Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 89 (1998)

Heft: 11

Artikel: Identification informatisée des paramètres de machines asynchrones triphasées

Autor: Moser, Charles N. / Eigenmann, Markus / Schwery, Alexander

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-902086

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

L'article proposé décrit une méthode originale de détermination de paramètres de machines asynchrones triphasées. Cette méthode requiert uniquement un essai de démarrage au cours duquel diverses grandeurs sont acquises par échantillonnage. Un post-traitement usant d'une procédure d'optimisation permet d'obtenir les éléments du schéma équivalent.

Identification informatisée des paramètres de machines asynchrones triphasées

■ Charles N. Moser, Markus Eigenmann, Alexander Schwery et Jean-Jacques Simond

Une connaissance précise des schémas équivalents de machines tournantes est essentielle pour la prédiction par simulation numérique de leur comportement en régimes permanent ou transitoire. Pour le contrôle vectoriel et le réglage, en particulier de systèmes d'entraînement à vitesse variable, cette connaissance est indispensable.

Les méthodes expérimentales classiques proposées par les normes [1] pour l'obtention de ces schémas équivalents conduisent à des résultats certes précis, mais avec l'inconvénient d'avoir à effectuer plusieurs essais qui impliquent un important investissement en temps.

La méthode nouvelle proposée dans cet article s'applique à tous les types de machines asynchrones triphasées, elle est basée sur un seul essai de démarrage. Une procédure informatisée d'identification de paramètres calcule un schéma équivalent de la machine pouvant contenir une, deux ou trois branches rotoriques.

Un stand d'essai a été développé afin de réaliser l'essai de démarrage et les mesures des différentes grandeurs de façon automatique.

L'avantage de cette nouvelle méthode est la simplicité et la rapidité de la mise en œuvre. Elle permet l'automatisation de la détermination du schéma équivalent de machines asynchrones. Le choix du nombre de branches rotoriques permet une bonne modélisation de machines à double cage ou à barres profondes dans lesquelles l'effet pelliculaire est important.

Idée de base

La modélisation de la machine asynchrone est illustrée par le schéma équivalent de la figure 1. Le nombre de branches rotoriques du schéma équivalent est égal à un dans le cas de machines à rotor bobiné et à deux ou trois dans celui des machines à cage simple ou à double cage, ceci afin de tenir compte de l'effet pelliculaire.

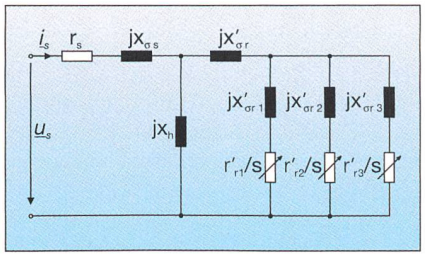


Fig. 1 Schéma équivalent à trois branches rotoriques de la machine asynchrone

Résistance statorique r_s, réactance de fuite statorique x_{ss}, réactance de champ principal x_h, réactance de fuite mutuelle rotorique exclusive x'_{sr}, réactances de fuite rotoriques x'_{sri} ($i = 1 \ldots 3$) et résistances rotoriques r'_{ri} ($i = 1 \ldots 3$) (les grandeurs rotoriques sont rapportées au stator), glissement s

Adresse des auteurs
Charles N. Moser, Markus Eigenmann, Alexander Schwery, Prof. *Jean-Jacques Simond*
Laboratoire d'Electromécanique et de Machines Electriques, EPFL, 1015 Lausanne

En régime permanent, les grandeurs électriques d'une phase sont caractérisées par l'équation complexe

$$\underline{U} = \underline{Z}\,\underline{I} \qquad (1)$$

où $\underline{Z}$ désigne l'impédance totale d'une phase vue du stator. Le nombre de paramètres qu'il y a lieu de déterminer pour obtenir $\underline{Z}$ croit évidemment avec le nombre de branches rotoriques désirées.

L'idée de base consiste à enregistrer, lors d'un essai de démarrage, la vitesse, les valeurs efficaces des tensions et courants statoriques, le couple ainsi que le facteur de puissance. Pour rester en régime quasi-stationnaire on augmente le temps de démarrage en appliquant une tension réduite et, si nécessaire, en accouplant un volant d'inertie.

En écrivant l'équation (1) pour plusieurs vitesses, respectivement pour plusieurs glissements différents lors du démarrage, on obtient un système d'équations permettant d'identifier précisément les paramètres du schéma équivalent.

Description du stand d'essai

Le stand d'essai a été conçu dans l'optique d'une grande flexibilité. En particulier, il est possible:

- de tenir compte de l'utilisation de transformateurs de tension et de courant pour des machines de grandes puissances
- de rapporter toutes les grandeurs mesurées aux grandeurs de référence afin de faciliter la comparaison des différentes caractéristiques de machines de puissances différentes
- d'enchaîner après l'essai de démarrage un essai à vide afin d'obtenir la réactance de champ principal x_h en fonction du niveau de saturation

Les éléments qui constituent le stand d'essai sont selon la figure 2:

- machine asynchrone à tester
- système d'acquisition (Sysacqu)
- torsiomètre digital (DTTM)
- capteur de position
- ordinateur

L'élément principal du stand d'essai est le système d'acquisition et de traitement Sysacqu. Cet appareil est muni d'un ensemble de cartes d'acquisition de tension et de courant [2, 3], d'une unité de calcul équipée d'un processeur rapide DSP (Digital Signal Processor) et d'une unité de mémoire (fig. 3). Un algorithme implanté dans l'unité de calcul permet de calculer en temps réel à partir des mesures les valeurs efficaces des tensions et courants statoriques ainsi que les facteurs de puissance des trois phases.

