

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 51 (1960)  
**Heft:** 23

**Artikel:** Conception et application d'un nouvel appareil à réenclechement rapide transistorisé  
**Autor:** Rageth, M.P.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-917090>

### **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>**

Aus den Erkenntnissen geht hervor, dass der Blitzschutz armerter Bauten mit kleinen Kosten realisiert werden kann, sofern die genannten Massnahmen bereits *vor* dem Betonieren berücksichtigt werden. Es kostet praktisch nichts, im Armierungsplan einzelne Eisen etwas länger zu machen oder sie abzubiegen, um sie später z. B. mit den Metallteilen des Daches einerseits und der Erdung andererseits zu verbinden. Es kostet ebenfalls nur das Darandenken des Bauleiters, sich zu vergewissern, dass die vertikalen Eisen über Binddrähte durchverbunden sind, wie das ohne besondere Massnahmen die Regel ist. Wird hingegen, wie das heute oft der Fall ist, erst *nach* Fertigstellung des Rohbaues oder nach Fertigstellung des Baues überhaupt nach dem Blitzschutz gefragt, dann scheitert dieser wohl in manchen Fällen an den Kosten der vielen nachträglichen Spitzarbeiten, und es wird nie die starke Vermaschung der vielen Stromwege erreicht, die für den Blitzschutz so ausserordentlich wichtig ist.

Es ist hier nicht der Ort, über die konstruktiven Details zu berichten, wie z. B. Bedachungen, Dachaufbauten, Geländer des Daches usw. mit der vertikalen Armierung, mit Stahlseilen grosser Bauten oder mit inneren Dachwasser-Ablaufrohren verbunden werden können und wie die Erdung vorgenommen wird. Die PTT hat entsprechende Beispiele ausgearbeitet. Sie wie auch die Direktion der Eidg. Bauten, beabsichtigen ihre zukünftigen Betonbauten nach den erwähnten Prinzipien gegen Blitzschutz zu schützen.

Der Zweck der vorliegenden Mitteilungen besteht darin, Bauherren, Bauingenieure und Architekten darauf aufmerksam zu machen, den Blitzschutz armerter Betonbauten bereits in den Plänen der Betonierung zu berücksichtigen. Es lässt sich dadurch mit relativ bescheidenen Kosten ein Blitzschutz realisieren, dessen Qualität sogar viel besser ist, als beim üblichen Gebäude-Blitzableiter, der nur aus wenigen Ableitungen bestehen kann. Das Gesagte gilt nicht nur im Tiefland, wo Erdungen für den Blitzstrom mit niederen Kosten erstellt werden können, sondern auch im Gebirge, wo dies nicht der Fall ist, und wo der gute Blitzschutz von Personen und Sachen nur noch in einem möglichst engmaschigen Käfig besteht, wie ihn die vielfach vermaschte Armierung darstellt. Überdies vermeidet die Benützung der Armierung als Teil des Blitzschutzes die Verlegung besonderer, oft unschöner Ableitungen, was vielfachen Wünschen von Architekten und Bauherren entsprechen dürfte.

Es ist zu hoffen, dass dieser einfache, billige und sehr wirksame Blitzschutz bei wichtigen armerter Betonbauten allgemeine Verbreitung finden wird, und dass die Bauherren oder ihre Vertreter frühzeitig mit den Organen für Blitzschutz Verbindung aufnehmen, so dass grössere Blitzschäden in solchen Gebäuden bald der Vergangenheit angehören werden.

Adresse des Autors:

Prof. Dr. K. Berger, Versuchsleiter der Forschungskommission des SEV und VSE für Hochspannungsfragen, Seefeldstrasse 301, Zürich 8.

