

۱۳۰۷

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی برق

پروژه شبیه سازی درس تحلیل سیستم های انرژی ۱

نام تهیه کنندگان:

زهرا ایران پور مبارکه

فاطمه ناظم زاده گوکی

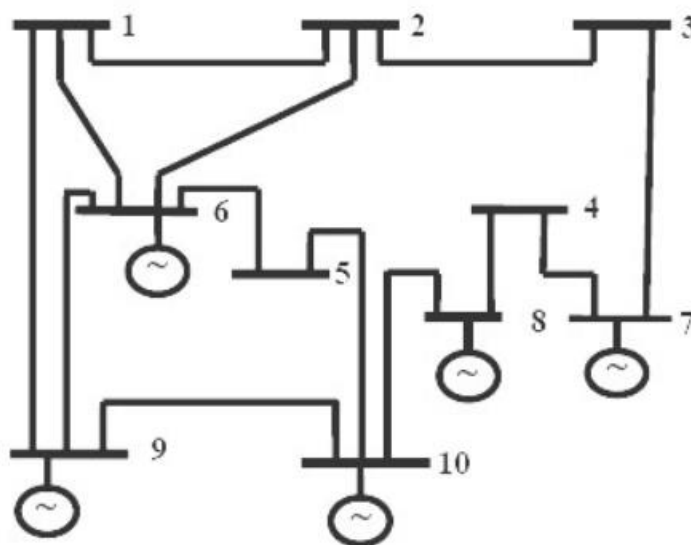
استاد درس: دکتر علیرضا فریدونیان

زمستان ۱۴۰۰

۱.	مقدمه	۳
۲.	اجرای پروژه	۳
۳.	آماده‌سازی داده‌ها	۴
۴.	• پرونده داده‌های شین (busdata)	۴
۵.	• پرونده داده‌های خط (linedata)	۵
۶.	برنامه‌ای برای تشکیل ماتریس ادمیتانس شین	۶
۵.	برنامه‌های مورد استفاده در همه روش‌ها	۶
۶.	الف) روش گاوس سایدل	۷
۸.	• نتیجه روش گاوس سایدل	۸
۷.	ب) روش نیوتن رافسون	۹
۱۰.	• نتیجه روش نیوتن رافسون	۱۰
۸.	ج) روش مجزای سریع	۱۱
۱۲.	• نتیجه روش مجزای سریع	۱۲
۹.	مقایسه خروجی ۳ روش	۱۳
۱۰.	مقایسه پیچیدگی‌های ۳ روش	۱۴
۱۱.	مراجع	۱۵

مقدمه

در این پروژه، ما با استفاده از نرم افزار متلب به حل پخش بار سیستم شکل ۱-۱ به ۳ روش نیوتن رافسون، گاوس سایدل و مجزای سریع می پردازیم.



شکل ۱-۱) سیستم ۱۰ باسه پروژه

اجرای پروژه

در ابتدا فایل main.m را برای انتخاب روش پخش بار تشکیل می دهیم. با اجرای این فایل، سوالی مبنی بر چگونگی پخش بار مورد نظر از کاربر پرسیده می شود. سپس در صورت انتخاب هر یک از ۳ گزینه، بدین صورت عمل می کند:

گزینه ۱. روش گاوس سایدل: اجرای فایل mainguass

گزینه ۲. روش نیوتن رافسون: اجرای فایل mainnewton

گزینه ۳. روش مجزای سریع: اجرای فایل maindecouple

آماده‌سازی داده‌ها

دو ماتریس busdata و linedata را در فایل data.m ذخیره می‌کنیم.

پرونده داده‌های شین (ماتریس busdata): داده‌های مورد نیاز هر شین را در یک سطر فراهم می‌کند.

