

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 37 (1946)  
**Heft:** 8

**Artikel:** Un nouveau dispositif de commande à distance travaillant sans fils pilotes  
**Autor:** Grob, O.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1057324>

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 17.04.2026

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

Luft abzuspielen. Bei sehr nassem Material (Grenzfall Wasser) dagegen scheint er ganz vorwiegend thermischer Natur zu sein. Diese Vermutung wird dadurch bestätigt, dass die zur Erreichung des Durchschlags nötige Energie zwischen den beiden Kugelelektroden nach Fig. 35 nur wenig von der Dauer des Stosses abzuhängen scheint (400...500 cal), ferner dadurch, dass sich die Bildung von Dampfblasen als Wegbereiter des Durchschlags bei Stoss recht schön verfolgen lässt, wie zum Schluss noch zu beschreiben ist (Fig. 40). In dieser Figur ist die obere Kugel nach Fig. 35 durch eine Spitze ersetzt.

Bei kleiner Stoßspannung zeigt sich an der Spitze lediglich eine schwache Leuchterscheinung. Das Oszillogramm zeigt einen glatten Strom- und Spannungsverlauf. Bei grösserer Stoßspannung entsteht zuerst ganz am Ende des Spannungsrückens der Durchschlag als feiner, schwach leuchtender Kanal mit begrenzter Ausdehnung. Je höher die Stoßspannung gewählt wird, um so früher erscheint der Durchschlag, und um so stärker leuchtet und knallt er. Dieser Durchschlag erfolgt nicht immer in einer

Stufe, sondern z. T. über eine Vorentladung, die sich im Oszillogramm äussert, und die offenbar der Bildung einer starken Dampfblase entspricht. Es geht über den Rahmen dieses Berichts hinaus, die verwickelten dynamischen Vorgänge bei der Durchschlagentstehung in einer Dampfblase zu untersuchen, doch dürften sie in physikalischer Hinsicht von Interesse sein, da somit der Durchschlag von üblichem Brunnenwasser als eine Art «Wärmedurchschlag» zu bezeichnen ist. In welchen Grenzen der spezifische Widerstand bei diesem thermischen Vorgang variieren kann und was an dessen Stelle in schlechter leitenden Flüssigkeiten (z. B. in Öl statt in Wasser) tritt, bleibt eine offene Frage.

### 7. Literatur

- H. M. Towne, Gen. El. Rev. Vol. 31 (1928), S. 605.  
 L. Binder, Gewittertagung der Sächs. Werke, Dresden 1932.  
 H. Norinder und R. Nordell, CIGRE 1939, Nr. 302.  
 O. Münger, Bull. SEV 1940, Nr. 23, S. 529.  
 F. Ollendorff, Erdströme, Springer 1923.

#### Adresse des Autors:

Dr. K. Berger, Ingenieur, Versuchsleiter der FKH, Seefeldstrasse 301, Zürich 8.

## Un nouveau dispositif de commande à distance travaillant sans fils pilotes

Par O. Grob, Uster

621.398.2

*L'auteur décrit un système économique et très simple de commande à distance centralisée de compteurs à tarifs multiples, de chauffe-eau, d'éclairages publics, etc. dans les réseaux d'électricité. Ce système, qui travaille par superposition de fréquence musicale sans fils pilotes, permet la transmission de 20 doubles commandes par fréquence d'émission. L'énergie de commande nécessaire a pu être réduite au 0,15 % de la charge maximum du réseau en faisant travailler le facteur temps. L'énergie est donc émise relativement longtemps par commande; dans chaque récepteur elle est premièrement accumulée, pendant la durée de la commande, à l'état d'énergie statique, puis appliquée en un très court instant au relais à actionner. L'émission de l'énergie de commande a lieu dans le réseau de tension intermédiaire ou dans celui à basse tension à travers des condensateurs de couplage. Aucun changement autre que ce couplage n'est nécessaire dans le réseau. L'appareil de commande, le groupe convertisseur de fréquence, le schéma de couplage et un type de récepteur sont décrits en détail. Pour terminer, quelques installations d'essais sont citées.*

*Es wird ein sehr einfaches und wirtschaftliches System zur zentralen Fernsteuerung von Mehrfachtarifzählern, Heisswasserspeichern, Strassenbeleuchtungen usw. in Verteilnetzen beschrieben. Das System, welches ohne Steuerdraht mit Tonfrequenzüberlagerung arbeitet, gestattet pro Steuerfrequenz die Uebertragung von 20 Doppelbefehlen. Durch Ausnützung des Faktors Zeit ist es gelungen, die nötige Steuerenergie auf 0,15 % der maximalen Netzleistung zu reduzieren. Die Steuerenergie wird hierzu pro Befehl verhältnismässig lange gesendet, in jedem Empfänger während der Steuerzeit vorerst als elektrostatische Energie gespeichert und dann innert kurzer Zeit an das zu betätigende Relais abgegeben. Die Einspeisung der Steuerenergie erfolgt ins Mittel- oder Niederspannungsnetz über Kopplungskondensatoren. Ausser dieser Ankopplung sind keine Aenderungen am Netz nötig. Kommandogerät, Steuerfrequenzmaschinen, Ankopplungsschaltung und ein Empfängertyp werden im Detail beschrieben. Zum Schluss wird auf ausgeführte Probeanlagen verwiesen.*

(Traduction)

Les avantages de la commande centralisée de compteurs à tarifs multiples, de chauffe-eau, de l'éclairage public, etc., dans les réseaux de distribution de l'énergie électrique, sont aujourd'hui reconnus par tous les gens de métier<sup>1)</sup>.