## Conception et application d'un nouvel appareil à réenclenchement rapide transistorisé

Conférence présentée à l'Assemblée de discussion de l'ASE du 1<sup>er</sup> juin 1960 à Zurich, par M. P. Rageth, Neuchâtel

621.316.57.064.22 : 621.382.3.004

*Après un court historique sur les expériences faites avec le réenclenchement rapide dans les réseaux de l'Electricité Neuchâteloise S.A., l'auteur décrit un nouvel appareil à réenclenchement rapide et retardé, pourvu d'une caractéristique de temps variable. Ensuite, il explique l'utilisation de cet appareil dans la protection des réseaux.*

*Nach einer kurzen Zusammenfassung der gesammelten Betriebserfahrungen bei Schnellwiedereinschaltung in den Netzen der Electricité Neuchâteloise S.A., beschreibt der Autor einen neuen Apparat mit veränderlicher Zeitcharakteristik für die Schnell- und Langsam-Wiedereinschaltung. Anschliessend wird die Anwendung dieses Apparates im Netzschutz erörtert.*

### 1. Introduction

Le réenclenchement rapide a fait sa première apparition sur les réseaux à moyennes tensions de l'Electricité Neuchâteloise S. A. en 1948. Les lignes à 16 et 60 kV s'étirent sur 300 km environ, traversent des régions typiquement jurassiennes, exposées à de fréquentes décharges atmosphériques et à des hivers très rigoureux (Val-de-Travers, Vallée de la Brévine, etc.).

Les expériences faites au cours des dix dernières années parlent en faveur du réenclenchement rapide; la diminution des dérangements a été de l'ordre de 75 %.

En 1958, notre société équipait une partie de ses installations avec des armoires de télétransmissions à haute fréquence, utilisant les lignes à haute tension comme agent de liaison. Les disjoncteurs des postes de distribution à 60/16 kV sont maintenant télécommandés depuis le poste principal de Pierre-à-Bot situé au nord de Neuchâtel.

Cette innovation impliquait des adjonctions plus ou moins importantes aux appareils de réenclenchement utilisés sur les réseaux à 16 kV. Certains d'entre eux, conçus pour des commandes locales, ne faisaient aucune discrimination entre les ordres volontaires transmis par télécommande et les ordres intempestifs. Les besoins accrus de boucler les réseaux et d'améliorer la sélectivité des déclenchements, ont également corroboré l'étude d'un appareil de réenclenchement mieux adapté à nos conditions d'exploitation.

### 2. Caractéristiques et fonctionnement de l'appareil

Cet appareil s'éloigne de la tradition en faisant appel à des relais à courant faible. Ces relais ont l'avantage d'avoir des temps de réaction très courts, de l'ordre de quelques millisecondes.

Les organes de temporisation utilisent des condensateurs combinés avec des transistors. Ces der-

niers-nés de l'électronique moderne ont dépassé le stade des premières maladies d'enfance, et font preuve aujourd'hui d'une grande sécurité de fonctionnement. Les semi-conducteurs jouent un rôle prépondérant dans le domaine des télécommunications et des machines calculatrices. Pourquoi ne joueraient-ils pas le même rôle dans le domaine de la protection des réseaux?

Une temporisation mécanique souffre d'une certaine inertie, qui est d'autant plus sensible que le temps considéré est court. Une temporisation électrique, stabilisée à l'aide d'une diode Zener, ne varie pas plus de 3 % pour des fluctuations de tension de 10...15 %. Dans le domaine qui intéresse le fonctionnement de l'appareil, ces variations sont pratiquement négligeables.

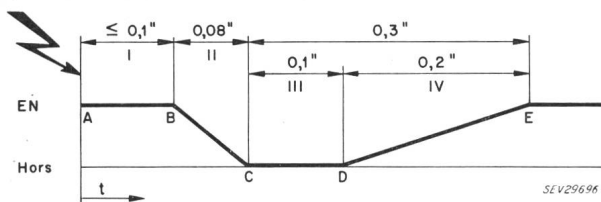


Fig. 1

#### Cycle de réenclenchement rapide d'un disjoncteur orthojecteur 16 kV

- I Temps de réaction du relais de protection
  - II Temps de déclenchement du disjoncteur, y compris la coupure de l'arc
  - III Temps de pose, réglable entre 0,1...0,3 s
  - IV Temps de fermeture du disjoncteur avec commande à ressort
- t temps

