

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 58 (1967)
Heft: 9

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: 17.02.2026

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

SIMÉON DENIS POISSON

1781—1840

Als Sohn eines einfachen Soldaten kam Siméon Denis Poisson in Pithivier zur Welt. Er verlor früh seinen Vater; seine Mutter wollte, dass er Chirurg werde, doch wurde er bei jeder Operation ohnmächtig. Versehentlich kam er einmal in eine Mathematik-Vorlesung, begeisterte sich dafür so, dass er die Fakultät wechselte. Nach 2 Jahren Studium in grösster wirtschaftlicher Not bestand er 1798 das beste Examen an der Ecole Polytechnique. Kein Geringerer als Laplace wurde zu seinem Protektor. Zunächst wurde er Stellvertreter des damals in Ägypten weilenden Fourier. Nach Abschluss seiner Studien bekleidete er bereits einen Professorenposten an der Ecole Polytechnique der Sorbonne und am Collège de France.

Etwa 300 Veröffentlichungen zeugen von seiner vielseitigen, Mathematik, Geometrie, Mechanik, Optik, Elektrizität und Magnetismus umfassenden äusserst erfolgreichen Tätigkeit. Von seinen Arbeiten seien nur einige wenige genannt:

- 1808 Nachweis der Konstanz der Achsen im Planetarsystem.
- 1811 Abhandlung über Mechanik.
- 1812 Begründung der Potentialtheorie (Poissonsche Differentialgleichung, deren Lösung die Beziehung zwischen Potential und Raumladungsdichte gibt).
- 1826 Wellentheorie.
- 1831 Kapillartheorie und Wärmetheorie.
- 1838 Wahrscheinlichkeitstheorie.

In der Elastizitätstheorie führte er die (nach ihm benannte) Konstante ein, die das Verhältnis zwischen Querkontraktion und Längsdehnung angibt.

Unverständlich ist Poissons Widerstand gegen Neuerungen, die von andern vorgeschlagen wurden. So anerkannte er z. B. Fresnels Versuche und die Wellentheorie des Lichtes nicht an.

An Ehrungen fehlte es Poisson nicht; er war Mitglied des Institut de France; 1837 wurde er zum Pair de France (Baron) ernannt (eine Würde, die nur in der Zeit von 1815...1848 verliehen wurde).

Poisson kümmerte sich nie um seine stets schwächliche Gesundheit. Am 25. April 1840 starb er in Sceaux bei Paris.

H. Wüger



Le Houille Blanche, Lyon

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Das Betriebszentrum Rolle der Compagnie Vaudoise d'Electricité

621.316.1(494.453.2)

Aus internen Gründen können wir leider erst jetzt auf eine höchst interessante Pressevorführung zurückkommen, welche die Compagnie Vaudoise d'Electricité (CVE) am 13. April 1966 in Rolle veranstaltete. Wir stützen uns dabei auf Unterlagen, welche die CVE zur Verfügung stellte.

Zu Beginn der Vorführung erinnerte Chefingenieur *Jean Grivat* an die hervorragende Bedeutung der Elektrizität als des überall gegenwärtigen Energieträgers, dessen Ausbleiben die unangenehmsten Folgen auf allen Lebensgebieten nach sich zieht. Er schilderte dann die Anstrengungen, welche die CVE zielbewusst seit Jahren unternommen hat, um die einwandfreie Belieferung ihrer Kunden mit Elektrizität sicherzustellen. Betrug die Leistung der eigenen Generatorgruppen im Jahr 1945 noch 26 500 kW (36 000 PS), so stieg sie auf rund 73 600 kW (100 000 PS) im Jahr 1955; 1969 wird sie auf 147 000 kW (200 000 PS) steigen, wenn die ersten zwei Gruppen des Kraftwerkes Veytaux-Hongrin in Betrieb stehen werden. Zwischen 1975 und 1980 sollen rund 442 000 kW (600 000 PS) erreicht werden, die Leistung der Speicherpumpen von rund 147 000 kW (200 000 PS) nicht eingerechnet. Parallel mit dieser Steigerung der Eigenerzeugung ging und geht der Ausbau eines leistungsfähigen Verteilnetzes, das mit den modernen Betriebsmitteln und ebensolchen Schutzvorrichtungen versehen ist.

Ein wesentliches Betriebsmittel stellt das leistungsfähige Hochfrequenz-Fernmeldenetz dar, das 1949 eingerichtet und seither planmäßig ausgebaut wurde. Es erlaubt eine vom öffentlichen Telephonnetz unabhängige Übermittlung der für die Betriebsführung unentbehrlichen Werte und Weisungen zwischen den Kraftwerken und Transformatorenstationen.

Vor der Fertigstellung des Betriebszentrums Rolle liess indessen eine Forderung zu wünschen übrig, welche an eine zeitgemäße Betriebsführung gestellt werden muss, nämlich die rasche und wirksame Überwachung und Steuerung der Transformatorenstationen, welche die hohen Übertragungsspannungen auf die Mittelspannung herabsetzen. Als sich daher die Notwendigkeit ergab, in einem besonders wichtigen Verbrauchsgebiet einen Umbau der Verteileinrichtungen vorzunehmen, entschloss sich die CVE, im Zentrum dieses Gebietes, in Rolle, eine Equipe von Mitarbeitern zu stationieren, welche besonders für den Betrieb und den Unterhalt der Hochspannungsanlagen geschult ist. Der zweite Schritt war der Entschluss, vom Zentrum Rolle aus alle in dieser Region bestehenden oder noch zu errichtenden Transformatorenstationen fernzusteuern.

Damit diese Forderung verwirklicht werden kann, wurde eine Fernsteuerungsanlage erstellt, welche im Endausbau rund ein Dutzend Transformatorenstationen steuern kann, zu welchem Zweck für jede von ihnen die Übermittlung mehrerer hundert Schaltbefehle, Messwerte und Alarmsignale möglich sein muss. Die erste Station, welche auf diese Weise ferngesteuert wird, ist diejenige von Bussigny, welche seit einem Jahr in Betrieb steht. Zur Zeit ist sie mit zwei Transformatoren von 4500 kVA ausgerüstet; sie wird im Endausbau vier Transformatoren von 20 000 kVA aufweisen.

Chefingenieur Grivat beschrieb die Fernsteuerung zwischen Rolle und Bussigny folgendermassen:

L'installation originale permet d'envoyer de Rolle à Bussigny 445 ordres de manœuvres différents et de recevoir en retour 656 signalisations et alarmes, de communiquer à Rolle, simultanément, six indications de tensions et d'intensités pouvant être choisies, selon les besoins, parmi 110 mesures relevées à Bussigny, cette transmission s'effectuant avec une erreur inférieure à $\frac{1}{2}\%$.

