

Codeurs  
Informations Techniques



## Codeurs

### Informations techniques

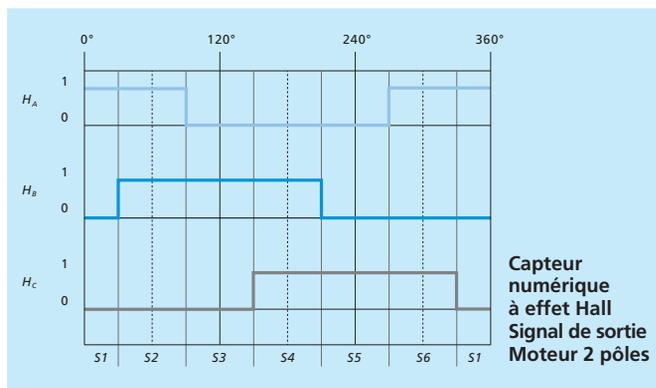
#### Informations générales

Les moteurs FAULHABER sont disponibles avec différents capteurs et codeurs pour fournir des solutions adaptées à un large éventail d'applications d'entraînement, allant de la régulation de vitesse au positionnement de haute précision.

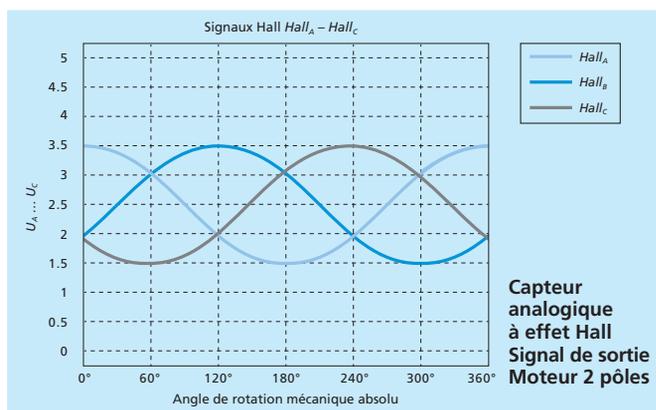
#### Capteurs et codeurs

Les moteurs FAULHABER sont proposés avec des capteurs et des codeurs. Un codeur est un capteur de mesure angulaire généralement utilisé pour le contrôle de vitesse ou de position.

Le terme « capteur » désigne un capteur numérique ou analogique à effet Hall qui, dans les moteurs C.C. sans balais de FAULHABER, est généralement directement intégré sur le circuit imprimé du moteur. Les capteurs numériques à effet Hall sont utilisés principalement pour la commutation des moteurs C.C. sans balais et pour une régulation de vitesse simplifiée. Presque tous les moteurs C.C. sans balais de FAULHABER sont équipés par défaut de trois capteurs numériques à effet Hall intégrés.



De plus, des capteurs analogiques à effet Hall sont généralement disponibles en option.



En raison de la résolution supérieure, les capteurs analogiques à effet Hall peuvent également être utilisés pour un

contrôle précis de la vitesse ou de la position et constituent ainsi une alternative particulièrement économique, légère et compacte par rapport aux codeurs. L'option des capteurs analogiques à effet Hall se trouve dans les fiches techniques des moteurs sous « Combinaison contrôleur ». Avec cette option, un codeur n'est pas nécessaire. Grâce aux avantages en termes d'espace et de coût qu'ils représentent, les capteurs analogiques à effet Hall sont une solution privilégiée pour la plupart des applications de positionnement avec des moteurs C.C. sans balais. Si cette option est sélectionnée, il est recommandé d'utiliser les capteurs avec les contrôleurs de FAULHABER car la conception de ces derniers est parfaitement adaptée aux signaux de Hall analogiques.

#### Fonctionnalités

##### Principe de mesure

Les capteurs et codeurs FAULHABER utilisent les principes de mesure magnétique ou optique. Les codeurs magnétiques sont insensibles à la poussière, à l'humidité et aux chocs thermiques ou mécaniques. Dans les codeurs magnétiques, des capteurs sont utilisés pour déterminer les changements du champ magnétique. Le champ magnétique est modifié par le mouvement d'un objet magnétique. Il peut s'agir de l'aimant du moteur ou de l'aimant d'un capteur supplémentaire avec un dispositif de mesure, fixé sur l'arbre du moteur. Avec les codeurs, un aimant de capteur supplémentaire est généralement nécessaire.

Dans le cas des capteurs analogiques ou numériques à effet Hall intégrés, le mouvement de l'aimant du rotor dans le moteur peut être mesuré directement. Avec les capteurs à effet Hall intégrés, un aimant supplémentaire est généralement nécessaire pour le capteur.

Les codeurs optiques se caractérisent par une précision de positionnement et une répétabilité très élevées et par une très grande qualité du signal grâce à l'élément de mesure précis. De plus, ils sont insensibles aux interférences magnétiques. Dans les codeurs optiques, un disque à code avec un dispositif de mesure est fixé sur l'arbre du moteur. On distingue les codeurs optiques réfléchissants et transmissifs. Dans les codeurs réfléchissants, la lumière d'une LED est renvoyée sur le disque à code par une surface réfléchissante et récupérée par des photodétecteurs. Les codeurs optiques réfléchissants sont particulièrement compacts car la diode électroluminescente, les photodétecteurs et les composants électroniques peuvent être montés sur le même circuit imprimé, voire sur la même puce. C'est pourquoi FAULHABER utilise principalement des codeurs optiques réfléchissants. Dans les codeurs transmissifs, la lumière de la LED traverse les fentes du disque à code, elle est récupérée par les photodétecteurs de l'autre côté du disque (processus de transmission de lumière).

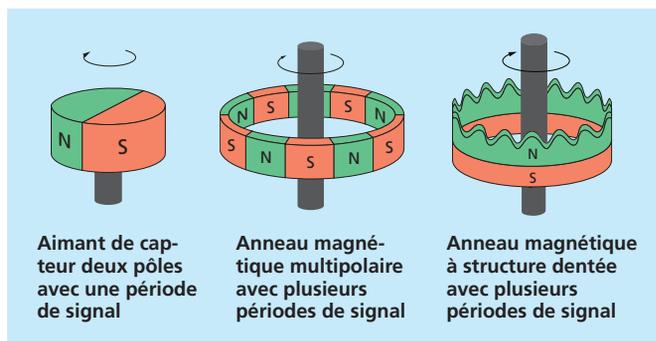
## Codeurs

### Informations techniques

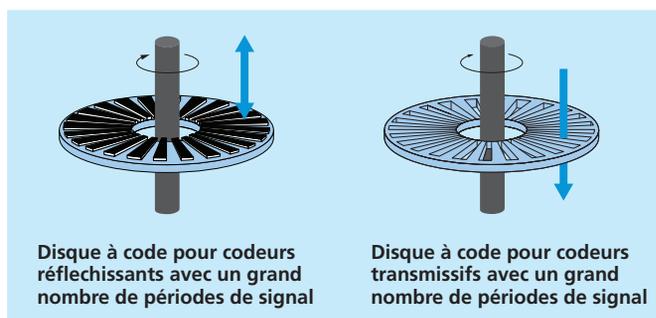
#### Élément mobile

En fonction du principe de mesure et des contraintes dimensionnelles, différents éléments mobiles sont utilisés dans les codeurs FAULHABER. L'élément mobile a un impact significatif sur la précision et la résolution du codeur. En général, plus la résolution (native) physique de l'élément mobile est élevée, plus la résolution et la précision globales du codeur sont grandes.

Dans les codeurs magnétiques, on utilise des aimants de capteur bipolaires simples et des anneaux magnétiques. Les anneaux magnétiques présentent plusieurs périodes de signal par tour grâce à une structure dentée spéciale ou une magnétisation ciblée. Le nombre de périodes du signal correspond à la résolution physique des anneaux magnétiques.



