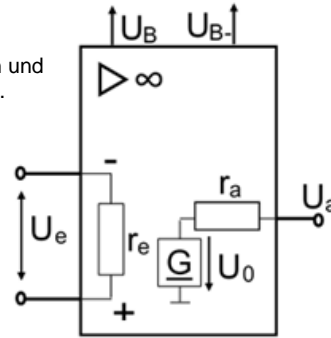


Operationsverstärker (OPV) → K1.1

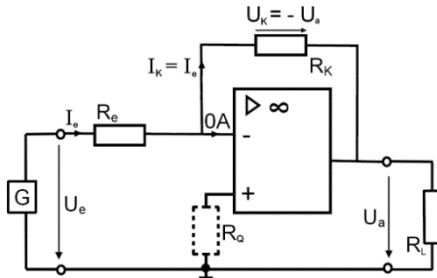
Der Operationsverstärker ist ein elektronischer Verstärker, der einen invertierenden und einen nichtinvertierenden Eingang besitzt und eine sehr hohe Verstärkung aufweist.

	Idealer OPV	Realer OPV
r_e Eingangswiderstand	$\infty \Omega$	$10^5 \dots 10^{12} \Omega$
r_a Ausgangswiderstand	0Ω	$10 \dots 100 \Omega$
V_{uo} Leerlaufverstärkungsfaktor	∞	$10^4 \dots 10^6$



Invertierender OPV → K1.2

Einfacher, invertierender Signalverstärker



Ziel: Stärkung von U_e mit 180° Phasenverschiebung!

Der OPV ist bestrebt, die Differenzspannung zwischen Plus- und Minus Eingang so gering wie möglich zu halten (0V).

Wenn $R_K = R_e$ dann $V_u = -1$
Wenn $R_K > R_e$ dann $V_u > -1$
Wenn $R_K < R_e$ dann $V_u < -1$

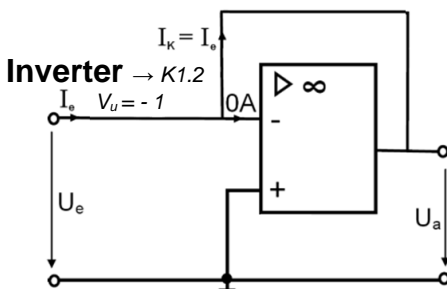
$$V_u = \frac{U_a}{U_e} = - \frac{I_e \cdot R_K}{I_e \cdot R_e} = - \frac{R_K}{R_e}$$

Gilt bei idealem OPV

$$r_e = R_e; r_a = 0 \Omega$$

Größen:

V_u Spannungsverstärkungsfaktor
 R_K Rückkopplungswiderstand
 R_e Eingangswiderstand
 R_Q Querwiderstand
 U_e Eingangsspannung
 U_a Ausgangsspannung
 r_e Verstärkereingangswiderstand
 r_a Verstärkerausgangswiderstand

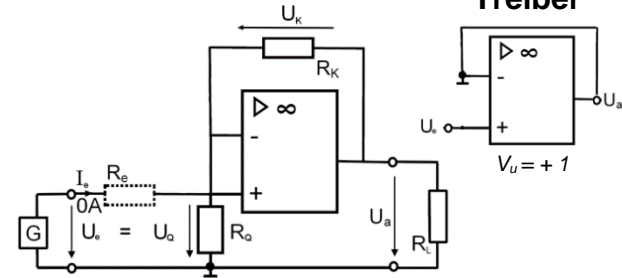


Inverter → K1.2

$$V_u = -1$$

Nicht invertierender OPV → K1.4

Signalverstärker



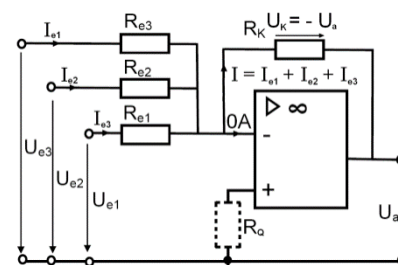
Ziel: Stärkung von U_e ohne Phasenverschiebung!

