

2.1.2. Übersichtsschaltplan und Funktionsweise des A4100D

Der Übersichtsschaltplan des A 4100 D ist Bild 2.1 (umrahmter Teil) zu entnehmen. Die gewünschte Betriebsart wird bei dieser IS durch Anschalten der Betriebsspannung an die Anschlüsse 16 (FM) bzw. 17 (AM) aktiviert, wobei jeweils getrennte interne Stabilisierungsschaltungen die Stabilität der dynamischen Parameter und Arbeitspunkte im Betriebsspannungsbereich von 4,5... 15 V bewirken.

2.1.2.i. AM-Betrieb

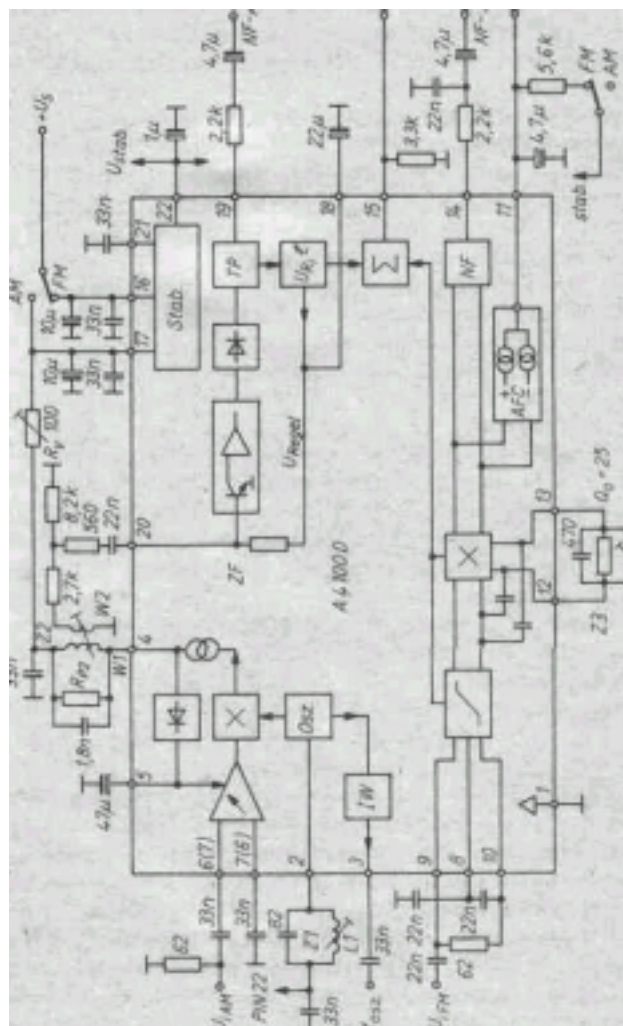
Die Betriebsart AM wird durch Anschalten der Betriebsspannung von 4,5... 15 V an Anschluß 17 ermöglicht.

HF-Vorstufe/Mischstufe/HF-Regelung

Zum Erreichen einer guten Empfindlichkeit und eines entsprechenden Regelumfangs ist in der IS A 4100 D ein rauscharmer Differenzverstärker mit Emitter- und Kollektorstromregelung (stromgesteuerte Dioden) [1, 2] integriert, wobei der Regelumfang etwa 45 dB beträgt.

Die Mischstufe ist wie üblich ein 4-Quadrantenmultiplizierer mit galvanischer Kopplung zur HF-Vorstufe. Das in der Mischstufe erzeugte ZF-Signal steht dann hochohmig am Anschluß 4 (Stromquelle,-Kollektoren) zur Verfügung.

Die oben genannte Regelung wird vom Ausgang der Mischstufe gesteuert, da sich dann für den Empfänger eine sogenannte verzögerte Regelung mit Verbesserung der Gesamtrauschein- < schatten ergibt. Eine Besonderheit ist die Verwendung der AM-Betriebsspannung (17) als Referenzwert für die Regelung. Damit besteht die Möglichkeit, mit dem Gleichspannungsabfall (O.-.100mV) über den Einstellwiderstand R_v (Bild 2.1) den Regeleinsatzpunkt für die HF-Vorstufe zu wählen (Bild 2.3). Der Mischerausgang erfordert unbedingt die Beschaltung mit einer Spule (galvanischer Kurzschluß); eine Widerstandskopplung wie bei [1] ist nicht möglich,



2. Eigenschaften und Einsatz der integrierten Schaltkreise

^{fa} * AM-FM-Empfängerschaltkreis A41 < WJD 2.1.1.

Allgemeine Eigenschaften

Im Schaltkreis A 4100 D ist eine komplette AM-Empfänger-schaltung für den Frequenzbereich bis 30MHz und ein davon vollständig getrennter FM-ZF-Verstärker mit Koinzidenz-demodulator, AFC-Gegentaktstromausgang und Feldstärkeindikator integriert. Diese IS wurde speziell für den Einsatzbereich Koffer- und Heimempfänger der unteren Preisklasse mit einem entsprechenden Betriebsspannungsbereich von 4,5... 15 V (max. 16V) konzipiert. Abweichend von den üblichen Gehäusevarianten, befindet sie sich in einem 22poligen DIL-Plastgehäuse mit dem Reihenabstand 10mm. Der für den A 4100 D geltende Typstandard ist in der TGL 43156 [6] fixiert. Besondere Merkmale dieser IS sind:

- eigengeregelte HF-Vorstufe mit wählbarem Regeleinsatzpunkt,
- Ausgang für die Oszillatorfrequenz, f_{osc}
- kapazitätsdiodengekoppelter AM-ZF-Verstärker,
- interner AM-Demodulator mit aktivem Tiefpaß,
- gemeinsamer Feldstärkeausgang für AM- und FM-Betrieb,
- Betriebsartenumschaltung über die Versorgungsspannung. Aufgrund der speziellen Innenschaltung sind Variationen für den Einsatz im Amateurbereich im AM-Teil im wesentlichen auf das HF-Teil beschränkt, während die FM-Schaltung in den bekannten FM-ZF-Einsatzvarianten verwendbar ist.

2.1.2. Übersichtsschaltplan und Funktionsweise des A 4100 D

Der Übersichtsschaltplan des A 4100 D ist Bild 2.1 (umrahmter Teil) zu entnehmen. Die gewünschte Betriebsart wird bei dieser IS durch Anschalten der Betriebsspannung an die Anschlüsse 16 (FM) bzw. 17 (AM) aktiviert, wobei jeweils getrennte interne Stabilisierungsschaltungen die Stabilität der dynamischen Parameter und Arbeitspunkte im Betriebsspannungsbereich von 4,5... 15 V bewirken.

2.1.2.1. AM-Betrieb

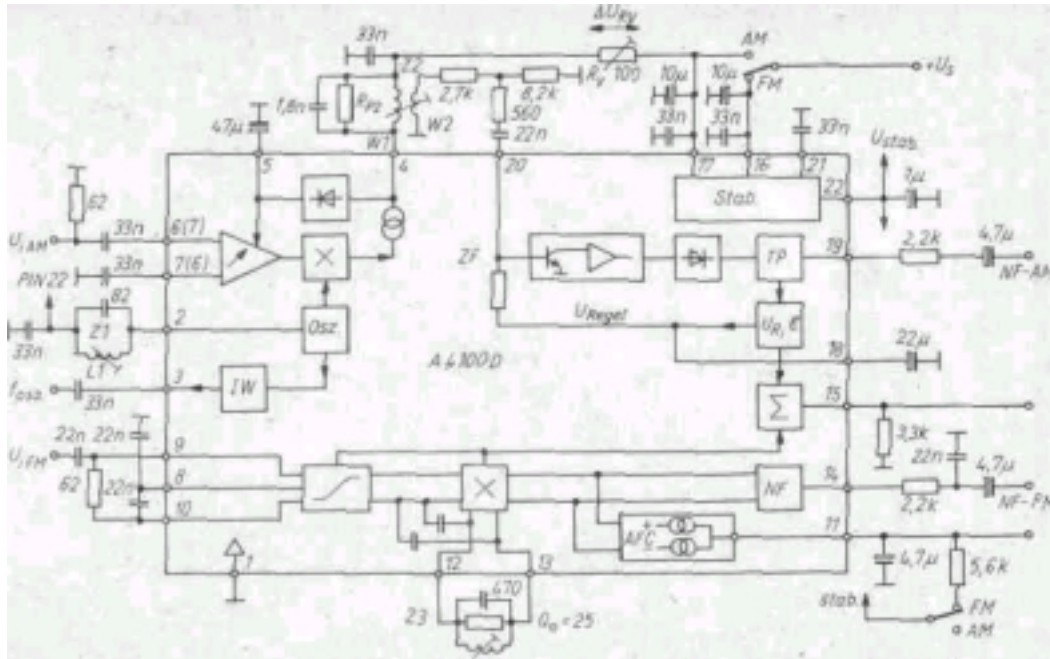
Die Betriebsart AM wird durch Anschalten der Betriebsspannung von 4,5... 15 V an Anschluß 17 ermöglicht.

HF-Vorstufe/Mischstufe/HF-Regelung ;
Zum Erreichen einer guten Empfindlichkeit und eines entsprechenden Regelumfangs ist in der IS A 4100 D ein rauscharmer Differenzverstärker mit Emitter- und Kollektorstromregelung (stromgesteuerte Dioden) [1, 2] integriert, wobei der Regelumfang etwa 45 dB beträgt.

Die Mischstufe ist wie üblich ein 4-Quadrantenmultiplizierer mit galvanischer Kopplung zur HF-Vorstufe. Das in der Mischstufe erzeugte ZF-Signal steht dann hochohmig am Anschluß 4 (Stromquelle,-Kollektoren) zur Verfügung.

Die oben genannte Regelung wird vom Ausgang der Mischstufe gesteuert, da sich dann für den Empfänger eine sogenannte verzögerte Regelung mit Verbesserung der Gesamtrauschein-schaften ergibt. Eine Besonderheit ist die Verwendung der AM-Betriebsspannung (17) als Referenzwert für die Regelung. Damit besteht die Möglichkeit, mit dem Gleichspannungsabfall (O... 100 mV) über den Einstellwiderstand $J?v$ (Bild 2.1) den Regeleinsatzpunkt für die HF-Vorstufe zu wählen (Bild 2.3). Der Mischerausgang erfordert unbedingt die Beschaltung mit einer Spule (galvanischer Kurzschluß); eine Widerstandskopplung wie bei [1] ist nicht möglich.

