

Télécommande centralisée de réseaux

Autor(en): **Weck, G. de**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **80 (1954)**

Heft 14

PDF erstellt am: **22.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-60714>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les quinze jours

Abonnements :
Suisse : 1 an, 24 francs
Etranger : 28 francs
Pour sociétaires :
Suisse : 1 an, 20 francs
Etranger : 25 francs
Prix du numéro : Fr. 1.40
Ch. post. « Bulletin technique de la Suisse romande »
N° II. 5775, à Lausanne.

Expédition
Imprimerie « La Concorde »
Terreaux 31 — Lausanne.

Rédaction
et éditions de la S. A. du
Bulletin technique (tirés à
part), Case Chaudron 475

Administration générale
Ch. de Roseneck 6 Lausanne

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des Anciens élèves de l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale.

Comité de patronage — Président: R. Neeser, ingénieur, à Genève; Vice-président: G. Epitiaux, architecte, à Lausanne; Secrétaire: J. Calame, ingénieur, à Genève — Membres, Fribourg: MM. P. Joye, professeur; † E. Latelün, architecte — Vaud: MM. F. Chenaux, ingénieur; A. Chevalley, ingénieur; E. d'Okolski, architecte; Ch. Thévenaz, architecte — Genève: MM. † L. Archinard, ingénieur; Cl. Grosгурin, architecte; E. Martin, architecte; V. Rochat, ingénieur — Neuchâtel: MM. J. Béguin, architecte; R. Guye, ingénieur — Valais: MM. J. Dubuis, ingénieur; D. Burgener, architecte.

Rédaction: D. Bonnard, ingénieur. Case postale Chaudron 475, Lausanne.

Conseil d'administration

de la Société anonyme du Bulletin technique: A. Stucky, ingénieur, président;
M. Bridel; G. Epitiaux, architecte; R. Neeser, ingénieur.

Tarif des annonces

1/1 page	Fr. 264.—
1/2 »	» 134.40
1/4 »	» 67.20
1/8 »	» 33.60

Annonces Suisses S. A.
(ASSA)



Place Bel-Air 2. Tél. 22 33 26
Lausanne et succursales

SOMMAIRE : *Télécommande centralisée de réseaux*, par G. DE WECK, ingénieur. — *Les limites de l'autonomie communale dans le domaine de la police des constructions*, par JEAN VAUTIER, géomètre officiel au Département des Travaux publics du canton de Vaud. — Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne: *Une retraite*. — **BIBLIOGRAPHIE**. — **SERVICE DE PLACEMENT**. — **DOCUMENTATION GÉNÉRALE** — **NOUVEAUTÉS, INFORMATIONS DIVERSES**.

TÉLÉCOMMANDE CENTRALISÉE DE RÉSEAUX

par G. DE WECK, ingénieur

La littérature technique sur le sujet de la télécommande centralisée ne manque certes pas. Cependant, il est intéressant de faire aujourd'hui le point et d'examiner les avantages que présente le système le plus utilisé: celui à intervalle d'impulsions. Les expériences faites en Suisse et à l'étranger par de nombreux services d'électricité ayant muni leur réseau d'une télécommande, intéresseront certainement le lecteur. Par ailleurs, il paraît nécessaire d'attirer l'attention des intéressés sur diverses questions d'importance primordiale: la fréquence de superposition, la tension de commande, le mode d'injection et les récepteurs. Cet exposé a pour but de faire ressortir aussi clairement que possible la tendance actuelle dans ce domaine technique et économique, et d'examiner en détail les différentes composantes d'une installation de télécommande centralisée.

Ces quatre dernières années ont fourni la preuve que le système à intervalle d'impulsions a été de préférence utilisé en Suisse et à l'étranger. Le système à fréquence multiple n'est plus employé que dans quelques installations anciennes; celles-ci ont même été dans certains cas modifiées pour y appliquer le système à intervalle d'impulsions.

Divers autres systèmes, basés sur la modulation de fréquence ou sur le principe de la durée d'impulsions, n'ont été que rarement utilisés et n'ont, en général, pas encore eu l'occasion de prouver leur parfait fonc-

tionnement en exploitation. Il est intéressant de constater que la plupart des maisons livrant des installations de télécommande affichent une tendance marquée vers des *fréquences d'émission aussi basses que possible*. On parle bien encore d'installations de 1800, 2400 et 3000 Hz, mais en définitive l'installation est quand même livrée pour une fréquence de l'ordre de 1000 Hz et seulement dans certains cas isolés de 1300 et 1600 Hz.

Pour faciliter la compréhension de l'exposé, une description succincte d'un système à intervalle d'impulsions est donnée ci-après.

Systeme à intervalle d'impulsions

Le système à intervalle d'impulsions se compose, en principe, d'un émetteur et de récepteurs. Dans l'exemple de la figure 1, l'émetteur agit en parallèle sur un réseau à 8 kV et le récepteur est branché au réseau 220 V. Pour simplifier, admettons que le générateur de fréquence audible (*G*) tourne constamment et produise une tension triphasée de 380 V par exemple, à la fréquence de 500 Hz. Admettons encore que le transformateur (*T*) ait un rapport tel qu'une tension à fréquence audible de 4% de la tension du réseau soit superposée lorsque le contacteur d'émission (*S*) est fermé. La tension composée superposée s'élève ainsi à 320 V et désignons cette tension par « tension de com-

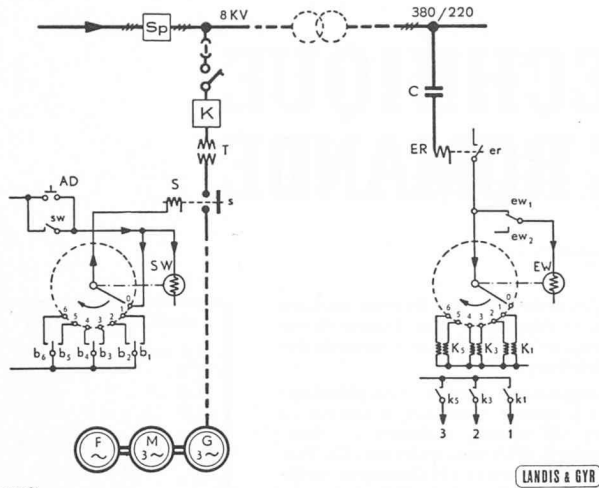


Fig. 1. — Schéma de principe des systèmes à intervalle d'impulsions.

FMG = groupe convertisseur ; S = contacteur d'émission ; T = transformateur d'injection ; K = filtre de couplage ; Sp = circuit-bouchon ; C = condensateur ; ER = relais de réception ; AD = bouton-poussoir de démarrage ; SW = sélecteur d'émission ; EW = sélecteur de réception ; b_1 à b_6 = contacts de commande ; k_1 à k_5 = contacts d'exécution.

mande ». Le transformateur indiqué en pointillé transforme cette tension et la tension du réseau dans le même rapport. On obtiendra donc théoriquement, au récepteur, une tension de commande s'élevant ainsi à 4 % de la tension du réseau, soit 8,8 V (4 % de 220 V). En réalité, cette tension de commande n'est pas aussi élevée, car il faut tenir compte des pertes dans le filtre de couplage (K), dans le transformateur et dans les lignes. Ainsi il ne reste pratiquement au récepteur qu'environ 3 %, c'est-à-dire 6,6 V, de la tension du réseau. Le circuit résonant formé par la bobine du relais récepteur (ER) et le condensateur (C) est syn-tonisé à la fréquence d'émission de 500 Hz. Une tension de réception de 6,6 V suffit largement au relais pour attirer son armature et fermer le contact (er). De cette façon, à l'instant où le contacteur d'émission (S) se ferme, le relais (ER) répond et ferme son contact (er). Cela reviendrait donc pratiquement au même si les bras des sélecteurs d'émission et de réception étaient couplés mécaniquement.

Lorsqu'on appuie sur le bouton-poussoir de démarrage (AD), le moteur du sélecteur d'émission est mis sous tension. Par l'intermédiaire du contact (o), la bobine du contacteur d'émission est excitée ; une impulsion de fréquence audible est ainsi superposée au réseau qui la transmet au sélecteur de réception. Les moteurs synchrones des deux sélecteurs démarrent donc simultanément et se maintiennent automatiquement sous tension pour un tour complet. Ainsi, les bras des deux sélecteurs explorent les contacts de même désignation au même instant. Si l'un ou plusieurs des contacts de commande (b_1 à b_6) sont fermés à ce moment-là, des impulsions seront transmises aux relais culbuteurs correspondants (K_1 à K_5) du récepteur. Par exemple, si le contact (b_1) est fermé lorsque le bras du sélecteur passe sur le plot (1), la bobine de droite du relais culbuteur (K_1) sera mise sous tension et le contact (k_1) sera fermé. Pour rouvrir le contact (k_1),

il suffit de fermer (b_2) à l'émetteur et d'appuyer à nouveau sur le bouton de démarrage.

En réalité, le sélecteur du récepteur n'est pas toujours circulaire comme l'esquisse la figure 1, mais souvent divisé en paires de contacts et en disques à cames réglables individuellement. Par ailleurs, le groupe convertisseur (M-G) n'est mis en marche que lorsqu'un ou plusieurs des contacts de commande a été fermé par l'intermédiaire d'une horloge, d'une cellule photo-électrique ou à la main. Le sélecteur d'émission commence automatiquement son exploration dès que le groupe convertisseur a atteint son régime normal, ce qui ne requiert d'ailleurs qu'un laps de temps très réduit.

Fréquence d'émission

Les installations fonctionnant d'après le principe décrit ci-dessus ne sont d'une sûreté d'exploitation absolue que lorsque la fréquence d'émission se situe dans un des espaces libres naturels du spectre des harmoniques supérieurs. (La figure 2 représente un graphique des 5^e, 7^e, 9^e, 11^e, 13^e et 15^e harmoniques. Il ressort de ce diagramme que les 9^e et 15^e harmoniques n'apparaissent pas.) Il est donc évident que la fréquence d'émission choisie dans un de ces espaces libres représente un avantage considérable. La sûreté d'exploitation du système de télécommande augmente de ce fait ; le tableau ci-dessous en fournit la preuve.

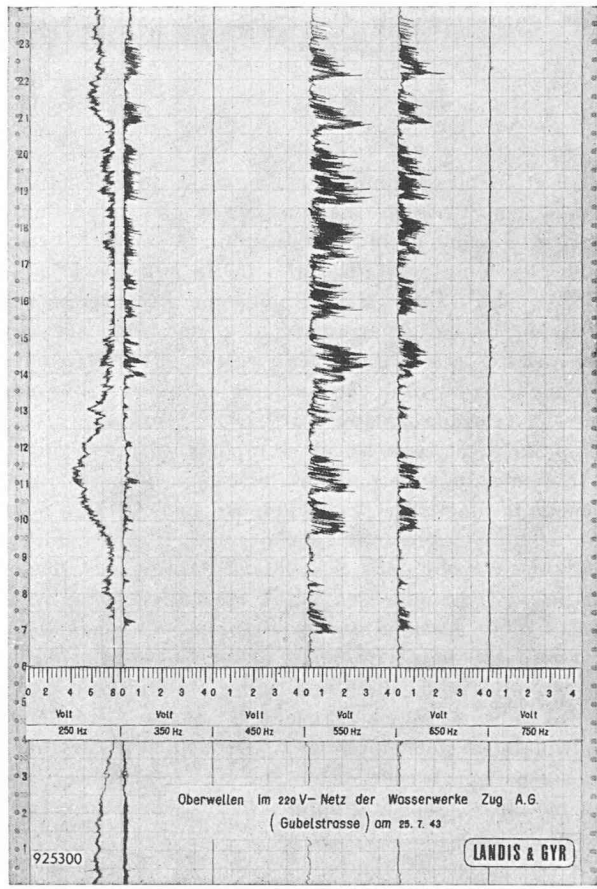


Fig. 2. — Diagramme des 5^e, 7^e, 9^e, 11^e, 13^e et 15^e harmoniques, dans le réseau 220 V de Zoug.

