

VALVO

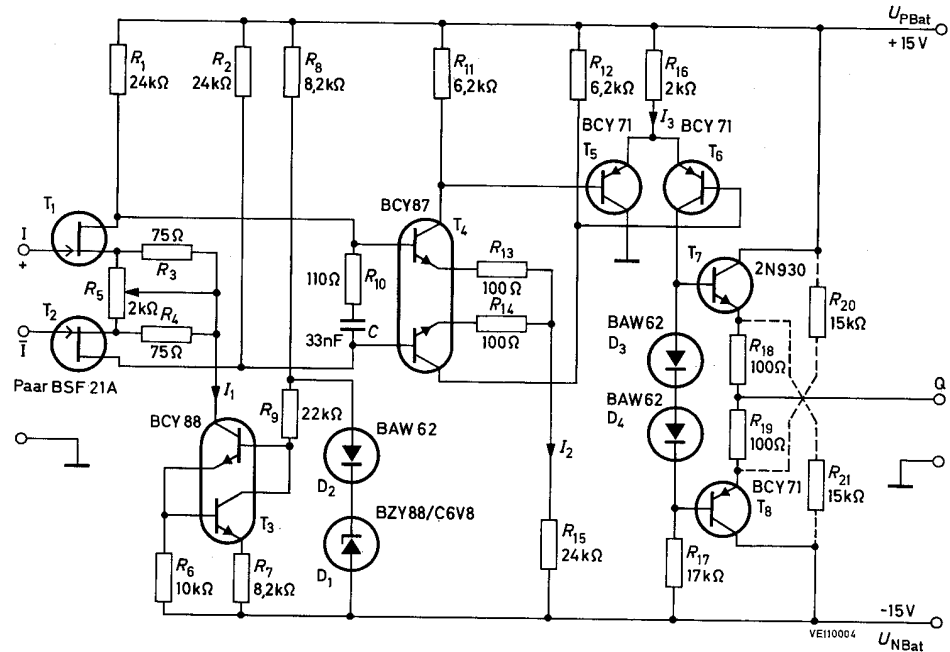
BAUELEMENTE FÜR DIE GESAMTE ELEKTRONIK

Schaltungssammlung

Operationsverstärker mit Feldeffekt-Transistoren in der Eingangsstufe



28. SEPTEMBER 1970



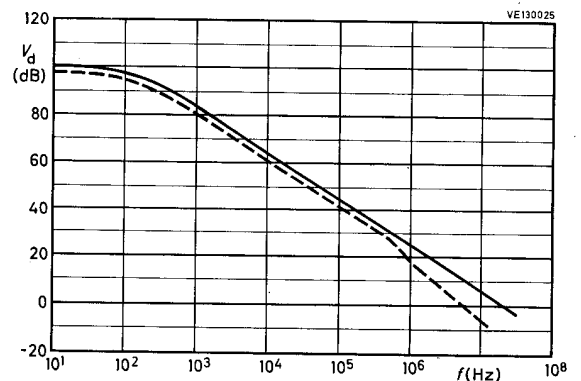
$R_1, R_2 = 0,1\%$ ige, $R_{11}, R_{12} = 1\%$ ige Metallschichtwiderstände

Bei dem hier angegebenen Operationsverstärker handelt es sich um einen vierstufigen Gleichspannungs-Differenzverstärker mit Eintakt-Ausgang, der in der Eingangsstufe mit Feldeffekt-Transistoren ausgerüstet ist. Dadurch wird eine hohe Eingangsimpedanz und ein sehr niedriger Eingangsruhestrom des Verstärkers erreicht. Die Feldeffekt-Transistoren vom Typ BFS 21 A werden von VALVO als Paare mit möglichst gleichen Daten geliefert. Dies ist wichtig, da die Gleichtaktunterdrückung, die Empfindlichkeit gegen Versorgungsspannungsschwankungen und die Drifteigenschaften des Verstärkers vor allem von den Unterschieden in den Eigenschaften der beiden Feldeffekt-Transistoren abhängen. Der Verstärker besitzt eine innere Frequenzgangkompensation, so daß er auch bei voller (ohmscher) Gegenkopplung stabil bleibt.

Mit dem Potentiometer R_5 zwischen den Source-Anschlüssen der Feldeffekt-Transistoren kann die Eingangsfehlspannung auf Null abgeglichen werden. Der Gleichstrom I_1 für die erste Stufe wird von einer Konstantstromquelle geliefert, die aus einem zweistufigen Verstärker (Doppel-

transistor T_3 , BCY 88) mit voller stromgesteuerter Spannungsgegenkopplung besteht.

Zwischen den Basen der zweiten Differenzverstärkerstufe liegt das frequenzgangkompensierende RC-Glied R_{10}, C . Die Endstufe ist als Komplementärstufe (T_7, T_8) aufgebaut. Damit ein



Frequenzabhängigkeit der Differenzspannungsverstärkung V_d des frequenzgangkompensierten Operationsverstärkers; ausgezogene Kurve bei einem Quellenwiderstand R_G von 100Ω , gestrichelte Kurve für einen Quellenwiderstand von $100 k\Omega$



Es wird keine Gewähr übernommen, daß die in dieser Schrift angegebenen Schaltungen, Geräte, Maschinen, Anlagen, Bauelemente, Baugruppen oder Verfahren frei von Schutzrechten sind. Nachdruck, auch auszugsweise, ist nicht gestattet.

