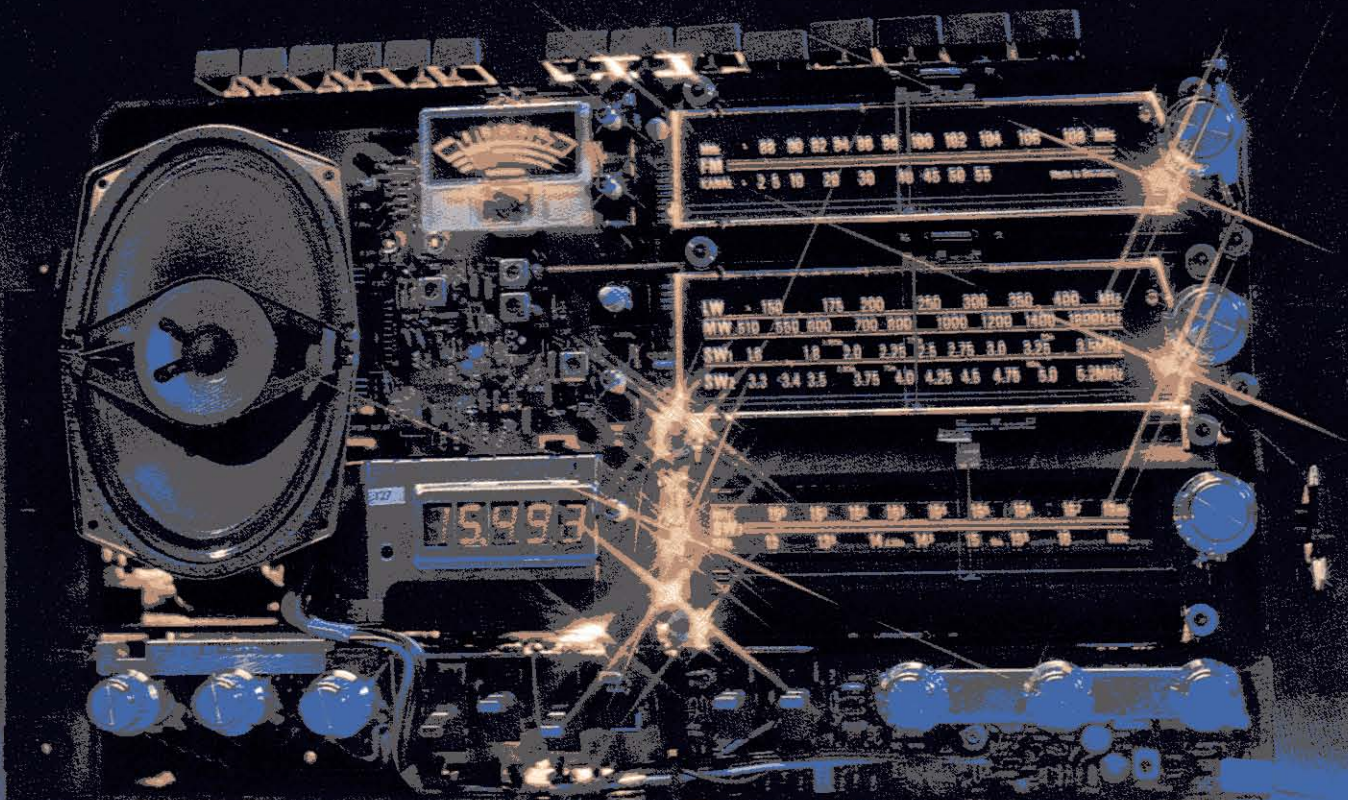


GRUNDIG

Technische Informationen
1-78

Zeitschrift für Elektronik, Radio-, Fernseh- und Tonbandtechnik

Der neue Weltempfänger: Satellit 3000 Digital



E. MÜLLER
H. ANDING

Satellit[®] 3000 Digital

Das Spitzengerät nicht nur für den Kurzwellenfan

Mit dem Satellit 3000 (Bild 1) stellt Grundig das neue Spitzenmodell in seinem Koffer-Reisesuperprogramm vor. Mit ihm dürfte sich der Platz, den sich Grundig mit seiner Satellit-Reihe, angefangen von 205 über 208 bis zum 2100, unter vielen Kurzwellenfans erobert hat, wesentlich festigen. Während der Satellit 2100 als Nachfolger des 2000 HF-mäßig unverändert, NF-mäßig dagegen mit anderem Konzept und neuem äußeren Look erschien, unterscheidet sich der Satellit 3000 schon wesentlich von seinem Vorgänger. Die wohl auffälligste Neuheit ist die digitale Frequenzanzeige für alle Bereiche. Die 7-Segment-Leuchtdioden-Anzeige (LED) löst zwar noch nicht die Skalen ab, denn diese sind bei batteriebetriebenen Kofferempfängern, wo auf geringen Stromverbrauch und Betriebsfähigkeit bis zur halben Batteriespannung zu achten ist, noch erforderlich. Zudem dienen die Skalen hier auch zum schnellen Auffinden von annähernd gewünschten Frequenzen und zur Grobabstimmung.

Der Frequenzzähler ist bei Netzbetrieb und externer Spannungsversorgung abschaltbar. Dies ist auch von Nutzen, um eventuelle Störungen, die durch die steilen Flanken der im Zähler verarbeiteten Impulse, durch Vielfache der Quarzfrequenz und durch den Multiplexbetrieb entstehen, abschalten zu können. Bei Batteriebetrieb kann man den Zähler kurzzeitig messen lassen. Die digitale Anzeige bietet vor allem den Kurzwellenliebhabern, natürlich auch allen anderen Benutzern Vorteile und Möglichkeiten, die bisher nur bei kommerziellen Funkgeräten erreicht wurden. Bisher war meist ein Abschätzen und Interpolieren nötig, um einen Sender nach der Tabelle einzustellen. Dies ist nun ganz einfach. Man sucht nach der Kurzwellenfibel oder einer UKW-Empfangstabelle einen empfangswürdigen Sender aus, stellt die ausgewählte Frequenz nach der Digitalanzeige ein und empfängt den gewünschten Sender.

Das diodenabgestimmte FM-Teil hat in der Vorstufe eine Dual-Gate-Feldeffekttriode und besitzt eine beliebige und anscheinend bei größeren Geräten unentbehrlich gewordene

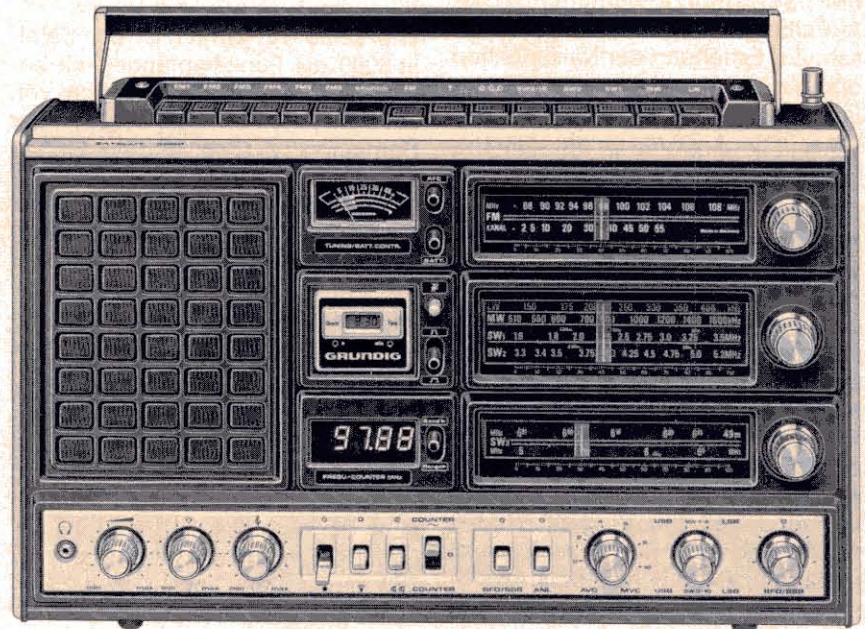


Bild 1 Vorderansicht des Satellit 3000

Einrichtung: 6 beliebig programmierbare UKW-Stationstasten. Außerdem weist das UKW-Empfangsteil eine elektronische Schaltung zur Unterdrückung der Ein- und Umschaltgeräusche auf.

Sowohl bei FM als auch auf den AM-Empfangsbereichen besitzt das Gerät eine feldstärkeabhängige Anzeige. Bisher lieferte bei UKW der Ratiodektor, bei AM eine zusätz-

liche Anzeigeverstärkerstufe die Spannung für das Instrument, so daß aufgrund der Begrenzung die Aussage des Abstimminstrumentes über die Stärke der einfallenden Sender sehr beschränkt war. Mit Hilfe der Feldstärkeanzeige und dem auch eingebauten größeren Instrument kann man sich die Sender mit der entsprechend größten Feldstärke aussuchen und einstellen.

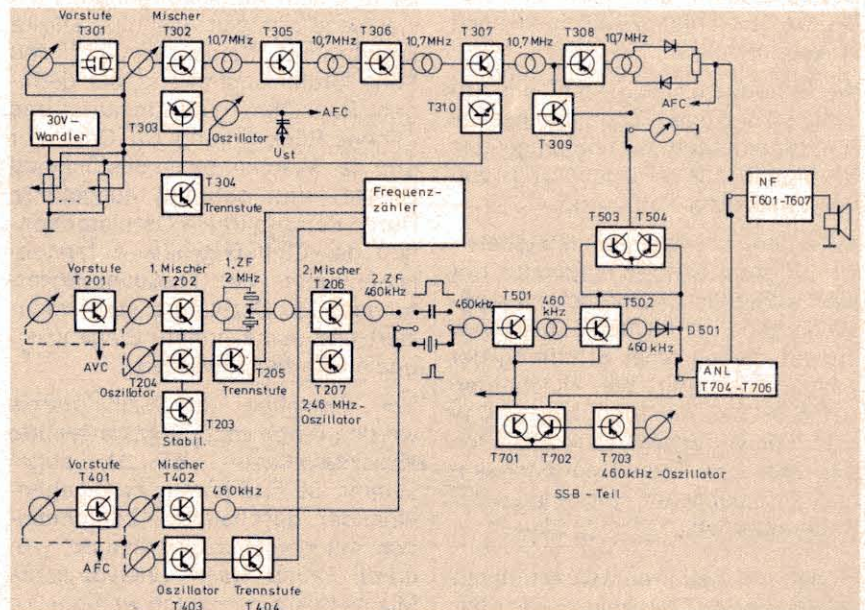


Bild 2 Blockschaltplan Satellit 3000

Bei der Schaffung des Satellit 3000, der mechanisch völlig neu gestaltet ist, hat man einiges neu entwickelt, manch elektrisch Bewährtes übernommen und verbessert (Blockschaltbild **Bild 2**, Gesamtschaltbild Seite 36/37). Es gab keinen Grund, das Prinzip des Kurzwellentuners in der Aufteilung seiner Bereiche zu verlassen. Zur Erhöhung der Nahselektion und Verbesserung des Kreuzmodulationsverhaltens ist der Kurzwellentuner in der 1. ZF mit einem Quarzfilter ausgerüstet.

Das AM-Empfangsteil besitzt eine kombinierte HF-/NF-Bandbreitenumschaltung für hohe Selektivität beim Fernempfang („schmal“) und gute Klangqualität bei Nahempfang („breit“). Neu hinzugekommen ist eine 3. Stellung des Bandbreitenschalters, bei der zusätzlich die NF-Bandbreite vergrößert wird, um so bei Ortssenderempfang eine für AM optimale Wiedergabe zu erreichen. Während bei den Vorgängern ein SSB-Zusatz als Zubehör lieferbar und über eine Spezialbuchse anschließbar war, ist nun ein zuschaltbares SSB-Teil mit Schaltern für AVC/MVC und USB/LSB integriert.

Weitere erwähnenswerte Merkmale sind:

Schaltbarer ANL (automatic noise limiter); es ist ein Störspitzenklipper, dessen Begrenzungspunkt automatisch auf die NF-Amplitude nachgestellt wird.

Zusätzliche Anschlußklemmen für Antenne und Erde.

Zur Stummschaltung bei Bereichswechsel wird ein Stummschalter verwendet, der beim Drücken einer der Bereichstasten die Rastklinke der Drucktasten betätigt und die NF nach Masse schaltet.

Niederfrequenzmäßig steht am Anschluß 3 und 5 der Diodenbuchse bei Rundfunkbetrieb ein hochpegeliges NF-Signal zur Aussteuerung von Verstärkern zur Verfügung.

Außerdem wurde ein Lautstärkesteller mit drei Abgriffen eingebaut, der eine wesentlich verbesserte Klangwiedergabe bei kleinen Lautstärken erlaubt. Neben einer Erhöhung der Ausgangsleistung bei Netzbetrieb auf 5 W Sinusleistung bzw. 7,5 W music-power erfolgt beim Abziehen des Netz- bzw. Fremdspannungskabels automatisches Umschalten auf Batteriebetrieb.

Eingebaut ist auch eine Quarzuhr mit 24-Stunden-LCD-Anzeige. Sie hat eine eigene Spannungsversorgung,

ist herausnehmbar und getrennt zu betreiben.

Selbstverständlich entspricht das Gerät den strengen Sicherheitsbedingungen nach VDE 0860 H und somit den internationalen Sicherheitsvorschriften IEC bzw. CEE 1.

Wie seine Vorgänger ist der Satellit 3000 als Funkempfänger mit begrenztem Anwendungsbereich von der Deutschen Bundespost unter der Nummer FTZ C 46060 zum Einbau auf Schiffen der Bundesrepublik Deutschland zugelassen. Für den Einbau in Fahrzeuge oder auf Schiffen kann das Gerät zur besseren Bedienung mit zwei Schrauben befestigt und somit an Bord eine seefestere Halterung erzielt werden.

Um eine gute Empfangsqualität zu erreichen, muß das **UKW-Empfangsteil** nicht nur eine große Empfindlichkeit, sehr hohe Trennschärfe und Spiegelfrequenzselektion, sondern auch eine sehr große Sicherheit gegen Kreuzmodulation und Störungen gegen unerwünschte Mischprodukte besitzen.

Unter Kreuzmodulation, die hervorgerufen wird durch eine nichtquadratische Krümmung der Transistor-Kennlinie, versteht man die Übernahme der Modulation eines Störsenders durch den Träger des Nutzsenders. Abhilfe bringen jedenfalls eine sehr gute Vorselektion und der Einbau von Transistoren mit nahezu quadratischer Kennlinie. So ist der UKW-Baustein in der Vorstufe mit einer N-Kanal-Silizium-Feldeffekt-Tetrode vom Verarmungstyp mit integrierten Gate-Schutzdioden bestückt. Dieser Dual-Gate-MOS-FET ist in einem Kunststoffgehäuse mit vier bandförmigen Anschlüssen untergebracht. Seine Vorteile sind hohe Stufenverstärkung bei geringem Rauschen, gute Linearität und geringe Rückwirkung. Der Oszillator und der Mischer, beide bestückt mit BF 441, sind getrennt ausgeführt. Durch den separaten Oszillator können der Einfluß großer Antennenspannungen auf Frequenzverwerfungen des Oszillators stark reduziert und somit höhere Eingangssignale verarbeitet werden.