Choisir la fréquence d'émission dans les espaces libres du spectre des harmoniques ne suffit pas en soi ; un point important reste encore, c'est la distance relative entre la fréquence choisie et les harmoniques voisins, car si la fréquence du réseau vient à varier, il n'est pas exclu que la fréquence d'émission coïncide alors avec un harmonique. Il ressort clairement des considérations précédentes, que plus la distance relative est grande entre deux harmoniques voisins du point choisi, plus les chances de dérangements dus à des variations de fréquence du réseau diminuent.

Centre de l'espace libre		Distance relative (%) entre le centre de l'espace libre et les harmoniques voisins
Numéro d'ordre	Hz	
9	450	22,2
15	750	13,3
21	1050	9,5
27	1350	7,4
33	1650	6,1
39	1950	5,1
45	2250	4,4

Ces chiffres démontrent que les fréquences de 450 et 750 Hz sont celles qui présentent le moins de danger lors de variations de fréquence.

Un autre avantage des basses fréquences est la meilleure propagation des ondes sur les lignes. Puisque ces lignes ont été dimensionnées et construites pour une fréquence de 50 Hz, il est évident que les fréquences d'émission se rapprochant le plus de 50 Hz donneront les meilleurs résultats. Le terme « propagation des ondes », exprimé plus haut, se rapporte moins à l'amortissement des signaux dans le canal de transmission qu'à la longueur d'onde. Des ondes stationnaires peuvent prendre naissance, ce qui conduit inévitablement à un abaissement de la tension à fréquence audible dans les nœuds.

La figure 3 représente une ligne superposée par des impulsions à fréquence audible. La formation des nœuds et des ventres dépend des caractéristiques de la ligne (ligne aérienne ou câble), de sa disposition et de son dimensionnement. Le tableau ci-après donne quelques indications sur la portée des impulsions pour plusieurs fréquences. (Ces valeurs théoriques sont données à titre d'exemple et ne sont pas à prendre à la lettre.)

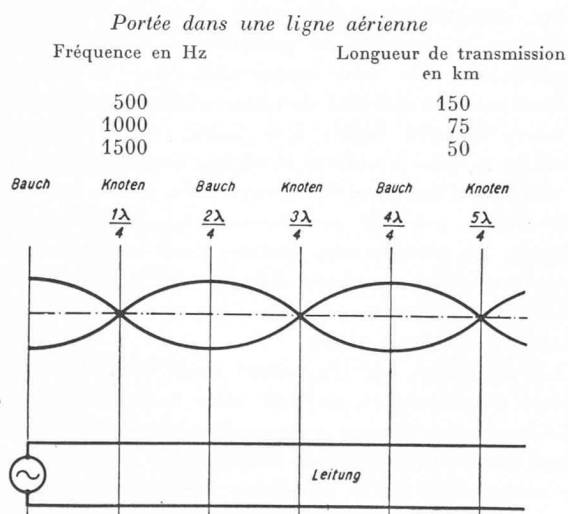


Fig. 3. — Ligne superposée par des impulsions à fréquence audible.

Portée dans un câble de 100 mm² sous 6 kV

Fréquence en Hz	Longueur de transmission en km
500	53
1000	26,5
1500	17,7

Voilà des chiffres qui font encore pencher la balance en faveur d'une basse fréquence d'émission. Ces constatations ont une importance primordiale, non seulement pour les réseaux ruraux, mais aussi pour les réseaux urbains, car tous deux sont susceptibles, avec le temps, de modifications et extensions plus ou moins importantes.

Des élévations de la tension du réseau peuvent avoir de fâcheuses répercussions sur le fonctionnement des installations de télécommande. Nous reviendrons à la question plus loin, lorsque l'influence des capacités aura été examinée. Pour compléter ce qui a déjà été dit plus haut relativement aux caractéristiques de transmission, rappelons qu'un réseau transmet d'autant mieux un courant alternatif plus la fréquence de celui-ci se rapproche de la fréquence du réseau. (En Europe, généralement 50 Hz.) Par ailleurs, les réactances de lignes augmentent avec la fréquence audible ; elles sont environ dix fois plus élevées à 500 Hz, et déjà vingt fois plus grandes à 1000 Hz. Les chutes de tension inductive augmentent dans les mêmes proportions. Enfin, plus la fréquence de commande est élevée, plus la différence est accentuée entre la tension d'émission et la tension de réception.

La figure 4 donne une image de la chute de tension d'un courant de commande pour une fréquence basse et pour une fréquence élevée. Les courbes se rapportent à un exemple relativement favorable, pour lequel une chute de tension inductive totale à 50 Hz de 8,8 % est supposée. Ce pourcentage se répartit en 3,5 % sur la ligne à 16 kV, 3,5 % sur le transformateur et 1,8 % sur la ligne à basse tension. Dans ces conditions, la chute totale de la tension d'émission est de 25 % sous 500 Hz et de 75 % déjà sous 2200 Hz. En pratique, des chutes de tension encore plus grandes peuvent apparaître pour les fréquences élevées.

Vue sous cet angle, l'utilisation de la basse fréquence offre également de grands avantages. De grandes différences dans la tension de commande entraînent, d'autre part, un état instable qui peut s'établir en permanence

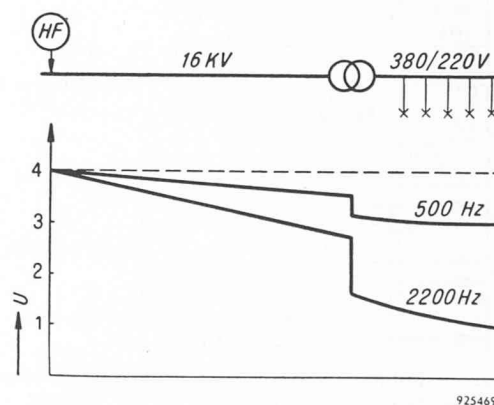


Fig. 4. — Exemple de chutes de tension d'un courant de commande à 500 Hz et 2200 Hz.

lors de modifications du réseau ou qui peut même mettre en question le bon fonctionnement de la télécommande.

