Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 43 (1952)
Heft: 20: 100 Jahre elektrisches Nachrichtenwesen in der Schweiz

Artikel: Die Pioniertätigkeit der Maschinenindustrie in der Hochfrequenztechnik
Autor: Guanella, G. / Jenny, F. / Waldvogel, P.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1059190

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: 02.10.2025

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

technische Physik an der Eidg. Technischen Hochschule, Prof. *E. Baumann*, sowie die Ingenieure der Forschungsabteilung der PTT unter der bewährten Leitung von Dr. *H. Keller* und Prof. *W. Furrer*.

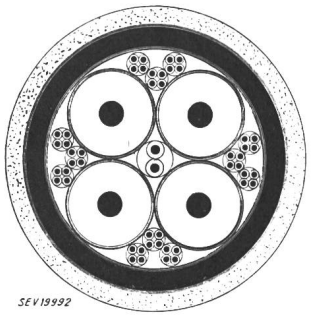


Fig. 9
Koaxiales Kabel
mit 4 koaxialen Paaren von
2,64/9,52 mm ϕ
1 Pilotpaar 2 × 0,9 mm ϕ
polythenisoliert, und
12 Vierern 4 × 0,6 mm ϕ

Die *koaxialen Kabel der PTT* werden vorläufig nur im Anschluss an ausländische gleichartige Systeme verwendet; sie werden als Einheitstyp mit 4 koaxialen Leitern gebaut und können bis 1920 Sprechkreise übernehmen. Zur Zeit sind ca. *100 km* solcher Kabel verlegt.

Die koaxialen Kabel werden möglicherweise eine besondere Verwendung finden bei der künftigen Einführung des Fernsehens in der Schweiz. Die erste schweizerische Fernsehanlage im Betrieb wurde bereits an der Landesausstellung in Zürich im Jahre 1939 gezeigt. Diese war gebaut worden im Institut für Hochfrequenztechnik an der Eidg. Technischen Hochschule unter der initiativen Leitung von Prof. Dr. *F. Tank*.

—

Aus diesem Überblick über die bisher zur elektrischen Nachrichtenübertragung verwendeten Kabel geht hervor, dass deren Entwicklung durchaus noch nicht abgeschlossen ist und mit den künftigen Neuerungen im Gebiet der Schwachstrom- und Hochfrequenztechnik auch entsprechend weiterzufördern sein wird.

Adresse des Autors:
W. Dübi, Baslerstrasse, Brugg (AG).

Die Pioniertätigkeit der Maschinenindustrie in der Hochfrequenztechnik

Von *G. Guanella*, Zürich, *F. Jenny* und *P. Waldvogel*, Baden

621.39

Einleitung

Die Firma Brown Boveri hatte bereits ungefähr 50 Jahre erfolgreicher Tätigkeit auf dem Gebiete der eigentlichen Starkstromtechnik hinter sich, und ihr Name genoss schon auf Grund ihrer unbeschränkten Selbständigkeit einen Weltruf, als der Beschluss gefasst wurde, im Sinne einer Planung auf sehr weite Sicht, in ein ganz neues Gebiet einzugehen. Die Wahl fiel damals auf die Hochfrequenztechnik, wobei zwei Grundgedanken leitend waren. Der erste ist nichts anderes als das einem allgemeinen Prinzip Treubleiben, nämlich die technische Entwicklung mit eigenen Kräften zu betreiben, um auf diese Art und Weise eine unbeschränkte kommerzielle Unabhängigkeit zu bewahren, ein Bestreben, welchem in einem so kleinen Lande wie der Schweiz die allergrösste Aufmerksamkeit zu schenken ist. Der zweite liegt darin, dass eine Hochvakuumröhrenfabrikation als der Kristallisationskern angesehen wurde, um welchen herum eine Hochfrequenzgerätefabrikation aufzubauen war.

Es ist klar, dass im Augenblick, wo so umfangreiche Probleme angepackt werden, nicht sämtliche Schwierigkeiten abgeschätzt werden können. In der Tat sind der jungen Equipe, welcher diese Aufgaben anvertraut wurden, die Rückschläge nicht erspart geblieben, jedoch hat sich nichts ereignet, was irgendwelche Zweifel in Bezug auf die Richtigkeit der bereits erwähnten Grundsätze gerechtfertigt hätte, ganz im Gegenteil, diese hat sich voll und ganz bestätigt.

Aus diesem Grunde fühlt sich die Firma, in voller Bescheidenheit, sehr geehrt, anlässlich des hundertjährigen Bestehens des elektrischen Nachrichtenwesens in der Schweiz an dieser Stelle einen kurzen Bericht über ihre Hochfrequenztätigkeit erstatten zu dürfen. Die Bescheidenheit ist hier sicher am Platz, wenn man bedenkt, dass diese Tätigkeit zu einer Zeit gestartet wurde, da die Hochfrequenztechnik fast ein Vierteljahrhundert alt war. Umgekehrt aber ist es interessant zu beobachten, was man in unserem Naturschätze vollständig entbehrenden Lande anfangen und erreichen kann, wenn man unseren einzigen Reichtum auszunützen versteht, nämlich die Arbeitskraft unserer Leute, seien es die geistigen Kräfte, die aus unseren Schulen stammen, seien es die manuellen Kräfte, für welche das exakte und saubere Arbeiten das höchste Gebot ist.

Um unseren kurzen Überblick möglichst prägnant darzustellen, haben wir einen Ausschnitt aus unserer Röhrenfabrikation (die Senderöhren) und einen aus unserer Gerätefabrikation (Richtstrahlanlagen) gewählt.

