

M. M. H. M. M. Y.



SIEMENS

REVUE SIEMENS

20° ANNEE · 1962 · NUMERO 9 · PAGES 289 à 324

IMPRIME EN ALLEMAGNE

CONDITIONS DE LIVRAISON

La revue paraît dix fois par an. Pour les commandes, nous vous prions d'envoyer la correspondance à l'adresse suivante :

Siemens-Schuckertwerke AG,
Hauptverbeabteilung, «Revue Siemens»,
8520 Erlangen 2, Postfach
Allemagne

RENSEIGNEMENTS ET RECLAMATIONS

Pour toutes les questions concernant les articles de la revue et l'expédition de la revue, la correspondance doit être envoyée à l'adresse suivante :

Siemens-Schuckertwerke AG,
Hauptverbeabteilung,
Schriftleitung «Revue Siemens»,
8520 Erlangen 2, Postfach
Allemagne

REPRODUCTION

Possibilités de reproduction en indiquant la provenance. Il est nécessaire de demander une autorisation à la rédaction. Les photocopies des articles, même dans des buts professionnels, sont autorisées.

AUTEURS DES ARTICLES DU PRESENT NUMERO

AMBERGER, H.
Siemens-Schuckertwerke Aktiengesellschaft
Technische Stammabteilung Energieversorgung

FISCHER, H.
Siemens-Schuckertwerke Aktiengesellschaft
Technische Stammabteilung Grundstoffindustrie

FRICKE, R.
Siemens & Halske Aktiengesellschaft
Wernerwerk für Weitverkehrs- und Kabeltechnik

GORYCZKA, L.
Siemens-Schuckertwerke Aktiengesellschaft
Technische Stammabteilung Serienfabrikate

GRAAF, W.
Siemens & Halske Aktiengesellschaft
Wernerwerk für Fernsprechtechnik

HARTMANN, E.
Siemens-Schuckertwerke Aktiengesellschaft
Technische Stammabteilung Serienfabrikate

HASELÖFF, W.
Siemens & Halske Aktiengesellschaft
Wernerwerk für Telegrafien- und Signaltechnik

KÄPPNER, A.
Siemens-Schuckertwerke Aktiengesellschaft
Technische Stammabteilung Grundstoffindustrie

LEUPOLD, G.
Siemens & Halske Aktiengesellschaft
Wernerwerk für Telegrafien- und Signaltechnik

MOOK, B.
Siemens & Halske Aktiengesellschaft
Wernerwerk für Meßtechnik

RABL, H.
Siemens & Halske Aktiengesellschaft
Wernerwerk für Bauelemente

SCHALKHAUSER, F.
Siemens & Halske Aktiengesellschaft
Wernerwerk für Fernsprechtechnik

SCHÜNEMANN, R.
Siemens & Halske Aktiengesellschaft
Zentral-Laboratorium

STOEWER, R.
Siemens & Halske Aktiengesellschaft
Wernerwerk für Fernsprechtechnik

SOMMAIRE

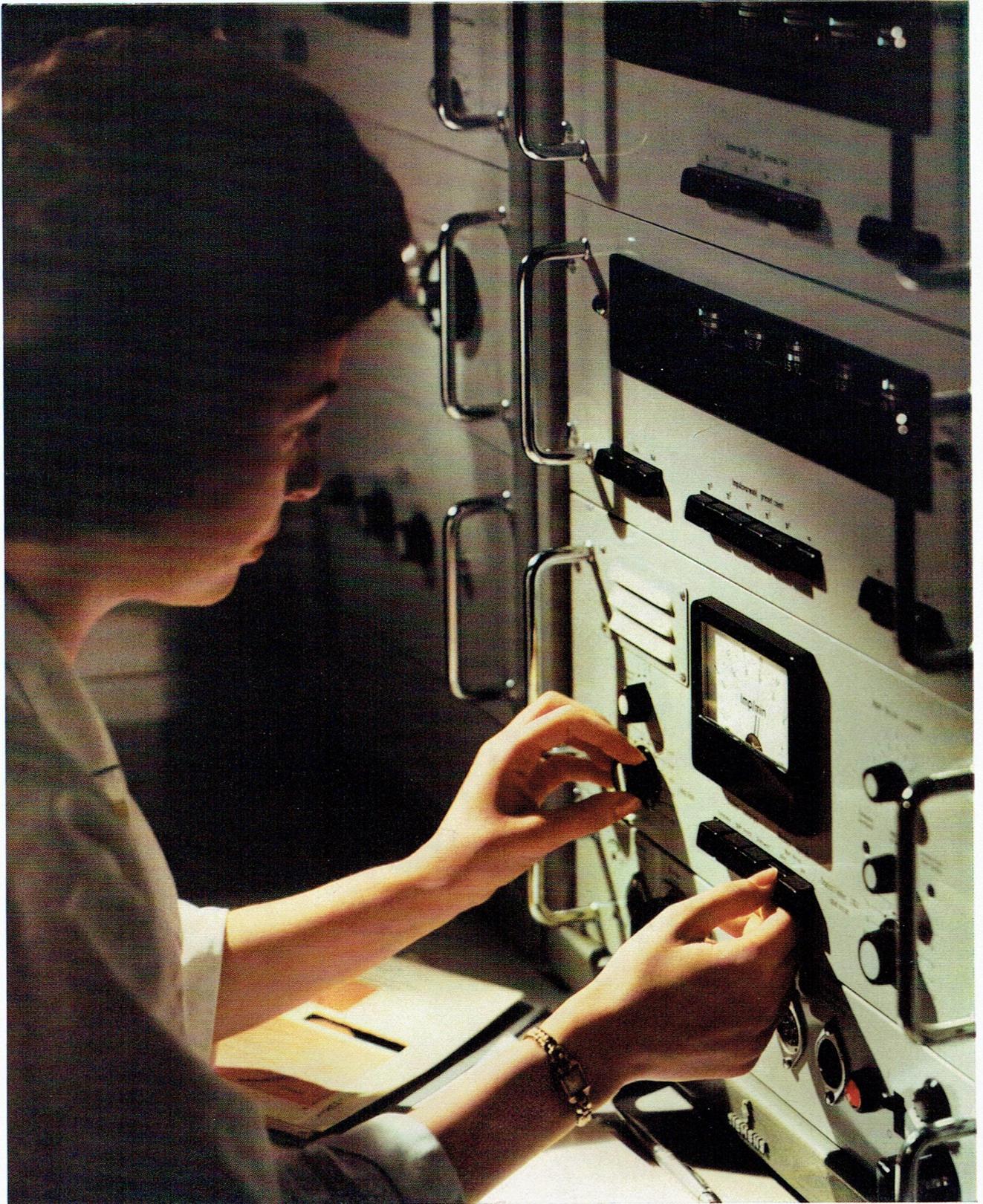
MOOK	Le KRISTALLOFLEX 4, un appareil de haute stabilité pour les procédés d'analyse aux rayons X	291
GORYCZKA	Transformateurs de courant pour ensembles de comptage haute tension	296
SCHALKHAUSER	L'automatisation du trafic téléphonique international en République Fédérale d'Allemagne	300
AMBERGER	Détecteur de rupture de phase RM 80 pour la protection des moteurs triphasés contre les dangers de marche sur une phase	304
FRICKE/SCHÜNEMANN	Emetteurs à ondes courtes avec échelle de fréquences pré réglées	306
RABL	Transfluxors de ferrites Structure, principe de fonctionnement, exigences de construction et matériaux	311
HARTMANN	Sectionneurs pour intérieur (séries 10 à 30 kV) selon les nouvelles normes, avec isolateurs en résine moulée ...	317

NOUVELLES TECHNIQUES

LEUPOLD	Horloge secondaire à programme annuel pour processus de signalisation et de commande	318
FISCHER/KÄPPNER	Moteurs synchrones pour la commande de compresseurs avec réactions extrêmement faibles sur le secteur	319
GRAAP/STOEWER	Le millième central téléphonique urbain EMD Siemens	321

PETITES NOUVELLES

HASELOFF	Un atelier de téléimprimeurs en Australie	324
----------	---	-----



Baie de mesure de rayonnement, appareil de haute sensibilité indispensable dans les applications multiples des substances radioactives

Le KRISTALLOFLEX 4, un appareil de haute stabilité pour les procédés d'analyse aux rayons X

PAR BRUNO MOOK

La grande précision des différents procédés d'analyse par diffraction et par fluorescence des rayons X [1, 2, 3, 4] n'est vraiment mise en valeur que si la composition et l'intensité du rayonnement X utilisé sont stables pendant un temps assez long. La tension et le courant fournis aux tubes doivent pour cela rester constants, et pouvoir être réglés par échelons fixes pour obtenir une bonne reproductibilité. Il faut également, pour des réseaux instables, être exigeant sur le comportement dynamique de la stabilisation qui doit compenser rapidement les variations brusques de tension du réseau, pour ne pas obtenir de grandes variations des valeurs de mesure. Le tube à rayons X doit être conçu de manière qu'aucun phénomène de vieillissement, tel qu'une déformation de l'anode ou un manque d'étanchéité de la fenêtre, n'apparaisse lors d'une charge maximum. Le KRISTALLOFLEX* 4 (figure 1) est un appareil à rayons X qui, dans la pratique, remplit ces exigences à un degré élevé.

Construction et fonctionnement

Le KRISTALLOFLEX 4 est construit d'après le principe de montage par blocs. Le générateur haute tension, le stabilisateur magnétique de tension du réseau, les stabilisateurs haute tension et du courant du tube sont des éléments indépendants qui peuvent être facilement échangés (figure 2). Le stabilisateur magnétique de tension du réseau et le générateur haute tension, tous deux très lourds, sont placés sur le sol. Le KRISTALLO-

FLEX peut ainsi être facilement placé et monté. La table de travail du KRISTALLOFLEX 4 est tellement grande que deux tubes à rayons X peuvent y être montés. On dispose ainsi de deux postes de travail indépendants, le premier pour l'analyse par diffraction et le second pour l'analyse par fluorescence. Il est possible dans ce cas, sans transformation ni ajustage, d'utiliser le poste de travail voulu en commutant directement la haute tension sur l'un ou l'autre des tubes à rayons X.

La figure 3 représente le schéma de principe du KRISTALLOFLEX 4. La tension du réseau est préstabilisée par le stabilisateur magnétique et envoyée à l'aide d'un commutateur à plots à l'entrée du générateur haute tension. Le stabilisateur magnétique sert en même temps de transformateur à échelons haute tension.

Le générateur haute tension, placé dans une cuve remplie d'huile, se compose des éléments électriques suivants: transformateur haute tension, valve redresseuse, condensateur de filtrage, résistance de mesure pour la régulation électronique de la haute tension, résistances d'amortissement et transformateurs de chauffage pour les tubes à rayons X et la valve redresseuse, ainsi que l'interrupteur de sécurité pour court-circuiter le transformateur haute tension lorsqu'il n'est pas en service.

La tension préstabilisée du réseau est transformée en tension d'utilisation par le transformateur haute tension et redressée par la valve à vide élevé travaillant en demi-onde. La tension redressée est

* Marque de fabrique

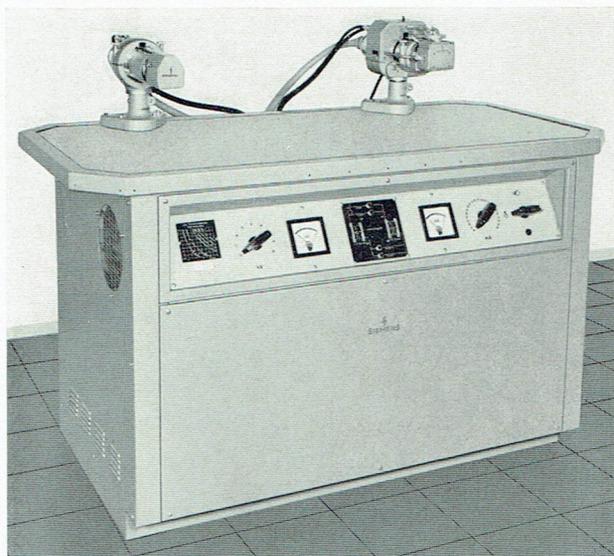


Fig. 1 KRISTALLOFLEX 4 avec deux tubes à rayons X dont l'un est de diffraction et l'autre de fluorescence

filtrée par des dispositifs de filtrage et dirigée vers la sortie du générateur haute tension. Un câble haute tension relie la sortie du générateur haute tension à la cathode du tube à rayons X dont l'anode est mise à la terre. Le circuit haute tension est fermé par le stabilisateur électronique haute tension qui se trouve entre l'anode du tube à rayons X et le pôle positif du généra-

teur haute tension. La stabilisation électronique du courant agit sur la cathode du tube à rayons X et sert à la stabilisation et au réglage du courant de celui-ci.

Les dispositifs de sécurité qui ne sont pas dessinés sur la figure 3 protègent l'appareil et les tubes à rayons X contre les dégâts possibles causés par une surcharge ou une fausse manœuvre. Un relais de surintensité déclenche l'appareil si le courant maximum du tube à rayons X dépasse 50 mA. Un relais de sécurité protège l'appareil lors d'une interruption ou d'un dérangement du circuit haute tension. Il déclenche l'appareil si le courant du tube à rayons X est trop bas. L'interrupteur de protection placé dans le circuit haute tension court-circuite le condensateur haute tension de telle manière que le câble ne soit jamais sous haute tension quand l'appareil est déclenché.

Le débit de l'eau de refroidissement du tube à rayons X est de 4 l/min. Un débitmètre inséré dans la conduite d'évacuation du circuit de refroidissement surveille ce dernier: si le circuit de refroidissement est interrompu ou si le débit est inférieur à 4 l/min, un signal d'avertissement se fait entendre et un relais temporisé déclenche l'appareil si le dérangement dure plus de 20 secondes.

Stabilisation électronique de la haute tension

Le fonctionnement électrique de la régulation de la haute tension est visible sur la figure 3. La haute tension

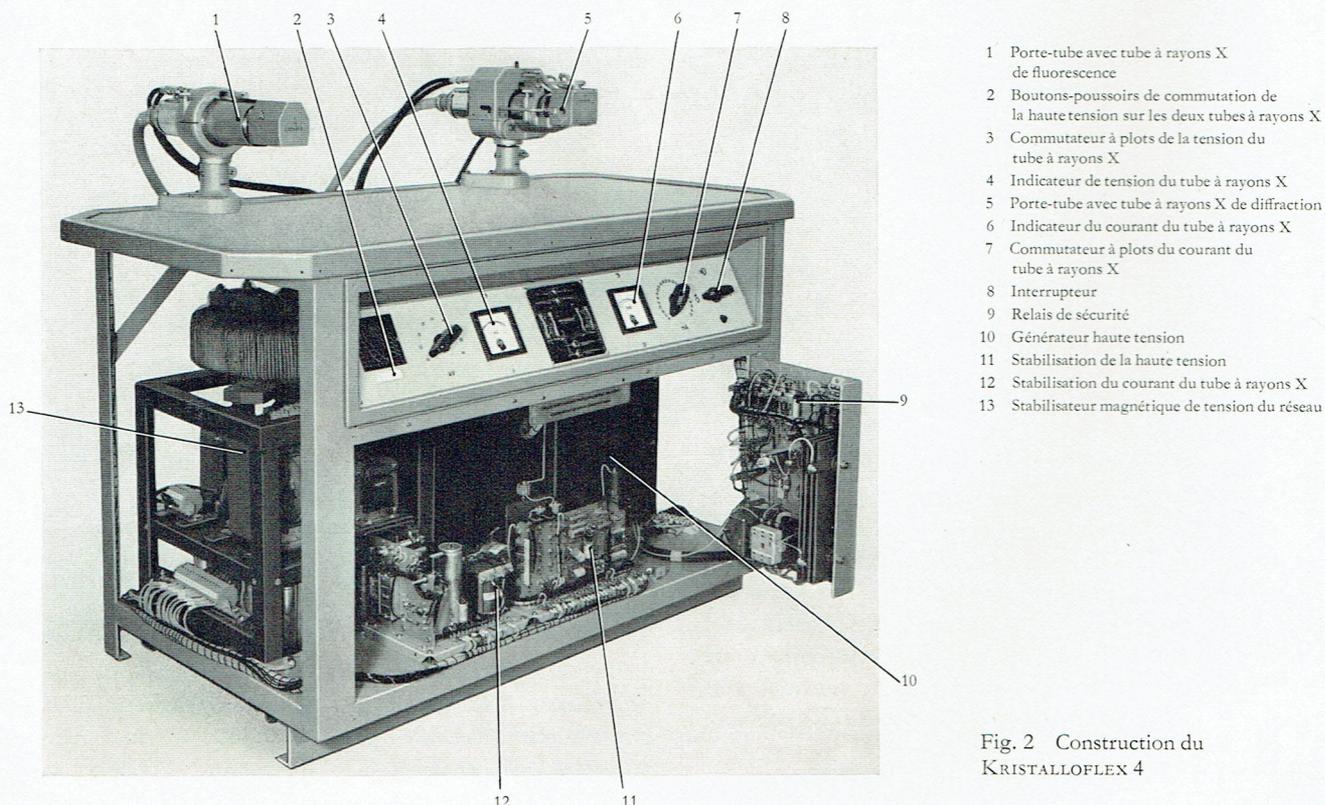
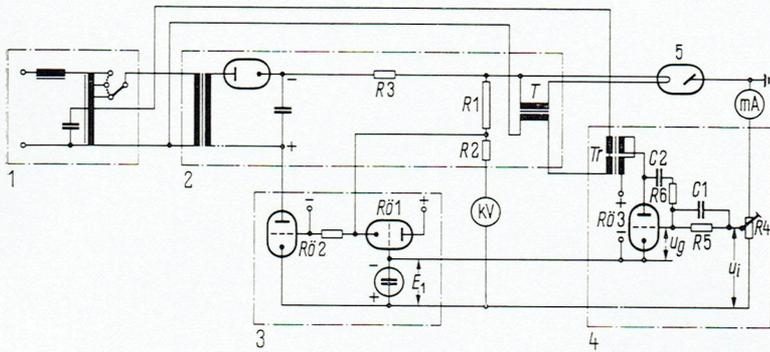


Fig. 2 Construction du KRISTALLOFLEX 4



- | | |
|--|--|
| 1 Stabilisateur magnétique de tension du réseau | 4 Stabilisation électronique du courant du tube à rayons X |
| 2 Générateur haute tension | |
| 3 Stabilisation électronique de la haute tension | 5 Tube à rayons X |

Fig. 3 Schéma de principe du KRISTALLOFLEX 4

est mesurée sur le diviseur de tension de résistance élevée $R1/R2$. Une partie de la haute tension est prélevée sur la résistance $R2$ et sert de valeur réelle pour la régulation de la haute tension. La tension constante de comparaison E_1 est placée en opposition avec cette tension de telle manière que leur différence agisse sur la grille du tube préamplificateur $R\ddot{o}1$. Le tube $R\ddot{o}2$ de la stabilisation haute tension, placé en série avec le tube à rayons X, est commandé par le tube $R\ddot{o}1$ qui travaille avec un circuit de base anodique pour des raisons de potentiel. La caractéristique principale de ce circuit de réglage est que le tube $R\ddot{o}2$ agit directement sur la haute tension. Ainsi des variations indésirables de haute tension sont immédiatement corrigées du côté secondaire. Puisque la haute tension est mesurée directement au tube à rayons X (sur $R1/R2$), il est assuré que toutes les influences qui causent une variation de la haute tension, telles que des variations de tension et de fréquence du réseau et un échauffement des enroulements du transformateur haute tension, sont captées.

La constance de la haute tension est déterminée en premier lieu par la stabilité du rapport de division de tension de la résistance de mesure $R1/R2$. La possibilité de surcharger la résistance de mesure est très élevée pour assurer une bonne stabilité à ce diviseur de tension. On utilise pour cela des résistances de précision.

L'amplification du régulateur haute tension est tellement grande que, lors d'une variation de tension du réseau de $\pm 10\%$ et d'une variation de fréquence du réseau de ± 1 Hz, la haute tension appliquée au tube à rayons X varie de moins de $0,1\%$ à tous les échelons.

Le stabilisateur magnétique de tension est monté devant le circuit de réglage proprement dit. Les variations de tension du réseau de $\pm 10\%$ sont ainsi réduites à $\pm 1\%$ et l'intervalle de réglage de la régulation électronique haute tension est relativement petit (± 2 kV). Ce circuit

assure d'autre part une grande sécurité d'utilisation grâce à la faible quantité d'éléments de construction.

L'oscillogramme (figure 4) donne le comportement dynamique du stabilisateur magnétique lors d'une variation de tension du réseau de 20 V. On constate qu'une variation de la tension d'entrée de 10% redevient normale après 3 ou 4 périodes de la fréquence du réseau.

Tube à rayons X et stabilisation électronique du courant du tube

La figure 5 représente la vue en coupe d'un tube haute puissance de 2000 W qui est utilisé pour les analyses par fluorescence X avec des anodes différentes. On sait

que $0,3\%$ environ de la puissance totale du tube est transformée en puissance de rayonnement et que la puissance restante est transformée en chaleur. Il faut donc refroidir l'anode intensément avec de l'eau. Pour cette raison l'anode est mise à la terre, tandis que la cathode est reliée à la haute tension. La cathode est chauffée directement. Le courant d'émission est déterminé par le chauffage de la cathode et réglable indépendamment de la tension du tube, puisque le tube à rayons X travaille pratiquement dans le domaine de saturation avec les hautes tensions exigées.

On peut reconnaître sur la figure 3 le circuit de base de la stabilisation électronique du courant du tube. L'enroulement primaire du transformateur de chauffage T du tube à rayons X est relié à la sortie du stabilisateur magnétique de tension du réseau à travers l'enroulement à courant alternatif d'un transducteur Tr . La prémagnétisation du transducteur Tr et, par conséquent, sa résistance au courant alternatif est commandée par le courant

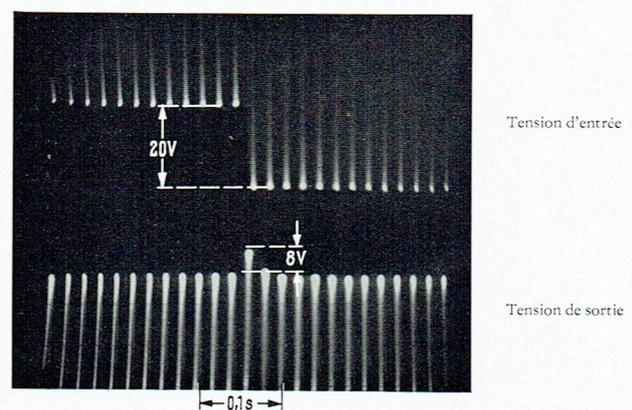
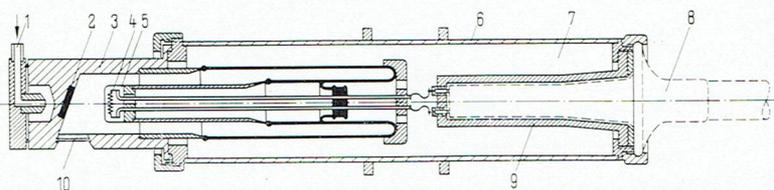


Fig. 4 Comportement dynamique du stabilisateur magnétique de tension du réseau. Des variations de tension du réseau de 20 V sont réglées après 3 ou 4 périodes de la tension du réseau



- | | | |
|--------------------------------------|-----------------------|--|
| 1 Entrée de l'eau de refroidissement | 4 Cathode | 8 Câble haute tension |
| 2 Anode | 5 Cylindre de Wehnelt | 9 Logement de la fiche de raccordement |
| 3 Tête d'anode en cuivre | 6 Gaine de protection | 10 Fenêtre de sortie des rayons |
| | 7 Remplissage d'huile | |

Fig. 5 Vue en coupe d'un tube à rayons X de haute puissance

anodique du tube amplificateur $R\ddot{o}$ 3 qui se trouve dans le circuit à courant continu du transducteur. Le chauffage du tube à rayons X et, par conséquent, le courant d'émission dépendent de la prémagnétisation du transducteur. La résistance R 4 est une résistance à échelons qui sert de régulatrice de la valeur de consigne.

