

Nouveau contacteur électromagnétique à large plage de tension de commande

Le contacteur électromagnétique est un appareil de commutation simple destiné à des applications basse et moyenne tensions, en particulier au contrôle des machines électriques. Malgré sa simplicité, son utilisation reste conditionnée par des plages limitées de tensions de commande et de températures de service. Afin d'étendre ses possibilités d'application, ABB Control a développé une nouvelle génération de contacteurs électromagnétiques utilisant un circuit intégré à applications spécifiques (ASIC). Ce nouveau contacteur couvre de larges plages de tensions de commande et opère indifféremment en alternatif et en continu. Sa faible consommation d'énergie permet, en outre, de diminuer les frais qui en résultent. En complément, il intègre la potentialité d'une connexion à un bus de terrain et tient donc compte de l'évolution actuelle du marché vers des installations automatisées orientées intelligence décentralisée et interopérabilité.

Un contacteur est un appareil de commutation et de contrôle simple, robuste et très polyvalent dans les systèmes de distribution d'énergie et dans les installations automatisées. ABB Control fabrique des contacteurs à trois et à quatre pôles couvrant une plage de courant nominal de quelques ampères jusqu'à 750 A. Une application utilisant de tels contacteurs est présentée en **1**. Ce circuit est un système d'entraînement simple à enclenchement direct et est constitué d'un réseau basse tension (< 1 kV), d'un interrupteur-fusibles, d'un contacteur, d'un relais thermique et d'un moteur. Outre son rôle sécuritaire, l'interrupteur-fusibles fournit une visualisation de l'ouverture du circuit. Il assure, de plus, une fonction de protection contre les surcharges et les courts-circuits, lorsque le courant dépasse une certaine valeur pendant une durée donnée. Le contacteur enclenche et déclenche le moteur à partir d'un contrôle distant. Le relais thermique surveille le courant moteur et désactive le contacteur s'il y a un risque de surchauffe du moteur.

2 montre les principaux composants d'un contacteur électromagnétique. Si une tension est appliquée aux bornes de la bobine, un courant circule à travers celle-ci. Ce dernier génère un champ magnétique exerçant une force sur le circuit magnétique mobile. Si le courant atteint une valeur suffisante, la force comprime le ressort et ferme ainsi les contacts.

Paul Stephansson

Harald Vefling

Centre de recherche ABB
Billingstad/Norvège

Gunnar Johansson

Claude Henrion

ABB Control AB

Limite des contacteurs conventionnels

Plage de tension de contrôle limitée

Les contacteurs conventionnels ont l'inconvénient d'avoir une plage de tension de contrôle limitée, et ce afin d'assurer une opération fiable. D'une part, la tension de contrôle doit être suffisamment élevée pour assurer proprement la fermeture des contacts. D'autre part, une tension trop élevée provoque des rebonds à la fermeture des contacts et génère un échauffement supplémentaire de la bobine, conduisant à l'endommagement de l'isolation de son bobinage. Dans les deux cas, la durée de vie du contacteur se trouve réduite.

Les normes internationales en vigueur stipulent que le contacteur doit fermer dans une plage de tension comprise entre 85 et 110% de la tension nominale. Toutefois, des problèmes peuvent se poser, par exemple lorsqu'une installation utilise un réseau d'alimentation commun aux circuits de contrôle et aux moteurs. Lors de l'excitation de la bobine et de la fermeture des contacts, l'enclenchement du moteur peut provoquer une chute de tension sur le réseau d'alimentation, si les câbles ou si le transformateur de puissance ont été sous-dimensionnés. Dans ce cas, une chute de tension peut se produire sur un contacteur alimenté par le même réseau, ce qui peut suffire à ouvrir de nouveau momentanément les contacts.

Une telle situation est hasardeuse et pourrait provoquer un comportement imprévisible, ou même endommager les équipements. Elle peut aussi se manifester par un soudage des contacts du contacteur. Cela peut se produire quand les contacts se referment avant que le processus de déclenchement ne soit achevé et que l'arc ait toujours suffisamment d'énergie pour souder les contacts. Dans un tel cas, les contacts restent fermés et ne peuvent plus être actionnés.

