

**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = 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 Telegrafienbetriebe

**Band:** 38 (1960)

**Heft:** 9

**Artikel:** Ein neuer schweizer Radioempfänger mit UKW-Teil gemäss PTT-Pflichtenheft = Un nouveau récepteur suisse pour la radiodiffusion à modulation de fréquence selon le cahier des charges des PTT

**Autor:** Strohschneider, W.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-874624>

### **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:** 14.03.2025

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

## Ein neuer Schweizer Radioempfänger mit UKW-Teil gemäss PTT-Pflichtenheft

### Un nouveau récepteur suisse pour la radiodiffusion à modulation de fréquence selon le cahier des charges des PTT

Der Radioapparat als Massenprodukt hat in den vergangenen Jahren eine Gestaltung erfahren, die nicht unbedingt den höchsten technischen Ansprüchen genügt. Marktbedingte Überlegungen und die bei steigenden Material- und Lohnkosten sinkende Tendenz des Verkaufspreises zwangen zu Kompromissen, die auf Kosten des technischen Aufwandes gingen. Nachfolgend sollen einige Lösungen geschildert werden, die im Zusammenhang mit dem Entwurf und der Konstruktion eines schweizerischen UKW-Radioempfängers gemäss PTT-Pflichtenheft gefunden wurden. Dabei ist stets zu bedenken, dass aus Konkurrenzgründen gegenüber dem gewaltigen Angebot an Importapparaten die Begrenzung der Gestehungskosten von ausschlaggebender Bedeutung ist. Bei höheren Material- und Lohnkosten in der Schweiz und dem niedrigsten Zollschatz für die einheimische Industrie musste durch äusserste Anstrengung eine Konzeption für den Apparat gesucht werden, die mit einem Minimum an Material- und Arbeitsaufwand die Erfüllung der hochgespannten Ansprüche des Pflichtenheftes ermöglicht. Im Rahmen dieses Aufsatzes sollen nur einige besonders wichtige Punkte geschildert werden.

Einer der Ausgangspunkte für ein UKW-Pflichtenheft war ohne Zweifel der Wunsch, einen Rundfunkempfänger in mittlerer Preislage zu haben, welcher die im FM-System grundsätzlich steckende Störfreiheit auch in der Praxis aufweist.

#### *Störfreiheit*

Die Unempfindlichkeit des Empfängers gegen impulsartige Störungen, wie sie sowohl von Kraftfahrzeugen als auch von den weit verbreiteten Kollektormotoren erzeugt werden, setzt neben schärfster Begrenzerwirkung auch eine äusserst genaue Symmetrie der Filterdurchlasskurven, bezogen auf Diskriminatormitte, voraus. Dem kurzzeitigen Charakter der Impulsstörungen entsprechend, müssen die kritischen Zeitkonstanten der Schaltung in der Grössenordnung einiger Mikrosekunden liegen. Die Diskriminatormittefrequenz ist durch die hohen Abstimmkapazitäten von je 100 pF in Primär- und Sekundärkreis und durch die Wahl kompensierender Temperaturkoeffizienten der Kondensatoren gegenüber den entsprechenden Spulenwerten stabilisiert. Starrer Filteraufbau ist dabei eine Selbstverständlichkeit. Durch Verlegung der Spulenwindungen in

Au cours de ces dernières années, le récepteur de radio, fabriqué en grandes séries, s'est développé dans une direction qui ne correspond pas nécessairement aux plus hautes exigences techniques. Des considérations commerciales ainsi que la tendance à la baisse des prix de vente malgré l'augmentation du coût du matériel et de la main-d'œuvre ont imposé des compromis au détriment de la perfection technique. On se propose dans le présent article de décrire quelques-unes des solutions trouvées au cours du développement d'un nouveau récepteur FM suisse. On n'oubliera pas que la limitation du prix de revient a joué un rôle déterminant à cause de la concurrence des très nombreux appareils étrangers offerts au public de notre pays. En raison du coût élevé des matériaux constitutifs et de la main-d'œuvre en Suisse ainsi que de la protection douanière quasi inexistante chez nous, on n'épargna aucun effort pour projeter un appareil répondant aux sévères exigences du cahier des charges des PTT avec un minimum de matériel et de temps de fabrication.

Seuls quelques points particulièrement importants seront traités dans ce qui suit.

Il ne fait pas de doute que le cahier des charges doit pour une bonne part son existence au désir de posséder enfin un récepteur de radiodiffusion de prix moyen tirant réellement parti de la faible sensibilité aux parasites, inhérente au principe de la transmission radioélectrique à modulation de fréquence.

#### *Insensibilité aux parasites*

Pour qu'un récepteur soit insensible aux parasites impulsifs du type produit par les dispositifs d'allumage des véhicules à moteur et par de nombreux moteurs à collecteur, il faut non seulement que le limiteur soit très efficace mais encore que la symétrie des filtres de bande par rapport au centre de la caractéristique du discriminateur soit extrêmement poussée. Il faut aussi que les constantes de temps critiques du poste soient de l'ordre de quelques micro-secondes comme le postule la durée très courte des impulsions perturbatrices. On stabilise la fréquence médiane du discriminateur au moyen de condensateurs d'accord de forte valeur: 100 pF dans le circuit primaire et dans le circuit secondaire et en choisissant le coefficient thermique de ces condensateurs de manière à compenser celui des bobinages associés. Une construction rigide des filtres s'impose

Rillenkörper und kürzeste Verbindung der Spulenden zu den Kreiskapazitäten sind die LC Kreislagen nicht nur zeitlich stabil, sondern auch in der Serienfertigung mit den notwendigen kleinen Toleranzen herstellbar. Die relativ hohe Zeitkonstante der heute üblichen Ratiodektor-Schaltungen in der Größenordnung von Millisekunden genügt den Ansprüchen, wie Versuche gezeigt haben, nicht. Die Begrenzung wurde daher vollständig in den Zwischenfrequenz-Verstärkerteil verlegt und zur Frequenzdemodulation ein sogenannter *Foster-Seeley*-Diskriminator gewählt. Bei der fabrikmässigen Abstimmung des Gerätes wird die Zentrierung der Filterdurchlasskurven auf die Diskriminatormitte durch Überlagerung der mittels Wobbelung erzielten Filterresonanzkurve und der Diskriminatorkurve auf dem Schirm eines Oszillographen geprüft.

