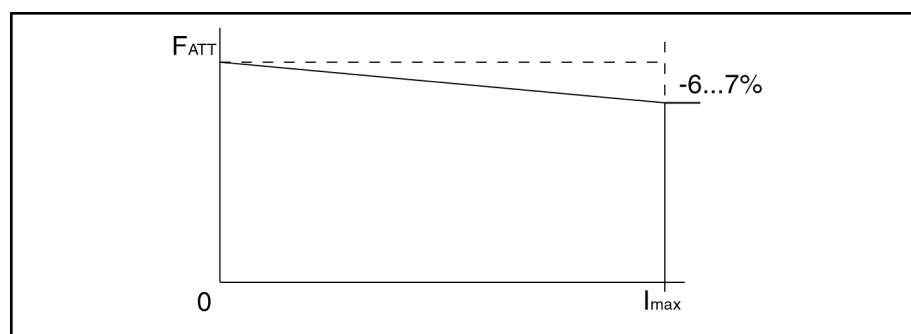
Fig. 9-26: Force d'attraction en fonction de la distance entre les parties primaire et secondaire

9.5.3 Forces d'attraction en fonction de l'alimentation en courant

La force d'attraction recule lorsque l'alimentation en courant de la partie primaire augmente.

Le diagramme ci-après représente l'évolution de la force d'attraction en fonction de l'alimentation en courant.

Consignes d'application et de construction



F_{ATT} Force d'attraction

I_{max} Courant maximal

Fig.9-27: Force d'attraction en fonction de l'alimentation en courant

9.5.4 Force d'avance en fonction de l'entrefer

Tolérances d'entrefer

Les forces d'avance spécifiées parmi les caractéristiques techniques se réfèrent à l'entrefer nominal indiqué. Les tolérances admissibles pour l'entrefer mesurable ont un effet minime sur les forces d'avance pouvant être atteintes. L'illustration ci-après représente cette dépendance:

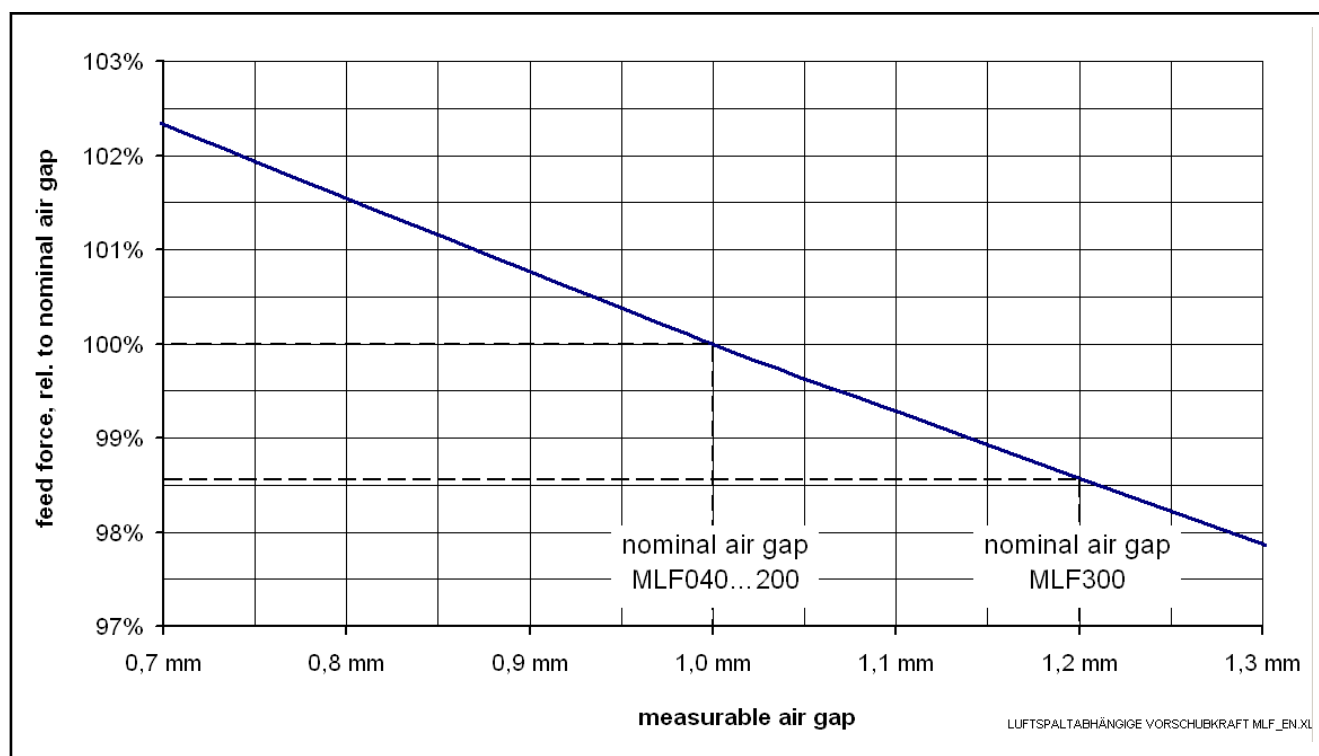


Fig.9-28: Force d'avance au sein de la tolérance d'entrefer pour les moteurs linéaires synchrones IndraDyn L



L'ordre de grandeur selon la fig. 9-28 est uniquement applicable aux moteurs linéaires synchrones IndraDyn L et ne présente pas une relation généralement applicable à d'autres types de moteur.

9.5.5 Recouvrement réduit entre les parties primaire et secondaire

Lors du trajet vers la zone de fin de course d'un axe, il peut être nécessaire que la partie primaire dépasse la partie secondaire. Il en résulte un recouvrement seulement partiel entre les parties primaire et secondaire.

Consignes d'application et de construction

Prise d'effet de la réduction de force

Si la partie primaire et la partie secondaire ne se recouvrent que partiellement, il en résulte une réduction des forces d'avance et d'attraction.

La réduction de force ne prend pas effet immédiatement et dépend du type d'enveloppe et de la position de montage des parties primaires.

La réduction de force en dehors des zones de début et de fin (s_{R1} et s_{R2}) se fait de manière linéaire par rapport à la surface de recouvrement réduite.

Le diagramme ci-après illustre le rapport entre le recouvrement des parties primaire et secondaire et la réduction de force qui en résulte.

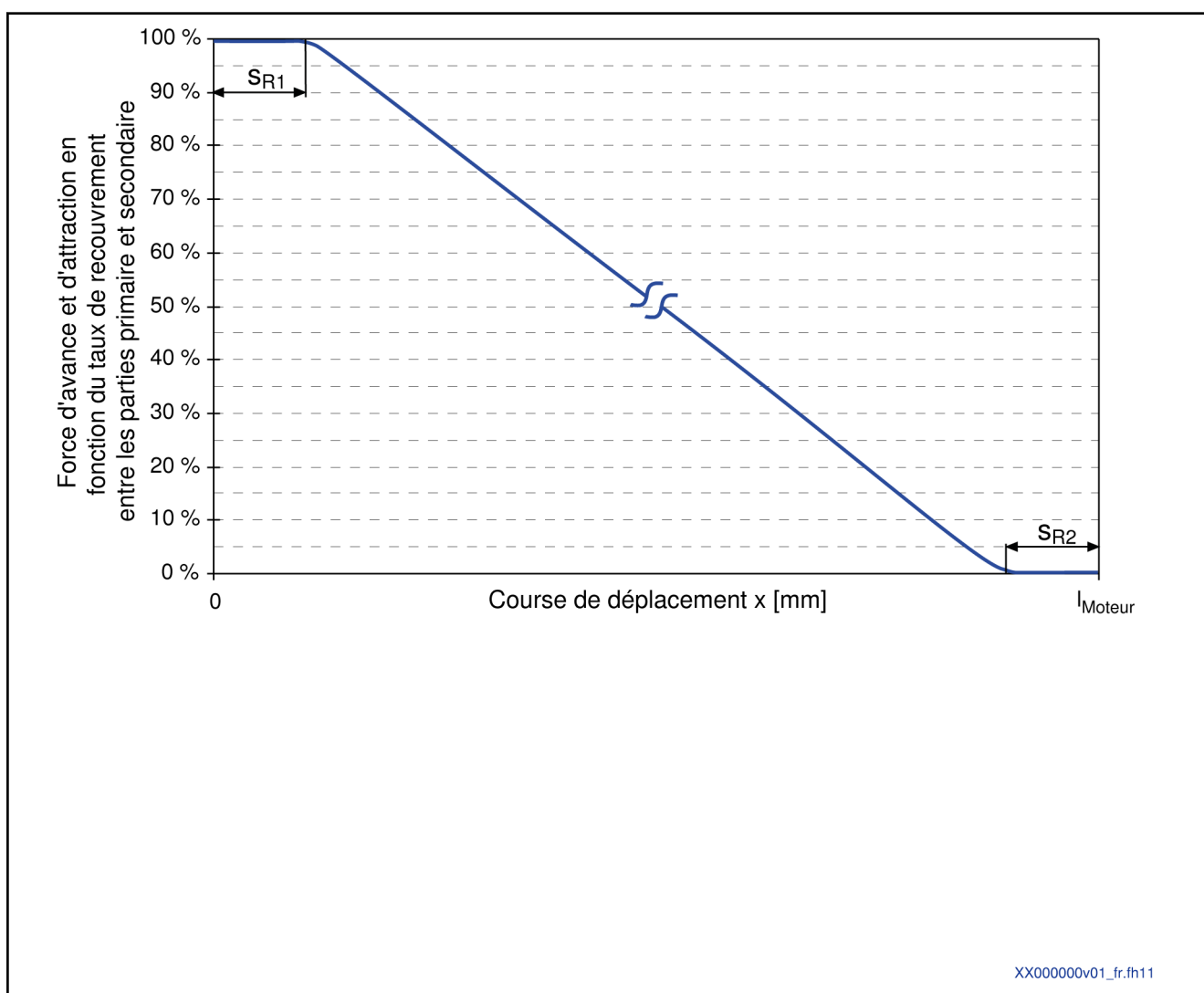


Fig.9-29: Réduction de force en cas de recouvrement partiel seulement des parties primaire et secondaire

Consignes d'application et de construction

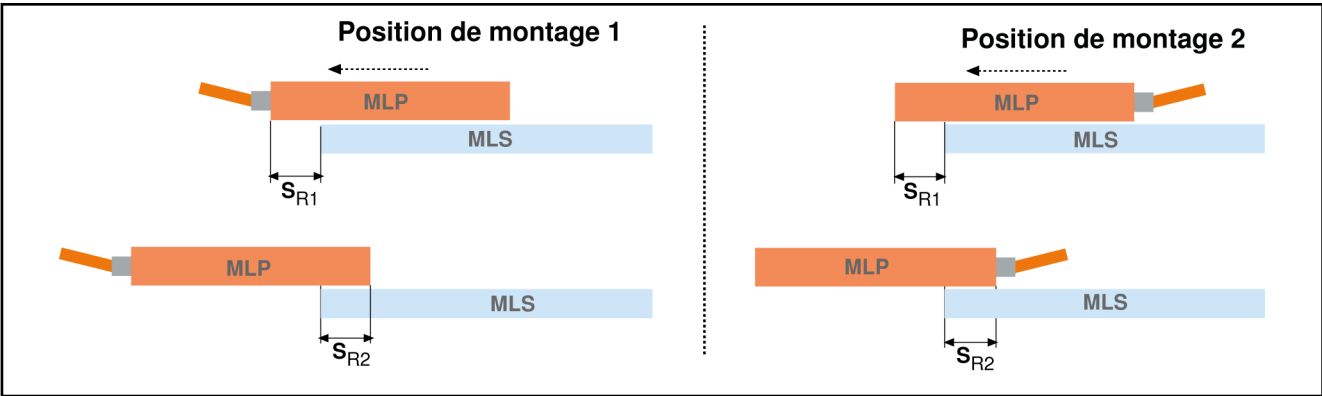


Fig.9-30: Représentation de la réduction de force par rapport à la fig. 9-33

Modèle de moteur	Position de montage 1	
	S _{R1} [mm]	S _{R2} [mm]
Enveloppe standard	30	5
Enveloppe thermique	52	8
	Position de montage 2	
	5	30
	8	52

Tab.9-5: Recouvrement en fonction de la position de montage

Le recouvrement partiel des parties primaire et secondaire ne doit pas être utilisé en cas de fonctionnement permanent car ce type de fonctionnement entraîne une absorption de courant accrue du moteur. À partir d'une certaine réduction du degré de recouvrement, il faut s'attendre à des instabilités dans le circuit de régulation.

 **AVERTISSEMENT**

Dysfonctionnement et mouvement incontrôlé du moteur suite au recouvrement partiel des parties primaire et secondaire!

- ⇒ Recouvrement partiel des parties primaire et secondaire uniquement lors du déplacement à la position finale en cas d'une erreur d'entraînement
- ⇒ Taux de recouvrement minimal 75 %

9.6 Refroidissement du moteur
9.6.1 Généralités

Les moteurs modulaires IndraDyn L de Rexroth sont équipés d'un circuit de refroidissement fermé dans le moteur. Ce circuit de refroidissement élimine de manière efficace la puissance dissipée du moteur P_V transformée en chaleur. Le fabricant de la machine doit dimensionner le système de refroidissement de sorte que toutes les exigences en matière de débit, de pression, de pureté, de différence de température etc. sont respectées à n'importe quel état de fonctionnement.

Consignes d'application et de construction

⚠ ATTENTION

Perturbation ou défaillance du moteur, de la machine ou du système de refroidissement!

- Lors de la conception et de l'exploitation de systèmes de refroidissement, observer les prescriptions du fabricant.
- Ne pas utiliser des lubrifiants de refroidissement ou des matériaux de coupe de processus d'usinage.
- Éviter la contamination du lubrifiant de refroidissement, ainsi que tout changement de sa composition chimique et de sa valeur pH.
- Observer les consignes et restrictions relatives à l'exploitation des moteurs sans refroidissement par liquide figurant au [chap. 9.6.5 "Exploitation de moteurs linéaires synchrones IndraDyn L sans refroidissement par liquide"](#) à la page 150.

Matériaux utilisés

Dans la partie primaire, le produit réfrigérant entre en contact avec les matériaux suivants:

Taille MLP...	Conduites de refroidissement	Vissages
040 ... 300	Cuivre (Cu)	Laiton (CuZn39Pb2)

Tab.9-6: Contact du liquide de refroidissement avec des matériaux

Lors de la conception et de l'exploitation du système de refroidissement, le fabricant de la machine doit exclure toute interaction chimique ou électro-chimique entraînant la corrosion ou la décomposition de pièces du moteur.

9.6.2 Comportement thermique de moteurs linéaires

Puissance dissipée

La force d'avance constante que peut atteindre un moteur linéaire synchrone, est déterminée essentiellement par la puissance dissipée P_V qui résulte du processus de conversion d'énergie. La puissance dissipée se présente entièrement sous forme de chaleur et ne doit pas dépasser une certaine valeur en raison de la température admissible limitée du bobinage.



La température maximale du bobinage des moteurs IndraDyn L est de 155 °C. Cela correspond à la classe d'isolation F.

En raison des vitesses relatives faibles entre les parties primaire et secondaire, les pertes totales de moteurs linéaires synchrones sont déterminées presque exclusivement par les pertes par effet joule de la partie primaire:

$$P_V \approx P_{VI} = \frac{3}{4} \cdot I^2 \cdot R_{12} \cdot f_T$$

P_V	Pertes totales en W
P_{VI}	Pertes par effet joule en W
I	Courant dans le câble d'alimentation du moteur en A
R_{12}	Résistance électrique du moteur à 20 °C en Ohms (voir le chapitre 4 Caractéristiques techniques)
f_T	Coefficient pour l'augmentation de la résistance en fonction de la température

Fig.9-31: Puissance dissipée de moteurs linéaires synchrones

Consignes d'application et de construction



Dans le cadre de la détermination de la puissance dissipée selon la fig. 9-31, il faut tenir compte de l'augmentation de la résistance électrique en raison de la température. Une augmentation de la température de 115 K (de 20 °C à 135 °C) par exemple, fait augmenter la résistance électrique du facteur $f_T = 1,45$.

Constante de temps thermique

L'évolution de la température en fonction du temps est déterminée par la puissance dissipée générée et par la capacité de dissipation et d'accumulation de chaleur du moteur. La capacité de dissipation et d'accumulation de chaleur d'une machine électrique est réunie dans une grandeur et indiquée comme constante de temps thermique.



En cas de refroidissement par liquide, les constantes de temps thermiques des moteurs linéaires synchrones sont comprises entre 5 et 10 min. en fonction de la taille.

La figure 9-32 ci-après représente un processus exemplaire d'échauffement et de refroidissement d'une machine électrique. La constante de temps thermique est le temps sous lequel 63 % de la surtempérature finale sont atteints. En cas de refroidissement par liquide, la constante de temps de refroidissement égale la constante de temps d'échauffement. Par conséquent, tant l'échauffement que le refroidissement peut être spécifié par la constante de temps thermique indiquée (constante de temps d'échauffement) du moteur.

En combinaison avec le facteur de marche, les relations selon la fig. 9-33 et la fig. 9-35 servent à la définition du type de fonctionnement p.ex. selon la DIN EN 60034-1.

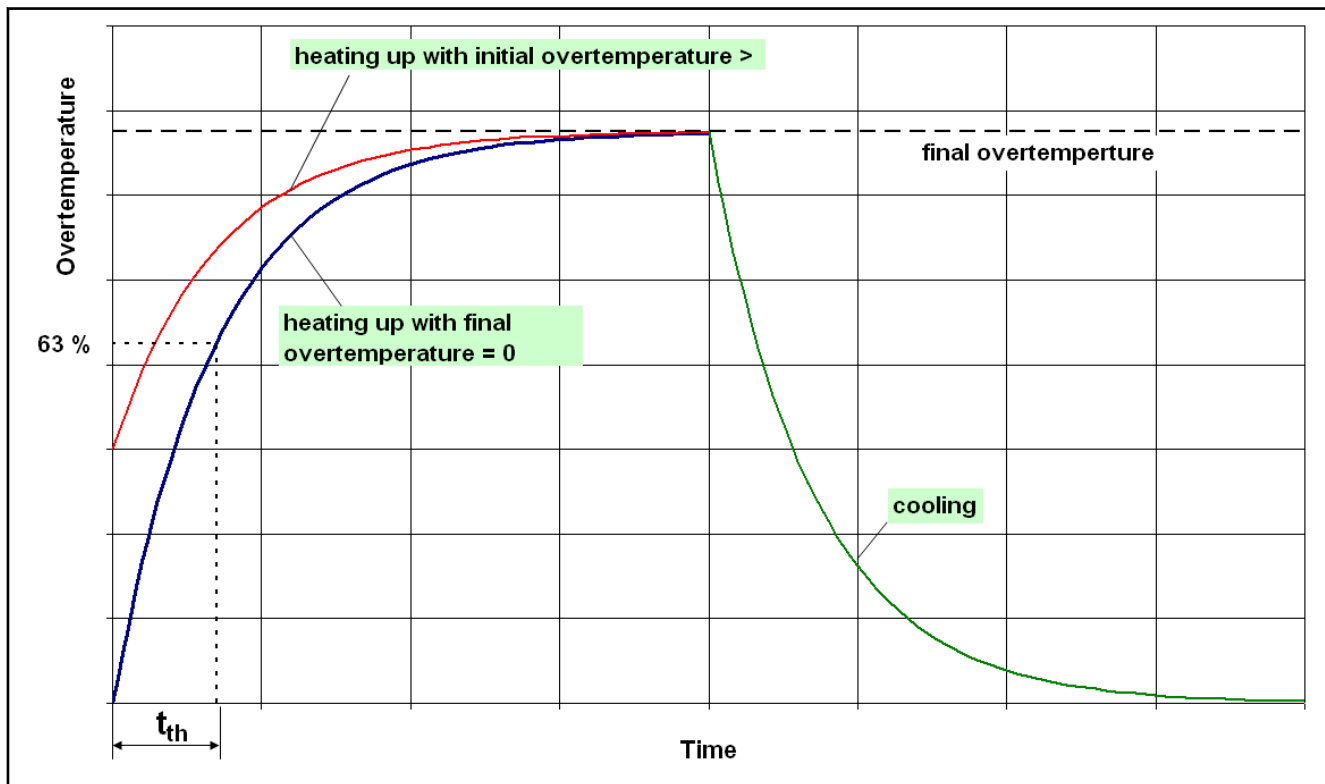


Fig.9-32: Échauffement et refroidissement d'une machine électrique

Consignes d'application et de construction

Échauffement

$$\vartheta(t) = \vartheta_e \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{t_{th}}}\right) + \vartheta_a \cdot e^{-\frac{t}{t_{th}}}$$

ϑ_e Surtempérature finale en K

ϑ_a Surtempérature initiale en K

t Temps en min

t_{th} Constante de temps thermique en min. (voir le chap. 4 Caractéristiques techniques)

Fig. 9-33: Échauffement (surtempérature) d'une machine électrique par rapport au produit réfrigérant

Surtempérature finale

Étant donné que la surtempérature finale est proportionnelle à la puissance dissipée, la surtempérature finale ϑ_e à attendre peut être estimée selon la fig. 9-34:

$$\vartheta_e = \frac{P_{ce}}{P_{vN}} \cdot \vartheta_{e\max} = \frac{F_{eff}^2}{F_{dN}^2} \cdot \vartheta_{e\max}$$

P_{ce} Puissance dissipée continue ou puissance dissipée moyenne pendant la durée du cycle en W (voir le chap. 11.4 Détermination de la puissance d'entraînement)

P_{vN} Puissance dissipée nominale du moteur en W

$\vartheta_{e\max}$ Surtempérature finale maximale du moteur en K

F_{eff} Force effective en N (de l'application)

F_{dN} Force nominale continue du moteur en N (voir le chap. 4 Caractéristiques techniques)

t_{th} Constante de temps thermique en min. (voir le chap. 4 Caractéristiques techniques)

Fig. 9-34: Surtempérature finale du moteur à attendre

Refroidissement

$$\vartheta(t) = \vartheta_e \cdot e^{-\frac{t}{t_{th}}}$$

ϑ_e Surtempérature finale ou température de désactivation en K

t Temps en min

t_{th} Constante de temps thermique en min. (voir le chap. 4 Caractéristiques techniques)

Fig. 9-35: Refroidissement d'une machine électrique

9.6.3 Concept de refroidissement des moteurs linéaires synchrones IndraDyn L

Sur les moteurs linéaires, l'exigence de forces d'avance élevées en combinaison avec un encombrement minimal rend généralement nécessaire un refroidissement par liquide. Ce refroidissement par liquide assure

- l'élimination de la puissance dissipée et, par conséquent, le respect des forces d'avance constantes spécifiées
- le maintien d'un certain niveau de température sur la machine

Le concept du système de refroidissement et de l'enveloppe des moteurs IndraDyn L comprend deux solutions différentes:

Enveloppe standard

Les parties primaires avec enveloppe standard sont utilisées principalement dans le domaine de l'automation générale. Le système de refroidissement par liquide de ce modèle de moteur sert uniquement à l'élimination de la cha-

Consignes d'application et de construction

leur dissipée et au respect des forces d'avance constantes spécifiées et, côté moteur, n'offre pas d'isolation thermique supplémentaire par rapport à la machine. La température maximale de la surface de vissage peut atteindre localement jusqu'à 60°C. Ces gradients de température maximaux peuvent survenir indépendamment de la température d'amenée du liquide de refroidissement.

Enveloppe thermique

Les parties primaires du modèle avec enveloppe thermique sont dotées d'un refroidissement par liquide supplémentaire sur le dos du moteur, ainsi que sur les grands et petits côtés afin d'assurer une isolation thermique optimale par rapport à la structure de la machine. Grâce à la stabilité de température qui peut être assurée très bien et grâce au transfert de chaleur le plus faible possible à la machine, les parties primaires en modèle avec enveloppe thermique conviennent principalement pour l'utilisation dans des machines-outils et d'autres applications de précision. Le circuit de refroidissement interne pour l'élimination de la puissance dissipée et les canaux de refroidissement de l'enveloppe thermique sont déjà connectés de manière optimale à l'intérieur du moteur de sorte qu'il n'existe que deux raccords de liquide de refroidissement également pour ce modèle de moteur.

La partie primaire n'est pas connectée pleine surface avec la surface de vissage côté machine, mais elle ne repose que sur des points d'appui faisant saillie. Cela permet d'atteindre entre autres une isolation thermique supplémentaire et par conséquent, une réduction ultérieure du transfert de chaleur possible à la machine (voir la [fig. 9-36](#)).



L'utilisation de l'enveloppe thermique ne modifie pas les données de performance comme p.ex. la force d'avance constante. Les données de performance restent identiques pour les deux modèles.

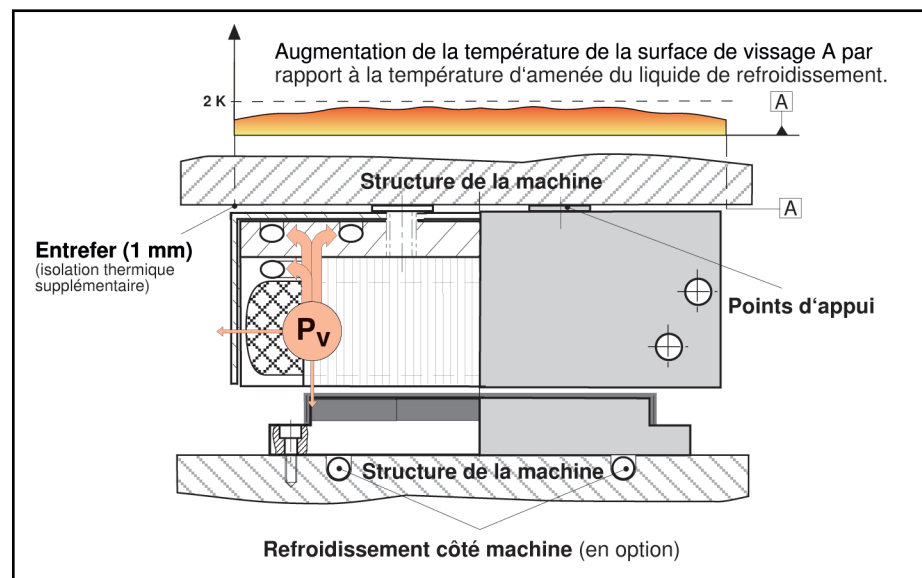


Fig.9-36: *Concept de refroidissement en présence de l'enveloppe thermique*

Parties secondaires

Le modèle de partie secondaire est identique pour les deux modèles de partie primaire. La partie secondaire ne génère pas de puissance dissipée. En cas de conditions défavorables (arrêt prolongé ou vitesse faible de la partie primaire en combinaison avec une force constante élevée), il peut pourtant y avoir un transfert de chaleur par radiation et convection via la partie primaire.

Consignes d'application et de construction



La partie secondaire ne génère pas de puissance dissipée. Le transfert de chaleur maximal possible de la partie primaire à l'arrêt et à la force nominale constante égale environ 3% de la puissance dissipée nominale du moteur.

Ce transfert de chaleur dépend de la température ambiante et des conditions de montage dans la machine.

Afin de conserver un niveau de température constant de la machine, il est possible de réaliser dans ces cas un refroidissement côté machine, p.ex. via deux tuyaux de refroidissement (voir la [fig. 9-36](#)).

9.6.4 Produit réfrigérant

Généralités

Les données spécifiées pour le moteur, ainsi que les caractéristiques du système de refroidissement du moteur (p.ex. forces d'avance constantes, chutes de pression et courbes caractéristiques de débit), ainsi que toutes les autres indications au présent chapitre se réfèrent au refroidissement par liquide utilisant l'eau comme produit réfrigérant. La plupart des groupes de refroidissement utilise également l'eau.

Les produits réfrigérants suivants peuvent être utilisés :

- eau
- huile
- air



Les données spécifiées pour le moteur, ainsi que les caractéristiques du système de refroidissement du moteur (p.ex. forces d'avance constantes, chutes de pression et courbes caractéristiques de débit), ainsi que toutes les autres indications au présent chapitre se réfèrent au refroidissement par liquide utilisant l'eau comme produit réfrigérant.

En cas d'utilisation de produits réfrigérants avec d'autres valeurs, ces données ne sont plus valables et/ou utilisables et doivent être nouvellement calculées ou bien déterminées par voie d'expériences.

De plus, il faut éventuellement tenir compte d'une détérioration de l'isolation thermique.

Consignes d'application et de construction

**AVERTISSEMENT****Détérioration de l'effet de refroidissement ou endommagement du système de refroidissement!**

- ⇒ adapter le produit réfrigérant et le débit aux données de performance exigées pour le moteur
- ⇒ si l'eau est utilisée comme produit réfrigérant, utiliser un produit anticorrosion et respecter le rapport de mélange et la valeur pH prescrits
- ⇒ utiliser uniquement des produits anticorrosion admissibles
- ⇒ ne pas utiliser des lubrifiants de refroidissement venant du processus d'usinage
- ⇒ filtrer le produit réfrigérant
- ⇒ ne pas utiliser de l'eau courante
- ⇒ utiliser un circuit de refroidissement fermé
- ⇒ respecter la température d'aller spécifiée
- ⇒ respecter la pression maximale
- ⇒ dans la mesure du possible, ne pas faire fonctionner le moteur sans refroidissement par liquide

Le refroidissement avec de l'eau courante venant du réseau public n'est pas admissible. L'eau calcaire peut causer de l'entartrage ou de la corrosion et endommager le moteur et le système de refroidissement. L'eau devant être utilisée comme eau de refroidissement doit répondre à certains critères et nécessite éventuellement un traitement préalable correspondant. Pour des consignes plus détaillées, merci de vous adresser à votre fabricant d'adjuvants pour produits réfrigérants (voir).

**Risque d'endommagement par une qualité d'eau insuffisante dans le circuit de liquide de refroidissement!**

Des dépôts dans le système de refroidissement risquent de réduire le débit de liquide de refroidissement et de réduire ainsi progressivement la performance du système de refroidissement.

Assurer que l'eau utilisée respecte les valeurs suivantes:

- Valeur pH: 7 ... 8,5
- Dureté: 10° dH
- Chlorides: au max. 20 mg / l
- Nitrates: au max. 10 mg / l
- Sulfates: au max. 100 mg / l
- Substances non solubles: au max. 250 mg / l

En règle générale, l'eau du robinet satisfait à ces exigences.

Merci d'observer les autres consignes relatives à la composition appropriée du liquide de refroidissement.

Valeur pH

Hormis le rapport de mélange, la valeur pH du liquide de refroidissement utilisé doit également être contrôlée dans des intervalles appropriés. Le liquide de refroidissement devrait être chimiquement neutre. Des écarts considérables risquent d'entraîner une modification du comportement vis-à-vis de matériaux d'étanchéité et de la capacité de protection contre la corrosion.

Consignes d'application et de construction

Protection anticorrosion

Pour assurer la protection anticorrosion et la stabilisation chimique, il faut ajouter à l'eau de refroidissement un adjuvant qui convient pour les installations de mélange contenant des matériaux comme p.ex. l'acier, le fer, l'aluminium, le cuivre et le laiton.

L'utilisation de liquides de refroidissement, d'additifs ou de lubrifiants de refroidissement trop agressifs risque de causer des dommages irréparables sur les moteurs.

- Utiliser des systèmes avec circuit fermé et filtre fin $\leq 100 \mu\text{m}$.
- Lors de la sélection des liquides de refroidissement, respecter les prescriptions de protection de l'environnement et d'élimination sur le lieu d'utilisation.

Nettoyage du circuit de liquide de refroidissement

Contrôler et nettoyer (rincer) régulièrement le système de refroidissement selon les instructions du plan d'entretien du fabricant de la machine ou du système de refroidissement.

Observer que l'utilisation de produits de nettoyage inappropriés risque d'endommager le système de refroidissement moteur de manière irréparable. Bosch Rexroth décline toute responsabilité pour les dommages de ce genre.

ATTENTION

Endommagement éventuel du système de refroidissement moteur suite à l'utilisation de produits de nettoyage inappropriés! Déchéance de la garantie!

⇒ Utiliser tant pour le nettoyage que pour le refroidissement du moteur uniquement des liquides ou substances qui n'attaquent ni le système de refroidissement moteur ni les matériaux que nous utilisons.

⇒ Observer les consignes du fabricant du produit de nettoyage et les consignes du fabricant du système de refroidissement.



Après le fonctionnement du moteur comme p.ex. en cas d'entreposage ou de retour, il faut vidanger complètement le liquide de refroidissement du moteur afin de garantir la protection de l'environnement et du moteur.

Additifs pour liquides de refroidissement

Fabricant d'additifs pour liquides de refroidissement recommandé

Le traitement chimique correct de systèmes hydrauliques fermés est la condition préalable permettant d'éviter la formation de corrosion, de maintenir le transfert de chaleur et de minimiser la prolifération de bactéries dans l'ensemble du système.

Bosch Rexroth recommande les additifs pour liquide de refroidissement de la société NALCO Deutschland GmbH.

L'utilisateur dispose de différents additifs sous forme « d'eau de refroidissement prête à l'emploi » et de « Water Treatment Kits », en fonction de la taille du système de refroidissement.



La taille du fût et les composants d'un Water Treatments Kit sont adaptés au volume respectif du système. L'utilisateur peut introduire le contenu dans le réservoir pour liquide de refroidissement sans avoir à respecter des proportions de mélange.

Consignes d'application et de construction

Eau de refroidissement prête à l'emploi (société NALCO)

Volume du système en litres	Référence article	Additifs NALCO...
0,5 ... 50	Nalco PCCL100.11R	PCCL100

Eau de refroidissement NALCO PCCL100*Tab.9-7: Eau de refroidissement prête à l'emploi (société NALCO)*

Nalco PCCL100 est une eau de refroidissement mélangée à un fluide de protection, prête à l'emploi et destinée à un usage dans des systèmes d'eau de refroidissement fermés. Elle est directement versée dans les systèmes fermés et contient tous les additifs en quantité adéquate.

Nalco PCCL100 contient un agent anticorrosion qui protège le métal ferreux, le cuivre, les alliages de cuivre et l'aluminium de la corrosion. Nalco PCCL100 est exempt de nitrite et minimise la prolifération microbologique.

Water Treatment Kits (société NALCO)

Volume du système en litres	Référence article	Additifs NALCO...
50 ... 100	480-BR100-100.88	TRAC100 7330 73199
100 ... 200	480-BR100-200.88	
200 ... 350	480-BR100-350.88	
350 ... 500	480-BR100-500.88	

*Tab.9-8: Water Treatment Kits (société NALCO)***Additif pour liquide de refroidissement NALCO TRAC100**

Nalco TRAC100 est un inhibiteur de corrosion et de dépôts liquide destiné à un usage dans les systèmes de refroidissement fermés. Technologie TRASAR en option : elle surveille, révèle et dose automatiquement le produit à la concentration cible et protège le système en continu. NALCO TRAC100 est un inhibiteur complet qui protège le métal ferreux, les alliages de cuivre et l'aluminium de la corrosion. NALCO TRAC100 est exempt de nitrite et minimise la nécessité d'un contrôle microbologique.

Additif pour liquide de refroidissement NALCO 7330

Nalco 7330 est un biocide à large spectre non-oxydant destiné à un usage dans des systèmes de circuits de refroidissement fermés.

Additif pour liquide de refroidissement NALCO 73199

Nalco 73199 est un inhibiteur de corrosion organique favorisant une couche de protection propre et une couche de protection par recouvrement rapides pour les métaux non ferreux.

Les additifs précités font partie d'un programme de traitement de l'eau préventif de la société Nalco. Celui-ci comprend, hormis les produits chimiques à utiliser, également des méthodes d'essais, un service et un équipement et celui-ci est mis à la disposition de l'utilisateur des produits.

Le programme de traitement de l'eau est une spécification pour l'utilisateur et décrit le minimum requis. L'équipement supplémentaire, les essais et le service doivent être concertés avec la société Nalco afin d'assurer une performance et une protection optimales des systèmes de refroidissement.

Pour toute information complémentaire ou toute commande, merci de contacter :

NALCO Deutschland GmbH

Consignes d'application et de construction

Planckstr. 26
D-71691 Freiberg / Neckar
Fax : +49(0)7141-703-239
www.nalco.com



Bosch Rexroth ne peut pas délivrer d'affirmations ou d'analyses générales en ce qui concerne l'adéquation de liquides de refroidissement, d'additifs ou de conditions d'utilisation spécifiques aux installations.

Le test d'efficacité pour les liquides de refroidissement utilisés et la conception du système de refroidissement par liquide incombent au fabricant de la machine.

Température du liquide de refroidissement

Température d'entrée du liquide de refroidissement

La plage recommandée pour la température d'entrée du liquide de refroidissement est comprise entre +15 et +40 °C. La température d'entrée à régler pour le liquide de refroidissement doit être choisie en fonction de la température ambiante effective et doit être au maximum de 5 K inférieure à la température ambiante mesurée.

Le dépassement de la plage de température recommandée entraîne une réduction plus importante de la force d'avance constante.



La température d'entrée du liquide de refroidissement doit être au maximum de 5 K inférieure à la température ambiante effective afin d'éviter la condensation.



AVERTISSEMENT

Réduction de la force d'avance constante ou destruction du moteur!

⇒ Respecter la plage de température admissible du liquide de refroidissement

Force d'avance constante en fonction de la température du liquide de refroidissement

L'indication de la force d'avance constante figurant parmi les caractéristiques techniques du moteur se réfère à une température d'amenée du liquide de refroidissement de 30°C.

Une température d'amenée différente entraîne un changement minime de la force d'avance constante selon la [fig. 9-37](#):

Consignes d'application et de construction

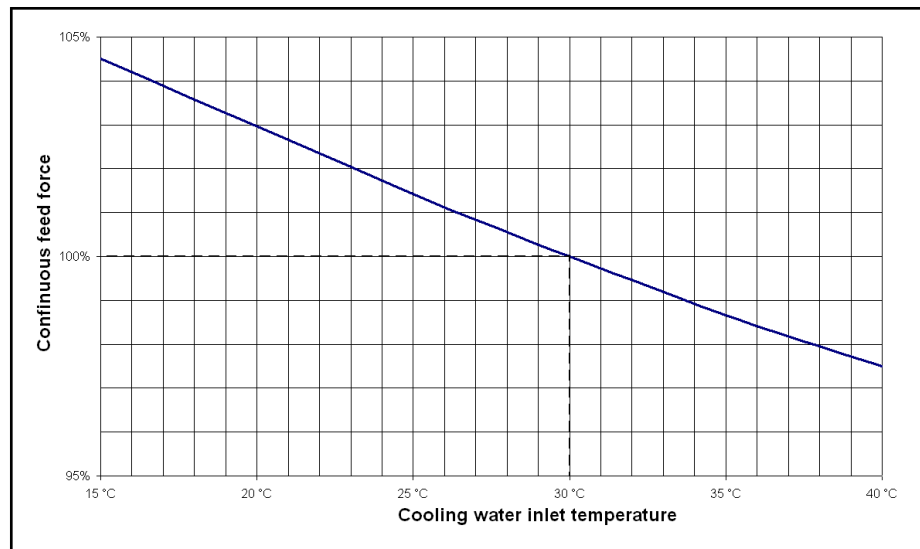


Fig. 9-37: Force d'avance constante en fonction de la température d'aller du liquide de refroidissement

Pression maximale

La pression système maximale pour le circuit de refroidissement interne du moteur est de **10 bars** pour tous les modèles de moteur.

Pendant le fonctionnement du moteur, les variations de température dans le circuit de refroidissement ne doivent pas être supérieures à **± 1 bar**. Toute variation ou pointe de pression supérieure est inadmissible.

**AVERTISSEMENT****Destruction du moteur!**

⇒ Respecter la pression d'entrée admissible pour le liquide de refroidissement.

⇒ Exclure des variations et pointes de pression inadmissibles par voie de mesures constructives.

9.6.5 Exploitation de moteurs linéaires synchrones IndraDyn L sans refroidissement par liquide

Théoriquement, les moteurs IndraDyn L peuvent également être exploités sans refroidissement par liquide.

Merci d'observer à ce sujet les consignes et restrictions suivantes:

- Sans refroidissement par liquide, ne sont disponibles que des **performances nettement réduites** ne figurant pas dans la présente documentation.
- En fonction de l'accouplement du moteur, les valeurs relatives à la force assignée et au courant assigné des moteurs qui figurent dans les notices, doivent être réduites à **~40 %** de la valeur indiquée.
- En raison de la sollicitation thermique plus importante à attendre sur les machines et des dilatations en résultant, l'entrefer nominal figurant dans la notice des moteurs doit être augmenté de 0,2 mm.

La force maximale disponible des moteurs n'est pas réduite en conséquence.

En fonction de la sollicitation, la température sur la surface de vissage de la partie primaire peut atteindre 140°C en cas de fonctionnement sans refroidis-

Consignes d'application et de construction

sement par liquide. Dans ce cas, la puissance dissipée des moteurs est éliminée via la surface de vissage et la structure de la machine côté client.

⚠ AVERTISSEMENT

Nette réduction de la force d'avance constante et échauffement et gauchissement considérables de la structure de la machine suite à l'exploitation de moteurs linéaires synchrones sans refroidissement par liquide!

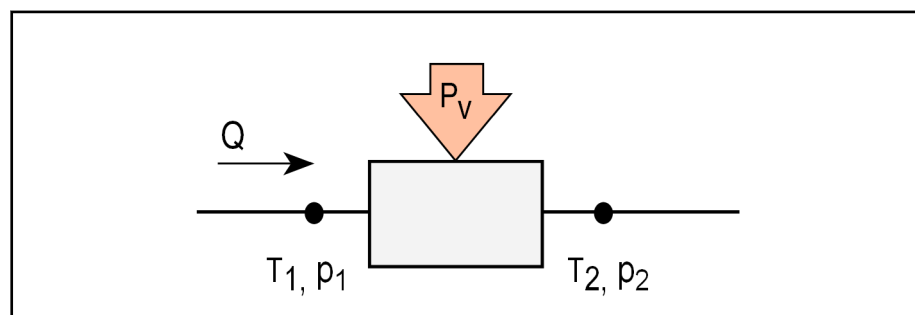
- ⇒ Prévoir un refroidissement par liquide
- ⇒ En ce qui concerne les axes qui sont exploités sans refroidissement par liquide, le dimensionnement et la conception doivent tenir compte de la réduction de la force nominale constante et de l'échauffement de la structure de la machine (gauchissement par dilatation).
- ⇒ Sur le moteur sans refroidissement par eau, réduire le courant en conséquence via le paramètre S-0-0111 lors de la mise en service! Sans une telle réduction du courant assigné, le moteur s'échauffe tellement rapidement que les contacts thermiques ne sont pas en mesure d'arrêter le moteur dans tous les cas. Une surchauffe du bobinage en serait la conséquence. Une surchauffe du bobinage entrave ou, dans le cas extrême, détruit l'isolation du bobinage.



Observer à ce sujet également les instructions de paramétrage au [chap. 13.4 "Paramétrage"](#) à la [page 246](#) qui sont applicables à l'exploitation de moteurs linéaires synchrones IndraDyn L sans refroidissement par liquide.

9.6.6 Dimensionnement du circuit de refroidissement

Généralités



Q	Débit
T ₁	Température d'amenée du produit réfrigérant
T ₂	Température de retour du produit réfrigérant
p ₁	Pression d'entrée
p ₂	Pression de sortie

Fig.9-38: Composant avec refroidissement par liquide

Augmentation de la température
du produit réfrigérant

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

T ₁	Température d'amenée du produit réfrigérant en K
T ₂	Température de retour du produit réfrigérant en K
ΔT	Augmentation de la température du produit réfrigérant en K

Fig.9-39: Augmentation de la température du produit réfrigérant en K

Consignes d'application et de construction

Chute de pression

$$\Delta p = p_1 - p_2$$

p_1 Pression d'entrée

p_2 Pression de sortie

Δp Chute de pression

Fig.9-40: Chute de pression sur composant traversé

Critères de dimensionnement

Dans le cadre du dimensionnement du circuit de refroidissement des moteurs linéaires synchrones, il faut distinguer entre deux exigences de base relatives au moteur en fonction de l'application:

1. le refroidissement par liquide est uniquement nécessaire pour éliminer la puissance dissipée et alors pour respecter les forces nominales constantes spécifiées p.ex. en ce qui concerne le modèle de moteur avec enveloppe standard
2. le refroidissement par liquide doit garantir en même temps le niveau de température défini, p.ex. en ce qui concerne le modèle de moteur avec enveloppe thermique

Débit

Débit de liquide de refroidissement pour le respect de la force d'avance constante spécifiée

Rexroth recommande de prévoir un débit de liquide de refroidissement d'env. 5 l/min. pour les moteurs jusqu'à la taille 070 et d'env. 6 l/min à partir de la taille 100.

Le débit de liquide de refroidissement minimum nécessaire pour le respect de la force d'avance constante spécifiée est indiqué au chapitre 4 Caractéristiques techniques.

L'indication de cette valeur se base sur une augmentation de la température du liquide de refroidissement de 10 K.

En cas d'augmentations de température différentes et/ou de produits réfrigérants autres que l'eau, se référer à la fig. 9-41 et à la fig. 9-9 pour déterminer le débit de liquide de refroidissement nécessaire.

$$Q = \frac{P_{co} \cdot 60000}{c \cdot \rho \cdot \Delta T}$$

Q débit de liquide de refroidissement nécessaire en l/min

P_{co} puissance dissipée à éliminer en W

c capacité thermique spécifique du produit réfrigérant en J/kg · K

ρ densité du produit réfrigérant en kg/m³

ΔT Augmentation de la température du produit réfrigérant en K

Fig.9-41: Débit de liquide de refroidissement nécessaire pour éliminer une puissance dissipée donnée

Liquide de refroidissement	Capacité thermique spécifique en J/kg · K	Densité ρ en kg/m ³
eau	4183	998,3
huile thermique (exemple)	1000	887
air	1007	1,188

Tab.9-9: Valeurs de différents produits réfrigérants à 20°C

Respect d'un niveau de température constant en cas d'enveloppe thermique

Si un niveau de température défini doit être garanti sur la surface de vissage de la partie primaire du modèle de moteur avec enveloppe thermique, le débit de liquide de refroidissement nécessaire pour le respect d'une augmenta-

Consignes d'application et de construction

tion de température maximale du produit réfrigérant doit être déterminé selon la fig. 9-42. Cette formule tient compte du fait que ce n'est plus qu'une partie de la puissance dissipée qui doit être éliminée via l'enveloppe thermique. ΔT_m est la température sur la surface de vissage de la partie primaire.



Le respect d'un niveau de température défini sur la surface de vissage n'est possible qu'avec le modèle de moteur avec enveloppe thermique.

$$Q = \frac{P_{co} \cdot 25200}{c \cdot \rho \cdot \Delta T_m}$$

Q	débit de liquide de refroidissement nécessaire en l/min
P_{co}	puissance dissipée à éliminer en W
c	capacité thermique spécifique du produit réfrigérant en J/kg · K
ρ	densité du produit réfrigérant en kg/m³
ΔT_m	Augmentation de la température de la surface de vissage en K
Fig.9-42:	Débit de liquide de refroidissement nécessaire pour le respect d'un niveau de température constant sur la surface de vissage du moteur avec enveloppe thermique

Condition préalable: $Q \geq Q_{min}$ (voir le chapitre 4 Caractéristiques techniques)

Chute de pression

La résistance à l'écoulement sur les parois des tuyaux, les détournements et les changements de section transversale cause une chute de pression sur le composant traversé (fig. 9-38).

La chute de pression Δp augmente par l'augmentation du débit (fig. 9-43).

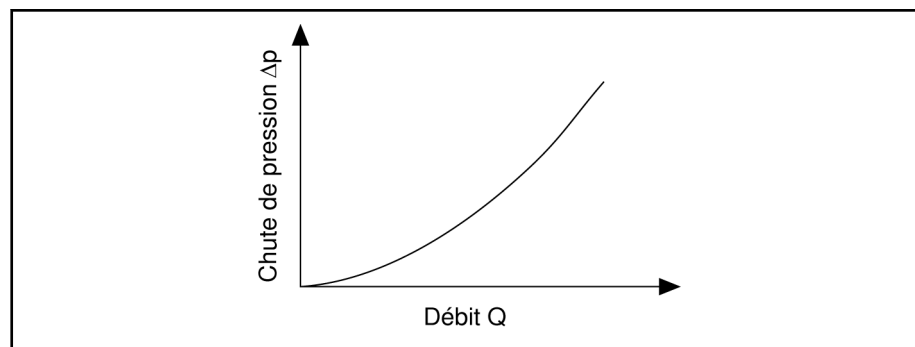


Fig.9-43: Chute de pression en fonction du débit, représentation générale

Chute de pression sur le système de refroidissement du moteur

La chute de pression sur le circuit de refroidissement interne du moteur peut être déterminée comme suit à l'aide de la constante pour la détermination de la chute de pression k_{dp} qui figure au chapitre 4 Caractéristiques techniques:

$$\Delta p_m = k_{dp} \cdot Q^{1.75}$$

Δp_m	Chute de pression sur le circuit de refroidissement interne du moteur en bars
Q	Débit en l/min
k_{dp}	Constante pour la détermination de la chute de pression (voir le chapitre 4 Caractéristiques techniques)

Fig.9-44: Détermination de la chute de pression en fonction du débit

Chute de pression totale

La chute de pression sur le système total est déterminé par l'addition d'une série de chutes de pression partielles (fig. 9-45). En règle générale, la chute

Consignes d'application et de construction

de pression sur le système de refroidissement interne du moteur est relativement faible.

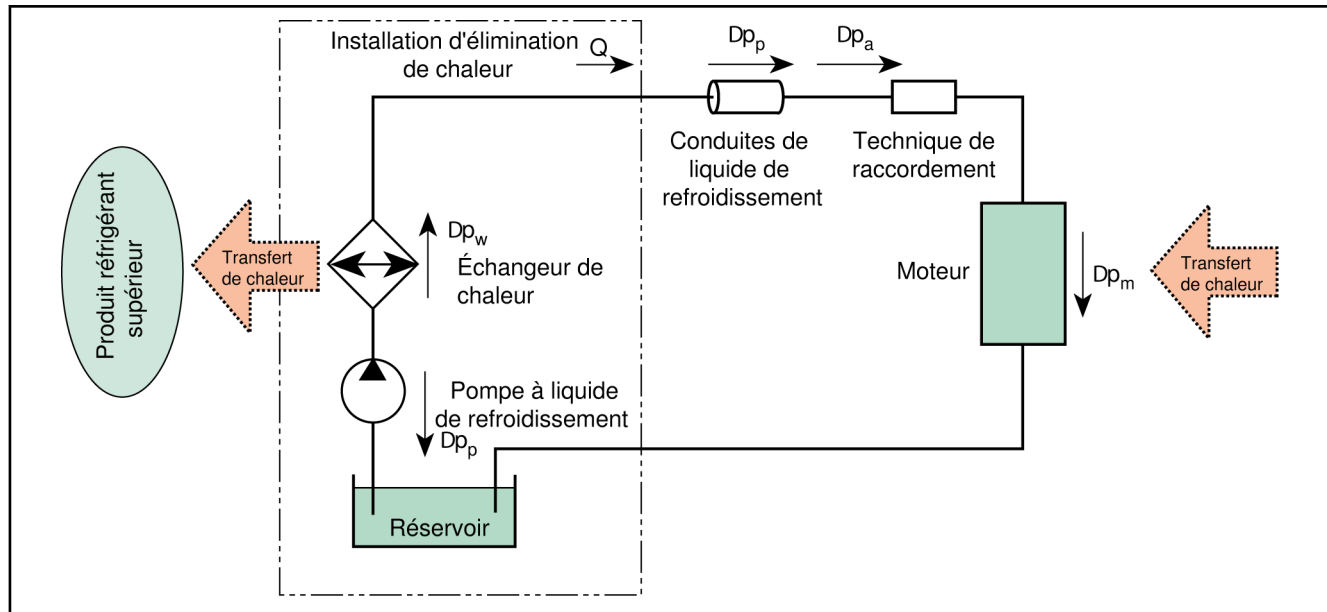


Fig. 9-45: Agencement de principe d'un moteur avec refroidissement par liquide et installation d'élimination de chaleur



La chute de pression totale du système de refroidissement est déterminée par de diverses chutes de pression partielles (moteur, conduites d'alimentation, technique de raccordement etc.). Il faut en tenir compte à l'aide de données spécifiques au fabricant lors du dimensionnement du circuit de refroidissement.

9.6.7 Système de refroidissement par liquide

Généralités

Sur les machines et installations, un refroidissement par liquide peut être nécessaire pour un ou plusieurs composants d'entraînement. S'il existe plusieurs composants d'entraînement avec refroidissement par liquide, ceux-ci sont branchés sur l'installation d'élimination de chaleur via un distributeur.

Consignes d'application et de construction

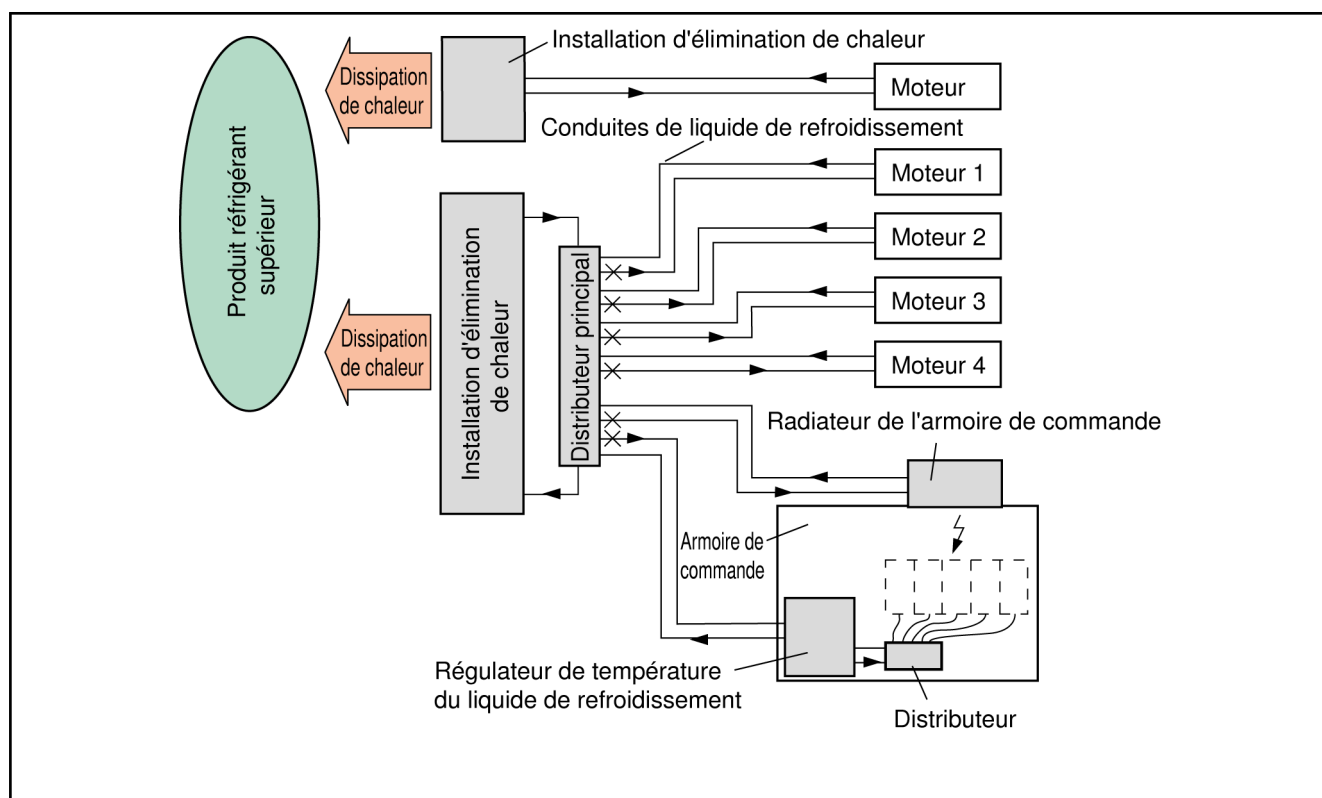


Fig.9-46: Structure de principe de systèmes de refroidissement avec un ou plusieurs composants d'entraînement

Installation d'élimination de chaleur

L'installation d'élimination de chaleur élimine le total des puissances calorifiques transférées à un liquide vers un produit réfrigérant supérieur. Elle met à disposition un produit réfrigérant tempéré et maintient ainsi un niveau de température exigé sur les composants à refroidir.

Hormis l'échangeur de chaleur proprement dit, l'installation d'élimination de chaleur est composée d'une pompe à liquide de refroidissement et d'un réservoir de liquide de refroidissement.

Il existe trois types d'installation d'élimination de chaleur. Ils sont désignés en fonction de l'échange de chaleur d'un milieu à l'autre:

1. groupe de refroidissement air-liquide
2. groupe de refroidissement liquide-liquide
3. groupe frigorifique

Consignes d'application et de construction

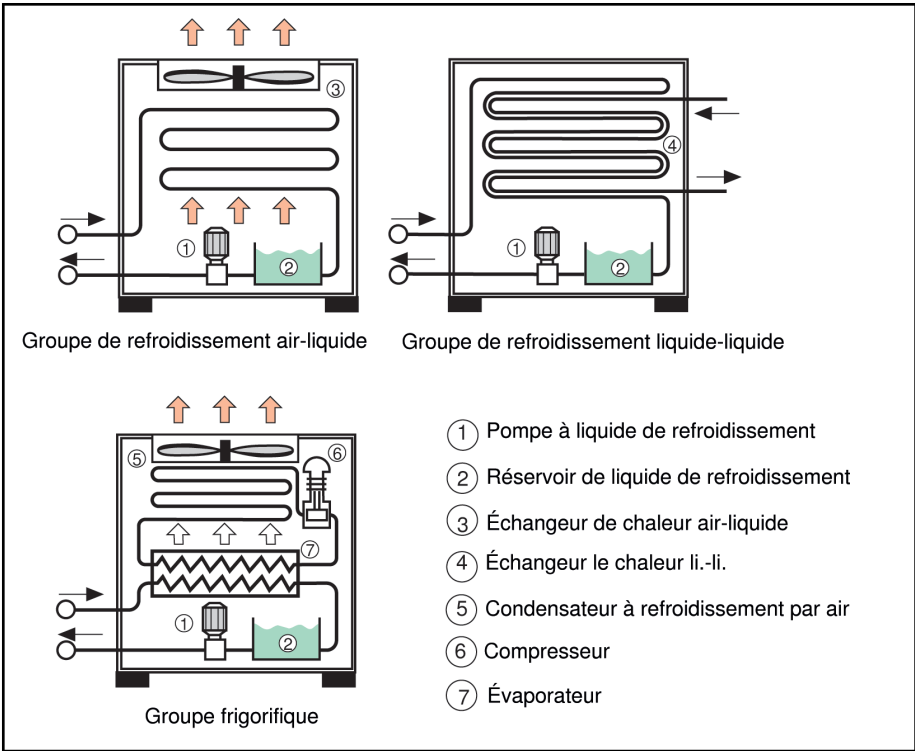


Fig.9-47: Installations d'élimination de chaleur

	Groupe de refroidissement air-liquide	Groupe de refroidissement liquide-liquide	Groupe frigorifique
Précision de réglage de la température de liquide de re- froidissement	faible (±5 K)	faible (±5 K)	bonne (±1 K)
Circuit de liquide de refroidis- sment supérieur nécessaire	non	oui	non
Échauffement de l'air am- biant	oui	non	oui
Récupération de la puissan- ce dissipée	non	oui	non
Taille du groupe de refroidis- sment	petit	petit	grand
Dépendance vi-à-vis de la température ambiante	oui	non	non

Consignes d'application et de construction

	Groupe de refroidissement air-liquide	Groupe de refroidissement liquide-liquide	Groupe frigorifique
Liquides de refroidissement polluants	non	non	oui
Commentaires relatives aux critères d'application	Aptitude particulière pour les machines autonomes où un circuit de refroidissement supérieur n'est pas disponible et où il n'existe pas d'exigences importantes en termes de stabilité de la température du fluide de refroidissement.	Ce type de refroidisseur convient particulièrement pour les installations avec refroidissement centralisé existant par échangeur. Il ne répond pas non plus à des exigences importantes en matière de stabilité de la température du liquide de refroidissement.	Aptitude particulière pour les exigences élevées en matière de stabilité thermique p.ex. en cas d'applications haute précision.

Tab.9-10: Vue d'ensemble des installations d'élimination de chaleur selon les critères d'application

Conduites de liquide de refroidissement

Pose de conduites flexibles de liquide de refroidissement au sein de la chaîne porte-câbles

Les conduites de liquide de refroidissement sont des composants essentiels du système de refroidissement. Elles ont une influence considérable sur la sécurité de fonctionnement et la chute de pression du système. Les conduites peuvent être réalisées sous forme de flexibles ou de tuyaux.

En ce qui concerne les entraînements par moteur linéaire avec partie primaire déplacée, les conduites de liquide de refroidissement doivent être posées au sein d'une chaîne porte-câbles flexible.

Lors du dimensionnement et de la sélection, il faut tenir compte impérativement de l'effort de flexion permanent qui agit sur les conduites de liquide de refroidissement.

Autres composants optionnels

- Distributeurs
- Régulateurs de température du liquide de refroidissement
- Contrôleurs de débit

Lorsque le débit passe à un niveau inférieur à un débit minimum réglable, un message est émis.

- Détecteurs de niveau

Notamment des détecteurs de niveau minimum-maximum pour le contrôle du niveau de liquide de refroidissement dans le réservoir de liquide de refroidissement.

- Valve de trop plein
- Soupape de sécurité

Lorsqu'une pression déterminée est atteinte, une connexion entre l'aller de liquide de refroidissement et le réservoir est ouverte

- Filtres à liquide de refroidissement (100 µm)
- Chauffages pour liquide de refroidissement

Pour la mise à disposition de liquide de refroidissement de température correcte, notamment en cas de réglage de la température du liquide de refroidissement

- Clapets d'étranglement et d'arrêt

Consignes d'application et de construction

Types de circuit

Les deux types de circuit possibles pour les composants hydrauliques (circuit en série/circuit en parallèle) présentent des différences essentielles en ce qui concerne:

- la chute de pression du système de refroidissement complet
- le débit de la pompe à liquide de refroidissement
- le niveau de température et la possibilité de réglage de la température des différents composants à refroidir

Circuit en parallèle

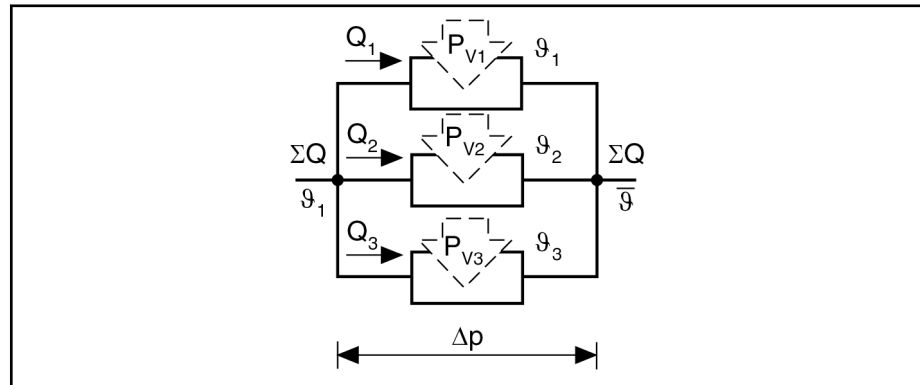


Fig.9-48: Connexion en parallèle de composants d'entraînement avec refroidissement par liquide

Le circuit en parallèle se distingue par des points de jonction dans le système hydraulique. Le total des débits de liquide de refroidissement arrivant sur une jonction égale le total des débits de liquide de refroidissement sortant de cette jonction. Pour toutes les branches du système de refroidissement situées entre deux jonctions, la différence de pression (chute de pression) est identique.

$$Q = Q_1 + Q_2 \dots + Q_n$$

$$\Delta p = \Delta p_1 = \Delta p_2 = \Delta p_n$$

Δp Chute de pression
 Q Débit

Fig.9-49: Chute de pression et débit en cas de connexion en parallèle de composants hydrauliques

En cas de refroidissement de plusieurs composants d'entraînement, la connexion en parallèle est avantageuse pour les raisons suivantes:

- Les différents composants à refroidir peuvent être refroidis au débit individuellement nécessaire. Cela signifie une sécurité de fonctionnement thermique élevée.
- Niveau de température identique à l'entrée de liquide de refroidissement de tous les composants. (échauffement régulier de la machine)
- Différence de pression identique entre l'entrée et la sortie de liquide de refroidissement de tous les composants (pas de pression totale élevée nécessaire)

Circuit en série

Consignes d'application et de construction

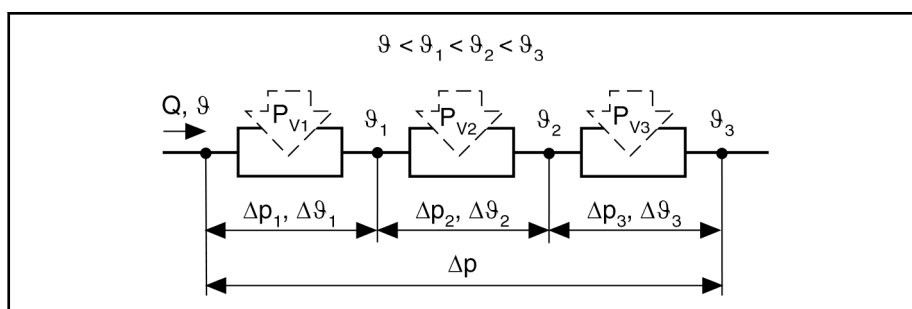


Fig.9-50: Connexion en série de composants d'entraînement avec refroidissement par liquide

En cas de connexion en série, tous les composants à refroidir sont traversés par le même débit de liquide de refroidissement. Sur chacune des composants, il y a une chute de pression entre l'entrée et la sortie de liquide de refroidissement. Les différentes chutes de pression additionnées donnent la chute de pression totale de tous les composants d'entraînement.

Le circuit en série ne permet pas de réglage individuel du débit nécessaire pour chacun des composants individuels. Ce type de circuit n'est alors utile que si les différents composants à refroidir nécessitent à peu près le même débit et ne causent qu'une faible chute de pression ou qu'ils sont installés très loin de l'installation d'élimination de chaleur.

$$Q = Q_1 = Q_2 = Q_n$$

$$\Delta p = \Delta p_1 + \Delta p_2 \dots + \Delta p_n$$

Δp Chute de pression

Q Débit

Fig.9-51: Chute de pression et débit en cas de connexion en parallèle de composants hydrauliques

Il convient d'observer toujours les inconvénients suivants du circuit en série:

- La pression système nécessaire correspond au total de toutes les chutes de pression des composants individuels. Cela signifie une sécurité de fonctionnement hydraulique réduite par la pression système élevée.
- Le niveau de température du liquide de refroidissement augmente de composant en composant car chaque transfert de puissance dissipée au liquide de refroidissement augmente la température de celui-ci (échauffement irrégulier de la machine).
- Il se peut que quelques composants ne soient pas refroidis suffisamment car le débit ne peut pas être réglé individuellement.

Combinaison entre circuit en série et circuit en parallèle

La combinaison de la connexion en série et la connexion en parallèle des composants d'entraînement à refroidir permet de profiter des avantages des deux types de circuit.

Consignes d'application et de construction

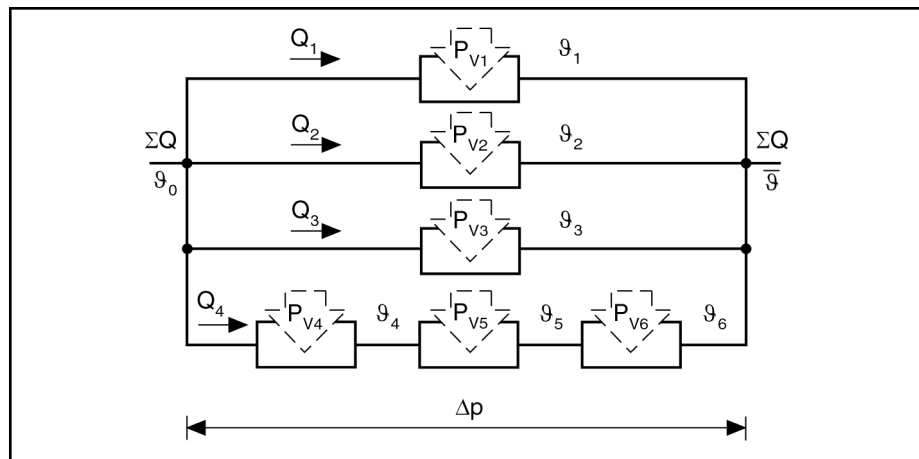


Fig. 9-52: Combinaison entre circuit en série et circuit en parallèle

9.7 Surveillance de la température moteur

⚠ ATTENTION

Dysfonctionnement de l'installation ou dommages causés par l'utilisation incorrecte des capteurs!

- Les thermistances CTP ne sont pas des installations de sécurité et ne conviennent pas pour l'intégration dans des systèmes de sécurité pour la protection de personnes ou de machines.
- Les thermistances CTP ne sont ni conçues ni aptes pour la saisie de la température du boîtier, du rotor ou du palier de moteur. Toute exigences supplémentaire envers la surveillance de température doit être mise en œuvre par le fabricant de la machine.
- Afin de garantir une protection sûre du moteur contre la surcharge thermique, le capteur de température SNM.150.DK doit être branché sur le variateur d'entraînement.

Les parties primaires de moteurs IndraDyn L sont équipées par défaut de capteurs de température intégrés pour la protection du moteur. Chaque phase de moteur est dotée d'un de trois résistances céramiques à coefficient de température positif (CTP) de sorte qu'une surveillance thermique sûre du moteur est possible dans toutes les phases de service. Ces capteurs de température (ci-après désignés: capteurs de température pour la protection du moteur) ont une caractéristique de déclenchement (fig. 9-12) et sont évalués sur tous les variateurs d'entraînement Rexroth.

De plus, toutes les parties primaires sont équipées d'un capteur de température supplémentaire pour la mesure de la température. Ce capteur (ci-après désigné: capteur de mesure de température) a une courbe caractéristique presque linéaire (fig. 9-55).

Consignes d'application et de construction

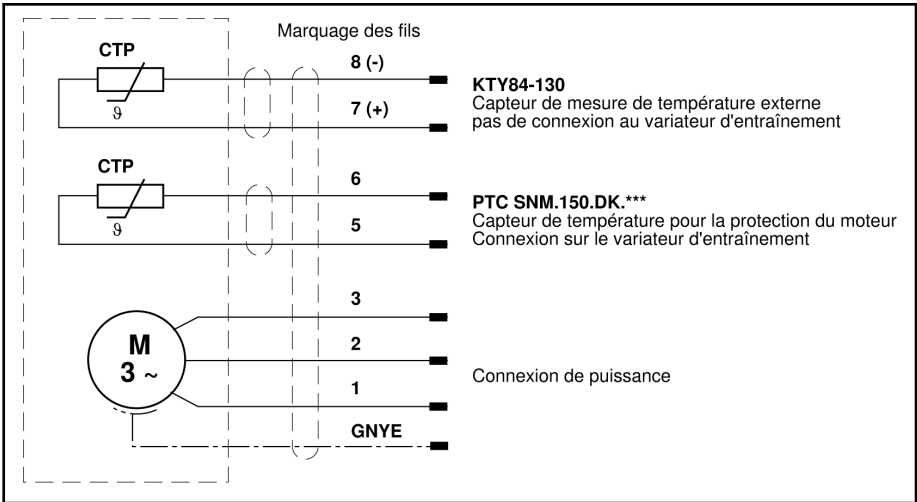


Fig. 9-53: Agencement des capteurs de température sur les moteurs IndraDyn L

Capteur de température pour la protection du moteur

Type	CTP SNM.150.DK.***
Température de déclenchement nominale ϑ_{NAT}	150 °C
Résistance à 25 °C	≈ 100 ... 250 Ohms

Tab.9-11: Capteur de température pour la protection du moteur



En cas d'agencement parallèle de deux ou plusieurs parties primaires, les capteurs de température pour la protection du moteur de toutes les parties primaires sont connectés en série.

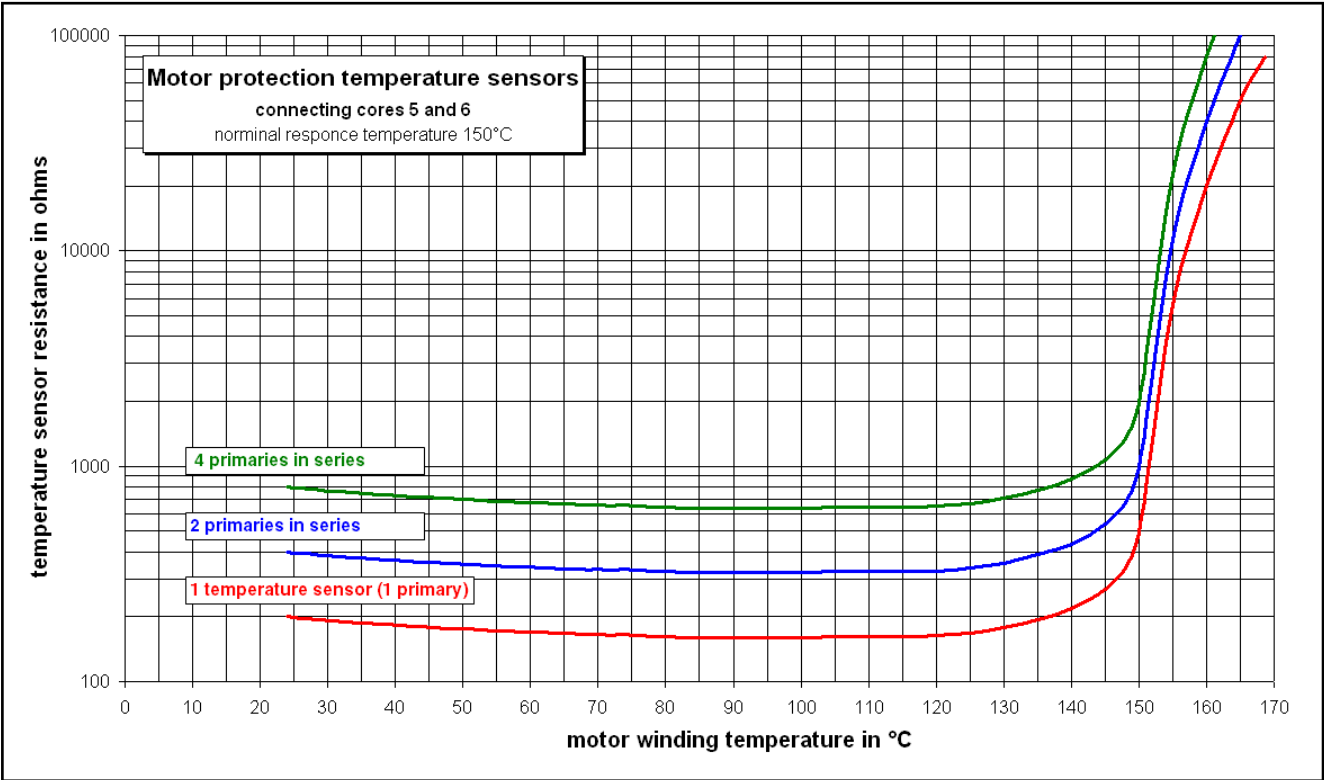


Fig. 9-54: Caractéristique des capteurs de température pour la protection du moteur (CTP)

Consignes d'application et de construction

Capteur de mesure de température externe

Type	CTP KTY84-130
Résistance à 25 °C	577 Ohms
Résistance à 100 °C	1 000 Ohms
Courant permanent à 100 °C	2 mA

Tab.9-12: Capteur de mesure de température externe

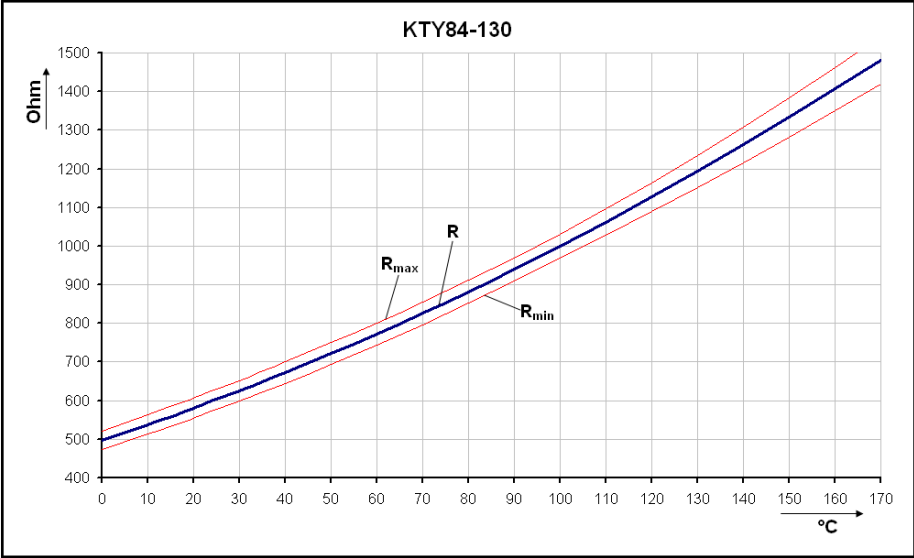


Fig.9-55: Caractéristique du capteur de mesure de température KTY84-130 (CTP)

La description de la caractéristique de résistance du capteur pour la mesure de température (KTY84-130) se fait avec une précision suffisante par un polynôme du 3ème degré Celui-ci est indiqué ci-après pour déterminer une température lorsque la résistance est connue et vice-versa.

Température en fonction de la résistance

$$T_w = A \cdot R_{KTY}^3 + B \cdot R_{KTY}^2 + C \cdot R_{KTY} + D$$

- T_w

Température du bobinage du moteur en °C
- R_{KTY}

Résistance du capteur de température en Ohms
- A=3.039·10⁻⁸
- B = -1.44·10⁻⁴
- C = 0.358
- D = -143.78

Fig.9-56: Polynôme pour déterminer la température lorsque la résistance du capteur est connue (KTY84)

Résistance en fonction de la température

$$R_{KTY} = A \cdot T_w^3 + B \cdot T_w^2 + C \cdot T_w + D$$

- T_w

Température du bobinage du moteur en °C
- R_{KTY}

Résistance du capteur de température en Ohms
- A=1.065·10⁻⁶
- B = 0.011
- C = 3.93
- D = 492.78

Fig.9-57: Polynôme pour déterminer la résistance du capteur (KTY84) lorsque la température est connue



En cas d'utilisation du capteur pour la mesure de la température, il faut veiller à la polarité correcte.

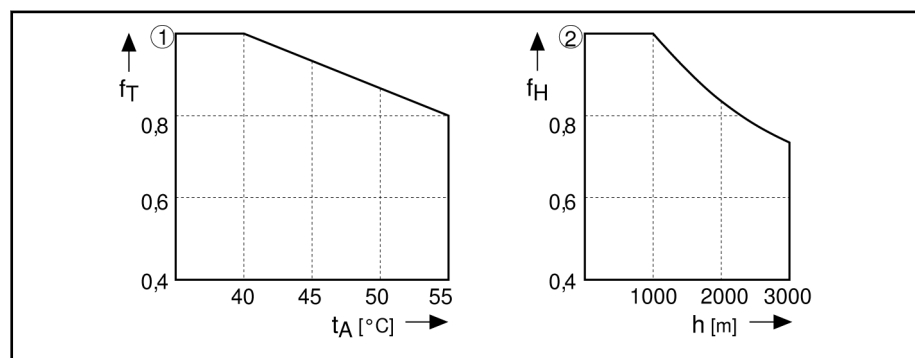
Pour des informations sur le branchement des capteurs de température, voir le chapitre [chap. 8.2.1 "Capteurs de température"](#) à la page 117.

9.8 Hauteur d'installation et conditions ambiantes

Les données de performance indiquées pour les moteurs sont valables à

- des températures ambiantes entre +0 et +40 °C
- des hauteurs d'installation allant jusqu'à 1 000 m au-dessus du niveau de la mer

En cas de conditions différentes, les valeurs selon les diagrammes ci-après reculent. S'il y a en même temps des températures ambiantes différentes et des hauteurs d'installation plus importantes, il faut multiplier les deux facteurs d'utilisation.



- ① Capacité d'utilisation en fonction de la température ambiante
- ② Capacité d'utilisation en fonction de la hauteur d'installation
- f_T Facteur d'utilisation température
- t_A Température ambiante en degrés Celsius
- f_H Facteur d'utilisation hauteur
- h Hauteur d'installation en mètres

Fig.9-58: Facteurs d'utilisation IndraDyn L

Si **soit** la température ambiante **soit** la hauteur d'installation est supérieure aux valeurs nominales:

1. Multiplier les données moteur figurant parmi les données de sélection avec le facteur d'utilisation déterminé.
2. S'assurer que les couples réduits ne sont pas dépassés par l'application.

Si **tant** la température ambiante **que** la hauteur d'installation est supérieure aux valeurs nominales:

1. Multiplier les facteurs d'utilisation f_T et f_H déterminés.
2. Multiplier la valeur obtenue par les données moteur figurant parmi les données de sélection.

S'assurer que les données moteur réduites ne sont pas dépassées par l'application.

Consignes d'application et de construction



En ce qui concerne le refroidissement par liquide défini, les indications relatives à la capacité d'utilisation en fonction de la hauteur d'installation et de la température ambiante se réfèrent non seulement au moteur, mais à l'entraînement complet, composé du moteur, du variateur d'entraînement et de l'alimentation.

9.9 Température de l'air / Humidité de l'air

Les conditions ambiantes climatiques sont définies dans de différentes classes selon la DIN EN 60721-3-3 tableau 1. Ces classes se basent sur les expériences de longues années faites dans le monde entier et tiennent compte de tous les paramètres d'influence éventuels tels que p.ex. les températures de l'air et l'humidité de l'air.

Sur la base de ce tableau, Rexroth recommande la classe 3K4 pour l'utilisation continue des moteurs.

Un extrait de cette classe figure dans le tableau ci-après.

Paramètre d'influence ambiant	Unité	Classe 3K4
Température basse de l'air	°C	+5 ^①
Température élevée de l'air	°C	+40
Humidité rel. basse de l'air	%	5
Humidité rel. élevée de l'air	%	95
Humidité absolue basse de l'air	g/m³	1
Humidité absolue élevée de l'air	g/m³	29
Vitesse de changement de température	°C/min	0,5

① La température de l'air la plus basse autorisée par Rexroth est de 0°C.

Tab.9-13: Classement de conditions ambiantes climatiques selon la DIN EN 60721-3-3, tableau 1

9.10 Type de protection

Les moteurs linéaires synchrones IndraDyn L sont exécutés selon le type de protection spécifié par la DIN EN 60034-5:

Composants du moteur	Type de protection
Partie primaire avec enveloppe standard	IP65
Partie primaire avec enveloppe thermique	
Partie secondaire	

Tab.9-14: Type de protection IndraDyn L

Le type de protection est décrit par le sigle IP (International Protection) et deux chiffres spécifiant le degré de protection.

Le **premier chiffre** décrit le degré de protection contre le contact et la pénétration de corps étrangers. Le **deuxième chiffre** décrit le degré de protection contre l'eau.

Consignes d'application et de construction

Premier chiffre	Degré de protection
6	Protection contre la pénétration de poussière (étanche à la poussière), protection complète contre le contact
Deuxième chiffre	Degré de protection
5	Protection contre les jets d'eau de toutes directions à la lance (jet d'eau)

Tab.9-15: Types de protection IP



Les examens pour le deuxième chiffre sont réalisés avec de l'eau fraîche. En cas d'utilisation de procédés de nettoyage haute pression et /ou en cas d'utilisation de produits de nettoyage, de solvants, de lubrifiants de refroidissement ou d'huiles pénétrantes, il faut prévoir éventuellement un type de protection plus élevé.

**AVERTISSEMENT**

Domage personnel, endommagement ou destruction des composants moteur!

⇒ Utiliser les moteurs linéaires synchrones IndraDyn L uniquement dans des environnements où le type de protection indiqué est suffisant.

9.11 Examen de compatibilité

Toutes les commandes et entraînements de Rexroth sont développés et testés selon l'état actuel de la technique.

Étant donné, cependant, qu'il est impossible de suivre l'évolution continue de toutes les substances avec lesquelles pourraient entrer en contact nos commandes et entraînements (p.ex. lubrifiants sur les machines-outils), il est impossible d'exclure à cent pour-cent des réactions avec les matériaux que nous utilisons.

Pour cette raison, l'utilisateur est tenu de réaliser un examen de compatibilité entre les lubrifiants, nettoyants etc. neufs et notre boîtier/les matériaux de nos appareils avant de les utiliser.

9.12 Champs magnétiques

Les parties secondaires de moteurs linéaires synchrones qui sont équipées d'aimants permanents ne sont pas blindées magnétiquement.

Consignes d'application et de construction

Protection des personnes

 AVERTISSEMENT

**Champs électromagnétiques / magnétiques!
Risque de santé pour les porteurs de stimulateurs cardiaques, d'implants métalliques ou d'appareils auditifs! Dommages matériels.**



Risque par champs magnétiques et électromagnétiques sur conducteurs sous tension ou aimants permanents de moteurs électriques.

Tenir les porteurs de stimulateurs cardiaques et d'implants métalliques à l'écart de ces parties du moteur.

L'accès aux zones où sont montés et exploités de tels composants d'entraînement, est interdit aux personnes susmentionnées ou bien uniquement autorisé après consultation d'un médecin.



Tenir les montres, cartes de crédit, cartes électroniques et pièces d'identité avec piste magnétique, ainsi que toutes les pièces ferromagnétiques à l'écart de champs magnétiques.

Il n'existe pas de norme, prescription ou directive unique et en vigueur dans le monde entier qui définit des instructions ou règles explicites pour les porteurs de prothèses électroniques ou les femmes enceintes dans les zones d'exposition avec champs électriques, magnétiques ou électromagnétiques. Il existe seulement des directives, des lignes de conduite et des normes régionales (p.ex. BGV B11 des associations professionnelles allemandes, DIN EN 50527, DIN VDE 0848, etc.) ou bien des recommandations d'organisations non légales (p.ex. ICNIRP).

Dans l'Union Européenne (UE), la directive 2004/40/CE détermine les exigences minimum en matière d'influences physiques sur la santé et la sécurité, ces exigences se basant sur les valeurs d'exposition maximales selon les directives ICNIRP relatives à l'exposition professionnelle. La directive européenne 2004/40/CE oblige l'employeur supplémentamment d'examiner également les effets indirects tels que l'influence (perturbation) sur les installations et appareils médicaux électroniques ou électriques (y compris les stimulateurs cardiaques et d'autres appareils implantés) dans le cadre de la réalisation de l'évaluation des risques. À cet effet, il faut tenir compte des caractéristiques spécifiques des implants médicaux actifs qui sont présents dans le cas respectif (p.ex. type d'appareil, différentes classes d'immunité), ainsi que des champs électriques et magnétiques qui sont effectivement actifs sur la machine. Ceux-ci peuvent différer de cas en cas en fonction de la structure constructive de la machine, ainsi que du type, du nombre, de l'agencement et du type de fonctionnement des appareils installés émettant ces champs électromagnétiques et par conséquent, ils ne peuvent être déterminés que sur la machine respective.

Bosch Rexroth ne peut s'exprimer de manière généralement applicable ni sur l'admissibilité ou l'aptitude de stimulateurs cardiaques ou d'autres implants médicaux actifs ni sur le risque pour les femmes enceintes dans ces zones d'exposition et ne peut pas non plus exclure généralement un risque pour la santé. Bosch Rexroth soutient le principe selon lequel les collaborateurs avec implants médicaux actifs tels que les stimulateurs cardiaques, les défibrillateurs etc. ainsi que les femmes enceintes ne doivent pas travailler en principe dans de telles zones d'exposition. Cela est signalé clairement aussi par un autocollant d'avertissement qui est apposé à l'extérieur de chaque colis contenant des pièces ouvertes d'aimants permanents.

Consignes d'application et de construction



Les parties secondaires de l'IndraDyn L génèrent un champ magnétique statique (champ continu). Le constructeur de la machine (équipementier de première monte) ou bien l'utilisateur doit évaluer et décider lui-même de la question de savoir sur quelles lignes de conduite et directives doivent se baser la conception de la machine et les modes d'emploi pour la machine et dans quelle envergure il faut mettre en œuvre des mesures de sécurité du travail sur la machine.

Attraction de copeaux

À partir d'une distance d'environ 100 mm de la surface de la partie secondaire, il n'y a pratiquement pas d'attraction de copeaux ferromagnétiques.



Il faut assurer que la partie secondaire ne se trouve pas directement dans la zone d'enlèvement de copeaux de la machine. Il faut prévoir des capots appropriés.

Transport aérien (IATA953)

Pour l'expédition de parties secondaires MLS par avion, il faut respecter les valeurs limites de densité de flux magnétique dans toutes les directions selon l'IATA953:

Distance du bord du colis	Densité de flux	Mesure
2,1 m	$\leq 0,525 \mu\text{T}$	Le colis peut être expédié sans déclaration ni marquage.
4,6 m	$\leq 0,525 \mu\text{T}$	Déclaration et marquage comme matériel magnétique („magnetic material“) nécessaire.
4,6 m	$\geq 0,526 \mu\text{T}$	Expédition uniquement avec l'autorisation préalable de l'autorité nationale compétente du pays d'expédition et du pays où est sis la compagnie aérienne.

Tab.9-16: Valeurs limites de densité de flux magnétique pour le transport aérien

9.13 Sollicitation par vibrations et chocs

Les IndraDyn L sont homologués pour l'utilisation dans les zones à sollicitation par vibrations et chocs selon la fig. 9-17 et la fig. 9-18 conformément à la CEI 721-3-3 édition1987 et à l'EN 60721-3-3 édition 06/1994 et peuvent être exploités selon la **classe 3M5** en cas d'exploitation stationnaire et à l'abri des intempéries:

Paramètre d'influence	Unité	Valeur maximale
Amplitude de la déviation pour 2 à 9 Hz	mm	0,3
Amplitude de l'accélération pour 9 à 200 Hz	m/s²	1

Tab.9-17: Données limites pour l'oscillation sinusoïdale (vibration)

Consignes d'application et de construction

Paramètre d'influence	Unité	Valeur maximale
Spectre total de réponse au choc (selon la CEI 721-1 édition 1990; tableau 1, section 6)		Type II
Accélération de référence, dans la CEI 721: accélération de pointe	m/s ²	250
Durée	ms	6

Tab.9-18: Données limites pour la sollicitation par chocs



AVERTISSEMENT

Défaillance du moteur et déchéance de la garantie!

⇒ Des moteurs exploités en dehors des conditions de mise en oeuvre spécifiées, risquent d'être endommagés. De plus, tout droit à la garantie devient nul.

⇒ Il faut assurer que les données limites selon la [fig. 9-17](#) et la [fig. 9-18](#) ne sont pas dépassées lors du stockage, du transport et de l'exploitation des moteurs.

9.14 Surface du boîtier

L'exécution de la surface du boîtier dans l'état de livraison est représentée dans le tableau ci-après.

Composant du moteur	Surface du boîtier
Partie primaire avec enveloppe standard	Acier inox V4A
Partie primaire avec enveloppe thermique	Acier inox V4A
Segments de partie secondaire	Tôle de recouvrement en acier inox V4A Support de base pour aimant C45, chromaté

Tab.9-19: Exécution de la surface du boîtier



Les surfaces des composants moteur peuvent être remises en peinture à moins que l'épaisseur de la couche de vernis ne dépasse pas 40 µm. Avant la mise en peinture, vérifier l'adhésion et la résistance du vernis existant.

9.15 Émission de bruit

L'émission de bruit d'entraînements linéaires synchrones est comparable avec celle des entraînements d'avance courants avec convertisseur.

Selon nos expériences, la génération de bruit dépend notamment

- des guidages linéaires utilisés (bruits de fonctionnement en fonction de la vitesse),
- de la structure mécanique (couvracles suivant le mouvement etc.) et
- des paramétrages de l'entraînement ou du variateur (p.ex. fréquence de commutation)

et ne peut alors pas être spécifiée généralement.

Consignes d'application et de construction

9.16 Systèmes de mesure de longueur

9.16.1 Généralités

Pour la détection de la position et de la vitesse, il faut un système de mesure de longueur. Les exigences envers le système de mesure de longueur et son accouplement mécanique sont particulièrement élevées. Le système de mesure de longueur sert à la détection de la position à haute résolution, ainsi qu'à la détermination de la vitesse réelle.



Le système de mesure de longueur ne fait pas partie de la fourniture de Bosch Rexroth et doit être mis à disposition et installé par le fabricant de la machine lui-même.

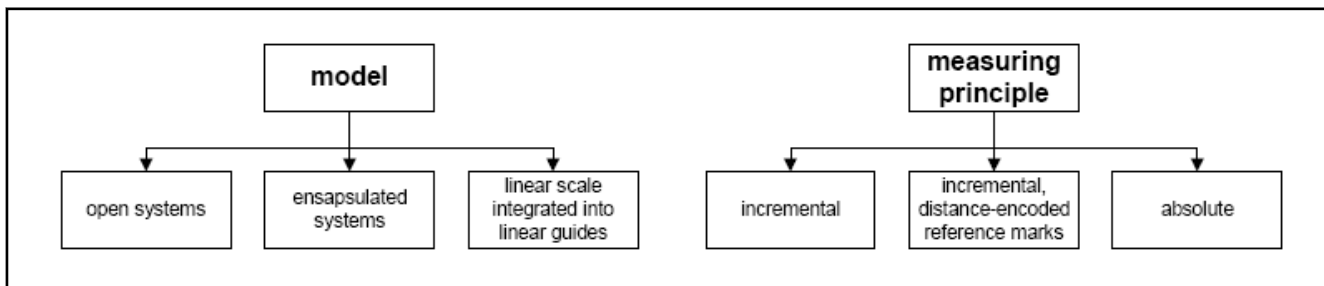


Fig.9-59: Classement de systèmes de mesure de longueur

Particularités des moteurs linéaires synchrones

En raison de leur principe, les moteurs linéaires synchrones exigent que la position de la partie primaire par rapport à la partie secondaire soit détectée déjà immédiatement après l'activation ou bien après une panne (détection de la position des pôles). L'utilisation d'un système de mesure de longueur absolu constitue la solution optimale.

9.16.2 Critères de sélection du système de mesure de longueur

Généralités

En fonction des conditions de mise en oeuvre, on peut utiliser des systèmes de mesure de longueur avec ou sans enveloppe avec de différents principes de mesure et périodes de signal. La sélection d'un système de mesure de longueur approprié dépend notamment:

- de la vitesse de déplacement maximale (forme, période de signal)
- de la zone de déplacement maximale (longueur de mesure, forme)
- de l'utilisation éventuelle de lubrifiants de refroidissement (forme)
- des salissures, copeaux etc. qui sont causés (forme)
- des exigences de précision (période de signal)

Consignes d'application et de construction

Formes

Forme sans enveloppe	Forme avec enveloppe	Système de mesure intégré dans le guidage par rail
Avantages:		
- Vitesses de déplacement élevées - Précisions élevées - Absence de frottement	- Montage simple - Type de protection élevé - disponible avec mesure incrémentale et absolue	- Guidage et mesurage unifiés - Pas de travail de montage supplémentaire - Type de protection le plus élevé - Vitesses de déplacement élevées - Encombrement peu important
Inconvénients:		
- Type de protection faible - Montage et ajustement plus compliqués - Actuellement, aucuns systèmes de mesure absolue ne sont disponibles	- Vitesse maximale actuellement de 120 m/min	- Actuellement, aucuns systèmes de mesure absolue ne sont disponibles

Tab.9-20: *Avantages et inconvénients de différentes formes de systèmes de mesure de longueur*

Forme sans enveloppe S'il n'y a pas de salissures, copeaux etc. dans une machine ou installation et que l'utilisation de lubrifiants de refroidissement peut être exclue, l'utilisation de systèmes de mesure sans enveloppe est recommandable. Par conséquent, les systèmes de mesure de longueur sans enveloppe sont utilisés fréquemment sur les axes de manipulation, les machines de précision et de mesure, ainsi que dans l'industrie des semi-conducteurs.

Forme avec enveloppe En cas de génération de copeaux et/ou d'utilisation de lubrifiants de refroidissement, il faut utiliser des systèmes avec enveloppe. Afin de garantir une fiabilité de fonctionnement maximale, les systèmes avec enveloppe peuvent être alimentés en air de barrage. Pour cela, les systèmes de mesure de longueur avec enveloppe sont utilisés principalement sur les machines-outils avec enlèvement de copeaux.

Système de mesure intégré dans le guidage par rail Les guidages à billes sur rail et les guidages à rouleaux sur rail de Rexroth sont livrables avec un système de mesure de longueur inductif intégré. Le système est composé d'une unité de balayage séparée (tête de lecture) et d'une mesure matérialisée intégrée dans le rail. La mesure matérialisée est fixée dans une rainure du rail de guidage et est protégée par une bande en acier inox résistante à la rouille qui est soudée hermétiquement. La tête de lecture est installée directement sur le chariot de guidage.

Le système n'est ni sensible aux salissures (p.ex. poussière, copeaux, liquides de refroidissement etc.) ni aux champs magnétiques. En raison de son faible encombrement par rapport aux systèmes de mesure rapportés à l'extérieur, l'unité compacte et résistante (système de mesure et guidage) permet de réaliser des structures simplifiées. Aucuns coûts ne sont encourus pour le matériel et le montage de systèmes externes.

Principes de mesure

Systèmes de mesure absolus Les avantages d'un système de mesure de longueur absolu résultent du fait qu'une disponibilité et une sécurité de fonctionnement élevées de l'axe de mouvement et, par conséquent, de l'installation complète, sont garanties:

Avantages

Consignes d'application et de construction

- des fonctions de surveillance et de diagnostic de l'électronique d'entraînement peuvent être réalisées sans câblage supplémentaire
- pas d'interrupteurs de fin de course nécessaires
- la force de moteur maximale disponible est disponible immédiatement après l'activation à n'importe quel point de la zone de déplacement
- pas de prise d'origine nécessaire
- mise en service simple d'axes horizontaux et verticaux
- détection de la position des pôles uniquement nécessaire lors de la première mise en service

Inconvénients

- longueur de mesure maximale limitée (3 040 mm)
- uniquement systèmes avec enveloppe disponibles



En cas d'utilisation de systèmes de mesure de longueur absolus, il faut une interface ENDAT.

Grâce à l'utilisation d'un système de mesure de longueur absolu, la détection de la position des pôles du moteur ne doit être réalisée qu'une seule fois lors de la première mise en service. Cette procédure interne à l'entraînement peut être réalisée sans connecter l'alimentation en puissance, soit sans déplacement de l'axe. Cela offre des avantages particuliers lors de la mise en service d'axes verticaux.

Rexroth recommande les systèmes de mesure de longueur absolus LC181 et LC481 de la sté Heidenhain. Tous les deux systèmes sont équipés d'une interface ENDAT.

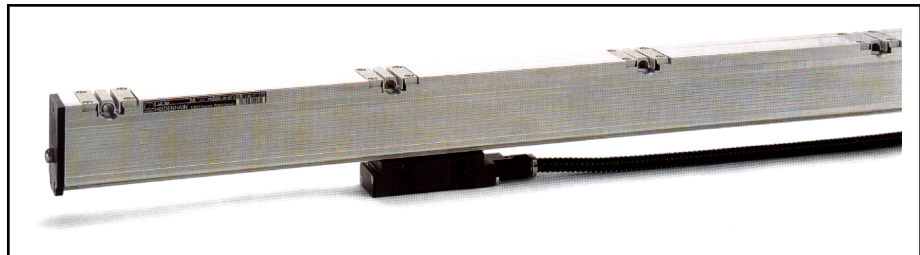


Fig.9-60: Système de mesure de longueur absolu avec enveloppe LC181

Systèmes de mesure incrémentaux

En cas d'utilisation d'un système de mesure incrémental en combinaison avec des moteurs linéaires synchrones, la position des pôles doit être détectée lors de chaque activation. Cela se fait à l'aide d'une procédure interne à l'entraînement qui doit être exécutée après chaque activation de l'axe. Ce n'est qu'après que le moteur peut développer de la force.

Consignes d'application et de construction



En ce qui concerne les systèmes de mesure incrémentaux, la procédure interne à l'entraînement pour la détection de la position des pôles (réglage de la commutation) doit être exécutée après chaque activation.

En fonction du variateur sélectionné et en combinaison avec un système de mesure incrémental, deux procédés de détection des pôles peuvent être appliqués.

- **Procédé sinusoïdal** en combinaison avec des variateurs à un courant de type inférieur au courant maximal du moteur.

Ici, un mouvement de l'axe est exécuté pendant la commutation.

- **Procédé de saturation** en combinaison avec des variateurs à un courant de type égal ou supérieur au courant maximal du moteur.

Dans ce cas, aucun mouvement de l'axe n'est nécessaire pendant la commutation (l'axe peut être arrêté par frein)

Pour une description plus détaillée des procédés de commutation, voir la description du micrologiciel du variateur et le [chap. 13.6 "Réglage de la commutation " à la page 251](#).

Avantages

- En fonction du modèle, une course de déplacement allant jusqu'à 30 m ou même illimitée est possible
- Vitesses de déplacement élevées possibles
- Différentes périodes de signal et, par conséquent, différentes résolutions de position possibles

Inconvénients

- La détection de la position des pôles doit être répétée après chaque activation
- Le mouvement de la partie primaire est nécessaire lors de la détection de la position des pôles (uniquement en cas du procédé sinusoïdal)
- Détection de la position des pôles uniquement possible selon le procédé de saturation en cas d'axes verticaux
- Détection de la position des pôles uniquement possible selon le procédé de saturation en cas d'axes arrêtés par frein ou d'axes en butée fixe
- Détection de la position des pôles éventuellement problématique en cas d'axes Gantry
- Évaluation des marques de référence et du contact d'origine nécessaire
- Interrupteur de fin de course nécessaire

Systèmes de mesure de longueur incrémentaux avec marques de référence à distance codée

Les systèmes de mesure de longueur incrémentaux avec marques de référence à distance codée offrent l'avantage d'une prise d'origine simplifiée et surtout plus rapide. Pour la prise d'origine sur un tel système, il suffit de parcourir - en fonction du modèle - une distance de quelques centimètres seulement.



Les systèmes de mesure à distance codée n'effectuent pas une mesure absolue. Comme sur les systèmes incrémentaux sans distance codée, la détection de la position des pôles doit se faire également lors de chaque activation.

Consignes d'application et de construction

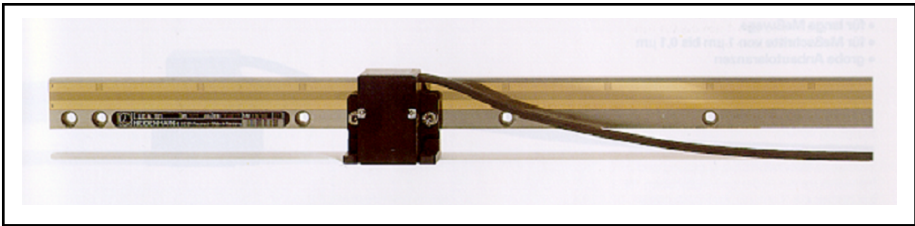


Fig.9-61: *Système de mesure de longueur incrémental sans enveloppe LI-DA185C avec marques de référence à distance codée*

Vitesse et accélération maximales admissibles

Vitesse de déplacement maximale admissible

Sur le système avec enveloppe, la vitesse de déplacement maximale admissible d'un système de mesure de longueur est limitée d'un côté par les lèvres d'étanchéité et par le guidage du chariot de balayage sur la règle en verre. Actuellement, la limitation de vitesse de systèmes avec enveloppe est de 120 m/min.

De l'autre côté, la vitesse de déplacement maximale admissible est limitée par la fréquence limite des signaux de sortie (indications du fabricant) ou par la fréquence d'entrée maximale admissible de l'électronique consécutive (variateur d'entraînement).

$$v_{\max} = f_{\max} \cdot \text{Période de signal} \cdot 60$$

$v_{\max}$	Vitesse de déplacement maximale en m/min
Période de signal	Période de signal du système de mesure de longueur en mm
$f_{\max}$	Fréquence d'entrée maximale du système électronique de traitement des signaux (DAG 1 VSS: 500 kHz) (DLF 1 VSS: 500 kHz)

Fig.9-62: *Vitesse de déplacement maximale du système de mesure de longueur par rapport à la fréquence d'entrée maximale du système électronique de traitement des signaux*

Accélération maximale admissible dans le sens de mesure

Sur les systèmes de mesure sans enveloppe, des accélérations maximales allant jusqu'à 200 m/s² dans le sens de mesure sont admissibles en raison de la structure interne très rigide. Afin de permettre des tolérances de montage relativement élevées, il est impossible de connecter le chariot de balayage et le pied de montage de manière rigide sur les systèmes de mesure de longueur avec enveloppe. Les systèmes de mesure de longueur avec enveloppe pour moteurs linéaires sont pourtant relativement rigides et - en fonction du système de mesure de longueur - peuvent être utilisés pour des accélérations maximales entre 50 m/s² et 100 m/s² dans le sens de mesure.



Pour des informations détaillées et actualisées, se référer aux documents des fabricants respectifs.

Résolution de position et précision de positionnement

Afin d'obtenir une résolution élevée du système de mesure de longueur, une interpolation du signal d'entrée sinusoïdal du système de mesure de longueur est réalisée dans le variateur d'entraînement. En fonction de la zone de déplacement maximale et de la période de signal, une résolution de position interne à l'entraînement inférieure à 1 nm est possible.



La résolution de position interne à l'entraînement ne correspond pas à la précision de positionnement! La précision de positionnement absolue dépend du système d'entraînement complet, y compris sa mécanique.

Câble du système de mesure

Rexroth offre des câbles correctement confectionnés pour la connexion électrique entre la sortie du système de mesure de longueur et l'entrée du système électronique de traitement des signaux. Afin d'assurer une sécurité de transmission et une immunité maximales, il faut utiliser de préférence ces câbles confectionnés de Rexroth.

Systèmes de mesure de longueur recommandés pour les moteurs linéaires

Bosch Rexroth recommande les fabricants suivants de systèmes de mesure de longueur appropriés en combinaison avec ses moteurs linéaires.

Bosch Rexroth Technique linéaire et de montage (système de mesure intégré pour guidages à rails profilés)	Maria-Theresien-Str. 23 97816 Lohr am Main, Allemagne info@boschrexroth.de http://www.boschrexroth.com/business_units/brl/de/produkte/profilschienen_fuehrungen/ims/index.jsp
Renishaw GmbH	Karl-Benz Straße 12 72124 Pliezhausen, Allemagne http://www.renishaw.de/
DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH	Postfach 1260 83292 Traunreut, Allemagne info@heidenhain.de http://www.heidenhain.de/

Tab.9-21: Fabricants de systèmes de mesure de longueur recommandés



- Afin de garantir une immunité maximale, Rexroth recommande l'interface de tension avec 1 V_{SS}.
- Pour des informations détaillées et actuelles, se référer aux documents des fabricants respectifs.

9.16.3 Montage du système de mesure de longueur

Souplesse de l'accouplement à la machine

Sur les entraînements linéaires, l'accouplement du système de mesure à la machine peut causer une limitation de la largeur de bande du circuit de régulation de position. Quant au dimensionnement constructif, cela signifie que, en vue de la fréquence de résonance, l'accouplement à la machine de l'unité de balayage et de la règle en ce qui concerne les systèmes de mesure de longueur sans enveloppe ou du boîtier de la règle en ce qui concerne les systèmes de mesure de longueur avec enveloppe doit être réalisé avec une valeur nettement supérieure à celle du système de mesure de longueur. Les fréquences de résonance de systèmes de mesure de longueur avec enveloppe qui sont actuellement disponibles, sont de 2 kHz et supérieures.

De plus, il faut veiller à ce que le système de mesure de longueur ne soit pas fixé sur des parties de la machine qui vibrent. In convient d'éviter notamment l'installation à proximité de pointes de vibration.

Type de montage

Afin de minimiser les masses déplacées et d'obtenir la rigidité maximale dans le sens de mesure, l'unité de balayage devrait toujours être bougée dans la mesure du possible.

Systèmes de mesure de longueur sans enveloppe

En cas d'utilisation d'un système de mesure de longueur sans enveloppe en dépit de conditions ambiantes défavorables (copeaux, poussière etc.), il faut prévoir une enveloppe côté utilisateur. De plus, il convient de considérer

Consignes d'application et de construction

Systèmes de mesure de longueur avec enveloppe

qu'un ajustement de la tête de balayage est nécessaire lors de l'installation du système de mesure de longueur sans enveloppe. Les possibilités d'ajustement correspondantes doivent être prévues lors de la conception (observer les indications du fabricant).

Afin d'atteindre des tolérances de montage comparativement élevées, le chariot de balayage de systèmes de mesure de longueur avec enveloppe est connecté avec le pied de montage via un accouplement très rigide dans le sens de mesure et légèrement mobile perpendiculairement au sens de mesure. Si la rigidité de cet accouplement est trop faible dans le sens de mesure, il en résulte des fréquences de résonance faibles dans le retour pour le circuit de régulation de position et de vitesse qui peuvent limiter la largeur de bande. En règle générale, les fréquences de résonance de systèmes de mesure de longueur avec enveloppe qui sont recommandés pour les moteurs linéaires, sont supérieures à 2 kHz dans le sens de mesure. Par conséquent, la fréquence de résonance du système de mesure de longueur dans le sens de mesure peut être négligée par rapport aux fréquences de résonance mécaniques de la machine.

Agencement parallèle de moteurs avec un système de mesure de longueur

Si plusieurs moteurs par axe sont exploités via un seul système de mesure de longueur, il faut prévoir une installation la plus symétrique possible en ce qui concerne la position des moteurs.

Axes Gantry

Quant à un axe Gantry où un moteur ou une paire de moteurs est associé chacun(e) à un système de mesure de longueur, il faut veiller à ce que la distance entre le moteur et le système de mesure de longueur soit la plus petite possible. De plus, la précision des systèmes de mesure de longueur eux-mêmes et l'un par rapport à l'autre doit être inférieure à 5 µm/m. Des corrections d'erreurs d'axe internes à l'entraînement peuvent minimiser les erreurs d'alignement persistantes entre les systèmes de mesure.

9.17 Systèmes de guidage linéaires

En fonction de l'agencement des moteurs, les systèmes de guidage linéaires pour moteurs linéaires sont sollicités par les forces d'attraction, d'avance et de processus, ainsi que par les vitesses supérieures à 600 m/min qui peuvent être atteintes aujourd'hui. Les systèmes de guidage linéaires utilisés doivent pouvoir absorber

- la force d'attraction entre les parties primaire et secondaire et
- les forces de traitement et d'accélération

En fonction du domaine d'application, les systèmes de guidage linéaires suivants sont utilisés:

- Guidages à billes sur rail ou à rouleaux sur rail
- Guidages coulissants
- Systèmes de guidage hydrostatiques
- Systèmes de guidage aérostatiques

Lors de la sélection d'un système de guidage linéaire approprié, il convient de tenir compte des exigences suivantes:

- précision et jeu élevés
- frottement faible et absence d'effet stick-slip (glissement saccadé)
- rigidité élevée
- marche silencieuse même à des vitesses élevées
- montage et ajustement simples

9.18 Systèmes de freinage et dispositifs d'arrêt

Les systèmes suivants conviennent comme système de freinage ou dispositif d'arrêt pour moteurs linéaires:

- installations de freinage externes
- éléments de serrage pour guidages linéaires
- freins de parking intégrés dans l'équilibrage de poids

Voir également le [chap. 14.1 "Fournisseurs de composants supplémentaires recommandés"](#) à la page 265.



Vous trouverez des explications plus détaillées relatives à l'arrêt de moteurs linéaires au [chap. 9.19 "Amortisseur de fin de course"](#) à la page 177 et au [chap. 9.23 "Arrêter en cas d'ARRÊT D'URGENCE et en cas d'erreur"](#) à la page 180, ainsi que dans la description des fonctions correspondante du variateur d'entraînement.

9.19 Amortisseur de fin de course

Sur les entraînements linéaires qui sont caractérisés fréquemment par des vitesses et accélérations de déplacement élevées, des mouvements incontrôlés – par exemple l'arrêt progressif de l'entraînement en cas d'une panne de réseau – ne peuvent pas être exclus à cent pour-cent.

Afin de protéger la machine contre tout endommagement en cas d'arrêt progressif incontrôlé d'un axe, il faut prévoir des amortisseurs de fin de course appropriés qui absorbent l'énergie.



AVERTISSEMENT

Endommagements de la machine et de composants moteur par le déplacement contre une butée fixe!

⇒ Mise en œuvre d'amortisseurs de fin de course appropriés qui absorbent l'énergie

⇒ Respect des décélérations maximales spécifiées



Lors de l'intégration des amortisseurs de fin de course dans la machine et notamment lors de la définition de la course de déplacement totale, il faut tenir compte du débattement nécessaire correspondant des amortisseurs.

Décélération maximale pour le déplacement contre une butée fixe

Du type de fixation et du type de partie primaire (nombre de vis de fixation, force d'attraction, poids etc.), il résulte une décélération maximale lors du déplacement contre une butée fixe. Le dépassement de cette décélération maximale risque de causer le détachement de la partie primaire et l'endommagement des composants moteur.

La décélération maximale admissible lors du déplacement contre une butée fixe est de 300 m/s².



Le respect de la décélération maximale admissible de **300 m/s²** lors du déplacement contre une butée fixe doit être assuré par un amortisseur de fin de course approprié qui absorbe l'énergie.

Consignes d'application et de construction

Distance de freinage à respecter lors du déplacement contre une butée fixe

La décélération maximale connue de 300 m/s² et la vitesse maximale possible permettent de calculer le débattement minimal à respecter selon la formule suivante:

$$s_{\min} = \frac{v_{\max}^2}{2158}$$

$s_{\min}$ Distance de freinage minimale en mm

$v_{\max}$ Vitesse maximale possible en m/min

Fig. 9-63: Distance de freinage à respecter lors du déplacement contre une butée fixe

9.20 Systèmes de recouvrement d'axe

De la structure, du principe de fonctionnement et des caractéristiques de performance de moteurs linéaires synchrones, il résulte entre autres les exigences suivantes envers les systèmes de recouvrement d'axe en fonction du domaine d'application:

- Dynamique élevée (pas de vibration ultérieure, poids faibles)
- Précision et souplesse
- Protection des composants moteur contre les copeaux, la poussière et les corps étrangers (surtout ceux du type ferromagnétique),
- Résistance contre les huiles et les lubrifiants de refroidissement
- Robustesse et résistance à l'abrasion

Les systèmes de recouvrement d'axe suivants peuvent être utilisés:

- Recouvrements par soufflet
- Recouvrements télescopiques
- Recouvrements par volet roulant

Il est recommandé que la conception d'un système de recouvrement d'axe approprié ait lieu dans la mesure du possible pendant les premières étapes du processus de développement de la machine ou de l'installation et que cette conception soit supportée par des sous-traitants avec une spécialisation correspondante (voir le [chap. 14.1 "Fournisseurs de composants supplémentaires recommandés"](#) à la page 265).

9.21 Racleurs

En cas d'impossibilité de mettre en œuvre de manière optimale les mesures de protection pour le compartiment moteur ou l'entrefer entre les parties primaire et secondaire (voir le [chap. 9.3.4 "Protection du compartiment moteur"](#) à la page 127), il est possible en principe d'utiliser un racleur pour éliminer les copeaux de la partie secondaire.

L'inconvénient considérable de cette mesure est le fait que, si des salissures magnétiques (copeaux, poussière d'aiguisage etc.) se sont déjà accumulées sur la partie secondaire, les forces d'attraction importantes de la partie secondaire font que ces salissures ne peuvent être enlevées que difficilement et avec des traces d'usure. Pour cette raison, il est recommandé d'examiner assez fréquemment le racleur et les composants moteur pour détecter une usure et des dommages éventuels.

Lors de la sélection et de l'utilisation d'un système de racleur approprié, il convient de tenir compte des consignes ci-après:

Consignes d'application et de construction

Segments de partie secondaire

Il est recommandé de limiter l'utilisation d'un racleur dans la mesure du possible aux segments entiers de partie secondaire. Si plusieurs segments de partie secondaire sont utilisés, il faut tenir compte des joints entre les segments de partie secondaire (endommagement du racleur ou des parties secondaires). Dans ces cas, une distance définie – inférieure à l'entrefer entre les parties primaire et secondaire – entre le racleur et la partie secondaire ou bien un racleur sous forme d'une brosse dure peut résoudre le problème.



Si la partie secondaire est composée de parties secondaires enchaînées et que des résidus d'usinage, lubrifiants de refroidissement, graisses, etc. pénètrent dans le compartiment moteur pendant le service, il faut observer la consigne suivante supplémentaire:

⇒ Pour des raisons techniques, le racleur est soumis à l'usure. Les salissures, résidus de traitement etc. ne sont plus enlevés de manière fiable lorsque l'usure s'aggrave.

⇒ Vérifier régulièrement et dans des intervalles définis en conséquence le degré d'encrassement de la partie secondaire et l'état du racleur. Dans ce cadre, éliminer des résidus qui se sont éventuellement déjà déposés sur la surface de la partie secondaire.

Copeaux ferromagnétiques

Les copeaux ferromagnétiques sont attirés par la partie secondaire à partir d'une distance d'env. 100 mm. Ces forces d'attraction doivent être prises en compte lors de l'élimination de copeaux ferromagnétiques.

Augmentation de température causée par le frottement

Si l'utilisation du racleur cause une augmentation de température considérable sur la surface de la partie secondaire, la température ne doit pas dépasser la valeur limite de 70°C.

Fixation du racleur

Le racleur devrait être fixé sur la structure principale de la machine. La fixation du racleur à l'aide de trous supplémentaires directement sur la partie primaire n'est pas admissible.



AVERTISSEMENT

Endommagement ou destruction des composants moteur par l'utilisation incorrecte d'un racleur sur la partie secondaire!

- Dans la mesure du possible, utiliser uniquement sur des segments entiers de partie secondaire
- Tenir compte de faibles différences de hauteur des segments de partie secondaire
- Tenir compte de l'augmentation de température causée par le frottement
- Tenir compte d'endommagements éventuels de la surface causés par le frottement
- La fixation à l'aide de trous supplémentaires directement sur la partie primaire n'est pas admissible

Consignes d'application et de construction

9.22 Commande et régulation de l'IndraDyn L

9.22.1 Généralités

L'illustration ci-après représente un entraînement direct linéaire complet composé d'un moteur linéaire synchrone, d'un système de mesure de longueur, d'un variateur d'entraînement et d'une commande principale.

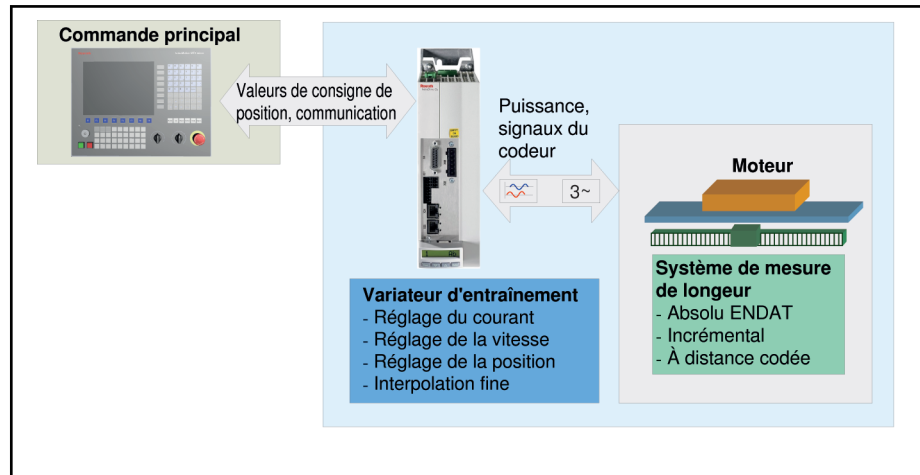


Fig. 9-64: Entraînement direct linéaire

9.22.2 Variateurs d'entraînement et modules d'alimentation

En fonction de l'application respective, de différents variateurs d'entraînement numériques et modules d'alimentation sont disponibles pour piloter les moteurs IndraDyn L. Ces variateurs d'entraînement sont configurables et ont une structure modulaire ou compacte.



Pour l'utilisation de moteurs IndraDyn L, on utilise les mêmes variateurs et micrologiciels d'entraînement que pour les entraînements rotatifs de Bosch Rexroth.

9.22.3 Systèmes de commande

Pour générer un mouvement défini, il faut une commande principale. En fonction de la fonctionnalité de l'installation complète et de l'Interface d'entraînement utilisée, Bosch Rexroth offre de différents systèmes de commande.

9.23 Arrêter en cas d'ARRÊT D'URGENCE et en cas d'erreur

9.23.1 Généralités

L'arrêt d'un axe équipé d'IndraDyn L peut être déclenché par

- un ARRÊT D'URGENCE,
- une erreur d'entraînement (p.ex. réaction de la surveillance des capteurs) ou
- une panne de réseau

en fonction des exigences applicables.

En ce qui concerne les possibilités d'arrêter les moteurs IndraDyn L en cas d'erreur, il faut distinguer entre

- l'arrêt par l'entraînement,
- l'arrêt par une commande principale ou

- l'arrêt par des installations de freinage mécaniques

9.23.2 Arrêt par l'entraînement

Tant qu'aucune perturbation ou dysfonctionnement n'est signalé sur la chaîne cinématique, l'arrêt via l'entraînement est possible. Les possibilités d'arrêt dépendent de l'erreur d'entraînement survenu et de la réaction de défaut paramétrée sur l'entraînement. Certaines erreurs (erreurs d'interface ou erreurs fatales) causent la coupure de force de l'entraînement.



AVERTISSEMENT

Danger de mort, risque de blessures ou de dommages matériels par l'arrêt progressif incontrôlé d'un entraînement linéaire mis hors force!

- ⇒ Conception et design conforme aux normes de sécurité
- ⇒ Protection des personnes par des barrières ou boîtiers appropriés
- ⇒ Mise en œuvre d'installations de freinage mécaniques externes
- ⇒ Mise en œuvre d'amortisseurs de fin de course appropriés qui absorbent l'énergie

La réaction de l'entraînement en cas d'erreurs d'interface et d'erreurs non fatales peut être paramétrée. À la fin de chaque réaction de défaut, l'entraînement se met hors force.

Les réactions de défaut suivantes peuvent être paramétrées:

0 - Mise à zéro de la vitesse de consigne

1 - Mise hors couple

2 - Mise à zéro de la vitesse de consigne avec rampe et filtre de consigne

3 - Mouvement de remontée



Pour des informations plus détaillées sur les réactions de défaut et leur paramétrage, se référer à la description des fonctions du micrologiciel correspondant.

9.23.3 Arrêt par une commande principale

Arrêt via des fonctions de commande

L'arrêt côté commande devrait être réalisé comme suit:

1. L'API de la machine ou le niveau E/S de la machine signale une erreur à la commande CN
2. La commande CN arrête les entraînements le plus rapidement possible via une rampe.
3. La commande CN assure la coupure de l'alimentation en puissance sur le module d'alimentation.

Arrêt côté entraînement causé par la commande

L'arrêt via les fonctions d'entraînement devrait être réalisé comme suit:

1. Le niveau E/S de la machine signale une erreur à la commande CN ou à l'API.
2. La commande CN ou l'API annule la validation du variateur (validation de l'entraînement) des entraînements ou bien, en cas d'utilisation d'une

Consignes d'application et de construction

interface sercos, désactive l'entrée « E-STOP » sur la carte d'interface sercos.

3. L'entraînement y réagit par la réaction de défaut paramétrée.
4. 500 ms après l'annulation de la validation du variateur (validation de l'entraînement) ou bien après la désactivation de l'entrée « E-Stop », la puissance doit être coupée sur le module d'alimentation.



La coupure temporisée de l'alimentation en puissance garantit l'arrêt sûr des entraînements via le variateur d'entraînement. En cas de coupure non temporisée de l'alimentation en puissance, l'entraînement s'arrête progressivement de manière incontrôlée après la consommation de l'énergie du circuit intermédiaire.

9.23.4 Arrêt par des installations de freinage mécaniques

L'arrêt par des installations de freinage mécanique devrait être activé simultanément avec la coupure de l'alimentation en puissance sur le module d'alimentation. Il est également possible de prévoir à cet effet l'intégration dans le pilotage du frein de parking des variateurs d'entraînement. Il s'applique ce qui suit:

- Les installations de freinage à pilotage électrique 24 VCC (à déclenchement électrique) et avec des courants < 2 A peuvent être pilotées directement.
- Les installations de freinage à pilotage électrique 24 VCC et avec des courants > 2 A peuvent être pilotées via un contacteur approprié.

Après l'annulation de la validation du variateur, le pilotage du frein de parking agit comme suit:

- Réactions de défaut "0", "1" et "3":
Une fois la vitesse inférieure à 10 mm/min ou bien un délai de 400 ms expiré, le pilotage du frein de parking recule à 0 V.
- Réaction de défaut "2":
Immédiatement après l'annulation de la validation du variateur, le pilotage du frein de parking recule à 0 V.

9.23.5 Comportement en cas de panne de réseau

Afin de permettre l'arrêt le plus rapide possible de l'entraînement linéaire en cas d'une panne de réseau, il faut prévoir

- soit une alimentation électrique sans interruption, soit
- une capacité de circuit intermédiaire supplémentaire (condensateurs)
- et / ou des installations de freinage mécaniques

Détermination de la capacité de circuit intermédiaire supplémentaire nécessaire

Les capacités supplémentaires dans le circuit intermédiaire sont des accumulateurs d'énergie supplémentaires qui peuvent fournir l'énergie de freinage nécessaire en cas d'une panne de réseau.



L'alimentation en tension de commande doit encore être garantie pendant la durée du freinage même en cas de panne de réseau! Le cas échéant, accumuler de la tension de commande ou bien assurer l'alimentation en tension de commande depuis le circuit intermédiaire CC si cela est possible côté appareil!

Consignes d'application et de construction

La capacité supplémentaire nécessaire pour l'arrêt en cas d'une panne de réseau peut être déterminée comme suit:

$$C_{add} = \frac{m \cdot v_{max}}{U_{DCmax}^2 - U_{DCmin}^2} \cdot \left[3,5 \cdot \frac{F_{max}}{k_{IF}^2} \cdot R_{12} - v_{max} \cdot \left(\frac{F_R}{F_{max}} + 0,3 \right) \right]$$

C_{add}	Capacité de circuit intermédiaire supplémentaire nécessaire en mF
m	Masse déplacée en kg
v_{max}	Vitesse maximale en m/s
U_{DCmax}	Tension maximale du circuit intermédiaire en V
U_{DCmin}	Tension minimale du circuit intermédiaire en V
F_{max}	Force de freinage maximale du moteur en N
k_{IF}	Constante moteur (constante de force) en N/A
R_{12}	Résistance du bobinage à 20°C
F_R	Force de frottement en N

Fig.9-65: Détermination de la capacité de circuit intermédiaire supplémentaire nécessaire

Conditions préalables:

- Vitesse finale = 0
- frottement indépendamment de la vitesse
- décélération constante
- température du bobinage 135 °C



Lors de l'utilisation de capacités supplémentaires dans le circuit intermédiaire, il faut tenir compte de la capacité de circuit intermédiaire déjà existante, ainsi que de la capacité de circuit intermédiaire maximale possible sur le module d'alimentation utilisé. L'utilisation de capacités supplémentaires ne doit pas déclencher un court-circuit dans le circuit intermédiaire.

9.23.6 Court-circuit dans le circuit intermédiaire

La plupart des modules d'alimentation de Bosch Rexroth offre la possibilité de réaliser un court-circuit dans le circuit intermédiaire à tension continue lors de la coupure de l'alimentation en puissance. Par conséquent, les phases moteur sont court-circuitées également et en cas de mouvement du moteur, un effet de freinage est obtenu selon le principe de l'induction. La force de freinage pouvant être atteinte n'est pourtant pas très élevée et est en outre fonction de la vitesse. Pour cela, le court-circuit dans le circuit intermédiaire ne peut servir que de mesure auxiliaire en cas d'utilisation d'installations de freinage mécaniques.

Consignes d'application et de construction

9.24 Changement maximal de l'accélération (limitation d'à-coup)

Vitesse d'augmentation du courant et de la force

La vitesse maximale d'augmentation du courant et de la force est déterminée par la tension disponible dans le circuit intermédiaire et par l'inductance du moteur. Selon la [fig. 9-66](#), des mouvements hautement dynamiques et des courses courtes exigent une tension de circuit intermédiaire la plus élevée possible et une inductance faible du moteur.

$$\frac{di}{dt} = \frac{U_{DC}}{L_{12}}$$

$$\frac{dF}{dt} = \frac{U_{DC}}{L_{12}} \cdot k_{iF}$$

U_{DC}	Tension du circuit intermédiaire en V
L_{12}	Inductance du bobinage en H
k_{iF}	Constante moteur (constante de force) en N/A
i	Courant en A
t	Temps en s

Fig. 9-66: Vitesse d'augmentation maximale du courant et de la force

Le changement de l'accélération par unité de temps (déduction de l'accélération) est désigné comme a-coup ([fig. 9-69](#)).