Dans les codeurs optiques, on utilise des éléments mobiles sous la forme de disques à code. Dans les codeurs réfléchissants, ceux-ci consistent en une série de surfaces qui reflètent ou absorbent la lumière en alternance. Dans les codeurs transmissifs, les disques à code sont constitués d'une série de barres et de fentes. Le nombre de surfaces réfléchissantes et transparentes correspond à la résolution physique. En général, les codeurs optiques peuvent avoir une résolution native beaucoup plus élevée que les codeurs magnétiques.



#### Traitement des signaux et interpolation

Outre les capteurs pour l'acquisition des signaux, les codeurs FAULHABER comprennent également des composants électroniques pour le traitement de signaux. Ceux-ci traitent les signaux en provenance des capteurs et génèrent les signaux de sortie standard des codeurs. Dans de nombreux cas, les signaux sont également interpolés, c'est-à-dire que plusieurs périodes de signal sont générées par l'interpolation d'une période de signal unique, mesurée physiquement. La résolution physique de l'élément de mesure peut alors être multipliée plusieurs fois.

#### Caractéristiques des codeurs

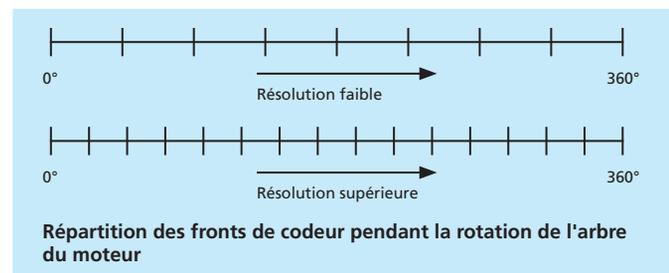
La qualité d'un codeur dépend en grande partie de la résolution et de la précision.

#### Résolution

La résolution est le nombre de fronts ou de pas produits par un codeur en un tour. Elle est déterminée à partir de la résolution physique de l'élément mobile et l'interpolation du signal physique via les composants électroniques. Étant donné la grande quantité d'informations fournies par tour du moteur, une résolution élevée présente plusieurs avantages pour un système d'entraînement :

- Régulation de vitesse plus souple et niveau de bruit plus faible
- Fonctionnement à une vitesse inférieure

Une résolution élevée de plus de 4 000 fronts ou pas s'avère appropriée si le moteur est utilisé comme entraînement linéaire pour le positionnement ou à de très faibles vitesses.

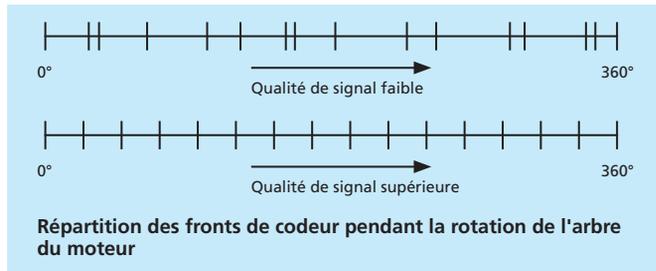


#### Précision

Indépendamment de la résolution, la précision joue également un rôle important. Elle est déterminée par la résolution physique de l'élément mobile et la précision avec laquelle non seulement l'élément mobile et le codeur sont fabriqués, mais également la totalité du système d'entraînement. Un codeur de grande précision transmet toujours les signaux selon le même intervalle pour chacun des tours du moteur et offre donc une qualité de signal élevée.

## Codeurs

### Informations techniques



Le paramètre le plus important pour la qualité de signal des codeurs FAULHABER est l'erreur de phase ( $\Delta\Phi$ ). Si l'erreur de phase est faible, le codeur transmet des signaux uniformes. Tandis que les codeurs magnétiques de FAULHABER ont une haute qualité de signal avec une erreur de phase d'environ  $45^\circ$ , les codeurs optiques de FAULHABER présentent une qualité de signal particulièrement élevée avec une erreur de phase d'environ  $20^\circ$ . Les codeurs optiques sont généralement plus précis que les codeurs magnétiques. Vous trouverez des informations détaillées sur le calcul de l'erreur de phase au chapitre « Notes sur la fiche technique », paragraphe « Déphasage ».

Une haute précision ou une qualité de signal élevée présente de nombreux avantages pour un système d'entraînement :

- Détermination exacte de la position et de conséquence un positionnement précis.
- Régulation de vitesse plus souple et niveau de bruit plus faible

Une haute précision s'avère pertinente surtout quand un positionnement précis est nécessaire et que le moteur est utilisé en entraînement direct.

Pour positionner un système d'entraînement précisément, un codeur très précis ne suffit pas. Il faut tenir compte des tolérances de l'ensemble du système d'entraînement, telles que la tolérance de concentricité de l'arbre du moteur par exemple. La précision et l'erreur de phase des codeurs FAULHABER sont donc déterminées en fonction des moteurs FAULHABER. La précision de positionnement et la répétabilité spécifiées correspondent à la précision du système réellement obtenue par une combinaison moteur/codeur FAULHABER dans une application.

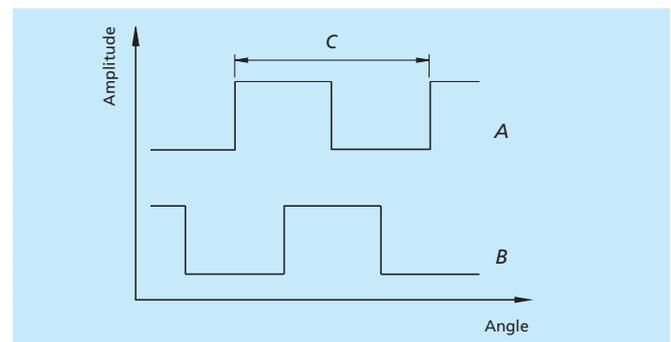
### Signal de sortie

#### Codeur incrémental

Les codeurs incrémentaux transmettent un nombre spécifique d'impulsions par tour, réparties uniformément. Tous les codeurs incrémentaux de FAULHABER ont au moins deux sorties : A et B. Les deux sorties fournissent un signal

rectangulaire, déphasé de  $90^\circ$  l'un par rapport à l'autre, c'est-à-dire d'un quart de cycle C. Le déphasage des impulsions permet de déterminer le sens de rotation du moteur.

La très haute résolution angulaire de codeurs incrémentaux n'est pas définie par le nombre d'impulsions par tour, mais par le nombre total de fronts de signal. Pour les codeurs avec deux sorties au moins, l'état de la sortie A ou de la sortie B change tous les  $90^\circ$  en raison du décalage de phase. Les fronts, c'est-à-dire le changement d'état des sorties de codeur, sont évalués pour déterminer la position. Étant donné que quatre fronts surviennent par impulsion, la résolution des codeurs incrémentaux de FAULHABER correspond à quatre fois leur nombre d'impulsions. Ainsi, un codeur à 10 000 impulsions par tour par exemple, présente 40 000 fronts par tour, ce qui correspond à une résolution angulaire très élevée de  $360^\circ/40\,000 = 0,009^\circ$ .



Un codeur incrémental ne mesure pas les positions absolues, mais les positions relatives. Les codeurs incrémentaux déterminent une position par rapport à une autre position de référence. À cet effet, les fronts du signal doivent être comptés vers l'avant ou vers l'arrière par la commande de moteur à l'aide d'un compteur en quadrature, en fonction de leur séquence de front. Cette valeur de position est perdue en cas de coupure de l'alimentation électrique. Un système de positionnement doit donc rejoindre une position de référence définie pendant la mise en service ou après une coupure de l'alimentation pour initialiser le compteur de position (recherche de l'origine). Un capteur externe supplémentaire, tel qu'un interrupteur de référence ou un interrupteur de fin de course, est généralement utilisé pour définir la position de référence.

