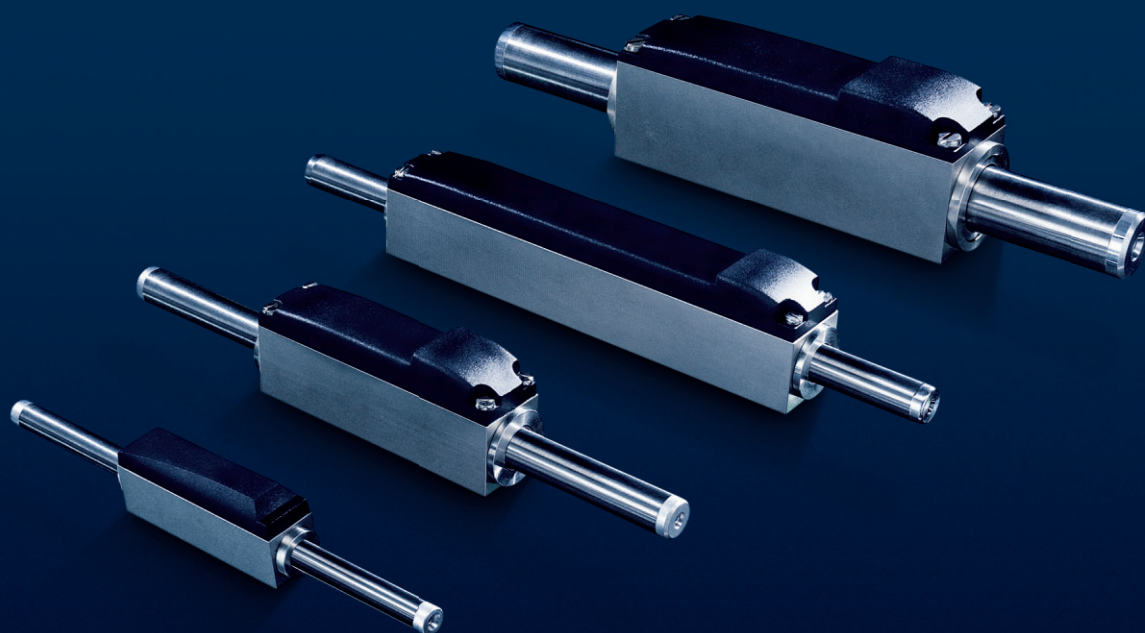


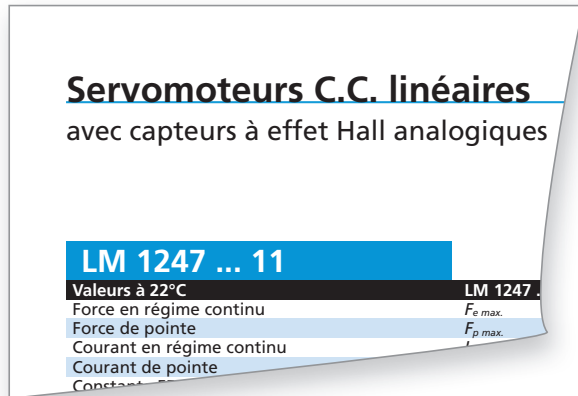
Servomoteurs C.C. linéaires

Informations Techniques



Servomoteurs C.C. linéaires

Informations techniques



Notes sur les données techniques

Toutes les valeurs à température ambiante de 22 °C.

Force continue $F_{e \max.}$ [N]

Force maximale délivrée par le moteur à la limite thermique en fonctionnement continu et avec une résistance thermique réduite R_{th2} de 55%.

$$F_{e \max.} = k_F \cdot I_{e \max.}$$

Force de pointe $F_{p \max.}$ [N]

Force maximale délivrée par le moteur à la limite thermique en fonctionnement intermittent (max. 1 s, 10 % du cycle d'exploitation) et avec une résistance thermique réduite R_{th2} de 55%.

$$F_{p \max.} = k_F \cdot I_{p \max.}$$

Courant continu $I_{e \max.}$ [A]

Consommation de courant maximale par le moteur à la limite thermique en fonctionnement continu et avec une résistance thermique réduite R_{th2} de 55%.

$$I_{e \max.} = \sqrt{\frac{T_{125} - T_{22}}{R \cdot (1 + \alpha_{22} \cdot (T_{125} - T_{22})) \cdot (R_{th1} + 0,45 \cdot R_{th2})}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$$

Courant de pointe $I_{p \max.}$ [A]

Consommation de courant maximale par le moteur à la limite thermique en fonctionnement intermittent (max. 1 s, 10 % du cycle d'exploitation) et avec une résistance thermique réduite R_{th2} de 55%.