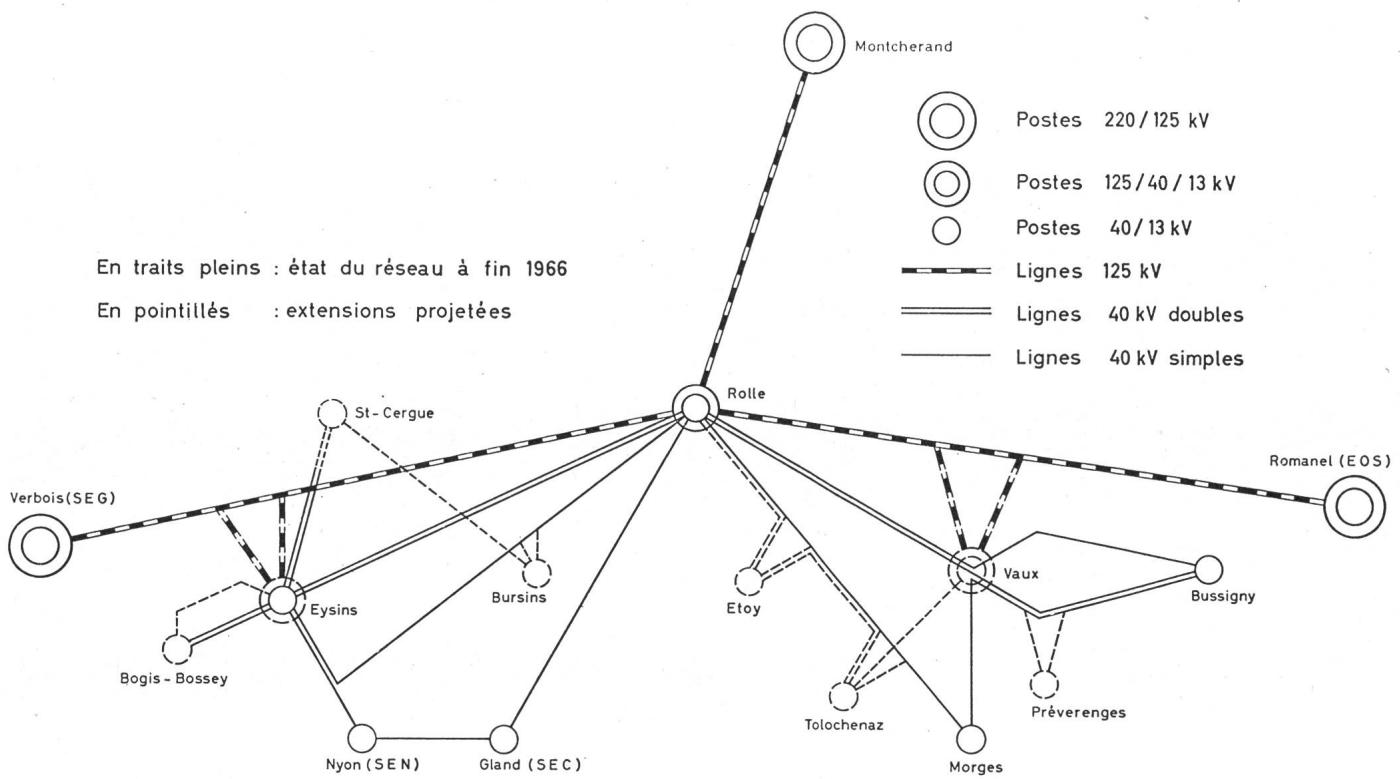


Fig. 1
Plan directeur du réseau à 40 kV sud-ouest de la CVE

Comme canal pour ces télécommunications, nous utilisons une des lignes à 40 000 V amenant l'énergie de Rolle à Bussigny, en superposant au courant à fréquence industrielle une onde porteuse à haute fréquence. Cette installation de transmission nous permet ainsi de vérifier depuis Rolle l'état de couplage des 12 et ultérieurement 22 disjoncteurs, des 37 et ultérieurement 68 sectionneurs à haute tension, de mesurer les courants et tensions sur tous les départs des lignes et des transformateurs, de régler la tension distribuée, de faire la discrimination entre les 80 causes d'alarme, de commander enfin les manœuvres de tous les organes de couplage, la transmission des ordres, des signalisations et des mesures s'effectuant avec le très haut degré de sécurité indispensable pour de telles fonctions.

Über die allgemeine Situation der Energieversorgung durch die CVE und die Aufgaben, welche das Betriebszentrum Rolle zu erfüllen hat, orientieren folgende Angaben:

La zone sud-ouest de notre réseau, s'étendant de Bussigny à la frontière Vaud-Genève, était alimentée en énergie électrique depuis nos centrales de l'Orbe par trois lignes à 40 000 V. La charge toujours croissante de ces artères, l'augmentation consécutive des chutes de tension et des pertes de transport, le fait qu'une part toujours plus grande de l'énergie nécessaire ne provenait plus de nos usines de Vallorbe, des Clées et de Montcherand, mais était tirée du réseau à 125 000 V de la Suisse romande, nous ont incités à mettre en œuvre, de 1962 à 1964 le projet dont les grandes lignes avaient déjà été arrêtées en 1950. C'est ainsi que nous avons réalisé à Rolle, à la place du poste qui abaissait la tension de 40 000 à 13 000 V un nouveau poste à 125 000, 40 000 et 13 000 V relié aux stations transformatrices de Romanel (Lausanne), de Montcherand et de Verbois (Genève) au moyen de trois artères à 125 000 V. Cette installation est destinée à desservir sous 40 000 V, par des lignes beaucoup plus courtes que celles issues du nord du canton, les régions s'étendant, à l'est, de St-Prex à Bussigny et à l'ouest, de Gland à Coppet, celle de Rolle étant d'autre part alimentée directement sous 13 000 V.

Simultanément, nous mettions au point un plan directeur (fig. 1) dont la réalisation par étapes doit permettre de résoudre tous les problèmes de distribution en haute tension dans la zone précitée, sans construction de nouvelles artères importantes, jusqu'aux environs de 1990, et cela en tablant sur un accroissement régulier de la consommation de 5 à 6 % par an, c'est-à-dire sur un doublement de nos fournitures d'énergie tous les 12 à 14 ans.

Outre la réalisation des installations de Rolle, la construction des postes de Bussigny et d'Eysins, la rénovation de celui de Morges, la CVE, dans le cadre du plan directeur précité, a encore fait l'acquisition de plusieurs parcelles de terrain — au total plus de 50 000 m² — notamment à Boggis-Bossey, à Bursins, à Vaux-sur-Morges, pour la réalisation, au cours des prochaines décennies, de nouveaux postes de transformation. Simultanément nous avons mis en chantier la construction de plus de 100 km de lignes triphasées à 40 000 V, de Bussigny à Boggis-Bossey et de Nyon à Eysins. Renonçant à l'emploi de pylônes métalliques, nous avons utilisé des mâts en béton armé et centrifugé, qui sont moins gênants pour les agriculteurs et plus discrets en ce qui concerne l'esthétique. L'ensemble de ces travaux nécessite la pose de plus de 350 km de cordes d'aluminium et d'acier et la manutention de plus de 7500 tonnes de matériaux.

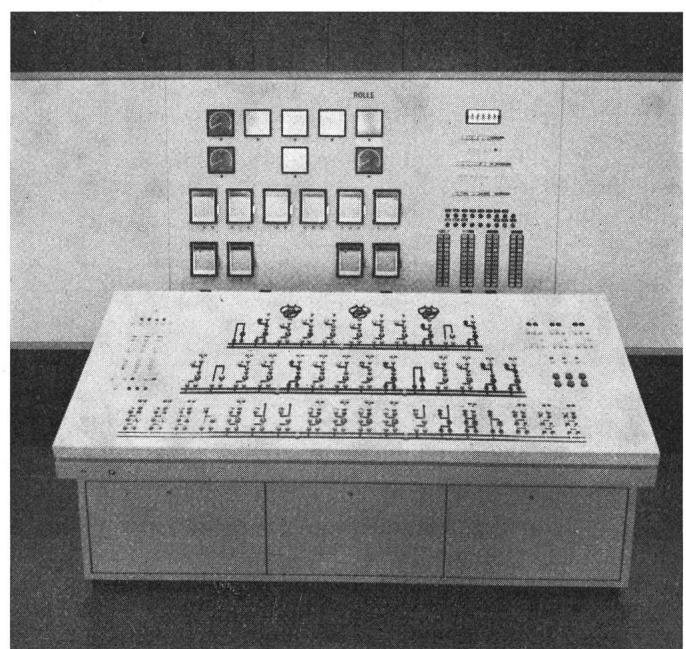


Fig. 2
Pupitre de commande et tableau de contrôle

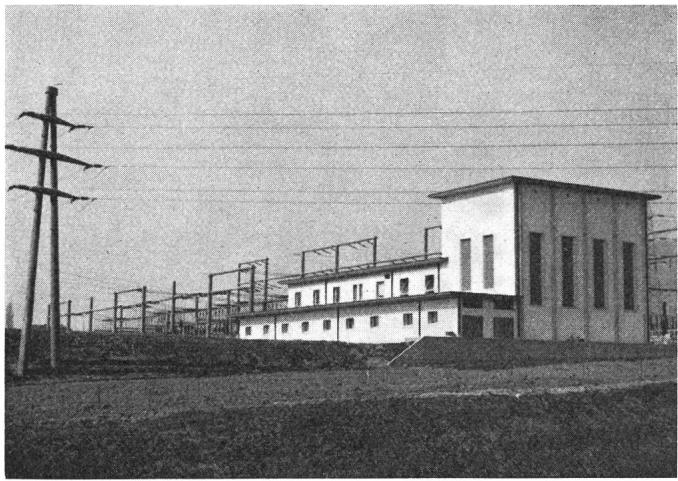


Fig. 3
Bâtiment de service

Nous renforçons également une partie des anciennes artères.

L'ensemble de ces constructions de postes de transformation et de lignes à 40 000 V entraîne des investissements de l'ordre de 16 millions de francs.