Le courant du tube à rayons X produit sur la résistance R 4 une chute de tension u_i qui lui est proportionnelle et qui sert de valeur réelle pour la régulation. La tension u_i est montée en opposition avec la tension constante de comparaison E_1 de telle manière que la différence

$$u_g = E_1 - u_i$$

soit appliquée à la grille du tube amplificateur $R\ddot{o}$ 3.

Si le courant du tube augmente (p.ex. par suite d'une variation de la tension du réseau), la tension u_i proportionnelle au courant du tube augmente aussi. La tension négative de grille u_g augmente et le courant anodique diminue. La prémagnétisation du transducteur diminue alors et sa résistance au courant alternatif augmente, ce

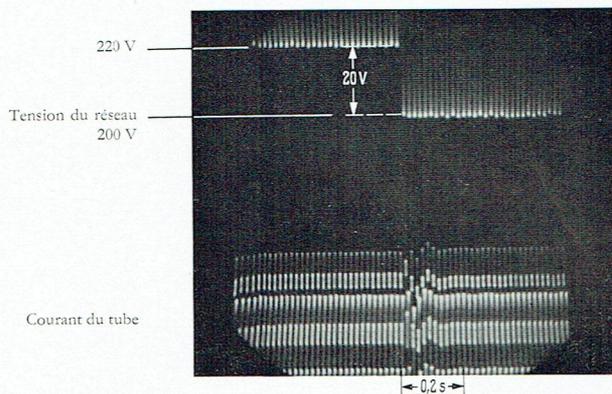


Fig. 6 Comportement dynamique de la stabilisation du courant du tube à rayons X. Le processus de réglage est terminé après 10 périodes environ de la fréquence du réseau (en 0,2 sec environ) lors d'une variation de tension du réseau de 20 V environ. Le courant montre une ondulation qui provient de l'émission irrégulière de la cathode chauffée directement.

qui signifie qu'une tension plus basse est présente au transformateur de chauffage. Le courant du tube à rayons X diminue par conséquent jusqu'à ce que la valeur de consigne soit atteinte. Lors d'une diminution du courant du tube en dessous de la valeur de consigne, le processus de réglage agit en sens inverse. Les éléments C_1/R_5 et C_2/R_6 donnent au régulateur du courant du tube un comportement dynamique de réglage favorable (réglage PID). L'amplification est tellement grande que le courant d'émission varie de moins de 0,1% lors d'une variation de tension du réseau de $\pm 10\%$ et d'une variation de fréquence du réseau de ± 1 Hz.

La figure 6 représente le comportement dynamique de la stabilisation du courant du tube. On constate que le processus de réglage est terminé après 10 périodes environ de la fréquence du réseau.

Ondulation de la haute tension

Le rayonnement de fluorescence d'un échantillon n'est excité par le rayonnement primaire du tube à rayons X que si l'énergie du rayonnement primaire est plus élevée que l'énergie d'excitation du rayonnement de fluorescence. Cela signifie que l'ondulation de la haute tension appliquée au tube à rayons X joue un rôle important. Si le tube à rayons X est utilisé avec une haute tension non filtrée, le rayonnement de fluorescence n'est excité que si la valeur instantanée de la tension appliquée au tube et donc l'énergie du rayonnement primaire dépasse l'énergie d'excitation de la raie. Dans ce cas, le rayonnement de fluorescence n'est pas constant sur une période. La zone hachurée de la figure 7a représente le domaine dans lequel le rayonnement de fluorescence est émis. On constate facilement que ce domaine devient d'autant plus petit que le rapport entre la haute tension du tube et l'énergie du rayonnement à exciter est plus petit. Les rapports sont encore moins favorables si l'on redresse une demi-onde au lieu de redresser l'onde entière.

La période complète est utilisée pour l'excitation lors de l'emploi du tube à rayons X avec une haute tension filtrée dont l'ondulation est faible (figure 7b). Le rayonnement utilisé ici ne varie plus qu'au rythme de la faible ondulation résiduelle de la haute tension. Les variations résiduelles sur une période sont pratiquement négligeables lors d'un écart suffisamment grand entre la tension du tube à rayons X et l'énergie d'excitation de la raie.

La cathode est ménagée et la puissance du tube est pleinement utilisée lors de l'utilisation d'une haute tension filtrée (figure 7b) ce qui n'est pas le cas lors de l'utilisation d'une haute tension non filtrée (figure 7a).

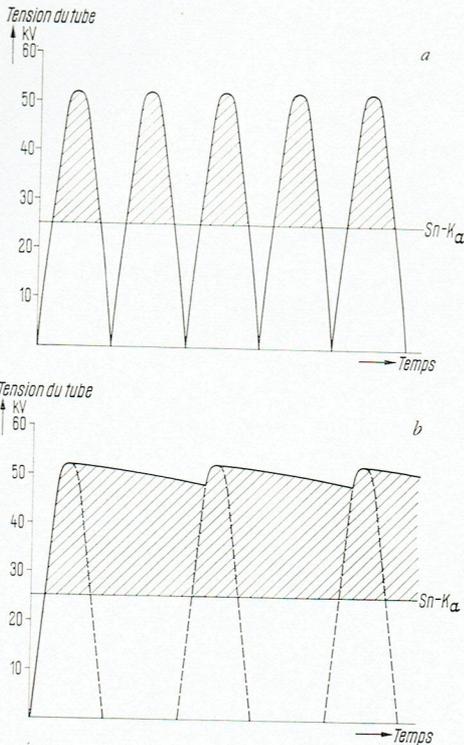


Fig. 7 Tension d'excitation utile (zone hachurée) pour le rayonnement Sn - K α en cas de redressement à deux alternances (a) et de haute tension filtrée (b)

60 kV. Les figures 8a et b représentent l'ondulation de la haute tension, mesurée du côté terre d'un diviseur de tension capacitif, lors de l'utilisation de 40 kV et 6 mA ainsi que 40 kV et 50 mA.

Constance de la puissance du rayonnement

La tension du tube maintenue constante à 0,1% et le courant du tube maintenu également constant à 0,1% donnent une constance de la puissance du rayonnement de 0,3% lors d'une variation de la tension du réseau de 10%, selon l'équation suivante:

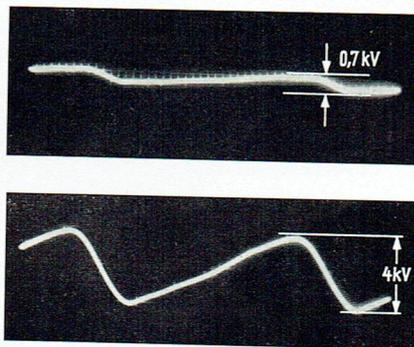
$$I = C U^2 i$$

I Puissance du rayonnement
 C Facteur proportionnel
 U Tension du tube
 i Courant du tube

La constance de la puissance du rayonnement fut contrôlée pendant un temps assez long sur un appareil de série. L'intensité du rayonnement de fluorescence Mo-K α fut mesurée pendant 20 heures environ et imprimée toutes les 2 minutes à l'aide d'un dispositif imprimeur du nombre des impulsions et du temps de comptage. On a compté chaque fois environ 900000 impulsions par minute. La figure 9 donne le résultat de

Un autre avantage de la haute tension filtrée est la charge constante des détecteurs [5] de rayonnement X. En effet lors de l'utilisation d'une haute tension non filtrée, les détecteurs sont, spécifiquement plus chargés (les effets du temps mort et les pertes de comptage se font déjà sentir pour un nombre moyen d'impulsions plus bas que lors de l'utilisation d'une tension filtrée). Ces phénomènes apparaissent tout spécialement avec les tubes compteurs Geiger-Müller qui, avec leur temps mort de 100 μ s, sont déjà bloqués pour de faibles nombres d'impulsions.

Les éléments de filtrage du générateur haute tension du KRISTALLOFLEX 4 sont conçus pour fournir un filtrage adéquat de la haute tension et pour mettre en valeur les avantages précités dans l'utilisation pratique (la capacité du condensateur de charge s'élève à 0,2 μ F). L'amplitude de la tension alternative superposée à la valeur moyenne du courant continu s'élève à environ 2 kV pour un courant maximum de 50 mA, c.-à.-d. à environ 40 V/mA. L'ondulation relative de la haute tension, rapportée aux échelons réglables de la haute tension du KRISTALLOFLEX 4, s'élève à 10% pour 20 kV et à 3,5% pour la tension maximum de



a Courant du tube 6 mA
Tension du tube 40 kV
Ondulation 0,7 kV crête à crête

b Courant du tube 50 mA
Tension du tube 40 kV
Ondulation 4 kV crête à crête

Fig. 8 Ondulation de la haute tension du KRISTALLOFLEX 4

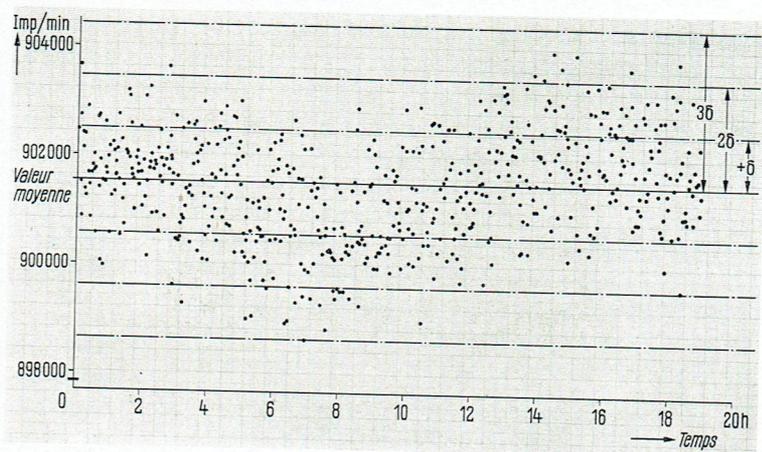


Fig. 9 Ensemble d'une mesure de constance de la puissance de rayonnement du KRISTALLOFLEX 4 pendant 20 heures

Charge maximum	2000 W
Haute tension	20 à 60 kV tension continue, réglable par échelons de 5 kV
Ondulation de la haute tension	environ 40 V/mA
Courant du tube	6 à 50 mA, réglable par échelons de 2 mA
Stabilisation	haute tension et courant du tube stabilisé à $\pm 0,1\%$ pour des variations de tension du réseau de $\pm 10\%$
Constance de la puissance de rayonnement du tube à rayons X	$\pm 0,3\%$ pour des variations de tension du réseau de $\pm 10\%$
Alimentation réseau	220 V $\pm 10\%$, 50 ou 60 Hz, 25 A max.

Tableau 1 Les caractéristiques techniques les plus importantes des KRISTALLOFLEX 4

la mesure. Le nombre des impulsions comptées varie d'après la loi de distribution de Poisson, suivant laquelle la déviation standard de la valeur de mesure est proportionnelle à la racine carrée des impulsions comptées. Le calcul statistique des erreurs [1] montre que des variations plus importantes que $\pm 3\sigma$ n'apparaissent que très rarement. On trouve en effet qu'aucune valeur de mesure ne tombe en dehors du domaine de $\pm 3\sigma$, ce qui prouve que la constance de l'appareil est de 0,3% même pendant un temps assez long.

Bibliographie

- [1] Neff, H.: Grundlagen und Anwendung der Röntgen-Feinstruktur-Analyse. R. Oldenbourg Verlag, München 1959
- [2] Neff, H.: Röntgenographische Analysenverfahren. VDI-Z. 102 (1960) pages 1433 à 1437
- [3] Tögel, K.: Analyse spectrochimique par rayons X. Rev. Siemens 17 (1959) pages 124 à 132
- [4] Tögel, K.: Über die Röntgenfluoreszenzanalyse im Vakuum auf die Elemente der Ordnungszahlen 12 bis 22 (Analyse par fluorescence X dans le vide des éléments dont le nombre atomique est compris entre 12 et 22). Siemens-Z. 34 (1960) pages 726 à 733
- [5] Neff, H.: Messung von Röntgenstrahlen mit verbesserten Detektoren und Zählmethoden (Mesure de rayons X à l'aide de détecteurs et de méthodes de comptage perfectionnées). Siemens-Z. 33 (1959) pages 655 à 660

Transformateurs de courant pour ensembles de comptage haute tension

PAR LOTHAR GORYCZKA

Les ensembles de comptage haute tension fournissent les pièces comptables pour la facturation de l'énergie fournie aux abonnés spéciaux, ainsi que de l'énergie échangée dans les réseaux interconnectés entre deux sociétés de distribution d'électricité. Etant donné qu'il s'agit, en général, de quantités d'énergies considérables et de puissances élevées, les indications des compteurs doivent être particulièrement précises et les ensembles de comptage doivent fournir une sécurité de fonctionnement telle qu'un comptage parfait soit assuré, même après un court-circuit dans le secteur, ou après des ondes de surtension. Etant donné que les transformateurs de courant ne doivent pas être calculés d'après la puissance maximale prévue dans le secteur, mais d'après le courant de court-circuit calculé au point d'échange d'énergie, de nombreux ensembles de comptage sont largement surdimensionnés du point de vue métrologique. Compte tenu de ce fait, on utilise dans les installations modernes de plus en plus des compteurs avec une grande gamme de mesure réalisée sous forme de compteurs avec transformateurs de mesure avec une étendue de mesure prolongée vers le bas ¹⁾.

Pour de tels ensembles de comptage, et en particulier pour les ensembles de comptage à transformateurs de mesure avec gamme de mesure prolongée vers le bas, on

dispose actuellement, après une longue série d'essais, de transformateurs de courant des séries 10 et 20 kV avec un isolement en résine moulée qui tiennent compte des besoins particuliers de la technique de comptage en ce qui concerne les propriétés métrologiques et la sécurité de fonctionnement, et qui présentent en outre une grande résistance mécanique et un faible encombrement. Il s'agit de transformateurs de courant du type à isolateur-support, qui permettent une utilisation optimale des excellentes propriétés électriques et mécaniques de l'isolant. L'isolateur-support et la tête sont moulés en une seule pièce et entourent le noyau en fer portant l'enroulement secondaire avec ses connexions. L'enroulement primaire, qui est bobiné à l'extérieur sur la tête du transformateur, permet une bonne dissipation de la chaleur dégagée. La forme de l'enroulement et de la tête garantit une grande résistance vis-à-vis des forces dynamiques (figure 1).

Propriétés métrologiques

Les transformateurs de courant pour les ensembles de comptage doivent être compensés de telle sorte que l'erreur sur le courant et l'erreur de déphasage entre le courant de court-circuit du secondaire et la charge nominale du secondaire, restent comprises non seulement à l'intérieur des tolérances imposées par les classes de l'appareil, mais assurent également, en combinaison avec

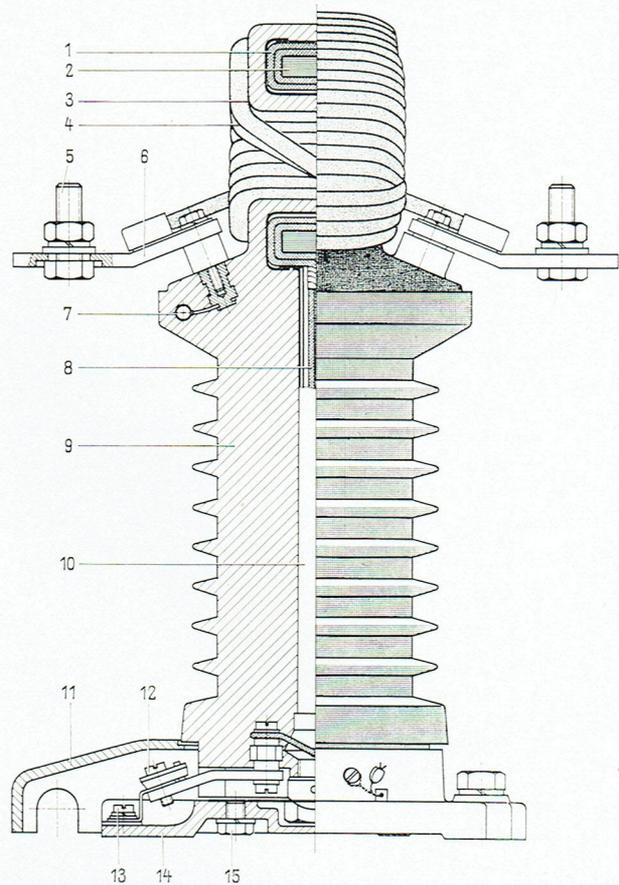
1) Goryczka, L.: Neuzzeitliche Hochspannungszählsätze (Ensembles de comptage haute tension modernes). Siemens-Z. 35 (1961) pages 289 à 291

les erreurs du compteur, une erreur globale aussi faible que possible. Ceci exige l'obtention d'une courbe d'erreur faiblement incurvée, des petits angles de déphasage et un réglage qui permet d'espérer une compensation optimale des erreurs systématiques du compteur. Dans les compteurs avec transformateurs de mesure à gamme de mesure étendue vers le bas, on utilise du point de vue métrologique, la gamme comprise entre 1 et 5% de l'intensité nominale, et c'est pourquoi la caractéristique du transformateur de courant ne doit pas présenter, dans la partie inférieure de l'étendue de mesure, une pente descendante trop forte. Par contre, même un ensemble de comptage très complet avec des lignes secondaires de grande longueur, n'exige pas de puissance nominale supérieure à 15 VA, ce qui correspond à une charge nominale de 0,6 Ω (figure 2).

Les transformateurs de courant sur isolateur-support peuvent remplir facilement ces conditions, car leur comportement se rapproche beaucoup de celui d'un transformateur de courant idéal, dans lequel les nombres d'ampères-tours primaires et secondaires coïncident pratiquement et où le courant magnétisant peut être négligé. Le noyau magnétique en fer, qui est relativement petit, est en un alliage de fer et de nickel à haute teneur présentant une forte perméabilité et un faible coefficient de perte, et fonctionnant avec un flux très faible. Ce noyau est réalisé sous forme d'un noyau en feuillard bobiné, qui présente donc une faible réductance. Son enroulement secondaire, uniformément réparti, n'exige du fait de sa faible réactance et de sa faible résistance ohmique, qu'une force électro-motrice relativement faible, c'est-à-dire qu'un flux relativement faible dans le noyau. Le nombre d'ampères-tours nominal est de 600 A, et dans les types à l'épreuve des courts-circuits 300 A. La consommation propre, qui est respectivement de 6 ou de 3 VA selon la valeur de l'induction, est remarquablement faible.

Le modèle standard est prévu pour la classe 0,5 avec une possibilité de charge allant jusqu'à 120%. Un modèle spécial peut être fourni en tant que transformateur de courant à gamme de grande étendue de la classe 0,5 G avec une possibilité de charge de 200%, ou bien sous forme d'un transformateur de courant à deux étendues de mesure pour le branchement de compteurs à transformateurs de courant à deux étendues de mesure 1/6, qui sont admis aussi bien pour le calibre nominal de 5 A que pour le calibre nominal de 1 A. Le tableau 1 montre la correspondance entre les compteurs et les transformateurs de courant, ainsi que l'étendue de mesure et l'étendue de travail de l'ensemble de comptage.

Les transformateurs de courant à deux étendues doivent être utilisés lorsque la gamme de mesure prolongée vers le bas doit être également homologuée. Sur la plaque signalétique figurent alors deux rapports de transformation nominaux correspondant aux deux intensités secondaires nominales de 5 A et de 1 A. L'homologation tient compte également de la puissance nominale réduite qui



- | | |
|---|----------------------------------|
| 1 Enroulement secondaire | 9 Corps isolant en résine moulée |
| 2 Noyau en feuillard bobiné | 10 Blindage métallique |
| 3 Couche conductrice recouvrant la tête | 11 Couvercle de bornes |
| 4 Enroulement primaire | 12 Borne secondaire |
| 5 Borne | 13 Borne de terre |
| 6 Branchement primaire | 14 Pied en alliage léger |
| 7 Electrode de garde | 15 Vis de fixation du pied |
| 8 Connexion de l'enroulement secondaire | |

Fig. 1 Coupe à travers un transformateur de courant des séries 10 et 20 kV avec isolateur-support en résine moulée

est, par exemple, de 0,6 VA pour une intensité de 1 A, au lieu de 15 VA pour un courant nominal secondaire de 5 A. Sur un tel transformateur de courant, on ne doit brancher toutefois qu'un compteur du type $-/5$ A ou un compteur à deux gammes de mesure $-/5$, $-/1$ A; en aucun cas, on ne doit brancher un compteur normal 1 A.

Il n'est pas prévu de réaliser également une compensation de ces transformateurs de courant pour les classes 0,2, étant donné qu'utilisés en tant que transformateurs de courant de la classe 0,5 en combinaison avec les compteurs pour la facturation, ils fournissent une erreur totale plus favorable à condition qu'il n'y ait pas de charge capacitive au point de transmission de l'énergie.

Le coefficient de surintensité est inférieur à 5 A, de sorte qu'en cas de court-circuit, les compteurs branchés sur ce transformateur sont protégés contre toute surcharge.

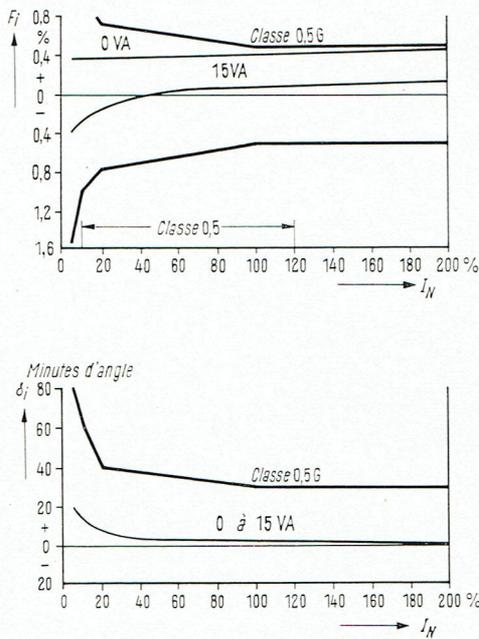


Fig. 2 Courbes d'erreurs des transformateurs de courant des séries 10 et 20 kV

Sécurité de fonctionnement

La combinaison du mode de construction classique sur isolateur-support avec l'emploi des nouvelles résines moulées, a fait du transformateur de courant l'ensemble le plus robuste de toute l'installation.

Le pouvoir isolant des résines moulées assure une grande rigidité diélectrique. L'isolateur-support et la tête sont moulés en une seule opération sous vide, afin d'obtenir une structure parfaitement homogène. Chaque ensemble en résine moulée est soumis, avant la mise en place de l'enroulement primaire, à un contrôle de ses propriétés diélectriques. On élimine toutes les pièces moulées qui

ne garantissent pas d'une façon sûre la rigidité diélectrique exigée. Le mélange de résines moulées employé présente une rigidité diélectrique de 80 kV/mm qui est indépendante de la direction du champ électrique. Pour répartir les efforts sur le diélectrique d'une façon uniforme, la tête est munie extérieurement d'un dépôt conducteur qui est relié à la haute tension, tandis que le noyau ainsi que l'enroulement secondaire et les connexions sont reliés à un blindage métallique mis à la terre. L'épaisseur des parois de la tête est calculée dans les transformateurs de courant de la série 10 et 20 kV de façon à assurer un coefficient de sécurité élevé, de sorte que le claquage du diélectrique ne peut être produit que par des tensions considérablement plus élevées que le niveau des ondes progressives qui peuvent se propager dans le réseau. Ceci a été démontré par des essais sous impulsion effectués dans une cuve à huile. Dans les conditions de service normales, il se produira d'ailleurs un amorçage entre un point quelconque de l'installation ou les raccords primaires et la plaque de base mise à la terre pour des tensions beaucoup plus faibles. La figure 3 montre un tel amorçage d'un arc réalisé au banc d'essai haute tension, sur un transformateur de courant de la série 20 kV avec une impulsion de tension de 240 kV. L'arc est dévié et est écarté du transformateur de courant par l'électrode de garde qui se trouve dans la partie supérieure de l'isolateur-support et qui est reliée à la haute tension (voir figure 1). Le corps en résine moulée lui-même résiste aux fatigues les plus brutales résultant de la chaleur de l'arc, car la quote-part de poudre de quartz qui se trouve dans les résines moulées comme charge assure au transformateur de courant une résistance extrêmement élevée contre les chocs thermiques. Le transformateur de courant conserve ses propriétés électriques même après un fonctionnement de plusieurs heures avec le courant maximal prévu, les enroulements présentant alors un échauffement de l'ordre de 40 °C par rapport à la température ambiante. Les tensions dues à la dilatation thermique ne peuvent être transmises au corps en résine

Transformateurs de courant 50/5 A		Compteurs à transformateurs de courant de type normal			Compteurs à transformateurs de courant à gamme prolongée vers le bas			
Classe	Charge admissible	Type	Intensité minimale	Etendue de mesure homologuée	Type	Intensité minimale	Etendue de fonctionnement	Etendue de mesure prolongée
0,5	120%	D 16 A D 17 A	0,25 A	5 à 60 A	Da 3.4 1,5/6	0,075 A	0,75 à 60 A	0,5 à 60 A
0,5 G	200%	D 21, D 22 D 16, D 17	0,25 A	2,5 à 100 A	Da 3.4 2,5/10	0,125 A	1,25 à 100 A	2,5 à 100 A
0,5*	120%*				Da 306 1/6**	0,05 A	0,5 à 60 A	1 à 60 A

* Transformateurs de courant à deux étendues de mesure 50/5 et 10/1

** Compteurs à deux étendues de mesure

Tableau 1 Etendue de mesure des ensembles de comptage avec transformateur de courant A 10 K1, A 20 K1, A 10 K1a, A 20 K1a. Pour des transformateurs de courant avec des rapports de transformation différents, il faut effectuer une conversion correspondante

moulée, ni par l'enroulement secondaire, ni par l'enroulement primaire qui est flexible.

