

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 54 (1928)  
**Heft:** 17

**Artikel:** Relais d'impédance pour la protection sélective des lignes aériennes  
**Autor:** Stoecklin, J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-41892>

### **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:** 26.01.2026

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

que les conditions imposées par le Chemin de fer avaient été remplies. En effet, l'effort de traction développé au démarrage, à la jante des roues, a donné la valeur de 12 000 kg correspondant à un coefficient d'adhérence de 0,268. En pleine marche, à la vitesse de 20 à 22 km/h et en rampe de 70 ‰, l'effort de traction est de 8500 kg, coefficient d'adhérence 0,188. Ces valeurs ont été obtenues par temps sec, sans qu'il ait été nécessaire de sabler.

La manœuvre de cette locomotive est d'une simplicité remarquable, qui sera difficilement surpassée, croyons-nous. Il va de soi, que cette grande simplicité implique une sécurité de fonctionnement non moins grande. Le dispositif de réglage de la vitesse des moteurs, pour la marche en traction et pour le freinage sur résistances, a tout spécialement retenu l'attention. Ce réglage est obtenu uniquement en déplaçant graduellement le volant de commande, placé devant la table du mécanicien, dans les crans disposés de part et d'autre de la position d'arrêt (cran O). En partant de cette position, un sens de rotation correspond à la « marche », l'autre sens au « freinage ». La mise en mouvement du volant est extrêmement aisée, grâce au couple très minime qu'il nécessite. De plus, les causes de fausses manœuvres sont réduites au minimum, du fait que les connexions des moteurs sont modifiées automatiquement, lors du passage de la « marche » au « freinage ». Grâce aussi aux verrouillages entre les différents appareils de distribution du courant principal, la succession des opérations automatiques ne peut s'effectuer que dans un ordre déterminé, d'où il résulte une sécurité de fonctionnement absolue.

Outre le service des trains de marchandises et les parcours pour le déblaiement des neiges, la nouvelle locomotive assure également le service des trains directs.

### Relais d'impédance pour la protection sélective des lignes aériennes.

Résumé de la conférence faite à

l'assemblée de l'Association suisse des Electriciens, le 17 juin 1928, par M. J. STOECKLIN, ingénieur, à Zurich.

La protection sélective a pour but de séparer de la partie saine d'un réseau les tronçons perturbés par un court-circuit, et cela dans des temps si courts que les dégâts directs ou indirects soient réduits au minimum. La protection avec relais à maximum de courant n'est plus en mesure de satisfaire à cette condition pour des réseaux à mailles avec alimentation multiple. Le perfectionnement des relais de protection visait à rendre automatique le réglage du temps de déclenchement, par le relais lui-même, en fonction des caractéristiques électriques du réseau créées par la perturbation. On en arriva enfin à la création de relais dont le fonctionnement dépend de l'impédance. Dans ce dernier type de relais, le courant de court-circuit n'est qu'un moyen auxiliaire pour la mesure de l'impédance de la boucle de ligne en court-circuit. Les temps de déclenchement sont proportionnels à l'impédance de la boucle et par conséquent à la distance qui sépare le lieu de la perturbation de la station du relais. La figure 1 montre la

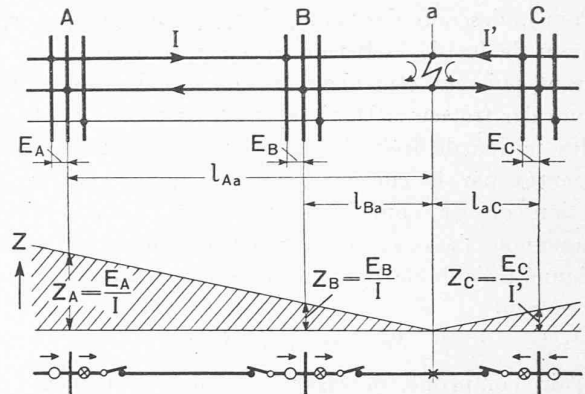


Fig. 1. — Court-circuit entre deux phases et variation de l'impédance de court-circuit.

