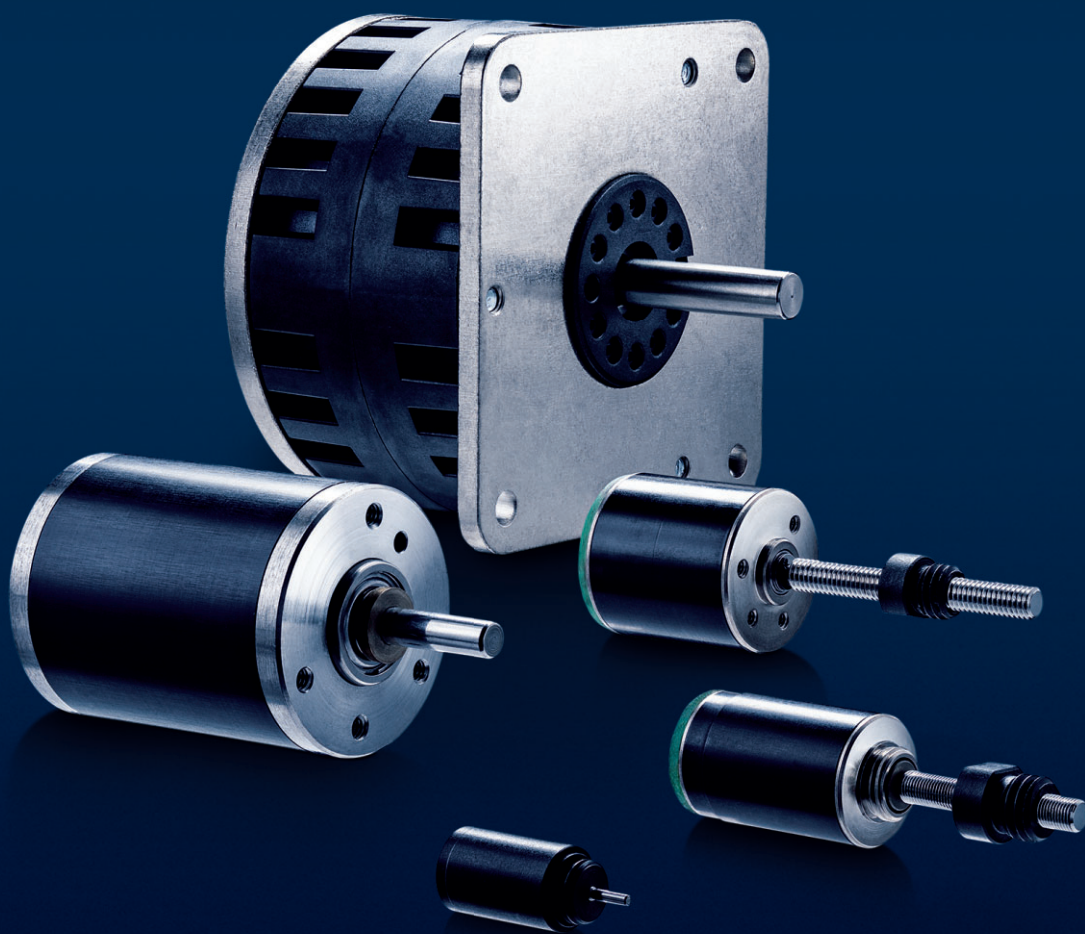


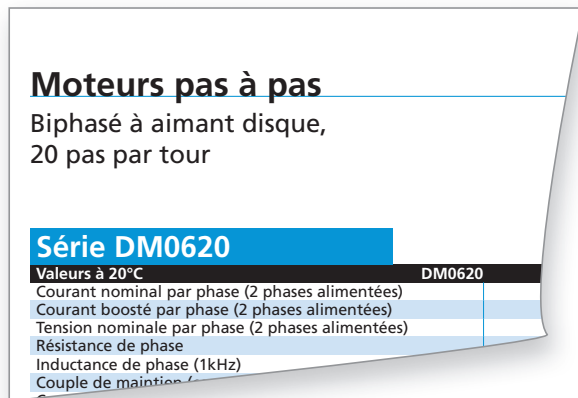
Moteurs pas à pas

Informations Techniques



Moteurs pas à pas

Informations techniques



Remarques sur la fiche technique

Courant nominal par phase [A]

Courant fourni aux phases du moteur sans dépasser les limites thermiques du moteur à une température ambiante de 20 °C.

