



Départ-moteur intelligent

L'UMC100 est l'exemple parfait de départ-moteur modulaire, adaptable et intégré

PETER O. MÜLLER, ABHISEK UKIL, ANDREA ANDENNA – Les grands sites industriels comptent souvent plusieurs milliers de moteurs qui entraînent un large éventail de machines. L'arrêt inopiné ou brutal d'un moteur peut perturber la production et coûter très cher. Par conséquent, une gestion et une protection fiables du parc moteurs conditionnent la maîtrise de l'outil industriel. Actuellement, certains circuits d'alimentation de moteurs sont constitués d'éléments monofonctions comme, par exemple, un relais bilame pour la protection thermique du moteur. Dans ce cas, la mise en œuvre des fonctions de commande et de protection ainsi que leurs interverrouillages sont contraignants et compliqués car ils doivent être programmés dans l'automate. De même, les

signaux de commande et de mesure sont transmis par des modules d'entrées-sorties (E/S) qu'il faut concevoir et câbler. Enfin, l'ajout d'une protection, comme la surveillance thermique des enroulements par sonde PTC, impose des dispositifs et un câblage additionnels. Toutes ces fonctions, et de nombreuses autres, sont désormais intégrées dans un seul appareil: le départ-moteur universel UMC100. Ce dernier assure des fonctions de commande, de protection, de diagnostic et de communication sur bus de terrain avec le système de contrôle-commande. Comparés aux démarreurs traditionnels, les départs-moteurs offrent de nombreux avantages sur le cycle de vie complet d'un site industriel.

Modèles moteurs

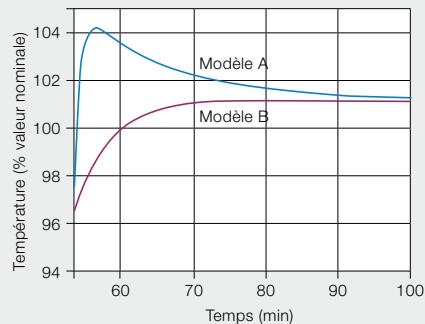
Chaque départ-moteur intelligent a besoin d'un modèle moteur qui évalue l'échauffement de ce dernier pour le déclencher en cas de dépassement d'un seuil prégréglé. Le choix de ce modèle est une étape clé de la conception d'un départ-moteur car il a un impact sur les performances de la fonction de base de l'appareil. Or cette conception suppose un compromis : d'une part, le modèle doit être aussi simple que possible car, trop complexe, il sera incompatible avec la plate-forme électronique du départ-moteur et comportera trop de paramètres difficiles à identifier et à régler par le client ; d'autre part, la température du moteur doit être évaluée avec une précision suffisante pour protéger correctement le moteur.

Les exigences minimales des modèles moteurs sont spécifiées dans la norme CEI 60947-4-1 [1] qui précise les durées minimale et maximale des surcharges ponctuelles pour différentes hauteurs d'axe en fonction du courant de déclenchement (« classes de déclenchement »). Par exemple, un relais ou un départ-moteur qui protège un moteur avec une classe de déclenchement 20 doit arrêter le moteur entre 6 et 20 secondes lorsque le courant de surcharge atteint 7,2 fois la valeur nominale.

La conformité à cette norme est une obligation minimale pour un départ-moteur intelligent. Un modèle trop simpliste ne tiendra pas compte de la dynamique thermique du moteur avec suffisamment de précision et ne déclenchera pas en cas d'échauffement excessif. Il faut savoir que la température des enroulements

d'un moteur est influencée directement par le courant statorique à cause de l'effet Joule et indirectement par la conduction thermique avec les autres parties du moteur. Un modèle moteur efficace (modèle A) doit tenir compte de cette double influence alors qu'un modèle plus simple (modèle B) se contentera de la seule influence qui prédomine. Les courbes ci-dessous sont celles de deux modèles d'un moteur tournant en surcharge pendant un temps donné avant sa mise hors tension et sa remise sous tension dès retour à la valeur nominale (courbe bleue pour le modèle A, rouge pour le modèle B). Dans ce cas précis, l'effet de la conduction thermique n'est pas négligeable car le moteur était en surcharge peu de temps avant et la température des enroulements peut avoir temporairement augmenté jusqu'à une valeur supérieure à la valeur nominale, ce que montre la courbe du modèle A plus complexe. Par conséquent, ce dernier protège plus efficacement le moteur.

