

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

**Artikel:** Fortschritte und Neuerungen im Bau und in der Anwendung von Mutatoren. La commande dissymétrique de l'allumage des anodes de mutateurs à vapeur de mercure  
**Autor:** Roth, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1057551>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 18.01.2025

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

und der Zünder ist jetzt vollständig abgeschaltet. Diese Zündung hat, auch wenn sie etwas kompliziert ist, stets sicher und zuverlässig gearbeitet. Die Betriebssicherheit hing ausschliesslich von dem zuverlässigen Arbeiten der Relais ab. Ihr einziger Nach-

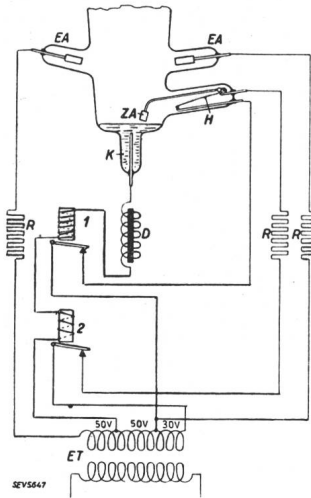


Fig. 1. Thermische Zündung.

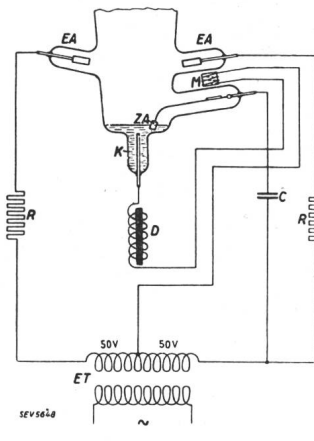


Fig. 2. Resonanzzündung.

teil bestand darin, dass die Zündung etwas langsam arbeitete.

Um diesen Nachteil zu beheben, wurde eine andere neuartige Zündmethode entwickelt, welche als Resonanzzündung bezeichnet wird. Fig. 2 zeigt die Schaltung. Es werden dabei keine Relais mehr verwendet. Der Zünder ZA wird magnetisch durch die Spule M bewegt. In die Verbindungsleitung vom Erregertransformator nach dem Zünder ZA ist ein Kondensator C eingeschaltet. Im übrigen ist die Schaltung ähnlich wie bei jedem Erregerkreis. Im stromlosen Zustand berührt der Zünder die Quecksilberkathode K. Schaltet man nun den Strom ein, dann fliesst ein Wechselstrom vom Erregertransformator über den Kondensator C zum Zünder ZA, von da durch das Quecksilber K zur Kathodendrosselspule D und über die Magnetspule M, welche sich ausserhalb des Mutators, jedoch in der Nähe des Zünders befindet, zum Mittelpunkt des Erregertransformators zurück. Durch das in der Magnetspule M entstehende Magnetfeld wird der Zünder hochgezogen und dadurch der Zündstromkreis un-

terbrochen. Der hierbei entstehende heisse Funken leitet den Erregerlichtbogen ein. Der Strom fliesst jetzt abwechselungsweise als pulsierender Gleichstrom über die beiden Erregeranoden EA zum Quecksilber K, durch die Drosselspule D und über die Magnetspule M zum Mittelpunkt des Transformators. Der Zünder bleibt demnach hochgezogen. Eine spezielle Abschaltung für denselben ist nicht mehr nötig, da der Kondensator C den Gleichstrom sperrt. Aber auch ein Wechselstrom kann nicht mehr fließen, da von der Zündanode der Strom nur noch in einer Richtung durch den Mutator fließen kann. Zweckmässig wählt man die Selbstinduktion der Kathodendrosselspule D und die Kapazität des Kondensators C so, dass diese mit der Betriebsfrequenz annähernd in Resonanz sind. Die Spannung, welche hierbei am Kondensator auftritt, hat einen Scheitelwert von ca. 480 V und der Strom in der Drosselspule einen solchen von rund 16 A. Durch die Anwendung der Resonanz lassen sich mit Leichtigkeit ziemlich grosse elektrische Energien im Zündkreis aufspeichern. Der Unterbrechungsfunke ist demnach sehr heiss, bzw. es wird durch ihn viel Quecksilber verdampft und ionisiert, wodurch auch bei niederen Raumtemperaturen eine sofortige Zündung erfolgt.