Parallèlement à ce développement des installations à haute tension, nous avons également renforcé considérablement les réseaux à moyenne et à basse tension dépendant du poste de Rolle. C'est ainsi que la CVE a construit de 1960 à 1965 environ 110 stations transformatrices de quartier, posé 100 km de câbles, mis en service 120 km de nouvelles lignes aériennes. Le coût de ces travaux s'est élevé à environ 11 millions de francs.

Clé de voûte de cette nouvelle organisation de la distribution d'énergie, le poste de Rolle présente un certain nombre de particularités. L'équipement est largement dimensionné. Il est capable de supporter des charges très élevées: 120 000 kVA actuellement et 180 000 kVA après installation d'un troisième transformateur. A titre de comparaison, relevons que la puissance distribuée par le poste de Rolle, aux heures de pointe, atteint actuellement 35 000 kVA.

Les installations peuvent résister aux plus fortes intensités de court-circuit concevables à Rolle. Ces courants, de l'ordre de 10 000 à 20 000 A, mettent en jeu des puissances considérables pouvant provoquer de gros dégâts matériels s'ils ne sont pas maîtrisés dans un laps de quelques dixièmes de seconde.

Pour accroître encore la sécurité d'exploitation, nous avons pris des précautions poussées en ce qui concerne la lutte contre le feu. Les transformateurs principaux sont pourvus d'une installation d'arrosage à eau et à gaz carbonique, fonctionnant entièrement automatiquement. Les locaux abritant l'appareillage le plus délicat sont d'autre part munis d'une installation détectant tout début d'incendie.

Pour éviter les fausses manœuvres, susceptibles de provoquer des arcs extrêmement violents, nous avons, en outre, équipé les installations de dispositifs perfectionnés de verrouillage électrique.

Afin d'accélérer les interventions, de réduire les risques et d'économiser les frais de personnel, nous avons en outre motorisé toutes les commandes des appareils qui se manœuvraient autrefois à la force du poignet.

Et enfin, pour supprimer les coupures prolongées des lignes déclenchant sous l'effet de surtensions atmosphériques, de coups de vent ou de surcharge de givre, nous avons introduit systématiquement sur les départs à 40 000 et 13 000 V des dispositifs de réenclenchement automatiques, transformant pour nos clients des pannes qui auraient duré plusieurs minutes en une interruption de quelques dixièmes de seconde, qui passe presque toujours inaperçue.

Les quelques chiffres suivants feront peut-être saisir mieux que des phrases l'importance des installations de Rolle:

Elles couvrent une surface d'environ 18 000 m². Elles comprennent 23 disjoncteurs à haute et moyenne tension capables de couper les plus forts courants de court-circuit pouvant se produire à Rolle. Elles comportent également 80 sectionneurs avec commande à moteur, permettant d'isoler les différents tronçons

d'installations et de protéger personnel et appareils lors de travaux. Le poids global des six pôles composant les deux transformateurs principaux s'élève à 240 tonnes, dont 66 tonnes d'huile. Nous avons dû équiper notre halle de montage d'un pont roulant de 40 tonnes pour leur manutention. Les charpentes en béton armé centrifugé, d'un poids total d'environ 320 tonnes, comprennent notamment une série de mâts monolithiques de 17,5 m de longueur, pesant chacun plus de 7 tonnes. Les 15 transformateurs de mesure à 125 000 V contiennent chacun un bobinage formé d'environ 20 km de fil de 2/10 de mm. Les installations de protection et de commande ont nécessité l'utilisation de 800 relais à courant fort et de 6000 relais à courant faible du type téléphonique raccordés par environ 80 000 soudures exécutées dans les ateliers de nos fournisseurs. Pour réunir entre eux différents organes électriques, les monteurs ont posé 35 km de câble à multiples conducteurs. Ils ont serré 25 000 bornes de raccordement et effectué 22 000 soudures pour relier tous les fils de commande. Les études effectuées, tant par notre service des constructions que par les bureaux de nos fournisseurs, ont nécessité l'établissement de centaines de plans et schémas. Les heures nécessaires pour la construction et l'installation des appareils se sont élevées à plusieurs dizaines de milliers.

Mit diesen weitgesteckten Massnahmen und Plänen hofft die CVE, auf das Beste für die Sicherheit in der Belieferung ihrer Abnehmer mit Elektrizität einerseits, für eine sparsame und wirkungsvolle Betriebsführung anderseits alles vorgekehrt zu haben, was mit den heute zur Verfügung stehenden Mitteln der Technik erreichbar ist.

Mt.

Entwicklungstendenzen bei Bahnmotoren

621.333

[Nach J. Kuhlow und N. Schlink: Entwicklungstendenzen bei Bahnmotoren und -antrieben. Siemens-Z. 40(1966)11, S. 800...809]

Beim Kommutator-Serieschlussmotor, welcher nach wie vor der klassische Bahnmotor ist, wurden jahrzehntelang zwei Gruppen unterschieden: Gleichstrom-Bahnmotoren mit massivem Ständer und niedriger Polzahl sowie Wechselstrom-Bahnmotoren mit geblechtem Ständer und hoher Polzahl. Mit dem schnellen Vordringen der Halbleitertechnik auch auf dem Traktionsgebiet, trat nun vor etwa einem Jahrzehnt der Mischstrombetrieb in den Vordergrund. Da für diese Betriebsart Motoren mit massivem Ständer bei erträglichem Aufwand an Glättungsmitteln nicht mehr ausreichen, musste die Entwicklung von vollgeblechtem Motoren niedriger Polzahl aufgenommen werden. Das Ergebnis eines eingehenden Vergleiches der massiven und der geblechtem Bauart ist, dass bei gleichem Raumbedarf und Gewicht bei gleicher Betriebsart die gleiche Leistungsfähigkeit erreicht werden kann. Abgesehen davon wurde bisher die erheblich grösse Rundfeuersicherheit des geblechtem Motors nicht genügend beachtet. Diese röhrt davon her, dass beim geblechtem Ständer infolge der kleineren Dämpfung das Wendefeld den schnellen Änderungen des Ankerstromes, z. B. beim Bügelspringen, rasch genug folgen kann. Es treten daher in den von Bürsten kurzgeschlossenen Ankerspulen nur kleine Restspannungen auf, welche kein Rundfeuer verursachen können.

Bei den für Bahnmotoren in Betracht kommenden Wicklungsisolierungen werden die drei Isolierstoffklassen B, F und H verwendet. Berücksichtigt man nur die bewährten Ausführungen auf Glimmerbasis, so ist für eine bestimmte Spannung die Dicke der Isolierung aller drei Klassen etwa gleich. Berücksichtigt man die Wärmeleitfähigkeit sowie die für die Betriebssicherheit des Bahnmotors so wesentliche mechanische Festigkeit und Feuchtigkeitsbeständigkeit so ergibt sich, dass die Isolierung der Klasse F für Bahnmotoren als optimal anzusehen ist. Die Klasse H bietet nur dort Vorteile, wo die Wärmekapazität der Wicklung von wesentlicher Bedeutung ist.

Zum Ideal eines praktisch verschleiss- und wartungsfreien kommutatorlosen Bahnmotors wäre der Asynchronmotor mit Käfigläufer prädestiniert. Er setzt aber eine sehr freizügige Spannungs- und Frequenzsteuerung voraus. Die Probleme, welche damit zusammenhängen, liegen in erster Linie auf der Steuerseite. Die Hauptaufgabe ist daher zunächst die Entwicklung eines Steuerorganes auf der Basis der Halbleitertechnik. Ob dieser Weg aber zu einer wirtschaftlichen Lösung führt, wird erst die Zukunft zeigen.

A. Baumgartner

Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

Hochstromimpulse mit Avalanche-Transistoren

621.373.43

[Nach Herman E. u. a.: Avalanche Transistors drive laser diodes hard and fast. Electronics 39(1966)23, S. 137...139]

Auf dem Gebiete des Radars und der Distanzmessung schien die Laserdiode (Gallium-Arsenid-Festkörperlaser) ein vielversprechendes Bauelement zu werden. Mit der engen Strahlbündelung dieser Infrarotquelle sollte die Konzeption leichter Radar- und Distanzmessgeräte hoher Auflösung möglich sein. Das

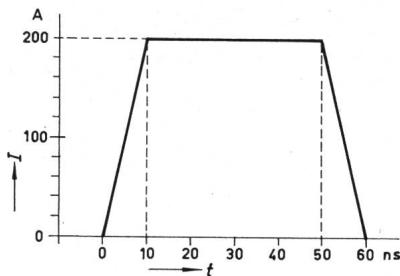


Fig. 1

Idealimpuls, wie er für den Betrieb eines Ga-As-Laser-Radars wünschenswert wäre

Anstiegszeit 10 ns, Impulsdauer 50 ns, Impuls-Spitzenstrom 200 A

distanzmässige Auflösungsvermögen hängt bekanntlich von der Repetitionsfrequenz, der Impulsdauer und damit der Impuls-Anstiegszeit ab. Dies ist nicht zu verwechseln mit dem geometrischen Auflösungsvermögen, das von Faktoren wie Wellenlänge, Bündelung und Distanz abhängt.

