

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 30 (1952)

Heft: 8

Artikel: Le déparasitage des tubes d'éclairage à fluorescence dans la gamme de 150 à 1500 KHz = Radioentstörung der Fluoreszenz-Beleuchtungsröhre im Bereiche von 150 bis 1500 kHz

Autor: De Stadlehofer, Jean Meyer

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-876117>

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: 30.04.2026

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

4. Untereinander soll sich der gleiche Kreuzungsschritt erst nach zwei Vertikalschlaufenabständen wiederholen.
5. Unterwegs abzweigende Schlaufen dürfen nicht mehr als 400 m ungekreuzte Länge gegen die nächste Schlaufe aufweisen, sonst wird das Nebensprechen zu stark. Damit ist auch festgelegt, dass Freileitungen, die mehr als 400 m lang sind, ausgekreuzt werden müssen.

Figur 10 zeigt die Anwendung dieser Grundsätze für eine Gerüstleitung (Vierertraversen) und Figur 11 für eine Seitenträgerleitung. Dass man auf den obersten Schlaufen mit mehreren Kreuzungen beginnt, ist eine Erfahrungstatsache; zwischen diesen kann am ehesten durch Ableitung Nebensprechen entstehen.

7. Freileitungen mit Phantomausnutzung

Noch ist nicht jedes Endamt durch ein Bezirkskabel an sein Knotenamt angeschlossen. Um auf solchen Verbindungsleitungen zwischen zwei Zentralen Material zu sparen, überlagert man zwei gewöhnlichen Stromkreisen (Stamm) einen Phantomstromkreis. Bei Freileitungen nennt man dies auch Duplexierung.

Da die oberirdischen Verbindungsleitungen zwischen Zentralen ständig an Bedeutung verlieren, sei

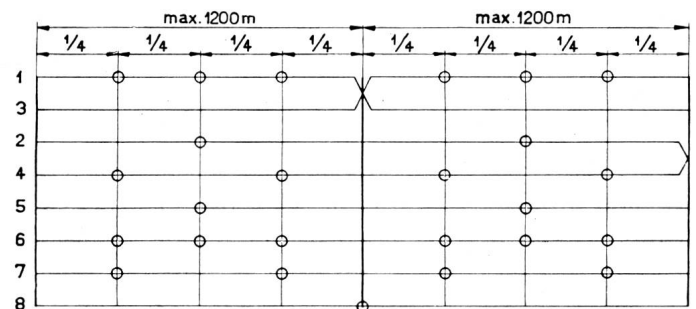


Fig. 12. Vierertraversenleitung mit zwei Schlaufenkreuzungen

die Auskreuzung von Freileitungen mit Phantomausnutzung nur kurz gestreift.

Selbstverständlich bildet sich um die Phantomstromkreise auch ein elektromagnetisches Feld. Deshalb muss man danach trachten, durch Kreuzungen sowohl die Phantomstromkreise unter sich, als auch diese gegenüber den Stammstromkreisen kopplungsfrei zu halten. Diese zusätzlichen Duplexkreuzungen sollen aber die Auskreuzung der Basisstromkreise nicht stören. Eine Duplexkreuzung ändert die Distanzen den benachbarten Stromkreisen gegenüber. Deshalb bringt ein Ausgleich der Basisstromkreise über eine Schlaufenkreuzung hinaus nicht mehr den gewünschten Erfolg. Fig. 12 zeigt die Anwendung dieser Grundsätze für eine Leitung mit Vierertraversen und zwei Phantomleitungen.

Le déparasitage des tubes d'éclairage à fluorescence dans la gamme de 150 à 1500 kHz

Par J. Meyer de Stadelhofen, Berne

621.396.828:621.327.4

Résumé. Le comportement des tubes d'éclairage à fluorescence est tout d'abord analysé au point de vue haute fréquence. On montre que pour obtenir un déparasitage toujours efficace il faut employer simultanément un filtre de réseau et un blindage du tube. Par ce moyen on arrive avec des dispositifs simples à réduire les perturbations à $\frac{1}{10}$ de leur valeur primitive dans le cas particulier et spécialement défavorable traité à titre d'exemple.

Le nombre de plaintes concernant les perturbations dues aux tubes d'éclairage à fluorescence s'accroît de façon alarmante, comme le prouve la statistique de la figure 1 établie par la section radio de la direction générale des PTT ainsi que les constatations de l'association «Pro Radio».

Or, le succès des essais entrepris pour déparasiter ces tubes s'avère des plus capricieux. On constate que

a) les auditeurs se plaignent surtout du bruit permanent causé par les tubes et très peu des perturbations bien plus intenses, mais de faible durée, qui se produisent au moment de l'enclenchement;

b) le niveau perturbateur dépend dans de très grandes proportions du tube utilisé. (Certains tubes ne perturbent pour ainsi dire pas, tandis que d'autres gênent considérablement);

c) au cours de la vie utilisable, un même tube peut

Radioentstörung der Fluoreszenz-Beleuchtungsröhren im Bereiche von 150 bis 1500 kHz

Von Jean Meyer de Stadelhofen, Bern

621.396.828:621.327.4

Zusammenfassung. Eine typische Form von Fluoreszenzbeleuchtungsapparat wird vorerst hochfrequenzmässig analysiert. Es wird bewiesen, dass die gleichzeitige Verwendung eines Netzfilters und einer Abschirmung um die Röhre herum für eine sichere Entstörung unerlässlich ist. Messungen zeigen, dass durch einfache Massnahmen für den ausgewählten ungünstigen Fall eine Reduktion der Störungen auf $\frac{1}{10}$ ihres ursprünglichen Wertes möglich ist.

Nach einer Statistik der Radiosektion der Generaldirektion PTT und Feststellungen der «Pro Radio» nimmt die Zahl der Klagen von seiten der Radiohörer wegen Störungen durch Fluoreszenzröhren in bedrohlicher Weise zu (vgl. Fig. 1).

Der Erfolg der gewöhnlichen Störschutzmassnahmen ist aber von Fall zu Fall ganz verschieden. Es lässt sich folgendes feststellen:

a) Die Radiohörer werden durch das dauernde Geräusch der Fluoreszenzröhren mehr belästigt als durch die kräftigeren, aber kurzen Störungen, die beim Zünden der Röhre auftreten.

b) Der Störpegel variiert von Röhre zu Röhre; einige stören fast gar nicht, während andere sehr lästige Störungen hervorrufen.

c) Je nach Ort, Zeit und Raumtemperatur kann

produire des perturbations de niveaux très divers suivant les époques et la température de l'endroit où il fonctionne;

d) les dispositifs antiparasites classiques donnent des résultats extrêmement irréguliers d'une installation à l'autre;

e) des appareils d'éclairage dont les tensions perturbatrices aux bornes sont très faibles (< 1 mV) peuvent produire des perturbations relativement fortes sur les récepteurs voisins;

f) le spectre des tensions perturbatrices tombe assez rapidement en ondes moyennes et courtes. Il présente des maxima spécifiques pour chaque tube.