Si les différents systèmes de commande à distance connus jusqu'ici n'ont pas réussi à s'imposer, cela est très certainement dû au fait que l'introduction de ces systèmes occasionne d'une part des frais relativement élevés et d'autre part nécessite beaucoup de place dans les centrales.

<sup>1)</sup> Cf. D. Burger, «L'action à distance», Bull. ASE 1945, Nr. 25, p. 329.

«Fernmessen, Fernsteuern und Fernregulieren»; Bericht über die Diskussionsversammlung des SEV vom 14. 12. 1940, Bull. ASE 1941, No. 26, p. 741...808.

Une entreprise suisse a maintenant réussi à développer un système de commande à distance simple, économique et offrant de vastes possibilités d'application.

Ce nouveau système fonctionne en principe comme suit: d'une station centrale (par exemple d'une sous-station) des impulsions de fréquence musicale sont émises dans le réseau de tension intermédiaire (par exemple 16 kV). Ces impulsions se transmettent sans autre à travers les transformateurs dans tout le réseau basse tension. Les impulsions étant émises en courant triphasé, il est possible de connecter les récepteurs en n'importe quel point du réseau, entre n'importe quelle phase et le conducteur neutre ou entre deux phases quelconques. Les impulsions arrivant aux récepteurs com-

mandent les circuits électriques qui y sont reliés, conformément à l'ordre émis de la centrale.

A l'aide d'une seule fréquence d'émission, il est possible de transmettre 20 différentes commandes doubles (enclenchement et déclenchement). Chaque récepteur, suivant le modèle, en exécute cinq, six ou dix. Si ces vingt commandes ne suffisent pas, on se sert d'autres fréquences dont chacune permet la transmission de 20 commandes doubles supplémentaires. De cette façon il est possible de transmettre dans un seul et même réseau jusqu'à 400 commandes doubles, indépendantes les unes des autres. Les fausses manœuvres, exceptionnellement provoquées par une interruption de la tension du réseau pendant la transmission d'une série de commandes, seront automatiquement corrigées peu après la suppression de l'interruption.

L'innovation caractéristique du principe de commande à distance décrit ici, réside dans le fait qu'il a été possible, de façon très simple, d'équiper chaque récepteur d'un amplificateur (sans lampes radio ni consommation d'énergie). La puissance du signal reçu est ainsi amplifiée environ 100 fois avant d'actionner le relais. Cet amplificateur d'impulsions a permis de mettre au point ce système de commande à distance, économique et simple. Il est basé sur les données suivantes:

Un relais électrique, pour être actionné, ne demande une puissance de commande que pendant un très court instant. On dispose par contre, dans le cas particulier, de la puissance de commande pendant un temps beaucoup plus long. En accumulant cette puissance  $P_c$  pendant un temps déterminé  $t_c$ , l'énergie recueillie sera:

$$W_c = P_c t_c$$

Si à l'aide de celle-ci on agit sur le relais dans le court laps de temps  $t_r$ , il fonctionne sous une puissance  $P_r$  égale à

$$P_r = P_c \frac{t_c}{t_r} \eta$$

$\eta$  étant le facteur de rendement du dispositif accumulateur complet. Le facteur d'amplification de puissance  $V$  ainsi obtenu s'élève à

$$V = \frac{t_c}{t_r} \eta$$

Le schéma et la construction de cet amplificateur sont fort simples (fig. 1):

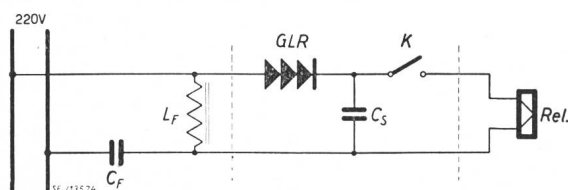


Fig. 1.  
Amplificateur d'impulsions

Le circuit en résonance couplé en série, composé du condensateur  $C_F$  et de la bobine à faibles pertes

$L_F$ , recueille les impulsions émises dans le réseau et les filtre. La tension des impulsions redressée à travers le redresseur au sélénium  $GLR$  charge lentement le condensateur d'accumulation  $C_S$ . Le contact  $K$  est fermé momentanément par exemple toutes les 5 s à l'aide d'une came entraînée par un petit moteur synchrone. Si, à l'instant de la fermeture du contact  $K$ , le condensateur  $C_S$  a déjà été chargé par une impulsion de commande, son courant de décharge actionne alors le relais  $Rel.$  comme désiré.

Afin d'éviter que, dans les récepteurs, un moteur doive constamment tourner pour fermer périodiquement le contact  $K$ , et pour que chaque récepteur soit quand même prêt à être actionné à tout instant, on remplace le contact  $K$  par une petite lampe au néon. Sitôt que la tension du condensateur atteint la valeur de la tension d'allumage de la lampe, celle-ci s'allume et devient conductrice. On obtient ainsi un amplificateur simple et, bien que toujours prêt à fonctionner, ne consommant aucune énergie.

Cet amplificateur a, outre sa capacité d'amplification, une seconde propriété très intéressante pour l'application décrite ici.

Pratiquement dans chaque réseau, se trouvent des tensions parasites et des harmoniques dont les fréquences coïncident en partie avec celles des impulsions de commande. Des mesures effectuées dans plusieurs réseaux de distribution suisses, ont montré que le niveau des harmoniques est normalement si bas que les récepteurs sensibles aux fréquences musicales ne réagissent pas à ces tensions. Par contre, lors de clenchements extraordinaires (à-coups) le niveau des harmoniques atteint une valeur plusieurs fois supérieure à sa valeur normale. Heureusement, ces valeurs anormales d'harmoniques décroissent très rapidement (fraction de seconde), ce qui ne leur permet pas, malgré leur niveau élevé, de charger suffisamment le condensateur d'accumulation et d'occasionner ainsi de fausses manœuvres. Les charges partielles du condensateur, provoquées par ces harmoniques, sont continuellement déchargées par le courant de retour du redresseur au sélénium, ce qui empêche une addition éventuelle de ces charges. Le principe d'accumulation présente donc, en plus de sa propriété amplificatrice, l'avantage que les relais récepteurs ne réagissent pas aux pointes d'harmoniques même anormalement fortes, comme il s'en présente dans les réseaux lors d'à-coups d'enclenchements, de court-circuits, etc. Les récepteurs restent par exemple absolument insensibles à un à-coup de tension de 5000 V. Ils ne réagissent pas non plus à une pointe d'harmoniques de plus de 20 V d'une durée de 0,1 s.

L'heureuse combinaison de ces deux propriétés (amplification et insensibilité aux harmoniques) a permis de mettre au point un système de commande à distance dont l'émetteur, quoique petit et simple, est capable de commander les plus grands réseaux d'une seule fois.

Pour fixer les idées, on peut dire que la puissance d'émission nécessaire s'élève environ au 0,15 ‰ de la charge utile maximum du réseau. (Il est nécessaire, dans le calcul, de tenir compte de trente fois la valeur de la charge capacitive.)

Avant de décrire en détail l'émetteur et les récepteurs, examinons encore rapidement le

**Mode de transmission des commandes**

Une telle transmission débute toujours par l'émission d'une impulsion, dite de départ. Elle a pour effet de mettre en marche dans chaque récepteur un bras de manœuvre qui tourne alors à une vitesse déterminée. Ce bras défile devant les interrupteurs à commander et les actionne les uns après les autres. La rotation du bras de chaque récepteur est synchrone avec celle d'un bras contacteur commandant les impulsions de l'émetteur.

donne une impulsion de commande au moment où les bras des récepteurs se trouvent devant les interrupteurs No. 1. Les bras se déplacent alors axialement et enclenchent les dits interrupteurs. Si ceux-ci se trouvent déjà enclenchés, le déplacement du bras n'a pas d'effet et les interrupteurs restent enclenchés.

Si par contre les interrupteurs No. 2 doivent être déclenchés ou rester déclenchés, le bras contacteur de l'émetteur ne donne aucune impulsion lors du passage des bras des récepteurs devant les dits interrupteurs. Les bras ne se déplacent pas axialement et un mécanisme simple mais ingénieux veille à ce que les interrupteurs No. 2 soient déclenchés ou qu'ils le restent.

La commande des interrupteurs suivants se poursuit de la même manière et lorsque le bras d'un

récepteur en a terminé le cycle, il s'arrête automatiquement en position de repos.

Décrivons, à l'aide de la fig. 2, la

**Station émettrice**

Elle se compose de 3 parties, à savoir:

1. un appareil de commande,
2. un groupe convertisseur de fréquence,
3. une cellule de couplage.

L'appareil de commande comprend principalement vingt commutateurs de commande à main (numérotés de 1 à 20); vingt contacts commandés par une horloge-mère, un contact de démarrage et un contacteur de commande entraîné par un moteur synchrone. Pour la transmission d'ordres par commande à main, chaque commutateur de commande sera premièrement placé en position «Enclenché» ou «Déclenché» suivant que l'on désire enclencher ou déclencher les interrupteurs de numéro correspondant des récepteurs. Cette préparation terminée, on ferme le contact de démarrage et le bras de manœuvre du contacteur de commande (entraîné par le moteur synchrone S) commence à tourner.

