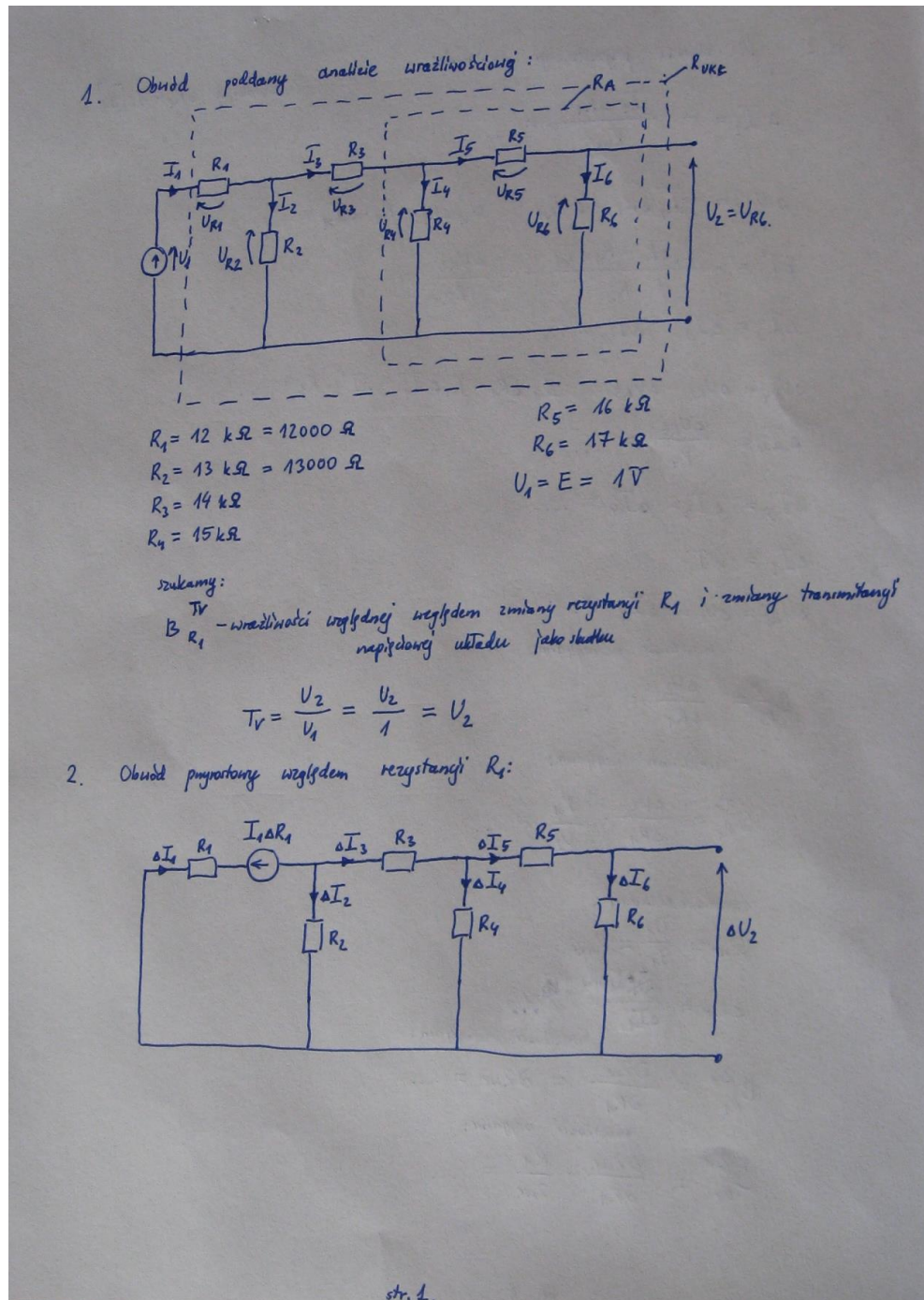


Nie zostało sprecyzowane względem którego rezystora mamy policzyć wrażliwości, więc założyłem, że zmianie ulega wartość rezystancji rezystora R_1 (patrz załączony do sprawozdania odrębny schemat i obliczenia transmitancji napięciowej, wrażliwości względnych i bezwzględnych względem transmitancji, impedancji wejściowej i wyjściowej).