Vor-, Zwischen- und Oszillatorkreis werden durch spannungsgesteuerte Kapazitätsdioden BB 204 abgestimmt. Es sind jeweils zwei gegeneinander geschaltete Abstimmioden mit gemeinsamer Katode, wodurch auch hier unerwünschte Mischeffekte vermieden werden. Die Abstimmspannung, die von einem

30-V-Wandler stammt, wird beim FM-Bereich über das Abstimmopotentiometer 19703-036 oder über eines der sechs Potentiometer, die durch die Stationstasten (FM 1–FM 6) geschaltet werden, zugeführt. Die Oberspannung von 30 V wird aus dem Spannungswandler mit TCA 720 gewonnen, der sowohl bei halber Batteriespannung als auch bei Laständerungen eine Spannung hoher Konstanz liefert. Von diesem Wandler erhält auch das Gate 2 des Eingangstransistors seine stabilisierte Spannung.

Die Abstimmspannung für die Kapazitätsdioden muß sorgfältig gesiebt sein, um Störungen bzw. Brumm auszuschließen. Hierfür sind zwangsläufig hohe Kapazitäten notwendig, welche naturgemäß eine hohe Zeitkonstante nach sich ziehen. Da beim Einschalten des UKW-Bereiches der Empfänger sofort empfangsbereit ist, die Abstimmspannung aber eine gewisse Zeit benötigt, bis sie ihren Endwert erreicht hat, könnten in dieser Zeit unerwünschte Sender der Reihe nach durchlaufen und unbeabsichtigt hörbar werden. Ebenso kann dies beim Umschalten der UKW-Tasten (FM und FM 1–FM 6) der Fall sein. Um dies zu vermeiden, ist eine elektronische Ein- und Umschaltverzögerung eingebaut. Beim Einschalten des FM-Bereichs, sei es, daß das Gerät ein- bzw. von einer AM-Taste auf UKW umgeschaltet wird, öffnet durch eine über C 365 und R 371 zugeführte Spannung der Transistor T 310, und sperrt somit den ZF-Transistor T 307. Nach Erreichen des Endwertes der Abstimmspannung sperrt T 310 und T 307 öffnet, so daß der Empfänger arbeitet. Ebenso können auch beim Umschalten innerhalb des UKW-Bereichs beim Einpendeln der Abstimmspannung unerwünschte Sendestationen mitgehört werden. Zur Umschaltverzögerung dient der Stummschalter 12 a*–12 c*, dadurch wird die Abstimmspannung kurzzeitig über C 471 kurzgeschlossen, und C 365 entlädt sich über D 309. Bis die Abstimmspannung ihren Endwert erreicht hat, wird wie beim Einschalten über den als Schalter arbeitenden Transistor T 310 der ZF-Transistor T 307 gesperrt und wieder geöffnet.

Die automatische Scharfabstimmung (AFC) erfolgt über eine dem Oszillator über 6,8 pF parallel geschaltete, vorgespannte Kapazitätsdiode D 304. Die Nachstimmspannung wird aus der Ratiomitte abgeleitet. Am Ratiodetektor entsteht bei

ungenau eingestelltem Sender eine der Abweichung entsprechend große, positive oder negative Nachstimmspannung, die dem Mischteil zugeleitet und dort eine Kapazitätsänderung an der Nachstimm-diode und somit eine Frequenzänderung des Oszillators zur Folge hat. Bis auf eine kleine Restverstimmung wird der Oszillator in seiner Frequenz korrigiert. Gegenüber seinen Vorgängern wurde durch Wegfall der Antiparallel-Dioden der Mitziehbereich um ca. 15% und der Haltebereich dagegen um das 1,5fache, jeweils bei bestimmten Eingangsspannungen.

Um einen störungsfreien Empfang zu ermöglichen, werden auch an die Trennschärfe des Gerätes wegen der dichten Belegung des FM-Bereiches und der teilweise sehr leistungsstarken Sender hohe Anforderungen gestellt. Wesentlich beteiligt an der Nahselektion ist der Zwischenfrequenz-Verstärker. Mit 4 Stufen ist die Verstärkung sehr groß, seine letzte Stufe ist, wie auch das Mischteil, abgeschirmt, so daß Rückwirkungen vom Ausgang auf den Eingang und der Stufen untereinander vermieden und eine hohe Stabilität erreicht wird.

Aufgrund der hohen Gesamtverstärkung des ZF-Teils und des damit zusammenhängenden frühen Begrenzungseinsatzes wurde die bei den bisherigen Satellit-Modellen angewandte Methode, die Ratio-Richtspannung zur Anzeige der genauen Abstimmung heranzuziehen, nicht mehr angewandt. Bei dieser Methode würde schon bei geringen Antennenspannungen eine Änderung des Abstimmpunktes keine deutliche Änderung des Zeigerausschlages im Abstimminstrument mehr bewirken. Um trotzdem eine genaue Aussage über die Feldstärke und die optimale Abstimmung des empfangenen Senders machen zu können, besitzt der Satellit 3000 einen gesonderten Anzeigeverstärker, der dem Instrument eine mit der Senderfeldstärke gleichlaufende Spannung anbietet. Hierzu wird nach der dritten ZF-Verstärkerstufe die Spannung ausgekoppelt, gleichgerichtet, dem Transistor T 309 und dem Instrument zugeführt. Mit R 356 wird der Grundausschlag eingestellt, damit erhält die Basis dieses Transistors eine stabilisierte Vorspannung. Hiermit wird erreicht, daß Störungen des Transistors und des Instruments ausgeglichen werden und auch bei kleineren Betriebsspannungen der Grundausschlag

des Anzeigeelements sich nicht ändert. Mit dem Einstellwiderstand R 361 werden die Höhe einer der ZF proportionalen Spannung und damit der Endausschlag der Anzeige eingestellt (**Bild 3**).

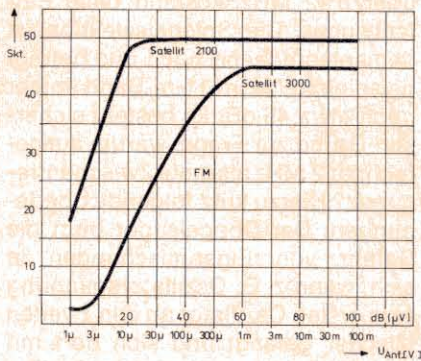


Bild 3 Zeigerausschlag in Abhängigkeit von der Antennenspannung

Die Feldstärkeanzeige erleichtert beim UKW-Empfang das Ausrichten der Teleskop- oder einer irgendwie drehbar angeordneten Antenne bzw. die Programmierung der Stations-tasten mit den am stärksten zu empfangenden Sendern.

Der bewährte schaltungstechnische Aufbau des **Kurzwellentuners** wurde weitgehend übernommen. In einigen Punkten, sowohl mechanisch als auch elektrisch, konnten durch die Verwendung neuer Bauelemente und einige Abänderungen sogar noch Qualitätssteigerungen erreicht werden. Eine weitere Erhöhung der Eingangsempfindlichkeit, vor allem auf den Bereichen K_{8-10} , ergibt somit einen gleichmäßigeren Verlauf bei allen Tunerfrequenzen (**Bild 4**). Der Frequenzbereich von 5 bis 30 MHz ist in acht vorgespitzte Bereiche eingeteilt, die durch Drehen einer Trommel eingestellt werden können, wobei als Besonderheit mit Hilfe des

„Band“-„Range“-Schalters das in jedem Bereich liegende Rundfunkband wählbar ist. Es kann also die normale oder die gespreizte Bandversion auf den beiden linearen Skalen gewählt werden. Immer wieder gab es vor allem im Kurzwellenbereich Probleme und Schwierigkeiten mit den relativ ungenauen Skalen, wobei die verschiedensten Toleranzen und der Abgleich eine große Rolle spielen.

Angefangen beim Drehkondensator mit kapazitätslinearem Plattenschnitt, bei dem die Sender am Bereichsende stark zusammenge-drängt und am Anfang weit verteilt sind (Satellit 208) über die Verwendung eines Dreifachabstimmkondensators mit frequenzlinearem Plattenschnitt (Satellit 210/1000), wo die ungünstige Drängung der Stationen bei höheren Frequenzen des jeweiligen Wellenbereiches fortgefallen war, kam es beim Satellit 2000/2100 bzw. auch 3000 zum Einbau eines Tandem-Dreifachdrehkondensators und Abgleichmöglichkeiten für alle Bänder. Hier konnten der Überlappungsbereich stark reduziert und die Bereiche bzw. Bänder spezieller dimensioniert werden. Es war zwar eine bessere Einstellgenauigkeit erreicht, aber noch waren Abweichungen zwischen der Sender- und der auf der Skala abzulesenden Frequenz vorhanden.

Selbst einem erfahrenen Kurzwellenhörer bereitet es oft Schwierigkeiten, einen empfangenen Sender frequenzmäßig einzuordnen bzw. eine gewünschte Kurzwellenstation umgehend einzustellen. Nur mit mühevoller Interpolieren zwischen den Zahlenangaben und Markierungen war dies möglich, wobei auch die 100er Hilfsskala wesentliche Hilfe brachte. Dieses Problem der Skalen-

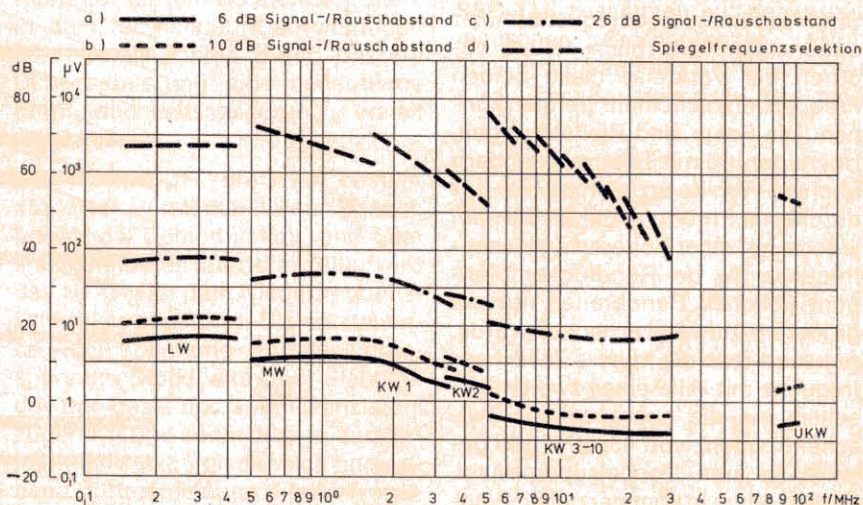


Bild 4

eichgenauigkeit wurde beim Satellit 3000 durch Verwendung einer digitalen Frequenzanzeige gelöst.

Zu den Bereichen sei noch erwähnt, daß in die Bandspreizung vom 41-m- und 13-m-Band die eng benachbarten Amateurbänder 40 m und 15 m vollständig einbezogen sind und auf K_{10} das sogenannte „Citizenband“ (CB) empfangen werden kann.

In den Bereichen des Tuners liegt die Außen- bzw. Autoantenne über den Antennentrimmer an den Vorkreisen, die optimal auf die Teleskopantenne abgeglichen sind. Bei Anschluß einer Außenantenne ergibt sich eine entsprechende Verstimmung der Vorkreise, aber mit Hilfe des Antennentrimmers lassen sich kapazitive Antennen sehr gut anpassen. Um die Möglichkeiten der Anpassung zu erweitern, wurde parallel zu der Antennen- und Erdbuchse ein Kondensator C 551 geschaltet, wodurch der Antennenfußpunkt an einem kapazitiven Abgriff liegt.

Die Ankopplung der Stabantenne an den Vorkreis erfolgt nicht durch eine hochinduktive Antennenwicklung, sondern sie liegt direkt am heißen Ende des Vorkreises. Das hat den Vorteil, daß Schaltkapazitäten keine schädlichen Nebenschlüsse verursachen können, da sie in den Kreis mit eingestimmt werden. Der Zwischenkreis ist in π -Schaltung ausgeführt, was bei der geringen Frequenzvariation ohne weiteres möglich ist.

Um die erforderliche Spiegelfrequenzsicherheit für einen störungsfreien Empfang zu haben, arbeitet das Gerät in den Bereichen K_{3-10} als Doppelsuper. Bei Verwendung nur einer Zwischenfrequenz von 460 kHz ist vor allem bei höheren Frequenzen keine ausreichende Spiegelselektion mehr zu erreichen, da das Verhältnis Störfrequenz zu Nutzfrequenz immer ungünstiger wird (bis ≈ 1) und dadurch die Vorkreise diese beiden Frequenzen nicht mehr trennen können. Die Folge sind Pfeifstörungen, Überlagerung mit Telegrafiesendern und dgl. Abhilfe erzielt man hier nur durch eine Erhöhung der ZF. Da man jedoch mit einer höheren Zwischenfrequenz die bei Rundfunkempfängern üblichen Bandbreiten nur mit größerem Aufwand erreichen würde, reduziert man die höhere Zwischenfrequenz mit Hilfe eines zweiten Mischers auf die gebräuchliche Zwischenfrequenz von 460 kHz und gelangt so zum Doppelsuperprinzip, das vor allem in kommerziellen Empfängern üblich ist bzw. früher nur bei

Koffereempfängern der Spitzenklasse zur Anwendung kam. Als erste Zwischenfrequenz wird 2 MHz verwendet, das bedeutet, daß der Abstand des auf der Spiegelfrequenz störenden Senders 4 MHz beträgt gegenüber 0,92 MHz Abstand beim Einfachsuper. Die Spiegelselektion ist dementsprechend hoch und beträgt beispielsweise im 11-m-Band immer noch etwa 45 dB. Es besteht sicherlich Grund zur Frage, warum ausgerechnet 2 MHz als erste Zwischenfrequenz? Hierzu kurz folgende Überlegungen: Der Doppelsuper birgt die Gefahr von Eigenmischungen in sich, wenn z. B. Oszillatorspannung vom ersten Oszillator an den zweiten Mischer gelangt und sich dort mit den Oberwellen des zweiten Oszillators zur zweiten Zwischenfrequenz mischt. Durch entsprechende Maßnahmen in Schaltung und Aufbau sind diese Eigenmischungen so weit reduziert, daß sie kaum wahrnehmbar sind. Da dieser Vorgang rechnerisch leicht zu erfassen ist und eine interessante graphische Darstellung ergibt, soll etwas näher darauf eingegangen werden.

$$\text{Es gilt: } f_{o1} - n \cdot f_{o2} = \pm f_{z2}.$$

$$\text{Setzt man für } f_{o1} = f_{e \text{ stör}} + f_{z1},$$

wobei $f_{e \text{ stör}}$ die durch die Eigenmischung gestörte Empfangsfrequenz sein soll, so erhält man:

$$f_{e \text{ stör}} + f_{z1} - n \cdot f_{o2} = \pm f_{z2}.$$

Setzt man schließlich für

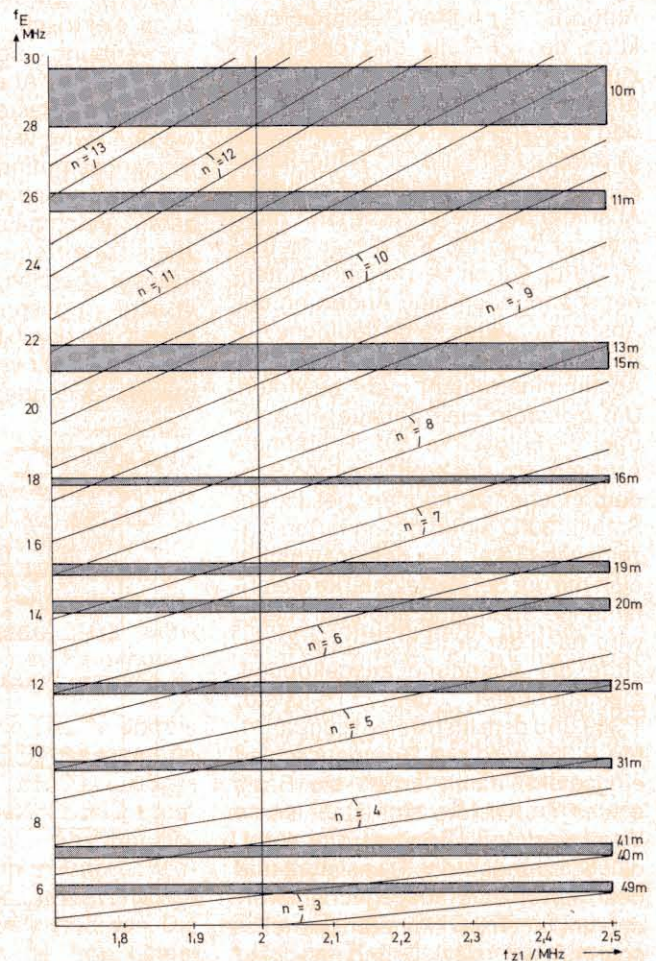
$$f_{o2} = f_{z1} + f_{z2},$$

so bekommt man

$$f_{e \text{ stör}} = (n - 1) f_{z1} + (n \pm 1) f_{z2}.$$

Diese Gleichung ergibt eine Schar von Geraden in Abhängigkeit von der ersten Zwischenfrequenz mit n als Parameter, aus der man sehr leicht ablesen kann, ob bei der gewählten 1. Zwischenfrequenz eine Eigenmischung in ein Rundfunk- oder Amateurband fällt (Bild 5). Dies gilt jedoch nur für den geschilderten Fall, das sei ausdrücklich noch einmal betont. Wie man aus den Kurven ersähen kann, liegt lediglich im 10-m-Band eine Eigenmischung, wenn man eine Zwischenfrequenz von 2 MHz zugrunde legt. Außerdem wurde bei der Wahl der 1. ZF beachtet, daß die Spiegelfrequenzen möglichst in einem Bereich liegen, in dem kein Rundfunkband vorhanden ist. Bei den Vormodellen Satellit 208/210/1000 zeigte sich, daß trotz der sehr guten Spiegelfrequenzsicherheit einzelne, sehr starke Sender

Bild 5
Eigenmischung
zwischen dem
1. und 2. Oszillator



aus dem 19-m-Band z. B. auf 25 m zu empfangen waren oder Pfeifstellen verursachten. Die Ausbiegung der ersten Zwischenfrequenz nach dem 1. Mischer erfolgt durch ein Quarzfilter in Brückenschaltung, womit eine Verbesserung der Nahselektion und des Kreuzmodulationsverhaltens erreicht wird. Auch der Wegfall der bisherigen, zusätzlich nötigen Regelung der Vorstufe durch die erste Zwischenfrequenz über eine Spannungsverdopplerschaltung mit Dioden trägt dazu bei.

Bild 6 zeigt die beiden ZF-Durchlaßkurven, gemessen an der Basis des ersten Mixers. Die Bandbreite beträgt in Stellung „schmal“ 2,4 kHz und bei „breit“ 5,3 kHz. Die ± 8 -kHz-Selektion konnte durch das Quarzfilter bei der kleinen Bandbreite auf 88 dB erhöht werden, selbst bei „breit“ sind es noch 54 dB.

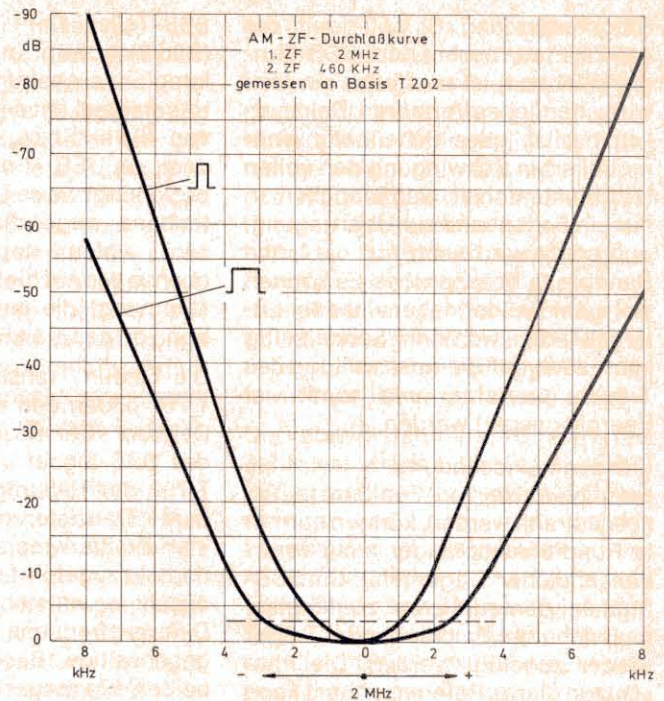
Der 2. Mischer in Verbindung mit der getrennten Oszillatorstufe transponiert das Signal auf die übliche zweite Zwischenfrequenz von 460 kHz. Die ZF-Auskopplung erfolgt niederohmig über einen kapazitiven Spannungsteiler.

Um bestmöglichen Empfang auch auf den Bereichen **LW, MW, KW₁ und KW₂** (145 bis 420 kHz und 510 kHz bis 5,2 MHz) zu garantieren, sind auch diese mit einer abgestimmten und geregelten HF-Vorstufe sowie getrennter Misch- und Oszillatorstufe ausgestattet.

Während die Abstimmung für den Vor- und Oszillatorkreis durch einen Zweifachdrehkondensator erfolgt, werden für die Zwischenkreise Variometer verwendet. Die Antennenspannung wird bei den KW-Bereichen kapazitiv, bei Mittel- und Langwelle gemischt hochinduktiv-kapazitiv eingekoppelt. Bei Ferritantennenbetrieb treten bei MW und LW getrennte Vorkreise in Funktion. Die π -Schaltung im Zwischenkreis ergibt nicht nur höhere Spiegelselektionswerte, sondern dadurch wird auch das sehr störende Durchschlagen von Kurzwellensendern, vor allem im MW-Bereich, wirksam unterdrückt. Bemerkenswert sind auch der Dreipunktgleich und die Verwendung nur einer gemeinsamen Kurzwellen-Variometerspule für beide KW-Bereiche.

Mit dem Langwellenbereich (145 bis 420 kHz) kann das ganze Navigationsband empfangen werden. Dieser Bereich ist bedeutend bei der Peilung zur Standortbestimmung und Festlegung des Kurses (Rich-

Bild 6
ZF-Durchlaßkurven



tung), mit dem ein gewünschter Zielfort erreicht werden soll. In Verbindung mit einer Richtungs- bzw. Peilsonde eignet sich der Satellit gut als Peilempfänger auf Jachten, denn er umfaßt alle für die Seenavigation wichtigen Frequenzbereiche, von der Navigationswelle auf Langwelle bis zur Grenzwelle ($\approx 1,6$ bis 3,8 MHz) auf Kurzwelle. Diese ermöglichen den Empfang von Seewetterberichten, Zeitzeichen, Warnnachrichten der Küstenfunkstellen, Nachrichten „an alle“ (CQ), Funk- und Consolfeuern. An den Bereich KW₁ (1,6 bis 3,5 MHz, 187 – 85 m) schließt sich die Kurzwelle₂ (3,3 bis 5,2 MHz, 90 bis 58 m) an. Sie enthält das 80-m-Amateur-, das 75-m-Rundfunk- sowie das 60-m-Tropenband, wo oft in den Nacht- und frühen Morgenstunden guter Fernempfang (Südamerika, Afrika) möglich ist. Auch auf diesem Bereich, vor allem in dem für Amateure so wichtigen 80-m-Band, konnte durch bessere Dimensionierung eine bedeutende Empfindlichkeitssteigerung erzielt werden.

Der **460-kHz-ZF-Verstärker** besteht aus zwei Verstärkerstufen. Danach erfolgt die Demodulation, und über ein schaltbares Interferenzfilter wird das NF-Signal dem Niederfrequenzverstärker zugeführt. Die entstehende Richtspannung an der vorgespannten Diode wird über Siebglieder der Basis des 2. ZF-Transistors zugeführt und somit dessen Verstärkung geregelt. Von der sich ändernden Emitterspannung dieses Transistors werden der 1. ZF-Transistor

und die AM-Vorstufen geregelt. Von der Trennschärfe, der Bandbreite und der Verstärkung des AM-ZF-Verstärkers hängen weitgehend die gesamten AM-Empfangeigenschaften des Gerätes ab. Das ZF-Teil besitzt eine schaltbare Bandbreitenumschaltung, die HF- bzw. ZF-seitig zwei Schaltstellungen, NF-seitig dagegen drei aufweist. Mit dem eingebauten Keramikschwinger bzw. -filter mit einer Resonanzfrequenz von 460 kHz – 1 kHz ergeben sich eine Bandbreite von 2,5 kHz und eine ± 9 -kHz-Selektion von 66 dB, in Stellung „breit“ dagegen sind es 6 kHz Bandbreite und 34 dB für die Trennschärfe. Die Auskopplung der ZF für den SSB-Produkt-detektor erfolgt hier induktiv und die feldstärkeabhängige Anzeige mittels eines Differenzverstärkers (**Bild 7**).

Eine Einheit für sich bildet das **SSB-Teil** zusammen mit dem automatischen Störbegrenzer (ANL), über den an anderer Stelle berichtet wird. Der Baustein ist über eine

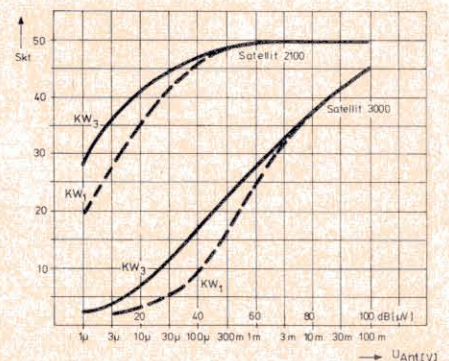


Bild 7

Steckverbindung St V 504 mit der AM-ZF-Platte verbunden. SSB (Single-sideband) ist zweifellos ein sehr wirtschaftliches Verfahren. Bekanntlich besitzt jedes Seitenband einer modulierten Schwingung den vollen Nachrichteninhalt, also braucht man nur ein Seitenband zur Übertragung, und somit wird auch nur die halbe Bandbreite beansprucht. Es können viel mehr Sender nebeneinander untergebracht werden. Senderseitig kann auch auf die Ausstrahlung des Trägers verzichtet und somit viel Energie gespart werden.

Einseitenbandsendungen, wie sie beispielsweise von Funkamateuren ausgestrahlt werden, können normale Rundfunkempfänger nicht verarbeiten, da der Träger fehlt. Um SSB-Signale demodulieren zu können, muß daher im Empfänger der Träger wieder zugefügt werden. Die Phasenlage dieses Referenzträgers kann beliebig sein, dagegen sind Anforderungen an die Abstimmgenauigkeit und Frequenzstabilität sehr hoch. Der addierte Referenzträger muß genau den gleichen Frequenzabstand zum Seitenbandspektrum haben wie der unterdrückte Originalträger. Es ist einzusehen, daß bei einer Fehl-Abstimmung vor allem die tiefen Modulationsfrequenzen verfälscht würden.

Eine Fehl-Abstimmung um ± 200 Hz zum Beispiel ergibt für eine Modulationsfrequenz von 2000 Hz einen Fehler von $\pm 10\%$, für eine solche von 200 Hz jedoch einen Fehler von $\pm 100\%$. Die Praxis zeigt, daß bei Sprachsendungen Frequenzabweichungen bis etwa 50 Hz zulässig sind, bei Musiksendungen wären es wesentlich weniger.

All diese Erkenntnisse fanden ihren Niederschlag in der Schaltung des

SSB-Teils. Der Transistor T 703 (Bild 8) erzeugt in bekannter Rückkopplungsschaltung das Referenzträgersignal mit einer Mittelfrequenz von 461 kHz bzw. 459 kHz, je nachdem, ob USB = oberes Seitenband beziehungsweise LSB = unteres Seitenband zugeschaltet ist. Hierauf wird unten noch eingegangen, ebenso wie auf die induktive Fein-Abstimmung, die eine Frequenzvariation von ca. ± 1 kHz erlaubt.

Die beiden Transistoren T 701 und T 702 bilden den eigentlichen SSB-Detektor. Der Basis von T 701 wird das SSB-Signal und der Basis von T 702 der Hilfsträger zugeführt. Da beide Transistoren einen gemeinsamen Emitterwiderstand haben, werden die zugeführten Frequenzen gemischt, es entstehen Summen- und Differenzfrequenz. Unerwünschte gegenseitige Beeinflussungen der beiden Eingangssignale gibt es bei dieser Schaltungsart nicht, da sie getrennten Elektroden zugeführt werden.

Die nicht benötigte Summenfrequenz wird durch Kondensatoren an den Kollektoren abgeblockt. Die Differenzfrequenz hingegen – das NF-Signal – wird am Kollektor von T 702 abgenommen. Die dortige Spule bildet im wesentlichen zusammen mit dem 47 nF und dem 3,3 k Ω einen stark bedämpften 800-Hz-Resonanzkreis, der vor allem eine Abschwächung der bei der Abstimmung kritischen tiefen Frequenzen bewirkt. Von Vorteil ist dies vorwiegend bei Empfang von Telegrafiesendern (Betriebsart A 1 und A 2)*, zudem ist bei diesen Frequenzen auch die Empfindlichkeit des Ohres am größten.

Da bei SSB-Sendungen der Träger fehlt, setzt die Schwundregelung des Empfängers erst ein, wenn gespro-

chen wird. Die Arbeitspunkte aller Regelstufen schwanken dann im Rhythmus der Modulation.

Das vermindert die Sprachverständlichkeit, außerdem hat der Empfänger in den Sprechpausen volle Verstärkung, so daß Rauschen und Störungen aller Art hörbar werden. Es ist daher nötig, die automatische Verstärkungsregelung (AVC) abschaltbar zu machen.

Steht der Schalter in der Stellung „MVC“ (Handregelung), so wird die Regelleitung des Empfängers vom AM-Demodulator, der auch die Schwundregelspannung liefert, abgetrennt und auf den Schleifer des 10-k Ω -Einstellers (R 716) gelegt. Damit kann nun die Verstärkung des Empfängers manuell gewählt und somit die Amplitude des SSB-Signals dem Referenzträger angepaßt werden. Um das Gerät universeller einsetzen zu können, sind die manuelle Verstärkungsregelung und die Zuschaltung des SSB/BFO-Teils unabhängig voneinander schaltbar. Mit dem Schalter BFO/SSB wird neben der Spannungsversorgung die NF-Leitung des Empfängers vom AM-Demodulator auf den Ausgang des SSB-Produktdetektors umgeschaltet.

Doch nun zurück zur induktiven Fein-Abstimmung und dem USB-/LSB-Schalter. Es hat sich gezeigt, daß das Auffinden und Abstimmen eines SSB-Senders für wenig Geübte recht schwierig ist. Deshalb wurde neben der mit Markierungen versehenen Fein-Abstimmung ein Schalter für die Wahl des oberen bzw. unteren Seitenbandes eingebaut, bei dem die obere Kennzeichnung für KW 1 und KW 2 gilt, die untere dagegen für KW 3 bis 10 (Doppelüberlagerung!). Da es bei den Funkamateuren üblich ist, im 80-m- und im 40-m-Band das untere Seitenband (LSB) und im 20-m-, 15-m- und 10-m-Band das obere Seitenband zu benutzen, kann so schon eine Vorwahl getroffen werden. Schaltet man bei KW₃₋₁₀ LSB ein, so hat der Referenzträger eine Frequenz von 461 kHz, in Stellung USB dagegen eine solche von 459 kHz. Bei einfacher Frequenzumsetzung (KW₁ und KW₂) kehren sich die Verhältnisse um. Die Abstimmung von SSB-Sendern wird durch den USB/LSB-Schalter wesentlich vereinfacht.

So braucht zum Beispiel auf den 40-m- und 15-m-Amateurbändern, die in die Bandspreizung mit einbe-

* A1 = unmoduliert, A2 = amplitudenmoduliert.

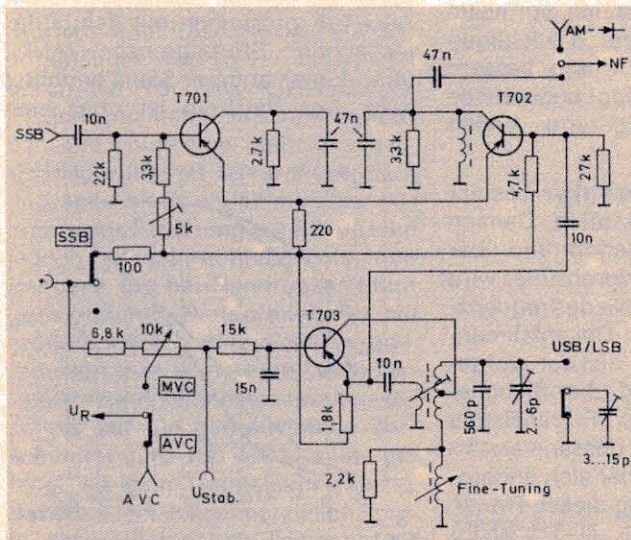


Bild 8
Schaltungsauszug
SSB-Teil

zogen sind, lediglich das gewünschte Seitenband eingestellt zu werden. Die Abstimmung kann dann abschließend an der Hauptabstimmung des Empfängers erfolgen. Im 80-m-, 20-m- und vor allem im 10-m-Band wird es allerdings nicht immer gelingen, mit der Hauptabstimmung gute Sprachverständlichkeit zu erzielen, da die Frequenzvariation dieser Bereiche größer ist. Hier muß dann die letzte Korrektur mit der Feinabstimmung des SSB-Teils vorgenommen werden, deren spezielle Dimensionierung auch zum leichteren Einstellen beiträgt.

Den wesentlichsten Beitrag zum Bedienungskomfort liefert der **Frequenzzähler**. Die Digitalanzeige erlaubt bei allen Kurzwellenbereichen, ebenso bei LW, MW und UKW, eine quartzgenaue Einstellung der Empfangsfrequenz, und diese wird bei allen Wellenbereichen in MHz angezeigt. Bei der Entwicklung eines solchen Bausteins ist neben einer hohen Meßgenauigkeit und Temperaturstabilität auch auf geringen Stromverbrauch und den Betrieb bei verschiedenen Spannungen zu achten. Bei Netz- und externem Spannungsanschluß kann der Frequenzzähler dauernd eingeschaltet bleiben, bei Batteriebetrieb ist die Anzeige nur mittels Tiptaste möglich, um nicht unnötigerweise kostbare Batteriekapazität zu verbrauchen. Man kann den Zähler auch ganz abschalten und so durch ihn verursachte Störungen, die ganz allgemein bei digitalen Schaltungen entstehen, unhörbar machen. Mit einigem Aufwand konnte das starke, breitbandige Störspektrum weitgehend unterdrückt bzw. so weit reduziert werden, daß die Störungen in der Regel vernachlässigbar sind. Der Baustein ist deshalb in einem Metallgehäuse mit abnehmbarem Deckel und Boden untergebracht. Die abgehenden Leitungen sind steckbar, so daß im

Service-Fall ein schneller Aus- und Einbau möglich ist. Den Baustein kann man wie folgt unterteilen: 5-V-Spannungswandler (Beschreibung folgt später), Verstärkerstufen mit entsprechenden Teilern, Quarzoszillator als Zeitbasis mit Teiler, den wichtigen P-MOS-Baustein TMS 3878 (Texas Instruments), der einen vorsetzbaren Zähler beinhaltet, welcher die Messungen speichert und multiplex an die Anzeige-Displays weitergibt. Mit dem Multiplexverfahren lassen sich Anschlüsse sparen, und so kommt man mit einem 24poligen Zähler-IC aus.

Bei einem für Rundfunkempfang vorgesehenen Empfänger muß man die Oszillatorfrequenz messen, um so einen Sender vorwählen zu können. Bei Messung der Empfangsfrequenz wäre man auf große Eingangssignale angewiesen. Eine im Empfänger dauernd vorhandene Frequenz ist die Oszillatorfrequenz, und gemäß

$$f_e = f_o - f_z$$

kann man die Oszillatorfrequenz f_o messen und die Eingangsfrequenz f_e zur Anzeige bringen. Es kommt also ein voreinstellbarer Zähler zur Anwendung, in welchem die entsprechenden Zwischenfrequenzen eingegeben sind. Die Zählung der Oszillatorfrequenz beginnt also nicht bei Null, sondern bei der Zwischenfrequenz analogen Rückstellzahl (bei FM 989.30, 98.000 bei SW_{3-10} und 99.540 auf den Bereichen LW, MW, SW_1 und SW_2), so daß letzten Endes die Eingangsfrequenz zur Anzeige kommt.

Um allgemein Rückwirkungen des Zählers auf die Oszillatoren zu vermeiden, sind in den Bausteinen FM-Teil, Kurzwellentuner und AM-Spulensatz Trennstufen eingebaut. Über kleine Kapazitäten wird die Oszillatorspannung am Emittor vom Misch- bzw. Oszillatortransistor aus-

gekoppelt und der Basis des Trennstufentransistors zugeführt. Kollektorseitig erfolgt die Auskopplung abgeschirmt, niederohmig und rückwirkungsfrei. Geringfügige Verstimmungen beim Zu- und Abschalten des Frequenzzählers vor allem bei höheren Frequenzen liegen innerhalb der Bandbreite, so daß beim Rundfunkempfang sich dies nicht bemerkbar macht. Bei Empfang von SSB-Sendungen oder ähnlichem ist teilweise eine geringfügige Korrektur mit der Feinabstimmung nötig.

Die Verstärkerstufen am Eingang des Zählerbausteins – bei FM zwei, bei SW_{3-10} und den anderen AM-Bereichen je eine Stufe – bringen das Eingangssignal entsprechend ihrer hohen Verstärkung auf Werte, die nötig sind, um die nachfolgenden Teiler (Flip-Flops) einwandfrei zu schalten. Die Drosselspulen, einmal am Ausgang der Trennstufe im Kurzwellentuner und zum anderen nach der ersten FM-Verstärkerstufe, beeinflussen den Verstärkungsgang.

Als Frequenzvorteiler sind integrierte TTL-Schaltungen eingesetzt, wobei sich die Vorteilerverhältnisse wie folgt ergeben (**Bild 9**):

$$\text{FM: } 512 (4 \times 8 \times 16)$$

$$SW_{3-10}: 128 (8 \times 16)$$

$$LW/MW/SW_1/SW_2: 16 (16)$$

Je nach Bereich liegt am Eingang des Zähler-IC die entsprechend vorgeteilte Oszillatorfrequenz. Der jeweilige Wert der Zwischenfrequenz (10,7 MHz bei FM, 2 MHz bei SW_{3-10} und 460 kHz bei LW/MW/ SW_1 und SW_2) ist berücksichtigt. Die am Eingang des MOS-IC liegende Referenzfrequenz bestimmt die Toleranz der Anzeige und beträgt $320 \text{ kHz} \pm 1 \text{ Hz}$. Solche Genauigkeiten sind nur mit Quarzoszillatorschaltungen zu erreichen. Da Quarze ab Frequenzen über 4 MHz wirtschaftlicher herzustellen sind, verwendet man als Frequenznormal einen 5,12-MHz-Quarz in bekannter TTL-Schwingschaltung und erzeugt die gewünschte Frequenz durch Frequenzteilung von 1:16.

Im eigentlichen Herzstück des Frequenzzählers, dem TMS 3878, wird aus der Zeitbasisfrequenz die interne Referenzfrequenz von 10 kHz erzeugt und aus der wiederum die Zählzeiten von 51,2 ms bei FM, 128 ms bei SW_{3-10} und 16 ms auf den anderen Bereichen. Im MOS-IC erfolgt die Steuerung des gesamten Zählvorgangs. Zu Beginn jeder Messung werden die Zähler, je nach gewähltem Bereich bzw. benutztem Eingang b_1 oder b_2 , um einen der jeweiligen Zwischenfrequenz ent-

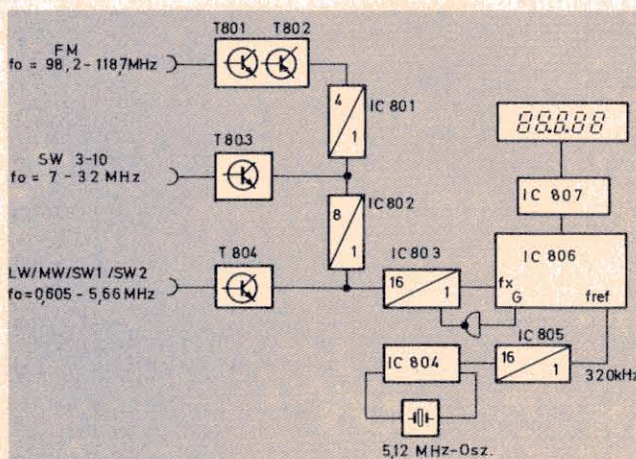


Bild 9
Blockschaltbild
des Frequenzzählers

sprechenden Betrag zurückgesetzt. Während der Torzeit werden die Eingangsimpulse der durch die Vorteiler herabgesetzten Oszillatorfrequenz gezählt, anschließend gespeichert, decodiert und der 5stelligen 7-Segment-Anzeige multiplex zugeführt. Die einzelnen LEDs und die Segmente werden zeitversetzt ein- und ausgeschaltet, um so die durch die relativ großen Ströme verursachten Störungen klein zu halten oder ganz zu beseitigen.

Die Anzeigeeinheit besteht aus dem Treiber-IC 807, den Thyristoren TIC 44 und den LEDs HA 1141 0 E 7037. Die fünfstellige Anzeige arbeitet bei UKW in 10-kHz-Schritten, und bei allen AM-Bereichen zeigt die letzte Ziffer 1-kHz-Schritte an. Die entsprechende Änderung des Dezimalpunkts wird ebenso wie die automatische Unterdrückung der Vor-Null im Zähler-IC durchgeführt. Um zu vermeiden, daß die letzte Ziffer springt, wird vom Ausgang G der Vorteiler IC 803 über ein Rücksetzsignal auf einen definierten Zustand gesetzt.

Die Vorprogrammierung der Zwischenfrequenzen (s. Bild 10) erfolgt über die Eingänge b_1 und b_2 , und diese wiederum werden gesteuert über die Schalttransistoren T 805 und T 806. So ist z. B. bei Tunerbetrieb die Basis von T 806 über R 818 und R 474 an Masse gelegt, so daß dieser Transistor durchschaltet und b_2 sowie die für SW_{3-10} maßgebende Verstärkerstufe mit dem Transistor T 803 und dem Vorteiler IC 802 mit Spannung versorgt. Schaltet man FM ein, so werden beide Transistoren T 805 und T 806 leitend, wobei die Basis von T 805 über R 816 und die von T 806 über R 818 und D 801 an Masse liegt und somit b_1 den nötigen Pegel erhält und IC 801 und die beiden FM-Verstärkerstufen arbeiten können. Als elektronischer Schalter dient auch T 807. Er trennt bei LW/MW/ SW_1 und SW_2 den niederohmigen Ausgang des IC 802 vom Eingang des IC 803.

Automatische Störbegrenzung (ANL)

ANL ist die Abkürzung für **A**utomatic **N**oise **L**imiter, was soviel wie automatischer Störbegrenzer bedeutet. Diese Schaltung tritt bei der Typenreihe „Satellit“ erstmalig in Erscheinung und hat bei AM-Empfang die Aufgabe, dem Nutzsignal überlagerte Störimpulse zu begrenzen. Störungen dieser Art entstehen z. B. beim An- und Abschalten elektrischer Geräte, durch Blitzentladun-

	b_1	b_2	ZF	Rückstellzahl
LW/MW/ SW_1 / SW_2	0	0	460 kHz	99.540
SW_{3-10}	0	1	2 MHz	98.000
FM	1	1	10,7 MHz	989.30

Bild 10

gen, Zündimpulse von Kraftfahrzeugen usw. (Bild 11).

Da die Größe des Nutzsignals von der Höhe des Modulationsgrades und der einfallenden Feldstärke des eingestellten Senders abhängig ist, ist es erforderlich, die Klippschwelle stetig anzupassen. Das heißt, um die größtmögliche Begrenzerwirkung zu erzielen, muß die Klippschwelle immer knapp oberhalb der Modulationsspitzen liegen. Im ANL wird diese Forderung realisiert. Die erforderliche Stellgröße für den Einsatzpunkt des Begrenzers wird durch

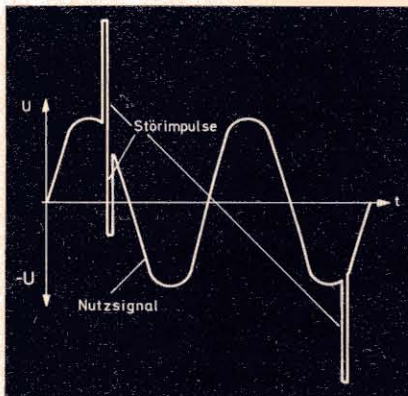


Bild 11 Störbehaftetes Signal

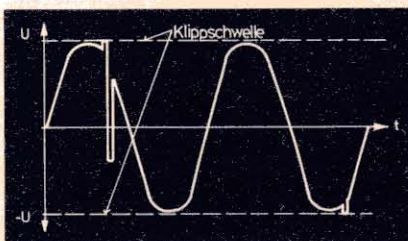


Bild 12 Begrenztes Signal

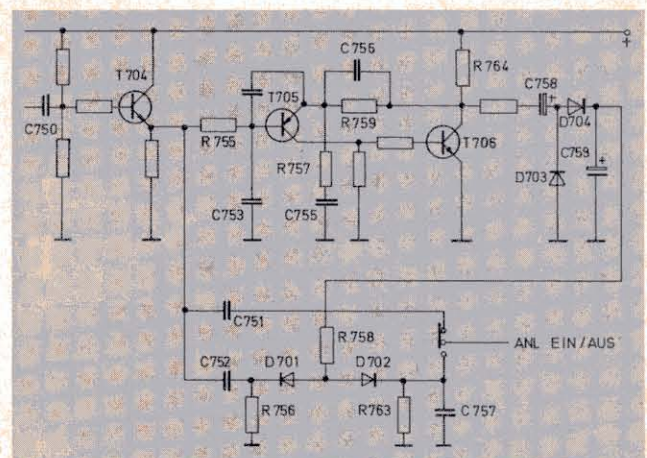
Verstärkung eines ausgewählten Frequenzspektrums aus dem NF-Signal und einer darauffolgenden Mittelwertgleichrichtung erzeugt. Bild 12 zeigt das begrenzte Signal.

Schaltungsbeschreibung des Störbegrenzers

(Schaltungsauszug Bild 13)

Am C 750 liegt je nach Empfangsart das demodulierte SSB- bzw. AM-Signal. Da für AM und SSB jeweils ein getrennter Demodulator erforderlich ist, ergeben sich zwangsläufig unterschiedliche Ausgangsimpedanzen. Mit dem Impedanzwandler T 704 ist für die darauffolgende Begrenzer- und die damit verbundene Verstärkerschaltung ein konstanter Generatorwiderstand garantiert, und somit die gleichmäßige Wirkung des Begrenzers bei beiden Betriebsarten. Der darauffolgende zweistufige Verstärker (T 705/T 706) ist an den Ausgang des Impedanzwandlers galvanisch gekoppelt und bezieht somit außer dem NF-Signal seinen Gleichspannungsarbeitspunkt. Wie anfangs erwähnt, wird im Verstärker nur ein schmaler Bereich des NF-Signals verarbeitet. Für die Einengung des Frequenzbereichs sind die Grenzfrequenzen der RC-Glieder (R 755, C 753), (R 757, C 755) und (R 759 / R 764, C 756) verantwortlich. Gleichgerichtet wird dann die verstärkte Wechselspannung im Mittelwertgleichrichter, bestehend aus dem Innenwiderstand der Verstärkerstufe, C 758, D 703, D 704, C 759. Am C 759 steht die der Modulationsgröße entsprechende Gleichspan-

Bild 13 Schaltungsauszug „Störbegrenzer“



nung zur Verfügung und ist somit die Stellgröße für die Begrenzerschaltung bestehend aus R 756, D 701, R 758, D 702, R 763.

Funktion des Stellglieds

(Schaltungsauszug Bild 14)

Zur Schaltungsbetrachtung wird folgendes vorausgesetzt:

I über R 758 ist konstant

$$U_{ID\ 701} = U_{ID\ 702}; R\ 756 = R\ 763$$

$$U_A = U_{ID\ 701} + U_{R\ 756} = U_{ID\ 702} + U_{R\ 763}$$

Liegt am Koppelkondensator C_K die positive Halbwelle einer Sinusschwingung an, so erhöhen sich mit der Kurvenform der Stromfluß über R 756 und somit der Spannungsabfall $U_{R\ 756}$. Ein erhöhter Spannungsabfall bedeutet aber, daß der Stromfluß über R 758, durch die Ventilwirkung der Diode bedingt, dementsprechend verringert wird. Dieser Anteil steht nun zur Verfügung, um den Strom und im gleichen Verhältnis den Spannungsabfall $U_{R\ 763}$ an R 763 zu vergrößern. Folglich wird die positive Halbwelle unverfälscht übertragen. Eine Begrenzung tritt dann ein, wenn der durch das Signal hervorgerufene Strom I_{NF} gleich bzw. größer als der eingeprägte Gleichstrom I_1 ist. Bei der negativen Halbwelle wird der Stromfluß über R 756 verringert. Dieser Stromanteil kann nur in gleicher Größe aus dem Stromzweig I_2 abgezogen werden, da sich der vorgegebene Konstantstrom nicht ändern kann. Ebenso wie die positive Halbwelle wird auch die negative Halbwelle unverfälscht übertragen. Das Signal wird dann begrenzt, wenn der durch das NF-Signal hervorgerufene entgegengesetzte Stromfluß gleich dem eingeprägten Gleichstrom I_2 ist.

In beiden Fällen bestimmt der eingeprägte Gleichstrom den Begrenzungspunkt. Wie am Anfang beschrieben, muß die Klippschwelle den Modulationsspitzen angepaßt werden. Dieses Problem wird durch Anlegen der Gleichspannung aus dem Mittelwertgleichrichter an den Widerstand R 758 gelöst.

Es sei darauf hingewiesen, daß in der Praxis über R 758 nur annähernd ein

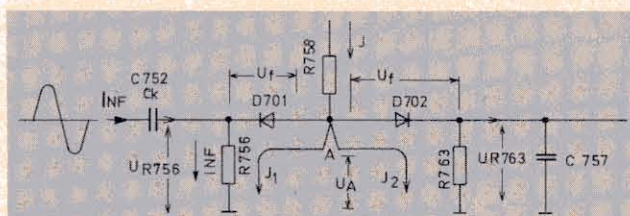


Bild 14 Schaltungsauszug „Stellglied“

Konstantstrom fließt. In der Betrachtungsweise der Schaltungsfunktion ändert sich dadurch nur, daß die Begrenzung etwas früher einsetzt und nicht erst, wenn der NF-Strom gleich dem eingeprägten Strom ist. Die Unsymmetrie der beiden Widerstände R 756 und R 763 ist durch die unterschiedlichen Impedanzen an Ein- und Ausgang bedingt. C 757 bewirkt eine zusätzliche Höhenabsenkung bei ANL-Betrieb. Da das NF-Signal beim Passieren des Stellgliedes eine kleine Dämpfung erfährt, wird diese durch eine Verstärkungsanhebung in der NF-Vorstufe ausgeglichen. Das geschieht dadurch, daß dem Emitterwiderstand R 606 von T 601 eine RC-Kombination bestehend aus R 604 und C 604 parallelgeschaltet wird. Bei abgeschaltetem ANL verläuft der Signalweg über C 751.

Interferenzfilter

Der Satellit 3000 ist wie seine Vorgängermodelle mit einem schaltbaren Interferenzfilter ausgestattet. Neu ist bei diesem Modell die zusätzliche Schalterstellung für „superbreiten Empfang“. Bei ungestörtem Ortssenderempfang läßt sich dadurch noch eine Verbesserung des Klangbildes erreichen. Für den Übertragungsbereich in Stellung „schmal“ sind das steiflankige Keramikfilter in der AM-ZF und das NF-Filter verantwortlich. In der Stellung „breit“ und „superbreit“ ist das Keramikfilter abgeschaltet, und die NF-Bandbreite wird durch die Auslegung des NF-Filters bestimmt. Bild 15 zeigt den Schaltungsauszug, Bild 15.1, 15.2 und 15.3 die Ersatzschaltung und Bild 16 die dazugehörigen Durchlaßkurven.

Spannungsversorgung für den Zählerbaustein

Für den gesamten Zählerbaustein ist eine einheitliche Betriebsspannung von 5,15 V erforderlich. Dabei darf der Absolutwert um maximal ± 100 mV schwanken. Diese harte

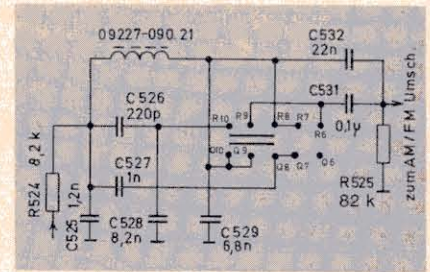


Bild 15 Schaltungsauszug „Interferenzfilter“

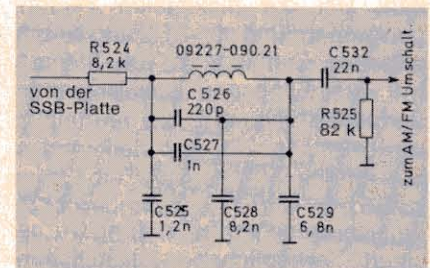


Bild 15.1 Stellung „schmal“

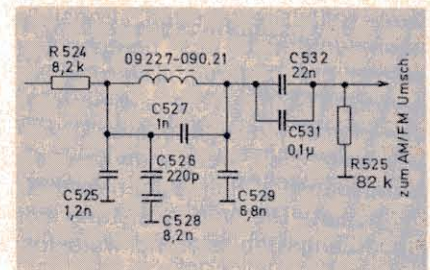


Bild 15.2 Stellung „breit“

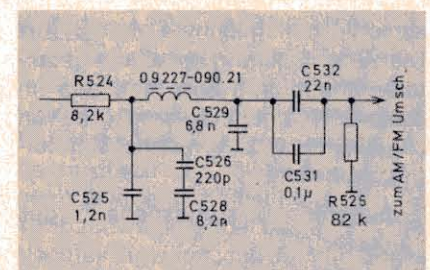
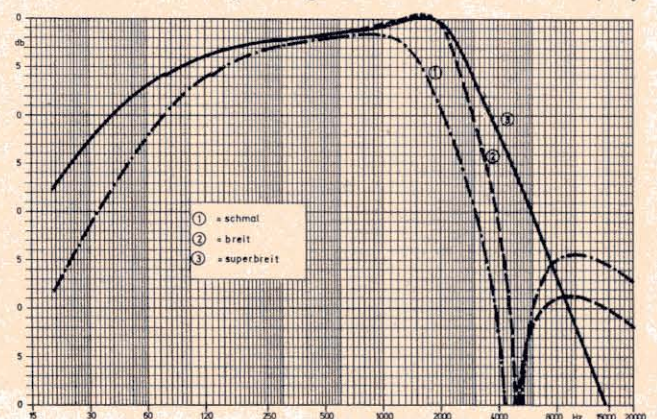


Bild 15.3 Stellung „superbreit“

Forderung muß über den Betriebs Spannungsbereich von 7 V bei Batteriebetrieb bis zu 21 V bei Netzbetrieb eingehalten werden. Außerdem dürfen die Spannungsgrenzwerte (5,05–5,25 V) durch den schwankenden Laststrom, bedingt durch den jeweiligen Ziffernstand im Display

Bild 16 Durchlaßkurven zu Bild 15



und durch den zulässigen Temperaturbereich des Empfängers, nicht überschritten werden. Für diese Anforderung ist ein hoher Stabilisierungsaufwand erforderlich. Im Satellit 3000 kommt – wegen seines hohen Wirkungsgrades – ein getakteter Wandler zum Einsatz. Eine normalerweise übliche Längsstabilisierung ist undiskutabel, wenn man sich die beiden folgenden Punkte vor Augen hält: Bei der maximalen Versorgungsspannung von 21 V und einem mittleren Zählerstrom von 350 mA tritt am Längstransistor folgende Verlustleistung auf:

$$P_v = (U_{\max} - U_{\text{Zähler}}) \cdot J_{\text{Zähler}} = (21 \text{ V} - 5,15 \text{ V}) \cdot 0,35 \text{ A} = \underline{5,55 \text{ W}}$$

Eine derartige Verlustleistung würde einen erheblichen zusätzlichen Kühlaufwand erfordern, nachdem die gesamten Verluste im Gerät bei vollausgesteuerter Endstufe noch unterhalb des berechneten Wertes der Zählerstabilisierung liegen. Eine weitere Voraussetzung für den Einsatz eines getakteten Wandlers ergibt sich, wenn man den Leistungshaushalt bei Batteriebetrieb betrachtet. Die Verlustleistung bei einer Längsstabilisierung wäre folgende:

$$P_v = (U_{\text{Batt}} - U_{\text{Zähler}}) \cdot J_{\text{Zähler}} = (9 \text{ V} - 5,15 \text{ V}) \cdot 0,35 \text{ A} = \underline{1,35 \text{ W}}$$

Die Verlustleistung bei einem getakteten Wandler, wenn man den im Satellit erreichten Wirkungsgrad von ca. 80% einsetzt, errechnet sich folgendermaßen:

1. mittlerer Leistungsbedarf des Zählers:

$$P_{\text{Zähler}} = U_{\text{Zähler}} \cdot J_{\text{Zähler}} = 5,15 \text{ V} \cdot 0,35 \text{ A} = \underline{1,8 \text{ W}}$$

2. gesamte Leistungsaufnahme aus der Batterie:

$$P_{\text{Zu}} = \frac{P_{\text{ab}}}{\eta} = \frac{1,8 \text{ W}}{0,8} = 2,25 \text{ W}$$

3. Verlustleistung in der Stabilisierung:

$$P_{\text{Zu}} - P_{\text{Zähler}} = 2,25 \text{ W} - 1,8 \text{ W} = \underline{0,45 \text{ W}}$$

Vergleicht man nun die Verlustleistung der Längsstabilisierung mit der der getakteten Stabilisierung, ergibt sich folgendes Ergebnis:

$$\begin{aligned} \text{Längsstabilisierung } P_v &= 1,35 \text{ W} \\ \text{getaktete Stabilisierung } P_v &= 0,45 \text{ W} \\ \Delta P &= P_v - P_v = 1,35 \text{ W} - 0,45 \text{ W} \\ &= \underline{0,9 \text{ W}} \end{aligned}$$

Es liegt nun fest, daß bei der im Satellit verwendeten Schaltung der Batterie 0,9 W weniger Leistung entnommen werden. Hier ist es nicht der Vorteil der geringeren Erwärmung, sondern die bessere Nutzung der teuer bezahlten Energie aus der Batterie.

Schaltungsbeschreibung:

(Schaltungsauszug Bild 17)

Der Bezug für die Ausgangsspannung ist das Referenzelement ST 802. Dieses wird aus der Konstantstromquelle T 809 / ST 801 / R 875 versorgt, damit über den gesamten Betriebsspannungsbereich der Bezugsspannungsfehler durch den R_z der Diode eliminiert wird. Die gewünschte Ausgangsspannung $5,15 \text{ V} \pm 50 \text{ mV}$ wird mit R 876 eingestellt. Der Abgleich erfolgt bei 9 V Betriebsspannung und der AM-Rückstellzahl im Display des Zählers. Die AM-Rückstellzahl ent-

spricht ungefähr dem mittleren Zählerstrom (alle Tasten ausgelöst). Der Regler in der Stabilisierungsschaltung ist der IC 808. Er ist als Schmitt-Trigger aufgebaut und wirkt somit als Zweipunktregler. Gleichzeitig wirkt der IC durch seinen Differenzeneingang als Komparator. Die mit R 876 eingestellte Referenzspannung liegt nun am invertierenden Eingang des IC, gleichzeitig liegt die momentane Ausgangsspannung am nichtinvertierenden Eingang. Es werden also Soll- und Ist-Wert verglichen. Liegt die Sollspannung unterhalb der Istspannung, so liegt der Reglerausgang PIN 5 nach Masse. Folglich fließt über R 881 und über die Basis von T 810 Strom. Das Stellglied T 810 schaltet durch, und der Ladekondensator C 875 wird über L 1 nachgeladen. Ist dann die Sollspannung erreicht, kippt der Schmitt-Trigger wieder in seine Ausgangslage zurück. Der Stromfluß über R 881 und somit über T 810 unterbricht.

Nach dem Abschalten wendet sich das Feld in der Kommutatorspule L 1 und folglich die Stromrichtung. Die Diode D 802 wird leitend, und die überschüssige Energie vom vorhergehenden Ladevorgang steht zusätzlich zum Verbrauch zur Verfügung. Da bekanntlich jeder Schmitt-Trigger mit einer Hysterese behaftet ist, erscheint dieselbe als Störspannung der Ausgangsgleichspannung überlagert. Der Spitze-Spitze-Wert darf bei diesem Wandler 100 mV nicht überschreiten (Bild 18). Da es sich um einen Zweipunktregler handelt, wird ständig die volle Betriebsspannung geschaltet (Bild 19). Mit dem hohen Wirkungsgrad des

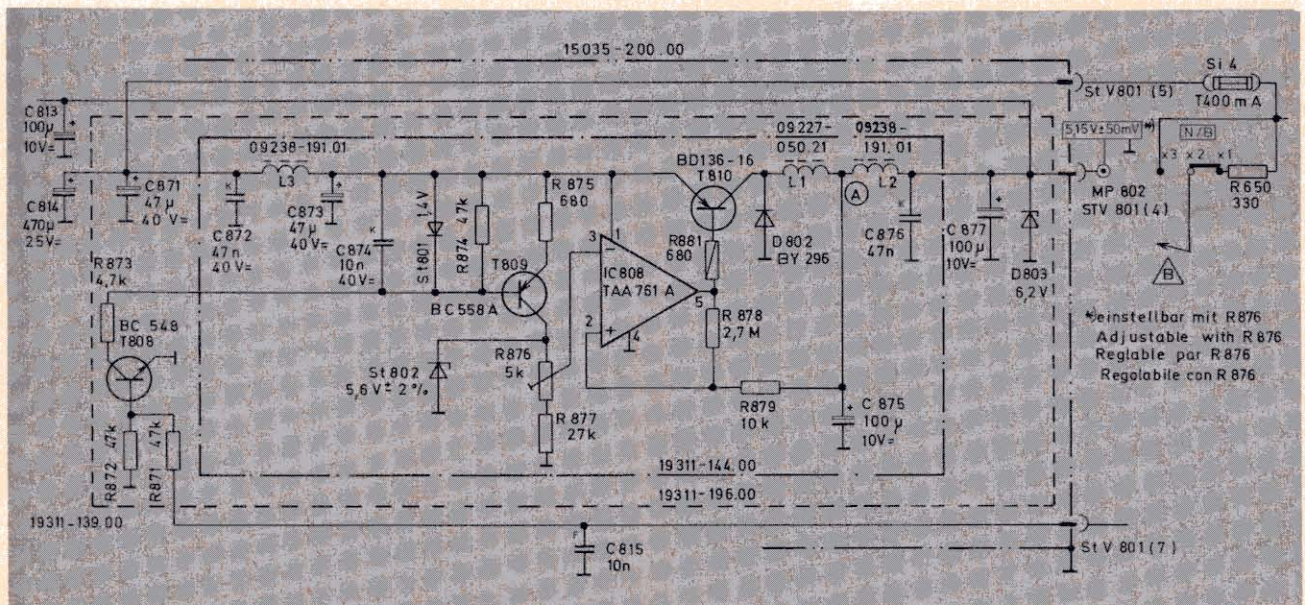


Bild 17 Schaltungsauszug „Stabilisierung“

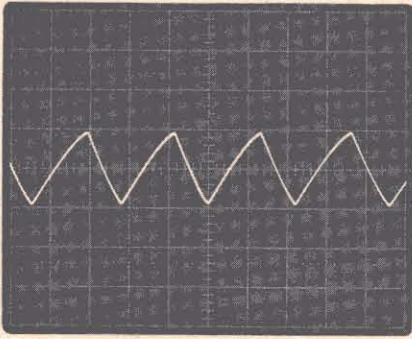


Bild 18

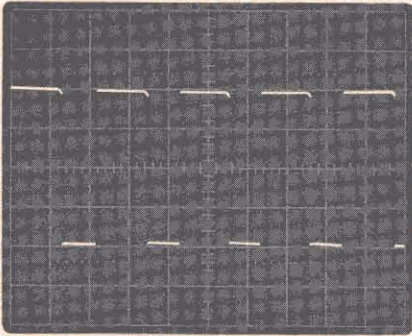


Bild 19

Wandler sind auch steile Schaltflanken verbunden, deren Störungen bis in den UKW-Bereich reichen. Um diese Störungen zu unterdrücken, ist der Wandlerbaustein in einer vollkommen geschlossenen Mu-Metall-Abschirmung untergebracht, wie sie bereits als Abschirmung für Antriebsmotore der Radio-Recorder Verwendung findet. **Bild 20** zeigt den Baustein auch mit abgenommener Abschirmung.

Der Zählerbaustein wird außerdem über den elektronischen Schalter T 808 ein- und ausgeschaltet, damit die störungsbehafteten Versorgungsleitungen nicht unnötig durch das Gerät zu den Bedienungselementen geführt werden müssen. Der

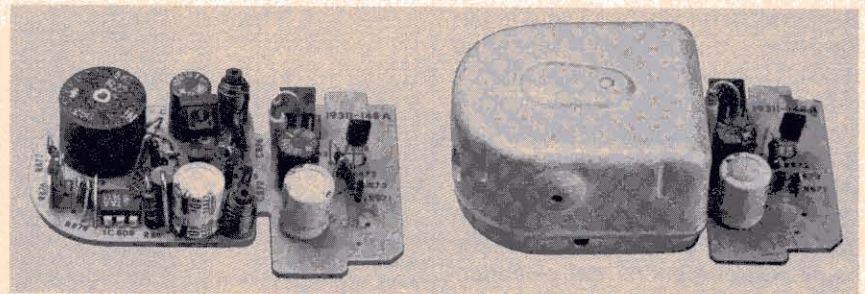


Bild 20 Wandlerbaustein ohne und mit Abschirmung

T 808 ist auf der gleichen Druckplatte wie der eigentliche Wandler angeordnet, jedoch außerhalb der Mu-Metall-Abschirmung.

Liegt an der Steckverbindung Stv 801 eine positive Spannung (Zähler „Ein“), so wird T 808 leitend. Das heißt R 873 liegt nach Masse, und über die Stabilisierungsdiode ST 801 fließt Strom. Der Spannungsabfall an dieser Doppeldiode ST 801 ergibt den Arbeitspunkt für die Konstantstromquelle.

Bei abgeschaltetem Zähler (T 808 nicht leitend) ist die Basis von T 809 auf Emittential und somit der Kollektorstrom unterbrochen. An der Stabilisierungsdiode ST 802 steht daher keine Spannung. Da keine Referenzspannung mehr vorhanden ist, kann auch am Ausgang der Stabilisierungsschaltung keine Spannung für den Zähler zur Verfügung stehen.

Die beiden Spulen L 2 und L 3 dienen zur HF-mäßigen Verdrosselung der Eingangs- und Ausgangsleitung.

Die Leistungszenerdiode D 803 am Ausgang schützt den wertvollen Zählerbaustein vor Überspannung bei einem etwaigen Defekt im Wandler. Im ungestörten Betrieb liegt die Ausgangsspannung von 5,15 V unterhalb der Zenerschwelle (6,2 V) der

Schutzdiode. D 803 bleibt ohne Wirkung. Steigt die Spannung an D 803, zum Beispiel durch fehlerhafte Ansteuerung am Stellglied T 810 oder eventuellen Schluß von T 810, so wird die Ausgangsspannung auf 6,2 V begrenzt. Außerdem wird durch den erhöhten Stromfluß die Sicherung Si. 4 ausgelöst.

Schaltungsbeschreibung des NF-Teils

(Schaltungsauszug **Bild 21**)

Die NF-Vorstufe mit dem extrem rauscharmen Transistor BC 549 C (T 601) erfüllt gleichzeitig drei Aufgaben: Erstens die Verstärkung des NF-Signals um ca. 6 dB, zweitens dient sie als versteilter Hochpaß, und drittens liefert sie einen konstanten Generatorwiderstand für die darauffolgende Klangschialtung. Bei älteren Schaltungen wurde der Generatorwiderstand einmal durch den niederohmigen Innenwiderstand des Rundfunkdemodulators und zum anderen durch den relativ hochohmigen Vorwiderstand bei Platten- bzw. Tonbandwiedergabe bestimmt. Der Nachteil lag darin, daß der Wirkungsbereich der Klangschialtung bei dem hochohmigen Vorwiderstand nicht voll zur Geltung kam.

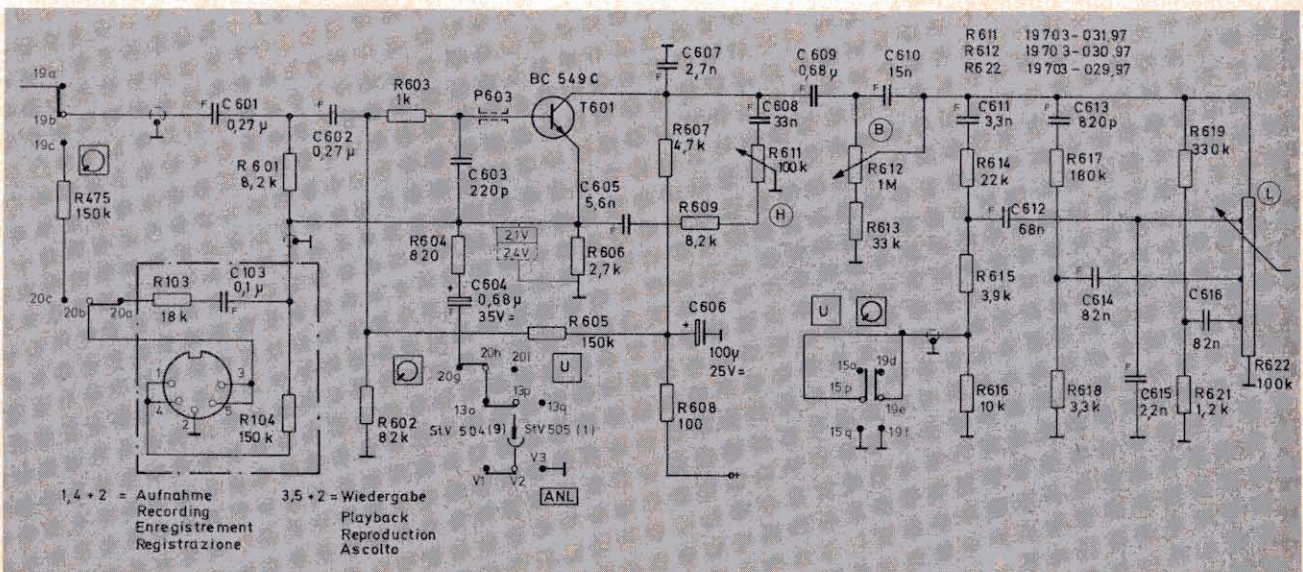


Bild 21 Schaltungsauszug „NF-Teil“

Der verstellerte Hochpaß wird in der Schaltung durch den Widerstand R 601, durch die Kondensatoren C 601/C 602 und den Gesamtwiderstand aus der Parallelschaltung vom Basisspannungsteiler und Transistoreingangswiderstand verwirklicht. Durch diese Maßnahme werden tieffrequente Spannungsspitzen, die beim Durchdrehen der Senderabstimmung auftreten, weitgehend unterdrückt. Diese Spitzen wären durchaus in der Lage, die Endstufe zu übersteuern.

Der Frequenzgang des Hochpasses ist in **Bild 22** dargestellt.

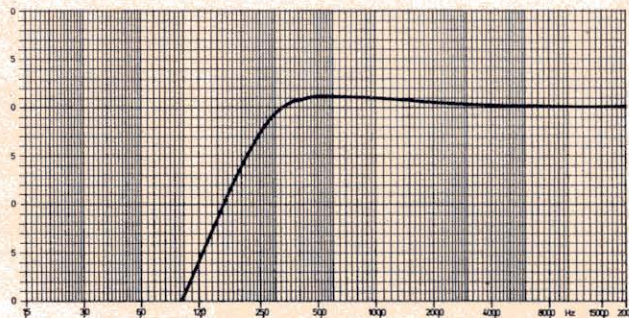
Der wesentliche Vorteil der Vorstufe liegt darin, daß die Durchgangsverstärkung der Endstufe um den gleichen Faktor der Vorstufenverstärkung verringert werden kann. Proportional zur Verstärkungsreduzierung verringert sich auch die Rauschspannung am Lautsprecher-Ausgang. Durch die geringere Belastung des Demodulators aufgrund des hohen Eingangswiderstandes der Vorstufe steht eine um 2 dB höhere Ausgangsspannung zur Verfügung. Dieses entspricht einem zusätzlichen Störspannungsabstandsgewinn von 2 dB.

Der gesamte Gewinn an Störspannungsabstand durch die Vorstufe liegt bei ca. 8 dB. Mit der Vorstufe ist das Kriterium des Rauschens bei kleinen Lautstärken und bei Kopfhörerbetrieb auf die Hörgrenze reduziert.

Hochpegeliger Ausgang

An den Anschlüssen 3 und 5 der TA-Buchse steht bei Rundfunkbetrieb ein hochpegeliges NF-Signal zur Verfügung. Durch diese zusätzliche Einrichtung beim Satellit 3000 ist es möglich, den Empfänger als Triebgerät für eine Verstärkeranlage zu verwenden. Die Auskopplung des NF-Signals erfolgt am Emitter des Vorstufentransistors T 601 über das RC-Glied R 103/C 103 (siehe **Bild 21**).

Bild 22
Frequenzgang des Hochpasses



Klangschaltung

Bei vollaufgedrehtem Höhensteller wird dem Emitterwiderstand R 606 der Vorstufe die RC-Kombination R 609/C 605 parallelgeschaltet. Dieses bewirkt eine zusätzliche Anhebung der hohen Frequenzen um 2 dB. Die Höhenabsenkung erfolgt bei entgegengesetzter Schleiferstellung, indem C 608 nach Masse gelegt wird und somit die hohen Frequenzen kurzgeschlossen werden. Der beeinflusste Frequenzbereich ergibt sich aus dem Generatorwiderstand der Vorstufe und der Kapazität von C 608. Bei vollaufgedrehtem Baßeinsteller und somit vollkommen überbrücktem C 610 wird der gesamte Baßbereich übertragen. In umgekehrter Schleiferstellung ist die Koppelkapazität nicht mehr 0,68 μ F (C 609), sondern die Serienschaltung von 0,68 μ F (C 609) und 15 nF (C 610), was eine Erhöhung der Grenzfrequenz und somit eine Baßabsenkung bedeutet. Diese Wirkung wird durch die zusätzliche Belastung mit R 613 an C 610 noch vergrößert. Sämtliche Zwischenwerte lassen sich kontinuierlich durch ausgewählte Widerstandskurven einstellen. Die Frequenzkurven der Klangschaltung sind in **Bild 23** dargestellt.

Lautstärkeeinstellung

Das Lautstärkepotentiometer des Satellit 3000 ist gegenüber seinen Vorgängermodellen mit einem zusätzlichen dritten Abgriff für die ge-

hörriichtige Lautstärkeeinstellung ausgestattet. Dieses verleiht dem Gerät eine zusätzliche Bereicherung des Klangbildes bei kleinen Lautstärken.

Bei FM bzw. bei Wiedergabe einer Tonquelle über die TA/TB-Buchse wird der Widerstand R 616 am unteren Abgriff überbrückt.

Das Bild 24 zeigt die Kurven der gehörriichtigen Lautstärkeeinstellung.

Endstufe

Die Endstufe ist, wie im Vorgängermodell Satellit 2100, ausschließlich mit Siliziumtransistoren bestückt. Durch die besonders ausgewählten und reichlich dimensionierten Siliziumendstufentransistoren ist der Wirkungsgrad gleich einer Germaniumendstufe. Außerdem ist eine hohe Betriebssicherheit auch bei extremen Betriebsbedingungen gewährleistet. Die Ausgangsleistung beträgt bei Batteriebetrieb 2,5 W und ist somit ein guter Kompromiß zwischen Leistung und Batterieverbrauch. Bei Netzbetrieb steht eine Ausgangsleistung von 5 W Sinus bzw. 7,5 W Musik zur Verfügung.

Lautsprecher

Der Satellit 3000 ist ebenfalls wie seine Vorgängermodelle mit einem zusätzlichen Hochtonlautsprecher ausgestattet, der bei AM-Rundfunk-

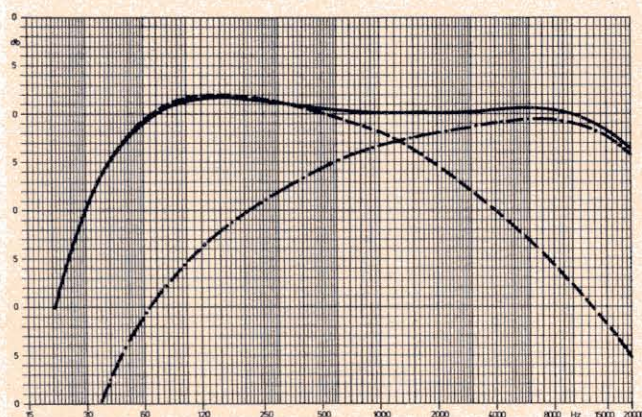


Bild 23 Frequenzkurven der Klangschaltung

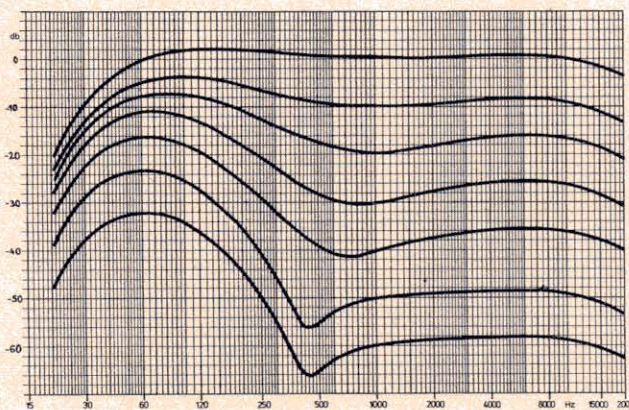
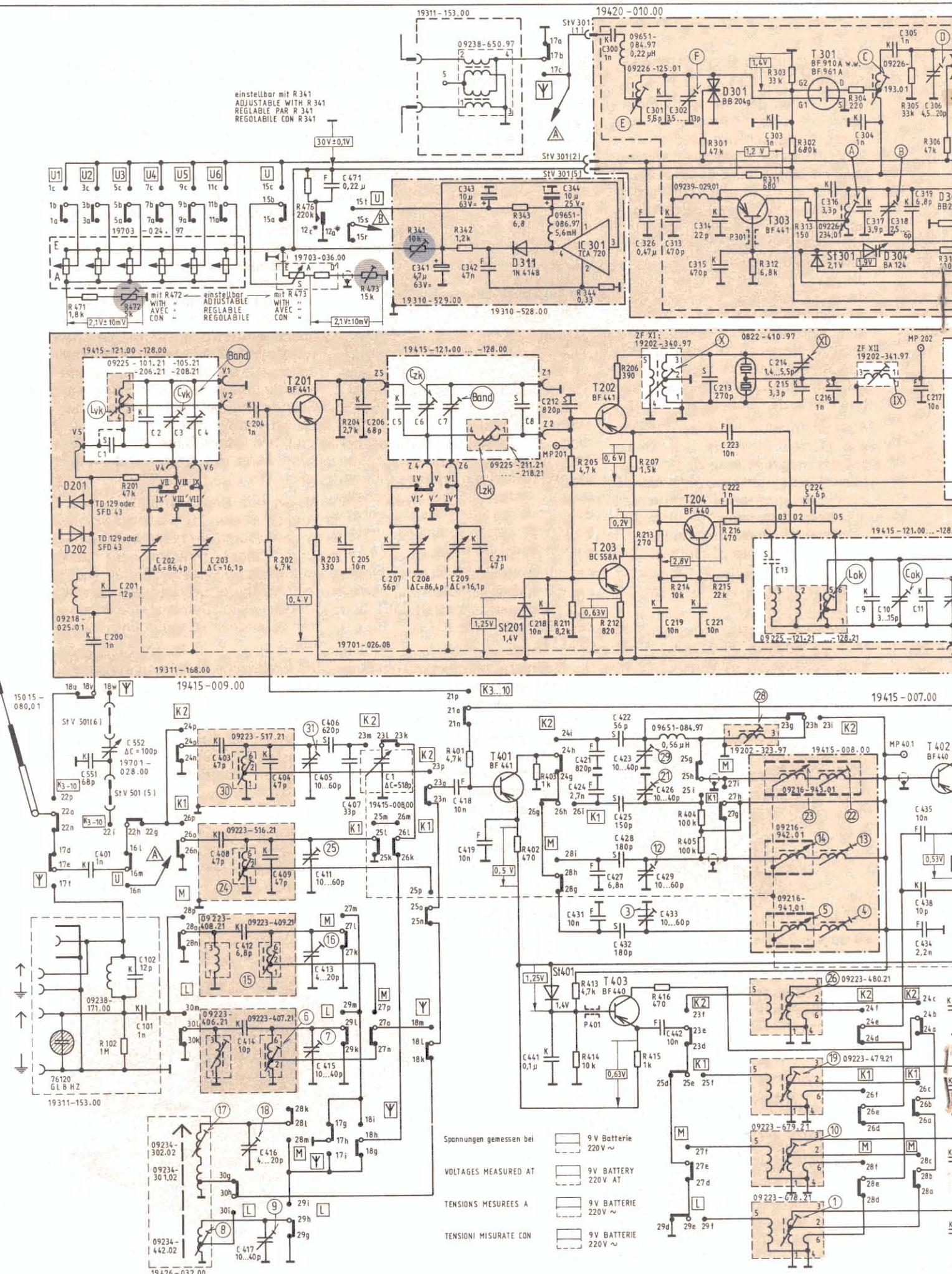


Bild 24 Physiologie der Lautstärke-Einstellung



einstellbar mit R 341
 ADJUSTABLE WITH R 341
 REGLABLE PAR R 341
 REGOLABILE CON R 341

mit R 472
 WITH "AVEC"
 CON "

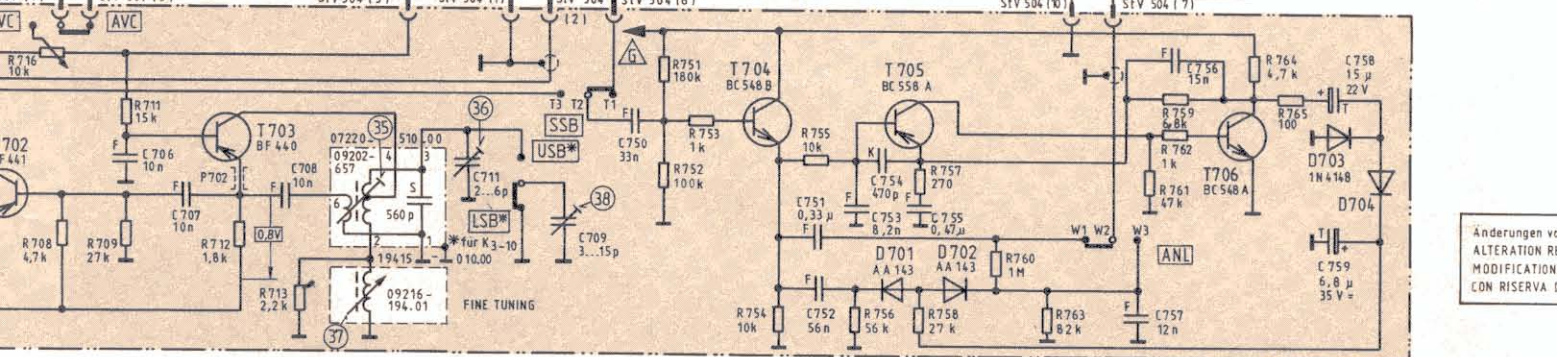
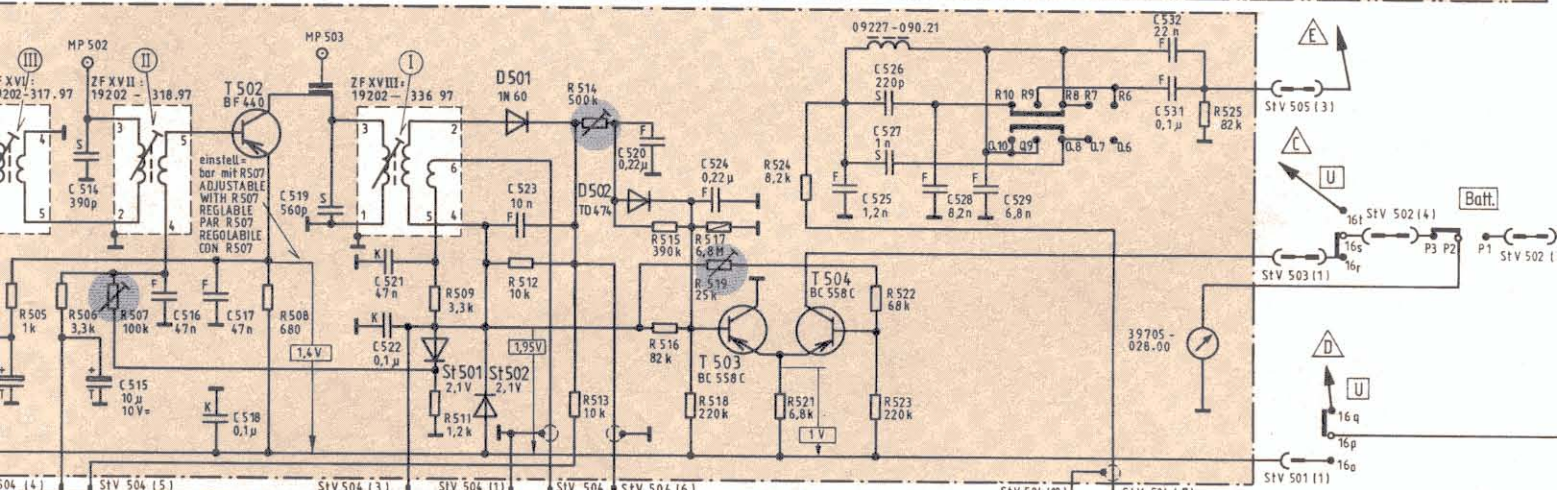
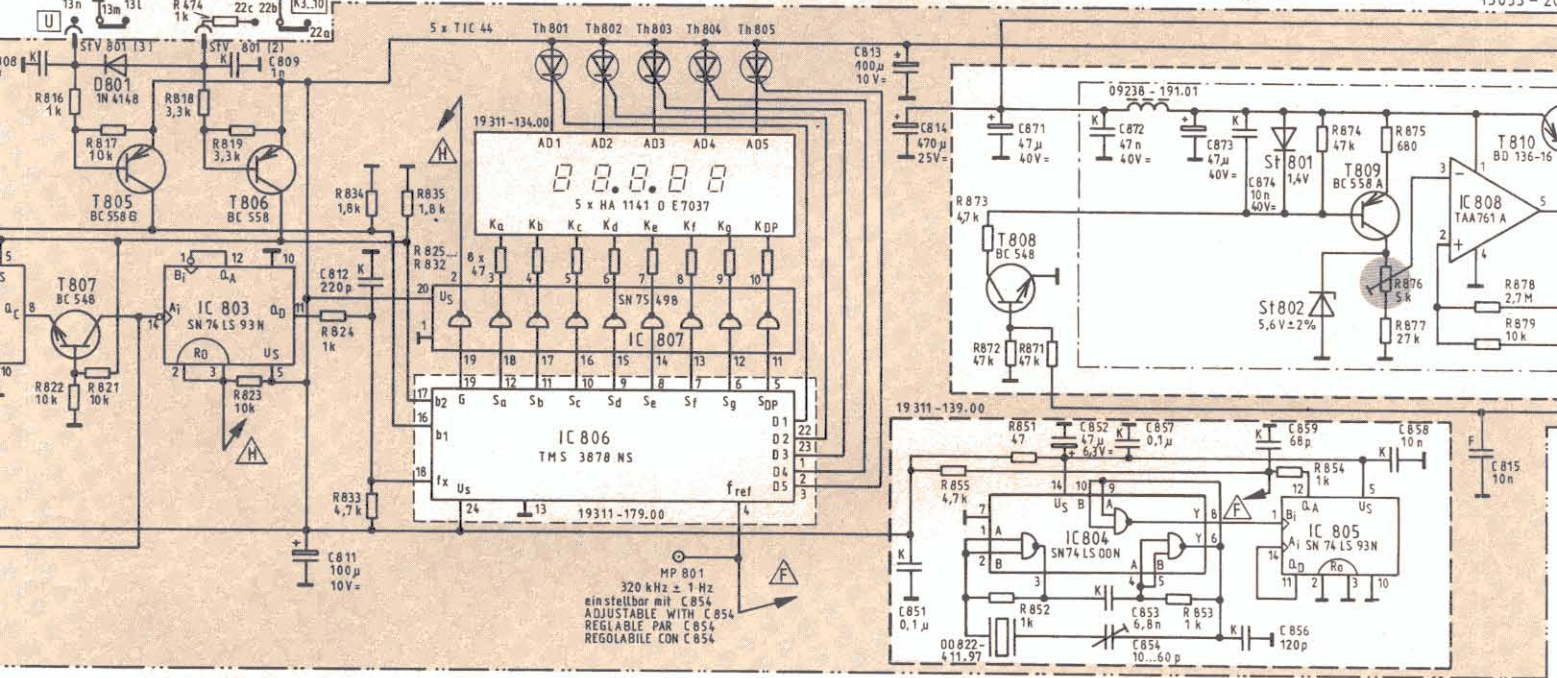
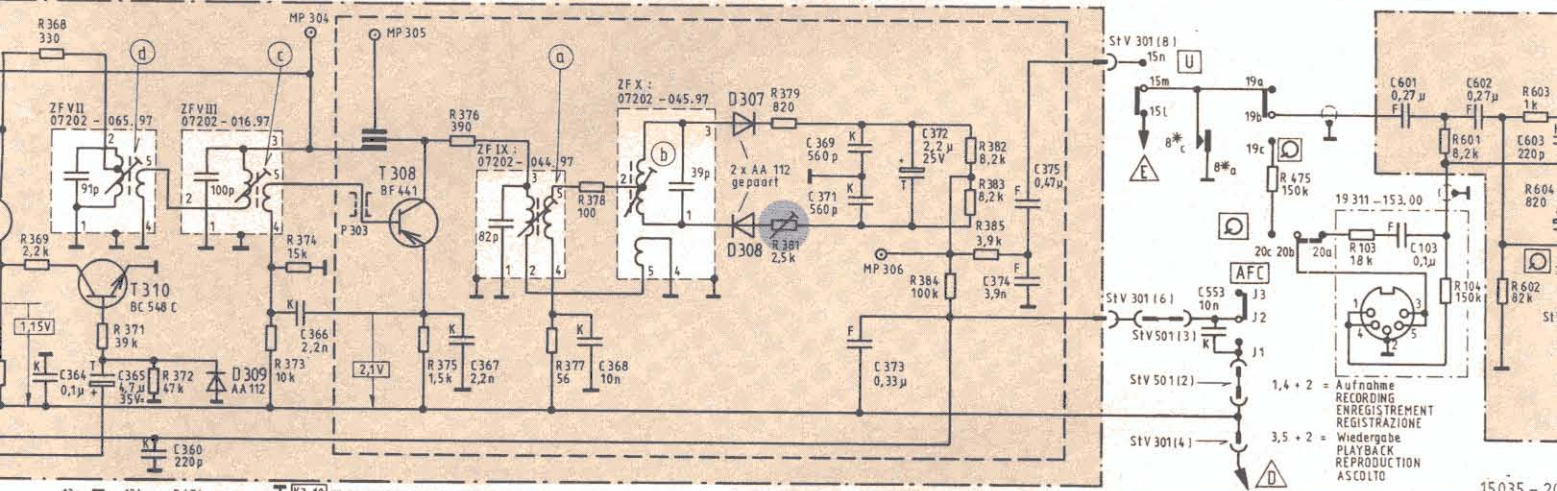
einstellbar
 ADJUSTABLE
 REGLABLE
 REGOLABILE

mit R 473
 WITH "AVEC"
 CON "

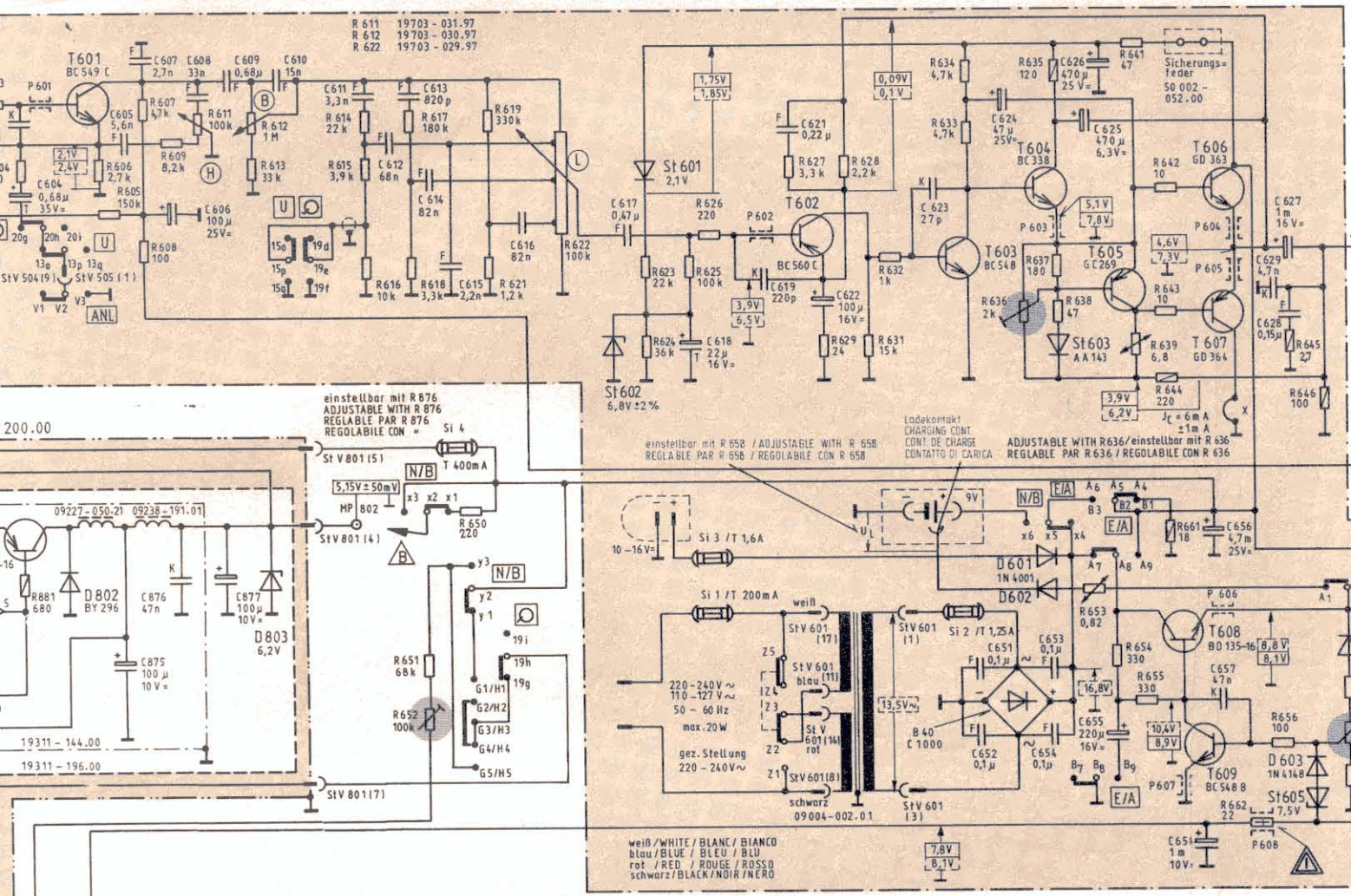
Spannungen gemessen bei
 VOLTAGES MEASURED AT
 TENSIONS MESUREES A
 TENSIONI MISURATE CON



C :	200, 201, 1, 202, 2, 3, 203, 204, 405, 406, 407, 41, 205, 206, 207, 208, 5, 6, 7, 341, 209, 211, 342, 343, 218, 344, 212, 300, 326, 301, 219, 313, 302, 221, 213, 314, 315, 222, 323, 303, 214, 215, 224, 216, 316, 304, 317, 318, 9, 10, 305, 31
R :	401, 551, 552, 102, 101, 403, 408, 412, 414, 416, 417, 404, 409, 411, 413, 415, 202, 476, 203, 204, 473, 341, 401, 342, 343, 402, 403, 211, 205, 344, 206, 207, 213, 214, 215, 301, 216, 311, 312, 302, 303, 313, 404, 405, 413, 414, 212, 415, 416, 404, 405,



808, 364, 365, 360, 809, 366, 811, 812, 367, 711, 368, 851, 369, 371, 373, 372, 813, 814, 374, 375, 751, 752, 525, 753, 754, 526, 527, 755, 528, 529, 871, 852, 872, 853, 854, 857, 873, 856, 874, 859, 858, 601, 103, 602, 815, 603, 816, 604, 817, 605, 818, 606, 819, 607, 820, 608, 821, 609, 822, 610, 823, 611, 824, 612, 825, 613, 826, 614, 827, 615, 828, 616, 829, 617, 830, 618, 831, 619, 832, 620, 833, 621, 834, 622, 835, 623, 836, 624, 837, 625, 838, 626, 839, 627, 840, 628, 841, 629, 842, 630, 843, 631, 844, 632, 845, 633, 846, 634, 847, 635, 848, 636, 849, 637, 850, 638, 851, 639, 852, 640, 853, 641, 854, 642, 855, 643, 856, 644, 857, 645, 858, 646, 859, 647, 860, 648, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000



200.00

19311 - 144.00
19311 - 196.00

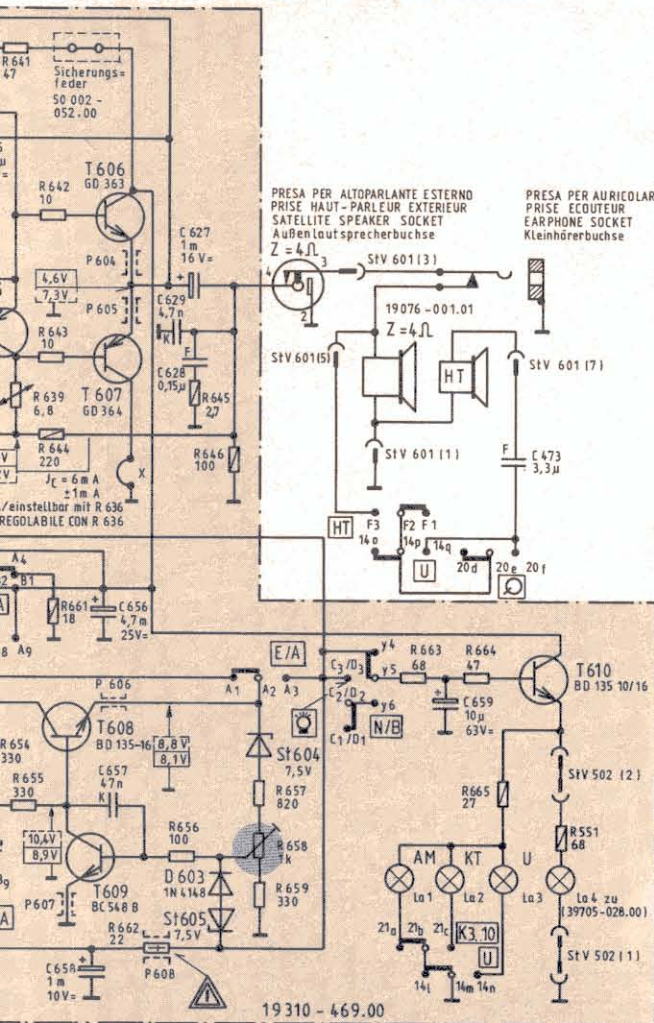
502 (13)

weiß / WHITE / BLANC / BIANCO
blau / BLUE / BLEU / BLU
rot / RED / ROUGE / ROSSO
schwarz / BLACK / NOIR / NERO

ngen vorbehalten!
TION RESERVED!
ATIONS RESERVEES!
SERVA DI MODIFICA!



603, 604,	605, 607, 606,	608,	609, 610,	611, 613, 614, 615,	616,	617,	618,	619, 621, 622,	623,	651,	624,	653,	625, 626,	656,	629, 627, 628,
605,	606,	607,	608,	609, 610,	611,	612,	613,	614, 615, 616,	617,	618,	619,	620,	621,	622,	623,
603, 604,	605, 606,	607, 608,	609, 610,	611, 612, 613,	614, 615, 616,	617, 618,	619, 620, 621,	622,	623, 624, 625,	626,	627,	628,	629,	630, 631, 632, 633,	634,
635, 637,	638,	639,	640, 641, 642,	643, 644,	645,	646,	647, 648,	649,	650, 651, 652,	653,	654,	655,	656,	657,	658,



TECHNISCHE DATEN

Betriebsarten:

Batteriebetrieb mit 6 Monozellen à 1,5 V
(z. B. Varta Nr. 282 oder Daimon 251).
Accu-Betrieb mit GRUNDIG Dryfit-Accu 476.
Netzbetrieb mit integriertem Netzteil,
umschaltbar für 110 - 127 V~
bzw. 220 - 240 V~ (50 - 60 Hz).

Ein/Ausschaltung bei Netzbetrieb sekundärseitig

Autobatterie-Betrieb über Spezialkabel 381 (12 V).

Sicherungen (nach IEC 127 III):

Si 1 = T 200 mA, Si 2 = T 1,25 A
Si 3 = T 1,6 A, Si 4 = T 400 mA

Bestückung:

9 IC's, 51 Transistoren, 23 Dioden,
12 Stabilisatoren, 5 Thyristoren,
1 Gleichrichter.

Strom- bzw. Leistungsaufnahme

(ohne Signal):

bei 9 V Batteriebetrieb AM: ca. 40 mA
FM: ca. 50 mA

bei 220 V Netzbetrieb: 4 W

Strom- bzw. Leistungsaufnahme

(mit Signal):

bei 9 V Batteriebetrieb
nach DIN 45 314 AM: ca. 65 mA
FM: ca. 75 mA

bei 220 V~ Netzbetrieb nach DIN 45 324:
14 W

Max. Leistungsaufnahme bei 240 V~ und Vollasssteuerung:

20 W

Batterie-Betriebsstunden (nach DIN 45 314):

mit Varta Nr. 282 AM: ca. 110 Std.
FM: ca. 100 Std.

mit GRUNDIG Dryfit-Accu AM: ca. 40 Std.
FM: ca. 35 Std.

Frequenzzähler (Genauigkeit):

AM: ± 1 kHz

FM: ± 10 kHz

Funktionsfähigkeit:

- Gerät: $U_{Batt} = 4,5 - 10,2 V$
- Feldstärkeabhängige Anzeige und Frequenzzähler:
 $U_{Batt} = 7,2 - 10,2 V$
(7,2 V = Dryfitmarke)

Skalenbeleuchtung:

3 Lämpchen

Instrument:

1 Lämpchen

Bereiche:

FM 87,5 - 108 MHz

LW 145 - 420 kHz

MW 510 - 1620 kHz

K₁ 1,6 - 3,5 MHz (187 - 85 m)

K₂ 3,3 - 5,2 MHz (90 - 58 m)

KW-Tuner (Bereiche):

K₃ 5,0 - 6,65 MHz (60 - 45 m)

K₄ 6,6 - 8,4 MHz (45,5 - 36 m)

K₅ 8,2 - 10,55 MHz (36 - 28,5 m)

K₆ 10,5 - 13,2 MHz (28,5 - 23 m)

K₇ 12,9 - 16,3 MHz (23,5 - 18,5 m)

K₈ 15,8 - 19,8 MHz (19 - 15,5 m)

K₉ 18,35 - 23,5 MHz (16,5 - 13 m)

K₁₀ 23,4 - 30,0 MHz (13 - 10 m)

KW-Tuner (gespreizte Bänder):

K₃ 5,91 - 6,28 MHz (49 m)

K₄ 6,99 - 7,32 MHz (41 m + 40 m)

K₅ 9,4 - 9,9 MHz (31 m)

K₆ 11,6 - 12,1 MHz (25 m)

K₇ 15,0 - 15,7 MHz (19 m)

K₈ 17,4 - 18,1 MHz (16 m)

K₉ 20,9 - 21,9 MHz (13 + 15 m)

K₁₀ 25,4 - 26,5 MHz (11 m)

Kreise:

FM: 13, davon 3 abstimbar

AM (L, M, K₁, K₂): 8 + Keramikschwinger,

davon 3 abstimbar

(K₃ - K₁₀): 11 + Keramikschwinger +

Quarzfilter, davon 3 abstimbar

Schwundregelung:

AM: 3-stufig

Klangregelung:

Höhen und Bässe getrennt, stufenlos regelbar.

Lautsprecher:

Perm.-dyn. Superphonlautsprecher mit Hochleistungsmagnet; zusätzlicher Hochtonlautsprecher (abschaltbar).

Ausgangsleistung (nach DIN 45 324):

bei Batteriebetrieb 2,5 W } Sinusleistung

bei Netzbetrieb 5 W }

bei Netzbetrieb 7,5 W Musikleistung

Eingebaute Antennen:

„MM“-Teleskopantenne für UKW (810 mm),

für KW (1440 mm), abschaltbar;

Ferritstab-Antenne für MW und LW,

abschaltbar.

Antennentrimmer:

für Außen- und Autoantenne bei K₃ - K₁₀

Anschlußklemmen:

für Außenantenne und Erde

Anschlußbuchsen:

für Außen- und Autoantenne, UKW-Dipol

und Erde;

für Plattenspieler oder Tonbandgerät/

Verstärkerausgang

(Normstecker nach DIN 41 524);

für Außenlautsprecher

(ca. 4 Ω, Normstecker nach DIN 41 529);

für Kleinhörer (≥ 4 Ω, DIN 45 318)

oder Kopfhörer (≥ 4 Ω);

für externe Speisespannung (10 - 16 V=).

Gewicht:

8,9 kg (ohne Batterien)

Abmessungen:

ca. 50 x 29 x 12 cm

Änderungen vorbehalten!

FTZ-Nr. U 101

656, 658, 659, 661,	629, 642, 643, 662, 639,	627, 628, 657,	646, 647, 656,	659,	473,	:C
641, 644, 655,	642, 643, 662, 639,	645, 646, 657,	656, 659,	663, 664, 665,	551,	:R