

Typ	Bestellnummer	Gehäuse
□ TBB 042 G	Q67000-A8059	P-D50-14 (SMD)

Der TBB 042 G ist ein symmetrischer Mischer für Frequenzen bis 200 MHz. Er kann fremdgesteuert oder mit internem Oszillator betrieben werden.

Sein Anwendungsgebiet ist der übliche Mischbetrieb in Empfängern, Umsetzern und Demodulatoren für AM- und FM-Signale.

- Großer Speisespannungsbereich
- Geringe Außenbeschaltung
- Große Mischsteilheit
- Hohe Signalfestigkeit
- Geringes Rauschen

Grenzdaten

Bezeichnung	Symbol	Werte	Einheit
Speisespannung	U_S	15	V
Sperrschichttemperatur	T_j	150	°C
Lagertemperatur	T_{stg}	-40 bis 125	°C
Wärmewiderstand System-Umgebung	$R_{th, SU}$	125	K/W

Funktionsbereich

Speisespannung	U_S	4 bis 15	V
Umgebungstemperatur	T_U	-15 bis 70	°C

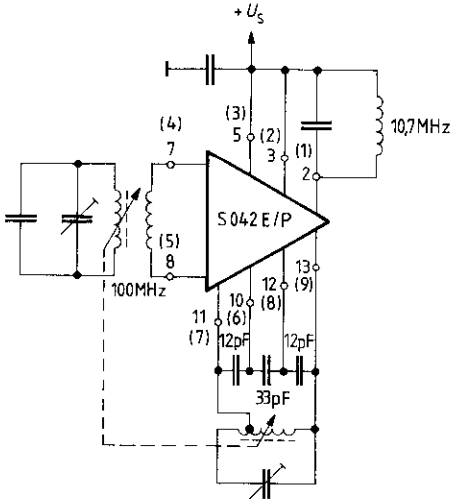
Kenndaten

$U_S = 12 \text{ V}, T_U = +25 \text{ °C}$

Bezeichnung	Symbol	min.	typ.	max.	Einheit
Stromaufnahme	$I_S = I_2 + I_3 + I_4$	1,4	2,15	2,9	mA
Ausgangsstrom	$I_2 = I_3$	0,36	0,52	0,68	mA
Ausgangsstromdifferenz	$I_3 - I_2$	-60		60	µA
Versorgungsstrom	I_4	0,7	1,1	1,6	mA
Leistungsverstärkung $f_e = 100 \text{ MHz}, f_{OSZ} = 110,7 \text{ MHz}$	V_p	14	16,5		dB
Durchbruchspannung $I_{2,3} = 10 \text{ mA}; U_{7,8} = 0 \text{ V}$	U_2, U_3	25			V
Ausgangskapazität	C_{2-M}, C_{3-M}		6		pF
Misch-Steilheit $f = 455 \text{ kHz}$	$S = \frac{I_2}{U_6 - U_7} = \frac{I_3}{U_6 - U_7}$		5		mS
Rauschzahl	F		7		dB

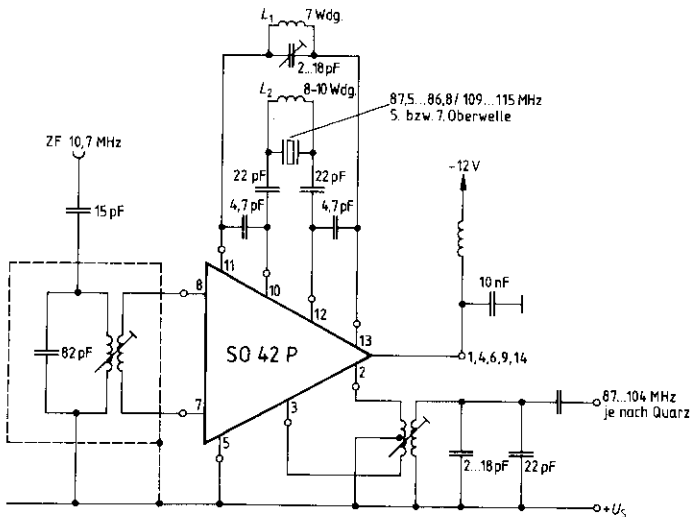
Anwendungsschaltungen

UKW-Mischer mit induktiver Abstimmung



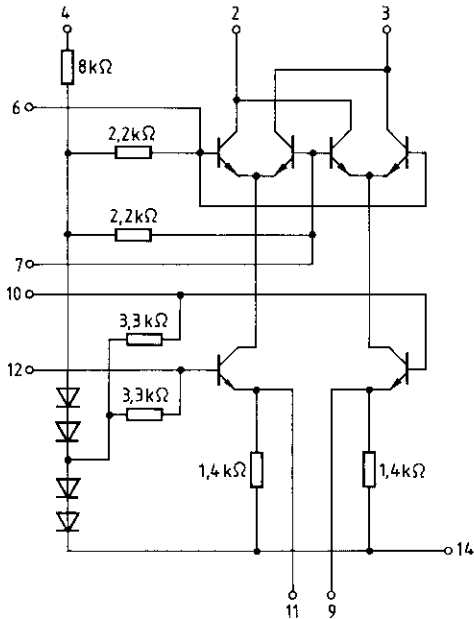
Anschlüsse in Klammern gelten für S042E

UKW-Mischer mit Quarz-Oszillator



Bei Oberton-Quarzen empfiehlt sich eine entsprechende Induktivität zwischen Anschluß 10 und 12, die Schwingungen auf dem Grundton verhindert

Schaltbild

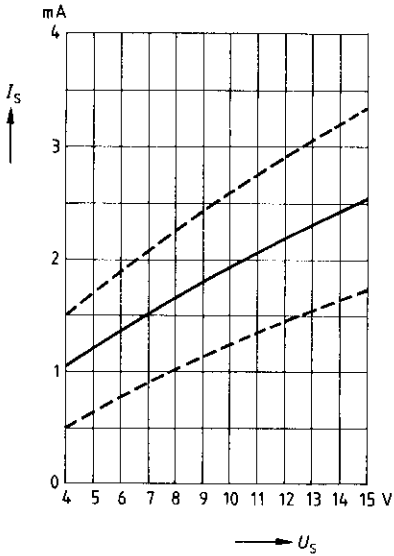


Die Anschlüsse 1, 5, 8, 13 sind mit 14 (Masse) zu verbinden, um optimale HF-Eigenschaften zu erreichen.

