

INSTRUCTIONS TECHNIQUES

ELECTRO- AIMANTS PROPORTIONNELS

Pour l'utilisation dans l'hydraulique

Sommaire

1. Préambule
2. Genre des électro-aimants
3. Explication des concepts
 - 3.1. Force
 - 3.2. Tension électrique
 - 3.3. Résistance
 - 3.4. Courant électrique
 - 3.5. Puissance électrique
 - 3.6. Concepts de temps
 - 3.7. Fonctions
 - 3.8. Hystérèse
 - 3.9. Linéarité
4. Genres d'utilisation

1. Préambule

Les instructions techniques servent à l'explication et la définition des termes utilisés dans les feuilles de données techniques concernant les électro-aimants proportionnels.

Les termes qui apparaissent dans les feuilles de données des él.-aimants ou des valves et qui ne sont pas mentionnés dans la présente explication, sont décrits dans les instructions sur les él.-aimants de commutation.

2. Genre des électro- aimants

El.-aimants proportionnels à courant continu

El.-aimant simple course (poussant, course longitudinale), dont le noyau effectue un déplacement sous l'effet d'une force électro-magnétique d'une position initiale à une position finale.

Il se différencie de l'él.-aimant de commutation, fondamentalement un élément de déplacement deux points, par son comportement continu analogue défini selon les utilisations, soit course/courant, soit force/courant.

Afin d'obtenir une faible hystérèse et une bonne linéarité, il faut tenir compte des points suivants:

- Choix de matériaux électro-magnétiques de grande qualité (faible hystérèse él-magnétique; voir 3.1)
- Guidage idéal du noyau (faible hystérèse de frottement)

3. Explication des concepts

3.1. Force

Force électro-magnétique (F_M)

La force utile générée par l'él.-aimant dans le sens du déplacement, diminuée des frottements (sens de déplacement 1) (voir fig. 1)

Force électro-magnétique nominale (F_{MN})

Force él.-magnétique atteinte au courant nominal

Force de rappel (F_{MR})

Force externe agissant sur l'él.-aimant, qui doit être générée pour déplacer le noyau en sens inverse du déplacement (sens de déplacement 2). Elle est plus grande que la force él.-magnétique, et correspond au double de la force de frottement additionnée de la force d'hystérèse. (voir fig. 2)

Force induite (F_F)

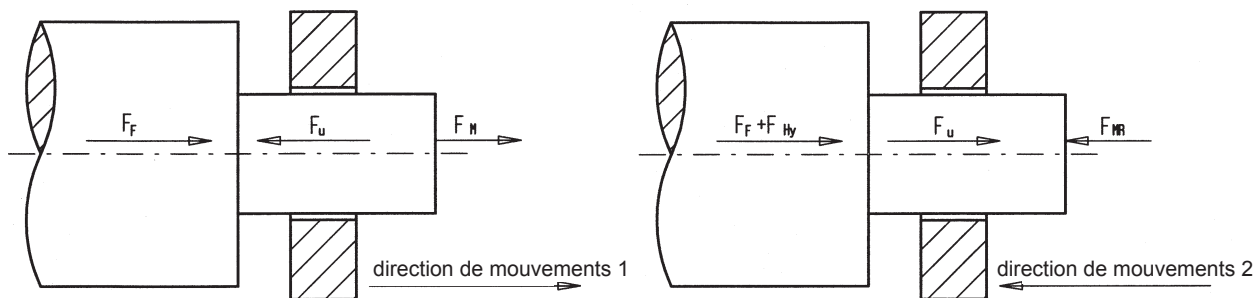
Force mécanique exercée par le champ électro-magnétique sur le noyau. (voir fig.1 et 2)

Force de frottement (F_u)

Force générée par le frottement. Elle est toujours opposée au sens de déplacement. (voir fig.1 et 2)

Force d'hystérèse (F_{Hy})

Force générée par l'hystérèse électro-magnétique. (voir fig 1 et 2)



$$F_M = F_F - F_u \quad F_{MR} = F_F + F_{Hy} + F_u$$

Fig. 1 Fig. 2

Hystérèse de force (H_F) (force différentielle)

Différence entre la force él.-magnétique de rappel et la force él.-magnétique (voir 3.8.Hystérèse).

$$F_{MR} - F_M = 2F_u + F_{Hy} = H_F$$

3.2. Tension électrique

Les données de tension se rapportent à la valeur arithmétique moyenne.

Tension de référence (U_B)

Tension donnée sur l'él.-aimant qui génère au moins le courant limite I_G lorsque la température d'équilibre maximale est atteinte. Elle doit toujours être à disposition comme tension d'alimentation.

3.3. Résistance

Résistance nominale (R_N)

Résistance ohmique du bobinage à une température ambiante de 20 °C.

