

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 26 (1935)
Heft: 17

Artikel: Principes de la surveillance à distance des réseaux électriques
Autor: Howald, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1058473>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 18.01.2025

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

- 1° Un danger objectif pour celui qui éteint n'existe pas ensuite de la conductibilité électrique de la matière extinctrice.
- 2° La naissance de courts-circuits et de mises à la terre par la matière extinctrice est possible pour les appareils extincteurs à mousse quand cette dernière recouvre complètement la surface des isolateurs; ce danger est pratiquement écarté avec l'eau; l'acide carbonique et le tétrachlorure de carbone sont non conducteurs.

- 3° Le danger subjectif d'entrer accidentellement en contact avec des parties se trouvant sous tension existe toujours, et c'est peut-être là l'argument le plus positif contre les tentatives d'extinction d'incendies dans les installations sous tension.
- 4° Les appareils à tétrachlorure de carbone employés en grandes proportions se desservent avec un masque. Les autres appareils se laissent manipuler sans masque quand il n'y a pas trop de fumée.

Principes de la surveillance à distance des réseaux électriques.

Par W. Howald, Winterthur *).

621.398.2 : 621.3.7.08.3.7

La production de l'énergie électrique se centralise de plus en plus, et l'interconnexion des réseaux devient plus compliquée. Les échanges d'énergie entraînent la télémesure et la surveillance à distance, c'est-à-dire elle-même centralisée. Ces systèmes sont assez compliqués, et les descriptions s'adressent en général aux spécialistes. On lira donc avec intérêt et avantage l'exposé suivant qui donne les principes fondamentaux d'une façon très claire, sans entrer dans des détails inutiles.

Die immer stärkere Zentralisierung der Energieerzeugung und die für den Energieaustausch nötig gewordene enge Vermaschung der Hochspannungsnetze stellen die Elektrotechnik vor die neuen Aufgaben der Fernüberwachung und Fernbedienung. Die grosse geleistete Entwicklungsarbeit zeigt sich im Anwachsen der einschlägigen Literatur, die dem Nichtspezialisten kaum mehr den Ueberblick gestattet. Es dürfte daher von allgemeinem Interesse sein, wenn im nachfolgenden versucht wird, die Grundprinzipien, auf denen sich die gewählten Lösungen aufbauen, klarzulegen, ohne auf Einzelheiten einzugehen.

L'utilisation des appareils de communication normaux et leur adaptation en vue d'applications spéciales sont depuis longtemps connues des exploitants de l'énergie électrique¹⁾. On peut se servir des lignes téléphoniques normales pour transmettre des indications de service, et l'on peut en outre louer certaines lignes privées pour le même usage, mais la location coûte cher et ces lignes, comme toutes les lignes à courant faible, sont très exposées aux perturbations atmosphériques, à moins qu'il ne s'agisse de câbles souterrains.

Les centrales ont utilisé ce système en installant des lignes téléphoniques le long de leurs lignes à haute tension, mais ces lignes se sont trouvées fortement influencées par le réseau haute tension. Les appareils de protection contre les tensions induites, ou la possibilité d'un contact, rendent l'ensemble de l'installation compliquée. La figure 1 (p. 478) représente les appareils de protection nécessaires à un tel système.

Les expériences faites pendant la guerre sur la haute fréquence, et en particulier sur la téléphonie à haute fréquence, permettent de tirer parti de cette dernière pour les réseaux électriques. Entre autres, la compagnie Telefunken a beaucoup contribué au développement de ce système. On utilise deux ondes électro-magnétiques, une pour chaque station, comme onde émettrice, que l'on envoie sur la ligne à haute tension par l'intermédiaire de condensateurs de grande capacité, ces ondes se

déplaçant le long des lignes d'une station à l'autre. Pour assurer la propagation de ces ondes, on prévoit, là où les phases sont connectées entre elles, des dispositifs qui s'opposent au passage de la haute fréquence tout en laissant passer la fréquence normale du réseau. On munit également les stations de couplage de dispositifs analogues, de façon que la ligne

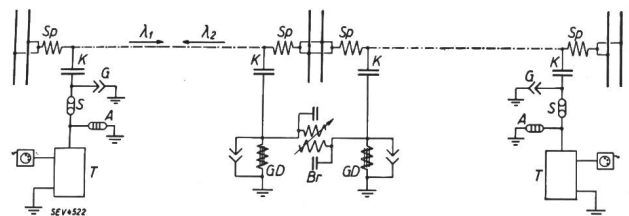


Fig. 2.

Schéma d'une installation téléphonique à haute fréquence avec dispositif pour le passage d'une station intermédiaire.

- | | |
|---|--|
| I Station de téléphonie à deux ondes. | Sp Réactances d'arrêt à haute fréquence. |
| A Parafoudre à vide, 600 V. | GD Parafoudre à réactance. |
| S Fusible haute tension, 24 kV. | Br Appareillage de passage (pont à haute fréquence). |
| G Parafoudre, 2000 V. | λ ₁ Onde émettrice de la station d'appel. |
| K Condensateur d'accouplement, C = 1000 em env. | λ ₂ Onde émettrice de la station appelée. |

forme un circuit ininterrompu, quelle que soit la position des interrupteurs. La fig. 2 représente le schéma d'une installation de ce genre.

Pour les condensateurs mentionnés ci-dessus, on utilise un isolement au mica, pour montage à l'intérieur, et de la porcelaine, ou plus récemment du papier dans un récipient d'huile, pour les conden-

*) Extrait d'une conférence, donnée au «Technischer Verein Winterthur», le 11 janvier 1935.

¹⁾ H. Leuch, Bull. ASE 1929, p. 784.

sateurs montés à l'extérieur. La fig. 3 représente une installation de ce genre sur un réseau à 110 kV : on voit également les réactances HF, sous forme d'unités suspendues. Il suffit comme on voit, d'accoupler une seule phase.