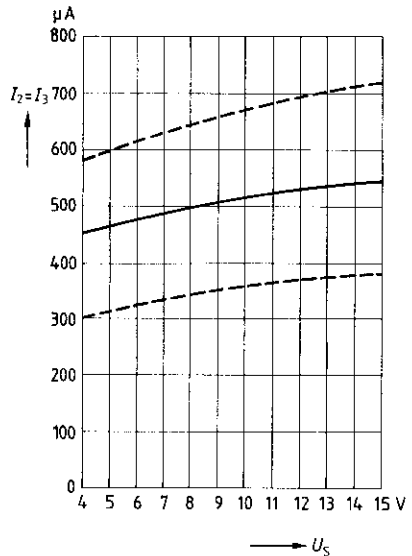
Eine galvanische Verbindung zwischen Anschluß 6 und 7 bzw. 10 und 12 über Koppelwicklungen wird empfohlen.

Zwischen Anschluß 9 gegen 14 (Masse) und 11 gegen 14 darf je ein Widerstand von wenigstens 220Ω geschaltet werden, der die Ströme und damit die Steilheit erhöht. Die Anschlüsse 9 und 11 dürfen über eine beliebige Impedanz verbunden werden. Sind 9 und 11 direkt verbunden, darf der Widerstand von dieser Verbindung nach 14 minimal 100Ω betragen. Je nach Aufbau kann ein Kondensator (10 bis 50 pF) zwischen Anschluß 6 und 7 erforderlich sein, um Schwingungen im VHF-Bereich zu unterbinden.

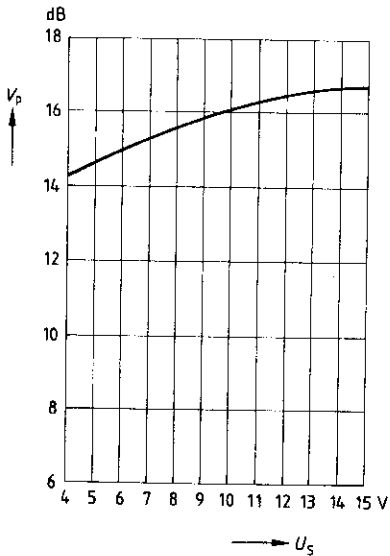
Gesamtstromaufnahme
 $I_S = f(U_S)$



Ausgangsstrom
 $I_2 = I_3 = f(U_S)$



Leistungsverstärkung
 $V_P = f(U_S)$



Typ	Bestellnummer	Gehäuse
TBB 204 G	Q67000-A8213	P-DSO-14 (SMD)

Der Schaltkreis, bestehend aus einer Mischer-schaltung, einem symmetrischen HF-Oszillator und einem Oszillator-Mischer-Trennverstärker, und ist im Frequenzbereich 10 MHz – 1,1 GHz einsetzbar.

Mischer und Oszillator werden durch den Trennverstärker optimal voneinander entkoppelt. Die erforderlichen Ströme für den Mischer und Oszillator können für jeden Anwendungsfall durch externe Widerstände eingestellt werden.

Somit eignet sich der Baustein als universeller Aufwärts- bzw. Abwärtsmischer z. B. in Funk- und Meßgeräten. Geeignet ist der Baustein auch für Anwendungen, bei denen nur der Mischerteil oder nur der Oszillorteil verwendet werden soll.

Schaltungsbeschreibung

Mischerschaltung

Der IC enthält einen multiplikativen Single-Balanced-Mischer, dessen Eingangsstufe wahlweise in Basis- oder Emitterschaltung beschaltbar ist. Emitter und Basis des Mischereingangstransistors sind extern zugänglich.

Um einen niederohmigen Mischereingang zu erhalten, wird das Eingangssignal am Emitter des Eingangstransistors eingespeist und die Basis extern gegen Masse abgeblockt. Benutzt man die Basis des Transistors als Eingang, so ist der Mischereingang hochohmiger. Man hat dann die Möglichkeit, über eine externe vom Emitter nach Masse geschaltete RC-Reihenschaltung, die Mischerverstärkung in einem bestimmten Bereich zu variieren.

Der Mischerstrom ist intern auf 1 mA eingestellt und kann durch einen externen Widerstand von Anschluß 2, bzw. vom Emitter des Eingangstransistors, nach Masse erhöht werden. Somit hat der Anwender die Möglichkeit, Verstärkung, Rauschen und Linearität des Mixers für seinen speziellen Anwendungsfall zu optimieren.

Der Open-Kollektor-Ausgang des Mixers ist symmetrisch. Mischer- und Trennverstärkerteil haben gemeinsame Anschlußpins für Masse und Versorgungsspannung.

Der symmetrische Oszillatoreingang des Mixers ist zwischen den Anschlüssen 9, 10 direkt zugänglich. Mit Hilfe einer externen Induktivität zwischen den Anschlüssen 9, 10, kann die Eingangskapazität des Mixers kompensiert und auf diese Weise seine Eigenschaften bei hohen Frequenzen verbessert werden.

Soll nur der Oszillorteil des Bausteins genutzt werden, so kann man den Mischerteil als Treiberverstärker für einen Frequenzteiler verwenden.

Oszillatorteil

Der Oszillator ist als symmetrische Colpitts-Schaltung ausgeführt. An den Anschlüssen 4-7 sind die Anschlüsse der Oszillatortransistoren verfügbar. Je nach Außenbeschaltung ist der Oszillator im Frequenzbereich 0.01-1.1 GHz einsetzbar. Bei hohen Frequenzen können die Kapazitäten zwischen den Anschlüssen 4-7 unter Umständen entfallen, da diese durch die parasitären Kapazitäten zwischen den Anschlüssen bereits vorhanden sind. Wegen der guten Transistoreigenschaften wird die maximale Schwingfrequenz durch die parasitären Kapazitäten und Induktivitäten des Gehäuses festgelegt und der Störphasenhub von der Kreisgüte des Oszillatorschwingkreises bestimmt.

Die Steilheit des Oszillatorverstärkers ist für niedrige Schwingfrequenzen ausgelegt. Für höhere Schwingfrequenzen kann der Oszillatorstrom und damit die Steilheit durch externe Widerstände von Anschluß 5,6 nach Masse erhöht werden. (interner Strom $2 \times 0.5 \text{ mA}$)