Pour situer le problème dans son cadre, considérons la fig. 1 qui représente le cycle d'un réenclenchement rapide. Si un court-circuit se déclare en A, le disjoncteur termine sa manœuvre de déclenchement en C. La durée écoulée se répartit entre le temps de réaction du relais de protection et le temps de déclenchement du disjoncteur, y compris la coupure de l'arc. Dans un réseau de moyenne tension, la durée de l'interruption ne doit pas être inférieure à 0,3 s, entre C et E, afin que l'air perde sa ionisation après l'amorçage d'un arc. La période d'attente CD doit être adaptée à la durée de ferme-

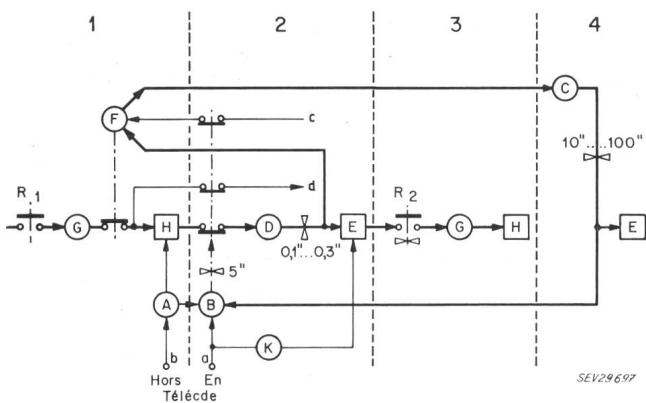


Fig. 2

#### Schéma de principe de l'appareil à double réenclenchement

- 1 Déclenchement instantané; 2 Réenclenchement rapide; 3 Déclenchement temporisé; 4 Réenclenchement retardé; R<sub>1</sub> Relais de protection, contact instantané; R<sub>2</sub> Relais de protection, contact temporisé; a, b de télécommande; c maintien; d vers les appareils suivants

[E] Disjoncteur «en» [H] Disjoncteur «hors»  
○ Relais

rieure à 0,3 s, entre C et E, afin que l'air perde sa ionisation après l'amorçage d'un arc. La période d'attente CD doit être adaptée à la durée de ferme-

ture du disjoncteur. Dans l'appareil, ce temps de pose est réglable entre 0,1...0,3 s.

Le schéma-bloc simplifié de la fig. 2 représente le cycle de fonctionnement complet de l'appareil qui peut effectuer un réenclenchement rapide et un réenclenchement retardé. Ce dispositif nécessite un relais de protection équipé de deux contacts de travail: le premier R<sub>1</sub> à action instantanée et le second R<sub>2</sub> à action temporisée. L'ordre de mise en marche est provoqué par la fermeture du contact instantané R<sub>1</sub>. Le disjoncteur déclenche par le relais G et réenclenche par le relais D. Le relais F attire et se maintient, en interrompant le circuit de déclenchement instantané. Si le court-circuit persiste, un nouveau déclenchement a lieu lors de la fermeture du contact temporisé R<sub>2</sub>. Le dernier réenclenchement est alors commandé par le relais C qui est réglable entre 10...100 s. En cas de perturbation durable, le disjoncteur déclenche à nouveau par le contact R<sub>1</sub>, le relais F n'étant plus excité. Le circuit de réenclenchement est alors bloqué par le relais B qui demeure attiré pendant 5 s; ce laps de temps écoulé, l'appareil reprend sa position initiale prêt à fonctionner.

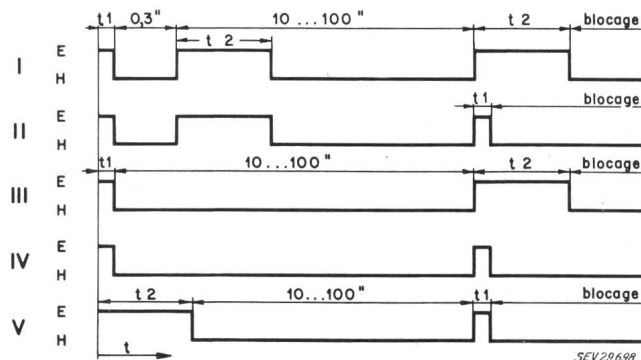


Fig. 3

#### Caractéristiques de fonctionnement de l'appareil

Le fonctionnement de l'appareil peut être modifié en fonction de la position des cavaliers (Pos. 3, fig. 6)

E en; H hors

t 1 déclenchement par contact instantané du relais de protection; t 2 déclenchement par contact temporisé du relais de protection; I...V les 5 variantes réalisables

Les ordres transmis par télécommande sont réceptionnés aux bornes a et b, et agissent sur le relais de blocage B. Le disjoncteur que l'on enclenche sur court-circuit, déclenche, mais ne réenclenche pas.

