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: 72 (1981)

Heft: 7

Artikel: Synthèse d'un modulateur d'amplitude à noyaux magnétiques

Autor: Androne, C.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-905097

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: 09.12.2025

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

Synthèse d'un modulateur d'amplitude à noyaux magnétiques

Par C. Androne

621.376.23;

Les schémas de principe des modulateurs magnétiques équilibrés et en anneau sont analogues à ceux avec des diodes semi-conductrices. Le modulateur magnétique en anneau alimenté par deux tensions électriques sinusoïdales, a, comme signal de sortie, un courant modulé en amplitude avec la fréquence porteuse supprimée, donc contenant seulement les fréquences latérales.

Die Prinzipschemata der abgeglichenen magnetischen Ringmodulatoren entsprechen denjenigen mit Halbleiterdioden. Der mit zwei Sinusspannungen gespeiste magnetische Ringmodulator hat als Ausgangssignal einen amplitudenmodulierten Strom, dessen Trägerfrequenz unterdrückt ist, der also nur die Seitenbänder der Frequenz aufweist.

1. Introduction

Les processus nonlinéaires utilisés dans la technique comme le changement de la fréquence, la modulation et démodulation d'amplitude, le redressement, la stabilisation, l'excitation des oscillations, se réalisent couramment à l'aide de résistances nonlinéaires. Les propriétés communes de différents types d'éléments nonlinéaires du circuit offrent la possibilité d'utiliser n'importe lequel de ces types, dans le but d'obtenir le même processus nonlinéaire. La théorie des circuits nonlinéaires, conçue de facon unitaire, permet d'étudier en détail un processus nonlinéaire pour la réalisation duquel on utilise l'un ou l'autre des éléments nonlinéaires connus.

En considérant les méthodes d'analyse et la théorie unitaire des circuits nonlinéaires [1; 2], on se propose d'étudier et de réaliser le processus nonlinéaire de modulation d'amplitude à l'aide d'un autre élément que la résistance, soit la bobine à noyau magnétique.

La réalisation dans des conditions optimum d'un processus nonlinéaire impose une synthèse des schémas capables de le faire. Pour obtenir une certaine fonction de dépendance $y(x)$ satisfaite par deux grandeurs électriques ou magnétiques, il faut réaliser un modèle correspondant de la caractéristique de l'élément nonlinéaire utilisé. La synthèse des circuits modulateurs à noyaux magnétiques se base donc sur le modelage des caractéristiques des bobines de telle sorte qu'elles puissent réaliser le processus de modulation d'amplitude.

2. Caractéristique de la bobine nonlinéaire

La caractéristique de l'élément nonlinéaire ideal capable de moduler l'amplitude d'un signal donné, peut être exprimée approximativement par le polynome

$$y = b_0 + b_1 x + b_2 x^2 \tag{1}$$

où x représente le signal d'excitation (d'entrée) et y le signal de réponse (de sortie).

La caractéristique d'une bobine nonlinéaire sans hystérésis dont on peut négliger la résistance interne et les pertes, peut être approximée par le polynome

$$i = a_1 \Psi + a_3 \Psi^3 \tag{2}$$

où a_1 et a_3 sont des constantes qui dépendent de la nature et des dimensions du noyau magnétique, i étant le courant d'excitation et Ψ le flux magnétique de réponse (fig. 1a). Les deux polynomes (1; 2) n'étant pas identiques, le modelage de la caractéristique de la bobine nonlinéaire s'impose de façon que dans son expression interviennent aussi des termes de degré paire. Dans ce but, on applique une magnétisation supplémentaire en courant continu (c.c.), c'est-à-dire que l'on polarise la bobine en c.c.

On sait que par la superposition d'un champ magnétique continu sur un champ alternatif, des harmoniques paires apparaissent dans le spectre des harmoniques du flux magnétique du noyau de la bobine dont les phases changent de π au changement de polarité du champ continu et qui sont indépendantes de la phase du champ alternatif [2]. Dans le cas inverse d'une excitation simultanée du noyau magnétique avec un flux continu et un autre alternatif, les harmoniques paires supplémentaires apparaissent dans le courant électrique qui traverse la bobine et leurs phases changent également de π au changement de la polarité du c.c. En plus, à cause de la structure des schémas utilisés, dans quelques circuits apparaissent des courants électriques de deuxième harmonique dont les phases dépendent de la polarité du c.c.

