

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 36 (1945)  
**Heft:** 17

**Artikel:** La compensation au moyen de condensateurs des machines à souder par point et par cordon  
**Autor:** Martin, G.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1060245>

### **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:** 03.04.2025

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

abgelesen werden, was die Genauigkeit der Messung im allgemeinen wesentlich erhöhen wird.

Die Ansprüche und Bedürfnisse wuchsen. Es wurden namentlich nach unten noch mehr Messbereiche gefordert. Zuerst behalf man sich dadurch, dass pro Pol zwei Präzisionsstromwandler angeordnet wurden. Schliesslich gelang es aber, in einem

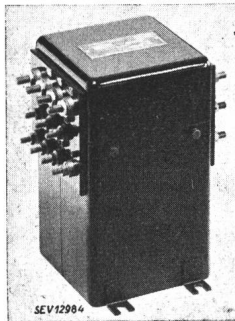


Fig. 4.  
Präzisionsstromwandler  
mit 22 Messbereichen  
für Eichstationen  
von 0,1/5 bis 100/5 A

Wandler 22 Messbereiche, nämlich 0,1/5, 0,15/5, 0,2/5, 0,25/5, 0,3/5, 0,5/5, 0,75/5, 1/5, 1,5/5, 2/5, 2,5/5, 3/5, 5/5, 7,5/5, 10/5, 15/5, 20/5, 25/5, 30/5, 50/5, 75/5, 100/5 A unterzubringen. Diese Ausführung für Eich- und Prüfstationen wird in Fig. 4 gezeigt, und die Fig. 5 stellt das Anschlussschema des Wandlers dar. Die verschiedenen Messbereiche werden durch einen Spezialschalter mit den entsprechenden Anzapfungen eines Stromtransforma-

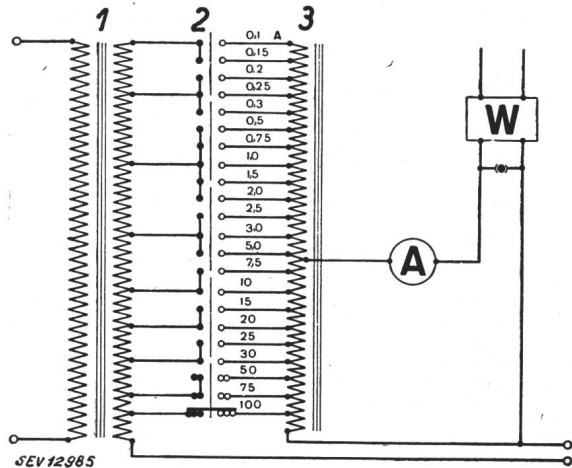


Fig. 5.  
Anschlussschema zum Präzisionsstromwandler mit 22 Messbereichen nach Fig. 4  
1 Stromtransformator, 2 Umschalter, 3 Stromwandler.

tors verbunden. Hiedurch findet bereits eine grobe Einstellung der Stromstärke statt. Die weitere Einstellung erfolgt durch die Aenderung der Spannung an den Primärklemmen des Stromtransformators. Wie aus dem Schaltbild ersichtlich ist, wird der Wandler für Eichstationen zumeist in Sparschaltung ausgeführt. Sekundärwicklung und Primärwicklung werden miteinander vereinigt.

Für Laboratoriumsmessungen werden aber normalerweise die Primär- und Sekundärwicklung getrennt und von einander isoliert ausgeführt. Die Prüfspannung beträgt 2000 V. Einen solchen Wandler mit zusammengebautem Schalter zeigt Fig. 6.

Dieser Wandler ist auch vom Amt für Mass und Gewicht durchgemessen worden. Bei einer sekundären Belastung von 5 VA mit einem  $\cos \beta = 1$

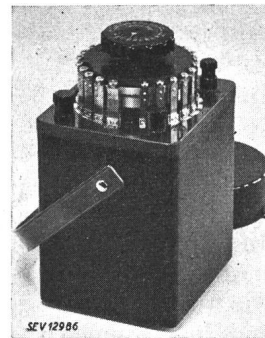


Fig. 6.  
Präzisionsstromwandler  
mit 22 Messbereichen für  
Laboratoriumsmessungen

und bei 50 Hz war der mittlere Stromfehler für die verschiedenen Messbereiche bei 100% Belastung  $+0,03\%$  und der mittlere Winkelfehler etwa  $-0,5$  min. Der grösste gemessene Fehler war  $0,09\%$  und  $-1$  min.

