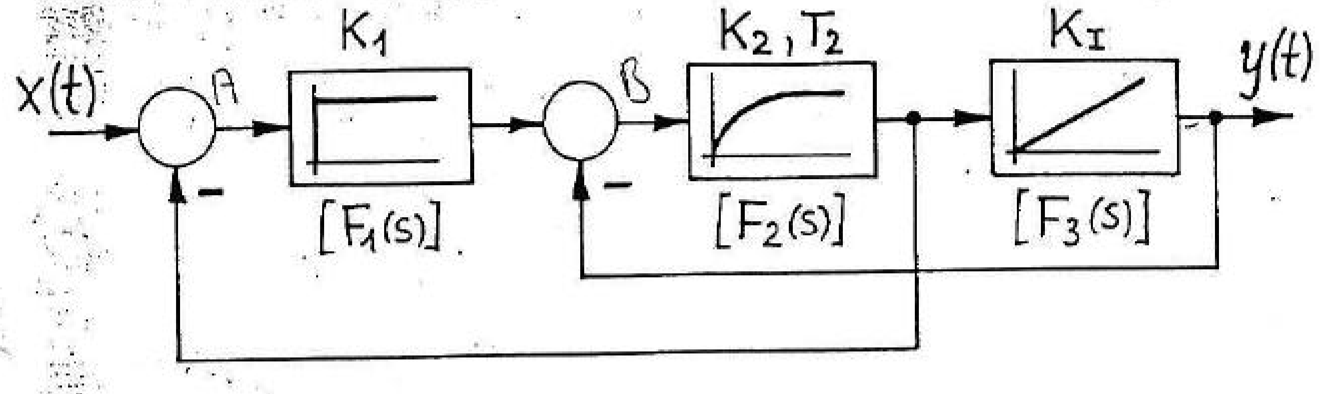
Ein dynamisches System wird durch folgenden Signalflußplan beschrieben:

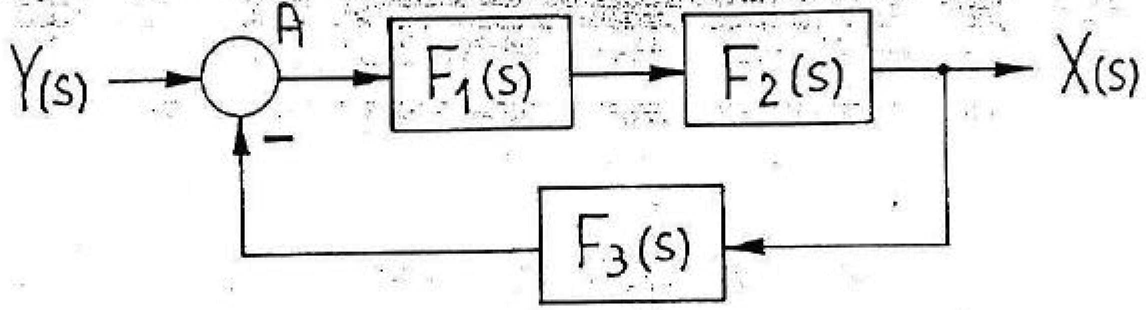


a) Ermitteln Sie die Übertragungsfunktion $F(s) = Y(s)/X(s)$ des Systems in Abhängigkeit der Übertragungsfunktionen der drei Teilsysteme, also $F(s) = f(F_1, F_2, F_3)$.

b) Berechnen Sie die Übertragungsfunktion $F(s)$, indem Sie zunächst die Übertragungsfunktionen der drei Teilsysteme $F_1(s)$, $F_2(s)$ und $F_3(s)$ bestimmen.

Aufgabe 2 (a) AT1, SS 1995

Ein rückgekoppeltes System hat folgendes Blockschaltbild:



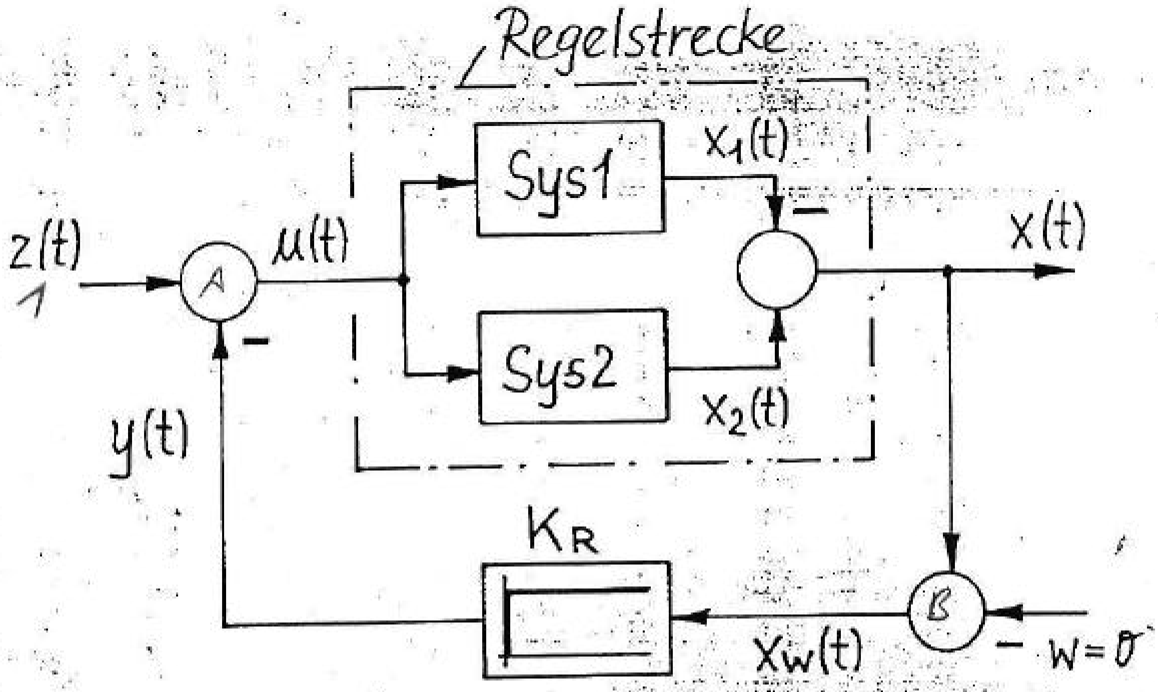
Für die einzelnen Übertragungsfunktionen gilt:

$$F_1(s) = K \quad ; \quad F_2(s) = \frac{1}{(1+4\cdot s)^2} \; ; \quad F_3(s) = \frac{1}{1+6\cdot s}$$

a) Bestimmen Sie den Übertragungsbeiwert K_{krit}, für den das System bei Anregung Dauerschwingungen ausführt.

Aufgabe 3 (a,b) AT1, SS 1995

Ein Regelkreis hat folgende Struktur:



Die Regelstrecke besteht aus zwei Teilsystemen Sys1 und Sys2 (s. Abb.), deren Differentialgleichungen wie folgt gegeben sind:

Sys1: $\dot{x}_1(t) = K_1 \cdot u(t)$ mit $K_1 = 2$

Sys2: $T_2 \cdot \dot{x}_2(t) = K_2 \cdot [u(t) + T_2 \cdot \dot{u}(t)]$ mit $K_2 = 3$; $T_2 = 1$

Alle Zeiten seien normiert und damit dimensionslos.

a) Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion $F_S(s) = X(s)/U(s)$ der Regelstrecke zahlenmäßig.

Auf den Regelkreis wirkt die Störgröße $z(t) = 1(t)$ ein.

b) Ermitteln Sie den Übertragungsbeiwert K_R des P-Reglers, für den die bleibende Regelabweichung $x_w(t \to \infty) = 0{,}1$ beträgt.

AT1 SS 1995 Aufgabe 1:

a) :

$$(1)\ \ A = x_{(t)} - B \cdot F_{2(s)}$$
$$(2)\ \ B = A \cdot F_{1(s)} - y_{(t)}$$
$$(3)\ \ \mathrm{y}_{(t)} = B \cdot F_{2(s)} \cdot F_{3(s)} \Rightarrow B = \frac{y_{(t)}}{F_{2(s)} \cdot F_{3(s)}}$$

$$\text{Aus (2) und (3)}: \frac{y_{(t)}}{F_{2(s)} \cdot F_{3(s)}} + y_{(t)} = A \cdot F_{1(s)}$$

$$\text{mit (1)}: \frac{y_{(t)}}{F_{2(s)} \cdot F_{3(s)}} + \frac{y_{(t)} \cdot F_{1(s)} \cdot F_{2(s)}}{F_{2(s)} \cdot F_{3(s)}} + y_{(t)} = x_{(t)} \cdot F_{1(s)}$$