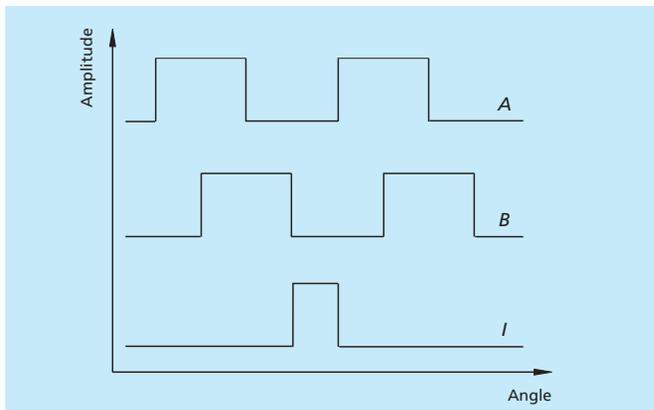
Afin de définir la position de référence avec un niveau de précision très élevée, les codeurs à 3 sorties de FAULHABER disposent d'une sortie supplémentaire d'index : une impulsion d'index unique est générée une fois par tour. Les interrupteurs de référence ou les interrupteurs de fin de course peuvent présenter une erreur de position relativement élevée sous l'influence de l'environnement et risquent de se déclencher parfois un peu plus tôt ou par-

## Codeurs

### Informations techniques

fois un peu plus tard. Néanmoins, afin de définir précisément la position de référence, le système d'entraînement peut retourner sur la position correspondante à l'interrupteur de fin de course jusqu'à l'apparition du premier front de signal de l'impulsion d'index. Ce point peut alors être utilisé comme position de référence exacte.

L'impulsion d'index a une largeur de 90 °e et survient toujours à des états définis des sorties A et B. Pour les plus grandes distances de déplacement et les tours multiples du codeur, l'impulsion d'index peut également servir à vérifier le nombre de fronts comptés.



#### Codeur absolu

Contrairement au codeur incrémental, une valeur absolue est fournie pour chaque position de l'arbre du moteur. Après la mise en marche du codeur absolu, une valeur de retour absolue est disponible pour chaque position de l'arbre du moteur. Une distinction est faite entre les codeurs monotour et multitours. Les codeurs absolus de FAULHABER sont de codeurs monotours.

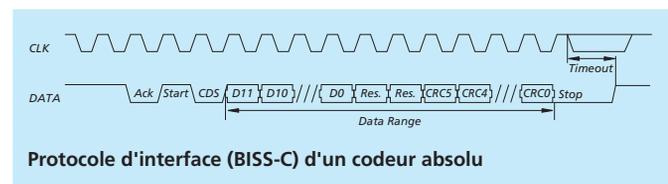
Avec les codeurs monotours, chaque position de l'arbre du moteur correspond à une valeur spécifique et unique fournie par le codeur. Après un tour complet de l'arbre du moteur, les signaux sont répétés. Ainsi, le codeur monotour ne fournit aucune information absolue sur le nombre de tours réalisés. Un positionnement sur plus d'un tour est néanmoins possible avec le codeur monotour. Comme pour le codeur incrémental, ceci est réalisé en comptant le nombre de tours vers l'avant ou vers l'arrière à l'aide d'un compteur sur la commande du moteur. Pour les distances de déplacement supérieures à un tour du moteur, une référence est donc nécessaire après une coupure de l'alimentation. Pour les distances de déplacement inférieures à un tour du moteur, aucune référence n'est requise.

Contrairement aux codeurs monotours, les codeurs multitours détectent le nombre de tours parcourus à l'aide d'un

capteur supplémentaire et d'un élément de mémoire électronique ou par l'intermédiaire d'un réducteur. Ainsi, les codeurs multitours fournissent une valeur de retour absolue sur plusieurs tours de l'arbre du moteur au sein d'un nombre maximum de tours défini qui peut être détecté par l'élément de mémoire électronique ou le réducteur. La référence de position n'est généralement pas nécessaire si le nombre maximum de tours n'est pas dépassé.

Les capteurs analogiques à effet Hall (montés en option directement sur les moteurs C.C. sans balais de FAULHABER) fournissent des valeurs absolues de retour sur un tour de l'arbre du moteur pour les moteurs à technologie 2 pôles et des valeurs absolues de retour sur un demi-tour de l'arbre du moteur pour les moteurs à technologie 4 pôles. Lorsque des capteurs analogiques à effet Hall sont utilisés, un mouvement de référence n'est donc pas nécessaire si le positionnement survient sur un tour ou un demi-tour de l'arbre du moteur.

La résolution d'un codeur absolu est définie à l'aide du nombre de pas par tour et spécifiée en bits. Les codeurs absolus génèrent un code série de plusieurs bits. Les codeurs absolus de FAULHABER supportent l'interface SSI utilisant le protocole BISS-C. Le protocole BISS-C permet la communication avec une fréquence d'horloge allant jusqu'à 2 MHz. La valeur de position absolue (DATA) est transférée en phase avec un cycle (CLK) spécifié par le contrôleur.



#### « Line Driver »

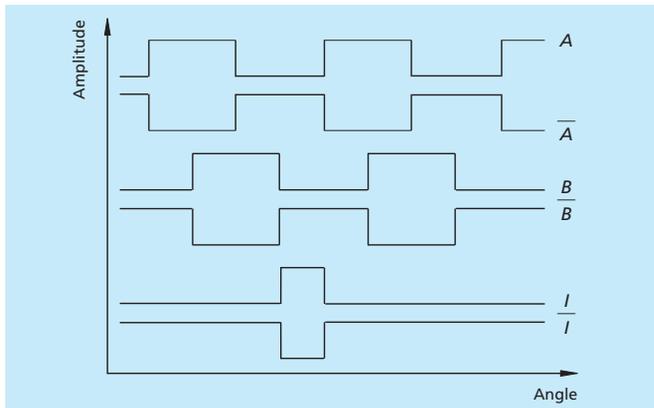
Certains codeurs de FAULHABER sont équipés d'un « Line Driver ». Le « Line Driver » génère un signal différentiel supplémentaire pour toutes les sorties. Avec un codeur incrémental à trois sorties, A, B, I et  $\bar{A}$ ,  $\bar{B}$  et  $\bar{I}$  sont donc disponibles. Avec un codeur absolu, les signaux inversés  $\bar{CLK}$  et  $\bar{DATA}$  sont disponibles en plus de CLK et DATA. Cela permet d'éliminer les interférences électromagnétiques pendant la transmission des signaux. L'utilisation d'un « Line Driver » est donc recommandée en particulier si les signaux du codeur doivent être transmis sur de longues distances égales ou supérieures à 5 mètres.

Du côté du contrôleur électronique, ces signaux différentiels doivent être recombinaés avec un module récepteur. La longueur de câble réellement réalisable dépend des conditions ambiantes et du type d'évaluation. Dans l'idéal, les signaux différentiels sont torsadés par paires et blindés par rapport aux phases du moteur afin de permettre le

## Codeurs

### Informations techniques

décodage si possible sans erreur des interférences couplées en fin de câble. Pour les longueurs de câble plus longues, il peut être judicieux d'envisager de stocker l'alimentation électrique du codeur dans un tampon en fin de câble du côté du codeur afin d'assurer une alimentation stable. De plus, une terminaison de câble d'impédance caractéristique (100 ... 120  $\Omega$ ) peut être utile pour les câbles plus longs. Ceci doit être testé dans l'application concernée. Les « Line Driver » de FAULHABER sont compatibles avec TIA-422. TIA-422 (également connue sous le nom de EIA-422 ou RS-422) est une norme d'interface pour le transfert de données sous le format série et différentiel par câble.



#### CMOS et TTL

Les codeurs FAULHABER sont normalement compatibles avec les standards CMOS et TTL. Cela signifie que l'état logique bas (low) est généralement situé à 0 V et l'état logique haut (high) à 5 V. Il est important de noter que les tolérances indiquées dans les spécifications du contrôleur doivent être respectées.

### Solutions intégrées

De nombreux codeurs FAULHABER sont largement intégrés dans la géométrie existante du moteur. L'intégration des solutions dans le moteur permet de les rendre particulièrement légères, compactes et économiques.