Les installations les plus récentes de Siemens travaillent sans batterie, avec alimentation par le réseau secondaire et sont munies d'un dispositif régulateur qui élimine les perturbations et assure une intensité de son constante quelles que soient les conditions de travail (fig. 4). La partie supérieure contient le dispositif régulateur, ou modulateur; à gauche se trouve le récepteur et à droite le dispositif émetteur. A la partie inférieure se trouvent les dispositifs de connexion au réseau et les dispositifs d'alimentation. L'appel d'une station déterminée se fait à l'aide d'un combinateur à chiffres. On peut même se mettre en communication, le cas échéant, avec le réseau téléphonique normal.

Toutefois ce système téléphonique, même si l'on tient compte des progrès récents et de la télévision, ne suffit plus à assurer une parfaite harmonie entre les différentes parties constituant un réseau de distribution moderne.

Pour solutionner ce problème, l'électrotechnique exige que l'on place, en quelque sorte, les moyens de contrôle entre les mains et sous les yeux de celui qui en est chargé. Il s'agit donc de transmettre des indications de mesure et d'assurer le contrôle,

parfois à de grandes distances, de machines ou de groupes d'interrupteurs ou, d'une façon générale, de tout l'appareillage du réseau.

La *télémesure* et la *télécommande* ont ceci en commun qu'en premier lieu il doit s'exercer une action, soit de commande, soit de mesure. En deuxième lieu, cette action doit être transmise, et en troisième lieu elle doit s'exercer au poste récepteur pour effectuer l'opération voulue ou reproduire l'indication de mesure, selon le cas.

Dans ce qui suit, nous pouvons donc pour le moment laisser de côté ce qui concerne la transmission, l'appareillage nécessaire existant déjà, c'est-

à-dire que l'on dispose de la « voie » par laquelle se feront ces transmissions.

1. La Télémesure.

Les différentes quantités que l'on a besoin de mesurer dans la pratique s'estiment en général en observant les déplacements d'aiguilles mobiles sur des cadrans. La valeur à mesurer, M , est fonction de l'angle de déplacement, α , qui varie à chaque instant, t_1, t_2, \dots etc.

$$M = f(\alpha_t). \quad (1)$$

Pour que la télémesure soit réalisée il faut que le déplacement de l'aiguille soit relevé, transmis, et reproduit par l'appareil récepteur. On peut réaliser la télémesure, en principe, selon trois méthodes différentes, dont chacune a ses avantages et ses inconvénients.

1° *Indication continue des valeurs momentanées.* Cette méthode donne seule une représentation exacte de la réalité, l'appareil récepteur répétant absolument les mouvements de l'appareil d'émission.

Il faut prévoir une voie de transmission séparée pour chaque valeur à mesurer; c'est là un inconvénient.

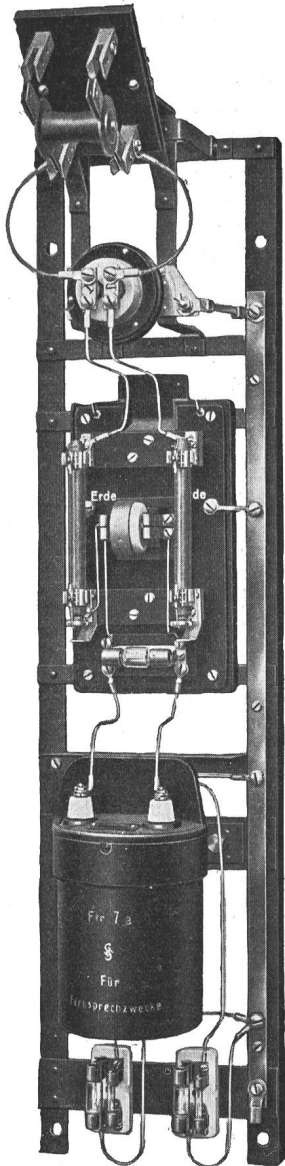


Fig. 1.
Dispositifs de protection
d'une installation téléphonique
à haute tension (S & H).

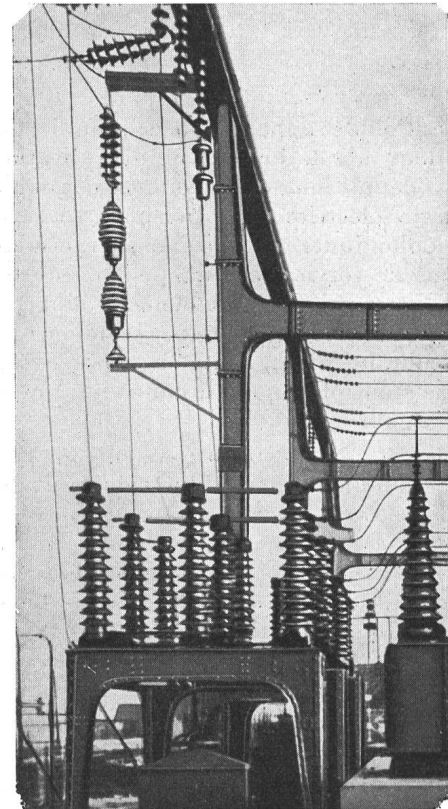


Fig. 3.
Accouplement à 110 kV (S & H)
avec condensateurs de porcelaine et réactances d'arrêt.

2° *Transmission intermittente, ou par échelons.* Ici, on se sert d'une voie de transmission commune pour différentes valeurs à mesurer. L'un des instruments récepteurs, par exemple, reçoit les indications aux instants t_1, t_3, \dots etc. pendant lesquels il est en communication avec la voie de transmission. Ce qui se passe aux instants t_2, t_4, \dots etc., n'influence pas ce récepteur.

3^o *Transmission par intégration, ou transmission de la moyenne.* Cette méthode ne donne pas une représentation exacte de la valeur momentanée, puisqu'il s'agit de la transmission d'une valeur moyenne, intégrée pendant un intervalle de durée déterminée. Elle présente pourtant des avantages importants pour le télécomptage.

