



REVUE SIEMENS

20° ANNEE · 1962 · NUMERO 10 · PAGES 325 à 360

IMPRIME EN ALLEMAGNE

SOMMAIRE

RITTER/ALBERS	Installations électrotechniques du tunnel routier de Rendsburg	327
GEISSING/KOHAUT	Commande instantanée et sans inertie de redresseurs à semi-conducteurs pour des tensions élevées	335
ADLER/BRETSCHNEIDER	Trafic téléphonique automatique sur câbles transatlantiques ...	337
WEBER/GÖTZ	Installation de redresseurs haute tension pour filtres électrostatiques	339
RABL	Transfluxors de ferrites Courbes caractéristiques, exemples d'application	342
BECK	Ventilateur pour la ventilation individuelle de locaux	350
KAISER	Enregistrement direct de plusieurs courbes par jet liquide	353
PALM	Les services de construction pour la technique des télécommunications «Zentral-Konstruktion»	356

NOUVELLES TECHNIQUES

TOSBERG	Eclairage de la route de Poséidon à proximité de l'aérodrome de Hellenikon (Grèce)	360
---------	---	-----



Sur le terrain de l'usine d'appareillage (Schaltwerk) de la Siemens-Schuckertwerke AG à Berlin-Siemensstadt, on a construit de nouvelles installations d'essai et de recherche d'une surface de 40 000 m² (architecte: W. Henn, professeur à l'Ecole supérieure technique de Brunswick). Un long bâtiment de deux étages, deux petits halls et un grand hall («hall parabolique») contiennent les laboratoires de physique et les stands d'essai et de contrôle haute tension (à gauche sur la figure). A droite, on voit les nouvelles installations d'essai et de recherche de haute puissance

REVUE SIEMENS

SIEMENS & HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT · SIEMENS-SCHUCKERTWERKE AKTIENGESELLSCHAFT

BERLIN · MÜNCHEN · ERLANGEN

20^e ANNÉE · 1962

Installations électrotechniques du tunnel routier de Rendsburg

PAR HEINRICH RITTER ET FRIEDRICH ALBERS

Dans le réseau européen des routes de trafic à grande distance, la route E 3 relie les pays scandinaves avec l'Allemagne, la France et l'Italie. Sur le territoire de la République Fédérale d'Allemagne, la route fédérale 77 est utilisée comme artère européenne. Elle se dirige de la frontière germano-danoise vers le sud, via Rendsburg (figure 1). Elle traversait jusqu'à présent le Nord-Ostsee-Kanal à Rendsburg où un pont tournant donnait alternativement accès au trafic du canal de navigation et au trafic routier. En raison de l'accroissement général du trafic, la priorité réservée aux navires entraînait des embouteillages fréquents pour la circulation routière. Un remède efficace à cette situation ne pouvait être apporté que par un croisement dénivelé de la route et du canal. On décida donc de construire un tunnel à travers lequel la route fédérale 77 pourrait passer sous le canal. La figure 2 montre une coupe du tunnel et du canal.

Pour l'exécution de ce tunnel routier moderne, les Services hydrauliques et de la navigation de Kiel confièrent à Siemens & Halske et aux Siemens-Schuckertwerke la planification des installations de télécommunication et à courant industriel, ainsi que la fourniture des équipements suivants:

Installation de régulation du trafic	Installation de distribution basse tension
Installation de comptage du trafic	Installation d'aération
Installation d'alarme	Poste de commande
Installation de mesure d'oxyde de carbone	Eclairage des voies d'accès

Lors de la construction du tunnel à laquelle participa la Siemens-Bauunion, la technique des télécommunications rendit des services considérables pour la mise au point de différents problèmes. Il est intéressant de mentionner à ce sujet la mise en place par flottaison et l'immersion du tronçon central du tunnel, préfabriqué sous forme d'un corps flottant d'une longueur de 140 m et d'un poids dépassant 20000 tonnes¹⁾. Une installation de haut-parleurs aménagée par Siemens & Halske assura la transmission des ordres de commande pour l'actionnement des treuils.

Pour tenir compte de l'augmentation incessante du trafic routier, le tunnel fut prévu avec deux chaussées séparées à deux voies. Chaque chaussée est constituée par une galerie individuelle. Le tunnel orienté en direction nord-sud a une longueur de 640 m et sert uniquement à l'écoulement de la circulation des véhicules. Un tunnel supplémentaire est envisagé à un autre emplacement pour les bicyclettes et les piétons. Les deux galeries sont prolongées dans les deux directions par une rampe à claire-voie de 80 m, qui facilite l'adaptation progressive des yeux à l'éclairage du tunnel. Les rampes ouvertes d'une longueur d'environ 225 à 250 m appartiennent à l'ensemble du tunnel qui mesure au total 1300 m.

De nombreux équipements électrotechniques ont été montés dans les galeries «Est» et «Ouest» pour la sécurité du trafic. Deux stations de service implantées respectivement à la sortie nord et sud du tunnel se chargent de l'exploitation, de la surveillance et de l'entretien de ces équipements.

1) Jäckel, J.: Einschwimmen des Straßentunnels im Nordostseekanal. Siemens-Z. 33 (1959) pages 586 à 588



Fig. 1 Position géographique du tunnel routier de Rendsburg

L'installation de distribution haute tension est logée dans la station de service nord, tandis que le poste de commande général du tunnel est abrité dans la station de service sud. Ce poste comporte tous les systèmes de contrôle et d'affichage affectés à l'installation de régulation du trafic, à l'installation de comptage du trafic, à l'installation d'alarme, à l'installation de mesure d'oxyde de carbone, à l'installation de haut-parleurs et de télévision, ainsi qu'aux différentes installations à courant industriel (aération, éclairage, pompes et alimentation de secours). Le poste de commande occupé jour et nuit régit la circulation des véhicules dans le tunnel et surveille tous les équipements techniques. Ceux-ci sont en grande partie automatisés.

Les stations de service contiennent également les systèmes d'aération pour les deux galeries, les puits d'aspiration pour l'amenée d'air frais, les transformateurs, les

installations de distribution basse tension, les systèmes d'alimentation de secours et les salles de batteries. Un escalier relie les bâtiments des stations à un couloir réservé dans le mur de séparation entre les deux galeries. Ce couloir donne accès immédiat aux galeries par des portes pratiquées à des intervalles réguliers. Au centre du tunnel, le couloir s'élargit en une guérite à partir de laquelle la circulation des véhicules peut être observée. Cette guérite dispose de quelques dispositifs de surveillance branchés en parallèle avec les équipements du poste de commande.

Dans un passage situé au-dessus du couloir d'accès, des herse supportent tous les câbles posés vers les stations de service et les différents équipements.

Installation de régulation du trafic

Dans le tunnel de Rendsburg, il est possible de diriger le trafic simultanément dans les deux galeries ou seulement dans une galerie (figure 3). Des feux et des panneaux de signalisation commandés à partir d'un point central ont été placés dans ce but à l'entrée et à l'intérieur des galeries (figure 4). Cette installation de régulation diffère par ses fonctions des systèmes habituels aménagés aux croisements des rues. Elle est adaptée aux diverses situations du trafic qui peuvent se présenter dans le tunnel.

Le trafic est régi à l'aide d'un clavier de touches encastré dans le pupitre du poste de commande. Un tableau synoptique de tous les signaux et panneaux de signalisation interchangeable fait face à ce pupitre. La figure 5 montre le tableau synoptique sur lequel sont reproduites les galeries «Est» et «Ouest» du tunnel, ainsi que les voies de traverse aux extrémités de celui-ci. Chaque unité de signalisation du tunnel (rouge - jaune - vert) est représentée par des lampes-témoins de même couleur qui s'allument en même temps que les feux correspondants. L'agent responsable peut ainsi superviser aisément la situation du trafic dans le tunnel et à ses abords, ainsi que régler la circulation au moyen du clavier de touches. La même méthode synoptique a été adoptée pour les panneaux de signalisation à symboles interchangeables.

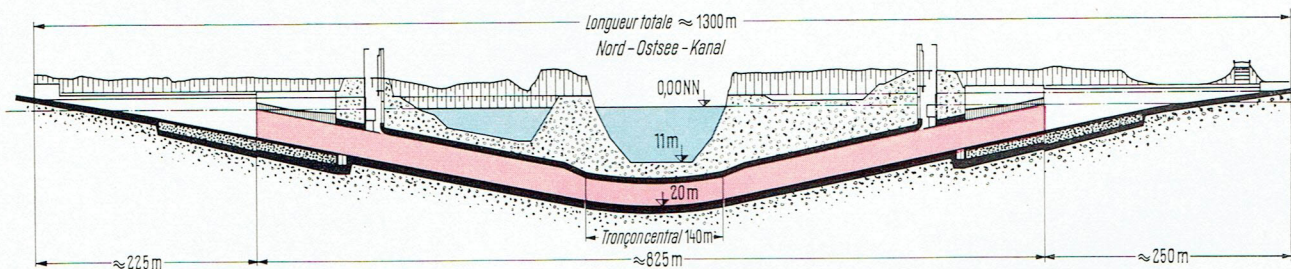


Fig. 2 Coupe du tunnel et du canal de navigation

Une manœuvre bi-touche augmente la sécurité de la commande. Un ordre n'est exécuté qu'après l'actionnement simultané de la touche de commande adéquate et d'une touche de sécurité commune. Selon l'aspect du trafic, on peut réaliser les diagrammes de signalisation suivants:

Passage normal

Dans les deux galeries: «Vert»

Obstacle «Ouest»

Dans la galerie «Ouest»: «feu jaune clignotant», si par exemple un véhicule est contraint de stationner sur la voie de droite et si son conducteur en a informé le poste de commande par l'intermédiaire de l'installation téléphonique

Obstacle «Est»

Dans la galerie «Est»: «feu jaune clignotant»

Obstacle «Est/Ouest»

Dans les deux galeries: «feu jaune clignotant»

Circulation interdite «Ouest»

Entrée de la galerie «Ouest» barrée: «Rouge»

Circulation interdite «Est»

Entrée de la galerie «Est» barrée: «Rouge»

Changement de chaussée «Ouest/Est»

Galerie «Ouest» barrée: «Mise au rouge intégrale»

Circulation bilatérale dans la galerie «Est»: «feu jaune clignotant»

Changement de chaussée «Est/Ouest»

Galerie «Est» barrée: «Mise au rouge intégrale»

Circulation bilatérale dans la galerie «Ouest»: «feu jaune clignotant»

Interdiction complète de la circulation

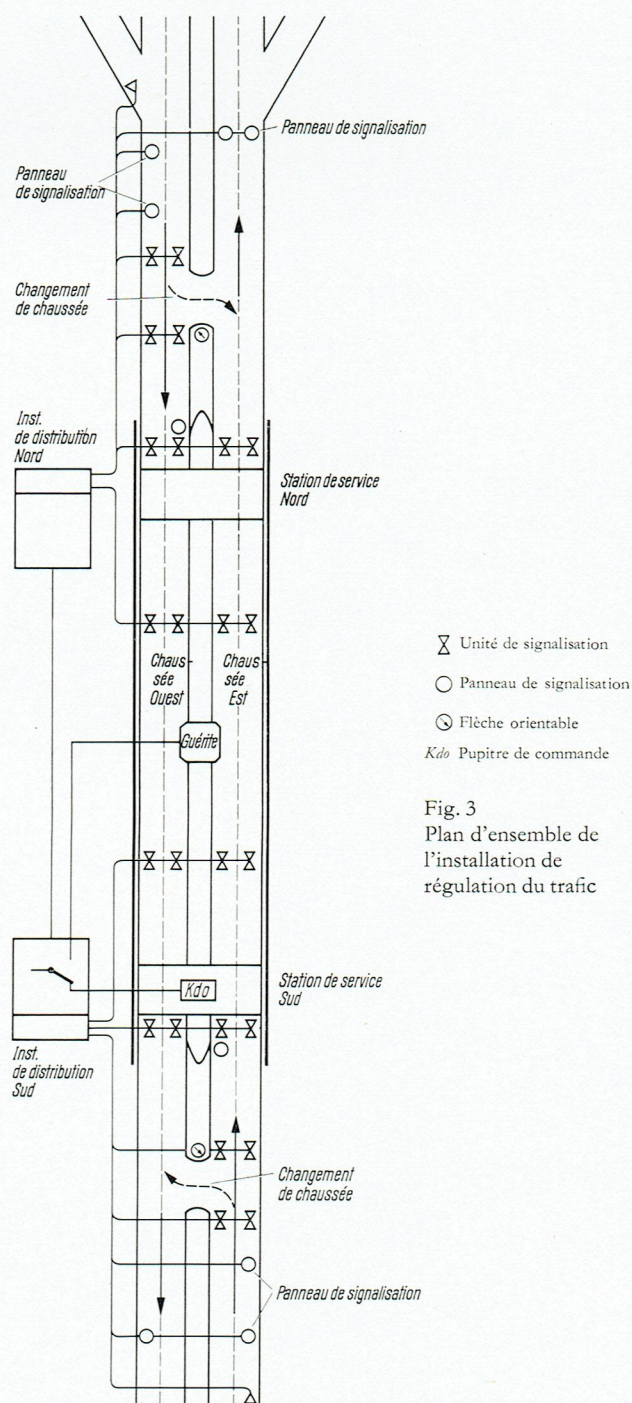
Barrage des deux galeries: «Rouge»

Les règlements de la circulation routière et la commutation de ces diagrammes requièrent d'autres diagrammes pour les phases intermédiaires de signalisation. Pour simplifier le travail de l'agent du poste de commande, l'installation a été conçue de telle façon que les phases intermédiaires se règlent automatiquement, par exemple phases de dégagement «Est» ou «Ouest», préparations pour le changement de chaussée ou pour l'interdiction complète des galeries. Il en résulte 18 diagrammes de signalisation pour la régulation du trafic dans le tunnel. Il est également possible de déconnecter l'ensemble de l'installation.

Les différents diagrammes de signalisation ne feront pas l'objet d'un commentaire détaillé. Il faut toutefois noter qu'ils ne sont pas obtenus uniquement avec les unités de régulation «rouge-jaune-vert», mais de même avec des flèches de direction orientables pour le change-

ment de chaussée et avec des panneaux à symboles interchangeables. Ces panneaux ont été fournis par une maison spécialisée. Ils peuvent afficher différents symboles, par exemple interdiction de dépassement, vitesse 50 km/h, changement de chaussée 100 m, fin de l'interdiction de dépassement, etc. Une information de retour indique la modification du symbole sur le tableau synoptique du poste de commande.

Les diagrammes de signalisation, leurs phases intermédiaires et leur succession chronologique fournissent



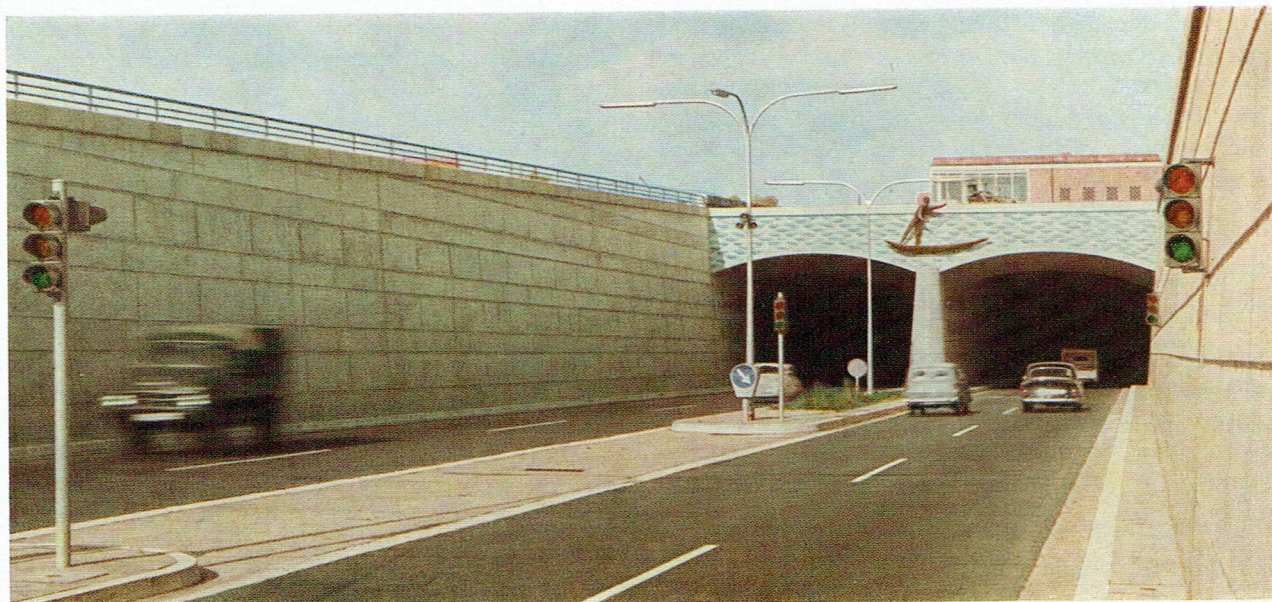


Fig. 4 Signalisation du trafic à l'entrée sud du tunnel

la base du fonctionnement de l'équipement de commande électrotechnique. Après l'actionnement d'une touche de diagramme au pupitre de service, un système sélecteur déclenche les relais affectés au diagramme respectif. Ces relais commandent à leur tour les unités et les panneaux de signalisation à l'aide d'autres relais. Des chaînes de relais spéciales assurent de façon automatique l'insertion des phases intermédiaires et la succession chronologique correcte des diagrammes.

Afin de limiter autant que possible la section des lignes posées vers les unités et les panneaux de signalisation, on a constitué deux groupes de lignes: un groupe pour la section nord du tunnel et un groupe pour la section sud. La station de service Nord ne contient par conséquent qu'un bâti avec les relais de commutation, tandis que la station de service Sud abrite un bâti avec l'équipement de commande complet et les relais de commutation pour

la section sud du tunnel. Les relais de la section nord sont commandés à partir de la station de service Sud, à travers un câble à plusieurs conducteurs. Ce câble sert également à la transmission des informations de retour nécessaires à la surveillance. La tension du secteur est amenée par l'intermédiaire de panneaux de fusibles pourvus d'un dispositif de contrôle pour les disjoncteurs. La coupure d'un disjoncteur allume une lampe-témoin qui facilite ainsi la localisation immédiate du défaut. Une touche spéciale permet de contrôler l'ensemble de l'installation, sans aucun actionnement des signaux dans le tunnel.

Installation de comptage du trafic

Cette installation sert à compter séparément pour chaque direction, tous les véhicules qui circulent dans le tunnel (comptage cumulatif) (figure 6). Il est de plus très important pour l'agent du poste de commande de con-

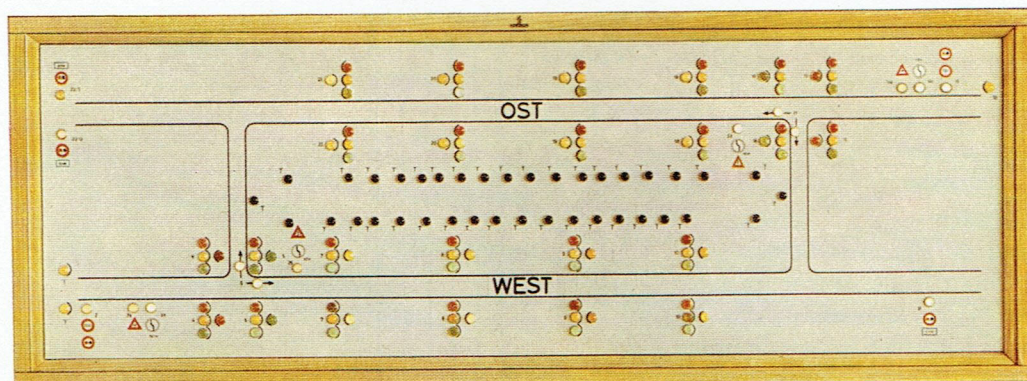


Fig. 5 Tableau synoptique pour la régulation du trafic dans le poste de commande (panneaux 10 à 12 de la figure 10)

naître le nombre des véhicules engagés dans le tunnel, à savoir par direction et par galerie. On utilise dans ce but une méthode de comptage différentiel. Des instruments de mesure indiquent si les galeries du tunnel sont occupées à concurrence de 25%, 50%, 75% ou 100% par les véhicules.

Les critères de comptage sont fournis par les impulsions que les roues des véhicules déclenchent lors de leur passage sur des seuils encastrés dans la voie de droite ou la voie de dépassement de la chaussée. Un étage d'entrée est assigné à chaque seuil dans le bâti de relais de l'installation de comptage. Un convertisseur d'impulsions en aval calcule le nombre des véhicules d'après le nombre d'essieux enregistré et – conformément à la vitesse – l'écart des impulsions. Grâce à l'interprétation séparée des impulsions provenant des seuils d'entrée et de sortie de chaque galerie, un véhicule passant au centre de la chaussée et traversant les deux seuils n'est compté qu'une seule fois. Pour réduire à un minimum le matériel des chaînes de relais, c'est seulement l'impulsion produite par chaque cinquième véhicule qui est retransmise depuis les distributeurs d'impulsions vers les compteurs cumulatifs et les enregistreurs d'impulsions. Les impulsions enregistrées sont interprétées dans un compteur différentiel. La valeur obtenue indiquée par un instrument représente le nombre respectif des véhicules engagés dans la galerie du tunnel.