U_e Eingangsspannung am invertierenden OPV-Eingang

$$V_u = \frac{U_a}{U_e} = \frac{I_Q \cdot (R_K + R_Q)}{I_Q \cdot R_Q} = \frac{R_K}{R_Q} + 1$$

$$r_e = \infty \Omega; r_a = 0 \Omega \quad \text{Gilt bei idealem OPV}$$

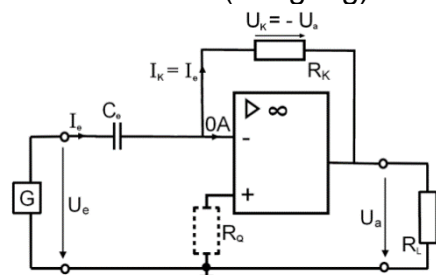
Summierer → K1.3



Ziel: Signale von mehreren Eingängen addieren

$$U_a = - R_K \cdot \left(\frac{U_{e1}}{R_{e1}} + \frac{U_{e2}}{R_{e2}} + \frac{U_{e3}}{R_{e3}} \right)$$

Differenzierer (Steigung) → K1.5

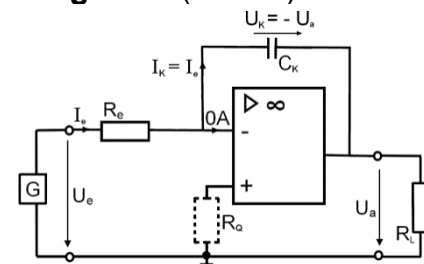


Ziel: Pegel-Zeit-Änderungen am Eingangssignal U_e auswerten und diese verstärken!

$$U_a = - \frac{\Delta U_e}{\Delta t}$$

Die Ausgangsspannung U_a ist somit proportional zur Steigung der Eingangsspannung U_e !

Integrierer (Fläche) → K1.6

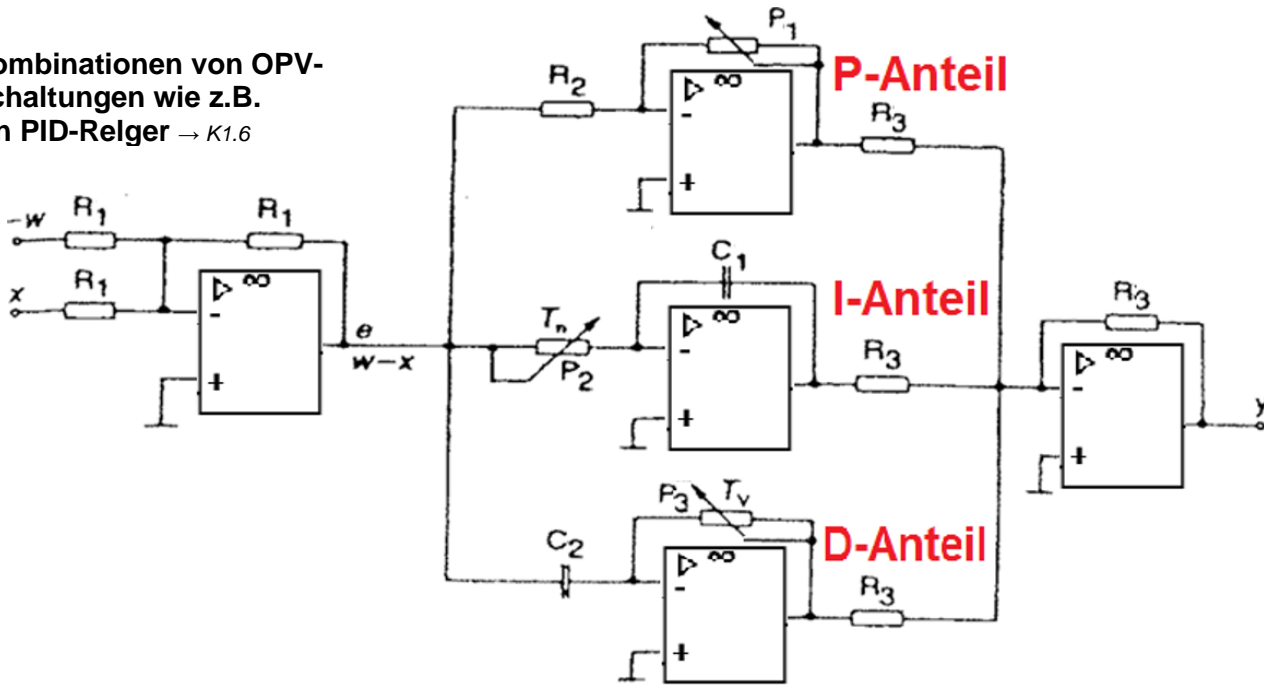


Ziel: Abweichungen zwischen Ist- und Sollsignal erfassen und diese ausgleichen!

$$U_a = - U_e \cdot t$$

Die Ausgangsspannung U_a ist somit proportional zur Spannungs-Zeit-Fläche der Eingangsspannung U_e !

