

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 55 (1964)  
**Heft:** 14

**Artikel:** Konstruktionsprinzipien und Schaltungen moderner Vorschaltgeräte  
**Autor:** Wunderli, J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-916738>

#### 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:** 22.02.2026

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

# BULLETIN

DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS

Gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV)  
und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)

## Konstruktionsprinzipien und Schaltungen moderner Vorschaltgeräte

Von J. Wunderli, Oberglatt

621.327.534.15.077

Im Aufsatz werden Vorschaltgeräte zu Niederspannungs-Fluoreszenzlampen für den Betrieb an Netzspannung von 220 V, 50 Hz, behandelt. Einleitend wird die Funktion der Lampen beschrieben, wobei auch einige Startersysteme, deren Schaltungen, Zündungseigenschaften, Lebensdauer der Lampen und Kompensationsarten diskutiert werden. Es folgen Wicklungsaufbau, Ausführungsarten der Eisenkerne, Imprägnierung, Blechmantel, Ausführungen für besondere Verwendungszwecke und zum Schluss die Normung von Vorschaltgeräten und Anforderungen, die an solche gestellt werden.

L'auteur traite des appareils auxiliaires pour lampes à fluorescence pour branchement à un réseau d'une tension de 220 V, 50 Hz. Il décrit tout d'abord le fonctionnement des lampes, ainsi que quelques systèmes d'amorçage, dont il discute des montages, propriétés d'amorçage, durée de vie des lampes et modes de compensation. Il poursuit par la description des enroulements, des noyaux de fer, de l'imprégnation, du boîtier en tôle, d'exécutions pour applications particulières et, enfin, de la normalisation des appareils auxiliaires et des spécifications posées à ces appareils.

### 1. Einleitung

Um einen Überblick zu erhalten sind kurz der Aufbau und Zündvorgang einer Fluoreszenzlampe, inkl. die für den Zündvorgang und den Betrieb erforderlichen Startersysteme und Strombegrenzungsglieder behandelt.

Eine Niederspannungs-Fluoreszenzlampe (Fig. 1) besteht aus einem Glasrohr *G*, an dessen Enden je eine Kathode *K* in Form eines Drahtwendels eingeschmolzen ist. Im Innern des Rohres befindet sich eine Gasfüllung von sehr geringem Druck (z. B. Argon) und Spuren von Quecksilber. An der Innenseite des Glasrohrs ist eine Fluoreszenzschicht *F* angebracht. Wird nun eine Spannung an die beiden Kathoden *K* angelegt, so bewegen sich wechselweise Elektronen *B* von der einen Kathode zur andern. Beim Durchtritt durch das Gas stoßen sie auf die Elektronen *C* der Hg-Atome *A*. Dadurch wird das Elektron *C* aus seiner Umlaufbahn nach *C<sub>1</sub>* abgelenkt, es kehrt aber durch die ordnende Kraft des Hg-Atoms sofort wieder in seine ursprüngliche Bahn nach *C<sub>2</sub>* zurück.

32'981-992

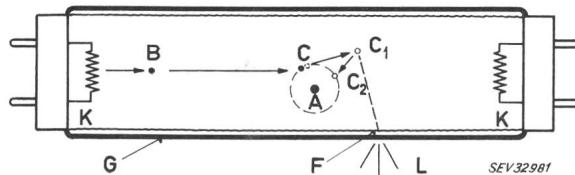


Fig. 1

#### Schematischer Aufbau einer Fluoreszenzlampe

*A* Atomkern; *B* von der Kathode emittiertes Elektron; *C*, *C<sub>1</sub>*, *C<sub>2</sub>* Elektronen des Hg-Atoms; *F* eingeschwemmte Fluoreszenzschicht; *G* Glasrohr; *K* Lampenkathoden; *L* sichtbares Licht

Durch diesen Vorgang entsteht eine elektromagnetische Strahlung. Diese hauptsächlich ultraviolette Strahlung (UV) ist für das menschliche Auge nur zum kleinsten Teil sichtbar. In der Fluoreszenzschicht *F* erfolgt eine Umwandlung der UV-Strahlung in Wellenlängen *L*, die für das menschliche Auge im sichtbaren Bereich liegen.

Zur Erleichterung des Elektronenaustrittes sind die Kathoden *K* mit einer Emissionsschicht versehen (z. B. Barium). Damit sich diese Schicht möglichst wenig abbaut ist es nötig, die Heizwendel auf ca. 800 °C zu heizen, bevor eine Zündung erfolgt. Die genügende Kathodenvorheizung muss durch das Startersystem gewährleistet sein; die Vorheizperiode beträgt in der Regel 0,5...3 s. Würde eine solche Gasentladungsstrecke ohne Strombegrenzungsglied direkt an die Netzspannung gelegt, so wären die «ordnenden» Kräfte der Hg-Atome *A* nicht mehr in der Lage ihre Elektronen *C* auf den Umlaufbahnen zu halten; somit würden die anprallenden Elektronen *B* eine lawinenartige Vermehrung, (freiwerden) von Ladungsträgern verursachen, welches der Elektrotechniker als Kurzschluss bezeichnet. Man spricht deshalb von einer negativen Strom-Spannungscharakteristik.

Zur Stabilisierung von Gasentladungen werden heute praktisch ausnahmslos Drosselpulen und Kombinationen mit Kondensatoren verwendet. Widerstände erzeugen zuviel Wirkleistung (Wärmeverluste), dadurch vermindert sich die Lichteausbeute auf etwa die Hälfte.

Kondensatoren allein hätten hohe Stromspitzen zur Folge, welche die Lebensdauer der Lampen sehr stark reduzieren würden.

### 2. Startersysteme mit bewegten Kontakten

Mit dem Starter wird die notwendige Vorheizung der Lampenelektroden und anschliessend das Durchzünden der Lampe erreicht.

Am häufigsten wird der Glimmstarter verwendet. Er besteht im wesentlichen aus einem Bimetall mit Gegenkontakt, eingebaut in einem mit Neongas gefüllten Glasrohr.

Wird die Netzspannung an die beiden Pole von *U<sub>N</sub>* gelegt (Fig. 2), entsteht diese Spannung an den Punkten *I* und *4* aber auch an *2* und *3*. Durch die Glimmentladung im Starter *S* erwärmt sich das Bimetall und biegt sich bis der Starterkontakt geschlossen ist. Dadurch sinkt die Spannung im Starter auf Null, die Elektroden werden vorgeheizt, das Bime-

tall kühlte sich ab und der Kontakt öffnete sich wieder. Durch dieses Öffnen wird in Verbindung mit der Drosselsspule eine Induktionsspannungsspitze bis zu 2 kV erzeugt, welche das Durchzünden der Lampe bewirkt. War die Vorheizdauer zu kurz, die Spannungsspitze durch ungünstigen Ausschaltmoment (0-Durchgang) ungenügend, oder die Lampe schlecht zündfähig (zu starker Abbau der Emissionsschicht), kann sich der Vorgang noch ein- oder 2mal wiederholen.

Diesen Nachteil weisen die Spezialstarter nicht auf, ausserdem helfen sie mit, die Lebensdauer der Lampen zu verlängern.

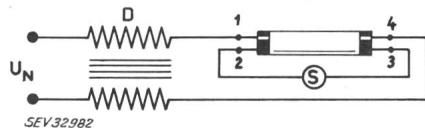


Fig. 2

**Schema einer Fluoreszenzlampe mit Glimmstarter**  
U<sub>N</sub> Netzspannung; S Starter; 1...4 Kathodenanschlüsse

Der Perfektstarter KS6 ist ein Thermostarter mit Dehnungsdrähten. Er ist in der Regel fest im Vorschaltgerät eingebaut. Der im Ruhezustand geschlossene Kontakt wird durch die Erwärmung des Dehnungsdrähtes geöffnet. Zur Speisung sind einige Volt Spannung notwendig, welche einer Wicklung der Drosselsspule entnommen werden können.

Der Extrastarter, ein abfallverzögertes Kleinrelais, mit den dem Glimmstarter gleichen Abmessungen, wurde für Anlagen mit niedrigeren Umgebungstemperaturen entwickelt. Für das einwandfreie Funktionieren sind Vorschaltgeräte mit

$$I_k \geq 1,1 I_B$$

nötig, da die Zeitverzögerung stromabhängig ist ( $I_k$  Kurzschlußstrom  $\approx$  Vorheizstrom,  $I_B$  Betriebsstrom).

### 3. Starterlose Schaltungen

Das starterlose Vorschaltgerät gestattet eine Zündung der Lampe ohne bewegliche Starterkontakte oder andere bewegliche Teile. Bei allen Schaltungen ist für den sauberen und sicheren Start eine Zündhilfe notwendig, sei es durch Erden oder Nullen der Blecharmatur bei kleinem Abstand vom Glasrohr, oder sei es in Form eines Zündstreifens an der Lampe selbst. Wichtig ist die Verwendung von handelsüblichen Rapidstartlampen. Von der Vielzahl solcher Schaltungen seien nachstehend zwei gebräuchliche herausgegriffen.

Bei der Resonanzschaltung sind die beiden Lampenkathoden, Doppeldrosselsspule und Kondensator zu einem Seriekreis zusammengeschaltet (Fig. 3). Wird die Netzspannung an die Klemmen gelegt, so werden die Elektroden sofort vorgeheizt, die Spannung über der Lampe steigt infolge Spannungsüberhöhung am Kondensator 20...30 % über den

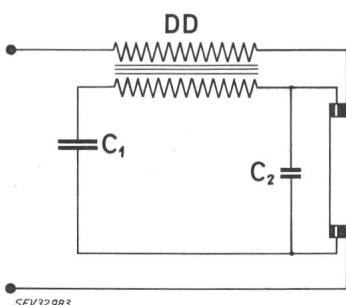


Fig. 3

**Schema einer Resonanzschaltung**  
DD Doppeldrosselsspule;  
C<sub>1</sub> Resonanzkondensator;  
C<sub>2</sub> Störschutzkondensator

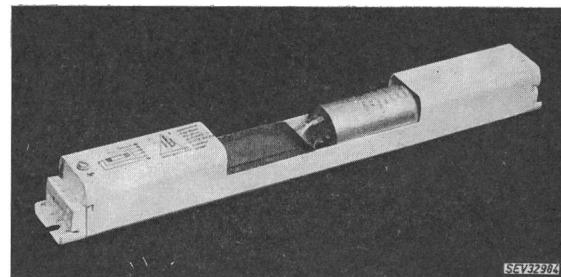


Fig. 4  
**Resonanz-Vorschaltgerät, aufgeschnitten**

Wert der Netzspannung, wodurch die Lampe zündet. Durch das Sinken auf Lampenspannung wird dieser Zustand verändert; die Drosselsspule arbeitet als Strombegrenzer und der Kondensator dient zur Blindstromkompensation, so dass dieses Gerät einen  $\cos \varphi$  von etwa 0,9 aufweist. Es kann ohne zusätzliche Sperrmaßnahmen in Netzen mit Netzkombinoanlagen eingesetzt werden. Fig. 4 stellt eine Ausführung solcher Geräte dar.

Das starterlose Vorschaltgerät (Fig. 5) mit separatem Heiztransformator, weist nebst der Drosselsspule D, wie beim gewöhnlichen induktiven Startergerät, einen Heiztransformator T und zusätzlich einen kleinen Zündkondensator auf. Die Vorheizung der Elektroden erfolgt durch die beiden Sekundärwicklungen des Heiztransformators, deren Spannung einige Volt beträgt.

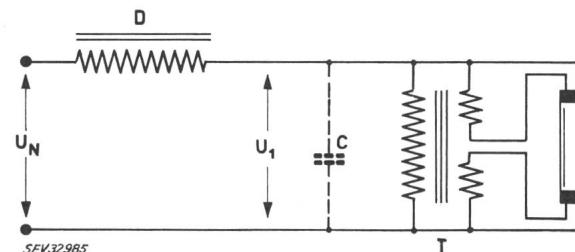


Fig. 5

**Schema einer starterlosen Schaltung**

D Drosselsspule; T Heiztransformator; U<sub>N</sub> Netzspannung; U<sub>1</sub> Zünd- und Brennspannung

### 4. Zündigenschaften und Lebensdauer von Fluoreszenzlampen mit verschiedenen Startersystemen

Während beim Betrieb mit Glimmstarter die Möglichkeit des Wiederholens des Zündvorganges besteht, weisen die Spezialstarter dieses «Zündflackern» nicht auf. Nach erfolgter Vorheizzeit von 1...3 s erfolgt die Zündung sofort und einmalig.

Der Adaption des Auges besser angepasst ist die Zündung bei starterlosem Betrieb, bei welchem der Lichtstrom innerst 0,5...1 s praktisch kontinuierlich zum Nennwert ansteigt. Fig. 6a...c zeigen Oszillogramme von Licht- und Lampenstrom bei der Zündung, wobei Fig. 6a vergleichsweise den Einschaltvorgang einer Glühlampe darstellt.

Die Zündfähigkeit der Lampen hängt einerseits von der Umgebungstemperatur der Lampen und anderseits vom Startersystem ab. Glimmstarter gewährleisten eine Zündung bis ca. — 5 °C, Spezialstarter je nach Lampentyp von — 15 bis — 30 °C. Bei starterlosem Betrieb mit separatem Heiztransformator werden — 5 °C als untere und ca. + 50 °C als obere Grenze angegeben. Bei Verwendung der Resonanzschaltung sind die Grenzwerte bei — 15 °C und + 60 °C.