Un système de correction automatique basé sur des principes acoustiques remet le compteur différentiel en position zéro lorsqu'aucun véhicule ne circule dans le tunnel. On évite ainsi de grandes erreurs d'indication.

Installation d'alarme

En cas de panne ou d'accident, les conducteurs des véhicules peuvent avertir le poste de commande à l'aide d'une installation qui est conçue d'après le système radial de certains centraux avertisseurs d'incendie. On a réparti à cet effet des avertisseurs à boutons-poussoirs le long de la galerie (côté intérieur), à des intervalles de 40 m. L'actionnement d'un avertisseur est annoncé au poste de commande. Chaque avertisseur est logé dans la porte d'une niche qui contient un poste téléphonique autogénérateur, à l'aide duquel le conducteur en difficulté peut communiquer avec l'agent du poste de commande. L'emplacement du poste téléphonique est repéré par une lampe bleue sur le tableau synoptique du poste de commande (figure 5). D'autres niches creusées dans la paroi du tunnel renferment des extincteurs d'incendie. L'ouverture de

leur porte déclenche une alarme au poste de commande par l'intermédiaire d'un contact.

Une installation de mesure d'oxyde de carbone, une installation de haut-parleurs et une installation de télévision contribuent encore à la sécurité du trafic dans le tunnel. Avec l'installation de mesure d'oxyde de carbone, on surveille si l'amenée d'air frais est suffisante ou doit être augmentée. Les haut-parleurs servent à transmettre des instructions aux conducteurs des véhicules. Quant à l'installation de télévision, elle est destinée à l'observation des entrées et sorties du tunnel à partir du poste de commande.

Installations d'alimentation

La figure 7 montre le plan d'ensemble des installations d'alimentation. Lors de l'étude de ces installations, c'est surtout la sécurité de service qui a été prise en considération.

C'est pourquoi l'installation ouverte de 15 kV (dimensionnée pour 20 kV) de la station de service Nord a été exécutée avec des barres omnibus doubles qui sont alimentées par la centrale électrique de Rendsburg à travers une ligne commune haute tension. Seules les cellules de branchement pour la mesure et le comptage ont été équipées de barres omnibus simples. Une de ces cellules comporte entre autres le disjoncteur de branchement qui est commandé par l'alimentation de secours à la défaillance et au retour de la tension du secteur. Quelques cellules sont encore disposées à l'entrée d'alimentation pour certaines dérivations publiques.

En aval du disjoncteur de branchement, deux transformateurs sont alimentés du côté Nord et Sud par les barres omnibus doubles, à travers des sectionneurs avec fusibles. Une distribution basse tension est affectée à

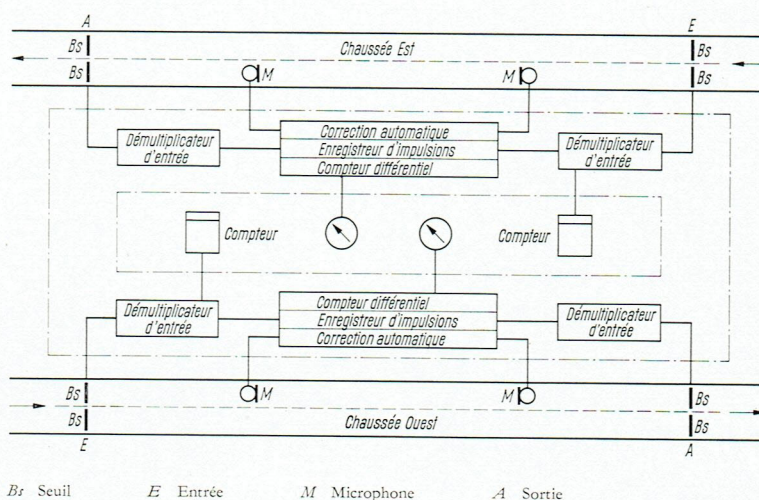
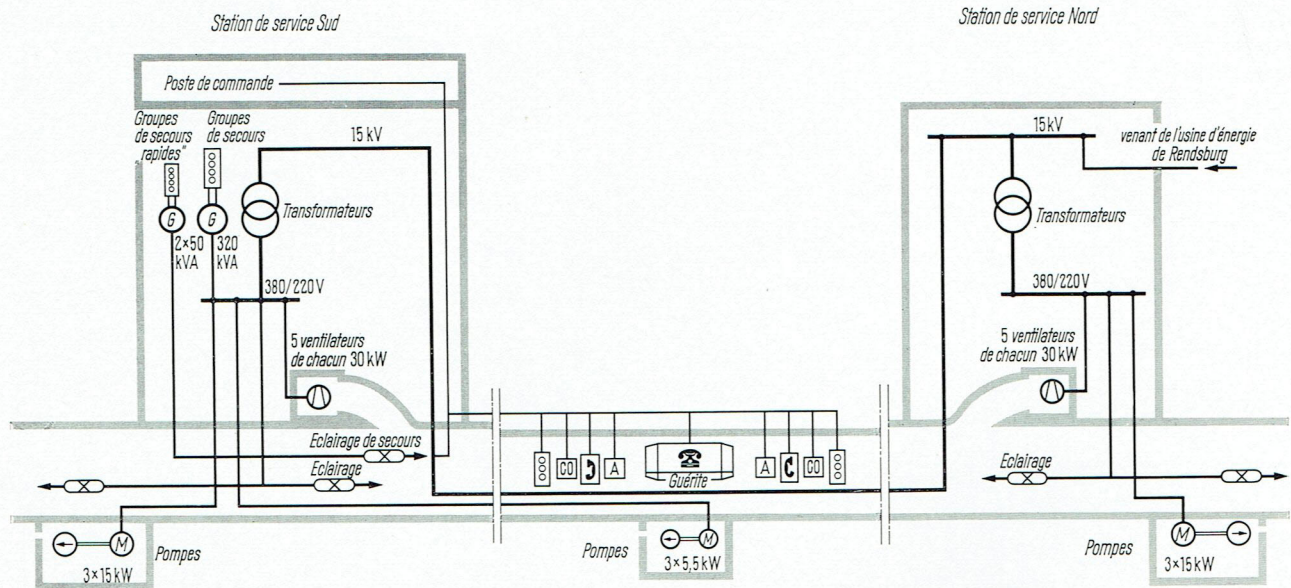


Fig. 6 Plan d'ensemble du comptage du trafic



CO Installation de mesure pour la teneur en oxyde de carbone de l'air du tunnel

Fig. 7 Schéma général des installations électriques

chaque groupe de transformateurs nord et sud, en vue de l'alimentation des galeries.

Les deux arrivées de 15 kV sont toujours interconnectées en boucle. C'est pourquoi il a été inutile d'insérer une barre omnibus double entre les arrivées d'alimentation et les dérivations pour le tunnel. En raison du couplage longitudinal simple, les différentes chaînes de mesure nécessaires à ce point ne sont prévues qu'une fois. La partie de l'installation comportant les dérivations vers les stations Nord et Sud a été pourvue de barres omnibus doubles pour tenir compte de la sécurité de service requise et du régime d'exploitation ininterrompu. En cas de dérangement ou de travaux d'entretien sur une des barres, l'autre barre reste disponible.

Les dérivations entre les transformateurs et les sous-stations comportent des sectionneurs en charge précédés de fusibles. Les sectionneurs sont verrouillés de telle façon par rapport aux disjoncteurs basse tension, qu'ils ne peuvent être actionnés qu'après la déconnexion du disjoncteur. Chaque sectionneur n'enclenche donc que le transformateur en marche à vide.

Les chaînes de mesure destinées au calcul de la consommation d'énergie et aux mesures sont logées dans le couplage longitudinal. Elles évaluent la composante active et réactive, mais également la puissance active maximum. Une deuxième chaîne de mesure sert au contrôle. Le voltmètre de la station de service est complété par un second au poste de commande.

Le disjoncteur du couplage longitudinal remplit les fonctions suivantes :

Lors de la défaillance du réseau d'énergie public, le groupe de secours Diesel se branche comme réserve et alimente les barres basse tension de la station de service Sud. L'alimentation des deux galeries du tunnel est ainsi possible à travers le transformateur sud, l'installation de 15 kV et le transformateur nord. La liaison doit être interrompue vers le réseau, afin de bloquer son accès au groupe de secours Diesel qui serait sinon surchargé. Ce groupe doit être de même déconnecté au retour de la tension du secteur.

Les sectionneurs en charge insérés dans les dérivations en direction des stations de service Nord et Sud, ainsi que le disjoncteur de couplage, sont équipés avec les relais nécessaires à la commande à distance par le poste de commande. Ces relais sont logés dans les armoires des cellules de distribution.

Tous les appareils de coupure sont actionnés à l'air comprimé par des dispositifs de commande.

Comme déjà mentionné, les deux installations de distribution basse tension des stations Nord et Sud assurent chacune l'alimentation d'une galerie de tunnel. L'installation d'alimentation de secours montée dans la station Sud est par contre prévue pour l'ensemble du tunnel. Les installations de distribution sont exécutées sous forme de tableaux en tôle d'acier. Du fait qu'elles comportent les fusibles et les commutateurs pour tous les circuits lumière et force, elles se chargent également de la distribution centrale. Les différents circuits sont actionnés en général à partir du poste de commande, à l'exception des disjoncteurs principaux pour les transformateurs, le groupe de secours Diesel, etc. qui peuvent être manœuvrés à partir du poste de commande et du tableau

de distribution. Afin d'éviter une perturbation réciproque des organes transmetteurs d'ordres, l'installation de distribution dispose d'un sélecteur «local-distance». Pour autant que nécessaire, la tension de commande des contacteurs et des commutateurs du tableau principal de distribution est prélevée directement sur le secteur. Ces contacteurs et commutateurs sont actionnés par le poste de commande à travers des relais intermédiaires de 60 V.

Les dérivations du côté nord ne peuvent pas être actionnées de cette façon par le poste de commande éloigné de 600 m. Celui-ci est par conséquent équipé d'une «télécommande indirecte» avec une batterie de 60 V et des relais auxiliaires. Une batterie semblable est montée dans la station de service Sud pour le programme de commande, ainsi qu'à des fins d'annonce et de signalisation au poste de commande.

L'alimentation du tunnel doit être garantie sans aucune interruption. Lors de la défaillance du secteur public, une interruption se présente jusqu'à ce que le groupe de secours atteigne sa puissance nominale. Deux groupes de secours «rapides» de chacun 50 kVA ont été prévus pour ponter la coupure de l'alimentation. Un moteur asynchrone triphasé entraîne alors un alternateur synchrone triphasé qui, couplé avec une masse centrifuge, lance le moteur Diesel par l'intermédiaire d'un accouplement magnétique lors de la défaillance du secteur. Les deux groupes travaillent alternativement en régime permanent. Le groupe de secours Diesel proprement dit de 320 kVA reprend automatiquement l'alimentation de presque toutes les installations, par exemple éclairage normal, pompes et en partie ventilateurs.

Des condensateurs ont été montés comme étages fixes, en vue de l'amélioration du facteur de puissance des moteurs. La figure 8 montre le tableau de distribution basse tension Sud.

Installation d'aération

Les galeries du tunnel de 640 m de longueur doivent être aérées artificiellement, afin d'évacuer les gaz d'échappement chargés d'oxyde de carbone. On a choisi dans ce but un système d'aération longitudinal qui insuffle un courant d'air puissant dans le sens de la circulation, à l'aide de tuyères encastrées dans le plafond

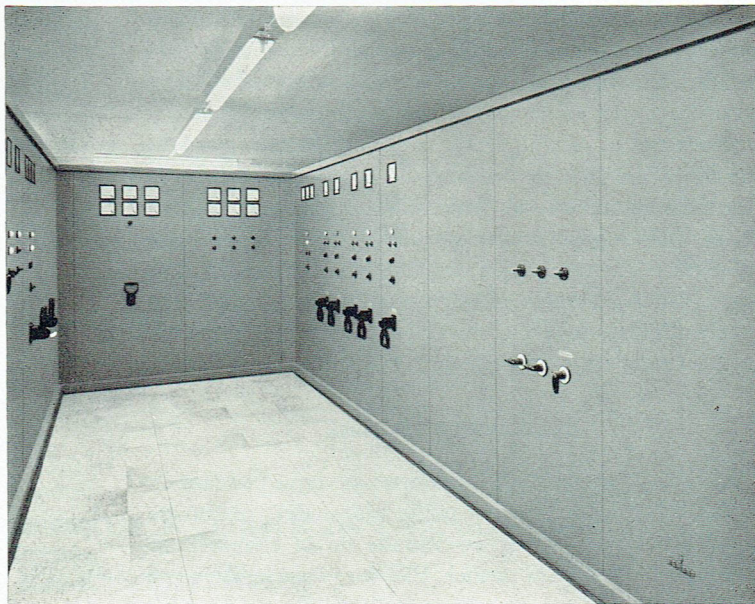


Fig. 8 Tableau de distribution basse tension Sud

à environ 50 m de l'entrée du tunnel. Dans des conditions de trafic normales, ce courant d'air renforce l'action naturelle des véhicules agissant comme pistons. Il est suffisant en présence de conditions défavorables, par exemple forte circulation bilatérale dans une galerie ou occupation complète de la galerie par des véhicules bloqués à la suite d'un accident. Trois ventilateurs axiaux Siemens d'un diamètre de 1,80 m ont été aménagés dans le sens de la circulation au-dessous de chaque galerie du tunnel (figure 9). Les moteurs d'entraînement sont constitués par des moteurs à réducteur à commutation de pôles, avec une puissance individuelle de 30 kW pour une

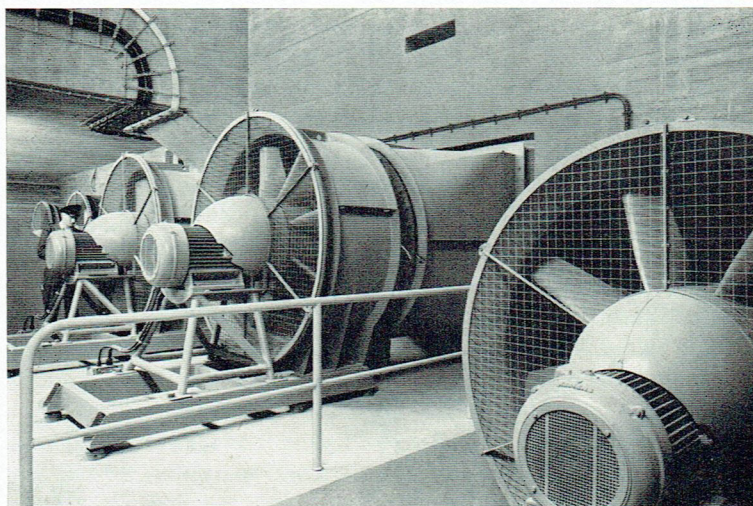


Fig. 9 Ventilateurs axiaux de l'installation d'aération

vitesse des hélices de 636 tr/min. Une puissance de 6 kW environ est encore nécessaire pour une vitesse réduite de moitié. Le débit de chaque ventilateur est de 47 m³/s environ. Il atteint la moitié de cette valeur en fonctionnement au ralenti. Deux autres ventilateurs pouvant insuffler l'air frais à l'opposé du sens de circulation normal sont montés de l'autre côté de la galerie. Ils sont utiles dans certains cas spéciaux, par exemple trafic bilatéral dans une galerie ou direction défavorable du vent. Chaque station de service comporte ainsi cinq unités d'aération (dix au total dans le tunnel) qui satisfont à toutes les exigences de l'exploitation.

Ecoulement des eaux

L'eau qui s'accumule sur les rampes ouvertes pendant de violentes averses est recueillie dans des réservoirs (capacité 20 m³) situés au-dessous de la chaussée au début des galeries du tunnel. Elle est évacuée alors par trois pompes d'une puissance individuelle de 15 kW. Ces pompes démarrent automatiquement en fonction du niveau de l'eau et sont commutées à tour de rôle à des fins d'usure régulière. Un autre groupe de 3 pompes d'une puissance de 5,5 kW est monté au centre du tunnel.

Poste de commande

Comme déjà mentionné, le poste de commande surveille et régit l'ensemble de l'exploitation. Un tableau en tôle d'acier à 21 panneaux (figure 10) est monté en forme de

fer à cheval. L'agent responsable supervise parfaitement tous ces panneaux à partir du pupitre de service. Il dispose d'une très grande facilité de manœuvre pour les signaux du trafic, les haut-parleurs, l'installation de télévision et les postes téléphoniques.

Un tableau lumineux de 3 m de long qui s'étend sur la largeur des panneaux 10 à 12 affiche les informations relatives à l'état de fonctionnement de l'éclairage, de l'éclairage de secours, des signaux du trafic, des haut-parleurs. Il annonce également le décrochage d'un extincteur d'incendie, l'actionnement d'un bouton-poussoir d'alarme et l'utilisation d'un poste téléphonique dans les galeries du tunnel.

Le poste de commande permet de même d'intervenir manuellement dans les installations à fonctionnement automatique. La mise en service et la commutation des pompes, des groupes de secours, ainsi que l'actionnement à distance des disjoncteurs haute tension ont été déjà décrits ci-dessus.

Eclairage des voies d'accès

Vu l'importance du tunnel appartenant à une artère européenne, ses voies d'accès ont été pourvues d'un éclairage adéquat. Ces voies sont constituées par deux chaussées de 7,5 m de large, séparées par une bande médiane relativement étroite. Des poteaux à crosse de 9,5 m de haut ont été posés le long des voies d'accès et équipés de luminaires à miroir pour deux lampes

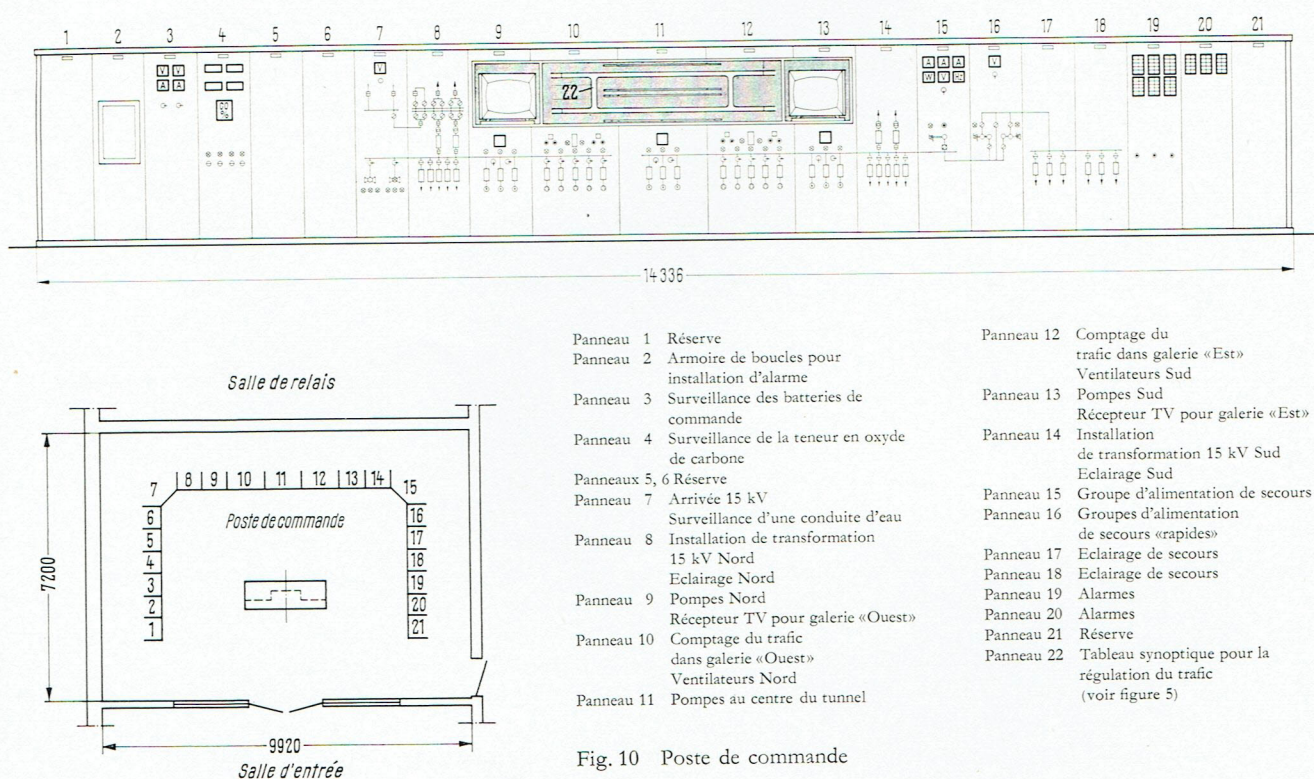


Fig. 10 Poste de commande

fluorescentes de 65 W à couche réfléchissante. Ces poteaux sont placés de chaque côté de la voie tous les 40 m et décalés les uns par rapport aux autres. Grâce aux traverses de 2 m inclinées de 15° en direction du sol, une grande partie du flux lumineux parvient sur la chaussée. Un bon éclairage est ainsi garanti sans aucun risque d'éblouissement. En effet, les luminaires sont conçus de telle façon qu'aucun rayon lumineux direct n'existe pour des angles de vision plats. L'éclairement moyen est de 10 lux sur les deux chaussées, ce qui

correspond à une répartition uniforme de 1 : 6, respectant les directives DIN 5044 fixées pour l'éclairage des rues. Cette uniformité donne un bon aperçu de la chaussée à une grande distance.

Dans les voies d'accès à une chaussée, on a planté des poteaux à crosse de 7,5 m de haut avec des luminaires à miroir de 40 W. Ces poteaux espacés de 30 m se trouvent sur le côté droit de la chaussée. Ils fournissent un éclairement moyen de 7 lux environ.

Commande instantanée et sans inertie de redresseurs à semi-conducteurs pour des tensions élevées

PAR HEINRICH GEISSING ET JOHANNES KOHAUT

Les redresseurs pour haute tension servent à l'alimentation en courant de dispositifs expérimentaux, d'installations d'essai et d'installations industrielles, d'installations de condensateurs fonctionnant en régime d'impulsions, de filtres électrostatiques, de fours de fusion à faisceaux électroniques, d'émetteurs de radio-diffusion, etc. Dans ces différents cas, on utilise de préférence des redresseurs au sélénium, qui s'adaptent très facilement aux conditions d'intensité et de tension, du fait qu'ils sont constitués par des éléments séparés que l'on peut combiner de différentes façons. La grande capacité de surcharge des valves au sélénium permet de réaliser une protection relativement simple de telles installations de redresseurs. Le réglage de la tension redressée fournie peut être obtenu par réglage de la tension d'alimentation, par exemple, en utilisant des transformateurs réglables ou des transducteurs.

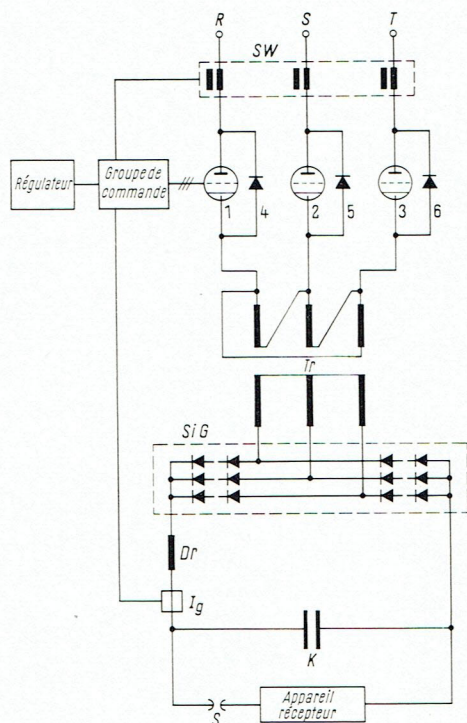
Depuis quelques années, on utilise comme redresseurs de puissance surtout des diodes au silicium. La tension inverse élevée et la grande densité de courant, combinées avec les faibles pertes dans le sens direct et dans le sens inverse, permettent de construire des installations de redresseurs au silicium ayant un rendement et un encombrement beaucoup plus favorables que ceux des autres types de redresseurs. Malgré ces excellentes qualités, on ne peut pas utiliser les diodes au silicium partout dans les appareils haute tension, parce que les pannes sur les récepteurs à courant continu exigent une protection instantanée. Les fusibles extra-rapides ou les court-circuiteurs que l'on utilise couramment pour les faibles tensions ou les moyennes tensions, ne sont pas toujours utilisables pour les tensions élevées. Les transformateurs réglables ou les transducteurs utilisés pour régler la tension d'alimentation ne peuvent pas non plus

être employés pour cette protection instantanée, car leur vitesse de réglage est trop faible pour répondre aux impératifs du problème.

Dans de nombreux récepteurs à courant continu de haute tension, on est obligé de compter sur de nombreux courts-circuits en service normal, comme c'est le cas par exemple lorsque l'on provoque périodiquement la décharge d'une batterie de condensateurs. Dans ce cas, on ne peut obtenir une protection des redresseurs alimentant les condensateurs et du récepteur que par un blocage instantané et sans aucune inertie de l'alimentation en courant alternatif.

Les redresseurs à vapeur de mercure à grille de commande, ainsi que les nouveaux redresseurs au silicium à électrode de commande peuvent être bloqués très rapidement à l'aide de leur grille de commande, mais, lorsqu'on construit un redresseur haute tension avec des valves à grille de commande, les différents éléments et dispositifs auxiliaires nécessaires pour la commande doivent être branchés sur un potentiel élevé, ce qui entraîne une structure compliquée et un grand encombrement.

Si l'on emploie toutefois ces valves à grille de commande comme organe correcteur dans les lignes amenant le courant à l'enroulement côté secteur du transformateur d'alimentation du redresseur, on obtient également une vitesse de commande et de réglage élevée, mais une construction beaucoup plus simple du fait que les installations sont des installations basse tension. Comme redresseur haute tension, on peut alors utiliser un redresseur à semi-conducteur sans grille de commande, par exemple un redresseur au silicium et on peut bénéficier de tous les avantages de ce type de redresseur.



SW Transformateur de courant pour mesurer l'intensité de l'installation
1 à 3 Valves à grille de commande
4 à 6 Valves non commandées
Tr Transformateur de redresseur
SiG Redresseur au silicium
Dr Self d'égalisation
Ig Mesure du courant de charge des condensateurs
K Batterie de condensateurs
S Eclateur

Fig. 1 Redresseur haute tension avec commande par valves à grille de commande sur le côté secteur

Dans chaque ligne d'amenée du courant triphasé, il faut prévoir deux valves branchées en opposition. On obtient une solution particulièrement intéressante et économique lorsque chaque couple de valves est constitué par une valve à grille de commande et une valve non commandée. Pour des puissances moyennes, un tel couple de valves sera constitué par une valve au silicium à électrode de commande montée en opposition avec une diode au silicium et, pour des puissances plus grandes, le couple sera constitué par un redresseur à vapeur de mercure à grille de commande monté en opposition avec une diode au silicium. Les valves à grille de commande ne subissent aucune fatigue électrique dans ce montage, étant donné qu'il n'y a pas de tension inverse, de sorte qu'il ne peut pas se produire de réamorçage.

A l'aide de la commande par grille des trois redresseurs à grille de commande prévus dans les amenées de courant, on peut faire varier la tension continue pra-

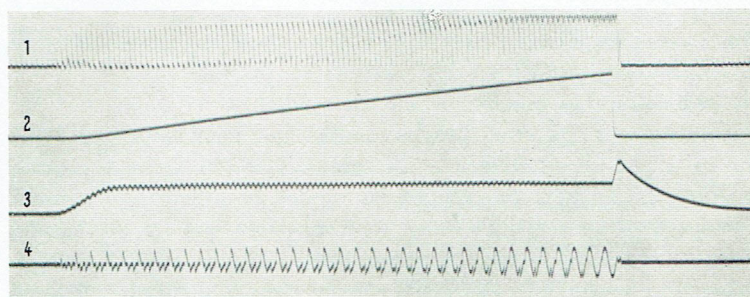
tiquement sans aucune inertie entre 0 et 100%. En combinaison avec un système de grille de blocage électronique branché en amont du système de réglage, on obtient un commutateur statique instantané.

Grâce à ce système de réglage et de commutation à action instantanée, on peut construire dorénavant des redresseurs haute tension pour toutes les puissances à l'aide de diodes au silicium, sans qu'il soit nécessaire de prendre d'autres précautions.

A titre d'exemple, nous pouvons citer un redresseur haute tension asservi utilisé dans une installation pour charge de condensateurs. De telles installations haute tension doivent remplir surtout deux conditions: la batterie de condensateurs doit être chargée dans un temps déterminé avec une intensité constante pour être amenée à une tension donnée; et le redresseur haute tension ne doit pas subir de surcharge lorsque la batterie de condensateurs est déchargée en régime d'impulsion.

La figure 1 montre le schéma d'une telle installation. Dans les lignes amenant le courant à l'enroulement basse tension du transformateur du redresseur, se trouve disposé un organe correcteur ou organe de réglage constitué par trois couples de valves montées en opposition. La tension alternative appliquée au transformateur est réglée par les trois valves à grille de commande. Les impulsions d'amorçage pour la commande de grille des valves sont fournies par un groupe de commande de grille à transistors combiné avec un système de blocage de grille électronique.

Sur le côté haute tension du transformateur du redresseur, se trouve branché un redresseur haute tension au silicium, qui charge la batterie de condensateurs par l'intermédiaire d'une self d'égalisation. Le régulateur branché en amont du groupe de commande à transistors maintient le courant de charge constant, de sorte que, pendant l'opération de charge, la tension aux bornes du condensateur augmente d'une façon à peu près linéaire de 0 à une valeur maximale réglable.



1 Tension non égalisée
2 Tension redressée égalisée
3 Courant continu
4 Tension sur un enroulement du transformateur

Fig. 2 Charge d'un condensateur avec courant de charge constant et coupure de l'installation en cas de court-circuit du récepteur

La décharge du condensateur se produit par l'intermédiaire d'un éclateur. Pour éviter une surcharge des redresseurs pendant cette décharge, les grilles des valves à commande par grille sont bloquées au moment de l'impulsion. Ceci a pour effet de couper rapidement l'installation du secteur. A cet effet, le courant continu est mesuré par un transformateur de courant qui envoie une tension proportionnelle à l'intensité au système de blocage de grille. Lorsque la tension dépasse la valeur de réponse du système de blocage de grille, il ne se produit plus d'impulsion d'amorçage dans le groupe de commande à transistors, de sorte que les valves restent bloquées.

Pour la protection de l'installation haute tension, un transformateur de courant mesure le courant qui circule dans l'installation et une tension continue proportionnelle au courant de l'installation est envoyée au système de blocage de grille. Grâce à cette mesure, on protège le

redresseur haute tension ainsi que le transformateur correspondant.

L'oscillogramme de la figure 2 a été relevé sur un redresseur haute tension de ce type. Il montre la tension continue aux bornes du redresseur et du condensateur, ainsi que le courant dans le condensateur et la tension alternative côté secteur du transformateur pendant une opération de charge et de décharge.

Le procédé de commande décrit ci-dessus ne se prête pas seulement à la protection de redresseurs haute tension, mais il peut être utilisé d'une façon générale pour toutes les alimentations en courant continu dans lesquelles les valves à grille de commande usuelles ne peuvent pas être utilisées d'une façon économique dans des montages de redresseurs, parce qu'elles ne sont pas utilisées à leur pleine capacité du point de vue de l'intensité ou de la tension.

Trafic téléphonique automatique sur câbles transatlantiques

PAR ROMAN ADLER ET HANS BRETSCHNEIDER

Les câbles transatlantiques modernes posés entre l'Europe et l'Amérique du Nord ont créé des voies de transmission excellentes pour le trafic téléphonique. Ce trafic jusqu'alors manuel peut devenir ainsi automatique et des liaisons d'envergure mondiale peuvent être établies pour la première fois automatiquement. En République Fédérale d'Allemagne, le trafic transatlantique s'écoulera d'abord de façon semi-automatique à travers le bureau tête de ligne internationale de Francfort (Main), auquel les abonnés peuvent accéder par l'intermédiaire du central automatique international et des centraux interurbains (figure 1). Les équipements nécessaires pour le trafic automatique transatlantique ont été développés par Siemens & Halske en coopération serrée avec l'Administration des PTT Allemande. Ils seront mis en service au début de 1963. Après des travaux adéquats de mise au point, une sélection directe par les abonnés sera également possible à cet échelon de trafic [1].

Généralités

Le trafic téléphonique automatique avec l'Amérique du Nord relie les réseaux déjà étroitement conjugués des Etats-Unis et du Canada avec les réseaux nationaux des pays de l'Europe Centrale et Occidentale.

La technique interurbaine automatique des Etats-Unis et du Canada est fondée sur une sélection codée multifréquence, ainsi que sur un nombre de chiffres fixe pour les indicatifs et les numéros d'appel des abonnés. Les réseaux

des pays européens sont coordonnés par un système de lignes continental travaillant avec une sélection codée bifréquence d'après les recommandations du CCITT. Ils diffèrent par leurs structures et leurs plans de numérotation. Ils sont indépendants quant à leur numérotation et beaucoup plus souples que le système américain quant au nombre de chiffres des indicatifs et des numéros d'appel. Une telle élasticité facilite la sélection directe jusqu'aux postes d'abonnés des installations à postes supplémentaires qui a déjà été introduite dans quelques réseaux [2].

Le parcours de transmission entre Francfort (Main) et New York (White Plains) longe 7500 km, dont environ 4000 km sont constitués par des câbles sous-marins. On dispose au total de 48 voies téléphoniques d'une largeur de bande de 3000 Hz. Attendu que chaque conversation se compose d'environ 60% de pauses entre les syllabes et les mots, des équipements TASI* implantés à Paris et à White Plains cherchent une voie momentanément non occupée par des mots ou par des signaux et branchent celle-ci sur une ligne demandée [3, 4]. Les 48 voies peuvent ainsi être exploitées avec un nombre approximativement double de liaisons.

Un plan de critères spécial a été établi pour le trafic automatique sur les lignes bilatérales du parcours transatlantique. Il sert de base au développement des équipements du central téléphonique transatlantique (TAT) de Franc-

* TASI Time Assignment Speech Interpolation

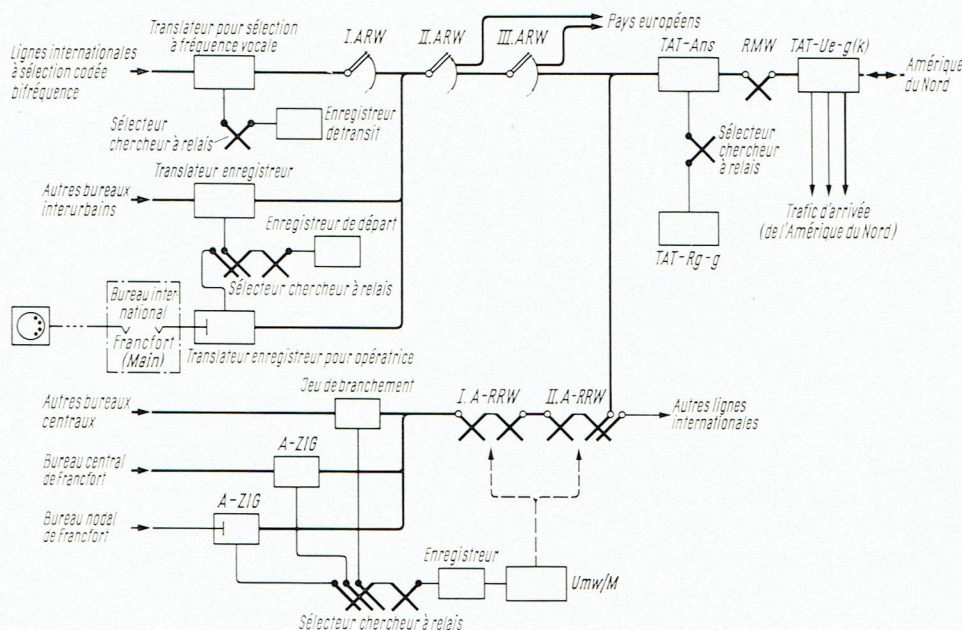


Fig. 1 Liaisons téléphoniques de départ vers l'Amérique du Nord. En haut à gauche, partie semi-automatique (sélection par les opératrices); en bas à gauche, partie automatique (sélection automatique par les abonnés)

fort (Main). Pour la transmission des informations de sélection, on utilise un code à «2 de 6» fréquences vocales situées entre 700 et 1700 Hz. On obtient ainsi les chiffres de sélection et un critère de fin de numérotation, ainsi que – en direction de l'Europe – les chiffres 11 et 12 pour les liaisons entre les centraux interurbains. Le mélange de fréquence représentant chaque chiffre de sélection est transmis sous forme d'une impulsion d'environ 50 ms de longueur. Afin que le système TASI retransmette ces courtes impulsions correctement, le parcours doit être interconnecté dans la section TASI. C'est pourquoi la série complète des chiffres enregistrée dans le central de départ est émise comme série d'impulsions continue avec des pauses d'environ 50 ms, directement après le processus d'occupation.

Les critères de surveillance pour les lignes et les conversations ont une fréquence de 2400 Hz et de 2600 Hz. Le critère d'occupation et son accusé de réception sont envoyés d'après la méthode «d'émission sur invitation», afin de permettre l'identification des occupations dans la direction opposée et la sélection à travers les voies TASI. La même méthode est adoptée pour le critère de libération et son accusé de réception. La longueur des autres impulsions garantit la commande des équipements au-delà de la section TASI.

Ecoulement du trafic

Lors de l'établissement d'une liaison téléphonique vers l'Amérique du Nord, les équipements TAT sont atteints par l'intermédiaire des sélecteurs du bureau central tête de ligne internationale de Francfort (Main) (figure 1). Ils sont par conséquent accessibles à partir du central international de Francfort, des autres centraux interurbains de la République Fédérale d'Allemagne et de tous les pays raccordés par des lignes à sélection codée CCITT. Un jeu de branchement TAT invite un enregistreur TAT pour trafic de départ à extraire les indicatifs hors de l'enregistreur en amont respectif et à les retenir. Après l'absorption de tous les chiffres, l'enregistreur TAT occupe le translateur TAT à travers un sélecteur mélangeur à relais et envoie la tonalité d'occupation de 2400 Hz. Dès qu'il a reçu ce signal, le central transatlantique de New York émet une tonalité d'accusé de réception de 2600 Hz. Le translateur TAT de Francfort reçoit cette tonalité et incite l'enregistreur TAT à transmettre immédiatement les informations de sélection. Du fait que le système TASI maintient pendant encore 250 ms environ l'occupation de la voie correspondante après une tonalité vocale ou un critère d'au moins 50 ms et que l'enregistreur envoie les informations de sélection déjà 60 à 100 ms après la tona-

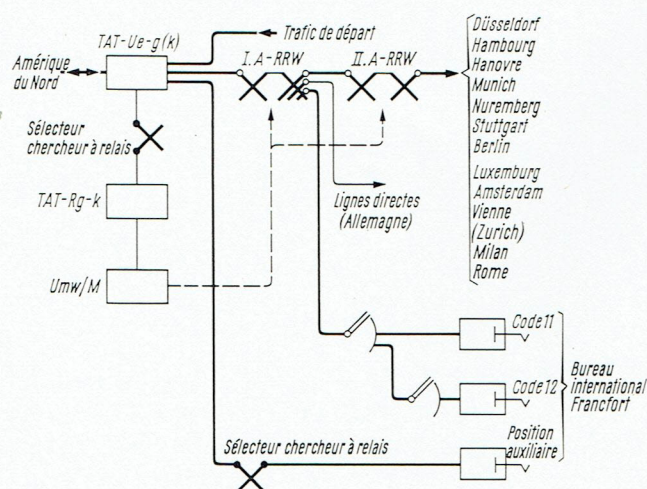


Fig. 2 Liaisons téléphoniques en provenance de l'Amérique du Nord

lité d'occupation, la voie reste branchée pour la durée de la sélection. L'enregistreur provoque ensuite la commutation du jeu de branchement en régime « conversation » et se déconnecte.

Si l'enregistreur de Francfort reçoit la même fréquence (2400 Hz) après l'envoi de la tonalité d'occupation, c'est qu'une occupation existe dans la direction opposée. Le jeu de branchement libère le translateur TAT et cherche une autre voie de jonction à travers le sélecteur mélangeur à relais.

En cas d'une liaison provenant de l'Amérique du Nord, le translateur TAT se branche sur un enregistreur pour trafic d'arrivée et émet le critère d'accusé de réception (voir figure 2). L'enregistreur absorbe alors les informations de sélection de la façon déjà décrite ci-dessus et entreprend l'établissement de la liaison avec un traducteur central dès les premiers chiffres. Des sélecteurs d'acheminement avec relais rapides à contacts de métal précieux (relais ESK) [5] assurent l'accès au réseau interurbain automatique allemand, aux positions du central international, aux lignes à sélection codée bifréquence du réseau européen et aux lignes à sélection par impulsions en direction des pays voisins de l'Allemagne. Une sélection

à code multifréquence (MFC) est de plus déjà prévue dans les enregistreurs TAT pour l'établissement futur des liaisons transatlantiques avec le réseau européen [6].

Une chaîne de six récepteurs sélectifs à fréquence vocale se charge de la réception des informations de sélection en provenance de la section transatlantique. Ces récepteurs sont équipés de systèmes de contrôle pour la protection contre les tensions perturbatrices. Dans les enregistreurs, des systèmes de surveillance empêchent les risques de blocage – dus à des dérangements – du câble transatlantique et de ses ensembles terminaux. Le système TASI est complété par des étouffeurs d'écho.

