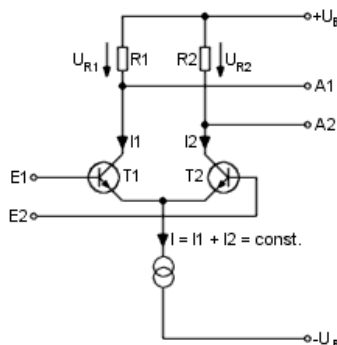


Differenzverstärker

Der Differenzverstärker ist ein wichtiges Bestandteil des *Operationsverstärkers*. Dabei ergibt sich das Ausgangssignal aus der Verstärkung der Spannungsdifferenz zweier Eingangssignale. Es kann sowohl Gleich- als auch Wechselspannung verstärkt werden.



Der *Aufbau* des Differenzverstärkers setzt sich zusammen aus zwei Transistoren in Emitterschaltung, wobei die Emittter durch eine Konstantstromquelle versorgt werden, sowie zwei an den Basisanschlüssen liegenden Signaleingänge und ebenfalls zwei Signalausgänge, die an den Kollektoren abgegriffen werden. Zwischen Kollektoren und Versorgungsspannung liegt jeweils ein Kollektorwiderstand. Eingangs- und Ausgangspotentiale werden auf Masse bezogen. Die Schaltung wird mit Versorgungsspannung betrieben.

Je nachdem wie die Eingangsspannungen gewählt werden wird zwischen zwei Betriebsarten unterschieden:

Differenzbetrieb:

Sind die *Eingangsspannungen verschieden*, so wird vom Differenzbetrieb gesprochen. Angenommen die Eingangsspannung am Transistor T1 ist größer, so nimmt der Kollektorstrom an T1 zu. Da die Stromsumme konstant sein muss, verringert sich der Kollektorstrom an T2. Der Spannungsabfall über dem Widerstand R1 nimmt nach dem ohmschen Gesetz zu, die Ausgangsspannung A1 wird aufgrund der Maschenregel kleiner. Andererseits verringert sich im zweiten Zweig der Spannungsabfall über dem Widerstand R2 und somit steigt die Ausgangsspannung. Es erfolgt eine Invertierung der Spannungen zwischen Eingang und Ausgang:

$$U_{E1} > U_{E2} \rightarrow U_{A1} < U_{A2} \rightarrow U_D = U_{A1} - U_{A2}$$

Diese begründet sich aus der 180° Phasenumkehr zwischen Ein- und Ausgang, bedingt durch die Emitterschaltung. Eine Differenzspannung U_D entsteht. Die Differenzverstärkung ist das Verhältnis von Ausgangs- zu Eingangsspannungsdifferenz: $V_D = U_{AD}/U_{ED}$

Gleichtaktbetrieb:

Eine weitere Variante zur Differenzverstärkerbetriebsart ist der Gleichtaktbetrieb. Hierbei sind die *Eingangsspannungen identisch*. Demzufolge sind auch die Kollektorströme, und mit identischen Widerständen ebenfalls der Spannungsabfall über diesen gleich, sodass sich gleiche Ausgangsspannungen ergeben. Daraus folgt für den idealen Differenzverstärker eine Differenzspannung von null:

$$U_{E1} = U_{E2} \rightarrow U_{A1} = U_{A2} \rightarrow U_{AD} = 0$$

Die Gleichtaktverstärkung ergibt sich aus dem Verhältnis von Ausgangs- zu Eingangsgleichtaktspannung: $V_G = U_A/U_G$

Gleichtaktunterdrückung:

Das Gleichtaktunterdrückungsverhältnis (CMRR=common-mode rejection ratio) gibt die *Güte* des Differenzverstärkers an. Es setzt Differenz- und Gleichtaktverstärkung in Beziehung: $CMRR = V_D/V_G$

Quellen:

<http://www.elektronikinfo.de/strom/operationsverstaerker.htm>

<http://www.elektronik-kompodium.de/sites/slt/0209091.htm>

<http://elektroniktutor.de/analogverstaerker/diffampl.html>