Lors du choix de la fréquence d'émission, il y a également lieu de tenir compte de l'influence des charges capacitatives du réseau (condensateurs). Contrairement aux inductivités, la résistance apparente des capacités diminue lorsque la fréquence augmente. L'influence des condensateurs installés sur les réseaux à basse tension pour compenser la puissance réactive de moteurs, de machines à souder, de lampes fluorescentes, se fait spécialement sentir. Ces condensateurs absorbent d'autant plus la puissance d'émission que la fréquence est élevée. Si cette fréquence d'émission est d'environ 500 Hz, il n'est généralement pas nécessaire de prendre des mesures spéciales. Si cette puissance en kvar devait atteindre une valeur assez élevée, il y aurait lieu, dans ce cas, d'installer des circuits-bouchons sur quelques condensateurs. On choisira à cet effet les plus grosses unités qui peuvent être verrouillées à des frais raisonnables. On prétend quelquefois que le verrouillage s'avère plus simple dans les cas de fréquence d'émission élevée et que les selfs suffisent. Ceci ne s'avère juste que lorsqu'il s'agit de petits condensateurs. Il est établi que, pour les gros condensateurs, un circuit bouchon reste toujours un des meilleurs moyens de verrouillage, même si la fréquence d'émission est élevée. S'il suffit donc, pour éviter les frais de verrouillage de nombreux petits condensateurs, de choisir une fréquence d'émission basse, il est naturellement logique et avantageux de le faire.

L'influence de la capacité des lignes se fait sentir d'une tout autre façon, tout particulièrement dans le cas de câbles HT. Les pertes en puissance à fréquence audible augmentent linéairement avec la fréquence et au carré avec la tension. D'une part, la tendance actuelle est de développer des lignes à tension de service toujours plus élevée; d'autre part, les villes s'étendent de plus en plus et des câbles à haute tension remplacent alors les lignes aériennes. Prenons l'exemple d'une installation pour démontrer l'influence de la capacité des câbles. Le schéma (fig. 5) représente le réseau télécommandé de Rotterdam, Hollande. La

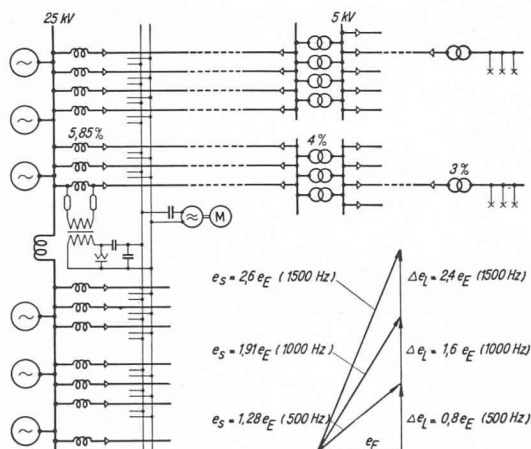


Fig. 5. — Influence de la capacité des câbles dans l'installation de télécommande de Rotterdam.

A gauche : réseau télécommandé de Rotterdam ; à droite : diagramme des vecteurs illustrant la tension nécessaire sous 500, 1000 et 1500 Hz.

longueur des câbles à 25 kV jusqu'aux transformateurs 25/5 kV est, suivant les districts, de 5 à 25 km. On compte au total 400 km de câble à 25 kV. Dans le diagramme des vecteurs (fig. 5, à droite), e_E désigne la tension de réception relative, Δe_L la chute de tension inductive dans les deux transformateurs en série et dans les lignes. La somme vectorielle de e_E et Δe_L donne la tension d'émission e_S . Pour une fréquence de 500 Hz, la tension e_S devrait être 1,28 fois plus élevée que la tension de réception. Pour 1000 et 1500 Hz, ces rapports s'élèvent à 1,91 et 2,6. Ces données sont toutes rapportées à une même tension de réseau. C'est précisément à proximité de l'émetteur où la tension est la plus élevée, c'est-à-dire dans les câbles à 25 kV, que l'influence de la capacité se fait le plus sentir. Augmenter la fréquence d'émission implique donc une forte élévation de la puissance d'émission. L'installation en question travaille sous 485 Hz, avec une tension de réception minimum de 3 %. Le pourcentage indiqué est égal au double de la tension de réponse des récepteurs, ce qui garantit une grande marge de sécurité. Diminuer la tension de réponse des récepteurs pour réduire la puissance d'émission nécessaire et augmenter la fréquence d'émission pour réduire les frais d'injection ne permet donc pas de gagner grand-chose. Dans l'exemple qui nous intéresse, si l'on avait réduit de moitié la tension de réponse des récepteurs et augmenté du double la fréquence d'émission, on aurait quand même dû prévoir une puissance d'émission égale afin de compenser les pertes supplémentaires dans les câbles.

Tension de commande

Un fait, qui semble actuellement établi par les spécialistes en matière de télécommande, est le suivant : seule une tension de commande suffisamment haute, c'est-à-dire d'au moins 3 % de la tension du réseau, garantit une bonne stabilité à l'installation de télécommande. Ce pourcentage, relativement élevé, est le seul moyen efficace offrant une sécurité parfaite contre les tensions perturbatrices. On connaît plusieurs autres moyens de protection contre les impulsions perturbatrices, mais ils sont tous plus ou moins insuffisants, surtout lorsque le relais récepteur doit encore amplifier le signal. Les nombreuses installations en exploitation, qui sont construites selon ce principe, présentent une stabilité de transmission des impulsions à toute épreuve. Grâce à la faible chute de tension entre la marche à vide et le régime sous pleine charge, la station d'émission se trouve être d'une exécution très simple, car elle ne nécessite aucun réglage. Par ailleurs, les installations prévues pour une tension de réception élevée (environ 3 %) n'ont jamais dû être modifiées ultérieurement lors d'extension du réseau à haute ou à basse tension.