$$Y_{(s)} \cdot \left(\frac{1}{F_{2(s)} \cdot F_{3(s)}} + \frac{F_{1(s)} \cdot F_{2(s)}}{F_{2(s)} \cdot F_{3(s)}} + 1 \right) = F_{1(s)} \cdot X_{(s)}$$

$$F_{(s)} = \frac{Y_{(s)}}{X_{(s)}} = \frac{F_{1(s)}}{\frac{1}{F_{2(s)} \cdot F_{3(s)}} + \frac{F_{1(s)} \cdot F_{2(s)}}{F_{2(s)} \cdot F_{3(s)}} + 1} = \frac{F_{1(s)} \cdot F_{2(s)} \cdot F_{3(s)}}{F_{2(s)} \cdot F_{3(s)} + F_{1(s)} \cdot F_{2(s)} + 1};$$

b) :

$$F_1 = K_1; \qquad F_2 = \frac{K_2}{1 + s \cdot T_2}; \qquad F_3 = K_I \cdot \frac{1}{s};$$

$$F_s = \frac{K_1 \cdot \frac{K_2}{1 + s \cdot T_2} \cdot K_I \cdot \frac{1}{s}}{\frac{K_2}{1 + s \cdot T_2} \cdot K_I \cdot \frac{1}{s} + K_1 \cdot \frac{K_2}{1 + s \cdot T_2} + 1}$$
$$= \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot K_I}{K_2 \cdot K_I + K_1 \cdot K_2 \cdot s + s \cdot (1 + s \cdot T_2)};$$

AT1 SS 1995 Aufgabe 2:

a) :

$$A = Y_{(s)} - X_{(s)} \cdot F_3$$

$$X_{(s)} = A \cdot F_1 \cdot F_2 \Rightarrow A = \frac{X_{(s)}}{F_1 \cdot F_2}$$

$$\frac{X_{(s)}}{F_1 \cdot F_2} + X_{(s)} \cdot F_3 = Y_{(s)}$$

$$F_s = \frac{X_{(s)}}{Y_{(s)}} = \frac{1}{\frac{1}{F_1 \cdot F_2} + F_3} = \frac{F_1 \cdot F_2}{1 + F_1 \cdot F_2 \cdot F_3}$$

Hurwitz :

$$1 + F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 = 0$$

$$1 + \frac{K}{(1 + 4 \cdot s)^2} \cdot \frac{1}{(1 + 6 \cdot s)} = 0$$

$$1 + 8 \cdot s + 16 \cdot s^2 + 6 \cdot s + 48 \cdot s^2 + 96 \cdot s^3 + K = 0$$

$$[96] \cdot s^3 + [64] \cdot s^2 + [14] \cdot s + [1 + K] = 0$$

$$a_1 \cdot a_2 = a_0 \cdot a_3$$

$$14 \cdot 64 = 96 + 96 \cdot K_{Krit}$$

$$K_{Krit} = 8{,}33;$$

AT1 SS 1995 Aufgabe 3:

a) :

$$F_s = F_2 - F_1$$

$$= \frac{K_2 + K_2 \cdot T_2 \cdot s}{T_2 \cdot s} - \frac{K_1}{s}$$

$$= \frac{3+3+1\cdot s}{\mathrm{s}} - \frac{2}{\mathrm{s}}$$

$$= \frac{1}{s} + 3;$$

$$\mathrm{F}_1 : \; s \cdot X_{(s)} = K_1 \cdot Y_{(s)} \Rightarrow F_1 = \frac{X_{(s)}}{Y_{(s)}} = \frac{K_1}{s}$$

$$\mathrm{F}_2 : \; [T_2 \cdot s] \cdot X_{(s)} = [K_2 + K_2 \cdot T_2 \cdot s] \cdot Y_{(s)}$$

$$\Rightarrow F_2 = \frac{X_{(s)}}{Y_{(s)}} = \frac{K_2 + K_2 \cdot T_2 \cdot s}{T_2 \cdot s}$$

b) :

$$z_{(t)} = 1_{(t)}$$

$$F_z = \frac{F_s}{1 + F_R \cdot F_s} = \frac{\frac{1}{s} + 3}{1 + \left(\frac{1}{s} + 3\right) \cdot K_R} = \frac{3 \cdot s + 1}{s + 3 \cdot K_R \cdot s + K_R}$$

$$F_{Z(s \to 0)} = \frac{1}{K_R} = 0{,}1 \Rightarrow K_R = 10;$$