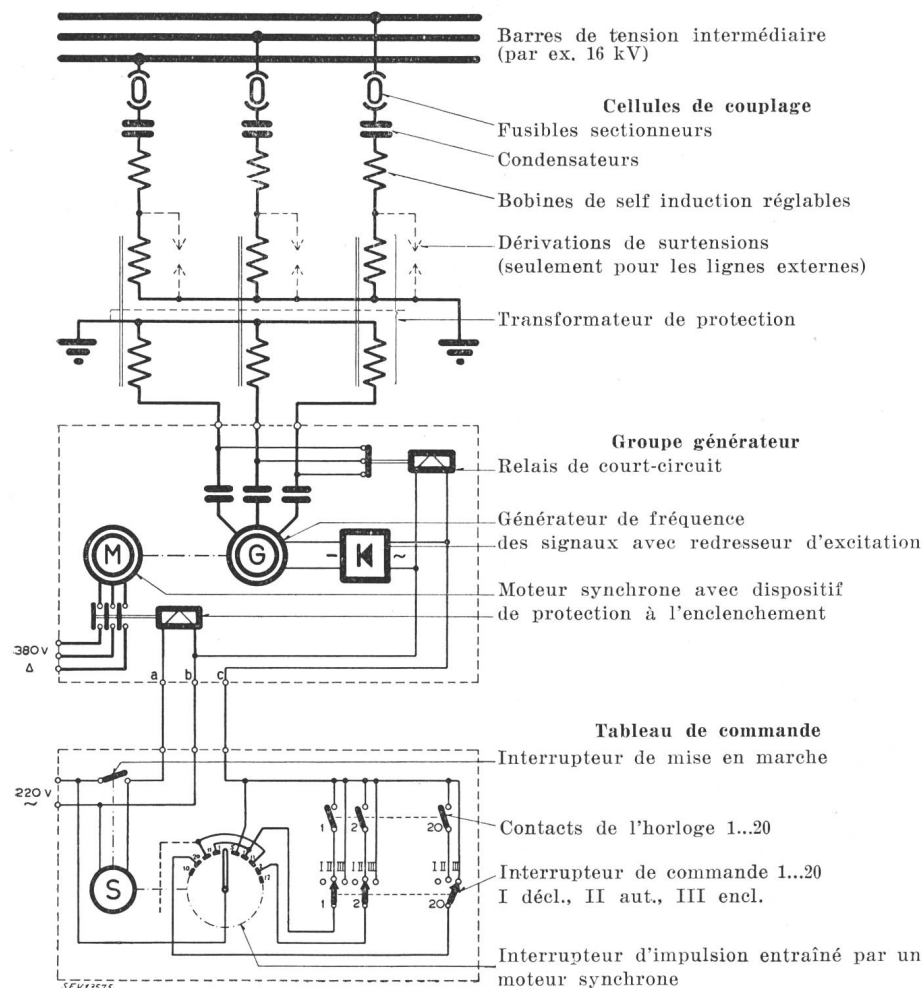


Fig. 2.  
Représentation schématique de l'émetteur

Le synchronisme est assuré par l'emploi de moteurs synchrones dans l'appareil de commande et dans tous les récepteurs. Des décalages du synchronisme jusqu'à ± 2,5 s sont sans effet et ne provoquent aucune fausse manœuvre.

Si par exemple l'interrupteur No. 1 de chaque récepteur doit être enclenché, le bras contacteur

D'après le schéma, une tension de 220 V est alors appliquée aux bornes b et c du groupe convertisseur, suivant un diagramme d'impulsions dont la fig. 3 donne un exemple.

On voit que, dans ce cas, tous les interrupteurs des récepteurs des numéros 2, 7, 8, 9, 12, 16, 17 et 20

doivent être enclenchés tandis que ceux d'autres numéros seront déclenchés.

Si l'on veut se libérer de la commande à main, il suffit de placer les commutateurs de commande sur la position «automatique». Une horloge-mère munie de 20 disques de contact indépendants les uns des autres, assure alors la commande.

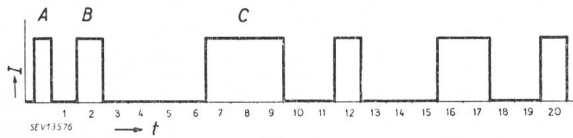


Fig. 3.

Diagramme des impulsions

A Impulsion de départ; B, C... Impulsions de commande

L'appareil de commande comprend en outre les organes de surveillance et de contrôle ci-dessous qui, par mesure de simplification, ne sont pas dessinés:

1. Deux récepteurs de contrôle, qui reçoivent chacun 10 commandes.

2. Vingt lampes indicatrices de position qui, reliées normalement, s'allument lorsque les clenchements effectivement réalisés par les récepteurs de contrôle, ne coïncident pas avec ceux commandés.

3. Un commutateur qui allume momentanément celles des lampes citées sous 2 dont les interrupteurs correspondants des récepteurs de contrôle sont fermés.

4. Un dispositif de démarrage automatique, déclenchant une série de commandes sitôt que les clenchements réalisés par les récepteurs ne coïncident pas avec ceux commandés.

5. Un dispositif d'alarme qui fonctionne dans les cas suivants:

- Lorsque la situation des interrupteurs des récepteurs de contrôle ne correspond toujours pas, même après le déroulement d'une série d'ordres, avec la situation commandée.
- Lorsque la tension d'alimentation du tableau de commande est coupée.
- Lorsque l'horloge-mère s'arrête.

Le groupe convertisseur de fréquence est extrêmement simple. Il se compose d'un moteur synchrone

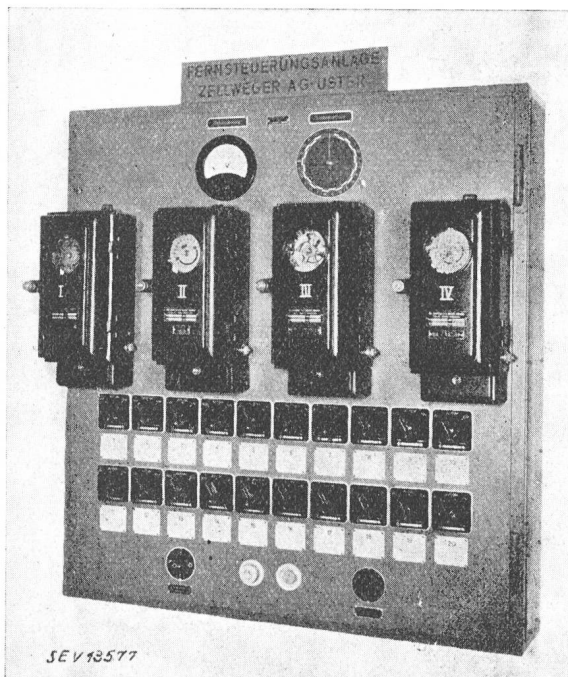


Fig. 4.

Tableau de commande pour 20 commandes doubles

à réaction et à démarrage automatique, ainsi que d'un générateur de fréquence musicale avec stator bobiné et rotor denté. Vu que le groupe n'est muni ni de régulateur de vitesse ni de collecteurs ou de bagues, donc d'aucune partie délicate, il présente une sécurité de fonctionnement maximum.

