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: 73 (1982)

Heft: 5

Artikel: Fonctionnement en cascade d'un moteur asynchrone à cage ayant un anneau sectionné

Autor: Androne, I. / Androne, C.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904943

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: 06.07.2025

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

Fonctionnement en cascade d'un moteur asynchrone à cage ayant un anneau sectionné

I. Androne et C. Androne

621.313.33;

On peut sectionner un des anneaux de la cage d'un moteur asynchrone classique en plusieurs points équidistants. En analysant alors les ampères-spires rotoriques, il résulte qu'une des composantes harmoniques peut être utilisée pour obtenir le fonctionnement en autocascade du moteur asynchrone.

Bei einem gewöhnlichen Käfigankermotor wird einer der Kurzschlussringe in regelmässigen Abständen unterbrochen. Die Untersuchung des Rotorstrombelages nach Fourier zeigt, dass dann eine bestimmte Harmonische für den Betrieb des Motors in Autokaskade geeignet ist.

1. Introduction

On sait que deux ou plusieurs moteurs électriques à accouplement mécanique et interconnectés électriquement peuvent fonctionner en cascade dans le but d'obtenir plusieurs vitesses déterminées ou un réglage de vitesse. La cascade de deux moteurs asynchrones triphasés à nombres de pôles différents permet d'obtenir deux vitesses correspondant respectivement à la somme et à la différence des nombres de paires de pôles des deux machines, en plus des vitesses correspondant à chaque moteur individuellement [1]. Si les deux moteurs asynchrones sont réunis dans une seule carcasse, ils constituent la cascade du type Hunt (autocascade) [2; 3]. Le rotor d'un tel moteur a deux enroulements placés dans la même entaille, de succession contraire, branchés en série et ayant un nombre de pôles différent, soit $2p$ et 2μ; le stator a un enroulement avec $2p$ pôles, de façon classique, mais qui présente aussi la possibilité d'être commuté de telle manière qu'il constitue un circuit-ouvert pour un champ tournant de $2p$ pôles et un court-circuit pour un champ de 2μ pôles. La machine fonctionne en cascade avec une vitesse correspondant à la somme $2(p+\mu)$ pôles.

On connaît aussi le fonctionnement en cascade de type Hunt d'un moteur à cage [2], et le fonctionnement d'un moteur à rotor à cage dont les anneaux de court-circuit des barres sont sectionnés [4].

Le sectionnement des anneaux de la cage a été effectué pour l'amélioration des performances de démarrage du moteur; il présente aussi l'effet secondaire de produire des harmoniques dans l'onde de densité linéaire des ampères-spires rotoriques. Le moteur à anneaux sectionnés peut fonctionner en cascade de type Hunt seulement pour une harmonique précise.

L'article présent a été conçu dans l'intention d'analyser l'influence des harmoniques de la densité linéaire des ampères-spires rotoriques sur le fonctionnement de ce nouveau type de cascade.

2. Tensions induites et courants rotoriques

Soit un moteur asynchrone triphasé à rotor à cage ayant Q_2 barres. Un des anneaux de court-circuit des barres est sectionné en N points équidistants (fig. 1). On obtient ainsi N groupes de barres, chacun ayant q barres; on note par k l'ordre de la barre dans un groupe et par n l'ordre du groupe des barres:

$$k = 1, 2, 3, ..., q; \quad n = 1, 2, 3, ..., N \tag{1}$$

Les tensions induites et les courants produits dans les barres, quand l'enroulement statorique est alimenté, sont symbolisés par e_{nk} et respectivement i_{nk}, ceux des barres moyennes du groupe de l'ordre n par e_{nm} et i_{nm}. Les points de sectionnement sont notés par $n(n+1)$. L'origine de l'ordonnée angulaire θ_2 est placée dans l'axe de symétrie du premier groupe, identique à la barre moyenne 1 m; celle-ci est réelle ou virtuelle suivant que q est impair ou pair. L'angle entre le premier et le $n$ième groupe, en degrés électriques, est

$$(n-1)\ 2\pi pq/Q_2 = (n-1)\ 2\pi p/N \tag{2}$$

où p représente le nombre de paires de pôles de l'enroulement statorique (fig. 2).

