

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 43 (1952)  
**Heft:** 13

**Artikel:** Le relais delta  
**Autor:** Jean-Richard, C.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1057882>

#### 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:** 20.01.2026

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

grösse durch die Beeinflussung einer Tonfrequenz oder Trägerfrequenz geschieht.

Als Übertragungswege kommen werkeigene Kabel, gemietete Telephonleitungen oder in letzter Zeit vermehrt längs den Hochspannungsleitungen gerichtete Trägerfrequenzka-

näle in Frage. Sozusagen immer sind mit den Messkanälen in gleicher Richtung Telephonkanäle gekoppelt, da naturgemäß die direkte Verständigungsmöglichkeit ebenfalls wichtig ist.

2. Die Steuergrössen sollen auf einfache Weise in die zur Übertragung geeignete Form übergeführt werden. In der Regel stehen sie in Form eines Winkelaußschlages, z. B. eines Reglers oder einer messwertproportionalen Spannung bzw. Strom zur Verfügung. In dem von BBC vor ungefähr 10 Jahren entwickelten und seither weiter vervollkommenen Fernmeßsystem nach dem Frequenzvariationsverfahren bestehen beide Möglichkeiten der Messwertübertragung. Die Steuergröße wird in Form einer messwertproportionalen Tonfrequenz direkt niederfrequent übertragen, oder bei leitungsgerichteter Übertragung einem Hochfrequenzträger aufmoduliert. In der Regel wird dieser Träger mehrfach ausgenutzt, indem neben einem Telephonkanal mehrere Fernmesskanäle gleichzeitig in beiden Richtungen übertragen werden können. Liegt der Messwert in Form eines veränderlichen Drehwinkels vor, z. B. eines Instrumentenaußschlages, der drehbaren Achse eines elektrischen oder mechanischen Regelgliedes, so wird mit der betreffenden Achse ein praktisch drehmomentloses Variometer gekuppelt, das selbst Bestandteil eines frequenzbestimmenden Schwingkreises ist. Liegt der Messwert bzw. die Steuergrösse in Form einer Gleichspannung bzw. eines Stromes vor, so verwendet man zweckmässigerweise an Stelle des Variometers eine durch den Steuerstrom in ihrer Induktivität veränderliche Drosselspule. Die übrigen Teile der Übertragungseinrichtung bleiben identisch. Auf der Empfangsseite steht die Steuergrösse wiederum in Form eines messwertproportionalen Stromes von z. B. 0...6 mA oder anderer geeigneter Grösse zur Verfügung.

3. Die Zeitkonstante des Übermittlungskanals soll so klein sein, dass die Dynamik des Reguliervorganges in keiner Weise beeinflusst wird. Diese letzte Forderung ist von außerordentlicher Wichtigkeit und ist eine Grundvoraussetzung, um die Reguliereinrichtungen so auslegen zu können, dass sie ausschliesslich auf die Eigenschaften der Stromerzeugungsanlagen, Verteileinrichtungen und Verbraucher abgestimmt sind.

Regulierungen arbeiten heute in der Regel mit Zeitkonstanten von wenigen Zehntelsekunden. Die Übertragung der Steuergrössen sollte mit Zeitkonstanten erfolgen, die womöglich noch eine Grössenordnung kleiner sind. Das erwähnte Fernmessverfahren wurde in den letzten Jahren in Bezug auf Ansprechgeschwindigkeit weiter entwickelt und hat über die Übertragungseinrichtungen Fernmessgeber Eingang bis Fernmessempfänger Ausgang, ohne Einbeziehung der Laufzeit auf Leitungen, heute eine Zeitkonstante von 25...30 ms für plötzliches Zu- und Wegschalten eines Mess- oder Steuerwertes, der  $\frac{1}{3}$  des Vollausschlages beträgt. Diese Zeiten gelten für Betrieb mit einer Steuerdrosselspule geberseitig, d. h. einer Übertragung ohne Zwischen-Schaltung mechanischer Elemente. Bei Verwendung eines Variometers ist die Zeitkonstante meist grösser und praktisch nur durch die Trägheit der mechanischen Gebereinrichtung festgelegt.

Fig. 1 zeigt den Verlauf des empfangsseitigen Stromes in Funktion einer plötzlichen sendeseitigen Messwertänderung. Die obere Bildhälfte zeigt den Einschaltvorgang, die untere den Ausschaltvorgang. Die Änderung der Messwertgrösse erfolgt fast ohne jedes Ein- bzw. Ausschwingen.