Courant boosté par phase [A]

Courant maximal pouvant être fourni aux phases du moteur pendant une courte période pour ne pas dépasser la capacité thermique du moteur.

Tension nominale par phase [V]

Tension nécessaire pour atteindre le courant nominal par phase.

Résistance de phase [Ω]

Résistance de bobinage par phase. Tolérance +/- 12%.

Inductance de phase [mH]

Inductance de bobinage par phase, mesurée à 1 kHz.

Couple de maintien [mNm]

Couple généré par le moteur au courant nominal.

Couple de maintien à courant boosté [mNm]

Couple généré par le moteur au courant boosté. Le circuit magnétique du moteur n'est pas affecté par ce courant boosté. Cependant, afin d'éviter une surcharge thermique, le moteur ne doit être boosté que de manière intermittente.

Couple résiduel typ. [mNm]

Couple typique à appliquer à l'arbre pour le faire tourner, moteur non alimenté. Le couple résiduel permet de maintenir une position sans courant afin de ménager la batterie ou pour réduire la température du moteur.

Amplitude de la FCEM [V/k pas/s]

Amplitude de la force contre-électromotrice, mesurée à 1 000 pas/s.

Constante de temps électrique [ms]

Temps nécessaire pour établir 63 % du courant de phase maximal possible à un point de fonctionnement donné.

Inertie du rotor [kgm²]

Cette valeur représente l'inertie du rotor complet.

Pas angulaire (pas entier) [degrés]

Nombre de degrés angulaires que le moteur parcourt par pas entier.

Précision angulaire [% de pas entier]

Erreur de position en pourcentage par pas entier, sans charge et au courant nominal.

Cette erreur n'est pas cumulative entre les pas.

Accélération angulaire max. [rad/s²]

Accélération maximale pouvant être atteinte par le moteur en mode boosté sans aucune charge au rotor.

$$\alpha_{max} = \frac{M_{boosted}}{J}$$

Vitesse jusqu'à [min⁻¹]

La vitesse max. recommandée du moteur. Le dépassement de cette vitesse pourrait affecter l'intégrité du moteur.

Fréquence de résonance (sans charge) [Hz]

Fréquence de pas à laquelle le moteur sans charge entre en résonance. La fréquence de résonance dépend de la charge. Pour obtenir les meilleurs résultats, il est recommandé de démarrer le moteur à une fréquence supérieure ou dans un mode demi-pas ou micro-pas en dehors de la fréquence donnée.

$$f = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{M}{J}}$$

Résistance thermique [K/W]

R_{th1} correspond à la résistance thermique entre la bobine et le boîtier. R_{th2} correspond à la résistance thermique entre le boîtier et l'air ambiant. R_{th2} peut être réduite en permettant un échange de chaleur entre le moteur et l'air ambiant (par exemple à l'aide d'un dissipateur thermique ou d'un système de ventilation forcée). Si seulement une valeur est fournie, R_{th} , elle correspond à la résistance entre la bobine et l'air.

Constante de temps thermique [s]

Temps nécessaire au bobinage ou respectivement au boîtier pour atteindre une température égale à 63 % de la température finale après stabilisation.

Température d'utilisation [°C]

Plage de température au sein de laquelle le moteur peut fonctionner.

Température de bobinage max. [°C]

Température maximale supportée par les bobinages et les aimants.