Constante de FCME k_E [V/m/s]

Constante correspondant au rapport entre la tension induite dans les phases du moteur et la vitesse de mouvement linéaire.

$$k_E = \frac{2 \cdot k_F}{\sqrt{6}}$$

Constante de force k_F [N/A]

Constante correspondant au rapport entre la force moteur fournie et le courant de ligne du moteur avec commutation sinusoïdale.

Résistance finale entre phases R [Ω] $\pm 12\%$

Résistance mesurée entre deux phases moteur. Cette valeur est directement influencée par la température de la bobine (coefficient de température : $\alpha_{22} = 0,0038 \text{ K}^{-1}$).

Inductance terminale entre phases L [μH]

Inductance mesurée entre deux phases à 1 kHz.

Longueur de course $s_{\max.}$ [mm]

Les paramètres des fiches techniques sont valables uniquement si le mouvement de l'arbre se trouve dans la plage de course donnée, $s_{\max.}$. En alignant les centres axiaux de l'arbre et du stator, le mouvement autorisé est donc la moitié de la longueur totale de la course.

Reproductibilité σ_r [μm]

Différence typique mesurée en répétant plusieurs fois le même mouvement dans les mêmes conditions. Mesures faites avec un contrôleur de mouvement FDS (versions -01, 11) et un contrôleur de mouvement sin/cos de tiers (versions -02, 12).

Précision σ_a [μm]

Erreur typique de positionnement. Cette valeur correspond à la différence maximale entre la position définie et la position exacte mesurée du système. Mesures faites avec un contrôleur de mouvement FDS (versions -01, 11) et un contrôleur de mouvement sin/cos de tiers (versions -02, 12).

Accélération $a_{e \max.}$ [m/s^2]

Accélération maximale théorique sans charge depuis l'arrêt jusqu'au fonctionnement continu.

$$a_{e \max.} = \frac{F_{e \max.}}{m_m}$$

Vitesse $v_{e \max.}$ [m/s]

Vitesse maximale théorique sans charge depuis l'arrêt, avec un profil de vitesse triangulaire et une longueur de course maximale.

$$v_{e \max.} = \sqrt{a_{e \max.} \cdot s_{\max.}}$$

Résistance thermique R_{th1} ; R_{th2} [K/W]

R_{th1} correspond à la valeur entre la bobine et le boîtier.

R_{th2} correspond à la valeur entre le boîtier et l'air ambiant. Les valeurs affichées se rapportent à un moteur entièrement entouré d'air.

R_{th2} peut être réduite à l'aide d'un dissipateur thermique ou d'un système de ventilation forcée.

Servomoteurs C.C. linéaires

Informations techniques

Constantes de temps thermiques τ_{w1} ; τ_{w2} [s]

Constantes de temps thermiques définies respectivement de la bobine (τ_{w1}) et du boîtier (τ_{w2}).

Plage de températures d'utilisation [°C]

Températures d'utilisation minimum et maximum tolérables pour les moteurs.

Masse du slider m_m [g]

La masse normale (cylindre contenant les aimants).

Masse total m_t [g]

La masse totale du servomoteur C.C. linéaire.

Pas magnétique τ_m [mm]

Distance entre deux pôles égaux.

Paliers

Matériau et type de paliers.