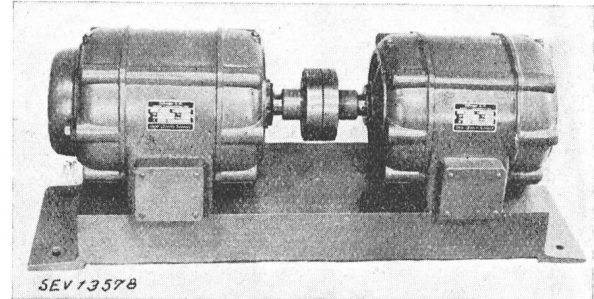


Fig. 5.

Groupe convertisseur

1,5 kW pour un réseau de 10 000 kVA  
longueur totale: 800 mm

La fig. 5 montre un tel groupe fournissant une puissance de fréquence musicale de 1,5 kW, destiné pour commander un réseau ayant une pointe de charge maximum de 10 000 kVA.

Le groupe est mis en marche à l'aide d'un relais, dès qu'une tension est appliquée aux bornes *a* et *b*, c'est-à-dire aussitôt que le contact de démarrage de l'appareil de commande est fermé. Toutefois il ne livre de la puissance que lorsque son redresseur d'excitation est mis sous tension par les bornes *b* et *c*. Pendant l'émission d'une série d'ordres, le groupe convertisseur tourne donc constamment, mais il ne livre de la puissance de fréquence musicale que selon le diagramme des impulsions (fig. 3).

Du groupe convertisseur, la fréquence musicale est conduite en courant triphasé, à travers un transformateur de protection, des bobines réglables, condensateurs de couplage et fusibles sectionneurs, aux barres du réseau à commander.

L'alimentation en parallèle présente, en exploitation, d'énormes avantages sur l'alimentation en série. Elle peut être appliquée, sans aucune transformation, à n'importe quel jeu de barres existant; la place nécessaire représente environ celle d'une cellule normale de départ. Pendant la transmission d'ordres, aucun changement de connexions, côté tension intermédiaire, n'est nécessaire. Un réseau complet peut être commandé en une seule fois. L'alimentation en parallèle convient pour les réseaux les plus compliqués et les plus maillés.

Lors de l'alimentation en série, par contre, chaque barre de tension intermédiaire doit être interrompue pour y insérer des éléments de liaison et de couplage qui doivent être manœuvrés lors de chaque commande. Ces commandes ne peuvent, en outre, être exécutées en une seule fois dans tout le réseau, mais au contraire les départs de barres doivent être attaqués les uns après les autres. Dans les réseaux compliqués et maillés, l'alimentation en série ne convient absolument pas.

Lorsqu'aucune impulsion n'est émise, un relais court-circuite les barres pour la fréquence de com-

mande, à travers les circuits de couplage. Ainsi, une grande partie des tensions parasites, se trouvant dans le réseau de tension intermédiaire, est absorbée et rendue inoffensive.

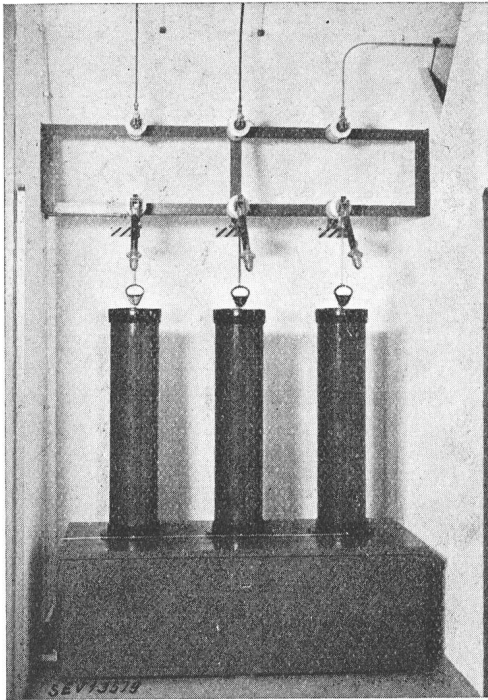


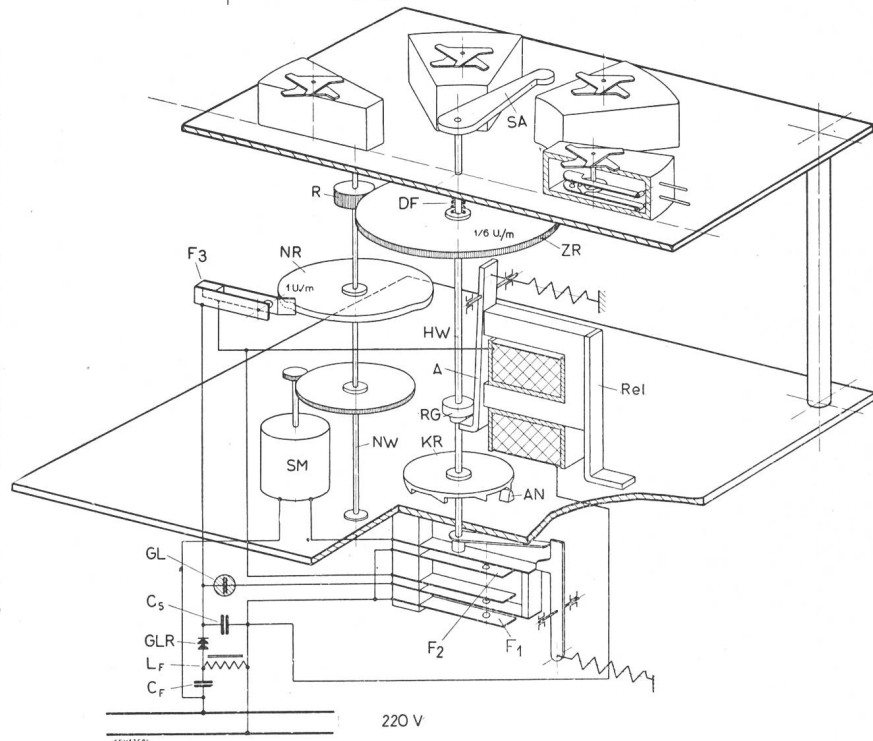
Fig. 6.  
Cellule de couplage  
pour 16 000 volts.

