

1. Kod źródłowy Matlab

```
%Definicja elementów
Rab=5; Lab=0.6; Cab=4*10^-12;
Rbc=15; Lbc=0.3; Cbc=2*10^-12;
Rca=10; Lca=0.8; Cca=1*10^-12;
k=0.599; M=k*sqrt(Lca*Lbc);
Rp=5; Lp=0.01; Cp=5*10^-6;
Ea=[50*sqrt(2)*exp(i*0)
    25*sqrt(2)*exp(i*0)
    10*sqrt(2)*exp(i*0)
    5*sqrt(2)*exp(i*0)];
Eb=[50*sqrt(2)*exp(i*(-2/3*pi))
    25*sqrt(2)*exp(i*0)
    10*sqrt(2)*exp(i*(2/3*pi))
    5*sqrt(2)*exp(i*(-2/3*pi))];
Ec=[50*sqrt(2)*exp(i*2/3*pi)
    25*sqrt(2)*exp(i*0)
    10*sqrt(2)*exp(-i*2/3*pi)
    5*sqrt(2)*exp(i*2/3*pi)];
w = [50*2*pi
    3*50*2*pi
    5*50*2*pi
    7*50*2*pi];
%Inicjacja wartości
Ias=0; Ibs=0; Ics=0; Iabs=0; Ibcs=0; Icas=0; Ulas=0; Ulbs=0; Ulcs=0;
Uabs=0;
Ulbs=0; Ucas=0; Eas=0;
Ebs=0; Ecs=0; Slas=0; Slbs=0; Slcs=0; SEas=0; SEbs=0; SEcs=0; SRabs=0;
SLabs=0; SCabs=0; SRbcs=0; SLbcMs=0; SCbcs=0;
SRcas=0; SLcaMs=0; SCcas=0; wh0=1:4; wh1=1:4; wh2=1:4; wh3=1:4; oh1=1:4;
oh2=1:4; oh3=1:4;
Zla=1:4; Zlb=1:4; Zlc=1:4; Yla=1:4; Ylb=1:4; Ylc=1:4; Yab=1:4; Ybc=1:4;
Yca=1:4; Uab=1:4; Ubc=1:4; Uca=1:4;
Iab=1:4; Ibc=1:4; Ica=1:4; Ula=1:4; Ulb=1:4; Ulc=1:4; Ia=1:4; Ib=1:4;
Ic=1:4;
Sla=1:4; Slb=1:4; Slc=1:4;
SEa=1:4; SEb=1:4; SEc=1:4; SRab=1:4; SLab=1:4; SCab=1:4; SRbc=1:4;
SLbcM=1:4;
```



```

Sla(i)=Ula(i)*conj(Ia(i));
Slb(i)=Ulb(i)*conj(Ib(i));
Slc(i)=Ulc(i)*conj(Ic(i));
%Moce na źródłach
SEa(i)=Ea(i)*conj(Ia(i));
SEb(i)=Eb(i)*conj(Ib(i));
SEc(i)=Ec(i)*conj(Ic(i));
%Moce na elementach
SRab(i)=Iab(i)*Rab*conj(Iab(i));
SLab(i)=Iab(i)*Lab*conj(Iab(i));
SCab(i)=Iab(i)*(-i/(w(i)*Cab))*conj(Iab(i));
SRbc(i)=Ibc(i)*Rbc*conj(Ibc(i));
SLbcM(i)=Ibc(i)*(i*w(i)*(Lbc-M))*conj(Ibc(i));
SCbc(i)=Ibc(i)*Cbc*conj(Ibc(i));
SRca(i)=Ica(i)*Rca*conj(Ica(i));
SLcaM(i)=Ica(i)*(i*w(i)*(Lca-M))*conj(Ica(i));
SCca(i)=Ica(i)*Cca*conj(Ica(i));
%Sumy mocy
Slas=Slas+Sla(i);
Slbs=Slbs+Slb(i);
Slcs=Slcs+Slc(i);
SEas=SEas+SEa(i);
SEbs=SEbs+SEb(i);
SEcs=SEcs+SEc(i);
SRabs=SRabs+SRab(i);
SLabs=SLabs+SLab(i);
SCabs=SCabs+SCab(i);
SRbcs=SRbcs+SRbc(i);
SLbcMs=SLbcMs+SLbcM(i);
SCbcs=SCbcs+SCbc(i);
SRCas=SRCas+SRca(i);
SLcaMs=SLcaMs+SLcaM(i);
SCcas=SCcas+SCca(i);
end
%Bilans prądów w węzłach
w0=-Ias-Ibs-Ics;
w1=Ias-Iabs-Icas;
w2=Ibs+Iabs-Ibcs;
w3=Ics+Ibcs-Icas;
ws0=[-Ias-Ibs-Ics];
ws1=[Ias-Iabs-Icas];
ws2=[Ibs Iabs -Ibcs];
ws3=[Ics Ibcs Icas];
%Bilans napięć w oczkach
o1=Eas-Ulas-Uabs+Ulbs-Ebs;
o2=Ebs-Ulbs-Ubcs+Ulcs-Ecs;
o3=Ucas-Ubcs-Uabs;
os1=[Eas -Ulas -Uabs Ulbs -Ebs];
os2=[Ebs -Ulbs -Ubcs Ulcs -Ecs];
os3=[Ucas -Ubcs -Uabs];
%Bilans mocy
bilans_mocy=Slas+Slbs+Slcs-SEas-SEbs-
SEcs+SRabs+SLabs+SCabs+SRbcs+SLbcMs+SCbcs+SRCas+SLcaMs+SCcas;
%Bilanse prądów w węzłach dla każdej harmonicznej
wh01=[-Ia(1) -Ib(1) -Ic(1)];
wh11=[Ia(1) -Iab(1) -Ica(1)];
wh21=[Ib(1) Iab(1) -Ibc(1)];
wh31=[Ic(1) Ibc(1) Ica(1)];
wh02=[-Ia(2) -Ib(2) -Ic(2)];
wh12=[Ia(2) -Iab(2) -Ica(2)];
wh22=[Ib(2) Iab(2) -Ibc(2)];