Aber auch bei 10% Belastung der verschiedenen Strombereiche war der Mittelwert der Stromfehler nur  $+0,035\%$  und der mittlere Fehlwinkel  $-3$  min, der maximale Stromfehler war  $0,1\%$  und der maximale Fehlwinkel 4 min.

Es hat sich bei diesen Messungen gezeigt, dass die vorhandenen Prüfeinrichtungen für Wandler bereits nicht mehr ganz genügen, um die kleinen Fehlerwerte dieser Präzisionsstromwandler mit genügender Sicherheit zu bestimmen. Es stellt sich daher die Forderung, die Genauigkeit der Prüfeinrichtungen um eine Grössenordnung zu erhöhen.

Adresse des Autors:

Dir. W. Beusch, Ing., Guggiweg 7, Zug.

## La compensation au moyen de condensateurs des machines à souder par point et par cordon

Conférence donnée à l'assemblée de discussion de l'ASE du 24 mai 1945, à Zurich,  
par G. Martin, Bâle

621.3.077.8 : 621.791.73

Des oscillogrammes, relevés sur une machine à souder par résistance, montrent que le branchement d'un condensateur en parallèle diminue fortement le courant dans le réseau, mais ne supprime pas la surintensité d'enclenchement inhérente à l'interrupteur asynchrone. En plus, de fortes oscillations apparaissent, aussi bien avec un interrupteur synchrone qu'avec un interrupteur asynchrone. Ces perturbations disparaissent, si le condensateur de compensation est branché en série avec le transformateur de la machine à souder par résistance.

Mit Hilfe von Oszillogrammen wird gezeigt, dass der Anschluss eines Kondensators parallel zu einer Widerstandsschweissmaschine den aus dem Netz aufgenommenen Strom reduziert. Die beim Asynchronunterbrecher im Einschaltmoment auftretenden Stromspitzen werden nicht beseitigt. Ferner erscheinen Oberschwingungen, sowohl beim Synchron- wie beim Asynchron-Unterbrecher. Diese Störungen werden vermieden, wenn der Kondensator zur Verbesserung des  $\cos \varphi$  mit dem Transformator der Nahtschweissmaschine in Serie geschaltet wird.

Les machines à souder par résistance ont l'inconvénient de produire des à-coups de courant qui peuvent créer des chutes de tension inadmissibles. Cet effet sera particulièrement fort dans le cas de la soudure en cordon, où ces à-coups se répètent environ 10 fois par seconde et produisent un tremblement très désagréable de la lumière.

Il est possible, au moyen de condensateurs statiques, de diminuer fortement ces à-coups de courant et leurs effets sur le réseau: premièrement, en diminuant l'amplitude du courant devant être fourni par le réseau et, deuxièmement, en diminuant le déphasage de ce courant. Notre but est d'étudier les différentes possibilités qui s'offrent à nous pour réaliser cette compensation au moyen de condensateurs statiques.

Si nous considérons le schéma de principe de la machine à souder, nous constatons qu'il peut se réduire approximativement à une inductivité composée de la self fournie par les deux bras de la machine, à une résistance de perte et à la résistance de passage du matériel à souder.

Cette résistance de passage aura des valeurs différentes suivant le matériel à souder, son épaisseur et le courant de soudure. Pour les métaux de résistance forte, tels que le fer, elle sera dans l'ordre de grandeur de  $2 \text{ à } 3 \cdot 10^{-4} \Omega$ . La résistance de perte d'une machine moyenne étant du même ordre de grandeur et son inductance d'environ  $4 \cdot 10^{-4} \Omega$ , le  $\cos \varphi$  sera d'environ 0,7 à 0,8. Une compensation n'apportera donc pas d'amélioration très sensible. D'ailleurs, la puissance nécessaire à la soudure du fer n'étant généralement pas très élevée, il est rare qu'une telle machine ne puisse être placée sans autre sur un réseau, même de faible capacité.

Par contre, les métaux bons conducteurs ont une résistance beaucoup plus faible ( $0,2 \text{ à } 0,4 \cdot 10^{-4} \Omega$  pour l'aluminium). Le  $\cos \varphi$  de la machine ne dépendra plus pratiquement que de l'inductivité et de la résistance de perte et sera de l'ordre de 0,5 pour une machine moyenne.

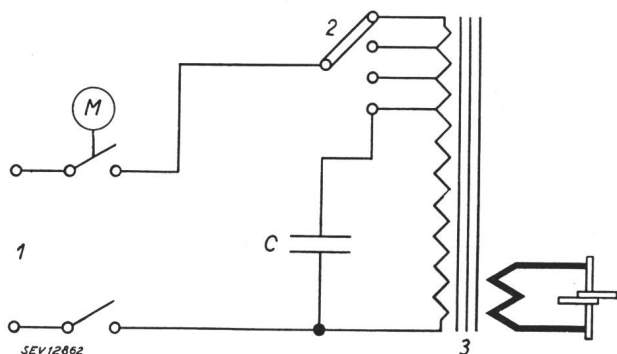


Fig. 1.

Schéma d'une soudeuse avec condensateur parallèle

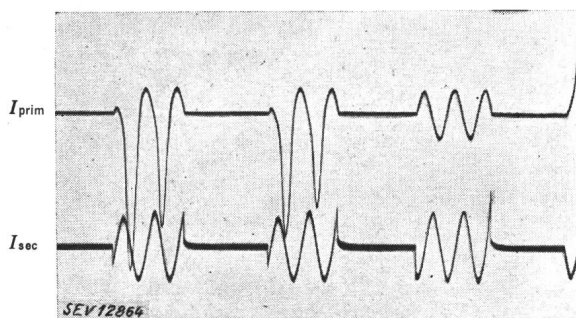
1 Réseau, 2 Commutateur de réglage,  
3 Transformateur de soudure

Dans ce dernier cas, une compensation pourra rendre de grands services et sera d'autant plus nécessaire que la soudure des métaux bons conducteurs demande des puissances considérables.

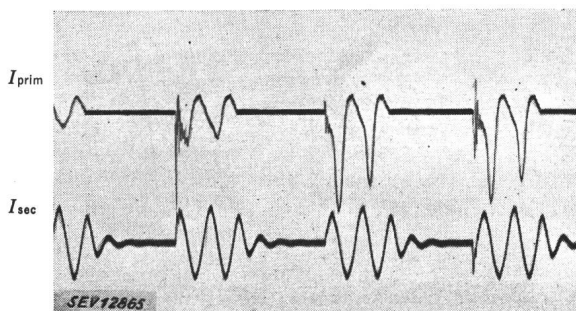
La solution la plus commune consiste à placer un condensateur en parallèle sur la machine, selon le schéma de la fig. 1<sup>1)</sup>. Ce condensateur aura pour effet de fournir à la machine le courant réactif nécessaire, plutôt que de le demander aux alternateurs, en passant par l'intermédiaire du réseau. L'amélioration sera plus grande que le rapport des courants avant et après compensation ne l'indique, car, le courant compensé se trouvant en phase, la chute de tension inductive est perpendiculaire à la tension du réseau.