Les constatations b et c montrent qu'il devrait être possible de mettre au point des procédés de fabrication permettant d'obtenir avec régularité des produits bien moins perturbateurs que les tubes actuels.

En attendant de pouvoir éliminer la source des perturbations, on cherche à empêcher celles-ci de se propager.

D'après d et e, il est bien évident que les perturbations émises par le tube d'éclairage contournent les filtres placés sur les fils d'alimentation: le tube agit comme une antenne.

Il ne suffit donc pas de munir les dispositifs d'éclairage de filtres, mais il faut encore blinder les tubes pour obtenir à coup sûr un déparasitage efficace. C'est là une difficulté qui, jusqu'à maintenant, n'a pas été résolue de façon pleinement satisfaisante, c'est-à-dire à la fois élégante, économique et efficace. Il existe cependant une tentative intéressante dans ce sens. Grâce à l'amabilité de la maison *Fluora S.A.* de Hérisau, nous avons pu expérimenter un blindage qui se présente sous la forme d'une gaine métallique presque invisible que l'on peut glisser sur les tubes d'éclairage. Les lignes suivantes sont consacrées aux résultats de ces essais.

Après avoir expliqué au moyen d'un schéma HF équivalent l'action des divers éléments d'un dispositif d'éclairage sur l'intensité des perturbations, dans un cas typique¹⁾, nous verrons, d'après les mesures effectuées, quelles sont les limites de l'efficacité d'un déparasitage simple et dans quel sens il conviendrait de développer les bobines ballast et les blindages.

1. Action des divers éléments d'un dispositif d'éclairage à fluorescence sur l'intensité des perturbations

La figure 2 représente le schéma de montage d'un tube à fluorescence; d'habitude la bobine ballast Ba est asymétrique (fig. 2a); il en existe aussi de symétriques dont le bobinage, subdivisé en deux parties égales, est inséré dans chacun des conducteurs d'alimentation a et b (fig. 2b).

Analyse HF du perturbateur

Le schéma de montage est malcommode pour expliquer le fonctionnement perturbateur du dispositif d'éclairage. On peut cependant établir des

¹⁾ L'exemple donné a été choisi parce qu'il est facile à analyser et que les perturbations sont particulièrement fortes.

Klagen pro Jahr
Plaintes par an

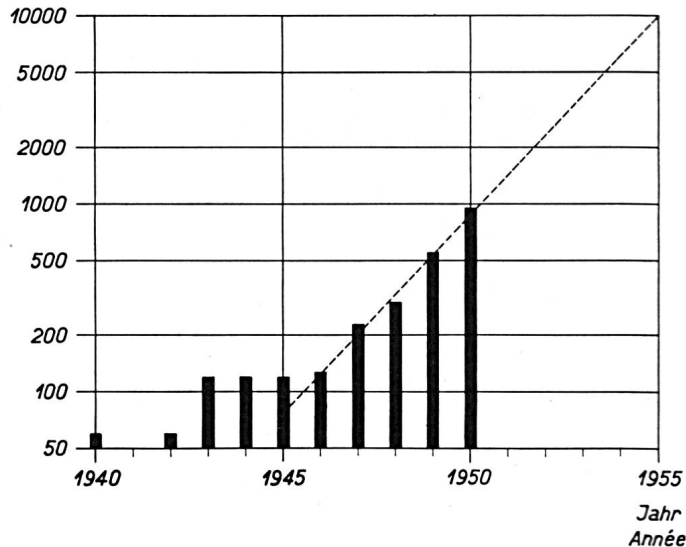


Fig. 1. Nombre des réclamations adressé par les auditeurs suisses à l'administration des PTT au sujet des perturbations radioélectriques dues aux tubes d'éclairage à fluorescence
Zahl der durch die schweizerischen Hörer an die PTT-Verwaltung gerichteten Beschwerden betreffend Radiostörungen, verursacht durch Fluoreszenz-Beleuchtungsrohren

das Störvermögen einer Beleuchtungsrohre innerhalb weiten Grenzen schwanken.

d) Oft sind die normalen Störschutzmittel unwirksam.

e) Beleuchtungsapparate mit niedrigen Klemmenstörspannungen (< 1 mV) können unter Umständen starke Störungen bei den benachbarten Empfängern verursachen.

f) Das Spektrum der Störspannungen nimmt bei höheren Frequenzen im allgemeinen ziemlich rasch ab (Bereich von 150...1500 kHz). Man kann jedoch besondere Störungsmaxima beobachten, die jeder Röhre eigen sind.

Auf Grund der Bemerkungen b und c dürfte es möglich sein, ausnahmslos störarme Fluoreszenzrohren zu erzeugen.

Bis das aber möglich ist, muss man nach Lösungen trachten, die eine Ausbreitung der Störungen verhindern.

Nach d und e ist es eindeutig, dass die durch eine Fluoreszenzrohre erzeugte Störenergie unter Umständen die eingebaute Netzabriegelung umgehen kann; die Beleuchtungsrohre als solche wirkt als Antenne.

Netzfilter genügen also nicht, um eine einwandfreie Entstörung zu erzielen. Hiezu gehört auch noch eine richtige Abschirmung um die Röhre herum. Bis anhin wurde keine voll befriedigende Lösung gefunden, das heisst, eine Abschirmung, die gleichzeitig billig, wirksam und gefällig ist. Immerhin wurde kürzlich ein interessantes Abschirmmittel auf den Markt gebracht. Es besteht aus einem grobmaschigen Metallstrumpf, der über die Beleuchtungsrohre gestülpt werden kann. Dank der Freundlichkeit der Firma *Fluora AG.* in

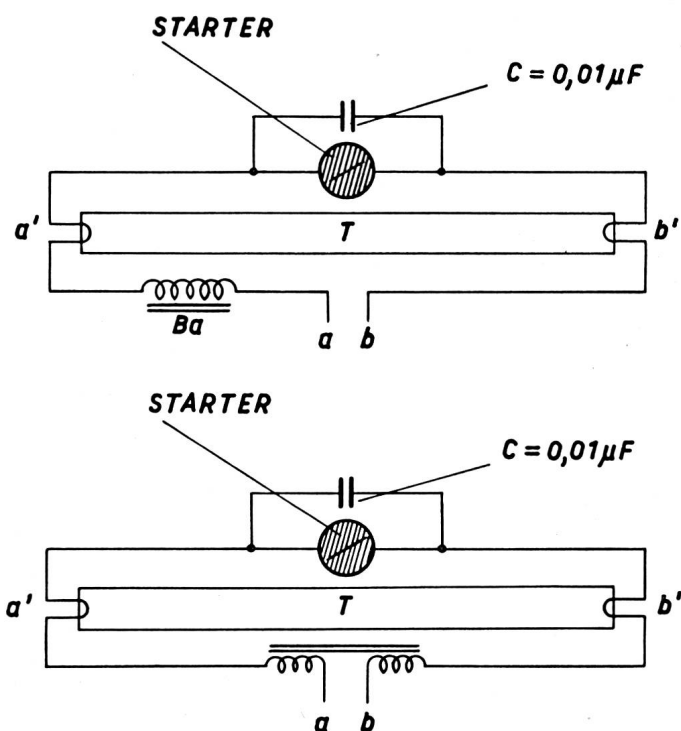


Fig. 2. Schéma de montage - Schaltschema

- 2a = Tube alimenté à travers une bobine ballast simple
Beleuchtungsrohre mit unsymmetrischer Ballastspule
- 2b = Tube alimenté à travers une bobine ballast symétrique
Beleuchtungsrohre mit symmetrischer Ballastspule