•" '..1-8



Z3\lc= $\hat{Q}o$ -25 vs Bild 2.1 Übersichtsschaltplan und Meßschaltung nach TGL

43156

Durch die Kondensatorkopplung des 3stufigen ZF-Verstärkers wird dabei die nutzbare Bandbreite intern begrenzt und liegt bei 300... 800 kHz, so daß die ZF nur für die ZF-Verstärkung geeignet ist.

Ein integrierter Hüllkurvendemodulator demoduliert klirrarm das verstärkte ZF-Nutzsignal, wobei der Gleichstrommittelwert des Signals, mit einem Kondensator am Anschluß (18) (Regelzeitkonstante) gesiebt, den ZF-Regelverstärker zur Regelung der 1. ZF-Stufe steuert.

Das demodulierte NF-Signal wird mit einer 3stufigen aktiven Tiefpaßschaltung (Grenzfrequenz $\approx 6,5$ kHz) gefiltert und am Anschluß (19) durch einen Emitterfolger (Innenwiderstand $\approx 270 \Omega$) niederohmig ausgekoppelt. Die typischen Gleichspannungen des ZF-Teils sind:

ZF-Eingang(20)	0,65V	ZF-
Regelspannung(18)	0,7...1,6V	(Bild2.3) NF-
Ausgang-AM(19)	1,3iV; ^ ^"; "S^	

Feldstärkeanzeige

Im Verstärker für die Feldstärkeanzeige werden die Regelspannungen des HF-Teils und des ZF-Teils addiert und niederohmig am Anschluß (15) (Maximalstrom — 1,5mA) ausgekoppelt (Bild 2.4).

2.1.2.2. FM-Betrieb

FM-ZF-Betrieb erfolgt durch Anschalten der Betriebsspannung an den Anschluß (16). "^^S^v"^^^"^^^,., •',.,.

ZF-Verstärker

Der ZF-Verstärker entspricht üblichen FM-Konzepten [7]; er ist als 6stufiger, symmetrischer, begrenzender Verstärker mit speziellen rauscharmen Eingangstransistoren konzipiert. Zur Anpassung an den nachgeschalteten Demodulator werden Emitterfolger eingesetzt. Die Auskopplung für die Funktion «Feldstärkeanzeige» erfolgt in der 3. und 5. ZF-Stufe.

Die gleichgerichtete Ausgangsspannung des Mixers wird nach der beschriebenen Bewertung mit einem Kondensator, der mindestens 47 nF haben soll, am Anschluß (5) (HF-Regelspannung) gesiebt. Die typischen Gleichspannungspegel des HF-Teils sind:

HF-Eingangstransistoren (6,7) 1,25 V
 Mischereingangsgleichspannung (4) $U^{\wedge} - A_{\text{ü}}^{\wedge} y$
 (Bild 2.1) HF-Regelspannung (5) 0... 1,2 V

Oszillator

Die Oszillatorschaltung besteht aus einem intern rückgekoppelten Differenzverstärker mit Gleichrichtung und nachfolgender Regelung der Oszillatoramplitude.

Damit kann der äußere Oszillatorschwingkreis direkt angeschaltet werden, und es entfallen die bei älteren Konzepten [1] nötigen Spulenzapfungen.

Die an (2) zu messende Oszillatoramplitude wird auf 200 mV geregelt. Zum Anschluß von Frequenzmeßschaltungen usw. kann die Oszillatorfrequenz am Anschluß (3) (Emitterfolger mit $I_{\text{g}} \gg 100 \mu\text{A}$) rückwirkungsarm ausgekoppelt werden. Im praktischen Einsatz sind dabei größere kapazitive Lasten zu vermeiden, und der Fußpunkt der Oszillatorschaltung ist an | den Anschluß (22) zu schalten.

Die typischen Gleichspannungspegel des Oszillators sind:

Oszillatoranschluß(2) **2,8 V (=22)**
 Oszillatorkopplung (3) **13V**

ZF-Verstärker mit Demodulator. Regelung

Das ZF-Signal wird nach der **SdffcuoB** —I entsprechenden - |

Filtern in einem C-DiodenfeioopeteL **gcDCfcka** ZF-Verstär- -'

50 dB geregelt (**Tabelle 2-1**)- Der f—
 $i^{\wedge} \text{rirtMiliii}$ I ist dabei so gewählt, daß **oUkhe Fflkr**
 $1—^{\wedge} \text{aftfirtfciiMffl}$ werden. Die ZF-Regelung
eifalff. Jii—aEfeaiwfB—ft—ca Koh-

des 1. npn-Triodenstages (**Bw^—f • r — A—cUuB** 20 meßbar).

Demodulator

Wie üblich wird ein als Koinzidenzdemodulator arbeitender 4-Quadrantenmultiplizierer verwendet, wobei die Ansteuerung des FM-Phasenschieberkreises an den Anschlüssen (12) und (13) über interne Koppelkapazitäten (C-Dioden) erfolgt. Die unvermeidlichen Bahnwiderstände dieser Dioden führen dabei zu einem geringen Versatz von $AC/AFC = 0V$ und des Klirrfaktorminimums bei Einsatz des üblichen Phasenschieberkreises. Niedrigere Klirrfaktorwerte und größere Unempfindlichkeiten bei ungenauer Abstimmung werden mit einem Bandfilterphasenschieber nach Bild 2.6 erreicht.

Ausgangsverstärker, Feldstärkeanzeige, AFC Das im FM-Demodulator gewonnene Signal gelangt nach HF-Siebung mit C-Dioden an die NF-Ausgangsstufe (Emitterfolger) am Anschluß (14).

Der Gleichstrommittelwert des Demodulators ist ein Maß für die Ablage der ZF-Frequenz von der Resonanzfrequenz des Phasenschieberkreises. Er wird über Stromspiegelschaltungen in ein Gegentaktstromsignal umgewandelt und steht am Anschluß (11) zur Ansteuerung von Nachstimm-schaltungen (AFC) zur Verfügung ($I_{max} = \pm 150 \mu A$). Die Ruhespannung kann dabei zwischen +1,5V und -1,5 V unter der Spannung am Anschluß (16) liegen. Für den praktischen Einsatz bietet sich die am Anschluß (22) vorhandene stabilisierte Spannung von etwa 2,8V an. (Die maximale Belastung von (22) darf dabei 1mA nicht überschreiten.) Zu den Steuerspannungen aus dem ZF-Verstärker wird im Demodulator eine weitere Spannung gewonnen, und zusammen mit diesen ergibt sich die Ausgangsspannung für den gemeinsamen Feldstärkeausgang (15). Die typischen Gleichspannungspegel im FM-Teil sind:

ZF-Eingänge (8,9,10)	1,58 V
Demodulatoreingang(12,13)	2,73V
NF-Ausgang (14)	1,92V
Feldstärkeausgang (15)	0... 3 V

2.1.3. Eigenschaften und Kennwerte des A 4100

Zur Dokumentation und zum Nachweis des Qualitätsniveaus von IS für den HF-Einsatz ist es üblich, eine dem typischen Einsatzfall nahekommende Meßschaltung zu verwenden. Für den A 4100 D ist dies die im Bild 2.1 enthaltene Beschaltung. Für reproduzierbare Meßwerte sind die Filter wie folgt abzugleichen:

Z1 - Oszillatorkreis: $f_o = 1455 \text{ kHz}$, $Q = 50$, ($L_1 = 146 \mu\text{H}$)
Z2 -- Mischerauskopplung: $f_{zp} = 455 \text{ kHz}$, mit $7 \mu\text{pF}$ wird ein Leerlaufresonanzwiderstand von $1 \text{ k}\Omega$ eingestellt ($Q = 60$). W^1 wird so abgeglichen, daß vom Anschluß (4) nach (20) eine Spannungsübersetzung von -18 dB bei Belastung von (20) mit $3 \text{ k}\Omega$ gemessen wird: ($L_2 = 68 \mu\text{H}$, $W_2 : W_1 = 1$;

3,3) Z3 - FM-Demodulatorkreis: $f_o = 10,7 \text{ MHz}$, $Q_o = 25$, ($L = 0,47 \mu\text{H}$)

Dem Amateur ermöglicht diese einfache Beschaltung die Prüfung von speziell typisierten Bauelementen, wie sie von der Industrie für Bastlerzwecke angeboten werden, an Hand der in den Tabellen enthaltenen typischen Werte.

2.1.3.1. AM-Betrieb

Die in den Tabellen 2.1. und 2.2. enthaltenen Parameter sowie die in den Bildern 2.2 bis 2.4 gezeigten Abhängigkeiten wurden bei $f_e = 1 \text{ MHz}$, $NF = 1 \text{ kHz}$; $m = 0,3/0,8$ und $U_g = 10 \text{ V}$ ermittelt. Tabelle 2.1. enthält allgemeine, für den variablen Einsatz typische Parameter des A 4100 D, mit denen die Berechnungen von Einsatzschaltungen ermöglicht werden. Der starke Frequenzgang der HF-Steilheit (-9 dB bei 30 MHz) ist durch HF-Siebmaßnahmen in der Vorstufe begründet und stört im praktischen Einsatz nicht.

Die Empfindlichkeitswerte (Tabelle 2.2.) des A 4100 D sind im Vergleich zu bisherigen Konzepten [1] stark verbessert, so daß die Anpassung von Ferritantennen problemlos möglich ist. Die maximale Eingangsspannung von $U_e = 130 \text{ mV}$ bei $m = 0,8$ ist für den vorgesehenen Haupteinsatzfall ausreichend. Die in den Bil-13

Tabelle 2.1. Allgemeine dynamische Parameter des HF- und ZF-Teils bei AM

HF-Teil	
Eingangswiderstand	2k Ω
Mischsteilheit	1SrnS
Oszillatorspannung	1/d,=200inV
Oszillatorausgangsspannung an (3) t/ef.	=250 mV
HF-Bandbreite	30MHz(-9dB)
Regelumfang	>>45dB
Zf-Teil	
Eingangswiderstand	2.5 k Ω
Regeleinsatzpunkt	50iuV
Regelumfang	49 dB
maximale	32mV
Demodulationsbandb	7.0 kHz
NF-Innenwiderstand	0,271c0

