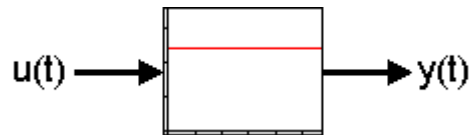


## Blockstrukturelemente

### P-Block:



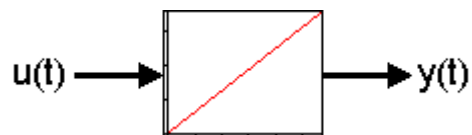
Der P-Block ist ein Verstärker. Das Eingangssignal  $u(t)$  wird mit der Verstärkung  $K$  multipliziert und auf den Ausgang  $y(t)$  geschaltet.

### **Gleichung:**

$$y(t) = K \cdot u(t)$$

$$G(s) = K$$

### I-Block:



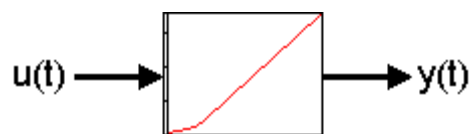
Der I-Block ist ein Integrator. Das Eingangssignal  $u(t)$  wird über die Zeit integriert und auf den Ausgang  $y(t)$  geschaltet. Die Integrationszeitkonstante  $T_I$  gibt die Schnelligkeit der Integration an. Große  $T_I$  bewirken ein langsames Aufintegrieren.

### **Gleichung:**

$$y(t) = \frac{1}{T_I} \cdot \int_0^t u(\tau) \cdot d\tau$$

$$G(s) = \frac{1}{T_I s}$$

### IT1-Block:



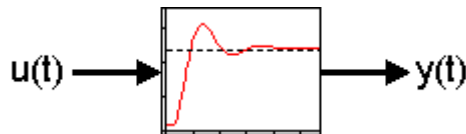
Der IT1-Block ist ein verzögerter Integrator. Das Eingangssignal  $u(t)$  wird verzögert über die Zeit integriert und auf den Ausgang  $y(t)$  geschaltet. Die Zeitkonstante  $T_1$  gibt

den Verzögerungsfaktor, die Integrationszeitkonstante  $T_I$  gibt die Schnelligkeit der Integration an. Große  $T_I$  bewirken ein langsames Aufintegrieren.

**Gleichung:**

$$T_I \cdot \dot{y}(t) + y(t) = \frac{1}{T_I} \cdot \int_0^t u(\tau) \cdot d\tau \quad G(s) = \frac{1}{T_I s \cdot (T_I s + 1)}$$

**PT2-Block (Schwingung):**

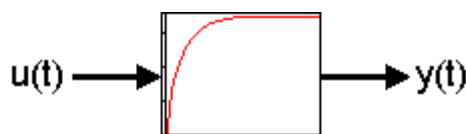


Die PT2-Schwingung hat ein schwingungsfähiges Übertragungsverhalten. Das Schwingungsverhalten ist abhängig von den einstellbaren Parametern, der Dämpfung  $D$ , der Eigenfrequenz  $\omega$  und der Verstärkung  $K$ . Abhängig von der Dämpfung  $D$  schwingt das Ausgangssignal  $y(t)$  bei einer sprungförmigen Änderung des Eingangssignals  $u(t)$  nach einer gewissen Zeitdauer auf den Wert  $K \cdot u$  ein. Bei der Dämpfung  $D = 0$  erhält man eine Dauerschwingung, das heißt, das System schwingt mit einer Sinus-Schwingung um den Wert  $K \cdot u$ . Liegt die Dämpfung  $D$  zwischen 0 und 1, also  $0 < D < 1$ , so erreicht das System mit eventuell mehrfachem Überschwingen den Endwert. Gilt  $D \geq 1$  so geht das System ohne Überschwingen nach einer gewissen Zeitdauer auf den Endwert.  $\omega$  gibt die Frequenz an, mit der das System schwingt und  $K$  den Verstärkungsfaktor, der den neuen Endwert bestimmt.