Moteurs pas à pas

Informations techniques

Paliers de l'arbre

Des paliers à manchons frittés auto-lubrifiés ou des roulements à billes précontraints sont disponibles.

Charge max. sur l'arbre [N]

Charge de l'arbre de sortie pour un diamètre d'arbre de sortie avant spécifié. Les valeurs de charge et de durée de vie pour les moteurs munis de roulements à billes sont conformes aux valeurs indiquées par les fabricants de roulements. Cette valeur ne s'applique pas à la deuxième extrémité de l'arbre (arbre postérieur). Dans le cas de roulements à billes, le dépassement de la précontrainte des paliers peut provoquer un déplacement réversible de l'arbre d'environ 200 µm.

Jeu max. de l'arbre [mm]

Jeu mesuré entre l'arbre et les paliers.

Matériau du boîtier

Matériau du boîtier du moteur.

Masse [g]

Masse du moteur en grammes.

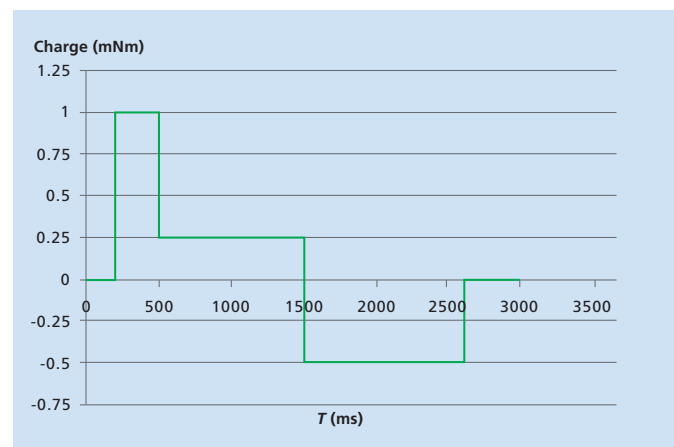
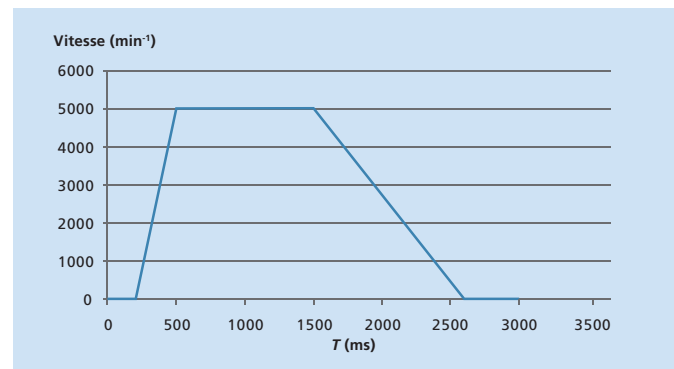
Matériau de l'aimant

Type de base de l'aimant utilisé dans le moteur standard.

Les profils de vitesse et de charge du mouvement utilisés dans cet exemple sont illustrés ci-dessous.

Selon la taille du moteur sélectionné pour l'application, il est également nécessaire de recalculer les paramètres de charge en tenant compte de l'inertie du moteur.

Dans le cas présent, il est supposé qu'un moteur d'un diamètre extérieur maximal de 15 mm s'avère adapté et que les données ont été calculées avec l'inertie de l'AM1524.



Sélection d'un moteur pas à pas

Le choix d'un moteur pas à pas s'effectue à l'aide des courbes couple/vitesse publiées, basées sur les paramètres de charge.

Un dimensionnement mathématique du moteur sans ces courbes est impossible.

Pour choisir un moteur, les paramètres suivants doivent être connus :

- Profil de mouvement
- Friction et inertie de la charge
- Résolution requise
- Espace disponible
- Tension d'alimentation électrique disponible

1. Définition des paramètres de charge sur l'arbre du moteur

L'objectif de cette étape est de déterminer un profil de vitesse nécessaire pour exécuter un mouvement pendant la période définie et de calculer le couple moteur pour le cycle entier à l'aide des paramètres de charge de l'application tels que la friction et l'inertie de la charge.

