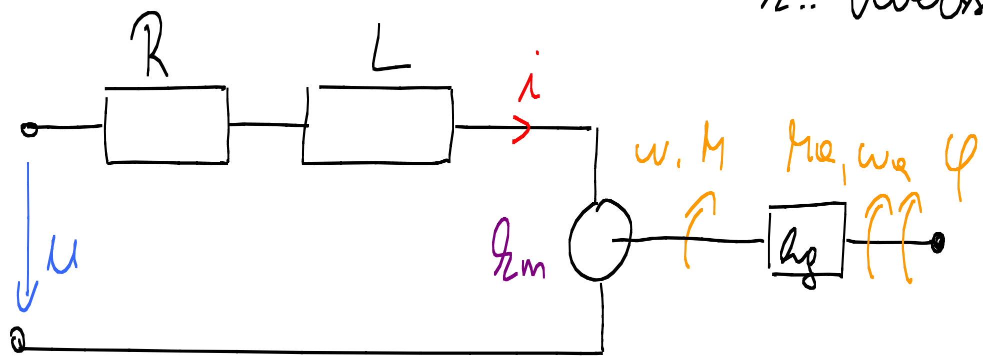
Cs 01 Vo

Note Title 18.06.2008

Kammera-Regelkreis:

k.. Übersetzungsverhältnis



$$u = R \cdot i + L \frac{di}{dt} + k_m \cdot \omega \qquad / \; \omega = k_g \cdot \omega_a$$

$$M_a = k_g \cdot M$$

$$\mathrm{III} \quad \frac{di}{dt} = -\frac{R}{L} i - \frac{k_m k_g}{L} \omega_a + \frac{1}{L} u \qquad / \; M = k_m \cdot i \Rightarrow M_a = k_g k_m i$$

Drehbewegung (Drallsatz)

$$J \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = M_a \qquad / \; \omega_a = \frac{d\varphi}{dt} \quad \mathrm{I}$$

$$\Rightarrow J \frac{d\omega_a}{dt} = k_g k_m i \Rightarrow \frac{d\omega_a}{dt} = \frac{k_m k_g}{J} i \quad \mathrm{II}$$

Am Ausgang des Reglers soll erscheinen:

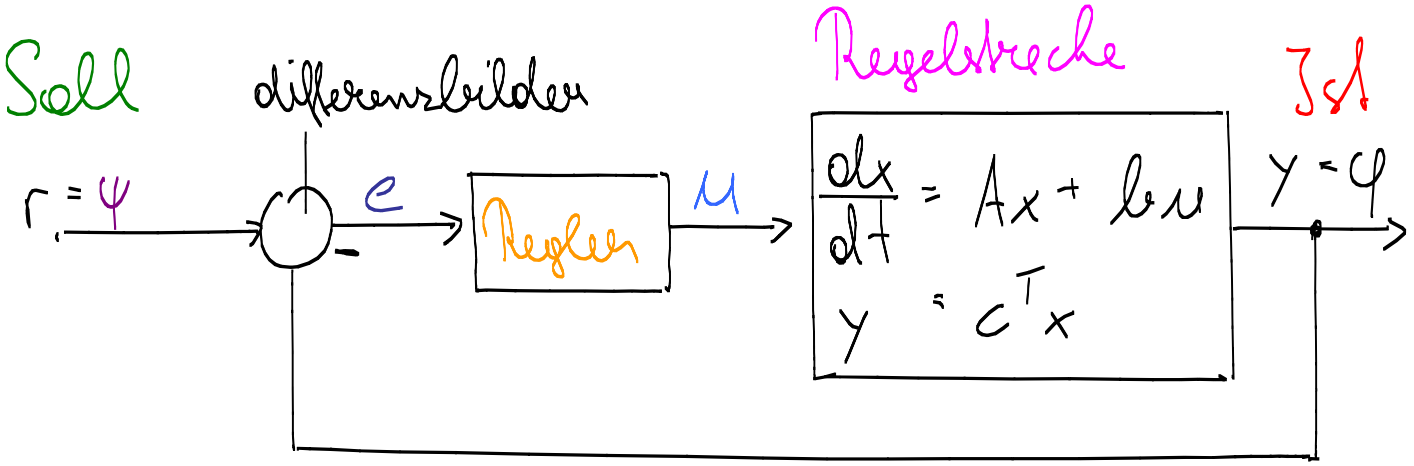
$$y = \varphi \qquad \mathrm{IV}$$

Aus dieser Überlegung folgt:

$$x = \begin{pmatrix} \varphi \\ \omega_e \\ i \end{pmatrix}$$

Regelstrecke

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= \underbrace{\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{k_m k_g}{J} \\ 0 & -\frac{k_m k_g}{L} & -\frac{R}{L} \end{bmatrix}}_{A} x + \underbrace{\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{1}{L} \end{bmatrix}}_{b} u \qquad \begin{matrix} \mathrm{I} \\ \mathrm{II} \\ \mathrm{III} \end{matrix} \\ y &= \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}}_{c^T} x + \underbrace{0}_{d}\, u \qquad \mathrm{IV} \end{aligned} \right.$$



Ziel: y soll möglichst gut r folgen

hier wird ein Proportional-Regler (P-Regler) verwendet:

$$u = K \cdot e \qquad / \; K \ldots \text{proportional Beiwert}$$

Frage: wie ist K zu wählen damit das System stabil bleibt?

$$u = K(\varphi - \varphi) = K\varphi - K\varphi$$

Einsetzen: Regelstrecke + Regler

$$\frac{dx}{dt} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{k_m k_g}{J} \\ -\frac{K}{L} & -\frac{k_m k_g}{L} & -\frac{R}{L} \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{K}{L} \end{bmatrix} \varphi$$

$$y = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} x$$

Vereinfachung für dieses Bsp.:

alle consts. auf $= 1$

$$\frac{dx}{dt} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -K & -1 & -1 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ K \end{bmatrix} \varphi$$

gewünscht ist eine asymptotische Stabilität:

$$\mathrm{Re}\{\lambda_i(A)\} < 0 \qquad i = 1,2,3$$

$\Delta(s) = s^3 + s^2 + s + K$ ... charakteristisches Polynom

$$\frac{dx_1}{dt} = x_2 \quad \circ\!\!-\!\!\circ \quad s\,x_1(s) = x_2(s)$$

$$\frac{dx_2}{dt} = x_3 \quad \circ\!\!-\!\!\circ \quad s\,x_2(s) = s^2 x_1(s) = x_3(s)$$

$$\frac{dx_3}{dt} = -k x_1 - x_2 - x_3 + k\varphi \quad \circ\!\!-\!\!\circ \quad s\,x_3(s) = s^3 x_1(s) = \varphi(s) \qquad \mathrm{IV}$$

$$= -k\,x_1(s) - s\,x_1(s) - s^2 x_1(s) + k\varphi(s)$$

$$\varphi(s)\left[s^3 + s^2 + s + k\right] = k\varphi(s)$$

$$T(s) = \frac{\varphi(s)}{\psi(s)} = \frac{k}{\underbrace{s^3 + s^2 + s + k}_{\Delta(s)}}$$