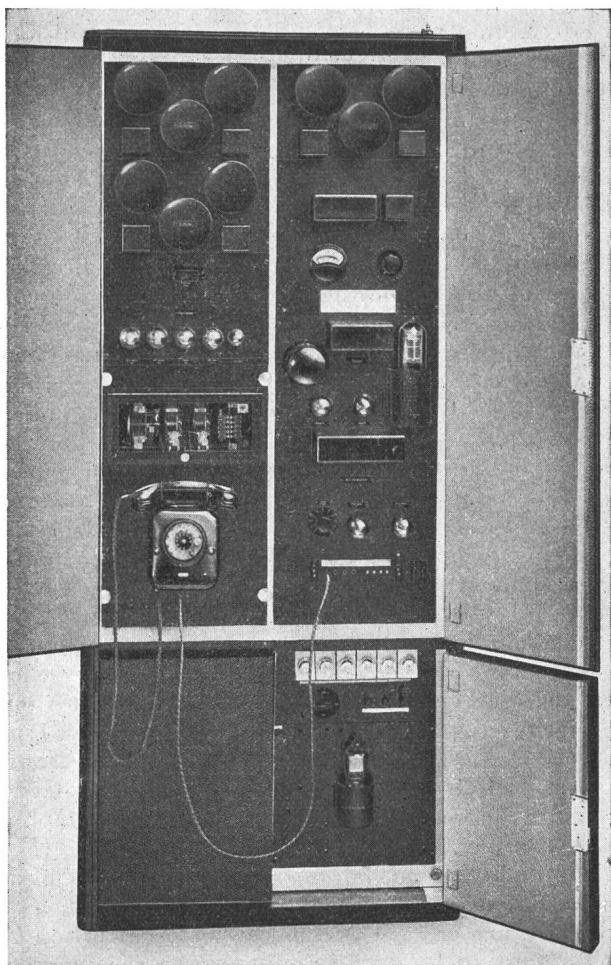


Fig. 4. Appareil haute fréquence (S & H) pour alimentation par le réseau, et téléphonie automatique.

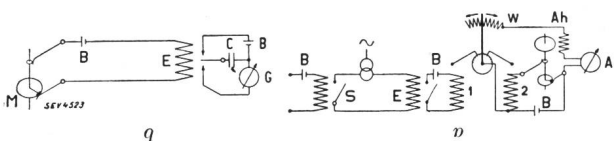


Fig. 5.

Méthode des impulsions: Nombre d'impulsions = F(a).

- a Méthode à fréquence d'impulsion variable.
- b Méthode de compensation des impulsions.

- | | |
|----------------------------------|------------------------------------|
| M Instrument de mesure émetteur. | W Résistance de compensation. |
| B Batterie. | Ah Compteur de compensation. |
| C Condensateur. | A Instrument de mesure indicateur. |
| G Galvanomètre. | |
| S Relais émetteur. | |
| 1, 2 Relais d'impulsion. | |

Au point de vue des appareils de mesure utilisés, on envisage actuellement les solutions suivantes.

1^o *Transmission des valeurs momentanées.* On envoie sur la ligne un nombre plus ou moins grand d'impulsions (z), selon la grandeur de la valeur à mesurer: c'est-à-dire que la fréquence des impul-

sions est proportionnelle à chaque instant à la valeur à mesurer. (*Méthode des impulsions à fréquence variable.*)

$$z = f(a_t) \tag{2}$$

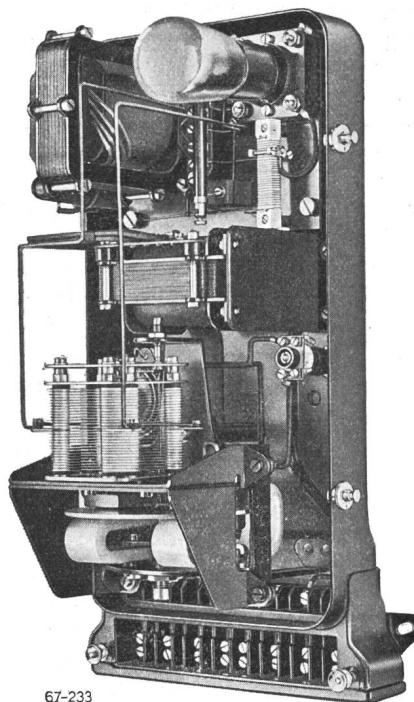


Fig. 6. Instrument de mesure émetteur (L & G).

Les impulsions arrivent à la station réceptrice et chargent, par l'intermédiaire d'un relais commutateur, un condensateur qui se décharge dans le circuit d'un galvanomètre balistique. Le courant de décharge, i, est proportionnel au nombre des impulsions et, par conséquent, l'indication a₂ de l'appareil récepteur est également proportionnelle à cette fréquence (fig. 5a).

i = f(z) et a_{2t} = f(i) \tag{3}

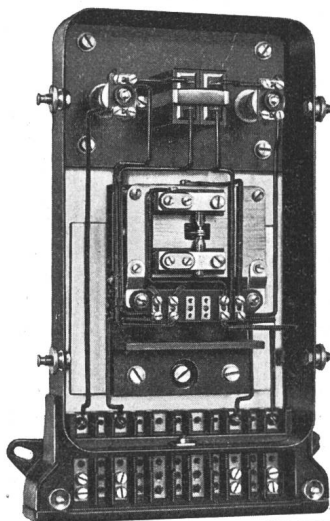


Fig. 7. Relais émetteur (L & G).

Comme émetteur, la Maison Siemens & Halske utilise un collecteur monté sur un compteur, tandis que la maison Landis & Gyr utilise un condensateur rotatif qui agit sur la grille d'une lampe amplificatrice, dont on utilise ensuite le courant d'anode comme impulsion (fig. 6).

