Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 35 (1944)

Heft: 10

Artikel: Betrachtungen über die Verwendung von Löschspulen in Höchstspannungsnetzen

Autor: Boveri, Th.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1061572

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: 01.10.2025

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

heiten, die durch eine Verbesserung der Wohnverhältnisse beseitigt werden könnten. Die gemachten Vorschläge möchten dazu einiges beitragen.

Auch zur Frage der Stallsanierung gehört das warme Wasser. Sehr oft gibt der Sauberkeitszustand der Milch zu Beanstandungen Anlass. Auch hier dürfte das Vorhandensein von Warmwasseranlagen und die Erziehung zu deren Benützung wesentliche Aenderungen erzielen.

Dass alle diese Einrichtungen nur gestützt auf eine ausreichende Aufklärung der Landbevölkerung mundgerecht gemacht werden können, scheint uns selbstverständlich. Dabei darf nicht vergessen werden, dass die Landwirtschaft gerade heute gut verdient und damit wohl am ehesten bereit und in der Lage sein dürfte, derartige Einrichtungen herstellen zu lassen.

Eine weitere Gelegenheit der Arbeitsbeschaffung auf dem Lande liegt in der Einführung der

elektrischen Küche.

Für den Bauer, der selbst Waldbesitz hat, ist der Holzherd heute noch eine Selbstverständlichkeit. Weniger trifft das zu für alle diejenigen, die auf dem Lande wohnen und keine eigenen Waldungen haben. Für sie wäre es vielleicht angezeigt und zweckmässig, die elektrische Küche einzuführen, um vom Anfall von Brennholz unabhängig zu sein. Die Gasküche steht in diesen Gegenden ausser Frage. Auch hier bedürfte es aber vielleicht eines kräftigen Anstosses, um die Leute zu einer derartigen Anschaffung zu bringen. Die Einsparung von Holz dürfte auch diese Investition als nützlich erscheinen lassen.

Durch die in den vorstehenden Vorschlägen genannten Arbeitsgelegenheiten könnten nach unseren Berechnungen schätzungsweise

1 100 Arbeiter für zwei Jahre beschäftigt

werden. Wir stützen uns dabei auf die Annahmen einer Auslösung von 100 000 Aufträgen mit einem durchschnittlichen Einzelauftragswert von 1 000 Franken. Diese Zahl dürfte nicht übersetzt sein, da angestellte Erhebungen allein für den Kanton Zürich ca. 20 000 Aufträge ergaben. Der Aufwand, der staatlicherseits benötigt würde, könnte sich bei einer Subventionierung von 20 % der Anlagen auf etwa 20 Millionen Franken belaufen. Diese Art der Arbeitsbeschaffung darf zweifellos nicht als teuer bezeichnet werden, besonders wenn sie qualifizierten Berufsarbeitern technisch interessante Arbeit gibt.

All das aber, was hier vorgeschlagen wurde, und was ausreichen würde, um eine Krise im Elektro-Installationsgewerbe wenigstens grösstenteils zu beheben, hängt an den bereits eingangs erwähnten Voraussetzungen. Energie muss da sein, vorab Winterenergie. Das setzt voraus, dass Kraftwerke geschaffen werden und zwar

Speicherkraftwerke.

Wenn wir den Heisswasserspeicher dann abstellen müssen, wenn er besonders wertvoll ist, wird sich auch mit 20 % staatlicher Subvention niemand zu seiner Einrichtung entschliessen können. Und noch etwas weiteres muss da sein:

ausreichende Verteilanlagen;

denn wenn man in grossen Gebieten weder einen Heisswasserspeicher, noch einen Kochherd, noch sonst etwas mehr anschliessen darf wegen Ueberlastung der Verteilanlagen, dann hängt auch hier die Arbeitsbeschaffung in der Luft.

Sind diese Voraussetzungen gegeben, so glauben wir, dass das Installationsgewerbe im Rahmen der skizzierten Möglichkeiten über eine noch so starke Krise weitgehend hinübergerettet werden kann. Dass das nötig ist, wurde bereits ausgeführt. Es ist nötig, weil gerade dieses Gewerbe noch eine sehr grosse Zukunft vor sich hat, sich zahlenmässig und qualitativ zweifellos noch viel stärker entwickeln wird, und weil diese Entwicklung nicht durch eine augenblickliche Krise unterbrochen werden darf. Die Folgerungen würden sich später auf viele Jahre hinaus in unangenehmer Weise spürbar machen.