Légende : A, B, C. = sous-station. —  $E_A, E_B, E_C$  = tension aux sous-stations. —  $l_{Aa}, l_{Ba}, l_{Ca}$  = longueur de la boucle court-circuitée. —  $Z_A, Z_B, Z_C$  = impédance correspondante. —  $I$  = courant de court-circuit.

variation de l'impédance de la boucle, en fonction de la distance, pour un court-circuit biphasé. Le grand avantage du relais construit d'après le principe d'impédance réside dans le choix automatique des temps de déclenchement en fonction de la distance au lieu du court-circuit, ainsi que dans leur indépendance complète de l'intensité du courant de court-circuit.

Cette dernière circonstance permet d'étendre le domaine de fonctionnement du relais à des courants de court-circuit inférieurs au courant normal, tels qu'ils se produisent aux périodes de faible charge, en cas de service séparé, etc., et qui ne peuvent pas être décelés par des relais à maximum de courant. Dans ce but, le fonctionnement des relais ne doit pas dépendre du dépassement d'une intensité de courant déterminée, mais de l'existence d'une impédance inférieure à une valeur donnée. En effet, l'impédance de court-circuit n'est jamais supérieure à l'impédance en service normal, même pour les plus grandes surcharges qui peuvent se présenter. Le fonctionnement du relais basé sur le principe d'impédance assure le déclenchement des courants de court-circuit même les plus faibles, tout en admettant des surcharges normales, sans qu'il soit nécessaire pour cela de procéder à des réglages quelconques. Le choix automatique du temps de déclenchement en fonction de l'impédance est indépendant de la configuration du réseau, du nombre de sources d'alimentation et de l'intensité du courant de court-circuit. On peut donc obtenir, grâce à la suppression d'un

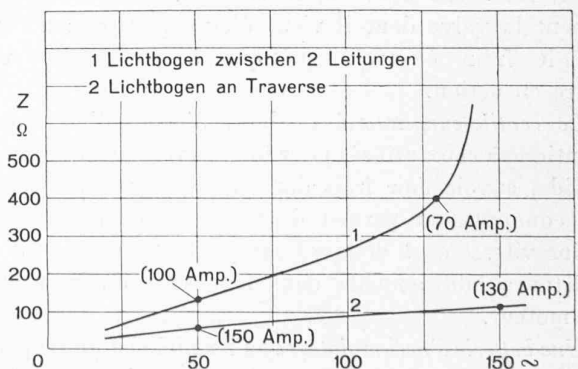


Fig. 2. — Résistance de l'arc de court-circuit sur un réseau de 110 kV, en fonction du temps (mesuré par la Bayenwerk A. G.).

Légende : 1 Lichtbogen zwischen 2 Leitungen = arc entre 2 fils. — 2 Lichtbogen an Traverse = arc contre la traverse. —  $Z$  = impédance, en ohms.

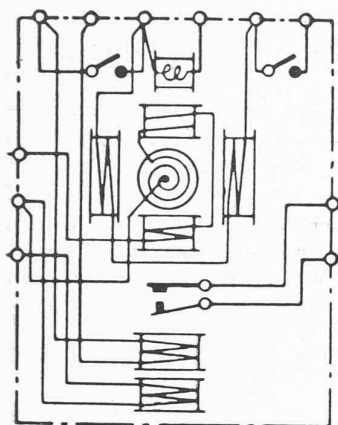


Fig. 3. — Relais sélectif B, B, C.

échelonnement fixe entre les postes, des temps de déclenchement tels que les conséquences des perturbations soient réduites au minimum. A tous points de vue, les temps de déclenchement doivent être très courts, à cause des dégâts causés aux lignes, aux isolateurs et en particulier des suites indirectes d'un temps de déclenchement trop long, soit le décrochage des machines synchrones. La seule protection efficace contre cette dernière perturbation est

un déclenchement rapide. Un temps de déclenchement inférieur à deux secondes est la première condition exigée d'un relais sélectif moderne.