L'AEG (fig. 5b) emploie une méthode dite de compensation, dans laquelle l'impulsion, par l'intermédiaire d'un relais 1, et d'un dispositif à cliquet, modifie la résistance d'un pont dans un sens déter-

miné. Un compteur de compensation (Ah) agit sur le pont par l'intermédiaire d'un deuxième relais (2) à cliquet, mais en sens inverse, de façon à compenser l'action des impulsions, et son action s'exerce jusqu'à ce que les deux séries d'impulsions aient la même fréquence. En mesurant le courant de compensation on obtient une mesure exacte de la valeur transmise.

A l'aide de ces méthodes, on peut transmettre toutes les valeurs pouvant être mesurées par un compteur, telles que tension, intensité, énergie active ou réactive, etc. Elles ont en outre l'avantage d'être indépendantes du système utilisé pour leur transmission, comme il ressort du schéma. Il suffit donc de prévoir un relais intermédiaire (S) du côté émetteur et un autre (E) du côté récepteur pour isoler les appareils de la ligne.

La fig. 7 représente un relais de ce genre, utilisé par la Maison Landis & Gyr comme relais émetteur. Les contacts doivent être d'une construction particulièrement soignée, étant donné le rôle important qu'ils sont appelés à remplir.

Le système *Téléwatt* peut être classé également parmi ces méthodes. Il s'agit ici d'une résistance montée en potentiomètre et le courant d'équilibre est transmis à l'appareil récepteur. Dans un autre système (Héliowatt, Berlin) le compteur émetteur entraîne une génératrice, dont la construction est analogue à celle d'un compteur ampère-heure-mètre,

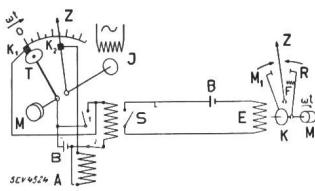


Fig. 8.

Méthode basée sur la durée des impulsions: Durée de l'impulsion = $c_x = F(\omega \cdot t)$.

- I Bras de contact mobile.
- M Moteur.
- J Élément de mesure.
- Z Aiguille indicatrice.
- K₁ Contact initial.
- K₂ Contact final.
- A Relais de retenue.
- S Relais émetteur.
- B Batterie.
- E Relais récepteur.
- K Accouplement.
- M₁ Bras d'entraînement.
- R Bras d'entraînement de retour.
- F Ressort.

et qui produit une tension proportionnelle à la vitesse de l'appareil émetteur, tension que l'on transmet à l'appareil récepteur. On peut également mentionner la *méthode ferrodynamique* de Trüb-Täuber²⁾, dans lequel les systèmes fixes de l'appareil récepteur et de l'appareil émetteur sont excités par une même source de tension en synchronisme. Le cadre mobile de l'émetteur se déplace dans ce champ, et la tension produite par ce déplacement est transmise au cadre mobile du récepteur, qui prend alors une position angulaire identique à celle du cadre de l'émetteur.

Ces deux méthodes nécessitent une ligne de connexion et les mesures seront influencées par les caractéristiques de celle-ci, de sorte qu'elles sont inutilisables lorsqu'il s'agit d'installations importantes, et en particulier d'une transmission à grande distance.

2° *Transmission intermittente, ou par échelons.* Dans ce cas, les indications sont transmises à partir de l'organe mobile de l'émetteur et reproduites par

²⁾ A. Täuber, Bull. ASE 1930, p. 144.

l'appareil récepteur. Il faut donc que les vitesses angulaires des deux appareils soient égales. On se sert donc en général de moteurs synchrones.

La grandeur à mesurer est alors:

$$M = f(\omega t) \quad (4)$$

Cette méthode est celle de la durée des impulsions, et a été développée par l'ÆEG, et par les Deutsche Telephonwerke (DTW).

Le principe de la méthode découle du schéma de la fig. 8. Un contact mobile (T) se déplace constamment sous l'action d'un moteur (M) le long de l'échelle circulaire, dans l'appareil émetteur. Au point zéro, un contact (K₁) se trouve fermé par le bras mobile (T), ce qui ferme le circuit du relais émetteur (S). Ce dernier ferme à son tour son contact et reste en circuit par suite de la fermeture de l'interrupteur de retenue (1). A partir de ce moment commence la transmission d'une impulsion. Au moment où le bras mobile dépasse l'aiguille indicatrice (Z), il ferme le contact (K₂), ce qui a pour effet de mettre en circuit la bobine de déclenchement (A) du relais et de couper le circuit de retenue. Ceci entraîne la fin de l'impulsion, dont la durée est ainsi proportionnelle à la distance angulaire entre l'aiguille indicatrice et le point zéro, c'est-à-dire à la valeur de mesure à transmettre.

L'appareil récepteur comporte également un organe mobile (M) qui doit avoir la même vitesse angulaire que celui de l'appareil émetteur. Dès que l'impulsion parvient au relais récepteur (E) un accouplement électro-magnétique (K) se trouve excité, et le bras d'entraînement (M₁) se déplace à partir de la position zéro. Il atteint l'aiguille mobile et l'entraîne. A la fin de l'impulsion, le bras (M₁) est immobilisé dans la position qu'il a atteinte et un deuxième bras se met en mouvement en sens inverse (R), jusqu'à ce qu'il atteigne lui aussi l'aiguille (Z). A ce moment les deux bras retournent à leurs positions primitives. Si donc la valeur représentée par l'impulsion est plus petite que la valeur transmise précédemment, le premier bras (M₁) n'atteindra pas l'aiguille, mais ce sera le second bras (R) qui ramènera celle-ci en arrière jusqu'au point où les deux bras se rencontrent.

Tandis que, dans le cas de la méthode à fréquence d'impulsion variable, les corrections de la position de l'aiguille indicatrice se font d'une façon continue et ne dépendent que de l'inertie du système, dans cette dernière méthode, les corrections sont espacées et se font à des intervalles pouvant varier entre 15 secondes et une minute, selon la vitesse de déplacement du bras de contact.