schémas équivalents HF montrant où les perturbations prennent naissance et comment elles se propagent. Comme il est toujours possible de réduire la tension perturbatrice symétrique à une valeur négligeable, on ne considérera donc ici l'appareil d'éclairage qu'en tant que perturbateur asymétrique. On obtient ainsi grosso modo le schéma équivalent de la fig. 3²⁾ où les points a et b de même que les points a' et b' de la fig. 2 sont confondus. (Par raison de simplicité et pour que les conditions expérimentales soient bien définies, la masse du dispositif d'éclairage est considérée comme terre.) Le tube perturbateur T peut être assimilé à un générateur de f. e. m. Ep dont l'un des pôles S présente une capacité C_1 par rapport à l'antenne K du récepteur R et une capacité C_2 par rapport à la masse tandis que l'autre pôle T qui a une capacité C_3 par rapport à la masse est relié aux conducteurs a' et b' alimentant le tube. (Conducteurs à considérer comme étant en parallèle à cause du condensateur C_1 du starter). La bobine Ba est pratiquement court-circuitée en HF par le conducteur b'b lorsqu'elle est asymétrique. C_4 représente la capacité entre les conducteurs d'alimentation, d'une part, et la masse M, d'autre part. U_R est la tension perturbatrice aux bornes d'un récepteur idéal R non couplé au réseau d'alimentation; U_p est la tension perturbatrice asymétrique

Herisau, die uns ein Muster zur Verfügung stellte, konnten wir die Wirksamkeit einer solchen Abschirmung prüfen. Im Nachstehenden werden die Ergebnisse dieser Untersuchung erläutert.

Zuerst wird an Hand eines HF-Ersatzschemas die Wirkung der verschiedenen Bestandteile eines Beleuchtungsapparates auf die Stärke der Störungen erklärt¹⁾. Anschliessend zeigen Messresultate von entstörten und nicht entstörten Fluoreszenzröhren im Falle einer geerdeten Armatur, welches die Grenzen der Wirksamkeit einfacher Entstörschaltungen sind und wie die Ballastspulen und Abschirmungen mit Vorteil entwickelt sein sollten.

1. Wirkung der verschiedenen Bestandteile eines Beleuchtungsapparates auf die Stärke der Störungen

In der Figur 2 ist das Schaltschema einer Leuchtstoffröhre dargestellt; normalerweise ist die Ballastspule nicht symmetrisch (Fig. 2a). Immerhin gibt es solche, die symmetrisch sind. Sie besitzen zwei gleiche Wicklungen (Fig. 2b); die eine ist in Serie mit dem Netzleiter a, die andere mit dem Netzleiter b geschaltet.

HF-Analyse des Störgerätes

Das Schaltschema eignet sich nicht für die Erklärung der Störwirkung eines Fluoreszenzbeleuchtungsapparates. Man kann aber hiezu HF-Ersatzschemata erstellen. Beispielsweise zeigen in diesem Falle die Figuren 3a und 3b²⁾ die Lage der Störquelle sowie den Weg, auf dem sich die Stör-energie fortpflanzt.

Da es verhältnismässig leicht fällt, die symmetrische Störspannung genügend zu reduzieren, hat man sich hier darauf beschränkt, den Beleuchtungsapparat als asymmetrische Störquelle zu betrachten. Das Netzklemmenpaar a und b sowie das Röhrenklemmenpaar a' und b' der Fig. 2 sind je durch einen Punkt dargestellt. Der Einfachheit halber, und um gut definierte Messbedingungen zu erhalten, wurde die Masse des Beleuchtungskörpers geerdet.

Die störende Röhre T wirkt wie ein Generator mit einer EMK Ep. Zwischen deren Klemme S und der Antenne K des Empfängers R tritt eine Kapazität C_1 auf. Zwischen S und der Masse ergibt sich eine Kapazität C_2 . Die andere Klemme T der Röhre weist eine Kapazität C_3 in bezug auf die Masse auf. Sie ist mit den Speiseleitern a' und b' verbunden. (Die Leiter a' und b' werden HF-mässig durch den Starterkondensator kurzgeschlossen.) Mit einem unsymmetrischen Ballast ist ebenfalls die Spule Ba durch die Zuleitung b' HF-mässig kurzgeschlossen. C_4 stellt die Kapazität der Speiseleitung in bezug auf die Masse dar. U_R

¹⁾ Im Ersatzschema wurde die Ballastspule als Spule mit Eisenkern dargestellt. Auf Grund der Messungen im Abschnitt 2 ergibt sich aber, dass sie eher wie ein Kondensator von 100 bis 200 pF wirkt.

²⁾ Die Schaltung eines besonders einfachen Montagefalles wurde absichtlich gewählt, um die Erklärung zu erleichtern und weil die Störungen besonders stark sind.

²⁾ Dans le schéma équivalent on a représenté la bobine ballast comme une bobine à noyau de fer; en réalité elle agit plutôt comme un condensateur de 100 à 200 pF ainsi que le montre la figure 4 du chapitre 2 relatif aux résultats de mesure.

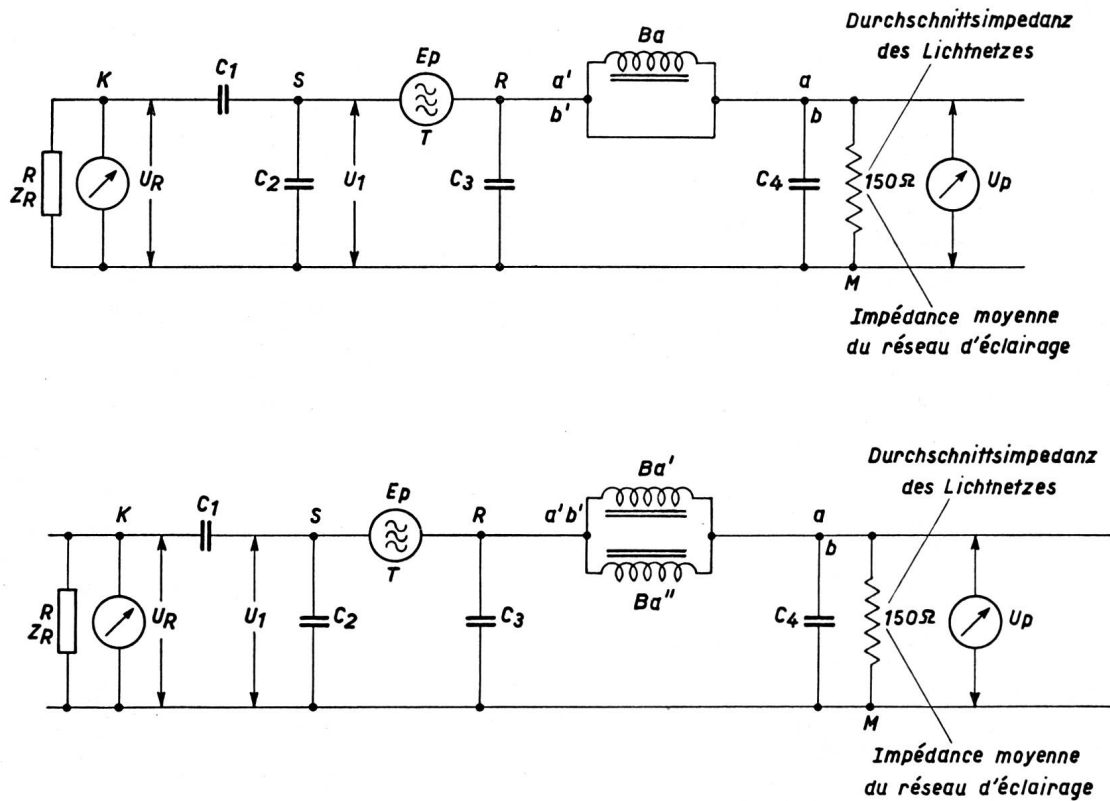


Fig. 3. Schémas HF équivalent - HF-Ersatzschemas

3a = Schéma équivalent d'un tube muni d'une bobine ballast asymétrique
 Ersatzschema für eine Röhre mit unsymmetrischer Ballastspule

3b = Schéma équivalent d'un tube muni d'une bobine ballast symétrique
 Ersatzschema für eine Röhre mit symmetrischer Ballastspule

entre la masse du dispositif d'éclairage et les conducteurs du réseau.

Remarque

Dans un cas de perturbation réel, le récepteur perturbé est affecté par la somme U_D des parasites qui lui sont transmis par voie directe (U_R) et par le réseau (U_p).

$$U_D = U_R + k \cdot U_p$$

(k est un facteur dépendant du couplage entre le réseau d'alimentation du tube et l'entrée du récepteur).

Effet d'un blindage

Lorsque l'on place un blindage autour du tube et que l'on relie ce blindage à la masse M, on réduit la capacité C_1 et l'on accroît la capacité C_2 . La diminution de C_1 entraîne évidemment une réduction de U_R . Par contre, l'accroissement de C_2 fait que l'impédance interne du générateur perturbateur, vue entre le point «a', b'» et la masse, diminue, d'où une augmentation de U_p .

Effet d'un filtre

Les éléments du circuit HF situé entre les bornes a' b' du tube et les bornes a b M de l'appareil d'éclairage déterminent la valeur de la tension perturbatrice U_p . Pour la réduire, on groupe ces éléments

bezeichnet die Klemmenspannung eines idealen Empfängers ohne HF-Kopplung mit dem Speisernetz; U_R ist die asymmetrische Spannung zwischen den Netzklemmen und der Masse des Beleuchtungskörpers.

Bemerkung

In einem wirklichen Störfalle wird die Empfangsanlage durch die Summe U_D der Störungen, die direkt (U_R) sowie über das Netz (U_p) zu ihr gelangen, beeinflusst.

$$U_D = U_R + k \cdot U_p$$

(Der Koeffizient k ist von den Ankopplungsverhältnissen zwischen dem Speisernetz der Röhre und dem Eingang des Empfängers abhängig.)

Wirkung einer Abschirmung

Wenn man um die Röhre herum eine Abschirmung anbringt, die mit der Masse M verbunden ist, wird die Kapazität C_1 kleiner und die Kapazität C_2 grösser. Die Verkleinerung von C_1 bewirkt eine Herabsetzung von U_R und die Vergrößerung von C_2 eine Erhöhung von U_p , weil der innere Widerstand des Störgenerators zwischen dem Punkt «a, b» und der Masse kleiner wird.

Wirkung eines Filters

Die Grösse der Störspannung U_p ist vom Wert der Schaltelemente abhängig, die sich zwischen

de façon qu'ils constituent un filtre passe-bas ou un diviseur de tension. Par raison d'économie, on cherche à utiliser autant que possible les bobines et condensateurs déjà nécessaires pour l'éclairage. Ainsi que le montre le schéma équivalent de la fig. 3, il est facile avec une bobine ballast symétrique de réaliser un filtre en π efficace et économique en ajoutant des condensateurs shunts en C_3 et C_4 . Avec une bobine ballast asymétrique il faut avoir recours à des bobinages auxiliaires comme on le verra plus loin.

La fig. 3 montre, d'autre part, que le champ électrique au voisinage d'un tube d'éclairage ne doit guère subir de changement lorsque l'on munit d'un filtre l'alimentation de ce tube.

En effet, ce champ est directement proportionnel à la tension U_s entre le point S et la masse M, tension constante et égale à E_p pour toute valeur de $C_3 \gg C_2$ (ce qui est toujours pratiquement le cas avec des tubes non blindés).

2. Mesures de l'efficacité de quelques dispositifs de déparasitage simples

Les dispositifs essayés (voir figure 4) ont été classés en deux groupes principaux selon que la bobine ballast de l'appareil d'éclairage est asymétrique ou symétrique. Les variantes sont désignées par des numéros à 2 chiffres; le chiffre des dizaines indique le groupe

1 = ballast asymétrique

2 = ballast symétrique

et le chiffre des unités caractérise le mode de branchement des éléments antiparasites.

Schémas sans bobines de symétrisation: n° 10, 11, 12 et 13;

Schémas avec bobines de symétrisation: n° 14, 15, 16, 17;

Schémas avec bobines symétriques: n° 20, 24, 25, 26, 28, 29;

Schéma recommandé par le fabricant du bas métallique: n° 29.

Pour simplifier les schémas, on n'a pas dessiné les tubes ni le starter. Tous les condensateurs entre conducteurs et masse ont 2500 pF et les condensateurs symétriques (entre a et b), 0,1 μ F. On trouvera à la figure 5 la valeur de l'impédance des bobines utilisées.

Les bobines D et Bs sont de petits éléments de déparasitage sur noyau de fer; elles n'ont pas d'influence sur le fonctionnement du dispositif d'éclairage en BF.

Résumé et analyse des principaux résultats de mesure

La tableau I reproduit les principaux résultats de mesures qui sont ensuite comparés entre eux dans les tableaux II et III.

a) Essais sans blindage du tube

Dans tous les cas, le champ à 1 m mesuré avec un récepteur couplé au perturbateur par une antenne baguette ne change pratiquement pas.

den Klemmen a'b' und den Klemmen a b M befinden. Um die Störspannung U_p herabzusetzen, sind diese Elemente so zusammenzuschalten, dass sie ein Tiefpassfilter oder einen Spannungsteiler bilden. Mit Vorteil können die bereits für Beleuchtungszwecke vorhandenen Spulen und Kondensatoren benützt werden.

Wie Figur 3 zeigt, kann mit einem symmetrischen Ballast und durch Zuschaltung von Kondensatoren bei C_3 und C_4 leicht ein billiges und wirksames π -Filter gebildet werden. Mit einem unsymmetrischen Ballast bedarf man dagegen noch besonderer Hilfsdrosseln.

Aus dem Schema der Figur 3 ergibt sich auch, dass das elektrostatische Feld in der Umgebung der Röhre keine wesentliche Änderung durch das Einschalten einer HF-Sperre auf den Netzleiter a und b erfahren sollte. Tatsächlich ist dieses Feld direkt proportional zur Spannung U_s , die konstant ist, und die ungefähr den Wert von E beträgt, solange $C_3 \gg C_2$. (Dies ist praktisch immer mit ungeschirmten Röhren der Fall.)

2. Messung der Wirksamkeit einiger einfacher Entstörungsmittel

Es wurden zwei Hauptgruppen von Entstörungen geprüft (vgl. Fig. 4). Die erste Gruppe ist mit asymmetrischen Ballastspulen versehen, die zweite mit symmetrischen. Die einzelnen Varianten sind mit zweistelligen Nummern bezeichnet. Die Zehnerzahl ist

1 für Schaltungen mit symmetrischer Ballastspule

und 2 für Schaltungen mit asymmetrischer Ballastspule.

Die Einheitszahl bezeichnet die Art und Weise der Verbindung der Schaltelemente.

Die Grösse der Impedanz der benützten Spulen ist in Figur 5 dargestellt.

Ballastspule mit einfacher Wicklung; Schaltungen ohne Symmetriedrosseln; Schema 10, 11, 12, 13;

Schaltungen mit Symmetriedrosseln Bs.; Schema 14, 15, 16, 17;

Ballastspule mit symmetrischen Wicklungen; Schema 20, 24, 25, 26, 28, 29;

Schaltung, wie sie vom Strumpffabrikanten empfohlen wird, Schema 29. (Sämtliche Kondensatoren zwischen Leiter und Masse weisen eine Kapazität von 2500 pF auf.)

Um die Schemata vereinfachen zu können, wurden die Röhre und der Starter nicht eingezeichnet.

Sämtliche Kondensatoren, die sich zwischen einem Leiter und der Masse befinden, haben eine Kapazität von 2500 pF, die symmetrischen Kondensatoren (zwischen a und b) eine solche von 0,1 μ F.

Die Spulen D und Bs sind kleine Entstörungselemente, die keinen Einfluss auf die Beleuchtung ausüben.

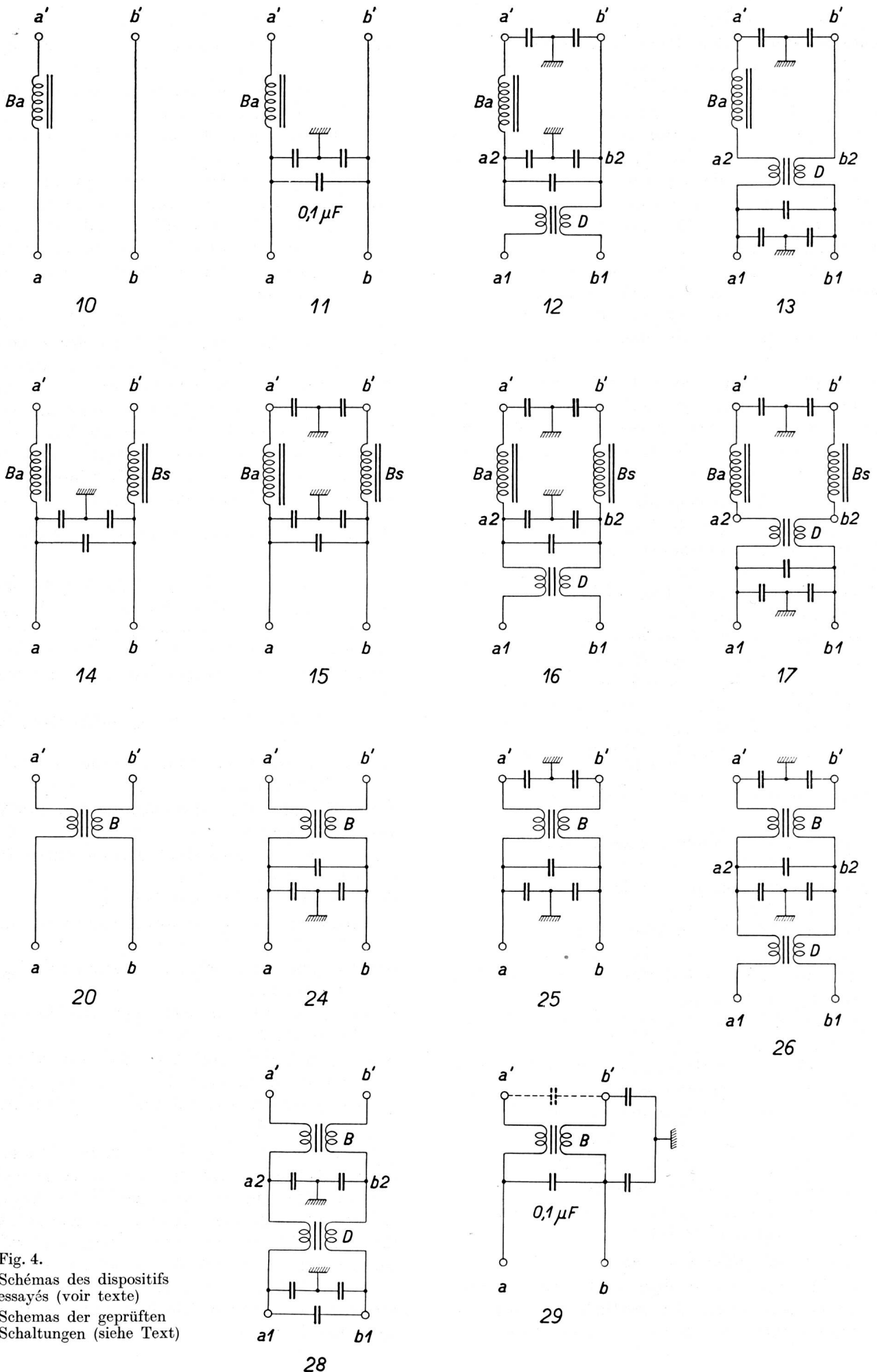


Fig. 4.
 Schémas des dispositifs
 essayés (voir texte)
 Schemas der geprüften
 Schaltungen (siehe Text)

La tension perturbatrice asymétrique entre les conducteurs d'alimentation du dispositif d'éclairage et sa masse subit les modifications indiquées par le *tableau II* ci-après. On a pris comme niveau de référence la tension perturbatrice aux bornes d'un appareil non déparasité et muni d'une bobine ballast non symétrique (schéma 10).