Bibliographie

- [1] Schalkhauser, F.: L'automatisation du trafic téléphonique international en République Fédérale d'Allemagne. *Rev. Siemens* 20 (1962) pages 300 à 304
- [2] Töpfer, H. et Rohde, K.: Sélection directe jusqu'au poste supplémentaire – est-ce un problème pour les centraux téléphoniques publics? *Rev. Siemens* 19 (1961) pages 223 à 229
- [3] O'Neill, E. F.: TASI. *Bell Laboratories Record* 37 (1959) pages 83 à 87
- [4] Bullington, K. et Frazer, J. M.: Engineering Aspects of TASI. *Bell System Technical Journal* 38 (1959) pages 353 à 364
- [5] Kuhn, B. et Villmann, W.: ESK-Richtungswähler für die Vermittlungstechnik. *Siemens-Z.* 36 (1962) pages 277 et 278
- [6] Pausch, H., Pfau, A. et Pfeleiderer, F.: Ein Mehrfrequenzcode-Wählverfahren für weltweiten Fernsprechwahlverkehr. *Nachrichtentechn. Z.* 14 (1961) pages 560 à 566

Installation de redresseurs haute tension pour filtres électrostatiques

PAR JÜRGEN WEBER ET GEORG FRIEDRICH GÖTZ

Les filtres électrostatiques (figure 1) constituent la principale application industrielle de l'électrostatique à l'heure actuelle. Dans les filtres électrostatiques des courants gazeux sont ionisés par décharge par effet corona sur des pointes ou des fils minces et les particules liquides ou solides contenues dans le gaz viennent se déposer dans un champ électrostatique intense sur des électrodes en forme de plaques appropriées (figure 2). Après différents essais, par exemple avec des machines électrostatiques ou avec des machines fournissant des tensions transitoires, on utilise à l'heure actuelle pour l'alimentation des filtres électrostatiques des installations de redresseurs haute tension avec semi-conducteurs et principalement avec des redresseurs au sélénium.

La puissance des installations de redresseurs haute tension est calculée d'après la puissance à fournir à la décharge par effet corona dans le filtre. Cette puissance à fournir par effet corona dans un filtre est en général répartie entre plusieurs redresseurs. En effet, pour obtenir un degré de séparation élevé, il est souvent indiqué d'alimenter séparément les différentes zones d'épuration du filtre.

Différents types d'appareils

Du fait des différences que présentent la taille, la conception et l'alimentation des filtres électrostatiques industriels, les puissances de ces appareils doivent s'échelonner sur une gamme importante entre 5 et 150 kVA (voir figure 3).

Pour des raisons de simplicité, les installations de redresseurs pour des puissances jusqu'à 30 kVA ont été prévues pour branchement sur une alimentation monophasée avec des redresseurs haute tension montés en pont monophasé. Pour des puissances de 50 kVA et plus, on préfère prévoir une alimentation triphasée avec des redresseurs haute tension montés en pont triphasé, ceci surtout pour obtenir une charge symétrique du secteur.

La série d'appareils comporte quatre modèles de base avec des puissances de 5, 10, 20 et 30 kVA pour branchement monophasé et 4 autres modèles pour 50, 75, 100 et 150 kVA pour branchement triphasé.

Les puissances indiquées se rapportent à la puissance nominale absorbée par les transformateurs haute tension.

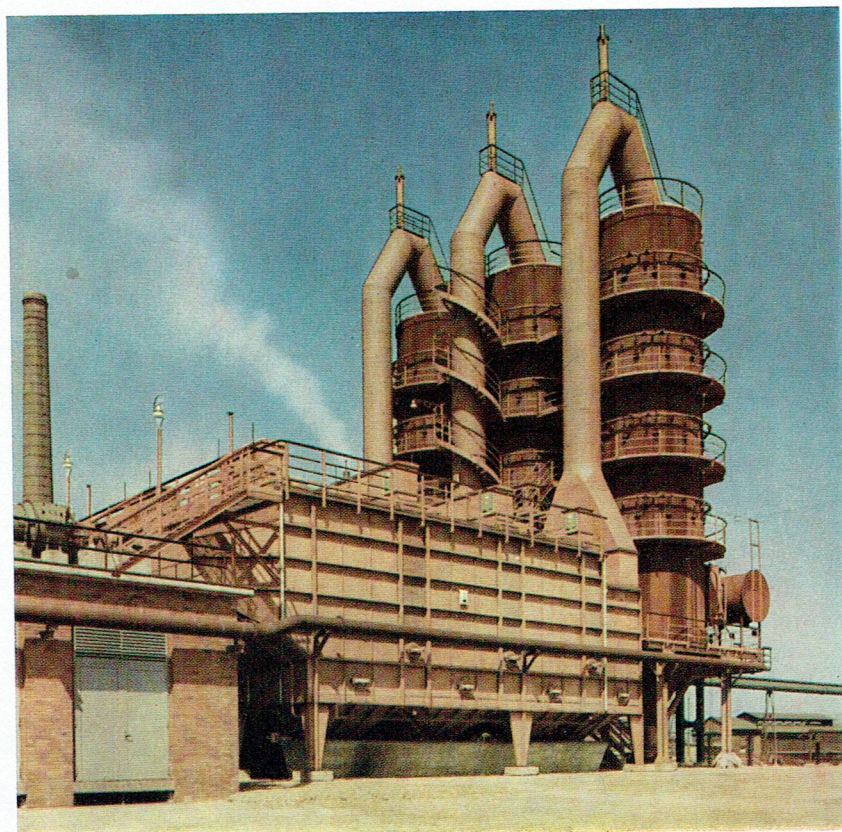


Fig. 1 Filtre électrostatique Lurgi pour l'épuration des gaz de haut fourneau dans une aciérie

La puissance délivrée est déterminée par l'intensité admissible dans les redresseurs. Dans les appareils les plus petits des 2 séries, ces intensités sont respectivement de 0,08 et de 0,65 A. Pour les appareils plus importants, les intensités augmentent proportionnellement à la puissance primaire.

La tension continue maximale fournie par les appareils a été fixée uniformément à 76 kV, en cas d'une charge parfaitement capacitive. Si la charge du filtre est une charge mixte, ohmique et capacitive, les valeurs moyennes des tensions continues des appareils monophasés sont plus faibles que les valeurs moyennes des appareils triphasés, ceci en raison des ondulations plus fortes du courant fourni par les installations monophasées.

Lors de la mise au point de cette série d'appareils, on s'est efforcé surtout d'utiliser le type de redresseur le mieux approprié. Les courts-circuits qui se produisent normalement en cours de service dans les filtres électro-

statiques provoquent des fatigues extrêmement importantes par les intensités et les tensions; étant donné que l'on désire avoir un amortissement interne de l'intensité et des tensions par effet ohmique, on choisit de préférence des redresseurs au sélénium. L'emploi du silicium pour les redresseurs fait également l'objet d'expériences dans les électrofiltres et on étudie les conditions d'emploi particulières.

Pour la construction des appareils, il est apparu intéressant de limiter la hauteur des appareils. C'est pourquoi on a renoncé à l'emploi des isolateurs de traversée normaux pour transformateurs qui communiquent avec le conservateur d'huile. On a mis au point un isolateur de traversée avec une charge d'huile indépendante. On évite ainsi de prévoir une liaison entre l'isolateur de traversée et le conservateur d'huile, de sorte que la hauteur du conservateur peut être réduite au minimum.

Pour le transformateur haute tension et sa cuve, on a pu utiliser des éléments standardisés employés normalement pour les transformateurs. En outre, il a été possible de constituer – sauf pour le modèle le plus petit – les différents redresseurs à l'aide de colonnes de plaquettes qui contiennent uniquement deux tailles différentes de plaquettes de sélénium, que l'on branche ensuite en série ou en parallèle. Malgré ce petit nombre d'éléments standard

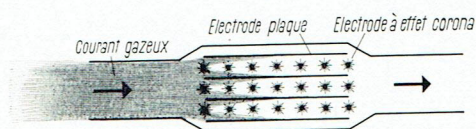


Fig. 2 Principe des filtres électrostatiques

de base, seul l'appareil le plus gros (150 kVA) exige la mise en parallèle de plus de 2 colonnes de redresseurs. Grâce au branchement triphasé employé pour des puissances au-dessus de 50 kVA, on obtient avec la même structure d'une tranche de redresseur un courant continu une fois et demi plus élevé que dans un appareil monophasé. Dans tous les appareils, les redresseurs sont branchés en pont monophasé ou en pont triphasé.

Chaque redresseur est subdivisé selon la taille de l'appareil et le branchement en 2 ou 3 jeux identiques. La partie active du transformateur et l'ensemble de redresseur qui en est solidaire, est reliée au couvercle de la cuve qui porte également les autres éléments du circuit principal, tels que les fusibles contre les surtensions, le dispositif de mesure et les bornes de raccordement (figure 3). Dans tous les appareils, le pôle positif de la sortie haute tension est mis à la terre tandis que le pôle négatif est relié à l'isolateur de traversée. La figure 4 indique le schéma d'un redresseur triphasé.

Pour obtenir un fonctionnement parfait de l'installation de redresseurs et du filtre, il est indispensable de prévoir une surveillance constante des tensions et des intensités. C'est pourquoi on tient essentiellement à mesurer les valeurs à la sortie. Les appareils comportent un diviseur de tension ohmique qui permet de contrôler la moyenne arithmétique de la haute tension à l'aide d'un appareil à cadre mobile monté en parallèle sur la résistance de protection côté basse tension. La mesure du courant continu se fait à l'aide d'un shunt ne présentant que très peu d'inductance. Pour protéger l'appareil de mesure contre les surintensités en cas de court-circuit dans le filtre, on branche en parallèle avec cet appareil, soit des cellules de redresseurs, montées dans le sens direct qui reçoivent en service normal une tension inférieure à la tension de seuil, ou bien on utilise des diodes de Zener.

Evacuation de la chaleur due aux pertes

Le problème de l'évacuation de la chaleur due aux pertes dans les redresseurs est analogue aux mêmes problèmes que l'on rencontre dans les transformateurs. On dispose de trois possibilités pour le refroidissement:

Refroidissement naturel de l'huile de la cuve grâce à une cuve avec des faisceaux de tubes de refroidissement;

Circulation forcée de l'huile avec radiateur ventilé;

Circulation d'huile avec réfrigérant à circulation d'eau.

Le refroidissement naturel est un mode de refroidissement simple et sûr. Il ne comporte aucune pièce mobile et ne demande donc aucun entretien. Mais on a mis au point des appareils avec circulation forcée d'huile et réfrigération de l'huile par eau pour avoir un fonctionnement qui soit indépendant des conditions d'ambiance. Les échangeurs de chaleur huile-eau sont calculés de telle

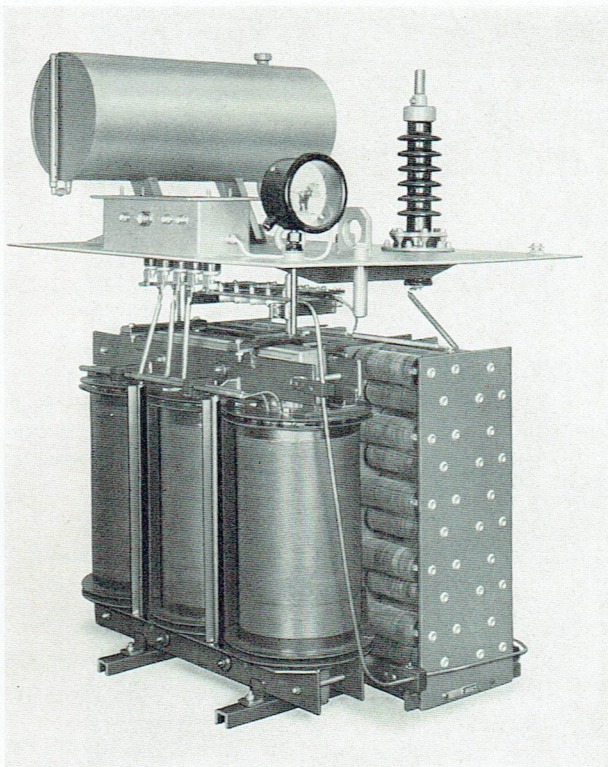


Fig. 3 Groupe de redresseurs haute tension (sans sa cuve) pour filtre électrostatique. Le redresseur haute tension au sélénium forme du point de vue constructif un ensemble avec le transformateur. L'ensemble est prévu pour alimentation en courant triphasé 150 kVA, 500 V, 180 A; tension secondaire 76 kV en cas de charge purement capacitive; intensité secondaire: 1,9 A en cas de charge purement ohmique

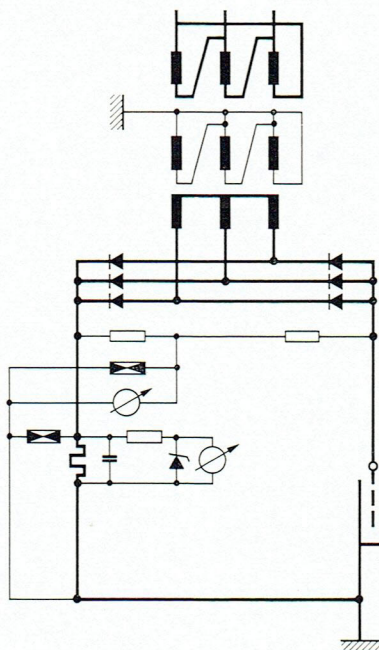


Fig. 4 Schéma de principe d'une installation de redresseur haute tension pour branchement sur courant triphasé

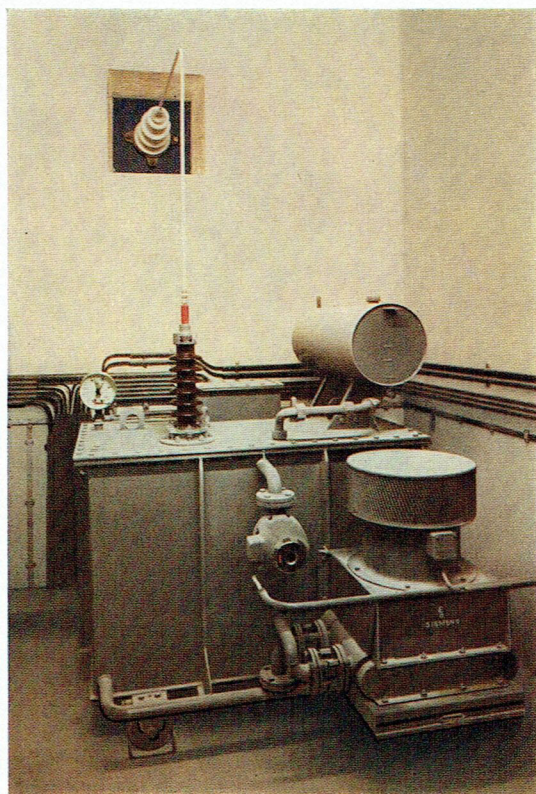


Fig. 5 Cellule haute tension d'un filtre électrostatique Lurgi. Le redresseur haute tension 50 kVA alimenté en courant triphasé comporte un système de circulation d'huile avec radiateur à ventilation forcée

sorte qu'ils permettent d'évacuer la chaleur due aux pertes dans le cas de fonctionnement dans les conditions nominales, même lorsque la température de l'eau de refroidissement est de 35 °C.

Dans certains cas toutefois, il n'est pas possible d'amener de l'eau jusque dans les cellules haute tension. C'est pourquoi il a été nécessaire de mettre au point, tout au moins pour les quatre types les plus puissants un système de radiateurs d'huile à ventilation forcée. Le radiateur avec son ventilateur est calculé pour évacuer une puissance thermique de 7,5 kW ce qui est suffisant pour des appareils jusqu'à une puissance nominale de 75 kVA. Pour les deux appareils ayant une puissance plus grande, on utilise deux radiateurs de ce genre, ce qui permet d'évacuer une quantité de chaleur correspondant à 15 kW, ceci même avec une température ambiante allant jusqu'à 45 °C. Pour évacuer la chaleur due aux pertes hors de la cellule haute tension, il suffit en général de prévoir une liaison avec l'air extérieur par des persiennes de ventilation. Au cas où l'air ambiant serait corrosif ou chargé d'impuretés ou encore trop chaud, l'air pour refroidir les appareils, peut être amené par un canal de ventilation spécial qui peut être commun pour plusieurs appareils et qui doit être muni dans ce dernier cas d'un ventilateur supplémentaire. En cas de besoin, on peut prévoir même dans ce canal commun, un radiateur pour refroidir l'air, ce radiateur permettant le fonctionnement de l'air en circuit fermé.

En ce qui concerne le choix du système de refroidissement, on peut donc tenir compte des conditions spéciales de l'installation, les appareils à ventilation extérieure avec refroidissement par air offrant la plus grande latitude. Les deux systèmes avec refroidissement extérieur peuvent employer la même pompe sans presse-étoupe pour provoquer la circulation forcée de l'huile dans la cuve. Grâce à l'emploi d'éléments standard de la technique des transformateurs, il a été possible de créer différentes variantes d'installation de redresseurs haute tension d'une façon extrêmement économique.

Transfluxors de ferrites Courbes caractéristiques, exemples d'application

PAR HELMUT RABL

Réseau de caractéristiques et coefficient de qualité du transfluxor

Le transfluxor est un composant possédant des propriétés de mémorisation et de commutation. Il permet de commander une tension u_a avec des impulsions de courant i_{st} (courant de commande). Cette tension peut être considérée comme la tension de sortie d'un transformateur, dont l'entrée est en général alimentée par un courant alternatif i_e (souvent d'allure sinusoïdale ou

carrée). Le courant de commande opère une pseudo-variation de la section efficace de ce transformateur et influence de ce fait la tension de sortie.

Un transfluxor est caractérisé par la variation de la tension u_a en fonction des grandeurs i_{st} et i_e . En service normal, le courant d'entrée i_e (appelé courant exciteur) reste constant. Il est par conséquent préférable de caractériser un transfluxor par la fonction $u_a = f(i_{st})$, avec i_e comme paramètre. La représentation graphique de cette

fonction fournit une famille de courbes dans un diagramme u_a-i_{st} , c'est-à-dire le réseau de caractéristiques du transfluxor*.

Dans bien des cas d'application, on n'utilise que la différence entre la tension à l'état complètement ouvert et la tension à l'état fermé. Le rapport de ces deux tensions dépend également du courant d'entrée. La valeur maximum obtenue représente le coefficient de qualité du transfluxor.

Il faut mentionner ici que les caractéristiques – et par conséquent le coefficient de qualité – d'un transfluxor ne sont pas seulement fonctions du noyau (matériau magnétique et forme géométrique), mais qu'ils dépendent également du bobinage. L'enroulement de sortie doit par exemple être aussi éloigné que possible de l'enroulement d'entrée, afin que le couplage de ces deux enroulements reste faible à l'état bloqué et que la tension de sortie soit faible. Cette précaution garantit des coefficients de qualité élevés.

La grandeur de l'impulsion de blocage joue de même le rôle de paramètre dans le réseau de caractéristiques. Il a été prouvé qu'une modification ne se produisait pratiquement plus à partir d'une certaine intensité de champ de blocage, à savoir lorsque la perméabilité rémanente ne pouvait plus être réduite par des champs encore plus puissants**. La description suivante suppose donc que lors du blocage, le transfluxor a été amené jusqu'à ce point par le courant de commande. L'intensité de champ requise à cet effet est égale à environ 2,5 fois (ferrite de Perminvar à recuit magnétique) ou à 5 fois (ferrite à rectangularité spontanée) l'intensité du champ coercitif. La figure 1 montre pour chaque type de ferrite combien le coefficient de qualité dépend du courant de blocage. Elle confirme également la forte influence de la disposition des enroulements sur le coefficient de qualité. L'enroulement d'entrée et l'enroulement de sortie ont été bobinés dans un cas sur la même culasse, et dans l'autre cas disposés en opposition. Dans le second cas, le coefficient de qualité est environ 2,5 fois plus grand que dans le premier cas.

Relevé des caractéristiques

Lors de la mesure des caractéristiques d'un transfluxor, il faut tenir compte en principe de son but d'application ultérieur. Les données suivantes sont essentielles:

1. Allure du courant exciteur (par exemple impulsions rectangulaires ou courant sinusoïdal; fréquence du courant)

* Le nombre des spires doit être naturellement indiqué (enroulement de commande: n_{st} , enroulement d'entrée: n_e , enroulement de sortie: n_a). On peut utiliser de même les grandeurs I_{st} , I_e et U_a référées à une spire ($I_{st} = i_{st} n_{st}$, $I_e = i_e n_e$, $U_a = u_a n_a$)

** Voir Rev. Siemens 20 (1962) figure 5 de la page 315

*** Cette donnée est importante par suite de la rétro-action inévitable du courant exciteur sur le circuit de commande

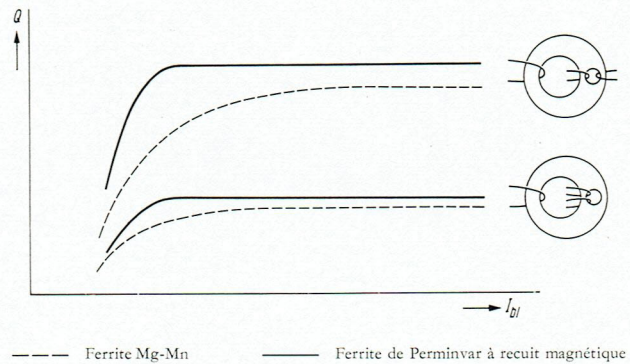


Fig. 1 Variation du coefficient de qualité Q d'un transfluxor en fonction du courant de blocage I_{BI} et de la disposition des enroulements

2. Mode d'exploitation (le courant de commande et le courant exciteur agissent-ils simultanément ou pas?)*
3. Grandeur intéressante de la tension de sortie (valeur de crête, valeur efficace, valeur linéaire moyenne)

Au sujet du point 1., il faut noter qu'un contrôle avec un courant alternatif sinusoïdal suffit en général pour définir les propriétés d'un transfluxor. Une autre méthode de mesure doit être choisie seulement si, en raison de la forme ou de la fréquence de répétition du courant, la durée du renversement de magnétisation risque de présenter le même ordre de grandeur que le temps de commutation du matériau à cycle d'hystérésis rectangulaire.

