

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 27 (1936)  
**Heft:** 24

**Rubrik:** Fortschritte und Neuerungen im Bau und in der Anwendung von Mutatoren. Weitere Diskussionsbeiträge

### **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:** 21.02.2026

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

l'influence des harmoniques près, comme à pleine tension, tandis qu'il serait égal à 0,5 dans le cas de la commande symétrique des anodes.

On voit que l'onde de tension redressée est très ondulée. Mais il est facile d'y remédier.

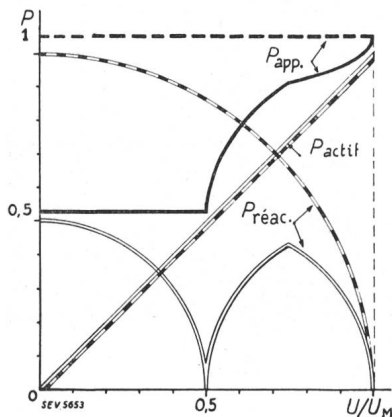


Fig. 4.

Mutateur à commande dissymétrique: allure de la puissance active, de la puissance réactive et de la puissance apparente, pour un courant redressé donné, en fonction de la tension redressée.  
En traits discontinus, mêmes caractéristiques en commande symétrique.

La figure 2 montre que la combinaison de deux mutateurs triphasés à commande dissymétrique, réunis par une bobine de couplage des neutres, donne à  $1/2$  tension une onde de tension redressée résultante qui a la même allure qu'à pleine tension, à cela près que les amplitudes, et celles des harmoniques en particulier, sont réduites de moitié. Donc on gagne sur les harmoniques en même temps que sur le facteur de puissance.

Les courbes de la figure 3 ont été calquées sur des oscillogrammes pris sur un mutateur à double étoile triphasée débitant sur résistance pure. On y voit une tension de phase, le courant dans une des deux anodes de cette phase, et la tension redressée, soit à pleine tension, soit à demi-tension, soit à une tension intermédiaire où l'allumage des anodes alternées est retardé, mais non complètement empêché: chaque anode débite alors à toutes les périodes, mais pendant des durées inégales.

Les courbes de la figure 4 donnent, pour un courant redressé constant et en fonction des valeurs de

la tension redressée, la puissance active, la puissance réactive et la puissance apparente, en traits pleins dans le cas de la commande dissymétrique, en pointillé dans le cas de la commande symétrique. On voit que la puissance apparente, ou encore le courant primaire, diminuent, pour un courant donné, au lieu de rester constants, quand on réduit la tension redressée.

Les caractéristiques ainsi obtenues sont les mêmes que si l'on disposait d'anodes supplémentaires connectées à des prises à demi-tension du transformateur, mais on a l'avantage de conserver, à tous les régimes, une excellente utilisation des anodes.

La figure 5 donne, en traits pleins pour la commande dissymétrique, en pointillé pour la commande symétrique, à la partie supérieure l'ondula-

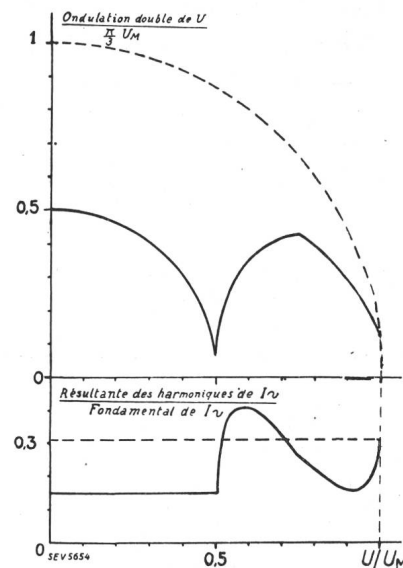


Fig. 5.

Mutateur à commande dissymétrique:

ondulation double de la tension redressée et valeur efficace résultante des harmoniques du courant primaire, en fonction de la tension redressée.

En traits discontinus, mêmes caractéristiques en commande symétrique.

tion double de la tension redressée, et à la partie inférieure la valeur efficace résultante de tous les harmoniques du courant primaire. On constate que les harmoniques du courant primaire sont fortement réduits pour les réglages de tension inférieurs à 20 % ou supérieurs à 50 %.

## Weitere Diskussionsbeiträge.

Herr W. Howald, Direktor des Elektrizitätswerkes Winterthur: Das Elektrizitätswerk der Stadt Winterthur sah sich vor  $1\frac{1}{2}$  Jahren genötigt, zur Verbilligung seines Stadumformerbetriebes und als Tramreserve eine neue Gruppe aufzustellen. Die wahlweise Abgabe von zwei verschiedenen Gleichspannungen konnte nur durch einen Mutator mit umschaltbarem Transformator ermöglicht werden. Aus Wirtschaftlichkeitsgründen wurde die Beschaffung einer Glas-Mutator-Anlage eingehend erwogen, besonders auch, weil dadurch Vakuumpumpe und Wasserkühlung weggefallen wären.