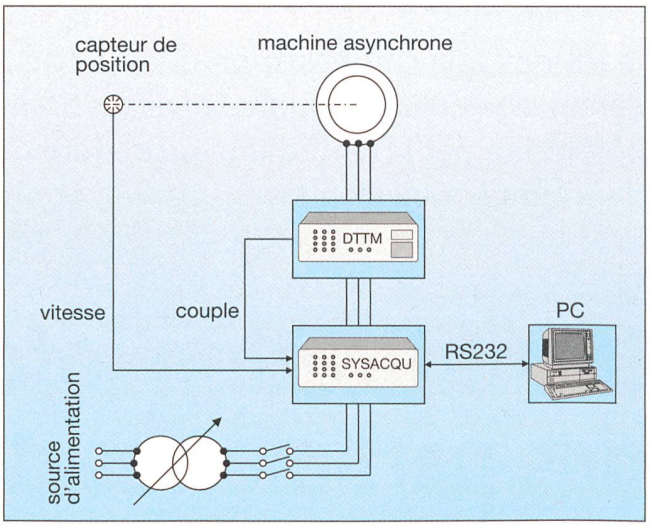


Fig. 2 Schéma global du stand d'essai

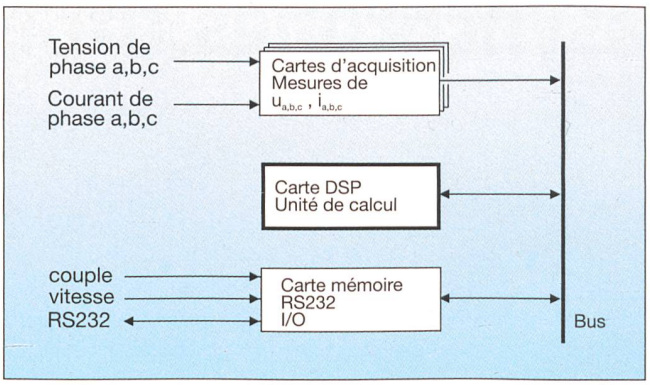


Fig. 3 Diagramme synoptique du système d'acquisition

Un capteur de position permet de faire la mesure de la vitesse. Il s'agit d'un capteur optique sous forme d'un codeur absolu (code de Gray) délivrant la position. A partir du signal de position, moyennant une base de temps de référence interne à l'unité de calcul, il est possible de calculer la vitesse instantanée de la machine avec une très grande précision.

Un torsiomètre digital donne le couple électromagnétique instantané en temps réel lors du démarrage. Le principe de mesure est basé sur une transformation à deux axes des tensions, courants et flux statoriques qui permet le calcul du couple électromagnétique [4]. Ce torsiomètre présente l'avantage qu'aucune liaison mécanique avec la machine (jauges de contraintes, transducteurs de couple, etc.) n'est nécessaire.

Les grandeurs électriques calculées ainsi que la vitesse et le couple électromagnétique, sont enregistrées dans l'unité de mémoire. Une fois l'essai terminé elles peuvent être mises à disposition de la procédure d'identification de paramètres.

Le calcul des paramètres du schéma équivalent par la procédure d'identification se fait sur un ordinateur. Une liaison informatique RS 232 permet d'envoyer les mesures effectuées du système d'acquisition vers l'ordinateur. On enregistre ces mesures dans un fichier de type texte.

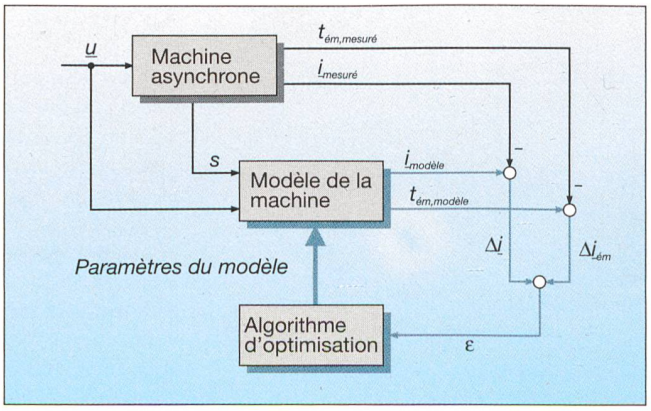


Fig. 4 Schéma bloc de l'algorithme d'optimisation

Il contient sous forme de colonnes les différentes grandeurs mesurées.

Procédure de mesure

On applique une tension constante aux bornes de la machine asynchrone à l'arrêt. Les différents éléments du stand d'essai permettent la mesure des tensions et courants statoriques ainsi que de la vitesse. L'exploitation en temps réel des grandeurs électriques permet le calcul des valeurs efficaces de tensions et courants ainsi que du facteur de puissance.

		M646	M651	Mhp
Type		rotor bobiné	double cage	encoches profondes
Branchement		Y	Y	Y
Tension nominale U_n	[V]	220/380	220/380	220/380
Courant nominal I_n	[A]	8,7/5	11,9/6,9	63/36,5
Puissance nominale P_n	[W]	2200	2200	18500
Vitesse nominale n_n	[tr/min]	1405	1435	1460
Fréquence nominale f_n	[Hz]	50	50	50
Facteur de puissance $\cos\varphi_n$		0,8	0,79	0,85

Tab. I Caractéristiques des machines testées

Description de la procédure d'identification

Une procédure d'identification de paramètres permet le calcul du schéma équivalent comportant une à trois branches rotoriques à partir des mesures réalisées au cours de l'essai de démarrage. Cette procédure est basée sur une méthode d'optimisation itérative dite méthode du gradient [5]. Elle permet de déterminer les paramètres du schéma équivalent en minimisant une fonction «coût» J. Cette fonction permet d'obtenir une expression mathématique qui fournit une appréciation objective de la qualité de l'optimisation effectuée et donc aussi des paramètres identifiés.