Pour les moteurs C.C. sans balais, celles-ci comprennent des capteurs analogiques et numériques à effet Hall intégrés et des codeurs IEM3-1024 et AESM-4096. Ces solutions n'affectent pas les dimensions extérieures des moteurs.

Pour les micromoteurs C.C. de la série SR de FAULHABER, les codeurs intégrés suivants sont disponibles (en allongeant les moteurs de seulement 1,4 à 1,7 mm) : IE2-400, IE2-1024, IEH2-4096 et IEH3-4096.

En combinaison avec les micromoteurs C.C. plats, la série SR-Flat de FAULHABER comprend des codeurs intégrés qui allongent les moteurs de seulement 2,3 mm : IE2-8 et IE2-16.

## Codeurs

codeurs magnétiques, sorties digitales,  
2 canaux, 16 - 4096 impulsions par tour

### Série IEH2-4096

	IEH2	-16
Nombre d'impulsions par tour	$N$	16
Gamme de fréquence, jusqu'à <sup>1)</sup>	$f$	5
Nombre de signaux de sortie (forme carrée)		2
Tension d'alimentation	$U_{DD}$	4,5
Consommation moyenne <sup>2)</sup>		
Courant de sortie max <sup>3)</sup>		

### Notes sur la fiche technique

#### Nombre d'impulsions par tour ( $N$ )

Indique le nombre d'impulsions générées à chaque sortie du codeur incrémental et à chaque tour de l'arbre du moteur. En raison du décalage de phase des sorties de codeur A et B, quatre fronts sont disponibles par impulsion. Ainsi, la résolution du codeur incrémental correspond à quatre fois le nombre d'impulsions. Si, par exemple, un codeur présente 1 024 impulsions par tour, la résolution correspond à 4 096 fronts par tour.

#### Pas par tour

La valeur de « pas par tour » spécifie le nombre de valeurs de position par tour de l'arbre du moteur. La valeur est généralement utilisée pour les codeurs absolus et correspond à la résolution ou au nombre de fronts pour les codeurs incrémentaux.

#### Résolution

Nombre de bits binaires du signal de sortie. Les pas par tour d'un codeur incrémental ou absolu correspondent à la résolution de  $2^{\text{nombre de bits}}$ .

## Codeurs

### Informations techniques

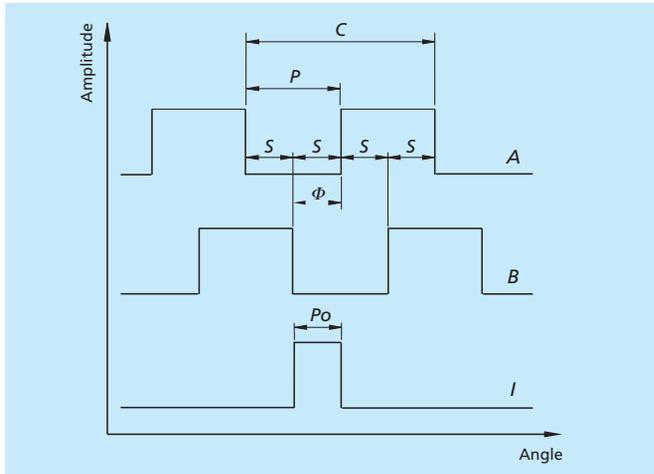
#### Gamme de fréquence, jusqu'à ( $f$ )

Indique la fréquence maximale du codeur. Il s'agit de la fréquence maximale à laquelle les composants électroniques du codeur peuvent commuter entre les niveaux de signaux haut et bas. La vitesse de fonctionnement maximale ( $n$ ) pour le codeur peut être déduite de cette valeur et du nombre d'impulsions ( $N$ ). Un dépassement de la plage de fréquence et de la vitesse risque de provoquer une transmission de données incorrectes ou la défaillance prématurée du codeur. Pour les applications à très grande vitesse, il peut s'avérer nécessaire de sélectionner un nombre d'impulsions plus petit.

$$n = \frac{60 \cdot f}{N}$$

#### Signaux de sortie

Pour les codeurs incrémentaux, les signaux sont de forme carrée. Les codeurs à 2 sorties ont deux sorties :  $A$  et  $B$ . Les codeurs à 3 sorties ont une sortie d'index en plus.



Pour les codeurs absolus, l'information est envoyée sous forme de mots binaires. Les codeurs FAULHABER utilisent une interface SSI avec protocole BISS-C. L'interface SSI est destinée aux codeurs absolus. Les informations de position absolue sont mises à disposition par transfert de données série.

#### Tension d'alimentation ( $U_{DD}$ )

Définit la plage de tension d'alimentation nécessaire au bon fonctionnement du codeur. Afin d'éviter d'endommager le codeur, cette plage doit toujours être respectée.

#### Consommation moyenne ( $I_{DD}$ )

Indique la consommation de courant du codeur à une tension de fonctionnement donnée. Normalement, des valeurs maximales et typiques sont spécifiées.

#### Courant de sortie max. ( $I_{OUT}$ )

Indique le courant de charge maximal autorisé aux sorties de signal. Si nécessaire, il convient d'ajuster cette valeur au contrôleur utilisé.

#### Largeur d'impulsion ( $P$ )

Largeur de l'impulsion de sortie (en °e) des sorties  $A$  et  $B$  du codeur. Elle est généralement de 180 °e.

#### Largeur d'impulsion d'index ( $P_0$ )

La largeur d'impulsion d'index indique la largeur de l'impulsion de l'index (en °e) et est idéalement de 90 °e.

L'erreur de largeur d'impulsion d'index ( $\Delta P_0$ ) désigne l'écart par rapport à la valeur idéale de 90 °e.

Écart autorisé  $\Delta P_0$  :

$$\Delta P_0 = \left| 90^\circ - \frac{P_0}{P} * 180^\circ \right|$$

#### Déphasage de signal, sortie $A$ à $B$ ( $\Phi$ )

Le déphasage (en °e) entre les signaux de sortie  $A$  et  $B$  est appelé déphasage de signal et est idéalement de 90 °e.

L'erreur de phase ( $\Delta \Phi$ ) est l'écart de deux fronts successifs aux sorties  $A$  et  $B$  par rapport à la valeur idéale de 90 °e.

Écart autorisé  $\Delta \Phi$  :

$$\Delta \Phi = \left| 90^\circ - \frac{\Phi}{P} * 180^\circ \right|$$

#### Pas de résolution ( $S$ )

Distance entre deux fronts voisins (en °e) entre les deux sorties  $A$  et  $B$ . Il existe quatre pas de mesure ( $S$ ) par période de signal. Le pas de mesure idéal est de 90 °e.

#### Période du signal ( $C$ )

Durée d'une période totale (en °e) en sortie  $A$  ou  $B$ . Normalement, une période de signal est de 360 °e.

#### Temps de transition du signal, max. ( $tr/tf$ )

Délai maximal pour passer du niveau de signal bas au niveau haut ou vice versa. Il décrit la raideur de front des signaux du codeur.  $C_{LOAD}$  spécifie la charge maximale autorisée de la ligne de signal pour laquelle la raideur est garantie.

#### Fréquence d'horloge, max. ( $CLK$ )

Fréquence d'horloge maximale autorisée pour la lecture du protocole BISS-C.

#### Entrée niveau logique bas/haut ( $CLK$ )

Le niveau du signal d'entrée  $CLK$  doit être situé dans la plage de valeurs spécifiées afin d'assurer une détection fiable du signal.

## Codeurs

### Informations techniques

**Temps de démarrage après mise sous tension, max.**

Délai maximal jusqu'à la disponibilité des signaux de sortie à partir de la mise sous tension.

**Timeout**

Désigne le délai au bout duquel la communication est interrompue par le codeur lorsque le maître ne transmet plus de fréquence d'horloge.

**Inertie du disque ( $J$ )**

Indique la valeur selon laquelle l'aimant du capteur ou le disque à code augmente l'inertie du rotor du moteur.

**Température d'utilisation**

Indique les températures de fonctionnement minimale et maximale autorisées pour le codeur.

**Précision**

Indique la marge d'erreur de positionnement moyenne du codeur en degrés mécaniques ( $^{\circ}m$ ). Ceci décrit l'écart possible entre la position réelle du codeur et la position cible.

**Répétabilité**

Indique la marge d'erreur de répétabilité moyenne du codeur en degrés mécaniques ( $^{\circ}m$ ). Ceci décrit l'écart moyen de plusieurs valeurs de positionnement pour le codeur lorsqu'il est placé plusieurs fois à la même position. La répétabilité présente le niveau de précision avec lequel il est possible d'atteindre une position donnée en cas de déplacements répétés vers la même position.

**Hystérésis**

Indique l'angle mort durant un changement de direction pour lequel les informations de position ne subissent aucun changement.

**Espacement des fronts, min.**

Espacement minimal entre deux fronts successifs des sorties  $A$  et  $B$ . L'évaluation fiable du signal rectangulaire nécessite un contrôleur capable de détecter l'espacement minimal des fronts. Si aucune information n'est disponible sur l'espacement minimal des fronts, il est également possible d'utiliser une valeur approximative.

$$T_{min} = \frac{1}{f \cdot 4} \cdot \left(1 - \frac{\Delta\Phi}{90^{\circ}}\right)$$

**Masse**

La masse typique du codeur, y compris le boîtier et la bride d'adaptation avec câble standard sans connecteur.

**Tension de la batterie**

Spécifie la plage de tension dans laquelle le compteur d'un codeur multitours est détecté de manière fiable et incrémenté au moyen d'une batterie de secours externe. Si la tension de la batterie est trop faible, un bit d'erreur est mis à 1.

# Codeurs

## Informations techniques

### Comment choisir un capteur

Ce chapitre décrit comment choisir un capteur adéquat pour les moteurs FAULHABER. Les capteurs possibles dépendent en premier lieu de la technologie du moteur sélectionné. Il convient de faire les distinctions suivantes :

- Moteurs C.C.
- Moteurs C.C. sans balais
- Moteurs pas à pas
- Servomoteurs C.C. linéaires

En fonction de la technologie de moteur utilisée, le capteur sera responsable non seulement du contrôle de la vitesse ou de la position, mais également de la commutation des moteurs.

	Commutation	Contrôle de vitesse	Contrôle de position
<b>Moteurs C.C.</b>			
<b>Capteurs</b>		■ codeurs	■ codeurs
<b>Sans capteur</b>	■ mécanique	■ force contre-électromotrice	
<b>Moteurs C.C. sans balais</b>			
<b>Capteurs</b>	Commutation en bloc : ■ capteurs numériques à effet Hall intégrés  Commutation sinusoïdale : ■ capteurs analogiques à effet Hall intégrés ■ codeurs	■ capteurs numériques à effet Hall intégrés ■ capteurs analogiques à effet Hall intégrés ■ codeurs	■ capteurs analogiques à effet Hall intégrés ■ codeurs
<b>Sans capteur</b>	Commutation en bloc : ■ force contre-électromotrice	■ force contre-électromotrice	
<b>Moteurs pas à pas</b>			
<b>Capteurs</b>		■ codeurs	■ codeurs
<b>Sans capteur</b>	■ mode pas-à-pas	■ mode pas-à-pas	■ mode pas-à-pas
<b>Servomoteurs C.C. linéaires</b>			
<b>Capteurs</b>	■ capteurs analogiques à effet Hall intégrés		■ capteurs analogiques à effet Hall intégrés

### Moteurs C.C.

#### Commutation

La commutation des moteurs C.C. à balais en métal précieux ou graphite est mécanique et ne nécessite donc ni de capteur ni de commande de moteur.

#### Contrôle de vitesse et de position

Pour certaines applications, les moteurs C.C. sont utilisés sans capteur ni contrôleur. Dans ce cas, une tension spécifique est appliquée aux moteurs afin de produire une vitesse spécifique permettant le fonctionnement à charge constante.

Un contrôleur est nécessaire pour réguler la vitesse lorsque la charge appliquée au moteur est variable. Un contrôle simple de la vitesse est possible en mesurant la force contre-électromotrice. Un contrôle précis de la vitesse requiert un codeur. Pour le contrôle de position, un codeur est indispensable.

Pour les moteurs C.C., un grand choix de codeurs incrémentaux est disponible.

### Moteurs C.C. sans balais

#### Commutation

Les moteurs C.C. sans balais sont à commutation électronique. Leur fonctionnement nécessite donc toujours d'un contrôleur.

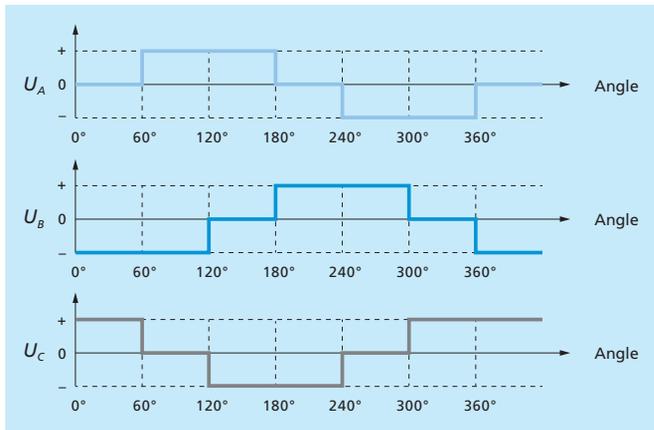
La plupart des moteurs C.C. sans balais de FAULHABER sont équipés de trois capteurs numériques à effet Hall intégrés qui déterminent la position de l'arbre du moteur et fournissent un signal de commutation.

Les moteurs destinés aux applications de vitesse simple peuvent être commutés à l'aide de la force contre-électromotrice font ici exception. Dans ce cas, le contrôleur évalue le passage à zéro de la force contre-électromotrice et commute le moteur après un délai dépendant de la vitesse. Le passage à zéro de la force contre-électromotrice ne peut pas être évalué lorsque le moteur est à l'arrêt, ce qui empêche ainsi la détection de la position du rotor. Au démarrage, il est donc possible que le moteur commence par tourner dans la mauvaise direction.

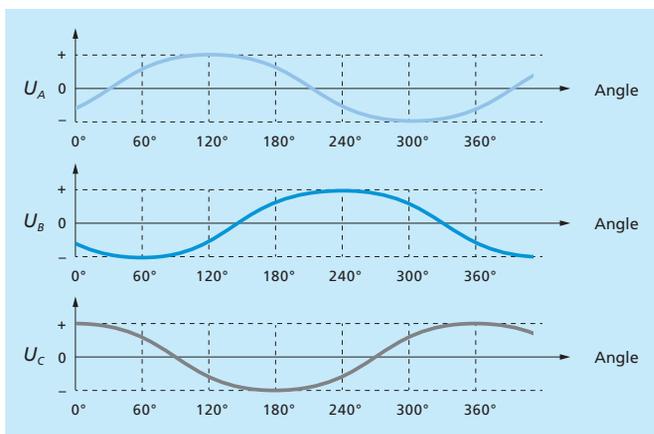
Si des capteurs numériques à effet Hall sont sélectionnés ou si l'on choisit le fonctionnement sans capteur avec la force contre-électromotrice, les moteurs C.C. sans balais pourront opérer alors sur base d'une commutation en bloc. Avec la commutation en bloc, les caractéristiques de tension des trois bobinages à décalage de 120° sont en forme de bloc. Les bobinages sont commutés brusquement tous les 60°. Les contrôleurs de vitesse de FAULHABER utilisent cette forme de commutation.