**Gleichung:**

$$\frac{1}{\omega^2} \cdot \ddot{y}(t) + \frac{2D}{\omega} \cdot \dot{y}(t) + y(t) = K \cdot u(t) \quad G(s) = \frac{K}{\frac{1}{\omega^2} s^2 + \frac{2D}{\omega} s + 1} = \frac{K \cdot \omega^2}{s^2 + 2D\omega s + \omega^2}$$

**PT1-Block:**



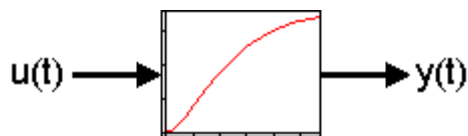
Der PT1-Block ist ein Verzögerungsblock. Das Eingangssignal  $u(t)$  wird mit einer umgekehrten e-Funktion zeitverzögert und mit der Verstärkung  $K$  multipliziert auf das Ausgang  $y(t)$  geschaltet. Die Zeitkonstante  $T_I$  gibt den Verzögerungsfaktor,  $K$  die

Verstärkung an. Ein großes  $T_1$  bewirkt eine große Verzögerung, das bedeutet, dass bei einer Änderung des Eingangswertes  $u(t)$  das Ausgangssignal  $y(t)$  seinen neuen Endwert erst nach einer langen Zeitdauer annimmt. Ein PT1-Block kann auch wie ein Tiefpassfilter zur Glättung von Signalen eingesetzt werden.

**Gleichung:**

$$T_1 \cdot \dot{y}(t) + y(t) = K \cdot u(t) \quad G(s) = \frac{K}{T_1 s + 1}$$

**PT2-Block:**

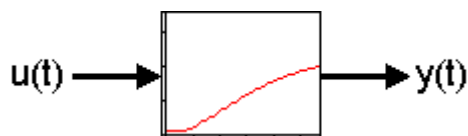


Der PT2-Block ist ebenfalls ein Verzögerungsblock. Er wirkt, wie zwei hintereinander geschaltete PT1-Blöcke. Das Eingangssignal  $u(t)$  wird zeitverzögert und mit der Verstärkung  $K$  multipliziert auf den Ausgang  $y(t)$  geschaltet. Die Zeitkonstanten  $T_1$  und  $T_2$  sind die zwei Zeitkonstanten der beiden hintereinander geschalteten PT1-Blöcke.  $K$  gibt die Verstärkung des PT2-Blocks an.

**Gleichung:**

$$T_2 \cdot \dot{y}(t) + y(t) = x_1(t) \quad T_1 \cdot \dot{x}_1(t) + x_1(t) = K \cdot u(t) \quad G(s) = \frac{K}{(T_1 s + 1) \cdot (T_2 s + 1)}$$

**PT3-Block:**

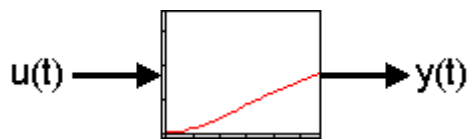


Der PT3-Block ist ebenfalls ein Verzögerungsblock. Er wirkt, wie drei hintereinander geschaltete PT1-Blöcke. Das Eingangssignal  $u(t)$  wird zeitverzögert und mit der Verstärkung  $K$  multipliziert auf den Ausgang  $y(t)$  geschaltet. Die Zeitkonstanten  $T_1$ ,  $T_2$  und  $T_3$  sind die drei Zeitkonstanten der drei hintereinander geschalteten PT1-Blöcke.  $K$  gibt die Gesamtverstärkung des PT3-Blocks an.

**Gleichung:**

$$T_3 \cdot \dot{y}(t) + y(t) = x_2(t) \quad T_2 \cdot \dot{x}_2(t) + x_2(t) = x_1(t) \quad T_1 \cdot \dot{x}_1(t) + x_1(t) = K \cdot u(t)$$

$$G(s) = \frac{K}{(T_1 s + 1) \cdot (T_2 s + 1) \cdot (T_3 s + 1)}$$

**PT4-Block:**

Der PT4-Block ist ebenfalls ein Verzögerungsblock. Er wirkt, wie vier hintereinander geschaltete PT1-Blöcke. Das Eingangssignal  $u(t)$  wird zeitverzögert und mit der Verstärkung  $K$  multipliziert auf das Ausgang  $y(t)$  geschaltet. Die Zeitkonstanten  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  und  $T_4$  sind die vier Zeitkonstanten der vier hintereinander geschalteten PT1-Blöcke.  $K$  gibt die Gesamtverstärkung des PT4-Blocks an.