On peut démontrer, que l'action exercée par les deuxièmes harmoniques du courant induites dans le circuit à c.c. consiste à diminuer l'effet de la magnétisation supplémentaire introduite par le courant de polarisation. Par suite du redressement du flux magnétique dans le cas de la bobine nonlinéaire excitée simultanément en c.c. et alternatif, la composante continue du flux magnétique dans le noyau est plus petite que la valeur correspondante du courant continu. Les courants de deuxième harmonique qui circulent dans le circuit de polarisation peuvent être atténués par l'introduction d'une grande impédance. Ainsi on peut distinguer deux cas pour le régime de magnétisation de la bobine polarisée en c.c. du point de vue de la présence des courants de deuxième harmonique, le régime de *magnétisation forcée* si ces courants sont complètement atténués, et le régime de *magnétisation naturelle* ou *libre* si ces courants circulent librement.

Si la bobine est excitée par un flux sinusoïdal superposé d'un flux magnétique constant correspondant au courant de polarisation I_c, les courants de deuxième harmonique apparaissent dans le courant à travers la bobine, leurs action de magnétisation supplémentaire ayant les mêmes conséquences que dans le cas précédent. Il en résulte que le polynome d'ap-

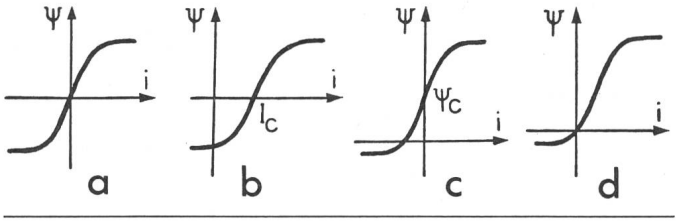


Fig. 1 **Caractéristique $\Psi(i)$**
a Bobine nonpolarisée
b Bobine polarisée en c.c., régime de magnétisation forcée
c Bobine polarisée, régime de magnétisation naturelle
d Bobine polarisée, régime combiné

proximation doit être déterminé séparément dans les deux cas mentionnés. L'expression générale de ce polynome

$$i = \pm A_0 + A_1 \Psi \pm A_2 \Psi^2 + A_3 \Psi^3 \tag{3}$$

est valable pour les deux cas, mais les coefficients $A_0 ... A_3$ sont exprimés de manière différente. Le signe (+) correspond à $I_c > 0$ et (−) à $I_c < 0$. En régime de magnétisation forcée, ces coefficients varient généralement de façon nonlinéaire par rapport aux constantes a_1 et a_3 et au courant I_c de polarisation [3]; dans ce cas la caractéristique $\Psi(i)$ subit une translation à droite si $I_c > 0$ (fig. 1b), resp. à gauche si $I_c < 0$.

Si la bobine fonctionne en régime de magnétisation naturelle, il faut introduire, en plus, le flux magnétique produit par le courant de deuxième harmonique comme un signal d'excitation; dans ce cas, $A_0 ... A_3$ dépendent des coefficients a_1 et a_3, de I_c et aussi de la fréquence du signal sinusoïdal, des amplitudes du flux magnétique fondamental et de la deuxième harmonique. La caractéristique $\Psi(i)$ subit une translation vers le haut (fig. 1c), resp. vers le bas en concordance avec le signe du flux continu de polarisation.

Parmi ces caractéristiques, l'allure de la dernière s'approche mieux de celle de la caractéristique volt-ampère de la diode semi-conductrice utilisée couramment dans les circuits modulateurs d'amplitude. La caractéristique $\Psi(i)$ de la bobine polarisée a la même allure par rapport à celle de la diode si on trouve une combinaison adéquate entre les régimes de magnétisation naturelle et forcée, c'est-à-dire une atténuation modérée des courants de deuxième harmonique. Dans ce cas la caractéristique $\Psi(i)$ se déplace simultanément en haut et à droite comme on le voit dans la figure 1d.

3. Le modulateur magnétique équilibré

En principe n'importe quel élément existant ou obtenu artificiellement capable de reproduire le polynome (1) peut être utilisé dans les mêmes schémas de modulation. Toutefois, la réalisation concrète du schéma de principe dépend essentiellement de la nature de l'élément nonlinéaire utilisé. Les schémas de principe du modulateur équilibré et respectivement en anneau réalisés couramment avec des résistances nonlinéaires ont aidé à trouver de nouveaux circuits de modulateurs, en utilisant des bobines nonlinéaires [4; 5]. Ces circuits présentent quelques différences et particularités en ce qui concerne leur structure et leur fonctionnement.