## Codeurs

### Informations techniques



La commutation sinusoïdale permet d'accroître le silence de fonctionnement et de réduire l'ondulation du couple. Avec la commutation sinusoïdale, les tensions de phase présentent des caractéristiques sinusoïdales. Les contrôleurs de mouvement de FAULHABER utilisent cette forme de commutation comme standard. La commutation sinusoïdale nécessite des capteurs analogiques à effet Hall ou des codeurs.



#### Contrôle de vitesse et de position

Pour le contrôle de vitesse, on utilise généralement des capteurs numériques à effet Hall. La force contre-électromotrice s'avère adaptée uniquement pour le contrôle simple de vitesse à des vitesses supérieures. Des capteurs analogiques à effet Hall ou un codeur sont nécessaires si le système d'entraînement fonctionne à faible vitesse ou lorsqu'un contrôle très précis de vitesse est requis.

Pour le contrôle de position, des codeurs ou des capteurs à effet Hall intégrés sont nécessaires. Presque tous les moteurs C.C. sans balais de FAULHABER sont proposés avec des capteurs analogiques à effet Hall intégrés en option. L'utilisation de capteurs analogiques à effet Hall est recommandée pour la plupart des applications. Les codeurs sont requis si l'application demande une plus grande résolution et précision ou que le moteur fonctionne à très faible vitesse.

Pour les moteurs C.C. sans balais, un grand choix de codeurs incrémentaux et absolus est disponible.

#### Moteurs pas à pas

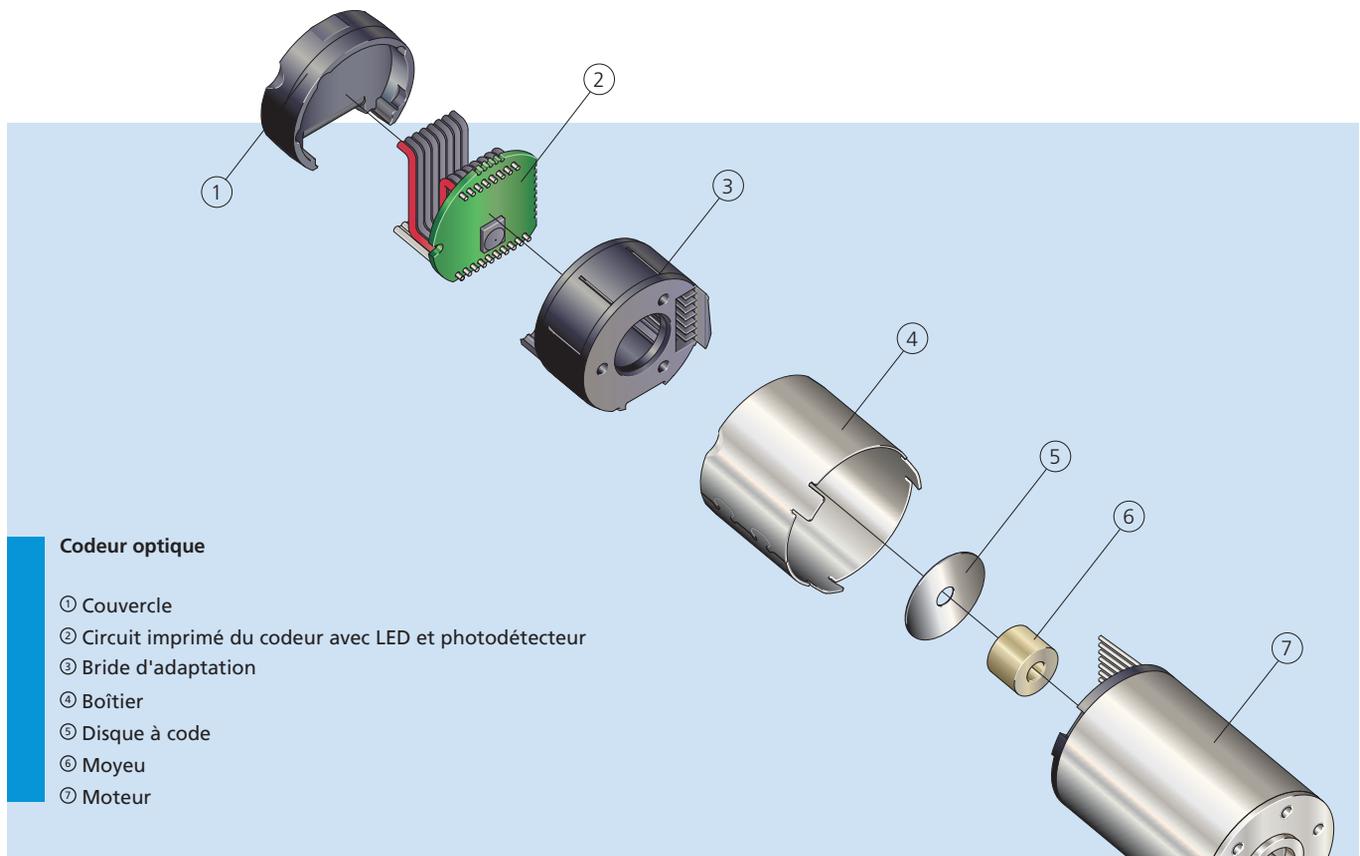
Le contrôle des moteurs pas à pas en fonctionnement à pas entier, demi-pas et micro-pas permet un contrôle précis de la vitesse et de la position au sein d'une boucle de régulation ouverte. Des capteurs ne sont donc généralement pas requis dans l'application, ce qui représente un avantage économique décisif des moteurs pas à pas. Cependant, une boucle de régulation fermée est souvent nécessaire pendant le développement pour vérifier la fonction ou pour minimiser la consommation de courant et l'échauffement du moteur. La gamme de produits FAULHABER comprend des codeurs magnétiques (IE3) et optiques (PE22) compatibles avec la série de moteurs pas à pas. D'autres combinaisons de moteurs pas à pas avec des codeurs sont possibles sur demande.

#### Servomoteurs C.C. linéaires

Les servomoteurs C.C. linéaires sont équipés de capteurs analogiques à effet Hall. L'intégration de capteurs au sein du moteur en fait une solution très compacte, légère et économique. Tout codeur supplémentaire s'avère donc inutile.

## Codeurs

### Codeurs optiques



### Caractéristiques

Les codeurs de la série IER3-10000 (L) sont composés d'un disque à code haute résolution qui est fixé sur l'arbre du moteur, d'une source de lumière, d'un photodétecteur avec interpolateur et d'étages de buffer. La lumière provenant de la source est réfléctée ou absorbée par le disque à code. La lumière réfléctée est récupérée par le photodétecteur et le signal est transformé en signal de codeur haute résolution. Les sorties fournissent ainsi deux signaux rectangulaires déphasés de 90 °e, ainsi qu'un signal d'index pour afficher la rotation de l'arbre de sortie. Un « Line Driver » est également disponible en option.

Les codeurs optiques haute précision s'avèrent une solution idéale pour le contrôle de position.