Plage de température limitée

Un autre problème usuel des contacteurs conventionnels réside dans leur plage de température limitée. La résistance du cuivre utilisé pour la bobine augmente avec la

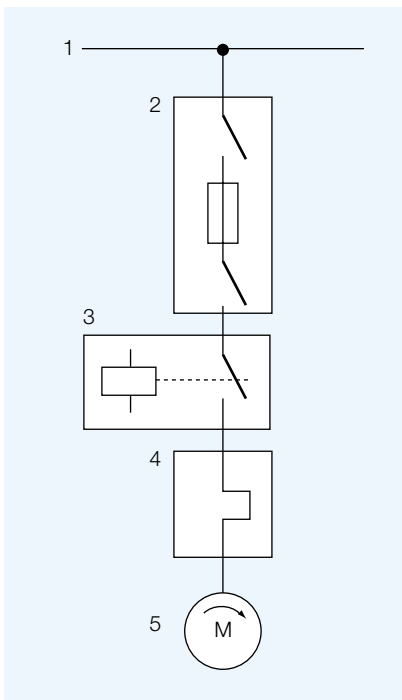
température. Quand celle-ci croît, le courant de la bobine diminue et avec lui la force magnétique assurant la fermeture des contacts.

Alimentation en courant alternatif ou continu de la bobine

Une bobine alimentée en courant alternatif tend à faire perdre la force magnétique de maintien à chaque passage à zéro du courant. Ce problème a été résolu en ajoutant un enroulement fixe dans le circuit magnétique. Celui-ci assure la constance du champ magnétique même lorsque le courant passe temporairement à zéro. Néanmoins, l'alimentation en courant alternatif présente un avantage considérable: quand l'entrefer décroît, l'inductance augmente de façon significative, ce qui diminue automatiquement la consommation de courant et la puissance dissipée.

Schéma d'un système d'entraînement simple

- 1 Réseau basse tension
- 2 Interrupteur-fusibles
- 3 Contacteur
- 4 Relais thermique
- 5 Moteur



En cas d'alimentation en courant continu, le courant n'est déterminé que par la résistance. L'inductance de la bobine ne joue aucun rôle. Pour les petits contacteurs, on utilise des circuits magnétiques spéciaux. Pour les contacteurs de tailles plus importantes, l'adjonction d'une résistance en série ou la commutation sur un autre enroulement permet de réduire le courant une fois le contacteur fermé.

L'alimentation en courant alternatif offre l'avantage d'une diminution automatique de la puissance dissipée lors du passage en mode maintien des contacts. L'avantage de l'alimentation en courant continu réside dans une force magnétique constante et dans un fonctionnement silencieux. Les deux modes d'alimentation imposent des circuits magnétiques différents qui ne sont pas interchangeables.

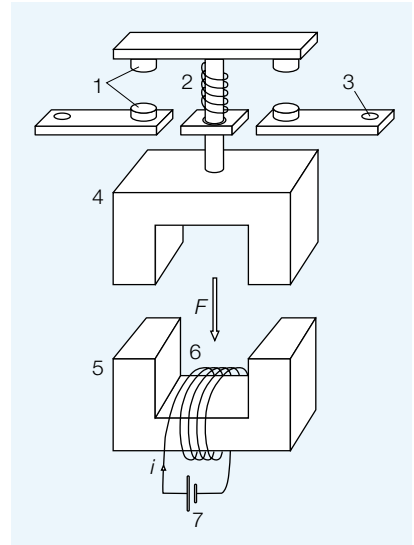
Solutions pour surmonter les limites des contacteurs conventionnels

Interface contrôlant le courant de la bobine

Les problèmes liés aux plages de tension et de température limitées peuvent être résolus en alimentant la bobine avec un courant continu régulé. ABB Control a développé une interface bobine sous forme d'un bloc électronique alimentant la bobine avec un courant optimal, aussi longtemps qu'une puissance suffisante est disponible 3. Un circuit de régulation à modulation de largeur d'impulsions (M.L.I.) contrôle un transistor FET (transistor à effet de champ) qui alimente la bobine à partir d'un pont redresseur. Un avantage du redressement est que le contacteur peut être activé à la fois en alternatif et en continu.