Courbes des modèles moteurs



La dynamique des marchés mondiaux est une des raisons qui poussent bon nombre d'entreprises à réduire leurs charges d'exploitation et leurs coûts de production tout en améliorant leur productivité et la qualité des produits. L'amélioration de l'efficacité énergétique est un autre enjeu prioritaire des industriels. En fait, la demande de solutions plus modulaires, adaptables et intégrées ne cesse de croître, obligeant de nombreux fournisseurs à repenser leur offre et à la faire évoluer dans ce sens.

Les solutions intégrées se banalisent rapidement en raison, d'une part, des progrès réalisés en intégration fonctionnelle et, d'autre part, de performances globales supérieures à la somme des performances de leurs éléments constitutifs. De plus, la tendance semble indiquer qu'elles joueraient un rôle décisif dans la pérennité d'une entreprise.

Depuis quelque temps, ABB mobilise d'importants moyens pour faire évoluer un nombre croissant de ses produits vers des solutions intégrées ; le départ-moteur intelligent UMC100 en est l'illustration probante.

Revue de détail

Le départ-moteur universel UMC100 (*Universal Motor Controller*) pour moteurs asynchrones triphasés réunit, dans un seul et même appareil, des fonctions de commande, de protection, de diagnostic et de communication sur bus de terrain.

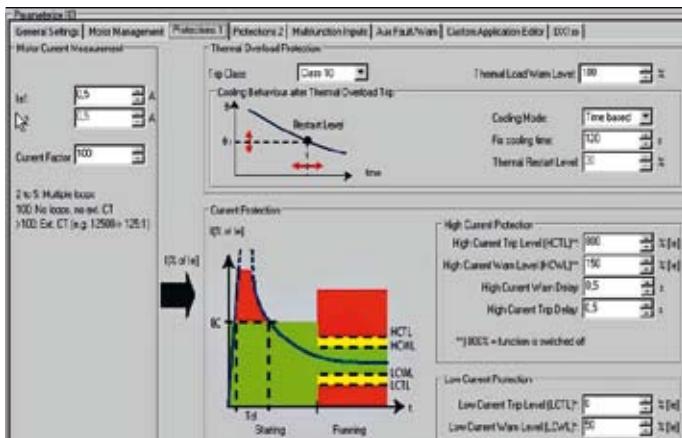
Il fonctionne de manière totalement indépendante et protège le moteur en toutes circonstances, même en cas de défaut des signaux de commande ou de rupture de la communication. Le système électronique de mesure très précis garantit un fonctionnement optimal des moteurs et un comportement prévisible en cas de défaut.

Les paramètres sont faciles à régler par le biais de fichiers descriptifs standards (GSD/EDS, par exemple), de l'interface homme-machine (micro-console) ou du gestionnaire DTM (*Device Type Manager*). Ce dernier permet le regroupement de paramètres associés, l'affichage graphique des paramètres et la consultation

de toutes les valeurs de mesure via une connexion établie avec l'appareil. L'écran de dialogue DTM servant au paramétrage de la protection à partir de la mesure du courant moteur est reproduit en → 1.

Toutes les fonctions de commande indispensables sont intégrées à l'UMC100. Facilement paramétrables, elles sont la clé de la souplesse d'adaptation du départ-moteur aux besoins de chaque client, avec une large plage de réglages. Toutes ces fonctions étant exécutées dans le départ-moteur, les besoins de programmation automate sont considérablement réduits. Des fonctions applicatives peuvent être personnalisées en utilisant la logique programmable de l'utilisateur → 2. Si des modules de départ-moteur existants doivent être réutilisés dans le système de contrôle-commande distribué, la position des signaux de commande et de surveillance peut également être adaptée, avantage réel lors de la modernisation d'installations plus anciennes.

