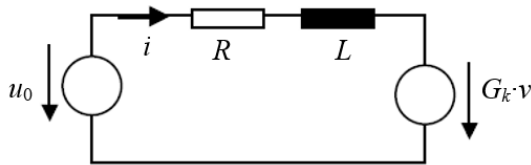




Übung 3 – Tauchspulsystem

Physikalische Grundlagen des Tauchspul-Modells

Elektrik:



u_0 = Spannung; i = Strom
 L = Spuleninduktivität; R = Spulenwiderstand
 $G_k \cdot v$ = induzierte Spannung; G_k = Generatorkonstante
 v = Geschwindigkeit der Spule im Magnetfeld

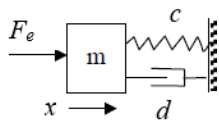
DGL für Strom i nach Maschensatz:

$$u_0 = R \cdot i + L \frac{di}{dt} + G_k \cdot v \quad (1)$$

LPT:

$$U_0 = R \cdot I + L \cdot s \cdot I + G_k \cdot V \quad (1a)$$

Mechanik:



m = Masse; c = Federrat; d = Reibelement
 $F_e = M_k \cdot i$ = ele. Kraft; M_k = Motorkonstante
 x = Masseposition, $dx/dt = v$ (3)

DGL für Geschwindigkeit v nach Newton:

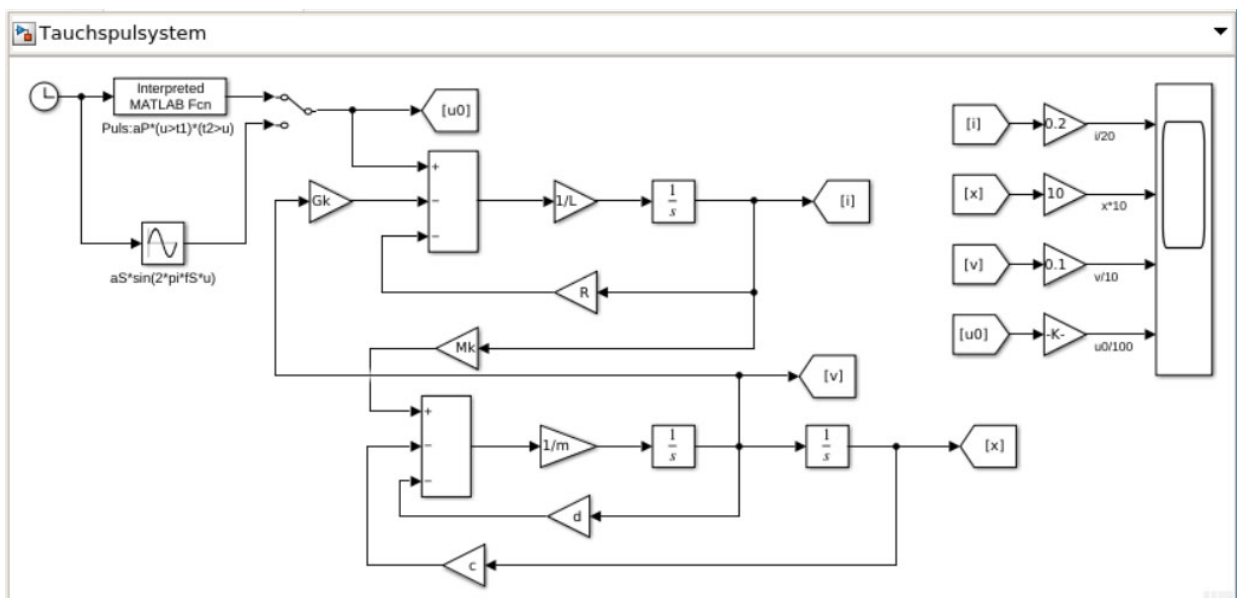
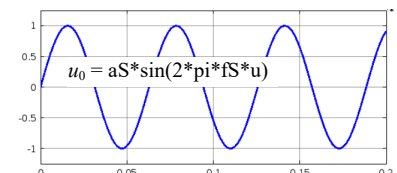
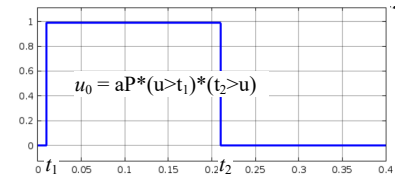
$$m \cdot \frac{dv}{dt} = -d \cdot v - c \cdot x + M_k \cdot i \quad (2)$$

LPT:

$$m \cdot s \cdot V = -d \cdot V - c \cdot \frac{1}{s} \cdot V + M_k \cdot I \quad (2a)$$

Simulationen eines Systems von 3 linearen DGLn (1-3) 1. Ordnung im Zeitbereich mit Simulink:

```
clear; clc; %Tauchspulsystem_mfile.m
t1=0.01; t2=0.21; Gk=5; R=7.45; L=6e-3;
c=1100; m=0.05; d=1e-6; aP=0.99; aS=1; wS=100; Mk=Gk;
fS=wS/(2*pi); % fS=Frequenz (Hz), wS=Kreisfrequenz
% Jetzt mit Simulink den Zeitbereich simulieren:
Tauchspulsystem; % Simulink-Modell auf Bildschirm
%
set_param('Tauchspulsystem/Manual Switch','sw','1');
sim('Tauchspulsystem',0.4); % Puls: aP*(u>t1)*(t2>u)
disp('weiter mit beliebiger Taste'); pause;
set_param('Tauchspulsystem/Manual Switch','sw','0');
sim('Tauchspulsystem',0.2); % Sinus aS*sin(2*pi*fS*u)
```





Berechnungen von 2 algebraischen GLn (1a-2a) im Frequenzbereich mit Matlab:

Strom I:
$$\frac{I}{U_0} = \frac{ms^2 + d \cdot s + c}{L \cdot m \cdot s^3 + (m \cdot R + d \cdot L) \cdot s^2 + (d \cdot R + c \cdot L + G_k M_k) \cdot s + c \cdot R}$$

Geschwindigkeit V:
$$\frac{V}{U_0} = \frac{M_k \cdot s}{L \cdot m \cdot s^3 + (m \cdot R + d \cdot L) \cdot s^2 + (d \cdot R + c \cdot L + G_k M_k) \cdot s + c \cdot R}$$

Weg X:
$$\frac{X}{U_0} = \frac{V}{U_0 s} = \frac{M_k}{L \cdot m \cdot s^3 + (m \cdot R + d \cdot L) \cdot s^2 + (d \cdot R + c \cdot L + G_k M_k) \cdot s + c \cdot R}$$

```
% Jetzt mit Matlab den Zeitbereich berechnen:
% IiU0= (m*s^2+d*s+c)
% -----
% L*m*s^3+(d*L+m*R)*s^2 + (c*L+Gk*Mk+d*R)*s+c*R;
% VU0 = Mk*s/Nenner
% XU0 = VU0/s
ZIiU0=[m,d,c];
NIiU0=[L*m,(d*L + m*R),(c*L + Gk*Mk + d*R),c*R];
tf_IiU0=tf(ZIiU0,NIiU0);
ZVU0=[Mk,0];
tf_VU0=tf(ZVU0,NIiU0);
ZXU0=[0,Mk];
tf_XU0=tf(ZXU0,NIiU0);
figure(1);
nyquist(tf_IiU0,tf_VU0,tf_XU0*100);
xlim([-0.1 0.28]); ylim([-0.15 0.15]);
figure(2);
bode(tf_IiU0,tf_VU0,tf_XU0*100); grid;
%
% Ende Matlab-Datei Tauchspulsystem.m
```