Moteurs pas à pas

Informations techniques

2. Vérification du fonctionnement du moteur.

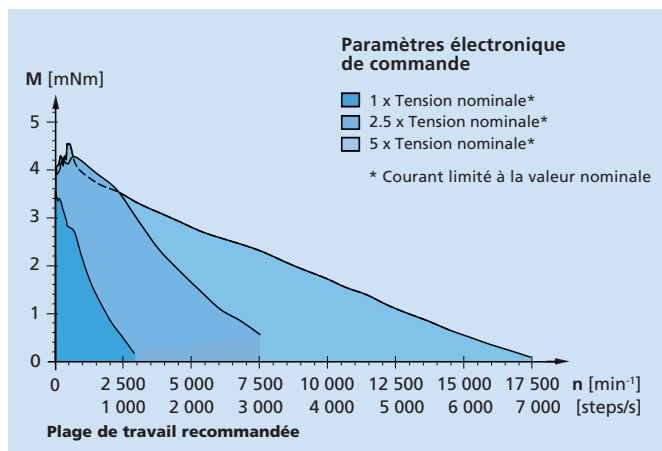
Dans cette application, le point couple/vitesse le plus élevé se trouve à la fin de la phase d'accélération. La vitesse la plus élevée est alors $n = 5000 \text{ min}^{-1}$ et le couple est de $M = 1 \text{ mNm}$.

À l'aide de ces paramètres, vous pouvez transférer le point dans les courbes couples/vitesse du moteur, comme présenté ici avec les courbes de l'AM1524.

Afin d'assurer le bon fonctionnement du moteur dans l'application, il est fortement recommandé d'appliquer une marge de dimensionnement de 30 % lors du calcul de couple. Dans l'exemple présenté, le moteur satisfait pleinement aux conditions requises de l'application.

L'utilisation d'une tension d'alimentation plus élevée (généralement 2,5 à 5 fois supérieure à la tension nominale) fournit un couple supérieur pour une vitesse plus élevée (voir les courbes couple/vitesse).

Si aucune solution n'est trouvée, il est possible d'adapter les paramètres de charge vus par le moteur en utilisant un réducteur.



3. Vérification de la résolution

Il est supposé que l'application nécessite une résolution angulaire de 9° .

Le moteur sélectionné (AM1524) dispose d'un angle de pas entier de 15° , valeur supérieure aux besoins de l'application. Il peut être utilisé en mode demi-pas, ou en mode micro-pas. Le fonctionnement en mode micro-pas permet d'accroître davantage la résolution. Toutefois, la précision diminue car l'erreur angulaire (exprimée en % du pas entier) reste identique, indépendamment du nombre de micro-pas.

Par conséquent, la solution habituelle permettant d'adapter la résolution du moteur aux exigences de l'application consiste à utiliser un réducteur ou une vis lorsqu'un mouvement linéaire est requis.

4. Fonctionnement à basse vitesse

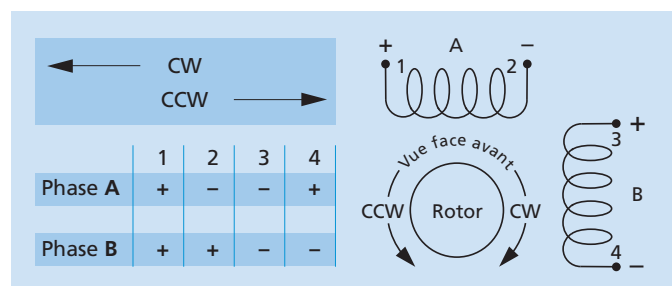
Tous les moteurs pas à pas présentent une fréquence de résonance. Celle-ci est typiquement en dessous de 100 Hz. À cette fréquence, les moteurs pas à pas présentent des perturbations incontrôlées de la vitesse et du sens de rotation, ainsi qu'une diminution du couple. Ainsi, si l'application nécessite une vitesse inférieure ou égale à la fréquence de résonance, il est recommandé de faire fonctionner le moteur en mode micro-pas, sachant que le résultat obtenu sera d'autant meilleur que le nombre de micro-pas est élevé. Ceci permet de diminuer considérablement l'effet de résonance et d'obtenir un contrôle de vitesse plus souple.

5. Vérification dans l'application

Tout dimensionnement reposant sur de telles observations doit ensuite être vérifié dans l'application finale, dans des conditions réelles. Veuillez vous assurer que tous les paramètres de charge sont bien pris en compte durant ce test.

Sens de rotation

Tous les moteurs tourneront dans le sens antihoraire si la séquence de commutation suivante est utilisée : 1.A+B+ 2.A-B+ 3.A-B- 4.A+B-. La seule exception est l'AM1524 qui fonctionne dans le sens horaire avec la séquence de commutation ci-dessus.



Moteurs pas à pas

Informations techniques

Notes générales d'application

En principe, chaque moteur pas à pas peut fonctionner en trois modes : pas entier (une ou deux phases activées), demi-pas ou micro-pas.

Le couple de maintien est identique pour chaque mode à condition que la puissance dissipée (perte I^2R) soit la même. La théorie est habituellement présentée pour un modèle de moteur de base avec deux phases et une paire de pôles, pour lequel l'angle mécanique et l'angle électrique sont égaux.

- En mode pas entier (1 phase activée), les phases sont alimentées en tension successivement, de la manière suivante : 1. A+ 2. B+ 3. A- 4. B-.
- Le mode demi-pas est obtenu en alternant 1 phase activée et 2 phase activées, ce qui résulte en 8 demi-pas par cycle électrique : 1. A+ 2. A+B+ 3. B+ 4. A-B+ 5. A- 6. A-B- 7. B- 8. A+B-.
- Si chaque demi-pas doit fournir le même couple de maintien, le courant par phase doit être multiplié par $\sqrt{2}$ chaque fois qu'une 1 seule phase est alimentée.

Le mode micro-pas présente deux avantages essentiels : un bruit de fonctionnement plus faible et une résolution supérieure. Ces deux avantages dépendent du nombre de micro-pas par pas entier, lui-même limité par les capacités du contrôleur.

Comme expliqué plus haut, pour un cycle électrique ou un tour du vecteur de champ (4 pas entiers), le l'électronique de contrôle doit fournir des valeurs de courant distinctes dont le nombre est proportionnel à celui de micro-pas par pas entier.

Par exemple, 8 micro-pas nécessitent 8 valeurs différentes qui, en phase A, passeraient du courant nominal à zéro selon la fonction cosinus de 0° à 90° et, en phase B, passeraient de zéro au courant nominal selon la fonction sinus.

Ces valeurs sont mémorisées et appelées par le programme contrôlant le pilote hacheur. La position cible du rotor est définie par la somme vectorielle des couples générés en phases A et B :

$$M_A = k \cdot I_A = k \cdot I_o \cdot \cos \varphi$$

$$M_B = k \cdot I_B = k \cdot I_o \cdot \sin \varphi$$

avec M = couple moteur, k = constante de couple et I_o = courant nominal de la phase.

Pour un moteur sans charge, l'erreur de positionnement est la même en mode pas entier, demi-pas et micro-pas et elle dépend des distorsions de la fonction sinusoïdale du couple moteur dues au couple de détente, à la saturation ou aux tolérances de construction (et donc à la position actuelle du rotor) et de la précision des valeurs de courant de phase.