Les tensions induites dans les barres ont la forme générale

$$e_{nk} = \sqrt{2}\, E_{nk} \cos\left\{\omega_2 t - \frac{\pi p}{Q_2}\left[(2n-3)q + 2k - 1\right]\right\} \tag{3}$$

où $\omega_2 = 2\pi f_2$ est la pulsation des tensions et des courants du rotor. Pour déterminer les courants on utilise de préférence la représentation par grandeurs complexes, c'est à dire.

$$\underline{E}_{nk} = E_{nk} \exp\left\{-\mathrm{j}\,\frac{\pi p}{Q_2}\left[(2n-3)q + 2k - 1\right]\right\} \tag{3a}$$

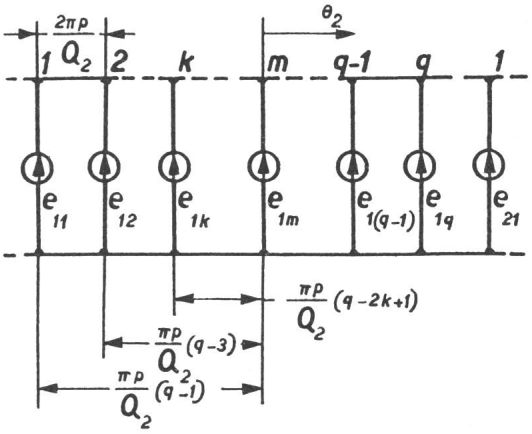

Fig. 1 Tensions induites dans les barres de la cage

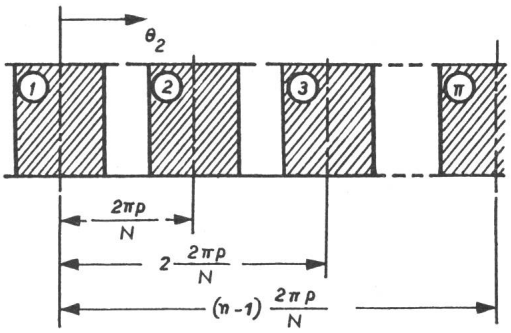

Fig. 2 Géometrie des groupes de barres

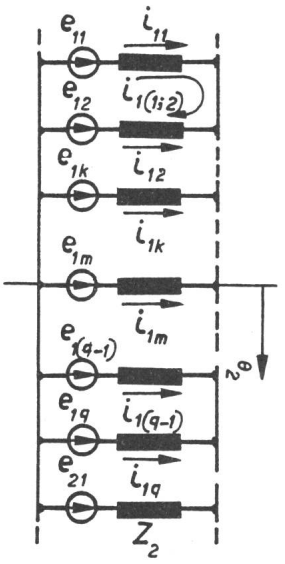

Fig. 3 Les courants à travers les barres de la cage

Le courant qui en résulte dans la boucle des barres $(k-1)$ et k du groupe n a la forme

$$\underline{I}_{n(k-1)} - \underline{I}_{nk} = (\underline{E}_{n(k-1)} - \underline{E}_{nk})/\underline{Z}_2 \tag{4}$$

où $\underline{Z}_2$ est l'impédance complexe d'une barre rotorique (fig. 3).

Le système (4) comprend $(q-1)$ équations et q courants comme variables inconnues. En tenant compte de l'équation

$$\sum_{k=1}^{q} \underline{I}_{nk} = 0 \tag{5}$$

la solution du système (4; 5) est de la forme

$$\underline{I}_{nk} = \frac{\underline{E}_{nk}}{\underline{Z}_2} - k_{pq} \frac{\underline{E}_{nm}}{\underline{Z}_2} \tag{6}$$

où $\underline{E}_{nm}$ est la tension induite dans la barre moyenne du groupe n et

$$k_{pq} = \frac{\sin \pi\, pq/Q_2}{q \sin \pi\, p/Q_2} \tag{7}$$

Avec les notations $\underline{I}'_{nk} = \underline{E}_{nk}/\underline{Z}_2$ et $I_n'' = k_{pq}$, $\underline{E}_{nm}/\underline{Z}_2$ la relation (6) devient

$$\underline{I}_{nk} = \underline{I}'_{nk} - \underline{I}_n'' \tag{8}$$

Le courant à travers une barre a donc deux composantes: $\underline{I}'_{nk}$ a la phase variable par rapport à la position de la barre dans le groupe, $\underline{I}_n''$ a la même phase pour toutes les barres d'un groupe mais est variable par rapport à la position du groupe des barres.