Les systèmes qui travaillent avec de faibles puissances d'émission et, partant, avec de basses tensions de commande, doivent comprendre souvent un élément garantissant une répétition automatique du programme de commande. Cette répétition sert à ramener ultérieurement, à leur position exacte, les relais récepteurs qui seraient sortis du synchronisme ou qui n'auraient pas exécuté les commandes émises.

Une telle mesure de sécurité est superflue lorsque la transmission des impulsions est sûre et lorsque la tension de réception est stable. Une répétition de programme, si jamais elle est utilisée, ne sert alors que de sécurité supplémentaire pour tenir compte des interruptions de service dans le réseau (pose de câbles, réparations, fusibles sautés, etc.).

Le moyen le plus efficace contre les tensions perturbatrices est, répétons-le, une tension de réception assez élevée. Pour qu'une source étrangère puisse provoquer un dérangement, il faut que la puissance de cette source soit suffisante. Une grande partie de la puissance de cette source perturbatrice est absorbée par tous les appareils et moteurs branchés au réseau, au même titre que la puissance à fréquence audible de l'émetteur de télécommande.

Plus le seuil de réponse des récepteurs est haut, plus la tension perturbatrice doit être élevée ; on peut donc affirmer que la puissance perturbatrice nécessaire augmente avec le carré de la tension de fonctionnement des appareils récepteurs.

Modes d'injection

En pratique, deux modes d'injection sont généralement utilisés : l'injection en série et l'injection en parallèle. La première méthode offre de nombreux avantages, entre autres la simplicité d'installation et une grande sécurité d'exploitation. Malheureusement, il n'est guère possible de l'utiliser dans tous les cas. Son utilisation dépend d'une condition primordiale : l'impédance « côté amont » doit être aussi basse que possible, car le circuit du courant total de commande qui s'écoule vers les appareils consommateurs passe par la ou les sources d'énergie à 50 Hz. Il est évident que plus la résistance apparente rencontrée au retour est petite, moins la chute de tension sera élevée. Il s'ensuit que les pertes en énergie à fréquence audible seront ainsi plus faibles et que la tension de commande sera plus constante dans l'ensemble du réseau superposé.

La figure 6 montre quelques exemples d'injection en série. Il était usuel autrefois de monter des transformateurs d'injection dans chaque feeder ; aujourd'hui on place souvent un transformateur d'injection unique à la sortie du transformateur de distribution. Il est clair que ce transformateur d'injection doit être alors dimensionné pour la pleine puissance du transformateur de distribution. Des installations de télécommande comprenant une injection en série sur haute tension se trouvent en service à Rotterdam (200 MW), à Leiden (45 MW), à Maastricht (15 MW) en Hollande, et à

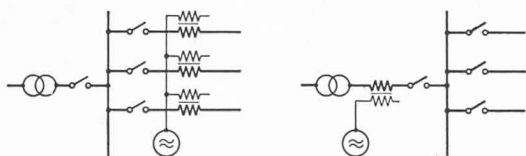


Fig. 6. — Injection en série sur haute tension.

A gauche : ancien mode d'injection avec transformateur dans chaque feeder ; à droite : transformateur d'injection unique placé après le transformateur de distribution.

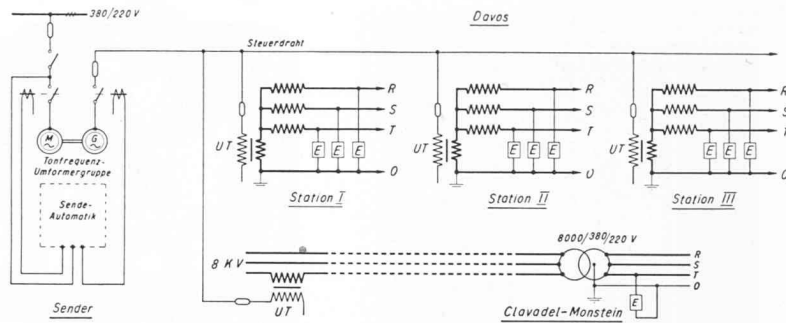


Fig. 7. — Injection en série sur basse tension dans le réseau de Davos et injection simultanée sur 8 kV.

Wattwil et Arbon en Suisse. La fréquence d'émission de toutes ces installations est sans exception basse.

L'injection en série s'applique naturellement aussi aux réseaux basse tension. La commune de Davos (fig. 7) en donne un exemple concret. Dans ce genre d'installation, on utilise exclusivement des basses fréquences, en particulier aussi celle de 600 Hz proposée dans les recommandations de l'U.C.S. (Union des centrales suisses). Il est évident que cette fréquence ne peut pas entrer en ligne de compte pour tous les réseaux, puisqu'il est possible qu'un harmonique supérieur s'en approche dangereusement.

L'injection en parallèle reste le mode d'injection universel, puisqu'elle peut être appliquée dans la plupart des cas (voir fig. 8). Ce genre d'injection a toutefois quelques désavantages et les Services d'électricité donnent la préférence à l'injection en série si les circonstances le permettent. Dans une station à deux ou plusieurs barres collectrices, il est indispensable de prévoir un nombre égal de circuits d'injection assez coûteux. Par ailleurs, si l'impédance des transformateurs placés du côté source n'est pas suffisamment haute, il faut encore installer des circuits-bouchons. Une télécommande très intéressante, avec injection en parallèle sur 50 kV, est en service depuis quatre ans environ dans le réseau de la Sopracenerina S. A., à Locarno (fig. 8). Un bon nombre de relais récepteurs sont installés à presque 50 km de l'émetteur. Une autre installation de ce genre, plus importante encore, avec injection en parallèle, sera prochainement mise en service sur les réseaux des Entreprises Electriques Fribourgeoises (80 MW).