I

Entwicklung und heutiger Stand der Senderöhren-Technik

Mit dem Aufschwung, den die Hochfrequenztechnik in den letzten Jahren genommen hat, ist die Verwendung von Leistungs- und Senderöhren aller Art in ungeahntem Masse gestiegen. Aus diesem Grunde ging die anfängliche Einzelfertigung mehr und mehr in eine Serienproduktion über. So wurde es möglich, mit modernsten Fabrikationsmethoden und Einrichtungen Produkte zu erzeugen, die konkurrenzfähig im Preise und zuverlässig im Betriebe sind. Die dabei zu überwindenden Schwierigkeiten sind ausserordentlich vielfältig. Dank der ausschliesslichen Verwendung erstklassiger Materialien und der gründlichen Kenntnis ihrer mechanischen, thermischen und elektrischen Belastungsgrenzen konnten in neuester Zeit Spitzenleistungen, bezogen

Fig. 1
Teilansicht der Röhrenmontage
Hier werden die Röhren durch Punktschweissen, Verschrauben, Vernieten aus ihren Bestandteilen zusammengesetzt

Fig. 2
Einbrennen kleiner Gleichrichter-Röhren
Die fertig gepumpten und gesockelten Röhren werden auf Einbrennständen in mehrstündiger Behandlung stabilisiert

auf Qualität, Volumen und Gewicht einer Röhre, erreicht werden, die vor wenigen Jahren noch unmöglich waren. Fig. 1...6 zeigen einige Einrichtungen einer modernen Senderöhrenfabrik.

Senderöhren werden prinzipiell in 3 Hauptgruppen eingeteilt und zwar:

Gruppe a: Röhren kleiner Leistung mit strahlungsgekühlter Anode bis etwa 500 W.
Gruppe b: Röhren grosser Leistung mit forciert gekühlter Anode aus Kupfer.
Gruppe c: Gleichrichter und Thyratronröhren.

Als emissionsfähige Kathodenmaterialien stehen heute zur Hauptsache zur Verfügung:

1. Wolframkathoden mit Betriebstemberaturen von 2400...2600 °K und einer Elektronenausbeute von 3...10 mA pro W Heizleistung.
2. Wolfram-Thoriumkathoden mit Betriebstemperaturen von 1950...2050 °K und einer Elektronenausbeute von 40...100 mA pro W Heizleistung.
3. Oxydkathoden mit Betriebstemperaturen von 1050...1120 °K und einer Elektronenausbeute von 100...400 mA pro W Heizleistung.

Empfängerröhren und kleinste Senderöhren bis rund 10 W, sowie Gleichrichterröhren werden mit Oxydkathoden ausgerüstet, da diese Kathodenart bei geringster Heizleistung die grösste Elektronenmenge

ergibt. Senderöhren bis etwa 500 W werden vorzugsweise mit Kathoden aus Wolfram-Thorium hergestellt, da diese Kathodenart die grösste Emission pro Flächeneinheit zu liefern im Stande ist.

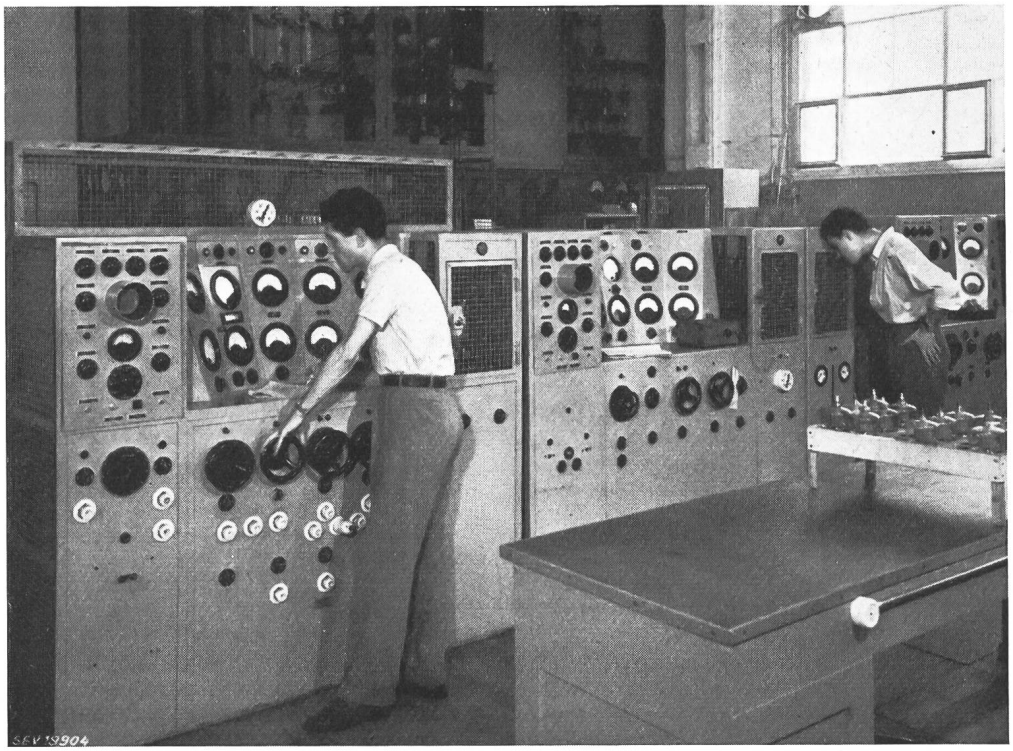
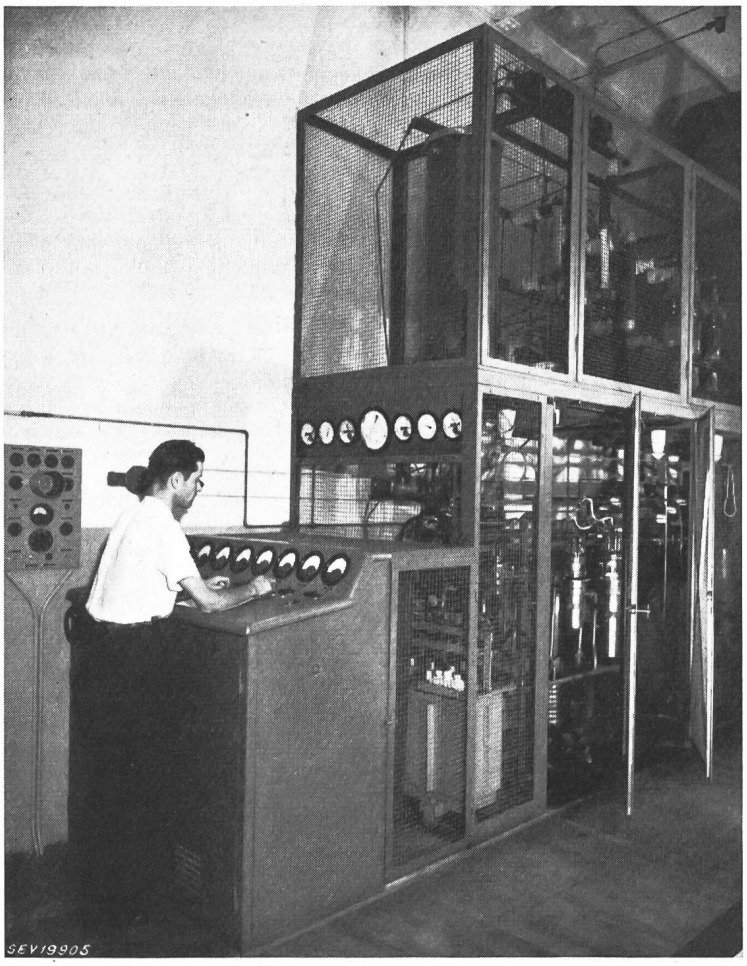