- ستون ۱: شماره شین
- ستون ۲: رمز شین که مشخص کننده نوع شین است:
 - ۰. شین بار: بارها برحسب مگاوات و مگاوار به صورت عددی مثبت وارد می‌شوند. تخمین اولیه ولتاژ برای این نوع شین معلوم است (۱ ولت و صفر درجه).
 - ۱. شین مرجع یا اسلک: تنها اطلاعات لازم برای این شین، اندازه ولتاژ و زاویه فاز آن است.
 - ۲. شین با ولتاژ کنترل‌شده: در این نوع شین، اندازه ولتاژ، تولید توان حقیقی برحسب مگاوات باید معلوم باشند. و همچنین حدهای کمترین و بیشترین تقاضای مگاوار باید مشخص شوند، که البته در این مسئله درمورد آن‌ها چیزی گفته نشده.
- ستون ۳: اندازه ولتاژ بر حسب پریونیت
- ستون ۴: زاویه فاز برحسب درجه
- ستون‌های ۵ و ۶: مگاوات و مگاوار بار
- ستون‌های ۷ تا ۱۰: مگاوات، مگاوار، حداقل مگاوار و حداکثر مگاوار تولید شده
- ستون ۱۱: مگاوار تزریق شده توسط خازن‌های موازی (برای این پروژه این ستون کاملاً صفر است چون خازن موازی نداریم)

```
% Information about the bus matrix
% no code V Ang PL QL Pg Qg Min Q Max Q CQ
% (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11)
busdata = [1 0 1 0 20 9.7 0 0 0 0 0;
2 0 1 0 30 14.5 0 0 0 0 0;
3 0 1 0 20 9.7 0 0 0 0 0;
4 0 1 0 30 14.5 0 0 0 0 0;
5 0 1 0 20 9.7 0 0 0 0 0;
6 2 1 0 0 0 30 14.5 0 0 0;
7 2 1 0 0 0 15 7.26 0 0 0;
8 2 1 0 0 0 20 9.7 0 0 0;
9 2 1 0 0 0 20 9.7 0 0 0;
10 1 1.05 0 0 0 0 0 0 0 0];
```

شکل ۳-۱) ماتریس busdata

پرونده داده‌های خط (ماتریس linedata): خطوط با روش دو گره‌ای شناسایی می‌شوند.

- ستون های ۱ و ۲: شماره شین‌های خط
- ستون ۳ تا ۵: مقاومت و راکتانس برحسب پریونیت در مبنای مشخص شده (100 MVA)
- ستون ۵: نصف سوستپانس کل خط برحسب پریونیت در مبنای مشخص شده (100 MVA) که مربوط به خط متوسط و خط بلند است. با توجه به اینکه خطوط ما کوتاه هستند، این ستون صفر خواهد بود.
- ستون ۶: تنظیم تپ ترانسفورماتورها با نسبت دور غیر اسمی. برای خطوط در این ستون باید عدد ۱ وارد شود.

%Information about the line matrix

%	From bus	to bus	R	Xl	1/2B	Type of line
	% (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
linedata=	[1	2	0.02	0.08	0	1;
	1	6	0.06	0.24	0	1;
	1	9	0.04	0.16	0	1;
	2	3	0.06	0.24	0	1;
	2	6	0.06	0.24	0	1;
	3	7	0.06	0.24	0	1;
	4	7	0.04	0.16	0	1;
	4	8	0.06	0.24	0	1;
	5	6	0.04	0.16	0	1;
	5	10	0.06	0.24	0	1;
	6	9	0.01	0.04	0	1;
	8	10	0.04	0.16	0	1;
	9	10	0.08	0.32	0	1];

شکل ۳-۲) ماتریس linedata

برنامه ای برای تشکیل ماتریس ادمیتانس شین Y-bus.m

تابع موسوم به $Y=ybus(zdata)$ برای فرمول بندی ماتریس ادمیتانس شین نوشته شده است. که در آن $zdata$ داده های ورودی خط بوده و شامل چهار ستون است. دو ستون اول شماره شین های دو سمت خط و ستون های باقی مانده شامل مقاومت و راکتانس خط بر حسب پریونیت هستند. این تابع ماتریس ادمیتانس شین را برمی گرداند. در این برنامه ابتدا امپدانس خطوط به مقادیر ادمیتانس تبدیل شده و سپس مقدار اولیه Y صفر در نظر گرفته می شود. در حلقه اول، داده های خطوط استخراج شده و عناصر غیر قطری محاسبه می گردند. در نهایت در حلقه تودرتو داده های خطوط برای پیدا کردن عناصر متصل به یک شین استخراج و عناصر قطری تشکیل می شوند.

برنامه های مورد استفاده در همه روش ها

Ifybus: این برنامه به پارامترهای خطوط و ترانسفورماتورها و تنظیم تپ ترانسفورماتورها نیازمند است. که در پرونده ورودی تحت عنوان $linedata$ مشخص می شوند. این برنامه امپدانس ها را تبدیل به ادمیتانس کرده و ماتریس ادمیتانس شین را تعیین می کند.