Ratschläge in der VALVO Schaltungssammlung sind unverbindliche und keine Haftung begründende Empfehlungen.

Herausgeber: VALVO GmbH
2000 Hamburg 1
Burchardstraße 19

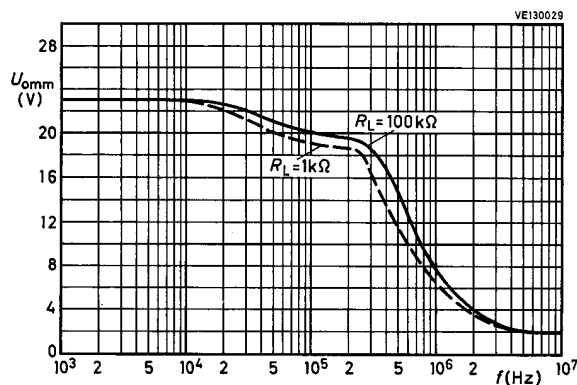
möglichst glatter Übergang auftritt, ist es zweckmäßig, daß auch bei der Ausgangsspannung Null ein gewisser Emittorstrom in beiden Transistoren fließt. Dies kann erreicht werden, indem die Emittor der Endstufentransistoren über jeweils einen Widerstand (R_{20}, R_{21}) mit der entgegengesetzten Versorgungsspannung verbunden werden.

Die Besonderheit dieses Operationsverstärkers liegt in dem sehr hohen Eingangswiderstand. Dieser Verstärker ist daher für solche Fälle geeignet, wo die Belastung der Eingangsspannungsquelle sehr klein sein muß: Elektrometerversärker, Impedanzwandler und Differenzverstärker mit hohem Eingangswiderstand, Analogspeicher mit langer Haltezeit.

Weitere Erläuterungen

Overgoor, B. J. M.: Ein Operationsverstärker mit Feldeffekt-Transistoren in der Eingangsstufe, VALVO-Berichte, Band XVI (1970), Heft 1, S. 13 - 33

ker, Impedanzwandler und Differenzverstärker mit hohem Eingangswiderstand, Analogspeicher mit langer Haltezeit.



Frequenzabhängigkeit des Arbeitsbereiches der Ausgangsspannung bei einem Gesamtklirrfaktor von 10 %

Technische Daten *)

Spannungsverstärkung

Gleichspannungs-Differenzverstärkung ohne äußere Gegenkopplung, $R_L = 1 \text{ k}\Omega$

$V_{d0} = 99 \text{ dB}$

Frequenz- und Zeitverhalten

Einsverstärkungsfrequenz (= Bandbreite-Verstärkungs-Produkt)
 Grenzfrequenz für vollen Arbeitsbereich der Ausgangsspannung
 maximale Flankensteilheit mit Frequenzgangkompensation

$f_1 = 10 \text{ MHz}$
 $f_{og} = 100 \text{ kHz}$
 $S = 10 \text{ V}/\mu\text{s}$

Eingangsspannungen

Temperaturkoeffizient der Eingangsfehlspannung im Temperaturbereich von 0 °C bis 85 °C
 Äquivalente Eingangsrauschspannung (Bandbreite 100 kHz, Effektivwert)
 Gleichtaktunterdrückung
 Empfindlichkeit der Eingangsfehlspannung gegenüber Schwankungen der positiven Versorgungsspannung
 gegenüber Schwankungen der negativen Versorgungsspannung

$|dU_F/d\vartheta| = 40 \mu\text{V}/\text{grd}$

$U_{naeq} = 20 \mu\text{V}$
 $a_c = 65 \text{ dB}$

$a_{FUP} = 500 \mu\text{V}/\text{V}$
 $a_{FNP} = 15 \mu\text{V}/\text{V}$

Eingangsströme

Eingangsruhestrom bei 25 °C
 Eingangsruhestrom bei 85 °C
 Eingangsfehlstrom bei 25 °C
 Eingangsfehlstrom bei 85 °C

$I_{I0} = 100 \text{ pA}$
 $I_{I0} = 5 \text{ nA}$
 $I_F = 10 \text{ pA}$
 $I_F = 500 \text{ pA}$

Impedanzen

Differenz-Eingangsimpedanz
 Gleichtakt-Eingangsimpedanz
 Ausgangswiderstand

$z_{id} = 10 \text{ G}\Omega \parallel 10 \text{ pF}$
 $z_{ic} = 10 \text{ G}\Omega \parallel 10 \text{ pF}$
 $r_o = 400 \Omega$

*) Typische Werte für $U_{Pbat} = +15 \text{ V}$ und $U_{Nbat} = -15 \text{ V}$ und 25 °C