### Avantages

- Très haute résolution jusqu'à 40 000 fronts par tour (correspondant à une résolution angulaire de 0,009°)
- Précision de positionnement très élevée, répétabilité et grande qualité de signal
- Plusieurs résolutions disponibles en configuration standard
- Insensible aux interférences magnétiques

### Code de produit

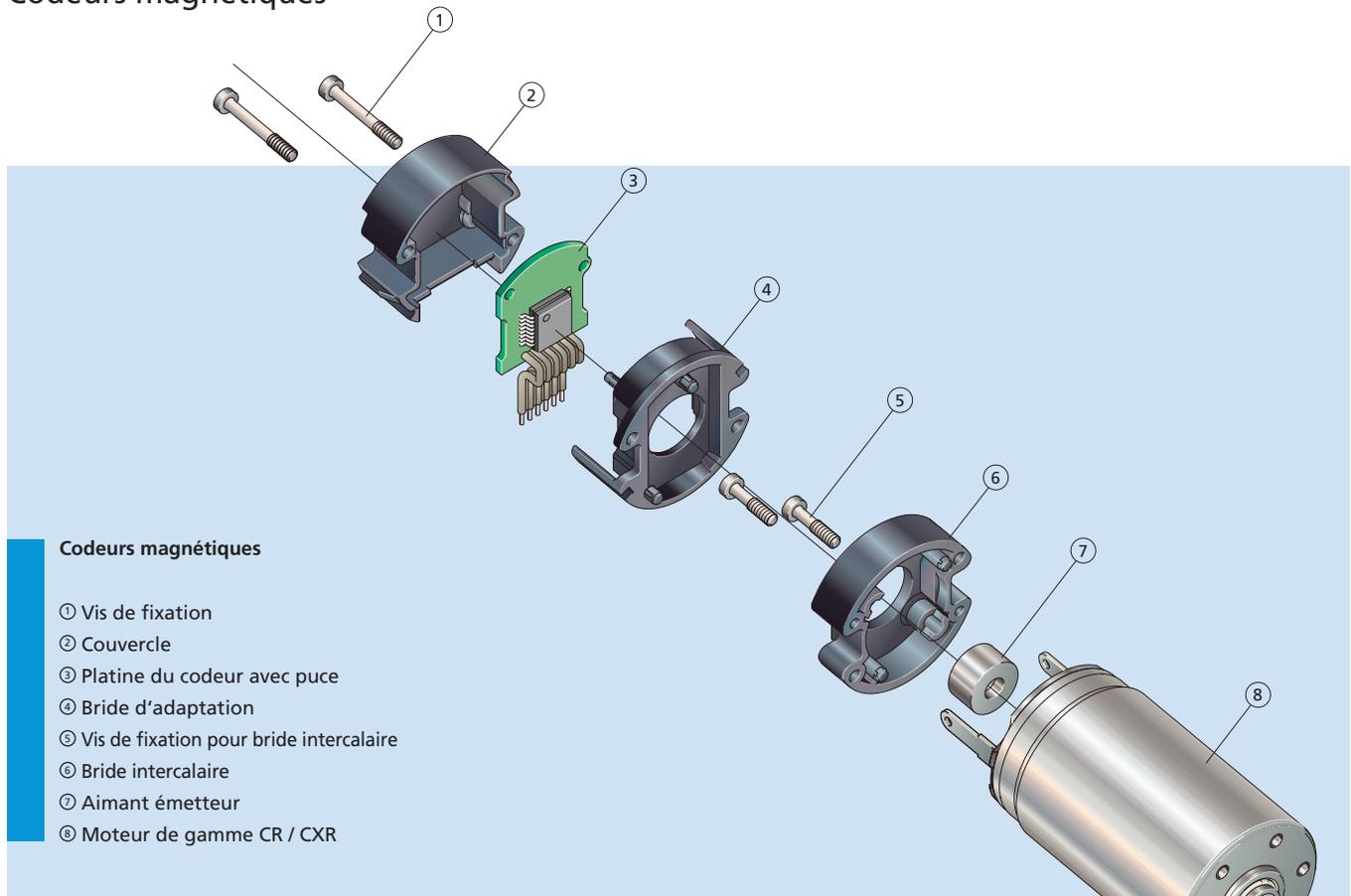


IER	Série de codeur
3	3 sorties
6800	impulsions par tour
L	avec « Line Driver » intégré

IER 3 - 6800 L

## Codeurs

### Codeurs magnétiques



#### Codeurs magnétiques

- ① Vis de fixation
- ② Couvercle
- ③ Platine du codeur avec puce
- ④ Bride d'adaptation
- ⑤ Vis de fixation pour bride intercalaire
- ⑥ Bride intercalaire
- ⑦ Aimant émetteur
- ⑧ Moteur de gamme CR / CXR

### Caractéristiques

Les codeurs de la série IE3-1024 (L) sont composés d'un aimant de capteur à deux pôles, magnétisé diamétralement et fixé à l'arbre du moteur. Un capteur angulaire spécial destiné à la détection de la position de l'arbre du moteur est placé dans une direction axiale par rapport à l'aimant de capteur. Le capteur angulaire comprend toutes les fonctions nécessaires, telles que des capteurs à effet Hall, un interpolateur et des étages de buffer. Les signaux analogiques des aimants de capteur sont détectés par les capteurs à effet Hall, puis transférés à l'interpolateur après amplification. Grâce à un algorithme spécial de traitement du signal, l'interpolateur génère le signal de codeur haute résolution.

Les sorties fournissent ainsi deux signaux rectangulaires déphasés de 90 °e, ainsi qu'un signal d'index pour afficher la rotation de l'arbre de sortie.

### Avantages

- Système modulaire compact et boîtier robuste
- Plusieurs résolutions disponibles en configuration standard
- Sortie d'index pour le référencement d'une rotation de l'arbre d'entraînement
- Également disponible avec « Line Driver »
- Interface de codeur électronique standardisée
- Possibilité d'apporter facilement des modifications spécifiques à l'utilisateur incluant la résolution, le sens de rotation, la largeur d'impulsion d'index et la position d'index personnalisés

### Code de produit

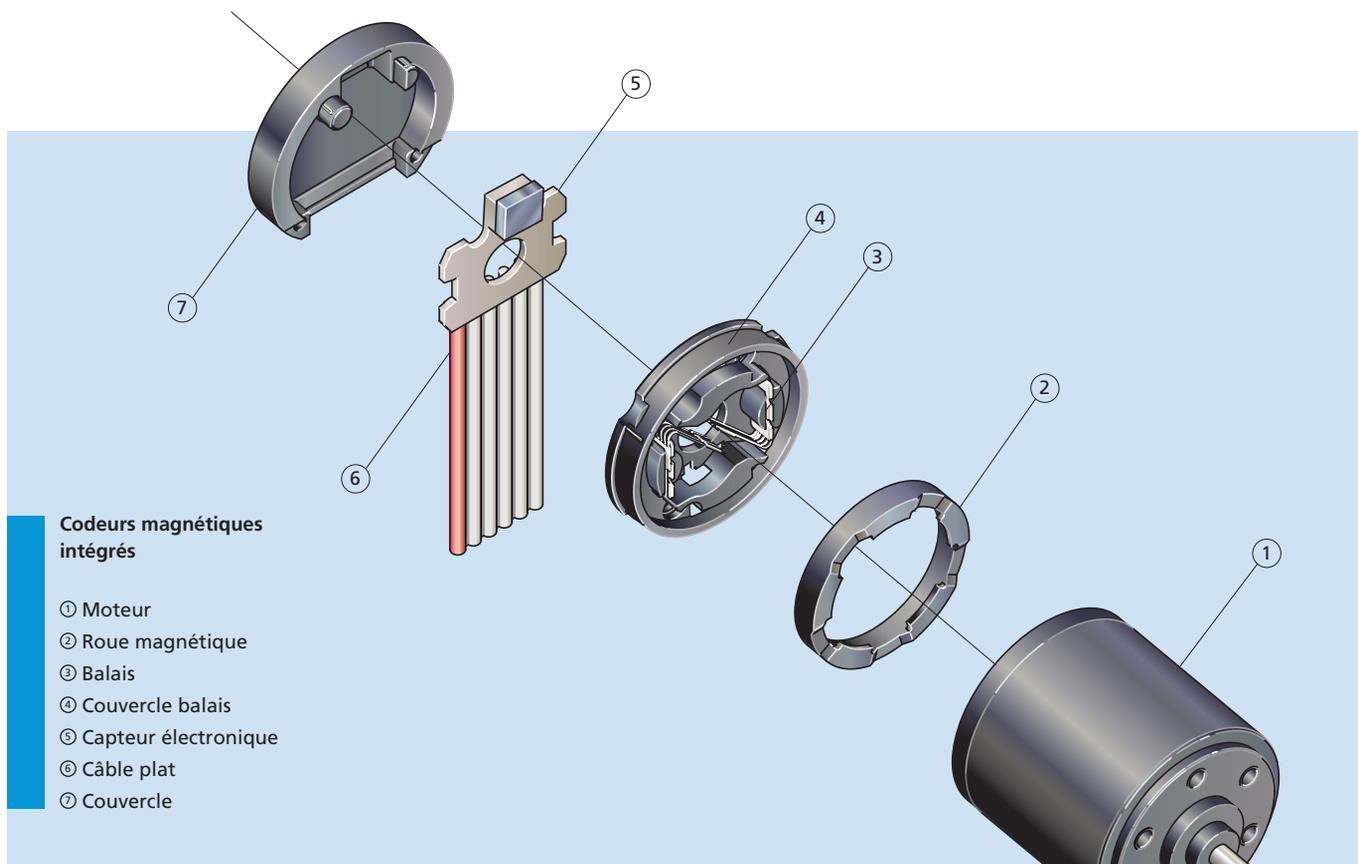


IE	Série de codeur
3	3 sorties
1024	impulsions par tour
L	avec « Line Driver » intégré