Résistance à chaud (R_V)

Résistance ohmique du bobinage qui s'établit à courant limite appliqué constant, en état thermique transitoire à température de référence maximale.

3.4. Courant électrique

Les données de courant se rapportent à la valeur arithmétique moyenne.

Courant nominal (I_N)

La force électro-magnétique nominale F_{MN} est atteinte au courant nominal.

Courant limite (I_G)

C'est le courant avec lequel on peut charger l'él.-aimant à température de référence maximale sans surcharge thermique.

Courant de linéarité (I_L)

C'est le courant à partir duquel la courbe force / courant devient suffisamment linéaire.

Courant de réponse (I_A)

C'est le courant nécessaire pour mettre le noyau en mouvement contre l'effet des forces de frottement.

3.5. Puissance électrique

Puissance nominale (P_N)

C'est le produit du courant nominal multiplié par la résistance nominale $P_N = I_N^2 \times R_N$

Puissance limite (P_G)

C'est le produit du courant limite multiplié par la résistance à chaud. $P_G = I_G^2 \times R_W$

Puissance de linéarité

C'est le produit du courant de linéarité multiplié par la résistance nominale. $P_L = I_L^2 \times R_N$

Puissance de réponse

C'est le produit du courant de réponse multiplié par la résistance nominale. $P_A = I_A^2 \times R_N$

3.6. Concepts de temps

Les temps d'attraction et de chute d'un électro-aimant proportionnel, dont le noyau en pratique doit effectuer une certaine course, dépendent très fortement dans la plupart des cas de la charge antagoniste et du régulateur utilisé, valeurs souvent inconnues. Il n'est donc pas possible d'indiquer ces valeurs dans les feuilles de données techniques.

Par contre les temps d'appel et de chute d'un él.-aimant proportionnel, dont le noyau en pratique effectue une course constante ou presque constante, sont indiqués dans les feuilles de données sous la forme de la fonction $F = f(t)$, avec le courant I comme paramètre (voir 3.7.Fonctions)

3.7. Fonctions

Force électro-magnétique/course ($F=f(s)$; Paramètre courant I)

Le circuit él.-magnétique des él.-aimant proportionnels à courant continu est déterminé de manière standard à ce que la courbe force/course soit aussi horizontale et linéaire que possible dans le domaine de la course de travail s_A .

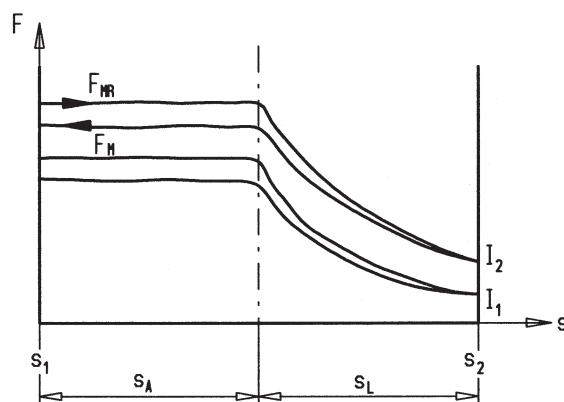


Fig. 3

Force électro-magnétique / courant ($F=f(I)$; course définie s)

Grâce à un dimensionnement optimal du circuit magnétique, la courbe force él.-magnétique / courant présente une caractéristique presque linéaire. La linéarité n'est plus atteinte si l'on a affaire à de petits courants ($I < I_L$). Cette mesure s'effectue avec une course définie fixe (dans la règle, à la moitié de la course de travail s_A).

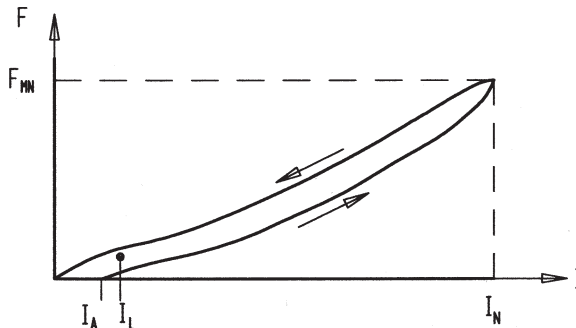


Fig. 4

Force électro-magnétique / temps ($F=f(t)$; paramètre courant I , course définie s)

La courbe force él.-magnétique / temps montre le comportement à l'appel et la chute de l'él.-aimant proportionnel. Cette mesure s'effectue avec une course s définie fixe (dans la règle, à la moitié de la course de travail s_A) et vient générée par un saut de tension.