L'avantage de la méthode est que l'on peut transmettre des valeurs qui ne peuvent être mesurées par un compteur rotatif, mais qui sont essentiellement caractérisées par un déplacement angulaire, telles que des mesures de pression, de température, de facteur de puissance, etc.

3° *Transmission de la valeur moyenne.* L'appareil émetteur effectue la mesure pendant un temps déterminé, et c'est cette quantité intégrée qui est trans-

mise au poste récepteur. L'appareil récepteur n'indique donc que ces valeurs partielles intégrées et les valeurs intermédiaires ne sont pas indiquées.

Cette méthode se prête particulièrement bien, par suite de cette restriction même, à la transmission à distance des indications d'un compteur, c'est-à-dire, au télécomptage. La Maison Landis & Gyr utilise en particulier ce système avec son ap-

les variations de la charge, tout en évitant l'indication de valeurs momentanées qui sont généralement sans importance.

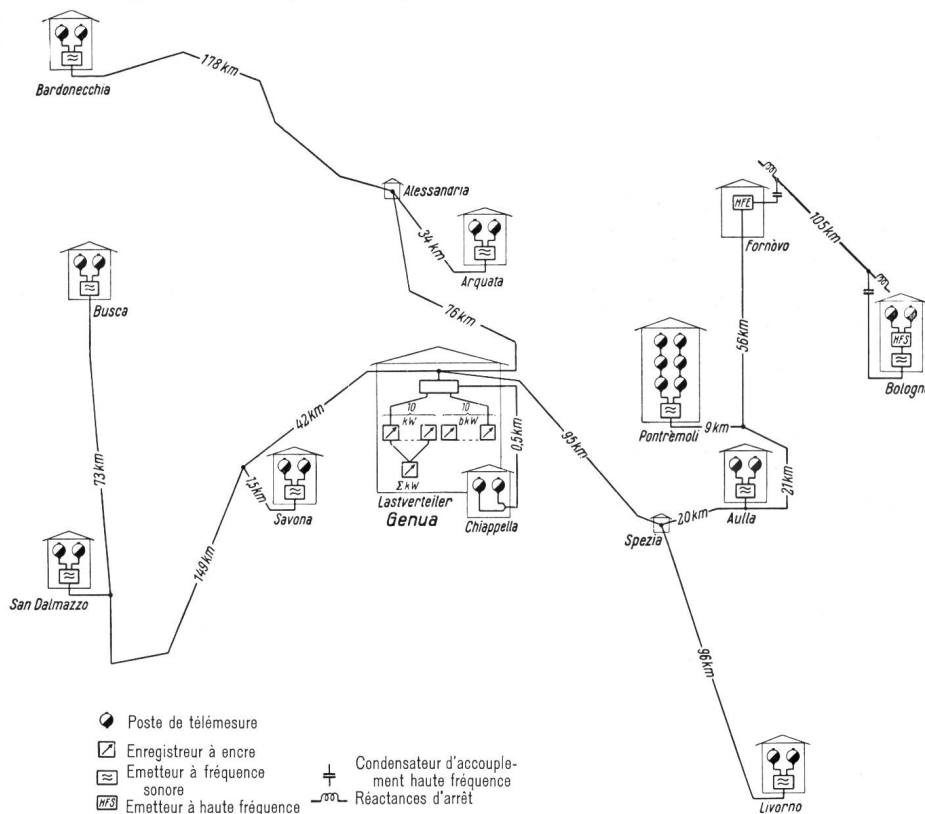


Fig. 9.
Schéma de principe d'une installation de totalisation à distance (L & G).
W, M Sous-stations.
D Génératrice de pointe.
Z Compteur totalisateur avec Maxi-graphe.
U Poste de contrôle, avec installation de téléindication.

Fig. 10.
Schéma de principe d'une installation de répartition de la charge (Load-dispatching) (S & H). La transmission se fait par câbles à l'aide de la haute fréquence.

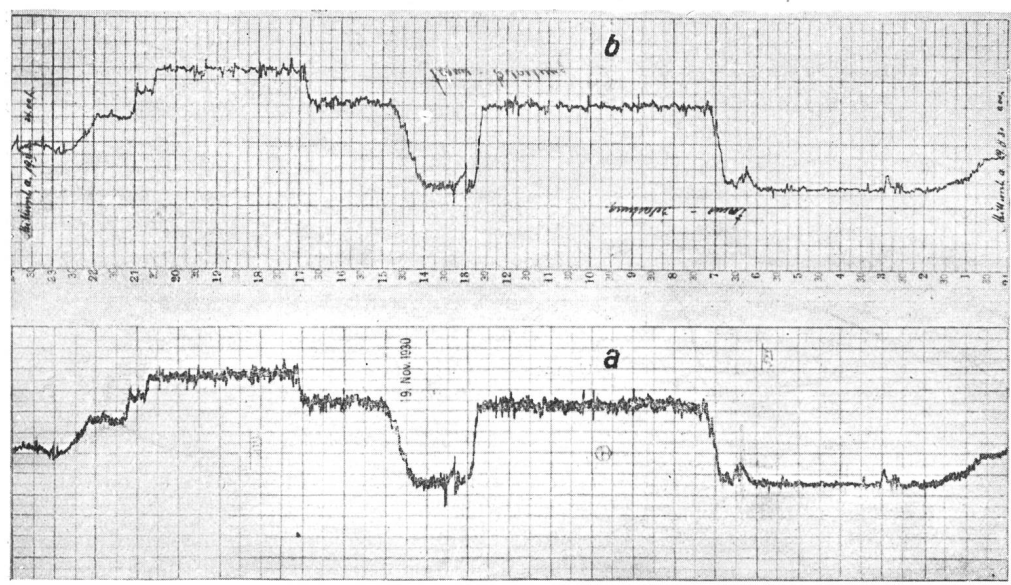


Fig. 11.
Reproduction à distance d'un diagramme de mesure (S & H).
a Courbe de l'appareil de mesure du poste émetteur.
b Courbe reproduite par l'appareil du poste récepteur.