Das genaue Studium, speziell auch der Raumverhältnisse, führte dann doch zur Aufstellung eines Eisen-Mutators von 500 kW mit 100 % Ueberlastbarkeit während zwei Minuten. Dieser wurde mit geschlossener Rückkühlung für Zylinder und Vakuumpumpe ausgeführt, welche zeitweilig durch einen Ventilator beblasen wird. Was die Gittersteuerung zur Spannungsregulierung anbelangt, so wurde darauf verzichtet, weil sie sich im Preise ungefähr wie ein Stufenschalter mit automatischem Antrieb stellte. Für unsere Verhältnisse genügte der billigere Stufenschalter mit Handantrieb.

Bei der Inbetriebsetzung machte sich die Welligkeit bei den angeschlossenen Rundspruchhörern unangenehm bemerkbar. Es musste daher eine Glättungseinrichtung eingebaut werden, welche auf die Frequenz von 300, 600, 900 und 1200 Per./s abgestimmt ist. Der Verlust der Glättungseinrichtung beträgt ca. 0,3 % bei Vollast, die Kosten stellten sich auf ca. 8 % derjenigen des Mutators inkl. Transformator.

Ueber die Gesamtwirtschaftlichkeit wird noch die Angabe interessieren, dass die Jahresverluste von 28 % bei Umformerbetrieb auf 24 % herabgedrückt wurden, obschon der Mutator nur während der letzten 70 Tage des betreffenden Jahres im Betriebe stand.

Herr E. Baumann, Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt Bern: Angesichts der vorgerückten Stunde erlaube ich mir das Wort nur deswegen zu verlangen, weil von Herrn Professor Kuhlmann die Praktiker aufgerufen worden sind, um sich über die Wirkungsgradverhältnisse der Mutatoren im Vergleich zu den rotierenden Umformern auszusprechen und weil die Pumpenfrage im Betrieb von Mutatoranlagen in der Diskussion eine so grosse Rolle gespielt hat. (Wie

eingangs erwähnt, ist die Diskussion hier nur unvollständig wiedergegeben. Red.)

Der Sprechende vertritt ein Werk, das sich bereits vor 18 Jahren zur Einrichtung einer Gross-Mutatorengruppe für die Strassenbahn-Umformerstation entschlossen hat. Diese Gruppe bewährte sich so gut, dass sukzessive bis zum Jahr 1930 sämtliche Umformergruppen der genannten Station durch Mutatoren ersetzt worden sind. Die Gesamtleistung der Mutatoranlage beträgt zur Zeit 2700 kW. Die Mutatoren haben sich im Betrieb in jeder Beziehung gut bewährt. Insbesondere kann ich feststellen, dass die mit den Mutatoren verbundenen Pumpen nie zu Anständen oder Schwierigkeiten im Betrieb Veranlassung gegeben haben.

Wir rechnen heute mit einem Jahreswirkungsgrad der Mutatoranlage von 93 bis 94 %, während die Anlage mit rotierenden Umformern seinerzeit einen Jahreswirkungsgrad von 81 bis 82 % aufwies. In beiden Fällen handelt es sich um Werte ohne Akkumulatoren-Batterie. Der Einbezug einer Batterie reduziert den Wirkungsgrad. Beim Betrieb mit Mutatoren konnte auf die Verwendung der Batterie verzichtet werden; sie wurde daher entfernt.

Monsieur G. Devillez, Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi, donne, au courant de l'assemblée, les renseignements suivants:

1° A la suite de l'exposé de M. Dällenbach: L'incapacité des redresseurs de supporter des surcharges à l'état froid est bien connue et des indications à ce sujet peuvent être obtenues en mesurant (avec circuit courant continu ouvert), au moyen d'un oscillographe à rayons cathodiques, le faible courant passant dans le sens anode-cathode et notamment sa variation avec la température.

2° A des questions du Professeur Kuhlmann, relatives au prix des dispositifs d'égalisation de courant continu et aux pertes: Sur les redresseurs de 3000 V, 500 A, courant continu (surcharge de 1500 A pendant 5 minutes) de la ligne électrique Bruxelles-Anvers, des filtres ont été installés pour supprimer les perturbations téléphoniques. Leur prix ne dépasse pas 10 % du prix des groupes transformateurs-redresseurs correspondants et les résultats prévus ont été obtenus (réduction de l'ondulation dans le rapport de 1/20 environ). — Les pertes totales du filtre, qui comprend une réactance en série dans le circuit principal et 4 circuits dérivés accordés sur les fréquences 300, 600, 900 et 1200, sont de 2,5 % de celles du groupe transformateur-redresseur.

