Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 25 (1934)
Heft: 19

Artikel: Netzanschluss mit Glimmstrecken-Spannungsteiler als Batterieersatz
Autor: Meyer, H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1056577

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: 22.08.2025

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

Mit Absicht wurden in Tabelle I die thermischen Eigenschaften weggelassen, weil die Tabelle nur über Zusammensetzung und Verarbeitungsart Auskunft geben soll. In Tabelle V sind die entsprechenden Werte für das thermische Verhalten zusammengestellt, und zwar sind wir dabei gleich vorgegangen wie bei den elektrischen Werten. Wir möchten an dieser Stelle noch mit ein paar Worten auf die Glutsicherheit und die damit zusammenhängende Kriechwegbildung eingehen. In den verschiedenen Ländern wurden verschiedene Methoden zur Bestimmung der Feuergefährlichkeit von organischen Isolierstoffen ausgearbeitet, ohne dass bis heute ein wirklich befriedigendes Verfahren gefunden worden wäre. Schob [16]), der sich selbst massgebend mit diesen Fragen befasste, kann vorläufig auch nur diese Feststellung machen. Es sind gegenwärtig in den massgebenden Laboratorien ausgedehnte Versuchsreihen im Gang, und es muss erst abgewartet werden, bis diese Versuche so weit vorgeschritten sind, dass eine Vergleichung der einzelnen Resultate möglich ist. Erst dann werden wir in der Lage sein, eine massgebende Prüfmethode vorzuschlagen.

Wenn auch in diesem Zusammenhange die Typisierung noch nicht einwandfrei ist, so ist sie doch im grossen und ganzen sehr wertvoll für den Konstrukteur, weil er daraus sofort ersehen kann, wie ein Isoliermaterial zusammengesetzt ist und wie es verarbeitet wurde.

(Fortsetzung folgt.)

[16]) ETZ, Bd. 54 (1933), S. 555.

Netzanschluss mit Glimmstrecken-Spannungsteiler als Batterieersatz.

Von *H. Meyer*, Zürich.

621.316.722 : 621.385.2

Der Verfasser gibt einen Ueberblick über die Grundlagen der Stabilisierung von Stromquellen durch Glimmstreckenspannungsteiler sowohl in der gewöhnlichen als auch in Brückenschaltungen. Solche Einrichtungen eignen sich für Laboratoriums- und ähnliche Zwecke. Es wird ferner eine verbesserte Brückenschaltung angegeben; einige am Laboratorium für Hochfrequenztechnik an der Eidgenössischen Technischen Hochschule ausgeführte Beispiele werden kurz beschrieben.

L'auteur donne un aperçu des questions fondamentales de la stabilisation des sources de courant au moyen des potentiomètres à tubes à décharge, soit en montage courant, soit en montage en pont. De tels dispositifs sont appelés à rendre service dans les laboratoires et pour des buts semblables. L'auteur indique ensuite un montage en pont perfectionné et décrit brièvement quelques exemples d'application exécutés par le laboratoire à haute fréquence de l'Ecole Polytechnique Fédérale.

Die Stabilisation von Stromquellen durch Glimmstrecken-Spannungsteiler ist in der Literatur sowohl theoretisch, als auch mit Rücksicht auf den praktischen Gebrauch schon eingehend dargestellt worden. Es kann sich hier nicht darum handeln, Bekanntes ausführlich zu wiederholen, sondern es soll lediglich für den praktischen Gebrauch eine Zusammenstellung der wichtigsten Grundlagen und Schaltungen gegeben werden, auch unter Zuhilfenahme einiger bei uns ausgeführter Beispiele.

Der Stabilisator oder Glimmstrecken-Spannungsteiler benützt die Eigenschaft der Glimmstrecken, dass die angelegte Spannung nur wenig abhängt vom durchgehenden Strom. Die Charakteristik einer solchen Glimmstrecke zeigt Fig. 1 in stark überhöhter Darstellung, und man erkennt daraus leicht, dass im interessierenden Bereich die Spannung durch den Ausdruck $U = U_0 + I \cdot z$ dargestellt werden kann, worin $z = \frac{dU}{dI}$ den Wechselstromwiderstand der Strecke bedeutet. Der Wechselstromwiderstand (bei Stabilisatorröhren ca. 20 Ω pro Strecke) nimmt mit zunehmender Frequenz zu und steigt bis 2500 Per./s auf ungefähr den doppelten Wert; er kann aber durch parallel geschaltete Kapazitäten von 2 μF für alle Frequenzen leicht unter 20 bis 30 Ω gehalten werden. In der Stabilisatorröhre sind nun vier solche Strecken von je 70 Volt Brennspannung hintereinander geschaltet, von denen jede gleiche Charakteristik besitzt (Fig. 2). Stabilisatoren können hintereinander geschaltet oder, wenn weniger Spannung gebraucht wird, einzelne Strecken kurzgeschlossen werden, hingegen ist Parallelschaltung nicht möglich.