Si le courant exciteur s'écoule pendant l'impulsion de commande, les champs magnétiques qui en résultent se superposent. On aboutira donc à différents réseaux de caractéristiques, selon que le courant de commande et le courant exciteur agissent simultanément ou pas. Le premier cas se manifeste lorsque par exemple le transfluxor est utilisé dans un commutateur magnétique, dans lequel une impulsion de courant doit provoquer immédiatement la modification permanente d'un réglage quelconque. Le second cas se présente si le transfluxor sert de mémoire, dans laquelle l'information introduite sera demandée ultérieurement. Pour plus de clarté, le premier cas d'exploitation sera désigné par A et le second cas par B . L'exposé suivant supposera toujours pour le cas A , que la durée de l'impulsion de commande est supérieure à la période du courant exciteur.

C'est la valeur de crête $\hat{u}_a$ de la tension de sortie qui sera le plus souvent intéressante. Les autres grandeurs, telles que la valeur efficace ou l'amplitude de l'onde fondamentale, seront rarement importantes. La valeur linéaire moyenne du module de la tension de sortie a au moins une signification théorique, car elle est proportionnelle à l'excursion de flux $\Delta\Phi$. Il ne faut pas oublier que c'est surtout le flux magnétique et non la tension qui est commandé.

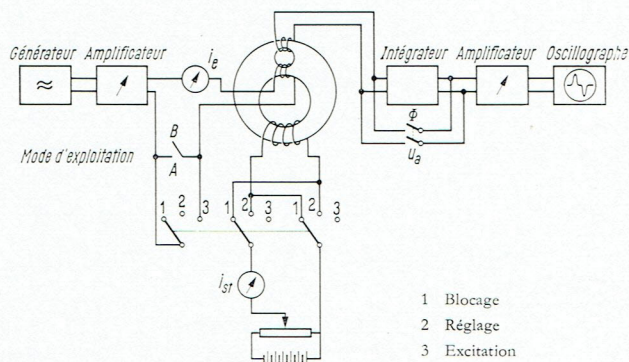


Fig. 2 Montage de mesure pour transfluxors

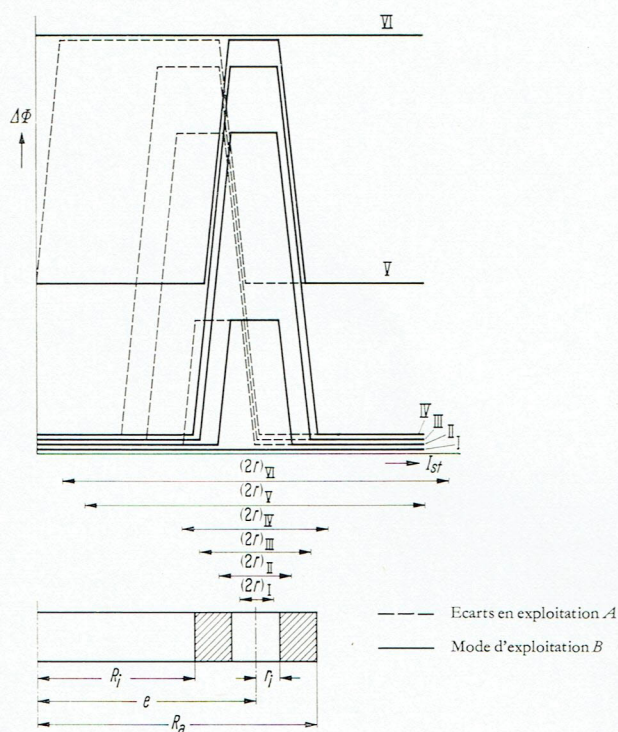


Fig. 3 Allure théorique des caractéristiques $\Delta\Phi$ d'un transfluxor annulaire de Perminvar à recuit magnétique

Si l'on veut connaître les principales propriétés d'un transfluxor, celui-ci devra être excité par un courant alternatif sinusoïdal et commandé par des impulsions de courant continu. On mesurera alors la valeur de crête de la tension de sortie ou l'excursion de flux dans le circuit de transfert. La figure 2 montre le schéma unifilaire d'un montage de mesure éventuel.

Allure théorique des courbes caractéristiques

Le réseau de caractéristiques d'un transfluxor dépend d'un grand nombre de facteurs, mais avant tout du matériau et de la forme géométrique choisie. Certaines par-

ticularités sont toutefois communes à tous les transfluxors. Elles seront traitées ci-dessous à la base d'un transfluxor annulaire avec direction privilégiée orientée vers l'azimut (ferrite de Perminvar à recuit magnétique). Les relations sont faciles à identifier dans un tel transfluxor, car la zone du renversement de magnétisation dans le circuit de commande a toujours une forme cylindrique. On peut examiner ensuite les écarts susceptibles de se produire dans les autres types de transfluxors. Nous considérerons d'abord comme grandeur variable l'excursion de flux $\Delta\Phi$ dans le circuit de transfert.

Dans un transfluxor annulaire avec direction privilégiée azimutale, la zone du renversement de magnétisation est déplacée radialement vers l'extérieur lors du réglage. Son emplacement momentané (rayon R) est facile à déterminer, car la relation linéaire

$$R = k I_{st} \quad k = \frac{1}{2\pi H_c}$$

existe entre R et I_{st} .

R est certes limité par R_i et R_o (rayon intérieur et extérieur du transfluxor), mais des valeurs situées à l'intérieur ou à l'extérieur du tore doivent être admises expérimentalement.

Le champ du courant exciteur comporte également une ligne caractéristique limite, à savoir le cercle de rayon

$$r = k \hat{I}_e^*$$

qui entoure la petite ouverture. Seul le matériau situé à l'intérieur de ce cercle peut être efficace lors du transfert.

Nous démontrerons maintenant l'allure théorique des lignes caractéristiques $\Delta\Phi$ pour différentes grandeurs de r . Observons d'abord la figure 3. La partie supérieure est occupée par le réseau de caractéristiques et la partie inférieure par une coupe à travers une moitié du transfluxor.

Nous examinerons en premier lieu le mode d'exploitation B, pour lequel les relations sont plus simples qu'en exploitation A.

Premier cas : $r < r_i$ (caractéristique I)

Dans ce cas, c'est seulement le couplage par l'air des enroulements d'entrée et de sortie qui est efficace (transfluxors concrets : perméabilité rémanente), si bien que le flux commun (relativement faible) reste indépendant de R . On obtient une ligne horizontale et l'excursion de flux est proportionnelle à r .

Deuxième cas : $r_i \leq r \leq e - R_i$ (caractéristiques II et III)

La caractéristique a une allure horizontale (hauteur de nouveau proportionnelle à r), tant que $R < e - r$; une montée linéaire s'amorce lorsque $R = e - r$. L'excursion de flux maximum est atteinte avec $R = e - r_i$. La ligne

* $\hat{I}_e$ doit désigner la valeur efficace du courant de réglage; c'est pourquoi $\hat{I}_e$ a été pris comme valeur de crête.

redevient horizontale (hauteur mesurée à partir du niveau d'origine, proportionnelle à la grandeur $r-r_i$). Lorsque $R = e + r_i$, il se produit un affaiblissement linéaire qui rejoint le niveau d'origine avec $R = e + r$.

Troisième cas: $e-R_i < r < R_i$ (caractéristique IV)

La montée s'amorce toujours avec $R = R_i$, mais indépendamment de r . L'affaiblissement se termine avec $R = R_a$. La hauteur de la montée n'est plus influencée par r . La caractéristique se comporte ensuite comme dans le deuxième cas.

Quatrième cas: $R_i \leq r < e-r_i$ (caractéristique V)

Le transfluxor est partiellement ouvert par le courant excitateur. L'excursion de flux ne peut donc pas tomber au-dessous d'une valeur déterminée (niveau d'origine plus constante multiplié par $r-R_i$). La montée commence avec $R = r - R_i$, car c'est à partir de ce point que le transfluxor peut être réouvert. La suite de l'allure ne présente aucune particularité.

Cinquième cas: $r \geq e - r_i$ (caractéristique VI)

Dans ce cas, le courant excitateur ouvre toujours complètement le transfluxor, si bien qu'une commande n'est plus possible.

Avec le mode d'exploitation A, l'examen du réseau de caractéristiques exige les considérations suivantes: tant que le champ engendré par I_e est supérieur à H_e dans le circuit de transfert, une commande est impossible. Si le transfluxor a été bloqué auparavant, il peut être ouvert, mais un nouveau blocage ne peut plus avoir lieu. Cette particularité et le fait que l'action des courants I_{st} et I_e s'additionne, déterminent les écarts des réseaux de caractéristiques pour le mode d'exploitation A et le mode d'exploitation B.

Si $r \leq e - R_i$ (caractéristiques I, II et III), les nouvelles caractéristiques sont obtenues par un simple déplacement parallèle vers la gauche, correspondant au module r . Si par contre $r > e - R_i$ (caractéristiques IV, V et VI), les explications ci-dessus se rapportent au flanc gauche. Un blocage ne peut se produire que si R dépasse la valeur $R_i + r_i$. En effet, ce n'est pas $I_{st} + I_e$ qui est décisif pour l'amorçage de l'affaiblissement, mais toujours la valeur instantanée du courant alternatif pour laquelle H_e est atteint dans le circuit de transfert (cette valeur est indépendante de I_e). On obtient dans ce cas un élargissement du coude de la caractéristique, ce qui est remarquable.

La figure 4 montre le réseau de caractéristiques $\Delta\Phi$ mesuré réellement sur un tel transfluxor. La concordance avec l'allure théorique est relativement bonne.

L'aspect du réseau de caractéristiques des autres types de transfluxors doit faire l'objet d'un examen individuel. Avec les transfluxors de forme idéale (voir figure 5 c), le toit horizontal manque par exemple, car une légère augmentation du courant de commande provoque de nouveau un blocage (partiel) après l'ouverture complète du

transfluxor. Le toit sera plus court avec les transfluxors en matériau à rectangularité spontanée, attendu que les longueurs critiques des lignes de force magnétiques (fin de l'ouverture, début du blocage) ne se différencient que faiblement (voir figure 5, a et b). La figure 5 d illustre un transfluxor qui – avec une grandeur I_{st} progressivement croissante – a une durée d'ouverture intentionnellement longue.

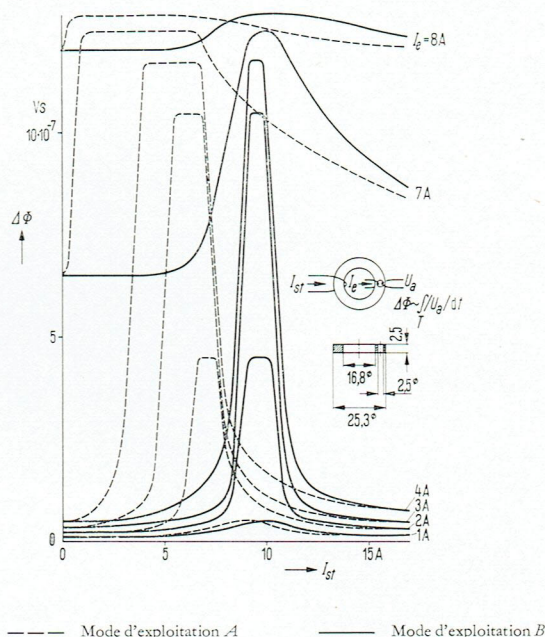


Fig. 4 Allure réelle du réseau de caractéristiques $\Delta\Phi$ d'un transfluxor annulaire de Perminvar à recuit magnétique

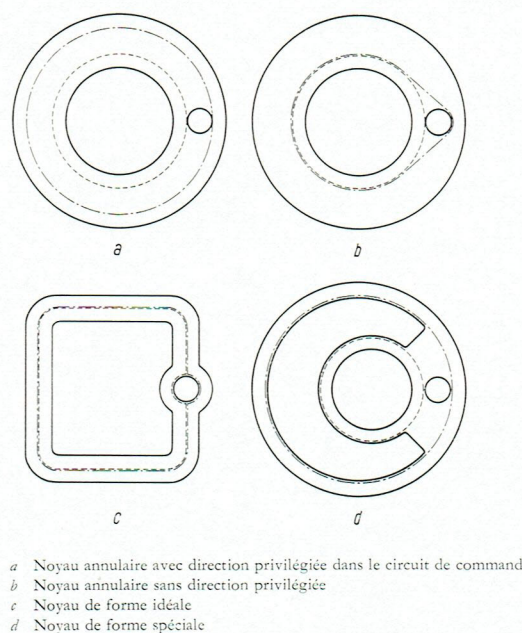


Fig. 5 Longueurs critiques des lignes de force magnétiques pour la fin de l'ouverture (---) et le début du blocage (- · -)

Il est plus difficile de déterminer l'allure théorique des caractéristiques $\hat{U}_a$, car le maximum de la variation du flux dans le temps doit être considérée. En raison de la double possibilité d'écart par rapport à la théorie, les courbes réellement mesurées ne concorderaient que très peu avec les courbes calculées d'après des données théoriques. C'est pourquoi nous renonçons à tout autre commentaire. On peut uniquement noter qu'avec des transfluxors excités par un courant sinusoïdal, une relation monotone (au sens large) existe entre la tension de crête et l'excursion de flux. Le réseau de caractéristiques $\hat{U}_a$ aura par conséquent une certaine ressemblance avec le réseau de caractéristiques $\Delta\Phi$.

Réseaux de caractéristiques $\hat{U}_a$ de quelques transfluxors

Nous examinerons les caractéristiques $\hat{U}_a$ mesurées en circuit ouvert de quelques transfluxors concrets. Le montage de mesure utilisé a déjà été décrit (voir figure 2). La fréquence du courant exciteur sinusoïdal était de 3 kHz. Si aucune autre remarque n'est faite, ce courant sera représenté par sa valeur efficace I_e . Un transfluxor a été mesuré également avec un courant exciteur d'allure carrée (voir figure 11).

La figure 6 montre l'allure caractéristique de la tension de sortie des transfluxors. On voit que des fluctuations de tension relativement fortes peuvent se produire. C'est pourquoi l'ordonnée du réseau de caractéristiques doit être pourvue d'une graduation logarithmique. Un transfluxor comportant une direction privilégiée pour le flux de commande présente à l'état ouvert une tension de sortie asymétrique (figure 6c). Dans ce cas, $\hat{U}_a$ doit définir la valeur de crête maximum.

Reportons-nous d'abord au réseau de caractéristiques $\hat{U}_a$ d'un transfluxor, dont les caractéristiques $\Delta\Phi$ sont représentées à la figure 4 (figure 7). Les deux réseaux révèlent une très grande ressemblance (remarquer la graduation des ordonnées!). Les facteurs de profil de ce noyau sont les suivants: $k_1 = 2,2$ et $k_2 = 3,6^*$. Le rapport maximum entre la tension à l'état bloqué et la tension à l'état ouvert est obtenu lorsque $I_e = 4$ A. Le quotient ~ 200 représente le coefficient de qualité du transfluxor. La

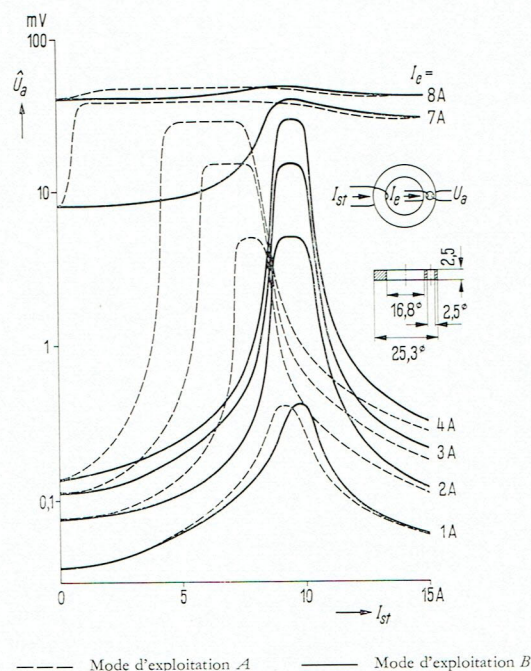


Fig. 7 Réseau de caractéristiques d'un transfluxor annulaire de Perminvar à recuit magnétique

tension de sortie du transfluxor bloqué est – avec des courants exciteurs raisonnables – proportionnelle au courant exciteur. Si elle a encore un effet perturbateur, elle peut être compensée à l'aide d'une inductance mutuelle séparée (petit transformateur à air).

Les figures 8 et 9 montrent les réseaux de caractéristiques de deux transfluxors de géométrie identique, mais construits avec différents matériaux. La figure 8 se rapporte à un noyau de Perminvar à recuit magnétique et la figure 9 à un noyau de ferrite Mg-Mn ayant les facteurs de profil $k_1 = 1,2$ et $k_2 = 1,5$. A leur ouverture, les transfluxors présentent des caractéristiques semblables. Le coefficient de qualité est pratiquement le même (environ 200). La différence se manifeste lors du blocage. Les courbes du

* k_1 est le rapport entre la section au point le plus étroit (n'appartenant pas au circuit de transfert) du circuit de commande et la section à l'emplacement du circuit de transfert. k_2 est le rapport entre la longueur minimum des lignes de force magnétiques dans le circuit de commande et la longueur maximum de ces lignes dans le circuit de transfert [voir Rev. Siemens 20 (1962) page 313]

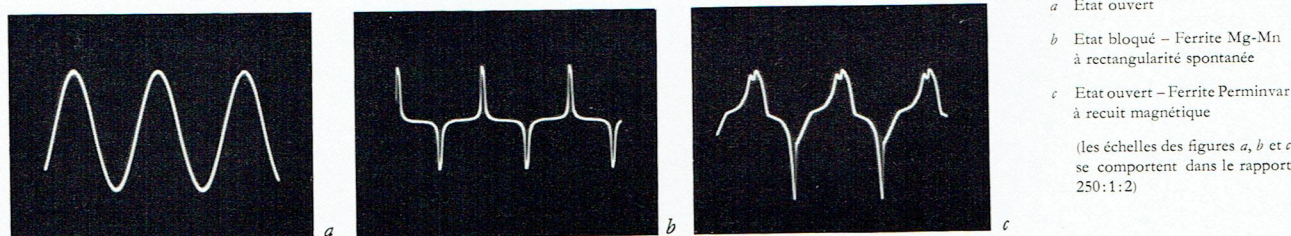


Fig. 6 Allure caractéristique de la tension de sortie d'un transfluxor en présence d'un courant exciteur sinusoïdal

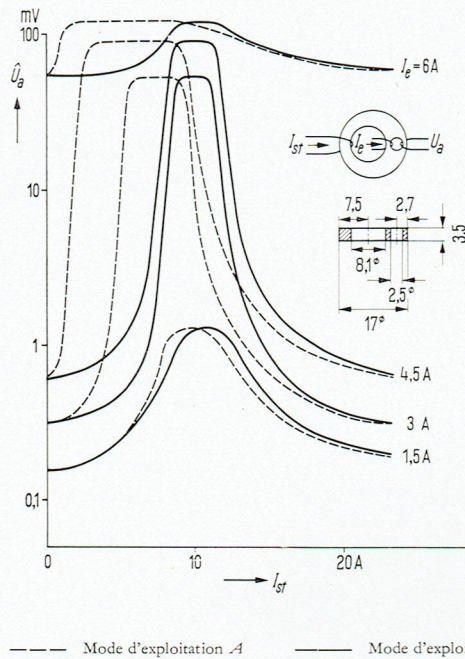


Fig. 8 Réseau de caractéristiques d'un transfluxor de Perminvar à recuit magnétique avec deux ouvertures excentriques

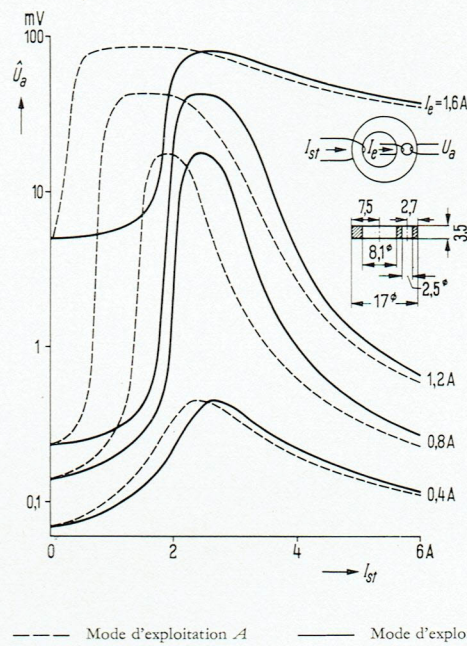


Fig. 9 Réseau de caractéristiques d'un transfluxor de ferrite Mg-Mn (ferrite à rectangularité spontanée)

transfluxor de Perminvar à recuit magnétique s'affaiblissent brusquement. Celles du transfluxor de ferrite à rectangularité spontanée ont par contre une allure beaucoup plus aplatie. Un tel comportement est une conséquence de l'allure différente des courbes d'aimantation à la limite de saturation*.