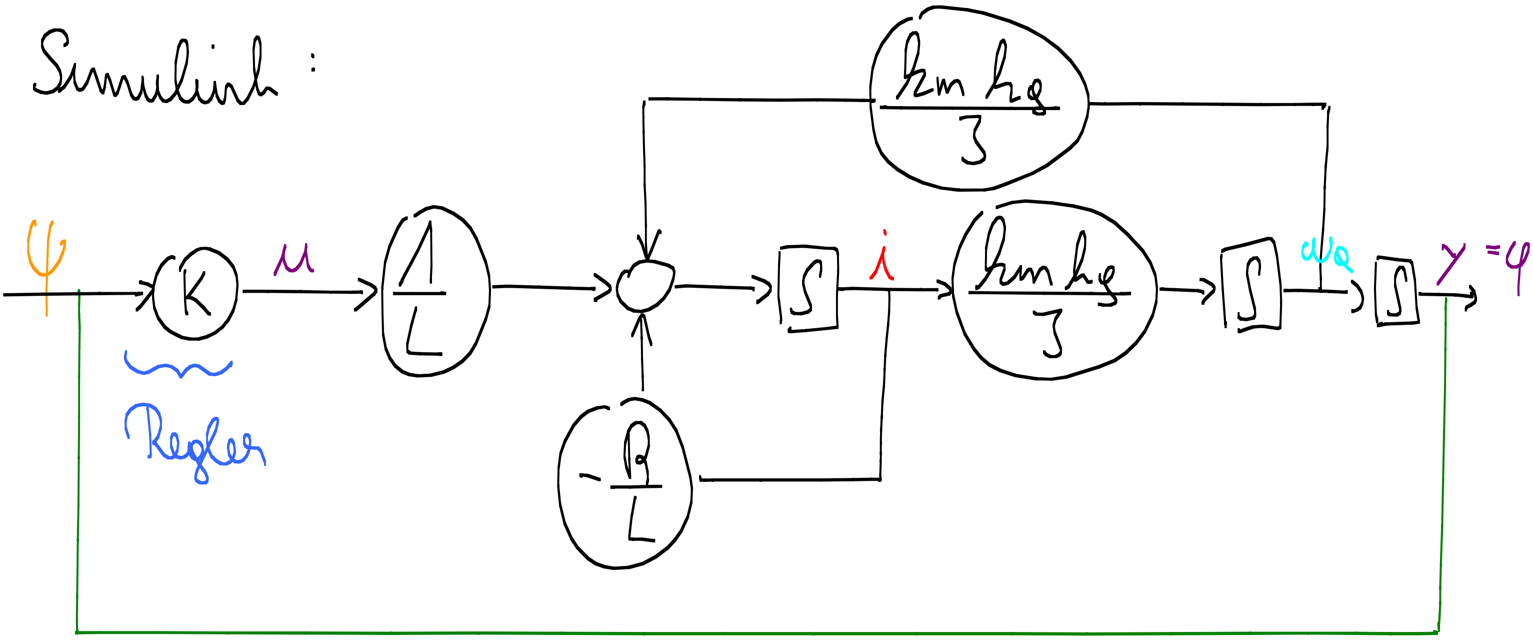
Stabilitätsanalyse: Routh-Schema ... erst in CS 2

⇒ Alternative: numerische Lösung

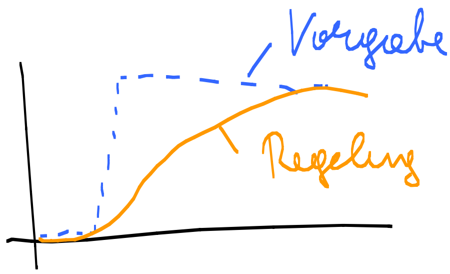
```
i=1
for k=-5:0.01:5
  delta=[1 1 1 k]
  r=roots(delta)
  if(max(real(r)) >=0)
      stab(i)=0
    else
      stab(i)=1;
    end
    i=i+1;
end
k=-5:0.01:5;
plot(k,stab)
```

$$\Rightarrow \quad 0 < k < 1$$

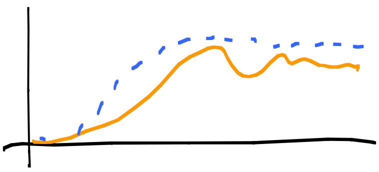
Simulink :



für ein kleines k : 0.1 langsames Nachfolgen



für ein größeres k ~ 0.8 leichtes überschwingen



für ein zu großes k ~ 1.5 schwingt das System auf :