Les transformateurs de courant n'opposent aux ondes progressives qu'une faible impédance caractéristique du fait de la faible inductance de l'enroulement primaire, de sorte que l'on peut renoncer à l'emploi d'un dispositif de protection spécial pour le transformateur de courant. Pour cette même raison, on n'a pas à craindre des mesures erronées par suite d'amorçage entre les différentes spires d'un enroulement primaire. Les transformateurs de courant avec des intensités dépassant 300 A qui sont réalisés sous forme de transformateurs à conducteur unique ou de transformateurs barres, ne subissent aucune fatigue du fait des ondes progressives. La grande résistance vis-à-vis des efforts dus aux courts-circuits résulte également du mode de construction avec le conducteur primaire bobiné à l'extérieur. En cas de court-circuit, la chaleur produite par effet Joule dans le conducteur primaire est dissipée rapidement dans l'air ambiant et transmise également par les barres. Le corps en résine moulée ne subit aucune fatigue, de sorte qu'on ne risque pas de voir se produire des fissures ou des craquelures. Même si l'enroulement primaire et son isolement venaient à être détruits par une surintensité trop élevée ou trop prolongée, les autres parties du transformateur restent intactes. Après mise en place d'un nouvel enroulement primaire, on peut réutiliser facilement le transformateur. Etant donné l'isolement en TEFLON résistant à la chaleur et la guipure textile entourant le conducteur primaire, le transformateur de courant supporte un courant beaucoup plus élevé par s que le courant thermique limite calculé à partir de la section du cuivre. La résistance dynamique de ce mode de construction est également très favorable en raison de la forme spéciale de l'enroulement primaire et du très faible nombre d'ampèretours. Le courant dynamique limite du transformateur de courant à un seul conducteur, dont le conducteur primaire est constitué par une tige passée à travers le trou dans le noyau, est infiniment grand, de sorte que le courant limite est fixé par la fatigue thermique.

En cas de court-circuit, les barres exercent perpendiculairement à l'axe du transformateur une force qui attaque le transformateur à hauteur du branchement du primaire. La résistance à la traction et à la flexion de la résine, qui est deux fois plus grande que la résistance de la porce-

laine, assure une grande résistance vis à vis du renversement et assure donc une résistance plus grande vis-à-vis des fatigues de ce genre en cas de court-circuit.

Montage

Etant donné l'excellent pouvoir isolant et la grande résistance des résines moulées vis-à-vis des courants de fuite superficielle, on peut donner à la tête et à l'isolateur-support des dimensions très faibles. De ce fait, les nouveaux transformateurs de courant permettent d'adopter pour les cellules de mesure une construction à faible encombrement qui s'impose de plus en plus dans les installations à moyenne tension. La position des bornes horizontales correspond à la hauteur normalisée pour les isolateurs-supports en résine moulée.

Pour le branchement des transformateurs de courant sur des barres verticales, et pour permettre de remplacer des transformateurs de courant de construction ancienne par

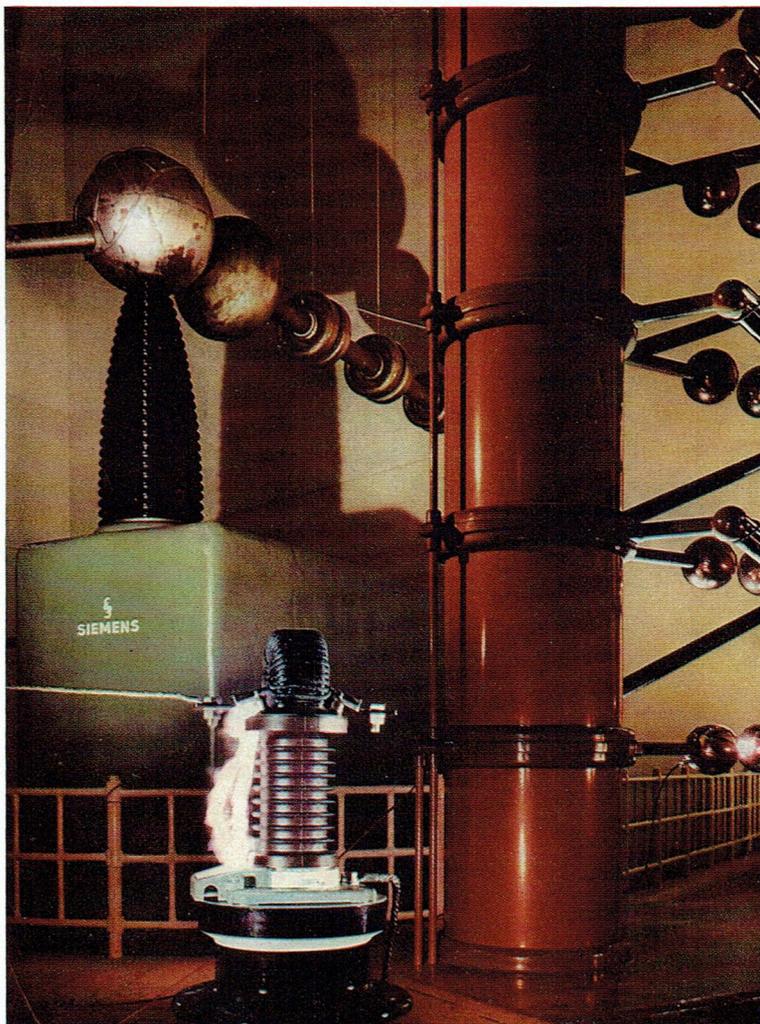


Fig. 3 Essais d'un transformateur de courant au banc d'essai haute tension. L'électrode de garde écarte l'arc de l'isolateur-support

ces nouveaux appareils, nous fournissons des pièces d'adaptation correspondantes. Les transformateurs de courant peuvent se monter dans n'importe quelle position. Les cotes de fixation sont restées les mêmes que celles des types antérieurs. Pour faciliter le montage, les raccords secondaires sont réalisés sous forme de bornes pour extrémité de fil droit avec une plaquette élastique qui assure une pression de contact constante. Les transformateurs de courant placés côte à côte peuvent être branchés sur le tracé des lignes secondaires, sans aucune déviation, et peuvent être mis à la terre par une barre de mise à la terre droite. Avec les transformateurs en résine

moulée, on ne risque aucune détérioration et aucune casse en cours de montage ou en cours de transport.

Les isolateurs ont la même forme en accordéon que les isolateurs-supports de l'appareillage haute tension. Cette forme s'est avérée particulièrement rationnelle contre l'encrassement et garantit une grande sécurité de fonctionnement pour les installations intérieures. La résine moulée est également tropicalisée et à l'abri des dégâts causés par les termites, et sa résistance à la corrosion est supérieure à celle de tous les autres matériaux utilisés dans les cellules de mesure.

L'automatisation du trafic téléphonique international en République Fédérale d'Allemagne

PAR FERDINAND SCHALKHAUSER

En République Fédérale d'Allemagne, le trafic téléphonique automatique interurbain constitue déjà un moyen de communication tout naturel entre les abonnés. Pour autant qu'ils se rapportent à l'automatisation du trafic national, tous les problèmes techniques peuvent être considérés comme résolus. Des problèmes fondamentaux n'existent pratiquement plus.

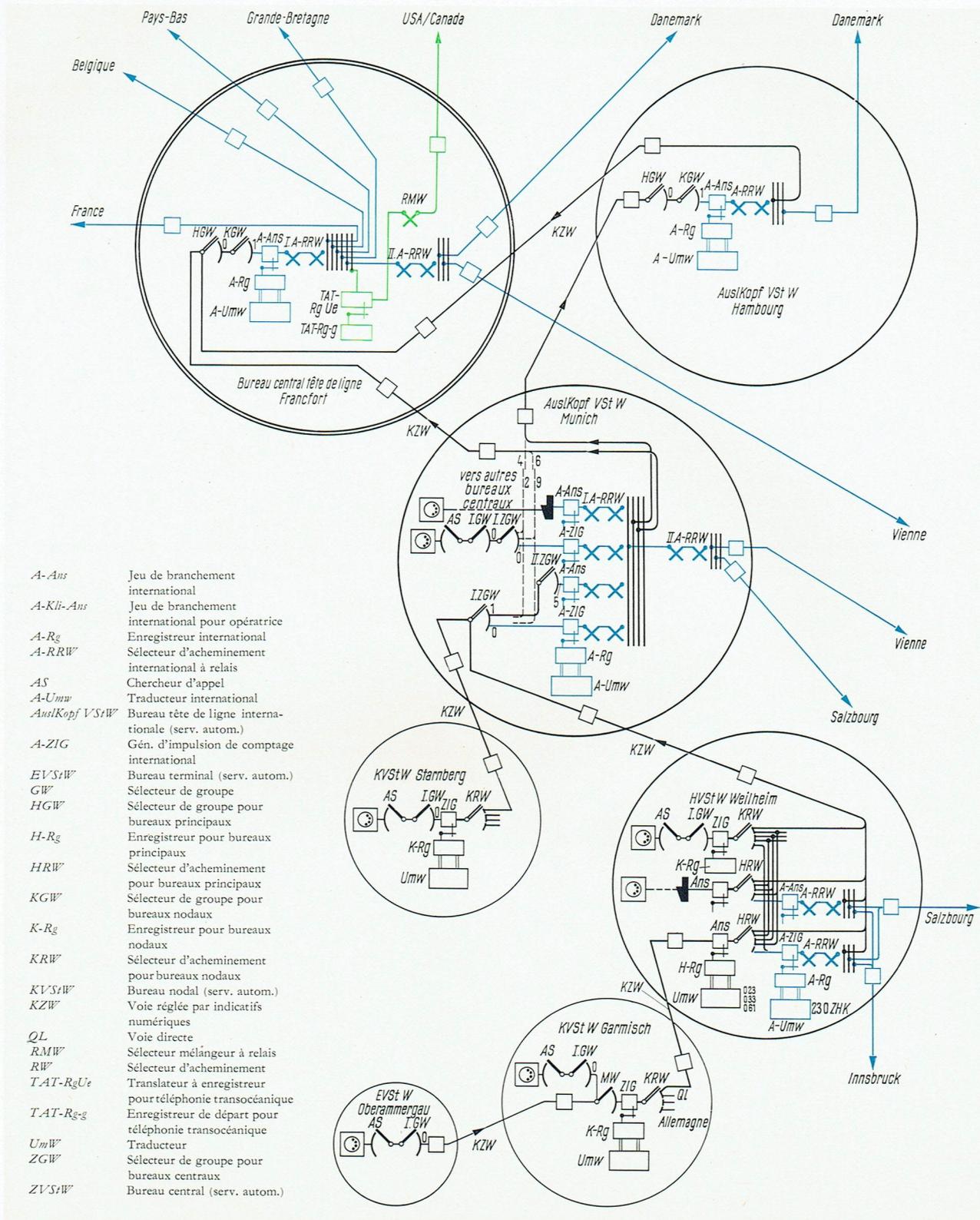
Le pourcentage des liaisons interurbaines établies par les abonnés s'élevait à une moyenne de 84% à la fin de 1961. Dans plusieurs centraux de commutation, l'automatisation atteignit même 90% à 99%. En 1961, plus d'un milliard de conversations interurbaines ont été interconnectées automatiquement par les équipements téléphoniques des PTT Allemandes. Il est intéressant de noter à ce sujet que l'accroissement annuel dépasse largement les chiffres prévus il y a quelques années.

Pour le trafic international automatique, on constate de même une augmentation progressive du nombre des conversations. Des 13 millions de liaisons internationales établies en 1961, environ 25% ont été échangées automatiquement entre les régions frontalières, par l'intermédiaire des équipements aménagés depuis quatre ans à des fins d'essai.

Au cours de ces deux dernières années, Siemens & Halske élaborera une technique qui, fondée sur les directives des PTT Allemandes, permet d'écouler automatiquement la majeure partie du trafic téléphonique international. Des bases de coopération dans ce domaine existent sur le territoire européen. Certains pays, tels que la Belgique, les Pays-Bas, le Luxembourg, l'Autriche et la Suisse disposent déjà de réseaux interurbains automatiques. D'autres, par exemple la France, l'Italie, la Grande-Bretagne et les états scandinaves procèdent méthodique-

ment à l'extension de leurs réseaux nationaux. Il n'est par conséquent pas aléatoire de penser que les PTT Allemandes pourront automatiser dans quelques années environ 80 à 90% du trafic international de départ.

La figure ci-contre schématise la conception de la technique de commutation internationale, ainsi que l'interopération de celle-ci avec les équipements assurant le trafic téléphonique à l'intérieur de l'Allemagne. Une évidence primordiale est que les équipements du trafic international peuvent être commandés avec un minimum de matériel à partir des systèmes interurbains. C'est ainsi que 80% environ du trafic international peuvent être concentrés dans 8 bureaux de commutation centraux (la figure se réfère au bureau central de Munich). Environ 60% de cette importante partie du trafic proviennent des zones urbaines des bureaux centraux, c'est-à-dire de Berlin, Düsseldorf, Francfort, Hambourg, Hanovre, Munich, Nuremberg et Stuttgart. Ce trafic est acheminé directement vers les équipements internationaux, sans aucune intervention des équipements du trafic national. Il est difficile de concevoir un écoulement encore plus simple du trafic international. Pour les 20% restants du trafic, 14 bureaux principaux sont pourvus des équipements automatiques adéquats. Il s'agit de bureaux situés à proximité des frontières, pour lesquels la tarification requiert un critère d'origine correspondant aux zones des bureaux nationaux respectifs, ou à partir desquels des voies directes vers le pays voisin peuvent être empruntées. Les liaisons internationales provenant de ces zones limitrophes, mais établies vers des pays éloignés, n'exigent au point de vue tarification qu'une identification de la zone correspondant aux bureaux principaux. Elles sont établies dans le bureau central par les équipements du trafic international.



Etablissement des liaisons internationales automatiques entre le bureau d'origine et le bureau central tête de ligne, à travers les voies du trafic interurbain allemand. Tous les équipements nécessaires au trafic international et les lignes menant vers l'étranger sont tracés en bleu. Les équipements et lignes du trafic transocéanique sont repérés en vert.

Exemples :

- Liaison vers l'Autriche 00 23 0 ZHK XXX...
- Liaison vers la France 00 33 ZHK XXX...
- Liaison vers le Danemark 00 61 0 ZHK XXX...

Appliquées au plan d'ensemble, ces considérations se concrétisent comme suit:

Du trafic international ayant son origine dans la zone du bureau principal de Weilheim, ce sont seulement les liaisons destinées à l'Autriche qui passent à travers les équipements internationaux de Weilheim. Toutes les autres liaisons, par exemple à destination de la France ou du Danemark, n'ont accès aux équipements internationaux que dans le bureau central de Munich. L'abonné demandeur sélectionne les chiffres suivants:

00 MN (V) ZHK XXX ... YY ..

Dans cette série de chiffres, «00» représente l'indicatif de discrimination pour les communications internationales, «MN» l'indicatif du pays de destination et «V» le chiffre de discrimination national de ce pays qui, avec «ZHK» constitue l'indicatif national du nœud de sélection interurbain demandé. Tous ces indicatifs sont suivis du numéro d'appel de l'abonné (XXX ...) et – dans les installations à postes supplémentaires avec sélection directe – du numéro du poste supplémentaire (YY ..).

Echange des informations entre les nœuds du réseau interurbain

Si un abonné du bureau terminal Oberammergau établit une liaison avec un abonné de Salzbourg, il sélectionne la série de chiffres

00 23 0622 XXXX

Avec le premier chiffre, il occupe une ligne en direction du bureau nodal de Garmisch, à travers une sortie libre de la décade 0 sur le 1^{er} sélecteur de groupe (I. *GW*) du bureau Oberammergau. Par l'intermédiaire d'un sélecteur mélangeur (*MW*), il atteint ainsi dans le bureau de Garmisch un générateur d'impulsions de comptage (*ZIG*) interurbain, sur lequel un sélecteur chercheur à relais branche un enregistreur pour bureaux nodaux (*K-Rg*). Après l'introduction du chiffre 023, un traducteur (*Umw*) signale qu'il s'agit d'une liaison internationale.

La liaison s'établit à travers la voie réglée par les indicatifs numériques (*KZW*) en direction du bureau principal préposé de Weilheim, où les chiffres 023 aboutissent dans l'enregistreur pour bureaux principaux (*H-Rg*). Les équipements d'acheminement du trafic à Weilheim identifient d'après l'indicatif 23 une liaison vers l'Autriche et interviennent dans les équipements internationaux. Il faut préciser qu'il s'agit ici d'un exemple, car une ligne directe Weilheim-Salzbourg ne serait actuellement pas rentable.

Après l'occupation du générateur d'impulsions de comptage international (*A-ZIG*), un enregistreur international (*A-Rg*) se branche sur ce dernier par l'intermédiaire d'un sélecteur chercheur à relais. L'enregistreur en question reçoit le chiffre 23 à partir de l'enregistreur pour bureaux principaux (*H-Rg*) qui incite l'enregistreur

pour bureaux nodaux (*K-Rg*) à transmettre successivement toutes les autres informations sélectionnées par l'abonné. Il se déconnecte immédiatement après l'émission de l'impulsion de demande nécessaire à cet effet. Lorsque l'enregistreur international a absorbé les chiffres 23 0622, il interroge le traducteur international (*A-Umw*). Celui-ci transmet au coupleur de zone du générateur d'impulsions de comptage international l'indice de zonage de la liaison demandée et – à l'aide de son marqueur – interconnecte avec une ligne en direction de Salzbourg le sélecteur d'acheminement international (*A-RRW*) constitué par des relais ESK. L'enregistreur international se charge ensuite de l'établissement de la liaison en envoyant vers Salzbourg les chiffres 622 XXXX. Lorsque l'abonné demandé répond, le générateur d'impulsions de comptage international forme à partir du critère de réponse la première impulsion de tarification, à laquelle succèdent les impulsions de comptage périodiques. Au cours de la conversation, ces impulsions sont émises sur le compteur de l'abonné demandeur à Oberammergau. Le générateur d'impulsions de comptage interurbain ne travaille alors que comme traducteur pour ces impulsions. C'est par contre uniquement le générateur d'impulsions de comptage international qui se charge de l'interprétation des critères de réponse et de raccrochage, ainsi que du processus de comptage.

S'il est impossible d'obtenir Salzbourg à partir de Weilheim, la liaison est interconnectée par le sélecteur d'acheminement international à relais vers le bureau tête de ligne internationale de Munich. L'enregistreur international de Weilheim insère les séries d'impulsions 1 et 5 sous une forme non codée. Il établit ainsi la liaison à travers des étages de sélection de groupe (I. et II. *ZGW*) du bureau central, jusqu'au jeu de branchement international (*A-Ans*) de Munich, sur lequel se branche un enregistreur international.

L'information 23 0622 absorbée par l'enregistreur international de Weilheim est transmise selon le code multifréquence «2 de 6» (*MFC*) [1]. Ce processus basé sur le principe «d'émission sur invitation» a lieu de la façon suivante:

Dans l'enregistreur international de Weilheim, le chiffre «2» est appliqué sur la ligne comme mélange de fréquences. Il aboutit à Munich à travers le jeu de branchement international, le sélecteur chercheur à relais et l'enregistreur international, sur le récepteur du code multifréquence où il est identifié. Il est introduit ensuite dans l'enregistreur international. Un critère d'accusé de réception représenté par «2 de 6» fréquences est renvoyé de cette façon dans la voie de retour. Ce critère arrête l'émission du mélange de fréquences «2» dans l'enregistreur international de Weilheim et invite en même temps celui-ci à envoyer en code «2 de 6» le chiffre suivant, c'est-à-dire le chiffre «3». L'émission du critère d'accusé de réception cesse dans l'enregistreur inter-

national de Munich lorsque le mélange de fréquences «2» n'y est plus introduit. Les enregistreurs internationaux reçoivent donc à partir du premier enregistreur international d'une liaison autant d'informations que l'acheminement du trafic l'exige. Si la liaison en direction de Salzbourg peut être établie à Munich après l'absorption de la série de chiffres 23 0622, l'enregistreur international de ce bureau se déconnecte. Il incite auparavant l'enregistreur international d'origine de Weilheim à transmettre l'indicatif 622 et le numéro d'appel XXXX vers le central interurbain de Salzbourg, soit sous forme de code multifréquence, soit sous forme d'impulsions décadiques, selon la nature de la voie de jonction.

Si aucune ligne directe vers l'Autriche n'est libre à Munich, une voie ultime existe encore à travers le bureau central tête de ligne internationale de Francfort. Dans le bureau de Munich, le 1^{er} sélecteur d'acheminement international à relais est orienté sur la voie réglée en direction de Francfort par l'indicatif. L'enregistreur international de Munich insère les chiffres 0 et 1 sous une forme non codée. Il commande ainsi à Francfort par l'intermédiaire des étages de sélection de groupe *HGW* et *KGW*, le jeu de branchement international qui est relié avec un enregistreur international. Avant de se déconnecter, l'enregistreur de Munich incite l'enregistreur international d'origine de Weilheim à appliquer de nouveau le chiffre «2» en code multifréquence. Il émet dans ce but un critère d'accusé de réception (également en code multifréquence) ayant pour signification «premier chiffre international».

La transmission de l'information pour l'acheminement du trafic a lieu de la façon déjà décrite ci-dessus. Lorsque la série de chiffres 23 06 est absorbée, le traducteur international interconnecte le sélecteur d'acheminement international à relais avec une ligne en direction de Vienne. L'enregistreur international de Francfort se déconnecte s'il s'agit d'une ligne travaillant avec des impulsions numériques ou avec un code multifréquence. Il indique auparavant à l'enregistreur international de Weilheim que les chiffres ZHK XXXX doivent être transmis sous une forme numérique ou en code multifréquence pour l'établissement de la liaison vers Salzbourg, via Vienne. Si toutefois la ligne testée à Francfort en direction de Vienne est appropriée à un code de sélection bifréquence, l'enregistreur international de Francfort reste branché comme «enregistreur-traducteur». Il a pour fonction de demander à l'enregistreur international de Weilheim les informations nécessaires en code multifréquence («émission sur invitation»), puis de retransmettre celles-ci en code bifréquence pour l'établissement de la liaison vers Vienne.

Si aucune ligne en direction de Vienne n'est disponible à Francfort, l'enregistreur international de ce bureau transmet vers Weilheim un critère d'occupation. L'enregistreur international de Weilheim convertit ce critère en un critère régulier qui est interprété dans le générateur

d'impulsions de comptage interurbain et provoque la libération de la liaison vers l'avant. L'abonné demandeur reçoit une tonalité d'occupation à partir du générateur d'impulsions de comptage de Garmisch.

Les processus décrits ci-dessus sont identiques si la liaison est établie à partir de Weilheim, de Starnberg, de Munich, etc. ou par les positions interurbaines de Weilheim et de Munich.

Equipements techniques et méthodes de sélection

Le schéma montre que le réseau de lignes du trafic interurbain est utilisé pour l'établissement des liaisons internationales et qu'un matériel supplémentaire de lignes n'est pas nécessaire dans les ramifications de ce réseau. Il révèle de même que – en plus des deux enregistreurs interurbains à Garmisch et à Weilheim – trois autres enregistreurs participent également du côté allemand à la liaison internationale. C'est pourquoi on s'efforce de transmettre l'information de sélection en code multifréquence entre le premier enregistreur international et les enregistreurs suivants, afin de réduire autant que possible le délai de retard d'appel. L'acheminement du trafic est assuré pour la même raison par des sélecteurs ESK, dont le temps d'interconnexion est de 30 ms environ [2].

Les lignes entre le bureau nodal d'origine et le bureau central préposé sont constituées par des parcours à courants porteurs avec voie de signaux spéciale, du fait que le comptage a lieu au cours des conversations. Avec deux impulsions par seconde, on obtient la cadence de comptage la plus rapide. La taxe actuelle (0,16 DM pour une impulsion de comptage) permet donc de procéder à la tarification de liaisons automatiques échangées à une distance de 15000 km au maximum.

Les lignes menant vers les pays étrangers peuvent être exploitées avec des impulsions de sélection numériques, avec un code multifréquence ou avec un code bifréquence. Pour la sélection à code multifréquence, les fréquences 1380, 1500, 1620, 1740, 1860, 1980 Hz sont prévues dans le sens de transmission des chiffres, et les fréquences 540, 660, 780, 900, 1020, 1140 Hz dans la voie de retour.

L'automatisation du trafic international est encore favorisée par le fait que le réseau international travaillant en code bifréquence et implanté en Europe au cours de ces dernières années selon les recommandations du CCITT établies pour le service semi-automatique, admet l'écoulement entièrement automatique du trafic [3, 4]. Les trois centres les plus importants de l'Allemagne Fédérale pour le trafic international, à savoir Francfort, Düsseldorf et Hambourg, sont raccordés sur ce réseau et offrent des conditions particulièrement propices pour de tels buts d'exploitation.

On rencontre des conditions semblables pour les liaisons transocéaniques qui, au début de 1963, relieront en

trafic semi-automatique l'Allemagne Fédérale (d'abord à partir de Francfort) avec les Etats-Unis et le Canada. Ces relations pourront être incluses sans difficultés dans le trafic automatique [5].

Considérons pour terminer les frais d'investissement qu'entraîne l'automatisation du trafic international. Ces frais peuvent différer fortement selon le système interurbain national existant. En supposant l'accès de chaque abonné au trafic international automatique, les PTT Suisses ont estimé récemment à 400-500 francs suisses les frais par abonné [6]. L'Administration des PTT Allemande évalua ces frais à 5 DM environ [7]. Des dépenses aussi modestes s'expliquent par la souplesse des systèmes téléphoniques qui facilitent l'utilisation des

réseaux interurbains pour l'écoulement du trafic international, ainsi que par l'homogénéité de la technique des lignes nationales et internationales.

Bibliographie

- [1] Pausch, H., Pfau, A. et Pflöderer, F.: Ein Mehrfrequenzcode-Wählverfahren für weltweiten Fernsprechwahlverkehr. *Nachrichtentechn. Z.* **14** (1961) pages 560 à 566
- [2] Kuhn, B. et Villmann, W.: ESK-Richtungswähler für die Vermittlungstechnik. *Siemens-Z.* **36** (1962) pages 277 et 278
- [3] Pausch, H.: Die CCI-Codewahl für internationalen Fernsprechweitverkehr. *Nachrichtentechn. Z.* **13** (1961) pages 277 à 290
- [4] Adler, R. et Bretschneider, H.: Le bureau central international de Francfort (Main). *Rev. Siemens* **18** (1960) pages 16 à 20
- [5] Adler, R. et Bretschneider, H.: Fernsprechwahlverkehr nach Übersee. *Siemens-Z.* **36** (1962) pages 275 et 276
- [6] Langenberger, A.: Automation, Wirtschaftlichkeit und Nachrichtenwesen. *Techn. Mitteilungen PTT* **36** (1958) No. 4, pages 162 à 169
- [7] Pausch, H.: Ist der SWFD nach dem Ausland wirtschaftlich? *Fernmeldeprax.* **15** (1959) pages 561 à 569

Détecteur de rupture de phase RM 80 pour la protection des moteurs triphasés contre les dangers de marche sur une phase

PAR HANS AMBERGER

Lorsqu'une phase est coupée et qu'un moteur triphasé continue à fonctionner sur une phase, il se produit sur le stator et sur le rotor des pertes supplémentaires par effet Joule, qui peuvent conduire à la destruction du moteur par échauffement. La charge que peut supporter un moteur est limitée par la température de régime maximale admissible qui est déterminée, pour les différentes matières isolantes, par les règles VDE 0530/7.35. Le dégagement de chaleur est déterminé essentiellement par les pertes Joule $P_p = I^2 R$, aussi bien dans le stator que dans le rotor. Le courant triphasé du moteur peut donc servir de mesure pour juger de la température du moteur. C'est pourquoi on utilise comme relais de protection contre les surcharges pour la mesure de $I^2 t$ des relais à bilames. Selon les règles VDE 0660/12.52, le déclencheur thermique par surintensité doit, lorsqu'il est à la température de régime et que la température ambiante est de 20°C, provoquer le déclenchement au bout de deux heures lorsque l'intensité normale est dépassée de plus de 20%. Lorsque l'on a une charge bipolaire, le courant provoquant l'entrée en action du déclencheur thermique peut encore dépasser de 10% la valeur fixée par réglage.

Si, pendant qu'un moteur triphasé tourne, il se produit une coupure sur une phase, le moteur n'est plus alimenté que par un courant monophasé, mais le moteur continue malgré cela, à produire un champ tournant et continue à tourner. Toutefois si la machine entraînée continue à exiger le même couple moteur, l'appel de courant dans

le réseau doit forcément augmenter afin d'établir l'équilibre entre l'énergie reçue et l'énergie fournie. Il en résulte que l'intensité dans les lignes augmente par rapport au fonctionnement triphasé. La figure 2 montre les variations de l'intensité du courant lorsque le moteur fonctionne en régime monophasé par rapport à l'intensité nominale entre la marche à vide et la pleine charge pour un moteur de 24 kW.

Il se produit également des pertes supplémentaires par effet Joule dans le rotor. En effet, tandis qu'il passe en régime triphasé dans le rotor un courant alternatif dont la fréquence correspond à la fréquence de glissement $f_2 = s f_1$, il vient se superposer, en cas de marche en monophasé, à ce courant un autre courant ayant à peu près deux fois la fréquence du secteur f_2' (voir figure 3). De ce fait, les pertes dans le rotor augmentent et il en résulte un fort échauffement du rotor.

Un relais mesurant la valeur $I^2 t$, qui doit être toujours réglée avec une sécurité suffisante à une valeur au-dessus de la gamme des intensités nominales, n'offre alors une certaine protection contre la rupture d'un conducteur que lorsque le courant absorbé par le moteur dépasse considérablement la valeur de l'intensité nominale, c'est-à-dire lorsque le moteur fonctionne à peu près à pleine charge. Pour des charges partielles, par contre, le courant dans le moteur, en cas de rupture d'un conducteur, n'augmente pas d'une façon notable au-delà de l'intensité nominale. Si les enroulements du moteur sont mon-

tés en triangle, il vient s'y ajouter comme élément défavorable supplémentaire qu'en cas de rupture d'un conducteur, le courant dans l'enroulement qui se trouve directement entre les conducteurs non coupés prend une valeur qui est environ de 15% plus élevée qu'en cas de fonctionnement en régime triphasé, même lorsque l'intensité reste la même dans les conducteurs d'alimentation. Les pertes supplémentaires conduisent, malgré la charge partielle, à un échauffement excessif de l'enroulement qui risque de compromettre le fonctionnement du moteur.

Un appareil de protection convenable doit être actionné uniquement en cas de coupure d'un conducteur et ceci, indépendamment de l'état de charge du moteur. Les défauts dans le réseau ne doivent pas produire de déclenchement intempestif. C'est ainsi, par exemple, qu'en cas de court-circuit sur le secteur, les moteurs branchés sur ce secteur fournissent un courant inverse temporaire qui peut atteindre plusieurs fois la valeur du courant nominal. Si le court-circuit dans le réseau est bipolaire, le courant inverse fourni par le moteur est également bipolaire et il ne doit pas provoquer de déclenchement. Lorsqu'on branche un moteur, il peut également se produire un courant transitoire bipolaire très élevé qui ne doit pas non plus provoquer le déclenchement du détecteur de rupture de phase. Dans les relais secondaires qui sont branchés par l'intermédiaire de transformateurs de courant, le transformateur de courant peut simuler, en cas de courant transitoire avec une composante continue, des courants de déclenchement erronés par suite de phénomènes de saturation. Ces phénomènes non plus ne doivent pas provoquer le déclenchement du détecteur. Le détecteur de rupture de phase RM 80 (voir figure 1) remplit parfaitement ces conditions.

Le procédé de mesure utilisé est basé sur la comparaison des courants dans les trois conducteurs et de leur position vectorielle. Deux transformateurs de courant $W1$ et $W2$ alimentent un montage en pont (figure 4). Le transformateur $W2$ est calculé de telle sorte que la différence géométrique des deux courants d'alimentation des phases S et T , I_S et I_T , donne dans le secondaire un courant identique au courant secondaire fourni par le transformateur de courant $W1$ alimenté par la troisième phase R . Mais, par le mélange des courants dans $W2$, les courants secondaires sont déphasés de 90° (figure 5a). Ces deux courants sont redressés par les redresseurs $G/1$ et $G/2$ pour alimenter le pont. Ces redresseurs fonctionnent en court-circuit et ne risquent donc pas d'être claqués par des tensions trop élevées, même lorsque l'on a des courants intenses. Le relais destiné à effectuer la mesure est monté dans la diagonale du pont. En cas de fonctionnement normal – les trois courants primaires sont identiques et décalés de 90° – on obtient, dans le relais, une tension alternative en dents de scie ayant une fréquence égale à deux fois la fréquence du secteur (figure 5b).

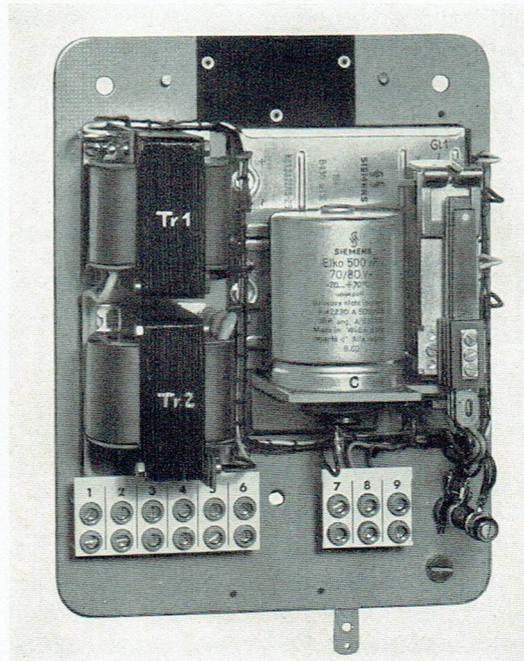


Fig. 1 Détecteur de rupture de phase RM 80 (capot enlevé)

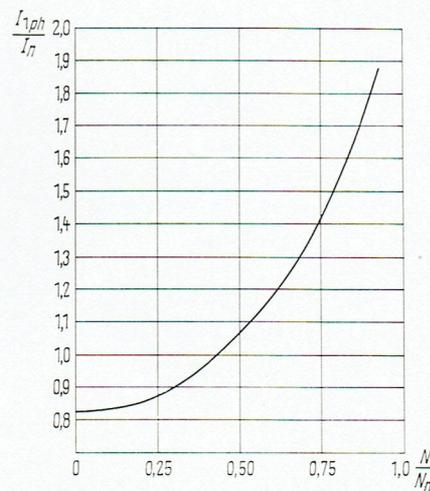
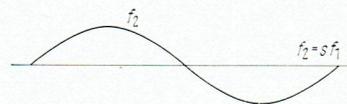
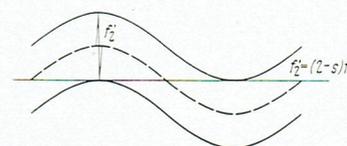


Fig. 2 Variations du courant en cas de marche en monophasé rapportées au courant nominal entre la marche à vide et la pleine charge pour un moteur de 24 kW



Fréquence de glissement dans le rotor en fonctionnement triphasé; $f_2 = s f_1$



Fréquence superposée dans le rotor à la fréquence de glissement en fonctionnement monophasé; $f'_2 = (2-s) f_1$

- f_1 Fréquence du secteur
- f_2 Fréquence du rotor en régime triphasé
- f'_2 Fréquence du rotor en régime monophasé
- Glissement $(n - n_2) / n$
- n Vitesse synchrone
- n_2 Vitesse du rotor

Fig. 3 Fréquence dans le rotor en régime triphasé et en régime monophasé

La forte impédance de la bobine du relais limite le courant du relais en service normal à une valeur qui est très largement inférieure au courant de réponse.

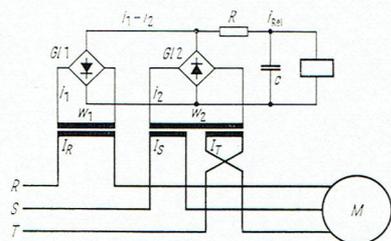


Fig. 4
Schéma électrique
du détecteur de
rupture de phase
RM 80

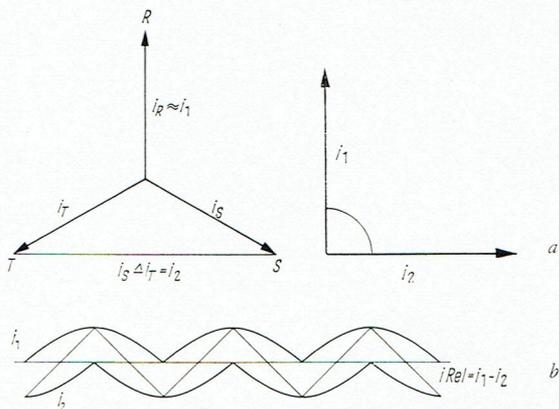


Fig. 5 Orientation des vecteurs courant (a) dans les transformateurs intermédiaires $W1$ et $W2$ et schéma de la tension régnant dans le pont en régime triphasé (b)

En cas de dérangement, c'est-à-dire en cas de fonctionnement sur une phase, les deux fils non coupés ne conduisent plus qu'un courant monophasé. Le relais est alors alimenté par un courant continu pulsé. En raison du rapport des nombres de spires des transformateurs de courant $W1$ et $W2$ et du sens du courant dans le pont, on a des valeurs de réponse différentes selon que c'est le fil R , S ou T qui est coupé, mais le montage de mesure est suffisamment sensible pour qu'il suffise d'une intensité de 30% de l'intensité nominale de l'appareil récepteur pour faire déclencher le détecteur de rupture de phase en cas de marche sur une phase.

L'intensité minimale que l'on peut avoir dans le moteur s'obtient en marche à vide et, selon le type du moteur, cette intensité atteint 30 à 80% de l'intensité nominale. Il vient s'y ajouter l'augmentation de l'intensité prélevée sur le secteur en cas de marche en régime monophasé, ce qui améliore les conditions pour le relais dans le cas de moteurs ayant une faible intensité en marche à vide.

Un élément RC provoque un retard à la réponse (de 1 à 3 s), ce qui évite les déclenchements intempestifs.

Le relais de sortie possède un contact inverseur métallique avec un pouvoir de coupure de 1000 W ou de 1000 VA pour le contact de travail, et de 30 W ou 1000 VA pour le contact de repos.

Le relais pour branchement direct se fait pour des intensités de 5, 10, 20, 30 ou 50 A. Le relais pour branchement sur transformateur de courant se fait pour 5 A ou 1 A.

Emetteurs à ondes courtes avec échelle de fréquences pré-réglées

PAR ROLF FRICKE ET RÜDIGER SCHÜNEMANN

La fréquence d'émission des émetteurs à ondes courtes doit être changée plusieurs fois par jour selon les conditions de propagation et le service à assurer. Des fréquences déterminées étant affectées à ces émetteurs, on a été amené logiquement à établir des points de «calage» pour les fréquences les plus souvent utilisées, en vue de simplifier et d'accélérer le changement de fréquence sur tous les organes d'accord. De tels émetteurs peuvent de plus être desservis à distance. Le réglage du régime d'exploitation (arrêt, préchauffage, service), du mode d'exploitation et de la fréquence d'émission requise n'exige donc pas la présence d'un opérateur auprès de l'émetteur. L'exposé suivant se rapporte à la structure de ces types d'émetteurs, tout en insistant sur leur système de télécommande.

L'explication du principe de fonctionnement des «entraînements à moteur pour 10 fréquences pré-réglées» est basée sur un émetteur de 1 kW (voir figure 1).

Les différents modes d'exploitation sont réglés dans le transpositeur BLU/Tg (bande latérale unique/télégraphie) qui fournit la moyenne fréquence $f_z = 30 \text{ kHz} \pm \Delta f$. L'oscillation de la moyenne fréquence véhicule le message à transmettre sous forme de modulation ou de manipulation. Avec le mode d'exploitation A 3 (modulation anodique), cette oscillation sert uniquement à engendrer le porteur. Dans le transpositeur de fréquence, le signal d'entrée de $30 \text{ kHz} \pm \Delta f$ est amené directement dans la position de la fréquence d'émission f_s (1,5 à 30 MHz). On obtient une fréquence d'émission ex-

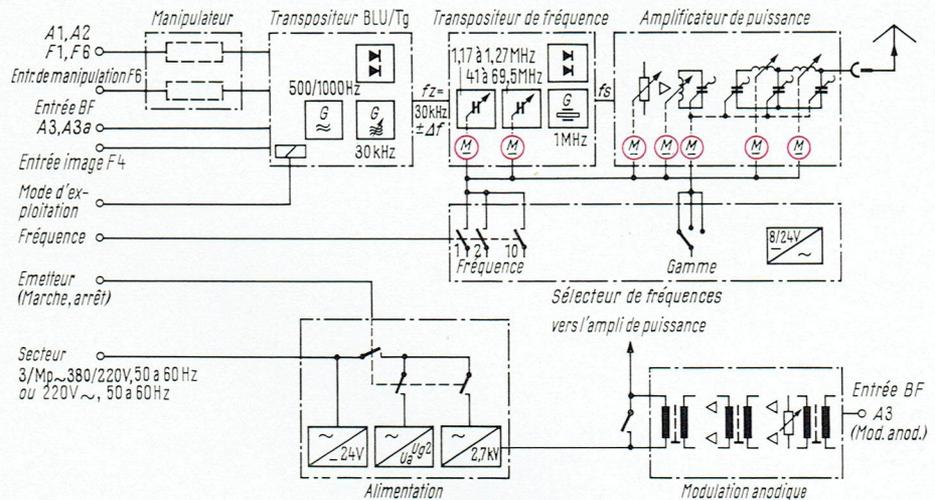


Fig. 1 Schéma unifilaire d'un émetteur de 1 kW

trêmement exacte par plusieurs transpositions et par l'utilisation des harmoniques et sous-harmoniques de l'oscillation d'un quartz étalon de 1 MHz. L'amplificateur de puissance donne la puissance de sortie requise. L'ensemble de la gamme de fréquences est subdivisé dans l'amplificateur de puissance en trois sous-gammes approximatives, réglables par une commutation de condensateurs. L'accord fin est réalisé avec des variomètres. Les régimes et modes d'exploitation sont réglés à l'aide de relais et de leurs contacts. La fréquence d'émission est ajustée par des entraînements à moteur montés dans le transpositeur de fréquence et dans l'amplificateur de puissance (repérés par des cercles rouges sur la figure 1).

Chaque organe d'accord (commutateur de gammes, condensateur variable, variomètre, potentiomètre) comporte un propre entraînement à moteur. Les fréquences d'exploitation (10 au maximum) sont « calées » sous forme d'échelle par le réglage mécanique des entraînements à moteur, exécuté selon des tables d'accord et la lecture des instruments. L'actionnement d'une touche de sélection sur l'émetteur lui-même ou dans une station de service détachée suffit pour changer la fréquence d'émission. Tous les organes d'accord prennent alors automatiquement la position fixée lors du pré-réglage. Des essais ont montré que la fréquence d'émission calée était reproductible avec une erreur meilleure que $1 \cdot 10^{-6}$ et que la puissance d'émission fournie variait au maximum de 10%.

Tous les entraînements à moteur de l'émetteur sont raccordés sur le sélecteur de fréquences. Attendu que les conducteurs pour la sélection de fréquence et les lignes d'alimentation sont câblés en multiple, tous les entraînements

sont actionnés en même temps. Il en résulte des temps d'accord très courts. Pour la signalisation en direction de retour, tous les entraînements de l'émetteur sont branchés en série à travers un autre conducteur. C'est seulement après l'accord de tous les organes qu'une information formelle libère l'émetteur pour la mise en circuit.

Les entraînements constituent des blocs comprenant tous les organes mécaniques et électriques, c'est-à-dire moteur, engrenage, axe de commande, contacts, relais, redresseurs, commutateur de fin de course et échelle indicatrice. Ils sont fixés dans l'appareil avec des vis captives. Les lignes d'amenée électrique aboutissent sur une réglette à 24 broches. Chaque entraînement est encore pourvu d'un commutateur manuel, en vue de leur manœuvre individuelle lente ou rapide - à droite ou à gauche - vers les positions de consigne. Les commutateurs retournent automatiquement dans leur posi-

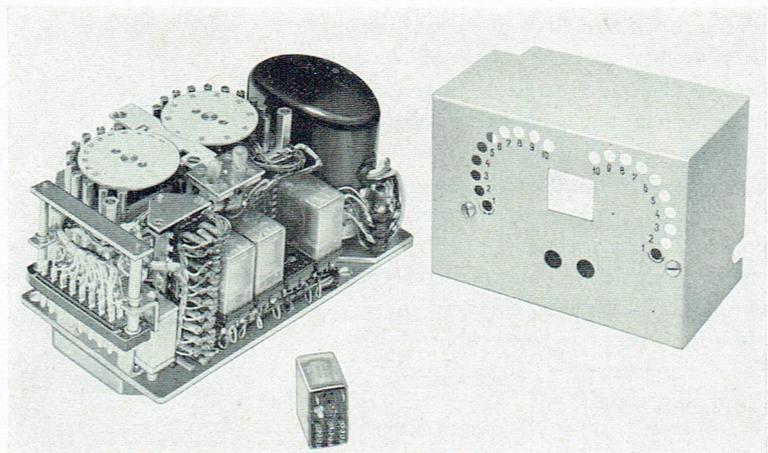


Fig. 2 Entraînement de variomètre pour 10 fréquences pré-réglées

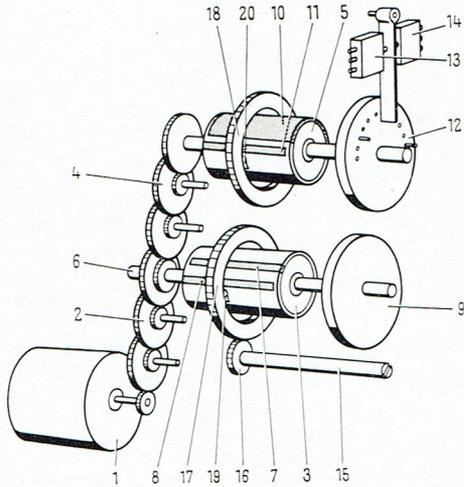


Fig. 3 Organes d'un entraînement de variomètre (voir explications dans le texte)

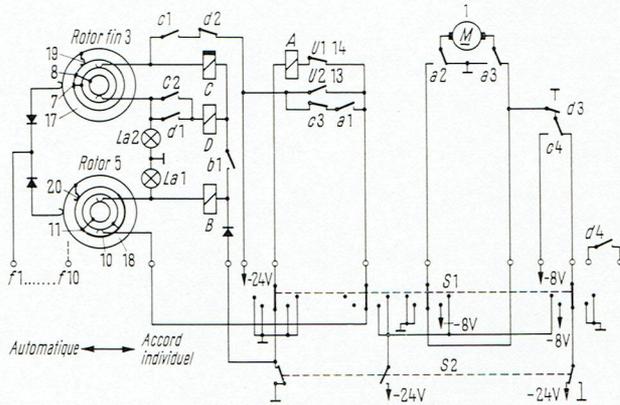


Fig. 4 Schéma de circuit simplifié d'un entraînement de variomètre (voir explications dans le texte - S2 correspond à S21 dans la figure 8)

tion médiane (position de repos pour le service automatique). Au cours du service automatique, ils sont «automatiquement orientables», c'est-à-dire qu'en vertu de leur construction et de leur câblage, ils se dirigent par le chemin le plus court vers un point situé à proximité immédiate de leur position de consigne. Ils règlent les organes d'accord sur leur position de calage, lentement ($1/7$ de la vitesse normale) et toujours dans le même sens. On réduit de cette façon à un minimum les erreurs de retour dues à un jeu dans l'engrenage, l'accouplement ou l'organe respectif.