#### Adresse des Autors:

Dr.-Ing. A. de Quervain, A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden.

### Le relais delta

Apport à la discussion présenté à l'Assemblée de discussion consacrée à la régulation des grands réseaux, organisée par l'ASE le 3 avril 1952, à Lausanne  
par Ch. Jean-Richard, Berne

621.316.728

Le relais delta dont M. Gantenbein vous a entretenus ce matin en rapport avec le réglage de la puissance inactive est un instrument à zéro buté autoréglable. En effet, deux contacts d'une sensibilité de l'ordre de grandeur de  $\pm 0,1$  à  $0,3\%$  commandent un moteur de telle manière que la position zéro du relais delta soit identique à la valeur actuelle de la grandeur d'investigation. En plus, le relais delta possède deux autres contacts dont la fermeture s'opère lorsque une variation déterminée de la grandeur d'investigation se produit à

partir de la dernière position zéro ajustée. La variation déterminée peut être ajustée, elle aussi, dans les limites de  $\pm 1,5$  à  $6\%$ . La fréquence propre du relais delta est de environ 1 Hz. Le relais delta est représenté par la fig. 1.

Les Forces Motrices Bernoises à Berne ont utilisé successivement deux relais delta des Ateliers de construction Oerlikon pour détecter les variations de la puissance active dans leurs réseaux à 16 kV, suivant trois procédés.

Le premier procédé consistait à mesurer le temps de

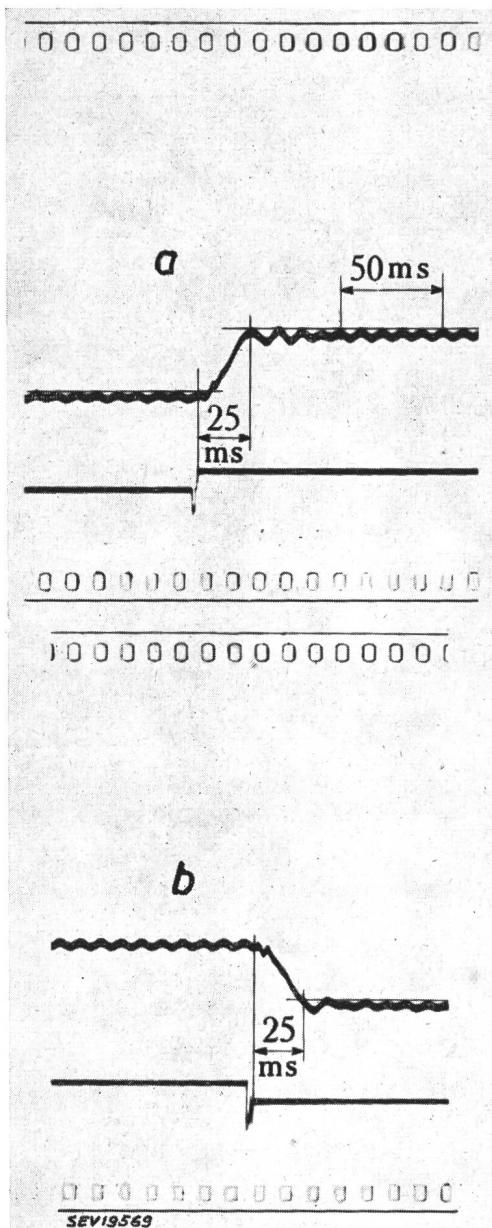


Fig. 1

Zeitkonstante des Frequenzvariations-Fernmesskanals bei plötzlichem Zu- und Wegschalten eines Messwertes von 0 auf  $\frac{1}{3}$  des Endwertes  
a Einschaltvorgang; b Ausschaltvorgang

fermeture du second jeu de contacts du relais delta. Le résultat de cette première série d'essais est consigné dans le diagramme de la fig. 2. On constate que les variations de la puissance active absorbée par un réseau citadin se rangent par ordre de grandeur suivant une hyperbole. Ce résultat est d'autant plus remarquable que les consommateurs de ce réseau agissaient chacun pour son propre compte.