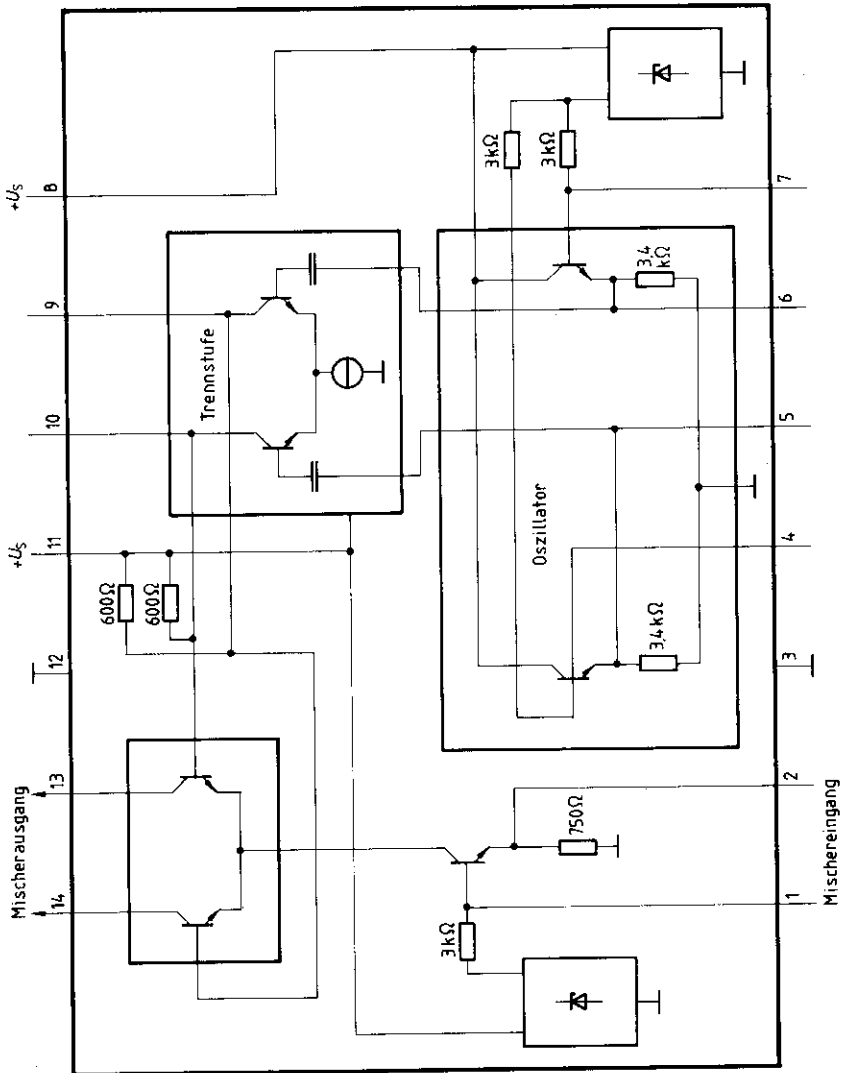
Um Rückwirkungen vom Mischer auf den Oszillator möglichst gering zu halten, sind beide Schaltungsteile durch einen Trennverstärker voneinander getrennt. Auch im Layout ist auf größtmögliche Isolation der beiden Schaltungsteile geachtet worden.

Sollte bei hohen Frequenzen der interne Trennverstärker den Oszillatorteil nicht mehr genügend vom Mischerteil entkoppeln, so kann der Oszillatorverstärker als Trennstufe für ein extern erzeugtes Oszillatorsignal genutzt werden. Legt man Anschluß 8 auf Masse, so nimmt der Oszillatorteil keinen Strom auf. Die Oszillatorsignaleinkopplung muß dann an Anschlüsse 5 und 6 erfolgen. Bei unsymmetrischer Einkopplung ist der unbenutzte Anschluß an Masse zu legen. Das Oszillatorsignal kann für einen Frequenzteiler über den Mischerteil (Anschluß 13, 14) oder über den Trennverstärker (Anschluß 9,10), je nach Anwendungsschaltung, ausgekoppelt werden.

Anschlußbelegung

Anschluß	Funktion
1	Basis des Mischereingangstransistors (hochohmiger Mischereingang)
2	Emitter des Mischereingangstransistors (niederohmiger Mischereingang)
3	Masse für den Oszillator
4	hochohmiger Eingang des Oszillatoreingangs
5	niederohmiger Ausgang des Oszillatoreingangs
6	niederohmiger Ausgang des Oszillatoreingangs
7	hochohmiger Eingang des Oszillatoreingangs
8	Betriebsspannung für den Oszillator
9	Symmetrischer Oszillatoreingang des Mixers
10	Symmetrischer Oszillatoreingang des Mixers
11	Betriebsspannung für den Mischer und den Trennverstärker
12	Masse für den Trennverstärker und Mischer
13	Symmetrischer Mischerausgang
14	Symmetrischer Mischerausgang

Blockschaltbild



Beschreibung der Anschlüsse

Anschluß	Funktion
1	Hochohmiger unsymmetrischer Eingang des Mixers. Mit Hilfe einer RC-Reihenschaltung von Anschluß 2 nach Masse läßt sich die Mixer-Verstärkung und Linearität erhöhen.
2	Niederohmiger unsymmetrischer Eingang des Mixers. Durch einen externen Widerstand von Anschluß 2 nach Masse kann der Mixerstrom erhöht werden.
5, 6	Über externe Widerstände von Anschluß 5, 6 nach Masse kann der Oszillatorstrom und damit die Steilheit des Oszillatorverstärkers erhöht werden.
3	Masse für den Oszillator.
4, 7	Über externe Widerstände von Anschluß 4, 7, nach Masse kann der Oszillatorstrom und damit die Steilheit des Oszillatorverstärkers reduziert werden. (Bei $U_s = 5\text{ V}$)
8, 11	Anschlußpins für die Versorgungsspannungen vom Mixer- bzw. Oszillatorteil
9, 10	Durch eine externe Induktivität, zwischen Anschluß 9, 10, können die parasitären Kapazitäten des Mischereingangs sowie andere interne und externe Kapazitäten kompensiert werden. Dadurch kann das Schaltverhalten der Mixertransistoren deutlich verbessert werden.
12	Masse für den Trennverstärker und Mixer.
13, 14	Open-Kollektor-Ausgang des Mixers.

Grenzdaten $T_U = -40^\circ\text{C}$ bis $+85^\circ\text{C}$

Bezeichnung	Symbol	min.	max.	Einheit
Versorgungsspannung (Anschluß 8 bzw. Anschluß 11)	U_S	-0,3	7	V
Spannung an Anschluß 13 bzw. Anschluß 14 AC-Spannung zwischen Anschluß 5,3 bzw. Anschluß 6,3, wenn $U_B = 0\text{ V}$	$U_{13,14}$ $U_{AC5,3}$	-0,3	7 500	V mV _{eff}
Strom aus Anschluß 2 $U_{11} = 5\text{ V}$	I_2		8	mA
Strom aus Anschluß 5 bzw. Anschluß 6 $U_B = 5\text{ V}$	I_5, I_6		8	mA
Sperrschichttemperatur	T_J		125	$^\circ\text{C}$
Lagertemperatur	T_{stg}	-55	125	$^\circ\text{C}$
Wärmewiderstand System-Umgebung	R_{thSU}		125	K/W