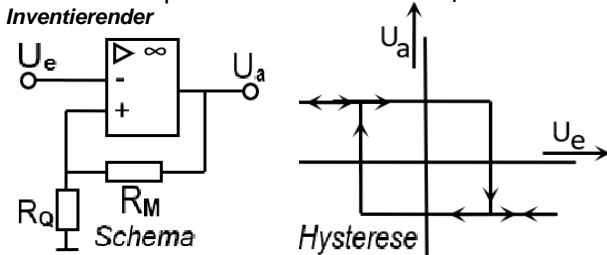
Kombinationen von OPV-Schaltungen wie z.B. ein PID-Regler → K1.6



Schmitt-Trigger → K1.8

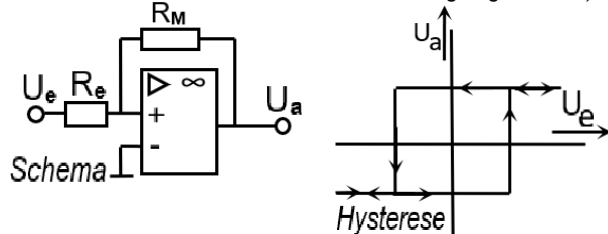
Ändert seinen Ausgangsspannungszustand beim Übertreten der definierten Eingangsspannungsschwelle. Dieser Interrupt dient dann als Startimpuls für die Steuerung bzw. Regelung.

Invertierender



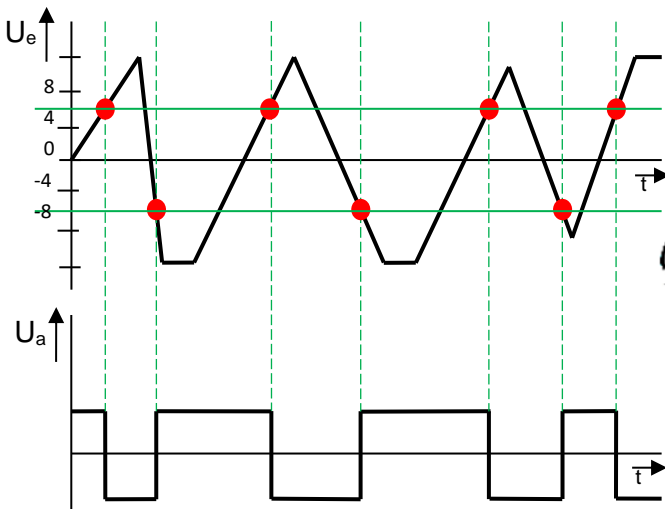
Beispiel: Wenn der Istwert den maximalen Sollwert überschreitet oder den minimalen Sollwert unterschreitet, soll durch gegenphasige Änderung des Ausgangswertes der momentanen Änderung des Istwertes entgegengewirkt werden. Also wenn ich z.B. Innerorts über 50km/h fahre, dann soll mein Roller durch die Regelung abgebremst werden.

Nicht invertierender (Wird in der Praxis wenig angewendet!)

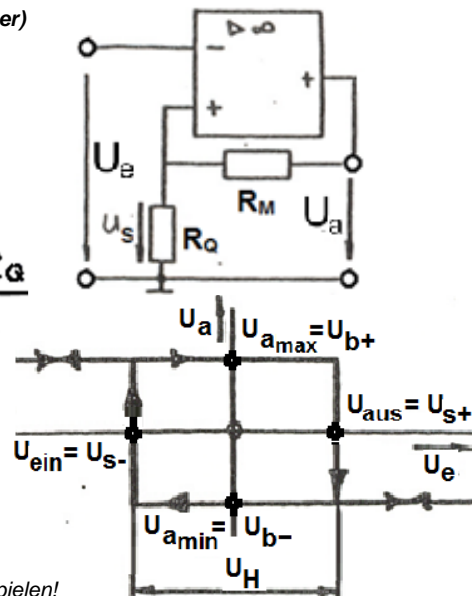


Beispiel: Wenn der Istwert den maximalen Sollwert überschreitet oder den minimalen Sollwert unterschreitet, soll durch gleichphasige Änderung des Ausgangswertes die momentane Änderung des Istwertes verstärkt werden. Also wenn ich z.B. Innerorts über 50km/h fahre, dann soll mein durch die Regelung noch mehr beschleunigt werden. Für was das hier gut ist, ist fragwürdig.

Spannungsverlauf von U_a dem Verlauf von U_e zuordnen (invertierender Schmitt-Trigger)



$$U_S = \frac{U_{bmax} \cdot R_Q}{R_M + R_Q}$$



Übungen und Anwendungen → K1.9 und K1.10 mit über 50 Anwendungsbeispielen!