Fermeture contrôlée

Pour contrôler le mouvement du circuit magnétique à la fermeture et minimiser en même temps la consommation, le contacteur opère en deux phases : fermeture et maintien. Lorsqu'une alimentation en alternatif est utilisée, la fermeture est retardée jusqu'à ce que la tension d'alimentation ait atteint un niveau suffisant. Durant la fermeture, le courant bobine est régulé pour as-



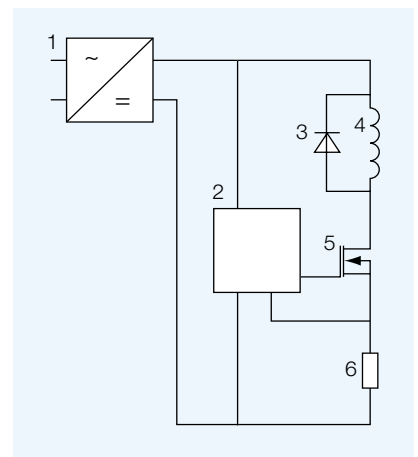
Principaux composants d'un contacteur électromagnétique

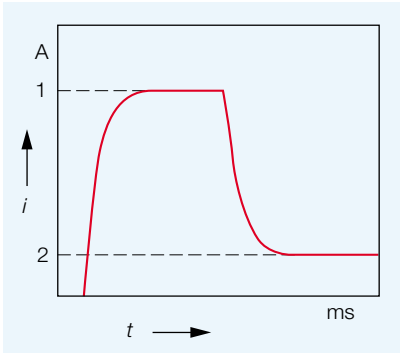
- 1 Contacts
- 2 Ressort
- 3 Bornes de raccordement
- 4 Partie mobile du circuit magnétique
- 5 Partie fixe du circuit magnétique
- 6 Bobine
- 7 Tension de commande

F Force agissant sur la partie mobile du circuit magnétique
i Courant de la bobine

Interface pour l'alimentation en courant continu régulé de la bobine du contacteur

- 1 Redresseur
- 2 ASIC
- 3 Diode de roue libre
- 4 Bobine
- 5 FET (transistor à effet de champ)
- 6 Résistance de mesure du courant de la bobine