Il est intéressant de remarquer que ces trois méthodes permettent d'effectuer sans grande difficulté la totalisation ou la soustraction des valeurs³⁾.

Comme exemple des possibilités d'application, la fig. 9 représente une installation relative simple. Un réseau reçoit son énergie d'une source étrangère par l'intermédiaire des deux sous-stations M et W, cette dernière comportant une station génératrice de pointe, D. Pendant certaines périodes

pareil Maxigraphe, ce qui permet, en se servant d'une période d'intégration relativement courte, d'obtenir une courbe qui représente très exactement

déterminées, l'énergie reçue ne doit pas dépasser une limite fixée à l'avance. Il est donc nécessaire de

³⁾ W. Janicki, Bull. ASE 1930, p. 117.

transmettre au point W la mesure de l'énergie reçue en M pour la totaliser et la relever. Au lieu de se servir de la génératrice de pointe, on peut augmenter la quantité d'énergie reçue. La quantité d'énergie reçue au-delà d'une certaine limite de base est sujette à un tarif spécial. Le compteur totalisateur (Z) indique la différence entre la quantité d'énergie totale reçue et la quantité normalement admise comme base. De cette façon le chef d'exploitation qui se trouve en U est constamment renseigné sur les conditions de service, les valeurs momentanées de W et M étant transmises à U et là, indiquées individuellement, et la courbe de charge totale enregistrée. La fig. 10 représente un grand réseau étranger; on se rend aisément compte de la variété des possibilités d'application. La fig. 11 indique l'exactitude de la reproduction à distance. Il n'y a pas de différences importantes entre la courbe originale tracée par l'instrument de mesure lui-même et la courbe tracée par l'appareil récepteur après la transmission: par suite de l'inertie du système, certaines petites déviations ont disparu.

2. La Télécommande.

Pour la télécommande, il faut pouvoir exécuter ou recevoir le plus grand nombre d'opérations possible, en utilisant le moins de lignes de connexion possible. On peut diviser les méthodes en deux groupes, indiqués sur la fig. 12, qui peuvent être à leur tour subdivisés.

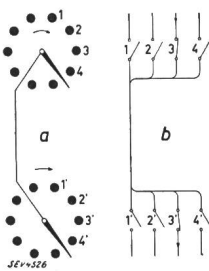


Fig. 12.

Principe des méthodes de connexion pour la télécommande.

a) Principe du contacteur rotatif.
b) Principe de l'aiguillage.

1° Le principe du contacteur rotatif. Deux organes mobiles, l'un au poste émetteur, l'autre au poste récepteur, permettent de disposer de la ligne de communication pour la transmission d'une opération de commande dans un sens ou dans l'autre. Il y a différentes possibilités d'exécution:

- a) L'organe mobile tourne continuellement, la transmission de la commande se faisant au moment où il coïncide avec le contact correspondant.
- b) L'organe mobile parcourt une seule fois l'ensemble des contacts chaque fois que l'on veut effectuer une opération de commande, et celle-ci s'effectue au moment où il coïncide avec le contact correspondant.
- c) L'organe mobile, lors d'une impulsion de commande, se déplace jusqu'au contact correspondant, et l'opération peut alors s'effectuer. L'organe mobile de l'un des systèmes reste dans cette position jusqu'à réception d'une nouvelle impulsion de commande, tandis que l'autre retourne à zéro.

La méthode nécessite une parfaite marche en synchronisme des deux organes mobiles, de façon qu'ils atteignent ensemble les contacts successifs, 1-1', 2-2', 3-3', etc. La correspondance exacte des mouvements peut aussi être obtenue par la méthode dite «Start-Stop», dans laquelle l'un des bras mobiles ne peut passer d'une position à la suivante que lorsque l'autre a atteint la même position.

Les lignes de communication suivantes entre le poste émetteur et le poste récepteur sont nécessaires:

- 1° Une ligne pour la synchronisation.
- 2° Une ligne pour effectuer la commande.
- 3° Une ligne pour le signal de retour.

Le retour se fait par une ligne commune.

Le constructeur cherche naturellement à réduire le plus possible le nombre de lignes et à étendre toujours davantage le champ d'applications.

Le système Chr. Gfeller A.-G.⁴⁾, employé par les Ateliers de Construction Oerlikon (MFO), est un

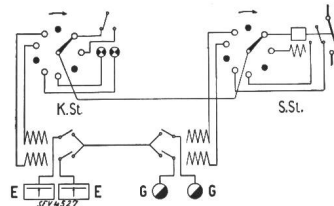


Fig. 13.

Connexion du système de télécommande Gfeller-MFO.

- K St Poste de commande.
- S St Poste récepteur.
- G Emetteur de mesure.
- E Récepteur de mesure.
- K Interrupteur de commande.
- F S Interrupteur commandé à distance.

exemple intéressant de ces méthodes. La fig. 13 représente ce système utilisé avec un système de télémessure. Ici toutes les opérations de synchronisation, de commande et de signalisation se font à l'aide d'une boucle unique. L'organe mobile se déplace librement entre certaines positions déterminées et, dans ces positions, il est de nouveau synchronisé par la méthode «Start-Stop». Les positions intermédiaires peuvent être utilisées pour les opérations de commande ou pour la signalisation.

Si l'on veut utiliser ce système avec une installation de télémessure, on peut utiliser certaines des positions de commande pour le fil pilote provenant de l'appareil de mesure dont on veut transmettre les indications.

Le nouveau système Brown-Boveri fonctionne sur un principe analogue. La différence consiste en ce

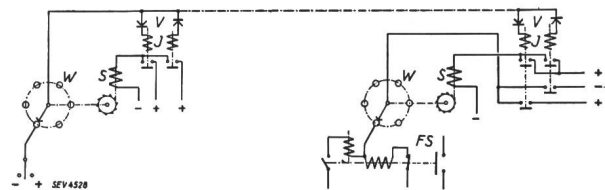


Fig. 14.