Infolge der hohen Kreiskapazitäten einerseits und der Amplitudenbegrenzung des FM-Signals vor der Diskriminatorstufe andererseits sind auch die dynamischen Kapazitätsänderungen der Detektordioden vernachlässigbar.

Liegt nun die Diskriminatormitte durch die eben geschilderten Massnahmen fest, so muss natürlich auch die Zwischenfrequenz-Durchlasscharakteristik stabil sein. Da sich bei der heute üblichen Überlagerungsschaltung die Zwischenfrequenz  $f_z$  als Differenz der lokal im Empfänger erzeugten Oszillatorfrequenz  $f_o$  und der frequenzmodulierten Eingangsfrequenz  $f_c$  ergibt, muss also auch  $f_o$  für einen eingestellten Sender konstant sein. Jede Verschiebung der  $f_o$  durch einen Störimpuls würde, da  $f_z = f_o - f_c$ , die Zwischenfrequenz absolut um gleich viele kHz wie die Oszillatorfrequenz verlagern. Weil nun aber  $f_z$  bei 10,7 MHz und damit rund zehnmal tiefer liegt als  $f_c$ , wäre die prozentuale Verschiebung der Zwischenfrequenz relativ zum Sollwert sogar zehnmal grösser.

Die selbstschwingende UKW-Mischstufe, wie sie in Anlehnung an die Autodyne-Schaltungen der Anfangsjahre der Radiotechnik für UKW-Empfänger üblich ist, hat zwar die Vorteile hoher Mischsteilheit und kleinen Eigenrauschens durch Fortfall des bei Multigitterröhren schädlichen Stromverteilungsrauschens; ihre Frequenzstabilität ist aber nur bei sehr vorsichtiger Schaltungsauslegung ausreichend. Da das von der Vorstufe verstärkte Empfangssignal  $f_c$  direkt in den Gitterkreis der Oszillatormischröhre eingekoppelt wird, liegt der die Oszillatorfrequenz  $f_o$  bestimmende Schwingungskreis anodenseitig. Dank hohem Gütewert  $Q$  des Oszillatorkreises genügt ein kleiner Rückkopplungsfaktor, was die Frequenzunempfindlichkeit des Oszillators gegenüber raschen Änderungen im Gitterkreis verbessert. Zwar arbeitet die selbstschwingende UKW-Mischstufe mit einer aus der Trägerfrequenztechnik bekannten ähnlichen Brückenschaltung. Dies gewährt wohl eine weitgehende Entkopplung des Oszillators vom auf  $f_c$  abgestimmten Vorkreis; dagegen besteht nach wie vor die Gefahr, dass starke Störimpulse über die dadurch hervorgerufenen dynamischen Kapazitätsvariationen im

naturellement. Le montage des spires des bobines sur des corps rainurés et des liaisons aussi courtes que possible entre leurs extrémités et les condensateurs d'accord ne favorise pas seulement la stabilité des circuits LC, mais encore la fabrication en série dans le cadre des tolérances très étroites exigées. Les constantes de temps des détecteurs de quotient, tels qu'ils sont courants actuellement, atteignent des valeurs relativement élevées, de l'ordre de millisecondes. Elles sont bien trop grandes, ainsi que le prouvent les mesures, pour répondre aux exigences du cahier des charges. C'est la raison pour laquelle on a adopté un discriminateur *Foster-Seeley* et reporté entièrement la fonction de limitation aux étages de l'amplificateur à fréquence intermédiaire.

Lors de l'alignement des récepteurs, à la fabrication, on vérifie la coïncidence du centre de la bande passante des filtres avec le milieu de la caractéristique du discriminateur au moyen d'un oscillographe sur lequel apparaissent simultanément les courbes de réponse de ces éléments à un signal wobblé.

Grâce aux fortes capacités des circuits accordés et à la limitation d'amplitude des signaux avant le discriminateur, les variations dynamiques des capacités des diodes de détection sont négligeables.

La stabilité du point milieu de la caractéristique du discriminateur étant assurée par les artifices décrits, il faut naturellement aussi que la bande passante des étages à fréquence intermédiaire reste fixe.

Avec les changements de fréquence utilisés habituellement, la fréquence intermédiaire  $f_m$  résulte de la différence entre celle de l'oscillateur local  $f_o$  et la fréquence modulée  $f_c$  du signal à l'entrée du récepteur.  $f_o$  doit donc être constant pour un émetteur donné. Tout déplacement de  $f_o$  dû à une impulsion entraînerait un déplacement identique de la fréquence intermédiaire ( $f_m = f_o - f_c$ ). Ce déplacement relatif de  $f_m$  par rapport à la valeur qu'elle devrait avoir serait très grand car  $f_m$ , qui est de l'ordre de 10,7 MHz, vaut environ 1/10 de  $f_o$ : le déplacement relatif de  $f_m$  serait ainsi 10 fois plus grand que celui de  $f_o$ .

L'étage changeur de fréquence auto-oscillateur semblable au schéma autodyne des débuts de la radio est courant pour les récepteurs FM. Il a l'avantage d'une forte pente de conversion et d'un faible souffle à cause de l'absence du bruit de répartition du courant, caractéristique des tubes multigrilles, mais sa stabilité de fréquence ne suffit qu'avec des montages très soigneusement étudiés.

Le circuit oscillant qui détermine la fréquence  $f_o$  de l'oscillateur se trouve du côté anode parce que le signal de fréquence  $f_c$  provenant de l'étage pré-amplificateur d'entrée doit être injecté directement à la grille du tube mélangeur. A un facteur de surtension  $Q$  élevé du circuit accordé de l'oscillateur correspond un faible coefficient de réaction et, de ce fait, une meilleure insensibilité de la fréquence aux phénomènes transitoires qui peuvent se produire dans le circuit de grille.

L'étage mélangeur auto-oscillateur travaille comme

Gitterkreis via Rückkopplungsweg die Oszillatorfrequenz beeinflussen. Läge der frequenzbestimmende Schwingungskreis gitterseitig, so würden sich diese Änderungen bei den vorliegenden Kreisdaten etwa neunmal stärker auswirken.

Die für einwandfreie Impulsunterdrückung nötige symmetrische Lage der ZF-Resonanzkurve zur Diskriminatorsmitte wird zwar beim Einstellen auf den gewünschten Sender angestrebt. Es ist aber erforderlich, dass auch die unvermeidliche Erwärmung des Gerätes mit der Einschaltdauer keinen verstimmenden Einfluss hat. Selbstverständlich ist es unerlässlich, die Temperaturkoeffizienten der Oszillatorschalt-elemente sorgfältigst aufeinander abzustimmen. Wichtig ist aber auch ein Aufbau des Apparates, der eine unnötige Erwärmung der frequenzbestimmenden Schaltelemente vermeidet.

Sind Diskriminator und Mischstufe, was Symmetrie und Störimmunität betrifft, in Ordnung, so muss nun auch der eigentliche Zwischenfrequenzverstärker optimal dimensioniert werden. Wir erwähnten bereits, dass die ganze Begrenzung im Zwischenfrequenzverstärker erfolgt. Das heisst aber, dass mindestens die letzte, bei starken Signalen auch die davorliegenden Stufen Gitterstrom führen. Dadurch vermindert sich die Eingangsimpedanz der einzelnen Stufen und nicht nur dies, die Eingangskapazitäten variieren mit der Stärke des Signals. Das hat zur Folge, dass die in den Gitterkreisen liegenden Schwingungskreise gegenüber der Sollfrequenz kurzzeitig, eben während des Auftretens von Störimpulsen, über Zeitintervalle entsprechend den Gitterkreis-Zeitkonstanten verstimmt werden. Die Wahl grosser Kapazitätswerte (100 pF) in den gefährdeten Schwingungskreisen und Kompensation der  $\angle$  C-Einflüsse durch einen unüberbrückten Widerstand im Kathodenkreis erlaubten es, den gestellten Anforderungen zu entsprechen.

Durch die Wahl der grossen Kapazitätswerte für die Schwingungskreise einerseits, die Festlegung der Bandbreite andererseits, ist die Verstärkungsziffer des ZF-Verstärkers nur noch durch die Stufenzahl und die Steilheit der ZF-Röhren bestimmt. Die für wirksame Begrenzung notwendige Gesamtverstärkung erfordert daher entweder viele Stufen mit den in AM/FM-Empfängern üblichen Röhren mittlerer Steilheit oder weniger Stufen mit steileren Röhren.

Die Symmetrie des ZF-Verstärkers unter allen Übersteuerungsbedingungen lässt sich nur bei peinlichster Vermeidung von Rückkopplungsercheinungen, und zwar sowohl Gegen- als auch Mitkopplung zwischen verschiedenen Stufen des Verstärkers erzielen. Der in Frage stehende Radioapparat enthält neben dem FM-UKW-Bereich noch die üblichen AM-Wellenbereiche. Bei Benützung der gleichen Röhren für den AM- und FM-Teil müssen nun unvermeidlicherweise Umschaltungen der Schwingungskreise vorgenommen werden. Das führt aber zu relativ langen Gitterleitungen bei der Verwendung der heute üblichen Tastenaggregate. Durch die entsprechende

les montages en pont, bien connus dans la technique des courants porteurs, qui assurent un découplage important entre le circuit de l'oscillateur par rapport à celui d'entrée accordé à la fréquence  $f_c$ . Cependant, cela ne supprime pas le danger que de fortes impulsions perturbatrices puissent causer des variations dynamiques de capacité dans le circuit de grille et influencer la fréquence de l'oscillateur par le canal du circuit de réaction. Si le circuit qui détermine la fréquence de l'oscillateur se trouvait dans le circuit de grille et était construit avec les mêmes éléments, les variations ci-dessus entraîneraient des excursions de fréquence perturbatrices environ neuf fois plus grandes.

En accordant le récepteur sur le signal à recevoir, on cherche à placer la courbe de réponse à fréquence intermédiaire symétriquement au milieu de la caractéristique du discriminateur, comme il le faut pour une bonne suppression des impulsions. Ce réglage ne doit pas bouger malgré l'échauffement inévitable de l'appareil à partir du moment où on l'enclenche. Pour cela il est naturellement indispensable que les variations thermiques des éléments du circuit d'accord de l'oscillateur se compensent très exactement. Il est cependant aussi important d'éviter tout échauffement inutile de ce circuit accordé et des autres.

Le discriminateur et l'étage mélangeur étant corrects au point de vue de la symétrie et de l'insensibilité aux parasites, abordons maintenant le problème du dimensionnement optimum de l'amplificateur à fréquence intermédiaire. Nous avons vu plus haut que toute la fonction du limiteur s'y trouve concentrée. Cela signifie qu'au moins le dernier étage, et, en cas de signaux élevés, ceux qui le précèdent doivent travailler avec courant de grille. L'impédance d'entrée des divers étages tombe alors et leur capacité d'entrée varie selon la force des signaux. Lors d'impulsions parasites brèves, les circuits de grille subissent des désaccords dont la durée dépend de leur constante de temps. Pour satisfaire aux exigences du cahier des charges à ce propos, on est conduit à choisir des condensateurs d'accord de valeur importante (100 pF) pour les circuits menacés et à compenser l'influence des variations dynamiques de capacité au moyen d'une résistance non pontée dans le circuit de cathode.

Le choix de grands condensateurs pour les circuits oscillants et l'adoption d'une bande passante déterminée réduisent les paramètres dont dépend l'amplification à fréquence intermédiaire au nombre et à la pente des tubes. L'amplification totale nécessaire pour un effet limiteur efficace ne peut donc s'obtenir qu'avec de nombreux étages équipés de tubes du genre utilisé habituellement pour les récepteurs AM/FM courants ou avec moins d'étages équipés de tubes à plus forte pente.

On ne peut préserver la symétrie de l'amplificateur à fréquence intermédiaire à travers tous les modes de surcharge qu'en évitant toute espèce de réaction, qu'elle soit positive ou négative, entre les divers



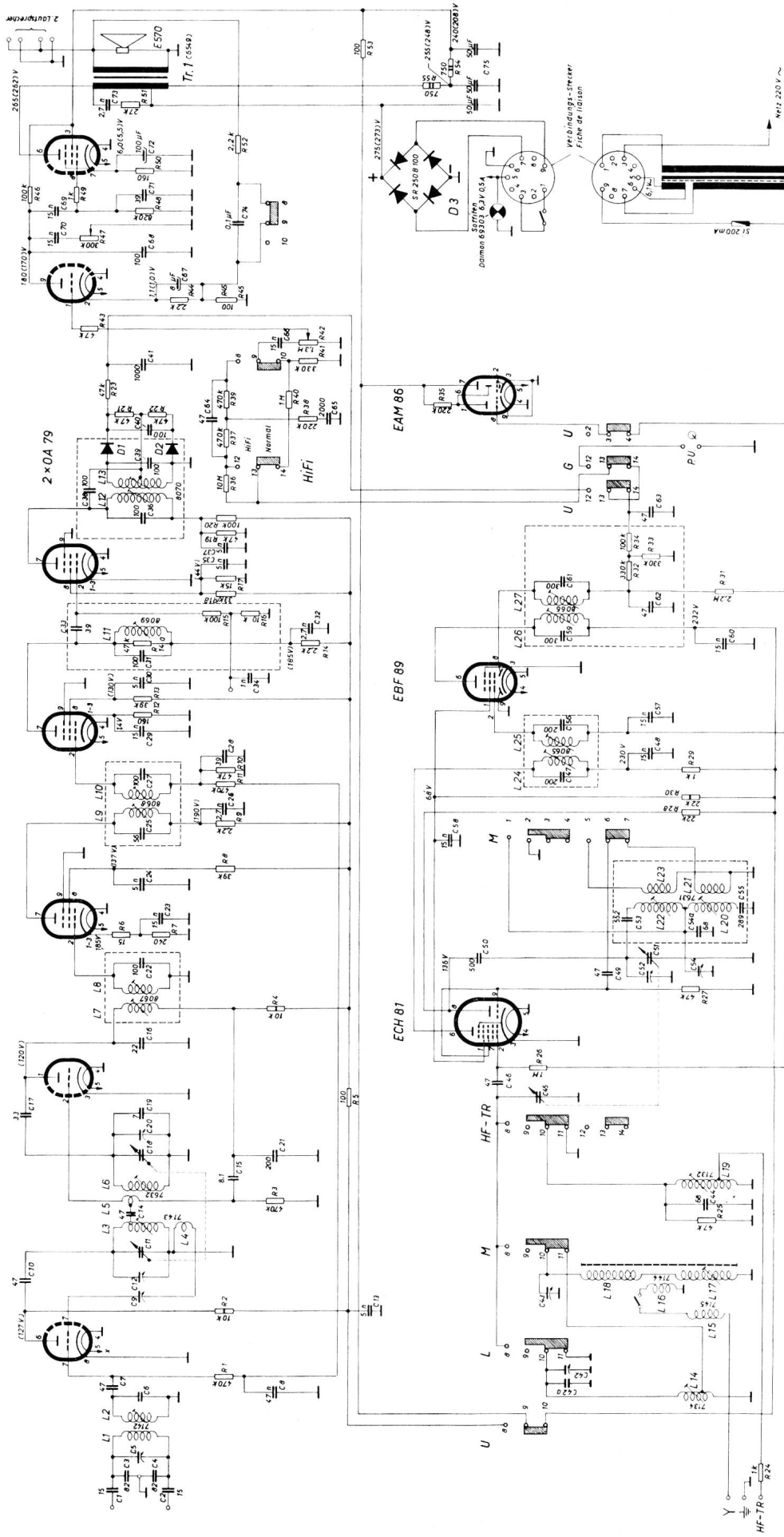
ECC 85

EF 80

EF 80

EF 80

ECL 86



Schaltsehma des von den schweizerischen Radiofabriken Sondyna AG (Zürich) und Velectra AG (Biel) gebauten Rundfunkempfängers mit FM-UKW-Teil gemäss Pfllichtenheft der PTT

Schéma du récepteur de radiodiffusion avec partie FM-UC construit par les fabriques suisses d'appareils de radio Sondyna SA, Zurich, et Velectra SA, Bienne, d'après le cahier des charges des PTT

Schleifenbildung im Leitungszug entstehen dann leicht unerwünschte Kopplungen induktiver und kapazitiver Art zwischen verschiedenen Stufen. Ausserdem sind für den AM-Teil Röhren mit Regelcharakteristik erforderlich, im Gegensatz zum FM-Teil, wo gerade, steile und scharf begrenzende Röhrencharakteristiken erwünscht sind. Im Interesse optimaler Verhältnisse sowohl für den FM-Teil als auch für den AM-Teil besitzt der Apparat deshalb vom Eingang bis und mit der FM- bzw. AM-Detektorstufe vollständig getrennte Verstärker mit eigenen Röhrensätzen. Dies bedeutet wohl einen empfindlichen Materialmehraufwand im Vergleich zu üblichen Radioapparaten, doch vereinfacht sich andererseits die Umschaltung von AM- auf FM-Empfang erheblich. Der Empfänger ist mit folgenden Röhrentypen bestückt:

#### *Röhrensatz*

UKW-Eingangsmischstufe ECC 85, drei Röhren EF 80 im FM-Zwischenfrequenzverstärker, gefolgt von einem abgeglichenen Diodenpaar 2 OA 79 im Diskriminator. Der HF-Teil der AM-Bereiche benützt die Röhrentypen ECH 81 als Mischstufe und EBF 89 als Zwischenfrequenzverstärker und AM-Demodulator. Der Niederfrequenzverstärker ist für alle Bereiche gemeinsam und mit der Triode/Pentode ECL 86 ausgerüstet. Zur Abstimmmanzeige wird eine EM 86 benützt, während der Netzteil mit einem Selenbrückengleichrichter arbeitet.

#### *Selektivität*

Die Anforderungen des PTT-Pflichtenheftes gehen in verschiedenen Beziehungen zum Teil recht weit über das heute im Radiobau Übliche hinaus. So stellt die Nachbarselektionsforderung von 1:1000 das Mehrfache dessen dar, was selbst Apparate der höchsten Preisklasse heute bieten. Der Aufbau der ZF-Filter ist demzufolge sehr verlustarm, und durch spezielle Spulenkörper wird dank den in vorgegebenen Rillen liegenden Spulenwindungen eine für die reibungslose Serienfertigung ausschlaggebende enge Toleranz sowohl der Induktivitätswerte als auch der sehr genau einzuhaltenden Kopplungswerte in den Filtern sichergestellt. Massive Abschirmungen mit guter statischer und magnetischer Kapselung der Filter erwiesen sich als notwendig bei dem an sich sehr gedrungenen Schaltungsaufbau, beträgt doch der Abstand zwischen Schaltungsteilen, die bei einem Pegelunterschied von über 1:100 000 arbeiten, nur etwa 15 cm.

In diesem Zusammenhang muss auch darauf hingewiesen werden, dass dieser gedrängte Aufbau, neben den erwähnten guten Abschirmungen, auch eine sorgfältige Wahl der Massepunkte in der Schaltung voraussetzt. Die benützte kupferlamierte Chassisplatte mit keramischen Röhrensockeln, die extrem kurze Kontaktanschlüsse aufweisen, sind wertvolle Hilfsmittel zur Erreichung des gesteckten Zieles. Bei der heute sonst oft gebrauchten gedruck-

étages de l'amplificateur. Le récepteur considéré reçoit non seulement les programmes à modulation de fréquence, mais aussi les gammes ordinaires de radio-diffusion à modulation d'amplitude (AM). En utilisant les mêmes tubes pour la partie AM et pour la partie FM, il faut nécessairement commuter des circuits oscillants et, avec les commutateurs à poussoirs habituels, employer de longues liaisons de grilles. Il est alors facile que se produisent des couplages capacitifs et inductifs indésirables. D'autre part, pour la partie AM, il faut des tubes à pente variable alors que pour la partie FM des tubes à caractéristiques droites, à très forte pente et à saturation nette sont souhaitables. C'est pourquoi notre appareil de qualité possède des chaînes AM et FM complètement séparées de l'entrée antenne jusqu'à la sortie du détecteur. Chacune d'elle est équipée de ses tubes propres. Cela demande passablement plus de matériel que les récepteurs ordinaires, cependant la commutation de la réception AM à la réception FM s'en trouve considérablement simplifiée.

#### *Jeux de tubes*

Le récepteur est équipé des tubes suivants:

*Chaîne FM:* Etage mélangeur d'entrée: ECC 85; amplificateur à fréquence intermédiaire: 3 tubes EF 80; discriminateur: une paire de diodes symétriques deux OA 79.

*Chaîne AM:* Etage d'entrée et mélangeur: ECH 81; amplificateur à fréquence intermédiaire et détecteur: EBF 89.

L'amplificateur basse fréquence est commun, il est équipé d'une triode penthode ECL 86. L'indicateur d'accord est réalisé par un tube EM 86. L'alimentation par le réseau comporte un redresseur au sélénium en pont.

#### *Sélectivité*

En plusieurs points, le cahier des charges établi par les PTT pose des exigences bien plus sévères que celles dont se contentent ordinairement les constructeurs de récepteurs. C'est ainsi que la sélectivité de  $\frac{1}{1000}$  demandée vis-à-vis du canal voisin est plusieurs fois meilleure que celle des récepteurs actuels même les plus chers. Les filtres à fréquence intermédiaire doivent donc nécessairement être construits à très faibles pertes.

Les faibles tolérances des inductivités et des coefficients de couplage indispensables pour une fabrication en série ont pu être respectées en plaçant les spires des bobinages sur des corps spéciaux à gorges. Il fallut aussi blinder ces filtres contre les champs électriques et magnétiques au moyen de pots massifs. En effet, dans le montage très serré adopté, on travaille avec des rapports de niveau de l'ordre de 100 000 entre éléments situés à une quinzaine de centimètres.

A ce propos, signalons encore que le montage serré ne postule pas seulement de bons blindages mais encore

ten Schaltung wird durch die Wegätzung grosser Teile der Kupferfolie die Abschirmung von Hochfrequenzmagnetfeldern ganz beträchtlich vermindert.

### *Eingangsschaltung*

Erhebliche Bedeutung kommt bei einem UKW-Empfänger der Eingangsschaltung zu. Die Ansprüche, denen diese zu genügen hat, sind recht mannigfaltig. Einmal dient sie dazu, das von der Antenne gelieferte Signal unter bestmöglicher Anpassung an die Antennenimpedanz einerseits und die Röhreneingangsimpedanz andererseits der ersten Hochfrequenzröhre zuzuführen. Sodann muss die Eingangsschaltung die beim Überlagerungsempfang unvermeidlichen Mehrdeutigkeiten eliminieren. Da ist die Spiegelfrequenzunterdrückung an erster Stelle zu erwähnen. Sodann besteht die Gefahr, dass Kurzwellensignale im Bereich um 10,7 MHz über die Eingangsschaltung auf die Mischröhre gelangen. Das Mischröhrengitter ist aber für die Zwischenfrequenz 10,7 MHz der empfindlichste Schaltungsteil. Um allen Ansprüchen der Praxis zu genügen, lautet die Forderung des Pflichtenheftes auf 100 dB Dämpfung. Weitere Störmöglichkeiten bestehen durch die Mischung bestimmter Eingangsfrequenzen mit Harmonischen der Oszillatorfrequenz. Diese Nebenwellendämpfung muss ungefähr 80 dB betragen. Nicht zuletzt muss aber die Eingangsschaltung und die Eingangsröhre dazu dienen, die Oszillatorschwingungen, die am Gitter der Mischstufe etwa 2 Volt betragen, bis zu den Antennenklemmen auf etwa die Grösse eines Millivolts zu dämpfen. Dieser letzten Forderung wurde durch gedrängten Aufbau, Symmetrierung des Mischstufeneingangs und sorgfältigste Neutralisierung entsprochen. Besondere Trimmer kleinster Bauart konnten durch Verwendung des hochwertigen Isolationsmaterials Teflon hergestellt werden, welche dank kleiner Streukapazität gegenüber benachbarten Schaltelementen eine saubere Neutralisierung gestatten. Die Neutralisierungstiefe, das heisst das Verhältnis der Stufenverstärkung bzw. Durchlässigkeit mit und ohne Anodenspannung, beträgt mehr als 300 : 1. Die übrigen Forderungen legten die Wahl eines induktiv gekoppelten zweikreisigen Bandfilters zwischen Antennenbuchsen und Eingang des HF-Verstärkerteils nahe. Damit werden Spiegelselektionswerte von über 40 dB erreicht, während der direkte ZF-Durchschlag über 100 dB gedämpft wird. Die Nebenwellen werden 80 dB unterdrückt. Der Primärkreis des Eingangsbandfilters ist kapazitiv gegen Erde symmetriert.

### *Mehrwegverzerrungen und Unterdrückung von Gleichkanalsendern*

Die Radioübertragung mit dem FM-System ist bei der Einhaltung bestimmter Forderungen in erheblichem Ausmass frei von impulsartigen Störungen. Gerade in unserem bergigen Land treten aber durch häufige Reflexionen der Signale die überaus lästigen Mehrwegverzerrungen auf. Infolge der

un choix judicieux des points de masse. La feuille de cuivre qui recouvre la platine du châssis et les socles de lampe en céramique à liaisons de contact très courtes, aident à parvenir au résultat voulu. Dans les châssis imprimés où l'on élimine chimiquement une grande partie de la feuille de cuivre, il est bien plus difficile de blinder efficacement les champs magnétiques HF.

### *Circuit d'entrée*

La façon dont est réalisée l'entrée d'un récepteur FM a une importance considérable. Elle doit satisfaire à de nombreuses exigences. Tout d'abord, elle doit transmettre le signal capté par l'antenne à l'entrée du premier tube HF avec un minimum de pertes grâce à la meilleure adaptation possible des impédances correspondantes. Ensuite elle doit servir à éliminer les réponses non désirées liées au principe des récepteurs à changement de fréquence. Elle doit en particulier atténuer la fréquence image et parer au danger que présentent les signaux de fréquence voisine de 10,7 MHz. Ces signaux arrivent à travers le circuit d'entrée à la grille du tube mélangeur qui est le point le plus sensible à la fréquence intermédiaire (normalisée à 10,7 MHz).

Le cahier des charges demande une atténuation de 100 dB pour satisfaire à toutes les exigences de la pratique. Il existe d'autres possibilités de brouillage par le mélange de certaines fréquences d'entrée avec des harmoniques de la fréquence de l'oscillateur local. On exige que ces produits soient atténués d'environ 80 dB. Il faut encore que le circuit d'entrée empêche que la tension de l'oscillateur local qui est de l'ordre de 2 V sur la grille du tube mélangeur ne dépasse 1 m V environ aux bornes d'antenne. Pour satisfaire à cette dernière exigence, on a eu recours à un montage compact, à une symétrisation de l'entrée et à une neutralisation extrêmement soignée. Des trimmers miniatures spéciaux ont pu être construits grâce aux propriétés exceptionnelles du teflon comme isolant. Ces trimmers permettent une bonne neutralisation, car leur capacité parasite par rapport aux éléments voisins est très faible. Le degré de neutralisation, c'est-à-dire le rapport de l'amplification de l'étage avec tension anodique au couplage sans tension anodique dépasse 300 : 1. Les autres exigences conduisirent à adopter un filtre de bande à deux circuits couplés inductivement entre les bornes d'entrée et l'entrée de l'amplificateur HF. On obtient ainsi une réjection de plus de 40 dB pour la fréquence image et le passage direct des signaux à la fréquence intermédiaire est affaibli de plus de 100 dB. Les autres réponses parasites sont réduites d'au moins 80 dB. Le circuit primaire du filtre de bande d'entrée est rendu symétrique par rapport à la terre au moyen de condensateurs.

### *Distorsions dues à la propagation par trajets multiples et étouffement des émetteurs travaillant dans le même canal*

Les transmissions radioélectriques par le procédé de la modulation de fréquence sont très peu sensibles aux perturbations impulsives à condition de respecter

Laufzeitunterschiede der direkten und indirekten Welle treten am Empfangsort vom gleichen Sender stammende Signale mit momentan verschiedenartiger Modulation und Hochfrequenzphasenlage auf.

Ähnliche Bedingungen bestehen, wenn, wie das häufig ist, auf einem Sendekanal zwei oder mehrere Sender gleichzeitig mit verschiedenen Programmen arbeiten. Es ist dann wichtig, dass der Empfänger möglichst nur auf das stärkste Signal anspricht und durch die schwächeren Signalkomponenten nicht gestört wird. Der Apparat muss daher über eine sehr gute Amplitudenmodulationsunterdrückung verfügen, und zwar bei allen Pegeln des Eingangssignals. Liegen die Signalstärken bei Fernempfang oft nur bei einigen Mikrovolt, so erreichen sie bei der heutigen Senderaufstellung in Städten oftmals mehr als 100 Millivolt. Man erkennt nun leicht, dass diese enorme Variation des Empfangssignals schwere Bedingungen für die Erfüllung vorstehender Forderung schafft. Zur Erzielung guter Fernempfangsempfindlichkeit hat die Eingangsschaltung von der Antennenbuchse an bis zum Gitter der Mischröhre eine Verstärkung von etwa 30 dB, das heisst bei 100 Millivolt Eingangssignal erreicht der Spitzenwert des Eingangssignals am Gitter der Mischröhre etwa  $4\frac{1}{2}$  Volt. Da nun der Pegel der Oszillatorspannung hier nur etwa 2 Volt beträgt, würde die Oszillatorschwingung durch die Eingangsschwingung verdrängt, und die selbstschwingende Mischstufe könnte durch Ausfall des Oszillators nicht mehr ordnungsgemäss arbeiten. Um über den ganzen Eingangssignalebereich gute AM-Unterdrückung zu haben, ist eine Herunterregelung der Eingangsstufenverstärkung bei stärkeren Eingangssignalen unerlässlich. Sorgfältigste Schaltungsdimensionierung ist nun aber nötig, um nicht durch Rückführung von AM-Komponenten auf das Gitter der Eingangsröhre die AM-Unterdrückung zu verderben. Der Apparat vermag dank der hohen Amplitudenunterdrückung, die bis 50 dB ansteigt, über den ganzen Signalebereich sowohl Gleichkanalsenderstörungen als auch Mehrwegverzerrungen in einem erheblichen Mass zu unterdrücken.

#### *Niederfrequenzteil*

Es wäre sicher sinnlos, einerseits den Hochfrequenzteil des Empfängers so sauber auszuarbeiten, wie dies eben geschildert wurde, ohne gleichzeitig auch dem Niederfrequenzteil die nötige Aufmerksamkeit zu schenken. Dem kleinen Klirrfaktor des demodulierten Empfangssignals muss daher ein Niederfrequenzverstärker nachgeschaltet werden, der diese Tonqualität auch auszunützen gestattet. Ein reichlich dimensionierter Ausgangstrafo und eine konstant wirkende Gegenkopplung sorgen für ausreichend kleine Verzerrungen. Es ist auch beachtenswert, dass bereits bei 50 Milliwatt Ausgangsleistung ein Fremdspannungsabstand von über 40 dB erreicht wird, der sogar bei Vollaussteuerung auf über 60 dB ansteigt und damit Studioqualität erreicht. Bei der Wahl des

certaines exigences. Elles sont cependant sujettes à des perturbations d'un autre ordre: les distorsions dues à la propagation par trajets multiples, perturbations très désagréables et particulièrement fréquentes dans notre pays montagneux. Les différences des temps de propagation de l'onde directe et de l'onde indirecte entre l'émetteur et l'antenne de réception se traduisent par un décalage de la phase de la modulation et des signaux à haute fréquence.

Une situation analogue se produit fréquemment lorsque plusieurs stations émettent simultanément des programmes différents dans le même canal HF. Il est alors important que le récepteur ne réagisse qu'au signal le plus fort et ne soit pas gêné par les composantes de niveau inférieur. Cela signifie que le récepteur doit étouffer efficacement la modulation d'amplitude quel que soit le niveau du signal à son entrée. Alors que l'on reçoit des stations lointaines avec quelques microvolts, il arrive souvent, avec la disposition géographique actuelle des émetteurs, que le signal des postes locaux situés à proximité immédiate des villes atteigne 100 mV et plus.

On se rend compte facilement que ces écarts énormes du signal utile soient très peu favorables au point de vue qui nous préoccupe. Pour obtenir la sensibilité nécessaire à la réception des stations lointaines, le circuit d'entrée est construit de manière que le signal à la grille du premier tube soit environ 30 dB plus élevé qu'entre les bornes d'antenne. Ainsi, lorsque le signal atteint 100 mV à l'entrée, les crêtes de tension sur la grille de la mélangeuse montent à environ 4,5 volts. Or, comme la tension de l'oscillateur local n'est que de deux volts en ce point, le signal arrivant entraînerait l'oscillation locale et l'étage mélangeur ne fonctionnerait plus correctement. Lorsque les signaux sont trop forts, il est donc nécessaire de réduire le gain de l'étage d'entrée afin d'obtenir une bonne suppression de la modulation d'amplitude.

Il faut être extrêmement prudent en dimensionnant les circuits, afin de ne pas détériorer la suppression de modulation d'amplitude en appliquant des composantes modulées en amplitude sur la grille du tube d'entrée.

Grâce à sa suppression de modulation d'amplitude, qui atteint 50 dB, l'appareil de qualité réduit sensiblement à tous les niveaux d'entrée les perturbations dues à des émetteurs travaillant dans le même canal, ainsi que celles dues à la propagation par trajets multiples.

#### *Etages basse fréquence*

Il serait sans doute peu sensé de soigner comme on vient de le voir les étages haute fréquence d'un récepteur sans vouer aux étages basse fréquence l'attention qu'ils requièrent.

L'amplificateur basse fréquence doit être capable d'utiliser le signal BF très pur que lui fournit le détecteur sans le détériorer. Pour cela, on a prévu un transformateur de sortie largement dimensionné et une contre-réaction à taux constant. Le recul des



Frequenzganges wurde bewusst auf die Torheit der übertriebenen Bass- und Höhenanhebung verzichtet und weitgehend lineares Verhalten angestrebt. Die Wiedergabe erhält dadurch eine Klarheit und Sprachverständlichkeit, die äusserst natürlich wirken.

Diese Ausführungen mögen zeigen, dass der Radioempfängerbau auch heute noch einen erheblichen Entwicklungsaufwand erfordert, wenn man sich bemüht, die dem heutigen Stand der Technik innewohnenden Möglichkeiten auszunützen.

Dass neben den elektrischen Problemen zahlreiche Fragen der mechanischen Konstruktion für eine rationelle serienmässige Herstellung zu lösen waren, versteht sich von selbst. Die Anwendung moderner Spritzgussmethoden für Metallteile wie Chassisträger und für Isolierteile aus Kunststoff erlaubt bei grosser Masshaltigkeit, viel kostbare Arbeitszeit zu sparen.

Mit der von der Generaldirektion der PTT erfolgten Aufstellung eines Pflichtenheftes für einen Radioempfänger mit gutem UKW-FM-Teil sind die Anforderungen formuliert worden, wie sie dem heutigen Stand der Technik entsprechen.

Adresse des Autors: Dipl.-Ing. Walter Strohschneider,  
in Fa. Sondyna AG,  
Neuhausstr. 6, Zollikon ZH

M. TSCHUDIN, Interlaken

## Provisorischer Einsatz von C-Trägern

DK: 621.395.44

**Zusammenfassung.** Die Erfahrungen mit dem provisorischen Einsatz von C-Trägern auf Freileitungen werden beschrieben. Einige Hinweise sollen helfen, Misserfolge nach Möglichkeit zu vermeiden. Erstellung und Aufbau einer Anlage sind kurz beschrieben.\*

### 1. Einleitung

Die Fünfkanal-C-Trägerausrüstungen sind grundsätzlich für den Einsatz auf Kabeladern ohne Pupinisierung entwickelt worden. Die Ausgangspegel der Sendeverstärker wurden der gebräuchlichen Übertragungstechnik für Kabeladern angepasst und liegen daher ziemlich tief.

Die Leistungspegel, bezogen auf 1 mW bei 150 Ohm, betragen:

für das hohe Band (42—70 kHz) + 0,5 Neper,

für das tiefe Band ( 8—36 kHz) — 1,0 Neper.

Eine automatische Verstärkungsgradregulierung ist im Hinblick auf die verhältnismässig kurzen Einsatzdistanzen und der ziemlich konstanten Dämpfung der Kabeladern in Funktion der Temperatur nicht vorgesehen.

### 2. Allgemeines

In den letzten Jahren ergab sich mehrmals die Notwendigkeit, zwischen mit Freileitungen verbundenen Zentralen, innert kurzer Frist zusätzliche Sprechwege

\* Vgl. F. Locher, J. Valloton und W. Herrensberger. Ein neues Trägerfrequenzsystem für kurze Distanzen. 'Techn. Mitt.' PTT, 1952, Nr. 5, S. 161 ff. Un nouveau système à courants porteurs pour courtes distances. Bulletin technique PTT, 1952, n° 11, p. 356 ss.

bruits de fond est remarquable; avec un niveau de sortie de 50 mW, il atteint 40 dB; à pleine puissance on arrive à 60 dB, c'est-à-dire à la qualité de studio. C'est intentionnellement que l'on n'a pas stupidement accentué les basses et les aigus. On a cherché autant que possible à obtenir une réponse basse fréquence linéaire. La reproduction sonore y gagne en naturel et en clarté.

Puissent ces considérations avoir démontré que la construction des récepteurs demande encore aujourd'hui un important travail de développement si l'on ne veut pas se contenter des slogans à la mode et si l'on veut vraiment se donner la peine d'offrir à l'acheteur ce que la technique d'aujourd'hui porte en elle.

L'étude d'un récepteur ne pose pas seulement des problèmes électriques; mais aussi de nombreuses questions concernant la construction mécanique en vue d'une fabrication en série rationnelle. L'utilisation des méthodes modernes de fonte injectée pour les éléments métalliques tels que supports de châssis et pour les pièces isolantes en matériel synthétique permet d'économiser beaucoup de temps, tout en assurant une excellente constance des dimensions.

Avec son cahier des charges, la direction générale des PTT, en tant qu'autorité indépendante et compétente, a précisé ce que le développement actuel de la technique exige d'un récepteur de radio comportant une gamme FM spécialement soignée.

zu erstellen. Erwies sich ein Drahtnachzug wegen Überlastung des Gestänges als unmöglich, fehlte es an der Leitungskapazität der die Freileitung verlängern Zubringerkabel oder kam eine sofortige Kabellegung nicht in Frage, wurden verschiedentlich C-Träger eingesetzt. Auf einer Freileitungsschleife kann eine Fünfkanalgruppe übertragen werden, wobei jedoch die ursprüngliche Niederfrequenzleitung wegfällt, so dass ein Gewinn von vier Sprechmöglichkeiten pro eingesetzte Fünfkanalgruppe resultiert. Je nach der geometrischen Anordnung der Drähte und dem daraus resultierenden Nebensprechen eignen sich jedoch nicht alle Schleifen eines Stranges für die Übertragung des C-Trägerbandes.

Die C-Trägerkanäle sind zum Einsatz als Fernbeziehungsweise Verbindungsleitungen mit Wechselstromwahl geschaffen worden. Die Übertragung von Gleichstromkriterien, wie hoch- und niederohmige Schaltzustände sowie Polaritätswechsel, ist somit über C-Trägerkanäle nicht möglich. Es können lediglich Impulse wie bei Wechselstrom Fernbeziehungsweise Verbindungsleitungen übertragen werden.

Gleichstromleitungssätze im Automaten sind daher für den Anschluss von C-Trägerkanälen durch Wechselstromleitungssätze zu ersetzen.

Die Sätze werden — wie Figur 1 zeigt — mit je zwei Sprech- und zwei Steuerdrähten je Kanal mit der C-Trägerausrüstung verbunden.