Die typische Strahlleistung guter Laserdioden beträgt bei Zimmertemperatur 10...15 W, wenn mit einem Erregerstrom von 150...200 A gearbeitet werden kann. Dies ist nur im Impulsbetrieb möglich, damit die maximale Verlustleistung der Diode nicht überschritten wird. Rechnet man mit einer Repetitionsfrequenz zwischen 10 und 100 kHz, ergibt sich eine zulässige Impulsdauer zwischen 50 und 100 ns. Mit einer Anstiegszeit des Impulses von 10 ns würde eine Distanzsicherheit von $\pm 7,5$ m resultieren (Fig. 1).

Hochstromimpulse mit diesen Schaltdaten waren bislang schwierig herzustellen, was die Entwicklung eines Laser-Radar-

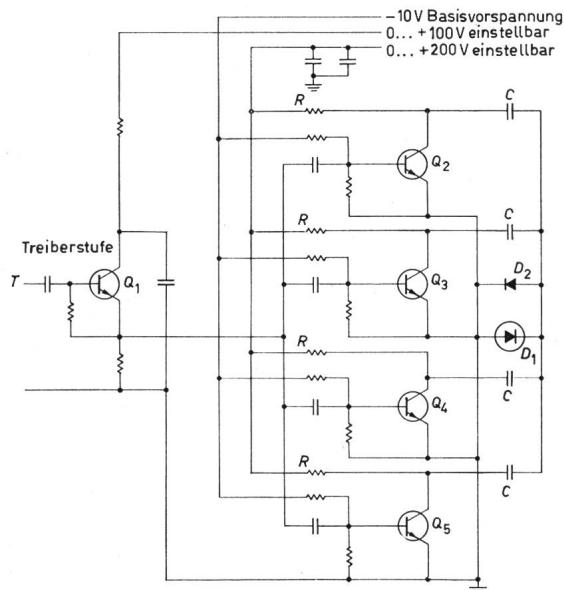


Fig. 2

Fig. 2
Schaltung des Impulserzeugers mit Avalanche-Transistoren $Q_1 \dots Q_5$
 D_1 Laserdiode; D_2 Schutzdiode; R Ladewiderstände; C Ladekondensatoren; T Triggersignal

stark behinderte. Mit der in Fig. 2 angegebenen Schaltung sind nun solche kurze Hochstromimpulse auf einfache Weise erzeugbar. Das Geheimnis liegt im Avalanche-Betrieb der Transistoren $Q_1 \dots Q_5$. Beim Durchbruch, der an der Basis T mit der Repetitionsfrequenz getriggert wird, geht die Kollektor-Emitterstrecke in einen Kurzschluss über. Der Kurzschlusswiderstand beträgt je Transistor $Q_2 \dots Q_5$ weniger als 1Ω , die Stromfunktion hängt von der Zuleitungsinductivität ab, was eine möglichst kurze Leitungsführung verlangt. Bei einer Ladespannung von 150 V geben die vier Kondensatoren ihre in den Impulspausen gespeicherte Energie von rund 10^{-4} J in 10^{-7} s an die Laserdiode ab, was einer Impulsleistung von etwa 1000 W entspricht. Die Strahlleistung erreicht Werte von etwa 12 W . Die Schaltung wurde so ausgelegt, dass auch beim Defektkurzschluss eines oder mehrerer Kondensatoren oder Transistoren die teure Laserdiode geschützt wird.

M. S. Buser

Niederfrequenzverstärker mit Feldeffekttransistoren

621.375.4.029.4 : 621.382.323

[Nach Donald L. Wollesen: Field effect transistors in audio amplifiers. IEEE Trans. BTR-12(1966)3, S. 47...58]

Feldeffekttransistoren haben im Gegensatz zu normalen Transistoren einen grossen Eingangswiderstand. Der Aufbau eines Niederfrequenzverstärkers mit Feldeffekttransistoren hat deshalb grosse Ähnlichkeit mit dem Aufbau eines Röhrenver-

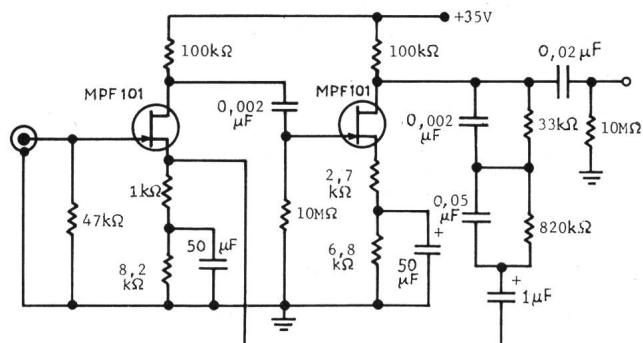


Fig. 1 Vorverstärker mit Feldeffekttransistoren für die Schallplattenwiedergabe mit magnetischem Tonabnehmer

Der Verstärker hat 50fache Spannungsverstärkung; bei 1 V Ausgangsspannung beträgt der Klirrfaktor 0,023 %

stärkers. Das Schema eines Vorverstärkers mit Feldeffekttransistoren für Schallplattenwiedergabe mit einem magnetischen Tonabnehmer zeigt Fig. 1. Ein Vorteil dieses Verstärkers besteht darin, dass nicht Kondensatoren mit extrem hohen Kapazitätswerten verwendet werden müssen. Lediglich für die Überbrückung von Widerständen in den Source-Zuleitungen sind niedervoltige Kondensatoren mit $50 \mu\text{F}$ Kapazität vorgesehen. Eine frequenzabhängige Gegenkopplung vom Drainanschluss des zweiten Transistors zum Sourceanschluss der ersten Stufe verleiht dem Verstärker den gewünschten Frequenzgang. Die Eingangsspannung des Verstärkers für eine Ausgangsspannung von 100 mV beträgt 2 mV. Die Übersteuerungsgrenze liegt für eine Frequenz von 1000 Hz bei einer Eingangsspannung von 62 mV. Der Klirrfaktor der Ausgangsspannung hat bei einer Eingangsspannung von 20 mV den niedrigen Wert von 0,023 %. Auch das Signal- zu Rauschverhältnis liegt mit 65 dB bei einer Eingangsspannung von 10 mV günstig.

Für Endstufen von Niederfrequenzverstärkern ist die Verwendung von Feldeffekttransistoren nur dann vorteilhaft, wenn hohe Drainspannungen, beispielsweise 100 V oder mehr, zulässig sind. Bei niedrigen Drainspannungen erreicht der Wirkungsgrad der Endstufe nur relativ kleine Werte. In Fig. 2 ist das Schema eines 1-Watt-Verstärkers mit Feldeffekttransistoren

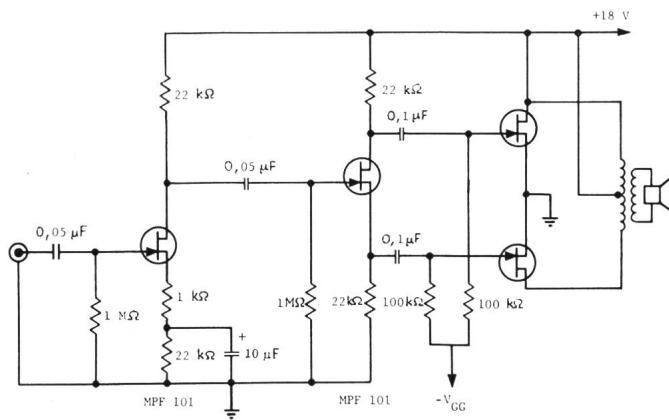


Fig. 2

1-W-Verstärker mit Feldeffekttransistoren

Die Gatevorspannung $-V_{GG}$ hat grossen Einfluss auf den Klirrfaktor der Ausgangsspannung und auf den Wirkungsgrad der Endstufe

wiedergegeben. Die erste Stufe ist als Verstärker ausgebildet, während die zweite zur Phasenumkehr für die Speisung der AB-Gegentaktendstufe dient. Die Endstufe erhält eine negative Gatevorspannung; die Sourceanschlüsse sind direkt mit dem Massepotential verbunden. Der Kleinsignalstrom, der Wirkungsgrad und der Klirrfaktor der Endstufe sind von der Grösse der Gatevorspannung abhängig. Der Klirrfaktor nimmt mit negativer werdender Gatevorspannung zu. Bei einer Gatespannung von $-6,5$ V und einer Ausgangsleistung von $0,1$ W erreicht der Klirrfaktor einen Wert von nahezu 10% . Wenn die Ausgangsleistung weiter ansteigt, nimmt der Klirrfaktor zunächst ab und steigt dann rasch an, wenn die Ausgangsleistung die Grösse von 1 W überschritten hat. Wenn die Gatevorspannung auf -4 V reduziert wird, liegt der Klirrfaktor bei einer Ausgangsleistung von 1 W in der Grössenordnung von $1,5\%$. Der Kleinsignalstrom nimmt mit kleiner werdender Gatevorspannung zu, während gleichzeitig der Wirkungsgrad abnimmt.