Fig. 3
Einrichtungen zur statischen Prüfung kleiner Senderöhren
Hier werden Senderöhren bis zu 2 kW Anodenverlustleistung durchgemessen



Senderöhren grosser Leistung mit Kupferanoden wurden bis jetzt fast ausschliesslich mit Kathoden aus reinem Wolfram hergestellt, trotz seiner geringen Elektronenausbeute, da nur dieses Material den hohen vorkommenden Beanspruchungen in Bezug auf Ionenbombardement Stand hielt; es galt als ausgeschlossen, diese Röhren z. B. mit Kathoden aus Wolfram-Thorium herstellen zu können. Durch neu gewonnene Erkenntnisse in der Vakuumtechnik sowie in der Herstellung reinster Rohmaterialien ist es jedoch gelungen, Senderöhren bis zu den grössten Leistungen und den höchsten Spannungen mit Wolfram-Thorium-Kathoden herzustellen, welche aussergewöhnlich hohe Lebensdauer besitzen. Dadurch ist es möglich geworden, die klassische Senderöhre mit Wolfram-Kathode durch eine solche mit Wolfram-Thorium-Kathode zu ersetzen. Die daraus gewonnenen Vorteile sind:

Heizleistung rund ⅓ von früher;
Wirkungsgrad um etwa 10 % besser;
Lebensdauer rund doppelt so gross.

Auf dem Gebiet der Kurzwellen und Ultrakurzwellen ergeben sich noch weitere Vorteile, und zwar:

Fig. 4
Prüfstand für Gross-Senderöhren
Mit dieser Einrichtung können Röhren von 5...50 kW Anodenverlustleistung, mit Luft- oder Wasserkühlung, durchgemessen werden

Tiefere Temperaturen, wodurch die Verluste zurückgehen;

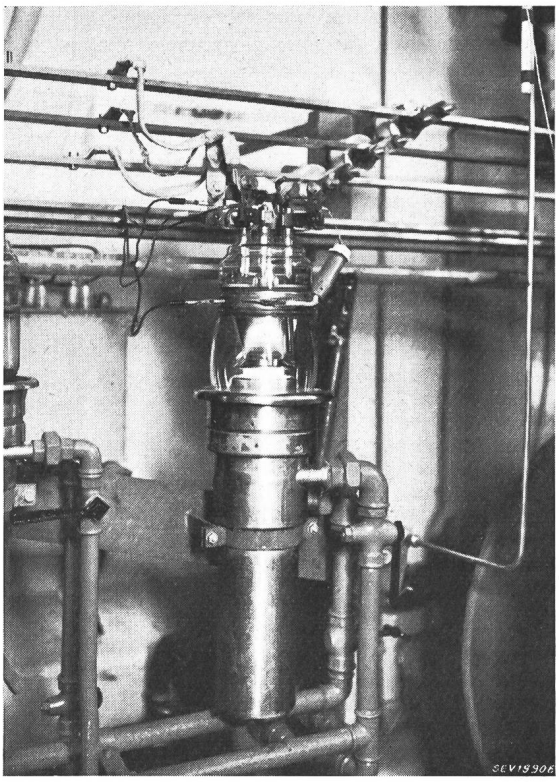


Fig. 5
50-kW-Triode auf dem Prüfstand
Teilansicht einer Röhre und ihrer Anschlüsse

kleinere Dimensionen, wodurch Kapazitäten, Induktivitäten und Blindströme geringer werden;
grössere Steilheit und Emission der Kathoden, wodurch die Anodenspannungen und die Steuerleistungen geringer werden.

Auf dem Gebiete der Gleichrichter- und Thyratron-Röhren werden ebenfalls ständig Fortschritte gemacht. Es werden Kathoden mit grösserer Emissionsfähigkeit bei grösserer Lebensdauer gebaut, so dass immer höhere Spitzenströme bewältigt werden. Neuerdings werden die Röhren mit Füllungen von Xenon-Gas versehen, wodurch die Temperaturgrenzen bedeutend erweitert werden; sie sind ausserdem bei jeder Temperatur sofort gebrauchsfähig.

Im Jahre 1944 wurde die Entwicklung und Fabrikation von abgeschmolzenen Senderöhren aufgenommen.