Funktionsbereich

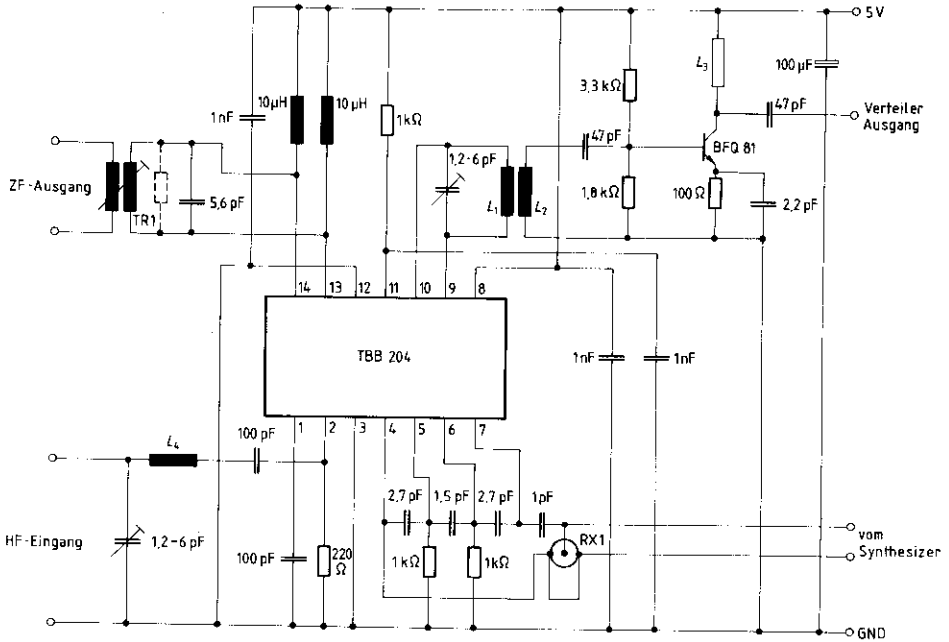
Versorgungsspannung	U_S 8, 11	3	6,5	V
Umgebungstemperatur	T_U	-40	85	$^\circ\text{C}$
Strom aus Anschluß 4 bzw. Anschluß 7	I_4, I_7	$U_B = 3\text{ V}$ $U_B = 5\text{ V}$	10 550	μA μA
Eingangsfrequenz Anschluß 1,2	f_S	10	1000	MHz
Oszillatorfrequenz	f_{OSZ}	10	1100	MHz

Kenndaten

$T_U = 25^\circ\text{C}$

Bezeichnung	Symbol	Prüfbedingungen	Prüf-schltg.	min.	typ.	max.	Einheit
Stromaufnahme	I_B	$U_S = 3\text{ V}$		0,9	1,3	1,7	mA
	I_B	$U_S = 5\text{ V}$		1,4	2,1	2,7	mA
	I_{11}	$U_S = 3\text{ V}$		1,5	2,2	2,8	mA
	I_{11}	$U_S = 5\text{ V}$		2,1	3,0	3,9	mA
	$I_{13,14}$ $I_{13,14}$	$U_{13,14} = 3\text{ V}$ $U_{13,14} = 5\text{ V}$		0,7 0,75	1 1,1	1,3 1,45	mA mA
Spannung (DC)	U_1	$U_S = 3\text{ V}$			1,6		V
		$U_S = 5\text{ V}$			1,69		V
	U_2	$U_S = 3\text{ V}$			0,8		V
		$U_S = 5\text{ V}$			0,9		V
	$U_{9,10}$	$U_S = 3\text{ V}$			2,7		V
		$U_S = 5\text{ V}$			4,7		V
	$U_{4,7}$	$U_S = 3\text{ V}$			2,5		V
	$U_S = 5\text{ V}$			2,8		V	
$U_{5,6}$	$U_S = 3\text{ V}$			1,8		V	
	$U_S = 5\text{ V}$			2,1		V	
Osz.freq-bereich	f_{OSZ}	Osz.-Strom (Steilheit) durch externe Widerstände der Schwingfrequenz angepaßt, externer Schwingkreis ebenfalls der Schwingfrequenz angepaßt.		10		1100	MHz
Einschaltelaufdrift der Osz.-Frequenz	Δf_{OSZ}	$U_S = 5\text{ V}$ $f_{OSZ} = 1085\text{ MHz}$ TK-Wert des Kondensators im Osz. Kreis ist 0. Die Frequenzdrift ist nur auf die Eigenerwärmung des Bausteins bezogen. $t = 0,5\text{-}60\text{ s}$. Stromerhöhung durch externe Widerstände. $R_{5,6ex} = 1\text{ K}$	1		200		kHz
Oszillator-Rest-FM (Residual carrier FM)	Δf_{OSZeff}	$f_{OSZ} = 1085\text{ MHz}$, $U_S = 5\text{ V}$ Mischerteil wird als Auskoppelstufe für das Oszillatorsignal benutzt.	1		2,7		Hz
Mischerverstärkung	V_M	$U_{13,14} = 5\text{ V}$ $f_S = 913,5\text{ MHz}$ $R_x = 220\ \Omega$	3		16		dB
Mischerrauschen	F	$U_{13,14} = 5\text{ V}$ $f_S = 913,5\text{ MHz}$ $R_x = 210\ \Omega$	3		8		dB
Intercept point (third order)	IP	$U_{13,14} = 5\text{ V}$ $f_S = 913,5\text{ MHz}$ $R_x = 210\ \Omega$	7		2,5		dBm
Wirksamer Parallelwiderstand	R_{WP}	$U_{13,14} = 5\text{ V}$ $f = 45\text{ MHz}$	2		4		k Ω