Der Vorsitzende, Herr Professor E. Dünner, spricht im Namen der elektrotechnischen Abteilung der ETH allen Herren Referenten und Diskussionsrednern für die Mitwirkung den besten Dank aus.

## Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

### L'influence des chutes de tension dans les réseaux de distribution à basse tension sur la consommation en énergie d'éclairage.

621.311.152:621.32

La création incessante et l'emploi chaque jour croissant d'appareils domestiques utilisant l'énergie électrique à toute heure, mais particulièrement aux heures de pointe, ont pour conséquence de provoquer sur les réseaux de distribution à basse tension de très fortes chutes de tension.

Celles-ci sont extrêmement gênantes pour certains appareils et l'usager est très sensible aux variations de l'éclairage qu'il sait dues à l'irrégularité de la tension.

Une solution très simple et encore fort répandue consiste à augmenter simplement la tension au départ, de telle sorte que la tension moyenne aux heures de pointe soit à peu près normale. Cependant, cette opération n'est pas sans conséquences. Les abonnés les plus rapprochés du transformateur profitent d'abord d'une amélioration de l'éclairage, mais

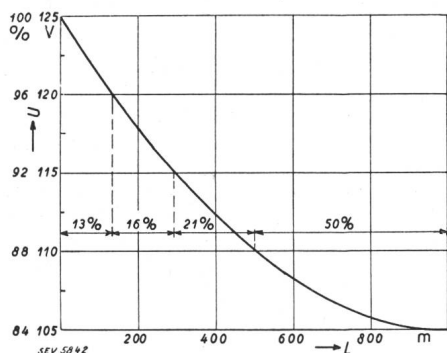


Fig. 1.

Chute de tension en fonction de la distance, et répartition des lampes suivant la tension.

comme la tension effective est supérieure à la tension nominale des lampes, celles-ci claquent au bout de peu de temps. Pour y remédier, l'installateur de l'endroit ne vend plus que des lampes pour la tension effective la plus élevée, au détriment des abonnés les plus éloignés du transformateur, dont les lampes sont alors sous-voltées de 10 à 15 % ou davantage suivant le cas.

Prenons par exemple un réseau simple, de 1000 m de longueur, dont la tension varie de 125 V au départ à 105 V au bout de la ligne. Supposons les charges non-inductives réparties uniformément le long de la ligne; quelles vont être les conditions de fonctionnement des lampes de 125 V? La courbe représentant la chute de tension  $y$  en fonction de la distance  $x$  au transformateur est une parabole dont l'équation est:  $y = \frac{\rho}{q} \cdot I \left( x - \frac{x^2}{2L} \right)$ , où  $\rho$  est la résistivité du fil conducteur,  $q$  la section d'un conducteur,  $I$  l'intensité du courant au départ et  $L$  la longueur de la ligne.

Les lampes vont donc être alimentées sous une tension rapidement décroissante, dans les proportions approximatives relevées sur la fig. 1, soit

13 %	avec une tension moyenne de	98 %
16 %	» » » » »	94 %
21 %	» » » » »	90 %
50 %	» » » » »	86 %

Il en résultera un éclairage insuffisant. Mais cet inconvénient ne sera pas le seul; les lampes, en effet, n'absorberont qu'une partie de leur puissance nominale suivant une proportion déterminée expérimentalement;

- 13 % de lampes absorberont en moyenne 98 % de la puissance nominale,
- 16 % de lampes absorberont en moyenne 91 % de la puissance nominale,
- 21 % de lampes absorberont en moyenne 86 % de la puissance nominale,
- 50 % de lampes absorberont en moyenne 80 % de la puissance nominale.

La consommation moyenne de l'ensemble des lampes ne sera que 85 % environ de l'énergie qu'elles devraient absorber normalement.

On peut affirmer que, sans tenir compte du développement certain de l'emploi de l'énergie électrique provoqué par la satisfaction de l'abonné, une bonne régulation de la tension assurera au moins 15 % d'augmentation de la vente en énergie d'éclairage, ce qui équivaut à une augmentation appréciable des recettes du distributeur. Le gain important résultant de la régulation de la tension justifie l'installation d'appareils régulateurs qui sont ainsi rapidement amortis. — (E. Lapière, Electricien, No. 1646 du 15 octobre 1936, p. 461.)

Mo.