1 Paramétrage de la protection avec l'écran DTM de l'UMC100

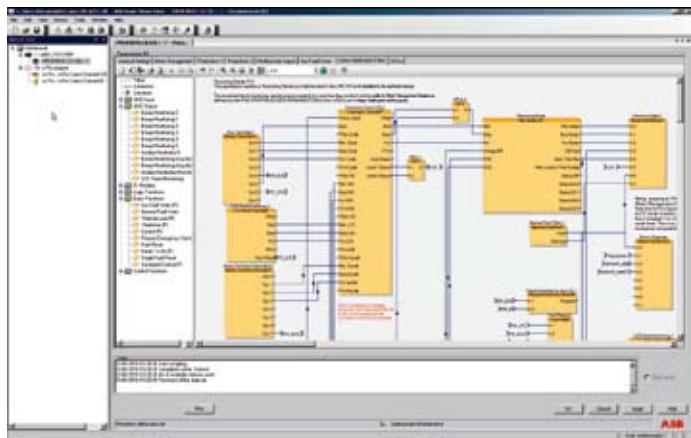


Quatre points de commande différents (bus de terrain, moteur lui-même, micro-console en façade d'armoire ou PC portable) sont disponibles. Pour chacun d'eux, la commande du moteur peut être activée ou désactivée selon le mode effectif (automatique ou local). La version de base comprend 6 entrées logiques, 3 sorties relais et 1 sortie de commutation 24 V. Pour les applications complexes nécessitant plus d'E/S ou des signaux spéciaux, des modules d'extension sont proposés.

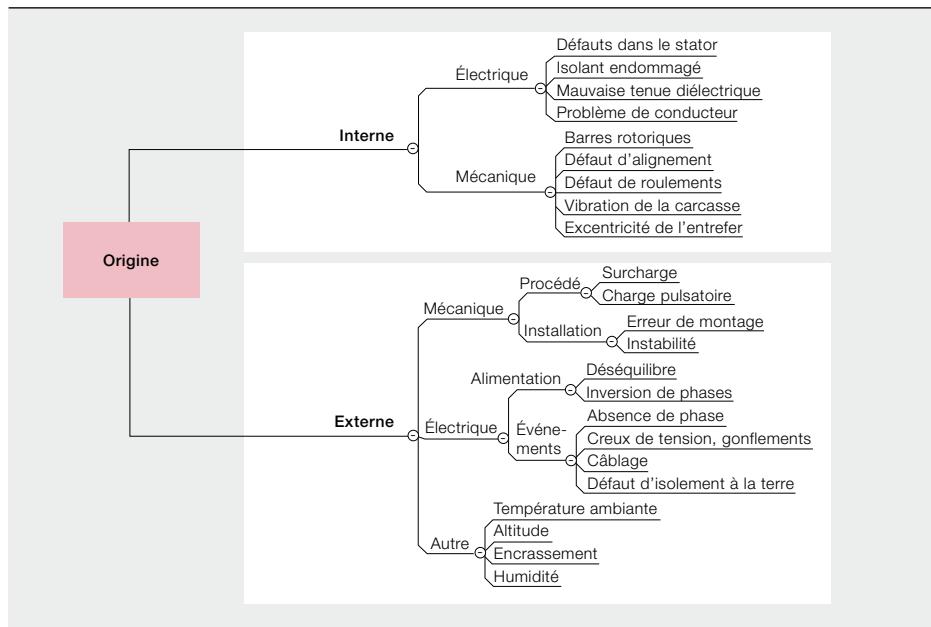
Le départ-moteur UMC100 pour moteurs asynchrones triphasés réunit, dans un seul appareil, des fonctions de commande, de protection, de diagnostic et de communication sur bus de terrain.

Les départs-moteurs sont souvent intégrés dans des architectures d'automatismes distribués. Utilisés dans le monde entier, ils doivent être multiprotocoles. C'est le cas de l'UMC100 qui communique sur les bus de terrain Profibus DP, DeviceNet, Modbus et CANopen. Pour autant, toutes ses fonctions restent opérationnelles, en mode autonome.