Les entraînements à moteur destinés aux organes progressivement réglables ayant un angle de rotation maximum

de $1 \cdot 360^\circ$ (potentiomètres, condensateurs variables) sont analogues du point de vue de leur fonction aux entraînements des organes ayant un angle de rotation $n \cdot 360^\circ$ (variomètres). L'examen d'un entraînement à moteur pour $20 \cdot 360^\circ$ (figure 2) doit donc suffire dans le cadre de ce rapport. Un entraînement pour 10 fréquences pré-réglées sera décrit ci-dessous à la base de la figure 3 et d'un schéma de circuit très simplifié (figure 4).

Lorsque le commutateur S2 du sélecteur de fréquences a été réglé de sa position «Automatique» dans sa position «Accord individuel», l'entraînement et par conséquent le variomètre respectif sont amenés à l'aide du commutateur manuel S1 dans la position devant être «calée» au cours du service ultérieur. On entraîne de ce fait dans une position définie le moteur (1) par l'intermédiaire d'un engrenage (2), le rotor fin (3) de l'entraînement, ainsi que le rotor (5) par l'intermédiaire d'un autre engrenage (4). L'axe de commande de l'organe (6), les bancs de contacts (7) et (8) et l'indication fine (9) appartiennent au rotor fin (3). La coquille de contact (10), le banc de contact (11) et l'indication approximative (12) appartiennent par contre au rotor (5). Selon le nombre de spires du variomètre à régler, la plage de rotation admissible est limitée sur l'indication (12) par des chevilles amovibles. Ces goupilles actionnent éventuellement par l'intermédiaire d'un jeu de tringles les commutateurs de fin de course U1 et U2 (13 et 14) qui empêchent le mouvement du moteur (1) dans le même sens de rotation. Conformément à la position du commutateur S1, le moteur tourne à droite ou à gauche (avec et sans excitation du relais A), vite ou lentement (avec tension de rotor de 24 V ou de 8 V).

Pour le «calage», un des dix couples de bagues de contact (ici 17 et 18) est déplacé par des axes (15) et des roues de matière plastique (16), jusqu'à ce que les contacts

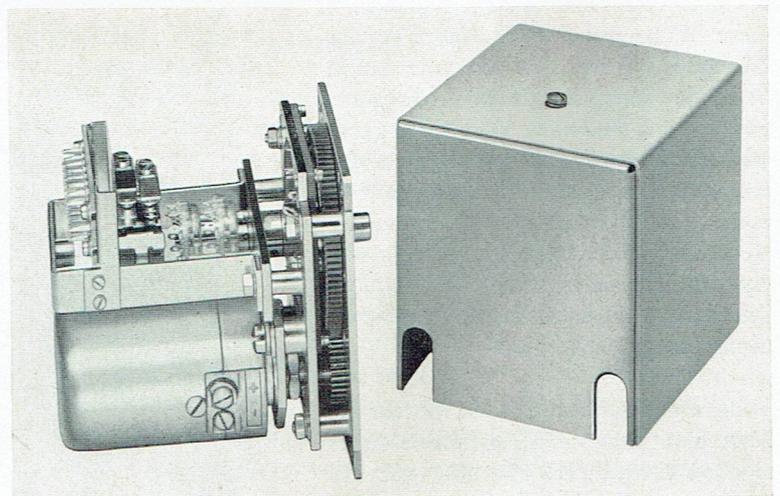


Fig. 5 Entraînement du commutateur de gammes

d'argent-palladium (19 et 20) rivetés dans les bagues (17 et 18) rencontrent simultanément les bancs de contact (8 et 11). Les lampes-témoins *La1* et *La2* indiquent la mise en contact. Les contacts (19 et 20) sont menés sur les bancs de contact (8 et 11) dans le sens opposé au sens de mouvement initial de l'entraînement. L'engre-

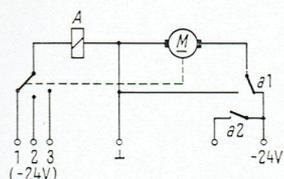


Fig. 6 Schéma de circuit d'un entraînement pour commutateur de gammes

nage (4) est dimensionné de telle façon que le parcours de mise en contact (11 avec 20) soit moins long qu'une révolution complète du rotor fin (3). Il n'existe ainsi pour une position de «calage» quelconque qu'un seul point correspondant à la mise en contact simultanée de (11) avec (20) et de (8) avec (19).

Lorsqu'une fréquence pré réglée est choisie avec le sélecteur de fréquences – après le rappel manuel du commutateur *S2* dans sa position «Automatique» –, la tension de commande de -24 V est appliquée par exemple au couple de bagues de contact (17 et 18), à travers un des conducteurs de commande (*f1* à *f10*) et à travers des redresseurs de verrouillage. Le moteur (1) reçoit directement la tension de -24 V et démarre. Du fait que la coquille de contact (10) est reliée avec le relais *A*, les contacts *a2* et *a3* déterminent le sens de rotation qui amène le banc (11) vers le contact (20) par le chemin le plus court. Le relais *A* se maintient sur le contact *a1*. Lorsque le banc de contact (11) a atteint le contact (20), le relais *B* s'excite. Avec son contact *b1*, ce relais libère les relais *C* et *D*, ainsi que les voies de commutation en direction des bancs de contact (7 et 8) du rotor fin (3). L'entraînement continue toutefois à avancer dans le sens de rotation déjà choisi, jusqu'à ce que le banc de contact (7) rencontre le contact (19) et provoque ainsi l'excitation du relais *C*. Le relais *C* se maintient sur son contact *c1*. Il prépare le test du relais *D* avec son contact *c2*, ouvre éventuellement le circuit de maintien du relais *A* avec son contact *c3* et commute sur -8 V la tension de rotor du moteur (1) avec son contact *c4*. L'entraînement est ainsi contraint à amener par le plus court chemin le banc (8) vers le contact (19) et ce, toujours dans le même sens de rotation (relais *A* non excité) et lentement (-8 V sur le rotor). Le relais *D* s'excite et se maintient sur son contact *d1*. Il ouvre le circuit de maintien du relais *C* avec son contact *d2*, déconnecte de la tension le rotor du moteur (1) avec son contact *d3* et court-circuite le rotor dans un champ de même polarité. Le moteur (1) est freiné immédiatement. Le contact *d4* ferme la boucle de verrouillage de l'émetteur, tandis que les lampes-témoins *La1* et *La2* signalent la course de l'entraînement vers la position de «calage» pré réglée.

Le commutateur de gammes de l'amplificateur de puissance (figure 5) est asservi à un système d'entraînement beaucoup plus simple, dont le circuit est représenté par la figure 6. Du fait que la gamme de fréquences de l'amplificateur de puissance est subdivisée en trois sous-gammes approximatives, celles-ci doivent être choisies au préalable dans le sélecteur de fréquences, conformément aux fréquences pré réglées. En cas d'un changement de fréquence, l'entraînement avance avec un sens de rotation constant, jusqu'à ce que le contact actionné par le moteur trouve un conducteur de commande soumis à une tension de -24 V. Le relais *A* s'excite alors, déconnecte de la tension le rotor du moteur et court-circuite celui-ci. La signalisation de retour a lieu à travers le contact *a2*.

Le sélecteur de fréquences (figures 7 et 8) commande tous les entraînements à moteur de l'émetteur. On a

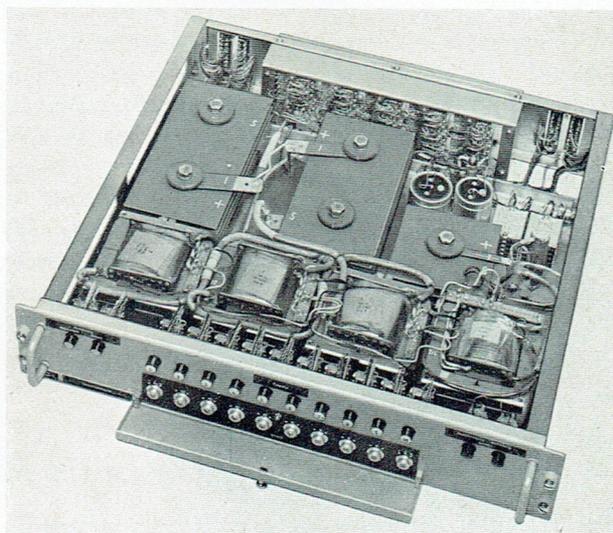


Fig. 7 Sélecteur de fréquences avec alimentation pour entraînements à moteur

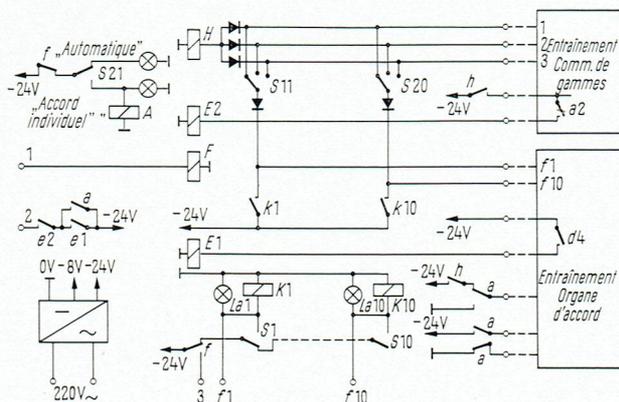
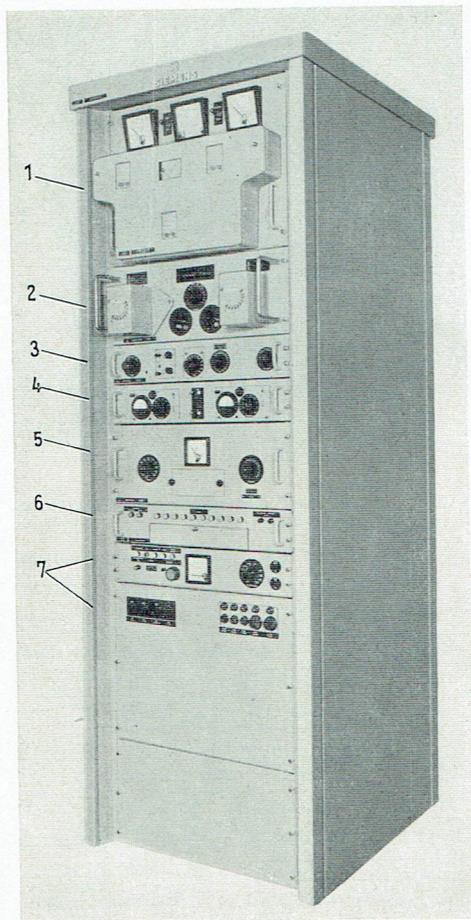


Fig. 8 Schéma de circuit fondamental du sélecteur de fréquences

prévu pour chaque fréquence disponible un bouton-poussoir ($S1$ à $S10$) et un commutateur de gammes ($S11$ à $S20$). L'actionnement d'un bouton-poussoir libère le bouton-poussoir enclenché auparavant. Le relais directeur K respectif applique la tension aux conducteurs de commande et les entraînements se déplacent vers la position choisie. Les relais de branchement $E1$ et $E2$ s'excitent ensuite. Leurs contacts (à travers la borne 2) mettent en circuit les tensions de plaque de l'amplificateur de puissance. Si plusieurs entraînements sont affectés aux organes d'accord, les conducteurs de commande $f1$ à $f10$ sont menés en parallèle sur tous les entraînements et les contacts d'accusé de réception $d4$ câblés en série. Lors de l'actionnement de la touche «Télécommande», la tension est appliquée au relais F , dont un contact f déconnecte les boutons-poussoirs. La tension de commande aboutit dans le dispositif de télécommande à travers la borne 3. Dans ce cas, les entraînements sont commandés à travers les bornes $f1$ à $f10$.



1 Amplificateur de puissance 4 Manipulateur 7 Alimentation avec panneau de service
2 Transpositeur de fréquence 5 Modulateur anodique
3 Transpositeur BLU/Tg 6 Sélecteur de fréquences

Fig. 9 Émetteur de 1 kW avec échelle de 10 fréquences pré-réglées

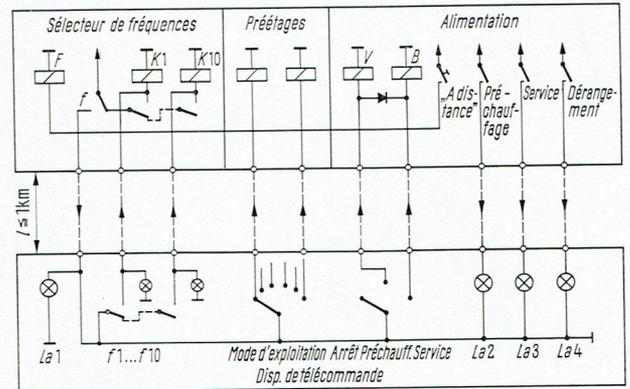


Fig. 10 Schéma de circuit unifilaire d'un dispositif de télécommande pour distances inférieures à 1 km env.

Pour l'adaptation de l'émetteur sur une nouvelle fréquence d'allocation, le commutateur $S21$ du sélecteur de fréquences doit être mis dans sa position «Accord individuel». Le bouton-poussoir correspondant, par exemple $S10$ est actionné et le commutateur de gammes respectif, par exemple $S20$ ajusté. La fréquence d'émission est ensuite réglée sur le transpositeur de fréquence, à l'aide des commutateurs manuels des entraînements. Elle est indiquée directement par un compteur. Pour l'accord approximatif de l'amplificateur de puissance, les entraînements sont à régler selon une table d'étalonnage. Quant à l'accord fin, il est exécuté d'après les valeurs indiquées par les instruments incorporés. Lorsque la puissance d'émission affichée par l'instrument à aiguilles croisées a été amenée par un potentiomètre sur sa valeur de consigne, on peut entreprendre le réglage des entraînements comme décrit au début de l'exposé. Lorsqu'on remet le commutateur $S21$ du sélecteur de fréquences dans sa position «Automatique» et actionne un des boutons-poussoirs $S1$ à $S10$, les entraînements se déplacent vers les positions pré-réglées. L'émetteur est ainsi accordé sur la nouvelle fréquence et prêt au service.

La figure 9 montre un émetteur de 1 kW avec échelle de fréquences pré-réglées. On reconnaît les entraînements décrits sur la platine frontale de l'amplificateur de puissance et du transpositeur de fréquence.

Différents équipements de transmission existent pour la télécommande des émetteurs. Leur choix dépend de la distance entre la position de service et l'émetteur. Avec des distances inférieures à 1 km pour lesquelles le nombre des conducteurs de commande ne joue en général qu'un rôle secondaire, on utilise le dispositif de télécommande représenté à la figure 10 sous forme d'un schéma unifilaire. Un conducteur de commande est nécessaire pour chaque ordre transmis. On a prévu des commutateurs rotatifs pour la mise en circuit et le choix du mode d'exploitation, ainsi que des boutons-poussoirs pour la sélection de la fréquence. La lampe-témoin $La1$ indique

la disponibilité de service de l'appareil. Les lampes *La2* et *La3* confirment les régimes «Préchauffage» et «Service», tandis que la lampe *La4* signale les dérangements.

Pour les grandes distances (jusqu'à 20 km environ), il est recommandé d'utiliser le dispositif de télécommande de la figure 11. Une ligne bifilaire seulement suffit pour la transmission des ordres.

Dans le pupitre de service conçu comme appareil de table, la lampe-témoin *La1* caractérise la disponibilité de service du dispositif de télécommande et de l'émetteur. Les commutateurs *S1* et *S3* permettent de régler les régimes «Arrêt», «Préchauffage», «Service», ainsi que de choisir les modes d'exploitation et les fréquences. Le commutateur *S4* assure la commande d'un sélecteur d'antenne (jusqu'à 10 ordres). Lors de l'actionnement de la touche d'exécution *S5*, les ordres parviennent dans le récepteur de commandement sous forme de télégrammes d'impulsions, à travers le transducteur de commandement et le câble de jonction. Les ordres sont enregistrés et subsistent même en cas de défaillance de la tension du secteur. La modification d'un ordre n'a aucune influence sur les autres ordres. Après l'interprétation des ordres dans le récepteur de commandement, la lampe *La2* «Ordres reçus» brille au pupitre de service. Après l'exécution des ordres dans l'émetteur, la lampe *La3* annonce «Ordres exécutés». On peut constater le régime d'exploitation de l'émetteur sur un panneau de lampes du pupitre de service, même pendant la préparation de nouveaux

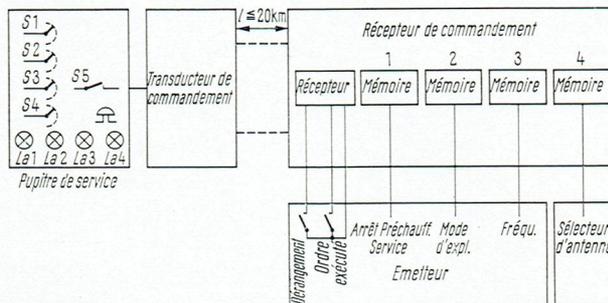


Fig. 11 Schéma de circuit unifilaire d'un dispositif de télécommande pour distances jusqu'à 20 km env.

ordres. Les dérangements sont signalés optiquement par la lampe *La4* et acoustiquement par une sonnerie.

L'émetteur de 1 kW n'est décrit qu'à titre d'exemple. Il est bien entendu que des émetteurs travaillant avec une autre puissance peuvent être équipés avec une échelle de fréquences pré-réglées. La précision des entraînements à moteur garantit une très bonne reproductibilité. L'erreur est inférieure à $1 \cdot 10^{-6}$ pour la fréquence et à 10% pour la puissance d'émission. En raison de leurs caractéristiques techniques et de leur possibilité de commande à distance, les émetteurs à échelle de fréquences pré-réglées conviennent parfaitement aux stations non desservies. Ils offrent de nouvelles perspectives pour la planification des réseaux de télécommunication.

Transfluxors de ferrites

Structure, principe de fonctionnement, exigences de construction et matériaux

PAR HELMUT RABL

Un nouveau composant électronique, le Transfluxor, a fait son apparition il y a quelques années [1]. Il sert surtout à l'exécution des opérations logiques (par exemple dans les circuits «OU», les circuits d'intersection, les circuits d'inhibition) et peut jouer le rôle d'une mémoire, dans laquelle l'information peut être demandée aussi souvent que nécessaire, sans aucune perte [2]. Il constitue enfin une sorte d'amplificateur magnétique, car il est possible de modifier l'exposant de transfert entre deux enroulements à l'aide d'un enroulement de commande. En raison de ces multiples sphères d'utilisation, les transfluxors prennent de plus en plus d'importance*. Afin d'obtenir des directives pour des cas d'application concrets, les propriétés de quelques transfluxors de ferrites

seront décrites ci-dessous. Il est toutefois utile d'examiner auparavant les principes physiques décisifs pour le fonctionnement parfait d'un transfluxor, ainsi que les exigences de construction qui en découlent.

Structure et principe de fonctionnement d'un transfluxor

Les transfluxors sont des plaquettes de matériau magnétique à cycle d'hystérésis rectangulaire, dont les ouvertures sont disposées rationnellement. Il s'agit donc de corps dans lesquels deux ou plusieurs circuits magnétiques sont directement intercouplés. C'est pourquoi les transfluxors peuvent être considérés comme des réseaux magnétiques.

La forme à donner aux transfluxors pose de sérieux problèmes, car les propriétés et les possibilités d'utilisa-

* Voir Steinbuch, K.: Nachrichtenverarbeitung. Elektronische Rechenanlagen 1 (1959) page 18

tion d'un transfluxor dépendent non seulement des propriétés magnétiques du matériau qui constitue le noyau, mais surtout de la géométrie de ce noyau. Quelques règles de construction basées sur la physique seront mentionnées ci-dessous. En principe le constructeur ne se heurte à aucune limite. Il peut doter les noyaux des transfluxors de formes plus ou moins compliquées, en vue de résoudre certains problèmes avec un maximum de simplicité et d'efficacité*. En général, on se contentera pourtant de quelques types fondamentaux pour un domaine d'application déterminé, par exemple pour l'exécution d'opérations logiques.

Le principe de fonctionnement du transfluxor sera expliqué à la base de la forme de construction la plus simple, à savoir d'un transfluxor à deux ouvertures. Un tel transfluxor est obtenu en pratiquant dans un tore (matériau ferromagnétique à cycle d'hystérésis rectangulaire) une ouverture dont l'axe est parallèle à celui du tore (voir figure 1). Le diamètre de cette ouverture doit être faible par rapport à l'épaisseur du tore, afin de ne pas affaiblir trop sensiblement la section de celui-ci.

On dispose donc d'un corps pour lequel deux circuits magnétiques peuvent être différenciés. Le premier est fourni par le noyau complet, tandis que le second circuit s'étend autour de l'ouverture supplémentaire.

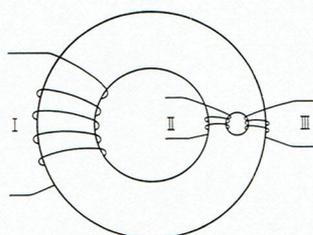
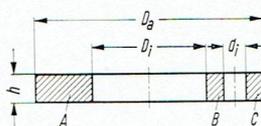
Le noyau doit être encore pourvu d'un bobinage adéquat. La figure 1 montre la disposition de principe des enroulements. On obtient trois enroulements indépendants que nous identifierons dès maintenant selon leur fonction ultérieure:

I Enroulement de commande (enroulement de blocage, enroulement de réglage)

II Enroulement d'entrée (enroulement exciteur)

III Enroulement de sortie

Une configuration aussi simple nous aidera à comprendre le principe de fonctionnement d'un transfluxor. Ce principe est fondé sur le fait que des impulsions de



- I Enroulement de commande - nombre de spires n_{c1}
- II Enroulement d'entrée - nombre de spires n_c
- III Enroulement de sortie - nombre de spires n_a

Fig. 1 Transfluxor annulaire à 2 ouvertures; dimensions, bobinage et définition des sections A, B et C

courant émises à travers l'enroulement de commande permettent de modifier le couplage magnétique entre l'enroulement d'entrée et l'enroulement de sortie, à savoir par la pseudo-variation de la section efficace pour le flux magnétique. Pour plus de clarté, rappelons les phénomènes suivants:

Un matériau à cycle d'hystérésis d'allure rectangulaire est presque saturé au point de rémanence. Un champ magnétique dont l'intensité est inférieure à celle du champ coercitif du matériau ferromagnétique, ne peut donc pas provoquer une forte modification du flux.

En raison de son caractère conservatif, une induction magnétique constitue toujours un circuit fermé. Une variation de cette induction ne peut donc jamais se manifester en un seul point.

La relation

$$\oint \vec{H} \cdot d\vec{x} = i$$

existe entre un courant électrique i et le champ magnétique H engendré par ce courant. Pour un corps plan de matériau magnétisable - composé de deux parties assemblées en un seul circuit et pourvu d'un enroulement sous courant (par ex. tore) - il s'ensuit que l'intensité de champ le long de la périphérie intérieure est toujours plus grande que celle existant à la périphérie extérieure.

Si l'enroulement de commande de ce tore est alors parcouru par un courant i_{c1} , il faut considérer trois cas pour pouvoir étudier l'influence de celui-ci.