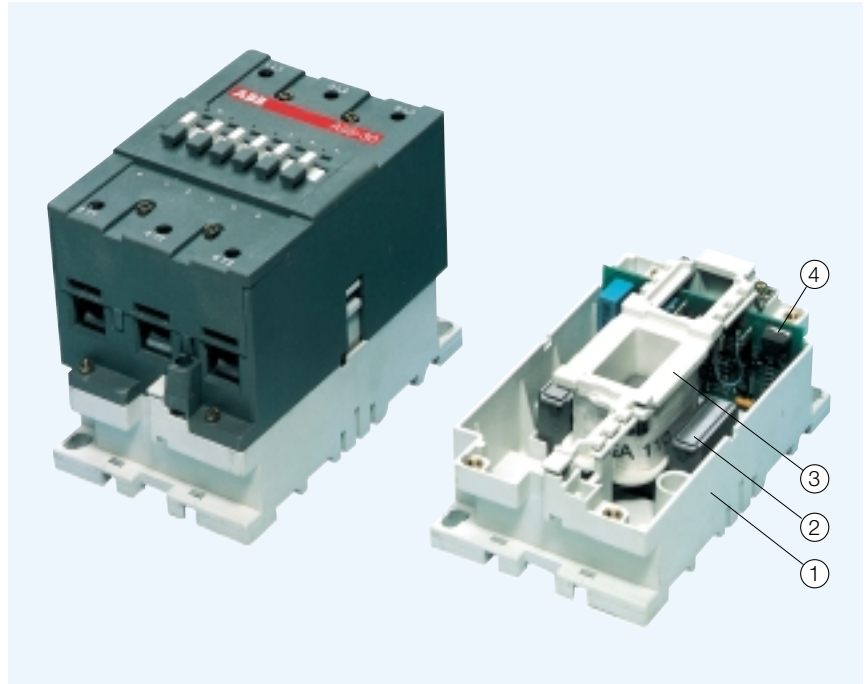


Caractéristique du courant à la fermeture du nouveau contacteur **4**

i Courant 1 Courant de fermeture
 t Temps 2 Courant de maintien

Nouveau contacteur – à droite sans sa partie supérieure **5**

1 Boîtier 3 Bobine
 2 Circuit magnétique 4 Circuit imprimé

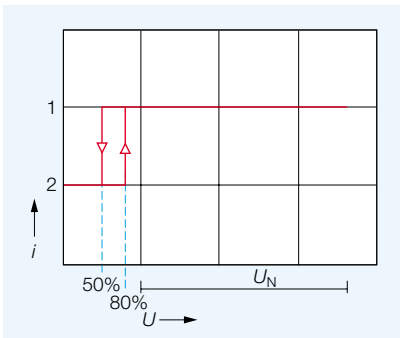


surer que sa valeur soit suffisamment élevée pour garantir un collage correct des contacts. Quand les contacts ferment, le courant se trouve réduit à une fraction du courant de fermeture. Ce courant faible est suffisant pour maintenir les contacts fermés **4**.

Régulation du courant de la bobine en fonction de la plage de tension de commande **6**

i Courant de la bobine
 U Tension de commande
 U_N Tension nominale de commande
 80% 80 % de la valeur inférieure de la tension commande
 50% 50 % de la valeur inférieure de la tension commande

1 Contacteur fermé
 2 Contacteur ouvert



Régulation et surveillance par un ASIC

Afin de pouvoir respecter les impératifs liés à un prix concurrentiel, au besoin de place et à la puissance dissipée, il a été nécessaire de développer un ASIC, c'est-à-dire un circuit intégré à application spécifique. Avec d'autres composants discrets (résistances et condensateurs), l'ASIC assure les fonctions suivantes:

- Surveillance de la tension d'alimentation
- Régulation à la fermeture et au maintien
- Régulation du courant de la bobine
- Surveillance de la position du circuit magnétique

Le Centre de recherche norvégien d'ABB a développé cet ASIC en technologie CMOS. L'ASIC a une surface de 10 mm² et intègre aussi bien des fonctions analogiques (par exemple des tensions de référence et des comparateurs) que des fonctions numériques.

Avantages du nouveau contacteur

Large plage de tension de commande et tolérances plus élevées envers les fluctuations de tension

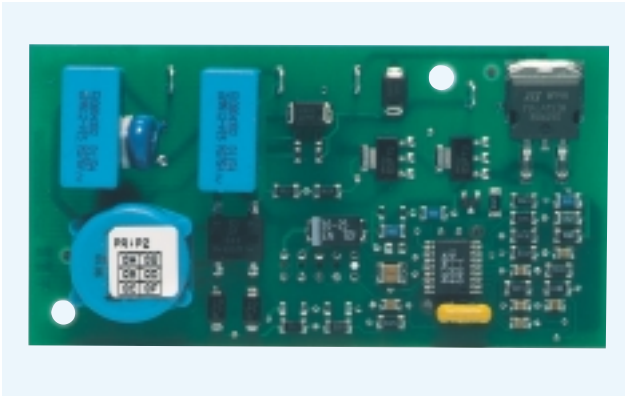
La plage de tensions du nouveau contacteur **5** à interface de bobine est représen-

tée en **6**. Le contacteur se ferme à 80 % de la tension nominale et reste fermé, jusqu'à ce que la tension de commande tombe en dessous de 50 % de celle-ci. La tension admissible maximale atteint typiquement 250 % de la tension nominale.

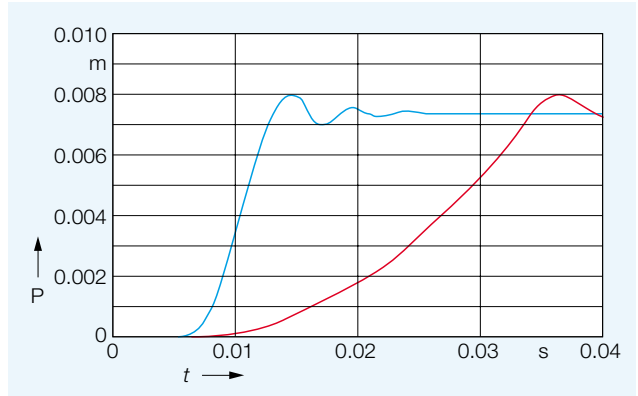
La surveillance de la tension de contrôle de l'interface bobine **7** admet une interruption de cette tension d'une demi-période, avant que le contacteur ne soit déclenché. Cette fonction sert à filtrer les perturbations du réseau d'alimentation. La limite inférieure de 50 % de la tension nominale autorise les chutes de tension relativement importantes provoquées par les courants d'enclenchement des moteurs. L'interface bobine assure le maintien du contacteur en position fermée.