Ad. 1. Obliczenia obwodu oryginalnego:

$$R_A = \frac{R_4(R_5 + R_6)}{(R_5 + R_6) + R_4} = \dots$$

$$R_{\text{ukł}} = R_1 + \frac{R_2(R_3 + R_A)}{R_2 + (R_3 + R_A)} = \dots$$

$$\bar{I}_1 = \frac{E}{R_{\text{ukł}}} = \dots$$

$$\bar{I}_1 = \bar{I}_2 + \bar{I}_3$$

$$U_{R_2} = \bar{I}_2 \cdot R_2 = U_1 - U_{R_1} = \dots \quad U_{R_1} = R_1 \cdot \bar{I}_1 = \dots$$

$$U_{R_2} = U_1 - R_1 \bar{I}_1 = \dots$$

$$\bar{I}_2 = \frac{U_1 - R_1 \bar{I}_1}{R_2} = \dots$$

$$\bar{I}_3 = \bar{I}_1 - \bar{I}_2 = \bar{I}_1 - \frac{U_1 - R_1 \bar{I}_1}{R_2} = \dots$$

$$U_{R_4} = U_{R_2} - U_{R_3} = U_1 - U_{R_1} - U_{R_3} = U_1 - R_1 \bar{I}_1 - \bar{I}_3 R_3 = \dots$$

$$\bar{I}_4 = \frac{U_{R_4}}{R_4} = \dots$$

$$\bar{I}_3 = \bar{I}_4 + \bar{I}_5$$

$$\bar{I}_5 = \bar{I}_3 - \bar{I}_4 = \dots$$

$$\bar{I}_5 = \bar{I}_6$$

$$U_{R_6} = U_2 = \bar{I}_6 \cdot R_6 = \dots$$

$$U_V = U_2 = \dots$$

str. 2.

Ad. 2. Dla obwodu pętlistego obliczenia:

Zakładam, że $\Delta R_1 = 1 [\Omega]$

$$\Delta \bar{I}_1 = - \frac{\bar{I}_1 \Delta R_1}{R_{\text{ukt}}} = \dots$$

$$\Delta U_{R2} = -\bar{I}_1 \Delta R_1 - \Delta U_{R1} = -\bar{I}_1 \Delta R_1 - R_1 \cdot \Delta \bar{I}_1 = \dots$$

$$\Delta \bar{I}_2 = \frac{-\bar{I}_1 \Delta R_1 - R_1 \Delta \bar{I}_1}{R_2} = \frac{\Delta U_{R2}}{R_2} = \dots$$

$$\Delta \bar{I}_3 = \Delta \bar{I}_1 - \Delta \bar{I}_2 = \dots$$

$$\Delta U_{R4} = \Delta U_{R2} - \Delta U_{R3} = -\bar{I}_1 \Delta R_1 - R_1 \Delta \bar{I}_1 - \Delta \bar{I}_3 \cdot R_3 = \dots$$

$$\Delta \bar{I}_4 = \frac{\Delta U_{R4}}{R_4} = \dots$$

$$\Delta \bar{I}_5 = \Delta \bar{I}_3 - \Delta \bar{I}_4 = \dots$$

$$\Delta \bar{I}_5 = \Delta \bar{I}_6$$

$$\Delta U_{R6} = \Delta U_2 = \Delta \bar{I}_6 \cdot R_6 = \dots$$

wrażliwość bezwzględna:

$$B_{R_1}^{U_2} = \frac{\Delta U_2}{\Delta R_1} = \dots$$

wrażliwość względna:

$$S_{R_1}^{U_2} = \frac{\Delta U_2}{\Delta R_1} \cdot \frac{R_1}{U_2} = \dots$$

dodatkowo obliczamy:

$$Z_{we} = \frac{U_1}{\bar{I}_1} = R_{\text{ukt}}$$

$$\Delta Z_{we} = \frac{\bar{I}_1 \Delta R_1}{\bar{I}_1} = \Delta R_1$$

wrażliwość bezwzględna:

$$B_{R_1}^{Z_{we}} = \frac{\partial Z_{we}}{\partial R_1} = \partial Z_{we} = \dots$$

wrażliwość względna:

$$S_{R_1}^{Z_{we}} = \frac{\partial Z_{we}}{\partial R_1} \cdot \frac{R_1}{Z_{we}} = \dots$$

str. 3

Poniżej przedstawiam kod programu/skryptu w matlabie:

```
clc
close all
clear all

% Wiśniewski Olgierd

% Dane odbiorników
R1=12000;
R2=13000;
R3=14000;
R4=15000;
R5=16000;
R6=17000;
U1=1;
E=U1;

% Obliczenia dla obwodu oryginalnego
RA=(R4*(R5+R6))/(R5+R6+R4);
Ruk1=R1+(R2*(R3+RA))/(R2+R3+RA);
I1=E/Ruk1;
UR1=I1*R1;
UR2=U1-UR1;
I2=UR2/R2;
I3=I1-I2;
UR3=I3*R3;
UR4=UR2-UR3;
I4=UR4/R4;
I5=I3-I4;
UR5=I5*R5;
I6=I5;
UR6=I6*R6;
U2=UR6;
Tv=U2/U1;

% Wyprowadzenie wyników na obszar roboczy
disp(['Prąd I1 dla obwodu oryginalnego=',num2str(I1)]);
disp(['Prąd I2 dla obwodu oryginalnego=',num2str(I2)]);
disp(['Prąd I3 dla obwodu oryginalnego=',num2str(I3)]);
disp(['Prąd I4 dla obwodu oryginalnego=',num2str(I4)]);
disp(['Prąd I5 dla obwodu oryginalnego=',num2str(I5)]);
disp(['Prąd I6 dla obwodu oryginalnego=',num2str(I6)]);
disp(['Napięcie U1 dla obwodu oryginalnego=',num2str(U1)]);
disp(['Napięcie UR1 dla obwodu oryginalnego=',num2str(UR1)]);
disp(['Napięcie UR2 dla obwodu oryginalnego=',num2str(UR2)]);
disp(['Napięcie UR3 dla obwodu oryginalnego=',num2str(UR3)]);
disp(['Napięcie UR4 dla obwodu oryginalnego=',num2str(UR4)]);
disp(['Napięcie UR5 dla obwodu oryginalnego=',num2str(UR5)]);
disp(['Napięcie UR6 dla obwodu oryginalnego=',num2str(UR6)]);

% Obliczenia dla obwodu przyrostowego
delR1=1;
delI1=-(I1*delR1)/Ruk1;
delUR1=R1*delI1;
delUR2=-(I1*delR1)-delUR1;
delI2=delUR2/R2;
delI3=delI1-delI2;
delUR3=R3*delI3;
```

```

delUR4=delUR2-delUR3;
delI4=delUR4/R4;
delI5=delI3-delI4;
delUR5=R5*delI5;
delI6=delI5;
delUR6=R6*delI6;
delU2=delUR6;

% Wyprowadzenie wyników na obszar roboczy
disp(['Przyrost prądu I1 dla obwodu przyrostowego=',num2str(delI1)]);
disp(['Przyrost prądu I2 dla obwodu przyrostowego=',num2str(delI2)]);
disp(['Przyrost prądu I3 dla obwodu przyrostowego=',num2str(delI3)]);
disp(['Przyrost prądu I4 dla obwodu przyrostowego=',num2str(delI4)]);
disp(['Przyrost prądu I5 dla obwodu przyrostowego=',num2str(delI5)]);
disp(['Przyrost prądu I6 dla obwodu przyrostowego=',num2str(delI6)]);
disp(['Przyrost napięcia UR1 dla obwodu przyrostowego=',num2str(delUR1)]);
disp(['Przyrost napięcia UR2 dla obwodu przyrostowego=',num2str(delUR2)]);
disp(['Przyrost napięcia UR3 dla obwodu przyrostowego=',num2str(delUR3)]);
disp(['Przyrost napięcia UR4 dla obwodu przyrostowego=',num2str(delUR4)]);
disp(['Przyrost napięcia UR5 dla obwodu przyrostowego=',num2str(delUR5)]);
disp(['Przyrost napięcia UR6 dla obwodu przyrostowego=',num2str(delUR6)]);

% Obliczenia wrażliwości względem transmitancji napięciowej Tv
delTv=delU2/U1;
BTvR1=delTv/delR1;
STvR1=BTvR1*(R1/U2);

% Wyprowadzenie wyników na obszar roboczy
disp(['Zmiana transmitancji napięciowej Tv dla obwodu
przyrostowego=',num2str(delTv)]);
disp(['Wrażliwość bezwzględna transmitancji napięciowej na zmianę
rezystancji R1=',num2str(BTvR1)]);
disp(['Wrażliwość względna transmitancji napięciowej na zmianę rezystancji
R1=',num2str(STvR1)]);

% Obliczenia wrażliwości impedancji wejściowej względem rezystancji R1
Zwe=U1/I1;
delZwe=(I1*delR1)/I1;
BZweR1=delZwe/delR1;
SZweR1=BZweR1*(R1/Zwe);

% Wyprowadzenie wyników na obszar roboczy
disp(['Impedancja Zwe dla układu oryginalnego=',num2str(Zwe)]);
disp(['Zmiana impedancji wejściowej Zwe dla obwodu
przyrostowego=',num2str(delZwe)]);
disp(['Wrażliwość bezwzględna impedancji wejściowej na zmianę rezystancji
R1=',num2str(BZweR1)]);
disp(['Wrażliwość względna impedancji wejściowej na zmianę rezystancji
R1=',num2str(SZweR1)]);

% Obliczenia wrażliwości impedancji wyjściowej względem rezystancji R1
Zwy=U2/I6;
delZwy=delU2/I6;
BZwyR1=delZwy/delR1;
SZwyR1=BZwyR1*(R1/Zwy);

% Wyprowadzenie wyników na obszar roboczy
disp(['Impedancja Zwy dla układu oryginalnego=',num2str(Zwy)]);

