

## AM/FM-Empfängerschaltkreis

Industrietyp und Amateurversion

Hersteller: VEB Halbleiterwerk Frankfurt (Oder)

TGL 43156

### Maßbild

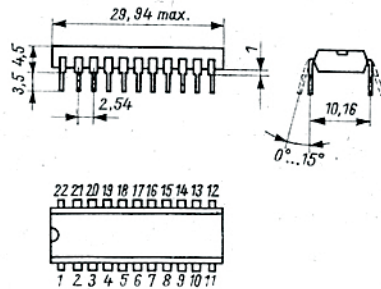


Bild 1: Maßbild mit Pinnumerierung des A 4100 D im 22poligen DIL-Gehäuse mit 10 mm Reihenabstand

### Pinbelegung

Pin	Bezeichnung
1	Masse
2	Oszillatorbeschaltung
3	Oszillatorausgang
4	ZF-Ausgang des Mischers
5	HF-Regelzeitkonstante
6, 7	Eingänge des HF-Teils
8, 9	Eingänge des FM-ZF-Teils
10	FM-ZF-Abblockung
11	AFC-Ausgang
12, 13	Phasenschieberkreis
14	FM-Demodulorausgang
15	Feldstärkeanzeige-Ausgang
16	Betriebsspannung FM-Teil
17	Betriebsspannung AM-Teil
18	AM-ZF-Regelzeitkonstante
19	AM-Demodulorausgang
20	Eingang des AM-ZF-Teils
21	Abblockkondensator
22	stabilisierte Spannung

### Kurzcharakteristik

- Die IS A 4100 D enthält eine komplette AM-Empfängerschaltung für Eingangsfrequenzen bis 30 MHz und einen davon völlig getrennten FM-ZF-Verstärker mit Demodulator, Feldstärkeindikator und AFC-Gegentakstromausgang.
- Die integrierte Schaltung befindet sich in einem 22poligen DIL-Plastgehäuse mit 10 mm Reihenabstand nach TGL 26 713.
- Der Hersteller selektiert den Amateurtyp A 4100 D S1. Aus den Tabellen sind die Abweichungen zum Industriotyp ersichtlich.
- EVP des A 4100 D : 15,00 M (1/88)
- EVP des A 4100 D S1: 4,50 M

### Grenzwerte

Parameter	Kurzzeichen	max.
Betriebsspannung AM-Teil	$U_{CC}$ [V]	16,5
Betriebsspannung FM-Teil	$U_{CC}$ [V]	16,5
Strom aus Pin 22	$-I_{22}$ [mA]	1
Strom aus Pin 15	$-I_{15}$ [mA]	1,5

### Betriebsbedingungen

Parameter	Kurzzeichen	min.	max.
Betriebsspannung AM-Teil	$U_{CC}$ [V]	4,5	15
Betriebsspannung FM-Teil	$U_{CC}$ [V]	4,5	15
AM-Eingangsfrequenz	$f_i$ [MHz]	0,1	30
Oszillatorfrequenz	$f_{OSZ}$ [MHz]	0,5	30
AM-ZF-Frequenz	$f_{ZF}$ [MHz]	0,2	0,7
FM-ZF-Frequenz	$f_{ZF}$ [MHz]	0	15
Umgebungstemperatur	$\theta_a$ [°C]	-10	70

### FM-Kennwerte (Meßschaltung nach Bild 13 bei $U_{CC} = 10$ V)

Parameter (Bedingungen)	Kurzzeichen	min.	typ.	max.
Stromaufnahme ( $U_i = 0$ )	$I_{CC}$ [mA]		9,5	(14)
NF-Ausgangsspannung ( $U_i = 10$ mV; $\Delta f = 75$ kHz)	$U_{NF}$ [mV]	(300)	470	
NF-Klirrfaktor ( $U_i = 10$ mV; $\Delta f = 75$ kHz)	$k_{NF}$ [%]		0,8	2 (3)
Begrenzungseinsatz ( $\Delta NF = -3$ dB)	$U_{IT}$ [ $\mu$ V]		26	50
AM-Unterdrückung ( $m = 0,3$ ; $\Delta f = 75$ kHz)	$a_{AM}$ [dB]	55 (40)	63	
Störabstand ( $U_i = 10$ mV; $\Delta f = 22,5$ kHz)	$\frac{S}{S+N}$ [dB]		77	
Anzeigespannung ( $U_i = 10$ mV)	$U_{15}$ [V]		2,3	
maximal entnehmbarer AFC-Strom ( $\Delta f = \pm 400$ kHz)	$ I_{AFC} $ [ $\mu$ A]		145	
NF-Innenwiderstand	$R_{ONF}$ [ $\Omega$ ]		180	