Nous avons cherché, au moyen de l'oscillographe, à nous rendre plus exactement compte de l'effet de ce condensateur:

*Interrupteur asynchrone.* On sait que l'interrupteur asynchrone présente le désavantage d'enclencher à n'importe quel moment, entre autre au moment du courant maximum, ce qui provoque des surintensités d'enclenchement d'une amplitude très élevée (fig. 2). L'oscillogramme en haut nous mon-



Sans condensateur



Avec condensateur parallèle

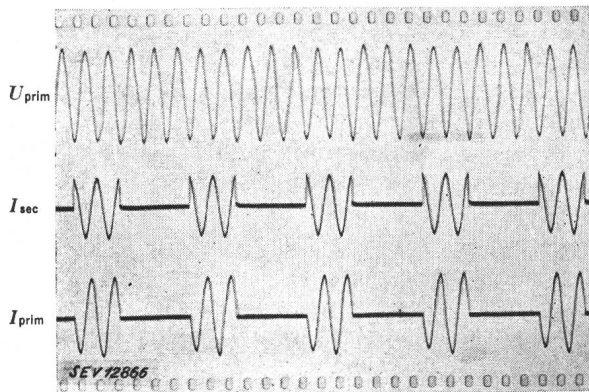
Fig. 2.

Soudeuse avec interrupteur asynchrone

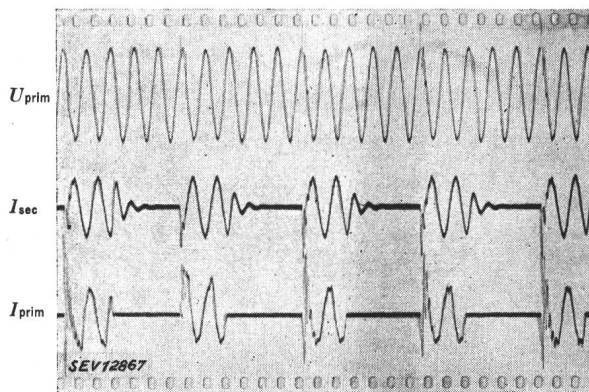
tre les courants primaire et secondaire d'une machine non-compensée. On voit que le courant d'enclenchement peut atteindre facilement 10 fois le courant normal. L'oscillogramme en bas nous montre les mêmes courants après compensation au moyen d'un condensateur parallèle. Le courant primaire est fortement réduit (dans ce cas, de 80 à 50 A), mais les courants d'enclenchement sont restés proportionnellement les mêmes. De plus, une forte oscillation due au courant d'enclenchement du condensateur est apparue.

<sup>1)</sup> Voir à ce sujet l'article de A. Balmas: Le branchement des machines à souder par résistance. Bull. ASE 1944, No. 10.

**Interrupteur synchrone.** Ce dernier doit être réglé de façon que l'enclenchement et le déclenchement se fassent à courant nul, de manière à éviter toute surintensité. L'oscillogramme supérieur de la fig. 3 nous montre la tension primaire, le courant secon-



Sans condensateur

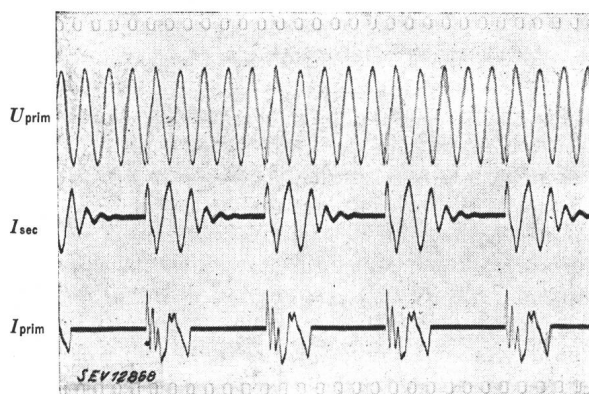


Avec condensateur parallèle

Fig. 3.

Soudeuse avec interrupteur synchrone

daire et le courant primaire, sans condensateur. L'oscillogramme inférieur nous montre les mêmes tensions et courants après compensation au moyen d'un condensateur parallèle. Malheureusement, une très forte oscillation est apparue, provoquant du côté du



Avec condensateur parallèle amorti

Fig. 4.

Soudeuse avec interrupteur synchrone

réseau des surtensions appréciables. Cette oscillation peut être en partie amortie au moyen d'une self placée en série sur le condensateur, comme nous le montre l'oscillogramme, fig. 4. Toutefois, elle ne disparaît pas et reste extrêmement gênante.