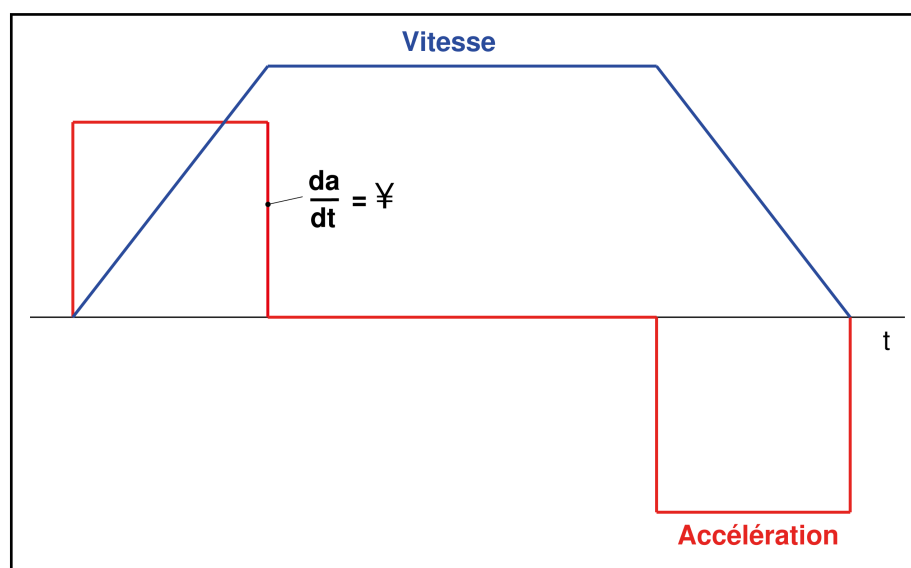


Fig. 9-67: Accélération et vitesse sans limitation d'à-coup



Lors de l'exploitation d'entraînements directs, le variateur d'entraînement ou la commande principale doit limiter l'à-coup maximal (rampe d'accélération avec $da/dt \neq \infty$, [fig. 9-68](#)).

Consignes d'application et de construction

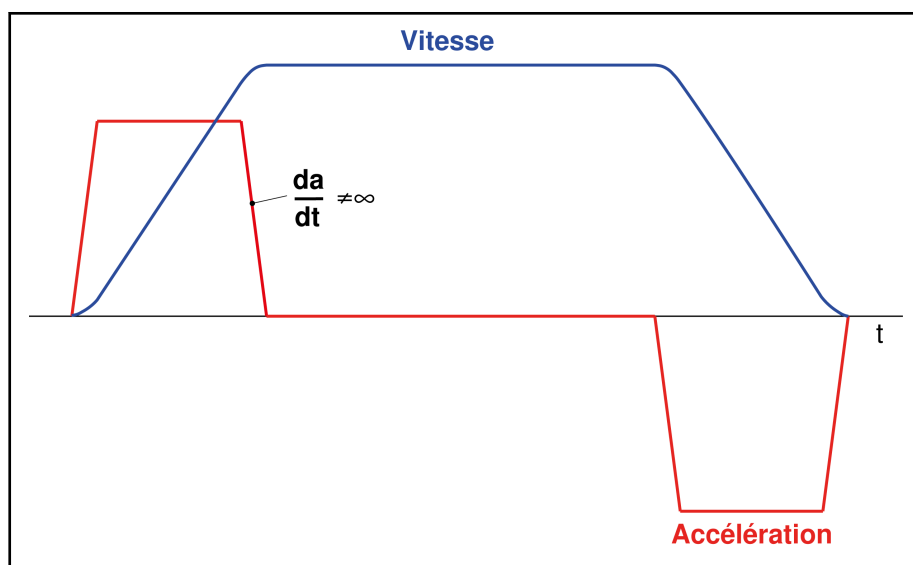


Fig.9-68: Accélération et vitesse avec limitation d'à-coup

À-coup maximal

L'à-coup maximal est déterminé par la vitesse maximale d'augmentation du courant, ainsi que par la masse déplacée et la constante moteur:

$$r_{\max} = \frac{da}{dt} = \frac{U_{DC} \cdot k_{IF}}{L_{12} \cdot m}$$

m	Masse déplacée en kg
U_{DC}	Tension du circuit intermédiaire en V
k_{IF}	Constante moteur (constante de force) en N/A
L_{12}	Inductance du bobinage en H
a	Accélération en m/s ²
t	Temps en s

Fig.9-69: À-coup maximal (changement de l'accélération)

9.25 Résolution de position et de vitesse

9.25.1 Résolution de position interne à l'entraînement et précision de positionnement

Sur les entraînements directs linéaires, la détection de la position est assurée par un système de mesure de longueur. Les systèmes de mesure de longueur pour moteurs linéaires fournissent des signaux de sortie sinusoïdaux. La longueur d'un tel signal sinusoïdal est désignée comme période de signal et est généralement indiquée en mm ou en μm .

Sur les variateurs d'entraînement Rexroth, les signaux sinusoïdaux sont encore multipliés (voir la [fig. 9-71](#)). La multiplication interne à l'entraînement dépend entre autres de la zone de déplacement maximale et de la période de signal du système de mesure de longueur et se fait toujours avec 2ⁿ points d'appui (p.ex. 2048 ou 4096).

Consignes d'application et de construction

$$f_{int} = 2^{31} \cdot \frac{S_p}{x_{max}} \text{ arrondi vers le bas à } 2^n$$

- f_{int}

S_p

x_{max}
- Facteur de multiplication (S-0-0256, Multiplication 1)

Période de signal du système de mesure de longueur en mm (S-0-0116 Codeur 1 Résolution)

Zone de déplacement maximale (S-0-0278, Zone de déplacement maximale)

Fig.9-70: Facteur de multiplication

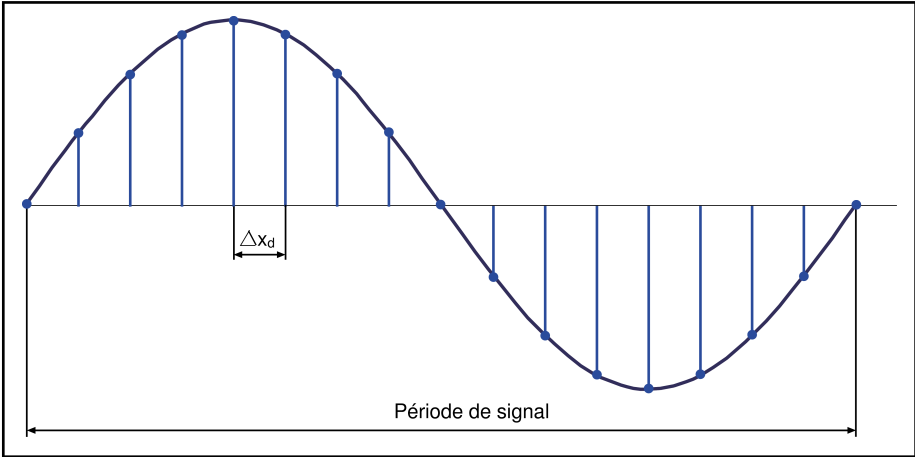


Fig.9-71: Multiplication ou interpolation interne à l'entraînement des signaux du système de mesure

De la période de signal connue et de la multiplication interne à l'entraînement, il résulte la résolution de position interne à l'entraînement:

$$\Delta x_d = \frac{S_p}{f_{int}}$$

- Δx_d

S_p

f_{int}
- Résolution de position interne à l'entraînement

Période de signal du système de mesure de longueur (S-0-0116, Codeur 1 Résolution)

Facteur de multiplication (S-0-0256, Multiplication 1)

Fig.9-72: Résolution de position interne à l'entraînement



La résolution de position interne à l'entraînement ne peut pas être assimilée à la précision de positionnement qui peut être atteinte.

Précision de positionnement pouvant être atteinte

La précision de positionnement qui peut être atteinte, dépend du système mécanique et de technique de régulation complet et ne peut pas être assimilée à la résolution de position interne à l'entraînement.

Selon nos valeurs empiriques, la précision de positionnement pouvant être atteinte peut être estimée comme suit:

$$\Delta x_{abs} = \Delta x_d \cdot 30...50$$

- Δx_d

Δx_{abs}
- Résolution de position interne à l'entraînement

Précision de positionnement

Fig.9-73: Estimation de la précision de positionnement pouvant être atteinte

Condition préalable: Réglage optimal du variateur



La précision de positionnement qu'on peut attendre ne peut pas être meilleure que le plus petit incrément de la position de consigne de la commande principale.

9.25.2 Résolution de vitesse

La résolution de la vitesse (quantification de la vitesse) est proportionnelle à la résolution de position (voir) et inversement proportionnel au temps de balayage t_{AD} :

$$\Delta v_d = \frac{\Delta x_d}{t_{AD}}$$

Δv_d	Résolution de la vitesse en m/s
Δx_d	Résolution de position interne à l'entraînement
t_{AD}	Temps de balayage en s (ECODRIVE03: 500 μ s; IndraDrive: Standard Performance 250 μ s / High Performance 125 μ s)

Fig. 9-74: Résolution de vitesse

9.26 Rigidité

9.26.1 Généralités

La résistance élastique d'une structure à la déformation induite par une force extérieure est désignée comme rigidité et est souvent indiquée en N/ μ m. Le contraire de la rigidité est l'élasticité.

En cas d'influence de forces perturbatrices sur un entraînement électrique régulé on parle de rigidité. On distingue entre rigidité **statique** et rigidité **dynamique**.

9.26.2 Rigidité statique

La rigidité statique d'un entraînement direct linéaire ne dépend que de la force de moteur maximale et de la résolution de position interne à l'entraînement:

$$c_{\text{stat}} = \frac{F_{\text{max}}}{\Delta x_D}$$

c_{stat}	Rigidité statique en N/ μ m
F_{max}	Force maximale du moteur en N
Δx_D	Résolution de position interne à l'entraînement en μ m

Fig. 9-75: Rigidité statique de l'entraînement direct linéaire



Lors de l'évaluation de la rigidité statique d'un entraînement direct linéaire, il faut tenir compte de la rigidité de la structure de la machine.

Consignes d'application et de construction

$$d_{stat} = \frac{\Delta x_D}{F_{max}}$$

d_{stat}

F_{max}

Δx_D

Fig. 9-76:

Élasticité statique en $\mu\text{m}/\text{N}$

Force maximale du moteur en N

Résolution de position interne à l'entraînement en μm

Élasticité statique de l'entraînement direct linéaire

9.26.3 Rigidité dynamique

La rigidité et l'élasticité dynamiques sont des grandeurs qui dépendent de la fréquence. La rigidité dynamique d'un entraînement direct linéaire dépend uniquement du paramétrage du variateur (boucle de courant, de vitesse et de position), ainsi que de la masse déplacée (fig. 9-78). Dans la plage de la fréquence de résonance du circuit de régulation, l'élasticité est la plus élevée et la rigidité est la plus faible.

La figure ci-après représente de manière simplifiée une réponse en fréquence d'élasticité exemplaire.

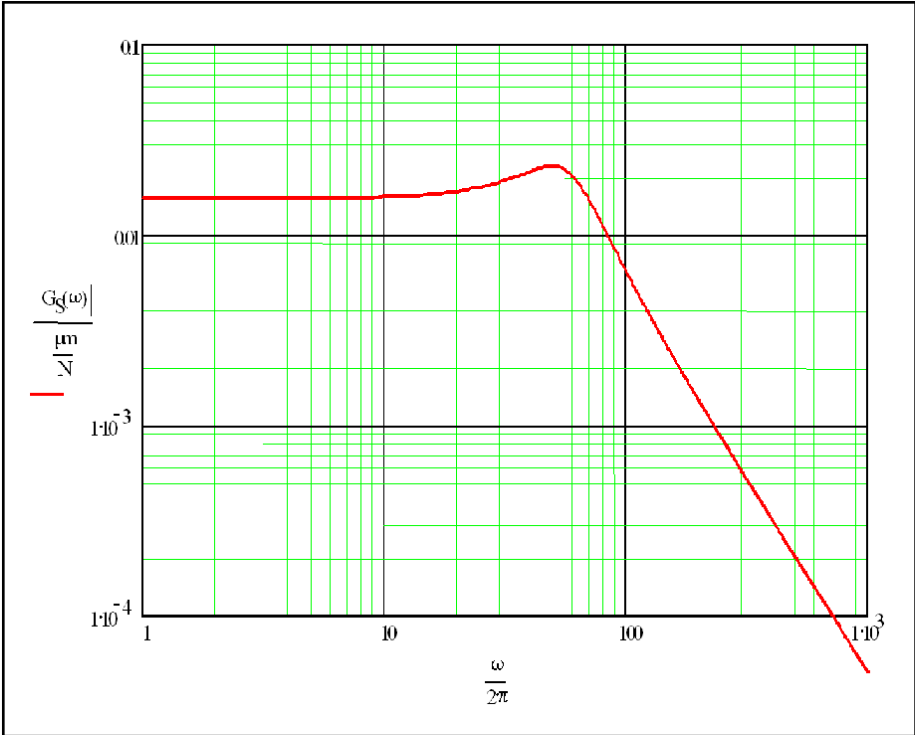


Fig. 9-77: Exemple de la réponse en fréquence d'élasticité d'un entraînement direct linéaire

Estimation de la rigidité dynamique

En dépit de la dépendance vis-à-vis de la fréquence, il est possible d'estimer avec une précision suffisante la rigidité dynamique pour la plage inférieure à la fréquence de résonance du circuit de régulation:

Consignes d'application et de construction

$$c_{dyn} = \frac{0.06 \cdot k_p \cdot k_{IF} \cdot (1 + 0.0167 \cdot k_v \cdot T_n)}{T_n \cdot \left(1 + \frac{e^{-D \cdot \frac{\pi}{\sqrt{1-D^2}}}}{\sqrt{1-D^2}} \right)}$$

mit / with

$$D = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{0.06 \cdot k_p \cdot k_{IF} \cdot T_n}{m \cdot (1 + 0.0167 \cdot k_v \cdot T_n)}}$$

 c_{dyn}

Rigidité dynamique en N/μm

 D

Amortissement

 k_{IF}

Constante moteur (constante de force) en N/A

 k_p

Amplification proportionnelle du variateur de vitesse en A · min/m

 k_v

Amplification proportionnelle du variateur de position (facteur Kv) en m/min · mm

 T_n

Temps d'intégrale du variateur de vitesse en ms

 m

Masse déplacée totale en kg

Fig.9-78:

Estimation de la rigidité dynamique

$$d_{dyn} = \frac{1}{c_{dyn}}$$

 c_{dyn}

Rigidité dynamique en N/μm

 d_{dyn}

Élasticité dynamique en μm/N

Fig.9-79:

Détermination de l'élasticité dynamique

$$\omega_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{1000 \cdot k_p \cdot k_{IF} \cdot (60 + k_v \cdot T_n)}{m \cdot T_n}}$$

 ω_0

Fréquence de résonance en Hz

 k_{IF}

Constante moteur (constante de force) en N/A

 k_p

Amplification proportionnelle du variateur de vitesse en A · min/m

 k_v

Amplification proportionnelle du variateur de position (facteur Kv) en m/min · mm

 T_n

Temps d'intégrale du variateur de vitesse en ms

 m

Masse déplacée totale en kg

Fig.9-80:

Détermination de la fréquence de résonance du variateur

10 Dimensionnement du moteur

10.1 Marche générale à suivre

Le dimensionnement d'entraînements linéaires est déterminé essentiellement par les profils de vitesse et de force d'avance en fonction de l'application. La figure ci-après représente le déroulement de principe du dimensionnement d'entraînements linéaires.

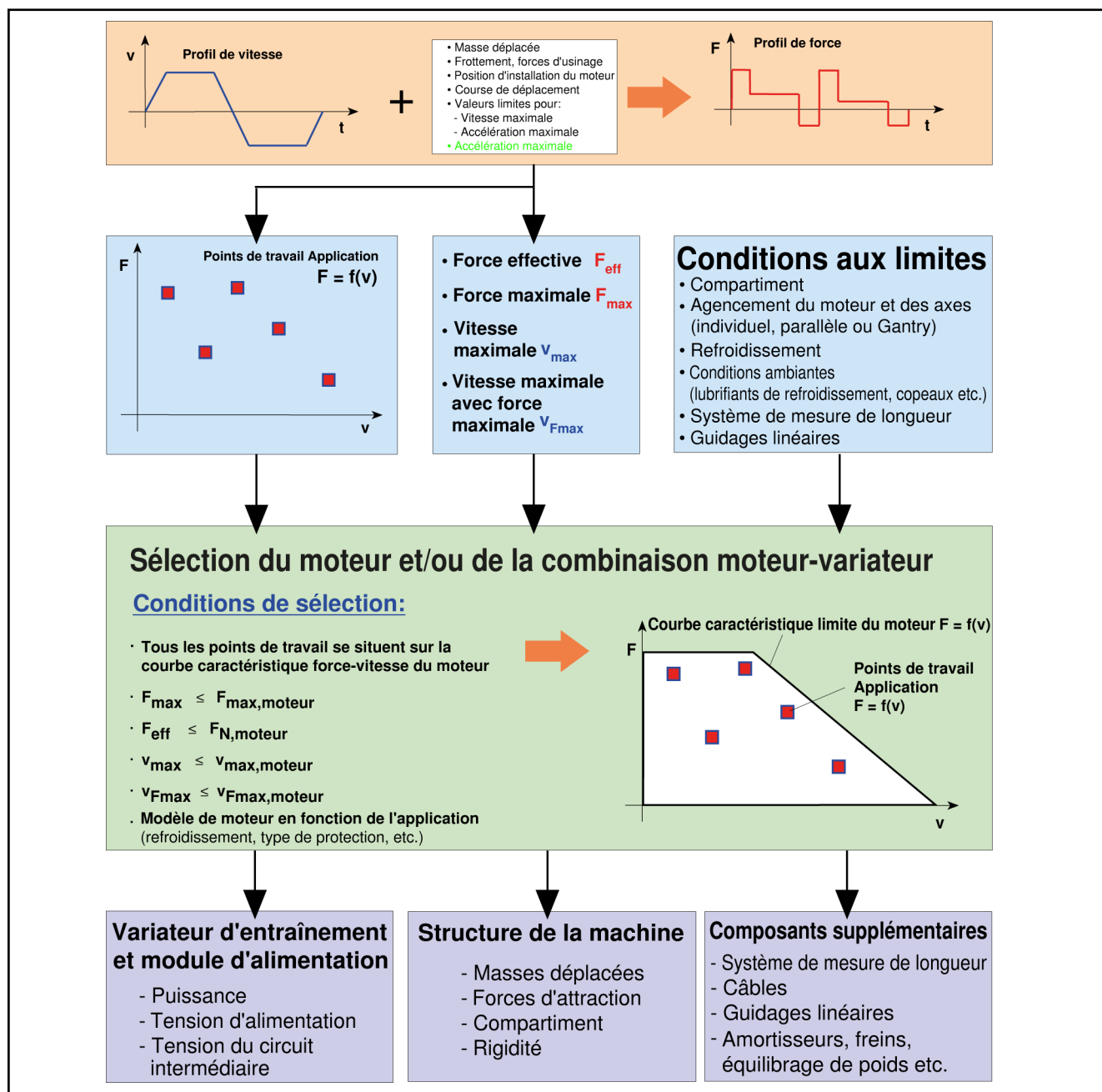


Fig. 10-1: Déroulement de principe du dimensionnement d'entraînements linéaires

Dimensionnement du moteur

10.2 Formules de base

10.2.1 Équations générales de mouvement

Le calcul des grandeurs nécessaires pour le dimensionnement et la sélection du moteur se fait à l'aide des équations générales figurant ci-après.



Dans le cadre de la conception d'entraînements directs linéaires, les forces d'avance et vitesses déterminées par le processus servent directement et sans conversion à la sélection de l'entraînement.

Vitesse:	$v(t) = \frac{s(t)}{dt}$
Accélération:	$a(t) = \frac{v(t)}{dt}$
Force:	$F(t) = a(t) \cdot m + F_0(t) + F_p(t)$
Force effective:	$F_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T F(t)^2 dt}$
Vitesse moyenne:	$v_{avg} = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T v(t) dt$

$v(t)$	Profil de vitesse en fonction du temps en m/s
$s(t)$	Profil de distance en fonction du temps en m
$a(t)$	Profil d'accélération en fonction du temps en m/s ²
$F(t)$	Profil de force en fonction du temps en N
m	Masse déplacée en kg
$F_0(t)$	Force de base en N
$F_p(t)$	Force de processus ou de traitement en N
F_{eff}	Force effective en N
v_{avg}	Vitesse moyenne en m/s
t	Temps en s
T	Temps total en s

Fig. 10-2: Équations générales de mouvement

Souvent, la description mathématique des positions exigées en fonction du temps est connue (programme CN, came électronique). La fonction de distance permet de calculer la vitesse, l'accélération et les forces. Des logiciels standards tels que MS Excel ou MathCad permettent le calcul simple des grandeurs nécessaires - même en cas de profils de déplacement compliqués.



La suite du présent chapitre présente de manière plus détaillée les rapports concernant les profils trapézoïdaux, triangulaires ou sinusoidaux de la vitesse.

10.2.2 Forces d'avance

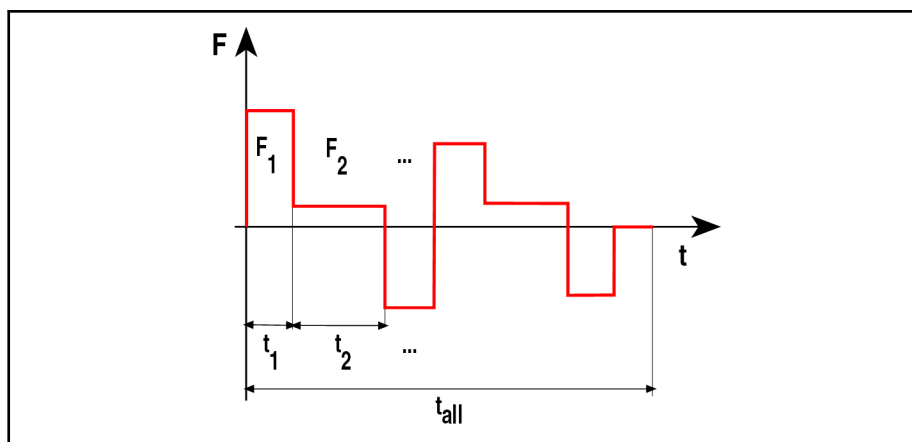


Fig.10-3: Détermination des forces d'avance

Force d'accélération:	$F_{ACC} = m \cdot a$
Poids:	$F_W = m \cdot g \cdot \sin \alpha \cdot \left(1 - \frac{f_{cb}}{100}\right)$
Force de frottement:	$F_F = \mu \cdot (m \cdot g \cdot \cos \alpha + F_{ATT}) + F_0$
Force maximale:	$F_{MAX} = F_{ACC} + F_F + F_W + F_P$
Force effective:	$F_{EFF} = \sqrt{\frac{F_1^2 \cdot t_1 + F_2^2 \cdot t_2 + \dots}{t_{all}}}$

F_{ACC}	Force d'accélération en N
F_W	Poids en N
F_F	Force de frottement en N
F_0	Force de frottement ou de base supplémentaire en N (causée p.ex. par les joints de guidages linéaires)
F_{MAX}	Force maximale en N
F_{EFF}	Force effective en N
F_P	Force de traitement en N
a	Accélération en m/s^2
m	Masse déplacée en kg
g	Accélération de la pesanteur ($9,81 m/s^2$)
α	Angle d'axe en degrés (0° :axe horizontale ; 90° : axe verticale)
f_{CB}	Équilibrage de poids en %
t_{all}	Temps total de la durée du cycle en s
F_{ATT}	Force d'attraction entre les parties primaire et secondaire en N
μ	Coefficient de frottement

Fig.10-4: Détermination des forces d'avance

Dimensionnement du moteur



Lors du dimensionnement d'entraînements à moteur linéaire, il faut tenir compte de la masse déplacée des composants moteur – notamment en cas de masses de chariot relativement faibles. La masse déplacée, ainsi que la force d'attraction entre les parties primaire et secondaire ne sont pourtant connues qu'une fois le moteur sélectionné. Pour cette raison, il faut d'abord supposer des valeurs pour ces grandeurs et vérifier celles-ci encore une fois après avoir sélectionné le moteur.

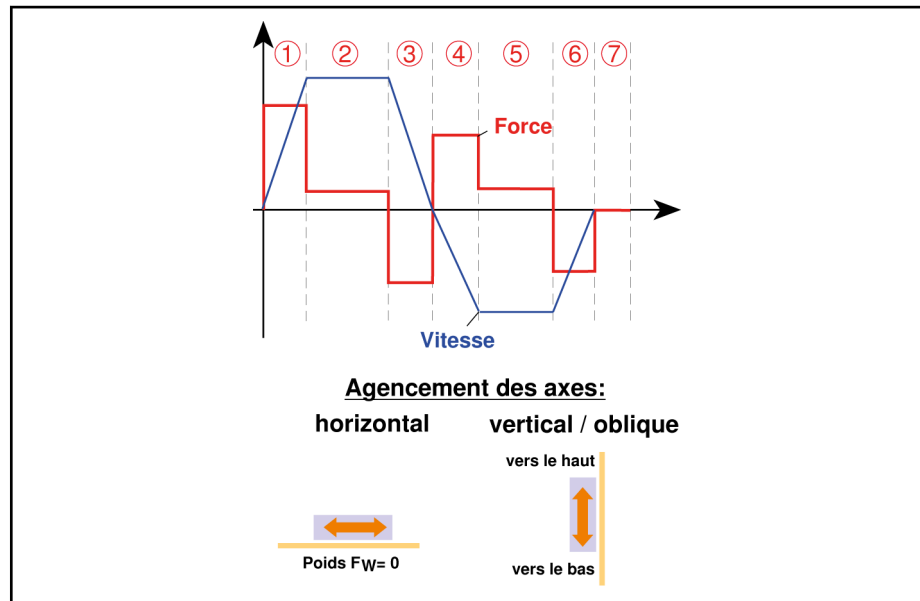


Fig. 10-5: Détermination des forces d'avance résultantes en fonction du type et du sens de mouvement

(1) Accélération (vers le haut) :	$F = F_{ACC} + F_F + F_W$
(2) Vitesse const. (vers le haut) :	$F = F_F + F_W$
(3) Freinage (vers le haut) :	$F = -F_{ACC} + F_F + F_W$
(4) Accélération (vers le bas) :	$F = F_{ACC} + F_F - F_W$
(5) Vitesse const. (vers le bas) :	$F = F_F - F_W$
(6) Freinage (vers le bas) :	$F = -F_{ACC} + F_F - F_W$
(7) Temps de pause :	$F = F_W$

F_{ACC} Force d'accélération en N
 F_W Poids en N
 F_F Force de frottement en N

Fig. 10-6: Détermination des forces d'avance résultantes en fonction du type et du sens de mouvement



En cas d'agencement horizontal des axes, le poids $F_W = 0$. D'autres forces de base et de processus dépendant du sens doivent être prises en compte supplémentaires.

10.2.3 Vitesse moyenne

La vitesse moyenne est nécessaire pour déterminer la puissance continue mécanique de l'entraînement. La détermination généralement applicable de la vitesse moyenne est indiquée dans la [fig. 10-2](#). Pour la détermination simple en cas de profils de vitesse trapézoïdaux ou triangulaires, le calcul suivant peut être utilisé:

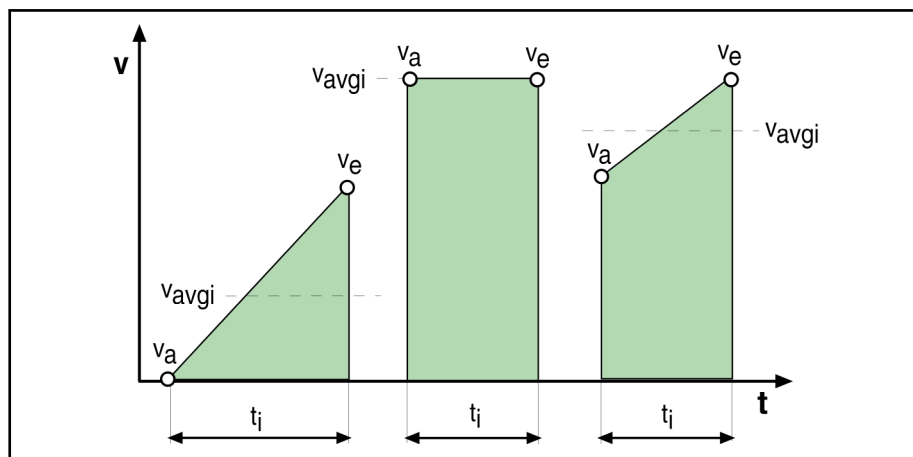


Fig. 10-7: Profils de vitesse triangulaires ou trapézoïdaux

$$v_{avg i} = \frac{|v_a| + |v_e|}{2}$$

$$v_{avg} = \frac{\sum v_{avg i} \cdot t_i}{t_{all}}$$

$v_{avg i}$	Vitesse moyenne pour un segment de vitesse de la durée t_i en m/s
v_a	Vitesse initiale du segment de vitesse en m/s
v_e	Vitesse finale du segment de vitesse en m/s
v_{avg}	Vitesse moyenne pendant la durée totale du cycle en m/s
t_i	Durée du segment de vitesse en s
t_{all}	Durée totale du cycle en s, y compris les pauses et arrêts

Fig. 10-8: Détermination de la vitesse moyenne pour les profils de vitesse triangulaires ou trapézoïdaux

10.2.4 Vitesse trapézoïdale

Généralités

Ce type de fonctionnement est typique de la plupart des applications. La phase d'accélération est suivie d'un mouvement à vitesse constante jusqu'à la phase de freinage.

Dimensionnement du moteur

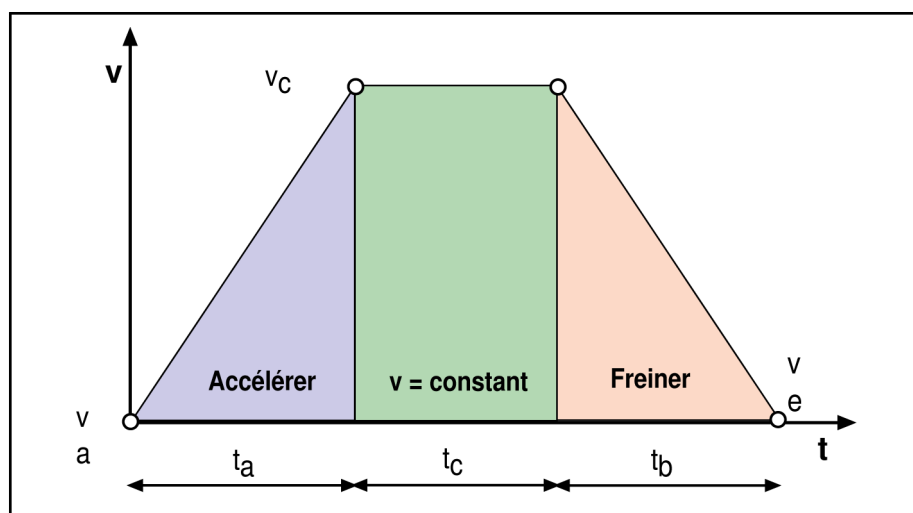


Fig. 10-9: Profil de vitesse trapézoïdal

Accélération, vitesse initiale = 0



- Vitesse $v \neq$ constante
- Vitesse initiale $v_a = 0$
- Accélération $a =$ constante et positive

Accélération:

$$a = \frac{v_c}{t_a} = \frac{2 \cdot s}{t_a^2} = \frac{v_c^2}{2 \cdot s}$$

Vitesse finale:

$$v_c = a \cdot t_a = \sqrt{2 \cdot a \cdot s} = \frac{2 \cdot s}{t_a}$$

Distance:

$$s = \frac{v_c}{2} \cdot t_a = \frac{v_c^2}{2 \cdot a} = \frac{a \cdot t_a^2}{2}$$

Temps:

$$t_a = \frac{v_c}{a} = \frac{2 \cdot s}{v_c} = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{a}}$$

a

Accélération en m/s^2 v_c Vitesse finale en m/s t_a

Temps d'accélération en s

s

Distance pendant l'accélération en m

Fig. 10-10:

Mouvement à accélération constante, vitesse initiale = 0 (en cas de profil de vitesse trapézoïdal)

Accélération, vitesse initiale $\neq 0$ 

- Vitesse $v \neq$ constante
- Vitesse initiale $v_a \neq 0$
- Accélération $a =$ constante et positive

Dimensionnement du moteur

Accélération:	$a = \frac{v_c - v_a}{t_a} = \frac{2 \cdot s}{t_a^2} - \frac{2 \cdot v_a}{t_a} = \frac{v_c^2 - v_a^2}{2 \cdot s}$
Vitesse:	$v_c = v_a + a \cdot t_a = \sqrt{2 \cdot a \cdot s + v_a^2} = \frac{2 \cdot s}{t_a} - v_a$
Distance:	$s = \frac{v_c + v_a}{2} \cdot t_a = \frac{v_c^2 - v_a^2}{2 \cdot a} = v_a \cdot t_a + \frac{a \cdot t_a^2}{2}$
Temps:	$t_a = \frac{v_c - v_a}{a} = \frac{2 \cdot s}{v_c + v_a} = \frac{\sqrt{2 \cdot a \cdot s + v_a^2} - v_a}{a}$

a Accélération en m/s²

v_c Vitesse finale en m/s

v_a Vitesse initiale en m/s

t_a Temps d'accélération en s

s Distance pendant l'accélération en m

Fig. 10-11: Mouvement à accélération constante, vitesse initiale $\neq 0$ (en cas de profil de vitesse trapézoïdal)

Vitesse constante



- Vitesse v = constante
- Accélération $a = 0$

Vitesse:	$v_c = \frac{s_c}{t_c}$
Distance:	$s_c = v_c \cdot t_c$
Temps:	$t_c = \frac{s_c}{v_c}$

v_c Vitesse constante en m/s

t_c Temps pendant la vitesse constante en s

s_c Distance pendant la vitesse constante en m

Fig. 10-12: Vitesse constante (en cas de profil de vitesse trapézoïdal)

Freinage, vitesse finale = 0



- Vitesse $v \neq$ constante
- Vitesse finale $v_e = 0$
- Accélération a = constante et négative

Dimensionnement du moteur

Accélération:	$a = \frac{v_c}{t_b} = \frac{2 \cdot s}{t_b^2} = \frac{v_c^2}{2 \cdot s}$
Vitesse:	$v_c = a \cdot t_b = \sqrt{2 \cdot a \cdot s} = \frac{2 \cdot s}{t_b}$
Distance:	$s = \frac{v_c}{2} \cdot t_b = \frac{v_c^2}{2 \cdot a} = \frac{a \cdot t_b^2}{2}$
Temps:	$t_b = \frac{v_c}{a} = \frac{2 \cdot s}{v_c} = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{a}}$

a Accélération en m/s²
 v_c Vitesse finale en m/s
 t_b Temps de freinage en s
 s Distance pendant le freinage en m

Fig. 10-13: Mouvement à décélération constante, vitesse finale = 0 (en cas de profil de vitesse trapézoïdal)

Freinage, vitesse finale $\neq 0$ 

- Vitesse $v \neq$ constante
- Vitesse finale $v_e \neq 0$
- Accélération $a =$ constante et négative

Accélération:	$a = \frac{v_c - v_e}{t_b} = \frac{2 \cdot v_c}{t_b} - \frac{2 \cdot s}{t_b^2} = \frac{v_c^2 - v_e^2}{2 \cdot s}$
Vitesse:	$v_e = v_c - a \cdot t_b = \sqrt{v_c^2 - 2 \cdot a \cdot s} = \frac{2 \cdot s}{t_b} - v_c$
Distance:	$s = \frac{v_c + v_e}{2} \cdot t_b = \frac{v_c^2 - v_e^2}{2 \cdot a} = v_c \cdot t_b + \frac{a \cdot t_b^2}{2}$
Temps:	$t_a = \frac{v_c - v_e}{a} = \frac{2 \cdot s}{v_c + v_e} = \frac{v_c - \sqrt{v_c^2 - 2 \cdot a \cdot s}}{a}$

a Accélération en m/s²
 v_c Vitesse initiale en m/s
 v_e Vitesse finale en m/s
 t_b Temps de freinage en s
 s Distance pendant le freinage en m

Fig. 10-14: Mouvement à décélération constante, vitesse finale $\neq 0$ (en cas de profil de vitesse trapézoïdal)

10.2.5 Vitesse triangulaire

Autrement que le profil trapézoïdal, ce profil de vitesse ne contient pas une phase de vitesse constante. La phase d'accélération est suivie immédiatement de la phase de freinage. Ce profil est fréquent en cas de mouvements à course courte.

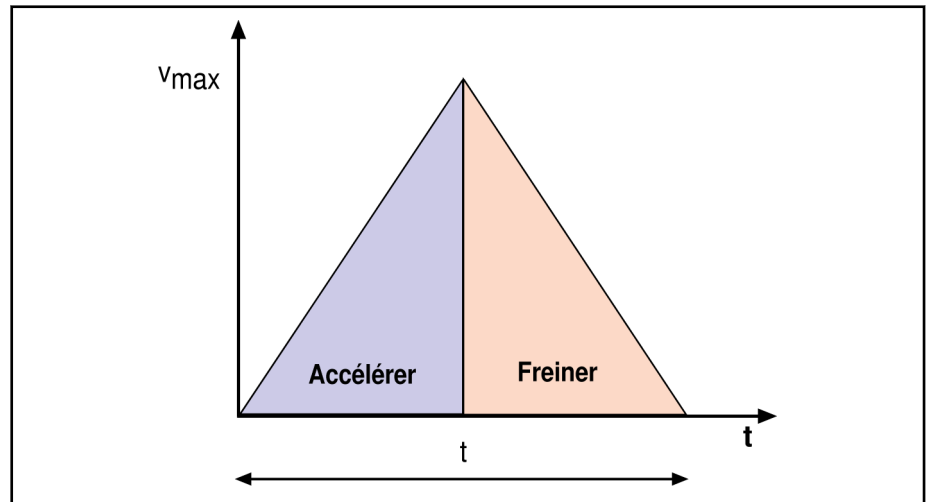


Fig.10-15: Profil de vitesse triangulaire

Accélération:	$a = \frac{2 \cdot v_{\max}}{t} = \frac{4 \cdot s_{\text{all}}}{t^2} = \frac{v_{\max}^2}{s}$
Vitesse:	$v_{\max} = \frac{a \cdot t}{2} = \sqrt{a \cdot s_{\text{all}}} = \frac{2 \cdot s_{\text{all}}}{t}$
Distance:	$s_{\text{all}} = \frac{v_{\max} \cdot t}{2} = \frac{v_{\max}^2}{4 \cdot a} = \frac{a \cdot t^2}{4}$
Temps:	$t = \frac{2 \cdot v_{\max}}{a} = \frac{4 \cdot s_{\text{all}}}{v_{\max}} = \sqrt{\frac{4 \cdot s_{\text{all}}}{a}}$

$v_{\max}$ Vitesse maximale pouvant être atteinte en m/s
 a Accélération en m/s²
 s_{all} Course de déplacement totale en m
 t Temps de positionnement en s
 Fig.10-16: Calcul du profil de vitesse triangulaire

10.2.6 Vitesse sinusoïdale

Ce profil de vitesse résulte par exemple de l'interpolation circulaire de deux axes (mouvement circulaire) ou d'un mouvement oscillant d'un axe p.ex. en cas d'usinage par rectification.

Les grandeurs données sont généralement la course de déplacement ou le diamètre du cercle et la durée de période T.

Dimensionnement du moteur

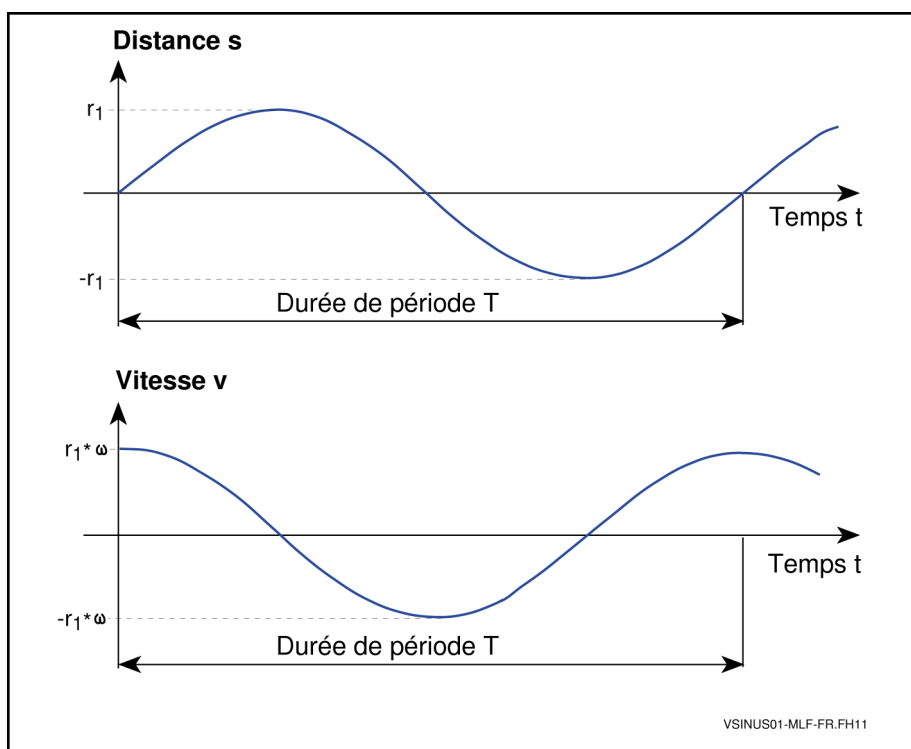


Fig. 10-17: Insérer la distance et la vitesse d'un axe en cas de vitesse sinusoïdale

Distance:	$s(t) = r_1 \cdot \sin(\omega \cdot t)$
Vitesse:	$v(t) = r_1 \cdot \cos(\omega \cdot t) \cdot \omega$
Accélération:	$a(t) = -r_1 \cdot \sin(\omega t) \cdot \omega^2$
À-coup:	$r(t) = -r_1 \cdot \cos(\omega t) \cdot \omega^3$
	$\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = 2 \cdot \pi \cdot f$

Fig. 10-18: Formule de calcul pour la distance et la vitesse d'un axe en cas de vitesse sinusoïdale

De la fig. 10-17 et de la fig. 10-18, il résulte les bases de calcul suivantes:

Dimensionnement du moteur

Accélération maximale:	$a_{\max} = r \cdot \left(\frac{2 \cdot \pi}{T} \right)^2$
Vitesse maximale:	$v_{\max} = r \cdot \frac{2 \cdot \pi}{T}$
Vitesse moyenne:	$v_{\text{avg}} = \frac{2 \cdot v_{\max}}{\pi} = \frac{4 \cdot r}{T}$
Force d'accélération:	$F_{\text{ACC}} = a_{\max} \cdot m$
Force effective:	$F_{\text{EFF}} = \sqrt{\frac{F_{\text{acc}}^2}{2} + F_0^2}$
Agencement vertical des axes:	$F_{\text{EFFv}} = \sqrt{\frac{F_{\text{acc}}^2 + F_{0 \text{ up}}^2 + F_{0 \text{ down}}^2}{2}}$
Force de base mouvement ascendant:	$F_{0 \text{ up}} = F_0 + F_w$
Force de base mouvement descendant:	$F_{0 \text{ down}} = F_0 - F_w$

$a_{\max}$	Accélération maximale en m/s ²
$v_{\max}$	Vitesse maximale en m/s
r	Course de déplacement dans un sens ou rayon en m
T	Durée de période en s
m	Masse déplacée en kg
F_{ACC}	Force d'accélération en N
F_{EFF}	Force effective en N
F_{EFFv}	Force effective en N en cas d'agencement vertical ou oblique des axes
F_0	Force de base, p.ex. force de frottement en N
F_w	Poids en N

Fig. 10-19: Formules de calcul pour profil de vitesse sinusoïdal



D'autres forces de base et de processus dépendant du sens doivent être prises en compte supplémentaires.

10.3 Facteur de marche et force d'avance

10.3.1 Généralités

Le facteur de marche relatif FM indique en pourcent le quote-part possible de la sollicitation par rapport à une durée totale du cycle, y compris les temps de pause. Le facteur de marche est limité par la capacité thermique du moteur. La sollicitation du moteur à la force nominale continue est possible pendant toute la durée du cycle. Afin d'éviter une surcharge thermique du moteur à des forces d'avance plus élevées, il faut réduire le facteur de marche à $F > F_{\text{dN}}$ (voir fig. 10-20).

Dimensionnement du moteur

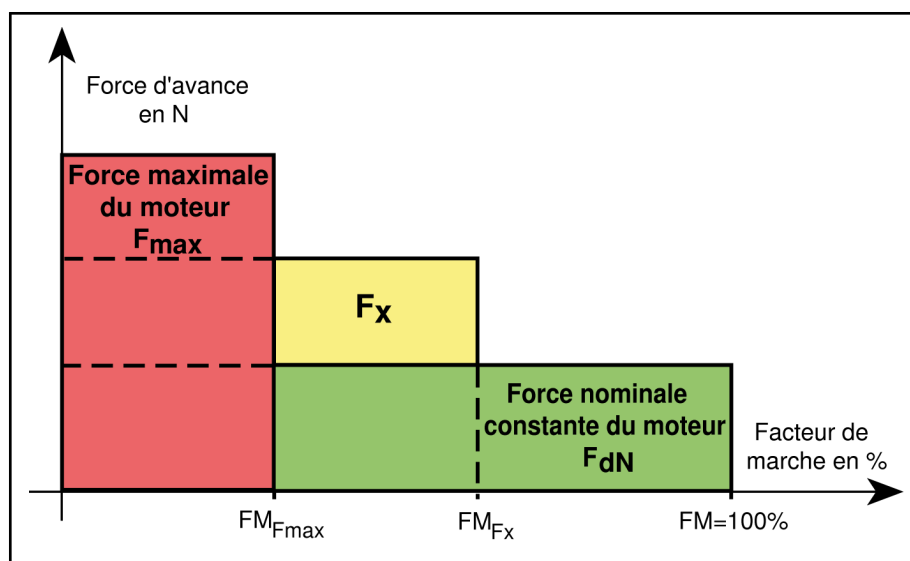


Fig.10-20: Rapport entre le facteur de marche et la force d'avance

10.3.2 Détermination du facteur de marche

La détermination approximative du facteur de marche relatif FM_{optimal} se fait sur la base du rapport:

$$ED_{\text{ideal}} = \left(\frac{F_{\text{EFF}}^2}{F_{\text{MAX}}^2} \right) \cdot 100$$

FM_{optimal}	Facteur de marche relatif en %
F_{EFF}	Force effective ou force continue en N
F_{MAX}	Force d'avance maximale

Fig.10-21: Détermination approximative du facteur de marche FM

Condition préalable: Rapport linéaire entre la force d'avance et le courant.

Le calcul du facteur de marche ne peut être qu'approximatif pour les moteurs IndraDyn L selon la fig. 10-21 car il existe un rapport non linéaire entre la force et le courant.

Pour la détermination approximative de facteurs de marche possibles en cas de forces de service de courte durée $t F_{\text{KB}} \leq 1,5 F_{\text{dN}}$, ce calcul est encore admissible.



Pour la détermination précise du facteur de marche relatif des moteurs linéaires synchrones IndraDyn L, il faut utiliser la fig. 10-22 ou la fig. 10-23.

En ce qui concerne les moteurs linéaires synchrones, la non-linéarité de la courbe caractéristique de la force en fonction du courant entraîne une augmentation renforcée de la puissance dissipée en présence de forces d'avance plus élevées. Notamment en cas d'un nombre élevé d'accélération et de freinages, cette augmentation de la puissance dissipée cause un facteur de marche possible réduit par rapport à la fig. 10-21.

Le facteur de marche relatif possible peut être déterminé précisément à l'aide de la fig. 10-22 ou de la fig. 10-23.

$$ED_{real} = \frac{P_{vN}}{P_{AVG a}} \cdot 100$$

$FM_{réel}$	Facteur de marche relatif possible en %
P_{vN}	Puissance dissipée maximale du moteur en W qui peut être éliminée (pour la puissance dissipée continue, voir le chapitre 4 Caractéristiques techniques)
$P_{AVG a}$	Puissance dissipée moyenne du moteur en service en W pendant la durée du cycle, y compris les temps de pause

Fig. 10-22: Détermination du facteur de marche FM

Condition préalable: durée du cycle ≤ constante de temps thermique du moteur

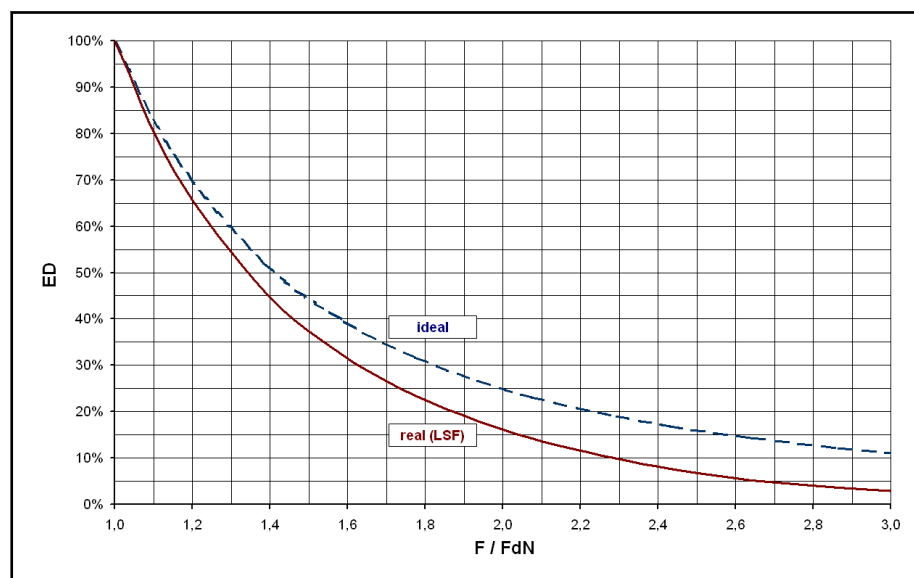


Fig. 10-23: Facteur de marche en fonction de la force pour les moteurs linéaires synchrones IndraDyn L

10.4 Détermination de la puissance d'entraînement

10.4.1 Généralités

Pour le dimensionnement du module d'alimentation ou de la puissance secteur connectée, il faut déterminer la puissance continue et la puissance maximale de l'entraînement linéaire.



Pour la détermination de la puissance totale de plusieurs entraînements branchés sur un module d'alimentation, il faut tenir compte du facteur de simultanéité correspondant.

10.4.2 Puissance continue

La puissance continue correspond au total de la puissance mécanique et de la puissance électrique du moteur.

Dimensionnement du moteur

Puissance continue totale:

$$P_c = P_{cm} + P_{ce}$$

Puissance continue mécanique:

$$P_{cm} = F_{eff} \cdot v_{avg}$$

Puissance continue électrique:

$$P_{ce} = \left(\frac{F_{eff}}{F_{dn}} \right)^2 \cdot P_{vn} \quad \text{avec } F_{eff} \leq F_{dn}$$

 P_c

Puissance continue en W

 P_{cm}

Puissance continue mécanique en W

 P_{ce}

Puissance électrique dissipée continue du moteur en W

 F_{eff}

Force effective en N (de l'application)

 v_{avg}

Vitesse moyenne en m/s

 F_{dn}

Force nominale du moteur en N (voir le chapitre 4 Caractéristiques techniques)

 P_{vn}

Puissance dissipée nominale du moteur en W (voir le chapitre 4 Caractéristiques techniques)

Fig. 10-24:

Puissance continue du moteur linéaire



La réduction de la force nominale continue entraîne une réduction de la puissance électrique continue (voir la [fig. 10-24](#)).

10.4.3 Puissance maximale

La puissance maximale est également le total des puissances maximales mécanique et électrique et doit être mise à disposition de l'entraînement p.ex. pendant les phases d'accélération et de freinage ou bien en présence de forces de traitement très élevées.

Puissance maximale totale:

$$P_{max} = P_{maxm} + P_{maxe}$$

Puissance maximale mécanique:

$$P_{maxm} = F_{max} \cdot v_{Fmax}$$

 P_{max}

Puissance maximale totale en W

 P_{maxm}

Puissance maximale mécanique en W

 P_{maxe}

Puissance maximale électrique en W (voir le diagramme ci-après)

 F_{max}

Force d'avance maximale en N

 v_{Fmax} Vitesse maximale à F_{max} en m/s

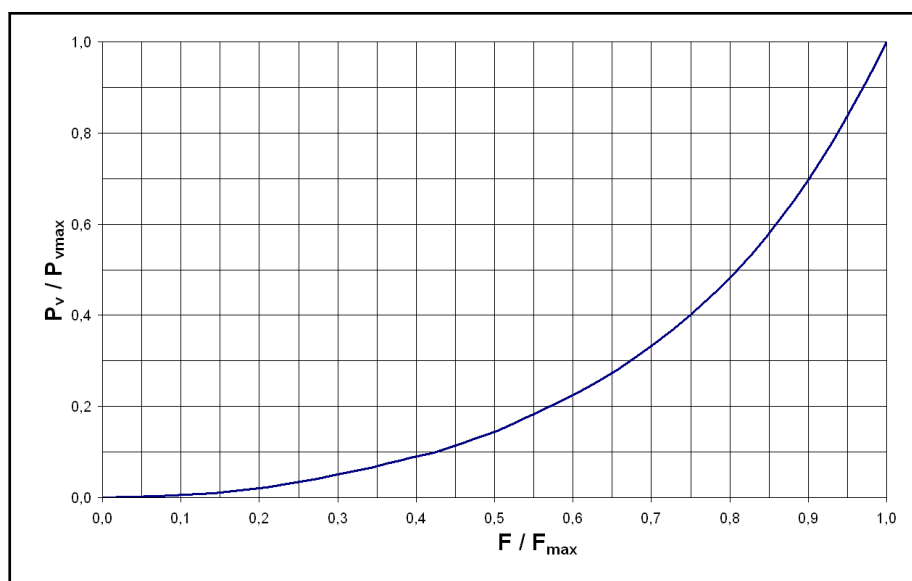
Fig. 10-25:

Puissance maximale du moteur linéaire



En cas de réduction de la force d'avance maximale par rapport à la force maximale que peut atteindre le moteur, il y a également une réduction de la puissance maximale électrique P_{maxe} . Pour la détermination de la puissance maximale électrique réduite P_{maxe} , se référer à la [fig. 10-26](#).

Dimensionnement du moteur



F_{max} Force maximale du moteur en N
F Force maximale en service en N
P_{vmax} Puissance dissipée maximale du moteur en W
P_v Puissance dissipée du moteur en service en W

Fig. 10-26: Diagramme pour la détermination de la puissance électrique dissipée réduite



La puissance dissipée maximale est indiquée au chapitre 10
Combinaisons moteur/variateur

10.4.4 Puissance de refroidissement

La puissance de refroidissement nécessaire correspond à peu près à la puissance électrique dissipée continue du moteur.

$$\text{Puissance de refroidissement: } P_{co} = P_{ce} = \left(\frac{F_{eff}}{F_{dn}} \right)^2 \cdot P_{vn} \quad \text{avec } F_{eff} \leq F_{dn}$$

P_{co} Puissance de refroidissement nécessaire en W
P_{ce} Puissance électrique dissipée du moteur en W
F_{eff} Force effective en N
F_{dn} Force nominale du moteur en N (voir le chap. 4 Caractéristiques techniques)
P_{vn} Puissance dissipée nominale du moteur en W (voir le chap. 4 Caractéristiques techniques)

Fig. 10-27: Puissance de refroidissement nécessaire du moteur linéaire

10.4.5 Puissance de récupération

La puissance récupérée sur un moteur linéaire pendant les phases de freinage est inférieure à celle sur les servomoteurs rotatifs car la vitesse translationnelle d'un moteur linéaire est généralement nettement inférieure à la vitesse périphérique d'un servomoteur rotatif.

La puissance de récupération d'un entraînement linéaire synchrone résulte du bilan énergétique pendant le freinage et peut être estimée comme suit aux fins de dimensionnement de résistances de freinage supplémentaires ou d'unités d'alimentation avec fonction de récupération:

Dimensionnement du moteur

$$P_R = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot t_b} - \frac{v \cdot F_R}{2} - \frac{3}{4} \cdot m^2 \cdot R_{12} \cdot \left(\frac{a_{\max}}{k_{iFN}} \right)^2$$

$$P_{Ravg} = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T P_R(t) dt = \frac{\sum P_{Ri} \cdot t_{bi}}{t_{all}}$$

P_R	Puissance de récupération pendant une phase de freinage en W
P_{Ravg}	Puissance de récupération moyenne en W pendant la durée totale du cycle
m	Masse déplacée en kg
v	Vitesse maximale en m/s
t_b	Temps de freinage en s
F_R	Force de frottement en N
R_{12}	Résistance du bobinage du moteur à 20°C en Ohms (voir le chapitre 4 Caractéristiques techniques)
$a_{\max}$	Décélération de freinage (accélération négative) en m/s ²
k_{iFN}	Constante moteur en N/A
t_{all}	Durée totale du cycle en s

Fig. 10-28: Puissance de récupération du moteur linéaire

Condition préalable: Frottement indépendant de la vitesse

Décélération constante

Vitesse finale= 0



Si la puissance de récupération déterminée selon la [fig. 10-28](#) est négative, aucune énergie n'est récupérée, c.-à-d. que le moteur doit être alimenté en énergie pendant le freinage.

10.5 Rendement

Le rendement de machines électriques est le rapport entre l'énergie générée et l'énergie consommée. Sur les moteurs linéaires, il est déterminé par les vitesses de déplacement et les forces en fonction de l'application, ainsi que par les pertes de moteur correspondantes.

Le rendement du moteur peut être déterminé ou estimé à l'aide de la [fig. 10-29](#) et de la [fig. 10-30](#).

$$\eta = \frac{P_{mech}}{P_{mech} + P_{vel}} = \frac{F \cdot v}{(F \cdot v) + P_{vel}} = \frac{1}{1 + \frac{P_{vel}}{F \cdot v}}$$

η	Rendement
P_{mech}	Puissance mécanique en W
P_{vel}	Puissance électrique dissipée en W
F	Force d'avance en N
v	Vitesse en m/s

Fig. 10-29: Détermination du rendement de moteurs linéaires

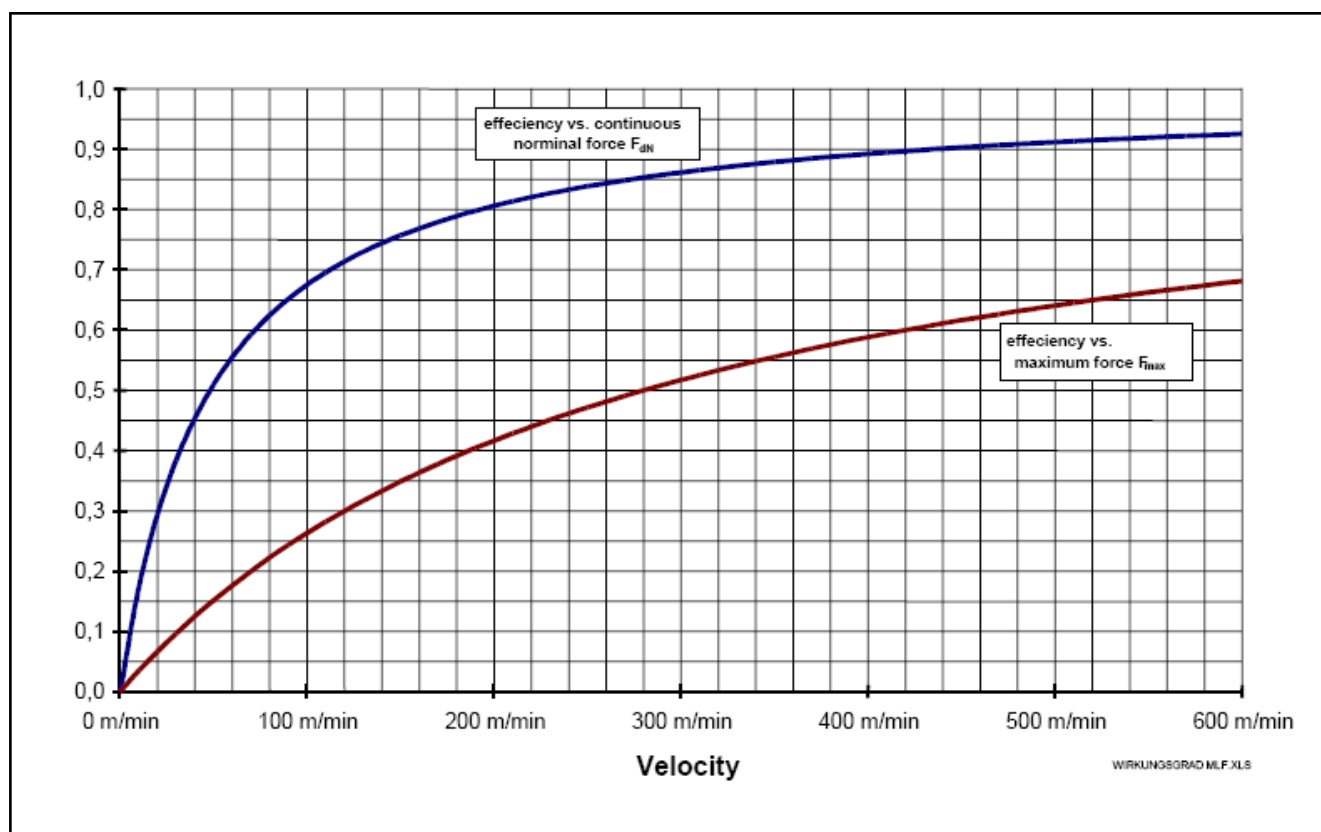


Fig. 10-30: Rendement en fonction de la vitesse sur les moteurs linéaires synchrones IndraDyn L

10.6 Exemples de dimensionnement

10.6.1 Axe de manipulation

Généralités

Le présent chapitre décrit la marche à suivre de principe pour le dimensionnement d'un entraînement linéaire sur l'exemple d'un axe de manipulation simple.

Valeurs spécifiées

Les données suivantes sont spécifiées:

Masse du chariot: $m_s = 52 \text{ kg}$

Vitesse maximale possible: 300 m/min

Accélération maximale possible: 50 m/s²

Agencement des axes: horizontal, partie primaire déplacée

Force de base par la chaîne porte-câbles, les joints des guidages linéaires etc.: $F_{zus} = 150 \text{ N}$ (constante)

Forces de processus supplémentaires: aucunes

Coefficient de frottement des guidages linéaires: $\mu = 0,005$

Tension d'alimentation secteur: 3 x CA 400 V

Température du liquide de refroidissement (eau): $\vartheta_{coolant} = 25 \text{ °C}$

Mouvements de positionnement nécessaires:

Dimensionnement du moteur

N°	Course	Temps de positionnement	Temps de pause après la course	Remarque
1	600 mm	0,32 s	0,20 s	Sortie de la position de départ pour la saisie de la pièce
2	-1 300 mm	0,50 s	0,20 s	Transport et dépose de la pièce
3	700 mm	0,35 s	0,45 s	Retour à la position de départ

Tab. 10-1: Mouvements de positionnement nécessaires de l'axe de manutention

Lors de la détermination des forces d'avance, il faut tenir compte de la masse de la partie primaire. Pour la détermination de la force de frottement, il faut en outre la force d'attraction entre les parties primaire et secondaire. Pour commencer, partons des hypothèses suivantes:

Masse de la partie primaire: $m_P = 32 \text{ kg}$

Force d'attraction: $F_{ATT} = 14\,400 \text{ N}$

Les calculs doivent être contrôlés encore une fois après avoir sélectionné le moteur.

Calcul

Afin de respecter les temps de positionnement exigés et les limitations spécifiées, les vitesses et accélérations suivantes sont sélectionnées:

N°	Course	Temps de positionnement	Vitesse	Accélération
1	600 mm	0,32 s	180 m/min	25 m/s ²
2	-1 300 mm	0,50 s	220 m/min	25 m/s ²
3	700 mm	0,35 s	185 m/min	25 m/s ²

Tab. 10-2: Vitesses et accélérations sélectionnées pour l'axe de manutention



Lors de la sélection de la vitesse et de l'accélération de positionnement, il faut trouver, dans la mesure du possible, un rapport optimal pour le moteur sélectionné afin d'atteindre p.ex. une efficacité maximale.

$$m_{ges} = m_S + m_P$$

$$m_{ges} = 52 \text{ kg} + 32 \text{ kg}$$

$$m_{ges} = 84 \text{ kg}$$

Fig. 10-31: Masse totale déplacée

Dimensionnement du moteur

$$\begin{aligned} F_0 &= F_F + F_{\text{zus}} \\ F_0 &= \mu \cdot (m_{\text{ges}} \cdot g + F_{\text{ATT}}) + F_{\text{zus}} \\ F_0 &= 0.005 \cdot (84 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 + 14400 \text{ N}) + 150 \text{ N} \\ F_0 &= 226 \text{ N} \end{aligned}$$

Fig. 10-32: Force de base

$$F_W = 0 \text{ N}$$

Fig. 10-33: Poids

$$\begin{aligned} F_{\text{acc}} &= m_{\text{ges}} \cdot a_p \\ F_{\text{acc}} &= (84 \text{ kg}) \cdot 25 \text{ m/s}^2 \\ F_{\text{acc}} &= 2100 \text{ N} \end{aligned}$$

Fig. 10-34: Force d'accélération

$$\begin{aligned} F_{\text{max}} &= F_{\text{acc}} + F_0 \\ F_{\text{max}} &= 2100 \text{ N} + 226 \text{ N} \\ F_{\text{max}} &= 2326 \text{ N} \end{aligned}$$

Fig. 10-35: Force maximale

$$\begin{aligned} t_{\text{ges}} &= 0.32 \text{ s} + 0.2 \text{ s} + 0.5 \text{ s} + 0.2 \text{ s} + 0.35 \text{ s} + 0.45 \text{ s} \\ t_{\text{ges}} &= 2.02 \text{ s} \end{aligned}$$

Fig. 10-36: Temps total ou durée du cycle

Profil de vitesse et de force

Des vitesses sélectionnées et des forces déterminées, il résulte le profil de vitesse et de force suivant:

Dimensionnement du moteur

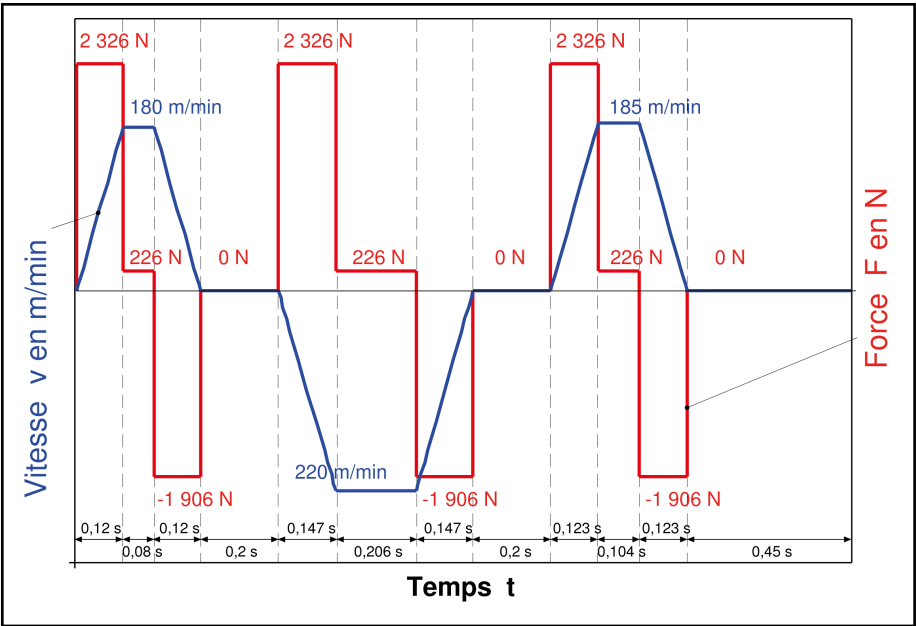


Fig. 10-37: Profil de vitesse et de force de l'axe de manutention

Force effective et vitesse moyenne

La force effective et la vitesse moyenne sont déterminées sur la base du profil de force:

N°	Temps t_i en s	Force F_i en N		Vitesse moyenne v_{avgi} en m/min
1	0,120	2326	$F_i = F_{acc} + F_0$	90
2	0,080	226	$F_i = F_0$	180
3	0,120	-1906	$F_i = -F_{acc} + F_0$	90
4	0,200	0		0
5	0,147	2326	$F_i = F_{acc} + F_0$	110
6	0,206	226	$F_i = F_0$	220
7	0,147	-1906	$F_i = -F_{acc} + F_0$	110
8	0,2	0		0
9	0,123	2326	$F_i = F_{acc} + F_0$	92,5
10	0,104	226	$F_i = F_0$	185
11	0,123	-1906	$F_i = -F_{acc} + F_0$	92,5
12	0,45	0		0

Tab. 10-3: Profil de force en fonction du temps pour la détermination de la force effective

Dimensionnement du moteur

$$F_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{\sum (F_i^2 \cdot t_i)}{t_{\text{ges}}}} \quad v_{\text{avg}} = \frac{\sum v_{\text{avg}i} \cdot t_i}{t_{\text{ges}}}$$

$$F_{\text{eff}} = 1325 \text{ N} \quad v_{\text{avg}} = 77.1 \text{ m/min}$$

Fig. 10-38: Calcul de la force effective et de la vitesse moyenne

Sélection de la combinaison moteur-variateur

Après avoir calculé les données de l'application, on peut sélectionner une combinaison moteur-variateur appropriée.

Nous sélectionnons le modèle de moteur avec enveloppe standard et la famille de variateurs IndraDrive. Sur la base des données calculées, la combinaison suivante est choisie parmi les données de sélection pour les combinaisons moteur-variateur:

Moteur: MLP140C-0170-FS-xxxx

Variateur: HMS01.1N-W150

Contrôle de la masse et de la force d'attraction

La masse et la force d'attraction de la partie primaire sélectionnée MLP140C-0170-FS correspondent déjà aux valeurs supposées. Dans le cadre de cet exemple, la sélection de moteur n'est pas changée.

Points de travail et courbe caractéristique du moteur

Des profils de vitesse et de force (fig. 10-37), il résulte les points de travail pour les forces d'avance nécessaires et les vitesses correspondantes. Ces points de travail et une courbe caractéristique correspondante du moteur sont représentés dans la figure ci-après.

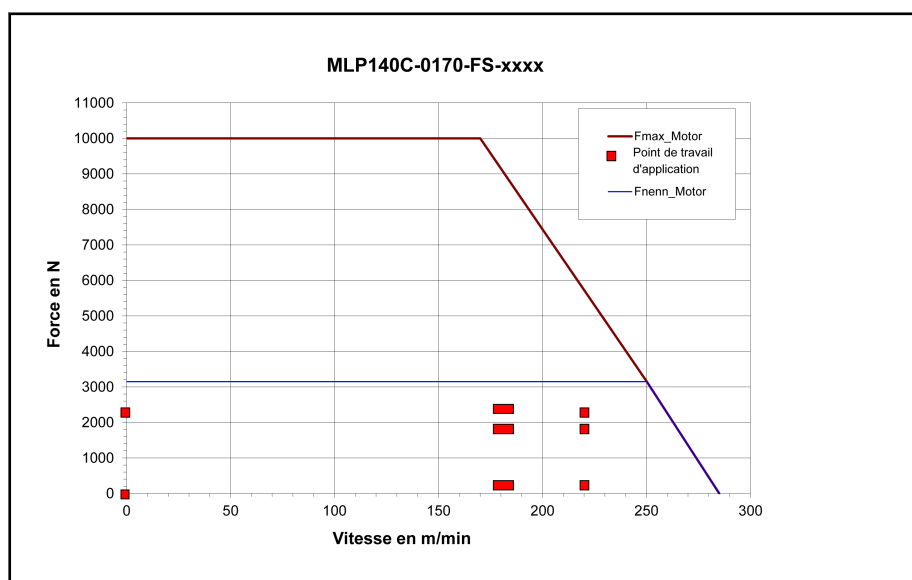


Fig. 10-39: Diagrammes force-vitesse Axe de manipulation (points de travail et courbe caractéristique du moteur)



Tous les points de travail concernant la force et la vitesse de l'application doivent se situer sur la courbe caractéristique de la combinaison moteur-régulateur sélectionnée.

Dimensionnement du moteur

Sélection des segments de partie secondaire

Le profil de déplacement permet de déterminer la course de déplacement totale effective et, par conséquent, le nombre ou la longueur nécessaire des segments de partie secondaire. La course de déplacement totale effective est de 1 300 mm, la longueur de la partie primaire sélectionnée est de 510 mm.

$$\begin{aligned} L_{\text{Partie secondaire}} &\geq L_{\text{Course de déplacement totale}} + L_{\text{Partie primaire}} \\ L_{\text{Partie secondaire}} &= 1300 \text{ mm} + 510 \text{ mm} \\ L_{\text{Partie secondaire}} &= 1810 \text{ mm} \end{aligned}$$

Fig. 10-40: Longueur nécessaire de la partie secondaire

Sélection des segments de partie secondaire

Les segments de partie secondaire pour les moteurs linéaires synchrones IndraDyn L sont disponibles dans des longueurs de 150 mm, 450 mm et 600 mm.

Pour l'axe de manipulation, 3 segments de partie secondaire d'une longueur de 600 mm chacun (longueur totale: 1 800 mm) sont sélectionnés.

Détermination de la puissance

$$\begin{aligned} P_{\text{cm}} &= F_{\text{eff}} \cdot v_{\text{avg}} \\ P_{\text{cm}} &= 1325 \text{ N} \cdot \frac{77.1 \text{ m/min}}{60} \\ P_{\text{cm}} &= 1031 \text{ W} \end{aligned}$$

Fig. 10-41: Puissance continue mécanique

$$\begin{aligned} P_{\text{ce}} &= \left(\frac{F_{\text{eff}}}{F_{\text{n_motor}}} \right)^2 \cdot P_{\text{vN}} \\ P_{\text{ce}} &= \left(\frac{1325 \text{ N}}{3150 \text{ N}} \right)^2 \cdot 2000 \text{ W} \\ P_{\text{ce}} &= 354 \text{ W} \end{aligned}$$

Fig. 10-42: Puissance électrique dissipée continue

$$\begin{aligned} P_{\text{c}} &= P_{\text{cm}} + P_{\text{ce}} \\ P_{\text{c}} &= 1031 \text{ W} + 354 \text{ W} \\ P_{\text{c}} &= 1385 \text{ W} \end{aligned}$$

Fig. 10-43: Puissance continue totale

Dimensionnement du moteur

$$P_{\max m} = F_{\max} \cdot v_{F\max}$$

$$P_{\max m} = 2326 \text{ N} \cdot \frac{220 \text{ m/min}}{60}$$

$$P_{\max m} = 8529 \text{ W}$$

Fig. 10-44: Puissance maximale mécanique

La puissance électrique dissipée maximale est déterminée selon la fig. 10-26. Le rapport entre la force maximale nécessaire et la force maximale du moteur est $2\,326 \text{ N} / 10\,000 \text{ N} = 0,23$

Ainsi peut-on lire dans la fig. 10-26 un facteur de réduction de 0,095 pour la puissance dissipée maximale.. En combinaison avec l'indication de la puissance dissipée maximale du moteur selon les tables de sélection pour les combinaisons moteur-variateur, il en résulte la puissance électrique dissipée maximale

$$P_{\max e} = 0.03 \cdot P_{\max \text{ motor}}$$

$$P_{\max e} = 0.03 \cdot 60.84 \text{ kW}$$

$$P_{\max e} = 1.83 \text{ kW}$$

Fig. 10-45: Puissance maximale électrique

$$P_{\max} = P_{\max m} + P_{\max e}$$

$$P_{\max} = 8.53 \text{ kW} + 1.83 \text{ kW}$$

$$P_{\max} = 10.36 \text{ kW}$$

Fig. 10-46: Puissance maximale totale

$$P_{co} = P_{ce} = 354 \text{ W}$$

Fig. 10-47: Puissance de refroidissement

Les puissances de récupération sont déterminées pour toutes les phases de freinage selon la fig. 10-28 et les données de moteur figurant au chapitre 4 Caractéristiques techniques.

$$P_{Ri} = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot t_{bi}} - \frac{v \cdot F_R}{2} - 1,5 \cdot m^2 \cdot R_{12} \cdot \left(\frac{a_{\max}}{k_{iFN}} \right)^2$$

Fig. 10-48: Puissance de récupération

Dimensionnement du moteur

N°	Temps de freinage t_{bi}	Vitesse	Accélération	Puissance de récupération P_{Ri}
1	0,120 s	180 m/min	- 25 m/s ²	1 678 W
2	0,147 s	220 m/min	- 25 m/s ²	2 305 W
3	0,123 s	185 m/min	-25 m/s ²	1 767 W

Tab. 10-4: Puissances de récupération pendant les phases de freinage

La puissance de récupération moyenne pendant toute la durée du cycle égale:

$$P_{Ravg} = \frac{\sum P_{Ri} \cdot t_{bi}}{t_{all}}$$

$$P_{Ravg} = 375 \text{ W}$$

Fig. 10-49: Puissance de récupération moyenne

Capacités supplémentaires pour l'arrêt de l'axe en cas de panne de réseau

En cas d'une panne de réseau, l'arrêt sûr de l'axe doit être garanti par des capacités de circuit intermédiaires supplémentaires (condensateurs). Les capacités supplémentaires nécessaires dans le circuit intermédiaire sont déterminées selon l'exemple suivant. Le moteur freine avec la force d'avance maximale; la tension minimale du circuit intermédiaire doit être de 50 V. La vitesse maximale de 220 m/min sert de base et représente le cas le plus défavorable.

$$C_{add} = \frac{m_{ges} \cdot v_{max}}{U_{DCmax}^2 - U_{DCmin}^2} \cdot \left[3,5 \cdot \frac{F_{max_motor}}{k_{IF}^2} \cdot R_{12} - v_{max} \cdot \left(\frac{F_R}{F_{max_motor}} + 0,3 \right) \right]$$

$$C_{add} = \frac{84 \text{ kg} \cdot 4,17 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{(540 \text{ V})^2 - (50 \text{ V})^2} \cdot \left[3,5 \cdot \frac{10000 \text{ N}}{\left(82 \frac{\text{N}}{\text{A}} \right)^2} \cdot 1,2 \Omega - 4,17 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \left(\frac{226 \text{ N}}{10000 \text{ N}} + 0,3 \right) \right]$$

$$C_{add} = 0,00594 \text{ F} = 5,9 \text{ mF}$$

Fig. 10-50: Détermination des capacités supplémentaires



Lors de l'utilisation de capacités supplémentaires dans le circuit intermédiaire, il faut tenir compte de la capacité de circuit intermédiaire maximale possible sur le module d'alimentation utilisé.

Sélection du système de mesure de longueur

Lorsqu'on connaît la course de déplacement totale effective, on peut également sélectionner le système de mesure de longueur.

Pour l'axe de manipulation, on sélectionne un système de mesure de longueur incrémental ouvert du type LIDA187C. Le système sélectionné dispose de marques de référence à distance codée.

Rendement du moteur

Le rendement du moteur par rapport à la puissance continue, est évalué comme suit:

$$\eta_c = \frac{P_{cm}}{P_{cm} + P_{ce}} = \frac{1031 \text{ W}}{1031 \text{ W} + 354 \text{ W}}$$

$$\eta_c = 0.743$$

Fig. 10-51: Rendement du moteur

Surtempérature finale du moteur

Surtempérature limite du bobinage du moteur

$$\vartheta_{wg} = \vartheta_{wmax} - \vartheta_{coolant}$$

$$\vartheta_{wg} = 155 \text{ K} - 25 \text{ K}$$

$$\vartheta_{wg} = 130 \text{ K}$$

Fig. 10-52: Surtempérature finale du moteur

Surtempérature finale du bobinage du moteur

$$\vartheta_w = \left(\frac{F_{eff}}{F_{n_moter}} \right)^2 \cdot \vartheta_{wg}$$

$$\vartheta_w = \left(\frac{1325 \text{ N}}{3150 \text{ N}} \right)^2 \cdot 130 \text{ K}$$

$$\vartheta_w = 55 \text{ K}$$

Fig. 10-53: Surtempérature finale du bobinage du moteur

Température finale absolue du bobinage du moteur

$$\vartheta_{wabs} = \vartheta_w + \vartheta_{coolant}$$

$$\vartheta_{wabs} = 55 \text{ K} + 25 \text{ K}$$

$$\vartheta_{wabs} = 80 \text{ °C}$$

Fig. 10-54: Température finale absolue du bobinage du moteur

Arrivée à la température finale

La constante de temps thermique du moteur sélectionné est $T_{th} = 6 \text{ min}$. Dans 98 % des cas, la température finale est atteinte après 4 constantes de temps thermiques, c.-à-d. après 24 minutes.



Vous trouverez des explications plus détaillées relatives au comportement thermique de moteurs linéaires au [chap. 9.6.2 "Comportement thermique de moteurs linéaires"](#) à la page 141.

Dimensionnement du moteur

10.6.2 Axe d'avance de la machine-outil, dimensionnement sur la base des facteurs de marche

Généralités

Souvent, des informations détaillées sur le cycle de déplacement ne sont pas connues ou bien il est impossible de les spécifier exactement. Cela est le cas p.ex. en cas de production flexible de petites séries car les programmes de pièce changent fréquemment dans ce circonstances. Le dimensionnement de l'entraînement se fait alors sur la base des facteurs de marche relatifs de différentes phases de service sur la base des valeurs empiriques des fabricants et/ou utilisateurs des machines.

L'exemple ci-après explique cette procédure.

Valeurs spécifiées

Les données suivantes sont spécifiées:

Masse du chariot, y compris le moteur: $m_S = 580 \text{ kg}$

Vitesse d'avance rapide: 120 m/min

Vitesse d'usinage 15 m/min

Accélération maximale possible: 15 m/s^2

Agencement des axes: horizontal, partie primaire déplacée

Course de déplacement: 800 mm

Force de base: $F_0 = 600 \text{ N}$ (constante)

Force d'usinage maximale: $F_P = 1\,200 \text{ N}$

Coefficient de frottement des guidages linéaires: $\mu = 0,005$

Tension d'alimentation secteur: 3 x CA 400 V

Type d'usinage / de mouvement	Taux
Accélérer et freiner	10 %
Avance rapide	20 %
Usinage	30 %
Arrêt avec usinage	20 %
Arrêt sans usinage	20 %
Total	100 %

Tab. 10-5: Taux des différents usinages et/ou mouvements en pour-cent

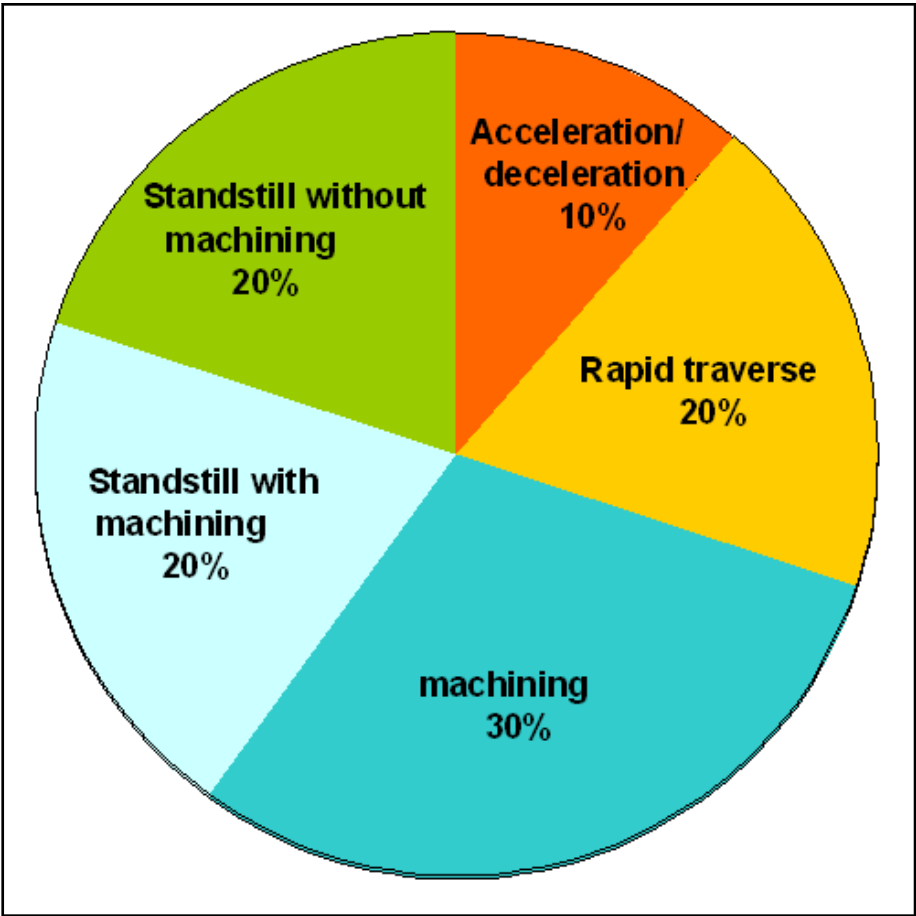


Fig. 10-55: Représentation graphique des différentes phases de service

Calcul

$$F_{acc} = m_{ges} \cdot a$$
$$F_{acc} = 580 \text{ kg} \cdot 15 \text{ m/s}^2$$
$$F_{acc} = 8700 \text{ N}$$

Fig. 10-56: Force d'accélération

$$F_{max} = F_{acc} + F_0$$
$$F_{max} = 8700 \text{ N} + 600 \text{ N}$$
$$F_{max} = 9300 \text{ N}$$

Fig. 10-57: Force maximale

La force effective et la vitesse moyenne sont déterminées sur la base des indications relatives aux différentes phases de service:

Type d'usinage / de mouvement	FM _i	Force F _i		Vitesse moyenne v _{avgi}
Accélérer et freiner	10 %	8 700 N	F _i = F _{acc} ± F ₀	60 m/min
Avance rapide	20 %	600 N	F _i = F ₀	120 m/min

Dimensionnement du moteur

Type d'usinage / de mouvement	FM _i	Force F _i		Vitesse moyenne v _{avgl}
Usinage	30 %	1 800 N	F _i = F _P +F ₀	15 m/min
Arrêt avec usinage	20 %	1 200 N	F _i = F _P	0 m/min
Arrêt sans usinage	20 %	0 N		0 m/min

Tab. 10-6: Taux des différents usinages et/ou mouvements en pour-cent

$$F_{\text{eff}} = \sqrt{\sum (F_i^2 \cdot \frac{ED_i}{100})} \quad v_{\text{avg}} = \sum (v_{\text{avgl}} \cdot \frac{ED_i}{100})$$

$$F_{\text{eff}} = 2983 \text{ N} \quad v_{\text{avg}} = 34.5 \text{ m/min}$$

Fig. 10-58: Force effective et vitesse moyenne

Sélection de l'entraînement

Les données déterminées permettent de sélectionner une combinaison moteur-variateur. Pour les applications sur les machines-outils, on choisit le modèle de partie primaire avec enveloppe thermique.

Partie primaire:	MLP140C-0170-FS-N0CN-NNNN F _{max_moteur} : 10 000 N F _{n_moteur} : 3 150 N V _{Fmax 750V} : 170 m/min V _{NOM 750V} : 250 m/min
Segments de partie secondaire:	MLS140A-3A-xxxx-NNNN Course de déplacement totale + longueur de la partie primaire ≈ 1 500 mm
Variateur:	HMS01.1N-W0150
Module d'alimentation:	HMV (U _{CC} =750 V, avec fonction de récupération)
Système de mesure de longueur	Heidenhain LC481 avec enveloppe, absolu, interface ENDAT

Détermination de la puissance de refroidissement

$$P_{\text{co}} = P_{\text{ce}} = \left(\frac{F_{\text{eff}}}{F_{n_motor}} \right)^2 \cdot P_{vN_motor}$$

$$P_{\text{co}} = \left(\frac{2983 \text{ N}}{3150 \text{ N}} \right)^2 \cdot 3400 \text{ W}$$

$$P_{\text{co}} = 3050 \text{ W}$$

Fig. 10-59: Puissance électrique dissipée continue

Dimensionnement du moteur

L'augmentation de température maximale sur la surface de vissage de la partie primaire doit être de 3 K au maximum. Le débit de liquide de refroidissement nécessaire en l/min est déterminé comme suit:

$$Q = \frac{P_{co} \cdot 25200}{c \cdot \rho \cdot \Delta T_m}$$

$$Q = \frac{3050 \text{ W} \cdot 25200}{4183 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 988,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 3 \text{ K}}$$

$$Q = 6.2 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

Fig. 10-60: Débit de liquide de refroidissement nécessaire



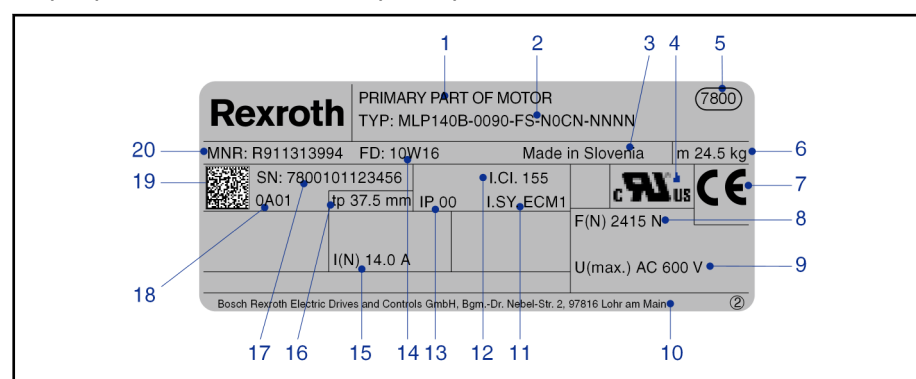
Le présent exemple ne traite pas la détermination de la puissance d'entraînement et d'autres données détaillées.

11 Manipulation, Transport et stockage

11.1 Identification des composants moteur

11.1.1 Partie primaire

Sur la face avant de la partie primaire où se trouve le raccord de puissance et de liquide de refroidissement, une plaque d'identification est installée. La plaque d'identification permet une identification univoque de la partie primaire. Encore une autre plaque d'identification est jointe à la partie primaire. L'utilisateur peut installer celle-ci sur la machine ou bien l'utiliser autrement. La plaque d'identification de la partie primaire affiche les données suivantes:



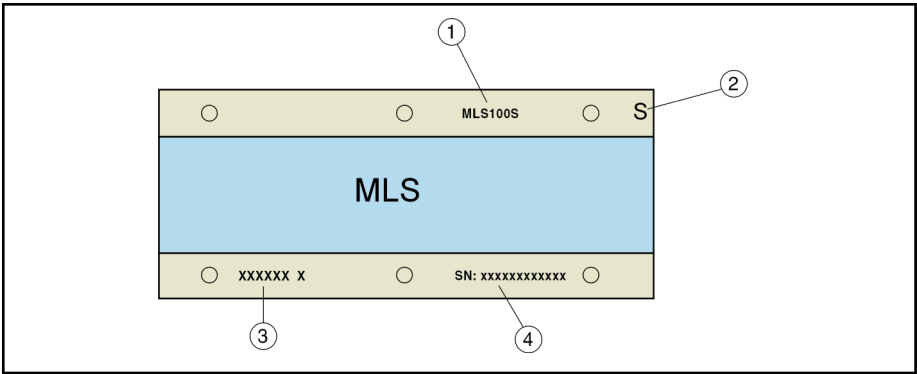
- 1 Type de moteur
- 2 Désignation de type
- 3 Désignation d'origine
- 4 Marquage UL
- 5 Numéro d'usine
- 6 Masse de la partie primaire
- 7 Marquage de conformité CE
- 8 Force assignée
- 9 Tension d'entrée maximale
- 10 Adresse de la société
- 11 Système d'isolation
- 12 Classe de température thermique
- 13 Type de protection par le boîtier
- 14 Date de fabrication
- 15 Courant assigné
- 16 Pas polaire
- 17 Numéro de série
- 18 Version
- 19 Code barres Rexroth
- 20 Référence article

Fig. 11-1: Plaque d'identification de la partie primaire

11.1.2 Partie secondaire

Pour manque de place, l'installation d'une plaque d'identification est impossible sur la partie secondaire. À la livraison, deux plaques d'identification identiques sont jointes à la partie secondaire. Afin de garantir une identification sûre et durable du type, un identifiant de type et le numéro de série figurent supplémentaires directement sur la partie secondaire.

Manipulation, Transport et stockage



- ① Désignation de type
- ② Identifiant de pôle "S" (pour le pôle Sud)
- ③ Identifiant interne
- ④ Numéro de série

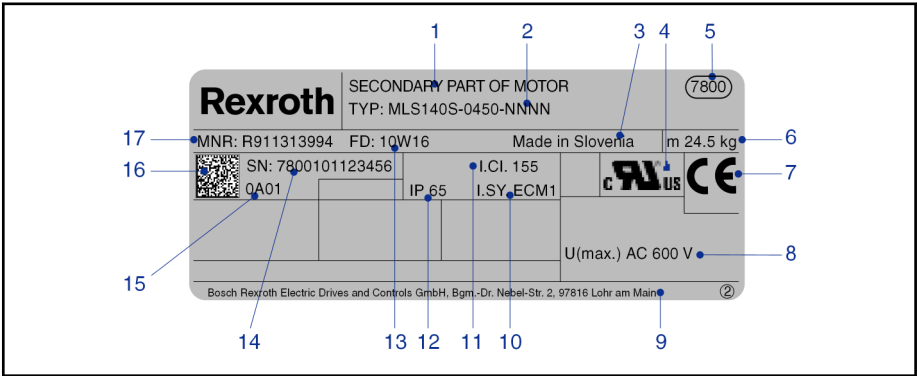
Fig.11-2: Position de l'identifiant de type et du numéro de série de la partie secondaire



Indépendamment de sa longueur, toute partie secondaire dispose d'un pôle Nord magnétique sur une face avant et d'un pôle Sud magnétique sur la face avant opposée. Sur une face avant, les parties secondaires sont marquées par une S (pôle Sud)

Plaquette d'identification

La plaque d'identification de la partie secondaire affiche les données suivantes:



- 1 Type de moteur
- 2 Désignation de type
- 3 Désignation d'origine
- 4 Marquage UL
- 5 Numéro d'usine
- 6 Poids de la partie secondaire
- 7 Marquage de conformité CE
- 8 Tension d'entrée maximale
- 9 Adresse de la société
- 10 Système d'isolation
- 11 Classe de température thermique
- 12 Type de protection par le boîtier
- 13 Date de fabrication
- 14 Numéro de série
- 15 Version
- 16 Code barres Rexroth
- 17 Référence article

Fig.11-3: Plaquette d'identification de la partie secondaire

11.2 État de livraison et emballage

11.2.1 Parties primaires

Les parties primaires sont emballées individuellement dans une caisse en bois. Pour l'identification, la désignation de type de la partie primaire figure sur l'emballage.

11.2.2 Parties secondaires

Les parties secondaires sont emballées individuellement dans un carton. Pour l'identification, la désignation de type de la partie secondaire figure sur l'emballage.

Avertissements sur l'emballage des parties secondaires

L'emballage des parties secondaires est muni d'un panneau d'avertissement autocollant qui affiche les avertissements suivants:

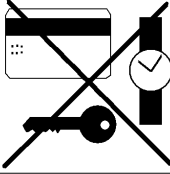
	⚠ WARNING Health hazard to people with heart pacemakers, metal implants and hearing aids when in proximity to these parts! Strong magnetic fields due to permanent motor magnets! ⇒ Anyone with pacemakers, metal implants or hearing aids are not permitted to approach or to handle these motor parts. ⇒ If you have such conditions, consult with a physician prior to handling these parts.	⚠ WARNUNG Gesundheitsgefahr für Personen mit Herzschrittmachern, metallischen Implantaten oder Splittern und Hörgeräten in unmittelbarer Umgebung dieser Teile! Starkes Magnetfeld durch Permanentmagnete der Motorteile! ⇒ Personen mit Herzschrittmachern, metallischen Implantaten oder Hörgeräten dürfen sich nicht diesen Motorteilen nähern oder damit umgehen. ⇒ Besteht die Notwendigkeit für solche Personen, sich diesen Teilen zu nähern, so ist das zuvor von einem Arzt zu entscheiden.
	⚠ CAUTION Hazardous to fingers and hands due to high attractive forces of permanent motor magnets! Strong magnetic fields due to permanent motor magnets! ⇒ Handle only with protective gloves! Handle with extreme care.	⚠ VORSICHT Quetschgefahr von Finger und Hand durch starke Anziehungskräfte der Magnete! Starkes Magnetfeld durch Permanentmagnete der Motorteile! ⇒ Nur mit Schutzhandschuhen anfassen. Vorsichtig handhaben.
	⚠ CAUTION Hazardous to sensitive parts! ⇒ Keep watches, credit cards, identification cards with magnetic strips, magnetic tape and ferromagnetic material (such as iron, nickel, and cobalt) away from magnetic parts.	⚠ VORSICHT Zerstörungsgefahr empfindlicher Teile! ⇒ Uhren, Kreditkarten, Scheckkarten und Ausweise mit Magnetstreifen sowie alle ferromagnetische Metallteile wie Eisen, Nickel und Cobalt von den Permanentmagneten der Motorteile fernhalten.

Fig. 11-4: Panneau d'avertissement sur l'emballage de parties secondaires MLS



Le panneau d'avertissement autocollant (dimensions env. 110 mm x 150 mm) peut être commandé chez Rexroth sous le n° de pièce R911278745 pour en disposer selon les besoins individuels.

Manipulation, Transport et stockage

11.3 Transport et stockage

11.3.1 Consignes de transport

Nos produits doivent toujours être transportés dans l'emballage d'origine. De plus, il faut pourtant tenir compte de certains paramètres d'influence ambiants afin de protéger les produits contre les dommages dus au transport.

Sur le modèle de la norme DIN EN 60721-3-2, le tableau ci-après spécifie des classifications et valeurs limites qui sont applicables à nos produits pendant le transport terrestre, maritime ou aérien. Prière d'observer la description détaillée des classifications afin de tenir compte de tous les paramètres d'influence qui sont indiqués pour la classe respective.

Classes de conditions ambiantes admissibles pour le transport selon la DIN EN 60721-3-2

Type de classification	Classe admissible
Classification de conditions ambiantes climatiques	2K2
Classification de conditions ambiantes biologiques	2B1
Classification de substances chimiquement actives	2C2
Classification de substances mécaniquement actives	2S2
Classification de conditions ambiantes mécaniques	2M1

Tab. 11-1: Classes de conditions ambiantes admissibles pour le transport

Pour un aperçu plus clair, le tableau ci-après spécifie certains paramètres d'influence ambiants essentiels qui caractérisent les classifications ci-dessus. À défaut d'une indication contraire, les valeurs indiquées correspondent aux valeurs de la classe respective. Bosch Rexroth se réserve pourtant le droit d'adapter à tout moment ces valeurs sur la base d'expériences futures ou d'influences ambiantes modifiées.

Conditions de transport admissibles

Paramètre d'influence ambiant	Symbole	Unité	Valeur
Température	T_T	°C	-20 ... +80 ¹⁾
Humidité de l'air (humidité relative de l'air, non combinable avec un changement de température rapide)	φ	%	75 (à +30 °C)
Survenance de brouillard salin			non admissible ¹⁾

1) Par dérogation à la norme DIN EN 60721-3-2

Tab. 11-2: Conditions de transport admissibles



Avant le transport, vidanger le cas échéant le liquide de refroidissement de moteurs avec refroidissement par liquide afin d'éviter des dégâts dus au gel.

Pour retirer le moteur de sa caisse de transport ou pour installer le moteur dans la machine, on peut se servir de boulons à œillet.

Les boulons à œillet doivent répondre aux exigences de la DIN 580. Avant tout transport, s'assurer que les boulons à œillet sont vissés pleine surface

Manipulation, Transport et stockage

jusqu'à la surface d'arrimage et qu'ils ne sont pas surchargés en combinaison avec les appareils de levage et le type de levage choisis.



Observer la DIN 580 en ce qui concerne le transport des moteurs. Le non-respect des consignes figurant dans la norme susmentionnée peut entraîner la surcharge des boulons à œillet et par conséquent des dommages personnels et/ou des dommages affectant le produit.

Transport de la partie primaire

En fonction de la taille et du poids de la partie primaire, il se peut qu'elle ne puisse plus être transportée manuellement. Dans ces cas, il convient de mettre à disposition un matériel de levage approprié.

Pour déplacer la partie primaire en position horizontale, on peut la transporter p.ex. à l'aide de boulons à œillet. Merci de respecter la dimension du filet selon le dessin coté de la partie primaire.

ATTENTION

Risque de blessures et/ou de dommages matériels lors de la manipulation de parties primaires!

⇒ Utiliser les deux taraudages extérieurs sur chaque face avant pour visser les boulons à œillet.

⇒ Toujours visser manuellement les boulons à œillet jusqu'à ce que le fond des filets de fixation soit atteint ou bien jusqu'à ce que la surface d'appui du boulon à œillet repose sur la partie primaire.

⇒ Utiliser 4 sangles de levage de longueur identique pour le transport afin d'assurer une sollicitation homogène des taraudages et d'éviter tout basculement de la partie primaire pendant son transport.

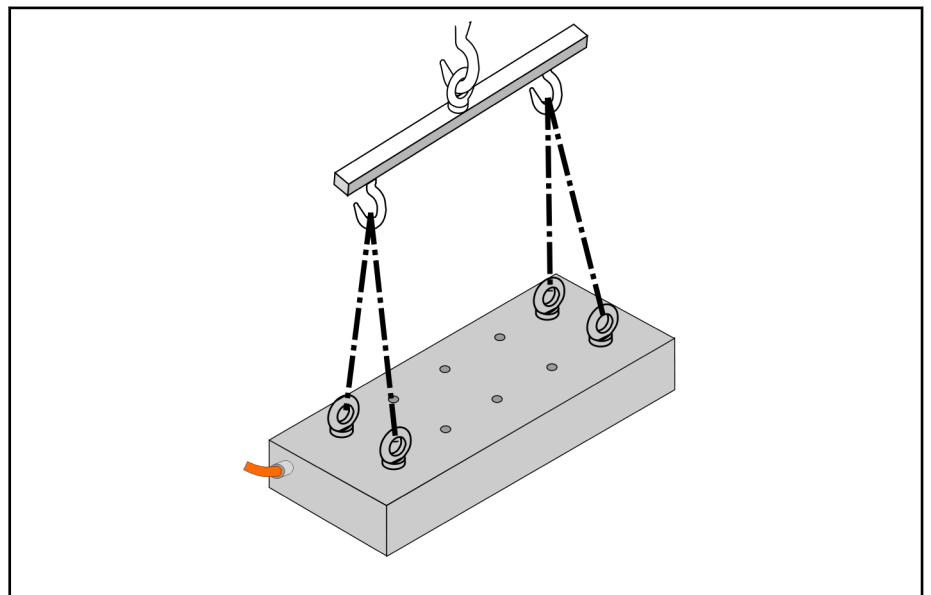


Fig. 11-5: Transport de la partie primaire (exemple)

Manipulation, Transport et stockage

Transport de la partie secondaire

⚠ ATTENTION

Risque de blessures et/ou de dommages matériels lors de la manipulation de parties secondaires de moteurs linéaires synchrones!

- ⇒ Observer les consignes de sécurité et les avertissements (voir la [fig. 11-4](#)) lors de la manipulation des parties secondaires et assurer leur strict respect.
- ⇒ Ne retirer la protection de transport et/ou de montage collée sur la tôle de recouvrement qu'au moment de ou après l'installation dans la machine.

En fonction de la taille et du poids de la partie secondaire, il se peut qu'elle ne puisse plus être transportée manuellement. En raison du fort champ magnétique autour de la partie secondaire, il faut utiliser un matériel de levage non magnétique.

Il est recommandé de transporter la partie secondaire à l'aide de sangles de levage.

Sécurisation lors du transport sur la sangle de levage

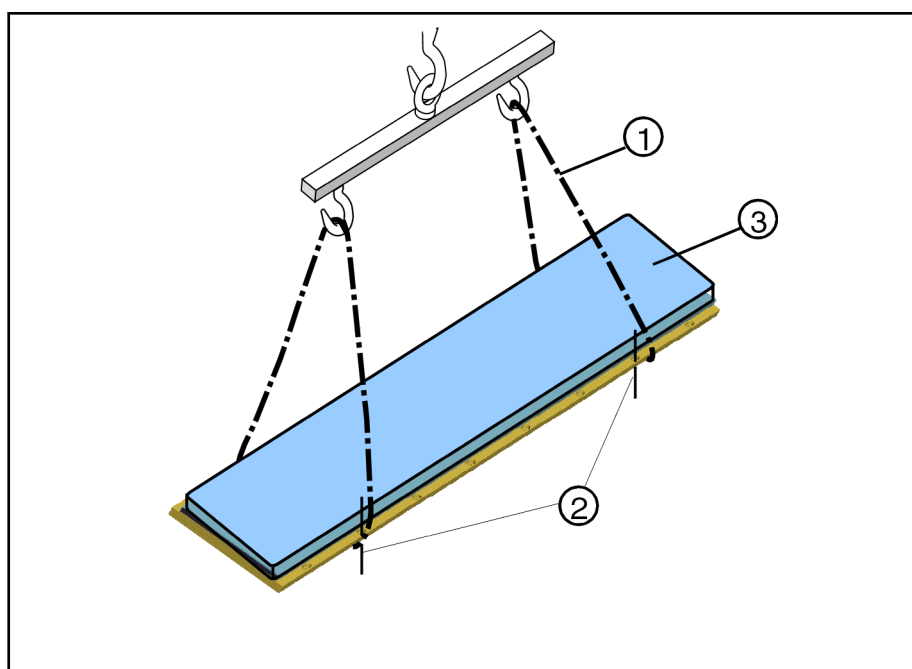
Afin d'éviter que les sangles de levage ne s'approchent l'une de l'autre en glissant pendant le transport, il faut installer un dispositif d'arrêt. Il est possible p.ex. d'insérer à cet effet deux vis de fixation pour la partie secondaire dans le trou correspondant sur la partie secondaire (voir la [fig. 11-6](#)). Veiller à une saillie suffisante du dispositif d'arrêt sur la face inférieure de la partie secondaire.

⚠ ATTENTION

Risque de blessures et/ou de dommages matériels lors de la manipulation de parties secondaires!

- ⇒ Utiliser un dispositif d'arrêt non magnétique lors du transport des parties secondaires à l'aide de sangles de levage. Le dispositif d'arrêt évite que les sangles de levage ne se déplacent en glissant pendant le transport.

Manipulation, Transport et stockage



- ① Sangles de levage
- ② Dispositif d'arrêt évitant que les sangles de levage ne s'approchent l'une de l'autre en glissant
- ③ Protection de transport et/ou de montage apposée par collage

Fig. 11-6: Transport de la partie secondaire (exemple)

Autres particularités du transport des parties secondaires

Les parties secondaires de moteurs linéaires synchrones qui sont équipées d'aimants permanents ne sont pas blindées magnétiquement. Observer impérativement les consignes de sécurité figurant au chapitre.

Consignes relatives au transport aérien

Lorsque l'utilisateur expédie des composants moteur avec aimants permanents par voie aérienne, il faut respecter les prescriptions IATA (International Air Transport Association) relatives aux marchandises dangereuses (DGR - **D**angerous **G**oods **R**egulations) de la classe 9 qui englobe également les substances et objets magnétisés. En sont considérés p.ex.:

- les parties secondaires de moteurs linéaires synchrones
- les rotors de moteurs modulaires synchrones
- les rotors de moteurs synchrones sous boîtier (si ceux-ci sont expédiés en cas de dommage comme composant moteur, soit séparément du stator ou du boîtier du moteur)

Merci d'observer à ce sujet également les indications figurant au "[Transport aérien \(IATA953\)](#)" à la page 168. Vous trouverez des consignes relatives aux intensités maximales admissibles du champ magnétique, ainsi que des informations sur les méthodes de mesure de ces intensités de champ magnétique dans les prescriptions IATA actuelles relatives aux marchandises dangereuses.

11.3.2 Consignes de stockage

Stockage des parties primaire et secondaire

Pour le stockage, utiliser de préférence l'emballage d'origine des pièces. Si cela n'est pas possible dans certaines conditions, il faut déposer les composants, soit les parties primaires et secondaires de moteurs linéaires synchrones, sur un support plan et les y étayer pleine surface. Ces règles sont à respecter également en cas d'un entreposage de courte durée.

Manipulation, Transport et stockage

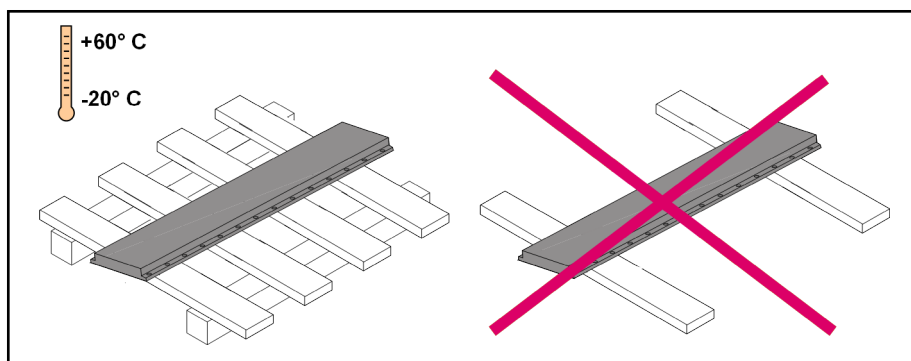


Fig. 11-7: Stockage de composants de moteurs linéaires

⚠ ATTENTION

Endommagement ou destruction des composants moteur par une manipulation incorrecte lors du stockage et du transport!

- ⇒ Utiliser l'emballage d'origine pour un stockage durable.
- ⇒ Réaliser un entreposage court pendant le montage selon les mêmes règles
- ⇒ Réaliser un entreposage court pendant le montage selon la [fig. 11-7](#)
- ⇒ Ne pas jeter les pièces.
- ⇒ Respecter les températures de stockage et de transport admissibles.
- ⇒ Ne retirer la protection de transport et de montage que lors de ou après l'installation dans la machine.

De principe, Bosch Rexroth recommande de stocker comme suit tous les composants jusqu'au moment de leur installation effective dans la machine:

- dans l'emballage d'origine
- dans un endroit sec et exempt de poussière
- à température ambiante
- dans un endroit exempt de vibrations et d'oscillations
- dans un endroit protégé contre la lumière et les rayons directs du soleil

Nos moteurs peuvent être équipés en usine de manchons de protection et de couvercles. Ceux-ci doivent rester sur le moteur lors du transport et du stockage. Ne pas enlever ces dispositifs qu'immédiatement avant le montage.

Sur le modèle de la norme DIN EN 60721-3-1, le tableau ci-après spécifie des classifications et valeurs limites qui sont applicables à nos produits pendant la durée du stockage. Prière d'observer la description détaillée des classifications afin de tenir compte de tous les paramètres d'influence qui sont indiqués pour la classification respective.

Classes de conditions ambiantes admissibles pour le stockage selon la DIN EN 60721-3-1

Type de classification	Classe
Classification de conditions ambiantes climatiques	1K2
Classification de conditions ambiantes biologiques	1B1
Classification de substances chimiquement actives	1C2

Manipulation, Transport et stockage

Type de classification	Classe
Classification de substances mécaniquement actives	1S1
Classification de conditions ambiantes mécaniques	1M2

Tab. 11-3: Classes de conditions ambiantes admissibles pour le stockage

Pour un aperçu plus clair, le tableau ci-après spécifie certains paramètres d'influence ambiants essentiels qui caractérisent les classifications ci-dessus. À défaut d'une indication contraire, les valeurs indiquées correspondent aux valeurs de la classe respective. Bosch Rexroth se réserve pourtant le droit d'adapter à tout moment ces valeurs sur la base d'expériences futures ou d'influences ambiantes modifiées.

Classes de conditions ambiantes admissibles pour le stockage selon la DIN EN 60721-3-1

Paramètre d'influence ambiant	Symbole	Unité	Valeur
Température de l'air	T_L	°C	-20 ... +60 ¹⁾
Humidité relative de l'air	φ	%	5 ... 95
Humidité absolue de l'air	p_w	g/m ³	1 ... 29
Condensation	-	-	non admissible
Formation de glace/givrage	-	-	non admissible
Exposition aux rayons directs du soleil	-	-	non admissible ¹⁾
Survenance de brouillard salin	-	-	non admissible ¹⁾

1) Par dérogation à la norme DIN EN 60721-3-1

Tab. 11-4: Conditions de stockage admissibles



Avant le nouvel entreposage, vidanger le cas échéant le liquide de refroidissement de moteurs avec refroidissement par liquide afin d'éviter des dégâts dus au gel.

Indépendamment de la durée du stockage - qui peut également dépasser le délai de garantie de nos produits - la fonction est conservée en cas de respect et d'exécution de mesures supplémentaires lors de la mise en service. Il n'est pourtant pas possible d'en déduire un droit de garantie supplémentaire.

Moteurs

Durée de stockage / Mois			Mesures de mise en service
> 1	> 12	> 60	
■	■	■	Vérifier l'absence de dommages par un contrôle visuel de toutes les pièces
	■	■	Vérifier l'absence de corrosion sur les contacts électriques
	■	■	Mesurer la résistance d'isolation. En cas de valeurs < 1 kOhms par Volt de tension assignée, sécher le bobinage.

Tab. 11-5: Mesures à prendre avant la mise en service de moteurs ayant été stockés pendant longtemps

Manipulation, Transport et stockage

Câbles et connecteurs mâles

Durée de stockage / Mois			Mesures de mise en service
> 1	> 12	> 60	
■	■	■	Vérifier l'absence de dommages par un contrôle visuel de toutes les pièces
	■	■	Vérifier l'absence de corrosion sur les contacts électriques
		■	Examiner la gaine de câble par un contrôle visuel et ne pas utiliser le câble en cas d'anomalies (empreintes dues à la compression ou au pliage, écarts de couleur etc.).

Tab. 11-6: Mesures à prendre avant la mise en service de câbles et connecteurs mâles ayant été stockés pendant longtemps

11.4 Contrôles des composants moteur

11.4.1 Contrôle en usine des composants moteur

Contrôles électriques Les contrôles électriques suivants sont réalisés en usine sur les moteurs linéaires de Bosch Rexroth:

- Contrôle haute tension selon la DIN EN 60034-1
- Contrôle de la résistance d'isolation selon la DIN EN 60204-1
- Vérification du respect de valeurs caractéristiques électriques

Contrôles mécaniques Les composants de moteurs linéaires de Bosch Rexroth sont soumis aux contrôles mécaniques suivants:

- Tolérances de forme et de position selon la DIN ISO 1101
- Construction et ajustements selon la DIN 7157
- Nature de la surface selon la DIN ISO1302
- Contrôle des filetages selon la DIN 13 partie 20
- Contrôle de l'étanchéité du circuit de refroidissement



Chaque moteur est accompagné d'un procès-verbal d'examen correspondant.

Antiparasitage CEM

Les composants des moteurs linéaires de Bosch Rexroth ont été soumis à des examens de type au niveau de la CEM et leur conformité est certifiée

EN 55011 Classe de valeur limite B, VDE 0875 Partie 11.

Manipulation, Transport et stockage

11.4.2 Agréage côté client

Si un nouveau contrôle haute tension doit être réalisé dans le cadre de l'agréage côté client, il est indispensable de consulter Bosch Rexroth à ce sujet.

 ATTENTION

Destruction des composants moteur par un contrôle haute tension réalisé de manière incorrecte ou répétée!

⇒ Consulter d'abord Bosch Rexroth

12 Montage

12.1 Conditions préalables essentielles

Le respect des exigences suivantes constitue la condition préalable essentielle à l'installation des composants IndraDyn L:

- Respect des cotes de montage nécessaires (voir la [fig. 5-1 à la page 71](#))
- La structure de la machine satisfait aux exigences d'installation (rigidités, forces d'attraction, d'avance et d'accélération etc.)
- La structure de la machine est préparée pour l'installation de tous les composants
- Surface de vissage propre entre la machine et les composants moteur
- L'installation est réalisée par un personnel formé
- Le respect des avertissements et consignes de sécurité est garanti

Frein de vis

En raison des chocs et vibrations pouvant survenir pendant l'exploitation de la machine, toutes les connexions vissées doivent être sécurisées. Un frein de vis approprié et éprouvé dans la pratique qui convient pour toutes les connexions filetées en métal est p.ex. Loctite 243.

Loctite 243 est un frein de vis liquide (résistance moyenne) qui est appliqué aux pièces à monter immédiatement avant leur montage. Pour des consignes détaillées relatives à la manipulation et l'utilisation conformes, merci de se référer aux notices du fabricant qui sont disponibles sur le site <http://www.loctite.de>. Sur le site Internet du fabricant, vous trouverez p.ex. également des informations sur les accélérateurs de durcissement ou d'autres freins de vis.

12.2 Marche à suivre de principe lors de l'installation des composants moteur

12.2.1 Généralités

L'installation du moteur dans la structure de la machine dépend du type d'agencement des parties secondaires et peut alors se faire de différentes manières:

- Installation en cas d'une partie secondaire **segmentée** sur toute la course de déplacement
- Installation en cas d'une partie secondaire **homogène** sur toute la course de déplacement



Les marches à suivre qui sont décrites ne constituent que des propositions et peuvent également être réalisées d'une autre manière en fonction de l'application spécifique.

12.2.2 Installation en cas d'une ligne composée de plusieurs parties secondaires

En cas d'une ligne composée de plusieurs parties secondaires, l'installation peut se faire comme représenté dans la [fig. 5-1 à la page 71](#). Pour commencer, on n'installe qu'une partie des parties secondaires de sorte qu'on peut déposer la partie primaire sur le bâti de machine.

Montage

**AVERTISSEMENT**

Il ne faut pas déposer la partie primaire directement sur la partie secondaire!

⇒ En raison des forces d'attraction importantes, il n'est que très difficilement possible de soulever la partie primaire de la partie secondaire (un dispositif spécial est nécessaire).

Ensuite, on peut installer la partie primaire dans le chariot déjà installé. Après, le chariot avec la partie primaire installée peut être fait glisser sur les parties secondaires qui ont d'abord été installées. Finalement, on peut installer les parties secondaires restantes.

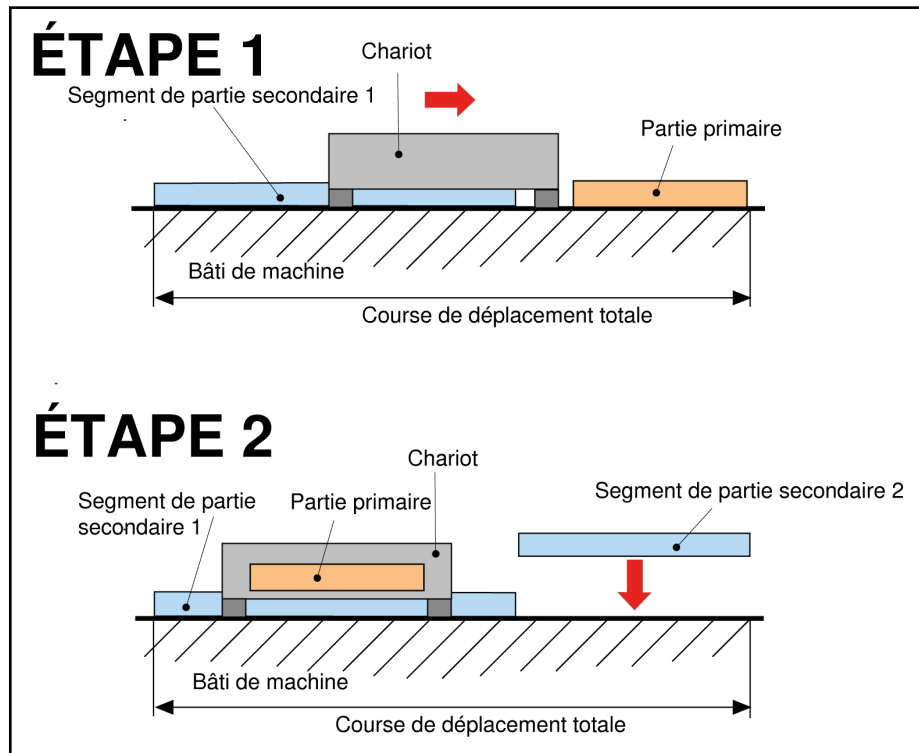


Fig. 12-1: Installation des composants du moteur linéaire en cas d'une ligne composée de plusieurs parties secondaires

**ATTENTION**

Mouvement incontrôlé du chariot! Risque d'écrasement et de blessures!

⇒ Protection contre le mouvement incontrôlé par le recouvrement seulement partiel des parties primaire et secondaire (forces dans le sens d'avance).

12.2.3 Installation en cas d'une ligne composée d'une seule partie secondaire

En cas d'une ligne composée d'une seule partie secondaire, la partie primaire peut être prémontée sur le chariot non encore installé. Après l'installation de la partie secondaire, un dispositif approprié permet d'abaisser le chariot avec la partie primaire prémontée pour le déposer sur le bâti de machine.

Montage

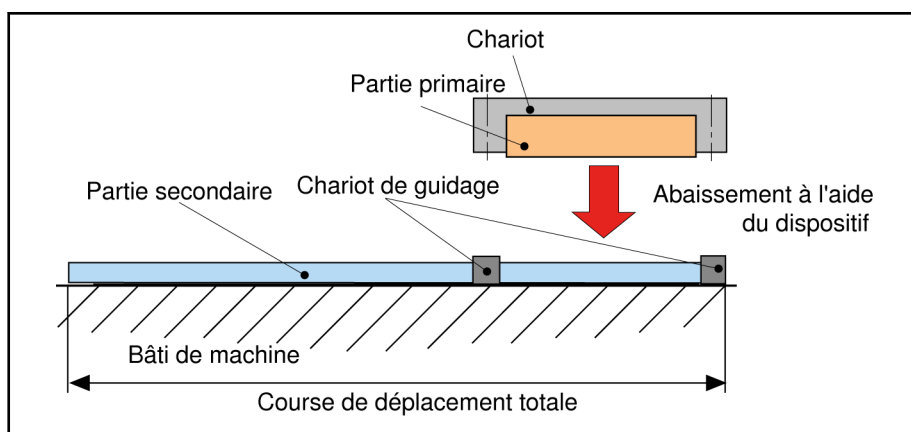


Fig. 12-2: Installation des composants du moteur linéaire en cas d'une ligne composée d'une seule partie secondaire



Le dispositif pour l'abaissement de la partie primaire et/ou du chariot ne fait pas partie de la fourniture de Bosch Rexroth.

⚠ ATTENTION

Lors de l'abaissement de la partie primaire sur la partie secondaire, des forces d'attraction croissantes résultent de la réduction de l'entrefer!

- ⇒ Observer les indications au [chap. 9.5 à la page 136](#).
- ⇒ Ne pas abaisser la partie primaire sur la partie secondaire en utilisant une grue (élasticité / force d'attraction).

Une autre possibilité consiste à déposer la partie primaire sur la partie secondaire installée - également à l'aide d'un dispositif approprié - et de la visser ensuite dans le chariot en utilisant les vis de fixation. Dans ce cas, il faut installer entre les parties primaire et secondaire une plaque d'écartement non ferromagnétique (plastique, bois etc.), afin que la partie primaire ne repose pas directement sur la partie secondaire. L'épaisseur de la plaque d'écartement devrait être dimensionnée ($<$ entrefer nominal) de sorte que le chariot peut être fait glisser après avoir vissé la partie primaire sur le chariot.

L'épaisseur de la plaque d'écartement doit être dimensionnée de sorte qu'un soulèvement de la partie primaire avec les vis de fixation n'est pas du tout ou que légèrement nécessaire.

Exemple Entrefer mesurable: 1,0 mm

Épaisseur de la plaque d'écartement : 0,95 mm

Le serrage de toutes les vis de fixation pour la partie primaire se fait ensuite comme décrit au [chap. 12.4 à la page 240](#).

Montage

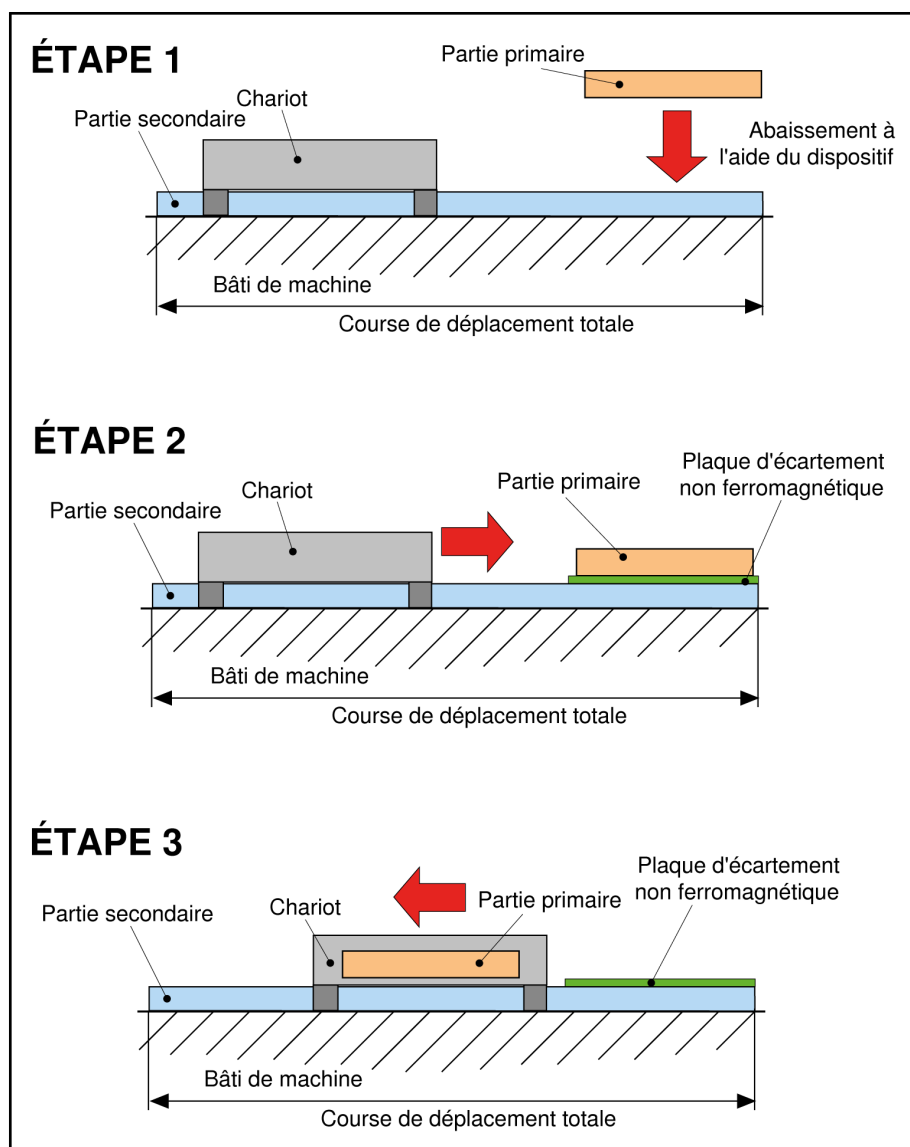


Fig. 12-3: Installation des composants du moteur linéaire en cas d'une partie secondaire homogène sur toute la course de déplacement

12.3 Montage de la partie secondaire en cas d'une ligne composée d'une seule partie secondaire



AVERTISSEMENT

Blessures et/ou endommagement de composants moteur!

⇒ N'enlever la protection de transport et de montage de la partie secondaire qu'après l'installation des parties secondaires



Pour la fixation de la partie secondaire, il faut uniquement utiliser des vis neuves et non encore utilisées.

Toutes les vis doivent être serrées au couple de serrage exigé (voir fig. 12-1 à la page 237) et doivent être munies d'un frein de vis.

Montage

Avant de visser les parties secondaires sur la structure de la machine, il faut nettoyer les surfaces de vissage de sorte qu'elles sont exemptes d'huile et de graisse. S'il faut s'attendre à ce qu'il survienne durablement pendant le l'exploitation du moteur certaines influences telles que p.ex. le contact des parties secondaires avec des lubrifiants de refroidissement, des émulsions d'aiguillage etc., la friction de glissement entre les pièces à visser peut se réduire pendant la durée de vie de la machine. Nous recommandons d'utiliser dans ces cas des vis de fixation d'une classe de résistance plus élevée telle que p.ex. 10.9, afin de pouvoir réaliser un couple de serrage plus élevé.

Les couples de serrage des différentes vis de fixation figurent ci-après:

Taille de la partie secondaire	Taille de vis	Classe de résistance	Couple de serrage (+/-10 %)
040 ... 200	M6 (DIN 7984, tête plate)	8.8	10 Nm
		10.9	15 Nm
300	M8 (DIN EN ISO 4762)	10.9	37 Nm

Tab. 12-1: Vis de fixation avec couples de serrage pour les parties secondaires MLS

Le calcul de la connexion vissée pour la fixation de la partie secondaire repose sur l'hypothèse selon laquelle la surface de vissage de la partie secondaire et la surface de vissage de la machine sont nettoyées et selon laquelle la partie secondaire est vissée en contact direct avec la machine (voir [fig. 9-36 à la page 144](#)).



- Si, dans certains cas, la partie secondaire ne peut pas être vissée directement avec la machine car des matériaux supplémentaires tels que p.ex. des plaques d'écartement, des pâtes thermoconductrices etc. se trouvent entre la partie secondaire et la machine, le fabricant de la machine doit garantir une résistance suffisante de la connexion vissée.
- L'effet du frein de vis liquide est détérioré par le desserrage et le resserrage des vis (p.ex. suite à un contrôle du couple) de sorte que le frein de vis doit être appliqué de nouveau.

Partie secondaire segmentée



AVERTISSEMENT

Dysfonctionnement et/ou mouvement incontrôlé du moteur et, par conséquent, risque de dommage matériel et risque de blessures!

⇒ Enchaînement correct des segments de partie secondaire

En cas d'utilisation de plusieurs segments de partie secondaire sur toute la course de déplacement, l'enchaînement - selon la figure ci-après - exige le strict respect de l'ordre des pôles et de l'orientation alignée.

Montage

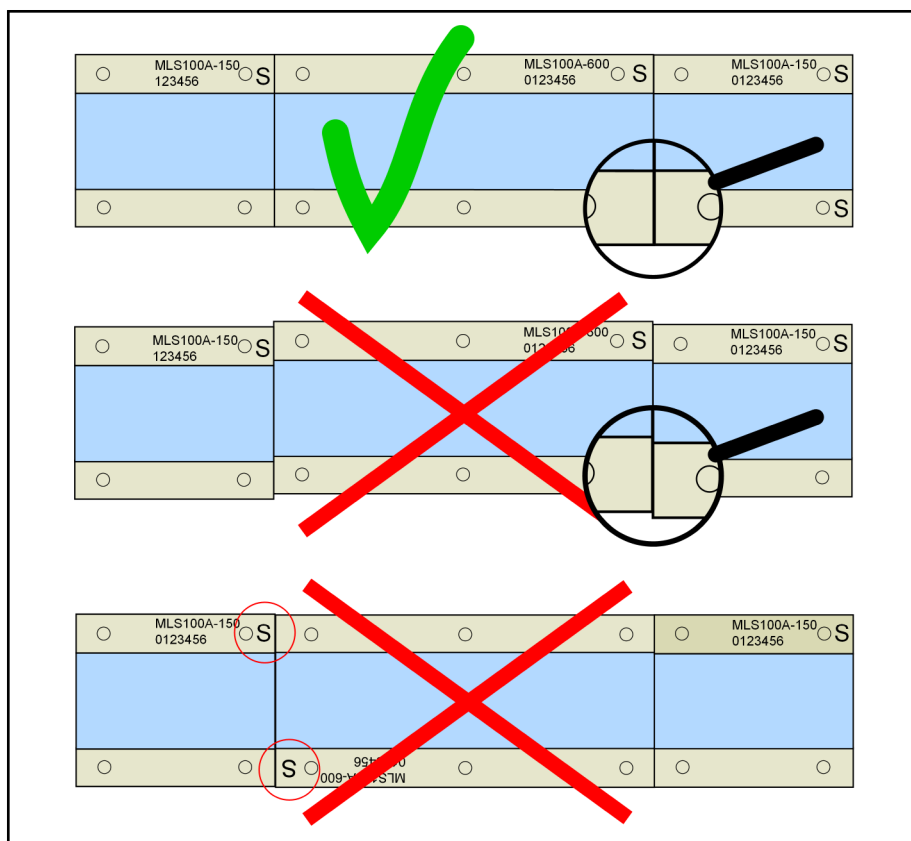


Fig. 12-4: Enchaînement de plusieurs segments de partie secondaire

**AVERTISSEMENT**

Risque de blessures ou de dommages matériels en raison des forces d'attraction et/ou de répulsion en cas d'enchaînement des segments de partie secondaire!

⇒ Protection contre le mouvement incontrôlé

⇒ Ne retirer la protection de transport et de montage que lors de ou après l'installation dans la machine

En fonction de la taille, les forces d'attraction et/ou de répulsion en cas d'enchaînement de segments de partie secondaire peuvent aller jusqu'à env. 300 N.

Montage

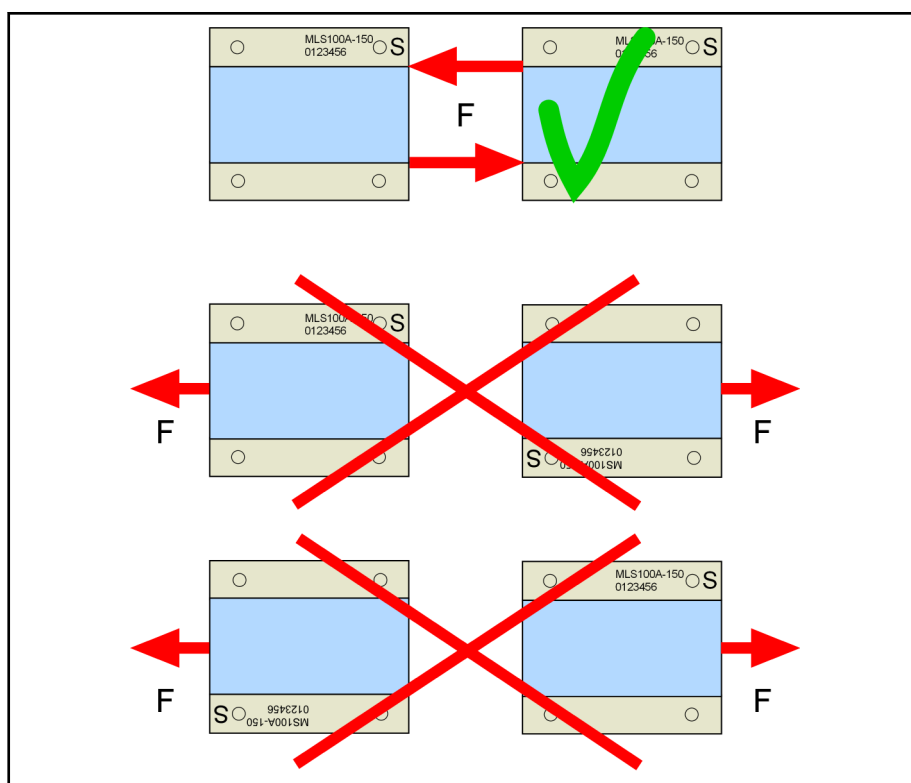


Fig. 12-5: Forces d'attraction et/ou de répulsion en cas d'enchaînement de segments de partie secondaire

Montage

12.4 Montage de la partie primaire

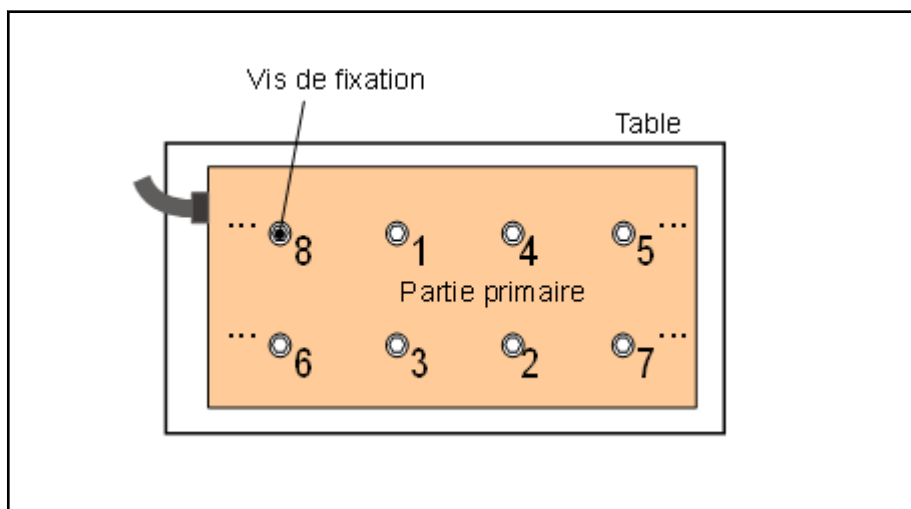


Fig. 12-6: Ordre de serrage des vis de fixation de la partie primaire

Avant de visser la partie primaire sur la structure de la machine, il faut nettoyer les surfaces de vissage de sorte qu'elles sont exemptes d'huile et de graisse. S'il faut s'attendre à ce qu'il survienne durablement pendant le l'exploitation du moteur certaines influences telles que p.ex. le contact de la partie secondaire' avec des lubrifiants de refroidissement, des émulsions d'aiguillage etc., la friction de glissement entre les pièces à visser peut se réduire pendant la durée de vie de la machine. Nous recommandons d'utiliser dans ces cas des vis de fixation d'une classe de résistance plus élevée telle que p.ex. 10.9, afin de pouvoir réaliser un couple de serrage plus élevé.

Déroulement du montage:

1. Nettoyer et/ou préparer les taraudages et les vis.
2. Toutes les connexions vissées doivent être pourvues d'un frein de vis comme p.ex. Loctite 243.
3. Fixer la partie primaire à l'aide des vis 1, 2, 3 ... x jusqu'à ce que la partie primaire touche le chariot.
4. Serrer toutes les vis selon l'ordre de serrage 1, 2, 3 ... x en appliquant le couple de serrage nominal:

Taille Partie primaire	Taille de vis	Classe de résistance	Couple de serrage (+/-10 %)
040 ... 300	M6 (DIN EN ISO 4762)	8.8	10 Nm
		10.9	15 Nm

Tab. 12-2: Couples de serrage nominaux pour les vis de fixation des parties primaires



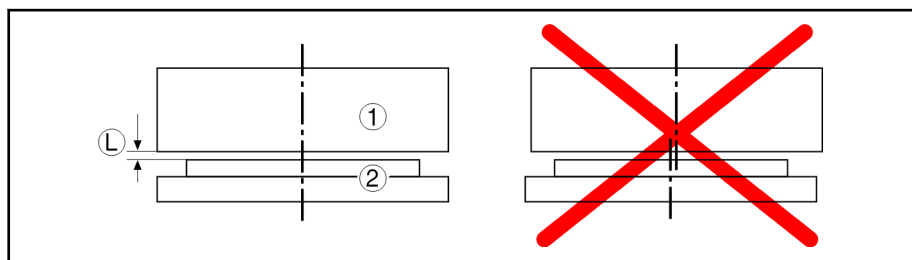
L'effet du frein de vis liquide est détérioré par le desserrage et le resserrage des vis (p.ex. suite à un contrôle du couple) de sorte que le frein de vis doit être appliqué de nouveau. Respecter les consignes du fabricant de colle.

12.5 Entrefer, parallélisme et symétrie entre les composants moteur

Parallélisme et symétrie

Lors du montage des parties primaire et secondaire, la position de celles-ci est déterminée par les trous et/ou filets qui sont tolérés et réalisés dans le chariot de la machine et dans le bâti de la machine selon la [fig. 5-1 à la page 72](#).

Étant donné qu'une faible tolérance persiste dans les trous des connexions vissées, il faut centrer et/ou aligner les parties selon la [fig. 12-4](#) et selon la figure ci-après avant de serrer définitivement les vis.



- ① Partie primaire
- ② Partie secondaire
- (L) Entrefer

Fig. 12-7: Orientation des composants moteur

Entrefer

Une fois le montage des composants moteur réalisé, il est recommandé de vérifier l'entrefer minimal nécessaire entre les parties primaire et secondaire.

À cet effet, il faut insérer une jauge en matériau non magnétique (aluminium, plastique etc.) d'une épaisseur de

- 0,5 ... 0,55 mm (pour les tailles 040 ... 200)
- 0,7 ... 0,75 mm (pour la taille 300)

dans l'entrefer entre les parties primaire et secondaire. La jauge doit pouvoir être déplacée librement dans l'entrefer à n'importe quelle position sur toute la course de déplacement.

Cette mesure garantit l'entrefer minimal nécessaire entre les parties du moteur.

De plus, ce contrôle permet de détecter à temps un montage incorrect (causé p.ex. par des salissures sous les surfaces de montage, une cote de montage incorrecte, une rigidité insuffisante de la machine etc.).

⚠ ATTENTION

Panne du moteur suite à un entrefer insuffisant entre les parties primaire et secondaire!

À l'aide des mesures susmentionnées, vérifier l'entrefer minimal nécessaire entre les parties primaire et secondaire immédiatement après le montage des deux composants du moteur.

12.6 Raccordement du système de refroidissement par liquide

Le raccordement du système de refroidissement par liquide se fait via un filet standard directement sur la partie primaire.

 Les vissages de raccordement et les flexibles de refroidissement ne font pas partie de la fourniture du moteur linéaire.

Couple de serrage Le couple de serrage du vissage côté monteure qui est indiqué dans la [fig. 12-3](#), ne doit pas être dépassé.

Merci d'observer pourtant que, en fonction du vissage de raccordement sélectionné, il se peut que cette valeur ne puisse pas être épuisée, mais qu'il faille la réduire le cas échéant, afin de ne pas endommager le vissage de raccordement.

 Observer les informations du fabricant du vissage de raccordement sélectionné et notamment les informations sur le couple de serrage admissible.

Les raccords de refroidissement côté moteur sont prévus pour des vissages de raccordement de refroidissement avec étanchement axial.

Pour cela, Bosch Rexroth recommande l'utilisation de vissages de raccordement qui sont déjà dotés d'un joint torique pour l'étanchement axial de la connexion vissée.

Est considéré comme inapproprié par exemple l'étanchement par le chanvre, un ruban en Téflon ou à l'aide de vissages coniques car ces types d'étanchement risquent de solliciter outre mesure le raccord fileté sur le moteur et/ou de l'endommager à la longue.

 L'étanchéité du raccord de liquide de refroidissement relève de la responsabilité du constructeur de la machine qui doit la vérifier et réceptionner après l'installation du moteur.

De plus, il est recommandé de prévoir dans le plan d'entretien de la machine un contrôle régulier de l'état correct du raccord de liquide de refroidissement.

Les données de raccordement ci-après doivent être respectées. Le dépassement du couple de serrage ou de la profondeur de vissage est susceptible de causer une panne irréversible du moteur.

Partie primaire avec ...	vissage côté moteur		
	Filet	Couple de serrage	profondeur de vis-sage
enveloppe standard	G1/4	30 Nm au max.	12 mm au max.
enveloppe thermi-que			

Tab. 12-3: Raccordement du système de refroidissement par liquide

13 Mise en service, fonctionnement et entretien

13.1 Informations générales sur la mise en service des moteurs IndraDyn L

Quelques étapes de la mise en service de moteurs linéaires diffèrent de celles de la mise en service de servomoteurs rotatifs. Ces différences sont traitées dans le cadre de ce chapitre.



Pour des informations supplémentaires et plus détaillées, se référer à la description des fonctions correspondante du variateur d'entraînement.

Les points suivants doivent être pris en compte notamment lors de la mise en service de moteurs linéaires synchrones:

Paramètres

Les moteurs linéaires synchrones sont des moteurs modulaires dont le fabricant de la machine installe les composants individuels - complétés par un système de codeur - directement dans la machine. Pour cela, les moteurs modulaires ne sont pas équipés d'une mémoire de données pour la mise à disposition de paramètres moteur, de paramétrages standard du variateur etc. Par conséquent, il faut saisir manuellement tous les paramètres ou bien les charger dans l'entraînement lors de la mise en service. Le logiciel de mise en service IndraWorks met à disposition tous les paramètres moteur de Rexroth.

Optimisation du variateur

La marche à suivre pour l'optimisation des variateurs (boucle de courant, de vitesse et de position) d'entraînements directs linéaires correspond à celle des entraînements assistés rotatifs. Uniquement les limites de réglage sont plus élevées sur les entraînements linéaires. Ainsi est-il p.ex. possible de régler sur les entraînements directs linéaires des facteurs kv jusqu'à 10 fois plus élevés que sur les entraînements assistés rotatifs. La condition préalable en est pourtant une structure correspondante de la machine (voir [chap. 9.3 à la page 126](#)).

Masses déplacées

Sur les entraînements rotatifs régulés, il existe des limitations au niveau de la technique de régulation en ce qui concerne le rapport entre le moment d'inertie du moteur et le moment d'inertie de la masse. Sur les entraînements directs avec moteurs linéaires, il n'existe pas de telle limitation: La masse déplacée est indépendante vis-à-vis de la masse propre du moteur.

Polarité du codeur

La polarité de la vitesse réelle (système de mesure de longueur) doit être identique à la polarité de force du moteur. Ce rapport doit être établi avant le réglage de la commutation.

Réglage de la commutation

En raison de leur principe, les moteurs linéaires synchrones exigent que la position de la partie primaire par rapport à la partie secondaire soit détectée déjà immédiatement après l'activation ou bien après une panne. On parle là d'une détection de la position des pôles ou d'un réglage de la commutation. Le réglage de la commutation désigne alors l'établissement d'une référence de position par rapport au modèle électrique ou magnétique du moteur. Le réglage de la commutation ne peut se faire qu'une fois les composants moteur et le système de mesure de longueur installés. Le type de réglage de la commutation dépend du principe de mesure du système de mesure de longueur.

Mise en service, fonctionnement et entretien

13.2 Conditions préalables essentielles

13.2.1 Généralités

Les conditions préalables suivantes doivent être réunies pour une mise en service réussie:

- Respect des règles et consignes de sécurité
- Vérification du fonctionnement sûr des composants électriques et mécaniques
- Disponibilité ou mise à disposition des moyens auxiliaires nécessaires
- Respect de la procédure de mise en service décrite ci-après

13.2.2 Vérification de tous les composants électriques et mécaniques

Avant le début de la mise en service, il faut procéder à une vérification de tous les composants électriques et mécaniques. Dans ce cadre, une attention particulière doit être apportée aux points suivants:



- garantie de la sécurité de l'homme et de la machine
- installation correcte du moteur
- connexion de puissance correcte du moteur
- raccordement correct du système de mesure de longueur
- fonctionnement des interrupteurs de fin de course, contacteurs de porte existants etc.
- fonctionnement correct de la chaîne d'ARRÊT D'URGENCE et/ou de la fonction E-Stop
- état impeccable et complet de la structure de la machine et de la structure mécanique
- présence et fonctionnement d'amortisseurs de fin de course appropriés
- connexion et fonctionnement corrects du système de refroidissement du moteur
- connexion et fonctionnement corrects du variateur d'entraînement et de la commande



AVERTISSEMENT

Danger de mort et risque de blessures corporelles graves et de dommages matériels en raison d'erreurs et/ou de dysfonctionnements des composants mécaniques ou électriques!

⇒ éliminer l'erreur/les erreurs sur les composants mécaniques ou électriques avant de continuer la mise en service

13.2.3 Moyens auxiliaires

Logiciel de mise en service IndraWorks

La mise en service peut être réalisée directement via le terminal CN ou bien par voie du logiciel spécial de mise en service. Le logiciel de mise en service IndraWorks permet entre autres le paramétrage et l'optimisation des entraînements guidés par menu et spécifiques à l'application et au moteur.

Ordinateur

Pour la mise en service à l'aide du logiciel IndraWorks vous avez besoin d'un ordinateur Windows courant dans le commerce.

Mise en service, fonctionnement et entretien

Mise en service via la CN	Lors de la mise en service via la commande numérique, l'accès à tous les paramètres d'entraînement et fonctionnalités doit être garanti.
Oscilloscope	Pour l'optimisation de l'entraînement, un oscilloscope est nécessaire. Celui-ci sert à la représentation des signaux qui peuvent être émis via les sorties analogiques réglables du variateur d'entraînement. Comptent parmi les signaux représentables p.ex. les valeurs de consigne et les valeurs réelles de la vitesse, de la position ou du courant, l'erreur de poursuite, la puissance du circuit intermédiaire etc.
Multimètre	Dans le cadre du dépiage d'erreurs et du contrôle de composants, un multimètre offrant la possibilité de mesurer la tension, le courant et la résistance, peut s'avérer utile.

13.3 Déroulement de principe de la mise en service

L'ordinogramme ci-après représente le déroulement de principe de la mise en service de moteurs linéaires synchrones MLF. Les chapitres qui suivent, expliquent ensuite en plus de détail les différentes étapes.

Mise en service, fonctionnement et entretien

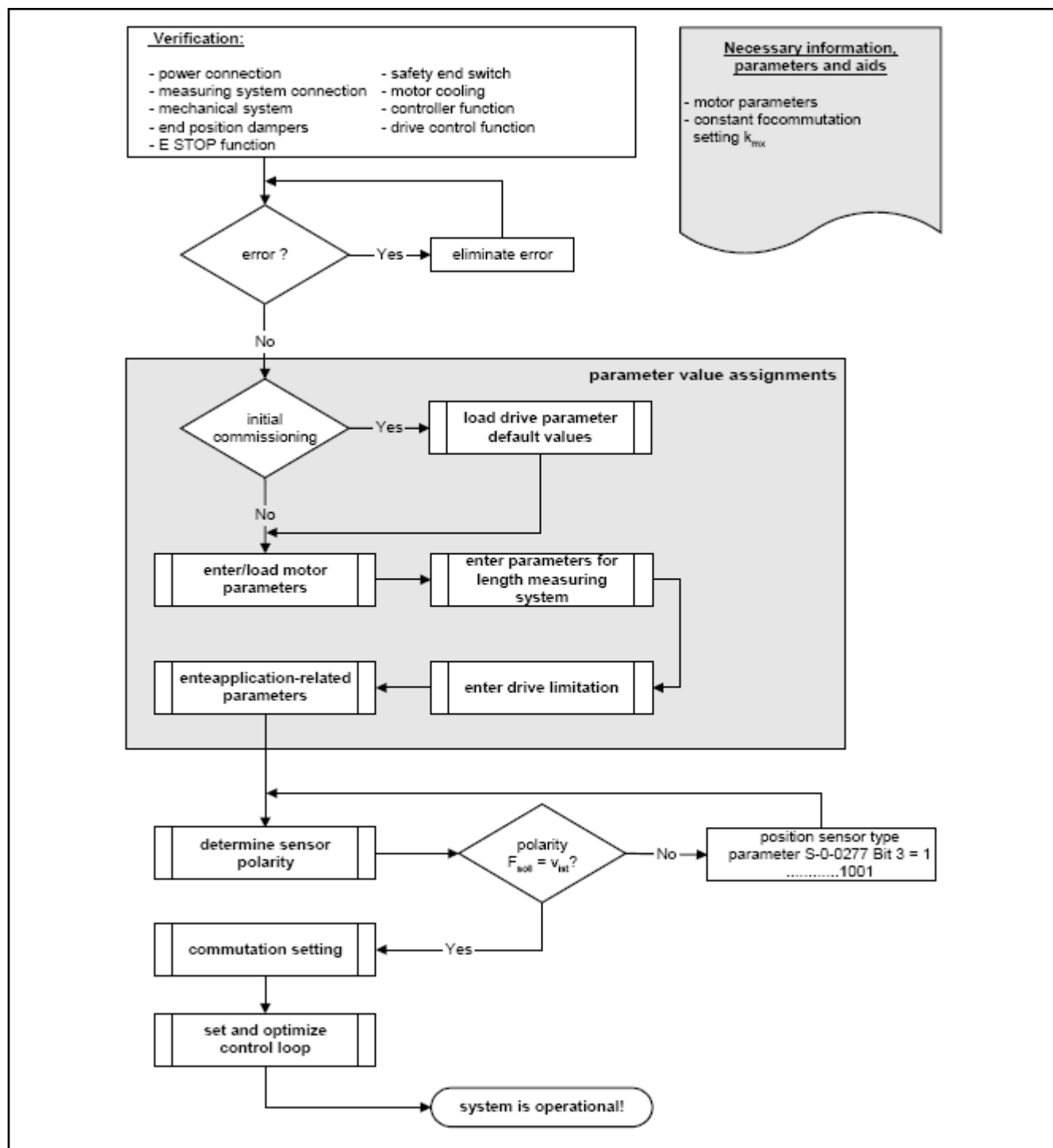


Fig.13-1: Déroulement de principe de la mise en service d'entraînements linéaires synchrones

13.4 Paramétrage

13.4.1 Généralités

En ce qui concerne le logiciel IndraWorks, la saisie ou la modification de certains paramètres, ainsi que l'exécution d'instructions pendant la mise en service se fait au sein de boîtes de dialogue guidées par menu ou bien dans des listes et, en option, peut se faire également via le terminal de commande.

13.4.2 Saisie de paramètres moteur



Les paramètres moteur sont déterminés par Rexroth et ne doivent pas être modifiés par l'utilisateur. Si ces paramètres ne sont pas disponibles, la mise en service ne peut pas être réalisée! Dans un tel cas, prière de s'adresser au service après-vente Rexroth compétent.

AVERTISSEMENT

Blessures et dommages mécaniques causés par l'activation du moteur immédiatement après la saisie des paramètres moteur! La seule saisie des paramètres moteur n'établit pas encore l'état de marche du moteur!

- ⇒ Saisir les paramètres pour le système de mesure de longueur
- ⇒ Vérifier et/ou adapter la polarité du système de mesure
- ⇒ Procéder au réglage de la commutation

La saisie des paramètres moteur peut se faire des manières suivantes:

- Chargement de tous les paramètres moteur à l'aide du logiciel IndraWorks
- Saisie manuelle des différents paramètres via la commande
- Sur les machines de série: chargement d'un jeu de paramètres complet via la commande ou le logiciel IndraWorks

13.4.3 Paramètres moteur en cas d'agencement parallèle

Si deux moteurs linéaires sont exploités sur un variateur, il faut adapter les paramètres suivants lors de la mise en service:

Paramètre	Désignation	Coefficient d'adaptation
P-0-4016	Inductance longitudinale moteur	x 0,5
P-0-4017	Inductance transversale moteur	x 0,5
P-0-4048	Résistance du bobinage moteur	x 0,5
S-0-0106	Variateur de courant Gain proportionnel 1	x 0,5
S-0-0109	Courant de pointe moteur	x 2
S-0-0111	Courant d'arrêt moteur	x 2

Tab. 13-1: Adaptation des paramètres en cas d'agencement parallèle



Si la force nominale constante maximale possible ou bien la force de pointe maximale possible du moteur n'est pas nécessaire, on peut également utiliser un variateur plus petit. Dans ce cas, il faut adapter le réglage des courants susmentionnés au variateur sélectionné.

Mise en service, fonctionnement et entretien

13.4.4 Exploitation de moteurs linéaires synchrones IndraDyn L sans refroidissement par liquide



AVERTISSEMENT

Panne du moteur! Surchauffe du bobinage!

⇒ Si le courant n'est pas correctement réduit sur le moteur sans refroidissement par liquide, celui-ci s'échauffe tellement rapidement en présence d'un courant égal à 2,2 fois le courant assigné que les contacts thermiques ne peuvent pas désactiver le moteur dans tous les cas en temps voulu. Une surchauffe du bobinage en est la conséquence. Une surchauffe du bobinage entrave ou, dans le cas extrême, détruit l'isolation du bobinage.

Sans refroidissement par liquide, ne sont disponibles que des performances nettement réduites ne figurant pas dans la présente documentation.

En fonction de l'accouplement du moteur, les valeurs relatives à la force assignée et au courant assigné des moteurs qui figurent dans les notices, doivent être réduites à ~40% de la valeur indiquée.

Si cette réduction du courant n'est pas saisie dans le paramètre S-0-0111 (courant d'arrêt moteur), le moteur peut être alimenté en cas de besoin (pendant une durée déterminée dans P-0-4035) en un courant égal à 2,2 fois le courant assigné avec refroidissement par liquide. Ce courant est de 2,5 fois trop élevé pour le moteur IndraDyn L sans refroidissement par eau.

Exemple:

Courant assigné pour le **moteur avec refroidissement par eau** = 10A

S-0-0111 = 10 A

Courant possible = $2,2 \times 10 \text{ A} = 22 \text{ A}$

Courant assigné pour le même modèle de moteur mais **sans refroidissement par eau**:

S-0-0111 = $10 \text{ A} \times 0,4 = 4 \text{ A}$

Courant possible = $2,2 \times 4 \text{ A} = 8,8 \text{ A}$



Observer également les instructions au [chap. 9.6.5 à la page 150](#) relatives à l'exploitation des moteurs IndraDyn L sans refroidissement par liquide.

13.4.5 Saisie des paramètres du système de mesure de longueur

Type de codeur

Le type de système de mesure de longueur doit être déterminé. Le paramètre P-0-0074, Type de codeur1, sert à cet effet.

Type de codeur	P-0-0074
Système de mesure incrémental	2
Codeur absolu avec interface ENDAT	8
Codeur incrémental avec capteur à effet Hall	14 ou 15 (en fonction de la configuration du matériel)

Tab. 13-2: Définition du type de codeur



Pour des explications détaillées, voir la description du micrologiciel et/ou des paramètres du variateur d'entraînement utilisé.

- Rexroth IndraDrive MPx-xx Description des paramètres, MNR R911328650
- Rexroth IndraDrive MPx-xx Description des paramètres, MNR R911297316
- Rexroth IndraDrive Firmware MPx-xx Description des fonctions, MNR R911328669
- Rexroth IndraDrive MPx-xx Description de l'application, MNR R911326484

Période de signal

Sur les systèmes de mesure de longueur pour moteurs linéaires, des **signaux sinusoïdaux** sont générés et évalués. La période de signal doit être saisie dans le paramètre S-0-0116, Codeur 1 Résolution.

Merci d'observer à ce sujet les indications du fabricant du système de mesure relatives à la résolution des signaux du codeur.

13.4.6 Saisie de limitations d'entraînement et de paramètres spécifiques à l'application

Limitations d'entraînement

Comptent parmi les limitations d'entraînement possibles qui peuvent être spécifiées:

- Limitation du courant
- Limitation de la force
- Limitations de vitesse
- Limitations de la zone de déplacement

Paramètres spécifiques à l'application

Fait partie du paramétrage de l'entraînement en fonction de l'application p.ex. le paramétrage de la réaction de défaut de l'entraînement.



Pour des explications détaillées à ce sujet, voir la description du micrologiciel et/ou des paramètres du variateur d'entraînement utilisé.

13.5 Détermination de la polarité du système de mesure de longueur

Afin d'éviter une rétroaction positive dans le circuit de régulation de vitesse, le sens d'action de la force de moteur et le sens de comptage du système de mesure de longueur doivent être identiques.



AVERTISSEMENT

Mouvement incontrôlé du moteur lors de l'activation suite à une différence entre le sens d'action de la force du moteur et le sens de comptage du système de mesure de longueur!

⇒ Protection contre le mouvement incontrôlé

⇒ Réglage d'un sens d'action de la force du moteur identique au sens de comptage du système de mesure de longueur

Sens d'action de la force du moteur

La règle suivante est applicable au réglage de la bonne polarité du codeur:

Mise en service, fonctionnement et entretien

Le sens d'action de la force du moteur est toujours positif dans le sens du raccordement de câble de la partie primaire.

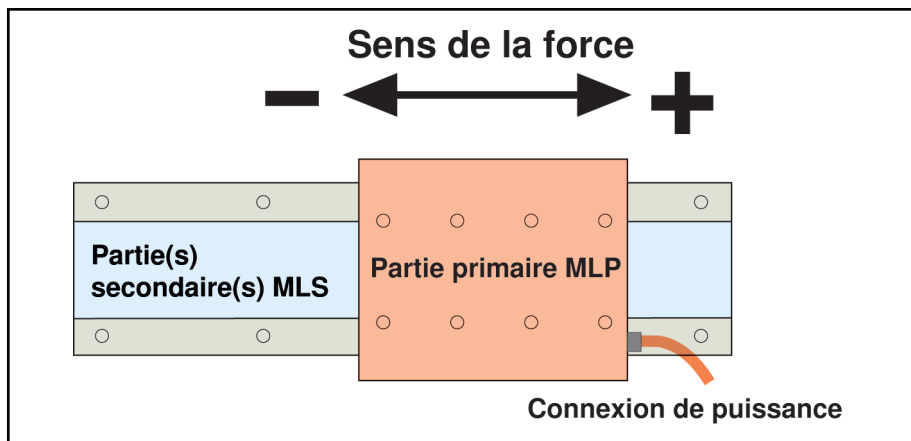


Fig. 13-2: Sens d'action de la force du moteur

Sens d'action de la force du moteur = sens de comptage du système de mesure de longueur

Lorsque le mouvement de la partie primaire va dans le sens du raccordement de câble, le sens de comptage du système de mesure de longueur doit alors également être positif:

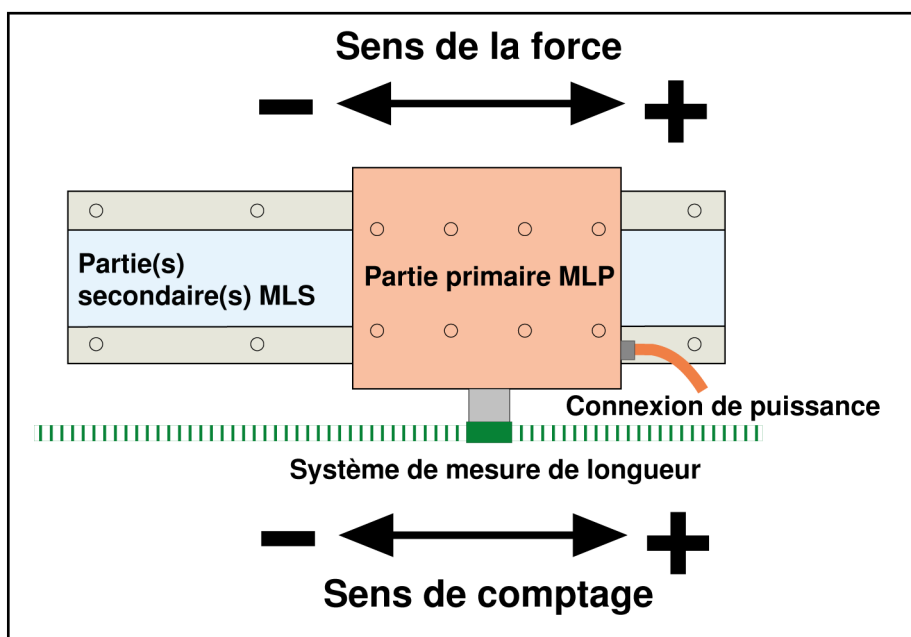


Fig. 13-3: Sens d'action de la force du moteur = sens de comptage du système de mesure de longueur



La polarité du codeur est réglée uniquement par rapport à la partie primaire (raccordement de câble). Le sens de montage et/ou l'ordre des pôles de la partie secondaire n'a pas d'effet sur le réglage de la polarité du codeur.

La polarité du codeur est réglée via le paramètre

S-0-0277, Type de codeur de position 1 (bit 3)

Lors du réglage du sens de comptage du système de mesure de longueur, les données de position, de vitesse et de force ne doivent pas être inverties:

S-0-0085, Paramètre de polarité couple/force: 0000000000000000

S-0-0043, Paramètre de polarité de vitesse: 0000000000000000

S-0-0055, Polarités de position: 0000000000000000

Si besoin est, le réglage du sens de comptage d'axe spécifique au processus se fait **après** le réglage de la polarité du codeur et de la commutation.

13.6 Réglage de la commutation

13.6.1 Généralités

La condition préalable à un développement maximal et constant de la force du moteur linéaire synchrone est le réglage correct de l'angle de commutation.

Cette procédure garantit que l'angle entre le vecteur de courant de la partie primaire et le vecteur de flux de la partie secondaire égale toujours 90°. Dans cet état, le moteur fournit la force maximale.

Procédure de réglage

Le micrologiciel offre plusieurs procédures pour le réglage de la commutation. La figure ci-après présente le rapport entre le système de mesure de longueur utilisé et la procédure à utiliser.

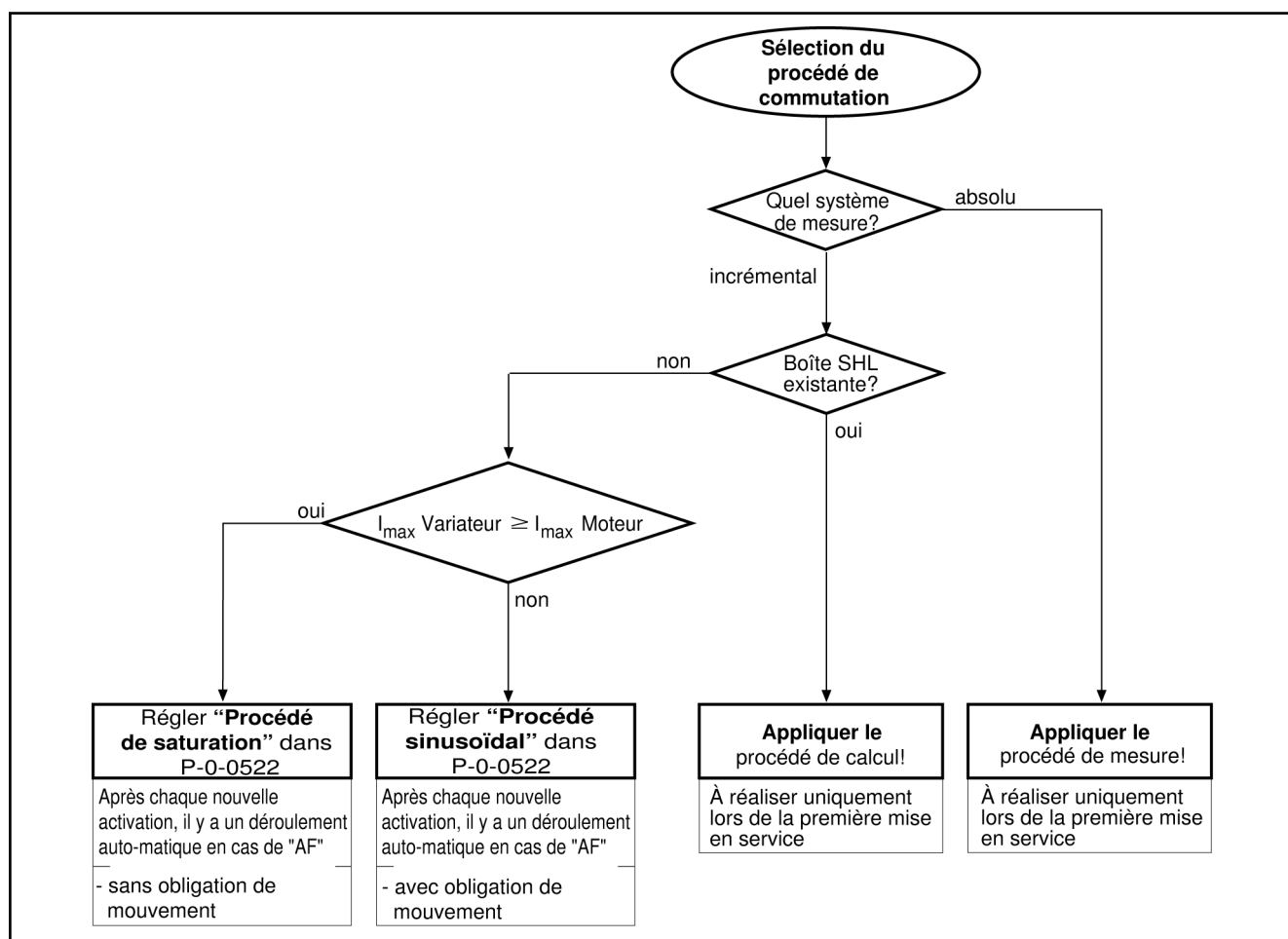


Fig. 13-4: Procédure pour le réglage de la commutation sur les moteurs linéaires synchrones

Mise en service, fonctionnement et entretien



Le réglage de la commutation doit toujours être réalisé dans les cas suivants:

- ⇒ Première mise en service
- ⇒ Modification de l'installation mécanique du système de mesure de longueur
- ⇒ Remplacement du système de mesure de longueur
- ⇒ Modification de l'installation mécanique de la partie primaire et/ou de la partie secondaire



Merci de respecter les conditions préalables suivantes pour le réglage de la commutation:

- ⇒ Sens d'action de la force du moteur = sens de comptage du système de mesure de longueur
- ⇒ Paramétrages du moteur et du codeur corrects
- ⇒ Respect des procédures de réglage décrites
- ⇒ Paramétrage raisonnable des circuits de régulation de courant et de vitesse
- ⇒ Raccordement correct du câble de puissance du moteur
- ⇒ Protection contre des mouvements incontrôlés

⚠ DANGER

Dysfonctionnement et/ou mouvement incontrôlé du moteur suite à une erreur dans le cadre du réglage de la commutation!

Réaliser le réglage de la commutation de manière très soigneuse et dans le respect des consignes détaillées au chapitre Réglage de la commutation de la Description des fonctions du micrologiciel pour variateurs d'entraînement (DOK-INDRV*-MP*-08VRS**-, référence matériel R911332642) et des deux consignes figurant ci-dessus.

Raccordement du moteur

L'affectation des différentes phases du raccord du câble de puissance du moteur doit être réalisée correctement. À ce sujet, voir également le [chap. 8 à la page 109](#).

Contrôle des paramètres

Il est recommandé de contrôler encore une fois les paramètres suivants afin de garantir un réglage correct de la commutation:

Mise en service, fonctionnement et entretien

Numéro d'identification	Description	Désignation/fonction
S-0-0085	Paramètre de polarité couple/force	Voir la description des paramètres des variateurs d'entraînement Rexroth IndraDrive (DOK-INDRV*-GEN-**-VRS**-PA) avec la référence matériel R911297316.
S-0-0043	Paramètre de polarité de vitesse	
S-0-0055	Polarité de position	
P-0-4014	Type de moteur	
P-0-0018	Nombre de paires polaires/ écart entre paires polaires	
S-0-0116	S-0-0116, Codeur 1 Résolution	
P-0-0522	Mot de commande Réglage de la commutation	

Tab. 13-3: Paramètres à contrôler avant le réglage de la commutation

13.6.2 Procédé de saturation (procédé préférentiel pour la commutation de moteurs linéaires synchrones)

Le procédé de saturation est le procédé préférentiel pour la commutation des moteurs linéaires synchrones.

Vous trouverez des consignes détaillées relatives au procédé de saturation au chapitre "Réglage de la commutation" de la description du micrologiciel DOK-INDRV*-MP*-08VRS**-..., référence matériel R911332642.

13.6.3 Procédé sinusoïdal

Ce procédé est utilisé lorsqu'il est impossible d'utiliser le procédé de saturation.

Vous trouverez des consignes détaillées relatives au procédé sinusoïdal au chapitre "Réglage de la commutation" de la description du micrologiciel DOK-INDRV*-MP*-08VRS**-..., référence matériel R911332642.

13.6.4 Consigne relative à la possibilité d'optimisation ultérieure du décalage de commutation

Le procédé d'optimisation ultérieure peut être appliqué tant pour le procédé sinusoïdal que pour le procédé de saturation. La condition préalable en est que l'axe n'est pas arrêté par frein mais peut bouger librement.

Il est recommandé de ré-optimiser la valeur déterminée pour le décalage de commutation. Cela peut se faire automatiquement en activant "C5600 Instruction Optimisation ultérieure du décalage de commutation".

Vous trouverez des consignes détaillées relatives à l'optimisation ultérieure au chapitre "Réglage de la commutation" de la description du micrologiciel DOK-INDRV*-MP*-08VRS**-..., référence matériel R911332642.

13.6.5 Procédé de calcul en combinaison avec la boîte de capteurs à effet Hall SHL

Le procédé de calcul est appliqué en cas d'utilisation d'un système de mesure incrémental et d'utilisation de la boîte de capteurs à effet Hall (mesure de la distance, sans courant → uniquement possible sur les moteurs modulaires linéaires de Rexroth). Prière d'observer à ce sujet également la description des fonctions relative à la boîte de capteurs à effet Hall SHL02.1 (DOK-SUPPL*-SHL*****-FK) avec la référence matériel R911306588.

Mise en service, fonctionnement et entretien

Vous trouverez des consignes détaillées relatives au procédé de calcul au chapitre "Réglage de la commutation" de la description du micrologiciel DOK-INDRV*-MP*-08VRS**..., référence matériel R911332642.

13.6.6 Procédé de mesure: mesure du rapport entre la partie primaire et la partie secondaire

Ce procédé exige de déterminer la position relative de la partie primaire par rapport à la partie secondaire pour le réglage de la commutation. L'avantage de ce procédé est que l'activation de l'alimentation en puissance et aucun mouvement d'axe ne sont nécessaires pour le réglage de la commutation. Le réglage de la commutation ne doit être réalisé que lors de la première mise en service.



Ce procédé exige un système de mesure de longueur absolu avec interface ENDAT.

Mesure de la position relative de la partie primaire par rapport à la partie secondaire

En fonction de l'accessibilité des parties primaire et secondaire dans la machine ou dans l'installation, la position relative de la partie primaire par rapport à la partie secondaire peut être mesurée de différentes manières:

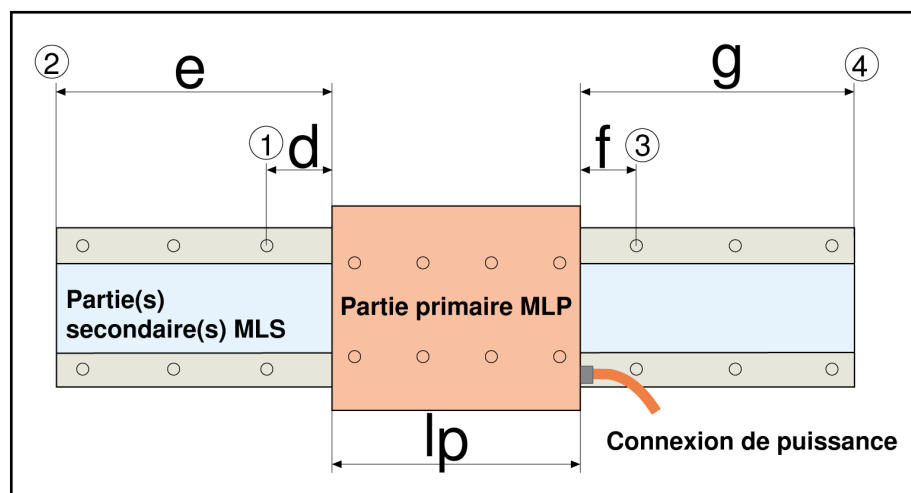


Fig. 13-5: Mesure de la position relative de la partie primaire par rapport à la partie secondaire



À partir de ce moment et jusqu'à l'achèvement de la procédure de réglage de la commutation, la position de la partie primaire ne doit plus être modifiée!

Calcul P-0-0523, Réglage de la commutation - Valeur de mesure

La valeur de saisie dans P-0-0523 qui est nécessaire pour le calcul du décalage de commutation, est déterminée sur la base de la position relative mesurée de la partie primaire par rapport à la partie secondaire (fig. 13-5 en fonction de l'accessibilité distance d , e , f ou g) et d'une constante dépendante du moteur k_{mx} (fig. 13-6 et fig. 13-4).

Mise en service, fonctionnement et entretien

Point de référence 1:	$P - 0 - 0523 = d - k_{mx}$
Point de référence 2:	$P - 0 - 0523 = e - k_{mx} - 37.5 \text{ mm}$
Point de référence 3:	$P - 0 - 0523 = -f - l_p - k_{mx}$
Point de référence 4:	$P - 0 - 0523 = 37.5 \text{ mm} - g - l_p - k_{mx}$

P-0-0523	Réglage de la commutation Valeur de mesure en mm
d	Position relative Point de référence 1 en mm (fig. 13-5)
e	Position relative Point de référence 2 en mm (fig. 13-5)
f	Position relative Point de référence 3 en mm (fig. 13-5)
g	Position relative Point de référence 4 en mm (fig. 13-5)
k_{mx}	Constante moteur pour le réglage de la commutation en mm
l_p	Longueur de la partie primaire en mm

Fig. 13-6: Calcul P-0-0523, Réglage de la commutation - Valeur de mesure

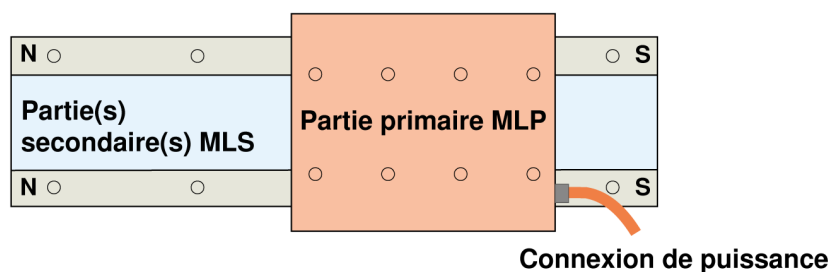


Lors de la détermination de P-0-0523, Réglage de la commutation - Valeur de mesure, il faut veiller au signe correct. Si P-0-0523 est déterminé avec une signe négative, il faut saisir cet signe également lors du lancement de la procédure de réglage.

Constante moteur pour le réglage de la commutation k_{mx}

Les constantes moteur pour le réglage du décalage de commutation k_{mx} dépendent de l'orientation des parties primaire et secondaire:

Agencement A



Agencement B

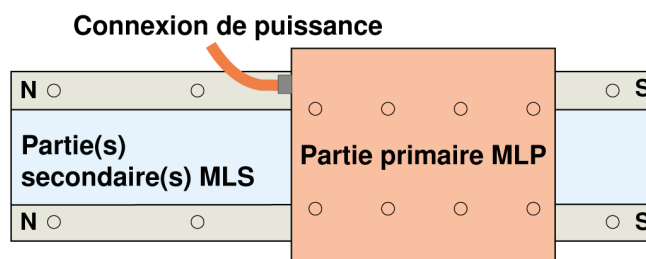


Fig. 13-7: Possibilités d'agencement de la partie primaire par rapport à la partie secondaire

Mise en service, fonctionnement et entretien

	Agencement A k_{mx} en mm	Agencement B k_{mx} en mm
Enveloppe standard Tailles 040 ... 300	68	105,5
Enveloppe thermique Taille 040 ... 300	65	102,5

Tab. 13-4: Constantes moteur pour le réglage de la commutation k_{mx}

Exemple 1, point de référence ① (voir fig. 13-5):

$$d = 100 \text{ mm}, k_{mx} = 68,0 \text{ mm}$$

$$P-0-0523 = d - k_{mx} = 100 \text{ mm} - 68,0 \text{ mm} = 32 \text{ mm}$$

Exemple 2, point de référence ① (voir fig. 13-5):

$$d = 0 \text{ mm}, k_{mx} = 68,0 \text{ mm}$$

$$P-0-0523 = d - k_{mx} = 0 \text{ mm} - 68,0 \text{ mm} = -68,0 \text{ mm}$$

Exemple 3, point de référence ④ (voir fig. 13-5):

$$g = 180 \text{ mm}, k_{mx} = 68,0 \text{ mm}, l_p = 540 \text{ mm}$$

$$P-0-0523 = 37,5 \text{ mm} - g - l_p - k_{mx} = 37,5 \text{ mm} - 180 \text{ mm} - 540 \text{ mm} - 68 \text{ mm}$$

$$P-0-0523 = -750,5 \text{ mm}$$

Déclenchement de l'instruction
pour le réglage de la commutation

Condition préalable:

1. Pendant la procédure de réglage qui suit, l'entraînement doit se trouver dans l'état A0-13 (= prêt pour l'activation de l'alimentation en puissance).
2. La position de la partie primaire et/ou du chariot ne doit pas avoir changé depuis la mesure de la position relative de la partie primaire par rapport à la partie secondaire.

Après la saisie de la valeur déterminée pour P-0-0523 (Réglage de la commutation - Valeur de mesure), il faut lancer l'instruction P-0-0524 (D300 Instruction Réglage de la commutation). Dans ce cadre, le décalage de commutation est calculé.



Si l'entraînement se trouve en "AB" (entraînement à l'état de marche), le décalage de commutation est déterminé pour la commutation automatique selon le procédé sélectionné (procédé de saturation ou procédé sinusoïdal).

Après, l'instruction doit être supprimée.

13.7 Réglage et optimisation du circuit de régulation

13.7.1 Déroulement général

Les réglages du circuit de régulation dans un variateur d'entraînement numérique sont d'une importance essentielle pour les caractéristiques du servoaixe. La structure du circuit de régulation se compose d'une variateur cascadié de position, de vitesse et de courant. Les variateurs actifs sont déterminés par le type de fonctionnement respectif.



La détermination du réglage du circuit de régulation exige des connaissances techniques correspondantes.

La marche à suivre pour l'optimisation du circuit de régulation (boucle de courant, de vitesse et de position) d'entraînements directs linéaires correspond à celle des entraînements assistés rotatifs. Uniquement les limites de réglage sont plus élevées sur les entraînements linéaires.

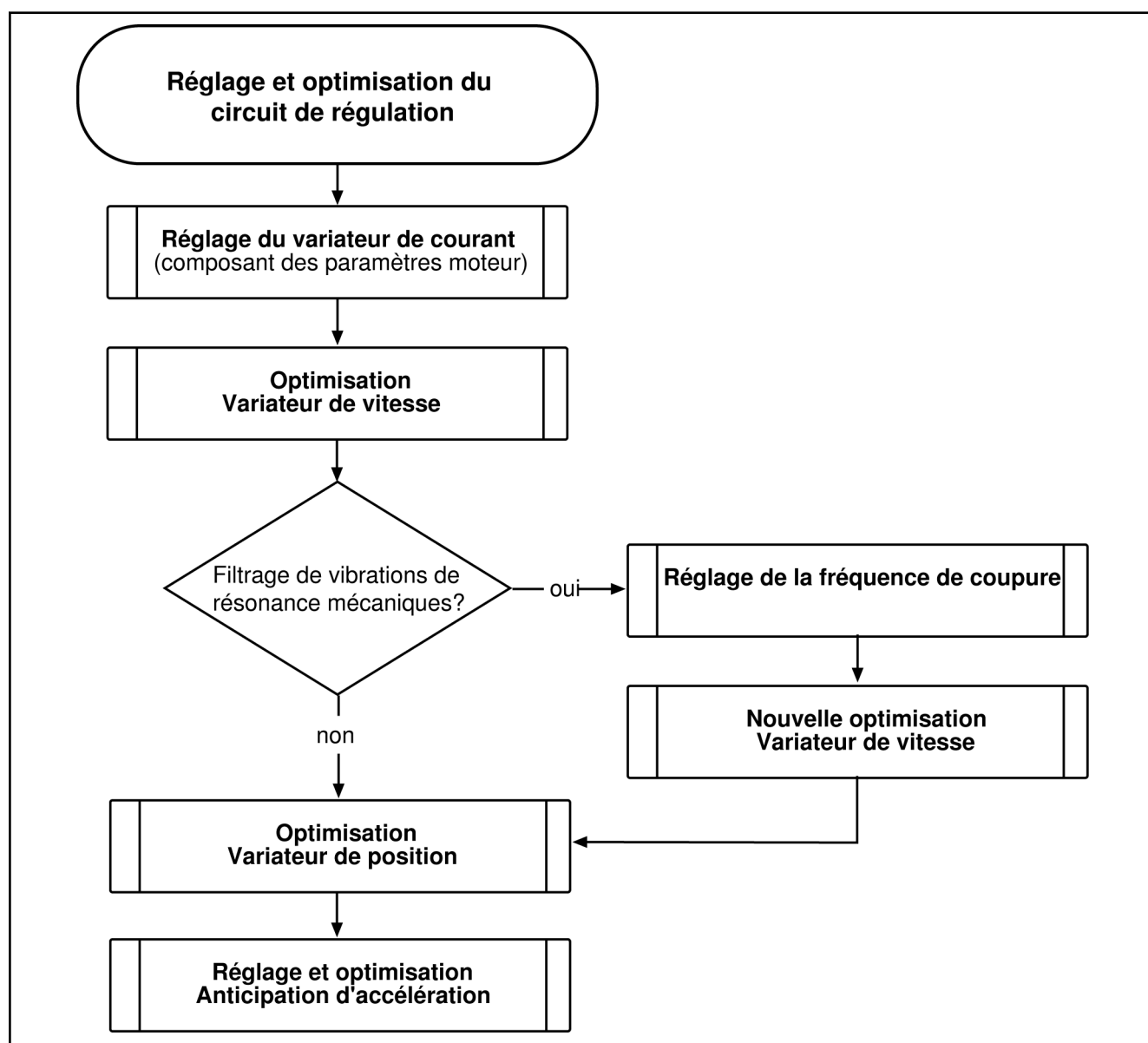


Fig. 13-8: Réglage et optimisation du circuit de régulation sur les entraînements linéaires synchrones



Pour des informations supplémentaires et plus détaillées, se référer à la description des fonctions correspondante du variateur d'entraînement.

Réglage automatique du circuit de régulation

Les variateurs d'entraînement de la famille ECODRIVE03 sont en mesure de réaliser un réglage automatique du circuit de régulation.

Filtrage de vibrations de résonance mécaniques

Les entraînements numériques de Rexroth sont en mesure de supprimer à bande étroite les vibrations qui se produisent sur la chaîne cinématique entre le moteur et la mécanique de l'axe. Cela permet d'atteindre une dynamique renforcée de l'entraînement avec une bonne stabilité.

Mise en service, fonctionnement et entretien

Par le retour de position et/ou de vitesse dans le circuit de régulation fermé, le système mécanique du chariot déplacé par l'entraînement linéaire est excité pour générer des vibrations mécaniques. Ce comportement désigné comme "oscillateur à deux masses" se situe généralement dans la plage de fréquence comprise entre 400 et 800 Hz en fonction de la rigidité de la mécanique et de l'encombrement du système.

Cette "oscillation à deux masses" émet généralement une fréquence de résonance marquée qui peut être supprimée sélectivement par un filtre coupe-bande qui est installé dans l'entraînement.

En cas de suppression de la fréquence de résonance mécanique, la dynamique du circuit de régulation de vitesse et du circuit de régulation de position peut éventuellement être optimisée par rapport à la régulation sans filtre coupe-bande.

Cela permet d'atteindre un meilleur respect des contours et des durées de cycle moins importantes pour les processus de positionnement avec une distance suffisante par rapport à la limite de stabilité.

La fréquence de coupure et la largeur de bande peuvent être réglées pour le filtre. La fréquence de coupure est atténuée le plus fortement ; la largeur de bande détermine la plage de fréquence où l'atténuation est inférieure à -3 dB. Une largeur de bande plus importante entraîne une atténuation plus faible de la fréquence de coupure!

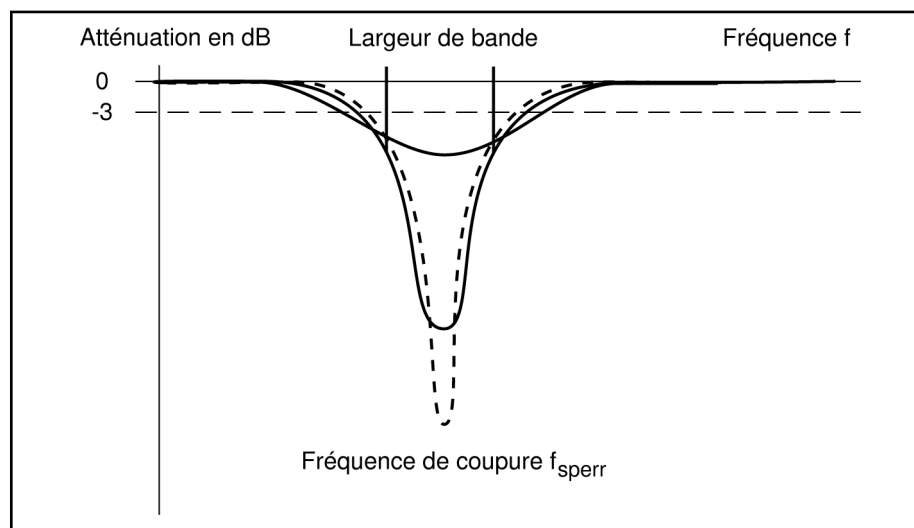


Fig. 13-9: Réponse en amplitude du filtre coupe-bande en fonction de la largeur de bande, qualitatif

13.7.2 Paramétrage et optimisation d'axes Gantry

Généralités

Condition préalable:

- La paramétrage des axes est identique
- Parallélisme des guidages des axes Gantry
- Parallélisme des systèmes de mesure de longueur
- Les axes sont déclarés dans la commande comme axes individuels

Mise en service, fonctionnement et entretien



Pour compenser les erreurs d'alignement entre deux systèmes de mesure de longueur ou dans la mécanique, on peut se servir de procédés de correction d'erreurs d'axe internes à l'entraînement. Pour le principe de fonctionnement et le paramétrage, se référer à la description des fonctions correspondante du variateur d'entraînement.

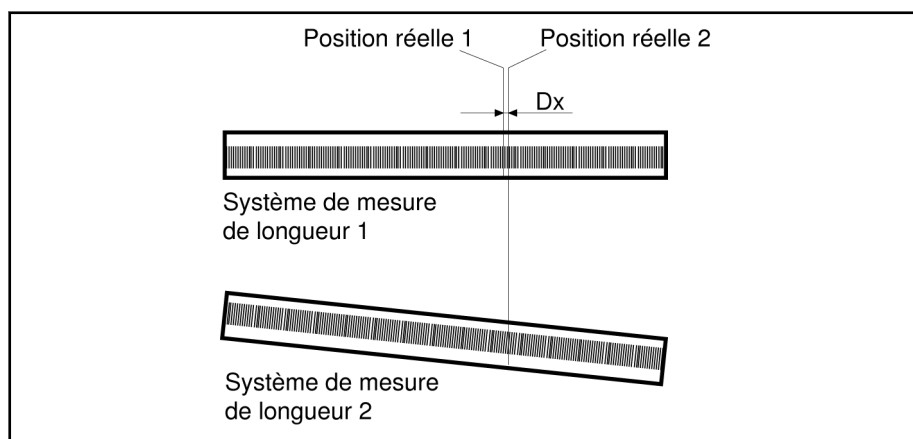


Fig. 13-10: Erreur d'alignement éventuel sur les systèmes de mesure de longueur d'un axe Gantry

Paramétrage

Lors de l'exploitation d'axes Gantry, il faut veiller à les paramétrer identiquement en ce qui concerne les paramètres suivants:

- Paramètres moteur
- Paramètres de polarité pour la force, la vitesse et la position
- Paramètres du circuit de régulation

La règle suivante est applicable:

$$k_{v1} = k_{v2}$$

$$k_{p1} = k_{p2}$$

k_v Variateur de position Facteur k_v S-0-0104

k_p Amplification proportionnelle du variateur de vitesse S-0-0100

Fig. 13-11: Amplifications proportionnelles dans le circuit de régulation de position et de vitesse des deux axes

Temps d'intégrale du variateur de vitesse (action I)

En ce qui concerne le temps d'intégrale du variateur de vitesse (action I), il faut tenir compte des possibilités suivantes:

Mise en service, fonctionnement et entretien

	Possibilité 1	Possibilité 2	Possibilité 3	Possibilité 4
Orientation des systèmes de mesure de longueur et des guidages	optimale	pas optimale	pas optimale	pas optimale
Action I	dans les deux axes	dans les deux axes	dans un seul axe	dans aucun axe
Comportement des axes	Il n'y aura pas de gauchissement de la mécanique car les deux moteurs suivent de manière optimale la valeur de consigne de position	Les deux axes travaillent l'un contre l'autre jusqu'à ce qu'il y ait eu une compensation via l'accouplement mécanique ou que le courant maximal d'un ou des deux variateurs d'entraînement soit atteint de sorte qu'aucun effet de régulation ne peut plus être atteint	L'axe sans action I permet un décalage de position constant. L'importance du décalage d'axe dépend de la rigidité de l'accouplement mécanique des deux axes, ainsi que des amplifications proportionnelles dans le circuit de régulation de position et de vitesse	Les deux axes permettent un décalage de position constant. L'importance du décalage de position dépend des amplifications proportionnelles dans le circuit de régulation de position et de vitesse

Tab. 13-5: Paramétrage du temps d'intégrale du variateur de vitesse S-0-0101 sur les axes Gantry

Optimisation Lors de l'optimisation du circuit de régulation de vitesse et de position, il faut respecter le procédé décrit ci-dessus.



Toute modification de paramètres pendant l'optimisation d'axes Gantry doit impérativement être réalisée simultanément sur tous les deux axes. Si cela n'est pas possible, il est recommandé de réaliser la modification de paramètres pendant l'optimisation progressivement par petits pas sur tous les deux axes.

13.7.3 Estimation de la masse déplacée à l'aide d'une rampe de vitesse

Souvent, la masse déplacée d'un chariot de machine n'est pas connue précisément. Il se peut que des structures rapportées ultérieurement, des pièces déplacées etc. compliquent la détermination de la masse.

Le procédé expliqué ci-après permet d'estimer la masse déplacée de l'axe par l'enregistrement d'une rampe de vitesse. Cela permet d'estimer p.ex. la capacité d'accélération de l'axe.

Préparation La condition préalable à la mise en œuvre de ce procédé est la représentation oscillographique des paramètres suivants:

- S-0-0040, Valeur réelle de vitesse
- S-0-0080, Valeur de consigne de couple/force

On peut utiliser à cet effet un oscilloscope ou la fonction d'oscilloscope de l'entraînement en combinaison avec le logiciel IndraWorks ou la CN.

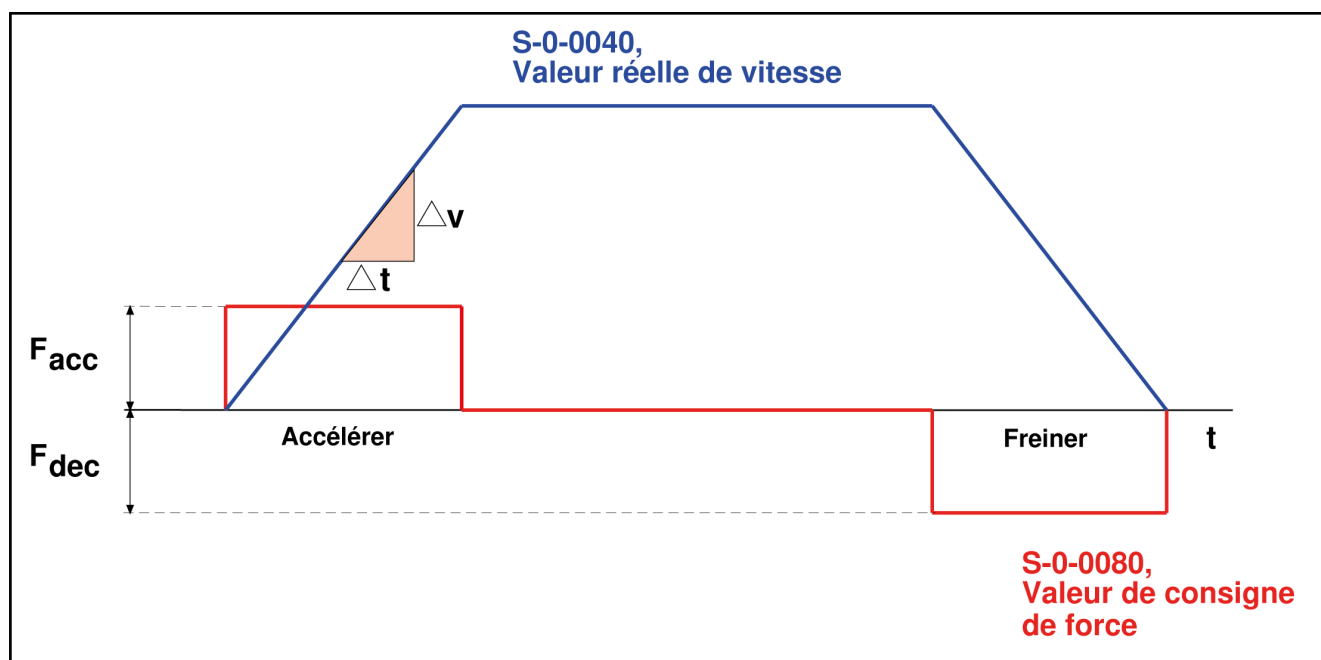


Fig. 13-12: Oscillogramme de la vitesse et de la force

$$m = 30 \cdot F_N \cdot \left(\frac{F_{ACC} + F_{DEC}}{100\%} \right) \cdot \frac{\Delta t}{\Delta v}$$

m	Masse d'axe déplacée en kg
F_{dN}	Force nominale constante du moteur en N
F_{ACC}	Valeur de consigne de force pendant l'accélération en %
F_{DEC}	Valeur de consigne de force pendant le freinage en %
Δv	Changement de vitesse pendant l'accélération constante en m/min
Δt	Changement de temps pendant l'accélération constante en s

Fig. 13-13: Détermination de la masse d'axe déplacée à l'aide de l'enregistrement d'une rampe de vitesse

Condition préalable:

1. Paramétrage correct du courant permanent du moteur (base de la représentation S-0-0080)
2. Force de frottement indépendante du sens
3. Enregistrement de Δv et de Δt à une accélération constante
4. Ne pas réaliser avec la force maximale du moteur afin d'éviter des non-linéarités



Sur les axes verticaux, le procédé n'est pas du tout ou que partiellement applicable en raison d'éventuels changements de force en fonction du sens.

Mise en service, fonctionnement et entretien

13.8 Entretien et examen des composants moteur

13.8.1 Généralités

Les composants moteur de moteurs IndraDyn L n'exigent aucun entretien. En raison des effets d'influences extérieures, les composants moteur peuvent pourtant être endommagés pendant le service. Il est recommandé de prévoir un examen préventif des composants de moteurs linéaires dans les intervalles de service de la machine ou de l'installation.

13.8.2 Examen des composants moteur et des composants supplémentaires

Dans le cadre de l'examen préventif des composants moteur et des composants supplémentaires, il est recommandé de vérifier les aspects suivants et de procéder aux réparations nécessaires.

- Bruits extraordinaires pendant le service
- Traces de frottement sur la partie primaire et/ou la partie secondaire
- Salissures (p.ex. copeaux, poussière d'aiguisage, graisse de guidages etc.) dans l'entrefer entre les parties primaire et secondaire

Vérifier le fonctionnement des mesures de protection et les remplacer le cas échéant! À ce sujet, observer également le [chap. 9.3.4 à la page 127](#).

- Étanchéité du refroidissement par liquide, des tuyaux flexibles et de la technique de raccordement
- État des câbles de puissance et de codeur dans la chaîne porte-câbles
- État du système de mesure de longueur (p.ex. salissures)
- État du système de guidage (p.ex. usure des guidages linéaires)

13.8.3 Examen électrique des composants moteur

Si le défaut électrique d'une partie primaire s'ébauche, la mesure de valeurs caractéristiques électriques permet de vérifier ce soupçon. Les grandeurs suivantes sont pertinentes dans ce cadre:

- Résistance entre les fils 1-2, 2-3 et 1-3 du raccordement du moteur
- Inductance entre les fils 1-2, 2-3 et 1-3 du raccordement du moteur
- Résistance d'isolation entre les fils du raccordement du moteur et la masse

Résistance et inductance

Les valeurs mesurées pour la résistance et l'inductance peuvent être comparées avec les indications au chapitre 4 Caractéristiques techniques. Les valeurs de résistance et d'inductance des différents fils de raccordement 1-2, 2-3 et 1-3 devraient être identiques, la tolérance applicable étant de $\pm 5\%$. Si une ou plusieurs valeurs en diffèrent nettement, il peut y avoir un court-circuit entre les phases, entre les spires ou à la masse et il faut remplacer la partie primaire.

Résistance d'isolation

La résistance d'isolation mesurée entre les fils du raccordement du moteur et la masse devrait être d'au moins $1\text{ M}\Omega$ (méga-ohms). En cas de dépassement négatif de cette valeur, il est recommandé de remplacer la partie primaire.



En cas de doute dans le cadre de l'examen électrique, consulter le service après-vente de Bosch Rexroth.

13.9 Fonctionnement sur variateurs tiers

Vitesse de croissance de la tension

En fonctionnement du convertisseur, le système d'isolation du moteur est soumis à une plus forte sollicitation diélectrique qu'avec une tension directement proportionnelle au courant et purement sinusoïdale. La sollicitation de la tension de l'isolation d'enroulement en fonctionnement du convertisseur est essentiellement déterminée par les facteurs suivants :

- Valeur vertex de la tension
- Temps de croissance des impulsions sur les bornes du moteur
- Fréquence de commutation de l'étage final du convertisseur
- Longueur du câble de puissance vers le moteur

Les composants essentiels sont les temps de commutation de l'étage final du convertisseur et la longueur du câble de puissance vers le moteur. Les vitesses de croissance de la tension constatées sur le moteur ne doivent pas dépasser les limites indiquées dans la norme **DIN VDE 0530-25 (VDE 0530-25):2009-08 (image 14, courbe de saturation A)** de la tension d'impulsion, mesurées sur les bornes du moteur de deux bobines, en fonction du temps de croissance.



Les étages finaux de convertisseurs IndraDrive respectent ces limites.

14 Annexe

14.1 Fournisseurs de composants supplémentaires recommandés

14.1.1 Systèmes de mesure de longueur

Bosch Rexroth AG
Maria-Theresien-Str. 23
D-97816 Lohr am Main
Internet: <http://www.boschrexroth.com>

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH
Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5
D-83301 Traunreut
Internet: <http://www.heidenhain.de>

Renishaw GmbH
Karl-Benz Strasse 12
D-72124 Pliezhausen
Internet: <http://www.renishaw.com>

14.1.2 Guidages linéaires

Bosch Rexroth AG
Maria-Theresien-Str. 23
D-97816 Lohr am Main
Internet: <http://www.boschrexroth.com>

14.1.3 Chaînes porte-câbles

igus GmbH
Spicher Straße 1a
D-51147 Köln
Internet: <http://www.igus.de>

KABELSCHLEPP GMBH
Marienborner Straße 75
D-57074 Siegen
Internet: <http://www.kabelschlepp.de>

14.1.4 Groupes frigorifiques

SCHWÄMMLE GmbH & Co KG
Dieselstraße 12-14
D-71546 Aspach
Internet: <http://www.schwaemmle-gmbh.de>

Annexe

Universal Hydraulik GmbH
Siemensstraße 33
D-61267 Neu-Anspach
Internet: <http://www.universalhydraulik.com>

14.1.5 Additifs pour systèmes de refroidissement

NALCO Deutschland GmbH
Plankstr. 26
D-71691 Freiberg / Neckar
Fax. +49(0)7141-703-239
E-mail: slund@nalco.com

14.1.6 Flexibles pour liquide de refroidissement

Polyflex AG
Dorfstraße 49
CH-5430 Wettingen
Internet: <http://www.polyflex.ch>

igus GmbH
Spicher Straße 1a
D-51147 Köln
Internet: <http://www.igus.de/>

Bosch Rexroth AG
Maria-Theresien-Str. 23
D-97816 Lohr am Main
Internet: <http://www.boschrexroth.com>

14.1.7 Systèmes de recouvrement d'axe

Möller Werke GmbH
Kupferhammer
D-33649 Bielefeld
Internet: <http://www.moellerflex.de>

HCR-Heinrich Cremer GmbH
Oppelner Str. 37
D-41199 Mönchengladbach
Internet: <http://hcr.connection-net.de/deutsch/index.html>

Gebr. HENNIG GmbH

Postfach 1137

D-85729 Ismaning

Internet: <http://www.hennig-gmbh.de>

14.1.8 Amortisseurs de fin de course

ACE Stoßdämpfer GmbH

Postfach 1510

D-40740 Langenfeld

Internet: <http://www.ace-ace.de>

Bosch Rexroth AG

Maria-Theresien-Str. 23

D-97816 Lohr am Main

Internet: <http://www.boschrexroth.com>

Amortisseurs en tissu métallique

Rhodius GmbH

Treuchlinger Str. 23

D-91781 Weißenburg

Internet: <http://www.rhodius.com>

14.1.9 Éléments de serrage pour guidages linéaires

Bosch Rexroth AG

Maria-Theresien-Str. 23

D-97816 Lohr am Main

Internet: <http://www.boschrexroth.com>

14.1.10 Freins mécaniques externes

Kendrion Binder Magnete GmbH

Mönchweilerstr. 1

D-78048 Villingen-Schwenningen

Internet: <http://www.kendrion-electromagnetic.com>

Ortlinghaus-Werke GmbH

Kenkhauser Str. 125

D-42929 Wermelskirchen

Internet: <http://www.ortlinghaus.com>

Annexe

14.1.11 Systèmes d'équilibrage de poids

Pneumatiques **Ross Europa GmbH**
Robert-Bosch-Str. 2
D-63225 Langen
Internet: <http://www.rosseuropa.com>

Hydrauliques **Bosch Rexroth AG**
Maria-Theresien-Str. 23
D-97816 Lohr am Main
Internet: <http://www.boschrexroth.com>

14.1.12 Racleurs

Hunger DFE GmbH Dichtungs- und Führungselemente
Alfred-Nobel Str. 26
D-97080 Würzburg
Internet: <http://www.hunger-dichtungen.de>

HME Dichtungssysteme
Richthofenstr. 31
D-86343 Königsbrunn
Internet: <http://www.hme-seals.de>

15 Service et assistance

Nous disposons d'un réseau de services international dense pour vous offrir une assistance rapide et optimale. Nos experts se tiennent à votre entière disposition. Vous pouvez nous contacter **7j/7 et 24h/24**, même le week-end et les jours fériés.

Service après-vente Allemagne

Nos centre de compétences technologique à Lohr satisfait à toutes les attentes autour du service après-vente pour les entraînements et commandes électriques.

L'assistance téléphonique du service après-vente est disponible au :

Téléphone : **+49 9352 40 5060**
Fax : **+49 9352 18 4941**
E-mail : service.svc@boschrexroth.de
Internet : <http://www.boschrexroth.com>

Service après-vente international

Nos sites Internet comportent aussi des consignes supplémentaires relatives au service, à la réparation (adresses de livraison, par ex.) et à la formation.

En dehors d'Allemagne, veuillez d'abord contacter votre interlocuteur. Vous trouverez les numéros des lignes d'urgence parmi les coordonnées de distribution sur Internet.

Préparation des informations

Nous pouvons vous aider de manière rapide et efficace si vous tenez à disposition les informations suivantes :

- description détaillée de la panne et des circonstances
- informations figurant sur la plaque signalétique des produits concernés et notamment les références et les numéros de série
- vos coordonnées (téléphone, fax et adresse e-mail)

Index

A

Accessoires	
Boîte de capteurs à effet Hall.....	107
additifs pour liquide de refroidissement.....	147
Additifs pour liquide de refroidissement	
Eau de refroidissement prête à l'emploi.....	148
Water Treatment Kits.....	148
Agencement composants de moteur	
Agencement Gantry.....	134
Agencement parallèle.....	129
Agencement Composants de moteur	
Agencement à deux crêtes.....	130
Agencement composants du moteur	
Agencement individuel.....	128
Aimants permanents.....	227
Amortisseur.....	177
Amortisseur de fin de course.....	177
Fournisseurs.....	267
ARRÊT D'URGENCE.....	180
Arrêter.....	180
Assistance	
voir le numéro d'urgence	269
Attraction de copeaux.....	168
Avertissements.....	223
Axes Gantry.....	258
Axes verticaux.....	135

B

Bobinage.....	92
Boîte de capteurs à effet Hall SHL.....	107

C

Câble de raccordement	
Pose fixe.....	110
Rupture de câble.....	110
Capteurs de température.....	117
Caractéristiques techniques	
Données générales.....	30
Taille 040.....	31
Taille 070.....	34
Caractéristiques techniques - Taille MLP300.....	65
Cas d'erreur.....	180
Chaînes porte-câbles	
Fournisseurs.....	265
Champs magnétiques.....	166
Choc.....	168
Chute de pression.....	152, 153
Classe d'isolation.....	141
Classe thermique.....	30
Codification.....	91
Composants supplémentaires.....	12
Fournisseurs.....	265
Concept de refroidissement LSF.....	143
Conception mécanique	
Axes mécaniquement couplés.....	127

Réduction de la masse.....	126
Rigidité.....	126
Conditions ambiantes.....	163
Conformité RoHS.....	30
Consignes d'utilisation.....	13
Utilisation conforme aux spécifications.....	13
Utilisation non conforme aux spécifications...	14
Consignes de sécurité pour les entraîne- ments électriques et les commandes.....	15
Constante de force.....	28
Constante de temps thermique.....	28, 142
Constante de tension.....	28
Contrôles des composants moteur	
côté client.....	262
en usine.....	230
Cotes de montage.....	71
MLF040.....	73
MLF070.....	76
MLF100.....	79
MLF140.....	82
MLF200.....	85
MLF300.....	88
Courant assigné.....	28
Courant maximal.....	28
CTP KTY84-130.....	162
CTP SNM.150.DK.....	161

D

Débit Produit réfrigérant.....	152
Décharge de traction.....	110
Dimensionnement du moteur.....	191
Équations de mouvement.....	192
Forces d'avance.....	193
Vitesse moyenne.....	195
Vitesse sinusoïdale.....	199
Vitesse trapézoïdale.....	195
Vitesse triangulaire.....	199
Distance polaire.....	28
Domaines d'application.....	9

E

Échauffement.....	143
Emballage.....	223
Émission de bruit.....	169
Entraînement linéaire	
Structure de l'axe.....	121
Équilibrage de poids.....	136
État de livraison.....	223
Examen de compatibilité.....	166
Exemples de dimensionnement.....	207

F

Facteur d'utilisation.....	163
Facteur de marche et force d'avance.....	201
Flexibles pour liquide de refroidissement	

Index

Fournisseurs.....	266
Force	
Forces de réaction.....	127
Force d'attraction.....	28, 136
Force d'avance.....	136
Force maximale.....	28
Force nominale constante.....	28
Forme.....	92, 94
Frein de vis.....	233
Freins.....	177
Fournisseurs.....	267
Fréquence de résonance.....	258
Fréquences de résonance.....	126

G

Groupes frigorifiques	
Fournisseurs.....	265
Guidages linéaires.....	176
Fournisseurs.....	265

H

Hauteur d'installation.....	71, 163
Humidité de l'air.....	165

I

IATA.....	227
Identification des composants moteur.....	221
IndraWorks.....	244
Inductance du bobinage.....	28
Installation des composants moteur	
Marche à suivre de principe.....	233
Segments de partie secondaire.....	236

L

Limitation d'à-coup.....	184
Liquide de refroidissement	
Protection anticorrosion.....	147
Longueur.....	92, 94

M

Manipulation.....	221
Masses déplacées.....	243
Mise en service	
Conditions préalables.....	244
Déroulement.....	245
Détermination de la masse.....	260
Moyens auxiliaires.....	244
Paramétrage.....	246
Paramètres Système de mesure de longueur.....	248
Mise en service de moteurs IndraDyn L sans refroidissement par liquide.....	248
Modèles de moteur	
Partie primaire Enveloppe standard.....	123
Partie primaire Enveloppe thermique.....	124
Partie secondaire.....	124

N

Normes.....	12
Numéro e-file.....	29, 30

O

Optimisation du variateur.....	243
--------------------------------	-----

P

Panne de réseau.....	182
Paramètres.....	243
Paramètres moteur.....	247
Plaque d'identification	
Partie primaire.....	221
Partie secondaire.....	222
Polarité du codeur.....	243
Polarité du système de mesure de longueur....	249
Précision de positionnement.....	185
Protection du bobinage.....	117
Protection ESD.....	118
Film de protection.....	118
Puissance	
Puissance continue.....	203
Puissance de récupération.....	205
Puissance de refroidissement.....	205
Puissance maximale.....	204
Puissance d'entraînement.....	203
Puissance dissipée.....	141
Puissance dissipée assignée.....	29

R

Raccordement électrique	
Connexion de puissance.....	109
Racleurs.....	178
Fournisseurs.....	268
Références de commande.....	91
Refroidissement.....	143
Chute de pression.....	153
Condensation.....	149
Conduites de liquide de refroidissement.....	157
Débit Produit réfrigérant.....	152
Enveloppe standard.....	143
Enveloppe thermique.....	144
Groupe de refroidissement.....	154
Parties secondaires.....	144
Pression maximale Circuit de refroidissement.....	150
Produit réfrigérant.....	145
Puissance dissipée.....	141
Température du liquide de refroidissement.....	149
Valeur pH.....	146
Réglage de la commutation.....	243, 251
Réglage et optimisation du circuit de régulation.....	256
Rendement.....	206
Résistance d'isolation.....	262
Résistance du bobinage.....	28
Résolution de position.....	185

Résolution de vitesse.....	185
Rigidité	
dynamique.....	188
statique.....	187

S

Surface du boîtier.....	169
Surtempérature finale.....	143
Surveillance de la température moteur.....	160
Système d'entraînement.....	15
Système d'entraînement électrique.....	15
Systèmes d'équilibrage de poids	
Fournisseurs.....	268
Systèmes de mesure de longueur.....	170
Câble du système de mesure.....	175
Critères de sélection.....	170
Formes.....	171
Fournisseurs.....	265
Montage.....	175
Précision de positionnement.....	174
Principes de mesure.....	171
Vitesse et accélération admissibles.....	174
Systèmes de recouvrement d'axe.....	178
Fournisseurs.....	266
Recouvrements par soufflet.....	178
Recouvrements par volet roulant.....	178
Recouvrements télescopiques.....	178

T

Tailles.....	125
TBTS (PELV).....	19
Technique de raccordement	
Capteur de température.....	117
Température ambiante.....	30
Température d'avertissement.....	30
Température d'entrée du liquide de refroidis- sement.....	30
Température d'entrée Liquide de refroidisse- ment.....	30
Température de désactivation.....	30
Température de l'air.....	165
Température de stockage.....	30
Température de transport.....	30
Température du bobinage.....	141
Tolérances de montage.....	71
traitement de l'eau de refroidissement.....	148
Transport aérien.....	227
Très basse tension de sécurité.....	19
Type de protection.....	30, 165

V

Vibration.....	168
Vitesse maximale.....	28
Vitesse nominale.....	28
Vue d'ensemble de la gamme de puissance.....	10

Notes

Bosch Rexroth AG
Electric Drives and Controls
P.O. Box 13 57
97803 Lohr, Germany
Bgm.-Dr.-Nebel-Str. 2
97816 Lohr, Germany
Tel. +49 9352 18 0
Fax +49 9352 18 8400
www.boschrexroth.com/electrics



R911341746

DOK-MOTOR*-MLF*****-PR04-FR-P