Un autre transfluxor de ferrite Mg-Mn n'a pas été exploité seulement avec un courant sinusoïdal, mais également avec des impulsions carrées. Les réseaux de caractéristiques correspondants sont reproduits par les figures 10 et 11. Ils se ressemblent, mais un écart existe entre les coefficients de qualité et les valeurs absolues des tensions. En régime pulsé, on obtient des tensions de sortie plus élevées, car le temps du renversement de magnétisation n'est plus déterminé par la fréquence du courant, mais – en raison du temps de montée court des impulsions (0,2 μ s) – par le renversement lui-même. Le temps pendant lequel l'impulsion secondaire monte de 10% à 100% de sa valeur de crête (temps de crête), est situé entre 0,6 et 0,8 μ s.

La figure 12 illustre l'influence du facteur de profil k_1 sur les caractéristiques. Plus le facteur k_1 est élevé, plus le transfluxor peut être bloqué complètement. A l'état ouvert, la tension est par contre indépendante de k_1 – pour un circuit de transfert donné. Une diminution du facteur k_1 affecte par conséquent le coefficient de qualité, et surtout si k_1 devient inférieur à 1. On n'aboutit pas non plus à de meilleurs résultats si k_1 dépasse une certaine valeur qui varie selon le type de transfluxor (ici, environ 1,3).

* Voir Rev. Siemens 20 (1962) figure 4 de la page 314

Le facteur k_2 influence de même le coefficient de qualité des transfluxors. La figure 13 montre la caractéristique de trois transfluxors ayant le même facteur k_1 , mais un facteur k_2 différent. Cette caractéristique a été mesurée en présence d'un courant exciteur déterminé. On remarque que le coefficient de qualité augmente en même temps que le facteur k_2 .

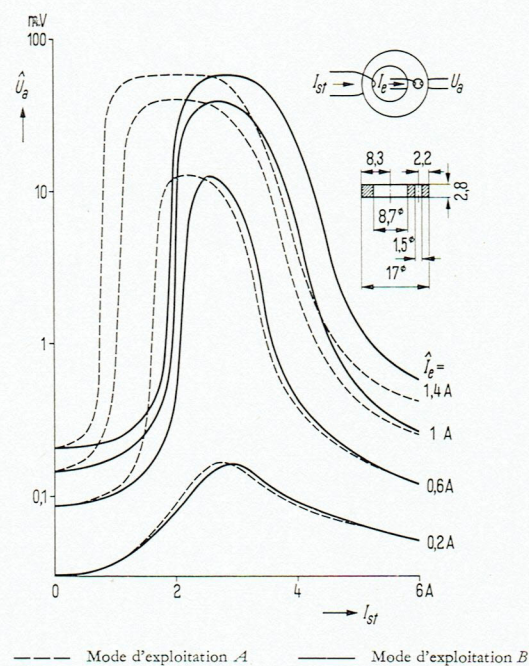


Fig. 10 Réseau de caractéristiques d'un transfluxor de ferrite Mg-Mn

Indiquons encore pour terminer le type de transfluxor qui fournit un coefficient de qualité maximum pour des facteurs k_1 et k_2 donnés. Il s'agit d'un transfluxor de Perminvar à recuit magnétique, dans lequel le flux suit le chemin le plus long dans une direction privilégiée, également à l'intérieur du circuit de transfert. Ce circuit doit avoir autant que possible une forme circulaire. La figure 14 montre le réseau de caractéristiques d'un tel

transfluxor. Il a un coefficient de qualité de 300, bien que les facteurs k_1 et k_2 ne soient pas particulièrement grands ($k_1 = 1,3$ et $k_2 = 1,5$).

Exemples d'application pour les transfluxors

Les possibilités d'utilisation des transfluxors sont extrêmement nombreuses. Les transfluxors sont montés surtout comme composants dans les circuits logiques, où

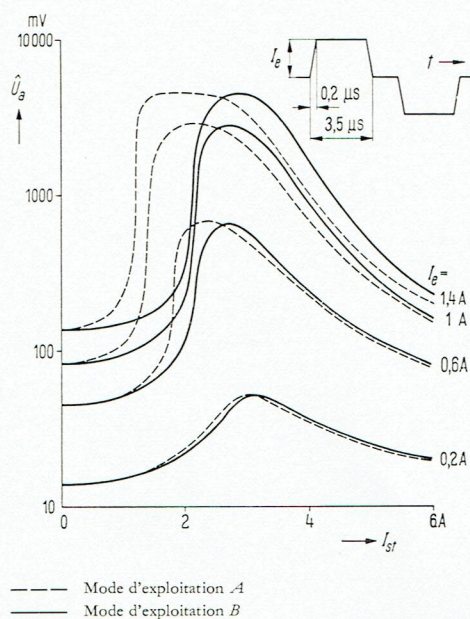


Fig. 11 Transfluxor comme figure 10, cependant courant exciteur impulsionnel

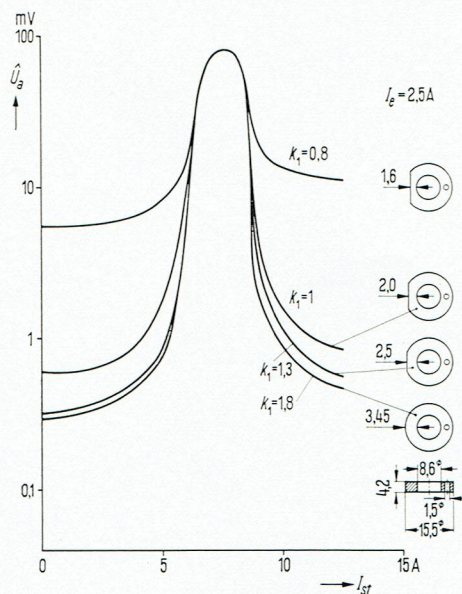


Fig. 12 Caractéristique optimale de transfluxors en Perminvar à recuit magnétique, avec différents facteurs de profil k_1

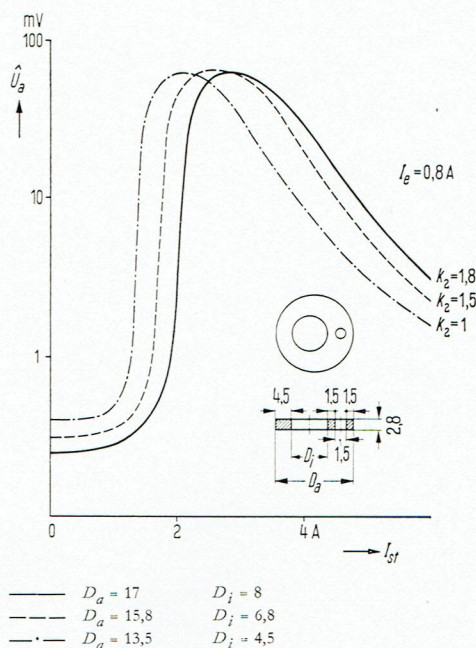


Fig. 13 Caractéristique optimale de transfluxors en ferrite Mg-Mn, avec différents facteurs de profil k_2

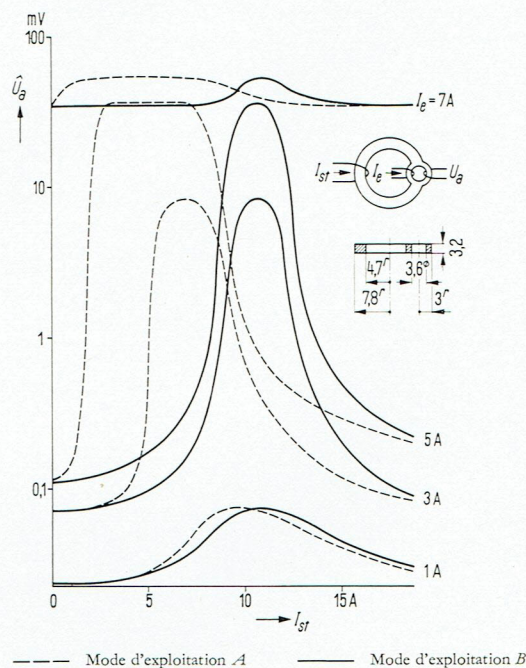


Fig. 14 Réseau de caractéristiques d'un transfluxor de Perminvar à recuit magnétique

l'association des propriétés de mémorisation et de commutation peut être mise à profit.

La figure 15 montre un commutateur magnétique muni d'un transfluxor. Une impulsion de courant (positive) provoque l'apparition d'une tension sur la résistance R_a et une impulsion de même amplitude mais de direction opposée abaisse de nouveau cette tension sur une valeur relativement faible. Le transfluxor comporte deux enroulements de commande, dont les nombres respectifs de spires doivent se comporter au moins dans le rapport 2:1 (selon le transfluxor et la variation de tension requise). L'enroulement comptant le plus grand nombre de spires sert au blocage, tandis que l'autre enroulement assure l'ouverture du transfluxor.

Avec un transfluxor de Perminvar à recuit magnétique, un enroulement de commande suffit pour une variation de tension d'environ 1:2 (figure 16). Un tel transfluxor peut fournir une tension de sortie asymétrique (voir figure 6c). Si le circuit de commande du noyau est désaimanté, la tension de sortie est symétrique. Elle devient asymétrique si une impulsion de courant de grandeur déterminée est émise à travers l'enroulement de commande au moment de l'écoulement du courant exciteur. L'asymétrie est inversée après une impulsion de courant de sens opposé. La tension de crête à la sortie (en aval du redresseur) dépend par conséquent du sens de l'impulsion de courant.

Si un tel commutateur magnétique doit travailler par contre en indépendance de la grandeur des impulsions de déclenchement et de déconnexion, il faut choisir le transfluxor de la figure 17. Ce transfluxor possède deux enroulements de commande, dont l'un ne couvre pas tout le circuit de commande, mais uniquement la partie qui assure l'ouverture. Un courant i_{st2} suffisamment élevé peut alors ouvrir le transfluxor, mais est incapable de le bloquer de nouveau lorsque son intensité augmente. Les caractéristiques ont dans ce cas une allure horizontale après avoir atteint le maximum. Les enroulements de commande doivent être dimensionnés de telle façon que les courants les plus faibles puissent encore commander le noyau.

Un tel transfluxor tri-fenêtre permet également de monter un circuit «OU» (figure 18). A l'état bloqué du transfluxor, il n'apparaît qu'une tension à la sortie si un courant de réglage s'écoule à travers A ou B (éventuellement à travers A et B). Il est toutefois indispensable que l'interrogation ait lieu ultérieurement au processus de réglage.

Comme dernier exemple, citons encore trois circuits «ET» intercouplés, auxquels le transfluxor de la figure 19 est approprié. Ce transfluxor comporte quatre circuits de commande (I à IV) et un circuit de transfert. Un flux ininterrompu ne peut s'établir dans le circuit de transfert que si les quatre circuits de commande sont aimantés dans le même sens. Pour le blocage du transfluxor, trois cir-

cuits doivent donc être aimantés par exemple vers la gauche (-) et le quatrième circuit vers la droite (+). Cette opération est assurée par l'enroulement A . Les enroulements B , C et D se chargent du réglage. Il est important

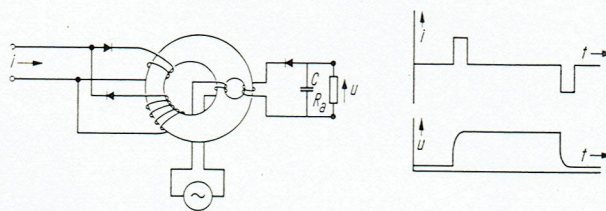


Fig. 15 Commutateur magnétique avec un transfluxor

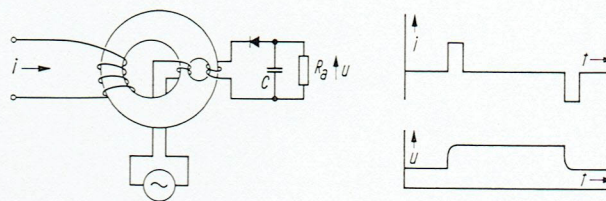


Fig. 16 Commutateur magnétique avec un transfluxor de Perminvar à recuit magnétique

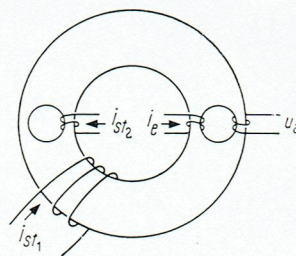


Fig. 17 Transfluxor annulaire à trois fenêtres

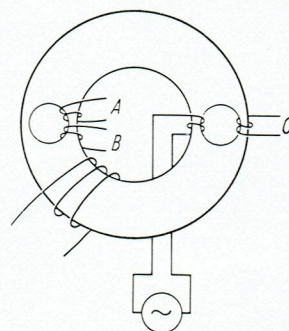


Fig. 18 Circuit «OU» avec un transfluxor

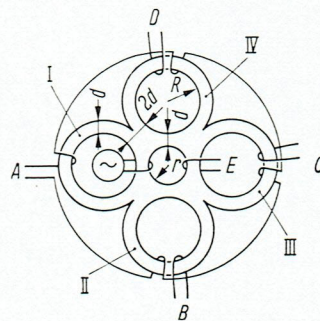


Fig. 19 Transfluxor pour trois circuits «ET» intercouplés

que les réglages n'aient pas lieu simultanément. Leur ordre de suite ne joue aucun rôle. La condition $R > d + r$ (dimensionnement de la longueur des lignes de force magnétique) et la relation géométrique $2d + 2R = (r + d + R) \sqrt{2}$ imposent pour ce transfluxor les exigences de construction suivantes:

$$d < 0,7 r$$

$$R = 2,41 r - d$$

Un tel transfluxor de Perminvar (recuit dans un circuit magnétique afin que des chemins privilégiés fermés s'établissent pour le flux magnétique dans les circuits de commande) doté des dimensions $h = 4$ mm, $r = 2,3$ mm, $d = 1,6$ mm et $R = 4$ mm, a fourni avec un courant excitateur $I_e = 5$ A, une fréquence $f = 3$ kHz et des courants de réglage $I_{st} = 16$ A, les tensions de sortie suivantes:

I	Circuits de commande				$\hat{U}_a$ mV
	II	III	IV		
+	-	-	-		1,2
+	+	-	-		1,1
+	+	+	-		1,2
+	+	+	+		30

Ces quelques exemples* permettent de juger des multiples sphères d'application des transfluxors. C'est donc avec raison que le transfluxor doit être considéré comme un composant magnétique de grand avenir.

* Autres exemples, voir Rajchman, J. A. et Lo, A. W.: The Transfluxor. Proc. IRE 44 (1956) pages 321 et 322

Ventilateur pour la ventilation individuelle de locaux

PAR KURT BECK

L'air expiré par un homme contient en moyenne 4,4% de CO₂. C'est pourquoi, dans les locaux occupés par de nombreuses personnes, on atteint très rapidement, lorsque la ventilation est insuffisante, la limite de concentration d'oxyde carbonique admissible pour des raisons de santé, limite qui s'élève à 0,1 - 0,15%. D'autres impuretés de l'air, les odeurs de cuisine, la fumée, etc... rendent souvent désirable aussi un renouvellement de l'air. L'intensité de la ventilation est déterminée par le nombre de renouvellements de l'air à l'heure, nombre qui est fixé par l'expérience. Le tableau 1 indique le nombre de renouvellements recommandé pour différents locaux. Ces valeurs indiquent que ce renouvellement peut varier dans de très larges limites d'un cas à l'autre.

Tandis que tout le monde est d'accord sur la nécessité d'assurer un renouvellement suffisant de l'air, le choix de l'installation appropriée présente souvent des difficultés. Les installations de climatisation ou les installations de ventilation centralisées sont souvent très chères et sont souvent également impossibles à réaliser dans des bâtiments existants. Souvent, il suffit d'ailleurs de ventiler certains locaux du bâtiment. C'est pourquoi, dans ces cas, on fera appel au mode de ventilation le plus simple en utilisant un ou plusieurs ventilateurs (figure 1). On a alors la possibilité soit d'aspirer l'air vicié, soit d'aspirer de l'air frais à l'extérieur et de le souffler dans les locaux à ventiler. Le plus souvent, on préfère le premier mode de ventilation, parce que le ventilateur aspire dans une zone sphérique, de sorte qu'il ne se produit pas de courant d'air jusqu'à proximité immédiate du ventilateur. La faible



Fig. 1 Salle de conférence avec ventilateur monté dans la fenêtre. On reconnaît entre les deux fenêtres le commutateur permettant d'obtenir différentes vitesses et de faire fonctionner le ventilateur comme ventilateur aspirant ou comme ventilateur refoulant

Nature du local	Nombre de renouvellements par heure R	Nature du local	Nombre de renouvellements par heure R
Restaurants, casinos, cantines	5 à 8	Toilettes	8 à 10
Salles de réunion	5 à 8	Vestiaires et lavabos	8 à 10
Boutiques	4 à 8	Ateliers sans fumée ni dégagement de vapeur	3 à 8
Bureaux et locaux commerciaux	5 à 7	Ateliers avec fumée et dégagements de vapeur	10 à 20
Salles de classe	3 à 8	Ateliers de tirage de photocopie	10 à 15
Chambres d'hôpitaux et locaux d'habitation	3	Cuisines	jusqu'à 20
Salles de bains	4 à 8	Laboratoires	5 à 15

Le débit V de l'air nécessaire en m³/h se calcule en prenant le volume I du local en m³ et le nombre de renouvellements R indiqué dans le tableau: $V = I \cdot R$

Tableau 1 Renouvellements d'air par heure pour les différents locaux

dépression qui se produit dans le local suffit pour provoquer l'entrée d'air par les fentes des portes et par les différents joints.

Les ventilateurs destinés à la ventilation individuelle de locaux doivent satisfaire à des conditions très variées. On exige surtout un grand débit, une possibilité de régler ce débit, l'absence d'entretien et un fonctionnement silencieux. Il faut également que le ventilateur s'harmonise avec l'architecture du local.

Le ventilateur pour la ventilation individuelle de locaux qui est décrit ici (voir figure 1) a été mis au point selon le principe des éléments standard interchangeables et il peut donc être monté avec différentes variantes, aussi bien dans des murs que dans des fenêtres. Compte tenu de la possibilité de le monter directement dans une fenêtre, on a cherché à avoir une épaisseur aussi faible que possible. Ceci a pu être obtenu en utilisant un moteur à rotor extérieur sur lequel les aubes sont montées directement. Un petit store automatique est prévu pour réaliser l'obturation de l'ouverture. Pour obtenir un appareil qui résiste aux intempéries, toutes les parties du bâti sont réalisées en polystyrol, qui ne présente aucun phénomène de vieillissement.

Le ventilateur est constitué essentiellement par les bâtis extérieurs, par le moteur à rotor extérieur avec les trois bras de fixation, par les aubes fixées sur le rotor et par l'obturateur à store (figure 2).

Le bâti, qui sert de support pour le ventilateur proprement dit, porte le moteur avec les aubes et forme tuyère d'aspiration, avec une gaine cylindrique pour le guidage

de l'air. Sur le coin en haut à gauche, se trouve un petit couvercle que l'on peut enlever facilement. Il porte à l'arrière une borne à douille pour le branchement électrique. Le condensateur pour le fonctionnement du moteur à courant monophasé est placé derrière la plaque avant du châssis. Pour monter le ventilateur dans une fenêtre, il est prévu une seconde partie de boîtier qui forme châssis de serrage. Il est également en matière plastique et a une forme extérieure carrée comme celle du châssis principal. Grâce à trois vis, la vitre peut être serrée entre le châssis principal et le châssis de serrage. Le ventilateur est complété à l'extérieur et à l'intérieur par une grille que l'on peut supprimer. Mais cette grille peut être d'un emploi commode, surtout lorsque le ventilateur est monté dans une fenêtre. Dans cette grille extérieure se trouve monté d'ailleurs le store. Un cordon de tirage est ramené vers l'intérieur de la fenêtre pour actionner le store. La grille intérieure sert surtout comme protection pour empêcher que l'on touche le ventilateur

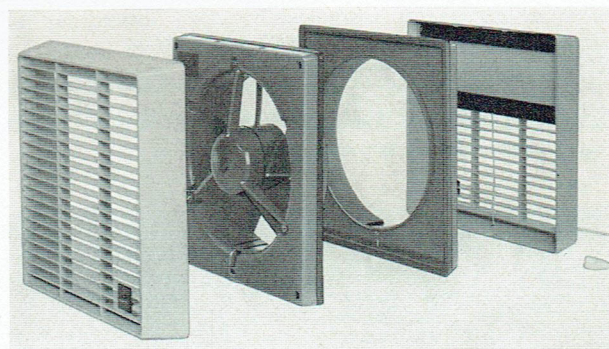


Fig. 2 Les différents éléments du ventilateur: châssis principal avec le moteur et les aubes, châssis de serrage, grille intérieure et grille extérieure avec store

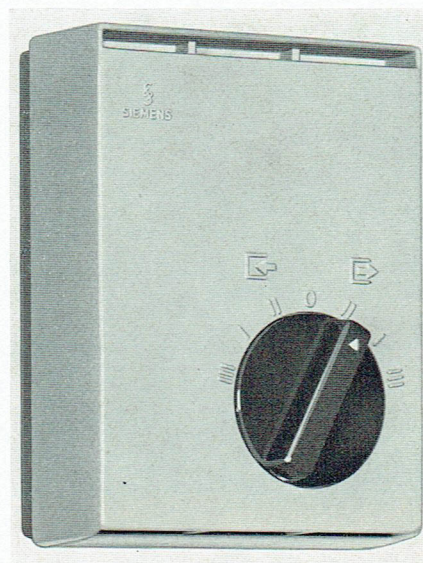


Fig. 3 Commutateur pour régler la vitesse et le sens de rotation du ventilateur

et comme enjoliveur. Etant donné que le store, lorsqu'il est fermé, s'appuie contre un bord annulaire du châssis de serrage, le ventilateur est protégé contre la pluie et le vent.

