

Name, Vorname	Testat	Besprechung: 05.04.11 Abgabe: 13.04.11

Operationsverstärker: PID-Regler

Im Rahmen dieser Übung wird die Anwendung des Operationsverstärkers in der Regeltechnik behandelt. **Abb. 1** zeigt den schematischen Aufbau eines typischen Regelkreises. Solche Regelkreise finden sich bei sehr vielen Anwendungen.

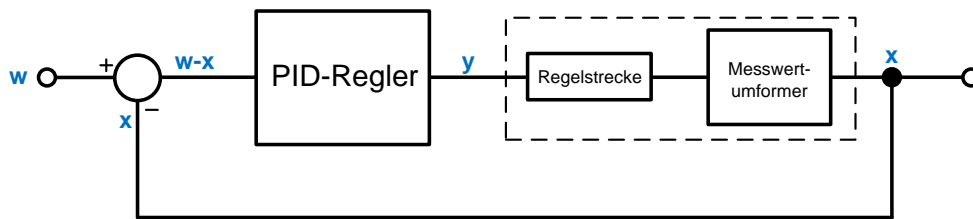


Abb. 1: Prinzipieller Aufbau eines Regelkreises

Der Subtrahierer bildet die Differenz zwischen einer Führungsgrösse (Sollwert) w und der Regelgrösse (Istwert) x . Der PID-Regler bildet daraus die Stellgrösse y , die die Regelstrecke so beeinflusst, dass schliesslich die Regelgrösse x mit einer vorgegebenen Toleranz der Führungsgrösse w folgt.

Abb. 2 zeigt die OPV-Beschaltung des Regelkreises, welche nun dimensioniert werden soll.

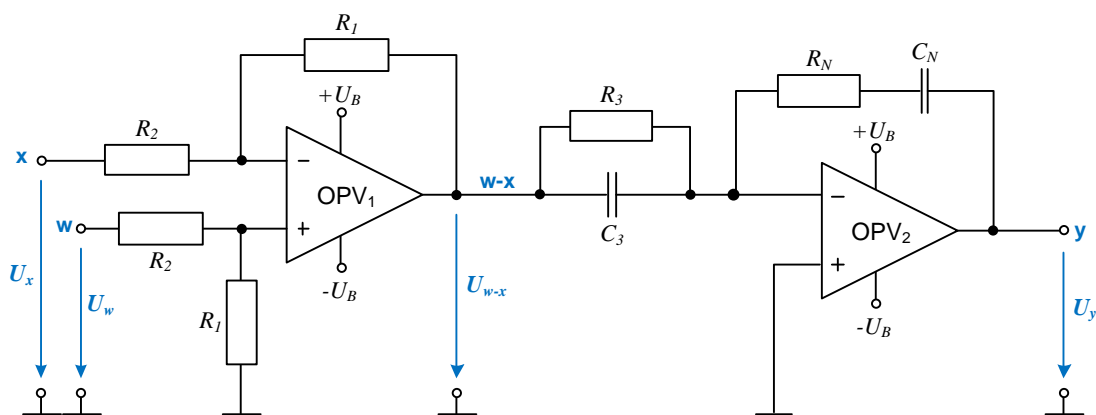


Abb. 2: Einsatz des OPVs im Regelkreis

Führungsgrösse, Regelgrösse und Stellgrösse sind durch die Spannungen U_w , U_x und U_y gekennzeichnet. Der Reglereingang erhält die Spannung U_{w-x} . OPV₁ bildet mit den Widerständen R_P und R_N das Subtrahierglied, OPV₂ mit den Widerständen R_3 und R_N und den Kondensatoren C_3 und C_N bildet den PID-Regler.

Kenndaten der OPV-Beschaltung:

Negative Betriebsspannung: $-U_B = -15V$
 Positive Betriebsspannung: $+U_B = +15V$

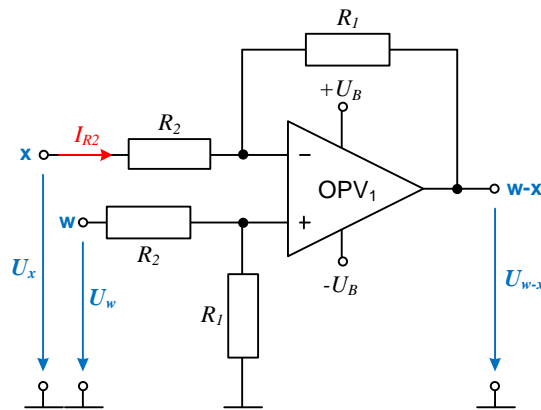


Abb. 3: Subtrahierer mit den Eingangsspannungen U_w und U_x .

Als erste Teilschaltung (vgl. **Abb. 3**) wird in den folgenden zwei Aufgabenpunkten nur der Subtrahierer mit OPV_1 betrachtet.