1. $i_{c1} n_{c1} < H_c \pi D_i$
2. $H_c \pi D_i \leq i_{c1} n_{c1} < H_c \pi D_a$
3. $i_{c1} n_{c1} \geq H_c \pi D_a$

(H_c champ coercitif du matériau à cycle d'hystérésis rectangulaire; autres grandeurs, voir figure 1).

Si le matériau présente un cycle d'hystérésis parfaitement rectangulaire, une impulsion de courant continu ne peut produire dans le premier cas aucune modification de l'état magnétique momentané.

Dans le second cas, une zone du tore plus ou moins large - calculée à partir du diamètre intérieur - subit une aimantation rémanente.

Dans le troisième cas enfin, l'intensité du champ coercitif est dépassée dans l'ensemble du noyau pendant l'application du courant. Le tore présente alors une saturation magnétique. Un courant i_c s'écoulant dans l'enroulement d'entrée ne peut donner lieu à aucune modification notable de cette magnétisation, tant que la condition

$$i_c n_c < H_c \pi D_i \quad (1)$$

est remplie.

* Exemples, voir [2]

Si le matériau du tore est donc amené dans un état de rémanence positif au moyen d'une impulsion de courant positive d'amplitude suffisamment grande émise à travers l'enroulement de commande, un couplage lâche existe seulement entre l'enroulement d'entrée et l'enroulement de sortie. Dans le cas idéal, seule la perméabilité de l'air est efficace. A cet état, le transfluxor est bloqué.

Si l'aimantation d'une zone circulaire du tore est renversée à l'aide d'une impulsion de courant négative d'amplitude adéquate (voir cas 2), un flux efficace peut s'établir dans les enroulements d'entrée et de sortie sous l'action d'un champ excitateur*. Le transfluxor est en partie ouvert. Le flux atteint son maximum lorsque la zone du renversement d'aimantation parvient au centre du noyau. Le transfluxor est alors complètement ouvert. Le courant qui s'écoule à travers l'enroulement d'entrée (courant excitateur) doit engendrer un champ magnétique, dont le module dépasse le champ coercitif dans toute la zone située autour de la petite ouverture.

On doit donc avoir la relation

$$i_e n_e \geq H_c \pi \frac{D_a - D_i}{2} \quad (2)$$

Une plus forte augmentation du courant de réglage réduit de nouveau le coefficient de transfert entre les enroulements d'entrée et de sortie. Le transfluxor est surréglé. Il ne peut être bloqué que par des impulsions de plus grande amplitude.

Les processus décrits ci-dessus déterminent également le principe de fonctionnement des transfluxors de configuration plus complexe. Il n'existe malheureusement aucun matériau à cycle d'hystérésis rectangulaire idéal. La perméabilité subsistant au point de rémanence est avant tout très défavorable dans les transfluxors. Un autre inconvénient se présente encore lorsque le champ coercitif et la rémanence du matériau dépendent du courant de commande.

Avant d'examiner les matériaux propres à la fabrication des transfluxors, occupons-nous des exigences qu'imposent les lois physiques pour le profil des noyaux.

* Explications détaillées, voir [2]

** Voir tableau 1

Exigences de construction

Comme déjà indiqué, les propriétés d'un transfluxor dépendent largement de la forme géométrique du noyau. On peut même remédier – tout au moins dans de certaines limites – à certaines insuffisances du matériau magnétique par un profil adéquat. Malgré cet artifice, on ne peut toutefois pas se passer de bons matériaux à cycle d'hystérésis rectangulaire. Cette possibilité n'est envisagée que dans des cas spéciaux, par exemple pour doter les transfluxors de propriétés très particulières, car on aboutit fréquemment à des noyaux de grandes dimensions et très fragiles.

Pour qu'un transfluxor donne satisfaction, les exigences suivantes dépendant de la forme du noyau doivent être respectées:

Après le blocage, la zone efficace du noyau lors du transfert entre les enroulements d'entrée et de sortie doit être autant que possible saturée au maximum.

Le courant excitateur ne doit exercer aucune réaction sur le circuit de commande.

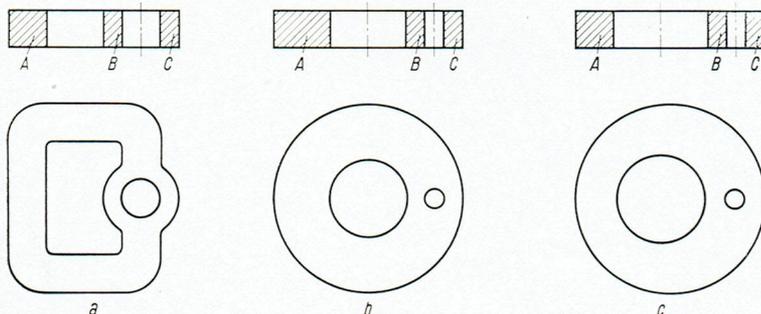
En présence de plusieurs circuits de commande, ceux-ci doivent être autant que possible indépendants les uns des autres.

Pour respecter la première exigence, il faut que – dans la zone du noyau utilisée pour le transfert – la section du circuit de commande ne soit pas plus grande que la section restante du noyau. Cette exigence est remplie dans le transfluxor à 2 ouvertures, car (voir figure 1)

$$A = k_1 (B + C) \quad k_1 \geq 1 \quad (3)$$

Une telle relation peut s'appliquer à d'autres formes de transfluxors. La valeur minimum de k_1 dépend du transfluxor et des propriétés devant lui être attribuées. Avec les transfluxors à 2 ouvertures, il suffit en général que k_1 ne soit pas inférieur à 1,5**. Dans les transfluxors ouvertures multiples, l'attention doit se porter sur le rapport correct des sections.

Les sections B et C auront une surface identique. Elles sont traversées toutes les deux par le flux de transfert. Attendu qu'une certaine densité de flux ne peut pas être dépassée, le flux est limité au point étroit. Si les sections



a Transfluxor à section constante dans le circuit de commande et le circuit de transfert $A = B + C$ $B = C$
Transfluxor annulaire $A > B + C$
c Transfluxor à deux ouvertures excentriques
 $A > B + C$

Fig. 2 Différents types de transfluxors à deux ouvertures

ont une surface différente, la plus grande des sections n'est donc pas mise à profit. Il faut veiller à ce que

$$B = C \quad (4)$$

On peut imaginer un transfluxor de section constante, d'une part pour le flux de commande et d'autre part pour le flux excitateur. On disposerait alors d'un transfluxor « idéal », comme celui de la figure 2a. On se contente dans

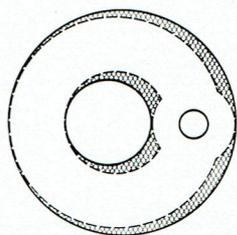


Fig. 3 Illustration de la zone « morte »

la pratique de formes géométriques plus simples (figures 2b et c), mais de trop grands écarts par rapport à la forme idéale doivent être évités. La zone « morte » est la partie du noyau qui serait supprimée, si l'on usinait un transfluxor idéal dans un transfluxor donné (voir figure 3). Cette zone doit être aussi réduite que possible, car un blocage suffisant serait sinon irréalisable.

Une autre exigence de construction provient du fait que l'on peut influencer, à l'aide de l'enroulement d'entrée, aussi bien le circuit magnétique qui lui est assigné que le circuit de commande. Mais comme déjà dit, l'influence de ce dernier circuit est à éviter. La longueur la plus courte des lignes de force magnétiques passant dans le circuit de commande doit donc toujours dépasser la longueur maximum des lignes de force dans le circuit de transfert. Avec un transfluxor annulaire, on retrouve par exemple les relations (1) et (2) du chapitre précédent. Une combinaison de ces dernières donne:

$$D_i \pi = k_2 \frac{D_a - D_i}{2} \pi \quad k_2 > 1 \quad (5)$$

Une relation semblable est facile à établir pour d'autres formes de transfluxors. On remplace $D_i \pi$ ou $\frac{D_a - D_i}{2} \pi$ par les longueurs décisives.

La valeur à donner au facteur k_2 dépend du matériau et du but d'application auquel est destiné le transfluxor. Le tableau 1 montre par exemple dans quelle mesure le coefficient de qualité Q^* d'un type déterminé de transfluxor (transfluxor avec deux ouvertures excentriques, voir figure 2) varie en fonction des grandeurs k_1 et k_2 .

k_1	1,5			0,9	1	1,5	2
k_2	1	1,5	3	1,5			
Q	50	210	290	23	90	210	315

Tableau 1 Variation du coefficient de qualité Q en fonction des grandeurs k_1 et k_2

On peut dire en résumé que les points suivants sont à considérer pour le choix du profil des transfluxors:

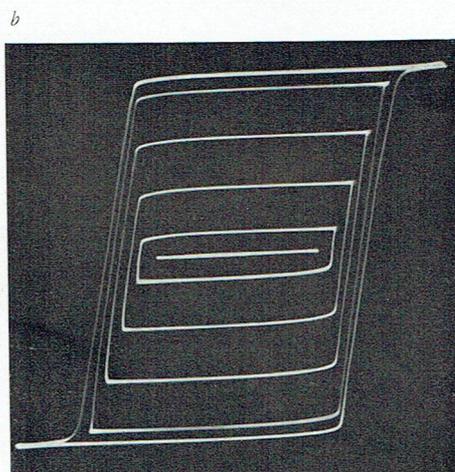
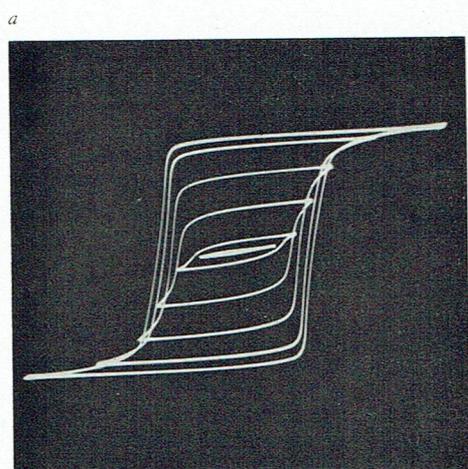
- Distribution favorable des sections (valeur de k_1)
- Absence de zones « mortes » (rapprochement de la forme de transfluxor idéale)
- Rapport correct entre les longueurs des lignes de force magnétiques (valeur de k_2)

Le respect de ces exigences est absolument nécessaire pour garantir un fonctionnement parfait des transfluxors.

Matériaux pour transfluxors

On doit choisir des matériaux magnétiques ayant un cycle d'hystérésis à caractère rectangulaire bien prononcé. Ces matériaux doivent donc avoir avant tout un

* Rapport maximum entre la tension à l'état complètement ouvert et la tension à l'état bloqué



a Ferrite Mg-Mn avec rectangularité spontanée
b Ferrite de Perminvar Ni-Zn à recuit magnétique
1 cm \cong 4 A 1 cm \cong 2,2 · 10⁻⁶ Vs

Fig. 4 Cycles Φ -I de deux tores (dimensions $D_a = 24$ mm, $D_i = 16$ mm, $h = 10$ mm) soumis à différents courants de commande

coefficient de rectangularité élevé (rapport entre l'induction mesurée en $-\hat{H}/2$ et l'induction mesurée en \hat{H}). Cette condition n'est pas seulement valable pour le cycle établi avec un courant de commande élevé, mais également pour les cycles intermédiaires. Il faut penser que des champs d'intensité différente peuvent se présenter au cours du service. La perméabilité mesurée au point de rémanence $(\mu_{rev})_{B_r}$ doit être aussi faible que possible, afin que le transfluxor soit bien bloqué. Il est recommandé de donner la préférence à des matériaux pour lesquels la formule.

$$\frac{(\mu_{rev})_{B_r} H_c}{B_r} \quad (6)$$

atteint un minimum. Or, cette condition est remplie par des matériaux à grand coefficient de rectangularité ou au moins à grand coefficient de rémanence (rapport de l'induction rémanente à l'induction maximum).

Il existe deux groupes de ferrites à cycle d'hystérésis rectangulaire qui feront d'ailleurs uniquement l'objet de cet exposé :

les ferrites à rectangularité spontanée [3]
(surtout ferrites Mg-Mn)

les ferrites à rectangularité imposée [4]
(ferrites de Perminvar recuites dans un champ magnétique)

La figure 4 montre l'allure caractéristique du cycle $\Phi-I$ (Φ flux magnétique, I courant s'écoulant à travers l'enroulement de champ, référé à une spire) d'un tore de ferrite Mg-Mn et d'un tore de Perminvar à recuit magnétique de mêmes dimensions, dans les deux cas avec différents courants de commande. On remarque immédiatement les avantages du tore de Perminvar. Il révèle une meilleure rectangularité (les cycles intermédiaires surtout ont une allure rectangulaire presque idéale), ainsi qu'une rémanence plus élevée qui se monte à environ 80% de la saturation. Avec les ferrites de l'autre groupe, la rémanence n'atteint en général que 50% à 60% de la saturation, bien que les aimantations à saturation des deux groupes ne s'écartent pas sensiblement l'une de l'autre.

La figure 5 confirme la supériorité du tore ayant subi un recuit magnétique par rapport au tore à rectangularité spontanée. Pour les deux tores, la rectangularité et la perméabilité mesurée au point de rémanence ont été reportées comme fonction du courant de commande. La rectangularité du tore de Perminvar est largement supérieure à celle du tore de ferrite Mg-Mn. Sa perméabilité rémanente est de plus relativement faible et presque indépendante du courant de commande.

On penche donc à choisir comme matériau pour les transfluxors, les ferrites de Perminvar à recuit magnétique. Il faut cependant noter que de tels noyaux ne

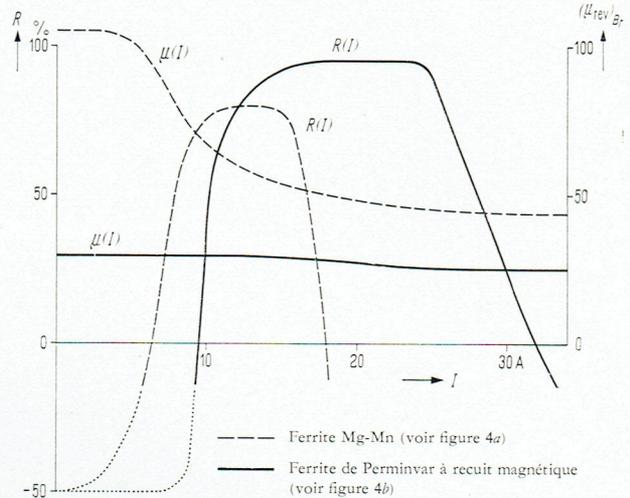


Fig. 5 Rapport de rectangularité R et perméabilité rémanente $(\mu_{rev})_{B_r}$ comme fonction du courant de commande des tores

présentent un cycle d'hystérésis rectangulaire que s'ils sont traversés par un flux parallèle à la direction du champ appliqué lors du recuit. Le recuit magnétique a donc créé dans le noyau une direction privilégiée pour l'aimantation et le noyau est magnétiquement asinotrope. Un transfluxor exige toutefois - il faut le

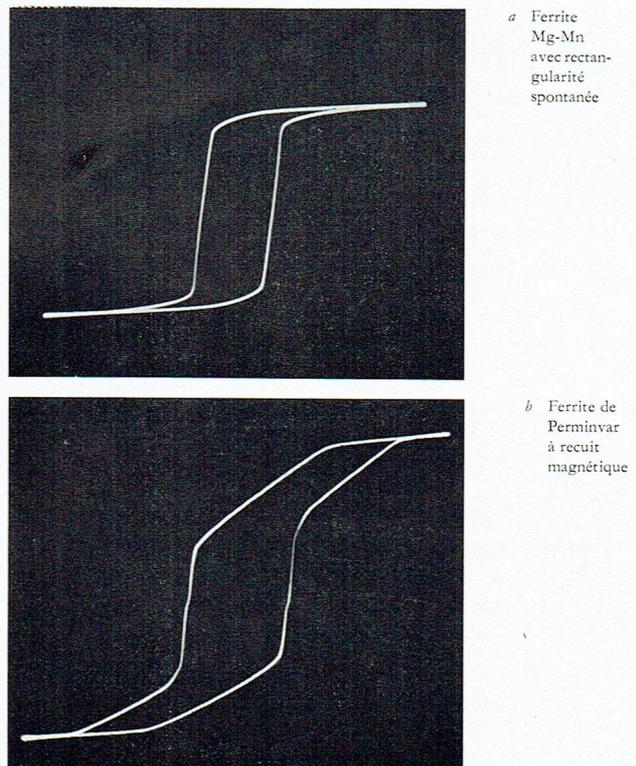


Fig. 6 Cycle $\Phi-I$ du circuit de commande des transfluxors annulaires

supposer en premier lieu – que toutes les directions soient magnétiquement équivalentes dans le noyau et tout au moins dans la surface de la plaquette. Les transfluxors de Perminvar peuvent avoir néanmoins des

propriétés excellentes, et il faut rechercher l'exécution la plus favorable du recuit magnétique selon le transfluxor donné.

La supériorité des transfluxors de Perminvar par rapport aux transfluxors de ferrite à rectangularité spontanée est encore prouvée par le fait que la transition entre les directions antiparallèles de l'aimantation est très nettement limitée. Aucune «bavure» défavorable ne peut se produire et un état magnétique effectif règne dans le noyau. Les réglages sont donc parfaitement reproductibles.

Le cycle d'hystérésis du circuit de commande d'un transfluxor annulaire montre combien le flux dépend de la direction privilégiée (voir figure 6b). La petite ouverture a été pratiquée dans le noyau après le recuit magnétique. Le cycle $\Phi-I$ relevé ultérieurement prouve que la direction privilégiée imposée et orientée vers l'azimut n'a subi de ce fait aucun changement. On reconnaît nettement que le cycle résulte de l'addition de trois cycles pouvant être affectés aux zones 1 (anneau intérieur), 2 (anneau central, coupé) et 3 (anneau extérieur) (voir figure 7). Un tel cycle ne peut pas se former avec une ferrite à rectangularité spontanée (voir figure 6a).

Le cycle d'hystérésis du circuit de transfert des transfluxors de Perminvar à recuit magnétique avec 2 ouvertures révèle une particularité, d'après laquelle on peut conclure que la direction privilégiée imposée représente réellement une direction obligatoire pour le flux magnétique. Le cycle est asymétrique au cours du service, c'est-à-dire lorsque le transfluxor a été bloqué, puis ouvert (figure 8b). Ce phénomène s'explique par le fait que le flux de commande reprend toujours sa position initiale dès que le courant qui s'écoule à travers l'enroulement d'entrée et par conséquent le champ qu'il génère, retombe à zéro (voir figure 9b). Attendu que le flux de commande est orienté en direction contraire à gauche et à droite de la petite ouverture, il agit sur le flux excitateur comme une aimantation de polarisation à champ continu. La tension de sortie et par conséquent le cycle d'hystérésis deviennent asymétriques. Dans les tores de ferrites à rectangularité spontanée, le flux de commande est par contre supplanté par le champ excitateur (voir figure 9a) et le cycle d'hystérésis du circuit de transfert est un cycle rectangulaire normal (figure 8a).

Un autre exposé traitera le comportement en service des deux types de transfluxors.

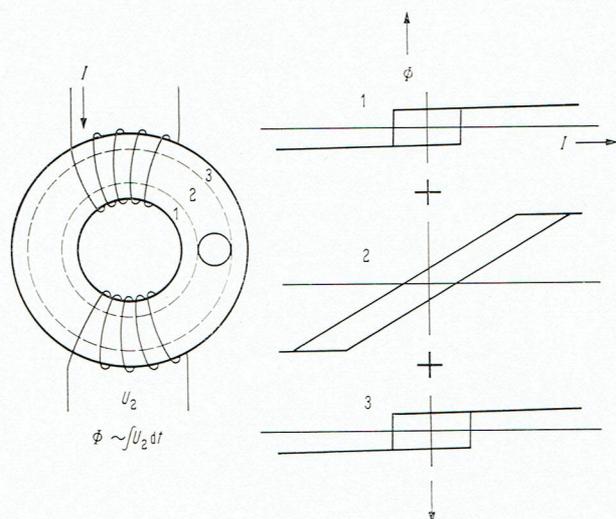
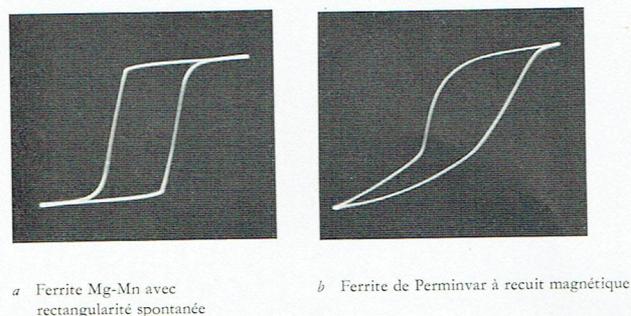
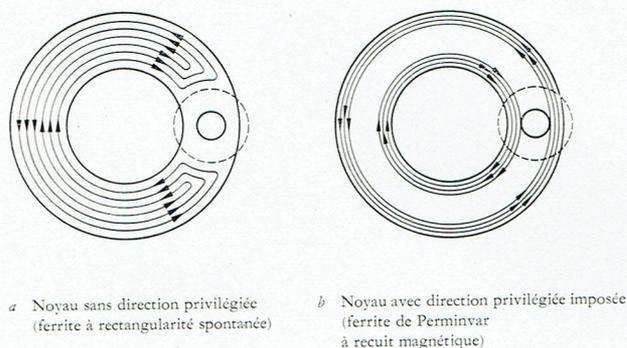


Fig. 7 Formation du cycle de la figure 6b



a Ferrite Mg-Mn avec rectangularité spontanée
b Ferrite de Perminvar à recuit magnétique

Fig. 8 Cycle $\Phi-I$ du circuit de transfert des transfluxors annulaires



a Noyau sans direction privilégiée (ferrite à rectangularité spontanée)
b Noyau avec direction privilégiée imposée (ferrite de Perminvar à recuit magnétique)

Fig. 9 Allure de principe du flux de commande dans des transfluxors complètement ouverts, après la déconnexion du courant excitateur

Bibliographie

- [1] Rajchman, J. A. and Lo, A. W.: The Transfluxor – A Magnetic Gate with Stored Variable Setting. RCA Rev. 16 (1955) pages 303 à 311
- [2] Darré, A.: Abfragen magnetischer Speicher ohne Informationsverlust. Frequenz 11 (1957) pages 19 à 27 et 38 à 42
- [3] Alberts-Schoenberg, E.: Ferrites for Microwave Circuits and Digital Computers. J. Appl. Phys. 22 (1954) pages 152 à 154
- [4] Kornetzki, M., Brackmann, J. et Frey, J.: Magnetische Ferrite mit Perminvar-schleife. Naturwiss. 42 (1955) pages 482 et 483

Sectionneurs pour intérieur (séries 10 à 30 kV) selon les nouvelles normes, avec isolateurs en résine moulée

PAR ERWIN HARTMANN

Les recommandations de la C.E.I. (Commission Electrotechnique Internationale) étaient jusqu'à présent en bon accord avec les règles VDE et les normes allemandes DIN. Mais, lors de la détermination des nouvelles recommandations C.E.I. pour les pouvoirs de coupure nominaux et les intensités nominales des disjoncteurs, on a recommandé des séries qui, dans leurs différentes valeurs, de même que dans leur échelonnement, s'écartent des normes allemandes applicables jusqu'à présent.

Compte tenu de la clientèle étrangère, les normes allemandes DIN pour les disjoncteurs haute tension ont été modifiées et adaptées aux recommandations de la C.E.I. (nouvelles normes DIN 43612). Mais comme en amont et en aval de chaque disjoncteur on dispose toujours des sectionneurs, les normes applicables aux sectionneurs ont également été adaptées aux nouvelles données (DIN 43635).

Quoique l'ancienne norme DIN 43617 soit encore applicable jusqu'au 31 décembre 1962, les Siemens-Schuckertwerke ont déjà modifié leur construction quelques mois après la parution des normes DIN 43635, de sorte que, jusqu'à la série 30, ces établissements ne fournissent plus que des sectionneurs selon les nouvelles normes.

