

```

%-----
% Elektrische Systeme 1
% Musterloesung - Aufgabe 21
% Prof. Dr.-Ing. V. Sommer, Beuth Hochschule fuer Technik Berlin
%-----
%
clear
close all
home
%
% Definition der zu benutzenden bzw. gegebenen Grössen
%
R1 = 50; % Widerstaende in Ohm
R2 = 50;
R3 = 200;
R4 = 200;
L1 = 3e-3; % Induktivitaeten in H
L2 = 10e-3;
C = 5e-6; % Kapazitaet in F
f = 50; % Frequenz in Hz
om=2*pi*f; % Kreisfrequenz in 1/s
%
% *****
% Unterpunkt a) - Spannungen u1 und u2 derselben Frequenz
% *****
%
% komplexe Zweigwiderstaende berechnen bzw.
% aufstellen der zu benutzenden Impedanzen
% -> Benutzen von Impedanzen ist angezeigt,
% da es sich um ein Wechselstromnetzwerk handelt
%
Z1 = R1+j*om*L1; % -> Reihenschaltung von L1 und R1
Z2 = R2+j*om*L2; % -> Reihenschaltung von L2 und R2
Z3 = R3;
Z4 = R4;
Z5 = 1/(j*om*C);
%
% Da unser Netzwerk insgesamt 5 (zeitlich veraenderliche) Stroeme und Spannungen
% besitzt ergibt sich eine 5 mal 5 Matrix bei der Netzwerkberechnug
% Merke (im eingeschwungenen Zustand) wird bei Wechselstromnetzwerken aus
% U=R*I -> U=Z*I sonst aendert sich nichts (man muss dann halt komplex Rechnen)
%
% Aufstellen der Impedanzmatrix (komplexe Widerstandsmatrix) wie gehabt analog
% zum Gleichstromnetzwerk
%
% Z=5, K=3 --> 2 Knotengleichungen + 3 Maschengleichungen:
Z_ = [ 1 1 -1 1 0 % Knoten oben links
0 -1 0 -1 -1 % Knoten unten rechts
Z1 0 0 -Z4 Z5 % Masche Aussen
Z1 0 Z3 0 0 % kleine Masche links
0 -Z2 -Z3 0 Z5 ]; % Masche in der Mitte
%
% Komplexe Spannungszeiger
% Da lediglich der Phasenunterschied der beiden
% Spannungsquellen (die 45° -> besser Pi/4) interessiert setzen wir die Phase
% der ersten Quelle zu 0 ! -> Macht die Sache einfacher
%
U1a = 30; % Spannungen in Volt -> Phase auf 0 gesetzt
U2a = 30*exp(j*45*pi/180); % Phasendifferenz zu U1a == 45° -> bzw. Pi/4
%
% Spannungsvektor:
%
U_a = [ 0
0
-U2a
-U1a
U1a ];
%
% Berechnung der Stroeme:
%
I_a = Z_\U_a % Berechnung des Stromvektors mit den 5 Stroemen
%
% Zusatz: Ruecktransformation in den Zeitbereich und Darstellung der Stroeme
%
% Wir wollen den zeitlichen Verlauf von t=0 s uber vier Perioden (4*T=4*1/f)
% darstellen hierzu wollen 500 "Stuetzstellen" im oben genannten Zeitintervall
% benutzen
%
t = linspace(0,4*1/f,500); % Vorgabe des Zeitvektors
%
% Unser Stromvektor stellt eine komplexe Groesse dar, wie sind hier lediglich
% an einem Teil der komplexen Groesse interessiert, also entweder am komplexen-/
% oder am imaginaeren Anteil der komplexen Groesse interessiert
%
% Fuer die Darstellung ist im allgemeinen der komplexe Anteil "schoener", da
% dieser proportional zu einer Sinusfunktion ist und diese bekanntlich beim Wert
% 0 startet.
%
i_a = sqrt(2)*imag(I_a*exp(j*om*t)); % Berechnung des Sinusanteils
% der Wechselstroeme und grafische Darstellung