Connexions d'une installation de commande à distance par impulsions polarisées (BBC).

- K St Poste de commande.
- S St Station réceptrice.
- W Sélecteur à échelons.
- S Electro-aimant.
- J Relais à impulsion.
- V Relais redresseur.
- K Interrupteur de commande.
- F S Interrupteur commandé à distance.

que, pour chaque changement de position, une impulsion est envoyée sur la ligne. La synchronisation a lieu du fait que pour les positions impaires, par exemple, les impulsions proviennent de la station de commande et pour les positions paires, de la station réceptrice.

On peut envoyer simultanément des signaux, soit en utilisant des impulsions polarisées (transmission

⁴⁾ Forces motrices bernoises, Bull. ASE 1931, p. 333.

à courant continu), soit en interrompant les impulsions (transmission à courant alternatif), l'avance du contacteur étant momentanément arrêtée; pendant cet intervalle on peut, à l'aide de relais combinateurs, envoyer le signal désiré. La fig. 14 représente la première de ces méthodes, et l'on voit comment les impulsions sont émises par l'une ou l'autre station, et comment leur polarité est déterminée par de petits relais polarisés.

2° *Principe de l'aiguillage.* Les lignes de communication sont connectées à l'aide d'interrupteurs d'aiguillage, de façon que les points correspondants (3—3', par exemple) soient toujours réunis.

On envoie donc du poste émetteur un nombre d'impulsions suffisant pour préparer la ligne; l'opération de commande peut alors s'effectuer, et le signal indiquant la fin de l'opération peut être transmis. Pour éviter qu'il se produise des erreurs on se

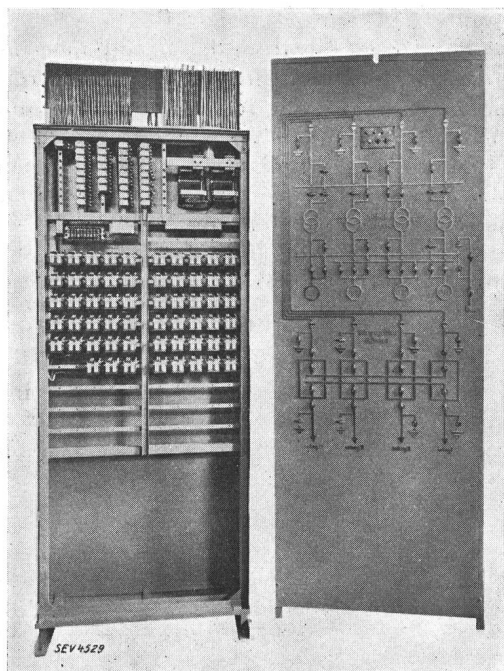


Fig. 15.

Armoire des relais et schéma de commande (Gfeller-MFO).

sert, par exemple, d'un groupe composé d'impulsions et de vides, dont la somme est constante, et dont on utilise les variations. Une autre méthode utilise un système de connexions dans lequel le nombre d'impulsions reçues doit être répété en sens inverse avant que le circuit de commande ou de signalisation se trouve fermé.

Les deux méthodes comportent des dispositifs de protection contre la possibilité d'erreurs de commande ou de signalisation, dont la description détaillée sortirait du cadre de cette étude. Nous renvoyons le lecteur aux publications spécialisées⁵⁾.

Il est bien entendu que tous ces systèmes sont munis d'un dispositif accumulateur d'impulsions, pour

que celles qui sont transmises ou reçues pendant une opération de commande ou de signalisation soient accumulées et retransmises dès que la ligne est de nouveau libre. Souvent de tels signaux empêchent l'exécution d'une opération de commande, afin que le chef d'exploitation puisse tenir compte des changements survenus dans les conditions de service.

Un fait caractéristique pour les méthodes de télécommande, est que leur développement a eu pour base la technique de la téléphonie automatique. On trouve toujours, comme éléments essentiels de ces installations, les relais sélecteurs et les relais basculants. Pour les connexions également, ces méthodes se servent des principes de la téléphonie automatique, particulièrement les méthodes basées sur le principe d'aiguillage. Dans ce cas, la sélection se fait comme pour les abonnés d'un réseau téléphonique ordinaire.

La fig. 15 représente deux vues, avant et arrière, d'un appareil de télécommande. En haut et à droite se trouvent les deux contacteurs à échelons, avec à gauche les relais correspondants chargés des opérations collectives. En dessous se trouvent les relais chargés des opérations individuelles.

3. Moyens de transmission.

On peut utiliser comme premier moyen de transmission soit une paire de conducteurs posés le long des câbles de distribution, soit une ligne téléphonique, soit encore des fils pilotes montés sur les poteaux d'une ligne à haute tension. Dans ce dernier cas il faut installer des dispositifs compliqués et encombrants pour la protection de l'installation contre les tensions induites ou les contacts possibles. Dans le cas d'une ligne téléphonique simple, il suffit d'intercaler de petits transformateurs d'isolement («translateurs»). On ne peut donc, dans ce cas, utiliser des méthodes de télémessure ou de télécommande se servant du courant continu; il faut utiliser les systèmes à courant alternatif ou à impulsions.

Comme second moyen de transmission on peut utiliser les ondes à haute fréquence induites sur les lignes de transmission à haute tension, méthode utilisée déjà depuis longtemps pour la téléphonie à haute fréquence entre les différentes centrales ou les différents points d'un réseau de distribution. Etant donné le prix élevé des condensateurs d'accouplement, dès que la tension est un peu élevée, on utilise la transmission simultanée. On peut ainsi transmettre quatre fréquences simultanément et sans perturbations à l'aide d'un seul condensateur.

Ces moyens de communication sont assez coûteux, de sorte que l'on cherche toujours à se servir des lignes existantes et des méthodes de transmission simultanée. Les procédés sont également basés soit sur le principe du contacteur rotatif, soit sur celui de l'aiguille fig. 12.