La procédure d'identification a été développée dans l'environnement Matlab. Ce logiciel garantit une bonne compatibilité entre les différents systèmes d'exploitation (Windows, Mac OS, Unix) actuellement sur le marché.

Les paramètres à identifier sont les éléments du schéma équivalent comportant une à trois branches rotoriques. Ces paramètres sont pour un schéma à trois branches (fig. 1):

r_s résistance statorique
$x_{\sigma s}$ réactance de fuite statorique
x_h réactance de champ principal
$x'_{\sigma r}$ réactance de fuite mutuelle rotorique exclusive
$x'_{\sigma ri}$ réactances de fuite rotoriques ($i = 1 \ldots 3$)
r'_{ri} résistances rotoriques ($i = 1 \ldots 3$)

Les paramètres rotoriques sont rapportés au stator. Afin de faciliter l'écriture pour la suite, on regroupe les paramètres dans un vecteur colonne $\underline{\Theta}$.

Tous les calculs se font en grandeurs rapportées à la machine, dites grandeurs «per unit» ou p.u. Ceci permet de comparer commodément les différentes caractéristiques de machines électriques de puissances et de tensions différentes.

L'impédance en p.u., vue du stator $\underline{z}(s)$, de la machine représentée par le schéma équivalent à trois branches (fig. 1), peut être exprimée en utilisant le glissement s et les paramètres rassemblés dans $\underline{\Theta}$. Connaissant la tension appliquée lors de l'essai, cette impédance permet de calculer le courant absorbé par la machine modélisée par le schéma équivalent:

$$\underline{i}_{modèle} = (1/\underline{z}_{modèle})\,\underline{u} \qquad (2)$$

Le couple électromagnétique $t_{ém,\,modèle}$ d'une machine asynchrone est proportionnel aux pertes Joule p dans les résistances rotoriques et s'exprime en p.u. par:

$$t_{ém,modèle} = p_{Cu,\,r}/s \qquad (3)$$

Ce problème d'optimisation a pour but la recherche des paramètres du schéma équivalent de la machine. La formulation de la fonction coût J contient la valeur absolue de l'écart entre le courant mesuré et calculé $|\Delta\underline{i}|$ ainsi qu'optionnellement la valeur absolue de l'écart entre le couple mesuré et calculé $|\Delta t_{ém}|$. La figure 4 montre le schéma bloc de l'algorithme d'optimisation.

Afin de pouvoir trouver l'ensemble des paramètres $\underline{\Theta}$ qui minimise, sur toute la plage de glissement, les écarts $|\Delta\underline{i}|$ et $|\Delta t_{ém}|$ on définit la fonction coût par:

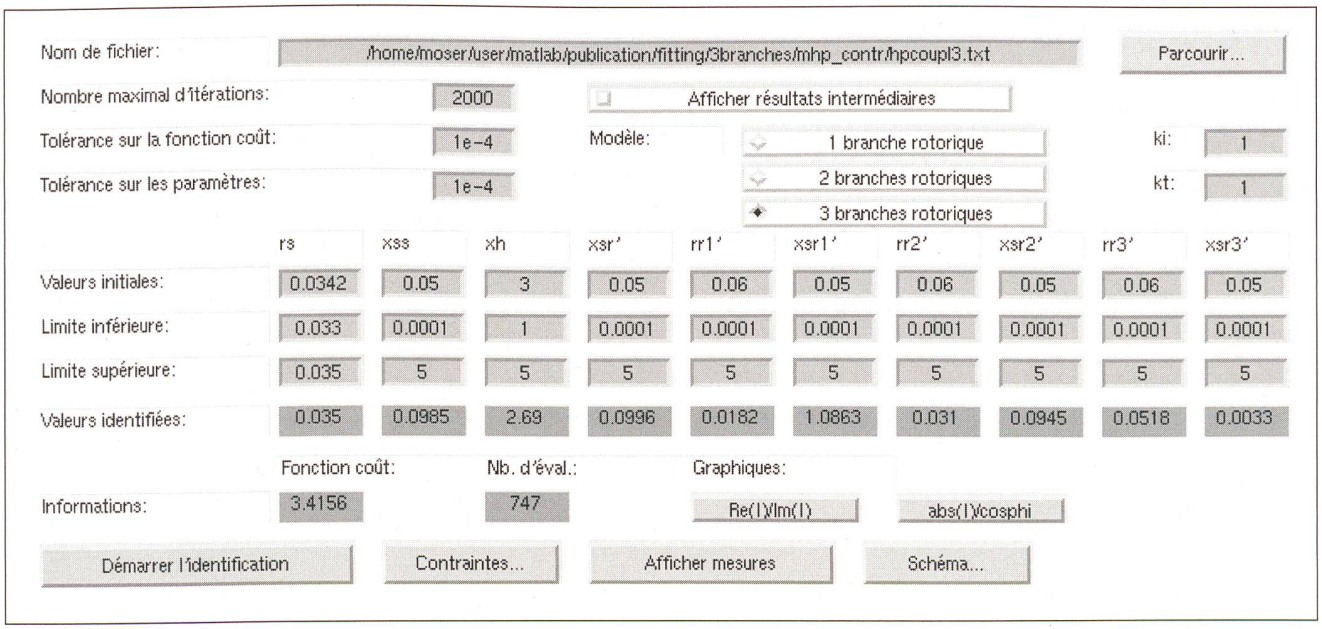


Fig. 5 Interface graphique

$$J(\underline{\Theta}, s, \underline{u}, \underline{i}_{mesuré}, t_{ém,mesuré}) = \sum_s \left(|\Delta \underline{i}| + |\Delta t_{ém}| \right) \quad (4)$$

Cette fonction dépend des paramètres $\underline{\Theta}$, du glissement s, de la tension appliquée $\underline{u}$, du courant $i_{mesuré}$ et du couple mesuré $t_{ém,mesuré}$.