Meßschaltung für wirksame Parallelwiderstands-Messung



L_1 1 Windung auf 2,5 mm CuL 0.5

L_2 3 Windungen auf 2,5 mm CuL 0.5

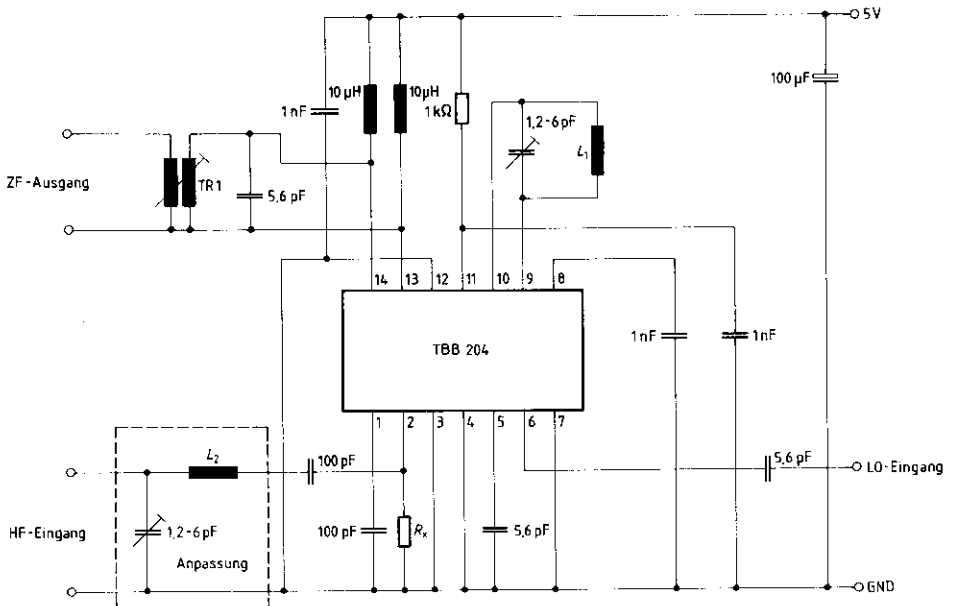
L_3 6 Windungen auf 2,5 mm CuL 0.5

L_4 5 mm 0,8 CuAg

TR1 Vogt 517 11 000 02 Pri 18Wdg - Sec 2Wdg CuL 0.08

RX1 1.15 GHz Keramik-Resonator

Meßschaltung für Verstärkungs-, Rausch- und Intercept-Point-Messung

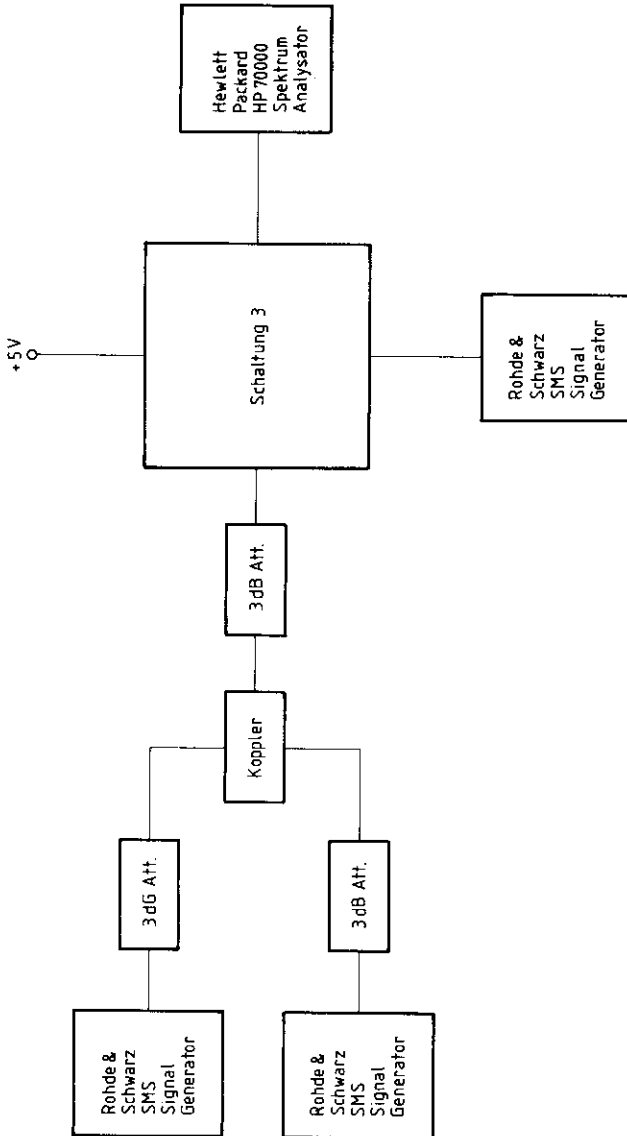


L_1 1 Windung auf 2,5 mm CuL 0.5

L_2 5 mm 0,8 CuAg

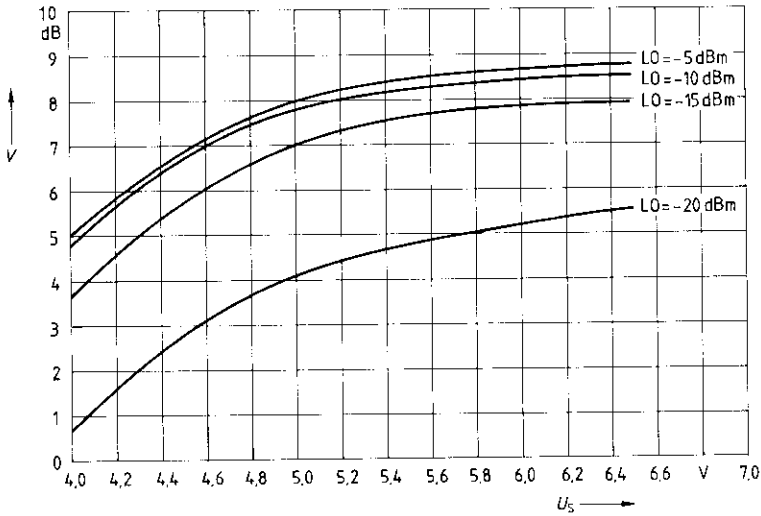
TR1 Vogt 5171100002 Pri 18Wdg - Sec 2Wdg CuL 0.08

Meßschaltung für Intercept Point-Messung

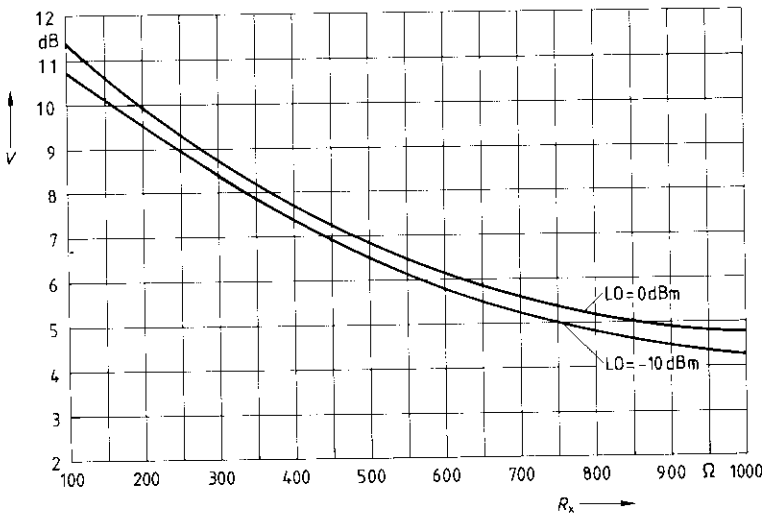


Diagramme

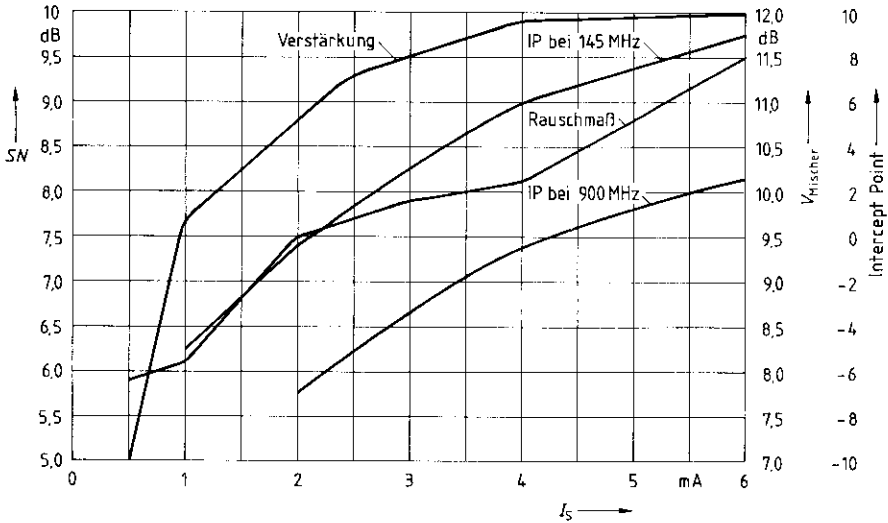
Verstärkung über U_S bei 950 MHz
 IF = 45 MHz