Bis *Ende 1947*, also innerhalb von 3 Jahren, wurden 18 Röhrentypen hergestellt, und zwar:

Gruppe a: 4 Typen von 120...300 W, mit Wolfram-Thorium-Kathoden
Gruppe b: 8 Typen von 1...50 kW, mit Wolfram-Kathoden
Gruppe c: 6 Typen von 0,25...5 A, mit Oxydkathoden

Bis zum *Frühjahr 1952*, also in den folgenden 5 Jahren, wurden 17 Typen hergestellt, und zwar:

Gruppe a: 8 Typen von 50...400 W, mit Wolfram-Thorium-Kathoden
Gruppe b: 2 Typen von 1...6 kW, ebenfalls mit Wolfram-Thorium-Kathoden
Gruppe c: 7 Typen von 0,5...10 A, mit Oxydkathoden

Gegenwärtig befinden sich in *Entwicklung:*

Gruppe b: 6 Typen von 0,5...50 kW, mit Wolfram-Thorium-Kathoden
Gruppe c: 5 Typen von 0,5...24 A, mit Oxydkathoden

Die zukünftige Entwicklung, soweit sie sich übersehen lässt, wird sich mit den Problemen der Steigerung der Frequenzen und Leistungen zu befassen haben. Es werden für verschiedene Zwecke, z. B. Television und industrielle Anwendungen, Röhren verlangt, die bei Frequenzen bis 1000 MHz Leistungen bis 10 kW oder mehr im Dauerbetrieb abgeben können.

Für industrielle Anwendungen sind Gleichrichter- und Thyratronröhren für grössere Ströme, bis 100 A nötig.

II

Über die Arbeiten auf dem Gebiet der Richtstrahl-Übertragung

Während die bekannten Trägerfrequenz-Systeme zur drahtgebundenen Übertragung mehrerer Sprechkanäle bereits grösste Verbreitung gefunden haben,

Fig. 6
Verpacken von Senderöhren
Vor dem Versand werden die Röhren in mit Federn versehenen Käfigen eingespannt, um Transportschäden weitmöglichst auszuschliessen

steht die drahtlose Mehrkanal-Übertragung mit gebündelten Wellen sehr hoher Frequenz heute erst in den Anfängen der praktischen Einführung. Obschon die Hochfrequenztechnik zu den jüngsten Arbeitsgebieten von Brown Boveri gehört, so wurde die Bedeutung dieser Richtstrahlübertragung doch rechtzeitig erkannt: Als Ergebnis der von Anfang an mit erheblichem Einsatz durchgeführten eigenen Entwicklungsarbeiten sind heute bereits schöne Erfolge im scharfen Wettbewerb um die besten technischen Lösungen zu verzeichnen.

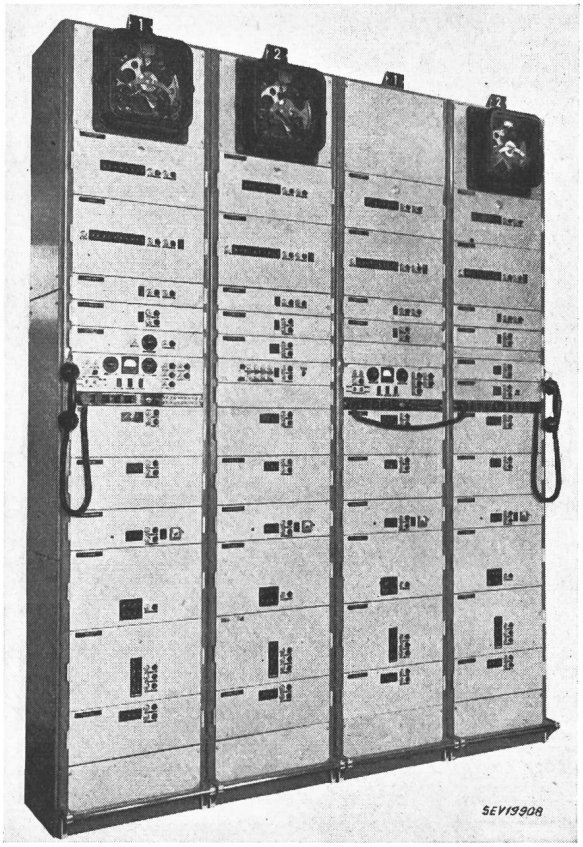


Fig. 7
Zwischenstation einer Richtstrahl-Verbindung für die Saudi-Arabian Railroad
Alle Stationen dieser grösseren Anlage enthalten eine vollständige Reserve-Apparatur, welche bei einer Betriebsstörung in Funktion tritt. Die automatische Fehlermeldeeinrichtung sorgt für Weiterleitung allfälliger Störungsmeldungen über einen Hilfskanal, der gleichzeitig für Dienstgespräche benützt werden kann

Da grundsätzlich ganz verschiedene Methoden Modulation der hochfrequenten Trägerschwingungen mit den verschiedenen Nachrichtenkanälen in Betracht kommen, war zunächst durch systematische Untersuchungen die Systemfrage abzuklären. Von besonderem Interesse war die Gegenüberstellung des «Einträger-Systems», bei dem die frequenzverschobenen und zu einem Breitbandsignal zusammengefassten Nachrichtenfrequenzen zur Frequenzmodulation eines Hochfrequenzträgers dienen, und des «Mehrträger-Systems», bei dem mehrere in der Frequenz benachbarten Hochfrequenzträger je mit einem Kanalsignal frequenzmoduliert sind [1] [1]). Das mathematische Studium des Übersprechproblems und Kontrollmessungen mit besonderen Versuchsapparaturen ergaben schliesslich eindeutig die praktische Überlegenheit des Einträgersystems, dessen Vorteile namentlich dann zutage treten, wenn die Trägerfrequenzausrüstungen schon ohnehin vorhanden sind. Für andere Anwendungen wurde dagegen nach Prüfung weiterer Möglichkeiten die Übertragung mit lagemodulierten Impulsen gewählt [2].

Auch die Wahl der günstigsten Trägerfrequenzen erforderte sorgfältige Untersuchungen. Dabei waren Fragen der Ausbreitung und die röhrentechnisch gegebenen Möglichkeiten zu berücksichtigen. Hier kam der Firma die Entwicklung eines eigenen Mikrowellenrohrs (Turbators) zu statten, das sich in der Folge bei den Impulsgeräten gut bewährte.

Auf diesen grundlegenden Untersuchungen aufbauend, wurden schliesslich zwei Richtstrahlsysteme für mittlere Kanalzahl bis zur Fabrikationsreife

[1]) siehe Literaturverzeichnis am Schluss des Aufsatzes.

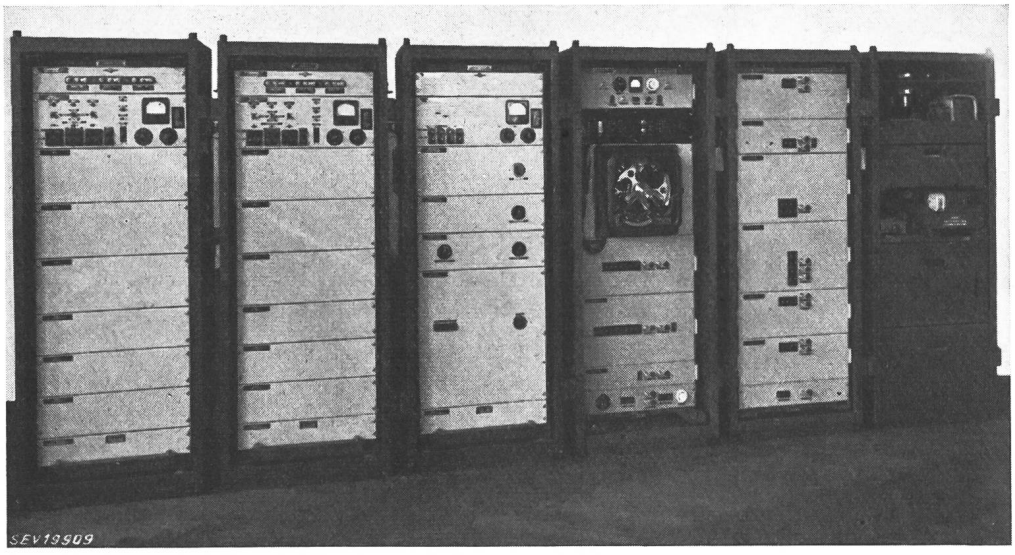


Fig. 8
Transportable Richtstrahl-Apparatur mit Trägerfrequenz-Mehrkanalzusatz für eine amerikanische Ölgesellschaft
Schrank *1...3* Trägerfrequenz-Mehrkanal-Apparatur; Schrank *4* Richtstrahl-Empfangsgerät; Schrank *5* Richtstrahl-Sendegerät; Schrank *6* Zubehörmaterial

durchentwickelt und erprobt, nämlich ein Einträgersystem mit frequenzmoduliertem Träger in der Grössenordnung von 200 MHz und ein Mikrowellensystem mit lagemodulierten Hochfrequenzimpulsen bei rund 2000 MHz. Bei beiden liegt die Zahl der Sprechkanäle bei 24 [3]. Es zeigte sich übrigens in der Folge, dass auch die Entwicklung bei den massgebenden Firmen des Auslandes zu analogen Ergebnissen führte: Die beiden Modulationssysteme sind heute allgemein gebräuchlich.

Nachdem zunächst 2 Verbindungen mit je 2 Relais nach beiden Systemen für die PTT geliefert wurden, konnten bereits auch nach dem Ausland verschiedene, z. T. recht umfangreiche Anlagen nach beiden Systemen geliefert werden. Sie sind für den öffentlichen Telephonverkehr, als private Verbindungsmittel grösserer Betriebe und in einer Spezialausführung auch für mobilen Einsatz bestimmt (Fig. 7, 8).

Neben dem Bau solcher Anlagen gehen auch die Entwicklungsarbeiten weiter: Mit Rücksicht auf die Frequenzzuteilungen des Atlantik-Wellenplanes werden die Einträger-Anlagen für höhere Frequenzen ausgebaut, zunächst bis 450 MHz. Gleichzeitig soll die Kanalzahl erhöht und Überschreitung der Oktave im Breitband-Modulationssignal ermöglicht werden. Auch besondere Probleme der Mikrowellentechnik werden bearbeitet, welche für die Fernseh- und Vielkanal-Übertragung von Bedeutung sind. Es handelt sich dabei insbesondere um die Frequenzmodulation und Verstärkung bei sehr hohen Frequenzen. Im Lauf der Studien auf diesem Gebiet wurde u. a. eine Versuchsapparatur zur Übertragung von Fernsehprogrammen mit einem frequenzmodulierten Träger bei 2000 MHz gebaut.

Bei den zur Richtstrahlübertragung besonders geeigneten Frequenzen von einigen 1000 MHz sind die im Gerätebau erzielbaren technischen Möglichkeiten in erster Linie durch die verwendeten Röhren gegeben. Um auch in dieser Hinsicht unabhängig zu bleiben und von Anfang an die zweckmässig erscheinenden eigenen Wege gehen zu können, befassen wir uns schon seit Beginn unserer Arbeiten auf dem Hochfrequenzgebiet mit der Entwicklung von Mikrowellenröhren. Als Ergebnis dieser Studien ist der Turbator entstanden, ein dem Magnetron ähnliches Rohr, dessen Resonatorsystem besonders günstige Eigenschaften hinsichtlich Stabilität und Nebenwellen-Freiheit gewährleistet. Nach gründlicher Erprobung und Beseitigung verschiedener Anfangsschwierigkeiten wird dieses Rohr nun serieweise hergestellt. Bei einer mittleren Frequenz von 2000 MHz lässt es sich im Bereich von rund ± 10 % kontinuierlich durchstimmen, und es gibt bei einer Lebensdauer von über 5000 h Leistungen in der Grössenordnung von 10 W ab [4] (Fig. 9). Eine grössere Ausführung für Leistungen über 100 W wird für medizinische und industrielle Geräte gebaut.

Es darf hier erwähnt werden, dass im Laufe dieser Mikrowellenröhren-Entwicklung schon vor rund 10 Jahren auch Ausführungen mit Mehrschlitz-Anodensystem gebaut und geprüft wurden, die dem erst später bekannt gewordenen Radar-Magnetron entsprechen [5]. Diese Lösung, welche nachträglich so grosse praktische Bedeutung erhalten sollte, ist wohl zum ersten Male in einem Patent enthalten, das Brown Boveri bereits im Jahre 1938 einreichte [6]. Gerade aus diesem Beispiel ist ersichtlich, dass Erkenntnisse und Fortschritte von erheblicher Bedeutung dem unbefangenen Bearbeiter auch schon nach kurzer Beschäftigung mit dem betreffenden Gebiet möglich sind.

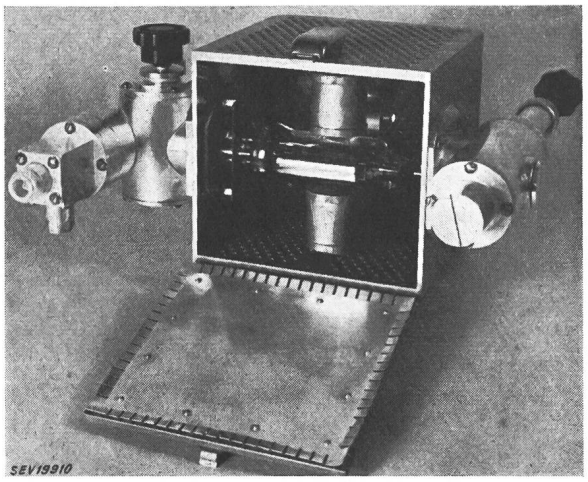


Fig. 9
Mikrowellen-Generator mit Turbator für Richtstrahl-Apparatur
Im Innern des Gehäuses: Turbator mit einstellbarem Magnet; *links:* einstellbare Mikrowellen-Auskopplung mit Leitungsanschluss; *rechts:* kontinuierlich einstellbare Durchstimmung Leistung 10...15 W; Frequenzbereich 1850...2150 MHz

Auf das hier besprochene Thema zurückkommend, muss auf eine Forderung hingewiesen werden, welche bei der Entwicklung wie auch beim Bau der Richtstrahlanlagen grösste Beachtung verdient; es handelt sich dabei um die Gewährleistung einer maximalen Betriebssicherheit. Aus der Beschäftigung mit den klassischen Arbeitsgebieten der Starkstromtechnik ist sich die Firma über die Bedeutung dieser Forderung allerdings längst bewusst, und manche alten Erfahrungen haben sich auf dem neuen Arbeitsgebiet gerade in dieser Hinsicht nützlich ausgewirkt, obschon auch gewisse unvermeidliche Anfangsschwierigkeiten nicht ausgeblieben sind. Eine besondere Rolle spielen dabei die verschiedenen Bauelemente, welche bei den Richtstrahlapparaturen in grosser Zahl und Mannigfaltigkeit eingesetzt sind. Es liegt auf der Hand, dass an diese Bauelemente hinsichtlich Stabilität und Lebensdauer ganz andere Ansprüche gestellt werden müssen als etwa beim Bau von Rundfunkempfängern. Eine äusserst sorgfältige Typenprüfung und Eingangskontrolle hat sich deshalb als notwendig erwiesen, und es mussten u. a. neue Methoden zur Kontrolle unter verschiedenen elektrischen und klimatischen Bedingungen entwickelt werden. Als Ergebnis der Bemühungen auf diesem Gebiet kann heute eine beachtliche Hebung der Stabilität und Sicherheit der Anlagen im praktischen Betrieb festgestellt werden.

Trotz aller Sorgfalt beim Bau der Geräte und bei der Auswahl der Bauelemente sind je nach Einsatz besondere Vorkehrungen gegen unerwartete Störun-

gen notwendig. In erster Linie handelt es sich um die automatische Feststellung allfälliger Vorkommnisse und deren Meldung an die nächste bediente Überwachungsstelle. Gleichzeitig kann auch automatische Umschaltung auf eine Reserve-Apparatur vorgesehen sein, wodurch die einwandfreie Übertragung ohne störende Unterbrechung gewährleistet bleibt. Die Störungsmeldung erfolgt mit tonmodulierten Impulsen, welche an der Auswertestelle jeweils Ort und Art einer Störung anzeigen. Diese Signale werden gewöhnlich über einen besonderen Hilfskanal übertragen, der auch für Dienstgespräche benützt werden kann.

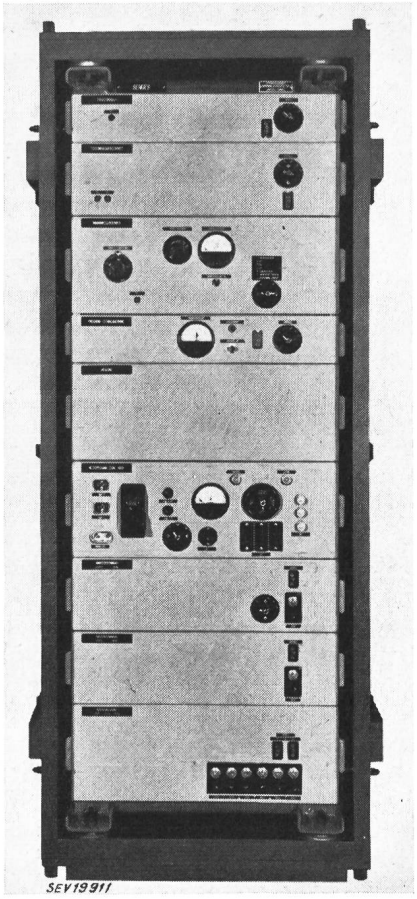


Fig. 10
Mobile Sende-Apparatur für Richtstrahl-Feldstärke-Messungen
Das Einkanalgerät arbeitet mit Impulsmodulation und dient zu Kontrollmessungen bei der Streckenprojektierung. Die Empfangseinrichtung ist in einer weiteren Transportkiste montiert

Es sei hier auch auf die grosse Bedeutung einer sorgfältigen Projektierung beim Bau neuer Richtstrahlverbindungen hingewiesen. Die Übertragungsverhältnisse lassen sich vielfach aus den Profilen der vorgesehenen Strecken nur unsicher voraussagen und es empfiehlt sich im allgemeinen, vor endgültiger Festlegung der Stations-Standorte sorgfältige Überprüfung durch Streckenmessungen [7]. Zu diesem Zweck wurden besondere mobile Apparaturen gebaut, mit denen sich die Eignung der in Betracht kommenden Standorte verhältnismässig rasch prüfen lässt (Fig. 10, 11). Durch eine mit solchen Geräten ausgerüstete Equipe wurden schon zahlreiche Strecken in verschiedenen Ländern unter sehr verschiedenartigen Bedingungen überprüft. Bei dieser Projektierung spielen natürlich neben den Ausbreitungs-Verhältnissen auch weitere Faktoren, wie Zugänglichkeit, Energieversorgung usw. der zu wählenden Standorte eine entscheidende Rolle.

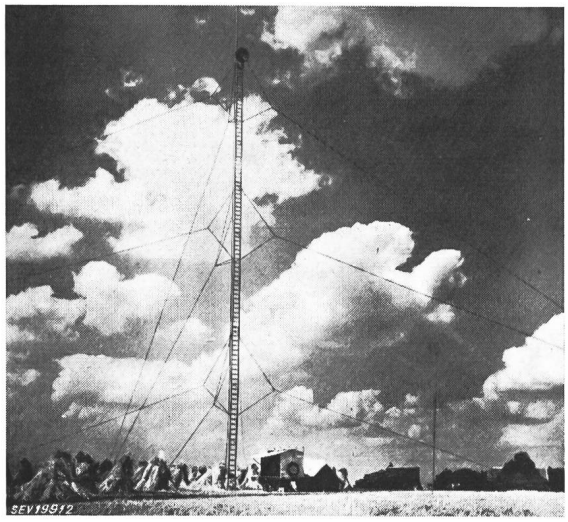


Fig. 11
Leicht-Antennenmast mit Parabolspiegel für Mikrowellen-Ausbreitungsmessungen
Auf der Mastspitze ist eine zusätzliche 30-MHz-Rundstrahl-Antenne montiert für Dienstkanalverbindungen
Höhe des Mastes 30 m

Die in mehrjähriger Entwicklungs- und Projektierungstätigkeit gewonnenen vielseitigen Erfahrungen der Spezialisten der Firma können heute bei der Erstellung und beim Einsatz neuer Anlagen berücksichtigt werden. Nach den bisherigen Erfolgen auf dem neuen Arbeitsgebiet hofft Brown Boveri, auch beim weiteren Ausbau der Richtstrahl-Übertragung im In- und Ausland massgebend beteiligt zu sein.

Literatur

[1] *Güttinger, P.* und *G. Valko:* Einige Vergleiche zwischen Einträger- und Mehrträger-Mehrkanalsystemen. Brown Boveri Mitt". Bd. 36(1949), Nr. 12, S. 396...401.

[2] *Baeyer, H. J. von:* Die Grundlagen der Mehrkanalübertragung mit modulierten Impulsen. Brown Boveri Mitt". Bd. 33(1946), Nr. 3, S. 65...69.

Baeyer, H. J. von: Probleme der Nachrichtenübertragung auf Mikrowellen. Brown Boveri Mitt". Bd. 33(1946), Nr. 8, S. 198...203.

[3] *Guanella, G.:* Über einige Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiete der Ultrakurzwellen-Mehrkanal-Übertragung in der Schweiz. Bull. SEV Bd. 39(1948), Nr. 20, S. 678...688.

Zimmermann, W.: Richtstrahl-Mehrkanal-Übertragungsanlagen nach dem Einträgersystem. Brown Boveri Mitt". Bd. 36(1949), Nr. 12, S. 373...378.

Baeyer, H. J. von: Mehrkanaltelephonie mit impulsmodulierten Mikrowellen. Brown Boverie Mitt". Bd. 36(1949), Nr. 12, S. 379...386.

[4] *Lüdi, F.:* Der Turbator. Brown Boveri Mitt". Bd. 36(1949), Nr. 9, S. 315...318.

Lüdi, F.: Über die Entwicklung des Turbators für Richtstrahlgeräte. Brown Boveri Mitt". Bd. 36(1949), Nr. 12, S. 405...409.

[5] *Guanella, G.:* Diskussionsbeitrag zum Vortrag Sigrist über Röhrenprobleme der Radartechnik. Bull. SEV Bd. 38(1947), Nr. 19, S. 606...607.

[6] *Schweizer Patent* Nr. 215 600.

[7] *Steinmann, W.:* Projektierung von Richtstrahlanlagen. Brown Boveri Mitt". Bd. 36(1949), Nr. 12, S. 410...414.

Adresse der Autoren:
G. Guanella, dipl. Ingenieur, Hinterbergstrasse 53, Zürich 44.
F. Jenny, dipl. Elektrotechniker, Römerstrasse 32, Baden (AG).
Dr. *P. Waldvogel*, Direktor der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden (AG).

gerade wieder Gleichgewicht vorhanden. Sinkt die Spannung noch um einen ganz kleinen Wert, so ist ein Überschuss des Federdrehmoments vorhanden, und das bewegliche System wird eindeutig mit zunehmendem Drehmoment auf den linken Kontakt

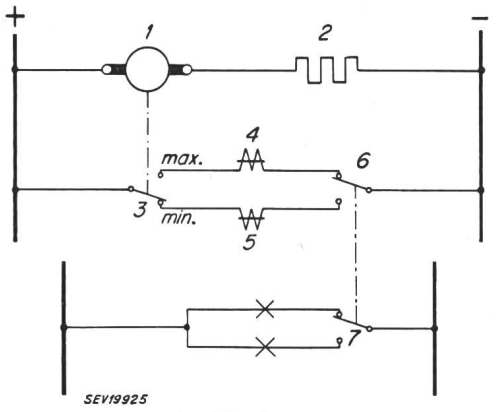


Fig. 3
Prinzipielle Schaltung des Spannungsrelais
1 Meßsystem; *2* Vorschaltwiderstand; *3* Umschaltkontakt des Meßsystems; *4, 5* Spulen des Kipprelais; *6* Umschaltkontakt; *7* Steuerumschaltkontakt

zu bewegt und schliesst diesen, worauf der Ladevorgang von neuem beginnt.