(Fortsetzung des Berichtes folgt.)

Betrachtungen über die Verwendung von Löschspulen in Höchstspannungsnetzen

Von *Th. Boveri*, Baden.

621 . 316 . 935

Der Autor macht zur Frage der Löschspule und der direkten Erdung des Nullpunktes in Hochspannungsnetzen grundsätzliche Ueberlegungen. Er folgert, dass die automatische Wiedereinschaltung der Leistungsschalter in Zukunft gestatten wird, unter Umständen auf die Löschspule zu verzichten, besonders in Netzen über 50 oder 80 kV.

L'auteur examine certains aspects de principe des bobines d'extinction et de la mise à la terre directe du neutre dans les réseaux à haute tension. Il estime que le réenclenchement automatique des interrupteurs de puissance permettra, à l'avenir, de renoncer dans certains cas aux bobines d'extinction, notamment dans les réseaux de plus de 50 ou 80 kV.

Schon kurz nach dem ersten Weltkriege, als die Löschspule, teilweise mit scharfer Abstimmung nach dem Vorschlage der AEG, teilweise mit geeigneter Verstimmung entsprechend dem zuerst von Brown Boveri ausgesprochenen Gedanken, ihren Siegeszug durch Europa begann, wurde von verschiedenen Fachleuten die Ansicht vertreten, es handle sich hier in erster Linie um ein hervorragendes Schutzmittel für Mittelspannungsnetze. Für Höchstspannungsnetze gaben die erwähnten Persönlichkeiten hingegen schon damals der direkten Nullpunkterdung den unbedingten Vorzug. Diese Stellungnahme war das Ergebnis ganz einfacher Ueberlegungen gewesen. Der Zweck der Löschspule ist ja, den Erdschlußstrom bei einpoligem Erdschluss zu löschen, so dass Lichtbogen-

Erdschlüsse von selbst verschwinden und bei Dauererdschluss immerhin längere Zeit weitergefahren werden kann, bevor zur Abschaltung des kranken Netzteiles und seiner Reparatur geschritten werden muss. Da die Erdschlüsse hauptsächlich auf den Freileitungen auftreten, und da deren Abstände gegen benachbarte Leiter und gegen Erde mit steigender Nennspannung zunehmen, darf angenommen werden, dass die Erdschlussgefahr mit steigender Nennspannung sinkt und damit auch die Notwendigkeit von Löschspulen. Die atmosphärischen Ueberspannungen haben ja keinen direkten Zusammenhang mit der Betriebsspannung.

Die Entwicklung der Technik ist in der Folge diesen Gedankengängen zunächst allerdings nicht durchweg gefolgt. Nachdem sich die Löschspule in Europa die Mittelspannungsnetze beinahe vollständig erobert hatte und anschliessend sogar in die manchmal doch recht konservativen Vereinigten Staaten eingedrungen war, beginnt sie in der letzten Zeit mehr und mehr auch auf Höchstspannungsnetze überzugreifen. Dies ist insofern erklärlich, als es naturgemäss auch in Höchstspannungsnetzen einen grossen Vorteil bedeutet, wenn einpolige Erdschlüsse keine Kurzschlüsse darstellen, wie bei der direkten Nullpunkterdung. Dadurch können viele Schalterauslösungen vermieden werden.

Indessen zeigt sich neuerdings mehr und mehr, dass den eingangs kurz wiedergegebenen Ueberlegungen, die für Höchstspannungen auf die direkte Nullpunkterdung führten, eben doch ein vertieftes, wenn auch zum Teil intuitives Erkennen des massgebenden Sachverhaltes zu Grunde lag. Es soll dies im Folgenden mehr skizzenhaft angedeutet werden, im Sinne einer Einladung an alle interessierten Fachgenossen, die angeschnittenen, zum Teil recht verwickelten Probleme einer weiteren, in die Einzelheiten gehenden Abklärung entgegenzuführen.