La procédure d'identification décrite ci-dessus conduit à l'obtention d'un schéma équivalent qui tient compte de l'effet pelliculaire mais qui vaut bien sûr pour les états de saturation des circuits magnétiques principal et de fuite qui régnent au moment de l'essai. L'influence de la saturation sur l'inductance de champ principal est obtenue par un essai à vide que l'on peut enchaîner automatiquement après le démarrage. L'influence de la saturation des circuits magnétiques de fuite peut être traduite par une diminution des inductances correspondantes en fonction du courant.

Les paramètres du schéma équivalent ne peuvent pas prendre n'importe quelles valeurs. Ils sont soumis à des contraintes. Il est possible, en se basant sur des ordres de grandeurs connus, de fixer des limites inférieures et supérieures qui définissent le domaine de variation autorisé des paramètres. Le choix judicieux de ces limites permet également d'imposer des valeurs fixes de paramètres comme cela est le cas pour la résistance statorique r_s qui est fréquement connue par une mesure séparée.

Une estimation initiale des paramètres définit le point de départ de l'algorithme d'optimisation. Ces valeurs permettent à l'algorithme de trouver plus facilement et par conséquent plus rapidement les paramètres du schéma équivalent. Pour chaques types de machines asynchrones des valeurs initiales ont été définies par défaut. Néanmoins, l'utilisateur a la possibilité de choisir lui-même ces valeurs initiales.

Un effort particulier a été fourni pour développer une interface graphique utilisateur (fig. 5). Elle fait preuve d'une bonne convivialité et elle est simple à utiliser. Cette interface permet l'introduction de tous les paramètres nécessaires à la procédure d'identification. Ces paramètres sont entre autres le nombre de branches rotoriques, les contraintes et les valeurs initiales des paramètres du schéma équivalent. On a également la possibilité de choisir les différents graphiques à afficher une fois l'identification terminée.

Exemples d'applications

Afin de mettre en évidence les possibilités et les avantages du stand d'essai on a effectué des tests sur trois machines asyn-

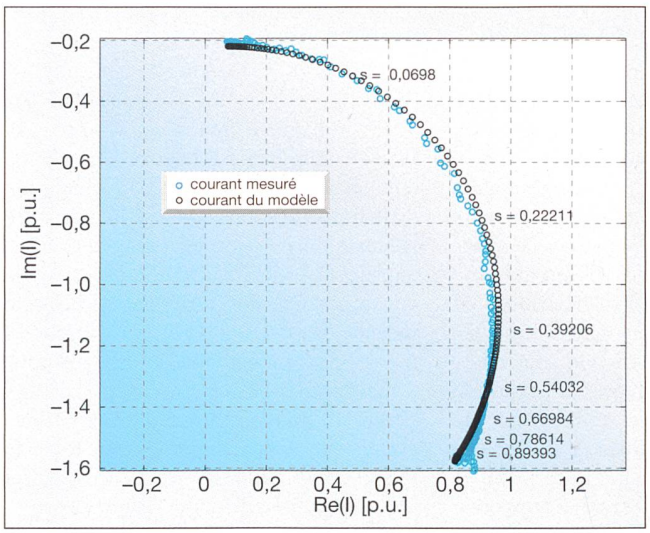


Fig. 6 Lieux géométriques des courants de la machine à rotor bobiné en fonction du glissement s, modèle à une branche

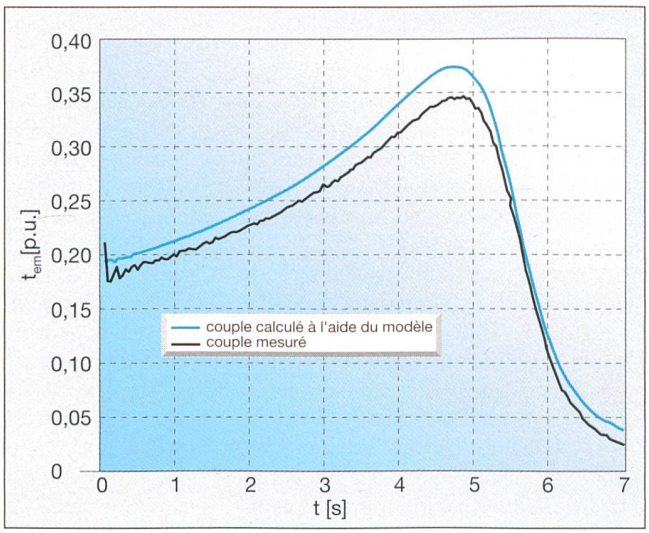


Fig. 7 Couples de la machine à rotor bobiné, modèle à une branche

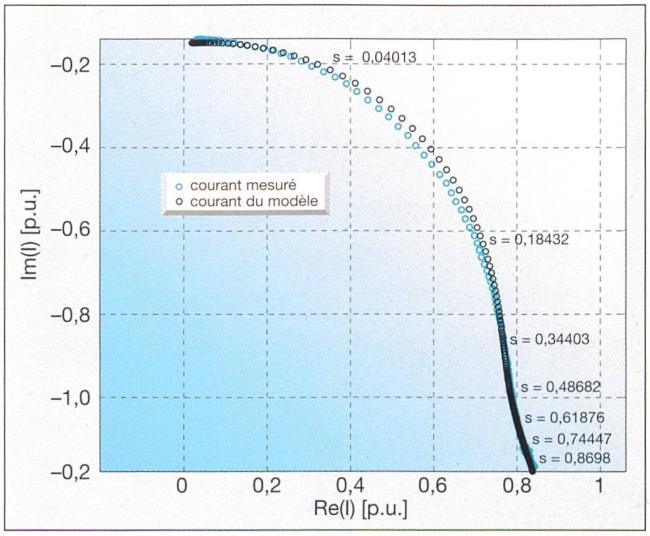


Fig. 8 Lieux géométriques des courants de la machine à double cage en fonction du glissement s, modèle à deux branches