(Klammerwerte gelten für den Amateurtyp A 4100 D S1)

### Besondere Merkmale

- eigengeregelte rauscharme HF-Vorstufe mit einstellbarem Regeleinsetzungspunkt;
- Ausgang für AM-Oszillatorfrequenz;
- intern rückgekoppelter AM-Oszillator mit Amplitudenregelung;
- kapazitätsdiodengekoppelter AM-ZF-Verstärker;
- interner AM-Demodulator mit aktivem NF-Tiefpaß;
- gemeinsamer Feldstärkeindikatorausgang für AM- und FM-Betrieb
- Betriebsartenumschaltung über die Versorgungsspannung;
- symmetrischer begrenzender sechsstufiger FM-ZF-Verstärker mit integrierten Koppelkapazitäten für den Phasenschieberkreis.

### Vorzugsanwendungen

- Einsatz in AM/FM-Koffer- und Heimrundfunkempfängern

### Nebenanwendungen

- Schaltungen, die den parallelen Betrieb des AM- und FM-Teils erfordern;
- Einsatz in Schmalbandempfängern mit Oszillatorfremdeinspeisung;
- Verwendung des HF-Teils als eigengeregelter Breitband- oder Selektivverstärker.

### Vergleichstyp

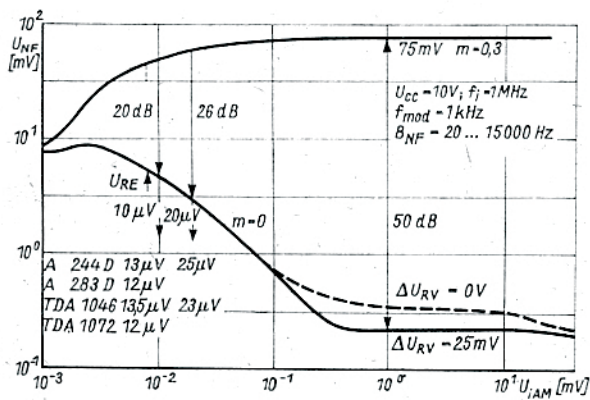
- Der Schaltkreis ist pinkompatibel mit dem TDA 4100 von Siemens.