Pour autant qu'il s'agisse de commander un réseau complet de tension intermédiaire, des circuits bouchons, destinés à empêcher le passage de la tension de commande dans d'autres réseaux, ne sont pas nécessaires. En pareils cas, le blocage est sans autre assuré par l'inductivité de dispersion des transformateurs haute tension à tension intermédiaire existants.

Si par contre il ne doit être émis de signaux que dans le réseau d'une commune revendeuse d'énergie, il faudra l'isoler des autres réseaux à l'aide de circuits bouchons accordés sur la fréquence d'émission.

Pour les communes revendeuses, il existe toutefois aussi la possibilité d'émettre les impulsions

Fig. 7.  
Représentation schématique d'un récepteur



reliant la station émettrice à chaque station de transformation. (Très souvent, les installations d'éclairage public déjà existantes peuvent tenir lieu de fils pilotes.)

A l'aide de la représentation schématique de la fig. 7, décrivons une

### Station réceptrice

plus en détail:

Du réseau basse tension l'impulsion de départ se rend dans le circuit résonnant série  $C_F$  et  $L_F$ . Par suite de la résonance on recueille aux bornes de la bobine  $L_F$  une tension élevée qui est redressée par le redresseur  $GLR$ . Le condensateur  $C_S$  se charge lentement et lorsque sa tension atteint la tension d'allumage de la lampe au néon  $GL$ , celle-ci s'allume et le condensateur se décharge dans le relais  $Rel.$  à travers le jeu de contacts  $F_1$ .

L'armature  $A$  libère alors la bague d'arrêt  $RG$  de l'arbre principal  $HW$  et celui-ci descend d'environ 3 mm sous l'action du ressort  $DF$ . Bien que la décharge du condensateur soit terminée, l'armature  $A$  ne peut revenir tout de suite à sa position de repos, car son extrémité heurte maintenant le flanc de la bague d'arrêt  $RG$ . Par sa chute, l'arbre  $HW$  a fermé le contact  $F_2$ , ce qui provoque, suivant le schéma, le démarrage du petit moteur synchrone  $SM$ .

Celui-ci entraîne, par l'entremise d'un engrenage, l'arbre  $NW$  muni de la came  $NR$  et, par l'entremise du pignon  $R$  et de la roue dentée  $ZR$ , l'arbre

directement dans le réseau basse tension, ce qui économise les coûteux circuits de couplage de tension intermédiaire ainsi que les circuits bouchons. Il est possible de commander jusqu'à 15 réseaux basse tension avec une seule station émettrice pour autant qu'il y ait à disposition des fils pilotes

principal  $HW$ . En résumé, sous l'action d'une impulsion de départ, l'arbre principal  $HW$ , muni de son bras de commande  $SA$ , commence la rotation désirée.

Simultanément et grâce au jeu de contacts  $F_1$ , la lampe au néon  $GL$  est séparée de l'enroule-

ment du relais et mise directement en parallèle sur le condensateur  $C_s$ . La décharge du condensateur  $C_s$  à travers le relais  $Rel$ , n'est dès lors plus commandée par la lampe  $GL$ , mais par le contact  $F_3$ , actionné par la came  $NR$ . Ce contact est fermé immédiatement par la came, ce qui évite qu'un reste éventuel de l'impulsion de départ ne recharge le condensateur  $C_s$ , ce qui pourrait tenir lieu de première impulsion de commande.

La couronne dentée  $KR$  montée sur l'arbre  $HW$  et s'appuyant sur l'étrier  $AN$  remonte peu à peu l'arbre  $HW$  dans sa position première jusqu'à ce que l'armature  $A$  puisse retomber sous la bague d'arrêt  $RG$  et maintenir ainsi provisoirement l'arbre  $HW$  dans sa position supérieure.

Pendant le même temps, la came  $NR$  a ouvert à nouveau le contact  $F_3$  qui restera ouvert 5 s et permettra au condensateur  $C_s$  de se charger sous l'action d'une impulsion éventuelle. Ces 5 s passées, la came  $NR$  referme le contact et pour autant que le condensateur soit chargé, il se décharge dans le relais. Ce dernier travaille comme précédemment et l'arbre  $HW$  retombe de 3 mm. Depuis le démarrage du moteur, l'arbre  $HW$  s'est tourné d'un certain angle et au moment du nouveau contact le bras de commande se trouve vis-à-vis de l'interrupteur No. 1. La construction de cet interrupteur est telle que ce dernier est enclenché ou reste enclenché lorsque le bras de commande défile devant lui dans sa position inférieure. Inversement il serait déclenché ou resterait déclenché si le bras de commande défilait devant lui dans sa position supérieure. Donc, en résumé, les interrupteurs No. 1 de chaque récepteur seront enclenchés ou le resteront lorsque l'émetteur aura envoyé l'impulsion de commande No. 1; ils seront par contre déclenchés ou le resteront si l'émetteur n'envoie pas d'impulsion No. 1.

