

یا لطیف



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده مهندسی برق

تمرین متلب پخش توان به روش گوسی سایدل

تهیه کننده و نویسنده:

رضا آدینه پور

استاد مربوطه:

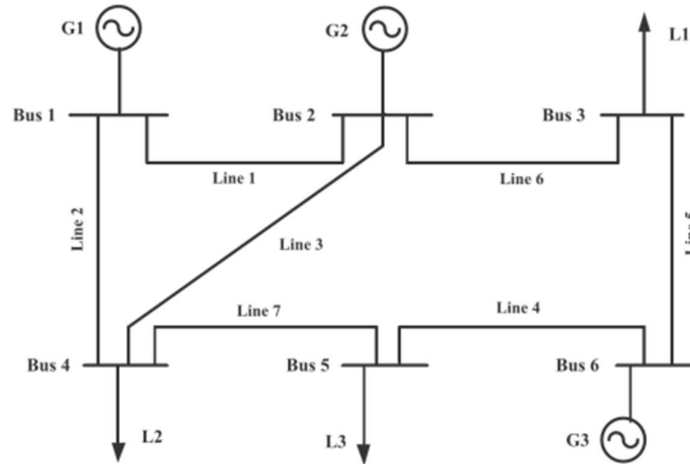
جناب آقای دکتر رحیمیان

تاریخ تهیه و ارائه:

دی ماه ۱۴۰۰

تمرین پخش بار (روش گوس-سایدل به کمک نرم‌افزار)

اطلاعات واحدهای تولیدی، شبکه انتقال و میزان مصرف در یک سیستم قدرت ۶ باس به ترتیب در جدول‌های (۱)، (۲) و (۳) داده شده است. ۳ واحد تولیدی در شبکه وجود دارد. ژنراتورهای ۱، ۲ و ۳ به ترتیب در باس‌های ۱، ۲ و ۶ قرار دارند. باس ۱ را از نوع مبنا فرض کنید. ولتاژ باس ۱ را 1 pu با زاویه صفر درجه در نظر بگیرید. اندازه ولتاژ باس ۲ را 1.05 pu فرض کنید. مقدار اولیه برای اندازه و زاویه ولتاژهای مجهول را به ترتیب 1 pu و 0 درجه در نظر بگیرید. مقدار خطای قابل قبول را برای محاسبه ولتاژها 0.0001 فرض کنید.



شکل (۱): شبکه ۶ باس

گزارش ارائه شده بایستی شامل موارد زیر باشد:

- الف) نوع باس‌ها و متغیرهای حالت مجهول را تعیین و مسأله پخش بار را بر اساس روش گوس-سایدل فرمول‌بندی کنید.
- ب) برنامه پخش بار مربوطه را در محیط نرم‌افزار MATLAB بنویسید و ضمیمه کنید. (کد نمونه آماده شده است که لازم است در بخش مرتبط با باس‌های کنترل ولتاژ توسط دانشجویان تکمیل شود).
- ج) اندازه و زاویه ولتاژ باس‌ها را از اولین تکرار تا آخرین تکرار در شکل‌های جداگانه ترسیم کنید. (دو نمودار برای ولتاژ هر باس)
- د) ولتاژ باس‌ها (اندازه و زاویه)، میزان تولید اکتیو و راکتیو باس مبنا، میزان تولید راکتیو باس‌های کنترل ولتاژ $P-|V|$ شبکه و تلفات توان اکتیو را تعیین کنید.

جدول (۱): اطلاعات واحدهای تولیدی

Generator	Bus	$P^G(\text{pu})$	$Q^G(\text{pu})$	$Q^{G,\min}(\text{pu})$	$Q^{G,\max}(\text{pu})$
1	1	نامعلوم	نامعلوم	-2	2
2	2	1.4	نامعلوم	-1	1.4
3	6	0.2	0.1	-0.1	0.2

ستون اول: شماره ژنراتور، ستون دوم: شماره بوسی که ژنراتور در آن قرار دارد، ستون سوم: تولید اکتیو واحدها، ستون چهارم: تولید راکتیو واحدها، ستون پنجم و ششم: حداقل و حداکثر توان راکتیو قابل تولید توسط واحدها.

جدول (۲): اطلاعات شبکه انتقال

Line	From	To	$Z(\text{pu})$	Capacity (pu)	$Y/2(\text{pu})$
1	1	2	$0.1+j0.17$	2	$j0$
2	1	4	$0.15+j0.258$	1	$j0$
3	2	4	$0.12+j0.197$	2	$j0$
4	5	6	$0.08+j0.14$	1	$j0$
5	3	6	$0.01+j0.018$	1	$j0$
6	2	3	$0.02+j0.037$	2	$j0$
7	4	5	$0.02+j0.037$	2	$j0$

جدول (۳): اطلاعات مصرف

Bus	$P^D(\text{pu})$	$Q^D(\text{pu})$
1	0.6	0.25
2	0.5	0.2
3	0.4	0.15
4	0.4	0.15
5	0.5	0.2
6	0.5	0.2

الف) ابتدا نوع باس ها و متغیرهای مجهول را مشخص کنید؟

باس ۱: مبنا (طبق صورت مسئله) **معلومات**: ولتاژ (اندازه و زاویه) **مجهولات**: توان اکتیو و راکتیو تزریقی

باس ۲: PV، **معلومات**: اندازه ولتاژ و توان اکتیو تزریقی **مجهولات**: زاویه ولتاژ و توان راکتیو تزریقی

باس ۳ تا ۶: PQ، **معلومات**: توان اکتیو و راکتیو تزریقی **مجهولات**: ولتاژ (اندازه و زاویه)

کد نوشته شده بر اساس کد همان توضیحی توسط آقای دکتر تکمیل شده است و فایل های آن
ضمیمه فایل ارسالی شده است.

اطلاعات باس ها و خطوط به صورت زیر در فایل data.m تکمیل شده است.

Type:

1: slack bus

2: voltage controlled bus

3: consumption bus

```
%      No  type PG   QG   QGmax   QGmin   PD   QD     V
bus_data=[1  1  0.0  0.0  2.0  -2.0   0.6  0.25  1.0
           2  2  1.4  0.0  1.4  -1.0   0.5  0.20  1.05
           3  3  0.0  0.0  0.0   0.0   0.4  0.15  1.0
           4  3  0.0  0.0  0.0   0.0   0.4  0.15  1.0
           5  3  0.0  0.0  0.0   0.0   0.5  0.20  1.0
           6  3  0.2  0.1  0.2  -0.1   0.5  0.20  1.0];
```

```
%      NO  From To  R+jX   Capacity Bc
line_data=[1  1  2  0.1+0.170j  2  0
           2  1  4  0.15+0.258j  1  0
           3  2  4  0.12+0.197j  2  0
           4  5  6  0.08+0.140j  1  0
           5  3  6  0.01+0.018j  1  0
           6  2  3  0.02+0.037j  2  0
           7  4  5  0.02+0.037j  2  0];
```

بعد از اینه اطلاعات دیتا را بر اساس جدول های شماره ۱،۲ و ۳ تکمیل کردیم به سراغ فایل GSPF می رویم و آن را تکمیل می کنیم.

```
% Power flow based on Gauss Seidel
clear;clc;close all;
data; % Call system data

%% Y-bus calculation
NO_bus=bus_data(end,1);% Number of buses
NO_line=line_data(end,1);% Number of lines
Y=zeros(NO_bus, NO_bus);
for k=1:NO_line
    Y(line_data(k,2),line_data(k,3))=-1/line_data(k,4);
    Y(line_data(k,3),line_data(k,2))=-1/line_data(k,4);

Y(line_data(k,2),line_data(k,2))=Y(line_data(k,2),line_data(k,2))+1/line_data(k,4)+0.5*line_data(k,6);

Y(line_data(k,3),line_data(k,3))=Y(line_data(k,3),line_data(k,3))+1/line_data(k,4)+0.5*line_data(k,6);
end

%%
P=bus_data(:,3)-bus_data(:,7);% PG-PD: Active power injection
Q=bus_data(:,4)-bus_data(:,8);% QG-QD: Reactive power injection
V=bus_data(:,9);% Initial voltage
V_data=V;
Vo=bus_data(:,9); % Old value of voltage
epsilon=0.0001;% Maximum acceptable error
error=1;
t=1;% Iteration
bus_data1=bus_data;
while error>epsilon
    t=t+1;
    for b=1:NO_bus
        %% P-|V| buses
        if bus_data1(b,2)==2
            Q(b)=-imag(V(b) '*Y(b,:) *V);% Estimating reactive power injection
            if Q(b)+bus_data1(b,8)>bus_data1(b,5)% if QG>QGmax
                Q(b)=bus_data1(b,5)-bus_data1(b,8);
```

```

        bus_data1(b,2)=3;
elseif Q(b)+bus_data1(b,8)<bus_data1(b,6) % if
QG<QGmin
        Q(b)=bus_data1(b,6)-bus_data1(b,8);
        bus_data1(b,2)=3;
else % if QGmin<= QG <= QGmax
        Y1=Y(b,:);
        Y1(1,b)=[];
        V1=V;
        V1(b)=[];

        V(b)=(1/Y(b,b))*(((bus_data1(b,3)-
bus_data1(b,7))-1j*Q(b))/(V(b)))-(Y1(b,:)*V1));

V(b)=(V(b)/abs(V(b)))*abs(bus_data1(b,9));
end
end
%% P-Q buses
if bus_data1(b,2)==3
        V(b)=( (P(b)-Q(b)*1i)/V(b)'-(Y(b,:)*V-
Y(b,b)*V(b)))/Y(b,b);
end
end
error=max([max(abs(real(V-Vo))),max(abs(imag(V-
Vo)))]);
Vo=V;
V_data(:,t)=V;
end
b=find(bus_data1(:,2)==1);% Slack bus
P(b)=real(V(b)'*Y(b,:)*V);% Active power injection at
slack bus
Q(b)=-imag(V(b)'*Y(b,:)*V);% Reactive power injection at
slack bus
power_loss=sum(P);% Active power loss

%% Plot curves

for b=1:NO_bus
        figure('Name',['Voltage Changes In Every Iteration
For Bus-' num2str(b)], 'NumberTitle','off');
        subplot(2,1,1);
        plot(abs(V_data(b,:)), '-o');
        xlabel('Iteration');
        ylabel('Voltage amplitude (p.u.)');

        subplot(2,1,2);
        plot(angle(V_data(b,:))*180/pi, '-o r');

```

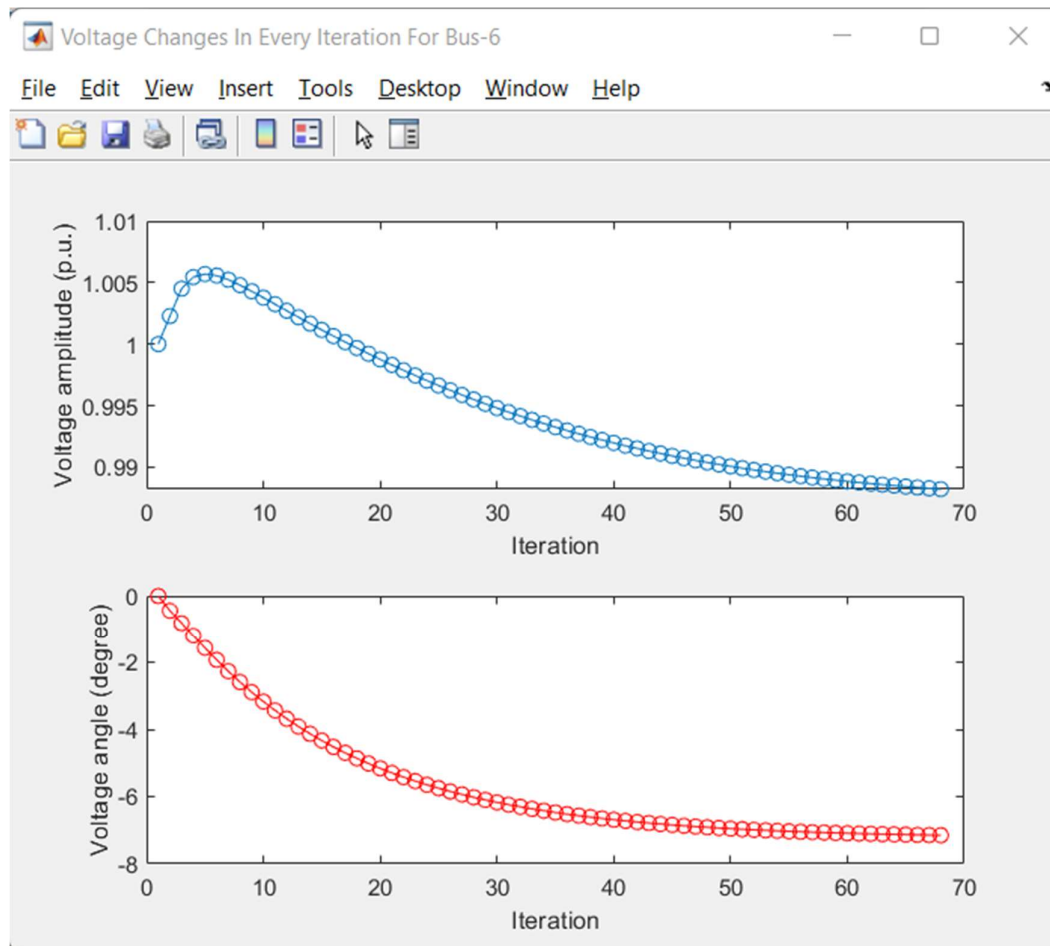
```

        xlabel('Iteration');
        ylabel('Voltage angle (degree)');
    end

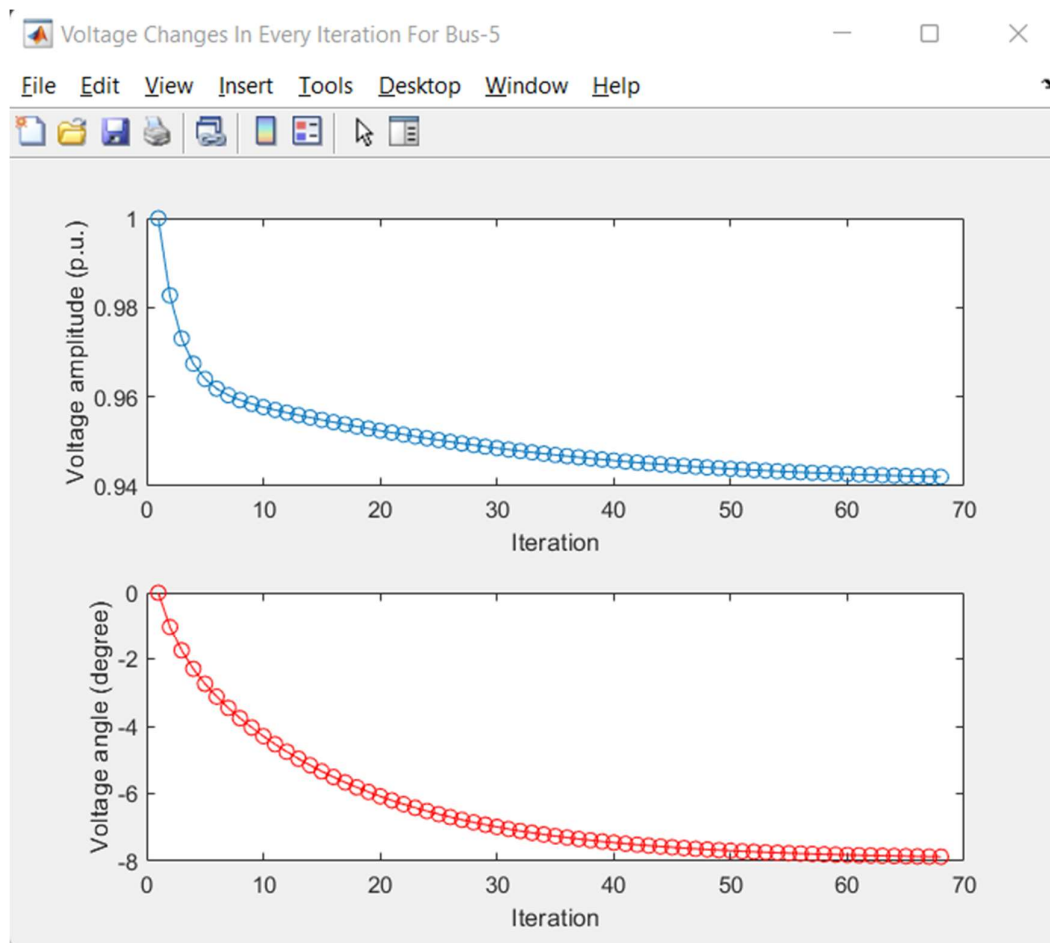
disp('
                                Report of Power Flow Calculations
')
disp('-----
-----');
disp('   Bus   |      Voltage      |   Bus Type   |
P-Q
');
disp('   #   |   Amp(pu)   Ang(deg) |   #   |
P(pu)   Q(pu)   ');
disp('   ---   -----   -----   -----   ---
-----   ');
for i = 1:NO_bus
    fprintf(' %3g      ',i);
    fprintf(' %1.2f %10.2f
',abs(V_data(i,end)),angle(V_data(i,end)));
    if(bus_data(i,2)==1)
        fprintf('      Slack')
    elseif(bus_data(i,2)==2)
        fprintf('      P-V ')
    elseif(bus_data(i,2)==3)
        fprintf('      P-Q ')
    end
    fprintf('      %10.3f %10.3f      \n',P(i),Q(i));
end
disp('-----
-----');
fprintf('   Active Power Loss is = %1.4f p.u.
\n',power_loss);
fprintf('   Number of Iteration = %d \n',t);

```

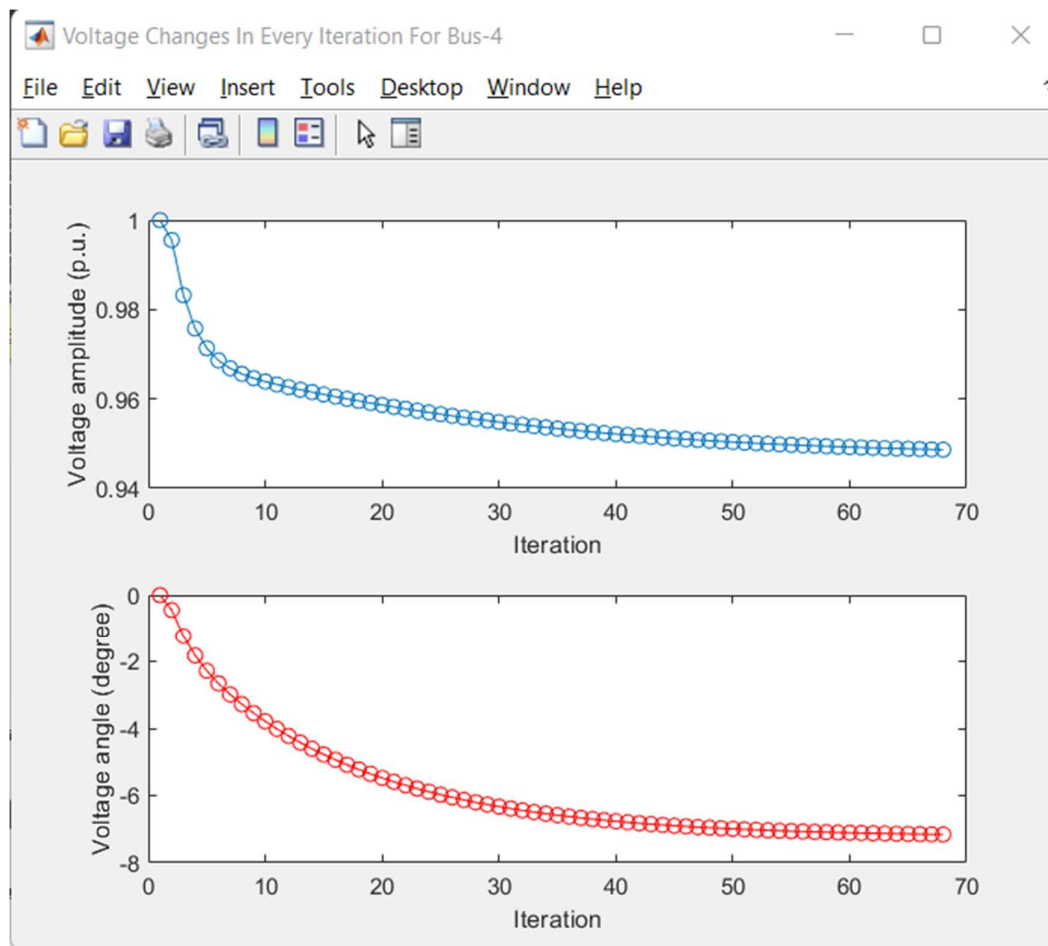
اندازه و زاویه ولتاژهای برای هر باس به صورت مجزا به صورت زیر بدست آمده است:



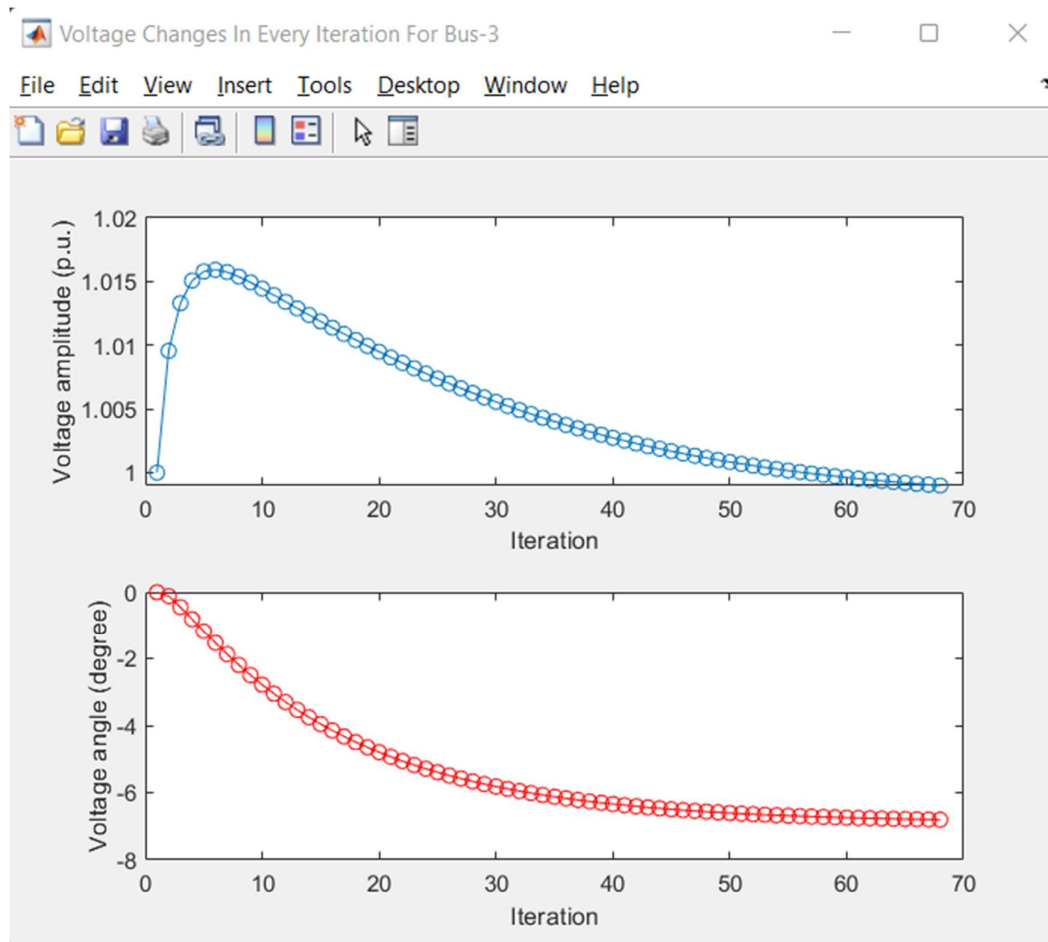
اندازه و زاویه ولتاژ در باس ۶



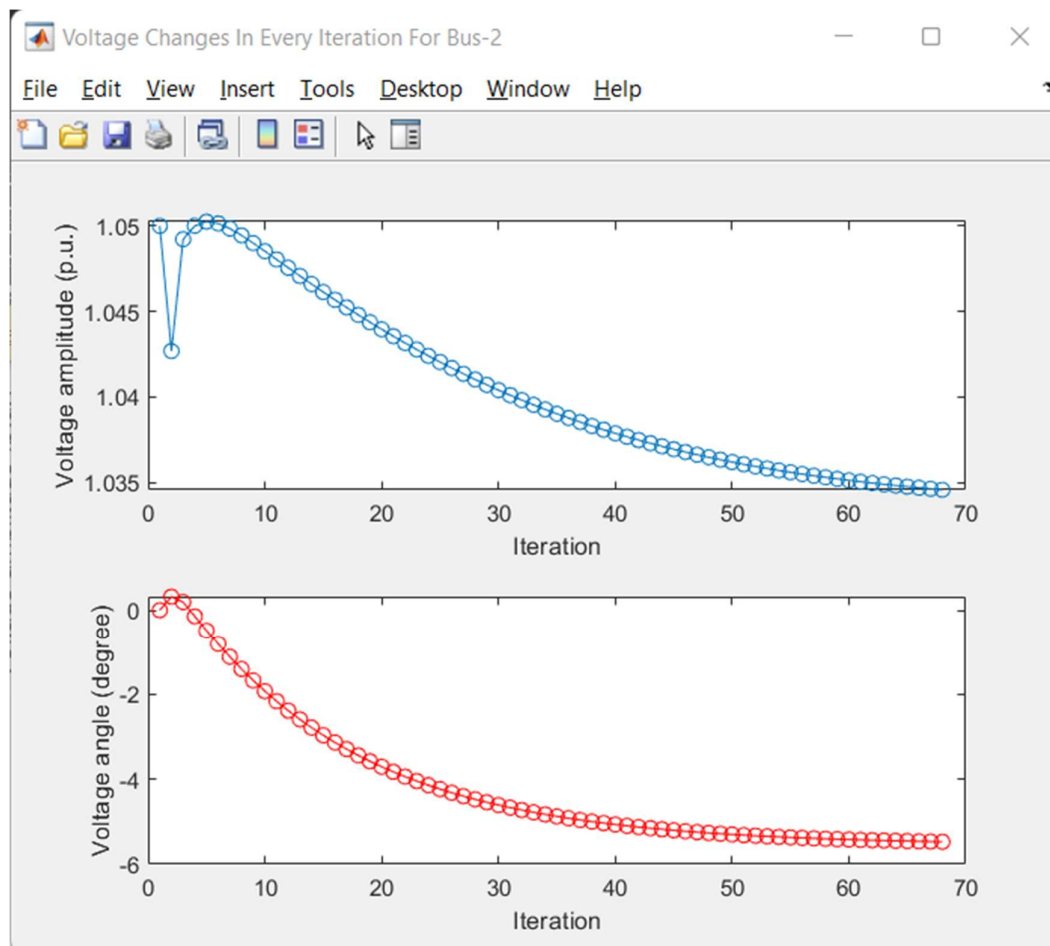
اندازه و زاویه ولتاژ در باس ۵



