

Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen
Band: 37 (1964)
Heft: 11

Artikel: Vom Elektron zur Elektronik [Fortsetzung]
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-564166>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.10.2024

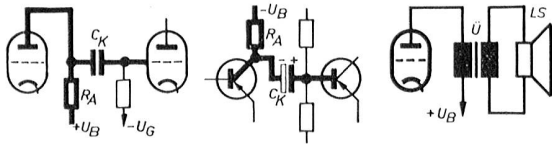
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

In Fig. 18.8 wird die Basisvorspannung (z. B. 0,2 V) durch Spannungsabfälle in Widerständen gewonnen (Speisespannung z. B. in 5 V und 1 V aufgeteilt). Der Emittorwiderstand (R_E) wirkt einer unerwünschten — z. B. durch Temperatureinflüsse bedingten — Kollektorstromänderung entgegen. Diese Stromgegenkopplung verringert allerdings auch die Verstärkung. Die gegenüber dem Eingangssignal (U_E) verstärkte Ausgangsspannung (U_A) wird am Kollektor abgegriffen. Über den Kondensator C_E fliesst der Wechselstromanteil des Emittorstromes (s. 16.5), und die Kondensatoren C_K trennen die Stufe gleichstrommässig vom Ein- und Ausgang. Hauptvorteile der Transistoren: Keine Heizung (sofort betriebsbereit), grosse Lebensdauer, kleine Speisespannungen, geringer Stromverbrauch, klein, leicht, stabil. Nachteile: Heute noch ungeeignet für höchste Frequenzen, temperaturabhängig, überlastempfindlich, Steuerleistung erforderlich, relativ grosse Exemplantstreuungen.

Verstärkerschaltungen für NF und HF

Als NF = Niederfrequenz bezeichnet man Signale im Tonfrequenzbereich; dann folgt die HF = Hochfrequenz, die bis in das Gebiet der GHz reicht.

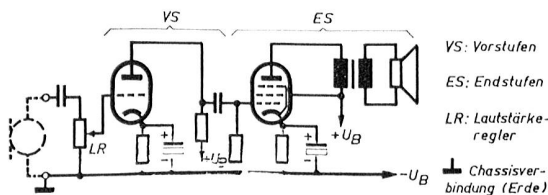
Wir haben den grundlegenden Aufbau von Verstärkerstufen bereits erläutert. Zur Erzielung einer grösseren Gesamtverstärkung müssen mehrere Stufen miteinander verbunden = gekoppelt werden. In Röhren- und Transistorschaltungen verwendet man vielfach eine Widerstands-Kondensator-Kopplung, kurz RC-Kopplung genannt (19.1). R_A ist der Arbeitswiderstand der Vorstufe (s. 16.4, 18.4); der Kondensator überträgt die verstärkten Wechselstromsignale, hält aber die Speise-



19.1 RC-Kopplung

19.2 Ausgangsübertrager

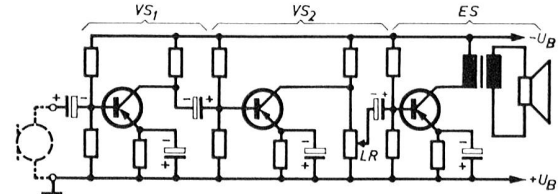
spannung vom Eingang der nächsten Stufe fern. Die meisten Lautsprecher (LS) weisen einen Schwingspulenwiderstand von einigen Ohm auf und könnten — direkt im Anodenstromkreis der Endröhre liegend — nur einen kleinen Teil der elektrischen Leistung aufnehmen und in Schalleistung übersetzen. Die Ankopplung des Lautsprechers über einen Ausgangsübertrager (\bar{u}) ergibt eine sogenannte Leistungsanpassung und schafft dadurch günstigere Verhältnisse (19.2).



19.3 Zweistufiger Röhrenverstärker

Fig. 19.3 zeigt die Schaltung eines einfachen Röhrenverstärkers; in der Vorstufe wird die Eingangsspannung verstärkt, die Endstufe ist als Leistungsverstärker (mit spezieller Leistungs- röhre!) ausgebildet. Das Eingangssignal kann am Lautstärke-

Vom Elektron zur Elektronik

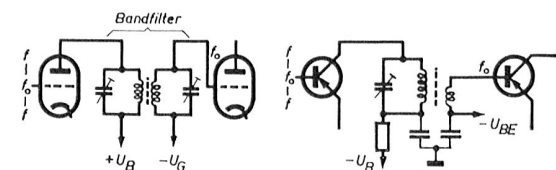


19.4 Dreistufiger Transistorverstärker

regler (sogenannter Potentiometer) abgegriffen und dadurch die Lautstärke verändert werden. Die Funktionen der anderen Schaltelemente und des nicht gezeichneten Netzgleichrichters wurden bereits erläutert.

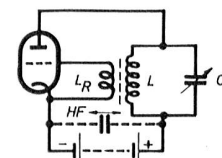
Der Transistorverstärker (19.4) ist dreistufig in der uns bereits bekannten Emitterschaltung aufgebaut. Um eine weitere Möglichkeit zu zeigen, wurde der Lautstärkereger vor die Endstufe gelegt. Auch bei den Transistoren gibt es spezielle Leistungstypen, die in Endstufen eingesetzt werden.

In beiden Verstärkern sind weitgehend Elektrolytkondensatoren vorgesehen, deren grosse Kapazitätswerte auch bei tiefen Frequenzen kleine Wechselstromwiderstände ergeben (s. 10). Dadurch tritt im unteren Tonbereich kein Verstärkungsabfall auf, der sich in Form einer nicht getreuen Wiedergabe zeigen würde. Röhrenverstärker sind nicht temperaturempfindlich und können bis zu grössten Leistungen gebaut werden. Einem Transistorverstärker sind in diesen Beziehungen heute noch gewisse Grenzen gesetzt; dagegen ist er nach dem Einschalten sofort betriebsbereit, kommt mit viel kleineren Spannungen und weniger Strom aus und lässt sich klein, sehr stabil und betriebssicher aufbauen.

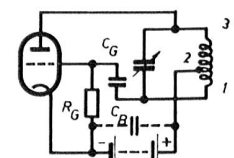


19.5 Selektive HF-Verstärkung

In HF-Verstärkern muss oft aus verschiedenen Frequenzen eine bestimmte Frequenz (f_0) «herausgewählt» und verstärkt werden. Fig. 19.5 zeigt zwei Beispiele von solchen selektiven (trennscharfen) HF-Verstärkern. Die Kopplung der Stufen erfolgt über Bandfilter; diese enthalten Schwingkreise, welche auf die Frequenz f_0 abgestimmt sind. Von den verschiedenen Frequenzen am Eingang bringt f_0 die Kreise zur Resonanz und wird dadurch bevorzugt verstärkt.



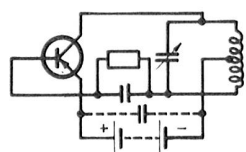
20.1 Rückkopplung



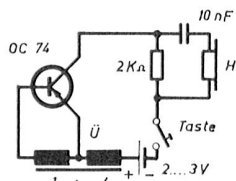
20.2 Dreipunktschaltung mit Röhre

Schwingungserzeuger und Sender

Fliest durch die Röhre nach Fig. 20.1 ein Strom, wird der Schwingkreis (L,C) zu einer Schwingung angestoßen. Gleichzeitig tritt in der Rückkopplungsspule L_R eine Induktionsspannung auf, die durch das Gitter den Röhrenstrom im Takt der Schwingkreisfrequenz steuert. Mit einer solchen Rückkopplungsschaltung ist deshalb die Erzeugung ungedämpfter Schwingungen bis zu sehr hohen Frequenzen möglich. Die Spulen L und L_R können auch vereint und die zurückgekoppelte Steuerspannung direkt an der Schwingkreisspule abgegriffen werden (20.2). Der Gitterkondensator C_G hat in dieser Dreipunktschaltung die Aufgabe, den HF-Wechselstrom durchtreten zu lassen, das Gitter aber von der Anodenspannung zu trennen. Durch den Spannungsabfall über dem Widerstand R_G erhält das Gitter eine negative Vorspannung. Der Kondensator C_B überbrückt die Anodenbatterie für die HF. Anstelle einer Röhre lässt sich auch ein Transistor verwenden, durch dessen Basis die rückgekoppelte Spannung den Kollektorstrom steuert (20.3).

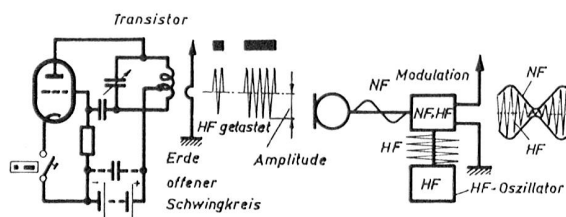


20.3 Dreipunktschaltung mit Transistor



20.4 Morsesummer

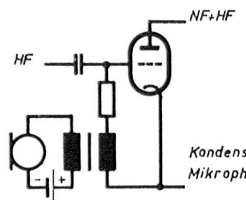
Ein transistorisierter und batteriegespiener Morsesummer (20.4) kann bei der Erlernung des Morsealphabetes wertvolle Dienste leisten. Der Transistor arbeitet als kontaktloser Schalter, der durch die Rückkopplungswicklung im Basiskreis den Kollektorstrom periodisch leitet oder sperrt (s. 24.2). Dieser «zerhackte» Gleichstrom ist im Hörer (H) als Ton hörbar.



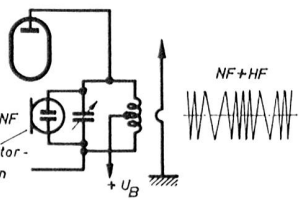
20.5 Sender für Telegraphie

20.6 Prinzip der Amplitudenmodulation (AM)

AM im Gitterkreis (20.7) and Frequenzmodulation (FM) (20.8).



20.7 AM im Gitterkreis

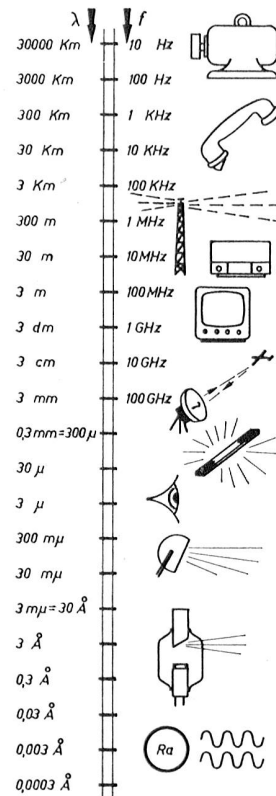


20.8 Frequenzmodulation (FM)

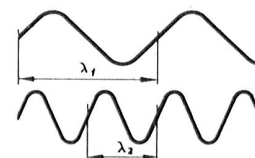
Durch Variieren der angegebenen Werte lässt sich die angenehmste Tonhöhe einstellen. Als Übertrager (\ddot{u}) kann ein alter NF-Transformator (Radiogeschäft) verwendet werden. Wenn die Schaltung vorerst nicht arbeiten sollte, sind die Anschlüsse der Rückkopplungswicklung umzupolen.

Koppeln wir einen offenen Schwingkreis (s. 22.1) an die Spule eines Schwingungserzeugers = Oszillators, werden die HF-Schwingungen als elektromagnetische Wellen (s. 21, 22) über die Antenne (antenna, lat. = Segelstange) abgestrahlt (20.5). Durch Unterbrechen des HF-Stromkreises mit einer Morsetaste können dadurch Telegraphiezeichen ausgesendet werden: Ein einfachster Sender ist entstanden!

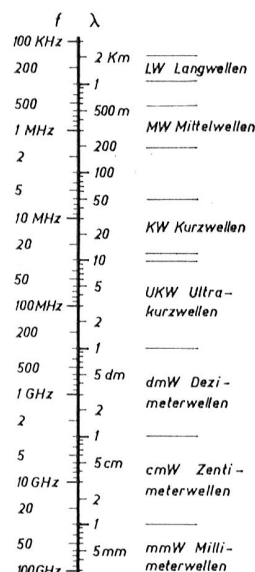
Zur Übertragung von Sprache und Musik wird eine hochfrequente Welle als Träger benützt. Ein Mikrophon verwandelt die Schallwellen in elektrische Signale, die dann die Amplituden der HF entsprechend formen = modulieren (20.6). Diese Amplitudenmodulation (AM) kann z. B. durch Beeinflussung des Gitters im Gitterkreis der Röhre einer Dreipunktschaltung erfolgen (20.7). Ein Kondensatormikrophon ändert seine Kapazität im Takt der auftreffenden Schallwellen. Schalten wir dieses Mikrophon parallel zum Kondensator eines Schwingkreises (20.8), ändert sich auch dessen Frequenz entsprechend den Schallschwingungen. Bei dieser Frequenzmodulation (FM) schwankt die HF um einen bestimmten Betrag (Frequenzhub) um die Nennfrequenz des Senders.



20.1 Frequenzspektrum



21.2 Wellenlänge und Frequenz



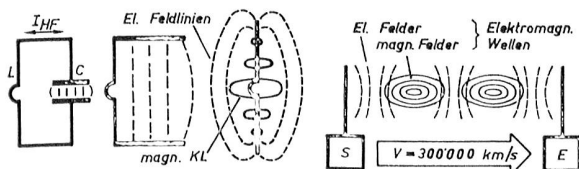
21.3 Funkfrequenzen Wellenlängen

Frequenzspektrum

Die elektrischen Schwingungen umfassen einen sehr weiten Frequenzbereich, den man als Frequenzspektrum (spectrum-lateinisch = Bild) bezeichnet. In Fig. 21.1 sind einige typische Anwendungen gezeichnet. Damit die enorme Breite dieses Spektrums erfasst werden kann, wurden die Abstände nicht maßstäblich aufgetragen.

Zwischen der Frequenz f und der Wellenlänge λ (Lambda, griechischer Buchstabe) einer Schwingung besteht ein bestimmter Zusammenhang: Bei gleicher Fortpflanzungsgeschwindigkeit ist die Wellenlänge für tiefe Frequenzen gross, für hohe Frequenzen klein (21.2). Im luftleeren Raum und praktisch auch in der Luft pflanzen sich diese Wellen mit der Lichtgeschwindigkeit von 300 000 000 m je Sekunde fort. Daraus lässt sich bei gegebener Frequenz die Wellenlänge berechnen: Wellenlänge λ (m) = 300 000 000 : Frequenz f (Hz). Beispiel: Einer Frequenz von 10 MHz = 10 000 000 Hz entspricht einer Wellenlänge von 300 000 000 : 10 000 000 = 30 m. In der Starkstromtechnik werden Netzfrequenzen von 16 $\frac{2}{3}$ Hz (Bahnnetz) und 50 Hz (Licht- und Kraftstromnetz) verwendet. Der Tonfrequenzbereich umfasst ein Gebiet von rund 16...16 000 Hz. Man nennt dieses Frequenzband zusammenfassend Niederfrequenz (NF). In der drahtgebundenen Telephonie werden Frequenzen von rund 300...3500 Hz übertragen. Niederfrequente Wechselfelder lösen sich nicht oder nur sehr schwer von einem Leiter (Antenne), während Wechselfelder hoher Frequenz gut abgestrahlt werden können. Für die drahtlose Nachrichtenübermittlung verwendet man deshalb Wechselfelder im nun folgenden Bereich der Hochfrequenz (HF), die sich als elektromagnetische Wellen von einer Antenne ablösen. Diese Wellen finden (in der Reihenfolge steigender Frequenz) z. B. für Radioverbindungen, im Fernsehen und in der Radartechnik Verwendung. Die Tabelle 21.3 veranschaulicht den Zusammenhang zwischen Frequenz und Wellenlänge im Gebiet der drahtlosen Nachrichtentechnik.

Die anschliessend folgenden Strahlungen gehören auch der Familie der elektromagnetischen Wellen an und sind deshalb mit den vorstehend beschriebenen wesensgleich. Sie unterscheiden sich von ihnen lediglich durch die immer höheren Frequenzen bzw. kleineren Wellenlängen. Dieses Band beginnt bei der infraroten Wärmestrahlung, die bei einer Wellenlänge von rund 7500 Angström (1 Angström = $\frac{1}{10\,000\,000}$ mm) in sichtbares Licht übergeht. Nun folgen bei rund 3800 Angström



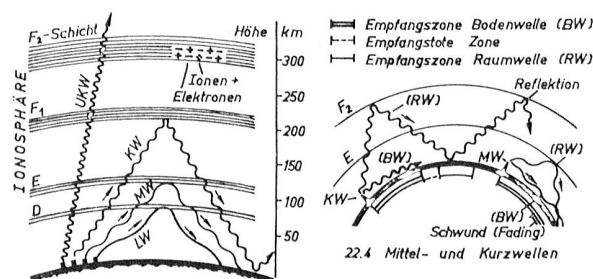
22.1 Offener Schwingkreis

22.2 Ausbreitung elektromagnetischer Wellen

die ultravioletten Strahlen, dann die Röntgenstrahlen und schliesslich die Gammastrahlen, die von radioaktiven Elementen (z. B. Radium = Ra) durch selbsttätigen Zerfall der Atomkerne ausgesendet werden. Die Röntgen- und Gammastrahlen sind viel energiereicher als die sichtbaren Lichtstrahlen und können deshalb undurchsichtige Körper durchdringen (s. 24.3)

Elektromagnetische Wellen

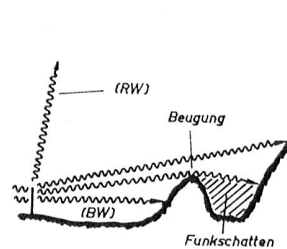
Öffnen wir die Platten eines Schwingkreiscondensators, entsteht ein offener Schwingkreis (22.1). Wird die Spule L an einen Senderkreis angekoppelt (s. 20.5), fliesst im offenen Schwingkreis ein HF-Strom. Die Elektronen verschieben sich im Leiter hin und her und erzeugen magnetische KL; zudem entstehen elektrische Feldlinien, die weit in den Raum hinausgreifen. Diese elektromagnetischen Wechselfelder können von der Antenne eines Senders (S) abgestrahlt werden und pflanzen sich mit Lichtgeschwindigkeit allseitig fort (22.2). In der Antenne des Empfängers (E) treten Induktionsspannungen auf, die in wahrnehmbare Signale umgeformt werden (s. 23). Wir wissen, dass ein Spiegel die Lichtstrahlen zurückwirft. Auch die wesensgleichen elektromagnetischen Wellen können von gewissen Schichten reflektiert (reflexio, lateinisch = Zurückbeugung), abgelenkt und geschwächt werden. Durch die Einwirkung der Sonnen- und Raumstrahlung wird die Luft in bestimmten Zonen in verschiedenartige elektrische Ladungsträger aufgespalten (ionisiert), die gewissermassen einen elektrischen «Schirm» bilden (22.3). Die Ultrakurzwellen (UKW) durchdringen diese Ionosphäre und ermöglichen deshalb Funkverbindungen in den Weltraum (Raumfahrzeuge, Mondechos!). Die Kurz- (KW), Mittel- (MW) und Langwellen (LW) werden dagegen wie dargestellt reflektiert und wieder auf die Erde zurückgeworfen. So ist es möglich, durch mehrmalige Reflek-



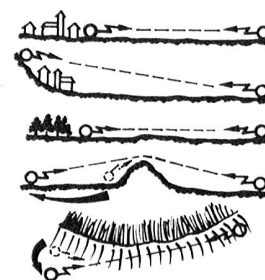
22.3 Reflektierende Schichten der Ionosphäre

22.4 Mittel- und Kurzwellen

tionen der KW einen weltumspannenden Funkverkehr durchzuführen. Die Zusammensetzung, Höhe und damit Wirkung dieser Schichten sind nicht gleichbleibend; sie hängen von der Tages- und Jahreszeit, der geographischen Lage usw. ab. Ein Teil der von einer Antenne abgestrahlten Wellen pflanzt sich entlang der Erdoberfläche als Bodenwelle (BW) fort, die nach einer gewissen Entfernung vom Boden «verschluckt» = absorbiert wird. Gut leitende Erdoberflächen (Wasser) ha-



22.5 Ultrakurzwellen

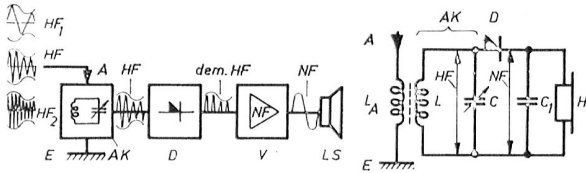


22.6 Standortwahl für UKW-Funkstationen

ben ein kleines Absorptionsvermögen, ergeben also für die Bodenwelle die grösste Reichweite.

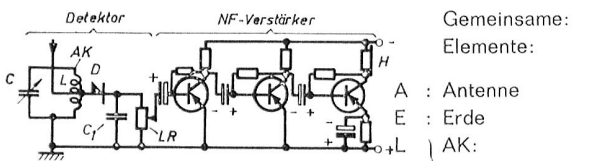
Rund um einen Sender treten verschiedene Empfangszonen mit dazwischenliegenden, empfangstoten Räumen auf (22.4). Durch ihre unterschiedliche Laufzeit können sich Raum- und Bodenwellen in bestimmten Zonen gegenseitig verstärken oder schwächen und beim Empfang Schwund-(Fading-)Erscheinungen hervorrufen.

Der Funkverkehr neuerer militärischer Sprechfunkstationen spielt sich ausschliesslich auf der Bodenwelle ab und ist deshalb den Beeinflussungen der Ionosphäre nicht ausgesetzt. Für die verwendeten, sehr kurzen Wellenlängen gelten annähernd die Ausbreitungsgesetze des Lichtes. In Tälern können Funkschatten entstehen, während an weiter entfernten Gehängen wieder Empfang möglich ist (22.5). Bei der Standortwahl (22.6) ist deshalb nicht in erster Linie auf kürzeste, sondern auf hindernisfreie Verbindung (vor Ortschaften, Wäldern usw.) zu achten. Durch Beugung und Reflektion (z. B. an Gebirgszügen) kann oft auch hinter Hindernissen ein Empfang möglich sein. Der günstigste Standort ist jeweils auszuprobieren; manchmal kann eine Standortverlegung von wenigen Metern die Verbindung entscheidend verbessern.

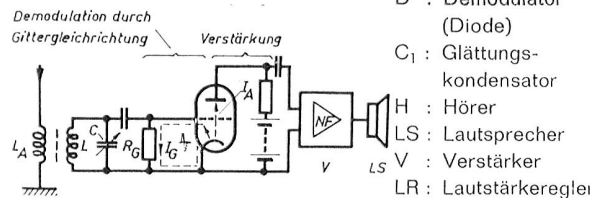


23.1 Blockschaltbild Geradausempfänger

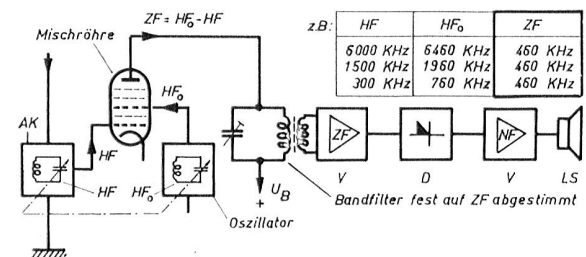
23.2 Detektorempfänger



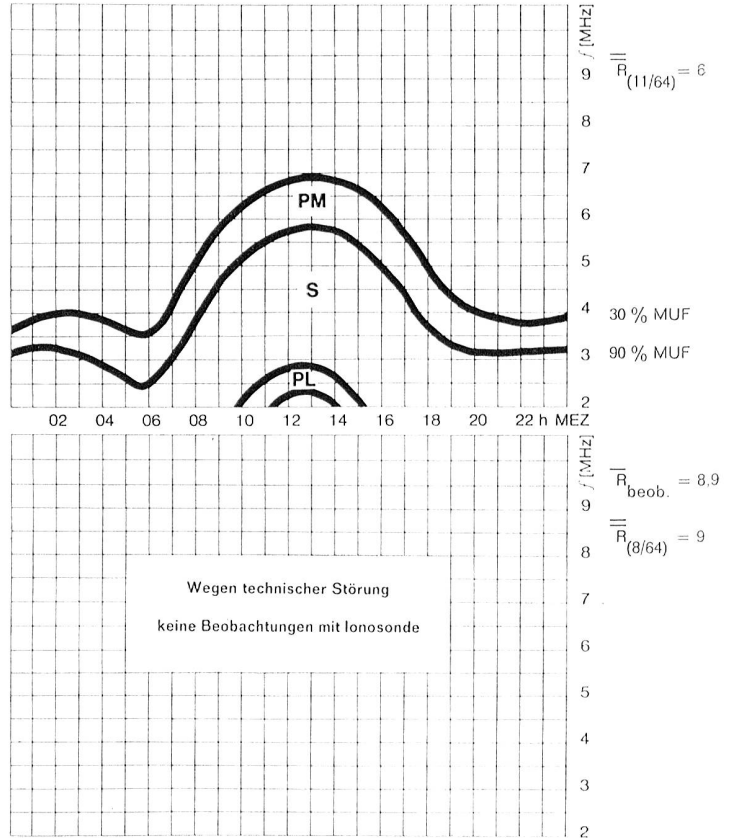
23.3 Kleinempfänger



23.4 Audionempfänger



23.5 Blockschaltbild Überlagerungsempfänger



Bedeutung der Symbole

Wählt man für eine Verbindung auf Kurzwellen innerhalb der Schweiz die Arbeitsfrequenz so, dass sie in den Bereich S fällt, so ist die Verbindung als sicher zu beurteilen (unter Vorbehalt von drei gestörten Tagen). In den Bereichen PM und PL ist die Wahrscheinlichkeit für eine sichere Verbindung naturgemäss geringer. Fällt die Arbeitsfrequenz in den Bereich PM, so ist die Wahrscheinlichkeit grösser, dass die Tages-MUF erreicht oder überschritten wird. Ist die Verbindung schlecht, soll eine tiefere Arbeitsfrequenz gewählt werden. Fällt die Arbeitsfrequenz in den Bereich PL, so ist die Wahrscheinlichkeit grösser, dass die Tages-LUF erreicht oder überschritten wird. Ist die Verbindung schlecht, soll eine höhere Arbeitsfrequenz gewählt werden.

\bar{R} = gleitendes Zwölfmonatsmittel der Sonnenflecken-Relativzahlen
 \bar{R} = beobachtete monatliche Relativzahl der Sonnenflecken

Explication des symboles

Si l'on choisit pour une transmission sur ondes courtes sur territoire suisse une fréquence de travail qui se trouve dans la région centrale S du graphique, on peut considérer la liaison comme sûre (sauf en cas de perturbation pendant trois jours). Dans les régions PM et PL du graphique, la probabilité d'obtenir une liaison sûre est naturellement moins grande. Si la fréquence de travail se trouve dans la région PM, la probabilité est plus grande que la MUF de ce jour soit atteinte ou même dépassée. En cas de mauvaise liaison: diminuer la fréquence de travail. Si la fréquence de travail se trouve dans la région PL, la probabilité est plus grande que la LUF de ce jour soit atteinte ou même dépassée. En cas de mauvaise liaison: augmenter la fréquence de travail.

\bar{R} = nombre relatif mensuel observé des taches solaires
 \bar{R} = moyenne glissante de douze mois des nombres relatifs mensuels des taches solaires.