Economie d'énergie

Un contacteur conventionnel à courant nominal de 100 A consomme environ 8 W en fonctionnement en alternatif. Avec l'utilisation de l'interface bobine, la puissance absorbée tombe à 3 W. Pour les contacteurs à gros calibre, la consommation d'énergie diminue encore plus fortement par rapport aux contacteurs conventionnels, de sorte que les frais liés à la consommation d'énergie se trouvent réduits. Un autre avantage important d'une puissance dissi-



Circuit imprimé avec composants électroniques servant à la surveillance et à la régulation du contacteur



Mouvement du circuit magnétique d'un contacteur conventionnel et du nouveau contacteur à la fermeture

Bleu	Contacteur conventionnel	P	Position
Rouge	Nouveau contacteur	t	Temps

pée plus basse réside dans la diminution de l'échauffement des armoires de commande.

Durée de vie prolongée

Le contrôle de la fermeture des contacts réduit considérablement les rebonds, ce qui augmente le nombre de manoeuvres admissibles.

Un essai d'endurance composé de manoeuvres de fermeture et d'ouverture répétées a fourni des résultats très prometteurs. Là où des contacteurs conventionnels présentent les premiers signes de dommages, le nouveau contacteur semble toujours apte à remplir efficacement sa fonction. **8** montre une comparaison entre un contacteur conventionnel et un contacteur du nouveau type. Pour ce dernier, le mouvement de commutation s'effectue beaucoup plus lentement et la vitesse à laquelle les contacts se rejoignent n'atteint que la moitié de celle des contacteurs conventionnels.

Surtensions plus faibles

Lorsque la tension d'alimentation d'une bobine est interrompue, la modification du courant induit des surtensions transitoires de plusieurs kV. Le contacteur supporte à vrai dire ces surtensions, mais d'autres composants électriques peuvent être perturbés ou endommagés. Pour parer à cette difficulté, on doit prévoir une protec-

tion contre les surtensions, spécialement si le contacteur doit être installé dans une zone sensible aux perturbations.

Le nouveau contacteur utilise une diode de roue libre pour la régulation M.L.I. du courant bobine. Cette diode conduit le courant bobine quand le FET est bloqué. La diode court-circuite la bobine lorsque le contacteur est désactivé, avec pour résultat une dissipation de toute l'énergie stockée. Ainsi, il n'est plus nécessaire d'utiliser des composants de protection externes.

Niveau acoustique bas

Le nouveau contacteur à courant de bobine régulé en continu est considérablement plus silencieux que les contacteurs conventionnels alimentés en alternatif. Dans ce dernier cas, un ronflement caractéristique est perçu du fait des harmoniques issues de l'alimentation alternative.

Solutions simplifiées pour la connexion à un bus de terrain

Dans les systèmes automatisés, le bus de terrain apporte de nouvelles possibilités. Les composants électriques connectés sur le bus forment un réseau où l'intelligence est distribuée. A cet effet, les composants ont besoin d'entrées de commande et de sorties de diagnostic. L'interface bobine offre cette potentialité d'interopérabilité par le biais d'entrées

d'activation ou de désactivation du contacteur et par des sorties fournissant des informations relatives à la tension de contrôle de la bobine et à la position des contacts.

Rédaction du texte français

Claude Henrion
ABB Control

Adresses des auteurs

Paul Stephansson
Harald Vefling
Centre de recherche ABB
Boîte postale 90
N-1361 Billingstad/Norvège
Téléfax : +47 66 84 3540/41

Gunnar Johansson
Claude Henrion
ABB Control AB
S-72161 Västerås/Suède
Téléfax : +46 (0) 2112 6001