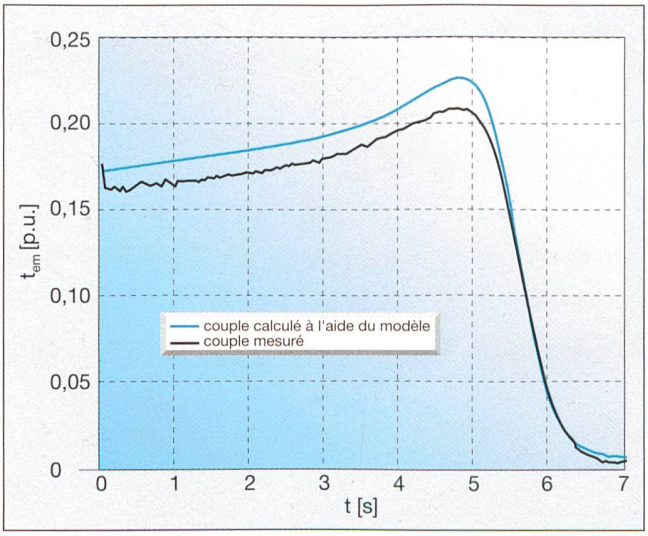


Fig. 9 Couples de la machine à double cage, modèle à deux branches

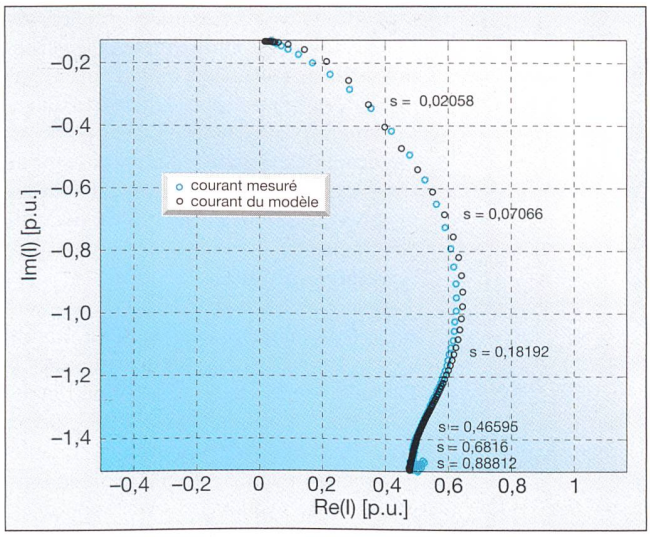


Fig. 10 Lieux géométriques des courants de la machine à barres profondes en fonction du glissement *s*, modèle à trois branches

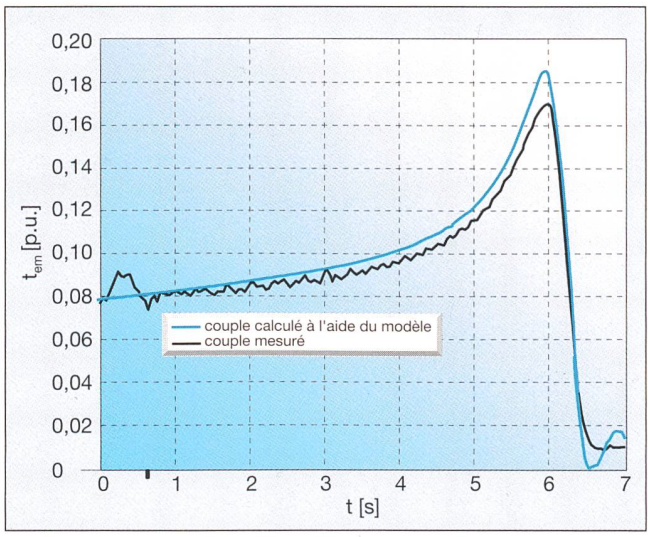


Fig. 11 Couples de la machine à barres profondes, modèle à trois branches

chrones de types et de puissances différents (tab. I).

La validation des schémas équivalents obtenus par le post-traitement des mesures se fait par comparaison directe des lieux de courant et des couples mesurés avec ceux calculés à partir des schémas équivalents sur toute la plage de glissement. L'affichage graphique et la comparaison des différentes courbes sont une façon simple et rapide de valider les résultats obtenus.

Machine à rotor bobiné

Dans ce cas, le lieu géométrique du courant calculé à partir du schéma équivalent identifié et de la tension statorique appliquée est un demi-cercle. Le lieu de courant représenté à partir des mesures de la valeur efficace du courant et du facteur de puissance suit très bien l'allure théorique comme on peut le voir sur la figure 6.

Le couple calculé à partir du schéma équivalent est légèrement supérieur au couple mesuré (fig. 7). L'écart relatif entre les valeurs de décrochage des couples est de $\Delta = 8\%$, et inférieur à $\Delta = 4\%$ entre les autres points.