In erster Linie darf festgestellt werden, dass wir in der automatischen *Wiedereinschaltung der Leistungsschalter* heute ein zweites Mittel zur Verfügung haben, um bei lediglich intermittierenden Fehlern Betriebsunterbrüche zu vermeiden[1]). Es ist dabei klar, dass Löschspule und Wiedereinschaltung sich nicht vollständig gegenseitig vertreten. Während die Löschspule, im Gegensatz zur Wiedereinschaltung, auch einen gewissen Weiterbetrieb bei dauerndem Fehler gestattet, beschränkt sich ihre Wirksamkeit anderseits auf Erdschlüsse, während die Wiedereinschaltung alle durch Relais anzeigbaren Fehler zu erfassen gestattet. Praktisch dürften diese Unterschiede aber nicht sehr bedeutungsvoll sein. Es darf auch erwartet werden, dass die automatische Wiedereinschaltung die Zahl der Doppel-Erdschlüsse gegenüber Löschspulenbetrieb herabsetzt. Die konstruktiven Mittel, um sie, sei es dreipolig, sei es einpolig durchzuführen, liegen heute schon weitgehend vor. Die noch nötigen Verbesserungen von Einzelheiten werden ohne Zweifel in allernächster Zeit verwirklicht werden können. Betriebsversuche, die die allgemeine Brauchbarkeit des Grundgedankens dartun sollen, wurden schon verschiedentlich mit vollem Erfolg durchgeführt. Eine entsprechende Veröffentlichung in der Fachpresse darf für dieses Jahr noch erwartet werden. Es handelt sich dabei hauptsächlich um die Länge der spannungslosen Pause. Sie muss so kurz bemessen sein, dass einerseits keine Synchronmaschinen ausser Tritt zu fallen drohen, dass aber anderseits die intermittierenden Fehler die nötige Zeit haben, um zu verschwinden. Wir wissen heute schon, dass diese beiden Bedingungen, unter passender Wahl von dreipoliger bzw. einpoliger Wiedereinschaltung, in vielen Fällen miteinander vereinigt werden können; doch wären weitere Versuche in grossen Netzen natürlich sehr willkommen, um dieser interessanten technischen Neuerung zum Durchbruch zu verhelfen, um so mehr, als auch die relaistechnische Lösung dieses Problems mit einfachen Mitteln möglich ist.

Wenn im Vorstehenden dargetan wurde, dass man heute nicht mehr so unbedingt auf die Löschspule angewiesen ist, wie noch vor einigen Jahren, so müssen nun noch die behaupteten kennzeichnenden Nachteile der Löschspule in Höchstspannungsnetzen aufgezeigt werden, um den Gedankengang abzuschliessen. Die einfachste, wegen Vernachlässigung der sogenannten Nullreaktanz von Transformatoren und Leitung allerdings nicht streng richtige Ueberlegung, die man in dieser Beziehung anstellen kann, ist die, dass bei unmittelbarer Nullpunkterdung die einzelnen Leiter nicht mehr als die Sternspannung U gegen Erde annehmen können, während man im entgegengesetzten Falle, etwa bei Erdschluss einer Phase, mit der verketteten Spannung $\sqrt{3}\,U$ zu rechnen hat. Hier liegen also sowohl bei den Leitungen als auch bei Transformatoren und Apparaten sehr interessante Ersparnismöglichkeiten an Isolation vor[2]). Bis jetzt wurden diese allerdings kaum ausgenützt, denn man stellte sich fast überall auf den Standpunkt, die Erfahrungen des praktischen Betriebes lieferten keine genügenden Anhaltspunkte, um eine Herabsetzung der Isolationsfestigkeit bei geerdetem Nullpunkt gegenüber ungeerdetem zu rechtfertigen. Man erklärte dies damit, dass die Isolationsfestigkeit durch die atmosphärischen Ueberspannungen diktiert sei, welche sich nicht stark um die Erdung des Nullpunktes kümmerten. Wenn auch zuzugeben ist, dass solche Fragen letzten Endes auf Grund von Betriebserfahrungen entschieden werden müssen, so darf doch die angestellte Ueberlegung nicht ad absurdum getrieben werden. Es würde wohl kaum jemandem einfallen, Netze für 220 kV und 110 kV gleich zu isolieren. Die weitgehende Berücksichtigung der Betriebsspannung bei der Festsetzung der Isolationsfestigkeiten scheint sich also doch bewährt zu haben, und es ist nicht einzusehen, warum dieser Gesichtspunkt nicht auch beim Bau von Netzen mit geerdetem Nullpunkt Anwendung finden sollte. H. Meyer hat

[1]) H. Thommen, Brown Boveri Mitt. 1939, S. 64 ff., ibid. 1940, S. 84 ff.