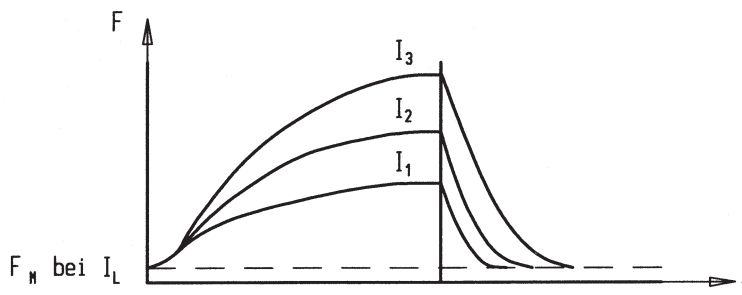


Fig. 5

3.8. Hystérèse

Hystérèse de force (H_F)

C'est la différence entre la force él-magnétique de rappel F_{MR} et la force él-magnétique F_R dans la courbe force él.-magnétique / course, ceci à courant constant (voir aussi à ce sujet 3.1.Force).

Hystérèse de force nominale (H_{FN})

C'est la plus grande différence entre la force él-magnétique de rappel et la force él-magnétique à courant nominal I_N .

Hystérèse de force nominale percentuelle ($\% H_{FN}$)

C'est l'hystérèse de force nominale H_{FN} rapportée à la force él-magnétique nominale F_{MN} .

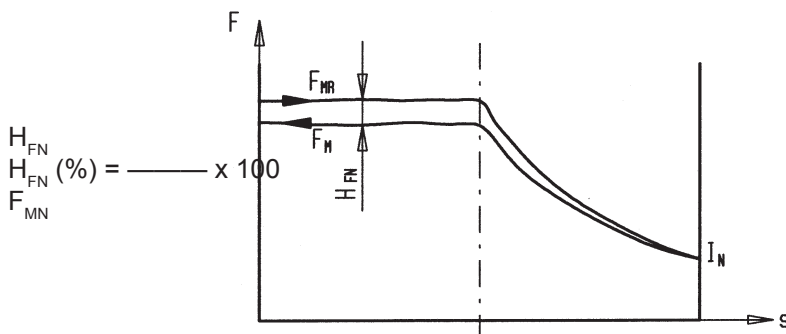


Fig. 6

Remarques concernant l'hystérèse de force

1) On différencie deux mesures percentuelles d'hystérèse de force nominale, la statique et la dynamique. Les deux sont mentionnées dans les feuilles de données, mais on donne la vitesse de mesure utilisée seulement pour la mesure dynamique.

2) La grandeur de l'hystérèse de force dépend très largement de la forme de la courbe du courant de l'excitation. Pour les indications dans les feuilles de données des él.-aimants, on a choisi un courant continu redressé par un pont, ceci à partir du réseau alternatif.

L'hystérèse de force est plus grande à partir d'une alimentation par batteries.

On minimise l'hystérèse de force par superposition d'un courant alternatif d'une fréquence plus élevée (Signal dither ou de battement) ou par une modulation par largeur d'impulsions.

Hystérèse de courant (H_I)

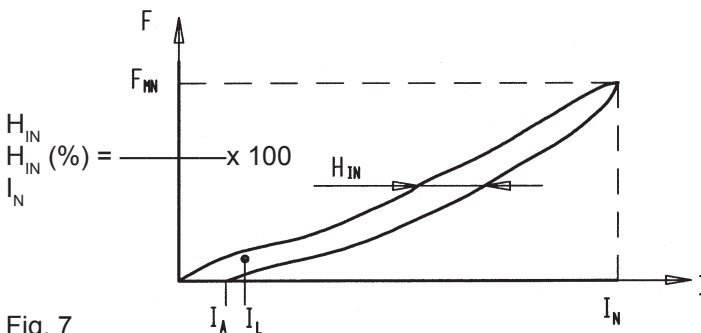
C'est la différence entre les courants de magnétisation et de démagnétisation de la courbe force/courant.

Hystérèse de courant nominale (H_{IN})

C'est la plus grande différence entre les courants de magnétisation et de démagnétisation de la courbe force/courant.

Hystérèse de courant nominale percentuelle (% H_{IN})

C'est l'hystérèse de force nominale H_{IN} rapportée au courant nominal I_N .



3.9. Linéarité

Déviaton de linéarité (L)

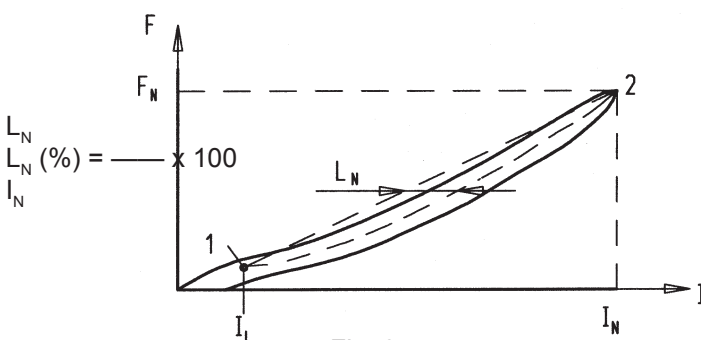
C'est la différence de courant entre les droites reliant les points 1 et 2 (courbe idéale) et la valeur moyenne de la courbe courant/force él-magnétique.