En ce qui concerne les valeurs efficaces des courants, on constate qu'entre les deux composantes il existe la relation

$$I_n'' = k_{pq}\, I'_{nk} = k_{pq}\, I' \tag{9}$$

où $I'_{nk} = E_2/Z_2 = I'$; $E_2 = E_{nk} = E_{nm}$ et $Z_2 = |\underline{Z}_2|$. Par conséquent, la composante I'_{nk} a la même valeur efficace pour chaque barre; il en est de même pour I_n'', mais cette composante est de k_{pq} fois plus grande que la première.

Deux barres voisines constituent une boucle; le courant total qui circule à travers la boucle formée par les barres k et $(k+1)$ du groupe n est

$$\underline{I}_{n(k;\,k+1)} = \sum_{k=1}^{k} \underline{I}'_{nk} - k\, I_n'' \tag{10}$$

L'équation (10) est représentée par le diagramme de phase de la figure 4 pour le groupe $n = 1$ avec $q = 4$ barres. On peut en déduire le diagramme de la figure 5 en tenant compte de l'équation (8). Cette dernière figure représente l'équation (5) pour $n = 1$ et $q = 4$.

La valeur instantanée du courant (10) est

$$i_{n(k;\,k+1)} = k\sqrt{2}\, I' k_{pk} \cos\left\{\omega_2 t - \frac{\pi p}{Q_2}\left[(2n-3)q + k\right] - \Psi_2\right\} - k\sqrt{2}\, I' k_{pq} \cos\left[\omega_2 t - \frac{2(n-1)\pi pq}{Q_2} - \Psi_2\right] \tag{11}$$

où $\Psi_2 = \arg(\underline{Z}_2)$ et k_{pk} selon équation (7) pour $q = k$.

3. Densité périphérique linéaire du courant

Chaque courant (11) produit une densité linéaire du courant qui peut être développée en série de Fourier à μ paires de pôles. Ainsi, celle produite par le courant $i_{n(k;\,k+1)}$ est

$$a_{nk}(\theta_2, t) = k \frac{2\sqrt{2}\, I'}{\pi R} \left\{k_{pk} \cos\left(\omega_2 t - \frac{\pi p}{Q_2}\left[(2n-3)q + k\right] - \Psi_2\right) - k_{pq} \cos\left[\omega_2 t - \frac{2(n-1)\pi pq}{Q_2} - \Psi_2\right]\right\} \sum_{\mu=1}^{\infty} \sin\frac{\pi\mu}{Q_2} \sin\left\{\mu\theta_2 - \frac{\pi\mu}{Q_2}\left[(2n-3)q + 2k\right]\right\} \tag{12}$$

où R est le rayon du rotor. La densité linéaire résultant du courant de toutes les boucles et de tous les groupes vaut

$$a(\theta_2, t) = \sum_{\mu=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{N} \sum_{k=1}^{q-1} a_{nk} \tag{13}$$

L'harmonique de l'ordre $\nu = \mu/p$ (par rapport au nombre de paires de pôles p) de la densité linéaire du courant est donnée par

$$a^{\left(\frac{\mu}{p}\right)}(\theta_2, t) = \sum_{n=1}^{N} \sum_{k=1}^{q-1} a_{nk} \tag{14}$$

On trouve l'harmonique fondamentale de la densité linéaire du courant si on met $\mu = p$ dans la relation (14) qui devient explicitement

$$a^{(1)}(\theta_2, t) = -(1 - k_{pq}^2) \frac{Q_2\sqrt{2}\, I'}{2\pi R} \cos(p\theta_2 - \omega_2 t + \Psi_2), \tag{15}$$

les amplitudes des harmoniques supérieures étant dépendantes de q. On peut comparer cette expression avec celle du moteur à anneaux non sectionnés qui a la forme suivante (pour $q = Q_2$):

$$a^{(1)}(\theta_2, t) = -\frac{Q_2\sqrt{2}\, I'}{2\pi R} \cos(p\theta_2 - \omega_2 t + \Psi_2), \tag{16}$$

