„Gutes" Störverhalten

ideal → Umweltsstörche 24°C sind sofort da

Führungs-Üfkt: $F_W(s) = \frac{X(s)}{W(s)} = \frac{F_R F_S}{1+F_R F_S} = 1$ (ideal)

ideal → 0 Auswirkung der Störung auf den Regelkreis

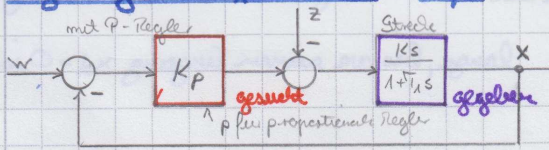
Stör-Üfkt: $F_z(s) = \frac{X(s)}{Z(s)} = \frac{-F_S}{1+F_R F_S} = 0$

Charakteristische Gleichung: $1 + F_R(s) \cdot F(s) = 0$ von Führungs-Üfkt

Die Lösungen der Char. Gl. sind die Polstellen des geschlossenen Regelkreises

↳ bestimmen die Dynamik des Kreises

Regelung einer PT_1-Strecke Bsp.: Raumtemperaturregelung; Drehzahl eines Gleichstrommotors



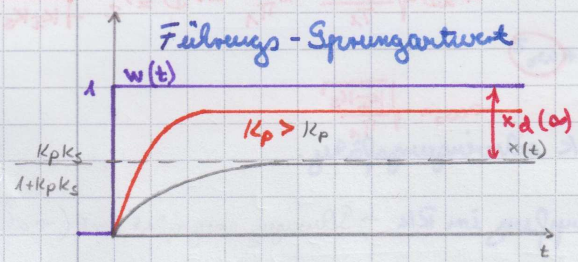
Führungs-Üfkt: $F_W(s) = \frac{\frac{K_P K_S}{1+T_1 s}}{1+\frac{K_P K_S}{1+T_1 s}} = \frac{K_P K_S}{1+K_P K_S + T_1 s}$ PT_1-Verhalten

$$= \frac{K_P K_S}{1+K_P K_S} \cdot \frac{1}{1+\frac{T_1}{K_P K_S}\cdot s}$$

K_W stationäres Verhalten; T_W ← Zeitkonstante des Führungsverhaltens

K_P-Reglerverstärkung

Führungs-Sprungantwort



Beim P-Regler tritt eine stationäre Regelabweichung auf

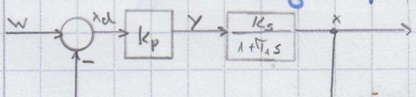
↳ Vergrößerung von K_P … – verkleinert die Regelabweichung

– macht den Regelkreis schneller (T_W kleiner)

$K_P \uparrow \rightarrow T_W \downarrow$ und $x_d(\infty) \downarrow$

@ Home warum wählt man nicht riesiges K_P? Ü 7/A 2

14.11.2012 Warum kein riesiges K_P? → man braucht >> Energie (z.B. Temperaturregler)



→ Stellgröße y ist begrenzt (z.B. Vollgas → schneller geht nicht)

↳ Stellgrößenanschlag (min, max) ↳ Stellwerte (Grenzen) nicht verändert

1 → Dann wird das Stellsignal sehr groß. Bei jeder realen Strecke liegt eine Stellbegrenzung vor.

(„Es geht nicht mehr als Vollgas")

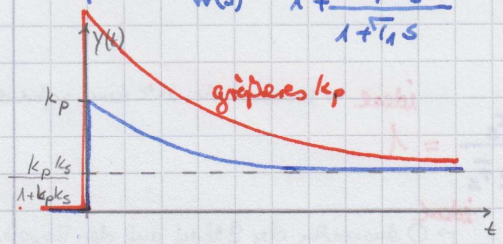
2 → Evtl. tritt doch Schwingen im RK auf wegen bei der Modellierung vergessener Dynamik

(Strecke ist in Wahrheit nicht PT_1 sondern höherer Ordnung)

Stellsignalreaktion auf den Führungssprung

$$F_Y(s) = \frac{Y(s)}{W(s)} = \frac{k_p}{1+\frac{k_p k_s}{1+T_1 s}} = \frac{k_p(1+T_1 s)}{1+T_1 s + k_p k_s}$$

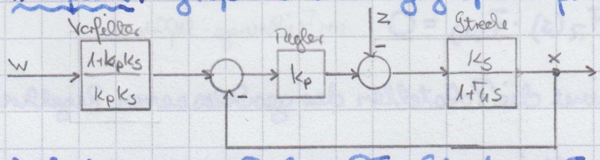
↳ $PT_1 + NST$ → PDT_1-System



$x_d(\infty)$

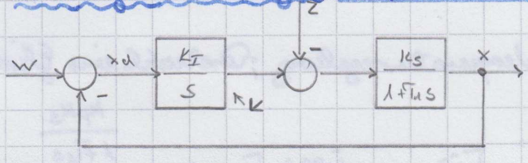
Wie kann man die bleibende Regelabweichung beseitigen?

