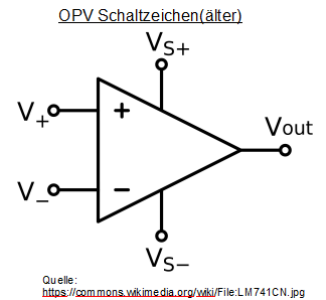


Handout zum Operationsverstärker-Referat

Allgemeines Funktionsprinzip:

Ein OPV ist ein *Differenzverstärker*. Sein Eingang ist idealerweise extrem hochohmig, sein Ausgang sehr niederohmig. Es fließt also nie ein Strom in den Eingang hinein(ideal). Er besitzt einen invertierenden(-) und einen nicht invertierenden(+) Eingang. Fällt eine Spannungsdifferenz von (+) zum (-) ab, so verstärkt er diese positiv um seinen Verstärkungsfaktor V, soweit durch die ihm gegebene Betriebsspannung(Vcc) möglich. Fällt die angelegte Spannung hingegen andersherum ab, so verstärkt er diese negativ um V, so hoch durch Vcc eben möglich.



Die Eigenschaften, wie insbesondere die Verstärkung eines Verstärkers werden immer durch seine äußere Verschaltung festgelegt. Es gibt verschiedene Grundformen.

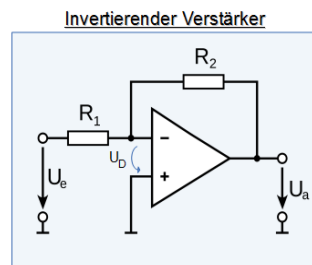
Grundsaltungen:

Invertierender Verstärker

Der Ausgang wird über den Widerstand R2 auf den negativen Eingang rückgekoppelt(Gegenkopplung). Der OPV versucht nun die Differenz zwischen den beiden Eingangsspannungen auszuregulieren ($U_D \rightarrow 0$). Man kann also annehmen, dass U_e nur über R1 auf Masse und U_a nur über R2 auf Masse abfallen kann. Weil der Eingang des OPV so hochohmig ist, folgt aus der Knotenregel, dass die Ströme durch genau beide Widerstände gehen und gleich groß sind.

$$\frac{U_e}{R_1} = \frac{U_a}{R_2}$$

$$\Rightarrow U_a = \frac{R_2}{R_1} \cdot U_e$$



<http://de.wikipedia.org/wiki/Operationsverst%C3%A4rker>

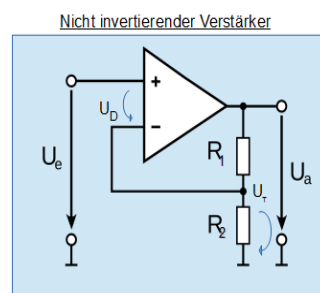
Nicht invertierender Verstärker

Beim nicht invertierenden Verstärker wird lediglich die Eingangsspannung umgepolt. Am invertierenden Eingang(-) liegt jetzt ein Teil der Ausgangsspannung U_T an. Es gilt:

$$U_{(e)} = U_T \quad || \quad da \quad U_D \rightarrow 0$$

$$\Rightarrow U_T = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U_a$$

$$\Leftrightarrow U_a = \frac{R_1 + R_2}{R_2} \cdot U_e$$



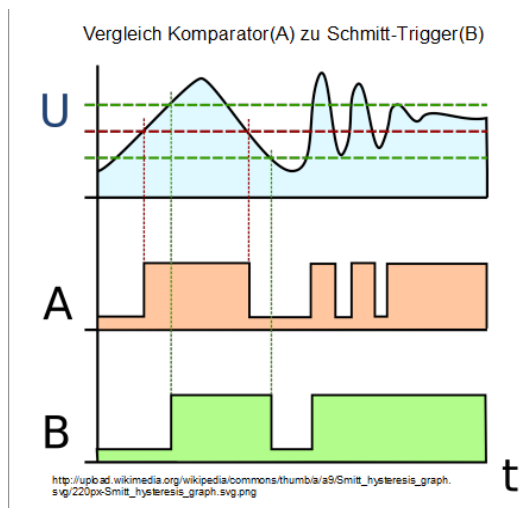
<http://de.wikipedia.org/wiki/Operationsverst%C3%A4rker>

Ganz analog zu diesem Prinzip lassen sich fast alle OPV-Grundsaltungen analysieren. Eine

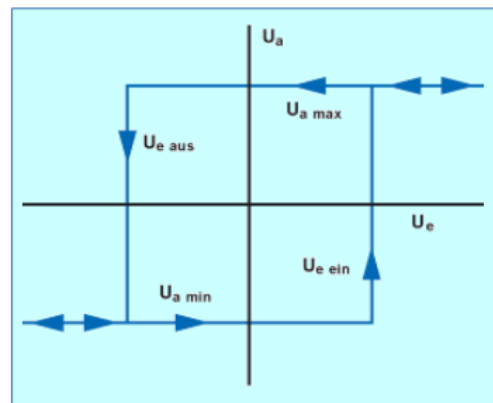
Besonderheit ist der Schmitt-Trigger.

Schmitt – Trigger:

Außergewöhnlich hierbei ist der Einsatz der Rückkopplung an den nicht invertierenden Eingang (Mitkopplung), die den OPV in seine Begrenzung treibt. Der OPV kennt so nur zwei Zustände, HIGH und LOW, mit jeweils maximaler Verstärkung. Die Steilheit der möglichen Schaltflanken wird durch die Slew-Rate bestimmt. Einzigartig ist das Vorhandensein von gleich zwei Schaltschwellen, einer Unteren und einer Oberen. Hierdurch kommt es zur charakteristischen Übertragungskennlinie des Schmitt-Triggers.



Ideale Übertragungskennlinie - Nichtinvertierend



<http://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/0209241.htm>

Dies ermöglicht mit Hilfe des Schmitt-Triggers Spannungsschwankungen abzupuffern und rechtfertigt seinen Einsatz als Signal-Aufbereiter.

Integrator/Integrierer:

Wird der OPV mit frequenzabhängigen Bauteilen beschaltet, erhält man bedeutende, zusätzliche Funktionen. Eine Kapazität im Gegenkopplungszweig bewirkt spannungstegrierendes Verhalten. Wie zuvor wird die Differenz zwischen den Eingängen opv-intern auf 0 geregelt, in dem die Ausgangsspannung entsprechend angepasst wird. Der Strom über den Eingangswiderstand kann nur in die Kapazität. Nun gilt:

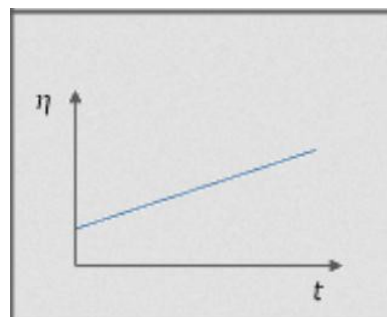
$$\frac{U_e}{R} = -I_C$$

wobei:

$$I_C = C \frac{dU_C}{dt}$$

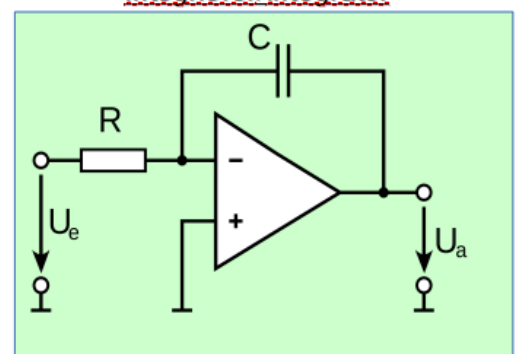
$$\Leftrightarrow U_C = -\frac{1}{RC} \int U_e dt$$

$$\Leftrightarrow U_a = -\frac{1}{RC} \int U_e dt$$



<http://www.chemgapedia.de/>

Integrierer/Integrator



<https://de.wikipedia.org/wiki/Operationsverst%C3%A4rker#Integrierer>

Eine konstante Eingangsspannung lädt/entlädt die Kapazität ohne dass der Strom abfällt und erzeugt so eine Spannungsrampe am Ausgang. Bei Erreichen der Betriebsspannung kann der OPV die erforderliche Energie nicht länger zur Verfügung stellen. Es kommt zur Sättigung.