D'autre part, pour l'harmonique de l'ordre ν, relation (14), il résulte

$$
\begin{aligned}
a^{\left(\frac{\mu}{p}\right)}(\theta_2, t) = \frac{q\sqrt{2}\,I'}{2\pi R}\,\frac{\sin \pi\mu/Q_2}{\sin \pi p/Q_2} \sum_{n=1}^{m} \Big\{ & k_{(\mu+p)q} \cos\left[\mu\theta_2 + \omega_2 t - 2(n-1)(\mu+p)\frac{\pi q}{Q_2} + \frac{\pi(\mu+p)}{Q_2} - \psi_2\right] - \\
& - k_{\mu q} \cos\left[\mu\theta_2 + \omega_2 t - 2(n-1)(\mu+p)\frac{\pi q}{Q_2} + \frac{\pi\mu}{Q_2} + \frac{\pi pq}{Q_2} - \psi_2\right] + \\
& + k_{\mu q} \cos\left[\mu\theta_2 - \omega_2 t - 2(n-1)(\mu-p)\frac{\pi q}{Q_2} + \frac{\pi\mu}{Q_2} - \frac{\pi pq}{Q_2} + \psi_2\right] - \\
& - k_{(\mu-p)q} \cos\left[\mu\theta_2 - \omega_2 t - 2(n-1)(\mu-p)\frac{\pi q}{Q_2} + \frac{\pi(\mu-p)}{Q_2} + \psi_2\right]\Big\} - \\
- k_{pq}\frac{q\sqrt{2}\,I'}{2\pi R} \sum_{n=1}^{m} \Big\{ & \cos\left[\mu\theta_2 + \omega_2 t - 2(n-1)(\mu+p)\frac{\pi p}{Q_2} - \frac{\pi\mu q}{Q_2} + \frac{\pi\mu}{Q_2} + \psi_2\right] - \\
& - k_{\mu q} \cos\left[\mu\theta_2 + \omega_2 t - 2(n-1)(\mu+p)\frac{\pi q}{Q_2} - \psi_2\right] + \\
& + \cos\left[\mu\theta_2 - \omega_2 t - 2(n-1)(\mu-p)\frac{\pi q}{Q_2} - \frac{\pi\mu q}{Q_2} + \frac{\pi\mu}{Q_2} + \psi_2\right] - \\
& - k_{\mu q} \cos\left[\mu\theta_2 - \omega_2 t - 2(n-1)(\mu-p)\frac{\pi p}{Q_2} + \psi_2\right]\Big\}
\end{aligned}
\tag{17}
$$

où $k_{(\mu+p)q} = \sin\dfrac{\pi(\mu+p)q}{Q_2} \Big/ q\sin\dfrac{\pi(\mu+p)}{Q_2}$ (18)

$k_{\mu q} = \sin\dfrac{\pi\mu q}{Q_2} \Big/ q\sin\dfrac{\pi\mu}{Q_2}$ (19)

$k_{(\mu-p)q} = \sin\dfrac{\pi(\mu-p)q}{Q_2} \Big/ q\sin\dfrac{\pi(\mu-p)}{Q_2}$ (20)

Pour $(\mu - p) = k' Q_2/q,\ k' = 1, 2, 3, \ldots$ (21)

dans la relation (17), l'harmonique de l'ordre μ est une onde tournante en sens direct. La valeur $k' = 0$, c'est-à-dire $\mu = p$, permet de retrouver la fondamentale (15); pour $k' = 1$ on obtient l'harmonique supérieure principale directe. En posant dans la relation (17)

$(\mu + p) = k' Q_2/q,\ k' = 1, 2, 3, \ldots$ (22)

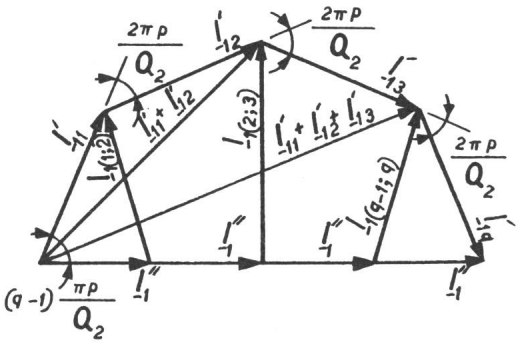

Fig. 4 Les composantes des courants des barres

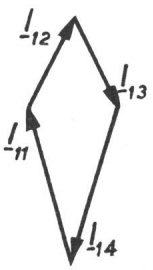

Fig. 5 Diagramme des courants des barres

alors l'harmonique de l'ordre μ est une onde tournante en sens inverse.