Matériau du boîtier

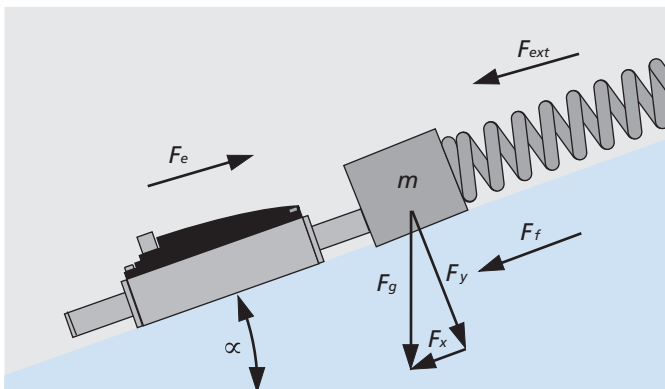
Matériau du boîtier du moteur.

Sens du mouvement

Le sens du mouvement est réversible et déterminé par l'électronique de commande.

Calcul des forces

Pour déplacer une masse sur une pente, le moteur doit fournir une force pour accélérer la charge et vaincre toutes les forces qui s'opposent au mouvement.



La somme de toutes les forces affichées dans le schéma ci-dessous doit être égale à :

$$\sum F = m \cdot a \quad [\text{N}]$$

Lorsqu'on entre les différentes forces dans cette équation, il en suit que :

$$F_e - F_{ext} - F_f - F_x = m \cdot a \quad [\text{N}]$$

où :

F_e :	Force continue fournie par le moteur	[N]
F_{ext} :	Force externe	[N]
F_f :	Force de friction $F_f = m \cdot g \cdot \mu \cdot \cos(\alpha)$	[N]
F_x :	Force parallèle $F_x = m \cdot g \cdot \sin(\alpha)$	[N]
m :	Masse totale (arbre inclus)	[kg]
g :	Accélération de gravité	[m/s ²]
a :	Accélération	[m/s ²]

Profils de vitesse

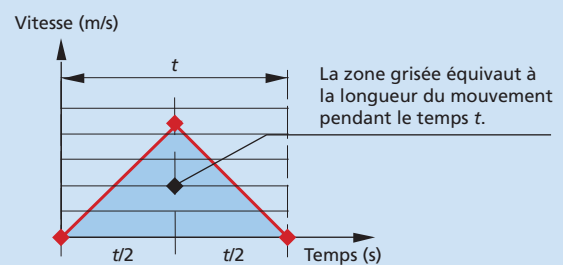
Le déplacement de n'importe quelle charge d'un point A à un point B est soumis aux lois de la cinématique.

Les équations d'un mouvement en ligne droite uniforme et d'un mouvement uniformément accéléré permettent de définir les différents profils de vitesse/temps.

Avant de calculer la force opérationnelle continue fournie par le moteur, il convient de définir un profil de vitesse représentant les différents mouvements de charge.

Profil de vitesse triangulaire

Le profil de vitesse triangulaire se compose simplement d'un temps d'accélération et de décélération.



Déplacement : $s = \frac{1}{2} \cdot v \cdot t = \frac{1}{4} \cdot a \cdot t^2 = \frac{v^2}{a} \quad [\text{m}]$

Vitesse : $v = 2 \cdot \frac{s}{t} = \frac{a \cdot t}{2} = \sqrt{a \cdot s} \quad [\text{m/s}]$

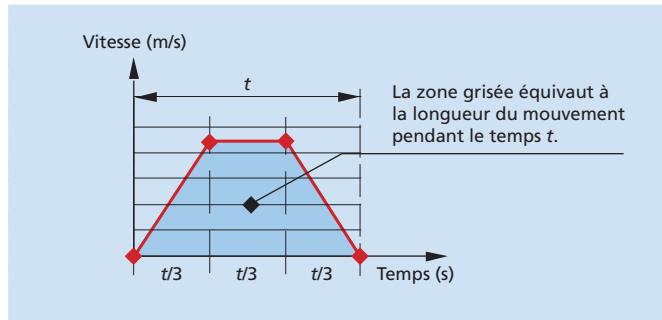
Accélération : $a = 4 \cdot \frac{s}{t^2} = 2 \cdot \frac{v}{t} = \frac{v^2}{s} \quad [\text{m/s}^2]$

Servomoteurs C.C. linéaires

Informations techniques

Profil de vitesse trapézoïdal

La division en trois parties (accélération, vitesse et décélération) du profil trapézoïdal permet un calcul simple et représente des cas d'application réels typiques.