2 Éditeur de fonctions de commande personnalisées



3 Origine des défauts des moteurs asynchrones



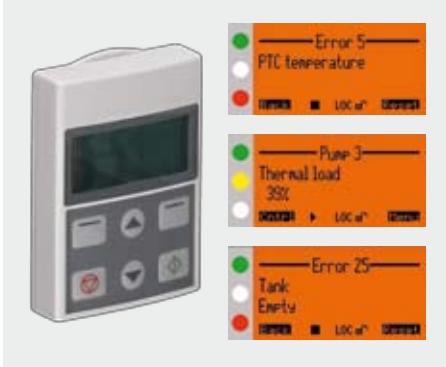
Le départ-moteur UMC100 couvre la plage de courant de 0,24 A à 850 A. Seuls les courants supérieurs à 63 A exigent un transformateur de courant externe supplémentaire qui joue en fait le rôle de diviseur de fréquence. Même pour les faibles valeurs nominales de courant, les conducteurs du moteur ne doivent traverser qu'une seule fois les transformateurs. Lors de la planification de l'installation, nul besoin de sélectionner différents types d'appareil selon le courant nominal du moteur. Il n'y a aucun risque de recouvrement des plages de mesure du courant. Globalement, le nombre de fonctions et d'éléments à mettre en œuvre par le planificateur est réduit, simplifiant le travail de préparation, la gestion des stocks et le dépannage.

Fonctions de diagnostic

La défaillance d'un moteur entraîne généralement l'arrêt d'une ligne de production et une envolée des coûts d'exploitation et de maintenance. Très souvent, les données de diagnostic ne sont exploitées qu'après défaillance pour en connaître l'origine. Un diagnostic complet et précis des moteurs asynchrones en environnement d'exploitation constitue un atout majeur pour éviter les défauts ou réagir très rapidement lorsqu'ils surviennent.

On distingue différents types de défaut moteur dont l'origine peut être externe et/ou interne, et liée à des problèmes électriques et mécaniques → 3. Pour diagnostiquer les défauts des moteurs asynchrones (en particulier ceux d'origine interne), les industriels utilisent actuellement la méthode d'analyse spectrale du courant statorique MCSA

4 La micro-console permet d'afficher toutes les données sur site.



L'UMC100 ouvre grand la porte à une stratégie de maintenance prédictive qui, jusqu'à une date récente, imposait des mesures spéciales et coûteuses.

(Motor Current Signature Analysis) [2,3]. Or, pour des raisons de coût, les diagnostics MCSA sont plutôt réservés, par exemple, aux gros moteurs et aux systèmes d'entraînement à vitesse variable plus complexes et onéreux. L'analyse d'autres problèmes, comme les défauts de roulements, est également très instructive. Pour autant, il est possible que l'incidence directe de ces défauts sur le circuit électrique d'un moteur asynchrone soit faible et donc difficile à détecter par analyse MCSA. C'est pourquoi des méthodes comme l'analyse vibratoire donnent également des résultats intéressants.

Au lieu d'avoir à configurer plusieurs systèmes de diagnostic pour être sûr de bien couvrir tous les défauts possibles du moteur, la solution idéale ne serait-elle pas un départ-moteur relativement bon marché incorporant les fonctions standards de protection et de diagnostic complétées de diagnostics en ligne du moteur ?

C'est précisément le cas de l'UMC100 dont les fonctions d'analyse et de test enregistrent en continu le nombre d'heures de fonctionnement du moteur, le nombre de démarriages et de déclenchements en surcharge, les données de diagnostic, le temps de démarrage du moteur et le courant de démarrage maximum, etc. Toutes ces données sont accessibles sur le bus de terrain et peuvent aider à planifier les interventions de maintenance. Ainsi, par exemple, un allongement du temps de démarrage peut révéler un fonctionnement en sous-régime de la charge raccordée. Par ailleurs, des informations provenant du modèle moteur aideront l'opérateur dans sa tâche. Exemple : si la charge thermique indiquée pour un moteur dépasse un seuil prédéfini, l'opérateur peut réduire la quantité de matière introduite dans un agitateur pour éviter un déclenchement.

Les fonctions de diagnostic avancées sont un des avantages majeurs des départs-moteurs intelligents. Celles de l'UMC100 sont accessibles à partir de sa micro-console, d'un portable de maintenance ou du bus de terrain. La défaillance d'un moteur doit pouvoir être diagnostiquée rapidement et complètement. L'expérience montre que même lorsqu'un PC portable se trouve à proximité, il n'est pas toujours disponible immédiatement.

Pour résoudre ce problème, la micro-console multilingue à écran LCD de l'UMC100, fixée sur la porte de l'armoire, affiche tous les paramètres et données d'état sous une forme facilement compréhensible → 4. Les messages de défaut apparaissent en clair et les entrées de défaut peuvent être configurées pour afficher des messages personnalisés. Plus besoin de PC portable pour la localisation des défauts !

La maintenance prédictive en ligne de mire

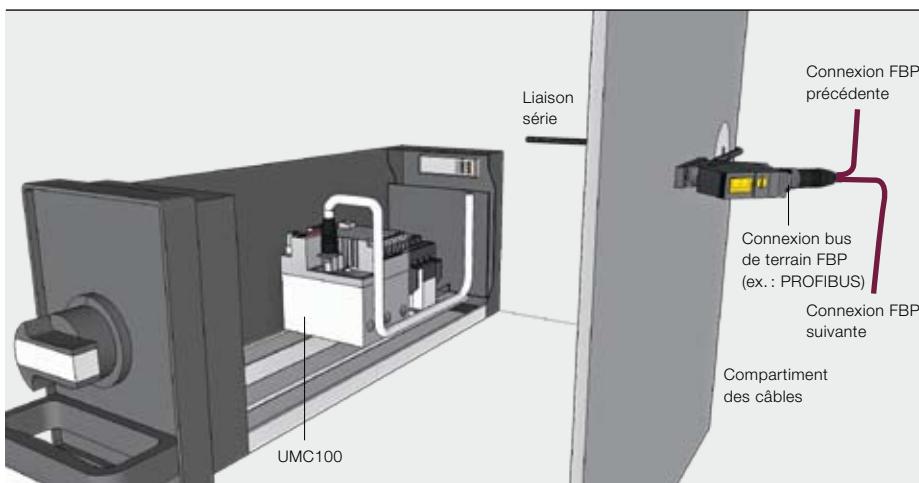
Utilisées avec les systèmes de contrôle-commande ABB, les fonctionnalités de surveillance d'actifs de l'UMC100 (Asset Monitor) aident à identifier rapidement l'origine d'un défaut : interne, câblage électrique externe, machine entraînée ou procédé. Pour ce faire, Asset Monitor récupère toutes les données de diagnostic du départ-moteur UMC100 à intervalles paramétrables et les classe selon les catégories suivantes de la recommandation NE107 de l'association NAMUR :

- Défaillance – le moteur est indisponible en raison d'un dysfonctionnement dans l'appareil de terrain ou sa périphérie (déclenchement en surcharge thermique, par exemple) ;
- Vérification de fonction – le signal de sortie est temporairement indisponible du fait d'une intervention en cours sur le circuit d'alimentation du moteur (position Test pendant la mise en service, par exemple) ;
- Hors spécifications – le circuit d'alimentation du moteur reste disponible mais est hors des limites spécifiées (courant moteur supérieur/inférieur au seuil préréglé, par exemple) ;
- Maintenance requise – le circuit d'alimentation reste disponible mais une intervention de maintenance est requise immédiatement (défaut de raccordement de la sonde PTC, par exemple).

Ces messages guident l'opérateur dans sa tâche au sein de l'usine sans le surcharger d'informations sur les différents équipements.