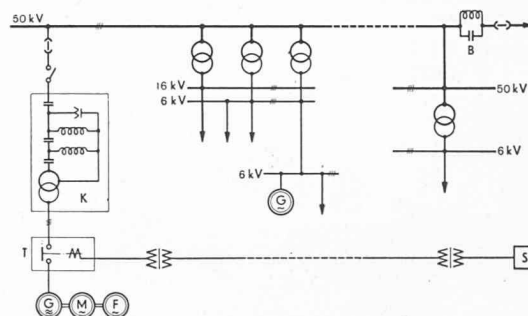


Fig. 8. — Injection en parallèle sur haute tension.

GMF = groupe convertisseur ; T = contacteur d'émission ; K = filtre de couplage ; B = circuit-bouchon ; S = tableau de commande.

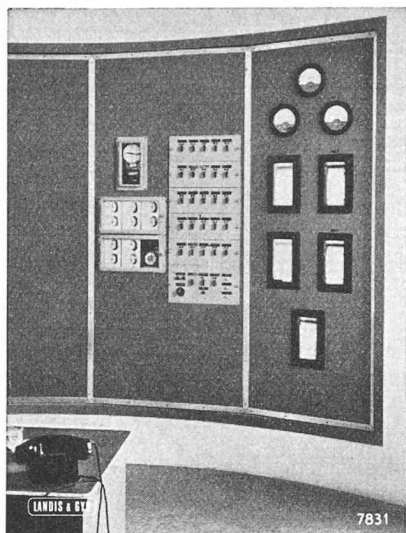


Fig. 9. — Tableau de commande des GEB, Arnhem (Hollande) placé dans le bureau du chef d'exploitation.

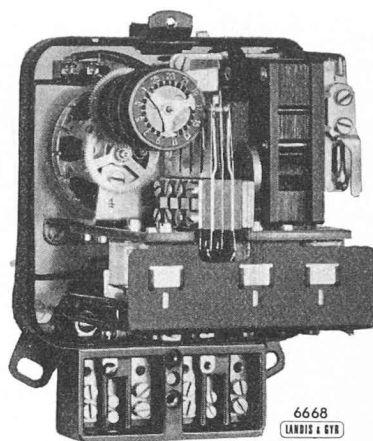


Fig. 10. — Récepteur pour 3 doubles-commandes.

A droite en haut : relais de résonance à armature pivotante et condensateur ; à gauche en haut : moteur synchrone et sélecteur à cames réglables individuellement ; en bas : trois relais d'exécution des ordres avec indicateur de position.

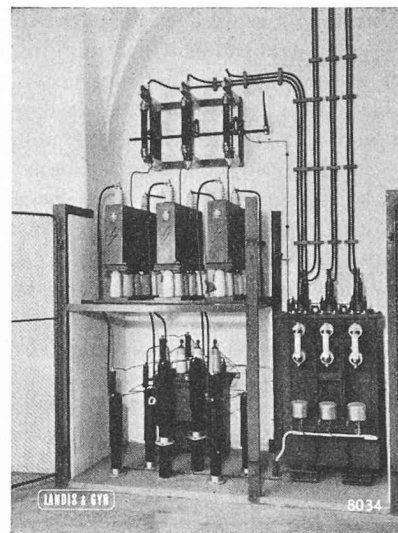


Fig. 11. — Installation de télécommande de Muri (Argovie) ; circuits d'injection combinée série-parallèle.

Un genre assez récent d'injection combinée série-parallèle a été appliqué avec succès dans quelques réseaux. A l'aide de ce mode d'injection, on arrive à empêcher toute perte d'énergie à fréquence audible vers la source.

Tableau d'émission automatique

De nombreuses améliorations ont été apportées à l'appareillage d'émission au cours de ces dernières années, spécialement en ce qui concerne le nombre de doubles-commandes. Si les installations prévoyant 25 doubles-commandes semblent suffire aux Services d'électricité d'importance moyenne, il n'en est pas de même des grands réseaux de distribution qui montrent une tendance accrue vers un nombre de commandes élevé. Actuellement, il est possible de construire des installations pour 300, 450 et même 700 doubles-commandes à l'aide de combinaisons spéciales des

impulsions d'émission, qu'il s'agisse de combinaison simple ou de sélection par groupes. Les chiffres indiqués ci-dessus paraissent, à première vue, exagérés ; il n'en va plus de même si l'on considère que la télécommande doit permettre d'atteindre les services de pompiers, la police, les services de dérangement, les organes pour le déblaiement de la neige, les services des eaux, les organes de défense antiaérienne, etc. De plus, bon nombre d'applications techniques, c'est-à-dire télécommandes d'interrupteurs, contacteurs, moteurs, groupes de machines, petits groupes de condensateurs BT pour l'amélioration du $\cos \phi$, et bien d'autres encore, doivent pouvoir être exécutées d'un point central de commande.

La condition fondamentale pour la réalisation d'un système de commande aussi complexe est une transmission de commande très rapide. Les systèmes lents n'entrent pas en ligne de compte pour les applications

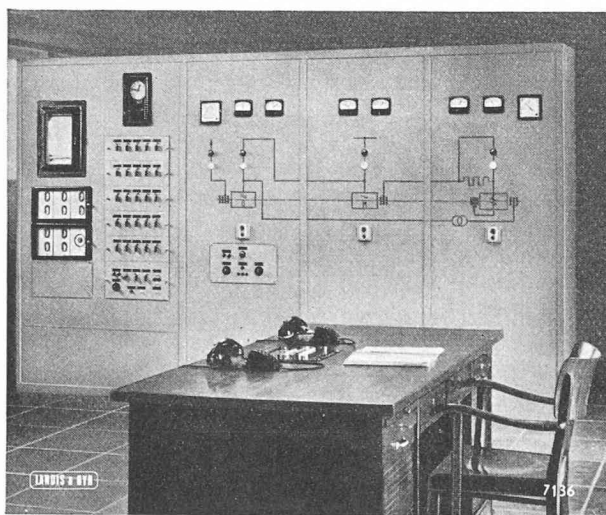


Fig. 12. — Poste de commande pour 50 ordres de l'installation de télécommande de Düşhorn (Allemagne).