```

```

figure(1)
plot(t,i_a)
title('(a) Zeitabhaengigkeit der Stroeme fuer Anregung mit derselben Frequenz f');
%
% Fuer eine "schoenere" Grafik
%
set(plot(t,i_a(1,:), "-", t,i_a(2,:), "--", t,i_a(3,:), ":", t,i_a(4,:), "-.", t,i_a(5,:), "-"), "linewidth", 2)
set(title('(a) Zeitabhaengigkeit der Stroeme fuer Anregung mit derselben Frequenz f'), "fontsize", 18)
xlabel('Zeit {\it t} { }/{ } s', 'FontSize', 16, 'FontWeight', 'bold')
ylabel('Strom {\it I} { }/{ } A', 'FontSize', 16, 'FontWeight', 'bold')
set(legend("I1", "I2", "I3", "I4", "I5", "location", "northeastoutside"), "fontsize", 20)
grid
%
% *****
% Unterpunkt b) - Spannungen u1 und u2 mit unterschiedlicher Frequenz
% *****
%
% (i) Ueberlagerungsprinzip -> Helmholtzverfahren, Berechnung fuer die Frequenz f
%
%
% Quellen bestimmen bzw. zuweisen
% Da es sich um zwei Spannungsquellen handelt können dürfen wir jeweils eine
% Spannungsquelle in den sich ergebenden zwei Ersatzschaltungen Kurzschliessen
%
U1bi = 30;
U2bi = 0;
%
% Spannungsvektor festlegen
%
U_bi = [ 0
         0
        -U2bi
        -U1bi
         U1bi ];
%
% Berechnung des Vektors mit den 5 komplexen Stromvektoren fuer die Frequenz f
% an der Impedanzmatrix aendert sich logischerweise nichts, da keine
% Bauteile mit Impedanz in der Schaltung veraendert wurden und die betrachtete
% Frequenz (vorerst) dieselbe bleibt
%
I_bi = Z\_U_bi
%
% Berechnung der zeitabhaengigen Wechselstroeme mit der Frequenz f s.o.
%
i_bi = sqrt(2)*imag(I_bi*exp(j*om*t));
%
% (ii) Berechnung fuer die Frequenz 3*f
%
% frequenzabhaengige komplexe Zweigwiderstaende fuer Frequenz 3*f neu berechnen
% Dies wird nun noetig, da die Impedanzen bzw. deren imaginaere Anteile
% frequenzabhaengig sind !!
%
Z1 = R1+j*3*om*L1;      % Verdreifachung der Frequenz
                        % -> Verdreifachung derKreisfrequenz
Z2 = R2+j*3*om*L2;
Z5 = 1/(j*3*om*C);
%
% Damit komplexe Widerstandsmatrix (Impedanzmatrix) neu berechnen
%
Z_ii = [ 1   1   -1   1   0           % Knoten oben links
         0  -1   0  -1  -1           % Knoten unten rechts
        Z1   0   0  -Z4  Z5          % Masche Aussen
         0   0  Z3   0   0           % kleine Masche links
         0 -Z2 -Z3   0  Z5 ];        % Masche in der Mitte
%
% Jetzt nur die Quelle mit der Frequenz 3*f beruecksichtigen
%
U1bii = 0;
U2bii = 30*exp(j*30*pi/180);
%
% Spannungsvektor ffestlegen
U_bii = [ 0
         0
        -U2bii
        -U1bii
         U1bii ];
%
% Berechnung des komplexen Stromvektors mit den 5 Stroemen fuer die Frequenz 3*f
%
I_bii = Z_ii\U_bii
%
% Berechnung der zeitabhaengigen Wechselstroeme der Frequenz 3*f s.o.
%
i_bii = sqrt(2)*imag(I_bii*exp(j*3*om*t));
%
figure(2)
subplot(3,1,1)
plot(t,i_bi)
grid
title('(b)(i) Teilstroeme fuer Anregung mit der Frequenz f');
subplot(3,1,2)

```

```

plot(t,i_bii)
grid
title('b)(ii) Teilstroeme fuer Anregung mit der Frequenz 3f');
% Ueberlagerung der Wechselstroeme
i_b = i_bi + i_bii;
subplot(3,1,3)
plot(t,i_b)
grid
title('b) Ueberlagerung der Teilstroeme mit den Frequenzen f und 3f');
%
% Fuer eine "schoenere" Grafik
%
figure(3)
set(plot(t,i_b(1,:), "-", t,i_b(2,:), "--", t,i_b(3,:), ":", t,i_b(4,:), "-.", t,i_b(5,:), "-"), "linewidth", 2)
set(title('(b) Ueberlagerung der Teilstroeme mit den Frequenzen f und 3f'), "fontsize", 18)
xlabel('Zeit {\it t} { }/{ } s', 'FontSize', 16, 'FontWeight', 'bold')
ylabel('Strom {\it I} { }/{ } A', 'FontSize', 16, 'FontWeight', 'bold')
set(legend("I1", "I2", "I3", "I4", "I5", "location", "northeastoutside"), "fontsize", 20)

```