Les groupes de mesures 101/119 et 103/121 exécutés dans des conditions semblables, mais avec des tubes différents, montrent la difficulté de faire des comparaisons précises: dans le premier cas, le fait d'utiliser un ballast symétrique au lieu d'un ballast non symétrique réduit U_P environ $\frac{1}{4}$ de sa valeur originale en ondes longues et n'a presque aucun effet en ondes moyennes. Dans le second cas, les perturbations tombent à environ $\frac{1}{8}$ de leur valeur originale en ondes longues et à $\frac{1}{3}$ en ondes moyennes. Les résultats du groupe de mesures 103/121 correspondent cependant assez bien à la moyenne des observations faites à diverses reprises.

D'après les mesures 101 et 105, on voit qu'avec un *triangle de condensateurs normal* $0,1 \mu F + 2 \times 2500 pF$ aux bornes d'un dispositif d'éclairage à bobine non symétrique les perturbations sont trois fois plus faibles en ondes longues tandis qu'en

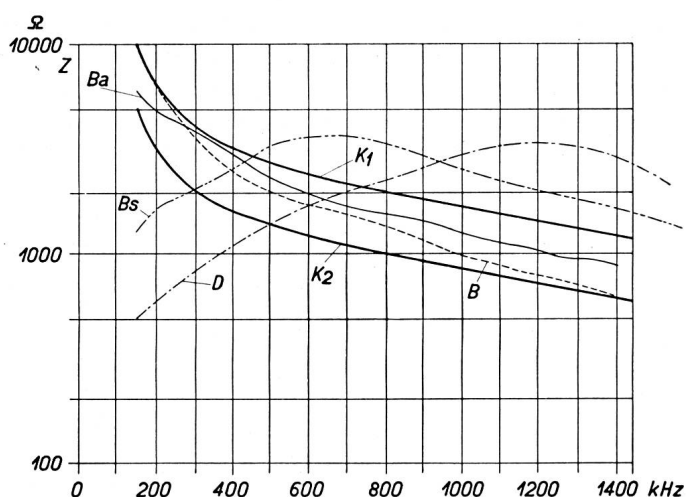


Fig. 5a. Impédance des bobines entrant dans les dispositifs essayés
Impedanz der verwendeten Drosseln

Zusammenfassung und Bewertung der Hauptmessresultate

Die *Tabelle I* gibt die gefundenen Messwerte wieder, während die *Tabellen II* und *III* eine Gegenüberstellung dieser Resultate veranschaulichen.

a) *Entstörungsversuche ohne Abschirmung der Röhre*

Die Störfeldstärke wurde mit einer Stabantenne quer zur Röhre in einer Distanz von 1 m gemessen. Bei den verschiedenen Anordnungen blieb sie praktisch unverändert.

Die nachfolgende *Tabelle II* zeigt, wie sich die asymmetrische Störspannung U_P ändert. Als Bezugspegel wurde die asymmetrische Störspannung an den Klemmen eines nicht entstorren Beleuchtungsapparates gewählt, der eine nicht symmetrische Ballastdrossel aufwies (Schema 10).

Die Messungen 101/119 und 103/121, die unter den gleichen Verhältnissen, aber mit zwei verschiedenen Röhren ausgeführt wurden, zeigen, wie schwierig es ist, genaue Vergleiche anzustellen. Im ersten Falle hatte die Verwendung einer symmetrischen Ballastspule statt einer nicht symmetrischen eine Herabsetzung der Störspannung auf $\frac{1}{4}$ ihres ursprünglichen Wertes im Langwellenbereich zur Folge, während sich im Mittelwellenbereich keine wesentliche Veränderung bemerkbar machte. Im zweiten Falle hingegen sank die Störspannung auf $\frac{1}{8}$ bei den langen Wellen und auf $\frac{1}{3}$ bei den Mittelwellen. Die Messungen 103/121 stimmen aber ziemlich mit dem Durchschnitt unserer Beobachtungen überein.

Bei der Messung 105 benützte man ein gewöhnliches Kondensatordreieck ($0,1 \mu F$ sym. und $2500 pF$ zwischen jedem Leiter und der Masse), das bei den Netzklemmen des Beleuchtungskörpers eingeschaltet wurde. Mit einem nicht-symmetrischen Ballast ergibt sich somit eine Senkung der Störspannung U_P auf $\frac{1}{3}$ im Langwellenbereich und im Mittelwellenbereich auf 0,6 bis 0,15 des ursprünglichen Wertes (Messung 101).

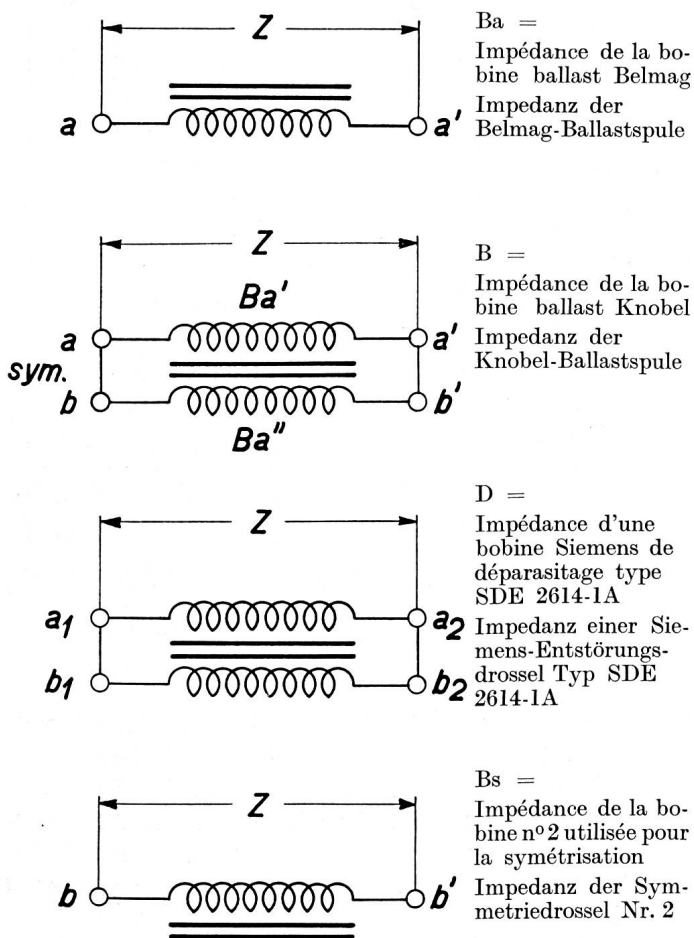


Fig. 5b. Mode de branchement des bobines pour les mesures dont les résultats sont indiqués par la figure 5a
Schaltung der Spulen, deren Impedanzen in Figur 5a dargestellt sind

