

**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico / Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri

**Herausgeber:** Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung

**Band:** 5 (1927)

**Heft:** 3

**Artikel:** Verhalten der Uebertragerspule 4009 A gegenüber Rufstrom : Mitteilung aus dem Versuchslaboratorium der O. T. D.

**Autor:** Kasper, Arthur

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-873827>

### **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:** 14.03.2025

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

## Verhalten der Uebertragerspule 4009 A gegenüber Rufstrom.

(Mitteilung aus dem Versuchslaboratorium der O. T. D.)

Von Arthur Kasper, Ing.

Schlechte Rufstrom-Uebertragungen auf Kabelleitungen haben dazu geführt, die gebräuchlichste Uebertragerspule 4009 A einer eingehenden Prüfung zu unterziehen hinsichtlich ihres Verhaltens gegenüber Rufstrom.

Die Spule 4009 A kann als Transformator betrachtet werden, dessen Uebersetzungsverhältnis 1 beträgt. In der Starkstromtechnik werden Transformatoren verschiedener Leistung von sehr hohem Wirkungsgrad gebaut, welche aber stets für eine bestimmte Frequenz berechnet sind. Beim Transformator für Schwachstrom kann nicht mehr schlechtweg von einem Wirkungsgrad gesprochen werden, da es sich hier um die Uebertragung von Strömen sehr verschiedener Frequenzen handelt, für welche die Uebertragerspule nicht ein und denselben Wirkungsgrad besitzt. Ausser den Sprechfrequenzen von zirka 200 bis 4000 Per/sec sollen auch noch die Ruffrequenzen von etwa 15 bis 50 Per/sec einigermaßen günstig übermittelt werden. Die räumlichen und finanziellen Verhältnisse beschränken die Dimensionierung der Uebertragerspule nach oben, so dass zum vornherein für bestimmte Frequenzen mit einem geringeren Wirkungsgrad zu rechnen ist. Die vorliegende Arbeit wird uns zeigen, dass der Uebertrager trotzdem in sehr befriedigender Weise arbeitet, insofern gewisse Grenzen der Eisenmagnetisierung nicht überschritten werden.

Die Untersuchung wurde innerhalb des Frequenzbereiches von 15 bis 50 Per/sec durchgeführt mit veränderlicher Rufspannung bis zu 100 Volt. Um allen vorkommenden Betriebsverhältnissen gerecht zu werden in bezug auf den Sekundär-Abschluss des Uebertragers, ist der ohm'sche Widerstand  $R_s$  (siehe Fig. 1) in den Grenzen von 100 bis 2000 Ohm variiert worden. Innerhalb dieser Grenzen nämlich liegen die algebraischen Werte der Leitungscharakteristiken unserer Kabel- sowie Freileitungen:

Krup-Kabel . . . . .	$Z = 450$
Freileitungen . . . . .	$Z = 600 - 1300$
Pupinkabel, Vierleitungen . . . .	$Z = 700 - 1200$
Pupinkabel, Stammlleitungen . . .	$Z = 1000 - 2000$

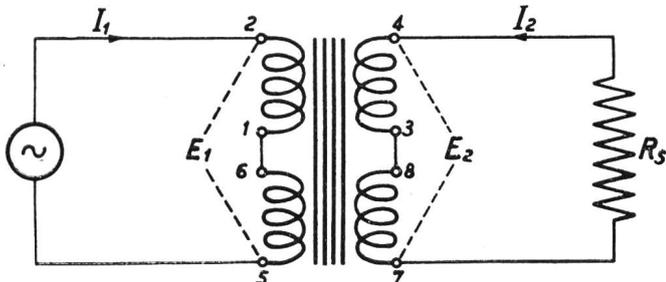


Fig. 1.