Dans la première catégorie, on peut classer les systèmes à distributeurs dans lesquels la ligne de transmission est connectée tour à tour à chaque circuit de télémessure ou de télécommande pendant un

⁵⁾ Schleicher, Die elektrische Fernüberwachung und Fernbedienung, Springer 1932; Stäblein, Die Technik der Fernwirkanlagen, Oldenbourg 1934.

temps déterminé. On se sert à cet effet de distributeurs rotatifs synchronisés. Ce système ne se prête donc qu'aux méthodes utilisant la durée des impulsions, pour la télémesure, ou à une méthode de télécommande basée sur le principe d'aiguillage.

On peut encore distinguer entre:

a) Les distributeurs à fonctionnement lent, de trente secondes ou davantage. On peut alors transmettre 10 valeurs différentes en 5 minutes, par exemple. Les courbes obtenues par ce procédé ne donnent pas des valeurs moyennes, mais une succession de valeurs instantanées relevées toutes les 5 minutes.

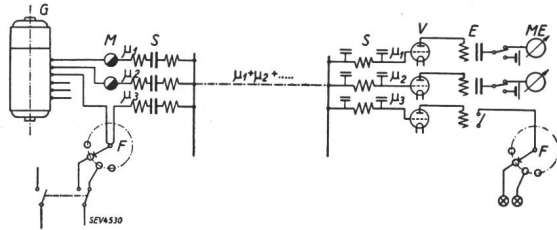


Fig. 16.

Principe de l'utilisation multiple d'une ligne, avec fréquence sonore (S & H).

- | | |
|--|------------------------------------|
| G Générateur à fréquence sonore. | S Circuits filtres. |
| M Emetteur de mesure. | V Amplificateur. |
| F Appareil de commande à distance et de signalisation. | E Relais récepteur. |
| | ME Récepteur de mesure. |
| | μ_1, μ_2 Fréquences sonores. |

b) Les distributeurs à fonctionnement rapide, de 1/100 de seconde, ou moins encore. Dans ce cas l'impulsion se trouve répartie sur plusieurs raccordements. La synchronisation doit être extrêmement précise, et donne lieu à un appareillage très compliqué.

Le système à fréquences superposées fonctionne également d'après le principe d'aiguillage. Comme pour la télégraphie multiple, on utilise des

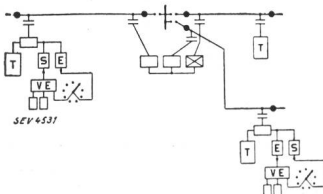


Fig. 17.

Schéma d'une installation de surveillance à distance.

- T Installation téléphonique à haute fréquence.
- S Emetteur de mesure à haute fréquence.
- E Récepteur de mesure à haute fréquence.
- VE Dispositif multiplicateur.

fréquences de l'ordre des fréquences sonores. Ces fréquences servent de moyen de transmission des valeurs de mesure ou des impulsions destinées aux opérations de télécommande.

On peut utiliser ces fréquences pour tous les systèmes connus de télémesure ou de télécommande. La fig. 16 représente une telle installation. Les courants à fréquences sonores sont produits par le générateur (G), relevés par les transmetteurs individuels, et transmis à une barre omnibus par l'intermédiaire de filtres. A la réception, ils sont triés d'une façon analogue, amplifiés, et transmis aux appareils de mesure.

Ces méthodes peuvent également être utilisées pour la transmission à haute fréquence. La fig. 17 représente une installation combinée pour téléphonie, télémesure, et télécommande à haute fréquence. Cette installation fonctionne sur 4 ondes, dont deux servent à la téléphonie simultanée et les deux autres, l'une à la transmission d'impulsions pour la télécommande, l'autre, à l'aide d'un dispositif à transmission multiple, à la télémesure et à la réception des signaux de retour du système de télécommande.

On peut ainsi centraliser la surveillance des réseaux dans le local du «load-dispatcher» (répartiteur de la charge). Les installations sont munies de schémas lumineux, d'instruments indicateurs à flèches lumineuses, et d'autres perfectionnements.

Pour terminer, il reste à l'auteur le devoir agréable de remercier les différentes Maisons qui se sont spécialisées dans ce domaine, de l'aide qu'elles lui ont fournie dans ce travail. Etant donné le caractère tout-à-fait général de cet aperçu il était impossible

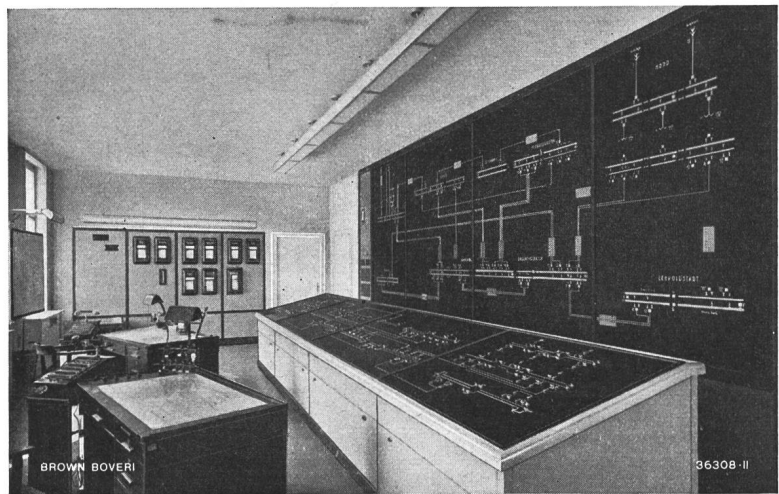


Fig. 18.

Installation de répartition de la charge pour deux centrales et sept sous-stations (BBC).

Au premier plan, le pupitre de commande. Derrière celui-ci, tableau de signalisation lumineux. Au fond à gauche, appareils enregistreurs de télémesure.

de tout mentionner, ou même d'entrer dans les détails, et l'auteur a cherché à choisir entre tous les systèmes ceux qui sont les plus caractéristiques pour les méthodes décrites.