```

```

wh32=[Ic(2) Ib(2) Ica(2)];
wh03=[-Ia(3) -Ib(3) -Ic(3)];
wh13=[Ia(3) -Iab(3) -Ica(3)];
wh23=[Ib(3) Iab(3) -Ibc(3)];
wh33=[Ic(3) Ib(3) Ica(3)];
wh04=[-Ia(4) -Ib(4) -Ic(4)];
wh14=[Ia(4) -Iab(4) -Ica(4)];
wh24=[Ib(4) Iab(4) -Ibc(4)];
wh34=[Ic(4) Ib(4) Ica(4)];
%Bilans napięć w węzłach dla każdej harmonicznej
oh11=[Ea(1) -Ula(1) -Uab(1) Ulb(1) -Eb(1)];
oh21=[Eb(1) -Ulb(1) -Ubc(1) Ulc(1) -Ec(1)];
oh31=[Uca(1) -Ubc(1) -Uab(1)];
oh12=[Ea(2) -Ula(2) -Uab(2) Ulb(2) -Eb(2)];
oh22=[Eb(2) -Ulb(2) -Ubc(2) Ulc(2) -Ec(2)];
oh32=[Uca(2) -Ubc(2) -Uab(2)];
oh13=[Ea(3) -Ula(3) -Uab(3) Ulb(3) -Eb(3)];
oh23=[Eb(3) -Ulb(3) -Ubc(3) Ulc(3) -Ec(3)];
oh33=[Uca(3) -Ubc(3) -Uab(3)];
oh14=[Ea(4) -Ula(4) -Uab(4) Ulb(4) -Eb(4)];
oh24=[Eb(4) -Ulb(4) -Ubc(4) Ulc(4) -Ec(4)];
oh34=[Uca(4) -Ubc(4) -Uab(4)];
%Wykresy wektorowe harmonicznych

figure(1)
subplot(2,2,1), compass(wh01), title(strvcat('Prady wezla 0', ' dla
1.harmonicznei'))
subplot(2,2,2), compass(wh11), title(strvcat('Prady wezla 1', ' dla
1.harmonicznei'))
subplot(2,2,3), compass(wh21), title(strvcat('Prady wezla 2', ' dla
1.harmonicznei'))
subplot(2,2,4), compass(wh31), title(strvcat('Prady wezla 3', ' dla
1.harmonicznei'))
figure(2)
subplot(2,2,1), compass(wh02), title(strvcat('Prady wezla 0', ' dla
3.harmonicznei'))
subplot(2,2,2), compass(wh12), title(strvcat('Prady wezla 1', ' dla
3.harmonicznei'))
subplot(2,2,3), compass(wh22), title(strvcat('Prady wezla 2', ' dla
3.harmonicznei'))
subplot(2,2,4), compass(wh32), title(strvcat('Prady wezla 3', ' dla
3.harmonicznei'))
figure(3)
subplot(2,2,1), compass(wh03), title(strvcat('Prady wezla 0', ' dla
5.harmonicznei'))
subplot(2,2,2), compass(wh13), title(strvcat('Prady wezla 1', ' dla
5.harmonicznei'))
subplot(2,2,3), compass(wh23), title(strvcat('Prady wezla 2', ' dla
5.harmonicznei'))
subplot(2,2,4), compass(wh33), title(strvcat('Prady wezla 3', ' dla
5.harmonicznei'))
figure(4)
subplot(2,2,1), compass(wh04), title(strvcat('Prady wezla 0', ' dla
7.harmonicznei'))
subplot(2,2,2), compass(wh14), title(strvcat('Prady wezla 1', ' dla
7.harmonicznei'))
subplot(2,2,3), compass(wh24), title(strvcat('Prady wezla 2', ' dla
7.harmonicznei'))
subplot(2,2,4), compass(wh34), title(strvcat('Prady wezla 3', ' dla
7.harmonicznei'))
figure(5)

```

```

subplot(2,2,1), compass(oh11), title(strvcat('Napiecia oczka 1', ' dla
1.harmonicznei'))
subplot(2,2,2), compass(oh21), title(strvcat('Napiecia oczka 2', ' dla
1.harmonicznei'))
subplot(2,2,3), compass(oh31), title(strvcat('Napiecia oczka 3', ' dla
1.harmonicznei'))
figure (6)
subplot(2,2,1), compass(oh12), title(strvcat('Napiecia oczka 1', ' dla
3.harmonicznei'))
subplot(2,2,2), compass(oh22), title(strvcat('Napiecia oczka 2', ' dla
3.harmonicznei'))
subplot(2,2,3), compass(oh32), title(strvcat('Napiecia oczka 3', ' dla
3.harmonicznei'))
figure (7)
subplot(2,2,1), compass(oh13), title(strvcat('Napiecia oczka 1', ' dla
5.harmonicznei'))
subplot(2,2,2), compass(oh23), title(strvcat('Napiecia oczka 2', ' dla
5.harmonicznei'))
subplot(2,2,3), compass(oh33), title(strvcat('Napiecia oczka 3', ' dla
5.harmonicznei'))
figure(8)
subplot(2,2,1), compass(oh14), title(strvcat('Napiecia oczka 1', ' dla
7.harmonicznei'))
subplot(2,2,2), compass(oh24), title(strvcat('Napiecia oczka 2', ' dla
7.harmonicznei'))
subplot(2,2,3), compass(oh34), title(strvcat('Napiecia oczka 3', ' dla
7.harmonicznei'))
%Wykresy wektorowe sum harmonicznch
figure(9)
subplot(3,3,1), compass(ws0), title('Prady wezla 0')
subplot(3,3,2), compass(ws1), title('Prady wezla 1')
subplot(3,3,3), compass(ws2), title('Prady wezla 2')
subplot(3,3,4), compass(ws3), title('Prady wezla 3')
subplot(3,3,5), compass(os1), title('Napiecia oczka 1')
subplot(3,3,6), compass(os2), title('Napiecia oczka 2')
subplot(3,3,7), compass(os3), title('Napiecia oczka 3')

omega=2*pi*50;
for k=1:40
t=k*.001;
Ea=50*exp(i*(omega*t));
Eb=50*exp(i*(omega*t-2*pi/3));
Ec=50*exp(i*(omega*t+2*pi/3));
E=[ Ea Eb Ec]; axis([-300,300,-300,300]);
compass(E)
pause(0.2)
end

omega=2*pi*50;
for k=1:40
t=k*.001;
Ea=50*exp(i*(omega*t))+25*exp(i*omega*t)+10*exp(i*(omega*t))+5*exp(i*(omega
*t));
Eb=50*exp(i*(omega*t-2*pi/3))+25*exp(i*omega*t)+10*exp(i*(omega*t-
2*pi/3))+5*exp(i*(omega*t-2*pi/3));
Ec=50*exp(i*(omega*t+2*pi/3))+25*exp(i*omega*t)+10*exp(i*(omega*t+2*pi/3))+
5*exp(i*(omega*t+2*pi/3));
E=[ Ea Eb Ec]; axis([-300,300,-300,300]);