1. Vorfilter: größere Führungsgröße aufschalten



→ funktioniert nur im Führungs-/nicht im Störverhalten

2. Integrierender Regler – PT_1-Strecke mit I-Regler



Idee: Der I-Regler verändert die Stellgröße y so lange, bis an seinem Eingang $x_d = 0$ ist

Führungs-Üfkt

$$F_W = \frac{F_0}{1+F_0} \qquad F_0 = \frac{F_R}{F_S} = \frac{Z_0}{N_0}$$ = Üfkt des offenen RK

$$F_W = \frac{Z_0}{Z_0+N_0} = \frac{k_I k_s}{k_I k_s + s(1+T_1 s)} = \frac{X(s)}{W(s)}$$

→ $F_W(s=0) = 1$ → stationär genau, keine bleibende Regeldifferenz

Ist der RK schwingungsfähig?

$$F_W(s) = \frac{k_I k_s / T_1}{s^2 + \frac{1}{T_1} s + \frac{k_I k_s}{T_1}} = \frac{K_W \omega_0^2}{s^2 + 2D\omega_0 s + \omega_0^2}$$

→ $2D\sqrt{\frac{k_I \cdot k_s}{T_1}} = \frac{1}{T_1}$ ⇒ $D = \frac{1}{2}\frac{1}{\sqrt{k_I k_s T_1}}$

→ $\omega_0 = \sqrt{\frac{k_I k_s}{T_1}}$

Folie!

Für Reglerverstärkungen $k_I > \frac{1}{4}\frac{1}{k_s T_1}$ ist der RK schwingungsfähig.

Vergrößerung von k_I ⊖ – verringert die Dämpfung im RK → Schwingen vergrößert sich (→ schlecht)

⊕ – macht den RK schneller (vergrößert ω_0 ≙ Abstand der Pole vom Ursprung)

Bei Einstellung von k_I wählt man einen Kompromiss zwischen Schnelligkeit und Dämpfung

Sinnvoll ist z.B. $D = 0{,}5 \ldots 1$

im Vgl. zum P-Regler

Der I-Anteil macht den RK langsam / destabilisiert den RK

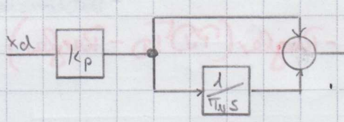
Stör-Üfkt

$$F_Z(s) = \frac{F_S}{1+F_R F_S} = \frac{-\frac{k_s}{1+T_1 s}}{1+\frac{k_I k_s}{s(1+T_1 s)}} = -\frac{k_s s}{s(1+T_1 s)+k_I k_s}$$ ⇒ $F_Z(s=0) = 0$

stationär genau im Störverhalten.

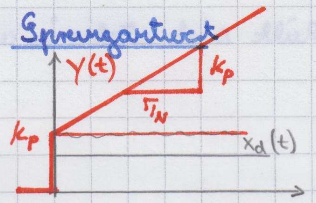
- PI-Regler, um die Nachteile von P- und I-Regler zu kombinieren

Parallelschaltung von P und I

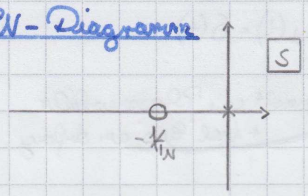


$F_R(s) = k_p\left(1+\frac{1}{T_N s}\right) = k_p \frac{1+T_N s}{T_N s}$; T_N: Nachstellzeit

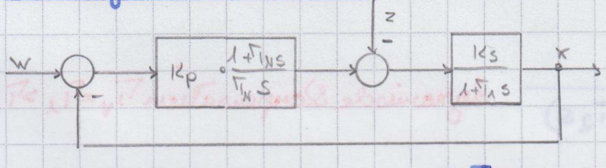
Sprungantwort



PN-Diagramm



PI-Regler + PT_1-Strecke



Übft offener RK: $F_0(s) = k_p \frac{\cancel{1+T_N s}}{T_N s}\,\frac{k_S}{\cancel{1+T_1 s}}$ Einstellung nach „dynamischer Kompensation"

$T_N = T_1$

$$F_W = \frac{Z_0}{Z_0+N_0} = \frac{k_p k_S}{k_p k_S + T_1 s} = \frac{1}{1+\frac{T_1}{k_p k_S}\cdot s}$$ => $F_W(s=0) = 1$ „stationär genau"

Vergrößerung von k_p macht den RK schneller

Stör Übft $$F_Z(s) = -\frac{\frac{k_S}{1+T_1 s}}{1+\frac{k_p k_S}{T_1 s}} = -\frac{k_S T_1 s}{\underbrace{(1+T_1 s)}(k_p k_S + T_1 s)}$$

$F_Z(s=0) = 0$ stationär genau Der im Führungsverhalten kompensierte Pol ist im Störverhalten noch enthalten

-> der Pol wird vom Regler nicht beeinflusst

PT_2-Strecke mit PI-Regler

$$F_0(s) = k_p \frac{\cancel{1+T_N s}}{T_N s}\cdot\frac{k_S}{(\cancel{1+T_1 s})(1+T_2 s)}$$ dynamische Kompensation der größten Streckenzeitkonstanten -> $T_N = T_1 > T_2$

$$F_W = \frac{k_p k_S}{k_p k_S + T_1 s(1+T_2 s)}$$ wird für große k_p zwar schneller aber auch schwingungsfähig

Je höher die Streckenordnung umso schwieriger ist die Strecke zu regeln.

27.11.12 -> Einstellung nach dynamischer Kompensation ist gut für das Führungsverhalten

Alternativ „T_Σ-Regel" für gutes Störverhalten

$T_N = \frac{T_\Sigma}{2}$; $T_\Sigma = T_1 + T_2$ (Summenzeitkonstante)

$k_p = \frac{1}{k_S}$ -> Sprungantwort: