

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 59 (1968)  
**Heft:** 2  
  
**Rubrik:** Mitteilungen SEV

### **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:** 03.04.2026

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

## Neuere Entwicklungen bei Fluoreszenzlampen

621.327.534.25

[Nach: Recent developments in fluorescent lamps. Light and Lighting 60(1967)7, S. 213...222]

Die moderne Fluoreszenzlampe hat die fast fünffache Lebensdauer und die dreifache Anfangslichtausbeute der vor bald dreissig Jahren eingeführten Vorgängerin erreicht und besitzt zudem ein verbessertes Lichtverhalten mit fünfzehnfacher Lichtmenge, welche heute weniger als halbsoviel kostet wie im Jahre 1940.

Es hat vieler kleiner Verbesserungen bedurft, um dieses Ergebnis zu erreichen; mancher Schritt ist auf unterschiedliche Weise erzielt worden; gewisse Fortschritte in einer Richtung haben nachteilige Wirkungen in anderer Hinsicht ausgelöst. So ist man z. B. der Frage nachgegangen, in welchem Verhältnis der Quecksilberdampfdruck zum Druck des Füllgases der Lampe stehen muss und hat gefunden, dass die Verminderung des bisher üblichen Füllgasdruckes eine Steigerung der 254-nm-Strahlung und damit eine Erhöhung des Lichtstromes zur Folge hat, aber umgekehrt einen erhöhten Abbau der Emissionspaste der Elektroden nach sich zieht, was wiederum eine verkürzte Lebensdauer der Lampen bewirkt. Diese Erkenntnis hat zu den dreifach gewendelten Lampenelektroden geführt, welche darin bestehen, dass der Wolframdraht zuerst mit einem feineren Wolframdraht umwickelt wird. Diese beiden Drähte werden alsdann zu einer Einfach- und hernach nochmals zur Doppelwendel gewickelt, so dass der feine Draht dreimal aufgewunden ist. Die Emissionspaste wird dann aufgetragen und dank der unregelmässigen Oberflächen und vielen Zwischenlücken können die Elektroden 50 % mehr Paste aufnehmen als die bisherigen Wendeln, so dass ihre Lebensdauer trotz verstärktem Ionenbombardement — zufolge des verminderten Füllgasdruckes — eine Erhöhung erfährt. Dreifachelektroden werden hauptsächlich in Fluoreszenzlampen für starterlosen Betrieb eingebaut. Die Fülldruckreduktion hat aber auch zur Folge, dass für einen gegebenen Lichtstrom die zugeführte elektrische Leistung vermindert werden kann. Um aber die unzähligen vorhandenen Vorschaltgeräte und die bisherige Leistung beibehalten zu können, musste ein Teil des Argons als Füllgas durch Neon ersetzt werden.

Das Ziel der Weiterentwicklung von Fluoreszenzlampen ist nicht nur die Erhöhung des Lichtstromes und der Lichtausbeute, sondern auch die Herstellung von Lampentypen mit wesentlich grösserer Lichtstromabgabe als die der konventionellen Lampen. Die Wege hierzu sind mannigfaltig, z. B. durch Erhöhung des Entladungsvolumens, indem Durchmesser und Länge der Lampen vergrössert werden, oder durch Verwendung eines Argon-Kryptonmischunges für das Füllgas. Bei den typischen Hochleistungslampen werden verschiedene Methoden zur Schaffung «kalter Stellen» in den Lampen verwendet, in denen der Quecksilberdampf kondensieren kann und sich der Druck einstellt, der die 254-nm-Schaltung bewirkt. Es dienen hierzu physikalische Massnahmen, wie Entladungsröhren mit nichtkreisförmigem Querschnitt und gewellter Längenausdehnung, Röhren mit verlängerten Kühlenden oder mit Kühlpfannen in der Rohrmitte, ferner chemische Mittel mittels Cadmium- oder Indiumamalgamen, die z. B. als Pillen auf der Innenfläche des Lampenkolbens angebracht werden und eine Senkung des Quecksilberdampfdruckes verursachen.

Die Leuchtstoffentwicklung hat ebenfalls sehr viel zur Verbesserung der Fluoreszenzlampen beigetragen. Ausser den drei von der CEI genormten Lichtfarben gibt es weitere Lichtfarben, von denen die als «de Luxe» bezeichneten Lampen hohe und höchste Ansprüche an die Farbwiedergabe erfüllen. Sie sind dank der Halophosphat-Leuchtstoffe möglich geworden, welche zwei Aktivatoren aufweisen, und durch eine verfeinerte technologische Verarbeitung die Beeinflussung der Lichtfarbe an zwei Bereichen des Spektrums gestatten. Auch können die Lampen vor der Haupt-

beschlämmung mit einer weiteren Leuchtstoffschicht versehen werden, die z. B. die blau-violette Resonanzstrahlung des Quecksilbers in Rot umwandelt und damit die Farbwiedergabeeigenschaften des Lichtes vervollkommnet.

Die Verfahrenstechnik der Leuchtstoffgewinnung hat manche Fortschritte zu verzeichnen, z. B. kann jetzt das Leuchtstoffpulver auf einheitliche Korngrösse gemahlen und der Lichtverlust verringert werden, Unreinigkeiten werden besser erkannt und entfernt, die Kenntnis der Kristallstruktur erlaubt die homogene Mischung verschiedener Leuchtstoffe, die individuell angepasste Ausheizung der Leuchtstoffkomponenten und die Einführung eines ausgeklügelten Waschprozesses ermöglichen die Verbesserung der optischen Kennzeichen der Leuchtstoffe. Mit solchen und weiteren Massnahmen ist bereits das Ziel erreicht worden, dass die Lichtausbeute der heutigen de-Luxe-Lampen höher ist als jene von Standard-Lampen, die noch vor wenigen Jahren hergestellt wurden.

J. Guanter

## Aluminiumwicklungen für Wasserkraftgeneratoren

621.313.322-82:621.3.045:669.71

[Nach J. H. Walker: Aluminiumwindings for hydroelectric generators, Proc. IEE 114(1967)10, S. 1464...1470]

Die wechselnde und wachsende Preisdifferenz zwischen Kupfer und Aluminium hat die Aufmerksamkeit der Konstrukteure darauf gelenkt, Aluminium anstatt Kupfer in elektrischen Apparaten zu verwenden. Früher wurde Aluminium nur für Sammelschienen oder in etwas geringerem Mass bei Transformatoren verwendet. Die einzige Ausnahme, wo Aluminium bei rotierenden Maschinen heute das Feld beherrscht, sind die Spritzgusswicklungen für Käfigläufer. Bei Kleinmotoren mit gegebenen Aussenabmessungen erfordert die Verwendung von Aluminium anstelle von Kupfer eine Leistungsreduktion von 22 %, damit die entstehenden Verluste nicht grösser werden als bei Kupferwicklungen.

Wasserkraftgeneratoren unterscheiden sich von diesen serienmässig hergestellten Kleinmaschinen dadurch, dass sie jeweils für ganz bestimmte Bedingungen konstruiert werden. Darüber hinaus erfordern die hohen Leistungen im Bereich von 50...500 MVA und die relativ niedrigen Drehzahlen von 100...500 U./min grosse Bohrungsdurchmesser von etwa 1270...12 700 mm. Dadurch verbleibt dem Konstrukteur genügend Spielraum zur Auswahl der Kenndaten der Maschine, so dass die Verwendung von Aluminium aus konstruktiven Gründen möglich wird.

Bezüglich der mechanischen Daten und von der Verarbeitung her erfordert der Ersatz von Kupfer durch Aluminium z. B. Änderungen an der Wicklungsabstützung.

Um zwei Maschinen, von denen jeweils die eine mit Kupfer und die andere mit Aluminium bewickelt sein möge, vergleichen zu können, wird die Gleichheit der folgenden Daten vorausgesetzt:

- Polzahl
- Wicklungserwärmung
- Verhältnis der Vollast- zur Leerläuferregung
- Induktion in den einzelnen Teilen des magnetischen Pfades.

Andere Effekte, wie Änderungen der Stator- und Rotorverluste durch Änderungen im Bohrungsdurchmesser sowie in der aktiven Eisenlängen bleiben unberücksichtigt.

Eine rechnerische Untersuchung zeigte, dass bei Maschinen und Drehzahlen von 200 U./min aufwärts der Kupferpreis bei konstantem Aluminiumpreis um etwa 20 % ansteigen müsste, damit eine Maschine mit Aluminiumwicklungen mit einer mit Kupfer bewickelten Maschine konkurrieren könnte. Bei Maschinen mit Drehzahlen um 100 U./min genügt dagegen bereits eine Steigerung des Kupferpreises um 5 %, damit Maschinen mit Aluminiumwicklungen konkurrenzfähig werden.

W. Sterling

**Praktische Anwendungsmöglichkeiten der Gas-Laser**

621.375.826.038.823

[Nach O. Hintringer: Entwicklungsstand des He-Ne-Lasers und einige charakteristische Anwendungen der Gas-Laser. Elektroniker 6(1967)6, S. 303...305]

Der bekannteste Gas-Laser, nämlich der Helium-Neon-Laser, lässt sich mit Vorteil zur Lösung von Vermessungsaufgaben heranziehen, wenn man vor allem dafür sorgt, dass er eine zeitlich konstante Ausgangsleistung im transversalen Grundmodus abgibt und eine nur geringe Auswanderung des Strahles infolge thermischer Effekte aufweist. Die Vermessung erfolgt nach dem sog. Leitstrahlverfahren, bei dem als Justierlinie der Laserstrahl dient.

Ein weiteres wichtiges Anwendungsgebiet des Helium-Neon-Lasers ist die Präzisionslängenmessung durch Interferometrie. Bei einer solchen Messanordnung (Fig. 1) wird der Laserstrahl

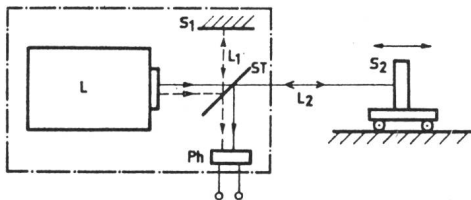


Fig. 1

**Präzisionslängenmessung mit einem Laser**

L Laser; ST Strahlteiler; Ph Photozelle; S<sub>1</sub> fester Spiegel; S<sub>2</sub> beweglicher Spiegel

durch einen Strahlteiler in zwei Komponenten zerlegt, von denen die eine nach Reflexion an einem festen Spiegel und die andere nach Reflexion an einem beweglichen Spiegel auf eine Photozelle auftrifft. In dieser tritt in Abhängigkeit vom Gangunterschied der beiden Komponenten Auslöschung oder Verstärkung ein. Ist der bewegliche Spiegel beispielsweise auf einem Schlitten befestigt, dann entspricht die von der Photozelle abgegebene Impulszahl der Anzahl der durchfahrenen halben Wellenlängen. Durch Zählung der Impulse ist daher die Länge bestimmbar. Auch bei Meßstrecken von einigen Metern lässt sich auf diese Weise eine Genauigkeit von 1 µm erreichen.

Von besonderer praktischer Bedeutung ist heute auch der CO<sub>2</sub>-Laser. Wegen seines guten Wirkungsgrades und der guten Fokussierbarkeit seines Strahles ist dieser Laser nämlich vor allem zur Materialbearbeitung gut geeignet.

D. Krause

**Stabiler Mikrowellenverstärker mit Tunnel diode**

621.375.4.029.63:621.382.232

[Nach B. A. Miller u. a.: A Design Technique for Realizing a Microwave Tunnel-Diode Amplifier in Stripline. IEEE Trans. on Microwave Theory and Techniques, Vol. MTT-15, No. 10 (1967) S. 554...561]

Die Hauptschwierigkeit beim Aufbau von Verstärkern mit Tunnel-Dioden besteht darin, eine genügende Stabilität bei reproduzierbaren Werten für Leistungsverstärkung und Bandbreite zu erhalten. Die meisten Tunnel-Dioden sind nämlich sowohl Kurzschluss- wie auch Leerlauf-Instabil. Sie müssen deshalb nicht nur im Verstärkungsband, sondern auch ausserhalb, einen Abschlusswiderstand sehen, der das Stabilitäts-Kriterium erfüllt.