H. Gibas

Gas-Laser

621.375.029.6 : 535.2

[Nach A. L. Bloom: Gas Lasers. Proc. IEEE, 54(1966)10, S. 1262...1276]

Bei diesem Lasertyp wird als aktive Substanz ein in ein Glasrohr gefülltes atomares, ionisches oder molekulares Gas oder ein Gasgemisch verwendet. Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten an diesem Lasertyp waren so intensiv, dass fast jede gewünschte Spezifikation, ausgenommen sehr hohe Spitzenausgangsleistungen im sichtbaren Bereich des Spektrums, durch irgendeinen Gas-Laser erfüllt werden kann, und dass viele käufliche Laser von diesem Typus sind. Sie überstreichen einen Frequenzbereich vom UV bis zu den Mikrowellen und erzeugen im Impulsbetrieb bis zu 200 kW Spitzeneleistung.

Der neuerdings entwickelte CO_2 -Laser hat eine Dauerstrichleistung von 100 W im IR-Gebiet bei einem vorläufigen Wirkungsgrad von 10% und einer Länge von 2 m. Die neueren Molekularlaser scheinen den Atom- und Ionen-Lasern bezüglich maximal möglicher Ausgangsleistung und Dopplerverbreiterung überlegen zu sein. Die Frequenzstabilität der Gas-Laser ist vergleichbar mit derjenigen von konventionellen Mikrowellen-Generatoren und erreicht z. B. kurzzeitig $1 : 10^9$, langzeitig $1 : 10^8$ und kann durch äussere Massnahmen noch verbessert werden. Die räumliche Kohärenz ist sehr gut, so dass vor allem Gas-Laser zur Herstellung von Hologrammen und zu Längenmessungen verwendet wurden. Sie kann verbessert werden, wenn der Resonator nur in einem Mode und bei einer Frequenz arbeitet, was auch das Rauschen des Lasers herabsetzt.

Die wichtigsten Ergebnisse der Gas-Laser-Forschung der letzten Zeit sind:

1. Entwicklung des CO_2 -Lasers mit hoher Dauerstrichleistung, wie bereits erwähnt wurde.

2. Pumpen durch eine Gasentladung, welche mit Hochfrequenz statt mit Gleichstrom erzeugt wird, wobei das ionisierte Gas wie die Sekundärwicklung eines Transformators wirkt. Es sind viel höhere Entladungsstromdichten erreichbar und im Gas befinden sich keine korrodierende Elektroden.

3. Es wurden Laserübergänge entdeckt, welche die Oszillation selbsttätig abbrechen, so dass die Erzeugung von Impulsen hoher Amplitude einfacher geworden ist.

Ausserdem sind die drei Typen von Gas-Lasern auch durch neue Gasmischungen und andere technologische Fortschritte verbessert worden, und die Eigenschaften des Ausgangssignales wurden eingehend untersucht.

Die Anwendungen des Gas-Lasers sind ungefähr die gleichen wie bei den andern Laser-Typen, wobei beim Gas-Laser oft die grosse zeitliche und räumliche Kohärenz ausgenützt wird. Bevor der Laser in der Informationsübertragung eine praktische Bedeutung erlangt, müssen die Modulations- und Übertragungsverfahren noch weiter entwickelt werden.

H. Kramer

Entfernungsmesser mit Rubin-Laser

528.021.7 : 621.375.029.6 : 535.2

[Nach F. Grassot: Entfernungsmesser mit Rubin-Laser. Radio mentor electronic 33(1967)1, S. 48...52]

Zur Entfernungsmessung mit momentaner Entfernungsanzeige ist eine elektronische Schaltungsanordnung mit einem Rubin-Laser geeignet, dessen Rubin-Einkristall zwischen einem feststehenden, teildurchlässigen und mit dielektrischen Schichten versehenen Spiegel und einem rotierenden, total reflektierenden Prisma angeordnet ist. Das rotierende Prisma bildet den zur Erzielung des Laser-Effektes erforderlichen weiteren Spiegel. Es sorgt dafür, dass sich bei jeder Umdrehung des Prismas im Laser nur einmal kurzzeitig der Zustand zweier paralleler Spiegelflächen einstellt. Bei geeigneter Anregung wird dadurch eine Energiespeicherung im Laser bewirkt, auf Grund der im Augenblick der Parallelität beider Spiegelflächen ein Einzelimpuls mit verhältnismässig hoher Leistung erzeugt wird.

Zur Erzielung eines Einzelimpulses bedarf es jedoch einer exakten Steuerung der Pump-Lichtquelle des Lasers im Hinblick auf die augenblickliche Drehstellung des Prismas, bei der die Anregung erfolgen muss. Dies besorgt eine photoelektrische Abtastung, die von dem rotierenden Prisma impulsmaessig gesteuert wird und einen für den Energiespeichervorgang im Laser erforderlichen Vorlauf für die Zündung der Pump-Lichtquelle hervorruft.

Ist der Augenblick der Parallelität beider Spiegelflächen erreicht, dann wird ein Laserstrahl ausgesendet. Dieser erzeugt einerseits in einer Photozelle einen ersten elektrischen Impuls und nach Reflexion am Messobjekt und Rücklauf zur Messrichtung am Ausgang eines Photomultipliers einen weiteren elektrischen Impuls. Mit dem ersten Impuls wird ein Zähltor geöffnet und dadurch mit der Zählung von im Hinblick auf die Lichtgeschwindigkeit gewählten $29,97$ -MHz-Schwingungen begonnen; mit dem weiteren Impuls des Photomultipliers wird das Zähltor wieder geschlossen, und damit die Zählung beendet. An einer Ziffernanzeige lässt sich die durch das Zählergebnis erhaltene Entfernung in Metern ablesen.

Die Messeinrichtung mit Rubin-Laser kann im allgemeinen ohne Schwierigkeiten zur Entfernungsmessung von Gegenständen eingesetzt werden, die innerhalb der Sichtweite liegen. Sie besitzt gegenüber auf dem Radarprinzip beruhenden Messeinrichtungen auf Grund ihres kleinen Öffnungswinkels den Vorteil einer grösseren Meßsicherheit, die sich durch Verwendung von schmalbandigen Interferenzfiltern, Begrenzerstufen zur Unterdrückung von Störimpulsen sowie Schaltungsmassnahmen zur Vermeidung von Mehrfachechos vergrössern lässt. Gegenüber optischen Entfernungsmessern bietet die mit einem Rubin-Laser arbeitende Messeinrichtung den Vorteil einer von der Grösse der Entfernung unabhängigen Genauigkeit, die auch bei grösseren Entfernungen (über 10 km) bei der gewählten Zählfrequenz bei ± 5 m liegt.