Machine à double cage

Le schéma équivalent d'une machine à double cage comporte 2 branches rotoriques. A cause de la construction particulière de ce type de machine le phénomène de «refoulement» du courant (effet pelliculaire) devient important pour des glissements proches de 1. De ce fait, le lieu géométrique ne suit plus un demi-cercle comme pour la machine à rotor bobiné mais une portion d'un deuxième cercle pour des grands glissements. Sur la figure 8 sont représentés les lieux de courants mesuré et calculé. On voit très bien cet effet pour les glissements plus grands que 0,4. De nouveau, on remarque la bonne concordance entre les lieux mesurés et calculés. Il faut relever l'allure «lisse» du lieu mesuré. L'écart relatif maximum entre le couple mesuré et le couple recalculé (fig. 9) est de $\Delta = 8\%$.

Machine à encoches profondes

Comme pour la machine à double cage, l'effet pelliculaire dans ce type de machines est important. La modélisation de la machine par un schéma équivalent comportant deux branches rotoriques n'a pas montré les résultats escomptés. L'utilisation d'un schéma comportant trois branches rotoriques permet par contre de bien modéliser le comportement de ce type de machines.

Sur la figure 10 sont représentés les lieux de courant mesuré ainsi que calculé et sur la figure 11 les couples mesurés et calculés. Les résultats montrent une bonne concordance entre le modèle et les mesures. La modélisation par trois branches rotoriques de machines à encoches profondes est donc justifiée.

L'écart (écart maximum) entre les valeurs de crête du couple mesuré et calculé est de l'ordre de $\Delta = 9\%$.

Validation pour une alimentation par convertisseur de fréquence

Cette application concerne le moteur asynchrone Mhp (tab. I) alimenté par un convertisseur de fréquence à circuit intermédiaire à tension continue [6] (fig. 12). Dans un premier temps le schéma équivalent de ce moteur a été obtenu par la procédure décrite. Dans un deuxième temps un essai en charge en alimentation convertisseur de fréquence a été réalisé expérimentalement puis simulé numériquement [7].

Les figures 13 et 14 présentent les résultats de la mesure directe et de la simulation du régime permanent à charge constante. Le système de référence est celui de la machine asynchrone Mhp.

On impose une commande rectangulaire [6] au convertisseur de fréquence. Par conséquent, les tensions de phase u_{ph} possèdent une allure par gradins (fig. 13a et 14a). Une décomposition de ces tensions en une onde fondamentale et des harmoniques montre l'importance en terme d'amplitude des harmoniques de rang 5 et 7. Ces harmoniques se retrouvent également au niveau des courants de phase i_{ph} (fig. 13b et 14b) ce qui conduit à une composante harmonique de rang 6 du couple électromagnétique t_{em} (fig. 13c et 14c).

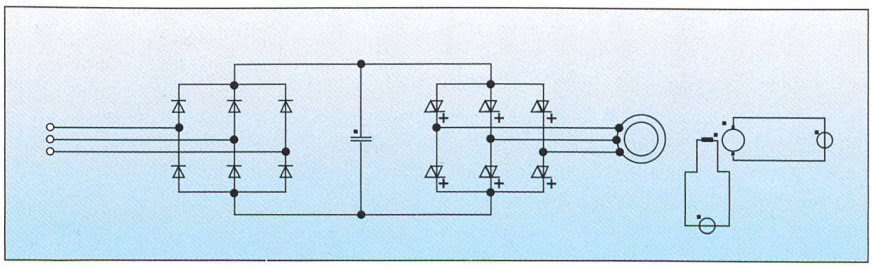


Fig. 12 Moteur asynchrone alimenté par convertisseur de fréquence

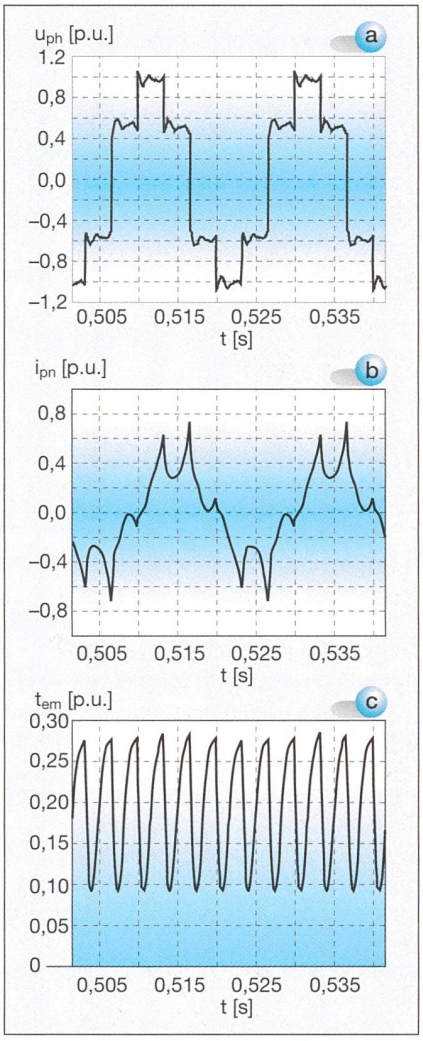


Fig. 13 Données mesurées de la machine asynchrone

a Tension de phase u_{ph1} mesurée de la machine asynchrone en p. u.
b Courant de phase i_{ph1} mesuré de la machine asynchrone en p. u.
c Couple électromagnétique $t_{ém}$ mesuré de la machine asynchrone en p. u.

