Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe

Band: 30 (1952)

Heft: 3

Artikel: Hochfrequenzmesstechnik [Fortsetzung und Schluss]

Autor: Druey, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-876099

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: 15.07.2025

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

werden soll, um die Qualität der Übertragung zu verbessern. Man muss eine gewisse Vorsicht walten lassen, wenn man durch ihren besseren Wirkungsgrad die kritischen Dämpfungen in unserem Telephonnetz kompensieren will. Genaue Angaben können erst gemacht werden, wenn die Studien über die neue Ersatzdämpfung für die Verständlichkeit abgeschlossen sind.

En résumé, on peut dire que la nouvelle station d'abonné doit être utilisée en tout premier lieu pour améliorer la qualité de la transmission. Il s'agit cependant d'agir avec une certaine prudence si l'on veut compenser par son rendement accru les affaiblissements critiques de notre réseau téléphonique. Des renseignements précis ne pourront être donnés que lorsque les études en cours sur l'affaiblissement équivalent pour la netteté seront terminées.

Hochfrequenzmesstechnik

Von *W. Druey*, Winterthur

(Fortsetzung und Schluss) 621.317.029.5/6

Frequenz und Zeit

Man kann wohl kaum allgemein über Hochfrequenzmesstechnik sprechen, ohne auf die Messung der Frequenz einzutreten. Ich will mich hier aber auf die Fundierung der Frequenzbestimmung beschränken.

Grundlage für die Frequenzmessung ist die Festlegung der Zeit. Im Grunde handelt es sich ja bei der Frequenzmessung um das Abzählen der Anzahl Perioden pro Zeiteinheit. In der praktischen Anwendung besteht eine genaue Frequenzbestimmung allerdings immer in der Durchführung von Frequenzvergleichen mit Hilfe der Beobachtung von Schwebungen. Es müssen dazu aber Schwingungen mit Normalfrequenzen zur Verfügung stehen, zu deren Prüfung schlussendlich nichts anderes bleibt als das Zählverfahren. Man führt es beispielsweise so durch, dass mittels Frequenzteilung in einem ganzzahligen Verhältnis Schwingungen so niedriger Frequenz hergestellt werden, dass damit der Synchronmotor einer Synchronuhr betrieben werden kann. Der Gang dieser Uhr wird durch astronomische Beobachtungen kontrolliert.

Die Frequenzstabilisierung durch Quarze, die unter Zuhilfenahme des piezoelektrischen Effektes zu Eigenschwingungen angeregt werden, hat es ermöglicht, sogenannte Quarzuhren herzustellen, deren Ganggenauigkeit grösser und zuverlässiger ist als die irgendeiner anderen Uhr, so dass sie in den astronomischen Observatorien als Standarduhren verwendet werden. Figur 14 ist die äussere Ansicht einer Quarzuhr, wie sie von der Firma *Ebauches S. A.* in Neuenburg gebaut wird.

Vielleicht interessiert es Sie, wenn ich kurz etwas über die astronomischen Grundlagen der Zeit- und damit der Frequenzbestimmung ausführe.

Die praktische Zeiteinheit basiert bekanntlich auf der Umdrehung der Erde. 1 Sekunde ist der 86 400. Teil des mittleren Sonnentages. Die Mittelwertbildung ist nötig, weil der wirkliche Sonnentag, wie er sich aus den sukzessiven Meridiandurchgängen der Sonne ergibt, nicht konstant ist. Die hauptsächlichste periodische Schwankung rührt von der Bewegung der Erde mit variabler Geschwindigkeit auf einer Ellipsenbahn um die Sonne her. Die Erde läuft im gleichen Sinn um die Sonne, wie sie sich um die eigene Achse dreht. Deshalb ist der mittlere Sonnentag um rund 4 Minuten länger als die Zeit für eine wirkliche Umdrehung. Praktisch ermittelt man diese letzte Zeit, den Sterntag, und rechnet auf die mittlere Sonnenzeit um. Die Bestimmung der Sternzeit aus Sterndurchgängen durch den Meridian ist wegen der kleinen Sternabmessungen auch genauer als die Beobachtung mittels der Sonne. Komplikationen entstehen aus der Präzession und der Nutation der Erdrotationsachse infolge der Gravitationskräfte von Sonne und Mond auf die nicht ganz kugelförmige

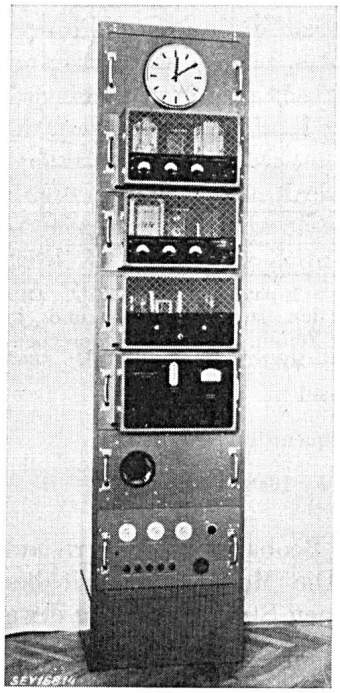

Fig. 14. Quarzuhr der Firma Ebauches S. A., Neuenburg

Gestalt der Erde, ferner durch kleinere Schwankungen der Lage der Hauptträgheitsachse der Erde gegenüber der Rotationsachse, weil die beiden nicht genau identisch sind. Schliesslich gibt es noch spontane Schwankungen, deren Ursachen nicht geklärt sind, die aber immerhin mehrere ms im Tag ausmachen können, und Fehler infolge der veränderlichen Krümmung der Lichtstrahlen in der Atmosphäre. 1 ms im Tag entspricht einer Frequenz-

genauigkeit von rund 1 Teil von 10^8. Während einige Korrekturen an den Beobachtungen sofort angebracht werden können, muss für andere erst die Auswertung der Beobachtungen mehrerer Observatorien abgewartet werden, so dass man erst nachträglich ein endgültiges Urteil über die Ganggenauigkeit einer Uhr und über den Betrag einer Frequenz abgeben kann.

Zur Kontrolle der Quarzuhren an Hand der Meridiandurchgänge von Sternen, deren Rektaszensionen in einem Fundamentalkatalog niedergelegt sind, bedient man sich des Meridiankreises, eines nur in der Meridianebene schwenkbaren Fernrohres, und in neuerer Zeit an einigen Orten schon des Zenithfernrohres, das feststeht und nur Beobachtungen in einem kleinen Umkreis um den Zenith gestattet. Beim Meridiankreis verfolgt man einen Sterndurchgang mittels einer Fadenmarke durch manuelles Drehen einer Spindel. Die Spindeldrehung bewirkt eine regelmässige Abgabe von Impulsen, welche zum Beispiel auf einem Trommelchronographen mit den Sekundenimpulsen einer Quarzuhr verglichen werden. Beim Zenithfernrohr erfolgt die Registrierung unter Ver-

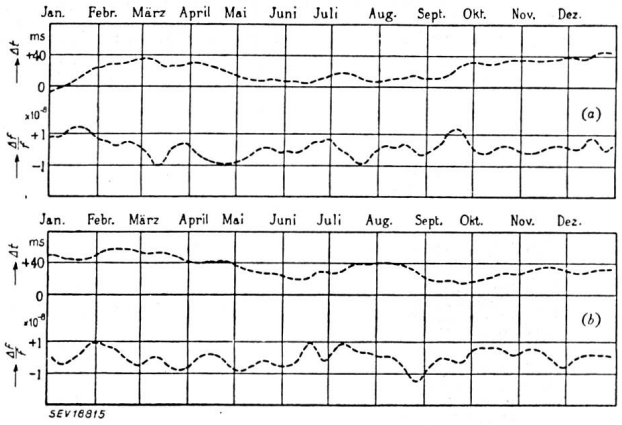

Fig. 15. Unterschied zwischen den in Greenwich und in Washington bestimmten Zeiten, dazu die entsprechenden Frequenzunterschiede [15]

Δt Zeitunterschied

$\frac{\Delta f}{f}$ relative Frequenzdifferenz

a 1947 *b* 1948

meidung von individuellen Beobachtungsfehlern auf photographischem Wege. Die Messunsicherheit beträgt dabei für einen einzelnen Sterndurchgang etwa 10 ms, für eine Serie von Beobachtungen einige ms.

Der Unterschied in der Zeitangabe zwischen zwei Uhren wird mit grosser Genauigkeit zum Beispiel so gemessen, dass ein elektronisches Zählwerk von einem Sekundensignal der ersten Uhr gestartet und vom nächsten der zweiten Uhr wieder angehalten wird. Das Zählwerk wird durch einen Impulsgeber im Rhythmus von 10^5 Impulsen pro s gesteuert und registriert die im Zeitintervall zwischen den Markierungen aufgelaufene Impulszahl. Im Observatorium in Neuenburg wird der Gangunterschied von Quarzoszillatoren ermittelt, indem die Differenz der erfolgten Zahl von Umdrehungen von entsprechenden Synchronmotoren mittels Differentialgetriebe und Zählwerk laufend angezeigt wird.

Von der heute erreichten absoluten Ganggenauigkeit von Uhren und der entsprechenden Frequenzgenauigkeit vermittelt Figur 15 ein Bild [15]. Sie zeigt für die Jahre 1947 und 1948 den Unterschied zwischen den Zeiten, wie sie in Greenwich und in Washington ermittelt wurden, und ferner den Unterschied zwischen den beiden Normalfrequenzen. Die

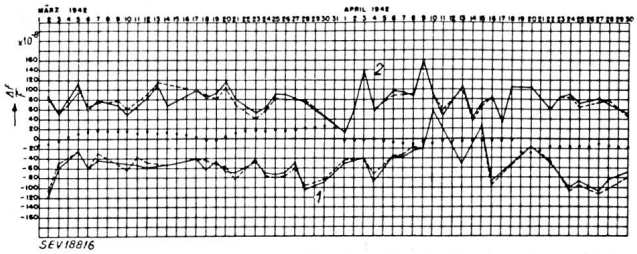

Fig. 16. Auswirkung des Doppler-Effektes auf die Frequenz des in Chicago empfangenen Signals der Station WWV in Washington

Frequenzunterschied gegenüber zwei Normalfrequenzen in den Laboratorien der Western Electric Hawthorne, Chicago

Die Punkte geben die von WWV gesendete Frequenz an

1 Beobachtung am Vormittag

2 Beobachtung am Nachmittag

Frequenzdifferenz überschreitet nur selten $\pm$ 1 Teil von 10^8, wobei diese Differenz, wie bereits erwähnt, einem Gangunterschied der Uhren von rund 1 ms im Tag entspricht. Hält dieser längere Zeit an, so entsteht natürlich in der Summe ein grösserer Zeitunterschied, in einem Monat ein solcher von rund 26 ms.

Der Zeitvergleich über grössere Entfernungen erfolgt mittels Radiosignalen, wobei die Laufzeit — auch in Sende- und Empfangsapparaturen — zu berücksichtigen ist. Beim Vergleich der Frequenzen von Schwingungen mittels Radiosignalen, bei deren Übertragung Reflexionen an der Ionosphäre stattfinden, macht sich der Dopplereffekt bemerkbar, wenn die Höhe der reflektierenden Zone gerade variiert. Das zeigt Figur 16 für den Empfang der WWV-Signale von Washington in Chicago für Mes-

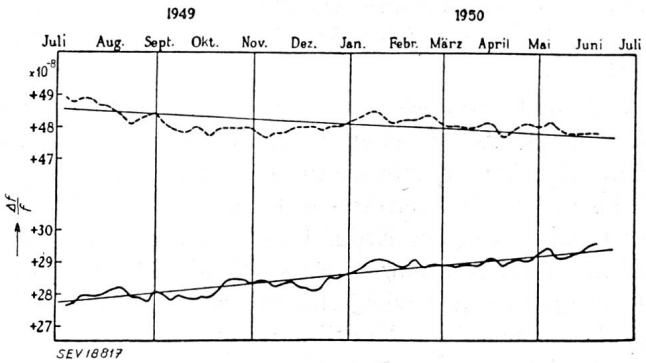

Fig. 17. Gang zweier Quarzuhren der englischen Postverwaltung mit ringförmigen Quarzen [15]

$\frac{\Delta f}{f}$ relative Frequenzabweichung vom Sollwert

sungen jeweilen am Vormittag und am Nachmittag [16]. Die Abweichungen vom richtigen Wert sind hier wegen des steilen Einfalls der Wellen auf die reflektierende Schicht besonders gross. Bei grösseren Entfernungen zwischen Sender und Empfänger und entsprechend grösserem Einfallswinkel sind sie kleiner und bei ruhiger Ionosphäre am oder an den Reflexionsorten, zum Beispiel für die Übertragung mit 20 MHz von Amerika nach Europa, meist kleiner als $\pm$ 2 Teile von 10^8 [17].

Quarzuhren zeigen trotz aller bisher getroffenen und Ihnen wohlbekannten Vorkehrungen neben gelegentlichen plötzlichen Frequenzänderungen, die zum Teil auf Erschütterungen zurückzuführen sein mögen, eine allmähliche Drift. Sie ist unmittelbar nach der Inbetriebnahme grösser und hat sich bei den besten bisher gebauten Quarzuhren auf etwa 1...2 Teile von 10^8 pro Jahr stabilisiert. Figur 17 zeigt das Verhalten zweier solcher Quarzuhren der englischen Postverwaltung. Sinkende Frequenz, wie sie die eine Uhr aufweist, ist ein Ausnahmefall. Praktisch beobachtet man immer steigende Frequenz als Folge der Alterung. Im übrigen stört diese Drift nicht, wenn sie so gleichmässig erfolgt, dass man sie zum voraus berücksichtigen kann.

Angeregt durch die Entwicklung der Mikrowellenspektroskopie ist in den letzten Jahren versucht worden, die sehr scharf definierten Frequenzen der Spektrallinien von Gasen im Mikrowellengebiet als Frequenzgrundlagen zu verwenden [18, 19]. Unter Benutzung der stärksten der bekannten Linien, derjenigen in Ammoniak bei 23 870,1 MHz, wurde unter anderen von der Radio Corporation of America und dem National Bureau of Standards im Jahre 1948 eine sogenannte Ammoniak- oder Atomuhr gebaut. Sie hat eine Genauigkeit von 5 Teilen von 10^8 über mehrere Tage ergeben, und es wurde erwartet, dass wesentliche Verbesserungen möglich sein würden. An der Tagung über Hochfrequenzmesstechnik des Institute of Radio Engineers anfangs dieses Jahres ist in mehreren Referaten über die neueren Ergebnisse berichtet worden, doch sind in den Zusammenfassungen, die ich bis jetzt gesehen habe, keine Zahlenangaben enthalten.

Kathodenstrahloszillograph, Breitbandverstärker zur Erhöhung der Empfindlichkeit

Zum Schluss möchte ich noch auf ein Gerät, das für den Hochfrequenztechniker unentbehrlich geworden ist, nämlich den Kathodenstrahloszillographen, zu sprechen kommen. Man gewöhnt sich ja an alles und empfindet die ausgeklügeltste Apparatur sehr bald als selbstverständlich. So geht es auch mit dem Oszillographen. Viele unter Ihnen werden sich 20 Jahre zurückversetzen und was damals zur Verfügung stand, mit dem heutigen vergleichen können. Wie wunderbar ist es doch, mit solcher Leichtigkeit über den Ablauf beinahe beliebig rascher Vorgänge Aufschluss zu erhalten! Und wem wäre

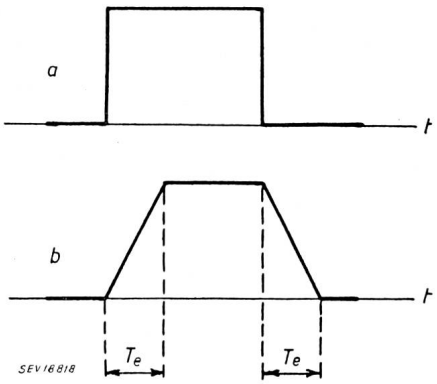

Fig. 18. Wiedergabe eines Impulses durch einen Kathodenstrahl-Oszillographen
a Wirkliche Form des Impulses
b Bild auf dem Fluoreszenzschirm
T_e Durchlaufzeit der Elektronen zwischen den Ablenkplatten

es nicht schon zugute gekommen, dass man versehentlich fast beliebig übersteuern kann, wobei jedenfalls kein abgekrümmter Zeiger und keine durchgebrannte Schleife zurückbleiben.

Es soll uns hier interessieren, welches die obere Grenze für die Wiedergabe rasch ablaufender Vorgänge, insbesondere auch hochfrequenter Schwingungen, ist. Es lässt sich, unter Zugrundelegung einiger plausibler idealisierender Annahmen, leicht ausrechnen, dass der Leuchtfleck auf dem Fluoreszenzschirm einem plötzlichen an die Ablenkplatten angelegten Spannungssprung in der Art folgt, wie es in Figur 18 dargestellt ist. Zwar erfolgt der Vorgang auf dem Leuchtschirm gegenüber demjenigen an den Ablenkplatten noch um die Laufzeit der Elektronen verspätet, doch hat das im allgemeinen nichts zu bedeuten, da diese Laufzeit konstant ist. Die Zeit T_e, welche für das Anwachsen der Auslenkung benötigt wird, ist gleich der Zeitdauer, während welcher sich ein Elektron zwischen den Ablenkplatten befindet. Bei einer Beschleunigungsspannung von 1000 V, was eine Strahlgeschwindigkeit von rund 19 000 km/s

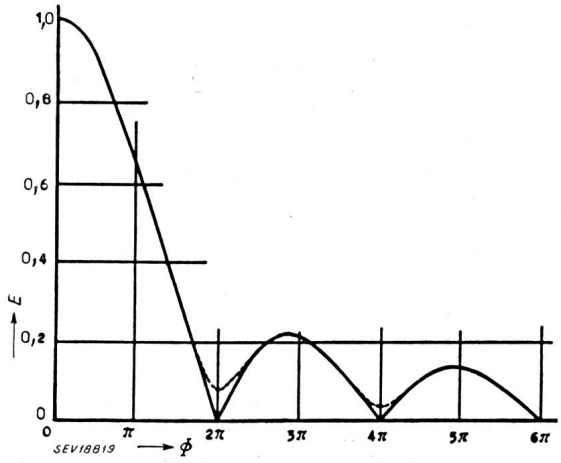

Fig. 19. Relative Empfindlichkeit E des Kathodenstrahl-Oszillographen für harmonische Wechselspannung in Funktion des zur Durchlaufzeit durch die Ablenkplatten proportionalen Argumentes φ [20]
ausgezogen: Verlauf unter Voraussetzung gewisser Näherungen
gestrichelt: Verlauf auf Grund genauerer Voraussetzungen

bedeutet, und einer Länge der Ablenkplatten von 1 cm ergibt sich für T_e ungefähr $0{,}5 \cdot 10^{-9}$ s. Für eine harmonische Wechselspannung an den Ablenkplatten ist die Ablenkempfindlichkeit eine Funktion der Frequenz, die unter den gleichen Voraussetzungen wie vorhin gemäss

$$\frac{\sin \Phi/2}{\Phi/2}$$

verläuft, wobei:

$$\Phi = 2\pi \frac{T_e}{T} = 2\pi T_e f$$

T_e ist, wie oben, die Zeit für das Durchlaufen des Feldes zwischen den Ablenkplatten, $T = 1/f$ die Periode der zu oszillographierenden Schwingung. Figur 19 stellt diese Abhängigkeit der Ablenkempfindlichkeit von Φ dar [20]. Die gestrichelte Kurve ist das Resultat der Rechnung auf Grund genauerer Voraussetzungen. Für $T = T_e$, hat die Ablenkempfindlichkeit ein erstes Minimum. Mit den vorhin angenommenen Zahlenwerten tritt es bei $f = 1900$ MHz auf.

Die Frequenzgrenze, bis zu welcher ein Oszillograph brauchbar ist, wird erhöht durch Vergrösserung der Strahlgeschwindigkeit und Verkürzung der Ablenkplatten. Beide Massnahmen wirken aber im Sinn der Verkleinerung der Ablenkempfindlichkeit. Sind die zur Oszillographierung bestimmten Spannungen zu klein, so stellt sich das Problem der Verstärkung. Insbesondere für breite Frequenzbänder sind durch die heute zur Verfügung stehenden Mittel Grenzen gesetzt, so dass die hohe mögliche Schreibgeschwindigkeit des Oszillographen noch nicht voll auszunützen ist.

In Figur 20 sei zunächst noch ein interessanter Weg, die Ablenkempfindlichkeit für einen Kathodenstrahl bis zu hohen Frequenzen zu steigern, gezeigt [21]. Es sind eine Anzahl hintereinander liegende Ablenkplatten mittels Spulen zu einem Kettenleiter

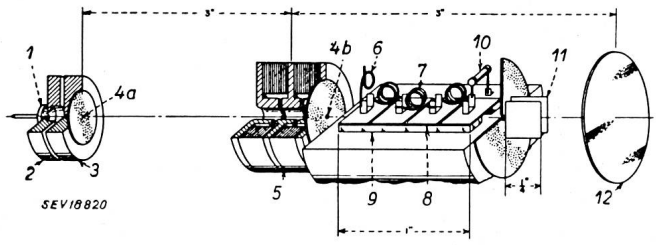

Fig. 20. Darstellung der Konstruktion einer Wanderwellen-Oszillographenröhre [21]

1 Kathode
2 Elektrode zur Steuerung der Strahlstromstärke
3 Beschleunigungselektrode
4*a* Öffnung von 0,001″ Durchmesser
4*b* Öffnung von 0,030″ Durchmesser
5 Fokussierungsspule
6 Induktivität einer halben Filterzelle für Anschluss des koaxialen Kabels
7 Filter-Induktivität
8 vier Ablenkplatten
9 keramische Abstützung
10 Abschlusswiderstand
11 Ablenkplatten für horizontale Ablenkung
12 Fluoreszenzschirm

verbunden. Diese Tiefpassfilterkette ist am Ende mit dem Wellenwiderstand abgeschlossen und elektrisch und mechanisch so dimensioniert, dass die Wellen auf ihr mit der gleichen Geschwindigkeit wie der Elektronenstrahl laufen. Es entsteht eine Summierung der Ablenkwirkungen. Der Frequenzgang einer Laboratoriumsausführung nach diesem Prinzip war bis 500 MHz gut horizontal.

Der Frequenzgang von Widerstandsverstärkerstufen, die zu einem mehrstufigen Kaskadenverstärker zusammengesetzt werden, ist nach hohen Frequenzen bekanntlich begrenzt. Massgebend ist das Verhältnis von Röhrensteilheit zu Gitter-Kathoden- und Anoden-Kathodenkapazität. Es kann nicht beliebig gesteigert werden. Übrigens muss nicht nur der Frequenzgang des Betrages des Verstärkungsfaktors gut

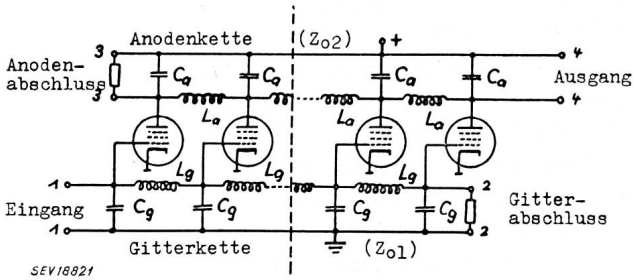

Fig. 21. Prinzipschaltbild eines Verstärkers mit verteilten Verstärkerröhren (additive Verstärkung)

sein, sondern man hat auch auf konstante Laufzeit zu achten. Schliesslich bedenke man, dass der Verstärker neben genügend hoher Ausgangsspannung auch einen beträchtlichen Strom abzugeben imstande sein muss. Es braucht also eine Leistungsendstufe. Um die Kapazität der Ablenkplatten, von sagen wir 20 pF, innert 10^{-9} s gleichmässig bis auf 100 V zu laden, wird ein Strom von 2 A benötigt!

Einen Fortschritt gegenüber der multiplikativen Verstärkung bedeutet eine Anordnung additiv wirkender Röhrenstufen, die gleichmässig verteilt zwischen eine Eingangs- und eine Ausgangsleitung geschaltet werden [22, 23]. Wie in Figur 21, die ich einer Diplomarbeit bei Herrn Prof. Tank am Institut für Hochfrequenztechnik an der Eidgenössischen Technischen Hochschule entnommen habe, dargestellt ist, bestehen diese Ein- und Ausgangsleitungen aus Tiefpassfilterketten, in welchen die Röhrenkapazitäten die Querkapazitäten bilden. Ein ankommendes Signal läuft über die Eingangsleitung, an deren Ende sie vom Abschlusswiderstand unter möglichster Vermeidung von Reflexion absorbiert werden soll. Jede Verstärkerröhre erzeugt in der Ausgangsleitung je eine nach links und nach rechts laufende Welle. Die nach dem Ausgang strebenden Wellenzüge addieren sich, weil dafür gesorgt ist, dass die Laufzeiten von einer Röhre zur nächsten auf beiden Leitungen gleich sind. Die auf der Ausgangsleitung rückwärts, in falscher Richtung laufenden Wellen werden durch den Abschlusswiderstand am linken Ende absorbiert. Natürlich muss die Leitung zur Vermeidung

von Reflexion auch ausgangsseitig mit dem Wellenwiderstand belastet werden.

Die Minimalwerte der Kapazitäten sind durch die Röhren gegeben. Soll die obere Grenzfrequenz der Filterketten hoch liegen, so sind die Wellenwiderstände niedrig zu wählen. Dementsprechend wird der Verstärkungsfaktor pro Stufe klein, doch darf er bei

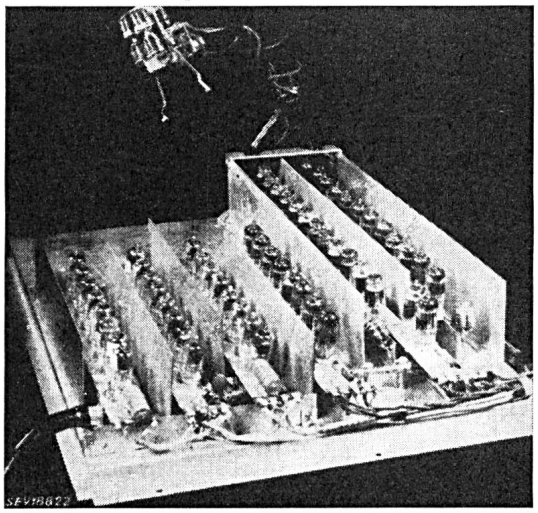

Fig. 22. Ansicht eines Verstärkers nach dem Prinzip additiver Verstärkung [24]
Bandbreite 150 MHz, Verstärkungsfaktor 5000

dieser Verstärkerart unter 1 liegen, weil die Beiträge sich ja addieren. Zur Erzielung eines gewissen Verstärkungsfaktors ist nur eine entsprechende Zahl von Röhren nötig, wobei immerhin auch Grenzen gesetzt sind.

Man hat mit Hilfe der additiven Verstärkung schon bemerkenswerte Resultate erzielt. Figur 22 zeigt einen solchen Verstärker, dessen Spannungsverstärkungsfaktor 5000 beträgt und dessen obere Frequenzgrenze bei 150 MHz liegt. Figur 23 schliesslich zeigt die Wiedergabe eines Impulses von $12 \cdot 10^{-9}$ s Länge. Kurve *a* stellt die Wiedergabe des direkt an die Ablenkplatten gelegten Impulses dar, Kurve *b* jene des Impulses nach Dämpfung und Wiederverstärkung mit dem in Figur 22 abgebildeten Verstärker [24]. Ich muss diese Figur allerdings mit einer gewissen Reserve wiedergeben. Beim unteren, über den Verstärker gelaufenen Impuls ist die Höhe nach den angegebenen Zahlen zu klein, ferner erscheint der Impuls zu kurz. Ich habe im Artikel keine Angaben über den Grund hierfür gefunden. Es ist nicht erfindlich, warum sich die Autoren darüber ausschweigen.

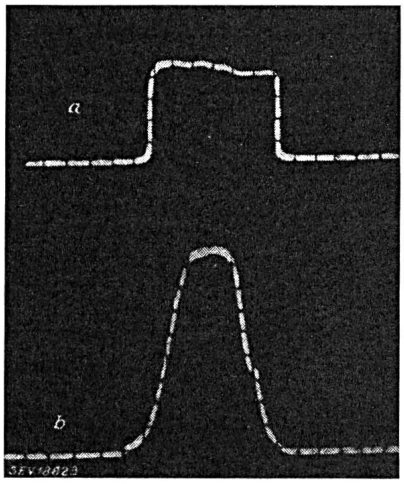

Fig. 23. Wiedergabe eines Impulses von 12 ms Dauer mit Hilfe eines Kathodenstrahl-Oszillographen [24]
a Impulsgenerator unmittelbar an die Ablenkplatten angelegt
b der gleiche Impuls nach Übertragung durch einen Vierpol mit 50 db Dämpfung und Wiederverstärkung mit Hilfe des Verstärkers nach Fig. 22

Wenn die Hochfrequenzmesstechnik zuverlässige Resultate geben soll, muss sie gepflegt werden. Oberflächliches Arbeiten und schlechte Messgeräte haben schon zu manchen Fehlergebnissen mit gegebenenfalls entsprechender Kostenfolge geführt. Die Hochfrequenzmesstechnik ist, wie Sie gesehen haben, Präzisionstechnik, und in ihren Apparaten ist manches Präzisionsmechanik. Sie entspricht daher der Tradition schweizerischer Arbeit. In der Herstellung hochfrequenztechnischer Messgeräte ist bei uns denn auch schon viel Bemerkenswertes geleistet worden, und es sind manche tüchtige und erfinderische Kräfte an der Arbeit. Was ich persönlich immer etwas bedauert habe, ist, dass es bisher keiner Unternehmung möglich war, im ganzen Rahmen der Hochfrequenzmesstechnik anerkannte Bedeutung zu erringen. Eine gewisse Konzentration der Mittel, und nicht zuletzt von guten Leuten, halte ich für nötig, wenn ein nachhaltiger wirtschaftlicher Erfolg, der ausschlaggebend von den Exportmöglichkeiten abhängt, gesichert sein soll.

Bibliographie

[1] *Quervain, A. de.* Das Einseitenbandverfahren und seine Mehrfachausnützung für trägerfrequente Verbindungen längs Hochspannungsleitungen. Brown-Boveri-Mitt.". **38** (1951), 208...219.

[2] *Alpert, N., J. Luongo* and *W. Wiener.* 32-Channel High-Speed Commutator. Electronics **23** (1950), 94...97.

[3] *Best, Nolan R.* Matrix Telemetering System. Electronics **23** (1950), 82...85.

[4] *Chisholm, J. P., E. F. Buckley* and *G. W. Farnell.* A Multichannel PAM-FM Radio Telemetering System. Proc." I.R.E. **39** (1951), 36...43.

[5] *Shepard, R. R.* High-Speed Sampling Techniques. Electronics **24** (1951), 112...115.

[6] *Campbell, R. D.* The Diotron, an Aid to RMS Instrumentation. Electronics **23** (1950), 93...95.

[7] *Gundlach, F. W.* Ein elektrodynamischer Strommesser für Ultrahochfrequenz. Hochfrequenztechnik und Elektroakustik **55** (1940), 169...173.

[8] *National Bureau of Standards.* Electrodynamic Ammeter for VHF. Bull. techn. Res. Nat. Bur. Stand". **34** (1950), 103.

[9] *Peterson, A.* A Peak-Reading Voltmeter for the UHF Ranges. Gen. Radio Exper. **21** (1946), 1...5.

[10] *Thurston, W. R.* Simple, Complete Coaxial Measuring Equipment for the UHF Range. Gen. Radio Exper. **24** (1950), 1...12.

[11] *Sodermann, R. A.* A New Bridge for the Measurement of Impedance between 10 and 165 Mc./s. Gen. Radio Exper. **24** (1950), 1...7.

[12] *Baumgartner, Max.* Die Messung der Dielektrizitätskonstanten und der dielektrischen Verluste. Neue Zürcher Zeitung, Beilage Technik, 1951, Nr. 1064 (35), 16. Mai.
[13] *Easton, Ivan, G.* A Sample Holder for Solid Dielectric Materials. Gen. Radio Exper. **26** (1951), 1...5.
[14] *Hartshorn, L.* and *W. H. Ward.* The Measurement of the Permittivity and Power Factor of Dielectrics at Frequencies from 10^4 to 10^8 Cycles per second. J. Instn. Electr. Engr''. **79** (1936), 597...609.
[15] *Smith, Humphry M.* The Determination of Time and Frequency. Proc''. Instn. Electr. Engr''., Part II, **98** (1951), 143...153.
[16] *Shaull, J. M.* Adjustment of High-Precision Frequency and Time Standards. Proc''. I.R.E. **38** (1950), 6...15.
[17] *Essen, L.* Frequency Standardization. Proc''. Instn. Electr. Engr.,'' Part II, **98** (1951), 154...164.
[18] *Hershberger, W. D.* and *L. E. Norton.* Frequency Stabilization with Microwave Spectral Lines. RCA Rev. **9** (1948), 38...49.
[19] *National Bureau of Standards.* The Atomic Clock. Bull. techn. Res. Nat. Bur. Stand''. **33** (1949), 17.
[20] *Hollmann, H. E.* The Dynamic Sensitivity and Calibration of Cathode-Ray Oscillocopes at Very-High Frequencies Proc''. I.R.E. **38** (1950), 32...36.
[21] *Pierce, J. R.* Traveling-Wave Oscilloscope. Electronics **22** (1949), 97...99.
[22] *Ginzton, E. L., W. R. Hewlett, J. H. Jasberg* and *J. D. Noe.* Distributed Amplification. Proc''. I.R.E. **36** (1948), 950...969.
[23] *Horton, W. W., J. H. Jasberg* and *J. D. Noe.* Distributed Amplifiers. Practical Considerations and Experimental Results. Proc''. I.R.E. **38** (1950), 748.
[24] *Yu, Y. P., H. E. Kallmann* and *P. S. Christaldi.* Millimicrosecond Oscillography. Electronics **24** (1951), 106...111.
[25] *Zinke, Otto.* Hochfrequenzmesstechnik. 2. Aufl. Zürich, Hirzel 1946. S. 20 ff.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. *W. Druey,* Büelweg 5, Winterthur (ZH).

Neue Starkstrom-Steckkontakte und ihre Verwendung in der PTT-Verwaltung

Von *Ernst Diggelmann,* Bern 621.316.541.2

Es ist an dieser Stelle schon früher[1]) darauf hingewiesen worden, dass der bisher gebräuchliche Steckkontakt für 250 V, 6 A, 2 P+E, die Schutzerde nicht zwangsläufig vermittelt, weil der Stecker ohne weiteres auch in Wandsteckdosen *ohne* Schutzerdkontakt passt und selbst mit Fassungssteckdosen benützt werden kann. Im Bestreben, die Sicherheit gegen Berührungsspannungen zu erhöhen, ist ein neues Modell, bei dem die Schutzerde zwangsläufig vermittelt wird, vorgeschlagen worden.

Bisher waren für die Beurteilung, ob zur Bedienung ortsveränderlicher Verbraucherapparate eine Schutzerde erforderlich sei oder nicht, der Apparat und der Raum, in dem sich die Steckdose befand bzw. in dem der Apparat benützt werden sollte, massgebend. In Zukunft sollte die Beurteilung dieser Frage nicht mehr vom mutmasslichen Verwendungsort des Apparates, sondern einzig von seiner Gefährlichkeit abhängig sein. Also lautete der Vorschlag: Erdung nach Apparaten. Dieser Vorschlag ist jedoch auf heftigen Widerstand gestossen. Tatsächlich gibt es zahlreiche Apparate, die umfassbare Metallteile aufweisen, die bei fehlerhafter Isolierung Spannung führen können und deshalb sehr gefährlich sind, sobald sie im Freien, in feuchten Räumen, in Räumen mit leitenden Fussböden oder in der Nähe von geerdeten metallischen Gebäudeteilen oder -installationen bedient werden. Trotzdem sind diese Apparate heute in der Regel nicht für die Erdung eingerichtet. Wollte man nun aus der Gefährlichkeit der Apparate allein auf die Notwendigkeit einer Schutzerde schliessen, so müssten zahlreiche der vorhandenen Verbraucherapparate erst noch mit einem Erdleiter versehen werden.

Solche und ähnliche Überlegungen führten schliesslich zum Verbleiben beim Erdungssystem nach Ap-

[1]) Techn. Mitt.'' PTT 1949, Nr. 6, S. 283...286.

Les nouvelles prises à fiche pour courant fort et leur emploi dans l'administration des PTT

Par *Ernst Diggelmann,* Berne 621.316.541.2

Dans un précédent article[1]), nous faisions remarquer que la prise de courant à fiche pour 250 V, 6 A, 2 P+T ne connecte pas automatiquement la terre de protection, du fait qu'elle peut être introduite dans des prises murales *sans* contact de terre ou même dans des bouchons-prises. A l'effet d'augmenter la sécurité contre les contacts intempestifs, on a proposé l'adoption d'un nouveau modèle de prise connectant obligatoirement la terre.

Pour déterminer si un appareil électrique transportable devait ou non être relié à la terre de protection, on tenait compte jusqu'ici de la nature de l'appareil et de celle du local dans lequel la prise était montée ou dans lequel l'appareil devait être utilisé. A l'avenir, on aurait dû prendre en considération non plus le lieu d'emploi probable de l'appareil, mais uniquement le danger que l'appareil présente. Une proposition fut faite dans ce sens, mais elle a rencontré une vive résistance. En fait, il existe de nombreux appareils dont les parties métalliques peuvent être saisies et, en cas d'isolement défectueux, se trouver sous tension. A l'extérieur, dans des locaux humides ou dont le plancher est conducteur ou encore à proximité de parties métalliques de bâtiments ou d'installations mises à la terre, l'emploi de tels appareils est particulièrement dangereux. Malgré cela, ces appareils ne possèdent généralement pas de connexion à la terre. Si, pour juger de la nécessité d'une terre de protection, on considérait seulement le danger que présentent les appareils, on devrait munir quantité d'entre eux d'un conducteur de terre.

Pour ces raisons et d'autres semblables, on en est resté finalement au système de mise à terre d'après les caractéristiques des appareils *et* des locaux. Pour

[1]) Bulletin technique PTT 1949, nº 6, pp. 283...286.