**Gleichung:**

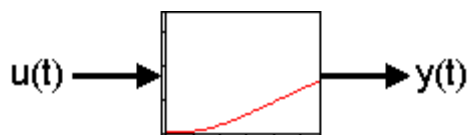
$$T_1 \cdot \dot{x}_1(t) + x_1(t) = K \cdot u(t)$$

$$T_2 \cdot \dot{x}_2(t) + x_2(t) = x_1(t)$$

$$T_3 \cdot \dot{x}_3(t) + x_3(t) = x_2(t)$$

$$T_4 \cdot \dot{y}(t) + y(t) = x_3(t)$$

$$G(s) = \frac{K}{(T_1 s + 1) \cdot (T_2 s + 1) \cdot (T_3 s + 1) \cdot (T_4 s + 1)}$$

**PT5-Block:**

Der PT5-Block ist ebenfalls ein Verzögerungsblock. Er wirkt, wie fünf hintereinander geschaltete PT1-Blöcke. Das Eingangssignal  $u(t)$  wird zeitverzögert und mit der Verstärkung  $K$  multipliziert auf das Ausgang  $y(t)$  geschaltet. Die Zeitkonstanten  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$  und  $T_5$  sind die fünf Zeitkonstanten der fünf hintereinander geschalteten PT1-Blöcke.  $K$  gibt die Gesamtverstärkung des PT5-Blocks an.

**Gleichung:**

$$T_1 \cdot \dot{x}_1(t) + x_1(t) = K \cdot u(t)$$

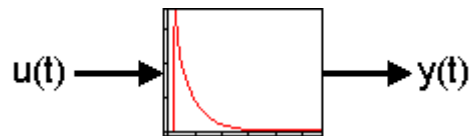
$$T_2 \cdot \dot{x}_2(t) + x_2(t) = x_1(t)$$

$$T_3 \cdot \dot{x}_3(t) + x_3(t) = x_2(t)$$

$$T_4 \cdot \dot{x}_4(t) + x_4(t) = x_3(t)$$

$$T_5 \cdot \dot{y}(t) + y(t) = x_4(t)$$

$$G(s) = \frac{K}{(T_1 s + 1) \cdot (T_2 s + 1) \cdot (T_3 s + 1) \cdot (T_4 s + 1) \cdot (T_5 s + 1)}$$

**DT1-Block:**

Der DT1-Block ist ein Differenzierer mit Verzögerung. Das Eingangssignal  $u(t)$  wird differenziert und verzögert auf den Ausgang  $y(t)$  geschaltet. Die Zeitkonstante  $T_D$  gibt die Verstärkung der Differentiation und die Zeitkonstante  $T_1$  gibt die Verzögerung an. Bei einer sprungförmigen Änderung des Eingangssignals  $u(t)$  von 0 springt das Ausgangssignal  $y(t)$  auf den Wert  $T_D \cdot \dot{u}(t) / T_1$  und fällt dann langsam mit einer umgekehrten e-Funktion wieder auf 0 ab.

**Gleichung:**

$$T_1 \cdot \dot{y}(t) + y(t) = T_D \cdot \dot{u}(t)$$

$$G(s) = \frac{T_D s}{T_1 s + 1}$$

**D-Block:**

Der D-Block ist ein Differenzierer ohne Verzögerung. Das Eingangssignal  $u(t)$  wird differenziert und auf den Ausgang  $y(t)$  geschaltet. Die Zeitkonstante  $T_D$  gibt die Verstärkung der Differentiation an.

**Gleichung:**

$$y(t) = \frac{u(t_1) - u(t_0)}{\Delta t}$$

$$G(s) = T_D s$$

**T<sub>T</sub>-Block / Totzeit-Block:**



Der Totzeit-Block gibt das Eingangssignal  $u(t)$  um die Totzeit  $T_T$  verzögert auf das Ausgangssignal  $y(t)$  aus.

**Gleichung:**

$$y(t) = u(t - T_T)$$

$$G(s) = e^{-sT_T}$$