```

```
compass (E)
pause (0.2)
end
```

2. Wyniki obliczeń

```
%Bilans prądów w węzłach
```

```
w0          1.1719e-16 - 9.4836e-15i
w1          2.9132e-16
w2         -7.8285e-16 + 5.4224e-16i
w3          3.7434e-16 + 8.9414e-15i
```

```
%Bilans napięć w oczkach
```

```
o1          5.3291e-15 - 7.1054e-15i
o2          0.0000e+00 + 7.1054e-15i
o3          0
```

```
%Bilans mocy
```

```
bilans_mocy  1.5327e-05 - 5.4488e-13i
```

```
%Prądy przewodowe
```

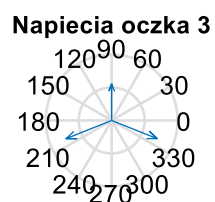
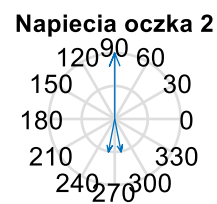
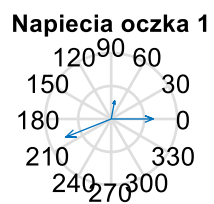
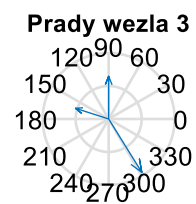
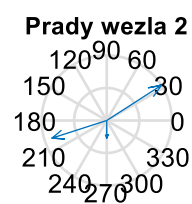
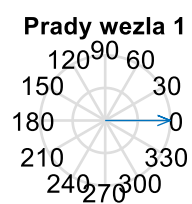
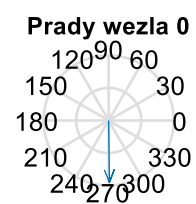
```
la          [-1.6661e-07 - 5.7715e-08i,2.8119e-16 + 0.0000e+00i,-5.5536e-08 + 1.9238e-08i,-2.9157e-08 - 1.0100e-08i]
lb          [1.3329e-07 + 1.5391e-07i,2.8119e-16 + 0.0000e+00i,4.4429e-08 - 5.1302e-08i,2.3325e-08 + 2.6934e-08i]
lc          [3.3322e-08 - 9.6191e-08i,0.0000 + 0.0000i,1.1107e-08 + 3.2064e-08i,5.8313e-09 - 1.6833e-08i]
```

```
%Prądy gałęziowe
```

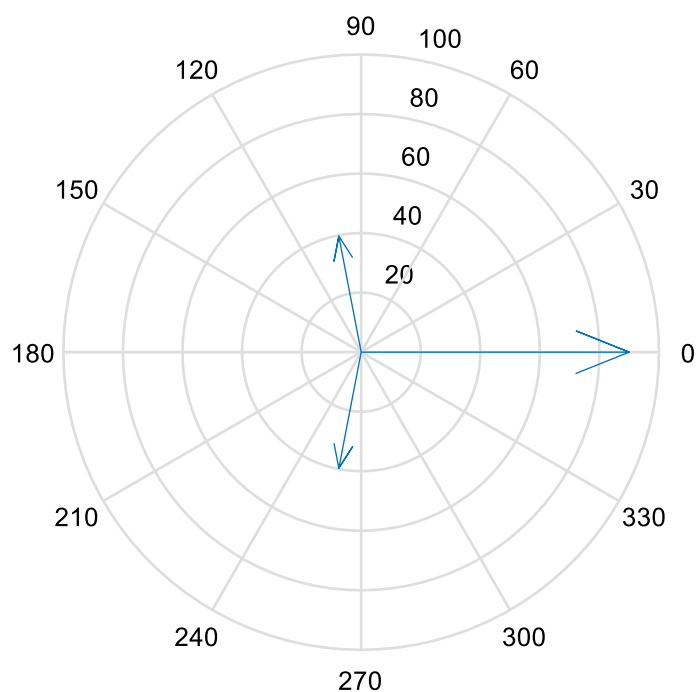
```
lab         [-1.3329e-07 - 7.6953e-08i,0.0000 + 0.0000i,-4.4429e-08 + 2.5651e-08i,-2.3325e-08 - 1.3467e-08i]
lbc         [7.1344e-16 + 7.6953e-08i,6.6967e-24 + 0.0000e+00i,2.8204e-15 - 2.5651e-08i,3.2094e-15 + 1.3467e-08i]
lc          [3.3322e-08 - 9.6191e-08i,0.0000 + 0.0000i,1.1107e-08 + 3.2064e-08i,5.8313e-09 - 1.6833e-08i]
```

3. Wektory

Wektory prądów i napięć



Wykres wektorowy dla wszystkich harmonicznych



Wektor wirujący