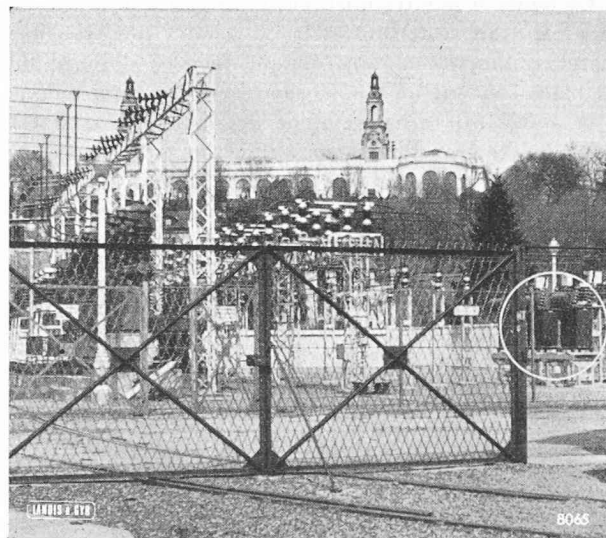


Fig. 13. — Télécommande du « Centre de Pau » (France). Le circuit-bouchon est visible dans le cercle.

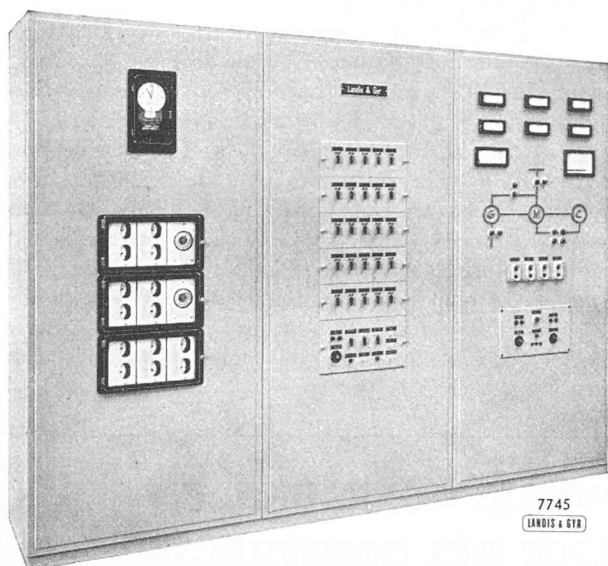


Fig. 14. — Tableau d'émission de l'installation de télécommande de Bruxelles (Belgique).

énumérées ci-dessus. Pour obtenir les mêmes résultats, un système lent devrait être transformé en un système à deux ou plusieurs fréquences, ce qui conduirait inévitablement à une complication du service et aux désavantages bien connus des anciens systèmes à fréquence multiple.

Récepteurs

Grâce à l'utilisation d'une tension encore suffisamment élevée au récepteur, on a pu éliminer tous les auxiliaires d'amplification, tels que tubes et autres. Le récepteur d'action directe et purement électrique est universellement utilisable. Il se compose de trois éléments constitutifs bien définis et facilement remplaçables. Le premier est le circuit de résonance, comprenant un relais à armature pivotante dont la bobine représente l'inductivité du circuit de résonance, ce dernier étant complété par un petit condensateur. Le deuxième élément consiste en un moteur synchrone et en un sélecteur à cames réglables. Ces deux éléments sont identiques dans tous les récepteurs. Le troisième



Fig. 16. — Groupe convertisseur de l'installation de télécommande des GEB Dordrecht (Hollande) avec ses 400 doubles-commandes. (Portées plus tard à 600.)

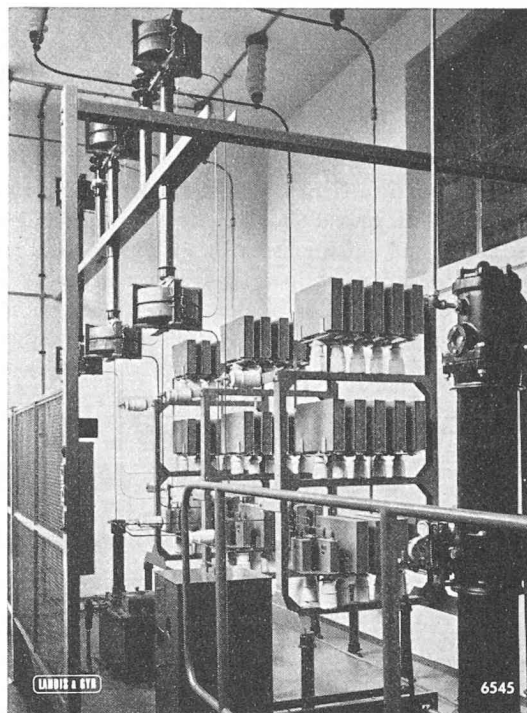


Fig. 15. — Filtre de couplage de l'installation de télécommande de Locarno (Suisse). Injection en parallèle sur haute tension 50 kV.

élément doit, par contre, être adapté aux besoins et se compose d'un interrupteur uni, bi ou tripolaire, d'un pouvoir de coupure allant jusqu'à 100 A.

Ces récepteurs présentent un avantage particulier du fait que les trois éléments constitutifs peuvent être disposés indifféremment dans un boîtier. Ainsi, un récepteur comprenant trois relais culbuteurs de 10 A peut être logé, par exemple, dans le même boîtier qu'un petit compteur d'électricité monophasé. Il est même possible de loger un récepteur de ce genre dans un boîtier de fonte d'environ 8,5 cm de largeur qui peut se placer à l'intérieur d'un candélabre.

Pour répondre aux besoins de la pratique, ces récepteurs peuvent être construits, en règle générale, jusqu'à six doubles commandes. Un avantage particulier à ces récepteurs réside dans les disques sélecteurs, qui permettent d'ajuster chaque relais en un tournemain sur la double commande prévue, sans autre changement à l'appareil. Cet avantage est particulièrement apprécié dans les premières années de mise en exploitation de l'installation. La pratique enseigne que le programme établi au début d'une mise en exploitation sera très souvent modifié par la suite, et rien n'est alors plus ennuyeux que de devoir modifier certains récepteurs en étant obligé de déconnecter des fils, voire même dessouder des connexions. Le disque sélecteur élimine tous ces inconvénients.