Moteurs pas à pas

Structure principale

Biphasé

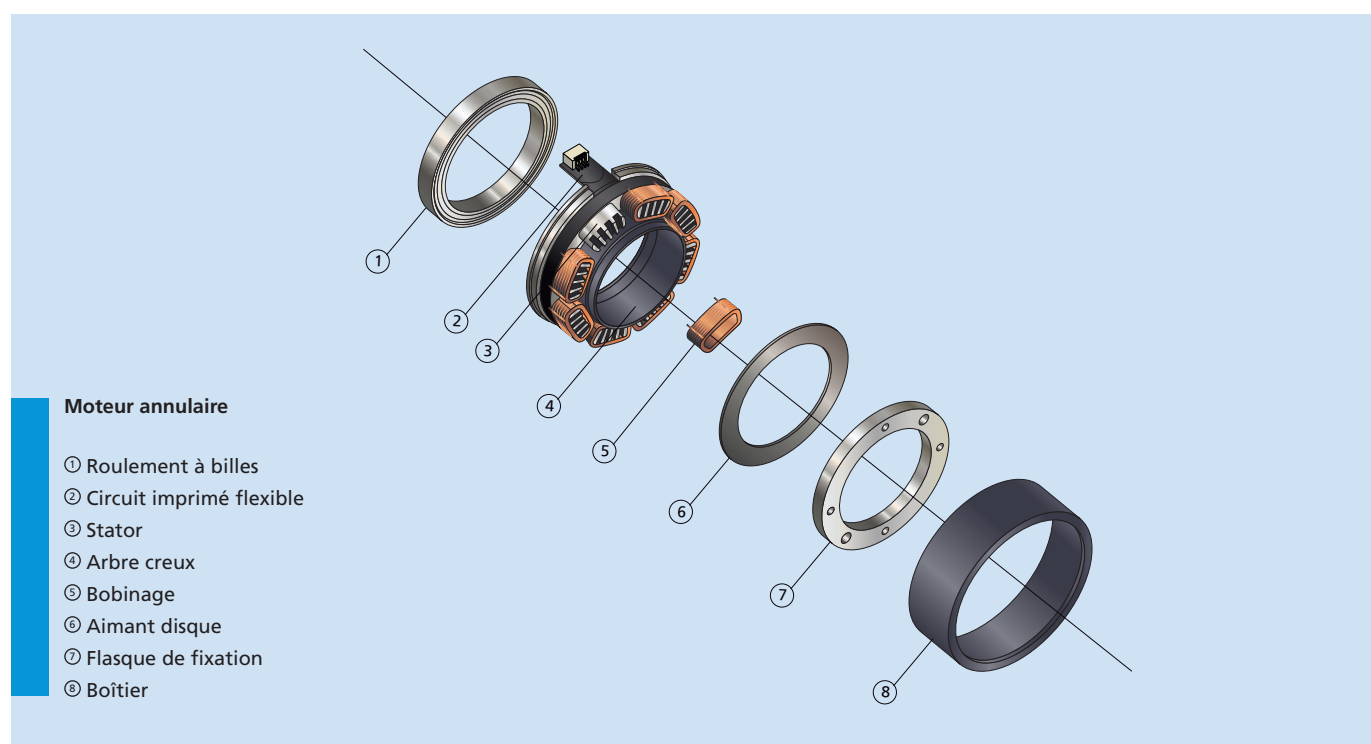
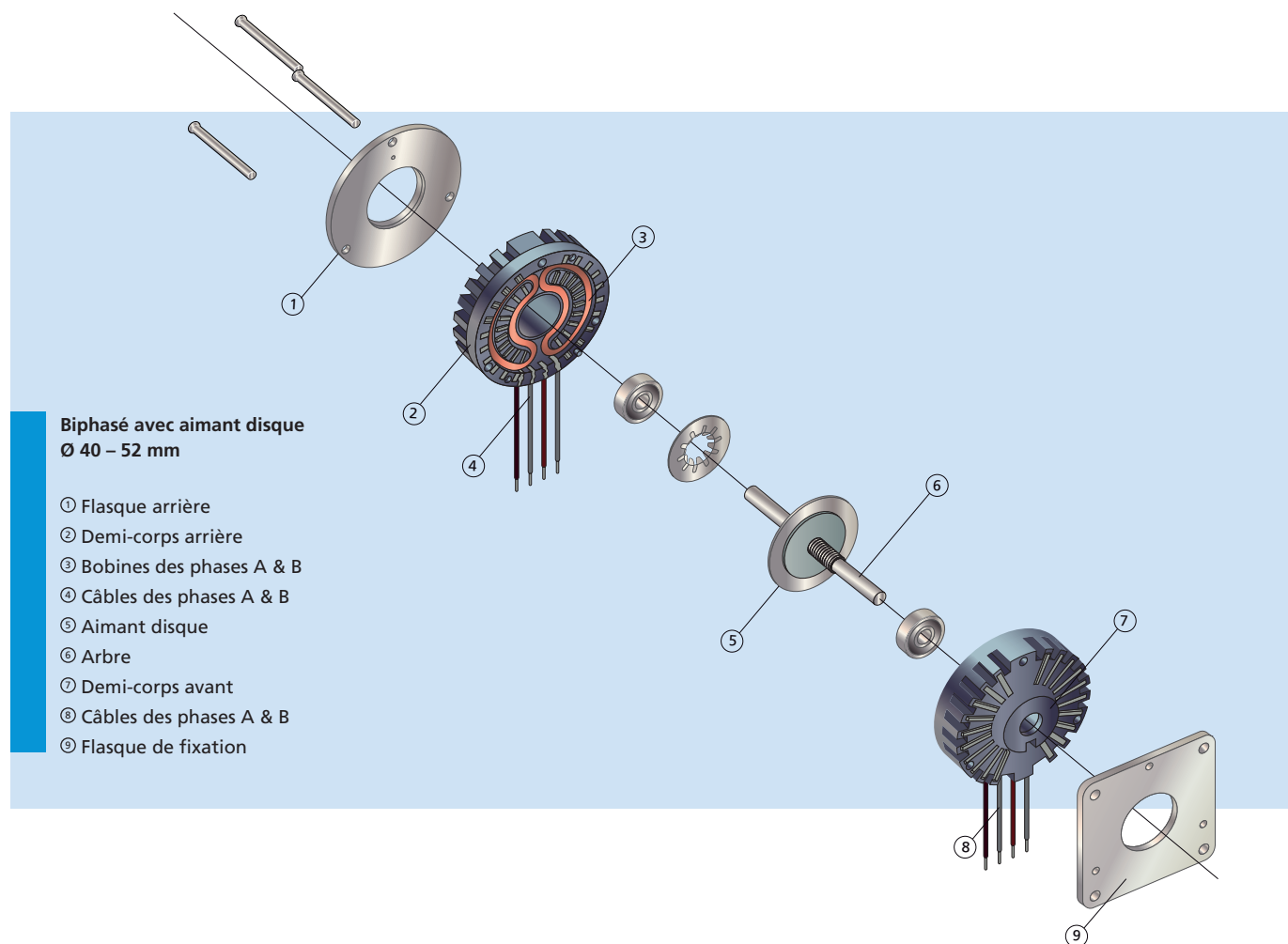
- ① Rondelle de butée
- ② Rondelle
- ③ Circuit imprimé
- ④ Roulement à billes
- ⑤ Couvercle arrière avec stator extérieur
- ⑥ Bobinage (Phase A)
- ⑦ Stator intérieur
- ⑧ Rotor
- ⑨ Aimants
- ⑩ Arbre de sortie
- ⑪ Boîtier
- ⑫ Bobinage (Phase B)
- ⑬ Couvercle avant avec stator extérieur