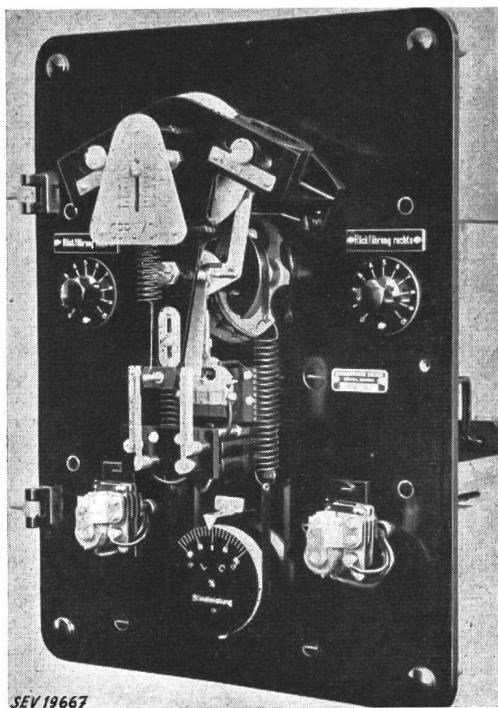


Fig. 1

## Vue en face d'un relais delta

Au centre, le secteur sensible à deux contacts commandant le moteur d'ajustage de la position zéro  
Au premier plan, devant le secteur, les deux contacts dont la fermeture s'opère pour une variation déterminée

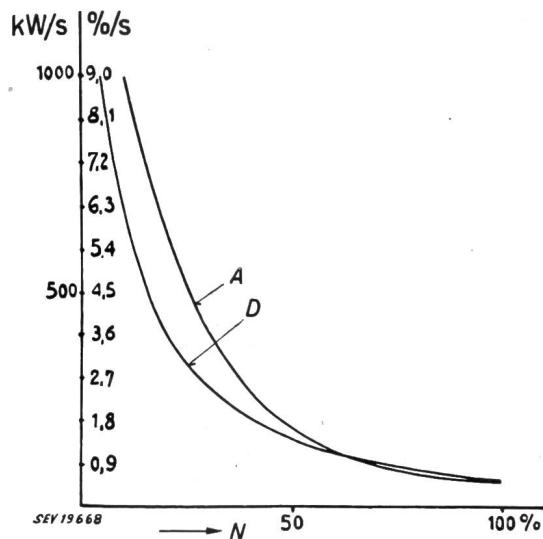


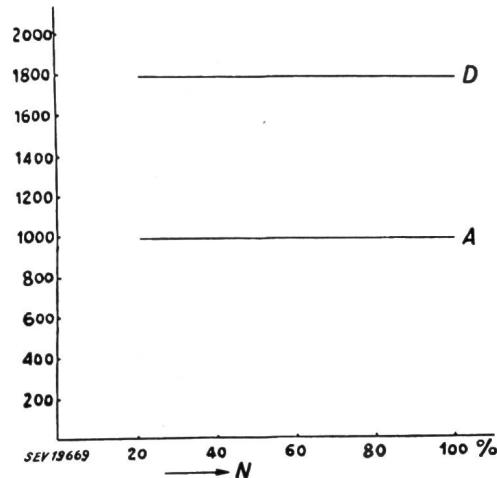
Fig. 2

## Variations de la puissance active absorbée par un réseau citadin, par ordre de grandeur

Variation de puissance active  $111 \text{ kW} = 1\%$   
A Augmentation; D Diminution; N Nombre total

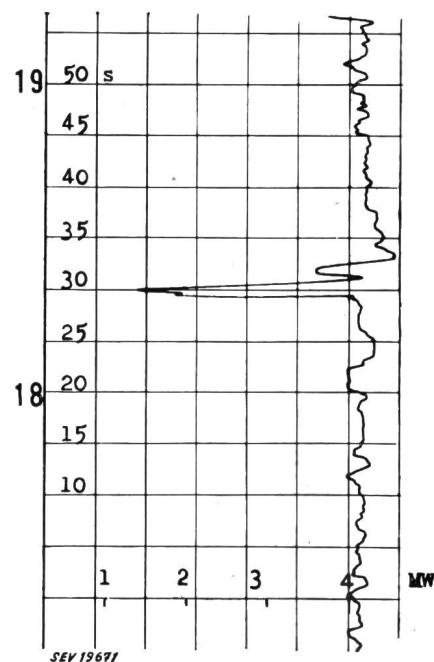
Le second procédé consistait à compter le nombre de fermetures du second jeu de contacts par jour, les contacts étant ajustés pour une variation fixe. Le résultat de cette seconde série d'essais est consigné dans le diagramme de la fig. 3. Le nombre total porté en abscisse est celui de la

somme des variations journalières du lundi au vendredi de chaque semaine, rangées par ordre de grandeur. On constate qu'il y a 1,8 fois autant de diminutions que d'augmentations par jour de 2 à 4% en 3 s. Ce résultat montre que le réseau réagit plus promptement à une diminution de la charge qu'à une augmentation. Il s'en suit que le réseau ne réagit pas instantanément ni au déclenchement ni à l'enclenchement de telles portions de charge.