Busout: این برنامه نتیجه خروجی شین را در یک جدول می دهد. نتیجه خروجی شین شامل اندازه و زاویه ولتاژ، توان های اکتیو و راکتیو ژنراتورها و بارها و مگاوار است. برنامه شامل تولید کل و بار کل می باشد.

Lineflow: این برنامه داده های خروجی خط را مهیا می کند. برنامه طوری طراحی شده است که پخش توان های اکتیو و راکتیو ورودی به پایانه های خط، تلفات خط، توان خالص هر شین و تلفات اکتیو و راکتیو در سیستم را نمایش دهد.

الف) روش گاوس سایدل

همانطور که می‌دانیم، این روش مبتنی بر تکرار است. برنامه Ifgauss برای حل مسئله پخش بار از روش گاوس سایدل تهیه شده است. که قبل از آن برنامه Ifybus اجرا می‌شود. و به دنبال آن برنامه‌های busout و lineflow اجرا می‌گردند.

برای تجزیه و تحلیل پخش بار به روش گاوس سایدل در متلب، پارامترهای زیر تعریف می‌شوند: مبنای سیستم قدرت MVa، دقت عدم تطابق توان، ضریب تسریع و حداکثر تعداد تکرارها. اسامی ذخیره شده برای این پارامترها به ترتیب عبارتند از: basemva, accel, accuracy, maxiter. این مقادیر در فایل maingauss.m ذخیره می‌شوند.

```
basemva = 100;  
accuracy = 0.001;  
accel = 1.2;  
maxiter = 100;
```

برای اجرای این روش فایل maingauss.m ران می‌شود:

```
lfybus  
Y  
tic  
Ifgauss  
toc  
busout  
lineflow
```

در نتیجه برنامه‌های Ifgauss و busout و lineflow اجرا می‌شوند.

Ifgauss: این برنامه حل پخش بار به روش گاوس سایدل را بدست می‌آورد. و برای این کار به پرونده‌هایی به نام busdata و linedata نیازمند است. برنامه طوری طراحی شده است که بتواند به طور مستقیم از مقادیر بار و تولید برحسب MW و MVar، ولتاژ شین‌ها برحسب pu و زاویه فاز آن‌ها برحسب درجه استفاده کند. بارها و مقادیر تولیدی به کمیت‌های pu در مبنای MVa انتخاب شده تبدیل می‌شوند.

نتیجه روش گوس سایدل:

Command Window

Enter the method for load flow (1 - GS, 2 - NR, 3 - Fast Decouple): 1
 Elapsed time is 0.035696 seconds.
 Power Flow Solution by Gauss-Seidel Method
 Maximum Power Mismatch = 0.000887003
 No. of Iterations = 39

Bus No.	Voltage Mag.	Angle Degree	-----Load-----		---Generation---		Injected Mvar
			MW	Mvar	MW	Mvar	
1	0.975	-3.322	20.000	9.700	0.000	0.000	0.000
2	0.967	-4.112	30.000	14.500	0.000	0.000	0.000
3	0.965	-5.302	20.000	9.700	0.000	0.000	0.000
4	0.978	-3.876	30.000	14.500	0.000	0.000	0.000
5	1.006	-1.838	20.000	9.700	0.000	0.000	0.000
6	1.000	-1.524	0.000	0.000	30.000	13.817	0.000
7	1.000	-3.948	0.000	0.000	15.000	25.070	0.000
8	1.000	-0.056	0.000	0.000	20.000	-25.973	0.000
9	1.000	-1.345	0.000	0.000	20.000	-4.532	0.000
10	1.050	0.000	0.000	0.000	37.345	59.562	0.000
Total			120.000	58.100	122.345	67.944	0.000

Command Window

Line Flow and Losses

--Line--	Power at bus & line flow			--Line loss--	Transformer
from to	MW	Mvar	MVA	MW	Mvar tap
1	-20.000	-9.700	22.228		
	2	17.680	5.740	0.073	0.291
	6	-14.344	-6.383	0.156	0.622
	9	-23.289	-9.068	0.263	1.051
2	-30.000	-14.500	33.320		
	1	-17.607	-5.449	0.073	0.291
	3	7.795	-1.104	0.040	0.159
	6	-20.178	-7.948	0.302	1.208
3	-20.000	-9.700	22.228		
	2	-7.755	1.264	0.040	0.159
	7	-12.241	-10.964	0.174	0.696
4	-30.000	-14.500	33.320		
	7	-2.509	-13.115	0.075	0.299
	8	-27.480	-1.387	0.475	1.902
5	-20.000	-9.700	22.228		
	6	-2.395	4.219	0.009	0.037
	10	-17.593	-13.922	0.299	1.194
6	30.000	13.817	33.029		
	1	14.500	7.005	0.156	0.622
	2	20.480	9.156	0.302	1.208
	5	2.404	-4.181	0.009	0.037
7	15.000	25.070	29.215		
	3	12.415	11.661	0.174	0.696
	4	2.584	13.414	0.075	0.299
8	20.000	-25.973	32.781		
	4	27.955	3.289	0.475	1.902
	10	-7.956	-29.261	0.368	1.471
9	20.000	-4.532	20.507		
	1	23.552	10.120	0.263	1.051
	6	7.342	-1.823	0.006	0.023
	10	-10.903	-12.809	0.226	0.905
10	37.345	59.562	70.301		
	5	17.891	15.116	0.299	1.194
	8	8.324	30.732	0.368	1.471
	9	11.129	13.714	0.226	0.905
Total loss				2.465	9.859

شکل ۶-۱) خروجی نشان داده شده در مطلب

(ب) روش نیوتن رافسون

همانطور که می‌دانیم، این روش هم مبتنی بر تکرار است. برنامه Ifnewton برای حل مسئله پخش بار از روش نیوتن رافسون تهیه شده است. قبل از این برنامه باید برنامه Ifybus اجرا شود. از برنامه‌های busout و lineflow می‌توان برای چاپ نتایج پخش بار یا پخش توان در خطوط استفاده کرد. قالب خروجی، مشابه گوس سایدل است.

برای اجرای این روش فایل mainnewton.m ران می‌شود:

```
basemva = 100;  
accuracy = 0.001;  
maxiter = 10;
```

```
Ifybus  
tic  
Ifnewton  
toc  
busout  
lineflow
```

Ifnewton: این برنامه مساله پخش بار را به روش نیوتن رافسون حل می‌کند و برای این کار به پرونده‌های busdata و linedata نیازمند است. برنامه به نحوی طراحی شده است که می‌توان به طور مستقیم از مقادیر بار و تولید برحسب MW و MVar، ولتاژ شین‌ها برحسب پریونیت و زاویه‌ها برحسب درجه استفاده کرد. مقادیر بار و تولید به کمیت‌های پریونیت در مبنای MVa انتخاب شده تبدیل می‌شوند. خروجی برنامه lineflow همان خروجی پخش توان در خطوط می‌باشد که از روش نیوتن رافسون با اعمال عدم تطابق توان تعیین شده حاصل شده است.

نتیجه روش نیوتن رافسون:

Command Window							
Enter the method for load flow (1 - GS, 2 - NR, 3 - Fast Decouple): 2							
Elapsed time is 0.039726 seconds.							
Power Flow Solution by Newton-Raphson Method							
Maximum Power Mismatch = 3.1609e-05							
No. of Iterations = 3							
Bus No.	Voltage Mag.	Angle Degree	-----Load-----		---Generation---		Injected Mvar
			MW	Mvar	MW	Mvar	
1	0.975	-3.334	20.000	9.700	0.000	0.000	0.000
2	0.967	-4.123	30.000	14.500	0.000	0.000	0.000
3	0.965	-5.312	20.000	9.700	0.000	0.000	0.000
4	0.978	-3.882	30.000	14.500	0.000	0.000	0.000
5	1.006	-1.845	20.000	9.700	0.000	0.000	0.000
6	1.000	-1.534	0.000	0.000	30.000	13.837	0.000
7	1.000	-3.955	0.000	0.000	15.000	25.072	0.000
8	1.000	-0.058	0.000	0.000	20.000	-25.971	0.000
9	1.000	-1.354	0.000	0.000	20.000	-4.514	0.000
10	1.050	0.000	0.000	0.000	37.464	59.535	0.000
Total			120.000	58.100	122.464	67.959	0.000