Le bras de commande défile ainsi successivement devant chaque interrupteur et l'actionne ou le laisse dans l'une ou l'autre position, suivant que l'impulsion correspondante a été émise ou non. Chaque fois que l'arbre  $HW$  est tombé de 3 mm sous l'action du relais et qu'il a défilé devant l'interrupteur, il est remonté dans sa position supérieure par la couronne dentée  $AN$  dans le temps où le bras de commande se trouve entre 2 interrupteurs.

Lorsque le bras de commande a effectué un tour complet et défilé devant tous les interrupteurs, les contacts  $F_1$  et  $F_2$  sont automatiquement libérés et s'ouvrent. Le moteur synchrone s'arrête alors et la lampe au néon est à nouveau insérée en série avec le relais. Le récepteur est prêt à recevoir une nouvelle série de commandes. Le temps de manœuvre total s'élève à 3 minutes, c'est-à-dire que pendant ce temps 20 commandes doubles peuvent être transmises et exécutées dans tout le réseau.

La fig. 8 montre l'exécution pratique d'un tel récepteur. Celui-ci peut réaliser six commandes doubles d'une puissance de coupure de 380 V et 10 A chacune. Un des six interrupteurs peut être bi- ou tripolaire. Un modèle un peu plus grand peut réaliser jusqu'à onze commandes doubles dont plusieurs sont bi- ou tripolaires.

Les récepteurs sont beaucoup plus simples que les horloges à contacts offrant les mêmes possibilités de commutation. Ils peuvent dès lors être fabriqués et mis en vente meilleur marché. Les frais d'acquisition et de montage de la station émettrice étant également très modestes, il est possible d'amortir ceux-ci en peu d'années par les économies réalisées en remplaçant l'achat du contingent normal de nouvelles horloges par celui de récepteurs de commande à distance.

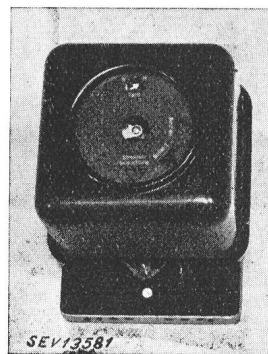


Fig. 8.  
Récepteur pour  
1...6 commandes doubles  
dimensions (inclus les  
bornes de connexion):  
225×135×126 mm

Les autres avantages, généralement reconnus de la commande à distance centralisée (suppression des réglages et des ajustements périodiques des horloges, frais d'entretien réduits, possibilité d'adaptation immédiate de la consommation d'énergie à la puissance à disposition, etc.) sont donc mis, pour ainsi dire, gratuitement à disposition des exploitations.

Le système de commande à distance décrit ici a déjà été essayé pratiquement dans différents réseaux de services d'électricité suisses. Des essais d'une durée de quelques jours chacun ont eu lieu avec grand succès dans les réseaux fortement maillés «Drahtzug» et «Letten» du Service de l'électricité de la Ville de Zurich, dans les réseaux urbains des villes de Berne, de Neuchâtel, de La Chaux-de-Fonds et du Locle, enfin dans le réseau étendu des «Forces motrices du Val de Travers» desservant des communes rurales et mi-urbaines ainsi que dans plusieurs autres réseaux de moyenne grandeur.

Depuis fin mars 1946, une installation de commande à distance fonctionne en permanence dans le réseau «Aathal» des Services de l'électricité du canton de Zurich. Ce réseau très étendu alimente une grande partie de l'Oberland zurichois, région riche en industries.

Grâce à la simplicité du système et pour une bonne part grâce à l'alimentation en parallèle, les installations d'essai ci-dessus ont pu être montées dans les réseaux en un très court laps de temps et sans aucun dérangement de l'exploitation. Le montage de l'installation de démonstration pour le réseau complet de la ville de Berne prit par exemple à peine 4 heures.

Pour terminer, que toutes les directions d'exploitations qui mirent obligeamment à disposition leur personnel et leur réseau, et qui soumièrent d'intéressantes propositions pour les recherches et les installations d'essai, soient ici, chaleureusement remerciées.

Adresse de l'auteur:

O. Grob, ingénieur, Unterbühlensstrasse, Niederuster.

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Mineralisierte, metallumhüllte elektrische Leiter

(Nach «Engineering» 1946, Nr. 4174)

621.315.33

Die Fortschritte, welche man in der Anwendung von gepulverten Mineralien als elektrische Isolation bei metallumhüllten Leitern erzielte, wurden kürzlich von F. W. Tomlinson und H. M. Wright im Schosse der englischen Institution of Electrical Engineers bekanntgegeben.

Obgleich anorganische Isoliermaterialien gewisse Vorteile besitzen, war es bis vor kurzem nicht möglich, einen biegsamen Leiter damit zu bedecken. Wenn sie aber in Pulverform in eine Metallumhüllung gepresst werden, so verhalten sie sich in vielen Beziehungen wie diejenigen einer plastischen Isolation. Es können hiezu folgende Oxyde verwendet werden: Magnesium- und Aluminiumoxyd, Silinnoxid, eine Mischung von Calciumoxyd oder Magnesiumoxyd und Boroxyd, ferner Berylliumoxyd, Glaspulver, Kaolin und Zirkon.

Magnesiumoxyd, der zu diesem Zwecke am meisten angewandte Stoff, ist ein ausgezeichnete elektrischer Isolator und, wenn gepresst, ein verhältnismässig guter Wärmeleiter, dazu temperaturbeständig bis zu hohen Temperaturen. Die dielektrische Festigkeit sinkt mit steigender Temperatur, steigt aber mit zunehmendem Druck. Bei einer Pressung von z. B. 450 kg/cm<sup>2</sup> hat Magnesiumoxyd ungefähr die 6fache Durchschlagfestigkeit von Luft.