# AM-Kennwerte (Meßschaltung nach Bild 13 bei $U_{CC} = 10\text{ V}$ )

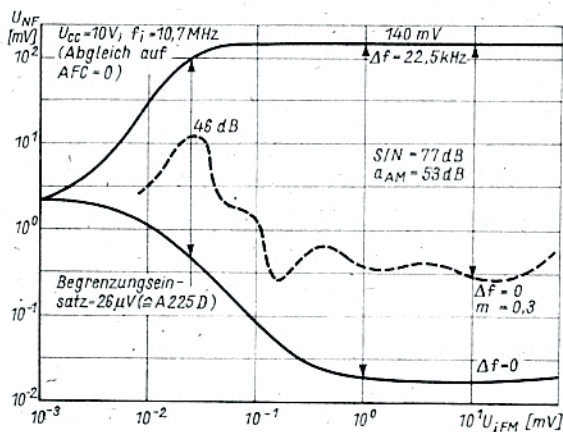
Parameter (Bedingungen)	Kurzzeichen	min.	typ.	max.	HF-Teil
Stromaufnahme ( $U_i = 0$ )	$I_{CC}$ [mA]		14	20	Eingangswiderstand 2 k $\Omega$
NF-Ausgangsspannung ( $U_i = 20\ \mu\text{V}$ ; $m = 0,3$ )	$U_{NF}$ [mV]	30 (20)	55		Mischsteilheit 18 mS
( $U_i = 10\text{ mV}$ ; $m = 0,3$ )			71	130 (150)	Oszillatorspannung an Pin 2 200 mV
NF-Klirrfaktor ( $U_i = 10\text{ mV}$ ; $m = 0,3$ )	$k_{NF}$ [%]		1,4		Oszillatorausgangsspannung an Pin 3 250 mV
( $U_i = 10\text{ mV}$ ; $m = 0,8$ )			2,5	4,5 (7)	HF-Bandbreite (-9dB) 30 MHz
( $U_i = 100\text{ mV}$ ; $m = 0,8$ )			2,5	10 (12)	Regelumfang $\approx 45\text{ dB}$
Störabstand	$\frac{S}{S+N}$ [dB]				ZF-Durchschlagfestigkeit ( $U_i = 20\ \mu\text{V}$ ) 36 dB
( $U_i = 10\ \mu\text{V}$ ; $m = 0,3$ )			20		ZF-Teil
( $U_i = 20\ \mu\text{V}$ ; $m = 0,3$ )		20 (15)	25,5		Eingangswiderstand 2,5 k $\Omega$
Regeleinsatzpunkt ( $\Delta\text{HF}/\Delta\text{NF} = 10\text{ dB}/3\text{ dB}$ )	$U_{RE}$ [ $\mu\text{V}$ ]		8		Regeleinsatzpunkt 50 $\mu\text{V}$
Regelumfang ( $\Delta\text{NF} = +6\text{ dB}$ )	$\Delta V_U$ [dB]		86		Regelumfang 49 dB
max. Eingangsspannung ( $k_{NF} = 10\%$ ; $m = 0,8$ )	$U_{i\text{max}}$ [mV]		135		max. Eingangsspannung 32 mV
Anzeigespannung ( $R_{L15} = 3,3\text{ k}$ ; $U_i = 10\text{ mV}$ )	$U_{15}$ [V]		2,4		Demodulationsbandbreite 7 kHz
					NF-Innenwiderstand $\approx 0,27\text{ k}\Omega$

(Klammerwerte gelten für den Amateurstyp A 4100 D S1)

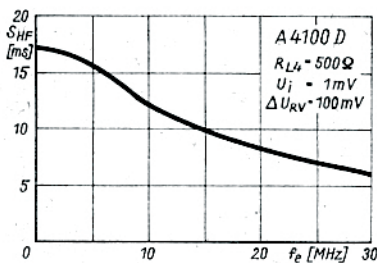
## Kennlinien



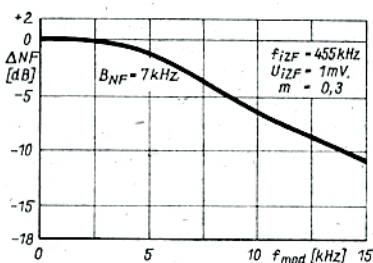
**Bild 2:** NF-Ausgangsspannung und Störabstand als Funktion der HF-Eingangsspannung bei AM-Betrieb mit Vergleichsdaten anderer AM-Empfänger-IS



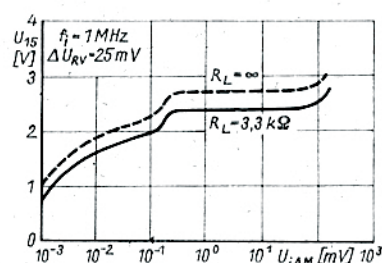
**Bild 3:** NF-Ausgangsspannung, AM-Unterdrückung und NF-Störabstand als Funktion der ZF-Eingangsspannung bei FM-Betrieb



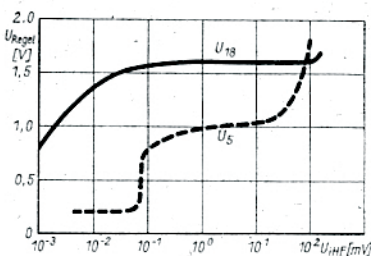
**Bild 4:** Abhängigkeit der Mischsteilheit des AM-HF-Teils von der Eingangsfrequenz