- 1) Es sei $U_x = 7V$ und $U_w = 0V$. Lege den Widerstand R_2 so aus, dass der Eingangsstrom $I_{R2} = 7mA$ beträgt.
- 2) Die Spannung U_w soll jetzt $7V$, die Spannung $U_x = 2V$ betragen. Bestimme unter Berücksichtigung von R_2 den Widerstand R_1 sodass $U_{w-x} = 5mV$. (Hinweis: I_{R2} anders als in 1)

In den nächsten Aufgabenpunkten wird die weitere Teilschaltung, der PID-Regler (**Abb. 4**) betrachtet:

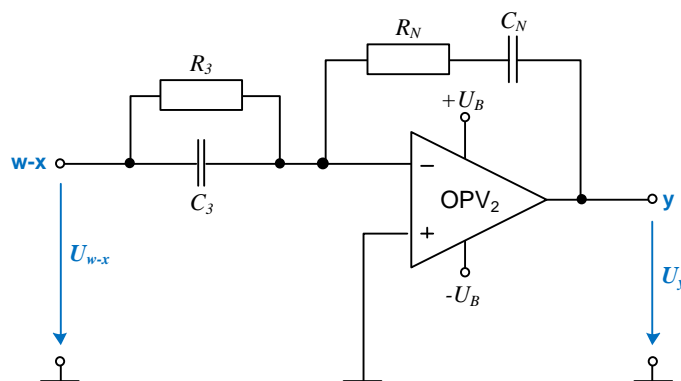


Abb. 4: PID-Regler mit zeitabhängigen Grössen $U_{w-x}(t)$ und $U_y(t)$.

- 3) Zeige, dass der zeitliche Verlauf der Ausgangsspannung $U_y(t)$ in **Abb. 4** folgende Funktion von $U_{w-x}(t)$ ist:

$$U_y(t) = f(U_{w-x}(t), \dot{U}_{w-x}(t)) = -\left(\frac{R_N}{R_3} + \frac{C_3}{C_N}\right)U_{w-x}(t) - \frac{1}{R_3 C_N} \int U_{w-x}(t) dt - R_N C_3 \dot{U}_{w-x}(t) \quad (1)$$

Es sei nun:

$$R_N = 800k\Omega$$

$$C_N = 20nF$$

$$R_3 = 10k\Omega$$

- 4) Es wird nun angenommen, dass am PID-Regler eine *konstante* Spannung von $U_{w-x} = 5mV$ angelegt wird. Berechne C_3 , sodass der Regler eine Verstärkung $U_y(t=0) / U_{w-x}(t=0) = -100$ besitzt. (Hinweis: $U_{w-x}(t < 0) = 0$)

- 5) Berechne die Übertragungsfunktion des PID-Reglers für sinusförmige Eingangsspannungen (rechne im Frequenzbereich). Was kann in Bezug auf die vorher berechnete Verstärkung ausgesagt werden? (Hinweis: Benütze die Übertragungsfunktion des invertierenden Verstärkers)

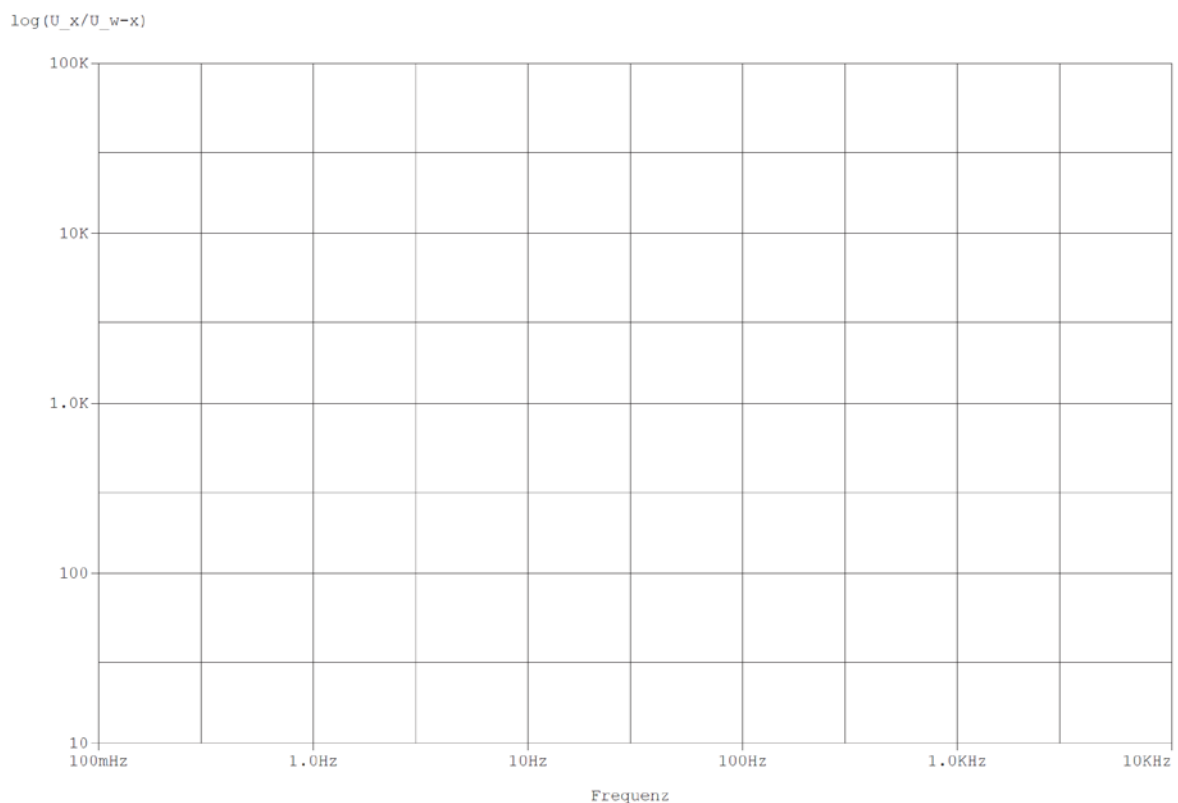


Abb. 5: Frequenzgang des PID-Reglers

- 6) Zeichne qualitativ den Frequenzgang des Reglers unter Berücksichtigung der ermittelten Bauelemente in **Abb. 5**.