Die Versuchsergebnisse sind in Form von Kurven niedergelegt worden. Eine erste Gruppe von Kurvenblättern veranschaulicht die Versuchsergebnisse der Uebertragerspule ohne Kondensator, eine weitere Gruppe dagegen mit einem Kondensator von 6 MF

in der Mitte der Spulenwicklung Seite Zentrale. Betrachten wir die Uebertragerspule derjenigen Zentrale, welche Rufstrom sendet, so müssen wir in unserer Versuchsschaltung den Kondensator primärseitig, also zwischen die Klemmen 1 und 6 einschalten; handelt es sich dagegen um die empfangende Zentrale, so sind die 6 MF sekundär, an die Klemmen 3 und 8 zu legen. Für die Untersuchung mit primärseitigem Kondensator konnten wir uns auf Spannungen zwischen 40—100 Volt beschränken, da die Rufspannungen der sendenden Zentrale stets innerhalb dieser Grenzen liegen. Bei sekundärseitigem Kondensator bzw. ankommendem Rufstrom ergeben sich Spannungen zwischen 10 und 30 Volt.

Der Hauptzweck dieser experimentell festgelegten Kurvenserien ist nun der, dass bei bekannter Spannung an der Rufmaschine für alle vorkommenden Betriebsverhältnisse die dem Kabel aufgedrückte Spannung ohne weiteres bestimmbar ist. Eine noch auszuführende Untersuchung über das Verhalten der verschiedenen Kabeltypen und Kabellängen gegenüber Rufstrom soll diese Arbeit dahin ergänzen, dass bei gegebener Anfangsspannung auch die Endspannung am Kabel einer Kurve entnommen werden kann, so dass für alle beliebigen Verhältnisse die Rufstrom-Uebertragung von Zentrale zu Zentrale rein graphisch charakterisiert ist. Diese Methode ist da vorteilhaft anzuwenden, wo zu Messungen nur gewöhnliche Wechselstromvoltmeter mit relativ grossem Stromverbrauch zur Verfügung stehen.

Der vollständige Versuchsbericht mit zirka 70 Kurvenblättern wird sämtlichen grösseren Telephonbureaux zugestellt werden. An dieser Stelle begnügen wir uns damit, die wichtigsten Konsequenzen hervorzuheben, welche aus den Versuchsergebnissen gezogen werden müssen.

Die Charakteristiken weisen deutlich darauf hin, dass es bei bestimmten Frequenzen zwecklos ist, zur besseren Rufübertragung die Rufspannung über ein gewisses Mass zu erhöhen. Allgemein steigt die Sekundärspannung  $E_2$  mit abnehmender Belastung  $I_2$  rasch an und nähert sich, da das Uebersetzungsverhältnis des Uebertragers 1 beträgt, asymptotisch dem Werte  $E_1$ . Bei höheren Frequenzen, 50 bis 30 Per/sec, nimmt fast parallel mit  $I_2$  auch  $I_1$  ab und zwar selbst bei Spannungen bis zu 100 Volt. Das Maximum des Wirkungsgrades der Uebertragerspule schwankt bei 50 Per/sec nur zwischen 82 und 87% entsprechend der Verschiedenheit der Spannungen von 100 bis 20 Volt. Bei 30 Per/sec sind die Verhältnisse wenig verschieden. Schon wesentlich anders verhält sich dagegen die Spule bei 25-periodigem Strom. Eine Spannung von 100 Volt ist bei dieser Frequenz bereits zu hoch.  $I_1$  steigt trotz abnehmendem  $I_2$  wieder an. Ein grösserer Teil der Primärleistung geht in Eisenverlusten auf infolge Uebersättigung des Eisens. Der Wirkungsgrad des Transformators bewegt sich nur noch zwischen 60 und 70%. Wird dagegen die Primärspannung reduziert, so treffen wir schon bei 80 Volt wieder normale Verhältnisse an. Dieselbe Erscheinung tritt

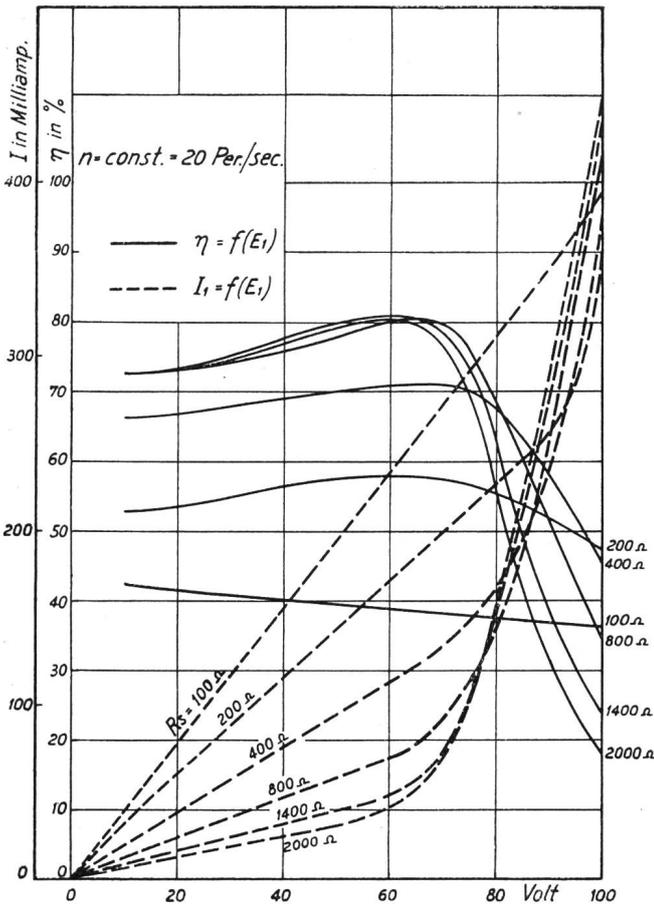


Fig. 2.

bei einer Frequenz von 20 Per/sec in vermehrtem Masse zu Tage. Bei 100 Volt Primärspannung nimmt der Uebertrager eine grosse Primärleistung auf und vernichtet einen Grossteil derselben im Kupfer und Eisen. Der Wirkungsgrad nimmt sehr geringe Werte an (15 bis 48%). Bei 90 und auch noch bei 80 Volt steht die Primärleistung in einem ungünstigen Verhältnis zur sekundären. Betrachten wir die Uebertragerspule bei 15 Per/sec, so fällt uns auf, dass die Stromaufnahme primär schon bei  $E_1 = 80$  Volt äusserst gross ist. Die Spule arbeitet in einem Bereich des Wirkungsgrades von 10 bis 40%. Selbst Spannungen von 70 und 60 Volt sind bei dieser Frequenz zu hoch vom Standpunkt der rationellen Arbeitsweise des Uebertragers aus.

Aus diesen, bereits besprochenen Kurvenblättern sind weitere Kurvenscharen entwickelt worden, die mit  $R_s$ , dem Sekundärabschluss als Parameter, den Primärstrom, resp. den Wirkungsgrad in Funktion der Primärspannung wiedergeben. Fig. 2 veranschaulicht die entsprechende Kurvenschar bei  $n = 20$  Per/sec.

Bei höheren Frequenzen laufen die Kurven  $I_1 = f(E_1)$  geradlinig, währenddem sie bei niedrigen Periodenzahlen je nach Grösse von  $R_s$  früher oder später in einem markanten Knie umbiegen, um nachher rapid anzusteigen. Die Lage dieses Knies gegenüber der Abszisse gibt uns die Grenzspannung an, bis zu welcher bei entsprechender Frequenz der Uebertrager mit normalen Verlusten arbeitet. Oberhalb dieser Grenze nehmen die Verluste zu und zwar

in dem Masse, dass bei Dauerbelastung die Temperatur der Spule als Folge erhöhter Kupfer- und Eisenverluste die Ausgussmasse zum Schmelzen bringen kann. Diese Grenzen der zulässigen Spannungen sind sehr deutlich auch aus den Wirkungsgrad-Kurven  $\eta = f(E_1)$  ersichtlich (Fig. 2).

