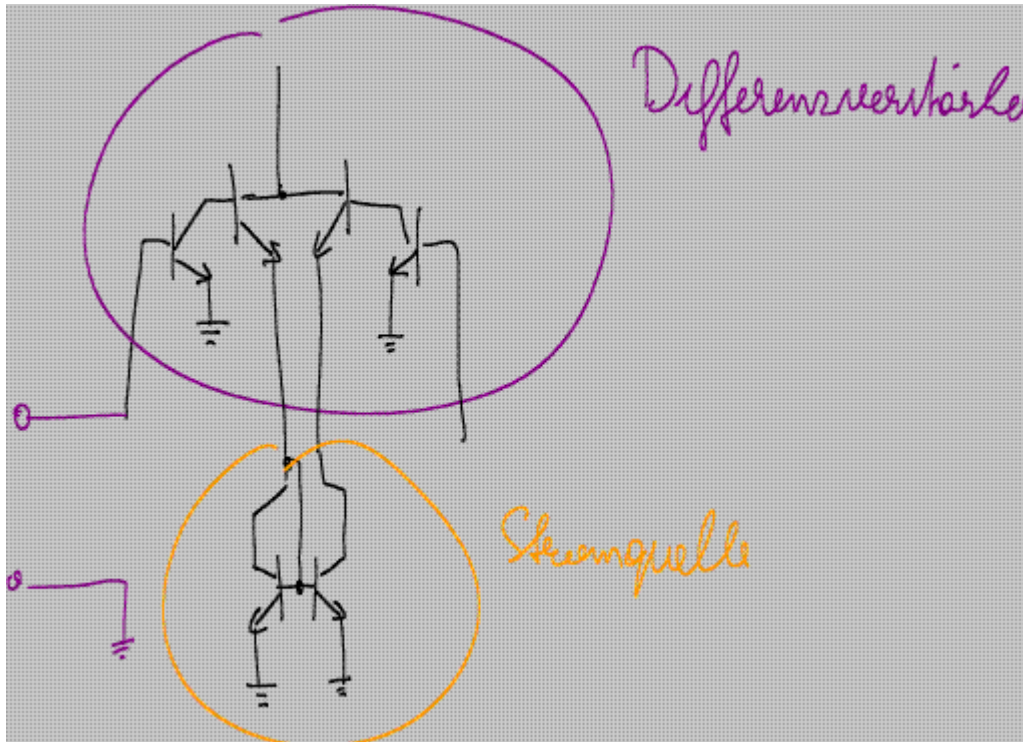


Beim LM 324 von NationalSemiconductors:

Er kann bis zur Versorgungsspannung messen;



5mV offset ist sehr viel, des gibt mittlerweile $5 \cdot 10^{-6} \text{V}$

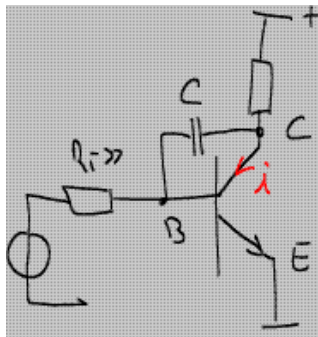
Seite 182

Slew Rate ... wie stark ist die Phasendrehung

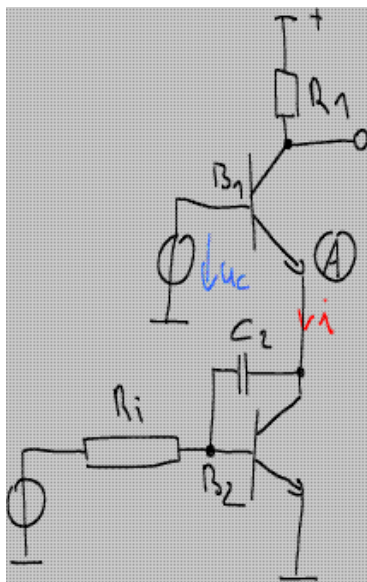
Im Datenblatt ist angegeben ab welchem Verstärkungsfaktor man den OPV verwenden kann ohne das er beginn zu schwingen;

ab $A = 5$ verwendbar

	LF155A	LF156A	LF157A ($A_V = 5$)	Units
■ Extremely fast settling time to 0.01%	4	1.5	1.5	μs
■ Fast slew rate	5	12	50	$\text{V}/\mu\text{s}$
■ Wide gain bandwidth	2.5	5	20	MHz
■ Low input noise voltage	20	12	12	$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$



Steigt das Signal an der Basis,
steigt i an und somit fällt
das Potential an C;
um ein Überspringen zu verhindern
baut man eine Kippkapazität ein
um die Bandbreite zu verringern
(durch C und R)