Ces récepteurs se caractérisent, d'autre part, par leur simplicité et la robustesse de leur construction. Ils ne nécessitent aucun graissage. A l'encontre des récepteurs mécaniques, dont la construction en ce qui concerne leur surveillance ultérieure ne se distingue guère des horloges de contact, les récepteurs électriques sont insensibles au chaud et au froid. Particulièrement

intéressant est encore le fait qu'ils sont pratiquement indépendants des variations de tension et de fréquence ; ils travaillent encore correctement sous des écarts de tension de l'ordre de $\pm 20\%$ et de fréquence de $\pm 5\%$.

Résumé

Le présent article tient à démontrer que l'utilisation des basses fréquences d'émission s'est fortement généralisée sur les réseaux suisses et étrangers. Si l'on a quelquefois hésité à équiper les réseaux de telles installations, c'est qu'elles étaient plus coûteuses et prenaient plus de place que les installations à fréquence élevée. Cependant, les quatre dernières années ont

montré un profond remaniement de cette situation. Les prix des installations à basse fréquence ne sont guère plus élevés aujourd'hui que ceux des autres installations. Par ailleurs, les prétendues fréquences élevées ne sont plus si hautes, puisqu'on s'efforce de ne plus dépasser 1050 Hz. Enfin, un seuil de réception élevé implique peut-être un appareillage d'émission plus important, mais ce petit désavantage est largement compensé par la sécurité d'exploitation absolue que confère ce mode de fonctionnement. Il est encore intéressant de constater que les installations à 485 Hz et 725 Hz sont trois fois plus nombreuses que celles aux fréquences plus élevées.

LES LIMITES DE L'AUTONOMIE COMMUNALE DANS LE DOMAINE DE LA POLICE DES CONSTRUCTIONS

par JEAN VAUTIER, géomètre officiel au Département des Travaux publics du canton de Vaud

Quelqu'un disait une fois en parlant de l'approbation, par le Conseil d'Etat, des mesures prises par les communes : « Somme toute, l'autorité législative de la commune n'est pas son Conseil communal ou général mais bien le Conseil d'Etat lui-même ! » Cette boutade contient une part de vérité que la présente étude souhaite faire apparaître.

Il fallait un titre à cette étude ; j'ai choisi celui qui est inscrit au programme de cette journée¹, mais il serait revenu au même de proposer : « Les limites du pouvoir de contrôle des communes par l'Etat... », car où s'arrête ce pouvoir de contrôle commence la sphère des activités propres à la commune. La limite des compétences de ces autorités ne fait nulle part l'objet d'une définition mais elle résulte de la loi (ce terme étant pris dans son sens large). C'est à préciser les compétences réciproques de l'Etat et des communes que tend l'exposé qui va suivre. Le schéma en est le suivant :

1° Examen des circonstances générales dans lesquelles s'exerce l'activité des communes.

2° Examen des textes légaux permettant de préciser, d'après le droit vaudois, la nature de la limite des compétences dont il vient d'être question.

3° Remarques générales et conclusions.

Première partie

Faisons d'abord une rapide incursion dans le passé afin d'y rechercher la manière dont les communes se sont créées.

J'emprunte quelques-uns des renseignements sur ce sujet à une étude de M. B. de Vevey, présentée à Montreux en 1947 sous les auspices de l'Institut suisse de cours administratifs.

« Les origines de l'autonomie communale doivent être recherchées plus ou moins tôt suivant les pays et ce mouvement fut fort différent pour les villes et pour les campagnes. »

La vie des villes les plus anciennes est étroitement liée au développement du commerce et de l'industrie.

« Dans aucune civilisation la vie urbaine ne s'est développée indépendamment du commerce et de l'industrie et les villes du moyen âge ont été telles que le commerce et l'industrie les ont faites ; elles n'ont pas cessé de s'étendre sous son influence. »

Industriels et commerçants étaient gens d'initiative qui, de ce fait, s'étaient rapidement arrogé certains droits et certaines prérogatives. Le goût de l'indépendance ne tardant pas à se développer, celle-ci fut peu à peu acquise dès les XII^e et XIII^e siècles, soit par des luttes, parfois âpres, soit, au contraire, par des contrats avec des princes faibles à la recherche de moyens faciles de faire face à leur vie dispendieuse. Des libertés et des franchises étaient ainsi acquises contre paiement d'une certaine somme d'argent. C'est de cette façon que se sont créées les communautés de bourgeois. A la campagne, le processus a été différent. C'est l'usage de biens communs, plus particulièrement, qui est à l'origine de la commune. La gestion de ces biens et la solution des questions qu'elle soulevait nécessairement réclamait une organisation. C'est ainsi que se sont créées les communautés de communiens.

Il ne faut pas perdre de vue qu'autrefois nos villes étaient toutes petites et que nos villages étaient généralement beaucoup plus petits qu'aujourd'hui. Du XII^e siècle jusqu'au début du XVIII^e, la population des localités et la population en général, n'a pas sensiblement augmenté. Après les guerres et les épidémies, le chiffre ancien de population était assez rapidement atteint mais n'était pas dépassé. Entre les villes et entre les villages, la campagne était moins cultivée qu'aujourd'hui et la surface des forêts était beaucoup plus étendue. Le pays était, de ce fait, très compartimenté. En outre, en raison de l'état encore précaire des moyens de locomotion, de communication et d'information, les agglomérations étaient relativement isolées les unes des autres. Les villages et les petites villes d'alors, avec les terres qui les entouraient, constituaient vraiment des unités géographiques, économiques et politiques.

A la fin de l'ancien régime (1789), toutes les communes de la Suisse étaient organisées sur la base des communautés de bourgeois pour les communes urbaines

¹ Assemblée de l'Association romande des ingénieurs et architectes municipaux ; octobre 1953.