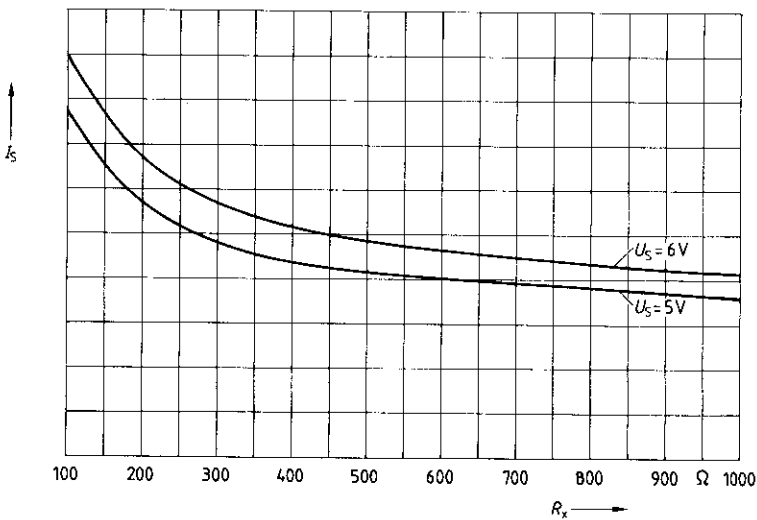
Verstärkung über R_x bei 950 MHz
 (paralleler Widerstand gegen Masse an Anschluß 2)
 ZF = 45 MHz