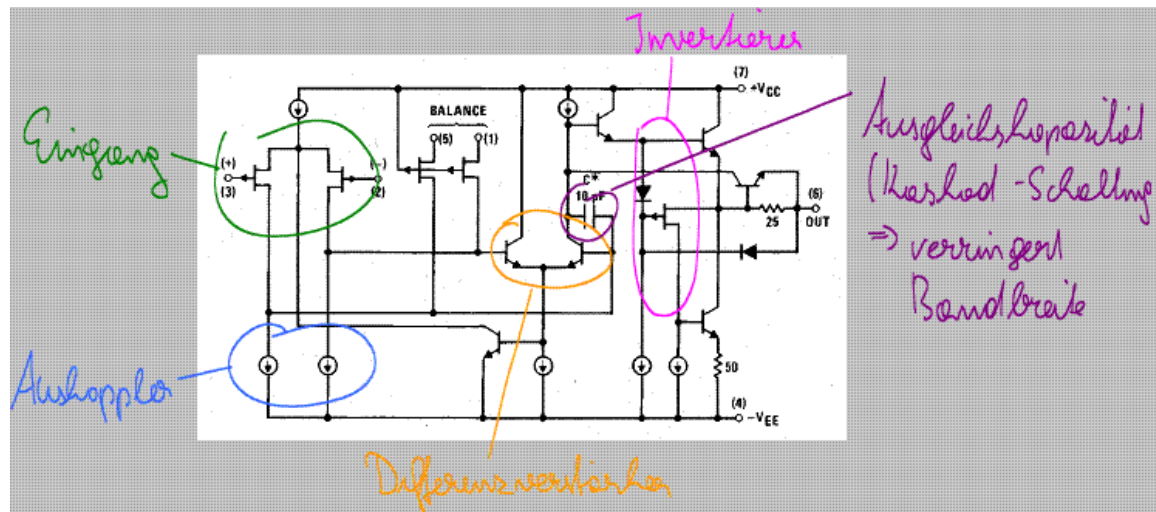


Ⓐ das Pol. wird durch die U_g am B_1
nicht ändern; es ändert sich bei
Änderung des Signals an B_2 nur
der Strom; dadurch fällt über R_1 mehr
Spannung ab;

C_2 ist durch Physik gegeben

⇒ durch diese Kaskad
Schaltung wird die Bandbreiten
reduktion durch C_2 ausgeglichen

Jede Verstärkerschaltung wird aus folgenden Elementen bestehen:



Bsp. LF 155 von National Semiconductors

Rauschen und Störspannungen:

Seite 183

Sind meist im 10^{-6} V Bereich; machen ev. keinen Einfluss wenn mV gemessen werden, jedoch beim Messen von kleinsten Strömen schon!

Die Rauschleistung entsteht am Widerstand; durch die Widerstandswahl kann man das Rauschen in Richtung Rauschspannung (grosser Widerstand) oder Rauschstrom (kleiner Widerstand) verschoben werden; je nach dem was man messen will.

Flicker Rauschen; nur bei DC; entsteht durch Widerstandsänderung an Grenzflächen (unterschied in der Ladungstraegerdichte)

Thermische Rauschspannung und -leistung treten nur an Widerständen auf;

Schottky, Flicker, Popkorn Rauschen tritt nur an Halbleitern auf;

Popkorn Rauschen tritt bei sehr kleinen Frequenzen (extrem bei DC) auf; daher ev. bei Verstärkern kleine Frequenzen einfach abschneiden

Rauschzahl (auch Rauschfaktor) möglichst klein wählen;

Bei einer Verstärkerschaltung ist nur das erste verstärkende Bauteil interessant und bestimmt die Rauschcharakteristik der Schaltung, da die nachfolgenden Verstärker bereits verstärkte Signale bekommen;

Rauschen ist eine rein statistische Grösse, als deterministisch; sollten also theoretisch herausrechenbar sein, oft ist jedoch der Zusammenhang nicht erkennbar!

Viele Störeinflüsse entstehen auf der Schaltung selbst!

Erschleßbarkeit für Rauschen

A	130 nV/√Hz
R _g A	200 nV/√Hz
A	100 nV/√Hz
<i>quadratisch addieren</i>	
$A = 1 + \frac{R_N}{R_I}$	
<i>Charakteristik der Rauschbelastung</i>	
	353 nV/√Hz
	41 nV/√Hz
	41 nV/√Hz
R _N	200 nV/√Hz (Ird · R _N)
R _N	126 nV/√Hz
R _I	14 nV/√Hz
Faktor <i>durch invertierende</i>	

Entsteht durch OPV

entsteht durch Aufbau der Quelle (vom R_i)

entsteht durch OPV Aufbau

Nausch

3rd

µA

U_{rd}

U_{rd}

The image contains three hand-drawn circuit diagrams of op-amp configurations, each with handwritten annotations and notes.