Fig. 3  
Nombre des variations journalières d'un réseau citadin, par ordre de grandeur

Nombre par jour des variations de puissance active de 2 à 4% en 3 s  
 $55,5 \text{ kW} = 1\%$   
A Augmentation; D Diminution; N Nombre total

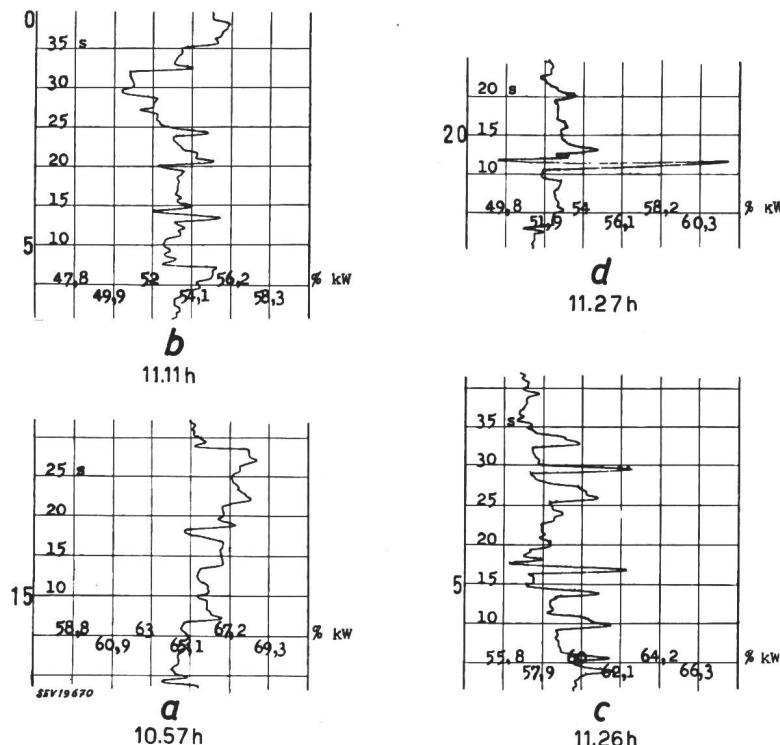
Le troisième procédé consistait à enregistrer la puissance active absorbée, à partir d'une certaine valeur de celle-ci, librement choisie. La fig. 4 montre quatre échantillons typiques de cet enregistrement. On constate que la charge peut a) augmenter linéairement tout en subissant des sauts en plus et en moins, b) être constante en moyenne avec des

Fig. 5  
Contrôle au moyen d'un relais delta du réglage de la puissance active, aux bornes d'un convertisseur synchrone

sauts en plus et en moins, c) subir des sauts unilatéraux et d) subir un choc violent.

Le troisième procédé fut appliqué également pour un cas particulier. Il s'agit de la liaison par groupe convertisseur

synchrone de 5 MVA d'un groupe de générateurs monophasés de 15 MW au total à un réseau triphasé de 500 MW. Les générateurs monophasés alimentent le chemin-de-fer du Lötschberg dont la charge varie entre 0 et 18 MW à raison



générateurs monophasés. Un convertisseur de 9 MVA aurait pu se passer d'un réglage et aurait assuré, à lui seul, l'exploitation de 60 % seulement de la puissance des générateurs monophasés. Or, le convertisseur à 5 MVA était disponible pour des raisons de contrat de fourniture d'énergie. Secondé par un réglage qui maintient sa puissance constante quand elle est débitée vers le réseau triphasé, il assure la liaison entre les deux réseaux et augmente sensiblement à la fois le rendement et la puissance disponible du côté monophasé. Le réglage prend comme point de repère la puissance du côté triphasé du convertisseur et agit sur la position des pointeaux des turbines entraînant les générateurs monophasés situés côté à côté du convertisseur. La vérification de ce réglage, fourni par les Ateliers des Charmilles, Genève, et Brown, Boveri & Cie, Baden, a été faite en déclenchant l'un des générateurs monophasés, sa puissance ayant été ajustée à une valeur constante et le chemin-de-fer constituant une charge pratiquement constante. Le résultat de ce contrôle est représenté par le diagramme de la fig. 5, relevé avec un relais delta. On constate le déclenchement de 2 MW, une oscillation successive des deux rotors du convertisseur, l'augmentation rapide de la puissance due à l'intervention du réglage sur les pointeaux restés en service et finalement une oscillation due à la colonne d'eau.