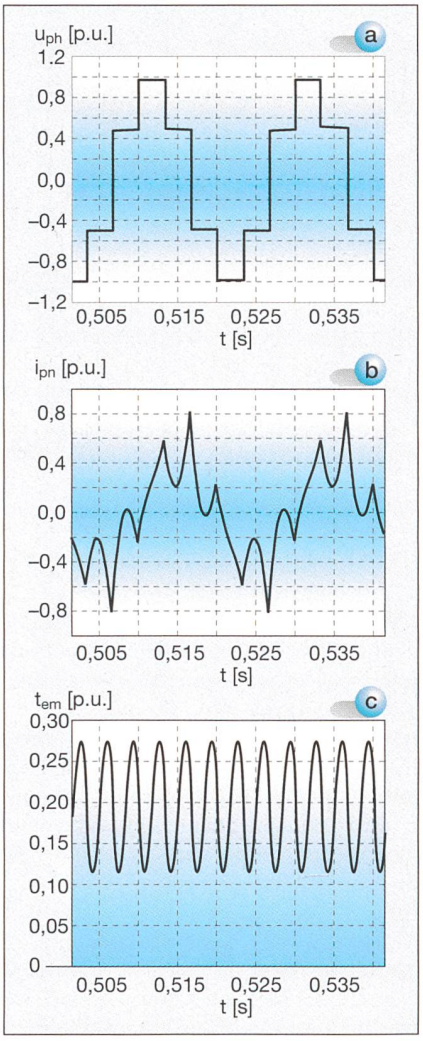


Fig. 14 Données simulées de la machine asynchrone

a Tension de phase u_{ph1} simulée de la machine asynchrone en p. u.
b Courant de phase i_{ph1} simulé de la machine asynchrone en p. u.
c Couple électromagnétique $t_{ém}$ simulé de la machine asynchrone en p. u.

La comparaison des différentes courbes confirme comme auparavant la validité du schéma équivalent identifié.

Conclusion – Perspectives

La méthode nouvelle présentée dans cet article s'applique à tous les types de machines asynchrones triphasées. Elle est basée sur un seul essai de démarrage. Cette méthode présente l'avantage d'une mise en œuvre simple et rapide par rapport aux méthodes expérimentales proposées par les normes. Le stand d'essai qui a été développé afin de réaliser l'essai de démarrage et le traitement des différentes grandeurs mesurées peut être relié facilement à des installations existantes.

L'interface graphique offre une ergonomie agréable et de nombreuses fonctions. Elle a été conçue dans un souci de simplicité et de convivialité. Le traitement de plusieurs exemples a montré les avantages de la démarche proposée par rapport aux essais classiques. La possibilité d'utiliser comme critère d'acceptation du schéma équivalent non seulement l'écart entre les courants mais aussi l'écart entre les couples assure une bonne précision des résultats. En enchaînant un essai à vide après le démarrage on obtient en plus la variation de l'inductance de champ principal en fonction du niveau de saturation.

Dans l'état actuel, le stand d'essai présente de nombreux avantages par rapport aux méthodes classiques. La rapidité de l'essai laisse imaginer l'insertion d'un tel stand d'essai dans une chaîne de production afin d'assurer le contrôle de qualité. La grande flexibilité d'utilisation et d'application du système d'acquisition et de traitement Sysacqu permet d'envisager l'extension aux machines synchrones, ce qui ouvrirait un autre domaine d'application.

Bibliographie

[1] Commission Electrotechnique Internationale (CEI), Recommandation de la CEI, Machines électriques tournantes, Publication 34-2, Bureau Central de la CEI, Genève.

[2] *Ch. Moser, M. Tu Xuan, A. Schwery:* Stand d'essai automatisé pour moteurs asynchrones de série. Travail pratique de diplôme, Laboratoire d'électromécanique et de machines électriques, EPFL, 1996.

[3] *M. Eigenmann, Ch. Moser, A. Schwery:* Identification informatisée des paramètres de machines tournantes à courant alternatif. Travail pratique de diplôme, Laboratoire d'électromécanique et de machines électriques, EPFL, 1997.

[4] *M. T. Nguyen, M. Tu Xuan, J. J. Simond:* Digital Transient Torque Measurements for Rotating or Linear AC Machines (Real Time Measurement), EPE 1995, Sevilla (Spain), pp. 1319–1321.

[5] *Erwin Kreyszig:* Advanced Engineering Mathematics, 7th edition, John Wiley & Sons, Inc.

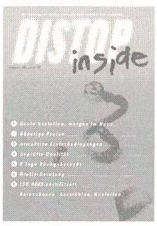
[6] *H. Bühler:* Convertisseurs Statiques, Collection électricité, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 1991.

[7] *J. J. Simond, A. Sapin, B. Kawkabani, D. Schafer, M. Tu Xuan, B. Willy:* Optimized Design of Variable-Speed Drives Based on Numerical Simulation, EPE 1997, Trondheim, Norway.

Identifikation der Parameter von Asynchronmaschinen

Die Voraussage des Verhaltens von elektrischen Maschinen mittels numerischer Simulation erfordert eine genaue Kenntnis des Ersatzschaltbildes der untersuchten Maschine. Dies gilt besonders für die Drehzeigerregelung von Antrieben mit variabler Geschwindigkeit. Die üblichen und durch die Normen festgelegten Methoden zur Bestimmung des Ersatzschaltbildes liefern zwar sehr genaue Resultate, benötigen aber mehrere Testdurchläufe zur Bestimmung aller notwendigen Grössen. In diesem Beitrag wird ein Verfahren beschrieben, das mit einem einzigen Versuch auskommt und sich auf alle Asynchron-Drehstrommotoren anwenden lässt. Dieses Verfahren erzielt daher gegenüber den in den Normen beschriebenen Messmethoden eine erhebliche Zeitersparnis.