Biphasé avec aimant disque Ø 6 et 12 mm

- ① Rondelle de butée
- ② Circuit imprimé
- ③ Couvercle arrière avec stator
- ④ Bobinage
- ⑤ Boîtier
- ⑥ Entretoise
- ⑦ Aimant disque
- ⑧ Arbre de sortie
- ⑨ Couvercle avant
- ⑩ Palier en métal fritté

Moteurs pas à pas

Structure principale



Moteurs pas à pas – technologie biphasé à aimant permanent

Les moteurs pas à pas FAULHABER sont des moteurs biphasés multipolaires avec aimants permanents. L'emploi d'aimants en terres rares offre un très bon rapport puissance/volume. La conception de leur rotor à l'inertie très faible les rend parfaitement adaptés aux applications nécessitant une très forte accélération ou un changement de direction très rapide et leur permet de démarrer dès le premier pas à une vitesse donnée, réduisant ainsi le temps nécessaire à la rampe d'accélération. Courts et légers, ces moteurs peuvent être utilisés dans des systèmes hautement intégrés.

Grâce à leur conception robuste, ils peuvent être choisis pour les conditions d'utilisation les plus difficiles. Le fonctionnement en pas entier, demi-pas ou micro-pas permet d'obtenir un contrôle de vitesse et de position précis en boucle ouverte.

Les moteurs pas à pas FAULHABER peuvent être combinés avec des vis ou des réducteurs pour atteindre des points de fonctionnement aujourd'hui inégalés sur le marché.

Variantes de la série

DM0620	AM2224R3
AM0820	DM40100R
AM1020	DM52100S
DM1220	DM52100R
AM1524	DM52100N
AM2224	DM66200H

Particularités clés

Diamètre extérieur	6 ... 66 mm
Longueur du moteur	9,5 ... 32,6 mm
Nombre de pas par tour	20 / 24 / 100 / 200
Couple de maintien (boosté)	0,25 (0,39) ... 307 (581) mNm



DM 0620 2R 0080 11

Code de produit

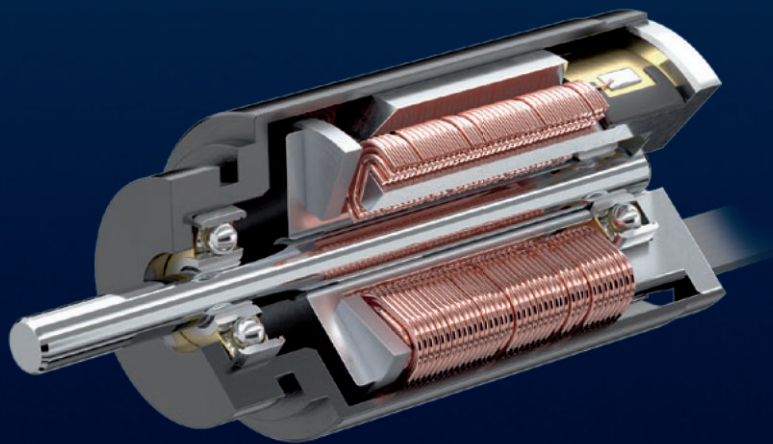
DM	Conception du moteur
06	Diamètre du moteur [mm]
20	Pas par tour
–	Version (si applicable)
2R	Paliers
0080	Bobinage
11	Exécution du moteur

WE CREATE MOTION

FAULHABER Moteurs pas à pas

Avantages de cette série en un coup d'œil

- Solution d'entraînement économique pour du positionnement précis sans codeur
- Densité de puissance élevée
- Très forte accélération
- Capacité de changement de direction très rapide
- Longue durée de vie opérationnelle
- Grande plage de températures de fonctionnement
- Plage de vitesse jusqu'à 16 000 min⁻¹ avec mode de courant pilote hacheur
- Fonctionnement en pas entier, demi-pas ou micro-pas possible



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