Mit Glimm- und Spezialstartern könnte auch bei höheren Umgebungstemperaturen als 50...60 °C eine sichere Zündung erzielt werden. Diese Temperaturen sollten jedoch aus folgenden Gründen nicht überschritten werden: Die Wicklung der gewöhnlichen Vorschaltgeräte, welche eine eigene Übertemperatur von ca. 50 °C aufweisen, erreichen bei z. B. 60 °C Umgebungstemperatur eine effektive Temperatur von 110 °C. Dieser Wert ist als max. Wert zu betrachten, bei welchem die Lebensdauer des Vorschaltgerätes noch mit einigen Jahren garantiert ist.

Die Lebensdauer der Fluoreszenzlampen wird beim Betrieb mit Glimmstartern bei einem Zyklus von 3 h «Ein», und 20 min «Aus» mit ca. 7000 h angegeben.

Mit Thermostartern wird eine wesentlich längere Lebensdauer erreicht, desgleichen mit Extrastartern. Bei starterlosem Betrieb mit Rapidstartlampen erreicht man heute ebenfalls eine Brenndauer von 6000...8000 h.

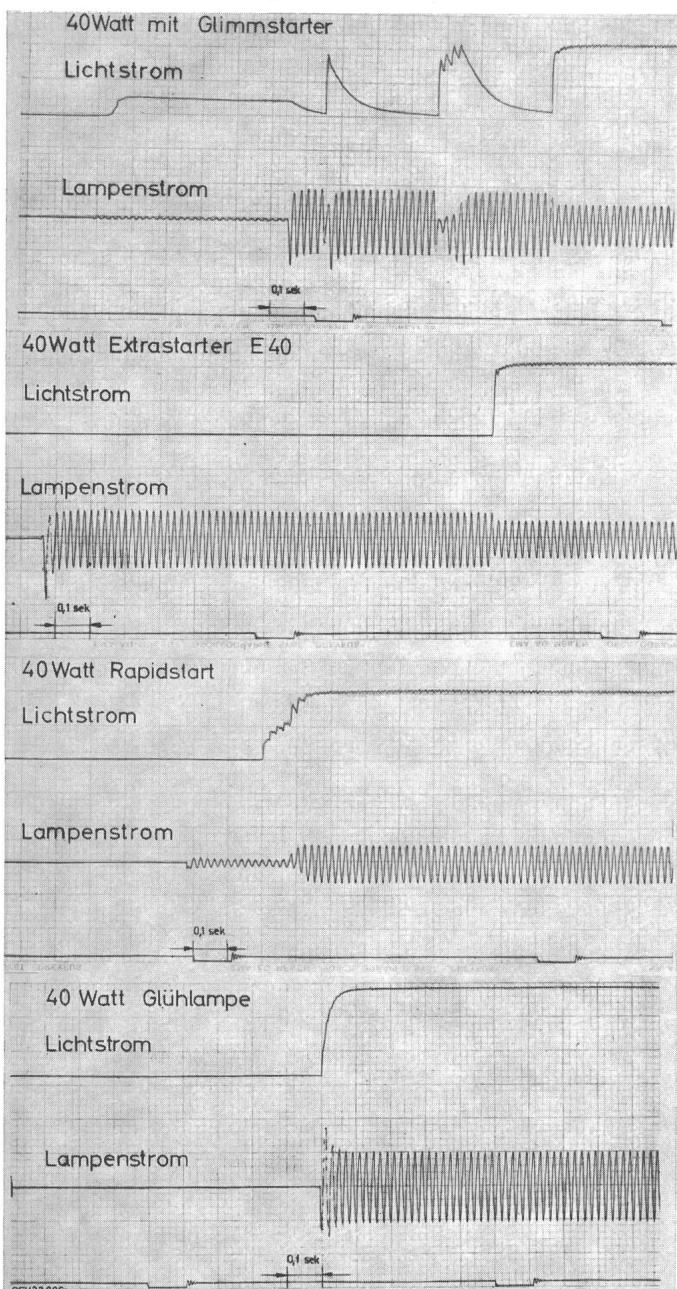


Fig. 6  
Oszillogramme von Zünd- und Einschaltvorgängen

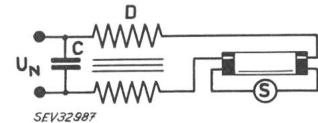
a Zündvorgang bei Glimmstarter; b Zündvorgang bei Extrastarter; c Zündvorgang bei Rapidstart; d Einschaltvorgang einer Glühlampe

Betrachtet man die Lichtstromabnahme in Funktion der Brenndauer, so zeigt es sich, dass es zweckmäßig ist, sämtliche Röhren nach 6000...8000 h zu ersetzen.

## 5. Kompensationsarten

Die Verwendung der Drosselspule als Strombegrenzungsglied bewirkt eine Phasenverschiebung von Strom und Spannung, die je nach Lampenleistung verschieden ist. Bei der gebräuchlichsten 40-W-Lampe beträgt der Leistungsfaktor

Fig. 7  
Schaltschema einer einzelkompensierte Glimmstartschatzung  
U<sub>N</sub> Netzspannung; S Starter; C Kondensator; D Drosselspule  
SEV32987

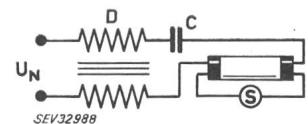


(cos φ) ca. 0,5. Die Elektrizitätswerke verlangen in der Regel einen Leistungsfaktor von 0,85...0,95. Dieser Wert kann erreicht werden durch:

- Einzelkompensierte Geräte (Fig. 7).
- Gruppen- oder Zentralkompensation ganzer Anlagen mit Hand- oder automatischer Steuerung.
- Kapazitive Geräte. Sie sind ohne zusätzliche Massnahmen in Netzen mit Tonfrequenzsteuerung verwendbar (Fig. 8).

Bei den starterlosen Schaltungen wird die Blindstromkompensation wie oben ausgeführt (Ausnahme bildet die bereits besprochene Resonanzschaltung).

Fig. 8  
Schaltschema einer kapazitiven Glimmstartschatzung  
Bezeichnungen s. Fig. 7  
SEV32988



## 6. Der Wicklungsaufbau

Die Wicklung wird auf einen Spulenkörper aus Isoliermaterial, in der Regel Elektropreßspan, angebracht. Sie besteht aus kunstharzisoliertem Kupferdraht und wird lagenweise, für Normalausführungen mit Pergamentersatzpapier isoliert. Obwohl die heute verwendeten Lackdrähte auf Basis Polyvinylacetat (Wärme Klasse B = 120 °C) oder Terephthal-säureester (Wärme Klasse F = 155 °C) eine lagenweise Isolierung nicht mehr erfordern würde, zeigte die Praxis, wie wertvoll auch beim heutigen Stand der Technik die zusätzliche Sicherheit ist. Durch die absolut kreuzungsfreie Wicklungsart und die Distanzierung der einzelnen Windungen auf der gleichen Lage, wird die Möglichkeit der Bildung eines Windungsschlusses auf ein Minimum reduziert.

Spulenkörper und Außenabdeckung sind elektrisch so zu bemessen, dass sie auch bei starken Beanspruchungen, wie hohe Luftfeuchtigkeit und Temperatur, die erforderliche Prüfspannung von 2000 V~ während 1 min aushalten.

## 7. Eisenkernaufbau

Die bereits ausgeführten Kernformen, die zum Teil noch heute zur Anwendung gelangen, zeigt Fig. 9a...o.

## 8. Blechgehäuse

Aus Rationalisierungsgründen, ursprünglich herrührend vom Wunsche nach schmalen Leuchten, werden heute die Vorschaltgeräte zum weitaus grössten Teil in der schmalen Bauform «x» 40 × 40 mm ausgeführt. Das Gehäuse, als geschlossener Blechmantel erfüllt verschiedene Aufgaben:

- Mechanisches Festhalten von Wicklung und Eisenkern ohne Schrauben und Nieten.
- Abschirmung der magnetischen Streufelder, welche in der Nähe liegende Metallteile zum Schwingen («Brumm») anregen

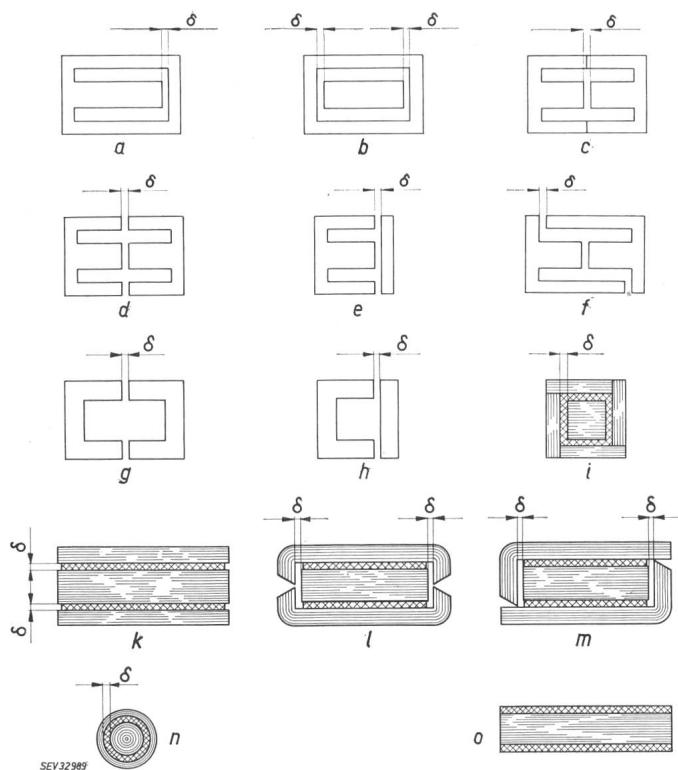


Fig. 9

## Eisenkernausführungsarten

*a* Magnetkern (*M*) mit gestanztem Luftspalt; *b* *M* mit eingesetztem Mittelsteg; *c* *E* mit Luftspalt am Mittelsteg; *d* Doppel-*E*; *e* *E*+*I*; *f* Doppel-*F*; *g* Doppel-*U*, 1 oder 2 Schenkel bewickelt; *h* *U*+*I*, 1 oder 2 Schenkel bewickelt; *i* äussere 4 Pakete und innere Bleche aus Streifen; *k* äussere 2 Pakete und innere Bleche aus Streifen; *l* äussere 2 Pakete aus gebogenen Streifen und innere Bleche aus Streifen; *m* andere Ausführungsart von *l*; *n* Mantel und Kern aus gerollten Blechen, Innenkern aus festem oder gesintertem Material; *o* Innenkern aus Streifen, keine äussere Bleche, nur für lange dünne Bauform (ähnlich Stabstromwandler);  $\delta$  Luftspalt.

könnten, oder beim Eindringen in die Gasentladungsstrecke die gleichmässige Lichtabgabe der Lampe stören würden.

c) Aufnahme der Anschlussklemme und gegebenenfalls des Startersockels.

## 9. Imprägnierung

Richtig und sorgfältig durchgeführt, stellt die Imprägnierung eine beträchtliche Vergütung des Vorschaltgerätes dar. Die isolationstechnischen Eigenschaften werden verbessert und das Eigengeräusch vermindert.

Zum Einsatz kommen Lacke auf der Basis von Phenol- und Polyesterharzen, wobei es bei jenen von Vorteil ist, wenn sich der Härtungsprozess nur durch Wärme (ohne Vorhandensein von Sauerstoff) vollzieht, da die Zufuhr von Luft in die inneren Wicklungsteile sehr schwer durchzuführen ist.

Für besondere Anwendungen können Epoxydharze verwendet werden, die sich ausser den guten dielektrischen Eigenschaften auch durch ausserordentlich hohe mechanische Festigkeit auszeichnen.

Imprägniermittel auf «Bitumen»-Basis wirken dank dem relativ dicken und weichen Auftrag brummdämpfend, auch weisen sie besonders im Neuzustand einen guten Schutz gegen Feuchtigkeit auf. Eingeschränkt werden diese Vorteile durch die relativ kleine thermische Belastbarkeit und durch die schlechtere Isolationsfähigkeit.

Um ein Eindringen des Imprägniermittels in die innersten Wicklungsteile durchzuführen, ist es unbedingt nötig,

ein Vakuum-Druckverfahren nach erfolgter Vortrocknung vorzunehmen.

## **10. Ausführungen von Vorschaltgeräten für besondere Verwendung**

Da die Normalgeräte für direkte Umgebungstemperaturen von 35 °C gebaut sind, ist es oft nötig, wärmefeste Ausführungen herzustellen. Mit Hilfe von Terephthsäureester-Lackdrähten, von Glasseide, Mikaprodukten oder ähnlichem als Zwischenlagenisolation, Glasfasern oder Silikonschlüuchen als Isolation zwischen Spule und Klemme, sowie mit den entsprechenden Imprägniermitteln ist es möglich, Geräte für Umgebungstemperaturen von 80...100 °C (je nach Eigenerwärmung des Gerätes) zu bauen.

**Niedrigere Eigenverluste:** Unter Beibehalt des konstruktiven Aufbaues, durch Änderung der Wicklung und der Qualität des verwendeten Dynamobleches können z. B. bei den 40-W-Geräten die bestehenden Eigenverluste von 10 W auf ca. 8 W verringert werden. Die dadurch erlangte kleinere Eigenerwärmung gestattet den Einsatz bei höheren Umgebungstemperaturen.

**Feuchtigkeitsschutz:** Bei «trockenen» und «tropfwasser-sicheren» Vorschaltgeräten kann der Anschluss an den Klemmen erfolgen und die imprägnierte Wicklung wird die Feuchtigkeitsprüfung bestehen. «Spritzwassersichere» und «wasserdichte» Geräte müssen mit Polyester- oder Araldit-harzen vergossen werden und sind mit Anschlusskabeln zu versehen (Fig. 10).

**Explosionsschutz:** In explosionsgefährdeten Räumen und bei schlagwettergefährdeten Untertagbauten sind je nach Zündtemperatur die Eigenerwärmungen der Geräte sehr tief zu halten, außerdem müssen sie vergossen und mit Kabeln oder Spezialklemmen ausgerüstet sein.

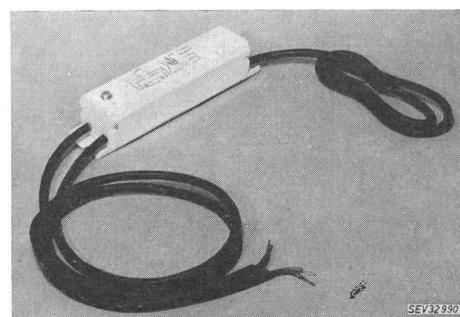


Fig. 10  
Vergossenes Vorschaltgerät

*Geringe Radiostörspannungen:* Die normale Geräteausführung mit symmetrisch unterteilter Drosselspule weist als max. Wert bei 150 kHz ca. 0,6 mV Störspannung auf. Ähnlich liegen die Werte bei Verwendung einer asymmetrischen Wicklung. Von der PTT wird als Höchstwert der Störspannung 1,0 mV zugelassen. Die noch vorhandene Sicherheit von 0,4 mV ist erwünscht, um mit Lampen, die stören, noch unter dem Höchstwert zu liegen. Die Kurven in Fig. 11 zeigen, wie mit Hilfe eines Störschutzkondensators von  $0,1 \mu\text{F}$  (parallel zum Netz geschaltet) die Störspannungen um ein Mehrfaches vermindert werden können. Bei Verwendung von asymmetrischen Drosselpulnen müsste diese Entstörung mit Mehrfachkondensatoren vorgenommen werden. Solche Anforderungen werden z. B. in Laboratorien Messräumen, Aufnahme- und Senderräumen usw. gestellt

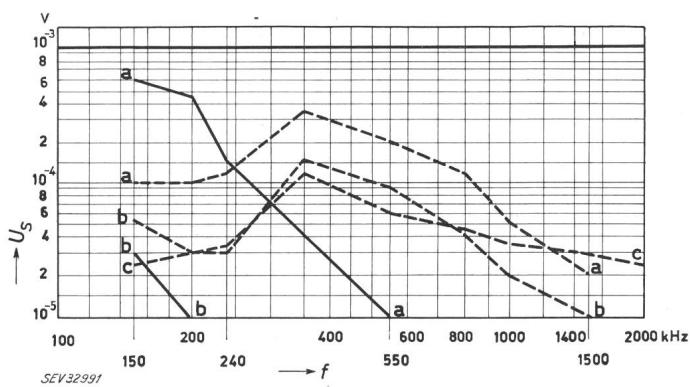


Fig. 11

Störspannungsdiagramm

- a Vorschaltgerät des Typs Rz 40 W ohne Störschutzkondensator  
 b Vorschaltgerät des Typs Rz 40 W mit Kondensator 0,1  $\mu\text{F}$ , Parallel Netz  
 c Vorschaltgerät des Typs Rzo 40 ohne zusätzlichen Störschutzkondensator (symmetrischer Wert für Rzo 40 W = < 10<sup>-5</sup> V)  
 — symmetrische Werte    --- asymmetrische Werte  
 f Frequenz; U<sub>s</sub> Störspannung

## 11. Geräte für Lichtstromregelung

Im Gegensatz zur Lichtstromregelung von Glühlampen, bei denen mit Hilfe von Regelwiderständen oder Transformatoren die Spannung an der Lampe verändert wird, sind bei Fluoreszenzlampen verschiedene Punkte zu berücksichtigen.

Das Vorschaltgerät muss in solchen Fällen starterlos sein, einen getrennt vom Strombegrenzungsteil arbeitenden Heiz-

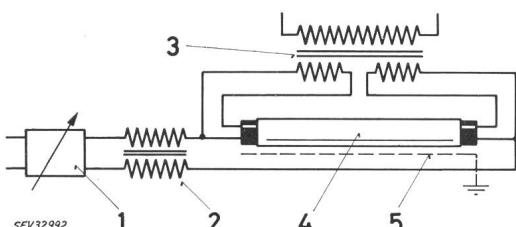


Fig. 12

Schaltschema einer Lichtregelung

- 1 Steuergerät; 2 Drosselpule; 3 besonderer Heiztransformator;  
 4 Fluoreszenzlampe; 5 Zündhilfe