Moderne Zirkulatoren genügen dieser Anforderung zum Teil über mehr als eine Oktave, doch muss ausserhalb dieses Bereichs durch frequenzabhängige Last- und Trennkreise der nötige Abschluss geschaffen werden. Für Breit- und Schmalband-Verstärker wird denn auch diese Technik mit Erfolg angewendet, doch ergibt sich für mittlere Bandbreiten nach dem Prinzip des Reflexionsverstärkers noch eine weitere Möglichkeit:

Ein korrekt abgeschlossenes Richtungsfilter zeigt nämlich inhärent innerhalb und auch ausserhalb des Durchlassbereiches eine konstante Impedanz, und ist für Mikrowellenfrequenzen in Stripline-Technik mit vernünftigen Dimensionen realisierbar. Es besteht aus zwei Leitungen, die mit einer quadratischen Schlaufe der Kantenlänge λ/4 gekoppelt werden. Den Ein- und Ausgang des Verstärkers bildet der Zirkulator am Ende der einen Leitung, die am anderen Ende Ohmisch abgeschlossen ist. Die über die Schlaufe angekoppelte zweite Leitung ist analog, einerseits von der frequenzkompensierten Tunnel diode und andererseits von deren Vorspannungs-Netzwerk, abgeschlossen.

In dieser Weise aufgebaute Verstärker, für den 3-GHz-Bereich mit 400 MHz Bandbreite konzipiert, zeigten auch bei Auswechslern der Dioden ohne Nachkorrektur ein sehr stabiles Verhalten ohne Schwingneigung bei etwa 12 dB Leistungsgewinn. Ein kleiner Nachteil gegenüber den konventionellen Methoden, ist die an den Bandgrenzen leicht ansteigende Rauschzahl.

M. S. Buser

**Messung von Mastverdrehungen**

621.315.668.2

[Nach E. A. Milton: A Mast-Twist Measuring System. Industr. Electronics 5(1967)10, S. 443...447]

Die zur Mikrowellenübertragung erforderlichen Antennen sind bekanntlich im allgemeinen an Stahlgerüstmasten befestigt.

Diese naturgemäss veränderlichen Windbedingungen ausgesetzten Maste müssen eine ausreichende Stabilität hinsichtlich Verdrehung um ihre senkrechte Achse und hinsichtlich Schwankung um ihre waagerechte Achse aufweisen, da die Richtcharakteristik von Mikrowellenantennen mit einem Öffnungswinkel von etwa 5° sehr schmal ist. Die Verdrehung ist meist um eine Größenordnung stärker als die Schwankung der Maste, so dass man sich auf eine Bestimmung der Verdrehung beschränken kann.

Zur Messung der Verdrehung ist eine Messeinrichtung geeignet, die auf dem Mast befestigt ist. Sie enthält als Kern einen Kondensator mit veränderlicher Kapazität, dessen bewegliches Teil auf einer Kompassnadel angeordnet ist; dadurch ist eine Nulllage definiert. Das andere Teil des Kondensators ist fest mit dem Mast verbunden.

Bei einer Verdrehung des Mastes werden die beiden Teile des Kondensators relativ zueinander bewegt, wodurch eine Kapazitätsänderung eintritt. Diese Änderung wird in eine Frequenzänderung eines an den Kondensator angeschlossenen Oszillators (Fig. 1) umgesetzt, dem ein Diskriminator mit einer linearen

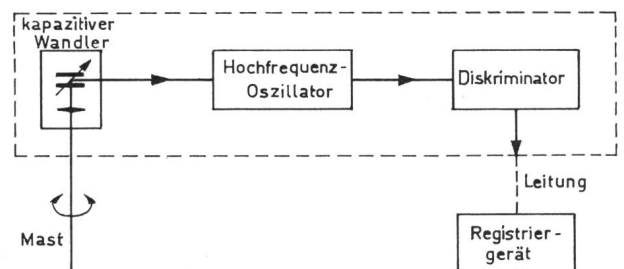


Fig. 1

**Meßschaltung zur Bestimmung von Mastverdrehungen**

Spannung-Frequenz-Charakteristik nachgeordnet ist. Am Ausgang des Diskriminators entsteht demzufolge eine Spannung, die der Kapazitätsänderung des Kondensators und damit der Verdrehung des Mastes entspricht.

Mit der Messeinrichtung lassen sich Verdrehungen mit einer Genauigkeit von 1/16° in einem Bereich von ± 3,5° bestimmen.

D. K.