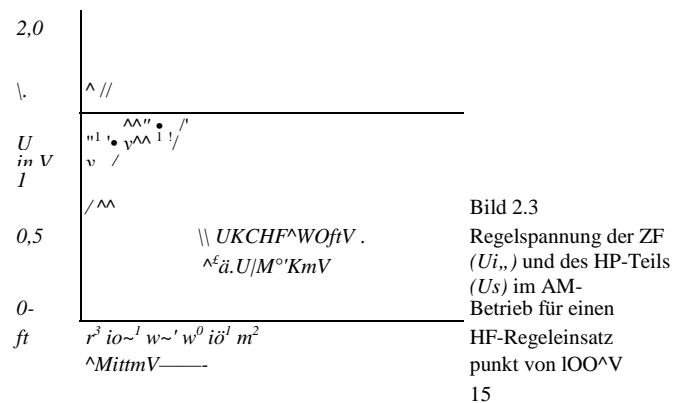
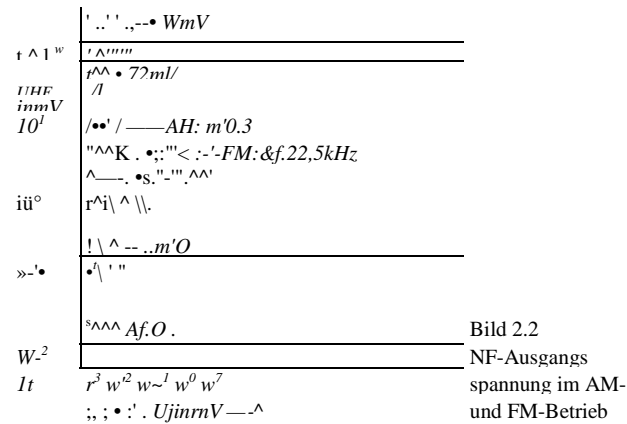
Tabelle 2.2. Kennwerte des A 4100 D im AM-Bereich

Parameter	Wert
Stromaufnahme	(1/,>0) 14(<20)mA
NF-	(ü,=20/iV;m=0,3) , 55 (> 30)
Anzeige- spannung	(17 =10mV·m=0,3) mV 71 (<
NF-Klirrfaktor NF-	(U, =10 mV; m =0,3) 1,4
Klirrfaktor NF-	(üi=10mV;m=0,8) %
Störabstand	(ü,=10/<V;m=0,3) ' 20 dB 25,5
Störabstand	(üi=20/<V·m=0,3) (< 20) dB
Regeleinsatzpunkt	(JHF/4NF = 10dB/3 dB) 8/iV
Regelumfang	(4NF=+6dB) 86 dB
max. Eingangsspannung	(knF=10%;m=0,8) 135mV
Anzeigespannung	(Ru5 = 3,3 k Ω ; U, = 10mV) 2,4V
Demodulationsbandbreite	6,5 kHz

(Werte in Klammern sind Grenzwerte nach TGL 43156)

iM.^\

dem 2.2 bis 2.4 enthaltenen Abhängigkeiten zeigen typische Eigenschaften des A 4100 D, wobei besonders die HF-Regelspannung $t/5$ (Bild 2.3) ein Maß für die Einstellung des Regeleinsatzpunktes mit $R-\nu$ im Bild 2. 1 ist. Üblich sind Werte für den HF-Regeleinsatz bei Eingangsspannungen von 100... 300V.



U_{in}V

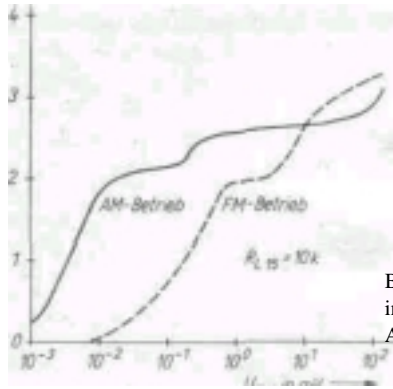


Bild 2.4 Feldstärke-indikatorspannung im AM- und FM-Betrieb

2.1.3.2. FM-Betrieb

Die in der Tabelle 2.3. und in den Bildern 2.2, 2.4 bis 2.6 enthaltenen Abhängigkeiten wurden bei $f = 10,7\text{MHz}$; $\Delta f = 1\text{kHz}$; $A = 22,5/75\text{ kHz}$ und $U_s = 10\text{ V}$ ermittelt.

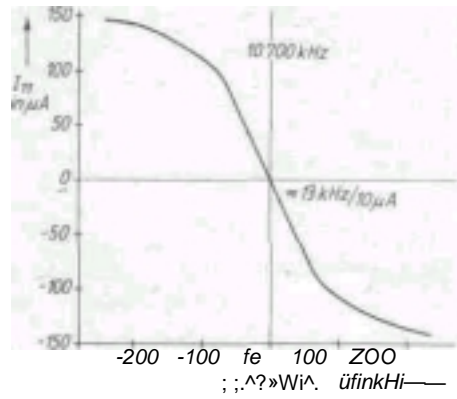


Bild 2.5 AFC-Ausgangsstrom als Funktion der Verstimmung Δf im FM-Betrieb

JBBtsfc 2.3. Kennwerte des A 4100 D im FM-Bereich

	Wert
$(\ddot{U},=0)'$	9,5(<14)mA
«»-AlpngsspanDung ($U,^WmV;^f75Wt$)	470(>300)mV
W-mnfaktor ($\ddot{u}=10mV;zf=75kHz$)	0,8(<2)%
^—der Klirrfaktor ($\mathcal{E}/,=10mV;A/=75kHz$)	0,7%
fcpnJMugseinsatz ($zlnf=-3dB$)	26(<50)/iV
AM-ülerdrockung ($m=0,3;4f=75kHz$)	63(>55)<ffl
S—aintaod . ($\ddot{u},=10mV;Jf=22,5kHz$)	77 dB
'iicwspannung ($\ddot{u},=10mV$)	2,3V
——alerAFC-Strom ($M= \pm 400kHz$)	145/<A
'HF-hmenwderstand	"ISOfl

T» ^re in Klammern sind Grenzwerte nach TGL 43156)

Die dargestellten Parameter verdeutlichen, daß mit dem A 4100 D gute dynamische Werte und besonders in der Nähe der Begrenzerschwelle gute Störabstandswerte des Gesamtempfängers erreicht werden. Der relativ hohe Klirrfaktor bei Einsatz eines Phasenschiebereinzelkreises, bedingt durch den nicht korrigierten Multiplizierer, kann mit der im Bild 2.6 dargestellten Anordnung wesentlich herabgesetzt werden. Der Abgleich erfolgt dabei so, daß mit dem Kreis Z 1. auf $A U^pc = 0 V$ und mit Z 2 auf Klirrfaktorminimum wechselseitig abgeglichen wird.

2.1.4. Einsatzhinweise, Nebenanwendungen

Für den Einsatz des A 4100 D sind die üblichen HF-technischen Maßnahmen, wie große Masseflächen, richtige Abblockung usw. zu beachten. Speziell im FM-Betrieb sollte der Signalfluß «quer» zur IS erfolgen. Ein typisches Platinenlayout enthält Bild 2.9. Spezielle Hinweise:

- Die AM-Eingänge (6) und (7) sind gleichberechtigt, ein symmetrischer Betrieb ist möglich.

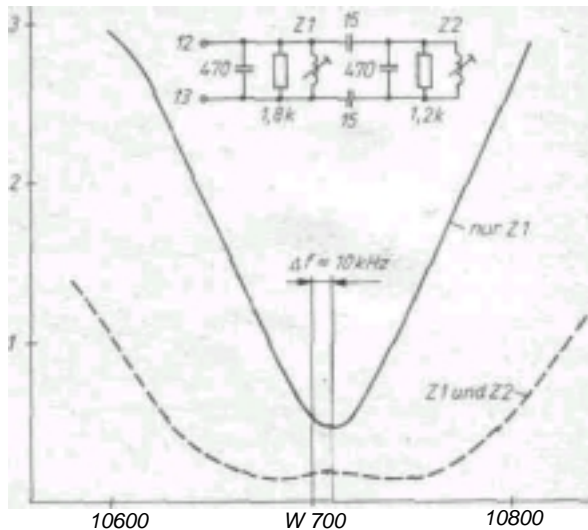
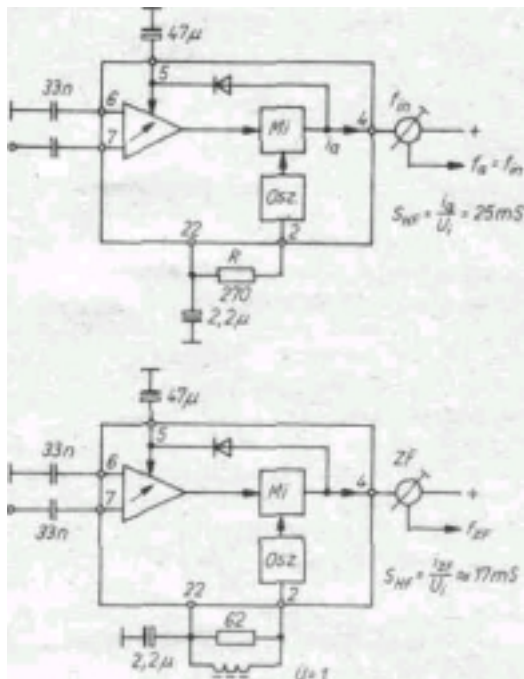


Bild 2.6 Klirrfaktor im FM-Betrieb bei Abgleich auf $\Delta f / \Delta f_{\text{max}} = 0$ bei $\Delta f = 10700 \text{ kHz}$

- Die Lastimpedanz an (4) sollte bei etwa $12 \text{ k}\Omega$ liegen.
- Die HF-Verstärkung von (6) nach (20) sollte etwa $20 \dots 25 \text{ dB}$ betragen.
- Die Stromversorgung für (4) muß über einen Widerstand R_y von (17) erfolgen. Der Spannungsabfall sollte zwischen $5 \dots 25 \text{ mV}$ liegen.
- Eine Widerstandskopplung am Mischerausgang ist nicht möglich. • \sqrt{J} ,
- Um Störschwingungen zu vermeiden, sollte in Reihe mit dem Oszillatorkreis und (2) ein Dämpfungswiderstand (47Ω) bzw. eine Ferritperle geschaltet werden.
- Der Generatorwiderstand für den ZF-Verstärker sollte $1 \text{ k}\Omega$ nicht unterschreiten.