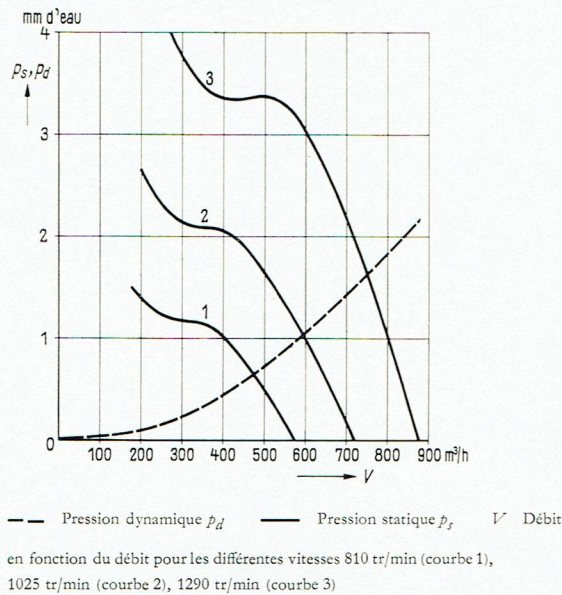


Fig. 4 Caractéristiques donnant la pression en fonction du débit d'un ventilateur pour le sens de rotation normal

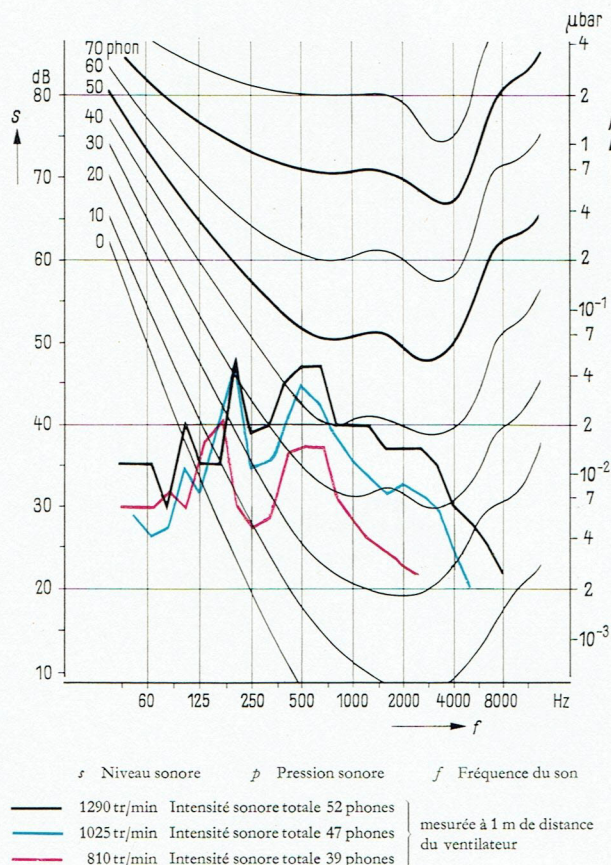


Fig. 5 Courbe des bruits du ventilateur pour le sens normal (aspiration)

La ligne pour le branchement du ventilateur peut être amenée par un côté ou par l'autre et elle peut être encastrée ou montée en saillie. Le moteur à rotor extérieur est un moteur monophasé à quatre pôles à condensateur. Il peut être alimenté par du courant alternatif avec une fréquence de 42 à 60 Hz (consommation 45 W). Le moteur est muni d'une protection thermique.

La vitesse du ventilateur et le débit peuvent être réglés par un commutateur (figure 3). Normalement, le ventilateur est utilisé pour aspirer, mais on peut inverser son sens de marche pour refouler de l'air vers l'intérieur de la salle. Le commutateur permet d'obtenir dans les deux sens trois vitesses différentes de 810, 1025 et 1290 tr/min.

La figure 4 donne les caractéristiques pression/débit pour les trois vitesses pour le sens normal (aspiration). On a reporté dans ces graphiques, la pression dynamique p_d et la pression statique p_s en fonction du débit d'air V . La pression totale fournie par le ventilateur est la somme de ces deux pressions. La pression dynamique sert à accélérer l'air débité, tandis que la pression statique sert à vaincre les résistances à l'écoulement. La pression dynamique ainsi que la pression statique varient à peu près proportionnellement au carré du débit. Ces courbes indiquent que l'on peut faire varier le débit à peu près dans le rapport de 1 à 1,75. La pression maximale produite est d'environ 1,4 à 4 mm d'eau et dépasse largement les pertes de charge qui résultent du montage de l'appareil dans une fenêtre ou dans un mur. Si les portes et les fenêtres ferment bien, il peut être parfois nécessaire de prévoir des ouvertures de ventilation permettant à l'air frais d'entrer dans le local (ventouses).

Lors de la mise au point du ventilateur, on s'est attaché surtout à avoir un fonctionnement silencieux. Le rotor du ventilateur est constitué par une matière plastique fournissant un très fort amortissement. Les bras du moteur sont montés dans des douilles en caoutchouc, ce qui évite que les vibrations du moteur puissent être transmises aux grandes surfaces des châssis qui pourraient rayonner le bruit. La figure 5 montre la pression sonore p pour les différentes vitesses, en fonction de la fréquence du son f . L'allure des courbes du bruit montre que l'on obtient chaque fois un bruit de fond « blanc », c'est-à-dire qu'il n'y a pas de fréquence particulière favorisée qui se manifeste d'une façon gênante. A titre de comparaison, on a reporté les courbes d'égale intensité sonore. D'après les directives VDI 2058, on ne doit pas dépasser, dans des travaux demandant une activité intellectuelle intense, un niveau de 50 phones et, dans les travaux de bureau et analogues, on ne doit pas dépasser 70 phones. Ces deux conditions sont largement remplies à toutes les vitesses, comme l'indique la figure 5. Ajoutons à cela que ces bruits ont été mesurés à une distance de 1 m du ventilateur. Presque toujours, les personnes dans un local se trouvent beaucoup plus loin du ventilateur, de sorte que les conditions sont encore beaucoup plus favorables.

Enregistrement direct de plusieurs courbes par jet liquide

PAR WILLI KAISER

Suivant la composition du faisceau enregistreur – électrons, quanta lumineux ou particules liquides – on distingue les oscillographes cathodiques, les oscillographes à faisceau lumineux et les oscillographes à jet liquide; la nature du faisceau détermine aussi la capacité des divers systèmes d'enregistrement.

La vitesse d'enregistrement possible dépend en grande partie du moment d'inertie des systèmes de mesure utilisés. Dans le cas de phénomènes sinusoïdaux, la vitesse d'enregistrement est caractérisée par la relation:

$$v_s = \omega_0 A \\ = 2\pi f_0 A$$

La fréquence propre, obtenue à partir de l'équation du mouvement vibratoire, s'écrit:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{D}{\Theta}}$$

ω_0 pulsation D force de rappel
 A amplitude Θ moment d'inertie

On voit que l'obtention d'une fréquence propre élevée exige un faible moment d'inertie ou une force de rappel élevée ou mieux encore les deux à la fois.

Les oscillographes cathodiques à enregistrement sans inertie permettent d'atteindre des vitesses d'enregistrement de l'ordre de quelques 100 000 m/s. Les oscillographes à faisceau lumineux permettent des vitesses jusqu'à quelques 1000 m/s, tandis que les oscillographes à jet liquide permettent des vitesses d'enregistrement jusqu'à 60 m/s environ.

L'intérêt des oscillographes à jet liquide peut sembler faible au premier abord, si l'on ne considère que la vitesse d'enregistrement. Il en est tout autrement quand on considère l'exigence d'enregistrement direct, primordiale aujourd'hui.

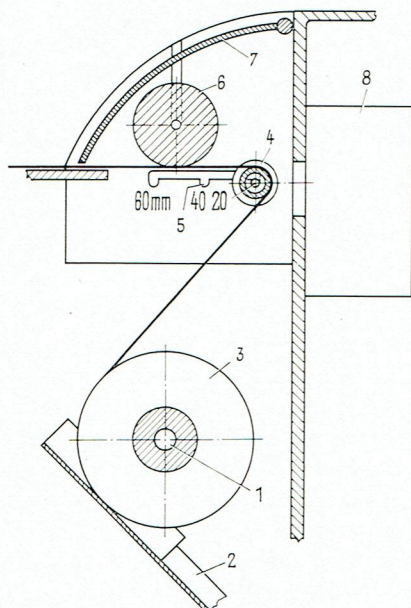
Les oscillographes cathodiques de modèle courant sont essentiellement des appareils d'observation. Seul le montage d'une caméra devant l'écran

les transforme en enregistreurs. Les oscillographes à faisceau lumineux comportent déjà un dispositif enregistreur et fournissent des oscillogrammes pouvant être plus ou moins rapidement dépouillés à l'aide de la technique de développement classique (en chambre noire), du développement rapide (largement automatisé) ou de l'enregistrement UV direct.

L'oscillographe à jet liquide trace par contre directement des oscillogrammes nets et immédiatement dépouillables: un jet liquide extraordinairement fin frappe le papier à vitesse élevée. L'exigence générale d'un pouvoir de résolution suffisant est largement satisfaite pour une plage de fréquence jusqu'à 1000 Hz environ et une

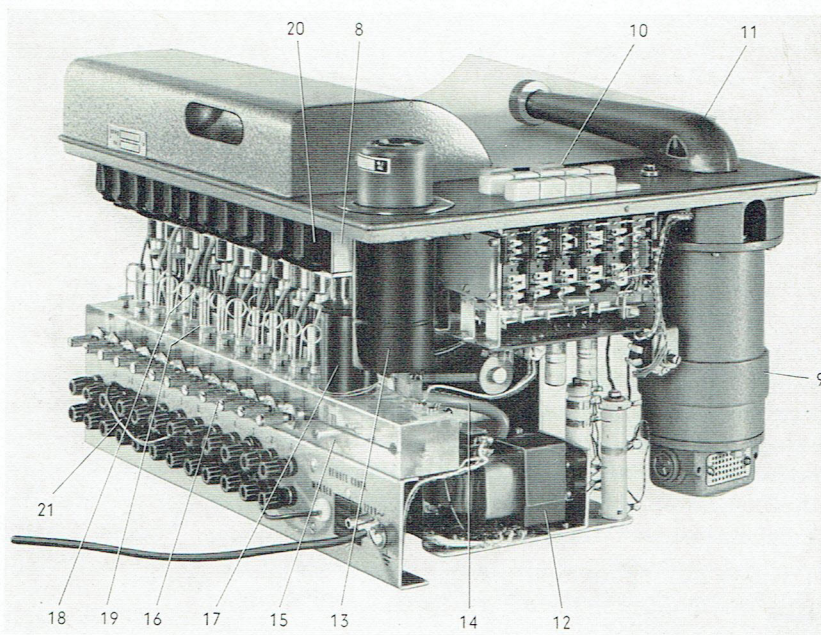


Fig. 1 OSCILLOMINK à douze canaux utilisé à la plate-forme d'essais



- | | |
|---------------------------------|----------------------------|
| 1 Mandrin d'avance
du papier | 4 Cylindre de guide-papier |
| 2 Support du papier | 5 Positions d'encliquetage |
| 3 Rouleau de papier | 6 Rouleau-buvard |
| | 7 Couvercle en PLEXIGLAS |

Fig. 2 Guidage du papier



- | | | | |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|--|
| 8 Equipage de mesure | 12 Pompe vibrante | 16 Soupapes d'arrêt | 20 Fiches |
| 9 Servo-moteur | 13 Logement du flacon | 17 Electro-vanne | 21 Connexion pour
une tension
de base de temps |
| 10 Clavier de touches | 14 Tube plastique souple | 18 Petits tubes d'argent | |
| 11 Bras de déroulement | 15 Canal distributeur | 19 Raccord | |

Fig. 3 Châssis de l'OSCILLOMINK à douze canaux

vitesse maximale du papier égale à 200 cm/s. On exige qu'à la fréquence maximale, la longueur d'une période λ soit ≥ 1 mm. La vitesse minimale de déroulement du papier doit donc être:

$$v_p = f_{\max} \lambda$$

$$= 1000 \cdot 0,1 = 100 \text{ cm/s}$$

La résolution dans le temps d'un phénomène sinusoïdal se situe donc à une longueur d'onde de 2 mm, et corres-

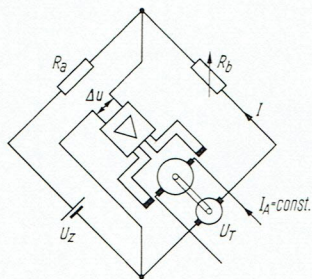


Fig. 4 Schéma de principe de la commande de la vitesse d'avance du papier

pond par suite au double de la valeur minimale. Le principe de production du jet d'enregistrement et la construction de l'équipage de mesure ont déjà été exposés¹⁾ sur l'exemple de l'OSCILLOMINK* standard pour quatre canaux (deux amplificateurs incorporés). Il existe maintenant un appareil permettant d'enregistrer simul-

tanément jusqu'à douze phénomènes de mesure. La largeur du papier a été portée à 300 mm. Le papier est tiré par le galet de déroulement, commandé par un servo-moteur au moyen d'un engrenage à pignons coniques placé dans le bras de déroulement. Un clavier à dix touches permet de régler la vitesse de déroulement du papier entre 2 et 2000 mm/s. La figure 2 montre le détail du guidage du papier. Les diverses positions d'encliquetage du cylindre guide-papier permettent une adaptation de la longueur du jet (20, 40 et 60 mm) à la vitesse d'enregistrement.

Les composants du système liquide ressortent de la figure 3. La pression du liquide produisant le jet est engendrée par une pompe électrique à palette vibrante. Cette pompe aspire le liquide d'un flacon par un tube plastique souple et l'envoie dans un canal distributeur, relié d'une part aux soupapes d'arrêt des équipages de mesure et d'autre part à l'interrupteur de pression et à l'électro-vanne. Le liquide passe du canal distributeur aux équipages de mesure par de petits tubes d'argent, reliés au distributeur par des raccords. Le raccordement électrique des équipages de mesure se fait par fiches qui contiennent aussi les fusibles des équipages de mesure.

1) Kaiser, W.: OSCILLOMINK, oscillographe à jet liquide pour enregistrement direct. Rev. Siemens 17 (1959) pages 200 à 202

* Marque de fabrique

La vitesse d'avance du papier est obtenue et réglée par un servo-mécanisme électrique de vitesse, appelé montage Velodyn²⁾. Le dispositif comporte un système à courant continu, avec un moteur et une génératrice reliés par un amplificateur à courant continu. Dans un montage en pont (figure 4), la tension constante U_Z prélevée sur une diode Zener est comparée à la tension tachymétrique U_T à l'aide des résistances R_a et R_b du pont. La tension différentielle dans la diagonale est Δu . Elle est d'autant plus faible que le rapport U_Z/U_T se rapproche du rapport prédéterminé du pont R_a/R_b . La tension U_T produite par la dynamo tachymétrique est directement proportionnelle à la vitesse du moteur. L'induit du moteur est alimenté par un courant continu constant I_A , tandis que les enroulements de champ sont alimentés par l'étage push-pull de sortie de l'amplificateur régulateur.

La tension d'entrée de l'amplificateur est nulle à l'équilibre du pont. On a alors :

$$U_T = IR_b \text{ et } I = \frac{U_Z}{R_a}$$

d'où :

$$U_T = U_Z \frac{R_b}{R_a}$$

La tension U_Z de la diode Zener et la résistance R_a du pont étant constantes, la tension tachymétrique U_T est directement proportionnelle à la résistance R_b du pont, et cette dernière par suite à la vitesse du moteur ou du papier. Les diverses valeurs de la vitesse d'avance du papier sont donc choisies par commutation de diverses

résistances R_b . Ce pont auto-équilibrer offre de nombreuses possibilités de commande indépendante de la vitesse du papier, par exemple à l'aide de résistances variables (R_a , R_b) ou de sources extérieures de tension. Un second appareil identique peut être couplé électriquement à l'OSCILLOMINK à douze canaux.

La figure 5 montre le fonctionnement des circuits électriques et hydrauliques. Le moteur est alimenté par un courant continu constant quand la touche de démarrage est abaissée. L'enroulement de l'électro-vanne ferme le circuit de retour du liquide vers la pompe vibrante. Le papier ne se déroule pas encore car l'électro-aimant presseur est court-circuité par un interrupteur commandé par la pression du liquide. La manœuvre de la touche de démarrage relie simultanément la pompe vibrante électrique au courant alternatif. La pression dans le système hydraulique augmente rapidement puisqu'une électro-vanne a fermé le circuit de retour du liquide. Lorsque la pression atteint environ 12 kg/cm², l'interrupteur de pression décourt-circuite l'électro-aimant et le papier commence à se dérouler.

Le fonctionnement de l'électro-aimant branche une résistance variable en série avec la pompe. Cette résistance série R_{pv} de la pompe est augmentée ou diminuée suivant la vitesse du papier choisie sur le clavier (mise en circuit de la résistance de pont R_b correspondante). L'enroulement d'excitation de la pompe électrique est ainsi alimenté par un courant adapté à la vitesse d'avance du papier, de sorte que la pression du liquide engendrée est ainsi moindre aux faibles vitesses qu'aux vitesses moyennes et élevées d'avance du papier.

2) Williams, F. C. et Uttley, A. M.: The Velodyne. Journal of the Institute of Electrical Engineering (1946) pages 1256 à 1274

- M Moteur
- EW Lampe fer-hydrogène
- VP Pompe vibrante
- MV Electro-vanne
- PM Electro-aimant presseur
- AV Soupape d'arrêt
- MW Equipage de mesure
- L Lampe-témoin du secteur
- ds Interrupteur de pression
- ks Microrupteur
- R_p , R_{pv} Résistances en série avec la pompe

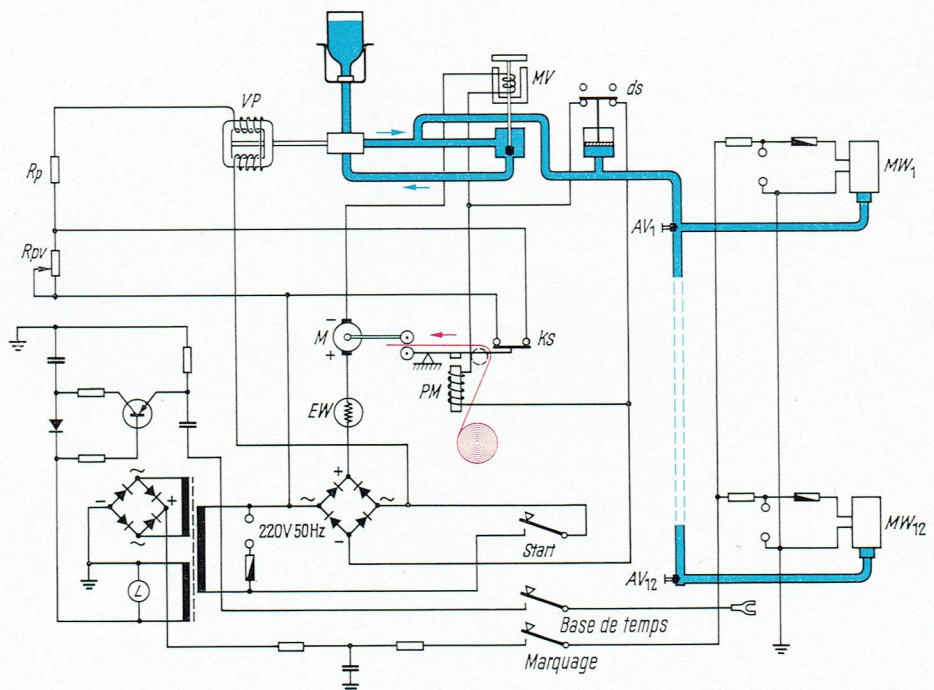


Fig. 5 Fonctionnement des circuits électriques et hydrauliques dans l'OSCILLOMINK à douze canaux

Les services de construction pour la technique des télécommunications «Zentral-Konstruktion»

PAR JOACHIM PALM

La forte extension de la technique des télécommunications sur fils et sans fils contribua à resserrer la corrélation entre les multiples problèmes de développement. Des prises de contact s'imposent donc entre les services de développement respectifs qui étudient souvent en commun les questions à résoudre. Un échange régulier de renseignements et d'expériences est indispensable pour l'obtention d'un maximum de rentabilité dans la totalité du spectre de fabrication. C'est pourquoi les services de construction appartenant aux différents domaines de la technique des communications ont été groupés au sein de la Maison Siemens en une «Zentral-Konstruktion» (Département central de construction). Avec les laboratoires centraux, ce département constitue le «Centre de développement pour la technique des communications», la plus importante des institutions de ce genre en Europe.

La sphère d'activité du département «Zentral-Konstruktion» s'étend au développement de tous les appareils destinés à l'émission, la réception, la transmission, l'enregistrement et l'interprétation des informations. Il s'agit par conséquent d'équipements pour la téléphonie, la télégraphie, la téléopération, la radiodiffusion, la télévision, la radionavigation et le traitement des données, ainsi que des systèmes correspondants de mesure, de surveillance et de régulation.