Bei Heizelementen ist der üblicherweise verwendete Widerstandsdraht in die Pulverisolation eingebettet und im Zentrum der Metallumhüllung angeordnet. Um eine exakte Anordnung zu erreichen, wurden verschiedene Methoden entwickelt. Sie können in zwei Kategorien eingeteilt werden, nämlich in solche, wo die Isolation in dem für sie vorgesehenen Raum erzeugt wird, und in solche, wo die Isolation mit dem Leiter in die Umhüllung gelegt wird. Bei der Kabelfabrikation wird meistens so verfahren, dass das Magnesium in Zylinder gepresst wird, in welchen eine Anzahl Löcher für die Leiter vorgesehen sind. Diese Magnesium-Zylinder werden dann in ein Kupferrohr eingepresst, welches die Metallumhüllung des fertigen Kabels bilden muss. Nach Einlegen des Magnesium-Zylinders in die Umhüllung werden die Leiter durch die im Zylinder vorhandenen Löcher gezogen und nachher die ganze Anordnung durch einen Stempel gedrückt, um den Querschnitt zu vermindern, wobei die Magnesiumblöcke zu Pulver reduziert werden.

Kabel von diesem Typ wurden z. B. als Heizdrähte für Kochplatten verwendet, seitdem die gute Wärmeleitfähigkeit von gepresstem Magnesium eine Umhüllungstemperatur bis 750° C erlaubt. Für Licht- und Kraft-Installationen hat ein mineralisiertes Kabel den grossen Vorteil der Feuersicherheit. Ferner ist es genügend flexibel, um in Kanten und Ecken mit Leichtigkeit verlegt werden zu können. Die relative Lage der Leiter und der Umhüllung zueinander werden durch Biegung und Deformation (bis zu einem bestimmten Radius) nicht verändert. Die Kabel können auch in erhitzter und feuchter Umgebung oder in Oel verlegt werden, ohne Schaden zu nehmen. Weil beide, die Isolation aus Magnesium und die Umhüllung aus Metall, gute Wärmeleiter sind, kann ein solches Kabel bei gleicher Erwärmung höher belastet werden als ein mit organischen Isoliermaterialien aufgebautes. Im Vergleich mit anderen Kabeln, z. B. solchen mit Bleimantel und Kautschuk-Isolation, hat ein mineralisiertes

Kabel ein geringeres Gewicht und geringeren Platzbedarf. Z. B. benötigt die elektrische Installation eines Oeltankschiffes ca. 12 000 m von einem Querschnitt zwischen 1,0 bis 10 mm<sup>2</sup>. Das Gesamtgewicht eines kautschukisolierten Kabels mit Bleimantel beträgt rund 7000 kg. Dieses Gewicht konnte auf rund 3000 kg reduziert werden bei Verwendung von mineralisierten Kabeln. Der Platzbedarf reduzierte sich dabei von  $1,5 \cdot 10^6$  cm<sup>3</sup> auf  $0,7 \cdot 10^6$  cm<sup>3</sup>.

Während bei einigen der üblichen organischen Isolationen die Alterung eine Reduktion der dielektrischen Festigkeit hervorruft, konnte bei mineralisierten Kabeln nichts dergartiges beobachtet werden. Demzufolge darf ein kleinerer Sicherheitsfaktor zu Grunde gelegt werden.

Die Magnesium-Isolation ist hygroskopisch; sie nimmt aber die Feuchtigkeit nicht in sich selber auf, sondern durch den Feuchtigkeitsandrang werden Leitermoleküle zwischen die Moleküle der Isolation geschwemmt, wodurch ein Kriechweg zustande kommt, der zum Durchschlag führen kann. Feuchtigkeit muss darum verhütet werden, am besten durch Abschliessen der Enden mit einer eingekitteten Endhülle aus keramischem Material oder mit Bitumen und dergleichen.

H. A.

### Bilan d'exploitation comparé des véhicules utilitaires thermiques et électriques

[D'après Henry Petit, La voiture électrique à accumulateurs. Dunod, Paris, 1943<sup>1)</sup>]

629.113.65

Pour le véhicule utilitaire, le budget vient en effet au premier plan, et les questions de commodité et d'agrément passent au second plan.

Pour les services de liaison de grands magasins en ville et dans la banlieue, pour le transport de matériaux de la gare à l'usine ou au magasin et vice-versa, et partout où il s'agit de parcours à vitesses moyennes très faibles et entrecoupés par des arrêts fréquents, le véhicule électrique procure un prix de revient d'exploitation plus avantageux que le véhicule thermique.

Le bilan suivant avait été établi avant la guerre par une importante société française utilisant des véhicules de toutes sortes.

Le prix de revient complet d'utilisation d'un véhicule comporte une part de frais fixes et une part de frais proportionnels aux parcours appelés frais kilométriques.

#### Les frais fixes

comprennent: l'amortissement du véhicule, celui du poste de charge, les assurances et les impôts. Les salaires des conducteurs et les frais de garage étant indépendants du mode de propulsion, n'interviennent pas dans la comparaison des prix de revient.

#### Amortissement

Pratiquement la durée d'amortissement du véhicule est limitée à la période où le véhicule n'exige que des dépenses de réparations annuelles inférieures aux frais correspondant à l'amortissement d'un véhicule neuf. Le véhicule électrique possède des organes simples qui sont moins soumis à l'usure que ceux du véhicule thermique. L'expérience prouve en

<sup>1)</sup> Voir page 223.