Ein weiterer sehr wichtiger Vorteil dieser Zündmethode ist noch darin zu erblicken, dass bei einer falschen Zündung, d. h. wenn der Zünder beim Ver-

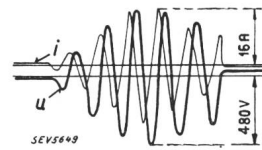


Fig. 3. Strom und Spannung im Zündkreis während der Zündung.

lassen des Quecksilbers zur Kathode wird, die Nutzleistung nicht durch den schwachdimensionierten Erregerkreis fließen kann. Der Kondensator C wirkt hierbei wie ein schnellwirkendes Relais. Er schützt den Erregerkreis gegen das Eindringen von Nutzleistung. In einem solchen Falle erlischt natürlich sofort der Lichtbogen, der Zünder fällt herunter und der Zündvorgang spielt sich von neuem ab.

Fig. 3 stellt den Verlauf von Strom und Spannung im Zündkreis während der Zündung dar.

### Communication

de Monsieur E. Roth, Ingénieur en chef de la Société Alsthom, Belfort,

sur

### la commande dissymétrique de l'allumage des anodes de mutateurs à vapeur de mercure.

Es wird das Prinzip eines Gittersteuerungssystems beschrieben, das erlaubt, den bei kleinen gleichgerichteten Spannungen geringen Leistungsfaktor wesentlich zu verbessern und das den gleichgerichteten Strom bei allen Belastungen gleichmässig auf alle Anoden verteilt.

L'auteur décrit le principe d'un système de commande par grilles qui permet d'améliorer sensiblement le facteur de puissance, faible lorsque les tensions redressées sont peu élevées, et de répartir uniformément le courant redressé sur toutes les anodes, à n'importe quelle charge.

Le plus grave inconvénient des mutateurs à vapeur de mercure contrôlés par grilles d'anodes est leur mauvais facteur de puissance pour les faibles valeurs de la tension redressée. Les constructeurs se sont efforcés d'y remédier, et divers procédés ont été proposés dans ce but.

Messieurs *Augier* et *Laurent*, de la Société «Als. Thom», à Belfort, ont imaginé un système de commande par grilles de l'allumage des anodes qui, lorsqu'il sera au point, permettra un gain important sur la puissance réactive consommée aux faibles valeurs de la tension redressée, et présentera l'avantage particulier de ne demander aucun sacrifice quant à l'utilisation des anodes du mutateur: à tous les régimes, le courant redressé se répartit également entre toutes les anodes. Nous appelons ce système «commande dissymétrique» de l'allumage des anodes. Il est basé sur les considérations suivantes:

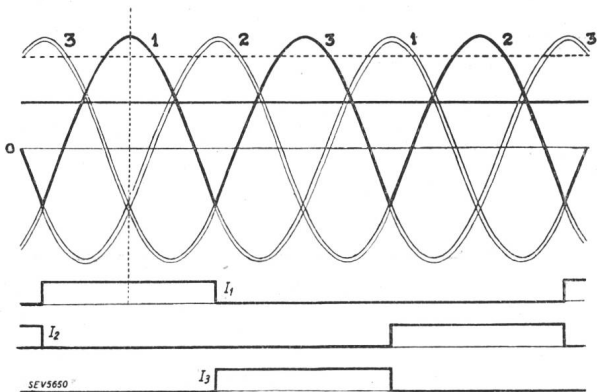
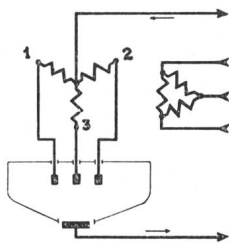


Fig. 1.

Fonctionnement à demi-tension d'un mutateur triphasé simple à commande dissymétrique.

Le mode de réglage de tension par grilles préconisé par *Toulon*, dans lequel on retarde de la même quantité les instants d'allumage de toutes les anodes, n'est que le moyen le plus symétrique d'agir sur la valeur de la tension redressée. D'autres modes d'action moins symétriques peuvent être imaginés, et il se trouve que certains d'entre eux possèdent des propriétés des plus intéressantes.

Considérons par exemple un mutateur à trois anodes alimenté par une étoile triphasée, et supposons que l'on retarde seulement l'allumage des anodes alternées. Plaçons-nous tout de suite dans le cas extrême où un allumage sur deux a été tellement retardé qu'il ne se produit plus.