Tableau I

Résumé des mesures concernant le déparasitage de tubes à fluorescence (220 V - 50 Hz)
Zusammenfassung der Messungen

Tabelle I

U_p = tension aux bornes de l'appareil d'éclairage / asymmetrische Klemmenspannung

$U_R \approx$ champ électrique à 1 m du tube / Feldstärke in 1 m Entfernung von der Beleuchtungsröhre (mit einer Stabantenne gemessen)

Mesure n° Messung		Avec bobine Siemens SDE 2614 Mit Drosselspule SDE 2614	Symétrisation par bob. aux n°s Symmetrierung durch Spule Nr.	Schéma	N° du tube Nr. der Röhre	Blindage Abschirmung — = sans + = avec ohne mit	Niveau perturbateur en dB; (0 dB = 1 μ V) Störpegel							
							160		240		550		1400 kHz	
							U_p	U_R	U_p	U_R	U_p	U_R	U_p	U_R
101				10	5	—	44	57	45	59	42	43	37	32
102				10	5	+	67	39	70	38	72	30	57	6
103				10	1	—	46	46	43	46	53	46	42	31
104				10	1	+	71	36	76	31	76	26	57	6
105				11	5	—	31	57	37	59	38	48	20	34
106				11	5	+	62	40	64	40	66	34	50	19
107				11	1	+	72	35	68	31	70	26	46	6
108		×		12	1	+	62	30	52	33	44	34	<20	8
109		×		13	1	+	60	30	54	31	44	31	<20	6
110			1	14	5	—	41	54	32	59	24	46	14	33
111			1	14	5	+	61	45	54	36	44	26	34	< 6
112			2	14	1	+	60		47		44		24	
113			1	15	5	—	44	50	31	58	22	48	14	34
114			2	15	1	—	57	46	44	46	33	48	20	32
115			1	15	5	+	47	39	43	46	24	37	<20	18
116		×	2	16	1	—	48	46	30	46	20	48	<20	32
117		×	2	16	1	+	53		35		24		<20	
118		×	2	17	1	+	55		50		45		14	
119				20	5	—	30	50	35	48	42	46	34	28
120				20	5	+	45	26	51	23	60	20	50	8
121				20	1	—	26	46	26	46	42	46	33	32
122				24	5	—	26	43	30	50	34	47	<14	32
123				24	5	+	44	26	48	26	38	20	34	< 6
124				25	1	—	<14	46	20	46	28	46	14	32
125				25	5	+	33	34	35	33	38	31	<20	11
126		×		26	1	—	26	46	14	46	20	47	<14	32
127		×		26	5	+	34	36	24	32	14	31	<20	11
128		×		28	5	—	31	45	24	49	26	46	14	30
129		×		28	5	+	40	26	36	26	31	20	<14	6
130				29	5	+	36	32	41	31	48	30	26	10

Remarque: Les tubes n°s 1 et 5 employés pour les essais ont été choisis parmi plusieurs à cause de la stabilité de leur tension perturbatrice lors d'enclenchements successifs.

Bemerkung: Für die vorliegenden Messungen wurden von einer Anzahl Röhren die zwei besten (Nr. 1 und 5) gewählt, und zwar wegen der Konstanz ihrer Störspannung bei mehreren Einschaltungen.

ondes moyennes elles varient selon la fréquence entre 0,6 et 0,15 fois leur valeur primitive. Les mesures 103 et 124 montrent que le même triangle de condensateur utilisé avec une bobine ballast symétrique et complété par deux condensateurs de 2500 pF aux bornes du tube (schéma 25) assure un déparasitage bien plus efficace: la tension perturbatrice U_p tombe à environ 0,05 fois la tension originale entre 150 et 1500 kHz.

Avec les mêmes condensateurs, on ne parvient pas à obtenir des résultats aussi favorables en

Wenn man aber das gleiche Kondensatoren-dreieck mit einer symmetrischen Ballastspule und zwei Kondensatoren von 2500 pF an den Klemmen a' b' der Röhre benützt (siehe Schema 25), sinkt die Störspannung U_p im Bereiche von 150 bis 1500 kHz auf etwa $1/20$ des ursprünglichen Wertes (Messungen 103/124).

Mit einem unsymmetrischen Ballast kann keine gleich gute Entstörung erzielt werden, auch nicht, wenn man Symmetriedrosseln und HF-Sperrdrosseln benützt (siehe Messungen 103/116).

Tableau II

Comparaison de dispositifs de déparasitage ne comportant pas de blindage*)
Vergleich von Entstörungsanordnungen ohne Röhrenabschirmung*)

Tabelle II

Mesures Messungen	Schéma	Ballast non symétrique Unsymmetrische Ballastspule				Ballast symétrique Symmetrische Ballastspule				Schéma
		160	240	550	1400	160	240	550	1400	
No										
101/119	10	0	0	0	0 dB	-14	-10	0	-3 dB	20
103/121	10	0	0	0	0	-20	-17	-11	-9	20
101/105	11	-13	-8	-4	-17					
103/114	15	+13	+1	-20	-22	<-32	-23	-25	-28	25
103/124										
103/116	16	+2	-13	-33	<-16	-20	-29	-33	<-28	26
103/126										

*) Voir explication dans le texte — Siehe Erklärung im Text

ondes longues lorsque le ballast n'est pas symétrique, ceci même si l'on utilise une bobine auxiliaire de symétrisation et une bobine antiparasite symétrique supplémentaire (mesures 103/116).

Le meilleur déparasitage a été obtenu au moyen du schéma 26 comportant une bobine ballast symétrique et une bobine de déparasitage auxiliaire SDE 2614 (mesures 103/126).

b) Effet du blindage par bas métallique

Le bas de blindage utilisé est formé d'un tricot en fil de cuivre étamé de 0,1 mm de diamètre dont les mailles à peu près rectangulaires ont environ 4 mm sur 5.

Si l'on prend comme référence le niveau perturbateur constaté avec un tube non blindé équipé d'un ballast asymétrique (mesure 101) on constate, selon les montages, les variations indiquées par le tableau III³⁾:

Die beste der einfachen Entstörungen wurde mit der Schaltung 26 erreicht, die eine symmetrische Drosselspule und eine Sperrdrossel SDE 2614 enthält (Messungen 103/126).

b) Wirkung der Röhrenabschirmung mittels eines metallischen Strumpfes

Versuchsweise wurde ein gestrickter Strumpf aus 0,1 mm \varnothing verzinnem Kupferdraht mit Maschen von ungefähr 4×5 mm als Abschirmung über die Röhre gestülpt. Die nachstehende Tabelle III zeigt, mit welchem Erfolg³⁾. Als Bezugs-Störpegel wurde derjenige einer gewöhnlichen Röhre ohne Abschirmung gewählt, die mit einer nichtsymmetrischen Ballastdrossel ausgerüstet war (Messung Nr. 101).