Par leur volume, les appareils s'échelonnent des modèles miniatures – grâce à la technique de miniaturisation, il est possible de loger un radio-émetteur dans un coffret portatif – jusqu'aux modèles d'encombrement imposant des émetteurs de radiodiffusion et de télévision. Quant aux problèmes à examiner, ils touchent à toutes les branches de la technique: problèmes cinématiques et

Fig. 1 Le bâtiment du «Centre de développement pour la technique des télécommunications» à Munich. Ce bâtiment abrite les laboratoires centraux et la majeure partie de l'effectif du département «Zentral-Konstruktion» qui compte plus de 1000 personnes. Il comprend de plus des salles d'enseignement pour la formation professionnelle du personnel et des jeunes cadres. Dans les salles d'exposition, des maquettes et des modèles d'appareils donnent aux visiteurs et aux membres du personnel un aperçu des développements réalisés dans le domaine des télécommunications



Un siècle environ sépare la construction du télégraphe à cadran et du téléimprimeur 100. Les exigences de plus en plus sévères requises quant aux caractéristiques de transmission et aux facilités de manœuvre, animèrent les travaux de développement qui aboutirent au modèle actuel du téléimprimeur. Les processus de fabrication manuels imposaient l'adaptation individuelle des différents organes. Les travaux du constructeur nous apportent aujourd'hui de très grands avantages : fabrication mécanisée et économique des pièces détachées, montage rationnel avec blocs indépendants, entretien extrêmement simple des appareils

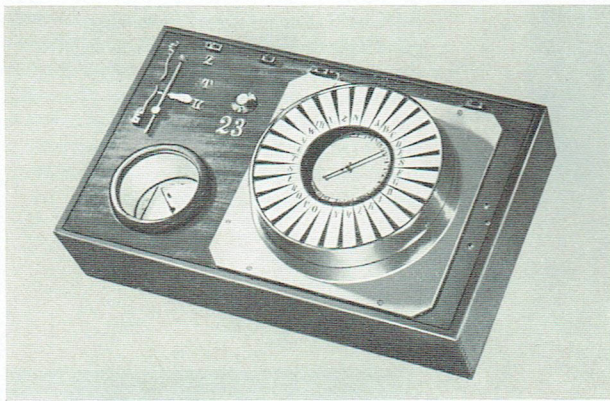


Fig. 2 Télégraphe à cadran



Fig. 3 Téléimprimeur 100

dynamiques pour les appareils à grande vitesse de fonctionnement (par exemple téléimprimeurs et calculateurs électroniques), problèmes statiques (antennes géantes soumises aux influences atmosphériques), problèmes physiques et technologiques pour les travaux de construction. Les aiguillages d'antennes continûment syntonisables travaillant sur une fréquence de 2000 MHz requièrent par exemple une compensation de température pour tous leurs composants. Les matériaux utilisés sont de ce fait choisis d'après leurs propriétés thermiques, afin qu'une transmission impeccable des informations soit garantie en présence des variations de température habituelles. Malgré les exigences de qualité et de précision requises pour les appareils, d'autres considérations jouent également un rôle essentiel, à savoir simplicité et automatisation des processus de fabrication, encombrement, entretien, longévité, interchangeabilité et frais de revient.

Des ingénieurs et techniciens qualifiés dans différents secteurs professionnels doivent maîtriser cette multitude de problèmes. Leur tâche peut se résumer comme suit :

interpréter les résultats fournis par les recherches techniques et scientifiques

confronter ces résultats avec les expériences recueillies dans la pratique et les concrétiser en collaboration suivie avec les laboratoires, les services techniques et les ateliers de fabrication

aboutir à des solutions rationnelles au point de vue fonctionnement, fabrication, prix et style de construction.

En s'appuyant sur les progrès les plus récents de la technique, le constructeur cherche à améliorer les solutions déjà connues et conçoit de nouvelles réalisations. Il fixe d'abord ses idées sous forme de croquis et de plans sur lesquels l'étape de développement suivante pourra se baser. Une coordination étroite des laboratoires, des services techniques et commerciaux et des ateliers de fabrication donnera naissance à une solution qui remplira à la perfection toutes les exigences posées quant à la qualité, les matériaux, la production, la quantité, les frais, etc. Par sa réalisation effective, la conception initiale du constructeur prend une valeur matérielle qui sera confirmée par les succès de la vente. La technique a alors franchi une nouvelle étape.

Le constructeur participe donc activement à l'évolution technique et influence le progrès industriel sur une large échelle.

Des locaux modernes et des moyens auxiliaires extrêmement modernes sont mis à la disposition des constructeurs. Les problèmes cinématiques et dynamiques très complexes sont traités par exemple aujourd'hui à l'aide de calculateurs électroniques. Des ateliers perfectionnés favorisent l'exécution de modèles d'essai qui sont soumis – comme les produits de la fabrication en série – à des épreuves d'endurance mécanique et climatique.

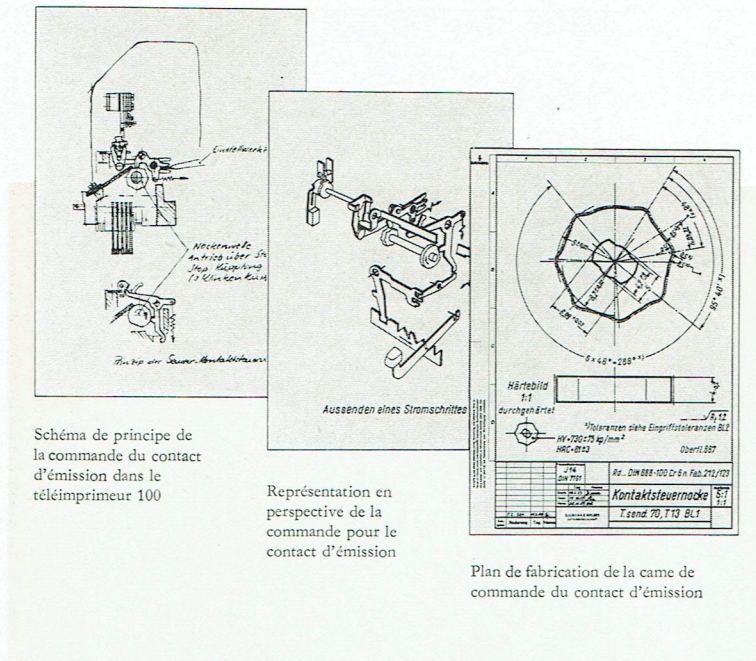


Fig. 4 Le constructeur se base sur les progrès les plus récents de la technique et traduit d'abord ses conceptions sous forme de schémas de principe. Après avoir choisi la solution la plus adéquate, il procède à l'exécution des plans définitifs pour lesquels il adopte le plus souvent une représentation en perspective qui fournit un meilleur aperçu de l'encombrement. La série des travaux se poursuit par un examen approfondi du fonctionnement et par l'élaboration des détails de construction. Une demande de brevet est éventuellement déposée. Chaque pièce détachée doit être conçue avec un maximum de précision, avant que le plan de fabrication respectif soit communiqué aux ateliers

Fig. 5 L'alignement historique des postes téléphoniques mobiles révèle le bouleversement du sens esthétique jusqu'à nos jours. Il démontre de même pertinemment que la forme des appareils dépend des matériaux disponibles et de leurs facultés d'usinage. Les progrès réalisés dans ce domaine orientent toujours le constructeur vers des solutions plus économiques et plus fonctionnelles s'adaptant à l'évolution industrielle et culturelle

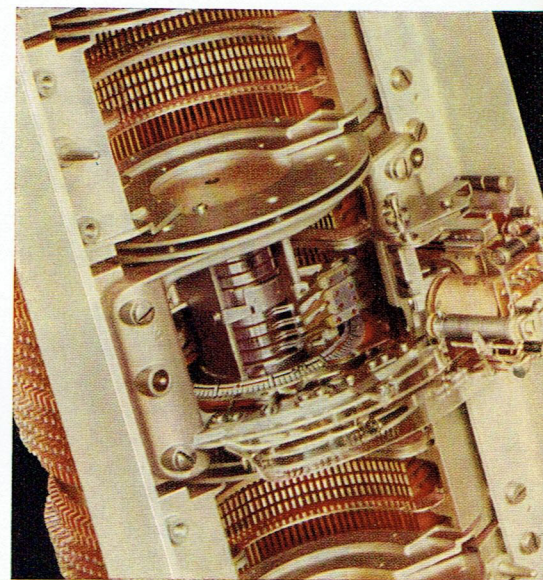


Fig. 6 Au cours de la sélection d'un abonné téléphonique, le sélecteur rotatif à moteur avec contacts de métal précieux (sélecteur EMD) cherche en quelques fractions de seconde la sortie de la ligne demandée et établit la liaison à l'aide de contacts de haute qualité. Sur la vue partielle d'un bâti équipé d'un sélecteur EMD, on aperçoit à gauche un fragment du multiple sans soudure qui épargne dans un central pour 10000 abonnés plus d'un million de points de soudure

Fig. 7 La construction des équipements de la technique des hyperfréquences exige une très grande précision mécanique. L'aiguillage d'antenne travaillant dans la gamme des 2GHz est accordé par le déplacement de pistons annulaires à l'intérieur des six circuits à cavité (en bas). Les trois circuits de chaque bloc sont entraînés en commun par une vis sans fin, une roue hélicoïdale et une commande à came, à savoir avec une exactitude de synchronisme de $3\text{ }\mu\text{m}$ et une exactitude de répétition de $6\text{ }\mu\text{m}$. Même une très légère variation des dimensions au cours du service, due par exemple à des écarts de température, entraînerait la perturbation des conversations téléphoniques. Il a été par conséquent nécessaire de compenser sur une certaine échelle l'influence de la température, c'est-à-dire de choisir les matériaux des pièces détachées selon leur dilatation thermique

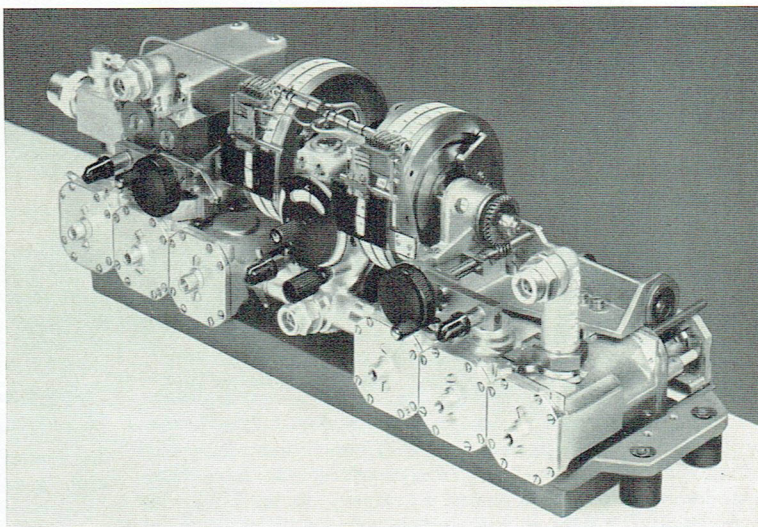


Fig. 8 Le constructeur contrôle sans cesse ses plans et ses calculs pour aboutir à une solution optimale. Les problèmes difficiles sont discutés par des communautés de travail. Une telle coordination donne naissance à des conceptions qui contribuent à la réputation mondiale des produits de la Maison Siemens

Pour les recherches physiques et technologiques qui pénètrent dans le domaine de l'inconnu, les laboratoires interviennent. Les constructeurs sont assistés de plus par les services de contrôle des matériaux et des appareils qui leur communiquent en permanence les expériences acquises lors du contrôle de la fabrication courante et des produits. Les services centraux d'essai complètent encore ces informations par le résultat des examens critiques pratiqués sur les appareils et les installations.

Grâce à la centralisation du traitement des problèmes de construction inhérents à la technique des communications, le constructeur joue un rôle indéniable de pionnier qui l'amène à orienter de façon définitive les tendances du progrès.



NOUVELLES TECHNIQUES

Eclairage de la route de Poséidon à proximité de l'aérodrome de Hellenikon (Grèce)

PAR WALTER TOSBERG

La route de Poséidon longe la côte grecque et relie – conjointement avec la route de Syngroun – Athènes au cap Sunion. A l'aérodrome de Hellenikon la route croise le couloir d'approche des avions près de l'extrémité de la piste d'envol et d'atterrissage. Au droit de la route les avions passent la plupart du temps à très faible altitude (voir figure). Il a fallu en tenir compte lors de l'installation de l'éclairage routier.

Ordinairement, et notamment pour les grands axes de circulation, les foyers lumineux sont installés au-dessus de la voie à une hauteur comprise entre 9 et 12 m. En conséquence, la route de Poséidon – excepté le tronçon sous le couloir d'approche – fut dotée d'un bon éclairage au moyen de réflecteurs ovales à miroir Siemens, équipés de lampes à vapeur de mercure haute pression, montés en bout de poteaux-tubes à double crosse de 9,5 m de hauteur. Sur la figure ces appareils sont reconnaissables sur la gauche de l'arrière-plan.

Le tronçon de route critique, long de 600 m, croisant le couloir d'approche devait être éclairé de telle sorte qu'aucun danger et qu'aucune gêne n'en résultent, ni pour le trafic aérien par la présence d'obstacles surélevés, ni pour le trafic routier par un éclairage insuffisant. Par ailleurs, il était indispensable qu'en aucun cas on ne pût confondre l'éclairage de la route avec l'une ou l'autre installation de balisage de l'aérodrome.

Des luminaires de parapet bidirectionnels remplissent très bien ces conditions. Alors que dans l'éclairage routier sur poteaux c'est

l'éclairage horizontal qui importe, on utilise l'éclairage vertical dans l'éclairage par luminaires de parapet¹⁾.

Les luminaires sont disposés en continu, fixés à un garde-corps d'une hauteur approximative de 1,10 m sur le terre-plein séparant les deux voies de circulation, larges de 10,50 m chacune.

Le flux lumineux des lampes fluorescentes à couche réfléchissante de 65 W est dirigé avec une faible inclinaison sur la voie par un miroir semi-parabolique brillant. Une étroite bande réfléchissante bordant en plan le bas du miroir assure une diffusion lumineuse suffisante dans l'espace utile au-dessus de l'horizontale. De ce fait il est possible de discerner les véhicules particulièrement hauts ou porteurs de chargements débordants, alors que les yeux des chauffeurs restent dans l'ombre. Les effets gênants d'éblouissement sont donc totalement exclus.

L'implantation des foyers lumineux sur le terre-plein possède l'avantage supplémentaire – dans le cas de circulation à droite – de mieux éclairer la voie de dépassement. En même temps le garde-corps représente une sécurité contre l'empiétement sur le terre-plein; or l'expérience prouve que cette sécurité est particulièrement nécessaire là où l'attention des usagers de la route peut être déviée, comme par le trafic aérien dans ce cas.

1) Smiatek, G.: Eclairage des autoroutes en viaduc et des tunnels routiers. Rev. Siemens 20 (1962) pages 39 à 48

Roch, J.: Berechnung der Beleuchtungsstärken bei Handlaufleuchten (Calcul des éclairagements de luminaires de parapet). Siemens-Z. 35 (1961) pages 723 à 727



« Croisement » du couloir d'approche de l'aérodrome de Hellenikon avec la route de Poséidon. Pour l'éclairage du tronçon de route long de 600 m croisant le couloir d'approche on a choisi des luminaires de parapet bidirectionnels sur le terre-plein entre les deux voies de circulation, réalisant ainsi une bande lumineuse continue



SIEMENS

CDU 625.712.35(43-2.237):621.3

HEINRICH RITTER ET FRIEDRICH ALBERS

Installations électrotechniques du tunnel routier de Rendsburg

8 pages, 10 figures

Revue Siemens 20 (1962) pages 327 à 335

La Maison Siemens a fourni des équipements électrotechniques pour le tunnel routier de Rendsburg construit au-dessous du Nord-Ostsee-Kanal. Il s'agit d'installations de régulation du trafic, d'une installation de comptage du trafic, d'une installation de haut-parleurs et de télévision, d'une installation d'alarme, ainsi que d'installations à courant industriel pour l'aération, l'écoulement des eaux et l'éclairage du tunnel. L'exposé décrit ces différentes installations.



SIEMENS

CDU 621.314.63.027.3-523.8

HEINRICH GEISSING ET JOHANNES KOHAUT

Commande instantanée et sans inertie de redresseurs à semi-conducteurs pour des tensions élevées

2 pages, 2 figures

Revue Siemens 20 (1962) pages 335 à 337

Les auteurs indiquent un procédé de commande pour les redresseurs à haute tension, grâce auquel la tension continue peut être réglée instantanément et sans effet d'inertie. L'organe correcteur qui est constitué par trois couples de valves branchées en opposition est disposé dans les canalisations des enroulements basse tension du transformateur d'alimentation. A titre d'exemple, on décrit une installation de redresseurs haute tension asservie, destinée à alimenter une installation de condensateurs.



SIEMENS

CDU 621.395.374

ROMAN ADLER ET HANS BRETSCHNEIDER

Trafic téléphonique automatique sur câbles transatlantiques

2 pages, 2 figures, bibliographie

Revue Siemens 20 (1962) pages 337 à 339

Les 48 voies disponibles dans les câbles transatlantiques permettent d'automatiser le trafic téléphonique entre l'Europe et l'Amérique du Nord.

L'exposé donne un bref aperçu des réseaux interurbains européens et du plan des critères établi pour la téléphonie transatlantique, puis décrit l'écoulement du trafic sur le parcours transatlantique.



SIEMENS

CDU 621.318

HELMUT RABL

**Transfluxors de ferrites
Courbes caractéristiques, exemples d'application**

7 pages 1/2, 19 figures, 1 tableau

Revue Siemens 20 (1962) pages 342 à 350

Les transfluxors sont des composants magnétiques possédant des propriétés de mémorisation et de commutation. Ils se composent de plusieurs circuits magnétiques (circuits de commande avec enroulements de commande, circuit de transfert avec enroulement excitateur et enroulement de sortie). La tension de sortie peut être modifiée à l'aide d'impulsions de courant émises à travers les enroulements de commande. Le réseau de caractéristiques (variation de la tension de sortie en fonction des courants de commande et du courant excitateur) dépend du matériau, de la configuration et du mode d'exploitation du transfluxor. Les transfluxors sont utilisés comme mémoires, commutateurs magnétiques, circuits logiques et amplificateurs magnétiques.



SIEMENS

CDU 621.314.634.027.3: 697.946

JÜRGEN WEBER ET GEORG FRIEDRICH GÖTZ

Installation de redresseurs haute tension pour filtres électrostatiques

3 pages, 5 figures

Revue Siemens 20 (1962) pages 339 à 342

Compte tenu des différentes puissances exigées par les filtres électrostatiques, 8 modèles standard d'installations de redresseurs ont été mis au point. Pour des puissances jusqu'à 30 kVA, les appareils ont été équipés par des transformateurs haute tension monophasés et des redresseurs en pont monophasé. Pour des puissances plus élevées, on préfère une alimentation triphasée. Pour les redresseurs à semi-conducteurs, on utilise le sélénium. Ces appareils peuvent être calculés, soit pour refroidissement naturel, soit pour refroidissement par circulation d'eau ou d'air.



SIEMENS

CDU 621.631:697.9

KURT BECK

Ventilateur pour la ventilation individuelle de locaux

2 pages 1/2, 5 figures, 1 tableau

Revue Siemens 20 (1962) pages 350 à 352

Cet article décrit un petit ventilateur en matière plastique constitué par des éléments standard qui permettent de le monter directement dans des fenêtres ou dans des murs. Les avantages de ce nouveau ventilateur consistent dans son grand débit, qui est d'ailleurs réglable et qui peut être inversé, ceci à l'aide d'un commutateur. Il se distingue en outre par son installation très facile et par son fonctionnement silencieux.

L'article donne des indications numériques sur le débit et l'analyse des bruits du ventilateur.



SIEMENS

CDU 621.317.75

WILLI KAISER

Enregistrement direct de plusieurs courbes par jet liquide

3 pages, 5 figures

Revue Siemens 20 (1962) pages 353 à 355

L'allure dans le temps de phénomènes à variation rapide présente un grand intérêt non seulement pour les études et recherches, mais aussi pour la fabrication et la surveillance d'exploitation. L'auteur décrit un appareil d'enregistrement direct de plusieurs courbes utilisant un jet liquide. Il est possible d'enregistrer simultanément jusqu'à douze phénomènes sur un papier de 300 mm de largeur. La vitesse d'avance du papier est choisie et réglée entre 2 et 2000 mm/s à l'aide d'un servo-mécanisme électrique de vitesse, appelé montage Velodyn.



SIEMENS

CDU 628.971.6(495.11)

WALTER TOSBERG

Eclairage de la route de Poséidon à proximité de l'aérodrome de Hellenikon (Grèce)

1 page, 1 figure

Revue Siemens 20 (1962) page 360

Le couloir d'approche de l'aérodrome de Hellenikon (Grèce) croise une route à grand trafic près de l'extrémité de la piste d'envol et d'atterrissage. La faible altitude à laquelle passent les avions à cet endroit interdit l'utilisation d'un éclairage routier ordinaire avec implantation de poteaux. La solution adoptée est celle de luminaires de parapet disposés en rampe continue à une hauteur d'environ 1,10 m éclairant parfaitement les deux voies de circulation larges de 10,50 m chacune.