[2]) W. Wanger, Brown Boveri Mitt. 1941, S. 125.

allerdings darauf aufmerksam gemacht, dass auf Grund genauer Rechnungen, die an Hand amerikanischer Arbeiten[3]) durchgeführt werden können, im geerdeten Netz bei Erdschlüssen an den gesunden Phasen stationäre Spannungen auftreten können, die 30 bis 40 % über der Sternspannung liegen. Mit dieser Erhöhung ist auch für die vorübergehenden Spannungssteigerungen zu rechnen. Es bleiben aber trotzdem noch Einsparungsmöglichkeiten von ungefähr 30 % an der Isolation von Leitungen und Apparaten übrig. Dazu kommt die Frage der Transformatoren. Bei diesen haben wir ja nicht nur die Isolation der Endklemmen, sondern der ganzen Hochspannungswicklung zu beachten. Ist der Nullpunkt geerdet, so kann die Isolation der Wicklung gegen Erde abgestuft werden und die elektrische Festigkeit der Nullpunktklemmen wird belanglos. Das ermöglicht Ersparnisse am Transformator in der Grössenordnung von 20 %, und zwar grundsätzlich bei jeder vorgesehenen Prüf- bzw. Nennspannung. Es ist bemerkenswert festzustellen, dass es auch bei Löschspulenbetrieb und Höchstspannungen sozusagen kein Konstrukteur fertigbringt, die Nullpunktklemme voll zu isolieren. Täte er dies, so würde der eben genannte Preisunterschied noch viel grösser. Um die meist auf zirka die Hälfte reduzierte Isolation zu rechtfertigen, werden alle möglichen Kunstschaltungen benützt, die sicher weniger Betriebssicherheit gewährleisten, als die klaren Verhältnisse bei der unmittelbaren Nullpunkterdung.

Die Kosten pro Längeneinheit einer elektrischen Leitung sind nicht nur durch die Isolation, sondern auch durch den Leiterquerschnitt, insbesondere seinen Durchmesser, bedingt. Es wäre wohl kaum logisch, wenn man die Tatsache, dass bei nicht geerdetem Nullpunkt und Erdschluss die verkettete Spannung gegen Erde auftreten kann, bei der Dimensionierung der Leiter ausser acht liesse, etwa mit der Begründung, es handle sich ja nur um einen vorübergehenden Zustand. Denn die Löschspule, welche sicher bei Höchstspannungen unbedingt angewendet würde, wenn der Nullpunkt nicht direkt geerdet wird, soll doch den Erdschlussstrom möglichst genau kompensieren, ansonst die Löschung des Lichtbogens versagen würde. Dazu muss aber der durch den Ohmschen Widerstand bedingte, durch die Löschspule nicht kompensierbare Reststrom möglichst klein gehalten werden, nachdem andere einfache Kompensationsmittel bis jetzt auch nicht bekannt wurden. A. Maret hat diese Verhältnisse an Hand des Beispieles einer 800 km langen Doppelleitung für 400 kV und 500 MW näher untersucht und kommt zum Schlusse, dass der Leiterdurchmesser von 4,2 cm bei geerdetem Nullpunkt auf 6 cm bei Löschspulenbetrieb erhöht werden muss, um die Leitungsverluste durch Korona in annehmbaren Grenzen zu halten und die Löschung des Erdschlusslichtbogens zu ermöglichen[4]). Eine solche Erhöhung des Leiterquerschnittes wurde bis jetzt bei den Projekten für Höchstspannungen nicht in Betracht gezogen, vermutlich wegen prohibitiver Auswirkungen auf die Kosten bei den in Frage kommenden weiten Distanzen[5]). Genauere Untersuchungen hierüber wären dankenswert, wie auch über die Kosten des sogenannten Bündelleiters, mit welchem ein grosser, wirksamer Durchmesser bei geringem Materialaufwand angestrebt wird[6]).