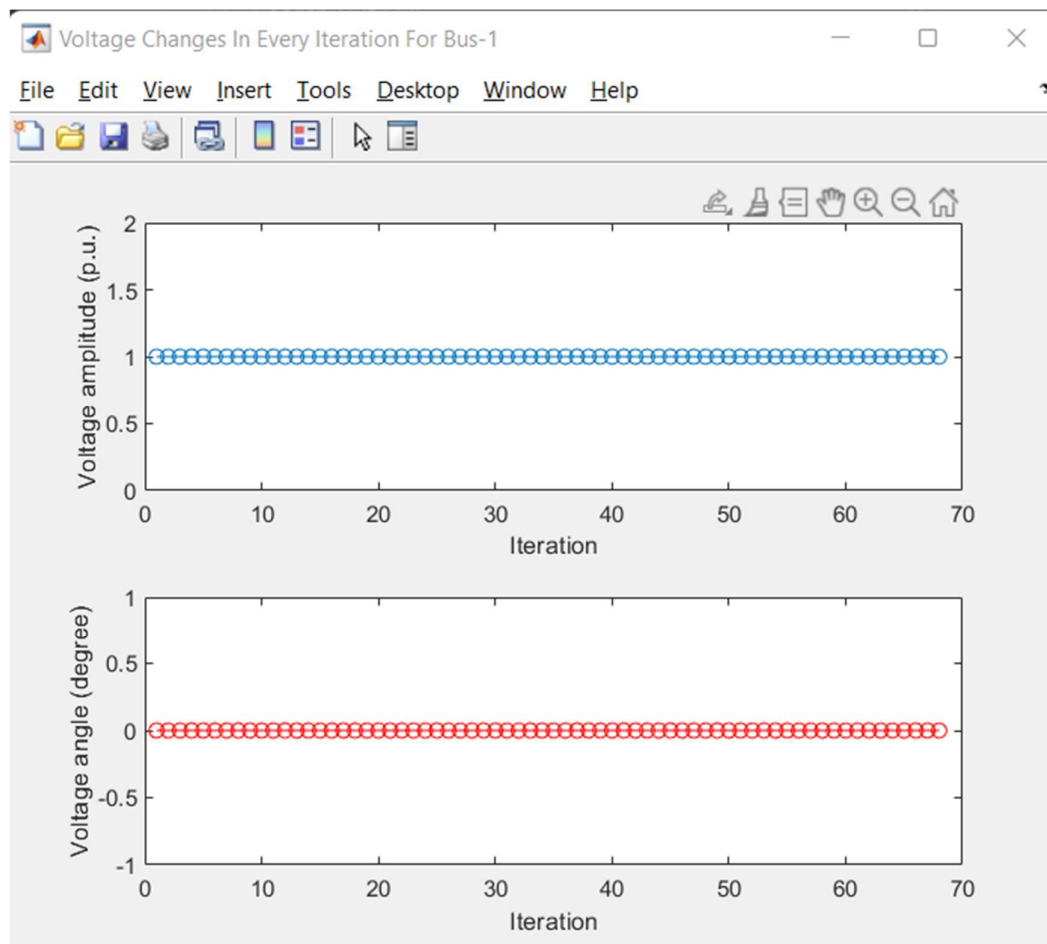
اندازه و زاویه ولتاژ در باس ۴



اندازه و زاویه ولتاژ در باس ۳



اندازه و زاویه ولتاژ در باس ۲



اندازه و زاویه ولتاژ در باس ۱