Die Kontakte sind durch den Einbau von Kipprelais weitgehend entlastet. Die Kontakte öffnen stromlos; beim Schliessen des Kontaktes sind Drehmomente und entsprechende Kräfte nach den Strecken 2–3, bzw. 1–4, vorhanden und verbürgen einen sicheren Kontaktschluss. Fig. 3 zeigt die prinzipielle Schaltung des Spannungsrelais. *1* stellt das Meßsystem dar, *2* ist der Vorschaltwiderstand, *4* und *5* sind die Spulen des Kipprelais, *6* ist der Umschaltkontakt, der die Meßsystem-Kontakte von der Abschaltung des Stromes entlastet, und *7* ist der Steuerumschaltkontakt irgendeiner Reguliereinrichtung. Es sind natürlich mannigfache Schaltmöglichkeiten, z. B. in Verbindung mit Schaltuhren, die zu gewissen Zeiten die Ladungen einleiten, oder mit Zeitrelais, die eine gewisse Überladung verursachen sollen, ausführbar. Jedenfalls kann das Spannungsrelais in dieser Ausführung für sehr viele Zwecke mit bestem Erfolg verwendet werden.

Es war interessant, dass eine ausländische Telephonverwaltung durch eine Publikation in den PTT-Mitteilungen über das Spannungsrelais auf diese interessante Lösung aufmerksam wurde. Sie trat mit der Firma in Verbindung und erhob zum Teil abweichende Forderungen. Es galt nicht nur, Batterien automatisch richtig aufzuladen, sondern es wurde auch eine recht hohe Genauigkeit der Spannungsregulierung verlangt. Wohl hätte man die Forderung mit zwei Spannungsrelais nach der oben beschriebenen Ausführung lösen können, wobei die Ausschalt- und Einschaltpunkte sehr nahe aufeinander hätten eingestellt werden müssen. Diese Lösung wurde aber auf die Dauer als zu kompliziert und zu teuer angesehen. Daher wurde versucht, die Aufgabe auch mit schleichenden Kontakten zu lösen, weshalb heute das Spannungsrelais auch in einer zweiten Ausführung hergestellt wird. In

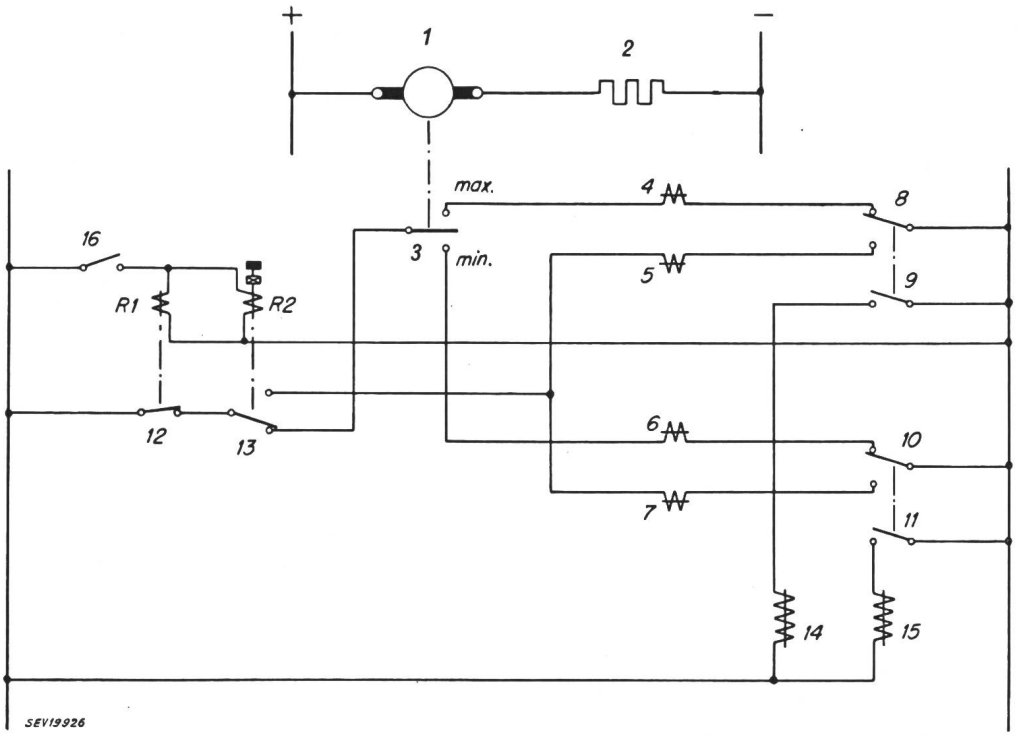


Fig. 4
Prinzipielle Schaltung eines Spannungsrelais für erhöhte Anforderungen
1 Messwerk; *2* Vorschaltwiderstand; *3* Umschaltkontakt des Meßsystems; *4, 5, 6, 7* Spulen zweier Kipprelais; *8, 9, 10, 11* von den Kipprelais betätigte Kontakte; *12, 13* Kontakte des Kipprelais R_1 bzw. R_2; *14, 15* Wicklungen des Regulierorgans (z. B. Motor); *16* Regulierkontakt; R_1, R_2 Relaiswicklungen

Fig. 4 ist eine Schaltung schematisch gezeigt, die sehr gute Ergebnisse geliefert hat. *1* bedeutet wieder das Messwerk mit dem Vorschaltwiderstand *2*. *3* ist der Umschaltkontakt des Meßsystems, *4* und *5*, wie auch *6* und *7* sind die Spulen zweier Kipp-