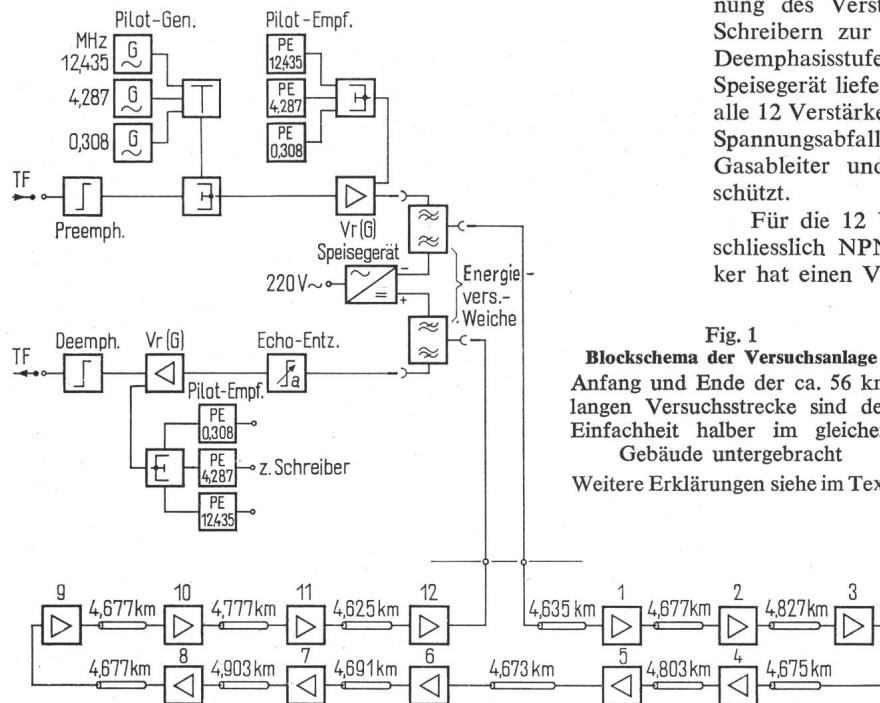
D. Krause

Trägerfrequenzverstärker mit Transistoren für 2700 Sprechkreise

621.395.44 : 621.375.4

[Nach H. Keil: Trägerfrequenzverstärker mit Transistoren für 2700 Sprechkreise. NTZ 19(1966)2, S. 69...72]

Trägerfrequenzverstärker mit Transistoren in Koaxialleitungen zur Übertragung einer grossen Zahl von Signalen haben gegenüber Röhrenverstärkern einige Vorteile aufzuweisen. Die wichtigsten Vorteile sind: Die Energieversorgung ist einfacher, die Verstärker benötigen keine Wartung und können im Kabel-



zug, unter der Erdoberfläche, montiert werden. Zur Erprobung wurden 12 Trägerfrequenzverstärker mit Transistoren in einer ca. 56 km langen Versuchsstrecke (Fig. 1) mit einem Koaxialkabel 2,6/9,5 mm unterirdisch verlegt. Die Abstände zwischen den einzelnen Verstärkern sind in Fig. 1 eingetragen. Um die Messungen zu vereinfachen, waren Anfang und Ende der Versuchsstrecke im gleichen Gebäude untergebracht. Am Eingang

Fig. 1
Blockschema der Versuchsanlage
Anfang und Ende der ca. 56 km langen Versuchsstrecke sind der Einfachheit halber im gleichen Gebäude untergebracht
Weitere Erklärungen siehe im Text

und Ausgang der Strecke wurden die für das 12-MHz-Trägerfrequenzsystem vorhandenen Geräte verwendet. Dazu gehören am Eingang die Preemphasis, Pilotgeneratoren, Piloteinspeisung und der Sendeverstärker $V_r(G)$. Pilotempfänger kontrollieren das abgehende Signal, das über die Energieversorgungsweiche dem Koaxialkabel zugeführt wird. Am Ausgang der Versuchsstrecke passiert das Signal wieder eine Energieversorgungsweiche und gelangt über einen Echoentzerrer an den Eingang eines Verstärkers $V_r(G)$. Der Echoentzerrer dient zur Beseitigung von Fehlern des Dämpfungsfrequenzganges der Strecke. Die Ausgangsspannung des Verstärkers $V_r(G)$ wird einem Pilotempfänger mit Schreibern zur Kontrolle des Ausgangssignals und über eine Deemphasistufe dem Ausgang des Systems zugeführt. Das Speisegerät liefert einen konstanten Gleichstrom von 65 mA, der alle 12 Verstärker der Strecke speist. Jeder Verstärker hat ca. 20 V Spannungsabfall. Die Transistoren der Verstärker sind durch Gasableiter und Halbleiterdioden gegen Überspannungen geschützt.

Für die 12 Verstärker der Koaxialkabelstrecke wurden ausschliesslich NPN-Siliziumtransistoren verwendet. Jeder Verstärker hat einen Vorentzerrer, einen Eingangs- und Ausgangstransformator und eine veränderliche Gegenkopplung. Die Dämpfung des Kabels ändert sich mit der Temperatur. Die Dämpfungsänderung des Kabels wird im Verstärker durch ein temperaturabhängiges System kompensiert. Das System besteht aus einem Widerstand, dessen Grösse von der Stärke eines äusseren Magnetfeldes abhängig ist, und aus einem kleinen permanenten Magneten. Dieser ist aussen am Verstärker schwenkbar angebracht und wird so eingestellt, dass die Verstärkung der Länge des Verstärkerfeldes angepasst wird.

Der Frequenzgang des ganzen ca. 56 km langen Übertragungssystems hat im Bereich von 0,3...12,5 MHz maximale Abweichungen von $\pm 0,02$ N. Der Speisestrom ist, wie bereits erwähnt wurde, stabilisiert. Änderungen des Speisestromes haben zudem nur geringen Einfluss auf die Verstärkung. Die Versuche, die sich über einen längeren Zeitraum erstrecken, scheinen zu bestätigen, dass sich Transistoren als Verstärkerelemente eines Trägerfrequenzverstärkers für 2700 Sprechkreise gut eignen, und dass sie gegenüber Röhren einige Vorteile aufweisen.

H. G.

Glas-Laser

621.375.029.6 : 535.2

[Nach: E. Snitzer: Glass Lasers. Proc. IEEE, 54(1966)10, S. 1249...1261]

In Glasstäbe oder Glasfasern werden, ähnlich wie beim Kristall-Laser, dreiwertige Ionen der seltenen Erden als Verunreinigungen eingeschmolzen. Die Glaslaser besitzen gegenüber den Kristall-Lasern den Vorteil, dass Gläser mit verschiedenen und guten optischen Eigenschaften nach bekannten Verfahren hergestellt und das Material fast beliebig geformt werden kann. Ihre grössere Linienbreite ist bei der Q-Switching-Technik und beim Laser-Verstärker günstig, erhöht aber die minimal notwendige Pumpenergie für stimuliertes Emission. Die thermische Leitfähigkeit des Glases ist kleiner als diejenige von Kristallen, sodass die Verlustenergie des Lasers weniger gut abgeführt werden kann und damit die maximal mögliche Ausgangsleistung im Vergleich zum Kristall-Laser kleiner ist.

Besonders eingehend wurden die Nd^{3+} -, Yb^{3+} - und Er^{3+} -Laser mit verschiedenen Glassorten als Trägermaterial hinsichtlich Absorptions- und Emissionslinien, Lebensdauer der Laser-niveaux, Konzentration der Fremdionen, Sensibilisierung mit einer weiteren Sorte von dreiwertigen Ionen untersucht.

Die Glas-Laser geben ihre Energie meist im IR-Gebiet ab. Bei Lasern mit grossen Abmessungen und Leistungen führen thermische Effekte, wie Ausdehnung, Variation des Brechungsindex durch örtliche Überhitzung und Spannungen zu thermischen Instabilitäten des Resonators. Mit geeignet gewählten Glassorten kann dieser Effekt unterdrückt werden, wie eine Rechnung für zwei verschiedene Resonatoren zeigt.

Mit Gläsern, welche paramagnetische Verunreinigungen enthalten und in ein externes, statisches Magnetfeld gebracht werden, lassen sich neben Lasern auch optische Faraday-Rotatoren und -Isolatoren konstruieren, welche die Polarisationsebene des Lichtes drehen bzw. das Licht in nur einer Richtung durchtreten lassen.

H. K.

Versuche mit VLF-Dipolantennen auf dem Grönlandeis

621.396.674.3

[Nach T. L. Johnson und G. M. R. Winkler: Experimental Results of VLF Dipole Tests on the Greenland Ice Cap. Radio Science 1(1966)8, S. 1003...1010]

Versuche mit VLF-Dipolantennen (VLF = Very Low Frequency) wurden in einer Entfernung von 80 km nordöstlich von Camp Century auf dem Grönlandeis durchgeführt. Die Eisdicke über dem Felsboden der Insel betrug 1500...1800 m. Auf der Eismasse lag eine ungefähr 10 m dicke Schicht Hartschnee. Der für die Versuche gewählte Punkt in Grönland liegt auf dem Grosskreis, auf dem die Stationen GBR, England, mit einer Frequenz von 16,0 kHz und NPM, Hawaii, die zur Zeit der Versuche eine Frequenz von 19,8 kHz hatte, stehen. Außerdem wurde bei Messungen die Station NAA, Cuttler/Maine, die zur Zeit der Versuche mit einer Frequenz von 14,7 kHz arbeitete, empfangen. Die Lufttemperatur betrug während der Versuchsperiode im Monat Juli einige Grade unter Null bis -20°C .