Das Zwischenschalten des Kondensators in die Mitte der Spulenwicklung hat einige wesentliche Abweichungen von dem bis jetzt Gesagten zur Folge. Da die 6 MF den Strömen der Frequenzen von 15 bis 50 Per/sec einen bedeutenden Widerstand bieten, ist die primär aufgenommene, und infolgedessen auch die Sekundärleistung, viel geringer als dort, wo der Kondensator fehlt. Die Ströme  $I_1$  und  $I_2$  sind kleiner und deren Kurven flacher. Der Uebelstand, dass nämlich bei hohen Spannungen und geringen Frequenzen das Eisen des Transformators stark übersättigt ist, kann durch Zwischenschalten des Kondensators teilweise behoben werden, aber auf sehr unrationelle Art und Weise. Durch Anlegen einer geringeren Primärspannung an die Schaltung ohne Kondensator kann, wie wir sehen werden, derselbe Zweck nutzbringender erreicht werden.

Betrachten wir einmal ein konkretes Beispiel bei 20 Per/sec und einem Sekundärabschluss des Uebertragers von  $R_s = 1600$  Ohm (siehe Fig. 3). Mit Kondensator erhalten wir bei  $E_1 = 100$  Volt eine Sekundärspannung von 67 Volt. Welche Primärspannung wäre nun bei der Schaltung ohne Kondensator nötig, um die Sekundärspannung von  $E_2 = 67$  Volt zu erreichen?

Wir entnehmen den ausgezogenen Kurven der Figur 3 bei  $R_s = 1600$  für  $E_1 = 80$  Volt ein  $E_2 = 72$  Volt und für  $E_1 = 60$  Volt ein  $E_2 = 55$  Volt. Durch Interpolation errechnen wir zur Sekundärspannung von 67 Volt die zugehörige Primärspannung  $E_1$  zu 74 Volt.

Weiter ergibt sich beispielsweise bei 25 Perioden und einem Abschluss des Transformators mit  $R_s =$

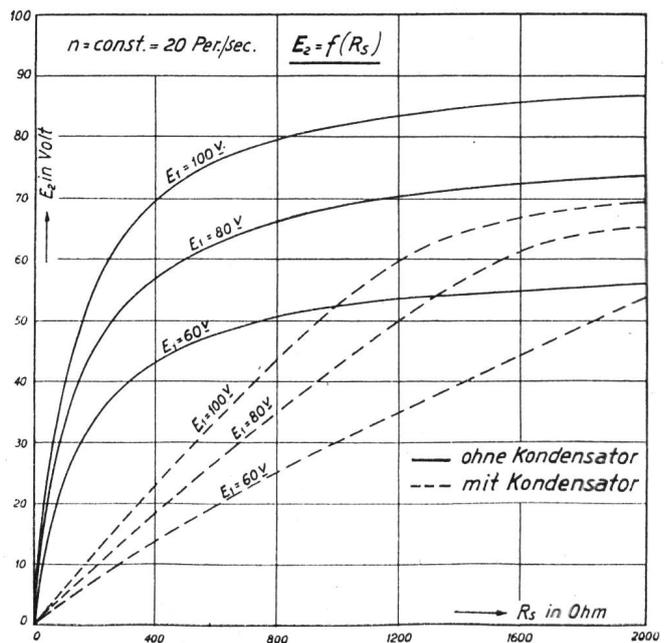


Fig. 3.

1000 die gleiche Sekundärspannung von 61 Volt durch Anlegen einer Primärspannung von 100 Volt an die Schaltung *mit* Kondensator, bezw. 68 Volt an diejenige *ohne* Kondensator.

Bei allen Ruffrequenzen könnten noch weitere Beispiele angeführt werden, welche für die Tatsache sprechen, dass die Einschaltung des Kondensators

in die Wicklung des Uebertragers keine Verbesserung der Rufübertragung bewirkt.