U, 33h

Oszillatorfremdbetrieb

Bild 2.7 Linear- und Oszillatorfremdbetrieb

bei Am für den A 4100 D

- Eine Verringerung der ZF-Verstärkung ist durch Anschalten eines Widerstandes (20... 100 kΩ) an (20) möglich.
 - Im FM-Betrieb kann die AFC-Steilheit mit dem Arbeitswiderstand an (11) eingestellt werden.
- Weitere für den Einsatz mögliche Maßnahmen sind in [2] und [3] zu finden. Ein Linearbetrieb bzw. der Einsatz eines Fremdoszillators für das HF-Teil ist für spezielle Einsatzfälle in der im Bild 2.7 gezeigten Weise möglich.

2.1.5. Typische Einsatzschaltung

Bild 2.8 zeigt eine universell einsetzbare Anwenderschaltung für Koffer- und Heimempfänger.

Das AM-modulierte Eingangssignal an X 111 wird verstärkt und mit der Oszillatorfrequenz (Oszillatortspule an X 109) in die ZF-Lage gemischt. Das Filter ZI paßt das Piezokompaktfilter *SPF 455 H5 (72)* an den Mischerausgang an.

Eine Reduzierung der ZF-Verstärkung ist in der bereits angegebenen Weise möglich; gleichzeitig verringert sich dabei aber der ZF-Regelumfang. Mit R_y wird der Regeleinsatzpunkt (siehe 2.1.2.1.) an das Gesamtempfängerkonzept individuell angepaßt. Die NF-Ausgangsspannung (X 104) sollte vor allem im Kurzwellenbereich zur Reduzierung der häufigen 5-kHz-Interferenzstörungen mit einem Sperrfilter (V2) gesiebt werden. Der Abgleich erfolgt dabei auf Minimum mit 7?s und C^* bei $\omega = 5\text{kHz}$. Die Stufenverstärkung wurde so gewählt, daß bei Einsatz dieser Stufe die NF-Pegel bei AM und FM etwa gleich sind. Im FM-Betrieb wird das Eingangssignal (X 116) mit VI verstärkt, mit einem vorzugsweise Skreisigen Piezofilter (Z3) gesiebt und dem ZF-Verstärker zugeführt. Nach Demodulation durch den Phasenschieberkreis Z4 steht die NF an X 106 zur Weiterverarbeitung bereit. Die AFC-Anschlüsse sind:

X 110 (Referenzspannung),

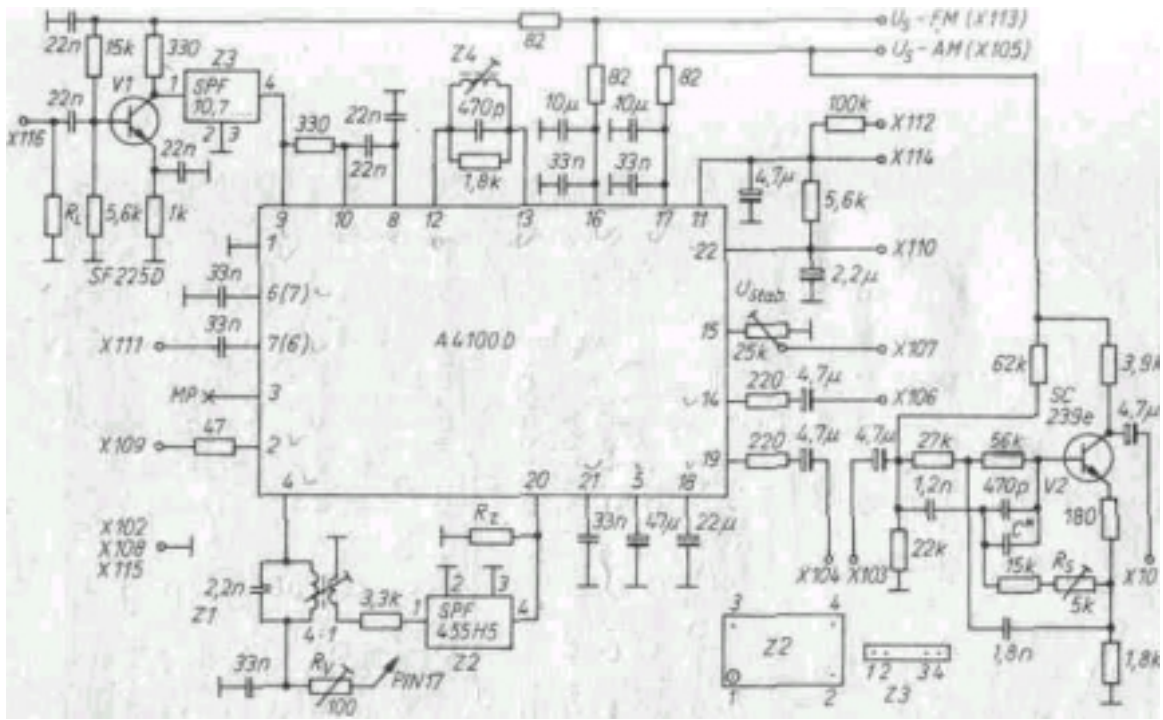
X114(AFC-Ausgang),

X 111 (AFC-Steuerspannung für den UKW-Tuner).

