

A 109 D · B 109 D

Integrierte bipolare hochverstärkende Operationsverstärker für universellen Einsatz.

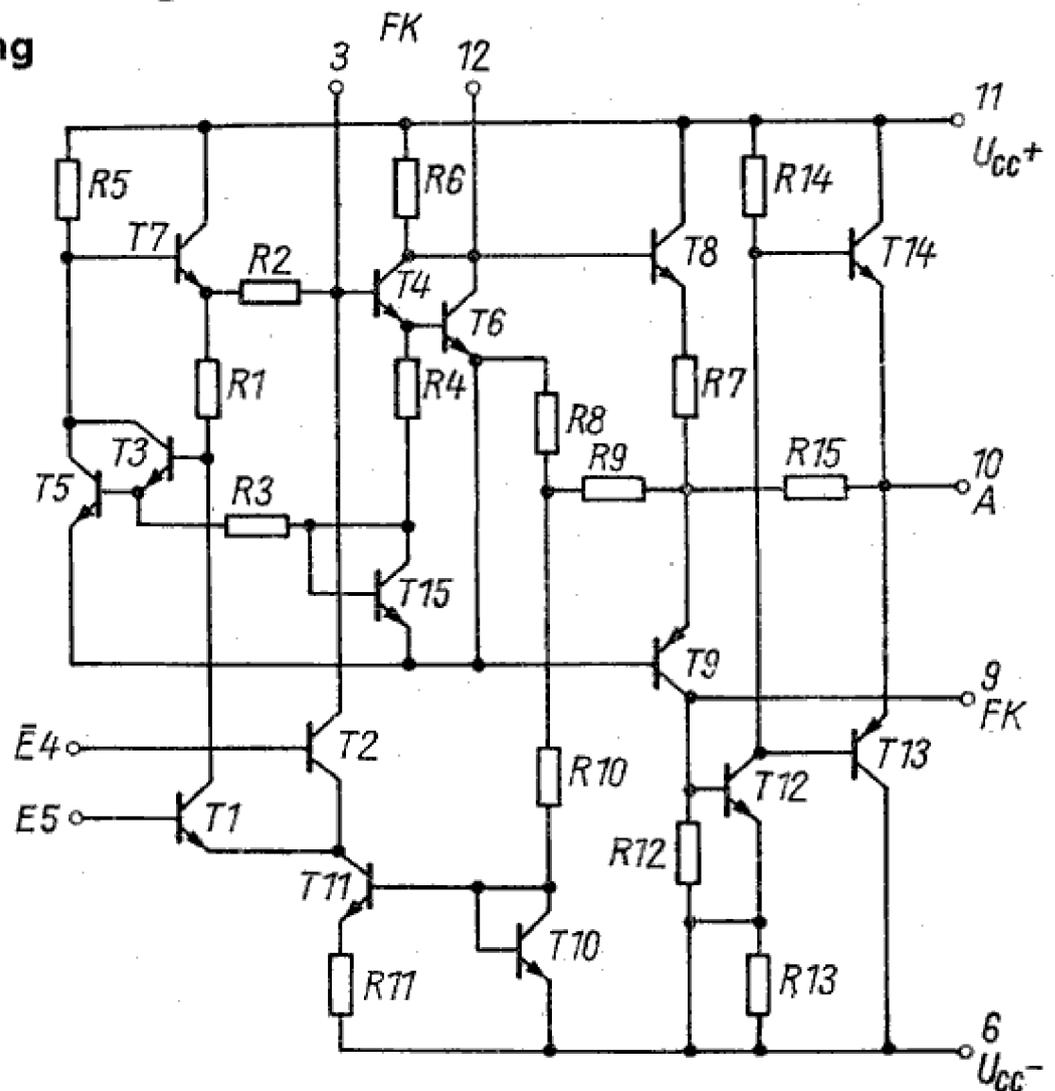
Bauform 5

Anschlußbelegung

3 - Eingangsfrequenzkompensation
 4 - invertierender Eingang
 5 - nichtinvertierender Eingang
 6 - negative Betriebsspannung
 1, 2, 7, 8, 13, 14 - nicht belegt

9 - Ausgangsfrequenzkompensation
 10 - Ausgang
 11 - positive Betriebsspannung
 12 - Eingangsfrequenzkompensation

Innere Schaltung

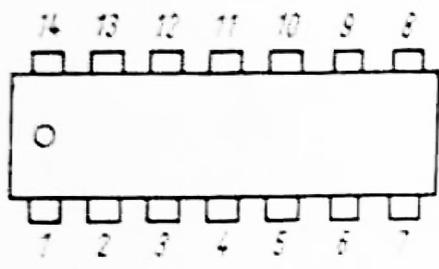


Grenzwerte

	min	max	
Betriebsspannung			
U_{CC+}		+ 18	V
U_{CC-}	- 18		V
Gleichtakteingangsspannung	U_I	+ 10	V
Differenzeingangsspannung	U_{ID}	+ 5	V
Gesamtverlustleistung ($\vartheta_a = 25^\circ\text{C}$)	P_{tot}	300	mW
Dauer des Kurzschlußausgangsstromes ($\vartheta_a = 25^\circ\text{C}$)	t_k	5	s
Betriebstemperaturbereich			
A 109 D ϑ_a	0	+ 70	$^\circ\text{C}$
B 109 D ϑ_a	- 25	+ 85	$^\circ\text{C}$
Lagerungstemperaturbereich	ϑ_{stg}	- 40	+ 125 $^\circ\text{C}$

Elektrische Kennwerte ($U_{CC} = \pm 15 \text{ V}$, $\vartheta_a = 25 \text{ }^\circ\text{C}$)

		min	typ	max	
Eingangsoffsetspannung					
$\vartheta_a = 0 \dots 70 \text{ }^\circ\text{C}$	A 109 U_{I0}		1	10	mV
$\vartheta_a = -25 \dots 85 \text{ }^\circ\text{C}$	B 109 U_{I0}		0,5	10	mV
Temperaturkoeffizient der Eingangsoffsetspannung					
$\vartheta_{a1} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$, $\vartheta_{a2} = 70 \text{ }^\circ\text{C}$	A 109 $\Delta U_{I0}/\Delta \vartheta$		1,9		$\mu\text{V/K}$
$\vartheta_{a1} = -25 \text{ }^\circ\text{C}$, $\vartheta_{a2} = 85 \text{ }^\circ\text{C}$	B 109 $\Delta U_{I0}/\Delta \vartheta$		1,85	25	$\mu\text{V/K}$
Eingangsoffsetstrom					
$\vartheta_a = 0 \dots +70 \text{ }^\circ\text{C}$	A 109 I_{I0}		35	750	nA
$\vartheta_a = -25 \dots +85 \text{ }^\circ\text{C}$	B 109 I_{I0}		27	750	nA
Eingangsbiasstrom					
$\vartheta_a = 0 \dots +70 \text{ }^\circ\text{C}$	A 109 I_{IB}		350	2 000	nA
$\vartheta_a = -25 \dots +85 \text{ }^\circ\text{C}$	B 109 I_{IB}		200	2 000	nA
Betriebsspannungsunterdrückung					
$\Delta U_{s+} = 1 \text{ V}$	A 109 SVR		50	200	$\mu\text{V/V}$
$\Delta U_{s-} = 1 \text{ V}$	B 109 SVR		45	150	$\mu\text{V/V}$
Ausgangsspitzenspannung					
$R_L = 2 \text{ k}\Omega$	U_o	10	13,3		V
$R_L = 10 \text{ k}\Omega$	U_o	12	14		V
Gleichtakteingangsspannung					
	$\pm U_I$	8			V
Gleichtaktunterdrückung					
	A 109 CMR	65	110		dB
	B 109 CMR	70	115		dB
Großsignalverstärkung					
$U_o = \pm 10 \text{ V}$, $R_L = 2 \text{ k}\Omega$	A 109 A_u	15	40		$\cdot 10^3$
	B 109 A_u	25	40		$\cdot 10^3$
$U_o = \pm 10 \text{ V}$, $R_L = 2 \text{ k}\Omega$					
$\vartheta_a = 0 \dots +70 \text{ }^\circ\text{C}$	A 109 A_u	12			$\cdot 10^3$
$\vartheta_a = -25 \dots +85 \text{ }^\circ\text{C}$	B 109 A_u	12			$\cdot 10^3$
Eingangswiderstand					
	A 109 R_e	50	370		k Ω
	B 109 R_e	150	500		k Ω



- 11 pos. Betriebsspannung \bar{U}_{b1}
- 6 neg. Betriebsspannung \bar{U}_{b2}
- 4 invertierender Eingang
- 5 nichtinvertierender Eingang
- 10 Ausgang
- 3, 9, 12 Frequenzgangkompensation
- 1, 2, 7, 8, 13, 14 nicht belegt

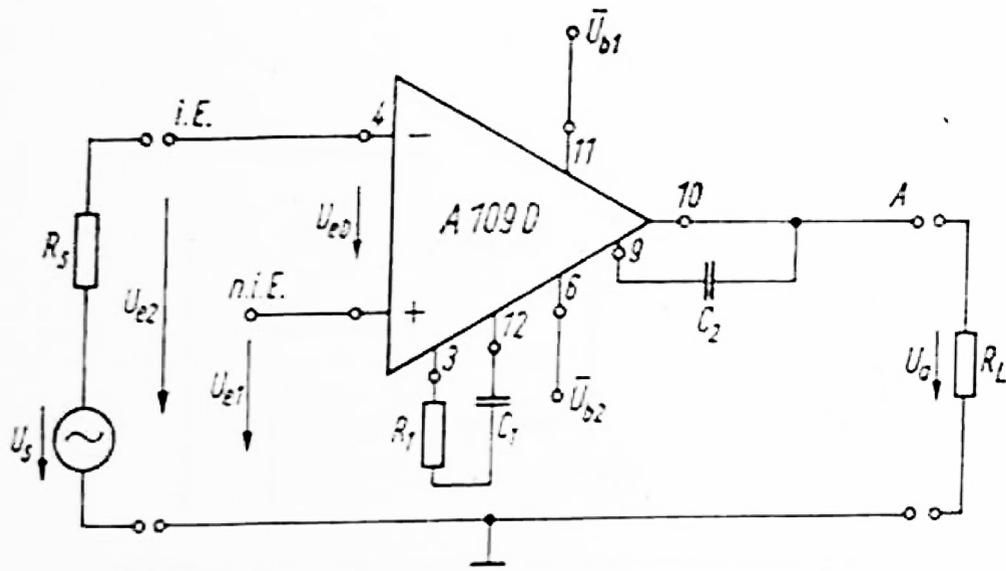


Abb. A 1.2.1. Prinzipschaltbild eines Operationsverstärkers A109D (die Bauelemente R_1 , C_1 und C_2 dienen zur Frequenzgangkompensation)

Parameter		Grenz- und Kennwerte			Meßbedingungen
		minimal	typisch	maximal	
Verlustleistung	P_V			300 mW	
Betriebsspannung	\bar{U}_{b1}		+15 V	+18 V	
Betriebsspannung	\bar{U}_{b2}	-18 V	-15 V		
Stromaufnahme	$I_{b1} = I_{b2}$		2,4 mA	10 mA	$\bar{U}_b = \pm 15 V$
Dauer eines Kurzschlusses am Ausgang				5 s	
Differenzeingangsspannung	U_{eD}	-5 V		+5 V	
Gleichtakteingangsspannung	U_{e1}, U_{e2}	-10 V		+10 V	
Eingangsoffsetspannung	U_{eO}		0,5 mV	7,5 mV	$R_s = 100 \Omega$
Eingangsruhestrom	I_e		0,3 μ A	1,5 μ A	
Temperaturkoeffizient von U_{eO}			$4 \cdot 10^{-3} K^{-1}$	$5 \cdot 10^{-2} K^{-1}$	$\theta_a = (0 \dots 70) ^\circ C$
Differenzeingangswiderstand	R_{eD}	50 k Ω	270 k Ω		
Gleichtakteingangswiderstand	R_{eG}		20 M Ω		