Pour un moteur construit de façon que $Q_2/q = (\mu + p)$ et en tenant compte des relations (21) et (22), la densité linéaire contiendra des harmoniques directes de l'ordre:

$\mu' = k'\mu + p(k' + 1)$ (23)

et des harmoniques inverses de l'ordre:

$\mu'' = k'\mu + p(k' - 1)$ (24)

Les harmoniques supérieures principales directe et inverse sont obtenues en posant $k' = 1$ dans les relations (23 et 24):

$\mu' = \mu + 2p$ (25)

$\mu'' = \mu$ (26)

Pour $\mu = \mu'$ dans la relation (17) et en tenant compte du fait que les sommes qui contiennent le terme $(\mu + p)$ sont nulles, on obtient pour l'harmonique principale directe

$$
a^{\left(\frac{\mu+2p}{p}\right)}(\theta_2, t) = \tag{27}
$$
$$
= k_{pq}\, k_{(\mu+2p)q}\,\frac{Q_2\sqrt{2}\,I'}{2\pi R}\cos\left[(\mu + 2p)\theta_2 - \omega_2 t + \Psi_2\right],
$$

avec l'amplitude $k_{pq}\, k_{(\mu+2p)q}\, Q_2\sqrt{2}\,I'/2\pi R$, le nombre de pôles $2(\mu + 2p)$, la vitesse angulaire par rapport au rotor $\omega_2/(\mu + 2p)$ et la vitesse par rapport au stator $[(1 - s)\,\Omega_1 + \omega_2/(\mu + 2p)]$. Dans la relation (27)

$$
k_{(\mu+2p)q} = \sin\frac{\pi(\mu+2p)q}{Q_2} \Big/ q\sin\frac{\pi(\mu+2p)}{Q_2} \tag{28}
$$

De façon similaire, en posant $\mu = \mu''$ dans (17) et en tenant compte du fait que les sommes qui contiennent le terme $(\mu - p)$ deviennent nulles, on obtient l'harmonique principale inverse:

$$
a^{\left(\frac{\mu}{p}\right)}(\theta_2, t) = k_{pq}\, k_{\mu q}\,\frac{Q_2\sqrt{2}\,I'}{2\pi R}\cos\left[\mu\theta_2 + \omega_2 t - \Psi_2\right] \tag{29}
$$

à amplitude: $k_{pq}\, k_{\mu q}\, Q_2\sqrt{2}\,I'/2\pi R$, à nombre de pôles 2μ, à vitesse angulaire $-\omega_2/\mu$ par rapport au rotor et $[(1 - s)\,\Omega_1 + (-\omega_2/\mu)]$ par rapport au stator, $\Omega_1 = 2\pi f_1/p$ étant la vitesse angulaire de synchronisme et s étant le glissement.

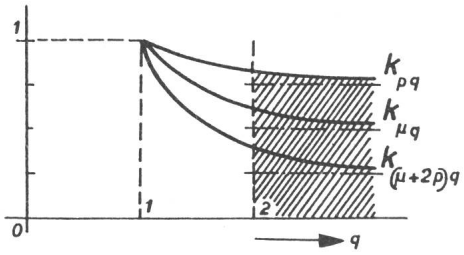

Fig. 6 Variation des facteurs k_{pq}, $k_{\mu q}$ et $k_{(\mu+2p)q}$ par rapport au nombre de barres q

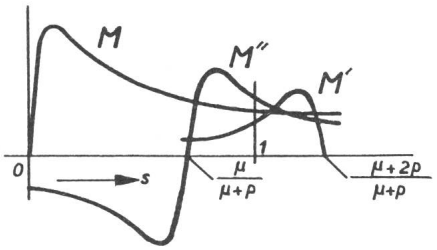

Fig. 7 Couples électromagnétiques principaux

On peut donc observer que des harmoniques directes et inverses apparaissent à côté de l'harmonique fondamentale de la densité linéaire des ampères-spires rotoriques, ayant l'amplitude

$$(1 - k_{pq}^2)\, Q_2 \sqrt{2}\, I'/2\,\pi\, R \tag{30}$$

le nombre de pôles $2\,p$ et la vitesse angulaire ω_2/p par rapport au rotor. Parmi les harmoniques supplémentaires, celle qui est utile, c'est l'inverse représentée par la relation (29); le but et l'effet du sectionnement des anneaux consistent donc à obtenir une harmonique inverse à 2μ pôles; on peut également obtenir une amélioration éventuelle des conditions de démarrage du moteur.