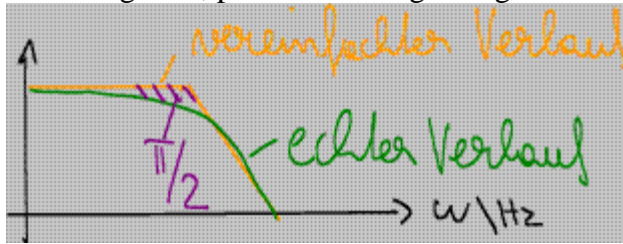
Top Diagram: An op-amp configured as a voltage follower. The non-inverting input (+) is connected to an input terminal. The inverting input (-) is connected to a feedback network consisting of two resistors, R_V and R_1 , connected in series between the output and the inverting input. A red arrow labeled "Ird" points to the inverting input, indicating current flow. A note to the right says: "Ird fließt über R_V in den Ausgang; bzw. zum Teil in den OpV am Ausgang".

Middle Diagram: An op-amp configured as an inverting amplifier. The non-inverting input (+) is connected to ground. The inverting input (-) is connected to an input terminal through a resistor R_1 and to the output through a feedback resistor R_V . A blue arrow labeled "Urd" points to the input terminal. A note to the right says: "gleiche Schaltung; invertierender Anteil durch das Rauschen".

Bottom Diagram: An op-amp configured as a non-inverting amplifier. The non-inverting input (+) is connected to an input terminal. The inverting input (-) is connected to a feedback network consisting of two resistors, R_1 and R_2 , connected in series between the output and the inverting input. A blue arrow labeled "Urd" points to the input terminal. A note to the right says: "Durch diese Rauschcharakteristik ist es nicht egal wie R_1 und R_2 gewählt werden; für die Verstärkung des OpV ist es egal so lange das Verhältnis passt, für das Rauschen ist R_1 maßgeblich!".

Eine Verstärkerschaltung nur mit so viel Bandbreite versehen wie benötigt wird! Zu Der OPV verstärkt das Rauschen nur in seinem Bandbreitenspektrum; hat er zu viel Bandbreite fuer die Applikation, wird auch das Rauschen aus dem Nicht benötigten Teil mit Verstärkt!

Gleichung 4.17; $\pi/2$ um die Ungenauigkeit im Bodediagramm zu berücksichtigen



SNR ... Signal to Nois Ratio

Strategien zur Vermeidung des Rauschens bei OPV Schaltungen

Parallelschalten von OPVs verringert das Rauschen; die OPVs wissen gegenseitig nichts vom Rauschen des Nachbarns; jeder OPV verstaerkt statistisch das Signal, das Rauschen geht in Summe mit der Wurzel(2) ein; damit ist die SNR verbessert.

So gut es geht Widerstaende vermeiden, d.h. L und C Bauteile verwenden, da diese Bauteile kein Rauschen (ausser am Halbleiter selbst) aufweisen.

Kleine Bandbreiten verwenden;
Niedrige Temperaturen; (ev. Peltierelemente verwenden)

Wahl einer geeigneten Schaltung

Impedanzwandler:

S 187

Auch Elektrometerverstaerker
Unity gain sability erforderlich
Hoher Einganswiderstand
Rueckweriung auf die Spannungsmessung

Messung kleiner Spannungen:

Kleine Offsetspannung erforderlich
Oft hoher Quellwiderstand (hoher Eingangswiderstand erforderlich)
Geringe Biasstroeme
Nicht invertierender Verstaerker

System ist schwingungsfahig; z.B.: durch anstecken von Kabeln (100pF/m)

c_{Load} Verstaerker verwenden (im Datenblatt extra ausgewiesen)

bei kleiner Ohmscher last, faehrt ein Verstaerker ev. nur mit dem Vorverstaerker;
haengt dann eine Kapazitive Last (z.B.: Kabel!) kommt es zum Schwingen und
Rauschstoerungen; haengt man eine Ohmsche Last hinein verwendet der
Verstaerker die Endstufe und das Schwingen findet nicht statt.

Umkehraddierer

Messung von Summen aus Spannungen
Strome durch R_1 bis R_n proportional den Spannungen
Summenstrom durch R

Die Summe der Stroeme ist Proportional der Spannungen;

Der ideale Analogaddierer