Schon bei der Erwähnung der Isolation der Nullpunktklemme wurde auf die unklaren Verhältnisse, die die Löschspule mit sich bringt, hingewiesen. Diese zeigten sich gleich zu Anfang der Entwicklung in charakteristischer Weise, als die Scharfabstimmung der Löschspule propagiert wurde, wobei man zunächst die dadurch bei unsymmetrisch verlegten Leitern verursachten grossen Spannungserhöhungen des Nullpunktes bei ungestörtem Betrieb übersah. Besonders unangenehm wirken sich diese Unklarheiten bei der Bemessung der Leistungsschalter aus, wo die Wirtschaftlichkeit es unbedingt verlangt, die Maxima der Abschaltspannung, kämen sie auch nur äusserst selten vor, zu beschränken. In dieser Hinsicht ist der direkt geerdete Nullpunkt ganz besonders vorteilhaft.

Auf Einzelheiten kann in diesem Aufsatze nicht eingetreten werden. Hingegen sei festgestellt, dass schon eine ganz primitive Betrachtung, die keinen Anspruch auf wissenschaftliche Genauigkeit erheben darf, sehr bedeutende Unterschiede in der Abschaltspannung zwischen geerdetem und nicht geerdetem Nullpunkt ergibt. Beispielsweise wird beim Abschalten eines symmetrischen dreiphasigen Kurzschlusses der erstlöschende Schalterpol mit 1,5-mal Sternspannung beansprucht, wenn der Nullpunkt nicht geerdet ist, hingegen bei geerdetem Nullpunkt nur mit einfacher Sternspannung. Dabei muss allerdings im zweiten Fall der Kurzschluss mit Erdschluss verbunden sein, was meistens zutreffen dürfte. Wie W. Wanger bemerkt, stellt sich die erwähnte geringere Beanspruchung beim geerdeten Nullpunkt in vollem Umfange allerdings nur ein bei verschwindender sogenannter Nullreaktanz zwischen dem geerdeten Nullpunkt auf der einen Seite des Schalters und dem vorausgesetzten Erdschluss auf der andern Seite. Je länger das Leitungsstück ist, desto weniger wird die Voraussetzung zutreffen, doch wird man mit einer nennenswerten Erleichterung für den Schalter bei geerdetem Nullpunkt auf alle Fälle rechnen dürfen. Ein anderer wichtiger Fall betrifft das Abschalten einer langen, leerlaufenden Leitung, bei dem hohe Spannungen auftreten, weil die Ladung und damit auch die Spannung auf dem abgetrennten Leitungsstück stehenbleibt, während die Spannung der Spannungsquelle in die entgegengesetzte Polarität übergeht. Bestand vor der Abschaltung noch ein einpoliger Erdschluss auf dem abgetrennten Stück, so muss man bei nicht geerdetem Nullpunkt mit

[3]) z. B. Wagner und Evans, Symmetrical Components, Mc Graw Hill 1933, S. 222 ff.

[4]) M. Maret, Brown Boveri Mitt. 1941, S. 296 ff.

[5]) R. Vögeli, Brown Boveri Mitt. 1941, S. 281.

[6]) Markt und Mengele, E. u. M. 1932, S. 293 ff., 1935, S. 410 ff.

ungefähr 3,4facher Sternspannung über den Schalterpol rechnen. Bei geerdetem Nullpunkt hingegen wäre dieser Erdschluss als Kurzschluss wohl schon längst vorher weggeschaltet worden, wobei dann nachher beim Abschalten der leerlaufenden Leitung nicht mehr als doppelte Phasenspannung über dem löschenden Schalterpol aufgetreten wäre. Solche und andere analoge fundamentale Unterschiede in der Spannungsbeanspruchung der Schalter bei ungeerdetem gegenüber geerdetem Nullpunkt lassen auch in komplizierteren Fällen eine erhöhte Beanspruchung bei nicht geerdetem Nullpunkt befürchten, die bei der Einschätzung der Betriebssicherheit schwer ins Gewicht fällt.

Der Netzschutz wird durch die direkte Erdung des Nullpunktes praktisch nicht beeinflusst; grundsätzlich lässt sich der Schutz gegen Kurzschlüsse auch in Netzen mit geerdetem Nullpunkt ohne grösseren Aufwand an Relais und ohne die Relais-Schaltungen komplizierter zu machen, sicherstellen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die automatische Wiedereinschaltung der Leistungsschalter in Zukunft gestatten wird, auf die Löschspule unter Umständen zu verzichten. Solche Umstände werden besonders in Höchstspannungsnetzen vorliegen, wo die durch die Löschspule bzw. die Nicht-Erdung des Nullpunktes hervorgerufenen Spannungserhöhungen sich sowohl in wirtschaftlicher als auch in betrieblicher Hinsicht sehr nachteilig auswirken.