## Über ein Verfahren zur Erzeugung von Oberwellen höherer Ordnung

Von G. Gotthardt, Backnang

621.373.018.3

Es werden einige gebräuchliche Verfahren zur Oberwellenerzeugung verglichen. Bei grossen Vervielfachungsfaktoren erzielt man die beste Ausbeute mit geeigneten Impulsen im Takte der Grundschwingung, denen eine der gewünschten Oberwelle annähernd gleiche Frequenz so aufmoduliert ist, dass eine intermittierende Schwingung mit jeweils konstanter Anschwingphase entsteht. Die Fourieranalyse ergibt, dass die Spektren der unmodulierten Impulse durch die Modulation um die Modulationsfrequenz verschoben werden. Damit sind wunschgemäß die Amplituden der Oberwellen in der Nachbarschaft der aufmodulierten Frequenz am grössten. Die aufmodulierte Frequenz selbst ist aber im Spektrum nicht mehr nachzuweisen, so dass kleinere Abweichungen vom Sollwert unkritisch sind und ein grösserer Aufwand für die Frequenzstabilisierung des Oszillators nicht notwendig ist. Ein Vergleich des modulierten mit dem unmodulierten Rechteckimpuls zeigt die Vor- und Nachteile beider Verfahren. Die Abkling- und Anschwingbedingungen des Oszillators werden kurz beleuchtet. Die Realisierung mit zwei verschiedenen Transistorschaltungen und einer sehr einfachen Tunneldiodenschaltung wird angegeben.

transformator aufweisen (Fig. 12) und auf die entsprechenden Röhrentypen abgestimmt sein.

Als Steuergeräte können angewendet werden:

- Widerstand als Vorwiderstand oder Spannungsteiler;
- Regeltransformator;
- Magnetischer Verstärker;
- Elektronische Geräte mit Phasenanschnitt.

Mit den ersten beiden sind Regelbereiche von ca. 12...100 % mit den letzteren solche von ca. 1...100 % des Lichtstromes möglich.

## 12. Geräte für Liftkabinen, Reklamebeleuchtungen

An Orten mit hohen Schalthäufigkeiten und wo sehr kurze Zündzeiten gewünscht werden, genügt auch das gewöhnliche starterlose Vorschaltgerät den gestellten Anforderungen nicht. Um diese Wünsche zu realisieren ist es nötig, die Kathoden wie beim Lichstromregelgerät dauernd vorzuheizen (Fig. 12). An Stelle des Steuergerätes tritt der Ein-Aus-Schalter. Mit dieser Anordnung wird eine Zündung der Lampe innerhalb  $\sqrt{0,1}$  s erreicht und dank den dauernd vorgeheizten Elektroden können bis zum Ausfall der Rapid-start-Röhre mehr als 100 000 Schaltungen ausgeführt werden.

## 13. Normung

Für bestimmte Gerätetypen konnten auch in der Schweiz die Abmessungen und Befestigungsmöglichkeiten vereinheitlicht werden. Die Gerätequalitäten haben sich in den letzten Jahren dank unablässiger Weiterentwicklung, nicht zuletzt auch auf dem Gebiete der elektrischen Isoliermaterialien, in mancher Hinsicht ganz wesentlich verbessert, so dass dem Verbraucher die Wahl zwischen verschiedenen Fabrikaten erleichtert wurde.

Die Vereinheitlichung der Anforderungen der Lampenhersteller ist bereits verwirklicht. Die verschiedenen nationalen und internationalen elektrotechnischen Kommissionen und Prüfanstalten bemühen sich, auch die vorwiegend sicherheitstechnischen Anforderungen in Übereinstimmung zu bringen, um auf weitere Sicht gesehen, die Idee der international gültigen Prüfbedingungen zu verwirklichen.

### Adresse des Autors:

J. Wunderli, c/o H. Leuenberger, Fabrik elektrischer Apparate, Oberglatt (ZH).

L'auteur compare différents procédés usuels de production d'harmoniques. Avec de grands facteurs de multiplication, on obtient le meilleur rendement par des impulsions appropriées, à la cadence de l'oscillation fondamentale, dont une fréquence approximativement égale à l'harmonique désiré est modulée de façon qu'il en résulte une oscillation intermittente ayant chaque fois une phase de lancement constante. L'analyse de Fourier indique que les spectres des impulsions non modulées décalés, par la modulation, de la fréquence de modulation. De ce fait, comme cela est désiré, les amplitudes des harmoniques sont les plus fortes près de la fréquence modulée. Celle-ci n'est toutefois plus notable dans le spectre, de sorte que de faibles écarts par rapport à la valeur requise ne sont pas critiques et que la stabilisation de fréquence de l'oscillateur peut être obtenue sans grandes complications. Une comparaison entre l'impulsion rectangulaire modulée et l'impulsion non modulée montre les avantages et les inconvénients des deux procédés. Les conditions d'amortissement et de lancement de l'oscillateur sont brièvement exposées. L'auteur décrit la réalisation avec deux différents montages à transistors et un montage très simple à diode tunnel.