Si la bobine décrite par le polynome (3) et la figure 1d est alimentée par un flux ayant la forme

$$\Psi = \Psi_P + \Psi_M \tag{4}$$

relation dans laquelle

$$\Psi_P = \Psi_{Pm} \cos \omega_p t; \quad \Psi_M = \Psi_{Mm} \cos \omega_m t; \quad \omega_p = 2 \pi f_p; \quad \omega_m = 2 \pi f_m, \tag{5}$$

où f_p est la fréquence du signal porteur et f_m la fréquence du signal modulateur, alors le courant à travers la bobine est exprimé par la relation

$$\begin{aligned} i = {} & A_0 + A_1 \Psi_P + A_1 \Psi_M + A_2 \Psi^2{}_P + A_2 \Psi^2{}_M + \\ & + 2 A_2 \Psi_P \Psi_M + A_3 \Psi^3{}_P + 3 A_3 \Psi^2{}_P \Psi_M + \\ & + 3 A_3 \Psi_P \Psi_M{}^2 + A_3 \Psi^3{}_M. \end{aligned} \tag{6}$$

Si par un procédé quelconque on peut retenir de cette expression uniquement les termes de fréquence porteuse f_p et ceux dont les fréquences sont très proches, alors le courant i peut être exprimé par

$$\begin{aligned} i = {} & (A_1 \Psi_{Pm} + \frac{3}{4} A_3 \Psi^3_{Pm} + \frac{3}{2} A_3 \Psi_{Pm} \Psi^2_{Mm}) \cos \omega_p t + \\ & + A_2 \Psi_{Pm} \Psi_{Mm} \cos(\omega_p + \omega_m) t + \\ & + A_2 \Psi_{Pm} \Psi_{Mm} \cos(\omega_p - \omega_m) t + \\ & + \frac{3}{4} A_3 \Psi_{Pm} \Psi^2_{Mm} \cos(\omega_p + 2\omega_m) t + \\ & + \frac{3}{4} A_3 \Psi_{Pm} \Psi^2_{Mm} \cos(\omega_p - 2\omega_m) t + ... \end{aligned} \tag{7}$$

ou bien

$$i = I_{Pm} (1 + m_1 \cos \omega_m t + m_2 \cos 2 \omega_m t + ...) \cos \omega_p t \tag{8}$$

où

$$\begin{aligned} I_{Pm} &= A_1 \Psi_{Pm} + \frac{3}{4} A_3 \Psi^3_{Pm} + \frac{3}{2} A_3 \Psi_{Pm} \Psi^2_{Mm}; \\ m_1 &= \frac{2 A_2 \Psi_{Mm}}{A_1 + \frac{3}{4} A_3 \Psi^3_{Pm} + \frac{3}{2} A_3 \Psi^2_{Mm}}; \\ m_2 &= \frac{3 A_3 \Psi^2_{Mm}}{4 A_1 + 3 A_3 \Psi^2_{Pm} + 6 A_3 \Psi^2_{Mm}}. \end{aligned} \tag{9}$$

La relation (8) représente un courant modulé en amplitude et contient des termes qui mettent en évidence sa distorsion à cause de la caractéristique de la bobine nonlinéaire. Le degré de modulation m_1 du premier ordre (relation 9) dépend de façon nonlinéaire de l'amplitude du signal modulateur, en réalisant ainsi une modulation aux distorsions.

Pour éliminer les harmoniques de distorsion on cherche à les compenser. Les schémas obtenus ainsi sont appelés modulateurs équilibrés. Dans le cas de l'utilisation des bobines nonlinéaires, les schémas de principe des modulateurs équilibrés sont analogues aux schémas avec des résistances nonlinéaires. Dans le schéma de la figure 2 u_M et u_P sont des générateurs de tension sinusoïdale de fréquence modulatrice et respectivement porteuse; Ψ_M et Ψ_P sont les flux sinusoïdaux modulateur et porteur qui excitent les deux bobines nonlinéaires $i_1(\Psi_1, I_c)$ et $i_2(\Psi_2, I_c)$ polarisées par un courant continu du même sens I_c. T_1 et T_2 sont deux transformateurs linéaires dont les enroulements secondaires sont connectés en parallèle différentiel et en court-circuit; ainsi, les réactances

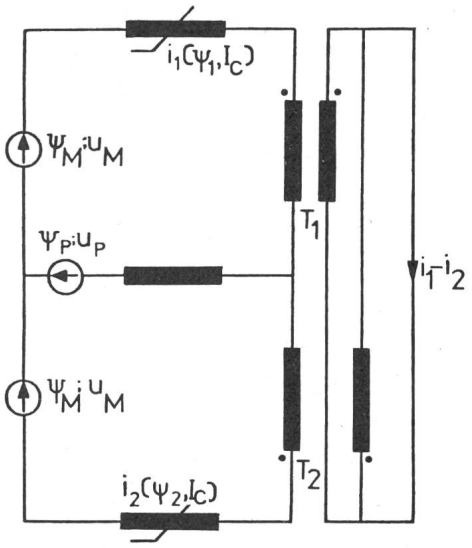


Fig. 2 Schéma de principe du modulateur magnétique équilibré

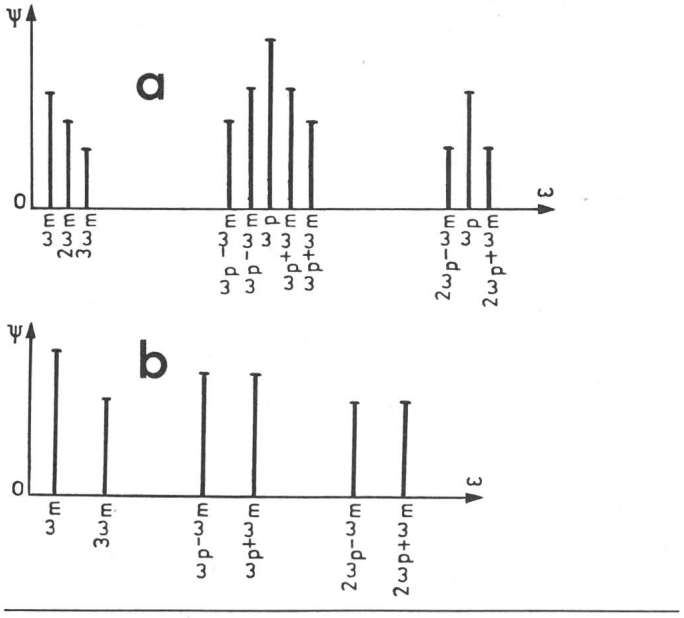


Fig. 3 **Spectre des amplitudes**
a i_1 resp. i_2 b i

de leurs enroulements primaires sont négligeables par rapport aux réactances des bobines nonlinéaires, fait qui offre la possibilité de considérer les flux Ψ_P et Ψ_M sinusoïdaux avec une approximation admissible; les résistances propres et de pertes de toutes les bobines sont négligeables.

Conformément au schéma, la bobine $i_1(\Psi_1, I_c)$ est excitée par la somme des deux flux magnétiques $\Psi_1 = \Psi_P + \Psi_M$, et le courant i_1 qui la traverse a l'expression (6). La bobine $i_2(\Psi_2, I_c)$ est excitée par la différence des deux flux $\Psi_2 = \Psi_P - \Psi_M$, et le courant i_2 qui la traverse est exprimé par la relation:

$$i_2 = A_0 + A_1\Psi_P - A_1\Psi_M + A_2\Psi_P^2 + A_2\Psi_M^2 - 2A_2\Psi_P\Psi_M + A_3\Psi_P^3 - A_3\Psi_M^3 - 3A_3\Psi_P^2\Psi_M + 3A_3\Psi_P\Psi_M^2. \quad (10)$$

Le courant de sortie i du modulateur équilibré est alors:

$$i = i_1 - i_2 = 4A_2\Psi_P\Psi_M + 2A_1\Psi_M + 2A_3\Psi_M^3 + 6A_3\Psi_P^2\Psi_M. \quad (11)$$

Le spectre des harmoniques du courant de sortie est encore riche en harmoniques de distorsion (fig. 3b) mais bien amélioré par rapport au courant i_1 ou i_2 exprimé par la relation (7), fig. 3a.

Dans la figure 2 les places des générateurs u_P et u_M peuvent être changée entre elles et le signal de sortie est pareil à celui de la relation (11) dans laquelle Ψ_P et Ψ_M se remplacent mutuellement.

4. Modulateur magnétique en anneau

Le schéma du modulateur équilibré peut être perfectionné pour éliminer les dernières harmoniques de distorsion contenues dans le signal modulé selon (11), de sorte que le signal de sortie ne contient que les fréquences latérales. Le modulateur correspondant réalisé avec des résistances nonlinéaires est appelé modulateur en anneau. Ce modulateur en anneau est un hexapôle sur lequel à la première entrée on applique le signal porteur, à la deuxième, le signal modulateur et à la troisième on obtient leur produit. Le modulateur magnétique qui réalise l'élimination de toutes les harmoniques parasites par leur compensation, est dénommé, par analogie, modulateur magnétique en anneau. Son schéma de principe est présenté dans la figure 4, où les bobines nonlinéaires $i_1(\Psi_1, I_c)$ et $i_2(\Psi_2, I_c)$ sont polarisées par le courant I_c; les deux bobines $i_3(\Psi_3, I_c)$ et $i_4(\Psi_4, I_c)$ sont polarisées par le même courant I_c mais à sens contraire [6]. Les transformateurs $T_1 ... T_4$ ont leurs secondaires branchés en court-circuit de sorte qu'on peut admettre que les générateurs de tension sinusoïdale créent des flux magnétiques sinusoïdaux dans les bobines nonlinéaires. Conformément au schéma, les bobines $i_1(\Psi_1, I_c)$ et $i_3(\Psi_3, I_c)$, montées parallèlement, sont excitées par la somme de deux flux $\Psi_P + \Psi_M$, étant polarisés par le même courant mais de sens contraire; le groupe parallèle de bobines $i_2(\Psi_2, I_c)$ et $i_4(\Psi_4, I_c)$ est excité par la différence des flux magnétiques $\Psi_P - \Psi_M$, polarisés de façon analogue au premier groupe de bobines. Les courants $i_1 ... i_4$ qui traversent les quatre bobines nonlinéaires, prennent la forme