Die kurzen Ausführungen zeigen uns trotz ihrer Unvollständigkeit, welche Bedeutung für die Rufübertragung der Uebertragerspule beizumessen ist und dass ihre elektrischen Eigenschaften gewisse Grenzen in der Erhöhung der Rufspannung bedingen.

## Un nouveau répertoire.

Les personnes appelées à consulter fréquemment les registres, répertoires, etc., qu'ils soient sous forme de cahiers, livres ou fichiers, savent par expérience

2° Ordre alphabétique toujours respecté.

3° Réunion sur une seule ligne de tous les renseignements nécessaires.

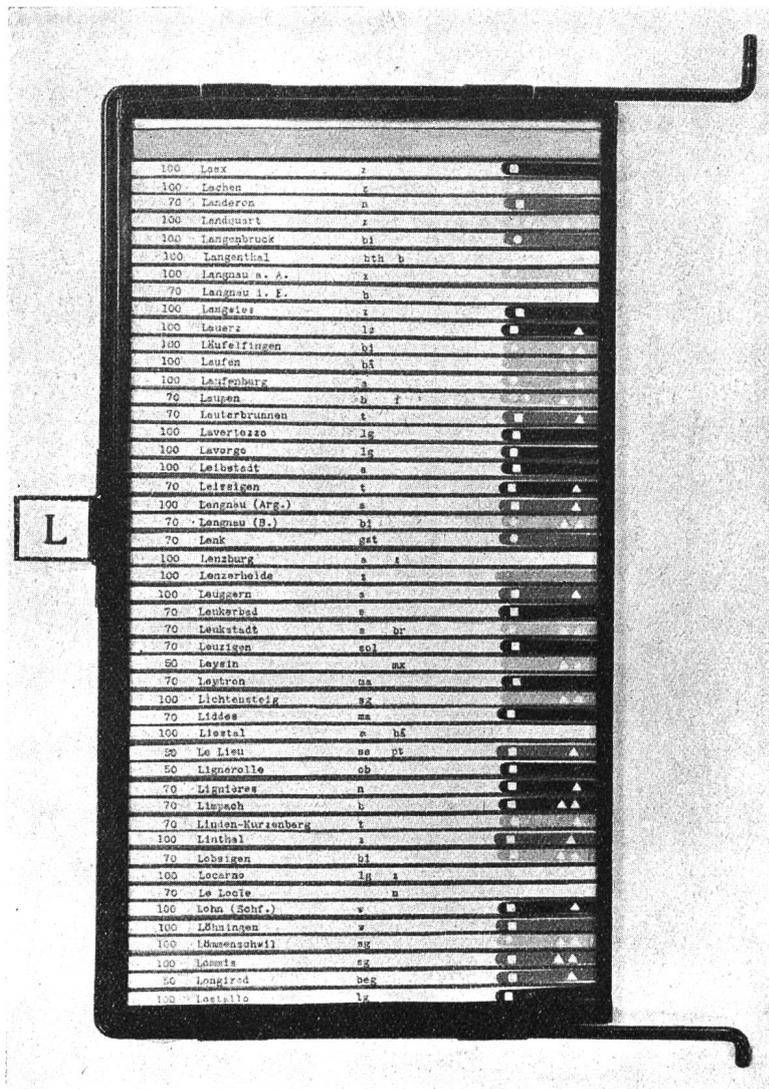


Fig. 1.

qu'ils sont très rapidement détériorés, même s'ils sont manipulés avec beaucoup de soin.

Tel était le triste sort des cahiers d'acheminement, tarifs et horaires en service à l'enregistrement de la centrale interurbaine de Lausanne. Aussi, depuis longtemps, cherchions-nous un dispositif approprié remplissant les conditions suivantes:

1° Consultation rapide et aisée.

4° Indications de service (horaire) claires et précises avec facilité de changement.

5° Propreté et impossibilité de détérioration malgré un emploi intensif.

Après bien des recherches, nous avons eu un jour sous les yeux un prospectus, dans lequel nous avons remarqué le classeur à panneaux avec tubes inter-