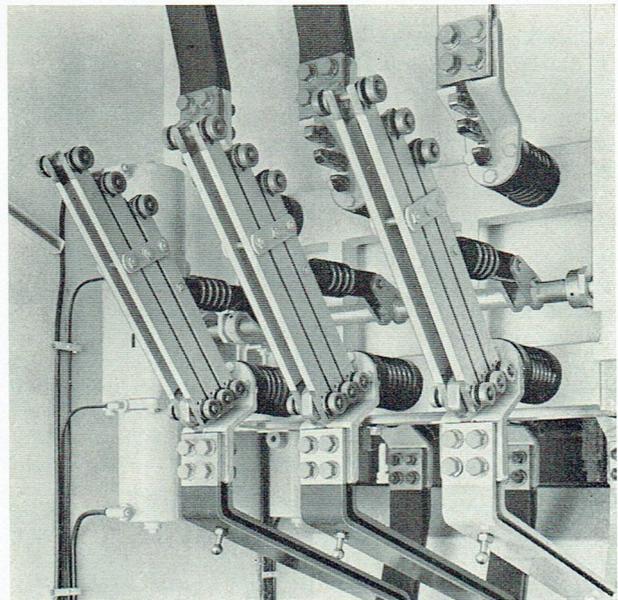
La modification la plus marquante des nouvelles normes consiste dans l'adoption d'une série d'intensités nominales avec les valeurs de 400, 630, 1250, 1600, 2500, 4000 et 6300 A, tandis que l'ancienne série prévoyait 400, 600, 1000, 2000, 3000, 4000 et 6000 A. Les valeurs supérieures des intensités transitoires nominales (valeurs de crête du courant de court-circuit transitoire pouvant être supportées lorsque le sectionneur est fermé) qui étaient de 100 et 150 kA sont actuellement de 75, 125 et 160 kA. La troisième modification concerne la valeur des surintensités temporaires nominales (valeur efficace d'un courant d'une durée de 1 seconde). D'après les nouvelles normes, ces courants de courte durée peuvent atteindre 40% de la valeur de l'intensité transitoire nominale.

La transformation des anciens sectionneurs pour obtenir les nouvelles séries a pu se faire en conservant dans tous les cas les mêmes cotes de raccordement et de montage, ce qui peut être considéré comme un succès important en ce qui concerne l'interchangeabilité, la possibilité de

réaliser des extensions des installations et la fourniture d'éléments de rechange.

Mais la nouvelle norme contient également certains sectionneurs qui ont exigé la construction de modèles complètement nouveaux ce qui est le cas, par exemple, des sectionneurs pour une intensité nominale de 1600 A. Pour ces sectionneurs, on a appliqué le mode de construction des sectionneurs H 246 qui a déjà fait ses preuves, c'est-à-dire que chaque sectionneur comporte une partie mobile constituée par plusieurs couteaux de sectionneur parallèles avec des contacts ponctuels. Chaque couteau de sectionneur élémentaire repose en trois points. Les pièces de contact fixes sont échelonnées et elles comportent une argenture de protection donnant un dépôt très dur, comme cela était prévu pour les contacts mobiles.

Comme système de commande pour les sectionneurs, on a conservé le servo-moteur pneumatique à double



Sectionneur pour intérieur avec isolateurs en résine moulée, selon DIN 43635, série 10 kV, intensité nominale 2500 A, intensité transitoire nominale 160 kA

effet qui permet, en combinaison avec la soupape de manœuvre, une signalisation de position pneumatique du sectionneur, ce qui permet de monter un interrupteur auxiliaire en dehors de l'espace où règne la haute tension. Les sectionneurs avec une intensité nominale jusqu'à 1250 A peuvent évidemment être actionnés également avec une perche ou avec une commande mécanique par tringlerie.

On a profité de cette modification des sectionneurs pour intérieur pour les moyennes tensions pour remplacer les anciens isolateurs en porcelaine par des isolateurs en résine moulée. Nous continuons à fournir, comme par le passé, des sectionneurs avec des isolateurs-supports en porcelaine, mais nous fournissons principalement des sectionneurs avec des isolateurs-supports à rainures en résine moulée. C'est ainsi, par exemple, que tous les nouveaux sectionneurs exigés par les normes DIN 43635 – qui n'ont pas pu être obtenus par simple modification des sectionneurs existants et qui ont de-

mandé la mise au point de nouveaux modèles – ne sont prévus qu'avec isolateurs en résine moulée. Les avantages bien connus des isolateurs à rainures en résine moulée jouent pleinement dans les nouveaux sectionneurs où les bielles isolantes sont également réalisées en résine moulée avec la forme à rainures. Comme point essentiel, il faut mentionner ici surtout la grande valeur de la tension disruptive en courant alternatif et la grande sécurité contre l'encrassement, même lorsqu'il se produit des dépôts conducteurs, ainsi que la grande résistance vis-à-vis des arcs électriques de court-circuit.

Grâce à l'emploi des isolateurs-supports à rainures en résine moulée, les sectionneurs satisfont aux nouvelles règles VDE 0111/2.61, quoique les tensions disruptives transitoires exigées par ces règles dépassent considérablement les valeurs admises jusqu'à présent et malgré que l'on ait conservé les petites dimensions utilisées jusqu'à présent et qu'on ait même pu réduire encore dans certains cas ces dimensions.

NOUVELLES TECHNIQUES

Horloge secondaire à programme annuel pour processus de signalisation et de commande

PAR GUIDO LEUPOLD

Les installations d'horloges électriques ne se prêtent pas seulement à la distribution de l'heure exacte au moyen d'une horloge-mère et de plusieurs horloges secondaires dans les gares, les entreprises industrielles ou les immeubles administratifs. Conjuguées avec des systèmes de signalisation, elles servent de même à déclencher périodiquement des signaux acoustiques (par exemple début et fin du travail dans une usine) ou à mettre en circuit et à déconnecter des équipements techniques à l'aide de relais de commande.

Il est souvent préférable d'enregistrer le programme de signalisation pour toute une année. Ce cas se présente par exemple pour la commutation des tarifs dans les réseaux téléphoniques ou d'alimentation en énergie. Il existe encore de nombreuses sphères d'application: enclenchement et arrêt de foyers à huile, chauffage de fours de brasage, de bains d'étain, de fours de vieillissement artificiel et de trempage, de bains de nettoyage, etc. dans l'industrie des métaux et les usines chimiques; installations d'aération et de climatisation, systèmes de sécurité contre l'effraction.

Depuis de longues années, Siemens & Halske construit des horloges secondaires de signalisation à programme quotidien et hebdomadaire pour les domaines d'utilisation mentionnés ci-dessus¹⁾. Ces horloges ont été complétées par un modèle spécial à programme annuel (figure 1). Cette nouvelle horloge est destinée à des processus de commutation périodiques qui doivent se produire auto-

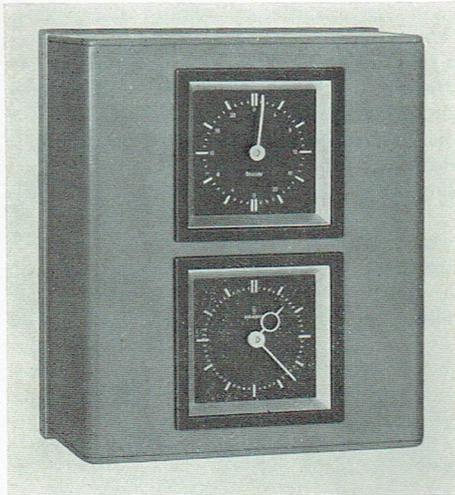
matiquement d'après un programme de longue haleine fixé à l'avance. Il est possible d'établir et d'enregistrer un tel programme pour une durée d'un an, tout en tenant compte des dimanches, des jours fériés, des vacances collectives et de toutes les autres irrégularités. L'horloge à programme annuel travaille avec une trame d'heures, c'est-à-dire qu'un processus de commutation peut être déclenché exactement à une seconde près, à une heure quelconque de l'année. L'intervalle minimum entre deux processus successifs est par contre de deux heures.

Principe de fonctionnement

L'élément fondamental de l'horloge à programme annuel est constitué par un mécanisme de signalisation dans lequel une bande perforée ininterrompue – jouant le rôle de support de programme – avance heure par heure. L'horloge est actionnée toutes les minutes par des impulsions. Chaque 60^{ème} impulsion est rendue efficace par un convertisseur (figure 2). La bande perforée comporte des repères de jours et de minutes. Ses perforations sont préparées selon le programme prévu, à l'aide d'un poinçonneur joint à la fourniture. Des contacts palpeurs explorent la bande perforée et transmettent les impulsions de commande ou de signalisation vers les appareils à déclencher par l'intermédiaire d'une chaîne de relais. Le programme est ajusté normalement une fois par an. En cas de changement du programme, il suffit de remplacer l'ancienne bande perforée par une nouvelle bande.

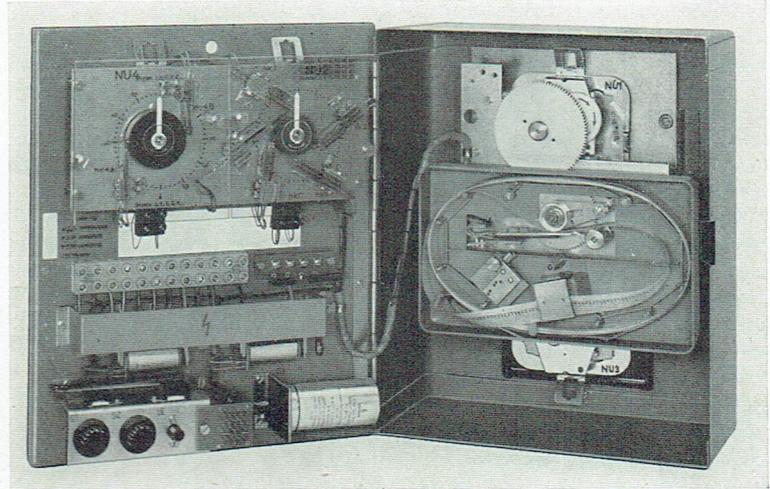
Afin que la trame d'heures d'une année puisse être logée dans le support de programme relativement court, on a subdivisé la largeur

1) Schmid, O.: Lochstreifen-Signalschaltwerk für mehrere Sieben-Tage-Programme. Siemens-Z. 33 (1959) pages 450 à 453



En haut: cadran repères des heures
pour deux jours
En bas: cadran normal

Fig. 1 Horloge secondaire de signalisation
avec programme annuel



A droite: châssis pour bande perforée; au-dessus, mécanisme d'horloge NU1 pour l'entraînement de la bande perforée; en bas, mécanisme d'horloge NU3 pour l'indication de l'heure
A gauche: au-dessus, mécanisme d'horloge NU4 pour l'actionnement des mécanismes NU1 et NU2; à droite, mécanisme d'horloge NU2 pour l'émission exacte à une seconde près des impulsions de commande

Fig. 2 Horloge secondaire de signalisation (ouverte)

de ce support en quatre rangées de perforations décalées réciproquement. Pour des raisons de sécurité, ces perforations sont dotées d'un assez grand diamètre. Les contacts palpeurs engagés dans une perforation peuvent y demeurer parfois pendant deux heures. Chacun d'eux est donc précédé d'un contact de connexion qui garantit la signalisation exacte à une seconde près. Quatre contacts palpeurs et quatre contacts de connexion sont ainsi disponibles pour l'exploration des signaux. Toutes les heures, une came ferme alternativement les contacts de connexion. A l'heure 1, elle ferme le 1^{er} contact de connexion et ouvre simultanément le 4^{ème} contact; à l'heure 2, elle ferme le 2^{ème} contact et ouvre le 1^{er} contact, etc.

Attendu que l'horloge à programme annuel commande fréquemment des processus devant être déclenchés à un instant déterminé, puis déconnectés après un certain intervalle de temps (plusieurs heures), l'émission des impulsions est assurée par un relais à jeu

de lames bistables qui maintient son contact fermé jusqu'à ce que celui-ci soit ouvert par l'impulsion suivante.

Emission des impulsions de commande

Le mécanisme de l'horloge secondaire entraîne directement la roue de transport et par conséquent le support de programme. Lorsqu'un contact palpeur se ferme après être retombé dans une perforation de la bande de programmation et lorsque le contact de connexion respectif se ferme également sous l'action de la came, un relais temporisé s'excite pendant 500 ms environ. Il inverse alors le contact du relais à jeu de lames bistables qui déclenche l'impulsion de commande. Malgré la trame d'heures et la grande capacité de mémorisation du porteur de programme (bande perforée), une très grande exactitude de signalisation est obtenue avec cette méthode.

Moteurs synchrones pour la commande de compresseurs avec réactions extrêmement faibles sur le secteur

PAR HELMUT FISCHER ET ARMIN KÄPPNER

Lorsqu'on établit le projet des commandes électriques pour de gros compresseurs à pistons, il faut le plus souvent se demander à priori quelles seront les réactions exercées sur le secteur d'alimentation lors de la mise en route et en cours de fonctionnement. L'appel de courant des moteurs asynchrones à cage et des machines synchrones à démarrage automatique qui sont employés le plus souvent pour de telles commandes, peut entraîner des baisses de tension considérables sur les jeux de barres. En outre, les fluctuations de l'appel de courant provoquées par les variations du couple résistant qui varie avec la position du piston, peuvent entraîner parfois des fluctuations périodiques très gênantes de la tension.

Position du problème

Une usine chimique nouvellement construite comportant des compresseurs relativement importants, devait être alimentée en énergie électrique par une ligne aérienne 20 kV de 11 km de long. Comme la même ligne aérienne servait à alimenter une zone d'habitation avec des appareils d'éclairage et des appareils de télévision, la société de distribution d'électricité a imposé des conditions, en ce qui concerne les réactions sur le secteur, qui dépassaient de beaucoup les conditions normalement exigées.

La tension sur les barres 20 kV de l'usine, ne devait pas subir une baisse de plus de 2% lors du démarrage des groupes. Etant donné

les impédances des transformateurs et des lignes d'alimentation, cela signifiait que la puissance apparente au démarrage devait être maintenue, pour $\cos \varphi \approx 0,2$, à une valeur comprise entre 1100 et 1300 kVA. Pour la première tranche de travaux qui devait comprendre deux moteurs synchrones pour l'entraînement des compresseurs d'une puissance de 900 kW, 6 kV, pour $\cos \varphi = 0,95$ et 167 tr/min (figure 1), cela signifiait que le courant au démarrage devait être limité à une valeur entre 1,1 et 1,3 fois la valeur de l'intensité nominale.

Comme directives pour les fluctuations de tension périodiques maximales on devait se baser sur la courbe de seuil des perturbations¹⁾. Pour la fréquence de 2,78 Hz correspondant à la vitesse de rotation, la hauteur relative des fluctuations de tension ne devait pas dépasser, d'après cela, plus de 0,5%. Pour plus de sécurité, on devait chercher à obtenir une valeur de 0,4%.

Compte tenu des caractéristiques des lignes, il en résultait la condition que même en admettant un facteur de puissance global de $\cos \varphi \approx 1,0$, la valeur absolue de la variation périodique du courant ($I_{\max} - I_{\min}$) sur la ligne 20 kV ne devait pas dépasser 13,3 A.

Réalisation

Parmi les différentes possibilités pour réduire l'appel de courant au démarrage des moteurs synchrones, on a choisi le démarrage sous tension partielle. Dans ce procédé, l'intensité dans le moteur diminue proportionnellement à la tension appliquée au moteur, tandis que l'appel de courant dans le secteur et le couple de démarrage en moteur asynchrone varient comme le carré de cette tension. Dans le transformateur utilisé, la commutation sans coupure pour passer de la tension partielle à la pleine tension du moteur se fait à l'aide de résistances. Cette réalisation se distingue par rapport au procédé à trois commutateurs par la présence de courants magnétisants particulièrement faibles. Le commutateur commandé par servo-moteur est monté directement sur la cuve du transformateur. Il a été prévu des prises intermédiaires pour 55, 60 et 65%. Des mesures particulières prises du côté compresseur permettaient d'envisager que le couple de décollage et le couple résistant au démarrage seraient d'environ 20% du couple résistant moyen.

Les irrégularités du mouvement de rotation et les fluctuations de l'intensité dans les commandes de compresseurs à pistons peuvent

être compensées dans une large mesure par l'emploi d'un PD^2 élevé. Etant donné que l'endroit le plus facile pour disposer les masses contribuant à fournir le moment d'inertie se trouve sur le rotor du moteur, chacune des deux machines synchrones a été construite avec un PD^2 global de 50 tm². Avec cette valeur qui était tout juste réalisable compte tenu de la charge des paliers et de l'énergie d'accélération nécessaire au démarrage, le calcul basé sur le diagramme des pressions tangentielles a donné des fluctuations de courant d'environ $\pm 23\%$, c'est-à-dire de $\pm 6,2$ A par commande. C'est pourquoi on pouvait s'attendre à ce que la valeur absolue de la différence des intensités lorsque les deux groupes fonctionnent, puisse dépasser considérablement la valeur maxima admissible de 13,3 A si les deux manivelles des deux groupes se trouvaient dans une position angulaire relative défavorable. D'autre part, avec une position angulaire favorable des deux manivelles des compresseurs, on pouvait au contraire s'attendre à une compensation presque totale des fluctuations de courant.

Il existe différents procédés pour amener le rotor de moteurs synchrones à une position angulaire bien définie. Pour cela, on commence toujours par faire démarrer le moteur pour l'amener à sa vitesse de régime, après quoi on provoque un glissement correspondant au nombre de pas polaires voulu. On procède ainsi parce que les moteurs synchrones avec des pôles saillants prennent le plus souvent la vitesse de synchronisme avant même qu'on ne branche l'excitation, ceci du fait du couple de réaction important. Un système d'excitation commandé dès le démarrage n'obtiendrait donc pas le succès voulu. Mais étant donné les fortes intensités qui se produisent dans le stator du fait que le glissement se fait sous la pleine tension du stator, un tel procédé n'est pas applicable dans le cas présent. Avec un transformateur de démarrage destiné à réduire les intensités lors de la mise en route, on avait ici la possibilité d'amener le moteur dans une position angulaire définie dès le démarrage. En effet, le couple de réaction du moteur diminue avec la tension. Tant que le moteur fonctionne sous tension partielle, on ne risque pas d'avoir une synchronisation par le couple de réaction.

C'est pourquoi le système de démarrage automatique a été combiné de telle sorte que la commande pour shunter la résistance d'excitation en fonction de la position angulaire du rotor soit transmise pendant que le moteur fonctionne encore avec un faible glissement sous la tension partielle.

Pour mesurer la position relative des rotors des deux machines on a utilisé un dispositif de mesure angulaire bien connu qui utilise des synchro-transmetteurs. Le synchro-différentiel servant à indiquer la position relative des rotors a été doté d'un système de contacts réglables permettant une présélection de la position angulaire des deux rotors.

Résultats des mesures

Grâce à des mesures oscillographiques, on a pu démontrer qu'on a atteint une puissance apparente au démarrage de 1200 kVA, ce qui est extraordinairement faible pour un moteur synchrone d'une puissance de 900 kW. Cette valeur tient compte d'ailleurs de la puissance magnétisante du transformateur 20/6 kV qui forme bloc avec le moteur synchrone. Le transformateur de démarrage était branché pour cette mesure sur la phase médiane. La puissance appelée lors de la commutation pour passer à la pleine

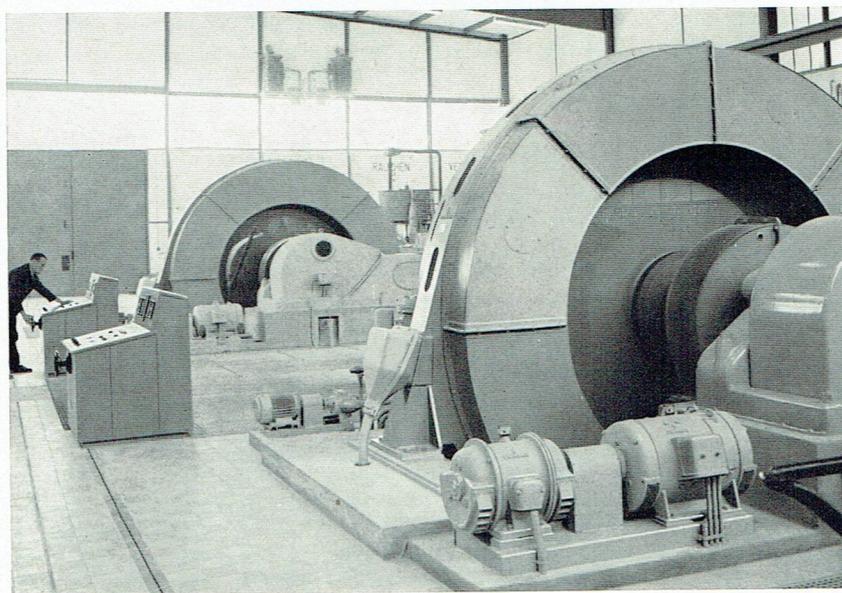


Fig. 1 Moteurs synchrones pour commande de compresseurs 900 kW, 6 kV, 167 tr/min, avec les accessoires pour leur commande

1) Voir « Ringbuch der Energiewirtschaft » 7.57

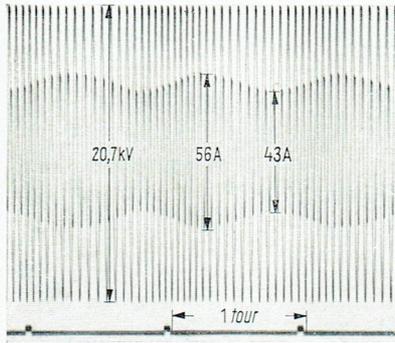


Fig. 2
Fluctuations du courant en cas de fonctionnement de deux moteurs chargés respectivement à 100% et 75% de leur charge nominale, avec décalage relatif des rotors de 0°

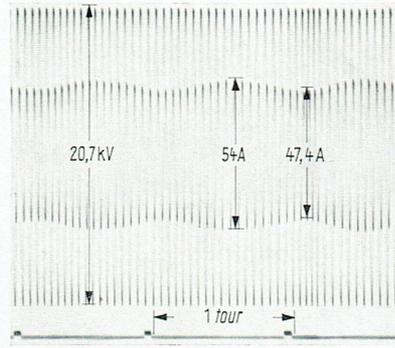


Fig. 3
Fluctuations du courant en cas de fonctionnement de deux moteurs chargés respectivement à 100% et 75% de leur charge nominale, avec décalage relatif des rotors de 180°

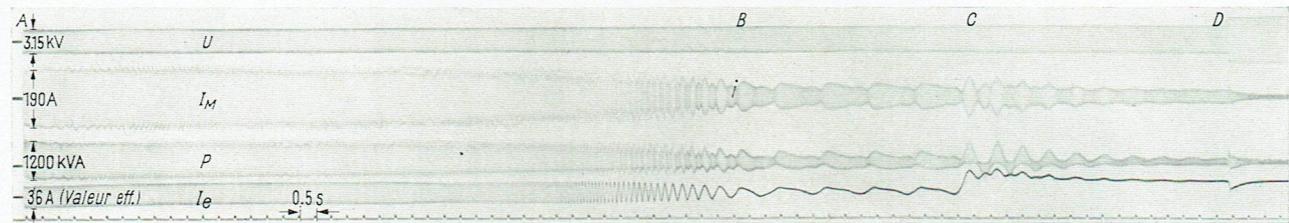


Fig. 4 Opérations de démarrage et de commande pour la synchronisation et pour amener le rotor à une position angulaire définie

tension du moteur est bien inférieure à la puissance appelée au démarrage.

Les fluctuations du courant dans la commande étaient beaucoup plus faibles que celles qu'on avait déterminées d'après le diagramme des pressions tangentielles qui avait été fourni.

La différence entre l'intensité maximale et l'intensité minimale sur un tour du rotor à pleine charge s'élevait à :

$$I_{\max} - I_{\min} = 33,5 \text{ A} - 25 \text{ A} = 8,5 \text{ A.}$$

En faisant fonctionner les deux machines avec leur rotor décalé de 0°, la fluctuation maximale du courant était de 13 A, l'un des moteurs fonctionnant sous une charge de 900 kW tandis que la charge du second a dû être réduite pour des raisons techniques d'exploitation à 680 kW (figure 2). Dans les mêmes conditions de charge, mais en décalant les rotors de 180°, on a mesuré pour les intensités des fluctuations ne dépassant pas 6,6 A (figure 3). Avec cette valeur, on obtient des fluctuations de tension inférieures au

seuil de perception des fluctuations. C'est pourquoi on a renoncé à mesurer les fluctuations de tension.