Ohne Netzfilter schadet die Abschirmung mehr, als sie nützt. Das Störfeld in der Umgebung der

³⁾ Il se peut que la présence du blindage ait causé le déplacement d'une des fréquences particulièrement perturbées propre au tube essayé et que le déparasitage à 550 kHz apparaisse moins bon qu'il ne devrait.

³⁾ Es mag sein, dass die Abschirmung der Röhre eine Änderung der Lage einer der Frequenzen verursachte, bei welchen die verwendete Röhre am meisten störte, so dass die Entstörung bei 550 kHz etwas schlechter ausfiel.

Tableau III

Comparaison de déparasitage avec et sans blindage
Vergleich von Entstörungen mit und ohne Abschirmung

Tabelle III

Mesure Messung	Schéma	Ballast	Fréquence Frequenz kHz	U_R (\approx champ électrique) (\approx Elektrisches Feld)				U_p Tension asymétrique asym. Störspannung			
				160	240	550	1400	160	240	550	1400
101	10		sans blindage..... ohne Abschirmung ...	0	0	0	0 dB	0	0	0	0 dB
102	10		avec blindage	-18	-21	-13	-26	+23	+25	+30	+20
115	15	asym.	» »	-18	-13	-6	-14	+3	-2	-18	<-17
125	25	sym.	» »	-23	-26	-12	-21	-11	-10	-4	<-17
127	26	sym.	» »	-21	-27	-12	-21	-10	-21	-28	<-17

Sans filtre de réseau, le blindage est plus nuisible qu'utile car si, d'une part, le champ diminue au voisinage du tube, d'autre part, la tension perturbatrice à ses bornes croît fortement.

Pour obtenir un déparasitage efficace dans le cas d'un dispositif d'éclairage à ballast non symétrique, on doit se servir d'une bobine auxiliaire de symétrisation (schéma 15). On voit d'après la mesure n° 115 que l'amélioration n'est pas grande; le champ résiduel est compris entre 0,5 et 0,2 et la tension U_p tombe à 0,13 fois la valeur primitive en ondes moyennes. En ondes longues, le champ est plus faible (0,2 à 0,12) tandis que la tension perturbatrice U_p est approximativement la même qu'avec un appareil non déparasité.

Avec un ballast symétrique, on arrive à un résultat relativement satisfaisant sur toute la gamme des ondes longues et moyennes (mesures 125 et 127).

3. Conclusion

Il ressort du schéma équivalent HF d'un appareil d'éclairage à fluorescence et des mesures rapportées plus haut que pour déparasiter à coup sûr cette sorte de perturbateur, il faut le munir à la fois d'un *filtre de réseau* et d'un *blindage* entourant le tube.

On arrive ainsi, sans trop de difficultés, à réduire en moyenne le champ électrique perturbateur mesuré à 1 m du tube de même que la tension perturbatrice asymétrique aux bornes de l'appareil d'éclairage (entre la masse et les conducteurs d'alimentation) à environ $1/10$ (-20 dB) de leur valeur primitive, ceci dans la gamme de 150 à 1500 kHz⁴).

L'emploi d'une bobine ballast symétrique facilite grandement la réalisation d'un filtre (diviseur de tension) à la fois efficace et bon marché; il est même indispensable pour un bon déparasitage en ondes longues. On pourrait accroître l'efficacité antiparasite de la bobine ballast en réduisant la capacité répartie de son bobinage. Quant au blindage, il ne devrait pas être placé trop près du tube: la gaine métallique essayée constitue un pis aller.

Dans certains cas, on pourrait songer à réaliser un blindage au moyen d'un vernis conducteur appliqué aux supports et grilles de diffusion de lumière non métalliques.

Röhre mag wohl sinken; dafür aber steigt die Störspannung an den Netzklemmen in beträchtlichem Masse.

Um im Falle der Verwendung einer nicht symmetrischen Ballastspule eine wirksame Entstörung zu erreichen, bedarf man einer Symmetriedrossel (Schema 15). Die Messung 115 zeigte, dass in diesem Falle die Verbesserung sehr gering war. Bei den Mittelwellen betrug das Störfeld noch $1/2$ bis $1/5$ seines ursprünglichen Wertes und die Störspannung U_p $1/8$. Im Langwellenbereich war das Störfeld etwas kleiner ($1/5$ bis $1/8$ des ursprünglichen Wertes). Dagegen blieb die Störspannung U_p ungefähr gleich gross, so als ob keine Entstörung vorgenommen worden wäre.

Nur mit symmetrischen Ballastspulen wurde im Lang- und Mittelwellenbereich eine einigermaßen gute Wirkung erzielt (Messungen 125 und 127).

Schlussfolgerungen

Das HF-Ersatzschema einer Fluoreszenzbeleuchtungsapparatur und die vorerwähnten Versuche zeigen, dass nur bei gleichzeitiger Verwendung eines Netzfilters und einer Abschirmung um die Röhre eine sichere Entstörung erreicht werden kann. Auf diese Weise ist es möglich, das Störfeld (gemessen in einem Abstand von 1 m senkrecht zu der Röhre) und die asymmetrische Störspannung an den Klemmen des Beleuchtungsgerätes im Durchschnitt auf $1/10$ (-20 dB) ihres ursprünglichen Wertes im Bereiche von 150 bis 1500 kHz zu reduzieren⁴). *Um eine billige und wirksame Radioentstörung zu erlangen, ist die Verwendung einer symmetrischen Ballastspule sehr vorteilhaft, im Langwellenbereich sogar unentbehrlich.* Eine kapazitätsarme Wicklung für die Ballastspule würde deren Entstörwirkung erhöhen. In bezug auf die Abschirmung wäre es besser, wenn sie nicht allzunahe bei der Röhre angebracht würde. Darum sollte das Montieren eines Abschirmstrumpfes im direkten Kontakt mit der Glasröhre nur als Notlösung betrachtet werden.

Für gewisse Fälle würde es sich empfehlen, die Abschirmung mittels eines leitenden Überzuges an den nicht metallischen Armaturen und Lichtzerstreuern vorzunehmen.

⁴) Certains schémas décrits comportent quatre condensateurs de 2500 pF entre conducteurs reliés au réseau et la masse. Ceci est conforme à l'ordonnance du département fédéral des postes et chemins de fer du 29 I 1935. Les normes de l'ASE n° 170 f du 14 XI 1942 concernant les condensateurs de déparasitage sont plus sévères et n'autorisent pas l'emploi d'une capacité totale plus grande que 5000 pF entre conducteurs et masse.

⁴) Unter den beschriebenen Schemata gibt es solche, die vier Kondensatoren von je 2500 pF zwischen netzverbundenen Leitern und Masse aufweisen. Dies entspricht den Weisungen der Verfügung vom 29. I. 1935 des Eidg. Post- und Eisenbahndepartementes. Die Vorschriften des SEV Nr. 170 vom 14. XI. 1942 betreffend Entstörungskondensatoren sind jedoch etwas strenger, indem die grösste zugelassene Gesamtkapazität zwischen netzverbundenen Leitern und Masse 5000 pF nicht übersteigen darf.