Rauschmaß, Intercept Point und Verstärkung über I_S
 ZF = 45 MHz

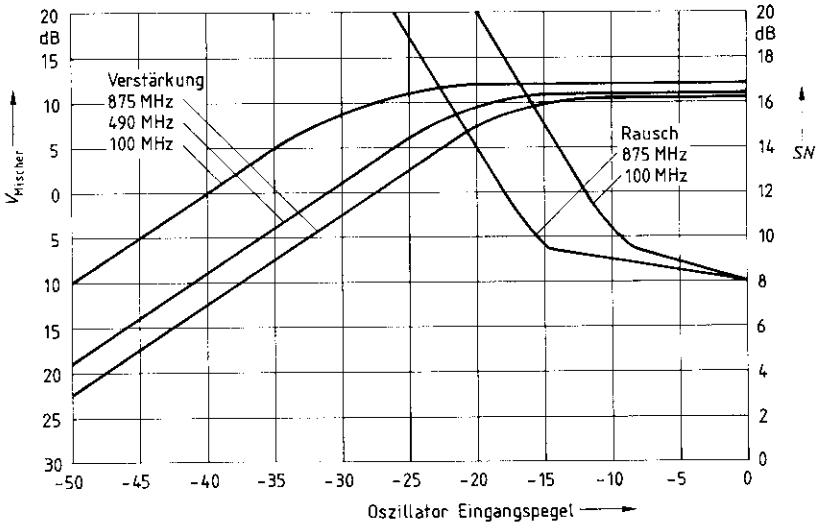


I_S über R_x

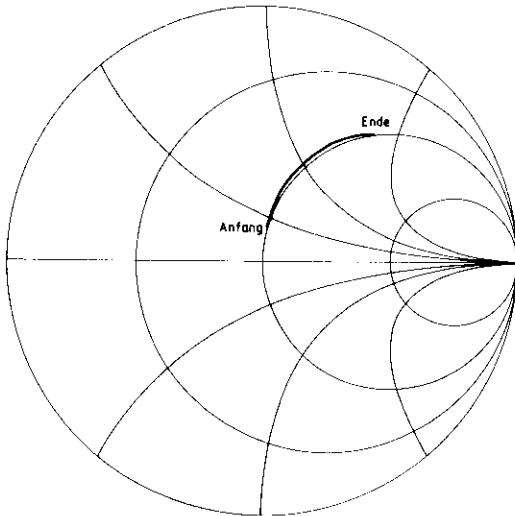


Rauschmaß und Verstärkung über Oszillator Eingangspegel

ZF = 45 MHz

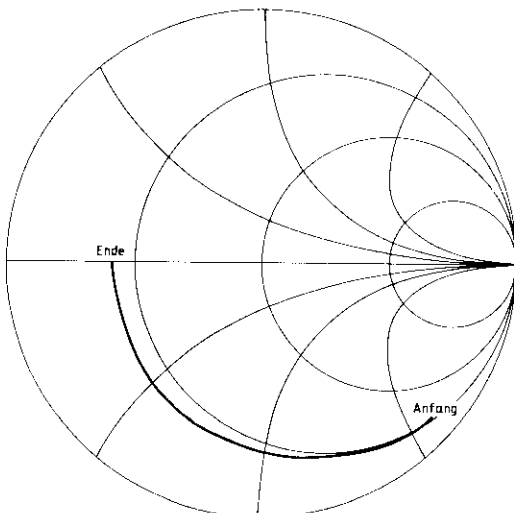


Eingangsimpedanz an Anschluß 1



Anfangsfrequenz 400 MHz: ohne R_x , Endfrequenz 1 GHz

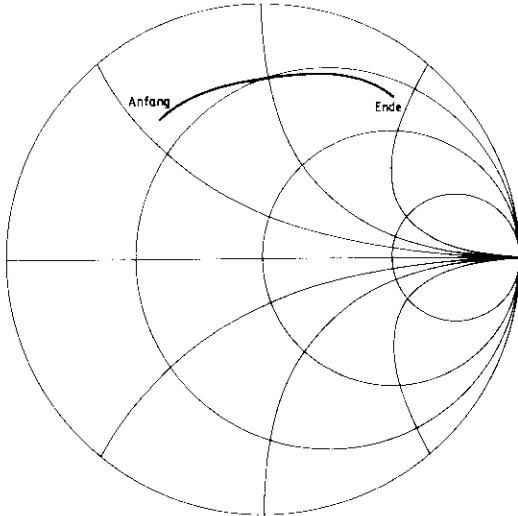
Eingangsimpedanz an Anschluß 2



Anfangsfrequenz 400 MHz: ohne R_x , Endfrequenz 1 GHz

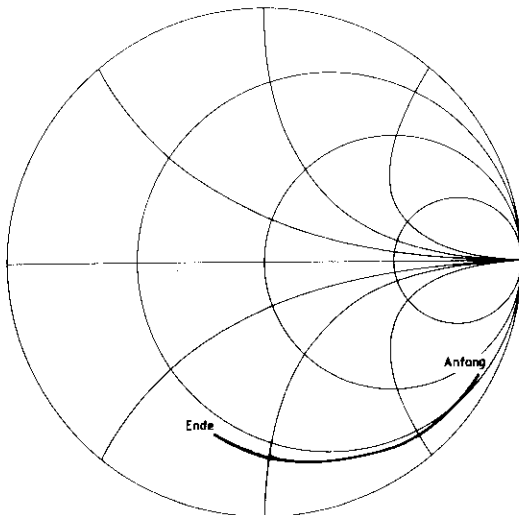
Eingangsimpedanz an Anschluß 2

$R_x = 220$



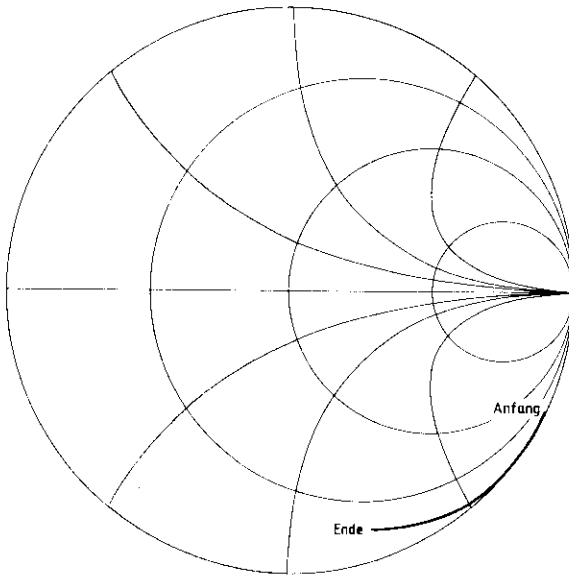
Anfangsfrequenz 400 MHz, Endfrequenz 1 GHz

Eingangsimpedanz an Anschluß 5 oder 6



Anfangsfrequenz 400 MHz, Endfrequenz 1 GHz

Eingangsimpedanz an Anschluß 4 oder 7



Anfangsfrequenz 400 MHz, Endfrequenz 1 GHz

Anwendungsbeispiele

Schaltung 1 zeigt ein komplettes Meß- und Empfangsmodul für den Bereich ab 900 MHz bestehend aus nachfolgenden Schaltungsteilen:

Schaltung 2: Oszillator-Mischer mit TBB 204

Schaltung 3: FM-Schmalband ZF-Verstärker und Demodulator mit TBB 2469

Schaltung 4: Synthesizer mit PLL TBB 200 und Vorteiler TBB 202

Das Modul ist prinzipiell für alle infrage kommenden Empfangsfrequenzen im Bereich von 0,3 bis 1 GHz geeignet. Die Eingangsfrequenz wird dabei im wesentlichen von der Schaltung 4 durch die Wahl des Resonators, der Koppelkondensatoren und dem Wert des Resonanzkreises L1/C1 bestimmt.

Nachfolgend eine kurze Beschreibung der wesentlichen Eigenschaften dieser Schaltungen:

Schaltung 2

TBB 204 UHF Mischer-Oszillator

In dieser Anwendung wird der TBB 204 als kombinierter Mischer-Oszillator benutzt. Die Frequenz des Oszillators ist abhängig vom Wert des Resonators und der Kondensatoren mit ihrem Anschluß an den IC und an die Varicap-Diod. Die eingegebenen Werte ergeben das optimale Ergebnis zwischen 913 und 914 MHz. Das Eingangssignal wird über einen Kondensator 100 pF am Eingang 2 des ICs eingespeist. Der Eingang ist als Basisschaltung ausgeführt. Das Eingangssignal wird mit dem Oszillatorsignal gemischt. Das entstehende erste ZF-Signal bei 45 MHz gelangt über den Übertrager von dem Mischerausgang an eine Quarzfilter. An der Spule zwischen 9 und 10 ICs steht das Ausgangssignal für die Ansteuerung des Synthesizers zur Verfügung. Dieses Signal wird mit einem Transistor auf den zur Ansteuerung des TBB 202 erforderlichen Signalpegel verstärkt.

Schaltung 3

TBB 2469 Schmalband-FM-Demodulator

Das 45 MHz ZF-Signal wird durch einen 4-poligen 45 MHz Quarzfilter übertragen, dadurch wird die Selektivität verbessert. In diesem Fall beträgt die Bandbreite 7,5 kHz. Um die Dämpfung des Filters zu kompensieren wird das ZF-Signal an einem Transistor verstärkt bevor es am Eingang des TBB 2469 angeschlossen wird. In dem TBB 2469 wird das Signal weiter verstärkt bevor es mit einem zweiten 45,455 MHz Oszillatorsignal gemischt wird. Das Ausgangssignal der zweiten ZF von 455 MHz durchläuft ein Keramikfilter und wird dann weiter verstärkt bevor es demoduliert wird. Der demodulierte Tonträger wird mit einem gleichspannungsgesteuerten Verstärker verstärkt und steht an Anschluß 3 zur Verfügung.

Bei Messung an Anschluß 3 hat (mit Nachentzerrung von 750 μ s über einen CCITT Filter) dieser Musteraufbau eine Empfindlichkeit von -113 dBm (0,5 μ V) mit einem S/N von 20 dB SINAD.

Schaltung 4**TBB 200/202 Vorteiler und Synthesizer**

Das verstärkte Oszillatorsignal wird über einen Kondensator am Eingang des TBB 202 Vorteilers eingespeist. Der TBB 202 wird im dual modulus mode betrieben. Die Teilerrate wird bei dem Modulus-Kontrollsignal an Anschluß 6 des ICs kontrolliert. Das vorgeteilte Signal wird über einen Kondensator an Anschluß 4 des TBB 202 an dem VCO-Eingang an Anschluß 8 des TBB 200 angeschlossen.

Die Oszillatorfrequenz des TBB 204 ergibt sich aus den an Anschlüsse 4 und 5 über einen I²C Bus eingegeben seriellen Daten am TBB 200. Die VCO-Steuerspannung umfaßt den Positiv- und Negativspannungsbereich. Dadurch erhöht sich der Spannungshub und der Frequenzbereich wird größer. Die Spannung wird über ein Filter an die Varicap-Diode angeschlossen. Das Filter ist für die Geschwindigkeit des Frequenzgangs und der Unterdrückung der Referenzfrequenz optimiert. In diesem Fall ist die benutzte Referenzfrequenz 12,5 kHz und die Umschaltzeit von einem Bandende zum anderen 10 ms. Die Referenzfrequenzunterdrückung beträgt im Vergleich mit dem Hauptoszillatorausgang 66 dB.