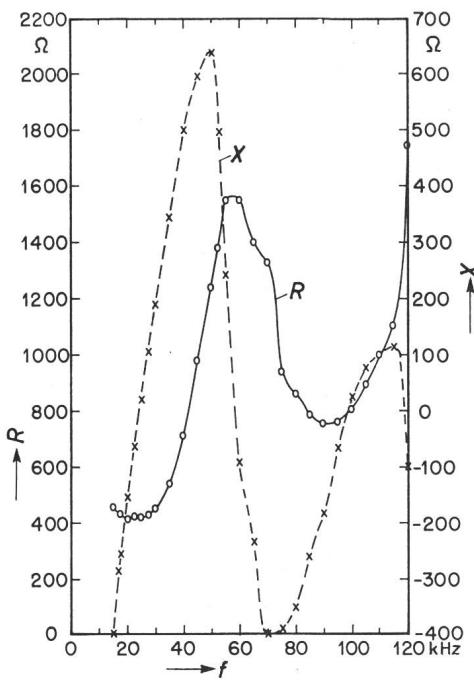


Fig. 1
Impedanz in Abhängigkeit von der Frequenz f einer 3660 m langen Dipolantenne aus Leiter RG-17/U
R Widerstand; X Reaktanz

Für die Antennen wurden drei Leitermaterialien verwendet:

1. Telephondraht WD-1 der amerikanischen Armee, bestehend aus zwei isolierten Leitern; jeder Leiter war aus 3 Kupferadern und 4 Stahladern zusammengesetzt;
2. Unisolierter Kupferdraht Nr. 8;
3. Der isolierte Innenleiter des Koaxialkabels RG-17/U.

Zusammenstellung der untersuchten Dipolantennen

Tabelle I

Versuch Nr.	Leiter Typ	Dipol-länge m	Winkel östlich der Nordrichtung	Messungen
1	WD-1	3660	100°	Z, I, E
2	Nr. 8	3660	100°	Z, I, E
3	RG-17	610	100°	Z, E
4	RG-17	1830	100°	Z, E
5	RG-17	3660	100°	Z, I, E
6	RG-17	8030	100°	Z, I, E
7 ¹⁾	Nr. 8	3660	10°	Z, I, E

¹⁾ Die Antenne vom Versuch Nr. 6 wurde liegen gelassen.

Z Impedanzmessung

I Messung der relativen Stromverteilung

E Messung des relativen Wirkungsgrades

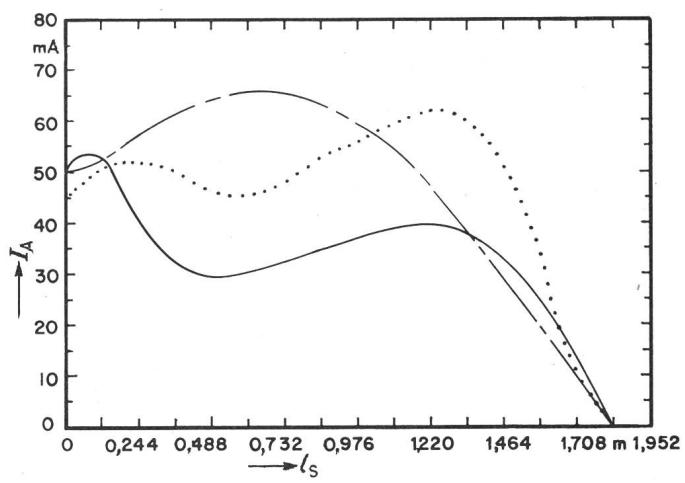


Fig. 2
Stromverteilung entlang einer Hälfte der 3660 m langen Dipolantenne bei einer Frequenz von 60 kHz

Auf der Abszisse ist der Abstand vom Speisungspunkt l_s in der Mitte des Dipols aufgetragen, auf der Ordinate der relative Antennenstrom I_A .
Antennenleiter: — RG-17/U;
— Kupferdraht Nr. 8; ····· WD-1

Bei den Impedanzmessungen wurden bei verschiedenen Frequenzen der Widerstand und die Reaktanz (Fig. 1) an den Anschlüssen der Dipolantenne gemessen.

Ein Beispiel für das Resultat einer Messung der Stromverteilung entlang einer Hälfte der Dipolantenne ist in Fig. 2 wiedergegeben. Der relative Wirkungsgrad der drei aus verschiedenen Leitern aufgebauten Dipolantennen mit einer Länge von 3660 m beim Empfang der Station GBR ist der Tabelle II zu entnehmen. Die Frequenz dieses Senders lag unter der tiefsten Eigenresonanz (ca. 25 kHz) der Antenne.

H. G.

Selenhochspannungsgleichrichter

621.314.634

[Nach Rainer Dangschat: Der Selenhochspannungsgleichrichter — ein zuverlässiges Bauelement. Siemens-Bauteile-Information 4(1966)4, S. 112...116]

Selengleichrichter, die in Fernsehempfängern mit Vorteil angewendet werden können, weisen gegenüber Gleichrichteröhren einige Vorteile auf. Sie sind einfach zu montieren, altern weder in der Sperrichtung noch in der Durchlassrichtung, sind unempfindlich gegen Störimpulse und benötigen keine Heizung, wodurch erstens die Heizleistung erspart und zweitens die Anheizzeit des Gerätes um 6...7 s reduziert wird. Die Schaltung für die Leuchtfleckunterdrückung in einem Fernsehgerät kann auch sehr einfach sein, weil die Bildröhrenkapazität durch den Sperrstrom rasch entladen wird.

Selengleichrichter eignen sich im besonderen zur Erzeugung der 18-kV-Betriebsspannung von 59- und 65-cm-Bildröhren von

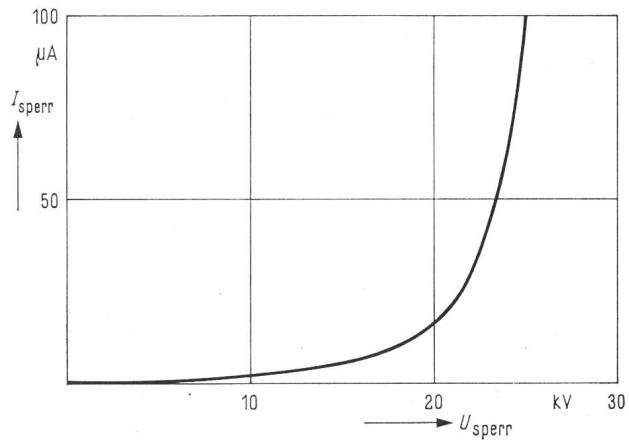


Fig. 1
Sperrkennlinie eines Selengleichrichters
Gemessen mit Gleichspannung
I_sperr Sperrstrom; U_sperr Sperrspannung

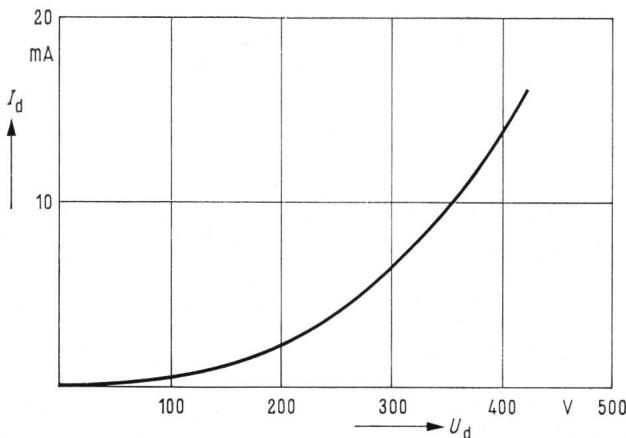


Fig. 2
Durchlasskennlinie eines Selengleichrichters
 Gemessen mit einer Zeilenimpulsspannung von 16 kHz
 I_d Durchlaßstrom; U_d Durchlaßspannung

Schwarzweiss-Fernsehgeräten, zur Erzeugung der 11...13-kV-Gleichspannung von tragbaren Schwarzweiss-Fernsehgeräten mit 10...12-Zoll-Bildröhren und zur Erzeugung der 5-kV-Gleichspannung für die Fokussierung in 90°-Farbbildröhren. Selengleichrichter arbeiten beispielsweise in 100 000 tragbaren Schwarzweiss-Fernsehgeräten praktisch ohne Ausfall. Ihre einzige Schwäche ist die relativ grosse Temperaturempfindlichkeit. Bei der Verwendung von Selengleichrichtern ist vor allem darauf zu achten, dass die Umgebungstemperatur den Wert von 60 °C nicht überschreitet.

Fig. 1 zeigt die Sperrkennlinie eines Selengleichrichters, die mit Gleichspannung gemessen wurde. Bei Wechselspannungsbetrieb nimmt die Sperrfähigkeit des Selengleichrichters mit steigender Frequenz zu, sodass im normalen Betrieb der Sperrstrom wesentlich kleiner ist, als der gemäss Fig. 1 gemessene Wert. Die Durchlasskennlinie desselben Gleichrichters ist in Fig. 2 wiedergegeben. Diese Kennlinie wurde mit einer Impulsspannung einer Frequenz von 16 kHz aufgenommen. Bei einem Durchlaßstrom von 20 mA hat der differentielle Widerstand einen Wert von 10 kΩ. Der gesamte Innenwiderstand im Hochspannungskreis eines Fernsehempfängers besteht aus der geregelten Ablenkröhre, der Boosterdiode, der Primärwicklung, Streuinduktivität und Sekundärwicklung und beträgt 2,2...3 MΩ. Im Vergleich zu diesen Werten ist der differentielle Widerstand des Selengleichrichters in der Durchlassrichtung gering. Der Widerstand bleibt während einer Betriebsdauer von vielen tausend Stunden praktisch unverändert.

Eine sehr wichtige Eigenschaft der Selenhochspannungsgleichrichter ist die Unempfindlichkeit gegenüber Sperrspannungsspitzen. Z. B. kann ein direkter Überschlag von der 25-kV-Elektrode auf die Fokuselektrode einer Farbbildröhre den 5,5-kV-Gleichrichter, der diese Elektrode speist, nicht zerstören, wenn ein Schutzwiderstand von 100 kΩ vorgeschaltet ist. In der Regel hat dieser Schutzwiderstand jedoch einen Wert, der zwischen 1...5 MΩ liegt.

H. G.

Wirkungsweise der Transfluxoren

621.318.4.042.15

[Nach Robert Schmitt: Wirkungsweise der Transfluxoren. Siemens-Bauteile-Information 4(1966)4, S. 120...124]

Transfluxoren können als Speicherelemente, kontaktfreie Schalter, logische Einheiten, integrierende magnetische Verstärker oder als impulsgesteuerte Variometer verwendet werden.

Das Grundelement eines Transfluxors besteht aus einem Ferritkern mit rechteckförmiger Hystereseschleife; der Kern ist

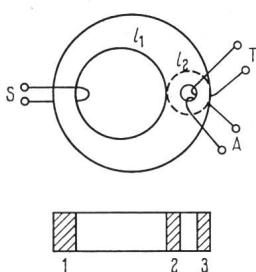


Fig. 1
Transfluxor mit zwei Löchern
 S Steuerwicklung; T Treiberwicklung;
 A Ausgangswicklung; 1, 2, 3 Stege des
 Kernes; l_1 kleinstmögliche Feldlinie der
 Steuerwicklung S; l_2 grösstmögliche Feldlinie
 der Treiberwicklung T in den Stegen 2 und 3

Fortsetzung auf Seite 421

mit zwei oder mehreren Löchern versehen. Der prinzipielle Aufbau eines Transfluxors mit einem Kern mit zwei Löchern ist in Fig. 1 wiedergegeben. Die Stege 2 und 3 des Kernes haben gleich grosse Querschnitte. Der Steg 1 hat den gleichen oder einen grösseren Querschnitt als die Summe der Querschnitte der Stege 2 und 3. Der Transfluxor in Fig. 1 hat drei Wicklungen: Die Steuerwicklung S, die Treiberwicklung T und die Ausgangswicklung A. Die Länge der grösstmöglichen Feldlinie der Treiberwicklung in den Stegen 2 und 3 (l_2) muss klein sein im Vergleich zur kleinstmöglichen Länge der Feldlinie der Steuerwicklung (l_1).

Ein grosser Stromimpuls I_b , der durch die Steuerwicklung geschickt wird, magnetisiert den ganzen Kern im Uhrzeigersinn. Der Kern befindet sich wegen der rechteckförmigen Hystereseschleife in blockiertem Zustand. Ein Treiberstromimpuls, der einen bestimmten Grenzwert nicht überschreitet, kann in der Ausgangswicklung nur eine kleine Spannung induzieren. Wenn nun durch die Steuerwicklung ein genau definierter Stromimpuls I_e , der dem Strom I_b entgegengesetzt gerichtet ist, geschickt wird, so wird die Richtung des magnetischen Flusses im Steg 2 des Transfluxorkernes umgekehrt (entgegengesetzt dem Uhrzeigersinn), während die magnetische Flussrichtung im Steg 3 erhalten bleibt (im Uhrzeigersinn). Diesen Magnetisierungszustand nennt man im Gegensatz zum bereits beschriebenen «blockierten» Zustand den «eingestellten» Zustand. In diesem Zustand kann ein durch die Treiberwicklung geschickter Stromimpuls eine grössere Spannung in der

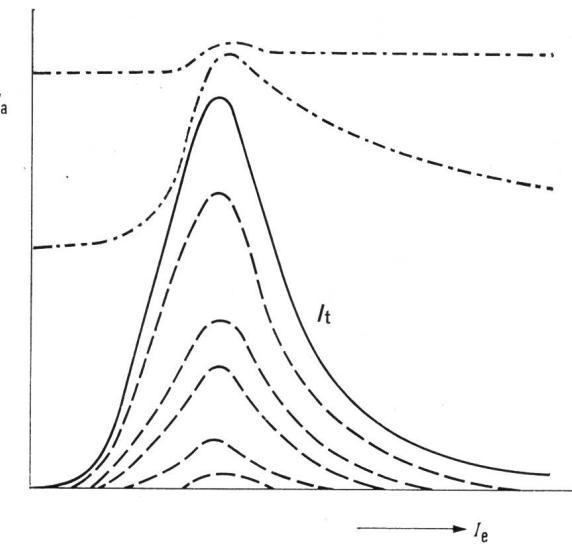


Fig. 2
Kennlinien eines Zweilochtransfluxors
 I_e Einstellstrom; U_a Ausgangsspannung; Parameter ist der Treiberstrom I_t
 Weitere Bezeichnungen siehe im Text

Ausgangswicklung induzieren. Aufeinanderfolgende Treiberstromimpulse entgegengesetzter Polarität bewirken stets eine Ummagnetisierung des Feldes in den Stegen 2 und 3.

Sämtliche im Transfluxor nach Fig. 1 bestehenden Übertragungsmöglichkeiten von der Treiberwicklung auf die Ausgangswicklung sind in Fig. 2 dargestellt. Sowohl für den Einstellstrom als auch für den Treiberstrom gibt es optimale Werte. In Fig. 2 ist auf der Abszisse der Einstellstrom I_e und auf der Ordinate die Ausgangsspannung U_a aufgetragen. Die voll ausgezogene Kurve gilt für den optimalen Treiberstrom I_t optimal. Die strichlierten Kurven gelten für Treiberströme, die kleiner als I_t optimal sind, die strichpunktiierten Kurven für Treiberströme, die grösser als I_t optimal sind. Der Einstellstrom I_e wird in jenem Punkt optimal, in dem die voll ausgezogene Kurve ihren Maximalwert erreicht. Diese Einstellung nennt man «voll eingestellt». Bei digitaler Anwendung entspricht die blockierte Einstellung des Transfluxors dem Wert «0» und der voll eingestellte Zustand dem Wert «1». Für die optimalen Werte des Einstellstromes und des Treiberstromes gelten enge Toleranzen. Weniger kritisch sind die Ströme bei Transfluxoren mit mehr als zwei Löchern. Eine Aufteilung der einzelnen Wicklungen in mehrere Teilwicklungen bringt ebenfalls Vorteile mit sich.

H. G.