

Spis treści:

- [Laboratorium #11. Teoria optymalizacji.](#)
- [Konkluzje](#)

Laboratorium #11. Teoria optymalizacji.

Adam Gryczka

15.05.2017

```
% data for power flow problem
n = 12; % total number of nodes
m = 18; % number of edges (transmission lines)
k = 4; % number of generators
rand('state',0);
Pmax = 1+4*rand(m,1)*1.208; % transmission line capacities
% Pmax(18,1)=0;
Gmax = [3; 2; 4; 7]; % maximum generator power
c = [4; 8; 5; 3]; % supply generator costs
d = 1+1.5*rand(n-k,1); % network power demands
% graph incidence matrix
A = [ -1 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ;
      0 0 -1 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ;
      0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 ;
      0 0 0 0 0 0 0 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 0 -1 0 0 0 ;
      1 0 0 0 1 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ;
      0 1 1 0 -1 0 1 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ;
      0 0 0 1 0 0 0 0 -1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ;
      0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 -1 0 1 0 0 0 0 0 0 ;
      0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ;
      0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 -1 0 0 0 0 0 0 0 ;
      0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 ;
      0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 1 0 0 ];

% the code below is not data for the problem
% it is used only to generate the network graph

% x-y coordinates
XY = [ ... % node x-y coordinates
      1.5 5.2; % node 1
      4.9 5; % node 2
      6.9 3.5; % node 3
      1.9 3.5; % node 4
      0.2 4.4; % node 5
      3.2 4.8; % node 6
      5.9 4.5; % node 7
      3.9 3.6; % node 8
      5.9 2.5; % node 9
      3.9 3; % node 10
      1.4 2.5; % node 11
      0 3; % node 12

% node adjacency matrix
Ad = -A*A';
Ad = Ad - diag(diag(Ad));

epsx = 0.05; epsy = 0.15; % text placing offset

figure;
% connect edges
gplot(Ad,XY,'-k'); hold on;
```

```

% label generator nodes
for j = 1:k
    plot(XY(j,1),XY(j,2),'rs',...
         'MarkerFaceColor','r',...
         'MarkerSize',12);
    text(XY(j,1)-eps,XY(j,2)+epsy,int2str(j),'FontSize',10);
end

% label regular nodes
for j = k+1:n
    plot(XY(j,1),XY(j,2),'.k',...
         'MarkerSize',15);
    text(XY(j,1)-eps,XY(j,2)+epsy,int2str(j),'FontSize',10);
end
axis off; hold off;
% print('-depsc','pwr_net.eps');

% Podpunkt 1

cvx_begin quiet
    variables g(4,1) p(m,1) % całkowita moc WSZYSTKICH generatorów
    minimize (c'*g) % koszt generowania mocy
    subject to
        g>=0 % każdy generator generuje prąd (dodatnio) a nie go pobiera (ujemnie)
        abs(Gmax)>= g % Każdy generator produkuje moc mniejszą od swojej własnej mocy maksymalnej
        sum(g)==sum(d) % Suma mocy generowanych jest równa sumie mocy zużytych
        A*p == [-g;d] % Zbalansowane mocy na każdym węźle
cvx_end;
disp('Podpunkt - koszt optymalny 1:')
c'*g

disp('Macierz kosztów generacji:')
c

disp('Macierz mocy generatorów:')
g

disp('Macierz mocy przepływających przez poszczególne węzły:')
p

% Podpunkt 2

cvx_begin quiet
    variables p(m,m) g(4,1)
    minimize (c'*g) % Koszt generowania mocy
    subject to
        g>=0 % każdy generator generuje prąd (dodatnio) a nie go pobiera
        Gmax>= g % Każdy generator produkuje moc mniejszą od swojej własnej mocy maksymalnej
        sum(g)==sum(d) % Suma mocy generowanych jest równa sumie mocy zużytych
        for i = 1:m
            p(i,i)==0 % odcięcie danej magistrali
            A*p(:,i) == [-g;d] % Zbalansowane mocy na każdym węźle
            abs(p(:,i))<=Pmax % Odcięcie linii zachowuje wymagany przedział mocy
        end
cvx_end;

disp('Podpunkt - koszt optymalny 1:')
c'*g

disp('Macierz kosztów generacji:')
c

disp('Macierz mocy generatorów:')
g

disp('Macierz mocy przepływających przez poszczególne węzły:')

```

p

Podpunkt - koszt optymalny 1:

ans =

44.5952

Macierz kosztów generacji:

c =

4

8

5

3

Macierz mocy generatorów:

g =

3.0000

0.0000

2.3190

7.0000

Macierz mocy przepływających przez poszczególne węzły:

p =

7.3624

-4.3624

-0.2971

0.2971

0.0000

5.7470

7.0000

0.0000

1.5293

2.3190

-0.0000

-2.2197

0.0000

-3.2345

0.0000

4.4429

-0.0000

-0.0000

Podpunkt - koszt optymalny 1:

ans =

55.3516

Macierz kosztów generacji:

c =

4

8

5

3

Macierz mocy generatorów:

g =

2.1169
1.9960
3.1488
5.0574

Macierz mocy przepływających przez poszczególne węzły:

p =

Columns 1 through 7

0	2.1169	1.7233	1.8400	1.6512	1.7770	1.6313
2.1169	0	0.3936	0.2769	0.4656	0.3399	0.4856
0.5624	0.6177	0	1.9960	0.6401	0.6338	0.9091
1.4336	1.3783	1.9960	0	1.3559	1.3622	1.0869
1.1937	-0.5577	-0.5304	0.2708	0	-0.1616	-1.0809
-0.4217	-0.0563	-0.4226	0.4953	0.0358	0	-1.0650
1.0822	1.3508	1.4801	0.8727	1.4127	1.3796	0
0.2272	0.1859	0.0637	0.5344	0.1780	0.1745	0.1351
1.2327	1.1984	1.6957	0.0646	1.1799	1.1827	0.9597
0.8859	0.9070	0.7865	1.1514	0.9108	0.9074	0.9597
2.2629	2.2418	2.3623	1.9974	2.2380	2.2414	2.1891
0.0431	0.0221	0.1425	-0.2223	0.0182	0.0217	-0.0306
0.8427	0.7733	0.9628	0.3660	0.7571	0.7518	0.7594
-0.1289	-0.2194	0.0905	-0.8712	-0.2394	-0.2414	-0.2860
0.9121	0.9183	0.7327	1.2963	0.9285	0.9239	1.1938
1.3373	1.4278	1.1178	2.0795	1.4478	1.4497	1.4944
3.0631	2.7882	2.8445	2.8883	2.7161	2.7538	3.8636
-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000

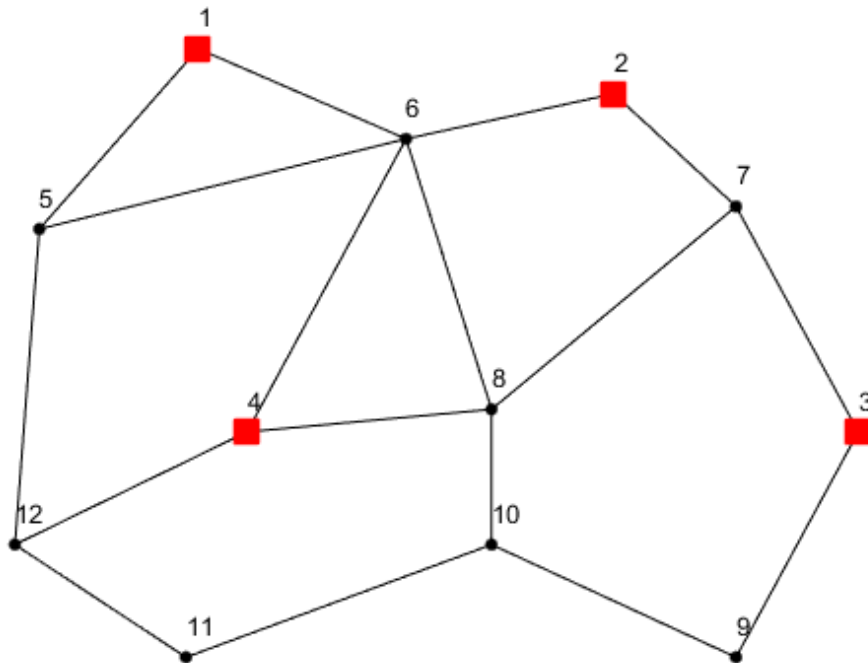
Columns 8 through 14

1.7723	1.7938	1.7510	1.7986	1.7629	1.7845	1.7478
0.3446	0.3231	0.3659	0.3183	0.3540	0.3324	0.3691
0.5461	1.2247	0.4638	1.0506	0.6102	0.7432	0.5508
1.4500	0.7713	1.5322	0.9454	1.3858	1.2528	1.4452
-0.2155	-0.0541	-0.3680	-0.0472	-0.2690	-0.1249	-0.3682
-0.0586	0.1243	-0.2324	0.1360	-0.1215	0.0442	-0.2359
1.2343	1.1065	1.3388	1.1563	1.2946	1.2659	1.3071
0	0.3679	0.1960	0.2319	0.1873	0.1259	0.2548
1.2643	0	0.4454	3.0074	1.2281	0.6294	1.2398
0.9012	0.3156	0	3.1488	0.9291	0.4633	0.8814
2.2476	2.8333	3.1488	0	2.2197	2.6855	2.2674
0.0279	0.6135	0.9291	-2.2197	0	0.4657	0.0476
0.7281	-0.0308	0.0347	2.6651	0.7964	0	0.9672
-0.2589	-0.4321	-0.0510	-0.5695	-0.2184	-0.5491	0
0.9930	1.1306	0.9226	0.9551	0.9104	0.7741	1.0019
1.4672	1.6404	1.2594	1.7778	1.4267	1.7574	1.2083
2.8300	2.8203	2.7960	2.9460	2.8523	3.0174	2.7483
-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000

Columns 15 through 18

1.7401	1.6603	2.0277	1.7625
0.3767	0.4565	0.0892	0.3544
0.1981	-0.1843	0.6690	0.6088
1.7979	2.1804	1.3270	1.3872
-0.4094	-0.9645	1.4579	-0.2745
-0.2846	-0.9196	1.8701	-0.1275
1.6655	1.5504	3.2057	1.2932
0.3093	0.4466	0.1655	0.1905
1.5949	1.7352	1.0512	1.2055
0.8838	0.6417	0.8111	0.9051

2.2650	2.5072	2.3377	2.2437
0.0452	0.2874	0.1180	0.0240
0.3749	1.9357	1.5391	0.7816
-0.5947	1.2083	0.6423	-0.2092
0	1.2833	1.8517	0.9150
1.8031	0	0.5660	1.4175
3.3918	2.2237	0	2.8491
-0.0000	-0.0000	-0.0000	0



Konkluzje

Odcięcie dowolnej linii zwiększa ogólny koszt przesyłu energii pomiędzy węzłami, co jest zgodne ze zdrowym rozsądkiem. W zadaniu optymalizacji nie zostają zaburzone krytyczne warunki działania sieci, takie jak maksymalna moc generatora, czy maksymalna moc przesyłana na danej linii. Takie rozwiązanie pozwala zastosować optymalne tryby działania komponentów sieci bez zbędnego ich przeciążania.