I²C-Programmierung

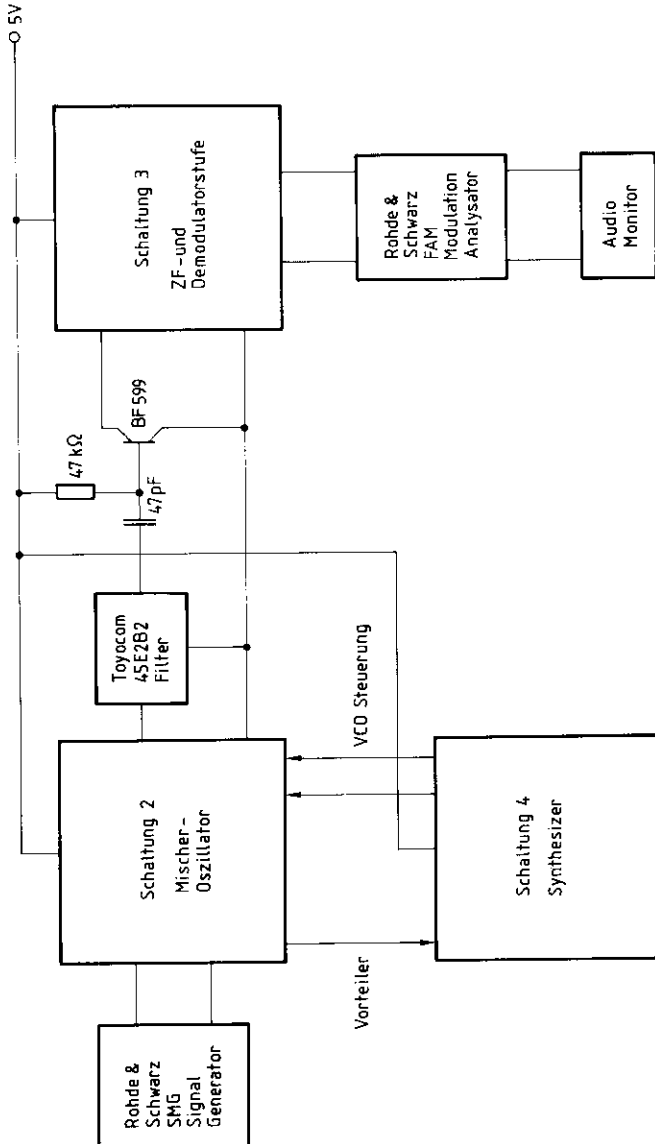
Über die I²C-Bus-Adresse lassen sich zwei unterschiedliche PLL-Schleifen ansteuern. Es ist aber empfehlenswert, bei sehr hohen Anforderungen an das S/N-Verhältnis der VCO-Ausgangsspannung zwei getrennte Bussysteme zu verwenden.

Zum Ansteuern zweier gleichartiger Schleifen müssen getrennte Bussysteme verwendet werden, da keine Adressierung per Busadresse möglich ist.

Eine Leitung kann eventuell eingespart werden, wenn die SCL-Leitung gemeinsam für beide Steuerkreise benutzt wird. Aber auch hier muß der höhere Einfluß auf das S/N-Verhältnis beachtet werden.

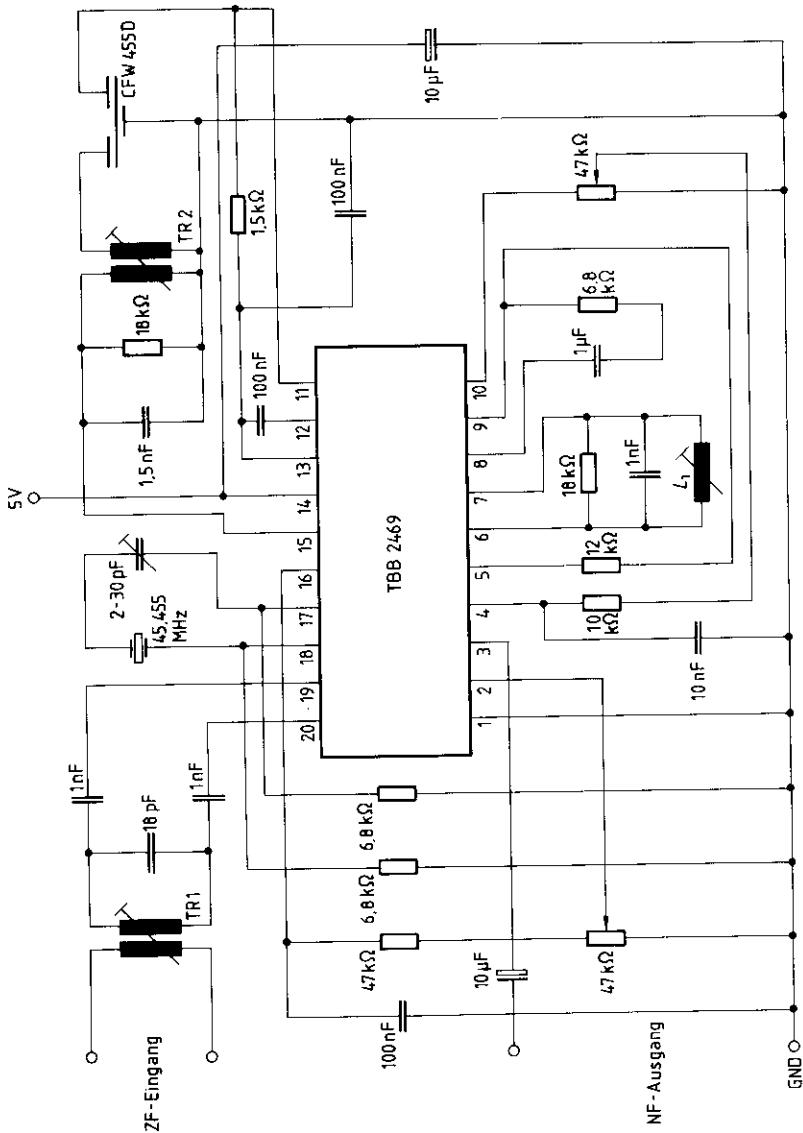
Schaltung 1

Gesamtschaltung für Empfindlichkeitsmessung eines kompletten HF-Empfängermodulus von 0,3 bis 1 GHz



Schaltung 3

Schaltplan der zweiten ZF- und Demodulator-Stufe



Schaltung 4

Schaltplan des Synthesizers

