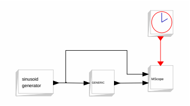
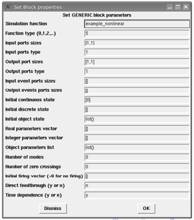
Implementierung des nichtlinearen Kranmodells

Verwendung des Blocks GENERIC...

Beispiel: $\dot{x}(t) = \sin x(t) + u^2(t) \quad y = x$

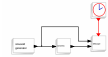




Implementierung - Generic Block

... und Implementierung der Simulationsgleichungen als Scilab-Funktion

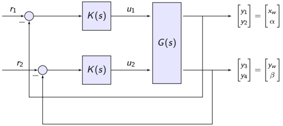
Beispiel: $\dot{x}(t) = \sin x(t) + u^2(t) \quad y = x$



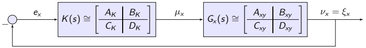
```
function block=example_nonlinear(block,flag)
  if flag==0                                  //dot(x) update
    x=block.x;                                // Zustandsvektor
    u=block.inptr(1);                         //Eingangsvektor
    block.xd(1)=sin(x(1))+u(1)^2              //Systemgleichung
  elseif flag==1                              //outputs zuweisen
    block.outptr(1)=block.x(1)                //Ausgangsgleichung
  end
endfunction
```


Implementierung der Regelung

Verwendung des gleichen Reglers $K(s)$ für die x- und y-Richtung



Der Regler $K(s)$ beschreibt die Dynamik des Zustandsreglers bestehend aus Zustandsrückführung und Beobachter



Führungs- und Störverhalten

Regelungsaufgabe:

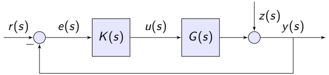
- System soll Sollwertsprüngen in der Wagenposition (x_w, y_w) folgen und Pendelbewegungen unterdrücken
- kurzzeitige Störungen am Streckenausgang, z.B. kurzzeitige Auslenkungen des Pendelkörpers, sollen ausgeregelt werden

Aber: Zustandsrückführungen können im Allgemeinen nur

- Dynamik, e.g. Geschwindigkeit, eines Regelkreises verändern
- Regelkreis am Arbeitspunkt, der zur Linearisierung verwendet wurde, stabilisieren

Frage: Kann damit das Regelungsproblem gelößt werden, oder müssen zusätzliche Reglerstrukturen hinzugefügt werden?!

Führungs- und Störverhalten



Die Übertragungsfunktion von Ausgangsstörung und Führungsgröße auf den Fehler unterscheiden sich nur durch ein Vorzeichen

$$e(s) = (I + G(s)\bar{K}(s))^{-1} r(s)$$
$$e(s) = -\underbrace{(I + G(s)\bar{K}(s))^{-1}}_{S(s)} z(s)$$

Frage: Wann gilt $\lim_{t\to\infty} e(t) = e(\infty) = 0$?

Inneres Modellprinzip

Forderung: exakte stationäre Sollwertfolge und Störgrößenausregelung,

$$\lim_{t\to\infty} e(t) = e(\infty) = 0$$

- notwendige Voraussetzung: Regelkeis ist stabil (nur Pole in linker Halbebene)
- Forderung ist trivial erfüllt falls externe Signale selbst für $t \to \infty$ auf Null zurückgehen
- Problematisch: externe Signale mit nichtverschwindenden Signalanteilen (Pole auf der imaginären Achse)

Inneres Modellprinzip

In den Polen der offenen Kette G_0 müssen die zu den nichtverschwindenen Anteilen der externen Signale $r(t)$ und $z(t)$ gehörenden Signalpole enthalten sein.

Inneres Modellprinzip

Beispiel SISO:
Gegeben ist folgende PT_3-Strecke mit einem PI-Regler:

$$K(s) = \frac{k_R(1+T_1 s)}{T_1 s} \qquad G(s) = \frac{k_s}{(1+T_1 s)(1+T_2 s)(1+T_3 s)}$$
$$S(s) = \frac{1}{1+K(s)G(s)} = \frac{T_1 s(1+T_2 s)(1+T_3 s)}{k_R k_S + T_1 s(1+T_2 s)(1+T_3 s)}$$

Dieser geschlossene Kreis kann einem Sollwertprung von $r(t) = h(t) \to r(s) = \frac{1}{s}$ folgen, da mit $e(s) = S(s)r(s)$ folgendes gilt

$$\lim_{t\to\infty} e(t) = \lim_{s\to 0} s \frac{T_1 s(1+T_2 s)(1+T_3 s)}{k_R k_S + T_1 s(1+T_2 s)(1+T_3 s)} \frac{1}{s} = 0$$

Eine sprunghafte Sörung am Streckenausgang und ein Sollwertsprung kann also ausgereglt werden, wenn Strecke oder Regler einen Integratoranteil besitzen.