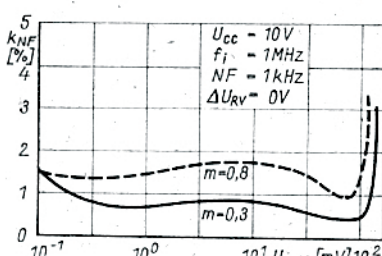
**Bild 5:** AM-Demodulationsfrequenz, der sich durch den integrierten NF-Tiefpaß ergibt



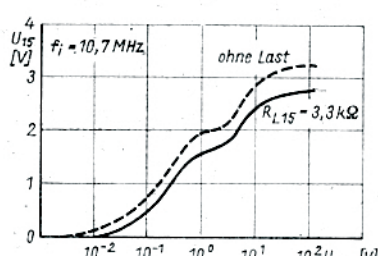
**Bild 6:** Spannung am Ausgang für den Feldstärkeindikator in Abhängigkeit von der HF-Eingangsspannung bei AM-Betrieb



**Bild 7:** HF- und ZF-Regelspannung als Funktion der Eingangsspannung bei AM-Betrieb ( $\Delta U_{RV} \approx 6\text{ mV}$ )



**Bild 8:** NF-Klirrfaktor als Funktion der AM-HF-Eingangsspannung bei unterschiedlichen Modulationsgraden



**Bild 9:** Spannung am Ausgang des Feldstärkeindikators als Funktion der FM-ZF-Eingangsspannung

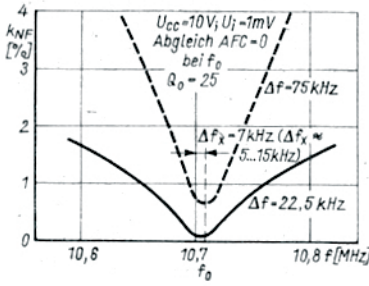


Bild 10: NF-Klirrfaktor des FM-Demodulators bei Verwendung eines Einzelkreis-Phasenschiebers (Bild 13)

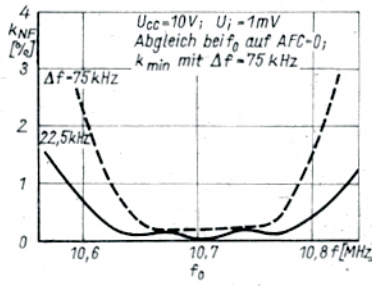


Bild 11: NF-Klirrfaktor des FM-Demodulators bei Verwendung eines Bandfilter-Phasenschiebers (Bild 18)

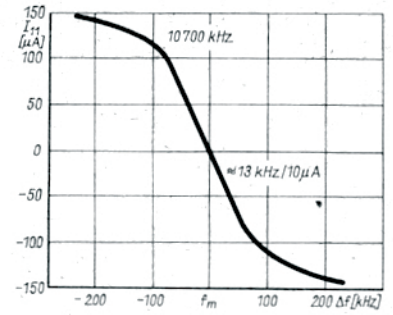
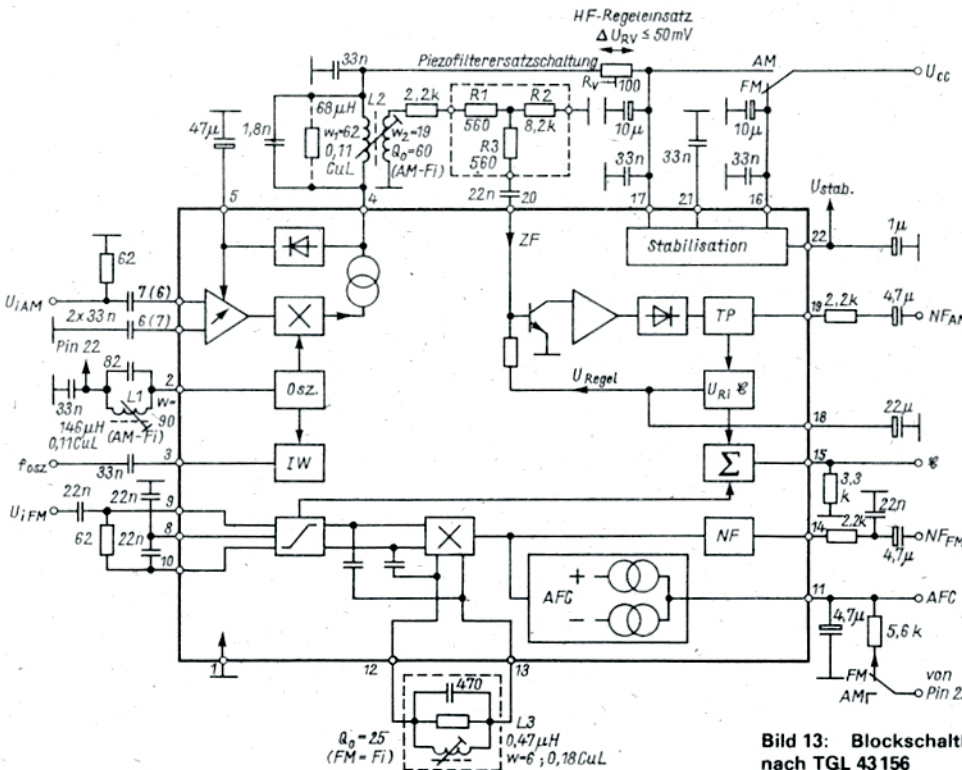