Les opérations de démarrage et de commande pour synchroniser le moteur en l'amenant à la position angulaire voulue sont indiquées par l'oscillogramme de la figure 4. Pendant la durée entre A et B, le moteur est passé de l'arrêt à une vitesse très voisine de sa vitesse de synchronisme. Entre B et C, le moteur présente un glissement correspondant à un pas polaire. En C, on a atteint la position angulaire relative des manivelles qu'on désire, le contact du synchro-transmetteur différentiel provoque la mise en service de l'excitation et le moteur est synchronisé. Après un court intervalle de temps, on passe en D à la pleine tension du secteur.

On voit donc que les commandes par moteurs synchrones permettent d'obtenir, lorsqu'on réalise les conditions voulues, de très faibles appels de courant au démarrage. En outre, le moteur synchrone est particulièrement avantageux lorsqu'il s'agit de compenser les fluctuations de courant entre plusieurs éléments fonctionnant en parallèle.

Le millième central téléphonique urbain EMD Siemens

PAR WERNER GRAAP ET RICHARD STOEWER

Sept années seulement se sont écoulées entre la mise en service à Munich [1] du premier central téléphonique public équipé de sélecteurs rotatifs à moteur avec contacts de métal précieux (sélecteurs EMD) et la mise en circuit du central urbain de Dortmund-Osten en novembre 1961, le 1000^{ème} central urbain EMD Siemens de l'Allemagne et de l'étranger. Les sélecteurs EMD travaillent en outre aux points nodaux de nombreux réseaux interurbains, dans les centraux de commutation télégraphiques modernes, dans les

installations à postes supplémentaires de grande capacité et dans les réseaux d'exploitation des chemins de fer et des autoroutes.

En 1954, les premiers centraux EMD ont été inaugurés dans plusieurs pays d'Europe, à savoir en Italie, en Finlande et au Luxembourg [2]. Au cours de la même année, la conquête des pays d'outre-mer commençait avec la ville de Caracas au Venezuela, puis gagnait l'Argentine, le Guatemala, le Brésil et la Colombie. Des sélecteurs



Fig. 1 Le sélecteur EMD dans les cinq continents: Les chiffres indiquent pour les différents pays les lignes d'abonnés raccordées sur les centraux urbains déjà en service ou passés en commande

EMD ont été fournis en quantités notables à l'Iran, à la Corée et à la Grèce. Ils fonctionnent parfaitement sous un climat désertique (Las Vegas aux Etats-Unis) et dans les régions tropicales (Indonésie). D'autres projets sont en voie de réalisation sur le continent africain, au Ghana, en Libye et en Union Sud-Africaine.

Si la technique EMD a été adoptée non seulement par l'Administration des PTT Allemande [3], mais de même par de nombreuses administrations postales de l'étranger, c'est qu'elle se distingue par deux caractéristiques essentielles: sa sécurité de service qui simplifie

grandement les travaux d'entretien et sa faculté d'adaptation aux systèmes de commutation déjà existants, ce qui supprime toute restriction pour la structure ultérieure des réseaux téléphoniques [4]. Selon les conditions de trafic à envisager, les administrations postales peuvent acquérir le système EMD à commande directe ou le système EMD-M (à marquage) avec et sans acheminement du trafic [5].

Les mille centraux urbains EMD Siemens fournis à l'Administration des PTT Allemande et aux administrations postales de l'étranger groupent 1,4 millions d'abonnés. D'autres commandes de cen-



Fig. 2 Salle des sélecteurs du central de Dortmund-Osten, le 1000^{ème} central urbain EMD Siemens. A droite un bâti avec des erlangmètres pour le service de mesure du trafic

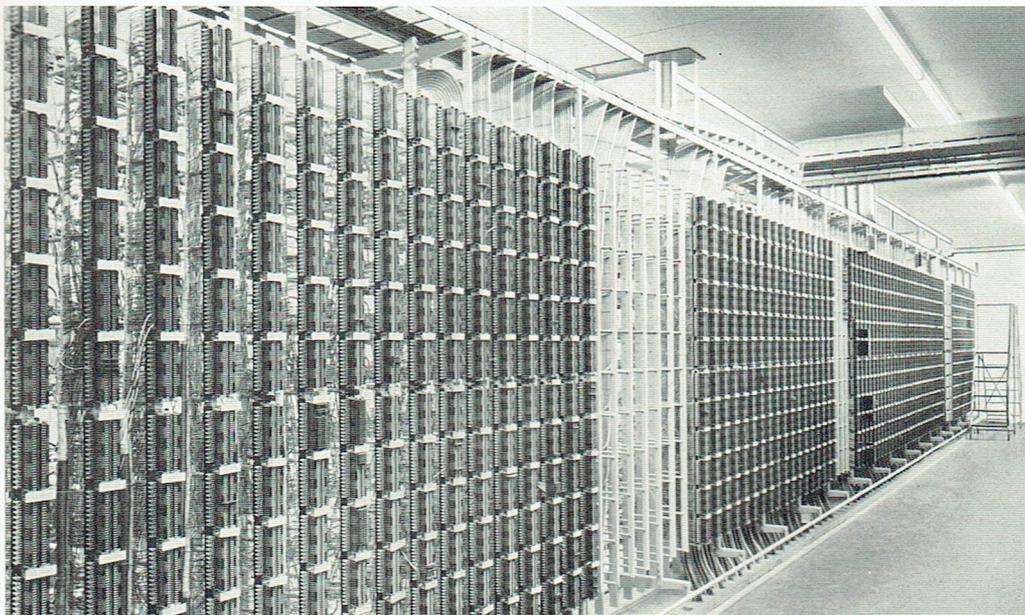


Fig. 3 Répartiteur principal du central urbain de Dortmund-Osten

traux EMD totalisent 800 000 lignes d'abonnés. La figure 1 montre la répartition des centraux EMD Siemens dans les différents continents.

Le central EMD de Dortmund-Osten

Lors de la première étape de construction, 10 000 abonnés ont été raccordés au central urbain de Dortmund-Osten. L'étape de construction définitive comprendra 20 000 abonnés. Le bâtiment du central urbain de Dortmund-Osten surprend par l'originalité de sa conception architecturale. Etant destiné à une région industrielle, il a été construit sans fenêtres. Une frise en blocs de béton translucide interrompt la sobriété de sa façade.

Les équipements automatiques (figure 2) sont aménagés dans deux étages superposés, tandis que le rez-de-chaussée abrite le répartiteur principal (figure 3) avec les bâtis de compteurs et de translateurs. Environ 6 200 sélecteurs EMD établissent le trafic téléphonique entre les abonnés urbains, ainsi qu'avec les abonnés interurbains à travers le central nodal régional ou le central principal.

Le central de Dortmund-Osten comporte tous les équipements nécessaires aux lignes individuelles, aux party-lines à deux abonnés, aux postes à prépaiement, aux lignes groupées, à la sélection directe vers les installations à postes supplémentaires, aux commutateurs satellites, aux services d'information et au service des abonnés absents. En raison de son étendue, le réseau urbain de Dortmund requiert la formation de centraux nodaux. Les équipements du premier central nodal urbain ont été logés dans le bâtiment du nouveau central.

Des équipements de contrôle automatiques sont prévus pour la surveillance permanente du central [6]. Ils supervisent l'ensemble de l'installation et détectent les défauts avant que celles-ci n'aient donné lieu à des

dérangements. Les caractéristiques électriques des lignes d'abonnés sont mesurées à travers des sélecteurs et des lignes de contrôle, à partir d'un service de dérangements installé également dans le central. Le réseau de contrôle couvre une superficie de 500 km² avec 36 000 postes d'abonnés (figure 4).

Au cours de 1962, le central de Dortmund-Osten sera complété par un service de mesure susceptible de surveiller les valeurs de trafic de 22 centraux urbains à travers des translateurs de mesure et d'orientation des faisceaux (figure 4) [7]. Les valeurs de mesure

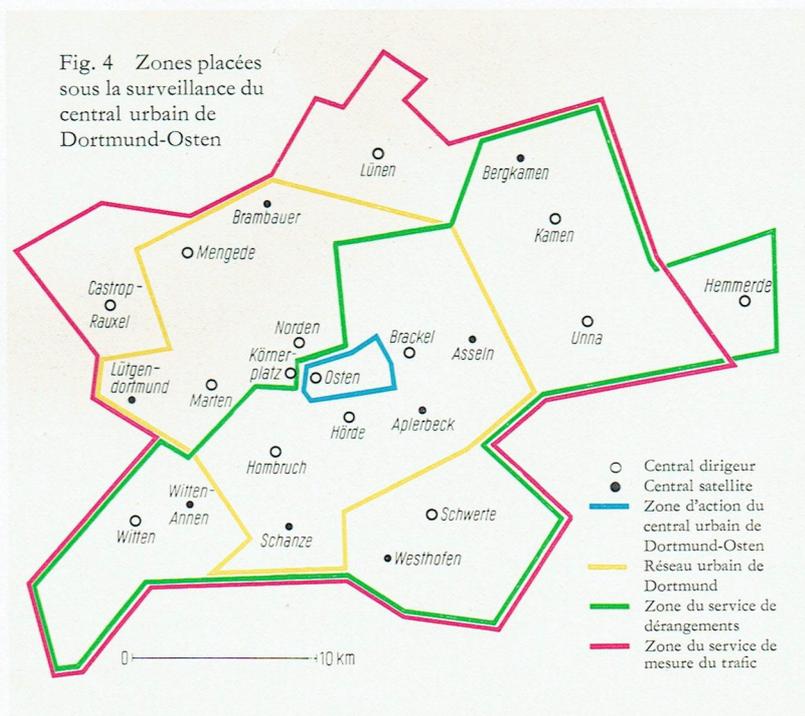


Fig. 4 Zones placées sous la surveillance du central urbain de Dortmund-Osten

seront soit enregistrées par un téléimprimeur, soit perforées dans des bandes dont le contenu pourra être retransmis à travers le réseau télégraphique vers une station de traitement des données. Des mesures de trafic régulières permettent à l'Administration des PTT Allemande d'adapter ses centraux téléphoniques aux besoins du trafic et d'établir une vaste documentation pour les travaux de planification ultérieurs.

Bibliographie

[1] Inbetriebnahme des ersten Motor-Wähleramtes der Deutschen Bundespost in München. Z. Post- u. Fernmeldewes. 6 (1954) H. 10

- [2] Vogel, H.: The first Public Telephone Exchanges operating with EMD Switches. Siemens Rev. 22 (1955) pages 70 à 77
- [3] Abart, J.: Das Wählsystem 55. Nachrichtentechn. Z. 10 (1957) pages 439 à 449, et Fernmelde-Ing. 12 (1958) No. 12
- [4] Rohde, K.: Presque trois millions de lignes téléphoniques EMD. Rev. Siemens 19 (1961) pages 325 à 327
- [5] Töpfer, H. et Brandstetter, A.: Le sélecteur EMD dans les centraux téléphoniques. Rev. Siemens 18 (1960) pages 187 à 190
- [6] Sedlmayr, O.: Die Automatische Prüfeinrichtung für das Wählsystem 55. Ing. Dr. Bundespost 9 (1960) pages 78 à 83
- [7] Paschke, J.: Verkehrs-Meßeinrichtungen für Fernsprech-Wählanlagen. Siemens-Z. 35 (1961) pages 483 à 486

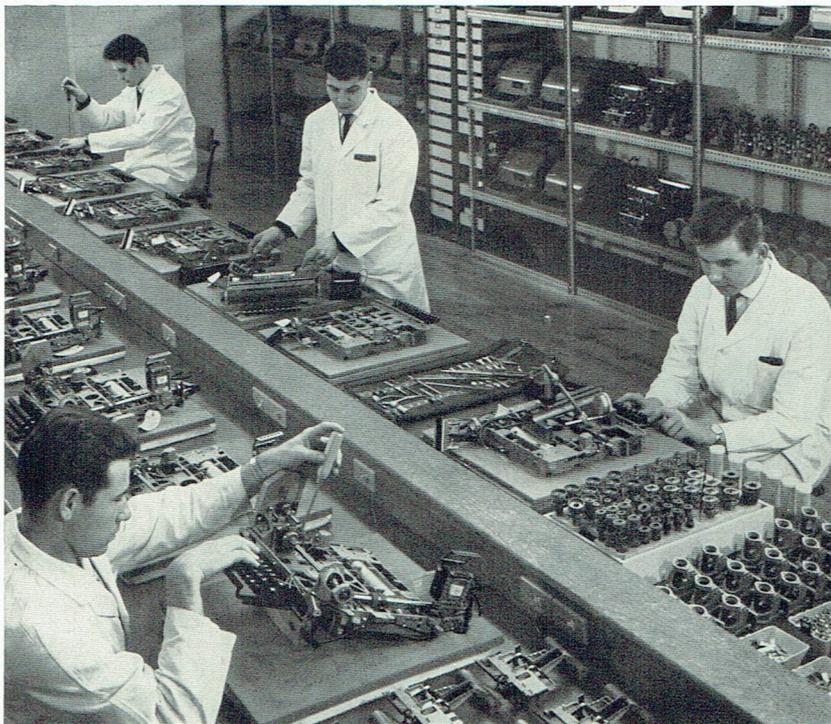
PETITES NOUVELLES

Un atelier de téléimprimeurs en Australie

PAR WALTER HASELOFF

La quantité des téléimprimeurs 100 et des autres appareils télégraphiques de la Maison Siemens introduite en Australie prend de plus en plus d'envergure. Lorsqu'un territoire de vente est aussi éloigné du pays producteur, une coopération technique très étroite doit exister entre le producteur et l'utilisateur pour garantir à longue échéance un service satisfaisant des équipements télégraphiques.

Bien que l'Administration Postale Australienne et l'Overseas Telecommunications Commission, responsable des communications avec l'étranger, disposent d'un personnel technique qualifié et expérimenté, elles ont demandé à la Maison Siemens d'établir un atelier susceptible non seulement d'exécuter dans une certaine mesure le montage et la fabrication des téléimprimeurs, mais d'assurer également les travaux de réparation et d'entretien, ainsi que le service des pièces détachées.



Assemblage du téléimprimeur 100

L'implantation d'un tel atelier fut entreprise en 1960 à Melbourne où se trouvent déjà les bureaux de l'Agence Siemens. L'atelier est abrité dans une construction «shed» (voir figure ci-contre). Les tables, étagères, armoires, établis, etc. ont été acquis en Australie. Les étagères sont montées par exemple avec des cornières préperforées, dont l'usage est très répandu dans ce pays.

La fabrication a pu être mise en route très rapidement, car on se limita d'abord à des travaux qui n'exigeaient que peu d'outillage et de dispositifs spéciaux. Les cotes de fabrication correspondent, comme en Europe, au système métrique. Les instruments de mesure nécessaires au contrôle des téléimprimeurs furent importés d'Allemagne.

Doté de vastes dimensions dès le début, l'atelier atteindra son maximum de production au cours de cette année. Sa capacité a été calculée pour la fabrication des téléimprimeurs, mais également pour les travaux d'entretien et de réparation, c'est-à-dire pour un service après vente digne de la tradition Siemens.

à découper et à coller sur des cartes de fichier

<p> SIEMENS CDU 539.262 BRUNO MOOK</p> <p>Le KRISTALLOFLEX 4, un appareil de haute stabilité pour les procédés d'analyse aux rayons X 5 pages, 9 figures, 1 tableau, bibliographie Revue Siemens 20 (1962) pages 291 à 296</p> <p>La grande précision des procédés d'analyse par rayons X n'est vraiment mise en valeur que si le rayonnement X utilisé est stable, c'est-à-dire si la haute tension et le courant fournis aux tubes sont maintenus constants. Les dispositifs de stabilisation du KRISTALLOFLEX 4 sont conçus de telle façon que la constance de la puissance de rayonnement est assurée même pour une longue durée. La constitution du KRISTALLOFLEX 4 et le fonctionnement de la stabilisation de la haute tension et du courant du tube sont décrits et le résultat d'une mesure de constance de la puissance de rayonnement pendant 20 heures est donnée. En outre, l'influence de l'ondulation de la haute tension appliquée aux tubes à rayons X est mise en évidence à l'aide d'un exemple.</p>	<p> SIEMENS CDU 621.316.92.43:621.313.13.025.3 HANS AMBERGER</p> <p>Détecteur de rupture de phase RM 80 pour la protection des moteurs triphasés contre les dangers de marche sur une phase 2 pages, 5 figures Revue Siemens 20 (1962) pages 304 à 306</p> <p>Lorsqu'on laisse fonctionner des moteurs triphasés sur une phase, on risque inmanquablement leur destruction par un échauffement excessif. Le détecteur de rupture de phase RM 80 permet de réaliser une protection sûre contre la marche sur une phase. Le système de mesure est basé sur la comparaison des courants dans les trois conducteurs et de leur position vectorielle. Afin d'éviter que l'appareil ne déclenche d'une façon intempestive en cas de faute dans le réseau, le relais actionné est temporisé. L'appareil peut se brancher directement ou par l'intermédiaire de transformateurs de courant.</p>
<p> SIEMENS CDU 621.314.224.8 LOTHAR GORYCZKA</p> <p>Transformateurs de courant pour ensembles de comptage haute tension 4 pages, 3 figures, 1 tableau Revue Siemens 20 (1962) pages 296 à 300</p> <p>Les transformateurs de courant pour les ensembles de comptage doivent être conçus de façon à garantir un comptage parfait et aussi précis que possible, dans tous les états de fonctionnement de l'installation. Pour les ensembles de comptage, Siemens a mis au point des transformateurs de courant des séries 10 et 20 kV avec isolateur en résine moulée qui se distinguent par leur grande sécurité de fonctionnement et leurs excellentes qualités métrologiques.</p>	<p> SIEMENS CDU 621.318.1 HELMUT RABL</p> <p>Transfluxors de ferrites Structure, principe de fonctionnement, exigences de construction et matériaux 5 pages ½, 9 figures, 1 tableau, bibliographie Revue Siemens 20 (1962) pages 311 à 316</p> <p>Les transfluxors sont des corps de matériau magnétique à cycle d'hystérésis rectangulaire, comportant deux ou plusieurs circuits directement intercouplés. D'après leur principe de fonctionnement, ce sont des transformateurs, dans lesquels la section du noyau peut être soumise à une pseudo-variation par des impulsions de courant. Lors du choix de leur profil, quelques exigences sont à respecter quant à la longueur des lignes de force magnétiques et aux sections des différents circuits. Des matériaux à rectangularité spontanée ou à direction privilégiée imposée (ferrites de Perminvar à recuit magnétique) se prêtent à la fabrication des transfluxors de ferrites.</p>
<p> SIEMENS CDU 621.395.374 FERDINAND SCHALKHAUSER</p> <p>L'automatisation du trafic téléphonique international en République Fédérale d'Allemagne 4 pages, 1 figure, bibliographie Revue Siemens 20 (1962) pages 300 à 304</p> <p>L'automatisation du trafic téléphonique interurbain en République Fédérale d'Allemagne ne pose pratiquement plus de problèmes. Le trafic international automatique subit une large extension. Grâce à la souplesse de la technique téléphonique allemande, le réseau interurbain national peut être utilisé pour l'écoulement du trafic international. A l'aide d'un schéma d'ensemble, l'exposé traite l'interopération de la technique internationale avec les équipements du trafic national.</p>	<p> SIEMENS CDU 621.395.72 WERNER GRAAP ET RICHARD STOEWER</p> <p>Le millième central téléphonique urbain EMD Siemens 2 pages ½, 4 figures, bibliographie Revue Siemens 20 (1962) pages 321 à 324</p> <p>Au cours de 7 années, 1000 centraux urbains EMD ont été érigés dans les cinq continents. Après avoir donné un aperçu de l'expansion du sélecteur rotatif à moteur à contacts de métal précieux, l'exposé décrit le 1000^{ème} central EMD de Dortmund-Osten qui a été mis en service en novembre 1961. Ce central comprend 10000 abonnés, puis 20000 lors de la dernière étape de construction. Il comportera un service de dérangements et un service de mesure du trafic.</p>
<p> SIEMENS CDU 621.396.61.029.62 ROLF FRICKE ET RÜDIGER SCHÜNEMANN</p> <p>Emetteurs à ondes courtes avec échelle de fréquences préréglées 5 pages, 11 figures Revue Siemens 20 (1962) pages 306 à 311</p> <p>En vue de l'accord plus facile et plus rapide des émetteurs à ondes courtes (1,5 à 30 MHz), on a développé des entraînements à moteur qui permettent de préréglager jusqu'à 10 fréquences d'émission. A la base d'un émetteur de 1 kW, l'exposé décrit la fonction de ces entraînements et montre que de tels émetteurs se prêtent parfaitement à une télécommande sur de grandes distances. La fréquence d'émission préréglée est reproduite avec une erreur inférieure à $1 \cdot 10^{-6}$. Après un changement de fréquence, la puissance d'émission ne varie au maximum que de 10%.</p>	<p> SIEMENS CDU 621.394.324:658.2(94) WALTER HASELOFF</p> <p>Un atelier de téléimprimeurs en Australie ½ page, 1 figure Revue Siemens 20 (1962) page 324</p> <p>En raison de l'ampleur prise en Australie par l'utilisation des appareils télégraphiques Siemens et surtout du téléimprimeur 100, la construction d'un atelier fut entreprise dans ce pays en 1960. Depuis sa mise en exploitation, cet atelier se charge de la fabrication des téléimprimeurs, ainsi que des travaux d'entretien et de réparation.</p>



SIEMENS

CDU 621.316.545:621.315.616.96

ERWIN HARTMANN

**Sectionneurs pour intérieur (séries 10 à 30 kV)
selon les nouvelles normes,
avec isolateurs en résine moulée**

1 page 1/2, 1 figure

Revue Siemens 20 (1962) pages 317 et 318

Du fait des nouvelles recommandations de la C.E.I. et des nouvelles normes allemandes DIN pour les disjoncteurs haute tension, il a été indispensable d'adapter les normes pour les sectionneurs. Les sectionneurs d'après les normes allemandes DIN 43635 correspondent, du point de vue de leur intensité nominale et de leur intensité transitoire nominale, aux nouvelles caractéristiques des disjoncteurs. Les Siemens-Schuckertwerke ont modifié leurs sectionneurs pour les adapter aux nouvelles normes. En même temps, les nouveaux sectionneurs sont construits avec des isolateurs en résine moulée, dont les avantages sont bien connus. Ces nouveaux sectionneurs correspondent aux prescriptions VDE 0111/2.61 pour les séries 10 à 30 kV.



SIEMENS

CDU 681.116

GUIDO LEUPOLD

**Horloge secondaire à programme annuel
pour processus de signalisation et de commande**

1 page, 2 figures

Revue Siemens 20 (1962) pages 318 et 319

Conjuguées avec des relais de commande, les horloges secondaires des installations de distribution d'heure peuvent assurer la mise en circuit et la déconnexion de certains équipements techniques à des intervalles de temps déterminés. Depuis de longues années, Siemens & Halske construit de telles horloges de signalisation à programme quotidien et hebdomadaire. Ces horloges ont été complétées par un modèle spécial à programme annuel, dont la structure et le principe de fonctionnement font l'objet de l'exposé.



SIEMENS

CDU 621.313.323:621.512

HELMUT FISCHER ET ARMIN KÄPPNER

**Moteurs synchrones
pour la commande de compresseurs avec réactions
extrêmement faibles sur le secteur**

2 pages, 4 figures

Revue Siemens 20 (1962) pages 319 à 321

Pour l'exploitation de deux compresseurs entraînés par des moteurs synchrones 900 kW, 6 kV, 167 tr/min dans une grande usine de l'industrie chimique, il a fallu observer des conditions draconiennes en ce qui concerne les réactions des compresseurs sur le secteur. Les auteurs décrivent comment on réalise la synchronisation des moteurs dès le démarrage sous une tension partielle. En réglant la commande pour que les manivelles des deux compresseurs présentent une position angulaire relative bien définie, les fluctuations du courant résultant des irrégularités des mouvements de rotation peuvent être maintenues à une valeur extrêmement faible.