Un jeu de cavaliers a été prévu pour relier les appareils d'un même poste de distribution. Ces liaisons assurent le déclenchement et le réenclenchement simultané de plusieurs disjoncteurs, l'ordre étant toujours dicté par le disjoncteur le plus rapide ou le plus proche du court-circuit. Le couplage est interrompu dès que le cycle du réenclenchement rapide est terminé. Le même phénomène se produit lorsqu'un disjoncteur est enclenché ou déclenché par télécommande.

Un jeu de cavaliers permet de modifier à volonté la caractéristique de fonctionnement suivant le mode de protection adopté. La fig. 3 représente les 5 variantes réalisables.

Les fig. 4 et 5 montrent les simplifications qui ont été obtenues dans l'appareillage et la filerie

d'un panneau. La fig. 4 représente un de nos anciens équipements adapté à la télécommande, et la fig. 5 le nouvel appareil <sup>1)</sup> combiné avec une armoire de distance. Le gain de temps réalisé au montage a été environ de 2/3.

Les relais sont montés dans un boîtier débrochable. Le même appareil peut être utilisé indifféremment à la tension de 110 V<sub>~</sub> ou de 24 V<sub>~</sub> (voir fig. 6).

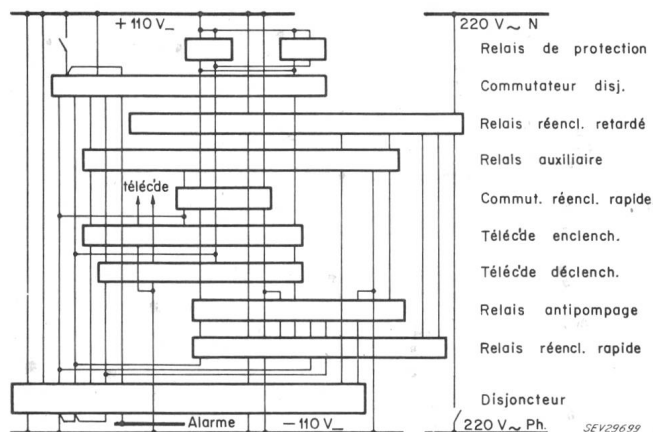


Fig. 4

Schéma bloc d'un ancien équipement à réenclenchement rapide et retardé, adapté à la télécommande

### 3. Intégration de l'appareil dans le système de protection

Pour étudier les combinaisons et le choix de l'emplacement des appareils dans un réseau bouclé, nous avons construit un modèle analogique représentant une partie de notre réseau à 16 kV. Les courants et les tensions perçus par les relais de protection ont pu être reproduits fidèlement. Pour respecter les temps, les essais ont été réalisés avec des disjoncteurs réels à 16 kV.

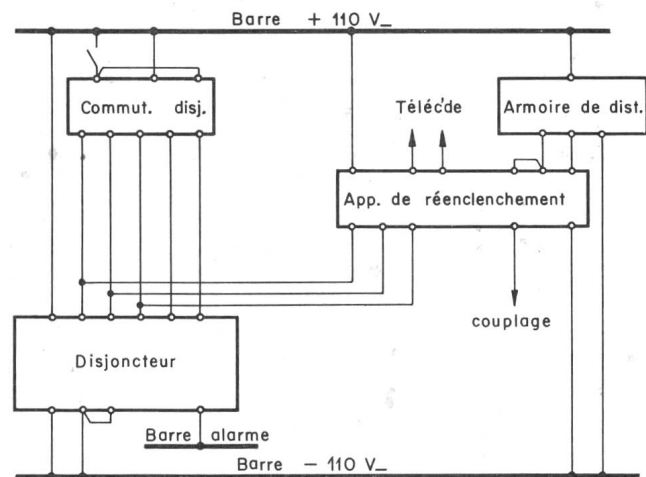


Fig. 5

Schéma bloc d'un équipement à réenclenchement réalisé avec le nouvel appareil combiné avec un relais de distance

La fig. 7 représente le système de protection adopté sur la base des essais.

Dans la sous-station, les trois départs sont équipés chacun d'un appareil à réenclenchement rapide et retardé, (fig. 3, variante II) combiné avec un re-

<sup>1)</sup> La réalisation pratique de l'appareil a été confiée à la maison Erni & Cie., Brüttisellen (ZH).

lais de distance. Ce relais a été choisi pour abaisser la durée de déclenchement des pannes pouvant survenir à proximité des barres. Ces appareils de réenclenchement sont couplés électriquement afin d'assurer la simultanéité des déclenchements. Sans couplage, le réenclenchement est inefficace. Un court-circuit agissant à proximité des barres à l'aval du

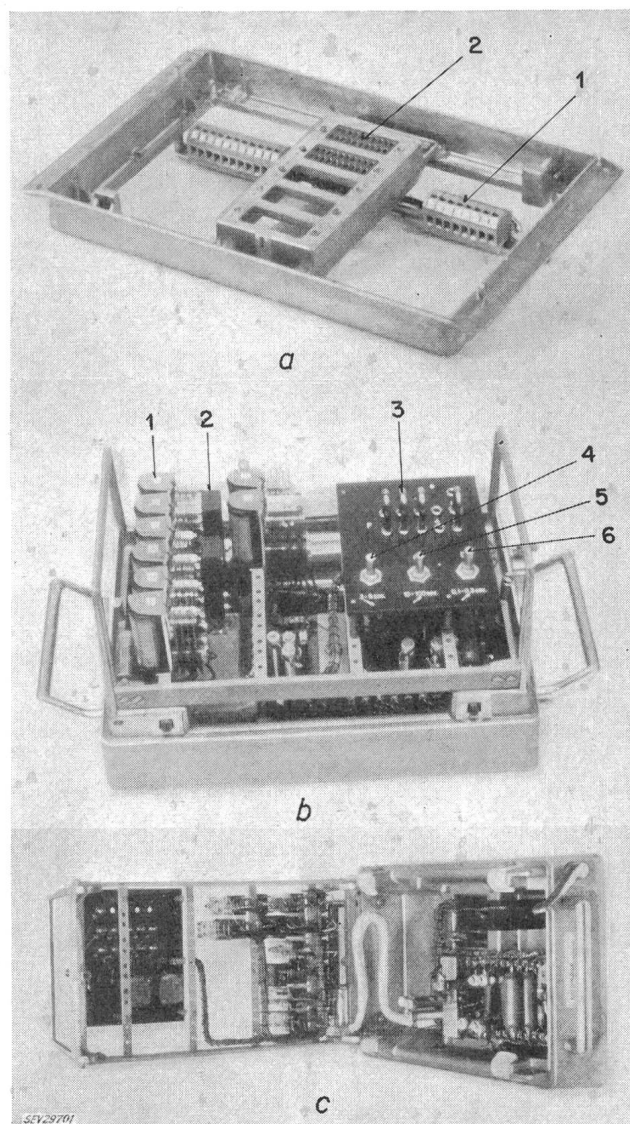


Fig. 6

Plaque de base de l'appareil en métal léger

- a 1 Bornes de raccordement; 2 Contacts des broches
- b Appareil sans couvercle
  - 1 Relais à courant faible; 2 Transistors; 3 Jeu de cavaliers permettant de modifier les caractéristiques de fonctionnement; 4 Réglage du temps de blocage (3 à 5 s); 5 Réglage du temps de réenclenchement retardé (10 à 100 s); 6 Réglage du temps de réenclenchement rapide (0,1 à 0,3 s)
- c Appareil ouvert
 

Le cadre de fixation des relais peut pivoter autour de son axe, en donnant libre accès à la filerie et à l'appareillage situé à l'intérieur du boîtier

disjoncteur 1, par exemple, signifie que l'appel de courant sera très faible en 8 et 8'. Les deux disjoncteurs ne pouvant déclencher avant que le réseau soit ouvert en 1, entretiennent l'alimentation du défaut, ce qui est contraire au but recherché.

Les autres disjoncteurs sont équipés de relais directionnels. Deux d'entre eux, le 3 et le 6, sont com-



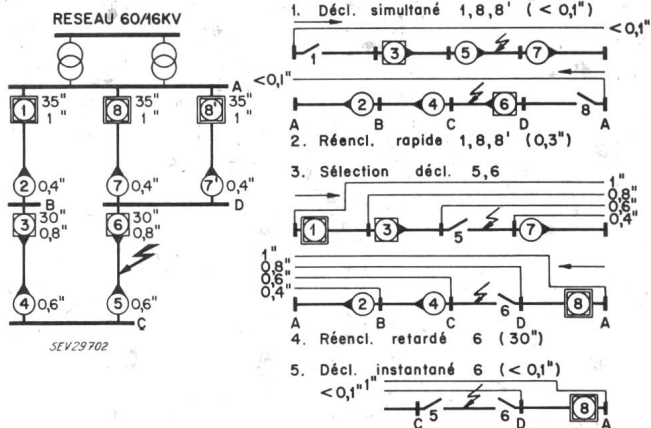


Fig. 7

Plans d'échelonnement du dispositif adopté pour la protection d'un réseau 16 kV bouclé, équipé d'appareils à réenclenchement rapide et retardé, combinés avec des relais de distance et des relais directionnels

A, B, C, D barres de distribution

- Relais de distance + réenclenchement rapide
- Relais directement + réenclenchement retardé
- Relais directement sans réenclenchement

## Fehlerstromschutzschalter

Von G. Biegelmeier, Wien, und E. Maier, Schaffhausen

Nach einer kurzen Übersicht über die verschiedenen Schutzmassnahmen in elektrischen Niederspannungsverteilnetzen und in Hausinstallationen werden die Wirkungsweise und die Zuverlässigkeit der Fehlerstromspannungs- und der Fehlerstromschutzschaltung verglichen. Anschliessend werden die heute hauptsächlich angewendeten Ausführungsarten der Fehlerstromschutzschalter besprochen und auf die Vorteile eines möglichst kleinen Auslösestromes zum Schutz gegen Unfälle infolge Elektrisierung hingewiesen. Auch die Möglichkeiten des Brandschutzes werden untersucht. Die Verwendung von Fehlerstromschutzschaltern in genullten Netzen wird erörtert und die besonderen Anforderungen an Fehlerstromschutzschalter in solchen Netzen aufgeführt. Eine Schaltung mit zusätzlicher Überwachung der Nulleiterspannung an Orten mit schlechter Erdung wird beschrieben.

### 1. Einführung

Obwohl die Anzahl der Unfälle infolge Elektrisierung an Hausinstallationen und den daran angeschlossenen Apparaten in der Schweiz in den letzten Jahren ungefähr konstant geblieben ist, während die Anwendung der Elektrizität sehr stark zugenommen hat, muss jede sich bietende Möglichkeit benutzt werden, um Unfälle zu vermeiden. Es ist also der Weiterentwicklung und Verbesserung von Schutzmassnahmen gegen zu hohe Berührungsspannungen auch heute noch alle Aufmerksamkeit zu schenken. Wenn durch verbesserte Schutzmassnahmen zugleich die Gefahr von Bränden durch Fehler in Hausinstallationen vermindert werden kann, ist ein finanzieller Aufwand für diesen besseren Schutz gerechtfertigt.