Parameter		Grenz- und Kennwerte			Meß- bedingungen
		minimal	typisch	maximal	
Differenz-Leerlauf- Verstärkung	$ V_{UL} $	$1,5 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^4$		$U_a = \pm 10 \text{ V};$ $R_L = 2 \text{ k}\Omega$
Ausgangsspitzen- spannung	$U_{a,max}$	12 V	14 V		$R_L = 10 \text{ k}\Omega$
Ausgangswiderstand	R_a		150 Ω		
Betriebsfrequenz	f	0		0,5 MHz	$ V_U \leq 1000,$ opt. Frequenz- gangkompensa- tion

- Die Werte der Bauelemente für die Frequenzgangkompensation R_1 , C_1 und C_2 richten sich nach der Spannungsverstärkung mit Rückkopplung $|V_U|$:

$ V_U $	$a_{dB} = 20 \lg V_U $	C_1/pF	$R_1/\text{k}\Omega$	C_2/pF
≥ 1000	$\geq 60 \text{ dB}$	10	0	3
≥ 320	$\geq 50 \text{ dB}$	27	1,5	3
≥ 100	$\geq 40 \text{ dB}$	100	1,5	3
≥ 32	$\geq 30 \text{ dB}$	270	1,5	10
≥ 10	$\geq 20 \text{ dB}$	470	1,5	20
$\geq 3,2$	$\geq 10 \text{ dB}$	2700	1,5	100
≥ 1	$\geq 0 \text{ dB}$	4700	1,5	200

Die maximale Grenzfrequenz wird erreicht, wenn die Frequenzgangkompensation so gewählt wird, daß für $|V_U|$ in obiger Tabelle das Gleichheitszeichen gilt.

- Bei dem Einsatz des Operationsverstärkers in rückgekoppelten Impulsschaltungen ist die Frequenzgangkompensation entsprechend $a_{dB} \geq 60 \text{ dB}$ zu wählen.
- Für Verstärkungen $a_{dB} > 30 \text{ dB}$ ist eine Offsetspannungskompensation vorzusehen, um die Ausgangsspannung $U_a = 0$ bei der Eingangsspannung $U_{eD} = 0$ einstellen zu können.
- Zur Vermeidung einer Schwingneigung ist die Einschaltung eines Widerstandes von 47Ω in den Ausgang erforderlich.
- Der Ausgang des A109D ist nicht TTL-kompatibel.

A 109 D, B 109 D

Integrierte bipolare hochverstärkende Operationsverstärker in DIL-Plastgehäuse mit kleinen Offsetgrößen, großem Eingangswiderstand und großer Ausgangsamplitude für universellen Einsatz.

Bauform: C 21.2.1.2.14 nach TGL 26713

Masse: ≤ 1 g

Typstandard: TGL 28873

Anschlußbelegung

3 — Eingangsfrequenzkompensation

4 — invertierender Eingang

5 — nichtinvertierender Eingang

6 — negative Betriebsspannung

1, 2, 7, 8, 13, 14 — nicht belegt

9 — Ausgangsfrequenzkompensation

10 — Ausgang

11 — positive Betriebsspannung

12 — Eingangsfrequenzkompensation

Grenzwerte, gültig für den Betriebstemperaturbereich

		min.	max.	
Betriebsspannung	U_{CC1}		+18	V
	U_{CC2}	-18		V
Gleichtakteingangsspannung	U_{IC}	-10	+10	V
Differenzeingangsspannung	U_{ID}	-5	+5	V
Dauer des Kurzschlußausgangsstromes ($\vartheta_a = 25^\circ\text{C}$)	I_K		5	s
Wärmewiderstand	R_{thja}		150	K/W
Gesamtverlustleistung	P_{tot}		300	mW
Betriebstemperaturbereich				
A 109 D	ϑ_a	0	+70	$^\circ\text{C}$
B 109 D	ϑ_a	-25	+85	$^\circ\text{C}$
Lagerungstemperaturbereich	ϑ_{stg}	-55	+125	$^\circ\text{C}$

Statische Kennwerte ($\vartheta_a = 25^\circ\text{C} \pm 5\text{K}$, $U_{CC1} = U_{CC2} = U_{CC}$)

		min.	typ.	max.
Eingangsoffsetspannung				
$R_S = 100\ \Omega$, $U_{CC} = \pm 15\ \text{V}$	U_{IO}		1,0	7,5 mV
$R_S = 10\ \text{k}\Omega$, $U_{CC} = \pm 15\ \text{V}$	U_{IO}		1,2	mV
$R_S = 100\ \Omega$, $U_C = \pm 15\ \text{V}$	U_{IO}			
$\vartheta_a = 0 \dots +70^\circ\text{C}$				10 mV
Eingangsoffsetstrom				
$U_{CC} = \pm 15\ \text{V}$	I_{IO}		35	500 nA
$U_{CC} = \pm 15\ \text{V}$				
$\vartheta_a = 0 \dots +70^\circ\text{C}$	I_{IO}			750 nA
Eingangsbasisstrom				
$U_{CC} = \pm 15\ \text{V}$	I_{IB}		350	1500 nA
$U_{CC} = \pm 15\ \text{V}$				
$\vartheta_a = 0 \dots +70^\circ\text{C}$	I_{IB}			2000 nA
Betriebsspannungsunterdrückung				
$R_S = 100\ \Omega$, $\Delta U_{CC1} = +1\ \text{V}$				
$U_{CC} = \pm 9\ \text{V}$	SVR		100	$\mu\text{V}/\text{V}$
$U_{CC} = \pm 15\ \text{V}$	SVR		45	200 $\mu\text{V}/\text{V}$
$R_S = 100\ \Omega$, $\Delta U_{CC2} = -1\ \text{V}$				
$U_{CC} = \pm 9\ \text{V}$	SVR		60	$\mu\text{V}/\text{V}$
$U_{CC} = \pm 15\ \text{V}$	SVR		25	200 $\mu\text{V}/\text{V}$
$R_S = 10\ \text{k}\Omega$, $\Delta U_{CC1} = +1\ \text{V}$				
$U_{CC} = \pm 9\ \text{V}$	SVR		120	$\mu\text{V}/\text{V}$
$U_{CC} = \pm 15\ \text{V}$	SVR		50	$\mu\text{V}/\text{V}$
$R_S = 10\ \text{k}\Omega$, $\Delta U_{CC2} = -1\ \text{V}$				
$U_{CC} = \pm 9\ \text{V}$	SVR		65	$\mu\text{V}/\text{V}$
$U_{CC} = \pm 15\ \text{V}$	SVR		20	$\mu\text{V}/\text{V}$
Ausgangsspitzenspannung				
$R_L = 2\ \text{k}\Omega$, $U_{CC} = \pm 9\ \text{V}$	U_{O1}		7,3	V
	$-U_{O2}$		7,7	V
$R_L = 2\ \text{k}\Omega$, $U_{CC} = \pm 15\ \text{V}$	U_{O1}	10	13,1	V
	$-U_{O2}$	10	13,4	V
$R_L = 10\ \text{k}\Omega$, $U_{CC} = \pm 9\ \text{V}$	U_{O1}		8,0	V
	$-U_{O2}$		8,1	V
$R_L = 10\ \text{k}\Omega$, $U_{CC} = \pm 15\ \text{V}$	U_{O1}	12	14,0	V
	$-U_{O2}$	12	13,6	V
Gleichtakteingangsspannung				
	$\pm U_I$	8		V
Gleichtaktunterdrückung				
$R_S = 100\ \Omega$, $U_{CC} = \pm 15\ \text{V}$	CMR	65	110	dB
$R_S = 10\ \text{k}\Omega$, $U_{CC} = \pm 15\ \text{V}$	CMR		110	dB

	min.	typ.	max.
Großsignalverstärkung			
$R_L = 2 \text{ k}\Omega$ $\Delta U_O = \pm 10 \text{ V}, U_{CC} = \pm 15 \text{ V}$	A_{Uoff} 15	40,0	$\cdot 10^3$
$R_L = 2 \text{ k}\Omega, U_O = \pm 10 \text{ V}$ $U_{CC} = \pm 15 \text{ V}, \vartheta_a = 0 \dots +70 \text{ }^\circ\text{C}$	A_{Uoff} 12		$\cdot 10^3$
Betriebsstrom			
$U_{CC} = \pm 15 \text{ V}$	I_{CC}	3,7	mA
Eingangswiderstand			
$U_{CC} = \pm 15 \text{ V}$	R_I	50	370 k Ω
Eigenleistungsaufnahme			
$U_{CC} = \pm 15 \text{ V}$	P_{CC}		200 mW

Dynamische Kennwerte ($\vartheta_a = 25 \text{ }^\circ\text{C} - 5 \text{ K}, U_{CC1} = -U_{CC2} = 15 \text{ V}$)

	min.	typ.	max.
Anstiegszeit			
$R_L = 2 \text{ k}\Omega, C_L = 0$	t_r	0,60	μs
Überschwingen			
$U_i = 20 \text{ mV}, C_L = 100 \text{ pF}$	ΔU_O U_O	3	%
Eingangsrauschspannung			
$R_S = 100 \text{ }\Omega, f_o = 15 \text{ kHz}$	U_n	1,1	μV
$R_S = 10 \text{ k}\Omega, f_o = 15 \text{ kHz}$	U_n	3,5	μV

Applikationshinweise

Es ist zweckmäßig, die positive und die negative Versorgungsspannung U_{CC1} und U_{CC2} mit je einem Kondensator von $0,01 \mu\text{F} \dots 0,1 \mu\text{F}$ gegen 0 Volt abzublocken.

Zur Vermeidung einer eventuellen Schwingneigung in der positiven Halbwelle der Ausgangsspannung ist die Einschaltung eines Widerstandes von 51 Ohm in den Ausgang erforderlich.

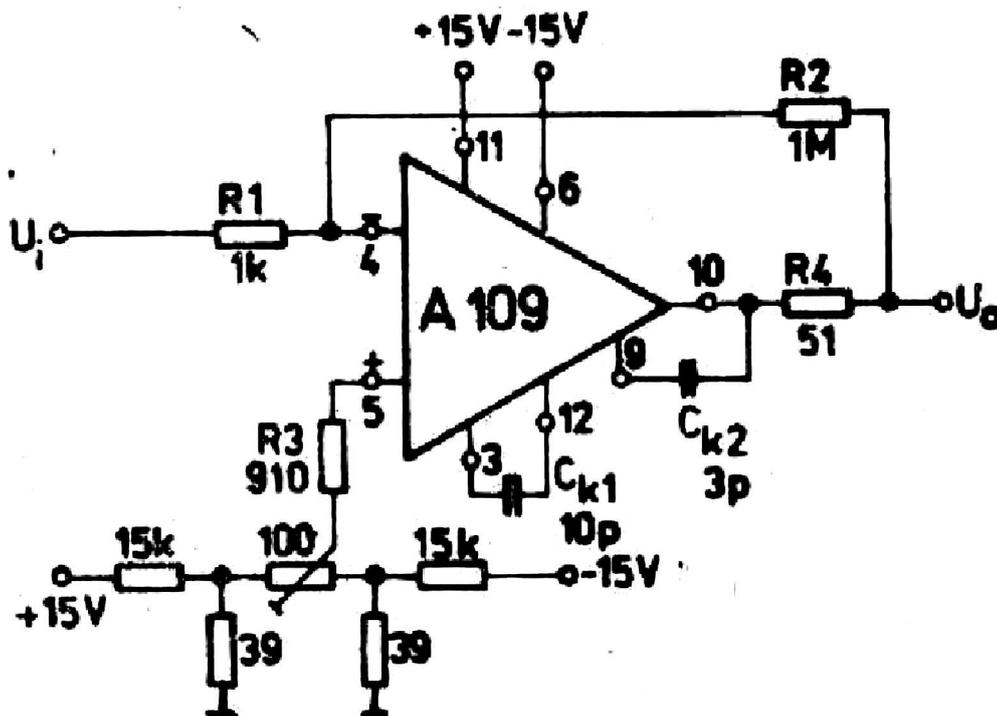
Es ist zu beachten, daß der Schaltkreis auch beim Betrieb in offener Schleife frequenzkompensiert. Dazu sind 2 Kondensatoren mit den Werten $C_{k1} = 10 \text{ pF}$ und $C_{k2} = 3 \text{ pF}$ erforderlich.

Beim Betrieb in geschlossener Schleife richten sich die Werte für die Frequenzkompensationsglieder nach der geschlossenen Schleifenverstärkung $|A_U|$.

$ A_U $ dB	C_{k1} pF	R_k kOhm	C_{k2} pF
60	10	0	3
50	27	1,5	3
40	100	1,5	3
30	270	1,5	10
20	470	1,5	20
10	2700	1,5	100
0	4700	1,5	200

Offsetkompensation

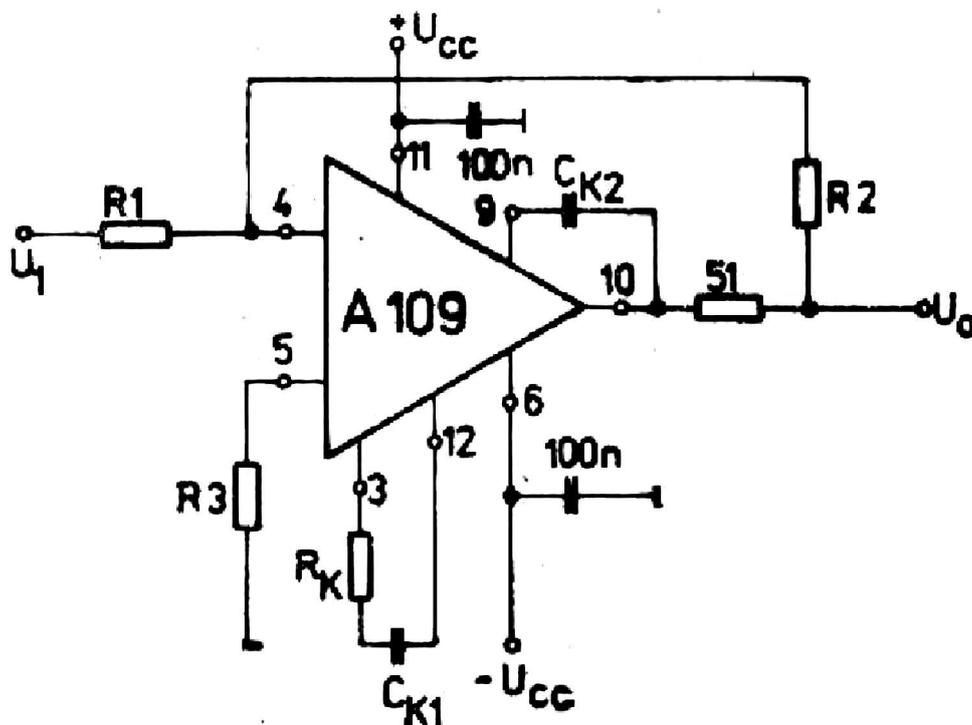
A/B 09 A3 G85



Infolge geringer Unsymmetrien innerhalb des Operationsverstärkers, sowie auf Grund der geringfügig unterschiedlichen Spannungsabfälle, die die Eingangsströme des Verstärkers an den vor die beiden Eingänge geschalteten Widerstände hervorrufen, ist die Ausgangsspannung nicht Null, wenn die Eingangsspannung zu Null gemacht wird. Diese Tatsache kann sehr störend wirken, besonders bei hohen Verstärkungen. Deshalb sind Maßnahmen zur Offsetkompensation erforderlich, die z. B. durch Gegenschaltung seiner kleinen Kompensationsspannung realisiert werden können.

Frequenzkompensation des A 109 D, B 109 D und Beschaltung als invertierender Verstärker:

A/B 09 A4 G85



Für Verstärkungen $|A_U| > 30 \text{ dB}$ ist eine Offsetkompensation vorzusehen, um die Ausgangsruhespannung auf 0 Volt bei 0 Volt Eingangsspannung einstellen zu können.

Zur Erzielung einer minimalen Temperaturdrift müssen die von den Anschlüssen des invertierenden bzw. des nicht invertierenden Eingangs in die Schaltung hineingemessenen Wirkwiderstände gleich groß sein. Daraus resultiert die Bedingung $R_3 = R_1 // R_2$.

Beim Betrieb als Spannungsfolger kommt der Einhaltung des maximalen Gleichspannungsbereichs eine besondere Bedeutung zu.

Der maximale Gleichakteingangsspannungsbereich darf auch nicht kurzzeitig überschritten werden, da es sonst zum „latch up“ (Festfahren oder Hängenbleiben der Ausgangsspannung) kommen kann.

Es ist deshalb beim Betrieb des A 109 D bzw. B 109 D als Spannungsfolger in die Rückführung vom Ausgang auf den invertierenden Eingang ein Widerstand von 10 kOhm einzuschalten.

Sofern in der angewendeten Schaltung die Möglichkeit besteht, daß die Spannungsdifferenz direkt zwischen dem invertierenden und dem nichtinvertierenden Eingang größer als 5 V werden kann, ist ein besonderer Schutz für die Eingänge vorzusehen.

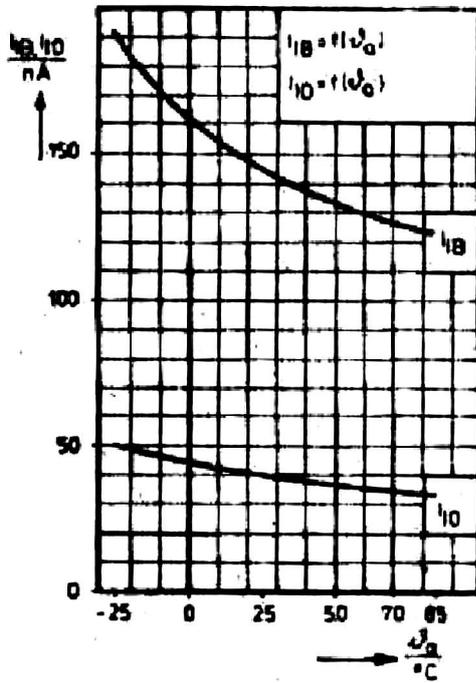
Dieser Schutz kann entweder aus 2 in Reihe liegenden, gegensinnig geschalteten Z-Dioden oder mit Hilfe zweier antiparallel geschalteter, schneller Si-Dioden erfolgen.

Soll der A 109 D bzw. B 109 D eine Logik ansteuern, so ist zwischen dem Ausgang des Schaltkreises und dem Eingang der logischen Schaltung eine Logikpegelangleichung vorzunehmen.

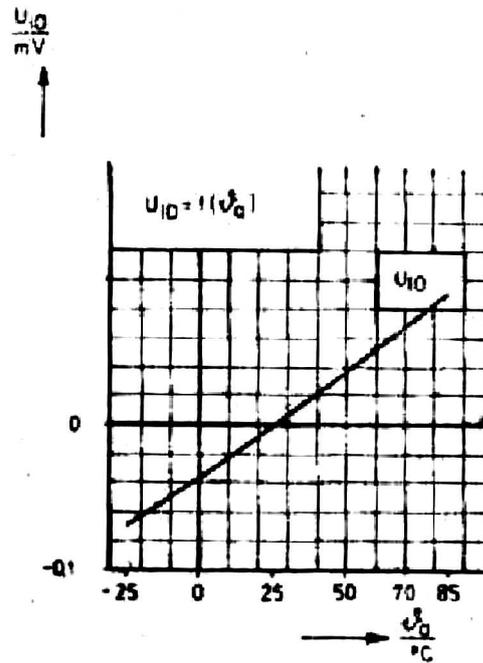
Zur Ansteuerung eines TTL-Gattereingangs genügt dazu die Einschaltung eines Widerstandes von 2 kOhm zwischen dem Ausgang des A 109 D bzw. B 109 D und dem Gattereingang sowie die Anschaltung zweier Klemmdioden an den gatterseitigen Anschluß des Widerstandes: eine Diode von 0 Volt (Anode) zum Widerstand, die andere Diode vom Widerstand (Anode) zu einer positiven Hilfsspannung von 2,8 V.

Bei Brettschaltungsaufbauten mit dem A 109 D bzw. B 109 D kann zum Schutz gegen unbeabsichtigte Verpolung der Betriebsspannungen vor die Anschlüsse U_{CC1} und U_{CC2} je eine Diode geschaltet werden, die bei versehentlich falscher Polung sperren und die Zerstörung des Schaltkreises verhindern.

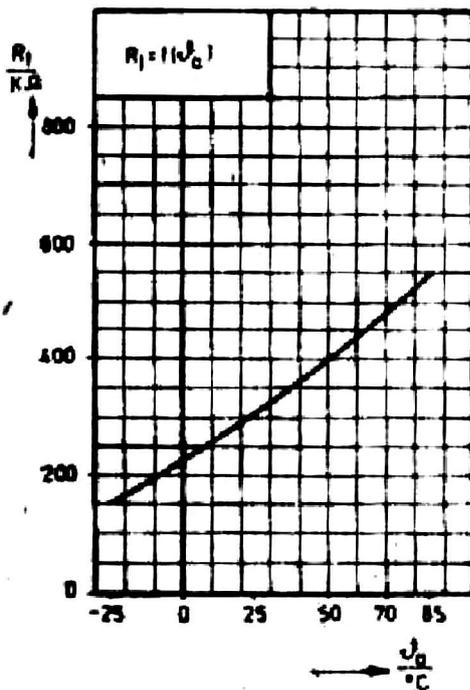
A/B 09 A5 G85 K



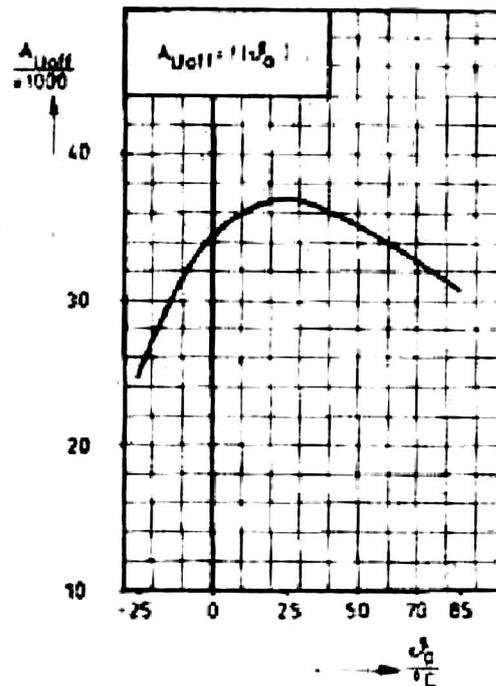
A/B 09 A6 G85 K



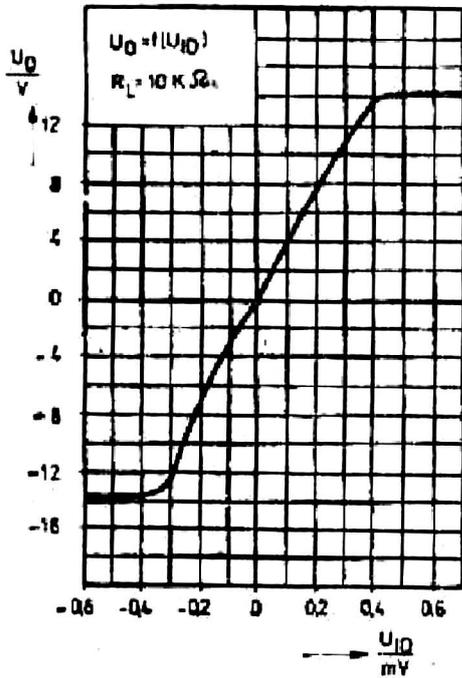
A/B 09 A7 G85 K



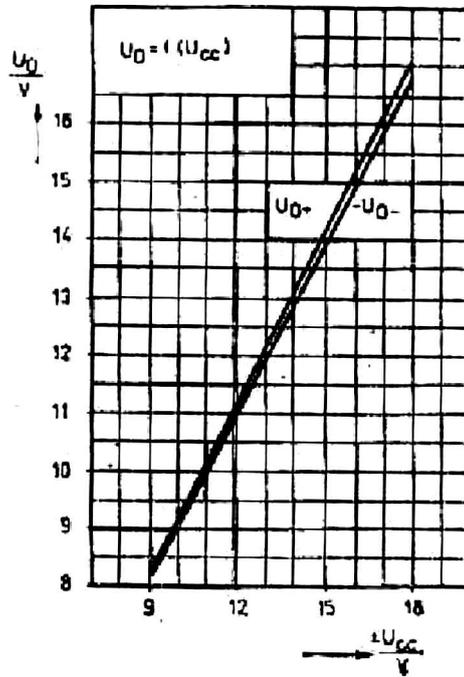
A/B 09 A8 G85 K



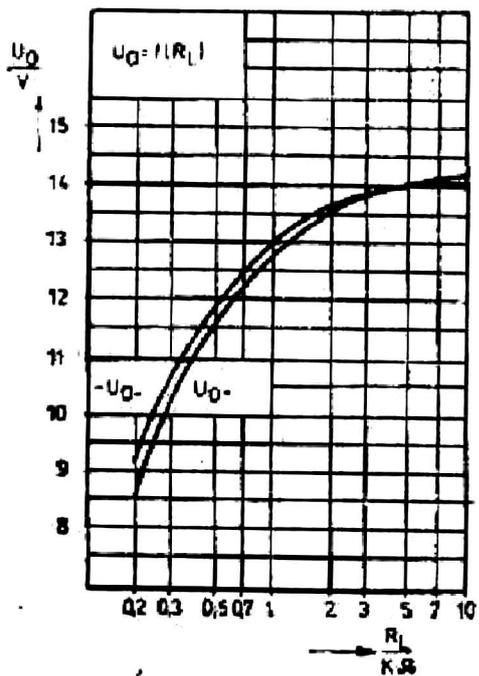
A/B 09 A9 G85 K



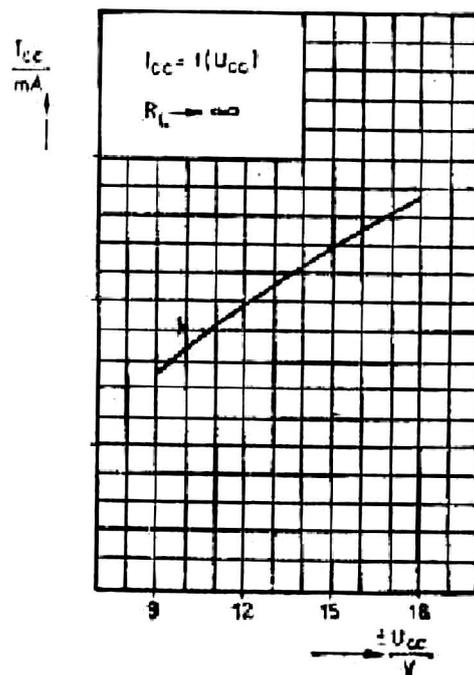
A/B 09 A10 G85 K



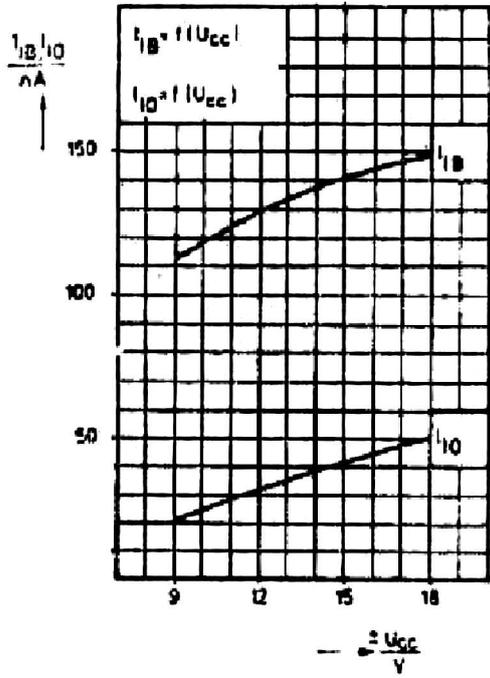
A/B 09 A11 G85 K



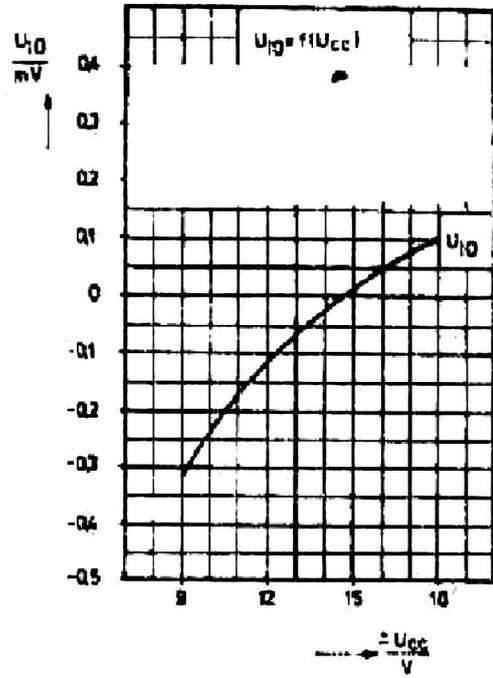
A/B 09 A12 G85 K



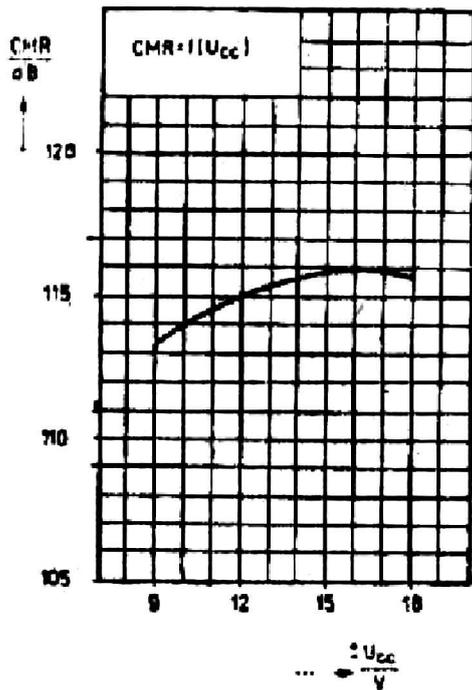
A/B 09 A13 G85 K



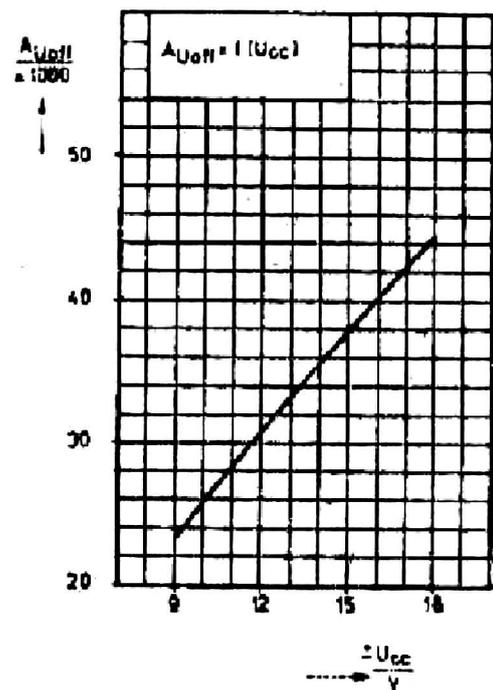
A/B 09 A14 G85 K



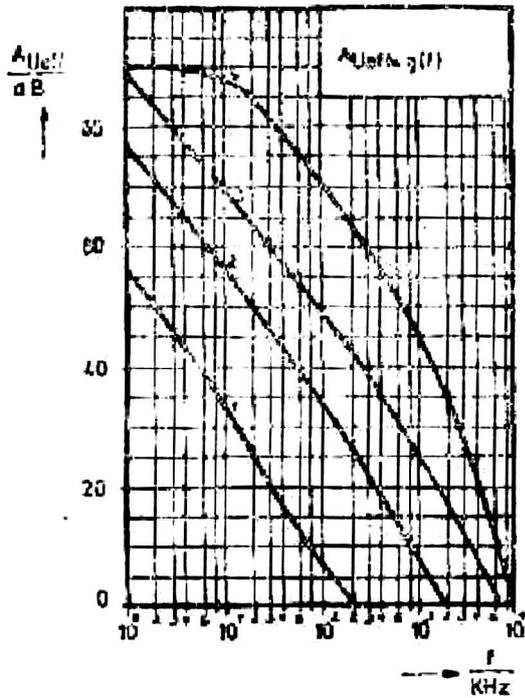
A/B 09 A15 G85 K



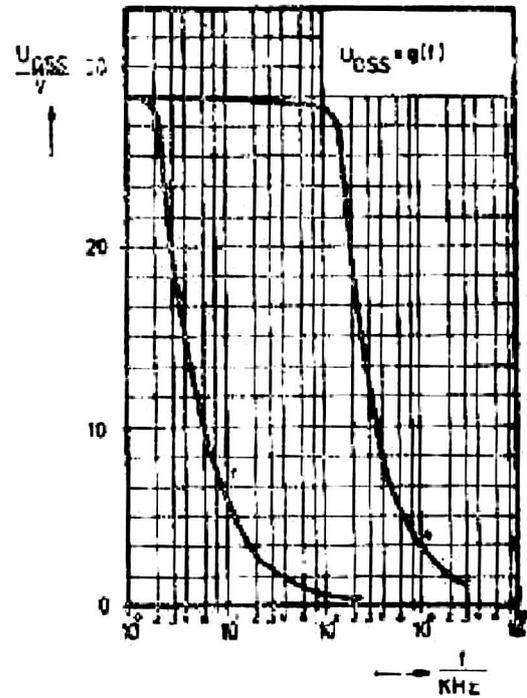
A/B 09 A16 G85 K



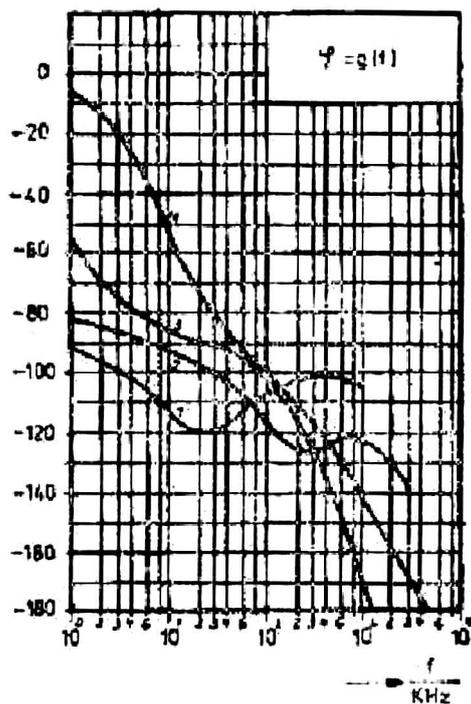
A/B 09 A17 G85 K



A/B 09 A18 G85 K



A/B 09 A19 G85-K



- 1) $C_{k1} = 4700 \text{ pF}; R_k = 1,5 \text{ kOhm}$
 $C_{k2} = 180 \text{ pF}$
- 2) $C_{k1} = 470 \text{ pF}; R_k = 1,5 \text{ kOhm}$
 $C_{k2} = 18 \text{ pF}$
- 3) $C_{k1} = 100 \text{ pF}; R_k = 1,5 \text{ kOhm}$
 $C_{k2} = 3 \text{ pF}$
- 4) $C_{k1} = 10 \text{ pF}; R_k = 0$
 $C_{k2} = 3 \text{ pF}$