```

```

disp(['Zmiana impedancji wyjściowej ZwY dla obwodu
przyrostowego=', num2str(delZwy)]);
disp(['Wrażliwość bezwzględna impedancji wyjściowej na zmianę rezystancji
R1=', num2str(BZwyR1)]);
disp(['Wrażliwość względna impedancji wyjściowej na zmianę rezystancji
R1=', num2str(SZwyR1)]);

% Wyznaczenie wrażliwości na wykresie w zależności od zmiany rezystancji
% R1 w większym zakresie do 10%

% Zmiana rezystancji R1 w zakresie 1% - 10%
dR1=(0.01:0.001:0.1)*R1;

% wyznaczanie wrażliwości napięcia wyjściowego U2 na zmianę rezystancji R1
for k = 1:length(dR1);
dI1(k)=- (I1*dR1(k))/Ruk1;
dUR1=R1*dI1;
dUR2=- (I1*dR1(k))-dUR1;
dI2=dUR2/R2;
dI3=dI1-dI2;
dUR3=R3*dI3;
dUR4=dUR2-dUR3;
dI4=dUR4/R4;
dI5=dI3-dI4;
dUR5=R5*dI5;
dI6=dI5;
dUR6=R6*dI6;
dU2=dUR6;

B(k)=dU2(k)/dR1(k);
S(k)=B(k)*R1/U2;
end

% Wykres wartość wrażliwości względem zmian rezystancji R1
figure(1);
plot(dR1,B,'r',dR1,S,'b')
title('Wartość wrażliwości transmitancji względem zmian rezystancji R1');
legend('wrażliwość bezwzględna','wrażliwość względna');
xlabel('dR1');
ylabel('B, S');

% Wyznaczanie wrażliwości napięcia wyjściowego U2 na zmianę rezystancji
% R1 - rezystancja zmienia się od 1% do 10%
dR1t = [0 dR1];
for k = 1:length(dR1t);

R1t(k) = 12000+dR1t(k);
R2t=13000;
R3t=14000;
R4t=15000;
R5t=16000;
R6t=17000;

RAt=(R4t*(R5t+R6t))/(R5t+R6t+R4t);
Ruk1t=R1t(k)+(R2t*(R3t+RAt))/(R2t+R3t+RAt);
I1t=E/Ruk1t;
UR1t=R1t(k)*I1t;

```

```

UR2t=E-UR1t;
I2t=UR2t/R2t;
I3t=I1t-I2t;
UR3t=R3t*I3t;
UR4t=UR2t-UR3t;
I4t=UR4t/R4t;
I5t=I3t-I4t;
UR5t=R5t*I5t;
I6t=I5t;
UR6t=R6t*I6t;
Uwyj (k)=UR6t;