$$\begin{aligned} i_1 &= A_0 + A_1(\Psi_P + \Psi_M) + A_2(\Psi_P + \Psi_M)^2 + A_3(\Psi_P + \Psi_M)^3 \\ i_2 &= A_0 + A_1(\Psi_P - \Psi_M) + A_2(\Psi_P - \Psi_M)^2 + A_3(\Psi_P - \Psi_M)^3 \\ i_3 &= -A_0 + A_1(\Psi_P + \Psi_M) - A_2(\Psi_P + \Psi_M)^2 + A_3(\Psi_P + \Psi_M)^3 \\ i_4 &= -A_0 + A_1(\Psi_P - \Psi_M) - A_2(\Psi_P - \Psi_M)^2 + A_3(\Psi_P - \Psi_M)^3 \end{aligned} \quad (12)$$

Le courant de sortie i, correspondant au schéma, est

$$i = i_1 - i_2 - i_3 + i_4 \quad (13)$$

La différence des courants i_1 et i_2 est exprimée par la relation (11); la différence des courants i_3 et i_4 est

$$i_3 - i_4 = 4A_2\Psi_P\Psi_M + 2A_1\Psi_M + 2A_3\Psi_P^2\Psi_M \quad (14)$$

Ainsi, il résulte l'expression suivante pour le courant de sortie:

$$i = 8A_2\Psi_P\Psi_M \quad (15)$$

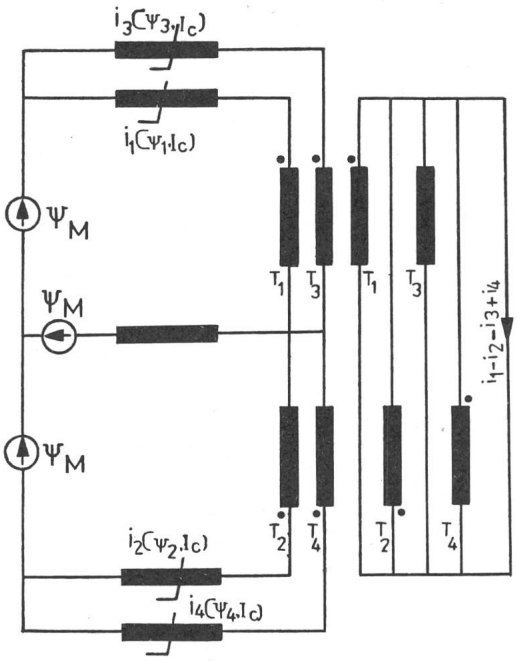


Fig. 4 **Schéma de principe du modulateur magnétique en anneau**

En envisageant les valeurs instantanées des flux Ψ_P et Ψ_M, on obtient

$$i = 8 A_2 \Psi_{Pm} \Psi_{Mm} \cos \omega_p t \cdot \cos \omega_m t \tag{16}$$

ou

$$i = 4 A_2 \Psi_{Pm} \Psi_{Mm} [\cos(\omega_p + \omega_m) t + \cos(\omega_p - \omega_m) t] \tag{17}$$

Le signal de sortie du modulateur en anneau représente donc le produit des deux signaux sinusoïdaux d'excitation. En considérant le fait que le flux magnétique varie proportionnellement à la tension électrique qui l'engendre, il résulte

$$i = 8 A_2 \frac{1}{\omega_p \omega_m} U_{Pm} U_{Mm} \cos \omega_p t \cdot \cos \omega_m t \tag{18}$$

U_{Pm} et U_{Mm} sont les amplitudes des tensions électriques fournies par les générateurs u_P et u_M. Le signal de sortie est donc un courant électrique qui représente le produit des tensions des générateurs, multiplié par le facteur $8 A_2$.

Puisque, pour une modulation d'amplitude, le signal modulateur doit avoir une fréquence au moins 2...3 fois plus petite que celle du signal porteur et que normalement $f_p \gg f_m$, les pulsations des deux signaux latéraux contenus dans le signal de sortie, relation (17), sont proches l'une de l'autre. Le signal de sortie du modulateur en anneau paraît sous la forme de battements d'ondes; ainsi, il peut être considéré presque sinusoïdal, en oscillant avec la pulsation ω_p, l'amplitude variant lentement selon le terme $8 A_2 \frac{1}{\omega_p \omega_m} |\cos \omega_m t|$.

Le schéma électrique du modulateur en anneau pour des tensions, réalisé en pratique, est présenté à la figure 5. Le dispositif contient quatre noyaux magnétiques identiques fermés ou en ferrite en forme d'un tore (1...4); chaque noyau comporte deux enroulements: d'une part une bobine à N spires, identique pour tous les noyaux, qui représente le circuit aux bornes duquel on applique la tension nonsinusoïdale d'excitation résultant de la superposition de la tension modulatrice u_M (bornes AB) et porteuse u_P (bornes DF); d'autre part un enroulement à N_c spires, identique pour tous les noyaux, que constitue l'enroulement de polarisation en c.c. Le circuit de polarisation comporte le générateur de tension constante E, les enroulements N_c, la résistance R_c et la bobine linéaire L_c de grandes valeurs, qui limitent, la circulation des harmoniques des courants induits dans ce circuit. La paire de bornes de sortie du modulateur, HG, doit être connectée en court-circuit ou sur une résistance de charge R_c extrèmement petite ou sur un circuit LC série accordé à la résonance pour la fréquence latérale-somme $f_p + f_m$ (fig. 6).

En général, l'impédance de sortie doit être très petite; le dispositif travaille donc comme un générateur de courant modulé. Si les secondaires des transformateurs $T_1 ... T_4$ sont en court-circuit, les impédances de leurs primaires peuvent être négligées et l'hypothèse concernant l'allure sinusoïdale des flux magnétiques dans les noyaux reste valable. En analysant la façon de connection des enroulements N de sortie et N_c de polarisation, on constate que les bobines nonlinéaires sont en régime de magnétisation naturelle combiné avec le régime forcé.

Le courant de sortie i_s représente un courant modulé en amplitude (fig. 7), sans fréquence porteuse; i_s est donc proportionnel au produit amplifié des deux tensions d'entrée:

$$i_s = k \cdot u_P \cdot u_M \tag{19}$$

5. Conclusions

1. Pour que la bobine nonlinéaire puisse être utilisée en circuits modulateurs d'amplitude, il est nécessaire qu'elle soit polarisée en c.c. et qu'elle fonctionne dans un régime combiné de magnétisation naturelle et forcée. De même, il faut que sa caractéristique puisse être approximée par un polynome de troisième degré.

2. Les schémas de principe des modulateurs magnétiques équilibrés et en anneau sont analogues à ceux à diodes semi-

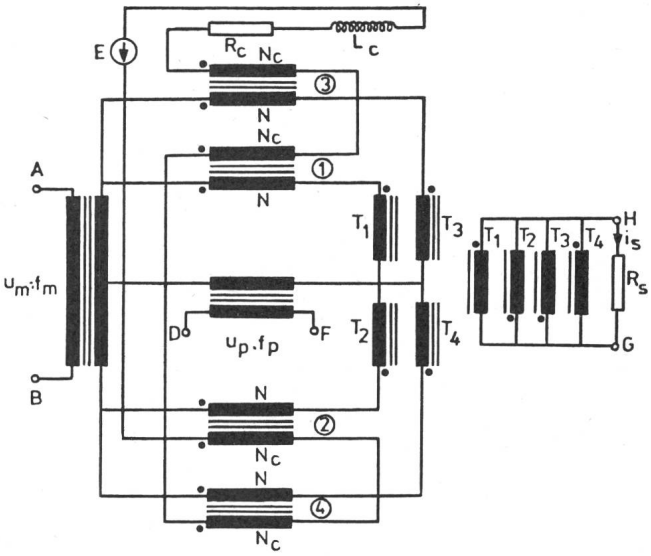


Fig. 5 Schéma d'éxécution du modulateur en anneau

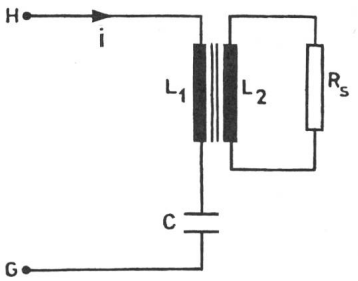


Fig. 6 Circuit de charge du modulateur

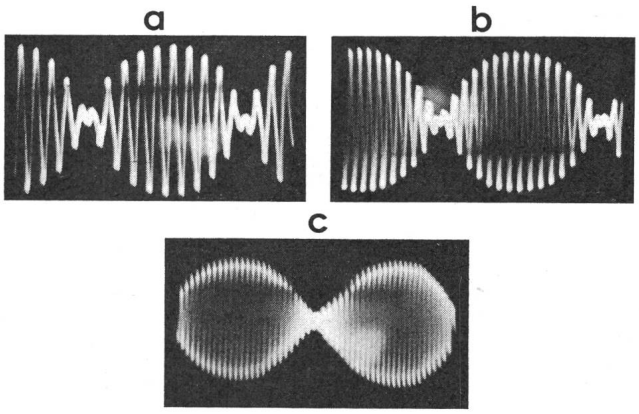


Fig. 7 Oscillogrammes du courant de sortie
a $f_m = 50$ Hz; $f_p = 1640$ Hz
b $f_m = 50$ Hz; $f_p = 2005$ Hz
c $f_m = 50$ Hz; $f_p = 3010$ Hz

conductrices, tandis que les schémas pratiques tiennent compte des particularités de l'élément nonlinéaire utilisé.

3. Le modulateur magnétique équilibré alimenté par des tensions sinusoïdales a, comme signal de sortie, un courant modulé en amplitude, affecté de distorsions dues au terme de troisième degré du polynome d'approximation de la bobine nonlinéaire. Quant au modulateur magnétique en anneau, le courant de sortie représente le produit amplifié des deux tensions d'entrée. Ce courant est un signal modulé en amplitude avec le signal porteur supprimé et ne contient que les fréquences latérales.

Bibliographie

[1] *E. Philippow:* Nichtlineare Elektrotechnik. Leipzig, Akademische Verlagsanstalt Geest und Portig K.-G., 1963.

[2] *G. Savin* si *H. Rosman:* Circuite electrice neliniare si parametrice. Bucuresti, Editura Tehnica, 1972.

[3] *C. Androne:* Contributii la analiza si sinteza modulatoarelor de amplitudine cu bobine neliniare. Teza de doctorat, Institutul Politehnic Iasi, 1979.

[4] *C. Androne:* Amplitudenmodulation mit gleichstromvormagnetisierten nichtlinearen Induktivitäten. Nachrichtentechnik 22(1972)10, S. 340...341.

[5] *C. Androne:* Modulator magnetic pentru curenti. Buletinul Institutului Politehnic din Iasi 26(1980)3/4.

[6] *C. Androne:* Modulator magnetic pentru tensiuni. Brevet de inventie R.S.R. Nr. 60974, 01.02.1975.

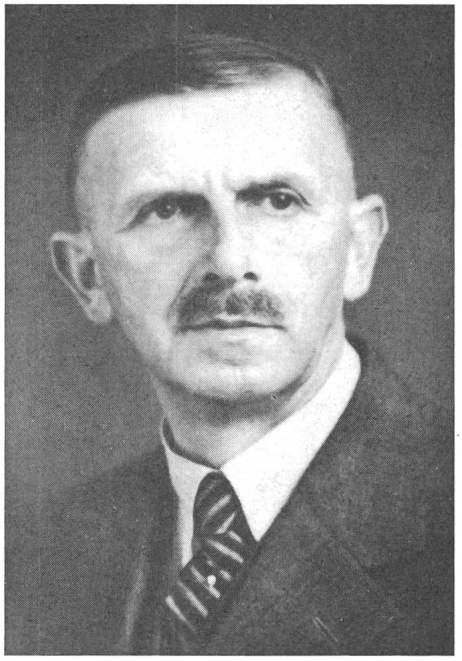
Adresse de l'auteur

Dr. ing. *Androne Camelia,* Institutul Politehnic Iasi, Catedra Electrotehnica, masuri si masini electrice, Str. 23 August nr. 11, Iassy (România).

Samuel Blumer 1881–1959

Samuel Blumers Vater betrieb in Schwanden eine Sägerei und damit verbunden eine Werkstatt für Nähmaschinen und Fahrräder. Samuel wurde am 14. Februar 1881 geboren, als ältester von vier Geschwistern. Er machte viele Krankheiten durch, die seine Gesundheit fürs ganze Leben beeinträchtigten. Als er in der zweiten Sekundarklasse war, starb sein Vater. Er musste die Schule verlassen, um zusammen mit der Mutter den väterlichen Betrieb so gut wie möglich weiterzuführen. An eine Lehre und an den Besuch des Technikums war nicht mehr zu denken. Die Sägerei wurde verpachtet.

Samuel interessierte sich brennend für die Elektrizität. Von einem Maschinisten des eben in Betrieb gesetzten Gemeindewerkes lieh er sich ein Lehrbuch, kaufte für wenig Geld eine alte Dynamomaschine, bastelte Klingelanlagen, installierte die elektrische Beleuchtung im Wohnhaus und versuchte Bügeleisen und Heizkissen anzufertigen, wobei auch ein Bett in Flammen aufging. Statt teurer Platindrähte verwendete er Nickelbänder auf Glimmerplatten für seine Apparate. Unterstützt von seinem Onkel und fachtechnisch gefördert von keinem Geringeren als Prof. *Wyssling,* gründete er am 1. Juli 1904 in der väterlichen Werkstatt die Firma «Samuel Blumer, Fabrik elektrischer Heiz- und Kochapparate».



«Therma», Schwanden

Die Geschäfte gingen über Erwarten gut, da Blumer seine Apparate nicht ungeprüft herausgab. Nun schlug sein Onkel vor, eine Aktiengesellschaft zu gründen. Mit der Schaffung neuer Arbeitsplätze hoffte man, der im Glarnerland herrschenden Arbeitslosigkeit entgegenzuwirken, die infolge der Textilkrise entstanden war. Als Vertreter der Elektrizitätswerke suchte Prof. Wyssling neue Anwendungen der Elektrizität, um neben dem Beleuchtungsbetrieb am Abend auch den Tagesbetrieb der Werke lohnend zu gestalten. Damit eröffneten sich auch für Blumer bessere Verdienstmöglichkeiten.

Im Frühling 1906 heiratete Blumer Maria Schiesser. Auf die Hochzeitsreise nach Mailand nahm Blumer seine Heizgeräte mit, um sie an der dortigen internationalen Ausstellung zu zeigen. Er erhielt eine Goldmedaille, und auch an einer kurz darauf in Paris stattfindenden Ausstellung wurden seine Produkte ausgezeichnet. Dadurch ermutigt, schritt man zur Gesellschaftsgründung. Am 16. Februar 1907 fand die konstituierende Versammlung statt. Als Firmenname schlug Pfarrer *Böniger* «Therma» vor.

Schon im Oktober 1907 konnte die neue Fabrik bezogen werden. Es wurden Bügeleisen, Kocher, Heizkissen und Heizkörper fabriziert. 1912 erfand Blumer, der nicht nur die technischen, sondern auch die kaufmännischen Belange betreute, die Nutenkochplatte mit nachträglich gehärtetem Schamottepulver, die eine wichtige Verbesserung darstellte. Im gleichen Jahr entstanden die ersten Wandboiler für Nachtstromaufheizung. Die Elektrifizierung der Bahnen brachte viele Aufträge für Eisenbahnwagen-Heizungen. In den zwanziger Jahren kamen dann die Haushaltkochherde und gegen Ende jenes Jahrzehntes die ersten Grossküchen für Restaurants und Hotels hinzu.

Samuel Blumer hatte sich zuviel zugemutet mit der praktisch integralen Geschäftsführung der Therma während voller 20 Jahre, mit mehrmaligen Fabrikerweiterungen, dem Aufbau von Exportverbindungen und Materialbeschaffungsschwierigkeiten während des Krieges. Im Sommer 1928 musste er von seinem Posten als Direktor zurücktreten und sich auf sein Mandat als Delegierter des Verwaltungsrates beschränken. 1925 hatte er die vom Glarner *Friedrich Schindler* gegründete «Elektra Wädenswil», ein ernster Konkurrent für die Therma, aufgekauft und stillgelegt. Den Leiter dieses Unternehmens, Ing. *Hans Dietler,* machte Blumer zum Betriebsleiter der Therma und bei seinem Ausscheiden zum Direktor.

1936 zwang das Herzleiden Blumer, sich ganz ins Privatleben zurückzuziehen. Blumer, der stets der Mann aus dem Volk geblieben war, hatte schon früh für seine Belegschaft – anfänglich 22 Mann, 1936 gegen 1000 Personen – soziale Einrichtungen eingeführt, so 1913 eine Kantine und 1917 eine Hilfskasse, einen Vorläufer der Pensionskasse. Im Ruhestand holte er Studien über technische Probleme nach, fotografierte, hörte gerne Musik und erfreute sich des Gartens. Am 15. Januar 1959 starb er, 78jährig, in Schwanden, seine Gattin und 3 Töchter hinterlassend.

H. Wüger