Déplacement : $s = \frac{2}{3} \cdot v \cdot t = \frac{1}{4,5} \cdot a \cdot t^2 = 2 \cdot \frac{v^2}{a}$ [m]

Vitesse : $v = 1,5 \cdot \frac{s}{t} = \frac{a \cdot t}{3} = \sqrt{\frac{a \cdot s}{2}}$ [m/s]

Accélération : $a = 4,5 \cdot \frac{s}{t^2} = 3 \cdot \frac{v}{t} = 2 \cdot \frac{v^2}{s}$ [m/s²]

Comment choisir un servomoteur C.C. linéaire

Cette section décrit étape par étape comment choisir un servomoteur C.C. linéaire.

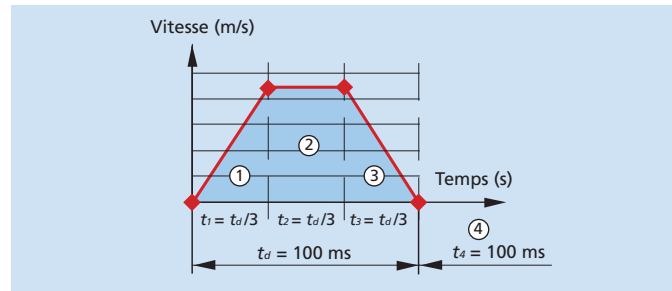
Définition du profil de vitesse

Pour commencer, il est indispensable de définir le profil de vitesse des mouvements de la charge.

Les caractéristiques de mouvement sont les premiers points à considérer. Quelle est la vitesse maximale ? Comment la masse doit-elle être accélérée ? Quelle distance la masse doit-elle parcourir ? Quelle est la durée du temps de pause ?

Dans le cas où les paramètres de déplacement ne sont pas clairement définis, il est conseillé d'utiliser un profil triangulaire ou trapézoïdal.

Supposons une masse totale de 500 g qui doit être déplacée de 20 mm en 100 ms sur une pente ayant une inclinaison grimpante de 20° avec un profil de vitesse trapézoïdal.



	Unité	①	②	③	④
s (déplacement)	m	0,005	0,01	0,005	0
v (vitesse)	m/s	0 ... 0,3	0,3	0,3 ... 0	0
a (accélération)	m/s ²	9,0	0	-9,0	0
t (temps)	s	0,033	0,033	0,033	0,100

Exemple de calcul

Vitesse et accélération de la partie ①

$$v_{max} = 1,5 \cdot \frac{s}{t} = 1,5 \cdot \frac{20 \cdot 10^{-3}}{100 \cdot 10^{-3}} = 0,3 \text{ m/s}$$

$$a = 4,5 \cdot \frac{s}{t^2} = 4,5 \cdot \frac{20 \cdot 10^{-3}}{(100 \cdot 10^{-3})^2} = 9 \text{ m/s}^2$$

Définition des forces

En partant d'une charge totale de 500 g et d'un coefficient de friction de 0,2, il en résulte les forces suivantes :

Force	Unité	Symbole	avant				arrière			
			①	②	③	④	①	②	③	④
Friction	N	F_f	0,94	0,94	0,94	-0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
Parallèle	N	F_x	1,71	1,71	1,71	1,71	-1,71	-1,71	-1,71	-1,71
Accélération	N	F_a	4,5	0	-4,5	0	4,5	0	-4,5	0
Total	N	F_t	7,15	2,65	-1,85	0,77	3,73	-0,77	-5,27	-0,77

Exemple de calcul

Forces de friction et d'accélération de la partie ①

$$F_f = m \cdot g \cdot \mu \cdot \cos(\alpha) = 0,5 \cdot 10 \cdot 0,2 \cdot \cos(20^\circ) = 0,94 \text{ N}$$

$$F_a = m \cdot a = 0,5 \cdot 9 = 4,5 \text{ N}$$

Choix du moteur

Maintenant que les forces des trois parties du profil sont connues, les forces de pointe et continue nécessaires peuvent être calculées en fonction des durées de chaque partie.

$$F_p = \max. (|7,15|, |2,65|, |-1,85|, |0,77|, |3,73|, |-0,77|, |-5,27|, |-0,77|) = 7,15 \text{ N}$$

La force de pointe est la force la plus élevée atteinte pendant le cycle de mouvement.