La figure 1 montre l'allure que prennent la tension redressée et les débits des diverses anodes. On voit qu'une anode particulière telle que 1 ne débite

plus qu'une fois toutes les deux périodes, mais qu'elle débite alors pendant 240°, soit un temps double de la durée normale de débit d'une anode

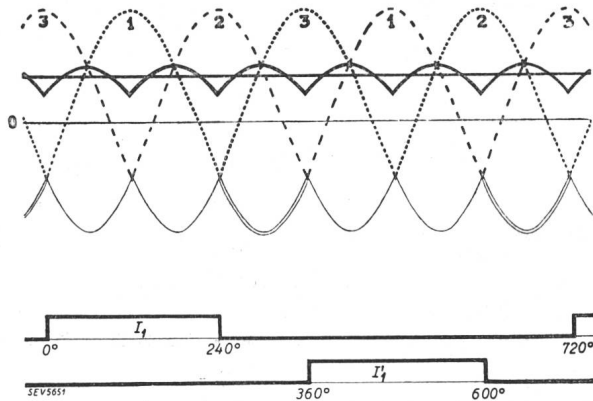
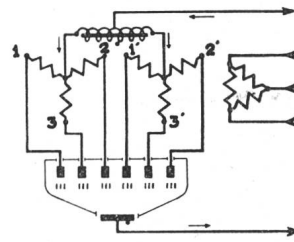


Fig. 2.

Fonctionnement à demi-tension d'un mutateur triphasé double étoile à commande dissymétrique.

dans un redresseur triphasé ordinaire. Son courant moyen n'est donc pas modifié. La valeur moyenne de la tension redressée est la moitié de la valeur maximum qu'elle aurait si le mutateur débitait naturellement sans aucun retard à l'allumage.

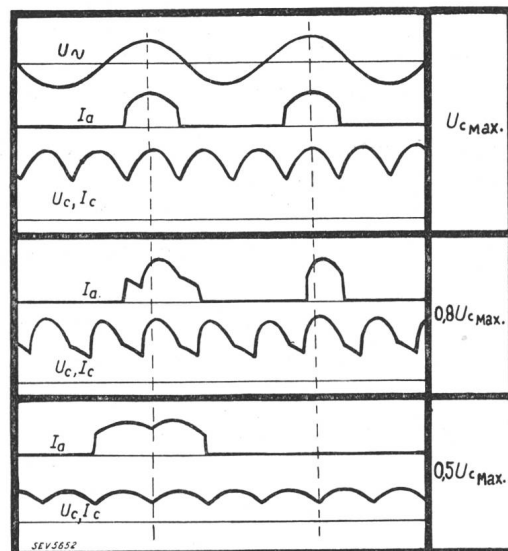


Fig. 3.

Mutateur triphasé double étoile à commande dissymétrique débitant sur résistance pure: allure de la tension redressée et du courant d'anode pour divers réglages de tension.

Le point intéressant à noter, c'est que l'axe de l'onde de courant dans une phase 1 est en phase avec l'onde de tension de la même phase. En conséquence, le facteur de puissance est égal à l'unité, à

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.

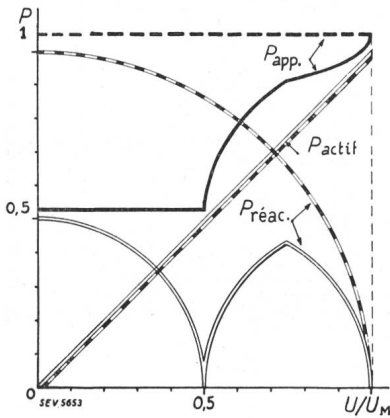


Fig. 4. Mutateur à commande dissymétrique: allure de la puissance active, de la puissance réactive et de la puissance apparente, pour un courant redressé donné, en fonction de la tension redressée. En traits discontinus, mêmes caractéristiques en commande symétrique.

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-

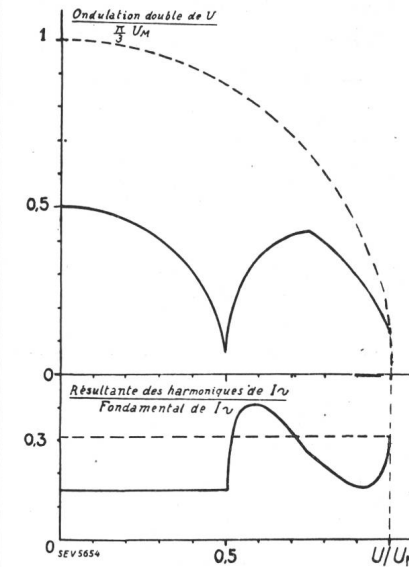


Fig. 5. Mutateur à commande dissymétrique: ondulation double de la tension redressée et valeur efficace résultante des harmoniques du courant primaire, en fonction de la tension redressée. En traits discontinus, mêmes caractéristiques en commande symétrique.

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 1/2 Jahren genötigt, zur Verbilligung seines Stadtumformerbetriebes 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 erlaubte 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