L'obtention de ces temps courts dans tous les cas de perturbations se heurte à différentes difficultés avec les relais d'impédance, et il est nécessaire de prendre des mesures spéciales pour y parer.

Les résistances d'arc et de mise à la terre accidentelle peuvent, sur des lignes aériennes, accroître l'impédance de plusieurs fois la valeur correspondant à la section considérée ; il en résulte par conséquent un accroissement inadmissible du temps de déclenchement. La figure 2 indique la variation de la résistance de l'arc en fonction du temps lors d'un court-circuit sur un réseau à 110 kV. Pour écarter l'influence de ces résistances, les relais sélectifs doivent être construits de sorte que seule la réactance de court-circuit ait une action déterminante.

Si le fonctionnement des relais dépend de l'intensité, il est également impossible de réaliser des temps de déclenchement très courts. L'erreur dans la mesure de l'impédance en fonction de l'intensité du courant de court-circuit est variable suivant le système de construction du relais. Ce défaut conduit à des temps de déclenchement trop longs et peut, en outre, si les transformateurs d'intensité du réseau ne sont pas

identiques, provoquer de fausses manœuvres par suite de l'empiètement des caractéristiques les unes sur les autres.

Toute disproportionnalité entre le temps de déclenchement et la distance au court-circuit, qu'elle provienne d'une résistance d'arc ou de l'influence de l'intensité sur le fonctionnement du relais, doit être évitée afin de conserver une qualité

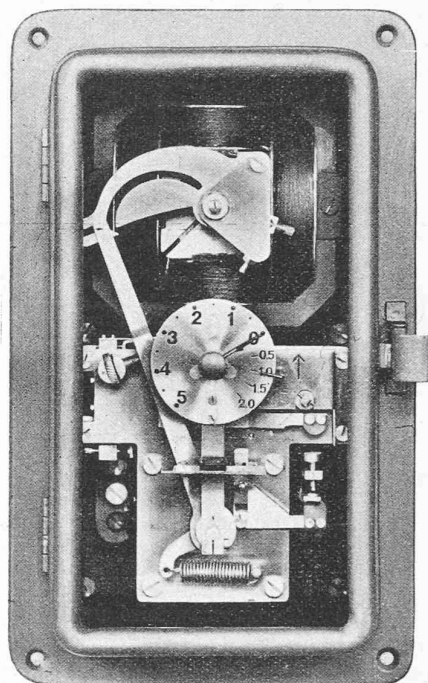


Fig. 4. — Relais sélectif B, B, C.

précieuse du relais sélectif : l'indication de l'endroit de la perturbation.

Un organe important du relais d'impédance est l'élément wattmétrique déterminant le sens dans lequel s'écoule l'énergie. Cet organe a pour tâche de bloquer les relais des départs recevant l'énergie. La création du relais sélectif a apporté une sensibilité directionnelle remarquable ; les meilleurs types de

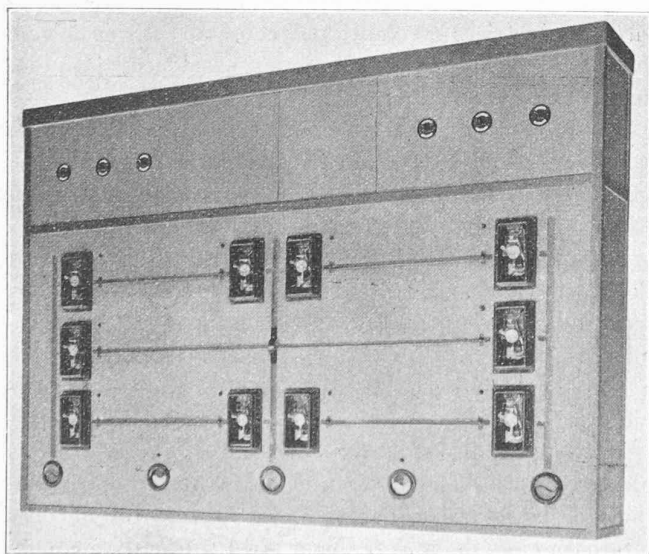


Fig. 5a. — Modèle de réseau équipé avec relais sélectifs B, B, C, vu de face.