Déviaton de linéarité nominale (L_N)

C'est la plus grande différence de courant entre les droites reliant les points 1 et 2 (courbe idéale) et la valeur moyenne de la courbe courant/force él-magnétique.

Déviaton de linéarité nominale percentuelle (% L_N)

C'est déviaton de la linéarité nominale L_N rapportée au courant nominal I_N .



4. Genres d'utilisation

On différencie généralement 3 genres d'utilisation.

Travail contre un ressort

Par son comportement, l'électro-aimant proportionnel travaillant contre un ressort présente une caractéristique proportionnelle course / courant. Le champ d'application est p.ex. le pilotage de distributeurs hydrauliques proportionnels chargés par ressort.

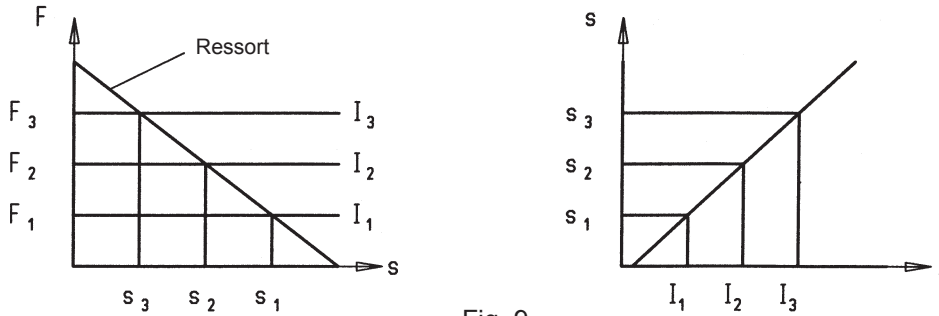


Fig. 9

Travail contre une butée fixe.

Le travail de l'électro-aimant proportionnel contre une butée est à la base de la caractéristique de force antagoniste. Dans cette combinaison, l'él.-aimant proportionnel présente un comportement proportionnel force / courant. Le champ d'application est p.ex. le pilotage de valves de pression hydrauliques proportionnelles.

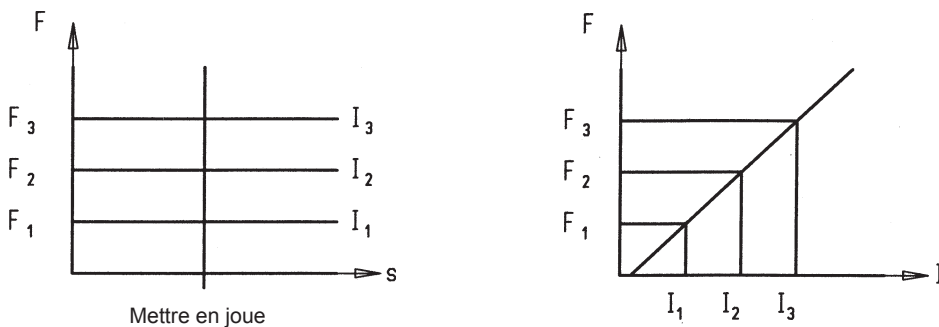


Fig. 10

Travail contre une force antagoniste constante

Grâce à sa courbe force él.-magnétique / course spéciale (fortement plongeante aux extrémités), l'él.-aimant proportionnel présente, en combinaison avec une force antagoniste, un comportement proportionnel course / courant. Le domaine d'application est p.ex. le déplacement d'une masse.

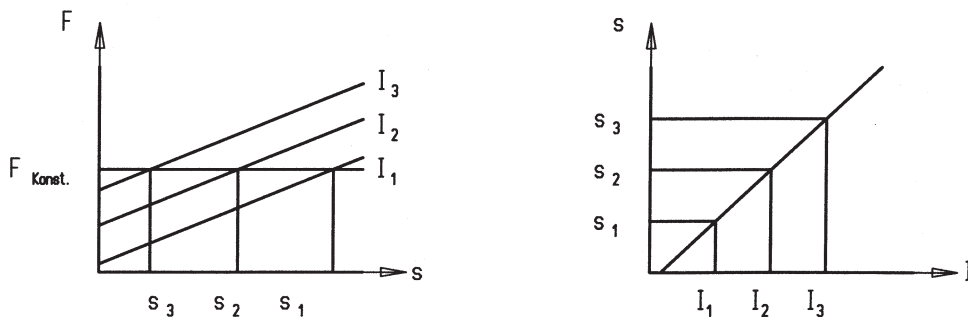


Fig. 11