Le branchement des machines à souder par résistance

Par *A. Balmas*, Baden

621 . 311 . 153 : 621 . 791 . 736

Etude des répercussions qu'ont les machines à souder par points, à la molette, par refoulement et par étincellement sur les réseaux de distribution. Influence de la pièce à souder et de la longueur des bras porte-électrodes sur le courant de soudure. En branchant des résistances suivant un schéma spécial, il est possible de réduire, pour les machines à souder par points, les à-coups de courant d'environ vingt fois à deux fois le courant nominal de soudure. Pour les machines à souder à la molette, le même effet peut être obtenu par l'utilisation d'un interrupteur synchrone. Considérations sur la répartition de la charge des machines à souder par points sur les réseaux triphasés.

Untersuchung über die Rückwirkung von Punkt-, Rollennaht-, Stumpf- und Abbrennschweissmaschinen auf die Stromverteilungsnetze. Einfluss des Werkstückes und der Länge der Schweissarme auf den Schweißstrom. Durch besondere Schaltung von Widerständen ist es möglich, die Stromspitzen von Punktschweissmaschinen vom zwanzigfachen auf den zweifachen Wert des Nennschweißstromes herabzusetzen. Bei den Rollennahtschweissmaschinen kann dieselbe Wirkung durch Verwendung eines Synchronunterbrechers erreicht werden. Abschliessend wird die Verteilung der Belastung von Punktschweissmaschinen auf Drehstromnetze untersucht.

Le but de cet article est de donner à l'usage des sociétés distributrices d'énergie quelques indications sur les machines à souder par résistance, de montrer combien une normalisation de leur puissance est désirable et d'indiquer par quels moyens les inconvénients qu'elles présentent pour le branchement au réseau peuvent être supprimés ou tout au moins atténués. On désigne par machines à souder par résistance divers appareils dans lesquels l'énergie électrique est directement transformée par effet Joule en chaleur, pour produire l'assemblage des pièces à souder. Ces diverses machines sont:

les machines à souder par points,
les machines à souder à la molette,
les machines à souder par refoulement et par étincellement.

Ces machines comportent en principe un transformateur destiné à abaisser la tension du réseau à une valeur de quelques volts. Cette tension est appliquée soit à l'aide d'électrodes, de molettes ou directement entre les pièces à assembler. Les courants au secondaire du transformateur, autrement dit les courants de soudure, peuvent atteindre des valeurs très élevées qui dépassent parfois 50 000 A. Les différentes grandeurs qui caractérisent une machine à souder et qui intéressent le réseau auquel elles sont branchées sont les suivantes:

la puissance de branchement,
le facteur de puissance,
l'énergie absorbée.

A l'aide de ces grandeurs, les exploitants du réseau peuvent déterminer les éléments de l'installation, ainsi que, dans une certaine mesure, fixer le tarif à appliquer et éventuellement la taxe de base que l'on demande à l'usager de la machine à souder pour compenser les frais d'installation élevés. Les données de ces machines jouent également un rôle important pour le chef d'exploitation en ce sens qu'elles lui permettent de déterminer s'il peut accepter le branchement de la machine ou s'il doit limiter son fonctionnement à certaines heures de la journée.

Il convient de souligner d'emblée que, du fait du diagramme de charge des machines à souder par résistance (puissance élevée et de courte durée), certains points de réseaux ne peuvent pas alimenter de soudeuses aussi bien du point de vue du fournisseur de l'énergie que de celui du constructeur de la machine. En effet, une chute de tension est inadmissible si elle se traduit par exemple par une variation brusque et trop considérable du flux lumineux des lampes branchées à ces réseaux. En ce qui concerne la chute de tension, signalons qu'une variation de longue durée n'est pas nuisible si elle ne dépasse pas la valeur de 1,5 %. Aux fréquences utilisées habituellement pour les machines à souder à la molette, une chute de tension qui se répète 8 à 12 fois par seconde est inadmissible lorsqu'elle dépasse la valeur extrêmement faible de 0,5 %. On voit que le problème du branchement des machines à souder est, dans