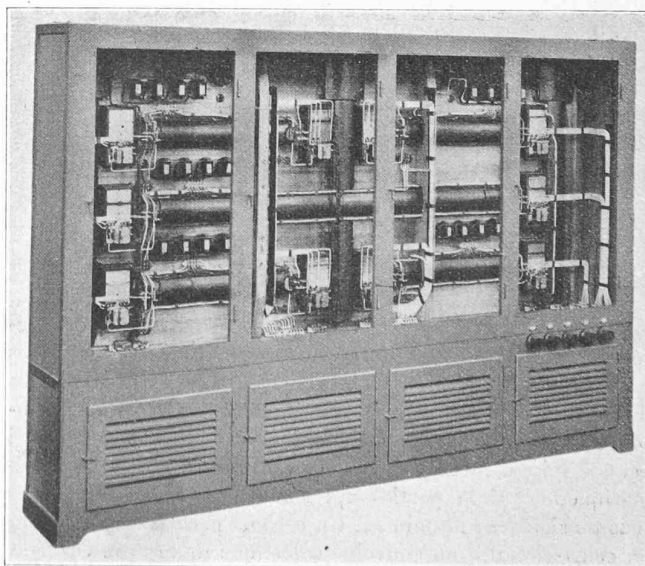


Fig. 5b. — Le même que fig. 5a, mais vu d'arrière.



relais sont en mesure de bloquer encore correctement lorsque la distance à laquelle se produit un court-circuit franc n'est que de quelques pour cent de la longueur d'une section.

Pour parer à toutes les perturbations possibles, aussi bien dans des installations avec le neutre isolé que dans des installations avec le neutre mis à la terre, l'emploi de commutateurs est indispensable. La bonne construction de ces contacts auxiliaires est donc de toute importance et l'on en possède d'ailleurs actuellement qui donnent entière satisfaction.

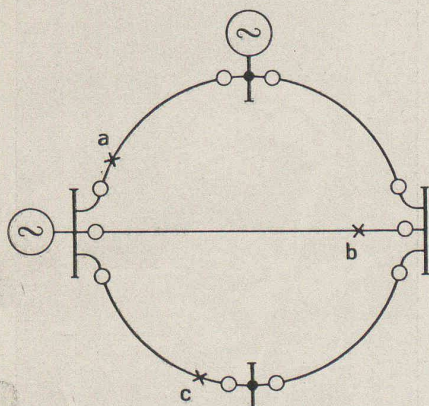


Fig. 6. — Réseau bouclé, alimenté en deux points, avec connexion en diagonale.

Pour obtenir l'échelonnement désiré des temps de déclenchement, malgré la diversité des transformateurs de mesure et les inégalités de longueurs des sections d'un réseau donné, il est nécessaire que les relais présentent une grande faculté d'adaptation. Cette dernière condition peut être réalisée à l'aide d'appareils auxiliaires ou de prises supplémentaires dans les circuits de courant ou de tension, ou dans les deux à la fois.

Après cet exposé général, les caractéristiques des relais d'impédance connus ont été comparées aux conditions exposées ci-dessus que doivent remplir ces appareils. Ce sont les relais sélectifs de la Westinghouse Co, de la S. A. Dr Paul Meyer, de l'A. E. G. et de la Société Anonyme Brown Boveri et Cie (fig. 3).