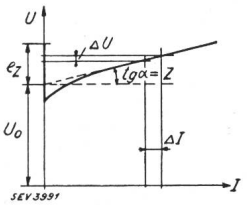


Fig. 1.
Charakteristik einer Glimmstrecke, stark überhöht gezeichnet.

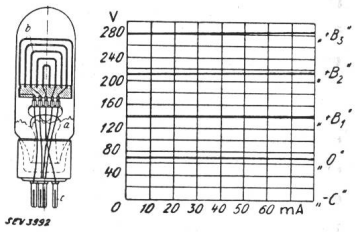


Fig. 2.
Aufbau und Charakteristik eines Stabilisators STV 280/80.

Der Stabilisator muss über einen Vorwiderstand an das Gleichstromnetz oder an den Gleichrichter angeschlossen werden, und zwar soll am Vorwiderstand eine Spannung von ungefähr der Hälfte der Spannung am Stabilisator liegen (siehe folgenden Abschnitt). Dabei sind auch der innere Widerstand des Gleichrichters und die Gleichstromwiderstände allfälliger Siebdrosselspulen zum Vorwiderstand R zu rechnen. Es ist $R = \frac{U_N - U_{stab}}{I_{tot}}$, worin I_{tot} gleich der Summe der durch die Belastungen P und durch den Stabilisator fliessenden Ströme zu setzen ist. Durch den Stabilisator soll stets ein Strom von mindestens 10 bis 15 mA fliessen. Der maximale Strom im Stabilisator tritt auf, wenn die Belastungen weggenommen werden, da dann der Laststrom ebenfalls durch die Glimmstrecken fliessen muss. Die

maximale Strombelastung ist durch die Type begrenzt.

Die an der Glimmstrecke auftretende Spannungsänderung ΔU_G bei einer Netzschwankung von ΔU kann dargestellt werden durch den Ausdruck $\Delta U_G \approx \Delta U \frac{z}{R}$ (genaue Berechnung und Ableitung siehe Literatur Nr. 1, 2, 3). Wie man sieht, ist die resultierende Spannungsänderung umso kleiner, je grösser R ist. Es ist ferner zu beachten und auch leicht nachzurechnen, dass sich der Totalstrom bei solchen Netzspannungsschwankungen ändern muss und daher für die erwähnte Berechnung des minimalen durch die Röhre fliessenden Stromes die niedrigste Netzspannung einzusetzen ist. — Für grössere Ströme als ca. 30 mA empfiehlt es sich,

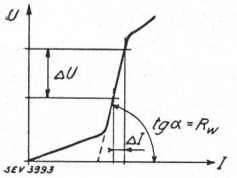


Fig. 3.
Charakteristik eines Eisenwasserstoff-Widerstandes.

den Vorwiderstand als Eisenwiderstand in Wasserstoff auszuführen. Eine solche Eisen-Wasserstoffröhre hat eine Charakteristik gemäss Fig. 3, vereinigt also einen relativ kleinen «Gleichstromwiderstand» R_g mit einem grossen «Wechselstromwiderstand $R_w = \frac{dU}{dI}$ welch letzterer für die Stabilisation wirksam ist, $\Delta U_G \approx \Delta U \frac{z}{R_w}$. (Beispielsweise hat der Eisen-Wasserstoffwiderstand Stabilovolt Type H 85—255/80 ein R_w von 13 300 Ω bei einem R_g von nur 550 Ω, Arbeitspunkt 80 mA, 170 Volt.) Der Eisen-Wasserstoffwiderstand muss natürlich am richtigen Arbeitspunkt betrieben werden. Da ferner seine Wirkungsweise auf einem thermischen Gleichgewicht beruht, ist sein grosser Wechselstromwiderstand nur für relativ langsame Aenderungen der Spannung wirksam.

Wird parallel einer Glimmstrecke eine Last vom Strombetrag ΔI weggenommen, so steigt die Strekkenspannung um den Betrag $\Delta U \approx \Delta I \cdot z$, da der Streckenstrom annähernd um den gleichen Strombetrag steigen muss (Lit. 1, 2, 3). Wie der Formel zu entnehmen ist, ist die Stabilisierung bezüglich Laständerungen lediglich eine Funktion des Wechselstromwiderstandes z und also unabhängig vom Vorwiderstand R.

Wenn sich auf diese Art eine Streckenspannung zufolge Laständerung um ΔU ändert, so ist der gegenseitige Einfluss auf die Spannung einer andern Strecke $\Delta\Delta U \approx \frac{z}{R} \Delta U$ (Literatur 1, 2, 3).

Jede Glimmstrecke benötigt zur Zündung eine Ueberspannung e_z, welche für eine Stabilisatorröhrenstrecke ca. 50 Volt beträgt. Durch hochohmige Zündwiderstände R_z (Fig. 4) von ca. 0,1 bis 0,2 M Ω pro Strecke werden alle Zwischenelektroden an das unterste oder oberste Potential gelegt, so dass die Strecken nacheinander zünden, also nur die letzte eine zusätzliche Spannung e_z braucht.

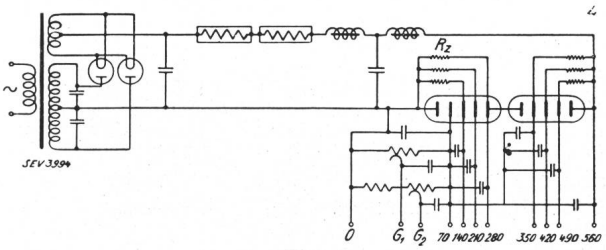


Fig. 4.
Stabilisiertes Netzanschlussgerät.

Wird die Belastung erst nach erfolgter Zündung eingeschaltet, so ist die Zündung sicher, soll jedoch die Zündung bei eingeschalteter Nutzlast erfolgen, so ist zu untersuchen, ob das Potentiometer, gebildet aus Nutzlast und Vorwiderstand, eine genügend hohe Zündspannung erreichen lässt. Sind n Strekken eingeschaltet, m Strecken durch einen Last X überbrückt, R der Vorwiderstand und U die Strekkenspannung, so ist zur Zündung die Bedingung einzuhalten: $X > R \frac{mU + e_z}{U_G - nU - e_z}$. Es ist ersichtlich, dass unter diesen Umständen für die Zündung ein kleiner Vorwiderstand günstiger ist. Sehr günstig sind hier wieder Eisen-Wasserstoffwiderstände, welche ja einen kleinen Gleichstromwiderstand besitzen.

Ein Netzanschluss in der gewöhnlichen Potentiometerschaltung des Stabilisators kann beispielsweise in der Anordnung nach Fig. 4 ausgeführt werden, wobei hier die erste Glimmstrecke durch Potentiometer zur Abnahme von Gittervorspannungen benützt wird. Es wäre falsch, Gittervorspannungen etwa nach der Anordnung in Fig. 5 an einem Teil des Vorwiderstandes abzunehmen, denn

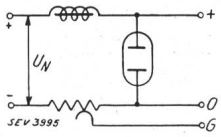


Fig. 5.
Falsche Anordnung zur Entnahme von Gittervorspannung.

diese Spannung ändert prozentual noch mehr als die Netzspannung, da ja fast die ganze Netzspannungsänderung über den Vorwiderstand R entfällt.

Gegenüber Netzschwankungen lässt sich die Spannung noch besser stabilisieren durch die Anwendung von Kaskaden- oder Reflexschaltungen. Die Kaskadenschaltung Fig. 6 ist lediglich eine mehrfache Anwendung der schon beschriebenen Potentiometerschaltung; naturgemäss ist die nutzbare Spannung an der zweiten Röhre um den Spannungsabfall am zweiten Vorwiderstand kleiner als an der ersten. Die Reflexschaltung (Fig. 7) ist im Prinzip ebenfalls eine Kaskadenschaltung; nur ist an Stelle einer zweiten Stabilisatorröhre eine

sonst nicht benützte Strecke derselben Röhre verwendet. Diese Verfahren erlauben eine Spannungskonstanz von ± 0,1 % zu erreichen bei ± 10 % Netzschwankung; sie sind aber mehr nur für geringe Stromentnahmen geeignet. Es darf ferner er-

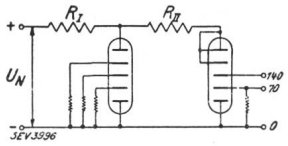


Fig. 6.
Kaskadenschaltung.

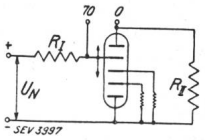
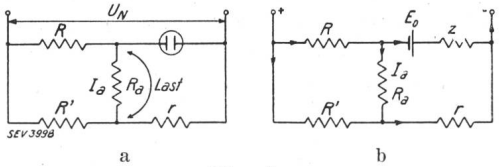


Fig. 7.
Reflexschaltung.

wähnt werden, dass die Spannungskonstanz bei Laständerungen in diesen Schaltungen nicht besser ist als in der gewöhnlichen Potentiometerschaltung.

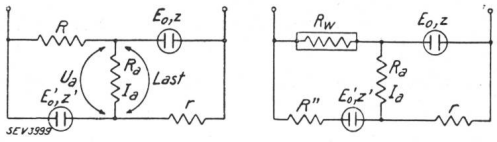
Ist die Last konstant und grösstmögliche Stabilität gegen Netzschwankungen zu erstreben, so kann die Brückenschaltung nach K. Lämmchen (Lit. 4) verwendet werden (Fig. 8, a und b). Hierin wird durch die Brückenabgleichung der Wechselstromwiderstand z der Glimmstrecke noch kompensiert, so dass theoretisch absolut genaue Spannung erhalten wird. Dennoch resultierende Spannungsschwankungen sind nur noch zufolge Abweichungen von der geradlinigen Glimmstreckencharakteristik zu erwarten. Als Brückenbedingung ergibt sich $\frac{R'}{r} = \frac{R}{z}$. Bei grösseren Nutzströmen I_a und zur Erzielung möglichst grosser Nutzspannung U_a gegenüber der Eingangsspannung U ist es vorteilhaft,



a b

Fig. 8.
Brückenschaltung nach K. Lämmchen und Ersatzschaltung.

die vom Verfasser entwickelte, verbesserte Brückenschaltung nach Fig. 9 zu verwenden. Hierin ist der Widerstand R' durch eine zweite Glimmstrecke mit E_0' und dem Wechselstromwiderstand z' ersetzt. Damit kann aus der Brückenbedingung $\frac{R}{z} = \frac{z'}{r}$ $\left[\text{bzw. } \frac{R}{z} = \frac{z' + R''}{r} \text{ (Fig. b)}\right]$ der Widerstand r kleiner genommen werden als bei der Schaltung nach Fig. 8, und damit verkleinert sich auch der Nutzspannungsabfall über r, ohne dass der Stromverbrauch der Brücke zu gross wird. Da die zweite Glimmstrecke dann bei kleinem r bei Netzschwankungen eventuell zu stark ausgesteuert würde, muss sie unter Umständen mit einem zusätzlichen Vorwiderstand R'' versehen werden (Fig. 9 b); der Vorteil gegenüber Schaltung 8 bleibt immer noch recht erheblich, wie eine beispielsweise Durchrechnung sofort zeigt. Ferner ist es vorteilhaft, wie in Fig. 9 b angedeutet, den Widerstand R als Eisen-Wasserstoffwiderstand auszubilden. Weil bei abgeglichener Brücke die Spannung unabhängig von Aenderungen der Netzspannung ist, so ist die Nutzspannung

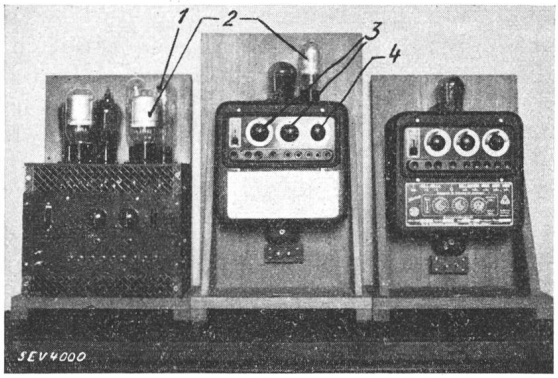


a b

Fig. 9.
Verbesserte Brückenschaltung nach H. Meyer.

U_a auch frei von allfälligen Pulsationen der Gleichrichterspannung, so dass sich die Brückenschaltung sehr gut für die Fälle eignet, wo pulsationsfreie Gleichspannung benötigt wird. Da aber, wie schon erwähnt, diese Brückenschaltungen nur für konstante Last abgleichbar sind, ist ihre Verwendungsmöglichkeit beschränkter als die der gewöhnlichen Potentiometerschaltung.

Es dürfte nun keine Schwierigkeiten bieten, unter Zugrundelegung der dargelegten Beziehungen für jeden Verwendungszweck die entsprechende Stabilisierung zu entwerfen. In Fig. 4 und 10 a sind beispielsweise die Schaltung und Ausführung eines Netzanschlussgerätes für 70 mA und 560 V dargestellt. Oft kann auch das Problem vorliegen, ein vorhandenes Netzanschlussgerät zu stabilisieren, und es soll hier für diesen praktischen Fall noch kurz der Weg angedeutet werden an Hand eines bei uns im Laboratorium für Hochfrequenztechnik an der Eidgenössischen Technischen Hochschule umgebauten Types. Fig. 11 a, b zeigt die Schaltung



a b c

Fig. 10.
1 Eisen-Wasserstoffröhre. 3 Gittervorspannung.
2 Stabilisator. 4 Umschalter 280/210 V.

vor und nach dem Umbau, Fig. 10 c, b die entsprechenden Ansichten. Zur Stabilisierung entfernt man alle bisherigen Potentiometer und Vorwiderstände nach den Filterkreisen und bestimmt bei der kleinsten und grössten auftretenden Netzspannung die Charakteristik des Gerätes $U = f\ (I)$, deren Neigung $\text{tg}\ \alpha = \frac{dU}{dI}$ den inneren Widerstand der Stromquelle ergibt. Durch Schnitt der Charakte-

ristiken mit der der abzugebenden Spannung entsprechenden Spannungsgeraden des Stabilisators (aus Fig. 2) ergibt sich der Strom. Je nachdem nun die Röhre überlastet würde oder nicht (bei der

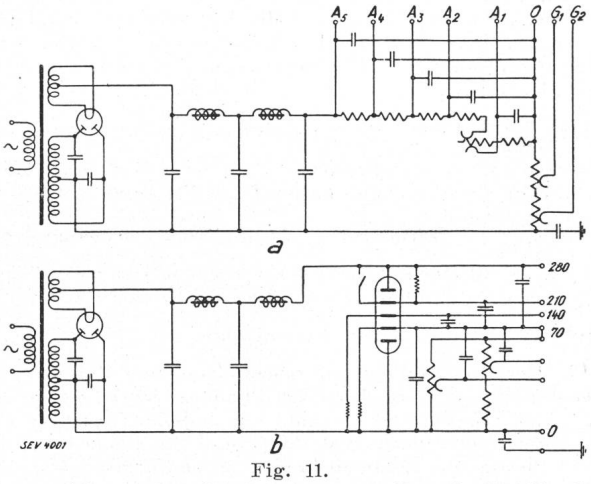


Fig. 11.
Netzanschlussgeräte, Schaltung vor und nach Stabilisation.

höchsten auftretenden Primärspannung) ist noch zusätzlicher Vorwiderstand einzuschalten. Im beschriebenen Beispiel ergab sich zufolge der geringen Spannung des Gerätes ohne zusätzlichen Vorwiderstand bei 280 V nur eine kleine zulässige Stromentnahme, und wir bauten deshalb einen Schalter ein zur Kurzschliessung der obersten Strecke. Durch die entsprechende Konstruktion aus der Charakteristik für die 210 Volt-Stellung ergab sich entsprechend für diesen Fall die zulässige Belastung. Das Gerät liefert so:

210 V	30 mA	Schalter zu
280 V	10 mA	Schalter offen

Wenn diese Ausführungen dazu beitragen, die Kenntnis eines praktischen Hilfsmittels für Laboratorium und Praxis zu verbreiten, so ist ihr Zweck erfüllt, und es bleibt mir noch die angenehme Pflicht, meinen Kollegen vom Institut sowie vor allem Herrn Prof. Dr. F. Tank für die empfangenen Anregungen herzlichst zu danken.

Literatur:

1. L. Körös und R. Seidelbach: Die Grundlagen der durch Glimmteiler stabilisierten Stromquellen. Arch. Elektrotechn. 1932, Heft 8.
2. The Marconi Stabilovolt Current Supply System. Marconi Rev. 1933, Nr. 44/45.
3. L. Körös und R. Seidelbach: Stabilisierte Stromquellen. Electr. Communication 1934, Nr. 2.
4. K. Lämmchen: Beiträge zur Stabilisierung von Spannungen mittels Glimmlampen. Hochfrequenztechn. u. Elektroakustik 1933, Nr. 42.

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Netzanschluss mit Glimmstrecken-Spannungsteiler als Batterieersatz.

Von *H. Meyer*, Zürich.

(Siehe Seite 516.)

Neue keramische Kondensatorenbaustoffe mit grosser Dielektrizitätskonstante.

621.315.612 : 621.319.42

Während die gebräuchlichsten festen Isolierstoffe Dielektrizitätskonstanten zwischen 2 und ca. 10 haben, ist es nun zwei Firmen der keramischen Industrie gelungen, solche Stoffe mit abstufbarer Dielektrizitätskonstanten bis zu etwa 100 herzustellen («Kerafar» der Steatit-Magnesia A.-G. und «Condensa» der Hermsdorf-Schomburg G. m. b. H.). Die Herstellung dieser Stoffe geschieht auf ähnliche Art wie die des bekannten Steatits durch einen keramischen Brennprozess. Wichtig für die Verwendung in der Hochfrequenztechnik sind vor allem kleine dielektrische Verluste; an diesen neuen Kondensatorbaumaterialien wurden Verlustwinkel $\mathrm{tg}\delta$ von nur 5 bis $20 \cdot 10^{-4}$ bei Wellenlängen von 30 bis 400 m gemessen. Die elektrische Festigkeit kann mit 100 kV/cm Durchschlagsfeldstärke als gut bezeichnet werden. Die mechanische Schlagbiegefestigkeit bewegt sich in den Grenzen von 2,2 bis 3,3 kgcm/cm². Als keramische Stoffe sind die genannten Materialien formbeständig gegenüber Temperaturänderungen und Feuchtigkeit.

Die grössere Dielektrizitätskonstante erlaubt, bei gleicher Fläche der Belegungen die Schichtstärke des Dielektrikums grösser zu machen oder dann bei gleichem Elektrodenabstand die Dimensionen zu reduzieren. Im ersten Fall resultiert grössere mechanische und elektrische Festigkeit; vielfach ist es so möglich, das Dielektrikum direkt als Halterung auszubilden mit eingepressten Anschlüssen für die Belegungen. Ferner bedingt die grosse Dielektrizitätskonstante eine viel geringere Ausdehnung der Streufelder in den umgebenden Dielektrika.

Die festen Kondensatoren der neuen Bauart werden in Form von Röhrchen, Hütchen oder Plättchen ausgebildet. Die genannten Baustoffe geben aber auch die Möglichkeit, Drehkondensatoren vereinfachter Bauart zu konstruieren, indem man beispielsweise zwei kreisförmige Platten dieser Stoffe, von denen die eine fest, die andere mit einer Achse drehbar ist, übereinander gleiten lässt. Die Scheiben tragen auf den einander abgekehrten Seiten die Belegungen, welche sich so je nach dem Drehwinkel mehr oder weniger gegenüberstehen. Eine Feder sorgt für gleichmässigen Anpressungsdruck der beiden Scheiben, welche so gewissermassen ein grosses Auflager bilden. Mit einem Scheibendurchmesser von 70 mm und ca. 1 mm Scheibendicke lassen sich so Drehkondensatoren mit einer Endkapazität bis zu 500 cm herstellen. Das geringe Streufeld erlaubt zudem oft, von Abschirmungen abzusehen. Nach einem analogen Prinzip gebaute Trimmerkondensatoren sind nicht grösser als die für diesen Zweck gebräuchlichen Quetschkondensatoren, dafür aber viel beständiger in der Einstellung. — (W. Soyck, Funk 1934, Nr. 32, S. 566; H. Handrek, Hochfrequenztechn. und Elektroakustik, Bd. 43, Nr. 3, S. 73; ETZ 1934, Nr. 9, S. 238; Ber. d. Deutsch. keram. Gesellsch. E. V., Bd. 15, Nr. 4, S. 204). *H. M.*

Die Masseinheiten der Uebertragungstechnik [1]).

534 : 323.1

Die Fernsprechtechnik und Elektroakustik verwendet in ihren Untersuchungen die Masse Napier (Neper), Dezibel, Phon und Klirrfaktor, deren Bedeutung dem Nichtspezialisten

[1]) Die meisten der in diesem Artikel verwendeten Buchstabensymbole entsprechen nicht den internationalen Buchstabensymbolen (Bull. SEV 1914, Nr. 1), weil diese u. a. die Uebertragungstechnik noch nicht berücksichtigen. Da beispielsweise für den Schalldruck *P* allgemein gebräuchlich ist, *P* aber nach CEI Leistung bedeutet, ergeben sich Schwierigkeiten, welche die CEI wird beheben müssen.