Servomoteurs C.C. linéaires

Informations techniques

La force continue est représentée par l'expression :

$$F_e = \sqrt{\frac{\sum (t \cdot F_t^2)}{2 \cdot \sum t}} = \dots$$

$$F_e = \sqrt{\frac{0,033 \cdot 7,15^2 + 0,033 \cdot 2,65^2 + 0,033 \cdot (-1,85)^2 + 0,1 \cdot 0,77^2 + 0,033 \cdot 3,73^2 + 0,033 \cdot (-0,77)^2 + 0,033 \cdot (-5,27)^2 + 0,1 \cdot (-0,77)^2}{2 \cdot (0,033 + 0,033 + 0,033 + 0,1)}} = 2,98 \text{ N}$$

À l'aide de ces deux valeurs, il est à présent possible de choisir le moteur adapté à l'application.

Servomoteur C.C. linéaire **LM 1247-020-11**

$s_{max.} = 20 \text{ mm}$; $F_{e \text{ max.}} = 3,6 \text{ N}$; $F_{p \text{ max.}} = 10,7 \text{ N}$

Calcul de la température de la bobine

Pour obtenir la température de la bobine, il faut calculer le courant continu du moteur. En partant pour cet exemple d'une constante de force k_F égale à 6,43 N/A, il en résulte :

$$I_e = \frac{F_e}{k_f} = \frac{2,98}{6,43} = 0,46 \text{ A}$$

Avec une résistance électrique de 13,17 Ω , une résistance thermique totale de 23,2 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ($R_{th1} + R_{th2}$) et une résistance thermique réduite R_{th2} de 55% ($0,45 \cdot R_{th2}$), la température de bobine qui en résulte est :

$$T_c(I) = \frac{R \cdot (R_{th1} + 0,45 \cdot R_{th2}) \cdot \left(I_e \cdot \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}\right)^2 \cdot (1 - \alpha_{22} \cdot T_{22}) + T_{22}}{1 - \alpha_{22} \cdot R \cdot (R_{th1} + 0,45 \cdot R_{th2}) \cdot \left(I_e \cdot \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}\right)^2} = \dots$$

$$T_c(I) = \frac{13,17 \cdot (3,2 + 0,45 \cdot 20,0) \cdot \left(0,46 \cdot \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}\right)^2 \cdot (1 - 0,0038 \cdot 22) + 22}{1 - 0,0038 \cdot 13,17 \cdot (3,2 + 0,45 \cdot 20,0) \cdot \left(0,46 \cdot \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}\right)^2} = 85,26 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Servomoteurs C.C. linéaires

Informations techniques

Courbes caractéristiques du moteur

Profil de mouvement :

trapézoïdal ($t_1 = t_2 = t_3$), en avant et en arrière

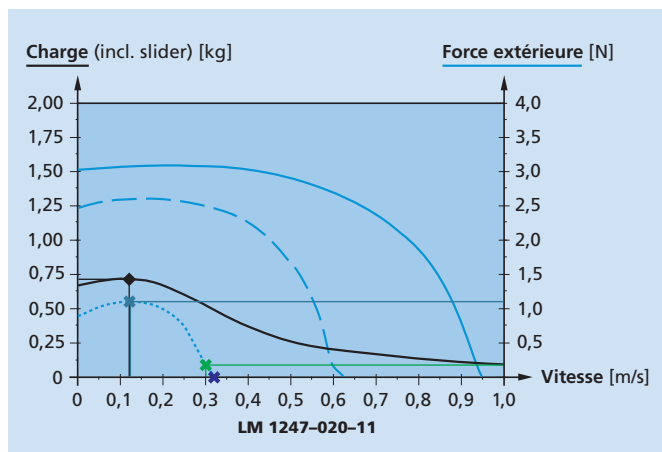
Courbes caractéristiques d'un servomoteur C.C. linéaire avec les paramètres suivants :

Course : 20 mm

Coefficient de friction : 0,2

Inclinaison de la pente : 20°

Temps de pause : 0,1 s



Courbe de charge

Elle permet de connaître la charge maximale applicable (arbre inclus) pour une vitesse donnée et une force externe de 0 N.

Le schéma montre qu'une charge maximale (arbre inclus) (◆) de 0,72 kg peut être appliquée pour une vitesse de 0,125 m/s.

Courbe de force externe

Elle permet de connaître la force externe maximale applicable pour une vitesse donnée et une charge de

- 0,1 kg —————
 - 0,2 kg - - - - -
 - 0,5 kg - - - - -

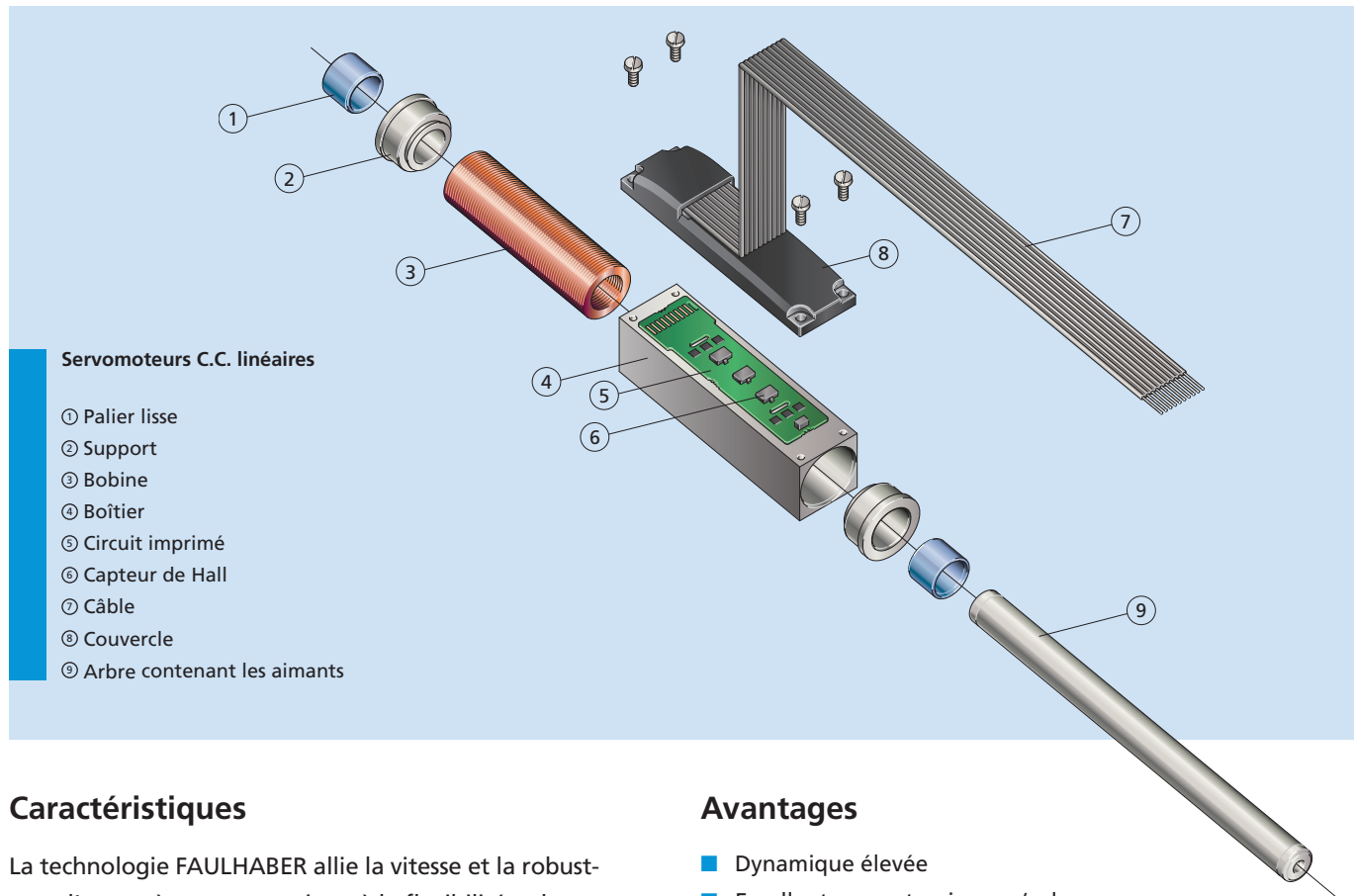
Compte-tenu de la courbe de 0,5 kg, le schéma montre que la vitesse maximale réalisable sans forces externes mais avec une charge de 0,5 kg est de 0,32 m/s (✕).

La force externe maximale applicable (✕) à une vitesse de 0,3 m/s est de 0,17 N.

La force de pointe externe (✕) est atteinte à une vitesse de 0,125 m/s, ce qui correspond à une force externe maximale applicable de 1,1 N.

Les courbes caractéristiques du moteur dépendent des paramètres du mouvement (profil de vitesse, distance de déplacement, coefficient de friction, inclinaison de la pente et temps de pause). Les courbes caractéristiques du moteur changent donc si une ou plusieurs de ces données d'entrée sont modifiées. En comparant le diagramme ci-dessus avec celui présenté dans la fiche technique du LM 1247-020-11, on constate immédiatement qu'avec le même moteur linéaire, on obtient des courbes différentes en modifiant uniquement l'inclinaison de la pente (dans l'exemple 20°, sur la fiche technique 0°).

Servomoteurs C.C. linéaires



Caractéristiques

La technologie FAULHABER allie la vitesse et la robustesse d'un système pneumatique à la flexibilité et la fiabilité intrinsèques à un moteur linéaire.

Sa structure innovante avec une bobine 3 phases auto-portante et un corps métallique amagnétique lui confère des performances exceptionnelles. Grâce à l'absence de force statique résiduelle et au rapport linéaire force/courant, ces moteurs sont particulièrement adaptés à des applications de micropositionnement.

Le contrôle de positionnement des servomoteurs C.C. linéaires est facile à mettre en œuvre au moyen des capteurs à effet Hall intégrés.

La durée de vie des servomoteurs C.C. linéaires dépend avant tout de la durée de vie des paliers lisses en polymère. Leur usure peut varier en fonction de la vitesse de fonctionnement et de la charge appliquée.

Avantages

- Dynamique élevée
- Excellent rapport puissance/volume
- Aucune force résiduelle
- Boîtier en métal amagnétique
- Construction compacte et robuste
- Ne nécessite pas de lubrification
- Installation et configuration simples

Code de produit



LM	Moteur linéaire
12	Largeur moteur □ [mm]
47	Longueur moteur [mm]
020	Déplacement [mm]
11	Type de capteurs: linéaire

LM1247-020-11

Plus d'informations



[faulhaber.com](https://www.faulhaber.com)



[faulhaber.com/facebook](https://www.faulhaber.com/facebook)



[faulhaber.com/youtubeFR](https://www.faulhaber.com/youtubeFR)



[faulhaber.com/linkedin](https://www.faulhaber.com/linkedin)



[faulhaber.com/instagram](https://www.faulhaber.com/instagram)

Version:

17ième édition, 2022

Copyright

Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG
Daimlerstr. 23 / 25 · 71101 Schönaich

Tous droits réservés, également ceux de la traduction. Sauf autorisation préalable écrite et formelle accordée par la société Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG, aucune partie de ce document ne peut être copiée, reproduite, enregistrée ou traitée dans un système informatique, ni transmise sous quelque forme que ce soit.

Ce document a été élaboré avec soin. Cependant, la société Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG n'assume aucune responsabilité pour les éventuelles erreurs qu'il contient ni pour ses conséquences. De même, la société n'assume aucune responsabilité pour les dommages directs ou résultant d'une utilisation incorrecte des produits.

Sous réserve de modifications. Vous pouvez retrouver la version la plus récente de ce document sur le site internet de FAULHABER: www.faulhaber.com