Nous avons pu voir, au moyen de ces oscillogrammes, que le condensateur placé en parallèle sur un transformateur de soudure peut rendre de grands services, mais qu'il a le grave inconvénient de provoquer des oscillations haute fréquence, pouvant à la longue devenir dangereuses pour les appareils placés dans le réseau.

Nous avons cherché à faire un système de compensation ne présentant pas ces inconvénients et sommes venus à l'idée de placer le condensateur *en série* dans le circuit du transformateur, comme indiqué sur le schéma fig. 5. On sait que la compensation au moyen de condensateurs-série offre généralement de grands avantages et un inconvénient. Pour un condensateur-série placé dans un réseau, la ten-

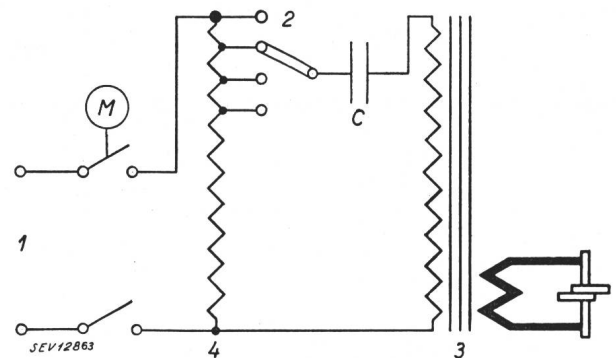


Fig. 5.

Schéma d'une soudeuse avec condensateur série

1 Réseau, 2 Commutateur de réglage, 3 Transformateur de soudure, 4 Transformateur de réglage

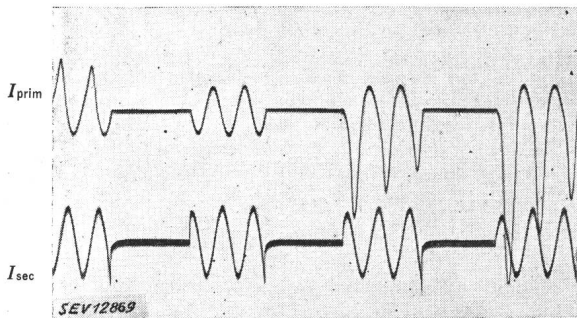
sion aux bornes de ce condensateur croît, en cas de court-circuit, jusqu'à une valeur difficilement contrôlable et nécessite un système de protection extrêmement onéreux.

En ce qui nous concerne, ce système de protection n'est pas nécessaire, car la machine à souder travaillant normalement en court-circuit, le condensateur devra d'emblée être dimensionné pour ce courant de court-circuit.

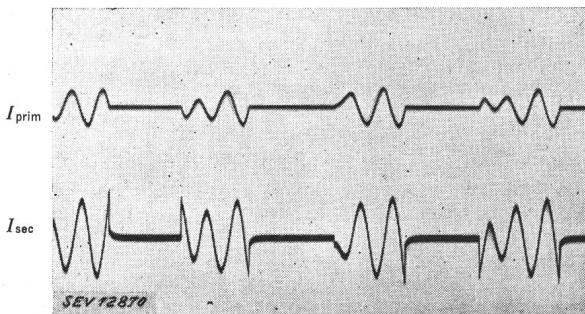
La différence essentielle entre ce système de compensation et celui du condensateur parallèle réside dans le fait que le condensateur-série, au lieu de simplement fournir l'énergie réactive que, sans lui, il aurait fallu tirer du réseau, compense l'inductivité de la machine, de telle façon que du côté primaire, on peut considérer l'impédance de la machine comme ne se composant que de la résistance de perte et de la résistance de passage du matériel à souder. Cette compensation aurait donc le même effet que si on avait supprimé toute ou partie de l'inductivité de la machine. Il sera donc possible d'accorder une fois pour toutes le condensateur à cette inductivité, pour obtenir une compensation entièrement automatique, quelle que soit la résistance du matériel à souder.