IE3 - 1024 L

## Codeurs

### Codeurs magnétiques intégrés



#### Codeurs magnétiques intégrés

- ① Moteur
- ② Roue magnétique
- ③ Balais
- ④ Couvercle balais
- ⑤ Capteur électronique
- ⑥ Câble plat
- ⑦ Couvercle

### Caractéristiques

Les codeurs des séries IEH2-4096 et IEH3-4096 sont composés d'un anneau magnétique multicomposant qui est fixé au rotor et d'un capteur angulaire. Le capteur angulaire comprend toutes les fonctions nécessaires, telles que les capteurs à effet Hall, un interpolateur et des étages de buffer. Les signaux analogiques des aimants de capteur sont détectés par les capteurs à effet Hall, puis transférés à l'interpolateur après amplification.

Grâce à un algorithme spécial de traitement du signal, l'interpolateur génère le signal de codeur haute résolution. Les sorties fournissent ainsi deux signaux rectangulaires déphasés de 90 °e avec jusqu'à 4 096 impulsions par tour, ainsi qu'un signal d'index supplémentaire.

Le codeur est intégré dans les moteurs de la série SR et rallonge ceux-ci de seulement 1,4 mm.

### Avantages

- Extrêmement compact
- Haute résolution jusqu'à 16 384 fronts par tour (correspondant à une résolution angulaire de 0,022°)
- Résistances pull-up inutiles en l'absence de sorties à collecteur ouvert
- Fronts de commutation symétriques, compatibilité CMOS et TTL
- Différentes résolutions disponibles en livraison standard selon le type de codeur : de 16 à 4 096 impulsions
- Qualité de signal supérieure

### Code de produit

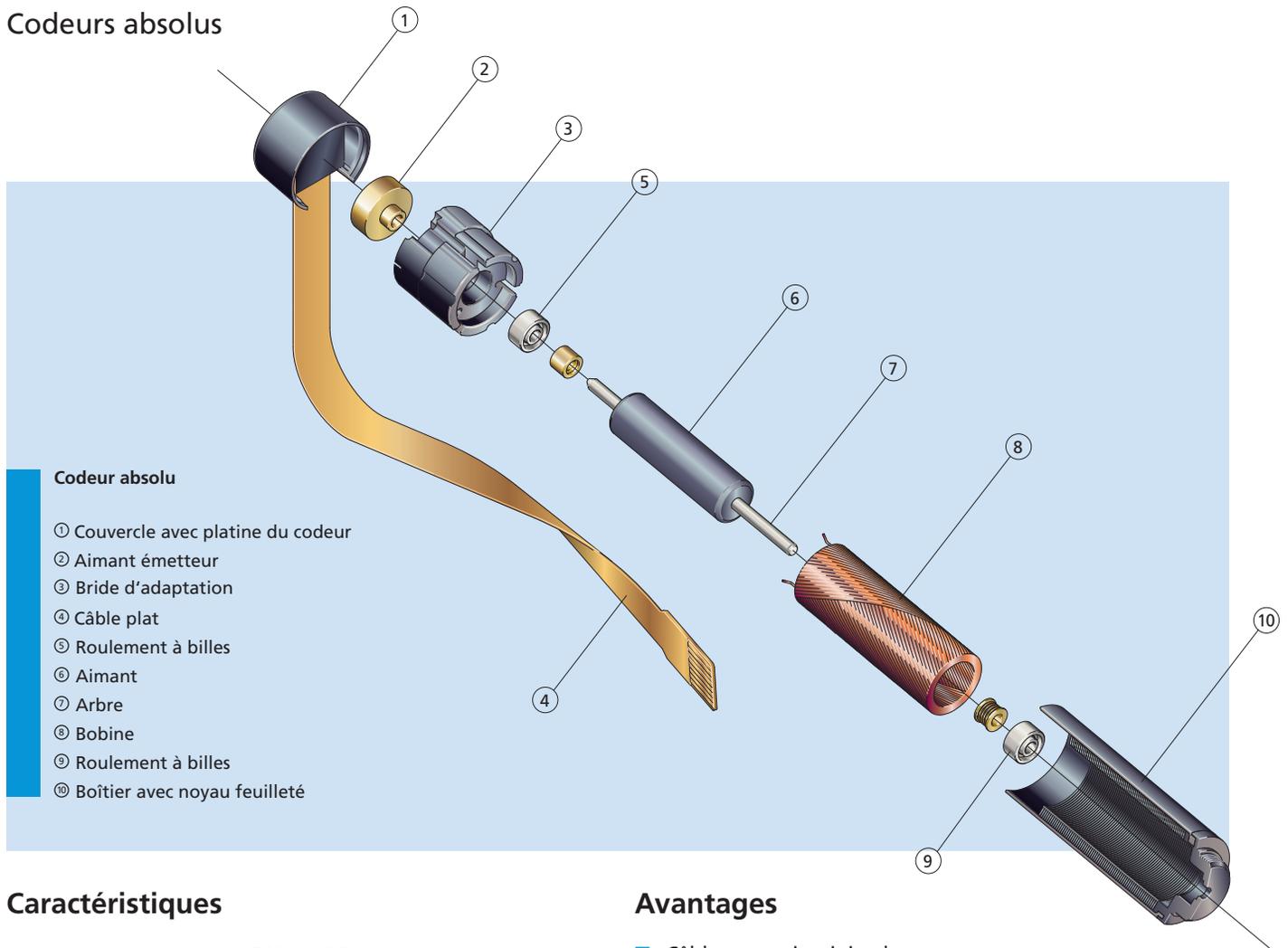


IEH Série de codeur  
2 2 sorties  
4096 impulsions par tour

IEH2 - 4096

## Codeurs

### Codeurs absolus



### Caractéristiques

Les codeurs de la série AESM-4096 sont composés d'un aimant de capteur à deux pôles, magnétisé diamétralement et fixé à l'arbre du moteur. Un capteur angulaire spécial destiné à la détection de la position de l'arbre du moteur est placé dans une direction axiale par rapport à l'aimant de capteur. Le capteur angulaire comprend toutes les fonctions nécessaires, telles que les capteurs à effet Hall, un interpolateur et des étages de buffer. Après amplification, le signal analogique de l'aimant détecté par les capteurs à effet Hall est traité à l'aide d'un algorithme spécial pour produire un signal de codeur haute résolution. À la sortie, des informations d'angle absolu sont disponibles avec une résolution de 4 096 pas par tour. Ces données peuvent être consultées par une interface SSI avec le protocole BISS-C. Le codeur absolu s'avère idéal pour la commutation, le contrôle de vitesse de rotation et le contrôle de position.

### Avantages

- Câblage requis minimal
- Informations d'angle absolu immédiatement après la mise en marche
- Aucun référencement nécessaire
- Qualités de contrôle améliorées même à de faibles vitesses de rotation
- Possibilité de personnalisation flexible de la résolution et du sens de rotation

### Code de produit



AESM	Série de codeur
4096	pas par tour

**AESM - 4096**



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