DISTRELEC. EINER VON DREI.



Bestellen Sie jetzt die neusten Kataloge von Distrelec über:
Telefon 01-944 99 11
Fax 01-944 99 88
www.distrelec.com
electronic-ch@distrelec.com

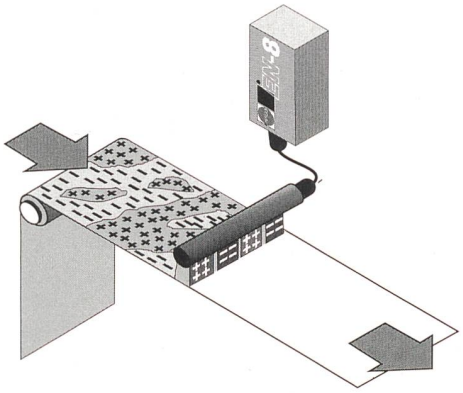
Distrelec Industrie-Elektronik
disdata EDV-Zubehör
DISTOP Haus, Hobby, Freizeit

Distrelec
25 Jahre Distrelec AG 1973–1998

Hasler

HAUG SWISS MADE®

HAUG-Ionisationssysteme beseitigen störende statische Elektrizität.



Statische Aufladungen führen in vielen Fertigungsprozessen zu Störungen. HAUG-Ionisationssysteme lösen dieses Problem bei der Folien- und Papierverarbeitung sowie in der Textil- und Kunststoffindustrie.

◆

HAUG BIEL AG
Johann-Renfer-Strasse 60 • Postfach 52 • CH-2500 Biel-Bienne 6
Telefon 032/341 67 67-68 • Telefax 032/341 20 43

Visionen zur Gebäudesystemtechnik

Mit einem ausgedehnten Filialnetz in der ganzen Deutschschweiz empfehlen wir uns für:

- Gebäudesystemtechnik mit Standard-Bussystemen
- Elektroinstallationen und Elektrounterhalt
- ComTech: Telekommunikation, EDV-Netzwerke, ISDN-Anwendungen

Kummler+Matter

Kummler+Matter AG
Hohlstr. 176, Postfach, 8026 Zürich
Tel. 01/247 47 47, Fax 01/291 02 62

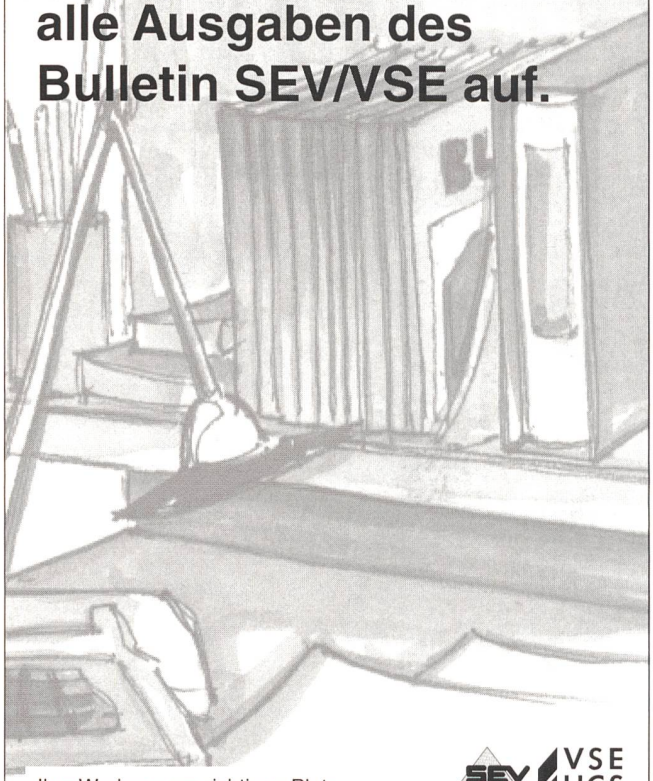
VIP System3

Das bewährte, robuste, vielseitige, tragbare und preiswerte System für das Messen, Registrieren und Beurteilen von Belastung, Verbrauch und Oberschwingungsgehalt elektrischer Netze.

detron ag

Industrieautomation - Zürcherstrasse 25 - CH4332 Stein
Telefon 062-873 16 73 Telefax 062-873 22 10

40% der Leser bewahren alle Ausgaben des Bulletin SEV/VSE auf.



Ihre Werbung am richtigen Platz.
Wir beraten Sie gerne. **Tel. 01/448 86 34**

SEV ASE VSE UCS

SICHER IN STROMVERSORGUNG

Wir halten Ihre Elektronik in Betrieb!

INVERTOMATIC
SYSTRONIC AG

- **USV-Anlagen von 250 VA bis 3000 kVA inklusive Integrations- und Überwachungssoftware**
- **Gleichrichter und Wechselrichter für verschiedenste Anwendungen**
- **Traktionsgleichrichter**
- **DC-Stromversorgungen**
- **Zentrale Stromversorgungen für Sicherheitsbeleuchtungen**
- **Stabilux, ein kosten- und energiesparendes Lichtreglersystem**
- **Solar- und stationäre Batterieanlagen**

Müllerstrasse 7
Postfach
2562 Port b. Biel
Tel. (032) 332 99 00
Fax (032) 332 99 01

Schaffhauserstr. 115
8302 Kloten
Tel. (01) 804 70 70
Fax (01) 804 70 71

Via Cantonale
6595 Riazzino
Tel. (091) 850 52 20
Fax (091) 850 52 21

http//www.inverto.ch