Un autre avantage du condensateur-série est que les surintensités constatées lors de l'emploi d'un interrupteur asynchrone sont complètement supprimées (fig. 6). Cet avantage est d'une très grande importance, car il permet de faire fonctionner une ma-



Sans condensateur



Avec condensateur série

Fig. 6.

Soudeuse avec interrupteur asynchrone

chine commandée par un interrupteur asynchrone dans des réseaux de faible capacité où cela n'était pas possible jusqu'à présent.

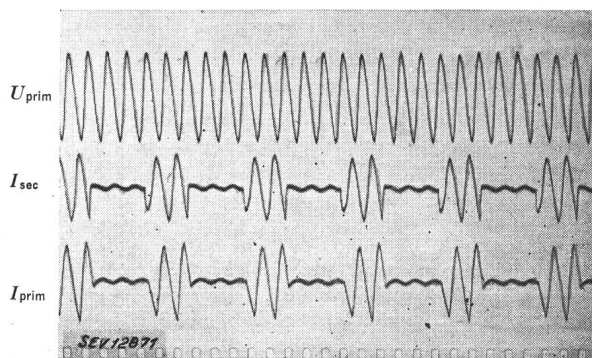
Cette amélioration se fera sentir également avec l'interrupteur synchrone, car il ne sera plus nécessaire d'enclencher au moment du passage du courant par 0 et le temps de soudure ne devra pas nécessairement être d'un nombre entier de demi-périodes, mais pourra être quelconque, ce qui augmente considérablement la souplesse de la machine à souder.

Le commutateur synchrone ne perd pas de ce fait de son importance, car il aura toujours l'avantage sur le commutateur asynchrone de donner une impulsion de courant plus régulière.

Les oscillations haute fréquence dues à l'enclenchement du condensateur n'existent plus, ou plus exactement, la fréquence de ces oscillations est réduite à 50 Hz, l'inductivité du transformateur et le condensateur formant un circuit dont la fréquence propre est voisine de 50 Hz.

Le condensateur reste chargé au moment de l'ouverture du circuit; l'interrupteur devra donc supporter une tension à 50 Hz superposée à une tension continue. De plus, une forte oscillation à très haute fréquence apparaît entre ses contacts et provoque

un rallumage de l'arc dès que le courant dépasse une certaine valeur. Il est donc nécessaire soit de surdimensionner l'interrupteur, soit d'amortir ces phénomènes perturbateurs. Nous avons obtenu d'excellents résultats en branchant une self de décharge en parallèle sur le condensateur et un petit condensateur de protection en parallèle sur l'interrupteur. Il a été alors possible de pousser la puissance de la machine avec condensateur-série aussi loin que sans condensateur. La figure 7 nous montre la tension primaire, le courant secondaire et le courant primaire dans un tel cas. A noter que ces défauts ne sont apparus qu'avec l'interrupteur synchrone, l'interrupteur asynchrone étant généralement suffisamment robuste pour supporter des surcharges dues à la composante continue.



Avec condensateur série

Fig. 7.

Soudeuse avec interrupteur synchrone

Ce système de compensation demande un dimensionnement particulier du transformateur de soudeuse. Il ne sera donc pas possible de l'appliquer sur des machines déjà existantes sans modifier les enroulements du transformateur. Il sera d'ailleurs préférable d'employer deux transformateurs, soit un transformateur de soudeuse avec un rapport de transformation constant et un auto-transformateur de réglage, placé avant le condensateur-série. Les dimensions de cet auto-transformateur de réglage seront très faibles, car la plus grande partie du réglage se fera automatiquement grâce au condensateur-série.

Nous avons appliqué avec succès cette compensation par condensateur-série à notre machine à souder et l'avons jugée suffisamment susceptible de développement immédiat pour l'introduire dans ce rapport. Il ne me reste plus qu'à terminer en souhaitant que ce système de compensation tienne ses promesses, car il pourra rendre de très grands services partout où il faut installer des machines à souder dans des réseaux de faible capacité.

Adresse de l'auteur:

George Martin, ingénieur de la S. A. Emile Haefely & Cie, Bâle.