```

```
end
```

```

% Wykres wartości napięcia wyjściowego w zależności od zmiany rezystancji
R1
figure(2);
plot(R1t,Uwyj);
title('Wartość napięcia wyjściowego w zależności od zmiany R1');
xlabel('R1');
ylabel('Uwyj'); hold on

```

Program wylicza wszystkie prądy w obwodzie, napięcia na rezystorach, przyrosty prądu i napięcia (które dla przyrostów prądów w zasadzie są wrażliwościami bezwzględnymi), przyrosty transmitancji napięciowej, impedancji wejściowej i wyjściowej, oraz wylicza wrażliwość względną i bezwzględną transmitancji napięciowej, impedancji wejściowej i wyjściowej na zmiany rezystancji R1). Dodatkowo przedstawia w postaci graficznej wartości wrażliwości względnej i bezwzględnej dla transmitancji napięciowej przy zmianie rezystancji R1 od 1% do 10% w wzwyż, oraz pokazuje na wykresie przebieg wartości napięcia wyjściowego w zależności od zwiększania rezystancji R1 od 1% do 10%. Poniżej załączam wyliczenia pokazujące się w oknie komend w matlabie, oraz grafiki:

Wyliczenia:

```

Prąd I1 dla obwodu oryginalnego=4.885e-005
Prąd I2 dla obwodu oryginalnego=3.183e-005
Prąd I3 dla obwodu oryginalnego=1.702e-005
Prąd I4 dla obwodu oryginalnego=1.1701e-005
Prąd I5 dla obwodu oryginalnego=5.3187e-006
Prąd I6 dla obwodu oryginalnego=5.3187e-006
Napięcie U1 dla obwodu oryginalnego=1
Napięcie UR1 dla obwodu oryginalnego=0.5862
Napięcie UR2 dla obwodu oryginalnego=0.4138
Napięcie UR3 dla obwodu oryginalnego=0.23828
Napięcie UR4 dla obwodu oryginalnego=0.17552
Napięcie UR5 dla obwodu oryginalnego=0.085099
Napięcie UR6 dla obwodu oryginalnego=0.090418
Przyrost prądu I1 dla obwodu przyrostowego=-2.3864e-009
Przyrost prądu I2 dla obwodu przyrostowego=-1.5549e-009
Przyrost prądu I3 dla obwodu przyrostowego=-8.3143e-010
Przyrost prądu I4 dla obwodu przyrostowego=-5.7161e-010
Przyrost prądu I5 dla obwodu przyrostowego=-2.5982e-010

```

Przyrost prądu I6 dla obwodu przyrostowego=-2.5982e-010
 Przyrost napięcia UR1 dla obwodu przyrostowego=-2.8636e-005
 Przyrost napięcia UR2 dla obwodu przyrostowego=-2.0214e-005
 Przyrost napięcia UR3 dla obwodu przyrostowego=-1.164e-005
 Przyrost napięcia UR4 dla obwodu przyrostowego=-8.5741e-006
 Przyrost napięcia UR5 dla obwodu przyrostowego=-4.1571e-006
 Przyrost napięcia UR6 dla obwodu przyrostowego=-4.417e-006
 Zmiana transmitancji napięciowej Tv dla obwodu przyrostowego=-4.417e-006
 Wrażliwość bezwzględna transmitancji napięciowej na zmianę rezystancji R1=-4.417e-006
 Wrażliwość względna transmitancji napięciowej na zmianę rezystancji R1=-0.5862
 Impedancja Zwe dla układu oryginalnego=20470.6868
 Zmiana impedancji wejściowej Zwe dla obwodu przyrostowego=1
 Wrażliwość bezwzględna impedancji wejściowej na zmianę rezystancji R1=1
 Wrażliwość względna impedancji wejściowej na zmianę rezystancji R1=0.5862
 Impedancja Zwy dla układu oryginalnego=17000
 Zmiana impedancji wyjściowej Zwy dla obwodu przyrostowego=-0.83046
 Wrażliwość bezwzględna impedancji wyjściowej na zmianę rezystancji R1=-0.83046
 Wrażliwość względna impedancji wyjściowej na zmianę rezystancji R1=-0.5862

Wykresy:

