Das Problem der hohen Kanalzahlen in der Ultrakurzwellen-Vielfachtelephonie

Autor(en): **Tank, F.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **67 (1949)**

Heft 3: **Zum Rücktritt von Schulrats-Präsident Rohn**

PDF erstellt am: **04.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-83978

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Pour chaque valeur du rapport b/a, il faut prendre pour n le nombre entier positif correspondant à la plus petite valeur de k.

Ce résultat peut s'écrire:

$$\frac{(N_0)_{cr.} + \frac{\gamma h b}{2}}{\left(\frac{\pi^2 D}{a^2}\right)} = \frac{1}{n^2}\left(\frac{b}{a} + n^2 \frac{a}{b}\right)^2.$$

Le membre de droite étant la valeur de $\frac{(N_0)_{cr.}}{\pi^2 D/a^2}$ lorsque le poids de la plaque est négligeable, on voit qu'*en première approximation, l'influence du poids propre sur le flambage revient à ajouter à la surcharge N_0 la moitié du poids d'un élément vertical de largeur égale à l'unité.* (à suivre)

Das Problem der hohen Kanalzahlen in der Ultrakurzwellen-Vielfachtelephonie

Von Prof. Dr. F. TANK, Zürich DK 621.396.41.029.6

In den Anatomieheften Leonardo da Vincis findet sich die Bemerkung: «An den Erfindungen der Natur fehlt nichts, und nichts ist bei ihnen überflüssig.» Nach dem gleichen Grundsatz baut die Technik. Erst in einem längeren Entwicklungsprozess pflegt diejenige Form gefunden zu werden, die den Anforderungen einer idealen Oekonomie am besten entspricht. Die Ultrakurzwellen-Mehrkanaltelephonie mit Richtstrahlen, dieses jüngste Kind der elektrischen Nachrichtentechnik, ist ein bezeichnendes Beispiel für die Bedeutung der Oekonomieprobleme in der Technik. Ihr Erfolg hängt nicht nur von Uebertragungsgüte und Betriebsicherheit, sondern wesentlich auch von der Lösung der Probleme geringsten Aufwandes ab. Von einem solchen Gesichtspunkt aus ist auch die wichtige Frage der Führung sehr vieler gleichzeitiger Gespräche, d. h. der Uebertragung hoher Kanalzahlen, zu betrachten. Es sind Verfahren zu ermitteln, die mit der Vermehrung der Kanalzahl nicht einen progressiven Aufwand, sondern, pro Kanal gerechnet, günstigere Verhältnisse mit sich bringen. Dadurch, dass man bei den bekannten Methoden einfach die Kanalzahl vergrössert, wird dieses Ziel nicht erreicht; denn Frequenzbandbreiten und Leistungsbedarf werden untragbar. Es handelt sich darum, Wege zu beschreiten, die der Eigenart dieses Problems angepasst sind. Das Institut für Hochfrequenztechnik an der E. T. H. hat sich in den letzten Jahren mit dem Studium entsprechender Aufgaben eingehend befasst. Die Lösung liegt, wie insbesondere Staub [1, 2] zeigte, in der Entwicklung geeigneter Frequenzweichen im Gebiet der Ultrakurzwellen bzw. Mikrowellen.

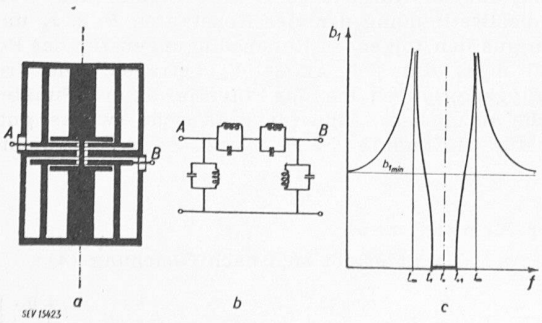
Solche Weichen erlauben es, mehrere Gruppen von simultanen Gesprächen gleichzeitig zu senden bzw. zu empfangen. So werden z. B. 72 Gespräche zweckmässig in 6 Gruppen zu 12 Gesprächen aufgeteilt; die Gruppenzahl kann jedoch gesteigert werden. Die technischen Probleme der Gesprächs-Uebertragung innerhalb einer Gruppe dürfen heute als in den wesentlichen Zügen gelöst betrachtet werden. Das Zusammenschalten der Gruppen bildet die neue Aufgabe.

Ultrakurzwellen und Mikrowellen überdecken einen Frequenzbereich, beginnend bei etwa 100 Mega-Hertz bis zu mehreren 1000 Mega-Hertz. Frequenzbandbreiten von einigen Mega-Hertz, wie sie sich bei der Simultanübertragung zahlreicher Gespräche mit Notwendigkeit ergeben, können in diesem Frequenzgebiet mit Hilfe von Breitband-Antennen [3] oder elektromagnetischen Hörnern ohne Schwierigkeiten abgestrahlt und empfangen werden. Das Uebertragungsmedium, der Luftraum, besitzt dabei die wertvolle Eigenschaft, zu gegenseitigen Störungen zwischen den einzelnen Uebertragungskanälen durch sogenanntes Uebersprechen kaum Anlass zu geben.

Die uns interessierenden Weichen stellen Filtersysteme dar, bestehend aus einem Hauptklemmenpaar und n Nebenklemmenpaaren. Jedem Nebenklemmenpaar ist ein bestimmtes Frequenzband in bestimmter Frequenzlage zugeordnet. Die Aufgabe der Weiche besteht darin, einen vollkommenen Energieaustausch zwischen den Nebenklemmenpaaren und dem Hauptklemmenpaar zu gewährleisten, während die Nebenklemmenpaare unter sich energetisch entkoppelt sein müssen. Jedes Nebenklemmenpaar muss daher an das Hauptklemmenpaar (und damit an die Antenne bzw. die Zuführungsleitung zur Antenne) angepasst sein, während, von einem Nebenklemmenpaar aus betrachtet, jedes übrige Klemmenpaar einen hohen Widerstand darstellt. Weichen sind in der Theorie der linearen Netzwerke schon seit längerer Zeit bekannt. Neu ist im vorliegenden Fall die Art ihrer Verwendung und ihre besondere Gestaltung. Ultrakurzwellen-Frequenzweichen lassen sich nach Staub verwirklichen durch Zusammenschaltung einer Anzahl von Reaktanz-Bandfiltern für Ultrakurzwellen, denen zwecks Transformation des Eingangs-Betriebswiderstandes auf einen genügend hohen Wert ausserhalb der Durchlassgrenzen ein geeignetes Uebertragungsglied zugeschaltet ist. In der Ultrakurzwellen-Technik lässt sich dieses durch ein konzentrisches, annähernd eine Viertelwellenlänge langes Stück einer konzentrischen Kabelleitung in besonders günstiger Weise ausführen. Bandfilter für Ultrakurzwellen sind von Staub entwickelt worden [4]. Ihr Durchlassbereich beträgt je nach den besonderen Bedingungen ein bis einige Mega-Hertz. Sie eignen sich deshalb besonders gut zur Aussiebung von Frequenzabschnitten, die ganzen Gesprächsgruppen zukommen.

Da die einzelnen Zweige der Weiche voneinander unabhängig sind, können sie auch in Ultrakurzwellen-Uebermittlungen eingeschaltet werden, die an sich ganz verschiedener Art sind, sodass z. B. gleichzeitig Bild- oder Fernsehsendungen und Gesprächsübertragungen usw. möglich sind. Ein System mit Frequenzweiche für die Uebertragung von 72 und mehr Kanälen im Bereich von etwa 176 bis 193 Mega-Hertz ist von Fontanellaz entwickelt worden [5]. Die verfügbaren Frequenzbandbreiten werden dabei optimal ausgenutzt und die unerlässlichen Schaltelemente auf ein Mindestmass beschränkt. Die Gesprächsgüte ist einwandfrei, die Störung der Gespräche unter sich nicht merklich. Ein Eingehen auf Einzelheiten ist hier leider nicht möglich.

Es ist zu erwarten, dass die Technik in den nächsten Jahren sich noch weiter eingehend mit dem Problem der hohen Kanalzahlen in der Ultrakurzwellen-Richtstrahltelephonie befassen wird und dass diese Bestrebungen sich insbesondere befruchtend auf die Filtertechnik der Mikrowellen, d. h. der kürzesten Radiowellen im Frequenzgebiet über 1000 Mega-Hertz, auswirken werden. Die Ergebnisse werden von wichtiger, praktischer Bedeutung sein.



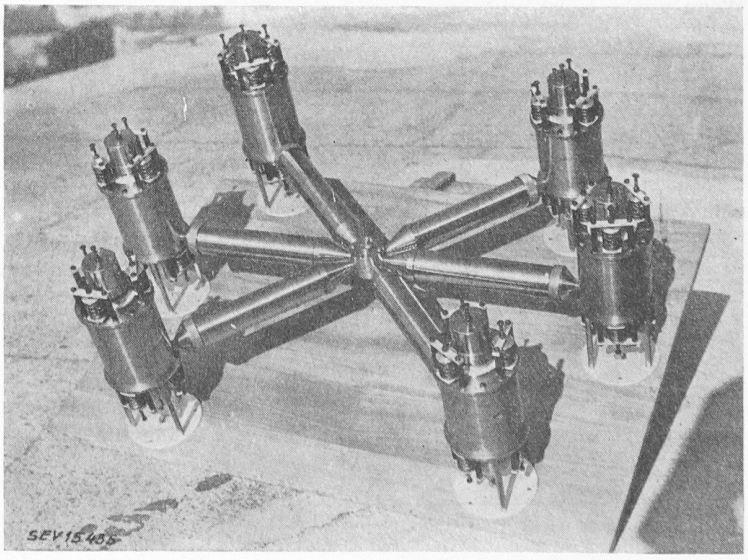


Bild 1. Topfbandfilter nach Staub

Bild 2 (rechts). Frequenzweiche nach Staub

Literaturverzeichnis

[1] F. Staub: Bedeutung und Anwendung von Frequenzweichen bei Ultrakurzwellen in Mehrkanalsystemen. Bulletin S. E. V. 39 (1938), Nr. 19, S. 627.

[2] F. Staub: Eine Ultrakurzwellen - Frequenzweiche aus quasistationären Schwingtöpfen. Mitt. aus dem Institut für Hochfrequenztechnik E. T. H. No. 9, 1948, Verlag AG. Gebr. Leemann & Co. in Zürich.

[3] R. Peter: Breitband-Richtstrahl-Antennen mit Anpass-Vierpolen für Ultrakurzwellen. Mitt. aus dem Institut für Hochfrequenztechnik E. T. H. No. 10, 1948, Verlag AG. Gebr. Leemannn & Co., Zürich.

[4] F. Staub: Kettenförmige Ultrakurzwellen-Bandfilter aus quasistationären Schwingtöpfen. Mitt. aus dem Institut für Hochfrequenztechnik E. T. H. No. 8, 1948, Verlag AG. Gebr. Leemann & Co., Zürich.

[5] G. Fontanellaz: Ein Ultrakurzwellen-Vielkanal-Telephoniesystem mit Frequenzweiche. Diss. E. T. H., im Erscheinen begriffen.

Ueber die Berechnung des elektrostatischen Feldes moderner Elektronenröhren

Von Prof. Dr. M. STRUTT, Zürich DK 621.385

I. Einleitung

Die Entwicklung der letzten Jahre auf dem Gebiete der Elektronenröhren für Verstärkerzwecke erfolgte in Richtung immer kleinerer Kathoden-Gitterabstände. Da aus mechanischen Gründen eine Verringerung der Gitterdrahtdurchmesser nur in beschränktem Masse möglich ist, wurden diese Durchmesser im Verhältnis zum obgenannten Abstand und zu demjenigen zwischen benachbarten Gitterdrähten immer grösser. Um dieser Situation Rechnung zu tragen, wurden die Ausdrücke für das Potentional in der Umgebung der Gitterdrähte oft modifiziert, doch ist bis jetzt keine einfache Formel bekannt, die dieses Potential bei modernen Röhren mit genügender Genauigkeit zu berechnen gestattet. Die vorliegende Arbeit ist der Ableitung einer solchen Formel gewidmet.

II. Gleichungen des elektrostatischen Potentials

Wir betrachten eine Reihe von parallelen, leitenden Kreiszylindern, Bild 1, deren Axen sich in gleichmässigem Abstand in einer Ebene befinden und die zwischen zwei parallelen Ebenen liegen. Auf der unteren Ebene muss das Potential gleich Null sein (Kathode) und auf der oberen Ebene (Anode) gleich V_a, auf den zylindrischen Oberfächen (Gitter) muss es gleich V_g sein.

Wenn der Gitterdrahtdurchmesser $2c$ sehr klein ist gegenüber b_1, $2d$ und b_2 lautet die bisher verwendete komplexe Potentialfunktion, die den obigen Randbedingungen genügt:

$$(1)\qquad \Phi + j\psi = 2e\ln\frac{\vartheta_1\left(\frac{x+jy}{d}+2j\frac{b_1}{d}\right)}{\vartheta_1\left(\frac{x+jy}{d}\right)} - jE(x+jy)+Eb_1 .$$

Hierbei bedeuten: $j=\sqrt{-1}$ und ϑ_1 die Thetafunktion 1. Art mit dem Modul $q=\exp.(-2\pi\, b/d)$, wo $b=b_1+b_2$. Der reelle Teil der Gl. (1) lautet:

$$(2)\qquad \Phi = Eb_1 + Ey + 2e\ln\left|\frac{\vartheta_1\left(\frac{x+jy}{d}+2j\frac{b_1}{d}\right)}{\vartheta_1\left(\frac{x+jy}{d}\right)}\right|$$

Wenn $y=-b_1$ ist, gilt

$$\left|\vartheta_1\left(\frac{x+jb_1}{d}\right)\right| = \left|\vartheta_1\left(\frac{x-jb_1}{d}\right)\right|$$

und somit ist das Potential auf der Kathode Null.

Die Bedingungen für das Potential auf der Anode und auf dem Gitter ergeben die Gleichungen:

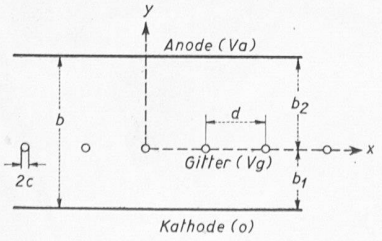


Bild 1

$$(3)\qquad \begin{cases} E = \dfrac{1}{b_2}\,\dfrac{V_a\left(1+\frac{\gamma}{b_1}\right)-V_g}{1+\frac{\gamma}{b_1}+\frac{\gamma}{b_2}}\,; \\[2ex] e = -\dfrac{d}{4\pi}\,\dfrac{\frac{V_a}{b_2}-V_g\left(\frac{1}{b_1}+\frac{1}{b_2}\right)}{1+\frac{\gamma}{b_1}+\frac{\gamma}{b_2}}\,; \\[2ex] \gamma = \dfrac{d}{2\pi}\ln\dfrac{d}{2\pi c}\,. \end{cases}$$

Dabei sind die Voraussetzungen $c \ll d$, $c \ll b_1$, $c \ll b_2$ wichtig für die Gültigkeit dieser Gleichungen. Als Beispiel wurde die Potentialfläche rund um einen Gitterzylinder aus den Gleichungen (2) und (3) für $x=0$, $y=0$, mit den Daten einer oben erwähnten Röhre berechnet: $c/d=0{,}125$, $b_1/d=0{,}917$, $b_2/d=4{,}37$, $V_a=250\,V$ und $V_g=-2\,V$. Die graphische Darstellung ist durch die punktierte Kurve von Bild 2 gegeben. Der Vergleich mit dem Gitterzylinderumfang zeigt beträchtliche Abweichungen. Diese Näherung ist also für die meisten praktischen Zwecke zu grob.

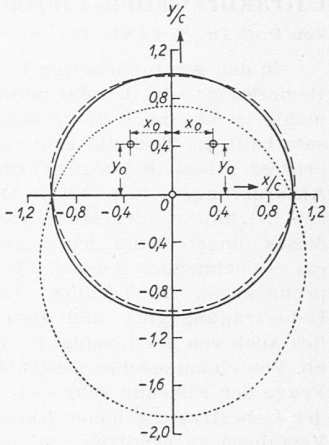


Bild 2

Aus Bild 2 ersehen wir, dass durch Einfügen einer zweiten Linienladung innerhalb jedes Zylinders eine bessere Näherung entsteht. Diese beiden Linienladungen sind dann symmetrisch in bezug auf einen Durchmesser anzuordnen. Im Falle von Bild 3 haben sie die Koordinaten x_0, y_0 bzw. $-x_0$, y_0. Die beiden spezifischen Ladungen sind gleich gross und ihre Summe ist gleich der ursprünglichen, in der Zylinderaxe gelegenen Ladung. Eine ähnliche Rechnung wie oben führt auf die folgende komplexe Potentialfunktion:

$$\Phi + j\psi = e\ln\frac{\vartheta_1\left(\frac{x+jy}{d}+\frac{x_0}{d}+j\frac{2b_1+y_0}{d}\right)}{\vartheta_1\left(\frac{x+jy}{d}+\frac{x_0}{d}-j\frac{y_0}{d}\right)} + e\ln\frac{\vartheta_1\left(\frac{x+jy}{d}-\frac{x_0}{d}+j\frac{2b_1+y_0}{d}\right)}{\vartheta_1\left(\frac{x+jy}{d}-\frac{x_0}{d}-j\frac{y_0}{d}\right)} - jE(x+jy)+Eb_1$$

Der Modul der Thetafunktion beträgt wieder

$$q=\exp.(-2\pi b/d).$$

Für den reellen Teil des oben aufgeführten Ausdruckes ergibt sich:

$$(4)\qquad \Phi = E(b_1+y) + e\ln\left|\frac{\vartheta_1\left(\frac{x+x_0}{d}+j\frac{2b_1+y_0+y}{d}\right)\vartheta_1\left(\frac{x-x_0}{d}+j\frac{2b_1+y_0+y}{d}\right)}{\vartheta_1\left(\frac{x+x_0}{d}+j\frac{y-y_0}{d}\right)\vartheta_1\left(\frac{x-x_0}{d}+j\frac{y-y_0}{d}\right)}\right|$$

Dieses Potential hat auf der Kathode ($y=-b_1$) bereits den Wert Null. Es bleibt noch die Bestimmung der vier Konstanten E, e, x_0 und y_0. Diese ergeben sich aus den folgenden Randbedingungen für das Potential: Das Potential muss auf der Anode V_a betragen. Die drei übrigbleibenden Bedingungen erlauben uns, das Potential an drei Punkten jeder Zylinderoberfläche anzugeben. Eine für praktische Zwecke gute Näherung ist $V=V_g$ für die Punkte $x=0$, $y=c$; $x=c$, $y=0$ und $x=0$, $y=-c$.

III. Ermittlung der Konstanten

Für die Anode gilt $y=b_2$. Damit ergibt sich nach Gleichung (4):

$$V_a = Eb + e\ln\left|\frac{\vartheta_1\left(\frac{x+x_0}{d}+j\frac{b}{d}+j\frac{b_1+y_0}{d}\right)\vartheta_1\left(\frac{x-x_0}{d}+j\frac{b}{d}+j\frac{b_1+y_0}{d}\right)}{\vartheta_1\left(\frac{x+x_0}{d}+j\frac{b}{d}-j\frac{b_1+y_0}{d}\right)\vartheta_1\left(\frac{x-x_0}{d}+j\frac{b}{d}-j\frac{b_1+y_0}{d}\right)}\right|$$