Pour terminer, le mode de fonctionnement du relais sélectif Brown Boveri a été démontré à l'aide d'un modèle de réseau (fig. 5). Ce modèle comprend cinq tronçons de lignes avec re-

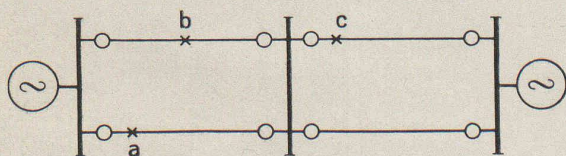


Fig. 7. — Ligne double entre deux centrales.

lais sélectifs Brown Boveri : ces tronçons peuvent être connectés entre eux par de petits interrupteurs remplaçant les interrupteurs dans l'huile des lignes. Les impédances de lignes sont remplacées par des bobines de self placées à l'intérieur du modèle (fig. 5b). L'alimentation du réseau choisi peut se faire à choix par les trois centrales représentées schématiquement à la partie supérieure du modèle. Les lignes sous tension sont illuminées. Un contact permet de provoquer un court-circuit à un endroit quelconque du réseau. On peut alors observer le fonctionnement des relais. Les figures 6 à 8 indiquent quelques combinaisons de lignes exécutées avec ce

modèle au cours de la conférence ; elles représentent tous les cas critiques qui peuvent se produire dans un réseau de distribution compliqué.

La sélection exacte et rapide, dans tous les cas, du tronçon perturbé du modèle a démontré non seulement d'une manière encore plus convaincante que les considérations théoriques le fonctionnement irréprochable du relais sélectif utilisé, mais elle a montré également la grande valeur de la protection par relais d'impédance des réseaux compliqués de la distribution moderne à haute tension.

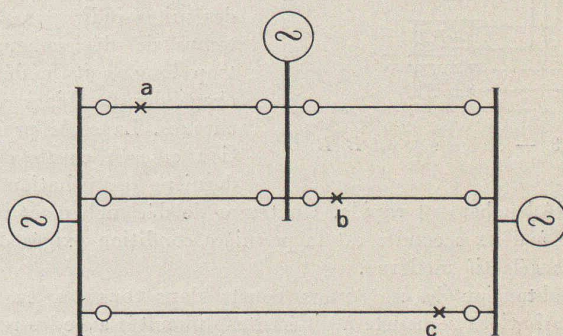


Fig. 8. — Réseau à mailles, alimenté en trois points.

### Le congrès préparatoire international d'architecture moderne au Château de La Sarraz (Vaud).

Le congrès de La Sarraz a réuni une trentaine d'architectes modernes de douze pays afin de concentrer les efforts du monde architectural actuel. Congrès d'avant-garde, à l'idée du public, congrès groupant les conceptions de l'*actualité*, pour les autres.

Il s'agit de replacer l'architecture dans son cadre véritable qui est d'ordre technique, économique et social, et de montrer au monde des industriels, sociologues et économistes qu'il existe un fait architectural moderne dont les principes sont conformes à ceux des autres activités productrices et n'ont, par conséquent, rien à voir avec les conceptions académiques enseignées jusqu'ici dans les Instituts des Etats.

Les grandes organisations internationales : la S. D. N., le B. I. T. et l'Institut de Coopération Intellectuelle se sont préoccupés du travail effectué au Congrès de La Sarraz et y ont même envoyé des délégations.

Les questions inscrites au programme de travail du Congrès étaient : 1. La conséquence architecturale des techniques modernes ; 2. La Standardisation ; 3. Economie générale ; 4. Urbanisme ; 5. Education domestique à l'école primaire ; 6. Rapports entre l'Etat et l'architecture.

Du Congrès de La Sarraz ont résulté la création d'un bureau central de concentration et de diffusion des inventions architecturales, des ententes avec les organismes internationaux de la S. D. N. et l'institution d'un comité international pour la réalisation des problèmes architecturaux contemporains ; ce comité comprend deux