Entwicklungsgemäss gesehen, ist die Schutzerdung zusammen mit den vorgeschalteten Schmelzsicherungen die älteste Schutzmassnahme. Dabei war es oft schwierig, für den Fehlerstrom einen genügend kleinen Erdungswiderstand zu erreichen. Es war daher naheliegend, sich nach einem besser leitenden Weg für den Fehlerstrom umzusehen, der sich bei der Einführung der Drehstromnetze im geerdeten Mittelleiter, dem Nulleiter, fand. In einem genullten Netz verbindet der Nulleiter alle Erdungen miteinander, so dass mindestens in dichtbesiedelten Gebieten der Erdungswiderstand gering ist. Infolge der mehrfachen Erdung des Nulleiters hat diese Schutzmassnahme den Vorteil, dass bei Masseschluss (d. h. Schluss zwischen einem Phasenleiter und einem mit dem Nulleiter verbundenen Teil) die Berührungsspannung in der Regel unter 100 V bleibt. Ein grosser Nachteil, sowohl der Schutz-erdung als auch der Nullung, sind die grossen Ströme, welche im Fehlerfall fliessen müssen, bis die vorgeschalteten Über-

binés avec un appareil de réenclenchement retardé (fig. 3, variante V).

Lors de l'apparition d'un défaut permanent entre C et D, la protection agit de la manière suivante:

1. Déclenchement instantané et simultané des disjoncteurs 1, 8 et 8'.
2. Réenclenchement rapide des mêmes disjoncteurs (0,3 s).
3. Sélection du défaut. Déclenchement des disjoncteurs 5 et 6, dans les temps respectifs de 0,6 et 0,8 s.
4. Réenclenchement du disjoncteur 6 après 30 s.
5. Déclenchement instantané et définitif du disjoncteur 6.

Les temps d'échelonnement que nous avons adoptés sont de 0,2 s, ce qui est très court et nettement insuffisant pour des relais usuels. Un nouveau relais directionnel transistorisé est actuellement à l'étude, et constituera un complément à l'appareil qui vient d'être décrit.

Adresse de l'auteur:

P. Rageth, ingénieur en chef, Electricité Neuchâteloise S. A., Neuchâtel.

621.316.93 : 621.316.57

Après un court aperçu des différents modes de protection des circuits de distribution électriques et des installations intérieures, les disjoncteurs de terre à relais de tension et les disjoncteurs différentiels sont comparés, du point de vue de leur fonctionnement et de leur sûreté. Les exécutions de disjoncteurs différentiels actuellement les plus employées sont ensuite examinées. Il est fait allusion aux avantages que présente l'exécution avec un faible courant de déclenchement, pour la protection contre les accidents par électrocution. La possibilité d'une protection contre l'incendie est aussi décrite. L'utilisation des disjoncteurs différentiels dans les installations avec neutre mis à la terre et les exigences particulières demandées sont discutées. Pour les installations avec une mauvaise mise à la terre un circuit avec surveillance de la tension du neutre est décrit.

stromunterbrecher (Sicherungen oder Leistungsschutzschalter) ansprechen. Ganz abgesehen von der Gefahr der Elektrisierung, können diese grossen Ströme unter Umständen einen Brand verursachen.

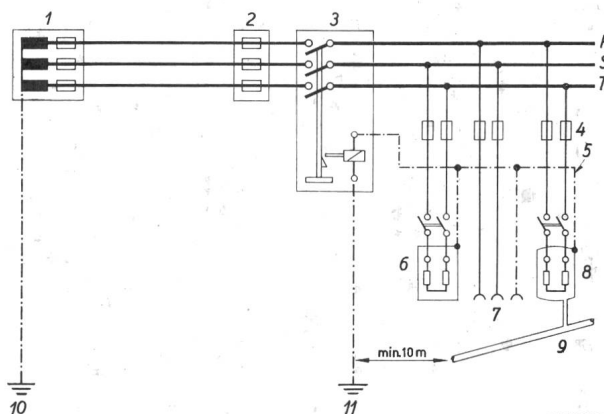


Fig. 1

Fehlerspannungsschutzschaltung in einem Drehstrom-Dreileiternetz

- 1 Transformatorstation; 2 Hausanschlußsicherungen;
- 3 Fehlerspannungsschutzschalter; 4 Sicherungen; 5 Schutzleiter;
- 6 Energieverbraucher; 7 Steckdose; 8 Heisswasserspeicher;
- 9 Wasserleitung; 10 Stationserdung; 11 Hilfserdung;
- R, S, T Phasen