Bild 12: AFC-Ausgangsstrom als Funktion der Frequenzablage des FM-Signals von der Demodulatoremittelfrequenz

Meßschaltung nach TGL 43 156



Gleichspannungspegel an den Pins bei AM- und FM-Betrieb in V

Pin	AM	FM
1	0	0
2	2,8	0
3	1,3	0
4	$U_{CC} - \Delta U_{RV}$	0
5	0...1,2	0
6	1,25	0
7	1,25	0
8	0	1,58
9	0	1,58
10	0	1,58
11	0	$U_{Ref}$
12	0	2,73
13	0	2,73
14	0	1,9
15	0...3	0...3
16	0	$U_{CC}$
17	$U_{CC}$	0
18	0,7...1,6	0
19	1,3	0
20	0,65	0
21	3,6	0
22	2,8	0

Bild 13: Blockschaltbild und Meßschaltung nach TGL 43 156

Beschaltungsvarianten

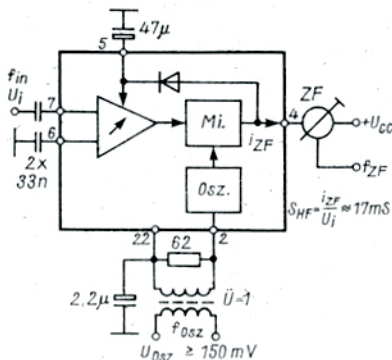


Bild 14: Schaltungsvariante zur Einspeisung eines extern erzeugten Oszillator-signals bei AM-Betrieb

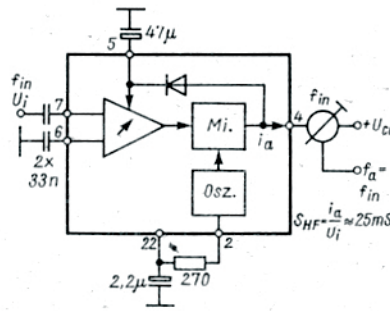


Bild 15: Beschaltung des AM-HF-Teils für Linearbetrieb

Bild 16: Realisierung eines 27,12-MHz-Quarzoszillators (r. o.)

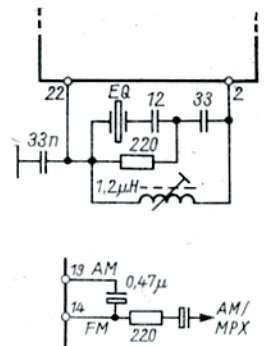


Bild 17: Zusammenschaltung von AM-NF- und FM-NF-Ausgang

## Applikationshinweise

### Allgemeines:

- Die Leiterplatte ist so zu gestalten, daß größtmögliche Masseflächen vorhanden sind.
- Es ist vorteilhaft, die Betriebsspannung mit etwa 33 nF und 10 µF gegen Masse abzublenden.
- Um bei AM-Betrieb Störströme in der IS zu vermeiden, sollte man die Referenzspannung für den AFC-Arbeitswiderstand an Pin 11 abschalten.
- Der Signalfluß auf der Leiterplatte sollte bei FM-Betrieb günstigerweise „quer“ zur IS verlaufen.
- Bedingt durch die Breitbandigkeit des AM-ZF-Verstärkers kann es zu Einstrahlungen starker LW- und MW-Sender kommen. Es ist daher günstig, die A 4100 D-Schaltung mit einer Abschirmung zu versehen.
- Der gleichzeitige Betrieb von AM- und FM-Teil ist erlaubt.
- Wenn das FM-ZF-Teil zur AM-AFC-Gewinnung verwendet wird, ist mit starken Störungen im unteren AM-Bereich zu rechnen.
- Die NF-Ausgänge von AM- und FM-Teil lassen sich im Bedarfsfall in der in Bild 17 gezeigten Weise zusammenschalten.

### AM-Teil:

- Beide HF-Eingänge (Pin 6 und 7) sind gleichberechtigt und können auch symmetrisch angesteuert werden.
- Die Lastimpedanz am Mischerausgang (Pin 4) sollte bei 10 bis 15 kΩ liegen.
- Das Übersetzungsverhältnis des ZF-Filters ist so zu wählen, daß die HF-Spannungsverstärkung von Pin 6 (7) nach Pin 20 etwa 20 bis 25 dB beträgt.
- Der Generatorwiderstand für den

ZF-Verstärker sollte 1 kΩ nicht unterschreiten.

- Der Mischerausgang (Pin 4) muß seine Betriebsspannung wegen eventueller Offsetschwankungen im Regelverstärker unbedingt über einen (möglichst einstellbaren) Widerstand  $R_V$  erhalten. Als einzustellender Spannungsabfall über  $R_V$  werden 5 bis 25 mV empfohlen, womit sich ein Regeleinsatzpunkt des HF-Teiles  $U_{REHF} = 100$  bis 200 µV ergibt ( $U_5 \approx 0,7$  V).
- Eine Widerstandskopplung am Mischerausgang, beispielsweise zum Anschluß von Piezofiltern, ist wegen der Art der Regelspannungsgewinnung nicht möglich.
- Der die Zeitkonstante der HF-Regelung bestimmende Siebkondensator an Pin 5 sollte  $\geq 22$  µF sein.
- Pin 22 ist der Betriebsspannungsanschluß für die Oszillatorschaltung.
- Zur Unterdrückung parasitärer Oszillatorschwingungen kann man in Reihe zu Pin 2 einen niederohmigen Dämpfungswiderstand (etwa 47 Ω) oder eine Ferritperle schalten.
- Am Oszillatorkreis (Pin 3), an den Frequenzmeß- und PLL-Schaltungen angeschlossen werden können, sind kapazitive Belastungen zu vermeiden. Bei höheren Oszillatorkonstanten ist eine Emitterfolgerstufe nachzuschalten.
- Eine interne Regelung stabilisiert die Oszillatoramplitude auf 200 mV und hält somit die Oszillatorstrahlung eines Empfängers gering. Darüberhinaus wird dadurch der Anschluß unangezapfter Schwingkreise (Bilder 13 und 18) in einem weiten Impedanzbereich möglich.
- Beim Einsatz der IS mit Oszillatorfremdeinspeisung (Bild 14) muß der interne Oszillator an Pin 2 breitbandig niederohmig abgeschlossen sein, damit keine Störschwingungen ent-

stehen können.

- Im LW- und MW-Bereich kommt es zu Oszillatoreinstreuungen in den ZF-Verstärker, so daß auch bei  $U_i = 0$  eine Feldstärkeanzeige erfolgen kann.
- Mittels eines Widerstandes von Pin 20 nach Masse ist eine Vorabregelung des ZF-Verstärkers und damit die Einstellung der Gesamtverstärkung möglich.
- Die AM-Demodulationsbandbreite ist durch einen integrierten aktiven NF-Tiefpaß auf etwa 6,5 kHz begrenzt.
- Bei der Anwendung der IS als eigen geregelter Verstärker (Linearbetrieb des HF-Teils nach Bild 15) kippt der Oszillator durch die interne Rückkopplung in Verbindung mit dem Widerstand R in eine stabile Lage, das Eingangssignal wird mit der Oszillatorfrequenz „0 Hz“ multipliziert. Der Steilheitsabfall beträgt bei 30 MHz etwa 9 dB.

### FM-Teil:

- Zur Gewährleistung eines günstigen Demodulationsklirrfaktors sollte die Güte Q des Phasenschieberkreises zwischen 20 und 30 liegen.
  - Eine Verringerung des Klirrfaktors ist mit einer Bandfilterbeschaltung an den Pins 12 und 13 erreichbar (Bilder 11 und 12).
  - Die AFC-Steilheit ist mit dem Arbeitswiderstand an Pin 11 einstellbar. Der AFC-Spannungsbereich liegt zwischen 1,2 V und  $U_{CC} - 1,2$  V.
  - Die Siebkapazität an Pin 11 soll mindestens 2,2 µF betragen.
  - Bei niedrigen FM-ZF-Frequenzen muß der Phasenschieberkreis wegen der integrierten Koppelkapazitäten sehr hochohmig ausgelegt sein.
- Dipl.-Ing. H. Jüngling  
VEB Halbleiterwerk Frankfurt (O.)

## Applikationsschaltung

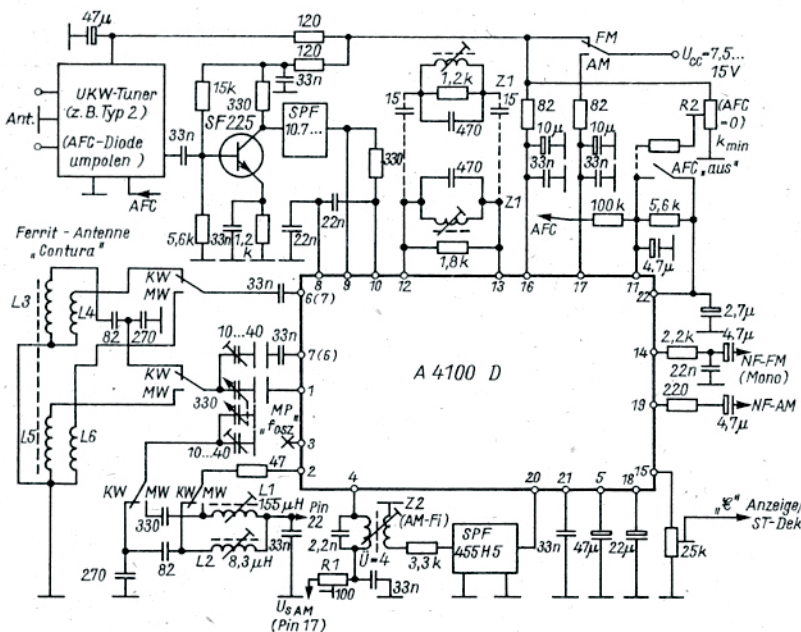


Bild 18: Einsatzschaltung für die Wellenbereiche UKW, KW (49-m-Band) und MW (AM-Regelumfang etwa 80 dB, FM-Begrenzungseinsatz etwa 0,6 µV an 60 Ω)

### Literatur

- Jüngling, H.: AM-FM-Empfängerschaltkreis A 4100 D, rfe 35 (1986), H. 3, S. 149
- Dietze, A.; Kriedt, H.: AM-FM-Empfängerbaustein TDA 4100, Funktechnik 37 (1982), H. 5, S. 197
- Jüngling, H.: Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten der AM-Empfängerschaltung A 244 D, rfe 27 (1978), H. 4, S. 212
- Gutsche, B.: A 225 D - FM-ZF-Verstärker, Reihe Mikroelektronik - Information - Applikation, H. 24, Frankfurt (Oder) 1985
- Jüngling, H.; Karrasch, P.: A 4100 D - AM-FM-Empfänger-IS und A 4510 D - PLL-Stereodekoder-IS - Empfängerkonzept, Reihe Mikroelektronik - Information - Applikation, H. 39, Frankfurt (Oder) 1987