Fig. 4

Puissance active absorbée par une usine métallurgique et enregistrée par un relais delta

de 2,5 MW par seconde au maximum. Un convertisseur de 15 MVA aurait pu établir la liaison sans le concours d'un réglage d'aucune sorte et assurer l'exploitation complète des

#### Adresse de l'auteur:

Ch. Jean-Richard, Ingénieur, Forces Motrices Bernoises S.A., Berne.

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Zur Einweihung des Kraftwerkes Calancasca

Ansprache, gehalten am 4. Juni 1952,  
von A. Winiger, Zürich

621.311.21 (494.262.4)

Sie hatten heute morgen Gelegenheit, der Einsegnung des Kraftwerkes Calancasca beizuwohnen. Damit ist der Kette schweizerischer und im besonderen bündnerischer Kraftwerke ein neues Glied hinzugefügt worden. Wenn es sich auch mit seiner Erzeugungsfähigkeit von rund 100 Millionen kWh bescheiden im Hintergrund halten muss, weist es doch bautechnisch alle Züge eines grossen Werkes auf, von der 50 m hohen Staumauer bei Buseno bis zum unterirdischen Maschinenhaus bei Roveredo. Es sei mir vergönnt, Ihnen in aller Kürze einen Rückblick zu geben über die Geschichte des Baues des Kraftwerkes Calancasca, an deren Anfang Dr. h. c. Büchi, Ehrenbürger von Castaneda, steht.

#### Geschichte<sup>1)</sup>

Er erwarb im Auftrag der Aluminium-Industrie A.G., Neuhausen, in den Jahren 1918/19 von den Gemeinden Buseno, Castaneda, Grono und Roveredo die Wasserrechte für die Nutzbarmachung der Calancasca auf der Stufe Buseno-Roveredo mit einem Gefälle von rund 400 m. Die Konzessionen wurden in der Folge auf die Aluminium-Industrie A.G. übertragen, die damals beabsichtigte, sie für ihre eigenen Zwecke zu verwerten.

Da dieser Plan nicht verwirklicht werden konnte, trat die Aluminium-Industrie A.G. auf Initiative von Dr. Büchi Mitte des Jahres 1948 mit einer von der Elektro-Watt geführten Gruppe in Verbindung, die sich für den Ausbau des Werkes interessierte. Schon im Oktober gleichen Jahres kam eine

grundgesetzliche Vereinbarung zustande, die zur Gründung des Syndikates Calancasca führte mit einem Kapital von 2 Millionen Franken, das zu gleichen Teilen von der Schweizerischen Kreditanstalt, den Centralschweizerischen Kraftwerken, Luzern, dem Kraftwerk Laufenburg und der Elektro-Watt übernommen wurde. Diese Gemeinschaft erwarb von der Aluminium-Industrie A.G. die Wasserrechte und das von Dr. Büchi ausgearbeitete Vorprojekt, das neben bereits durchgeföhrten Sondierungen die Grundlage für das Ausführungsprojekt bildete. Im November 1948 erfolgte durch Gemeindebeschluss die Übertragung der Konzessionen auf das neue Syndikat bei gleichzeitiger Verlängerung der Dauer um rund 30 Jahre. Außerdem wurde den Konzessionären die Verpflichtung auferlegt, den Bau bis zum 20. Mai 1952 zu beginnen. Noch vor Jahresende, nämlich am 29. Dezember 1948, genehmigte der Kleine Rat des Kantons Graubünden die mit den Gemeinden vereinbarten Zusatzbestimmungen zu den bestehenden Wasserrechtsverleihungen, so dass der Verwirklichung des Projektes von seiten der «Obrigkeit» kein Hindernis mehr im Wege stand.

Ich lege Wert darauf, an dieser Stelle den Behörden der Konzessionsgemeinden, der Regierung des Kantons Graubünden, sowie den zuständigen eidgenössischen Amtsstellen den wärmsten Dank zum Ausdruck zu bringen für das aussergewöhnliche Wohlwollen und Verständnis, mit denen diese Konzessionsangelegenheit zur Zufriedenheit aller Parteien und in einer Rekordzeit geregelt werden konnte. Der gleiche Dank gebührt auch Dr. Büchi und dem Sekretär

<sup>1)</sup> vgl. Bull. SEV Bd. 40(1949), Nr. 16, S. 502...505.