TELEFUNKEN



RÖHREN- UND HALBLEITERMITTEILUNGEN

Die Wanderfeldröhre TL 6 als Endverstärker für 4 - GHz - Richtfunkverbindungen



Download v. www.rainers-elektronikpage.de; gescannt von Rainer Fredel	
Übersicht über die bisher herausgegebenen Telefunken-Röhrenmitteilungen	
für die Industrie gibt Ihnen das regelmäßig zum Ende eines jeden Viertel-	
jahres erscheinende Inhaltsverzeichnis. Alle darin genannten Mitteilungen	
können jederzeit vom technischen Kundendienst der TELEFUNKEN GmbH., Röhrenvertrieb Ulm-Donau, Söflinger Str. 100, nachgefordert werden.	
Komrenvermies omi-somati, sominger om 100, nadigeforden, werden.	
	<u> </u>
Diese Mitteilung dient nur zu Ihrer Information. Nachdruck (auch auszugsweise) bedarf unserer Zus Lizenz- und Schutzrechtsfragen liegen außerhalb dieser techn. Information.	itimmung.
ELECTE ONE CONTROL OF THE SERVICE OF	
Druck: Hartmann Ulm - Do. Printed in Western Germany	

TELEFUNKEN ROHREN- UND HALBLEITER MITTEILUNGEN



BLATT 2

DIE WANDERFELDRÖHRE TL 6 ALS ENDVERSTÄRKER FÜR 4-GHZ-RICHTFUNKVERBINDUNGEN

ZUSAMMENFASSUNG

Diese Röhrenmitteilung für die Industrie diskutiert die Anforderungen, die an einen hochwertigen Wanderfeldröhren – Sendeverstärker für 4 GHz-Vielkanal-Richtfunkverbindungen in Bezug auf Verstärkung, Sendeleistung, Verzerrungsfreiheit und Rauschverhalten gestellt werden müssen. Anschließend werden diese Verstärkereigenschaften einer Wanderfeldröhre eingehend erklärt und zum Schluß Aufbau und Kennlinien der in ihrer Ausgangsleistung verbesserten Wanderfeldröhre TL 6 besprochen.

INHALT

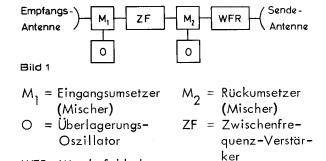
- 1. Einleitung
- Anforderungen der Richtfunktechnik an den Endverstärker
- Verstärkereigenschaften einer Wanderfeldröhre
- 4. Aufbau und Kennlinien der Wanderfeldleistungsröhre TL 6
- 5. Literatur

1. EINLEITUNG

WFR = Wanderfeldröhren-

Verstärker

Wegen ihrer großen Breitbandverstärkung bei höchsten Frequenzen wird die Wanderfeldröhre in zunehmendem Maße als Endverstärker in 4 GHz-Breitband-Richtfunkanlagen eingesetzt. Durch sie wird der Aufbau einer Richtfunkein-richtung wesentlich vereinfacht.



Die Aufgabe einer Richtfunkstelle (Bild 1) ist es, die empfangene Hochfrequenz möglichst unverzerrt zu verstärken und zur nächsten Richtfunkstelle abzustrahlen. Die empfangene Hochfrequenz wird dabei im allgemeinen mit Hilfe eines Oszillators und eines Mischkristalls auf eine Zwischenfrequenz umgesetzt, hier verstärkt und nach Rückumsetzung auf eine im Vergleich zur Empfangsfrequenz geringfügig versetzte Hochfrequenz in der Wanderfeldröhre bis zur Sendeleistung verstärkt und dann zur nächsten Richtfunkstelle abgestrahlt.

2. ANFORDERUNGEN DER RICHTFUNK-TECHNIK AN DEN ENDVERSTÄRKER

Um den Anforderungen an einen einfachen Aufbau und an eine hohe Betriebssicherheit der Richtfunkstelle gerecht zu werden, müssen die Verstärkereigenschaften der Wanderfeldröhre auf die Anschlußwerte der übrigen Stufen der Richtfunkstelle abgestimmt werden. Dies gilt in erster Linie für die Verstärkung und die Ausgangsleistung. Zur Erzielung einer hochwertigen Übertragungsqualität verlangt man von der Wanderfeldröhre außerdem eine gute Breitbandanpassung ihrer Verzögerungsleitung und geringes Eigenrauschen.

2.1. VERSTÄRKUNG

Die Verstärkung der Wanderfeldröhre bestimmt den Leistungspegel des Rückumsetzers von der Zwischenfrequenz zur Hochfrequenz. Damit eine kleine Oszillatorleistung und auch eine kleine Ausgangsleistung des Zwischenfrequenzverstärkers genügt, sollte die Verstärkung der Wanderfeldröhre hoch sein. Bei einem normalen Leistungsmischer mit einer Leistung des Überlagerungsoszillators von nicht mehr als 1/2 Watt, einer Ausgangsleistung des ZF-Verstärkers von etwa 20... 25 mW und damit einem Leistungsniveau auf der Hochfrequenzseite von 3...4 mW ist eine Mindestverstärkung der Wanderfeldröhre von 30...33 dB bei einer erforderlichen HF-Ausgangsleistung der Röhre von etwa 4...6 Watt nötig. Ist die Verstärkung der Wanderfeldröhre höher, so kann

das Leistungsniveau auf der Hochfrequenzseite zwar niedriger sein, dem Rauschen der Röhre muss dann aber besondere Beachtung geschenkt werden. Das Rauschen der Wanderfeldröhre kann in diesem Fall bei ungünstigen Betriebsbedingungen bereits zu einer Verschlechterung der Gesamtempfindlichkeit der Anlage führen. Ist die Verstärkung der Wanderfeldröhre dagegen kleiner, so ist ein höheres Leistungsniveau auf der Hochfrequenzseite nötig. Es werden zusätzliche Verstärkerstufen des Zwischenfrequenzverstärkers und auch eine höhere Oszillatorleistung erforderlich, die die Betriebssicherheit der Anlage infolge der grösseren benötigten Röhrenzahl wieder herabsetzen. Außerdem bringt die Realisierung eines Leistungsmischers mit einem Pegel von 20...30 mW auf der Hochfrequenzseite eine Reihe zusätzlicher Probleme mit sich.

2.2. AUSGANGSLEISTUNG

Die geforderte Ausgangsleistung des Endverstärkers richtet sich nach der Anzahl und der Art der zu übertragenden Nachrichtenkanäle, Sie beträgt bei Breitbandrichtfunkanlagen etwa 3...5 Watt. Die Leistung der Wanderfeldröhre selbst muß dann um die Dämpfung der zwischen Endröhre und Antenne liegenden Richtungsleitung (ferrite isolator), die etwa 1,5...2 dB betragen kann, höher sein. Damit liegen die Daten für die Wanderfeldröhre hinsichtlich Verstärkung und Ausgangsleistung näherungsweise fest:

Röhren-Ausgangsleistung 4...6 Watt dabei Verstärkung 30...33 dB

Die maximal abgebbare Leistung muß jedoch größer sein als 4...6 Watt, damit beispielsweise Exemplarstreuungen sich nicht voll auswirken können. Andererseits wird man aber mehr oder weniger nahe an die Sättigungsleistung der Röhre herangehen wollen, um die Röhre optimal auszunutzen.

2.3. LAUFZEITVERZERRUNGEN

Bei einer Übertragungsbandbreite von 30...40 MHz, wie sie für Vielkanal-Richtfunkverbindungen erforderlich ist, darf die Eingangs- und Ausgangs-Impedanz der Wanderfeldröhre nicht we-

sentlich schwanken, da sich durch zu große Fehlanpassung der Verzögerungsleitung Laufzeitverzerrungen ergeben, die die Übertragungsqualität merklich verschlechtern.

Es wird im allgemeinen eine maximale Impedanzänderung von 10...15 % bei selektiver Anpassung in der Bandmitte zugelassen.

2.4. RAUSCHEN

Das Gesamtrauschen einer Richtfunkeinrichtung darf durch das Eigenrauschen der Wanderfeldröhre nicht wesentlich erhöht werden.

3. VERSTÄRKEREIGENSCHAFTEN EINER WANDERFELDRÖHRE

Die Wanderfeldröhre ist eine Röhre, bei der ein Elektronenstrahl mit einem mitlaufenden Hochfrequenzfeld in Wechselwirkung steht. Das mitlaufende, durch die Wechselwirkung exponentiell ansteigende Hochfrequenzfeld, dessen Phasengeschwindigkeit annähernd auf die Elektronengeschwindigkeit verzögert werden muß, bereitet sich längs einer Drahtwendel aus. Der Elektronenstrahl muß dabei immer etwas schneller als das Hochfrequenzfeld sein, damit er Energie abgeben kann. Die Wanderfeldröhre stellt also eine aktive Leitung dar. Für verzerrungsfreie Übertragung muß diese aktive Leitung möglichst homogen aufgebaut sein. Um die Wanderfeldröhre optimal ausnutzen zu können, ist es notwendig, alle für eine verzerrungsfreie Übertragung störenden Erscheinungen in der Wanderfeldröhre zu kennen.

3.1. AUSGANGSLEISTUNG UND VER-STÄRKUNG

Wie jede andere Leistungsröhre, so hat auch die Wanderfeldröhre eine maximal abgebbare Leistung, auch Sättigungsleistung genannt, die dann auftritt, wenn der gegenüber der Phasengeschwindigkeit der Welle etwas schnellere Elektronenstrahl merklich in seiner Geschwindigkeit abgebremst wird, und am Ende der Verzögerungsleitung dann infolge der Abbremsung keine Wechselwirkung zwischen Welle und Strahl mehr stattfinden kann. Die spezifische Verstärkung der Röhre, d.h. die Verstärkung pro Längeneinheit

TELEFUNKEN ROHREN- UND HALBLEITER MITTEILUNGEN

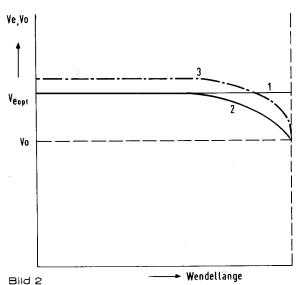


BLATT 3

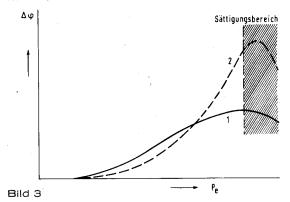
wird also zum Röhrenende hin kleiner. Die Röhre zeigt daher in der Nähe der Sättigungsleistung ein nichtlineares Verhalten. Die Phasenlage zwischen Eingang und Ausgang der aktiven Leitung ändert sich ebenfalls mit wachsender Eingangsleistung, da infolge der Abbremsung der Elektronen sich die elektrische Länge der Röhre ändert. Durch zu große Phasenänderung kann aber das Amplitudenrauschen in Frequenzrauschen umgewandelt werden.

Zur Veranschaulichung dieses Verhaltens sind in Bild 2 in Abhängigkeit von der Wendellänge I der Leistungsgewinn G = 10 log (P_a:P_e) mit P_e





als Eingangsleistung, P_a als Ausgangsleistung, die für maximale Verstärkung optimale mittlere Elektronengeschwindigkeit ve opt und die Phasengeschwindigkeit vo der Welle auf der Wendel aufgetragen. Bei kleiner Eingangsleistung (Kurven 1) haben die Elektronen über der ganzen Wendellänge die optimal eingestellte Überschußgeschwindigkeit und der Leistungsgewinn wächst über der Wendellänge linear an. Bei Kurve 2 ist die Eingangsleistung bei der gleichen Wendelspannung so gewählt, daß am Ausgang der Wendel gerade die Sättigungsleistung erreicht wird. Die mittlere Elektronengeschwindigkeit ist jetzt nicht mehr konstant über der Wendellänge. Sie wird im ausgangsseitigen Teil der Wendel infolge der ansteigenden HF-Leistung kleiner und erreicht am Ende der Wendel bei der Sättigungsleistung gerade etwa die Geschwindigkeit der Welle, so daß dort keine Wechselwirkung zwischen Welle und Strahl mehr möglich ist. Infolge der nicht gleichmäßigen Elektronengeschwindigkeit über der Wendellänge steigt der Leistungsgewinn am Ende der Wendel nicht weiter linear an, sondern erreicht, allmählich einen Größtwert. Bild 3, Kurve 1 zeigt den Phasenunterschied $\Delta \phi$ zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung der Röhre in Abhängigkeit von der Eingangsleistung Pe als Folge der Änderung der elektrischen Länge der Röhre durch die Abbremsung des Elektronenstrahls.



Wird nun bei gleicher Eingangsleistung entsprechend Kurve 2 in Bild 2 die Wendelspannung erhöht (Kurven 3), so hat entsprechend dem unteren Bild der Elektronenstrahl am Anfang der Wendel einen zu hohen Geschwindigkeitsüberschuß. Die Verstärkung ist am Anfang der Wendel kleiner als die maximal mögliche. Mit ansteigender

Hochfrequenzleistung tritt nun eine Abbremsung der Elektronen ein. Da sich jetzt die mittlere Elektronengeschwindigkeit der optimalen Geschwindigkeit nähert, wird die Verstärkung größer, und es ist bei gleichem Eingangspegel jetzt eine höhere Verstärkung bis zum Wendelende möglich, was eine Erhöhung der Sättigungsleistung bedeutet. Man kann also bei gleicher Eingangsleistung mit einer gegenüber der optimalen Spannung leicht erhöhten Spannung der Wendel die Sättigungsleistung der Wanderfeldröhre erhöhen.

Dies hat jedoch den Nachteil, daß hier die mittlere Elektronengeschwindigkeit am Ende der Wendel stärker abfällt. Dadurch wird auch eine größere Änderung der Phasenlage zwischen der Eingangs- und Ausgangsspannung der Röhre eintreten. Bei der für maximale Ausgangsleistung optimalen Wendelspannung ergibt sich also die in Bild 3, Kurve 2 gezeigte Phasenabhängigkeit von der Eingangsleistung. Man sieht, daß bei dieser Wendelspannung in der Nähe der maximal möglichen Ausgangsleistung kleine Änderungen der Eingangsleistung starke Phasenänderungen zur Folge haben [2]. Die Wanderfeldröhre sollte daher nicht zu nahe an ihrer Sättigungsleistung betrieben werden, wenn man sie in Richtfunkgeräten für Vielkanaltelefonie mit Frequenzmodulation einsetzt, da hier diese Phasenänderungen störend in Erscheinung treten. Bei der maximalen Ausgangsleistung wäre die Phasenänderung zwar am kleinsten, aber die Einstellung der Arbeitsbedingungen der Röhre auf diesem Maximum ist sehr kritisch.

Es muß daher die Betriebsleistung der Röhre immer kleiner gewählt werden als die Sättigungsleistung.

3.2. LAUFZEITVERZERRUNGEN

Die Wanderfeldröhre stellt, wie schon eingangs erwähnt, eine aktive Verzögerungsleitung dar. In normalen Wanderfeldröhren beträgt die elektrische Länge der Verzögerungsleitung etwa 20...30 Wellenlängen. Wenn auf dieser Leitung Reflexionen auftreten, so können diese Laufzeitänderungen zur Folge haben, die die Qualität der Übertragung herabsetzen. Bei Vielkanalübertragung ist daher eine möglichst homogene aktive Leitung erforderlich. Reflexionen werden bei

spielsweise durch eine ungleichmäßige Wendelsteigung oder durch eine unregelmäßige Dämpfung der Verzögerungsleitung verursacht. Die Dämpfung ist erforderlich, um Eingangs- und Ausgangskreis der Röhre zu entkoppeln. Die Entkopplung ist notwendig, da die Wanderfeldröhre in Richtfunkstellen immer zwischen stark von der Frequenz abhängigen Schaltelementen, z.B.Filtern betrieben wird, die an den Enden des Übertragungsbereiches der Röhre Reflexionen verursachen.

Die Röhre muß also in ihrem Inneren, d.h. auf der Verzögerungsleitung selbst, entkoppelt werden. Hierzu wird eine sogenannte lokalisierte Dämpfungsstrecke im Zuge der Verzögerungsleitung angebracht. Eine gleichmäßige Dämpfung über der gesamten Länge der Verzögerungsleitung verbietet sich, da der Ausgangsteil der Wendel dämpfungsarm sein muß, weil dort der Leistungsumsatz durch die Abbremsung des Elektronenstrahls stattfindet. Es ist also eine ungleichmäßige, lokalisierte Dämpfungsverteilung unerläßlich. Diese lokalisierte Dämpfung bringt eine Inhomogenität in die aktive Leitung. Da zwischen den Reflexionen und den Leitungsenden immer eine mehr oder weniger lange in einer Richtung aktive Leitung liegt, läßt sich die Wirkung dieser Reflexionen nicht kompensieren. Sie ergeben Impedanzänderungen und begrenzen die Bandbreite der Röhre. Die entstehenden Reflexionen müssen daher so klein sein, daß sie die Anpassung und damit die Übertragungsqualität nicht verschlechtern können. Ein Maß für die Qualität der Wanderfeldröhre für Richtfunkstrecken ist daher die Reflexionsarmut der aktiven Leitung, die sich durch nahezu unveränderte Impedanz innerhalb einer bestimmten Frequenzbandbreite ausdrückt.

Die Messung der Impedanz kann beispielsweise so vorgenommen werden, daß für jede Frequenz die Röhre im "kalten" Zustand, d.h. wenn der Elektronenstrahl nicht angeschaltet ist, selektiv an ihren Eingangs- bzw. Ausgangskreis angepaßt wird. Dann wird der Elektronenstrahl angeschaltet, wobei die Betriebsbedingungen eingestellt werden. Die Verzögerungsleitung wird damit eine aktive Leitung. Durch die auftretenden in der Richtung des Elektronenstrahles verstärkten Reflexionen wird sich nun die Impedanz der Röhre ändern, so daß jetzt keine vollständige Anpas-

TELEFUNKEN

ROHREN-UND HALBLEITER MITTEILUNGEN



BLATT 4

sung mehr vorhanden ist. Diese Impedanzänderung ist ebenfalls ein Maß für die Gleichmäßigkeit der Leitung. Sie sollte auch nicht größer als 10...15 % sein.

Ausführliche Beschreibungen der auftretenden Reflexionen und ihre meßtechnische Erfassung sind in [3][4] zu finden.

3.3. RAUSCHEN

Eine Richtfunkstelle besteht unter anderem aus einem Vorverstärker und der Wanderfeldröhrenstufe als Sendeverstärker. Der Vorverstärker ist hier meist der Eingangsumsetzer mit dem ZF-Verstärker. Das Rauschen des Vorverstärkers soll im wesentlichen das Gesamtrauschen der Richtfunkstelle allein bestimmen, das Rauschen des Endverstärkers soll nur unwesentlich zum Gesamtrauschen beitragen. Für die Gesamtrauschzahl nges gilt

$$n_{ges} = n_v + \frac{n_{WFR}^{-1}}{V_{ges}} \cdot V_{WFR}$$

wenn n_V die Rauschzahl des Vorverstärkers, n_{WFR} die Rauschzahl der Wanderfeldröhre, V_{ges} die Gesamtverstärkung und V_{WFR} die Verstärkung der Wanderfeldröhre bedeuten. Läßt man eine Erhöhung des Gesamtrauschens durch die Wanderfeldröhre um beispielsweise 2 kT_o zu, dann kann n_{ges} = n_V + 2 gesetzt werden, und man erhält für die höchst zulässige Rauschzahl der Wanderfeldröhre

$$n_{WFR} \approx 2 \cdot \frac{V_{ges}}{V_{WFR}}$$

Wenn die Verstärkungen in db angegeben sind (G = 10 log V), errechnet man den Rauschfaktor F ebenfalls in db nach folgender Beziehung:

$$F_{WFR} = 3 + G_{ges} - G_{WFR}$$

Mit G_{ges} = 70 db und G_{WFR} = 33 db erhält man danach für F_{WFR} :

$$F_{WFR} \approx 40 \text{ db}$$

Die Rauschzahl einer Leistungswanderfeldröhre beträgt im allgemeinen etwa 30 db, sie liegt also wesentlich unter dem maximal zulässigen Wert von 40 db. Es muß jedoch erwähnt werden, daß die Rauschzahl bei Aussteuerung der Röhre in der Nähe ihrer Sättigungsleistung ansteigt. Dieser Anstieg ist besonders stark bei Elektronenkanonen, die vollständig vom Fokussierungsfeld abgeschirmt sind, wo ein sogenannter Brillouinfluß angestrebt wird. Bei teilabgeschirmten Elektronenkanonen, bei denen ein Teil des Fokussierungsfeldes die Kathodenfläche durchdringt, ist dieser Anstieg geringer, er beträgt hier bis in das Gebiet der Sättigung hinein etwa 3...4 db [2]. Auf zusätzliche Rauschursachen, beispielsweise durch Ionenschwingungen soll hier nicht näher eingegangen werden.

AUFBAU UND KENNLINIEN DER WAN-DERFELDLEISTUNGSRÖHRE TL 6

Die Wanderfeldröhre TL6 (Bild 4) ist als Endverstärker für Richtfunkeinrichtungen im Frequenzbereich 3,6...4,2 GHz entwickelt worden [1].



Bild 4

Sie wurde ursprünglich für eine maximale Ausgangsleistung von 3,5 Watt ausgelegt. Da mit wachsender Kanalzahl der Übertragungssysteme auch die Anforderungen an die Röhre hinsichtlich Leistung und Verstärkung angestiegen sind, wurde die Röhre verbessert und den neuen geforderten Daten angepaßt. Die maximale Ausgangsleistung wurde auf etwa 7,5 Watt erhöht. Die Verstärkung beträgt jetzt etwa 33 db bei einer Ausgangslei-

stung von 5 Watt, die auch die Betriebsleistung der Röhre ist.

Den Anforderungen der Richtfunktechnik entsprechend wurde die Betriebsspannung mit 1250 V relativ niedrig gewählt, damit das Stromversorgungsgerät nicht zu groß wird. Diese für eine Wanderfeldröhre mit einer bei 4 GHz maximal abgebbaren Leistung von etwa 7,5 Watt niedrige Spannung, stellt einen Kompromiß zwischen der Forderung nach niedriger Betriebsspannung und nicht zu hohem Magnetfeld zur Fokussierung des Elektronenstrahles dar. Entsprechend der erhöhten Ausgangsleistung wurde der Betriebsstrom auf 30 mA erhöht.

Für eine bestimmte Betriebswellenlänge benötigt man bei kleiner Betriebsspannung (Wendelspannung) eine enge Wendel. Damit eine optimale Kopplung zwischen der Welle auf der Verzögerungsleitung und dem Elektronenstrahl erreicht wird, muß zwischen den Wendelabmessungen, der Betriebswellenlänge und der Betriebsspannung ein gewisser Zusammenhang gewahrt bleiben. Dies bedeutet, daß bei einer bestimmten Betriebswellenlänge mit kleiner werdender Betriebsspannung auch der Durchmesser der Wendel kleiner werden muß.

Bei einer gegebenen Gleichstromleistung entsprechend der notwendigen HF-Ausgangsleistung wird bei einer Wanderfeldröhre mit niedriger Betriebsspannung infolge der engen Wendel eine sehr hohe Stromdichte im Elektronenstrahl herrschen. Der Elektronenstrahl muß daher durch ein starkes statisches Magnetfeld gebündelt werden. Dies kann entweder durch einen Elektromagneten oder einen Permanentmagneten geschehen.

Bei Verwendung eines Elektromagneten wird zwar eine zusätzliche Stromversorgung benötigt, der Magnet läßt sich aber ohne Berücksichtigung seiner Umgebung in Richtfunkgestellen verwenden, weil das magnetische Streufeld des Elektromagneten sehr klein ist.

Bei einem Permanentmagneten entfällt zwar das Stromversorgungsgerät, doch hat der Magnet ein stark störendes äusseres Streufeld. Dieses muss beim Einsatz des Wanderfeldverstärkers im Richtfunkgestell durch entsprechende Aufbauweise berücksichtigt werden. Dieses unvermeidliche Streufeld tritt nur bei einem Permanentmagneten

auf, der ein örtlich gleichmässiges Magnetfeld erzeugt. Bei Verwendung eines örtlich wechselnden Magnetfeldes ist dieses Streufeld vernachlässigbar. Jedoch sind bei Realisierung einer Wanderfeldröhre mit Wechselfeldfokussierung zusätzliche Probleme zu lösen, die die Verwendbarkeit der Röhre für Richtfunk einschränken können [4].

Bei der Wanderfeldröhre TL 6 wird die Fokussierung des Elektronenstrahles mit Hilfe eines Elektromagneten vorgenommen. Der Fokussierungsmagnet und die Wanderfeldröhre sind in Bild 4 dargestellt. Selbstverständlich ist hier auch eine permanentmagnetische Fokussierung mit örtlich gleichmäßigem Feld möglich.

Infolge der niedrigen Wendelspannung wird eine hohe Verstärkung bei verhältnismäßig kurzer Röhre erreicht.

Die Röhre hat Hohlleiterankopplung. Der Querschnitt der Ankoppelhohlleiter beträgt 7 x 58,2 mm (Innenmaße). Dadurch erhält man eine gute Anpassung zwischen Hohlleiter und Wendel. Das Vakuumgefäß der Röhre hat einen gleichbleibenden Durchmesser über nahezu der gesamten Röhrenlänge, was eine mechanisch besonders stabile Röhrenkonstruktion bedeutet.

Da die TL 6 in Richtfunkgeräten eingesetzt wird, wurde auf die Gleichmäßigkeit der Verzögerungs-leitung besonderer Wert gelegt. Diese Gleichmäßigkeit drückt sich bei einer bestimmten Frequenz in der bei selektiver Anpassung erreichbaren Bandbreite aus. Sie beträgt bei einer Fehlanpassung von m = 0,85 etwa 30 MHz innerhalb des gesamten Frequenzbereiches.

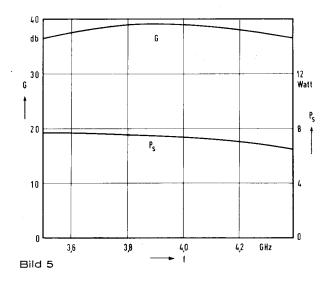
Die Kennlinien der TL 6 zeigen die Bilder 5, 6 und 7.

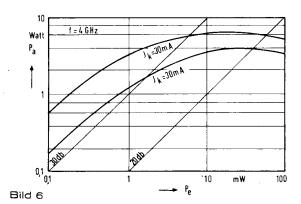
Der Leistungsgewinn und die Sättigungsleistung der Röhre in Abhängigkeit von der Frequenz sind in Bild 5 gezeigt. In Bild 6 ist die Abhängigkeit der Ausgangsleistung von der Eingangsleistung für die Strahlströme 20 mA und 30 mA bei der mittleren Frequenz von 4 GHz dargestellt. Bild 7 zeigt die Ausgangsleistung der Röhre in Abhängigkeit vom Strahlstrom bei 4 GHz für eine Eingangsleistung von 3 mW.

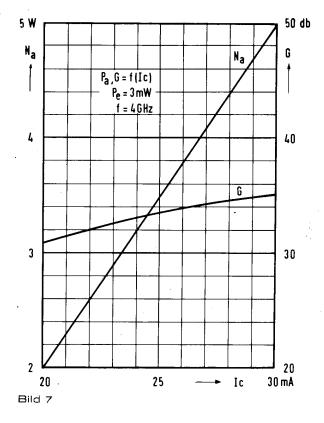
TELEFUNKEN ROHREN- UND HALBLEITER MITTEILUNGEN



BLATT 5







Vorläufige technische Daten siehe Seite 8.

5. LITERATUR

- [1] L. Brück und A. Lauer: "Die Telefunken-Wanderfeldröhre TL 6" Die Telefunken-Röhre, Heft 32 (1955) S. 1...22
- [2] J.P. Laico, H.L. McDowell und C.R. Moster:
 "A medium power travelling-wave tube for 6000 Mc radio relay"
 Bell Syst. Techn. J. 25 (1956), S. 1285... 1346
- [3] W.Klein: "Eine empfindliche Methode zur Messung von Reflexionen und der Stabilität in hochverstärkenden Wanderfeldröhren" AEÜ 10 (1956), S. 477...482
- [4] W.Klein: "Die Grenzen der Verstärkung von Wanderfeldröhren für Richtfunkstrecken" AEÜ 13 (1959), S. 273...286

(Dr.W.Klein)

Vorläufige technische Daten

Heizspannung

U_f 6,3 V

Betriebswerte

für HF-Verstärkung bei f = 4 GHz

Anodenspannung	U	850 V	Auffängerstrom	l _c	30	mΑ
Wendelspannung	Un	1,15 kV	Verstärkung bei 5 W Ausgangsleistung	G	33	db
Wendelstrom	l _h	12 mA		N	7	١٨/
Gewicht		ca. 230 g	Sättigungsleistung	1 a	,	٧٧