Le personnel de maintenance, quant à lui, accède facilement à toutes les informations sur la micro-console ou sur DTM via le bus notamment pour décider des moyens d'action à mettre en œuvre au niveau du site ou de l'équipement. Ces

5 L'UMC100-FBP s'enfiche dans un emplacement de l'armoire de commande à tiroirs extractibles alors que la connexion pour bus de terrain est à l'extérieur.



fonctions de surveillance et de bilan peuvent servir à collecter, regrouper, analyser et comparer ces données aux historiques afin de savoir, notamment, si le temps de démarrage du moteur a évolué. De surcroît, un début d'usure des dispositifs et composants peut être signalé et leur éventuelle défaillance être

tension extractible ou pour équiper les équipements existants d'un système moderne de gestion du parc moteurs → 5. Dans ces cas, une intégration directe de la connexion bus de terrain dans le départ-moteur obligera à tirer une ligne de dérivation pour chaque appareil au risque de compromettre la stabilité de la transmission sur le bus. Pour y remédier, il faut réduire le débit de transmission, ce qui allonge les temps de cycle. Installer séparément le coupleur et le départ-moteur constitue donc la meilleure

Le câblage est beaucoup plus rapide et moins fastidieux avec un appareil qui intègre les fonctions de protection, de surveillance et de commande.

identifiée plus aisément pour en informer la maintenance et lui permettre de mieux planifier les actions et minimiser les temps d'arrêt. Toutes les données de maintenance sont intégralement accessibles par bus de terrain; au besoin, elles sont exploitables par les outils de gestion de maintenance existants.

En somme, l'UMC100 ouvre grand la porte à une stratégie de maintenance prédictive qui, jusqu'à une date récente, imposait des mesures spéciales et coûteuses. Grâce à l'UMC100, elle devient aujourd'hui économiquement viable pour de nombreuses applications.

L'intégration de long en large

La compacité et l'intégration du système de mesure permettent de monter les départs-moteurs dans les espaces les plus exiguës, ce qui est un avantage énorme pour les armoires de faible encombrement à appareillage basse

solution : le premier, monté dans le compartiment des câbles, communique avec son départ-moteur situé dans le tiroir extractible. Le câblage est alors linéaire, sans dérivation. Cette configuration est aussi gage de sécurité de fonctionnement car lorsque le tiroir est retiré, l'adresse du coupleur ne se perd pas et la permutation accidentelle de tiroirs est automatiquement détectée!

Une solution hors pair

En fournissant en continu des données d'exploitation, de maintenance et de diagnostic sur le moteur au système de contrôle-commande, l'UMC100 favorise la détection précoce des perturbations et la prise de mesures appropriées pour prévenir ou tout au moins limiter leurs effets. La micro-console LCD ergonomique affiche toutes les données et permet de localiser rapidement les défauts sans utiliser de PC portable. La structure modulaire du départ-moteur procure des

avantages dès la phase de planification et de conception. Enfin, le câblage est beaucoup plus rapide et moins fastidieux avec un appareil qui intègre les fonctions de protection, de surveillance et de commande.

Comparé à la technologie traditionnelle, l'UMC100 se révèle être une excellente solution pour la gestion intelligente d'un parc de moteurs industriels avec de très nombreux avantages sur le cycle de vie complet du site de production.

Peter O. Müller

ABB STOTZ-KONTAKT GmbH
Heidelberg (Allemagne)
peter.o.mueller@de.abb.com

Abhisek Ukil

Andrea Andenna
ABB Corporate Research
Baden-Dättwil (Suisse)
abhisek.ukil@ch.abb.com
andrea.andenna@ch.abb.com

Bibliographie

- [1] Norme internationale CEI 60947-4-1, *Appareillage basse tension – Contacteurs et démarreurs de moteurs – Contacteurs et démarreurs électromécaniques*, Éd. 3.0, 9/2009.
- [2] Benbouzid, M. E. H., « A Review of Induction Motors Signature Analysis as a Medium for Faults Detection », *IEEE Transactions Industrial Electronics*, vol. 47, n° 5, 2000.
- [3] Thomson, W. T., Fenger M., « Current signature analysis to detect induction motor faults », *IEEE Industry Applications Magazine*, p. 26–34, juillet/août 2001.