Für die feldstärkeabhängige Steuerung des Stereodecoders kann eine einstellbare Spannung an X 107 entnommen werden. Für die AM- und FM-Filter werden die neuen Filter vom VEB *Hochfrequenz Meuselwitz* eingesetzt. • ZI ist

in der angegebenen Schaltung die für den'A 4100 D optimale Variante. Möglich ist ein Ersatz dieses Filters durch den *SP 3902* ($C = 1,5 \text{ nF}$, $\ddot{U} = 5 : 1$). Z4 kann mit den Spulen *SP 3813* und *SP 3908* realisiert werden.

Ein erprobtes Leiterplattenlayout und den entsprechenden Bestückungsplan für die Einsatzschaltung zeigen die Bilder 2.9 und 2.10.



^ Bild 2.8 Einsatzschaltung für den A 4100 D mit 5-kHz-Sperrfilter (Baugruppe AI)

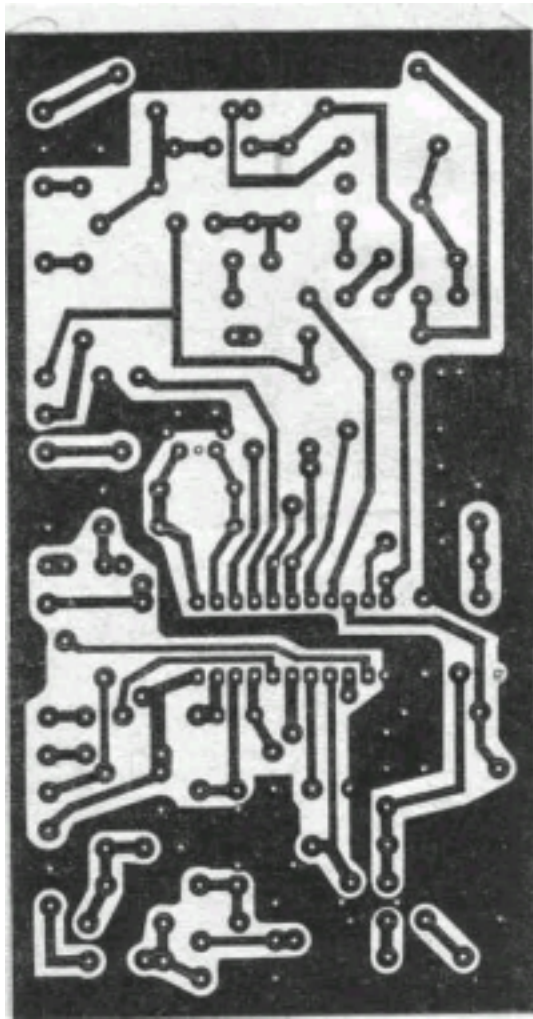


Bild 2.9 Leiterplatte AI

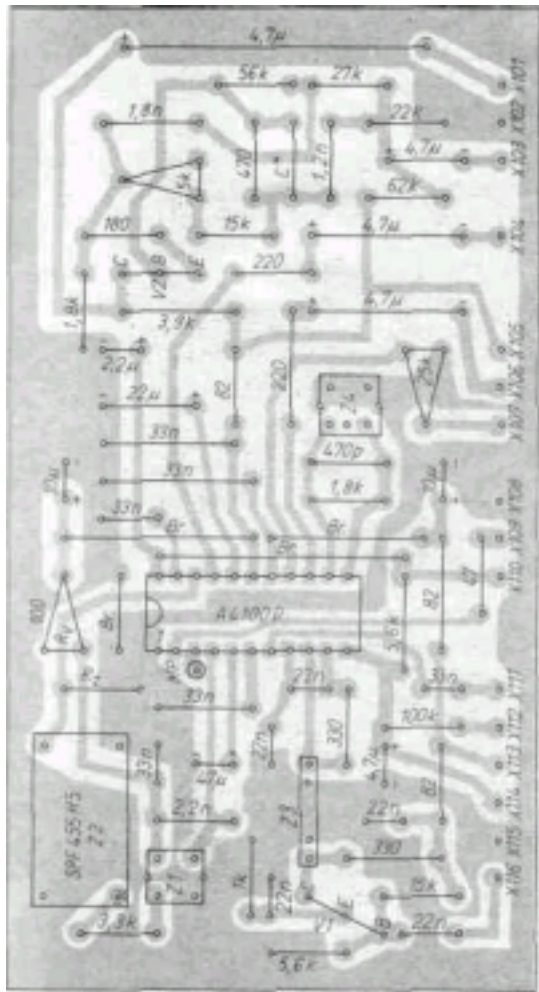


Bild 2.10 Bestückungsplan für A 1 (Br. = Drahtbrücke)