Quant aux amplitudes des harmoniques principales de la densité linéaire des ampères-spires rotoriques, il faut apporter quelques précisions. Généralement, $\mu > p$ et par suite $(\mu + 2\,p) > \mu > p$. Dans ce cas la relation

$$2/\pi < k_{(\mu+2p)q} < k_{\mu q} < k_{pq} < 1 \tag{31}$$

est satisfaite et l'amplitude de l'harmonique principale inverse est de

$$\frac{k_{\mu q}}{k_{(\mu+2p)q}} > 1 \tag{32}$$

fois plus grande que l'amplitude de l'harmonique principale directe.

Les facteurs k_{pq}, $k_{\mu q}$, et $k_{(\mu+2p)q}$, varient de la même façon par rapport à q, c'est-à-dire qu'ils ont la valeur unitaire pour $q = 1$ et deviennent sous-unitaires pour $q > 1$ si Q_2 varie en même temps que q de telle manière que le rapport Q_2/q soit constant. Si q augmente, les valeurs des facteurs diminuent, chacun tendant vers une valeur asymptotique, soit (fig. 6):

$$1 < \frac{\sin \dfrac{\pi\, p}{\mu + p}}{\dfrac{\pi\, p}{\mu + p}} < \frac{\sin \dfrac{\pi\, \mu}{\mu + p}}{\dfrac{\pi\, \mu}{\mu + p}} < \frac{\sin \dfrac{\pi\,(\mu + 2\,p)}{\mu + p}}{\dfrac{\pi\,(\mu + 2\,p)}{\mu + p}} < \frac{2}{\pi} \tag{33}$$

Il est évident que seules les valeurs $q \geqq 2$ correspondant à la partie hachurée présentent un intérêt pratique.

Chaque harmonique de la densité linéaire des ampères-spires rotoriques produira une harmonique proportionnelle de l'induction magnétique rotorique inversement proportionnelle à son nombre de paires de pôles. Le rapport entre les amplitudes des inductions radiales produites par les harmoniques principales directe et inverse provenant de la densité linéaire des ampères-spires rotoriques sera:

$$\frac{\mu}{\mu + 2\,p}\;\frac{k_{(\mu+2p)q}}{k_{\mu q}} \tag{34}$$

Sachant que le couple électromagnétique est proportionnel au produit de l'induction magnétique et de la densité linéaire des ampères-spires, le rapport des valeurs maximales des couples déterminés par les harmoniques principales de la densité linéaire des ampères-spires rotoriques, directe et inverse, sera

$$\frac{\mu}{\mu + 2\,p}\;\frac{k_{(\mu+2p)q}^2}{k_{\mu q}^2} < 1 \tag{35}$$

Les couples maximums produits par ces harmoniques rapportés à celui de l'harmonique fondamentale seront

$$\frac{p}{\mu + 2\,p}\;\frac{(k_{(\mu+2p)q}^2)^2}{(1 - k_{pq}^2)^2} \quad \text{resp.} \quad \frac{p}{\mu}\;\frac{k_{\mu q}^2}{(1 - k_{pq}^2)^2} \tag{36}$$

4. Fonctionnement en autocascade

La cascade classique du type Hunt pour un moteur asynchrone peut être considérée comme une réunion, dans une seule carcasse, d'une cascade à deux moteurs asynchrones, un à p et l'autre à μ paires de pôles, à accouplement mécanique et électrique. De façon similaire, celle d'un moteur asynchrone à rotor à cage ayant un anneau sectionné peut être considérée comme une série de moteurs, chacun d'eux correspondant à chaque harmonique de la densité linéaire des ampères-spires rotoriques, réunis dans la même carcasse. Si l'on néglige les effets des harmoniques supérieures ($k' > 1$) de la densité linéaire des ampères-spires rotoriques, on peut ne considérer que les trois composantes du couple électromagnétique, produites par l'harmonique fondamentale et les deux harmoniques principales, directe et inverse, M, M' et M'' (fig. 7). Les composantes M' et M'' sont produites par les «moteurs» à $(\mu + 2\,p)$ et respectivement μ paires de pôles, ayant le primaire au rotor et le secondaire au stator.

Le moteur fonctionnant selon la cascade décrite démarre dans de bonnes conditions et fonctionne à un glissement voisin de $s = \mu/(\mu + p)$ déterminé par l'annulation de la vitesse angulaire correspondant à l'harmonique inverse par rapport au stator. Le moteur peut fonctionner à cette vitesse si le couple M'' est suffisamment rapproché de la valeur M; cela peut être réalisé par la diminution de l'amplitude de l'harmonique fondamentale de la densité linéaire des ampères-spires rotoriques, relation (15), comparativement à celle donnée par la relation (16).

Les valeurs adéquates pour M' et M'' se réalisent, de même, en sectionnant l'anneau du côté opposé au ventilateur; cela permet d'obtenir des rapports adéquats (34...36); d'autre part, on utilise un enroulement statorique assorti; cet enroulement doit présenter un facteur d'enroulement relativement grand pour p et μ paires de pôles et un facteur d'enroulement rela-

tivement petit pour $(\mu + 2p)$ paires de pôles; des enroulements de cette sorte sont connus, par exemple, les enroulements du type PAM (pole amplitude modulation) [5; 6].

Le fonctionnement en cascade d'un moteur à rotor à cage à anneau sectionné à la vitesse correspondant à $\mu + p = Q_2/p$ paires de pôles présente quelques avantages par rapport à celui du moteur asynchrone à anneaux entiers, pour lequel s'impose la condition constructive $Q_2 = \mu + p$: une plus grande flexibilité dans la stabilisation des rapports optimums M'/M'', M'/M et M''/M par le choix adéquat des facteurs k_{pq}, $k_{\mu q}$ et $k_{(\mu+2p)q}$ et la facilité d'exécution du rotor par le sectionnement de l'anneau d'un rotor classique comparativement à la construction d'un rotor ayant un si petit nombre de barres rotoriques, fixé par la relation $Q_2 = \mu + p$.

5. Conclusions

Un moteur asynchrone triphasé à rotor en court-circuit, à $2p$ pôles, peut fonctionner en autocascade si un ou les deux anneaux de la cage sont interrompus dans $(\mu + p)$ points équidistants. Si son stator a un enroulement triphasé, ayant la possibilité d'être commuté de telle manière qu'il représente un circuit-ouvert pour les $2p$ pôles et un court-circuit pour les 2μ pôles, le moteur peut fonctionner à une vitesse correspondant aux $2(\mu + p)$ pôles à côté de celle correspondant aux $2p$ pôles.

Ce type de cascade peut être utilisé quand une vitesse relativement faible est nécessaire et que la périphérie du moteur ne permet pas l'exécution d'un nombre suffisamment grand d'entailles pour la réalisation d'un enroulement à un nombre de pôles assez grand.

Bibliographie

[1] *A. Richter:* Elektrische Maschinen. 4. Band: Die Induktionsmaschinen. 2. Auflage. Basel/Stuttgart, Verlag Birkhäuser, 1954.

[2] *G.H. Rawcliffe* and *W. Fong:* Close-ratio two-speed single-winding induction motors. Proc. IEE 110(1963)5, p. 916...934.

[3] *G.H. Rawcliffe* and *W. Fong:* 'Sum' and 'difference' winding modulation with special reference to the design of 4/6-pole p.a.m. windings. Proc. IEE 117 (1970)9, S. 1782...1792.

[4] *G.I. Schturman:* Unterbrochene Kurzschlusskäfige in Kurzschluss-Asynchronmotoren. Elektricestvo –(1951)9, S. 36...43.

[5] *G.H. Rawcliffe, R.F. Burbidge* and *W. Fong:* Induction-motor speed-changing by pole-amplitude modulation. Proc. IEE 105A(1958)22, p. 411...419.

[6] *H. Auinger:* Polumschaltbare Dreiphasenwicklungen mit 6 Klemmen. Übersicht zum Stand der Technik. Bull. SEV/VSE 69(1978)17, S. 926...932.

Adresse des auteurs

Ing. *Ion Androne* et dr. ing. *Camelia Androne,* Institutul Politehnic Iasi, Catedra de Electrotehnica, masuri si masini electrice, str. 23 August, nr. 11, R-6600-Iassy.

Corrigendum

Im Bulletin SEV/VSE 1/1982 haben sich im Aufsatz von *Th. Keve* «Die Spannungsbeanspruchung von Asynchron-Normmotoren an Frequenzumrichtern mit eingeprägtem Zwischenstromkreis» leider zwei sinnentstellende Fehler eingeschlichen:

Seite 15, 1. Spalte, 10. Zeile: Anstelle von «Sperr»- muss es richtig «Durchlass»- heissen.

Seite 17, unter der Überschrift «4. Klemmenspannung» soll «minimale Spannungsbeanspruchung» und nicht «maximale» stehen.