Command Window							
Line Flow and Losses							
--Line--	Power at bus & line flow	--Line loss--	Transformer				
from to	MW	Mvar	MVA	MW	Mvar	tap	
1	-20.000	-9.700	22.228				
2	17.671	5.742	18.580	0.073	0.291		
6	-14.356	-6.380	15.710	0.156	0.623		
9	-23.315	-9.062	25.014	0.263	1.053		
2	-30.000	-14.500	33.320				
1	-17.598	-5.451	18.423	0.073	0.291		
3	7.784	-1.102	7.862	0.040	0.159		
6	-20.186	-7.947	21.694	0.302	1.209		
3	-20.000	-9.700	22.228				
2	-7.744	1.261	7.846	0.040	0.159		
7	-12.256	-10.961	16.442	0.174	0.697		
4	-30.000	-14.500	33.320				
7	-2.496	-13.120	13.355	0.075	0.299		
8	-27.504	-1.380	27.539	0.476	1.905		
5	-20.000	-9.700	22.228				
6	-2.360	4.209	4.825	0.009	0.037		
10	-17.640	-13.909	22.464	0.299	1.197		
6	30.000	13.837	33.037				
1	14.512	7.003	16.113	0.156	0.623		
2	20.488	9.155	22.441	0.302	1.209		
5	2.369	-4.172	4.797	0.009	0.037		
9	-7.369	1.854	7.599	0.006	0.023		
7	15.000	25.072	29.216				
3	12.430	11.658	17.041	0.174	0.697		
4	2.570	13.418	13.662	0.075	0.299		
8	20.000	-25.971	32.779				
4	27.981	3.285	28.173	0.476	1.905		
10	-7.981	-29.254	30.324	0.368	1.471		
9	20.000	-4.514	20.503				
1	23.578	10.115	25.656	0.263	1.053		
6	7.375	-1.831	7.599	0.006	0.023		
10	-10.953	-12.795	16.843	0.227	0.908		
10	37.464	59.535	70.342				
5	17.940	15.106	23.453	0.299	1.197		
8	8.348	30.726	31.840	0.368	1.471		
9	11.180	13.703	17.685	0.227	0.908		
Total loss				2.468	9.871		

fx >>

شکل ۷-۱) خروجی نشان داده شده در مطلب

ج) روش مجزای سریع

برنامه decouple برای حل مسئله پخش بار از روش مجزای سریع تهیه شده است. قبل از آن باید برنامه Ifybus اجرا شود و از برنامه‌های busout و lineflow می‌توان برای چاپ نتیجه پخش بار و پخش توان در خطوط استفاده کرد. قالب خروجی مشابه روش گوس سایدل است.

برای اجرای این روش فایل maindecouple.m را می‌شود:

```
basemva = 100;  
accuracy = 0.001;  
maxiter = 50;
```

```
Ifybus  
tic  
decouple  
toc  
busout  
lineflow
```

خروجی برنامه lineflow همان خروجی پخش توان در خطوط می باشد که از روش مجزای سریع با اعمال عدم تطابق توان تعیین شده حاصل شده است. خروجی برنامه decouple هم در این روش مورد نیاز است.

decouple: این برنامه، پاسخ پخش بار را از روش مجزای سریع بدست می‌آورد و برای این کار به پرونده‌های busdata و linedata نیازمند است. این برنامه برای استفاده مستقیم مقادیر بار و تولید MW و MVar، ولتاژ شین‌ها برحسب پریونیت و زاویه‌ها برحسب درجه طراحی شده است. مقادیر بار و تولید به کمیت‌های pu در مبنای MVa انتخاب شده تبدیل می‌شوند. در برنامه امکانی فراهم شده است تا توان راکتیو هنگامی رخ می‌دهد که ولتاژ مشخص شده خیلی زیاد یا خیلی کم شود.

نتیجه روش مجزای سریع:

Command Window

Enter the method for load flow (1 - GS, 2 - NR, 3 - Fast Decouple): 3
Elapsed time is 0.039039 seconds.

Power Flow Solution by Fast Decoupled Method
Maximum Power Mismatch = 0.00034345
No. of Iterations = 6

Bus No.	Voltage Mag.	Angle Degree	-----Load-----		---Generation---		Injected Mvar
			MW	Mvar	MW	Mvar	
1	0.975	-3.334	20.000	9.700	0.000	0.000	0.000
2	0.967	-4.124	30.000	14.500	0.000	0.000	0.000
3	0.965	-5.312	20.000	9.700	0.000	0.000	0.000
4	0.978	-3.882	30.000	14.500	0.000	0.000	0.000
5	1.006	-1.845	20.000	9.700	0.000	0.000	0.000
6	1.000	-1.533	0.000	0.000	30.000	13.797	0.000
7	1.000	-3.955	0.000	0.000	15.000	25.042	0.000
8	1.000	-0.058	0.000	0.000	20.000	-25.982	0.000
9	1.000	-1.354	0.000	0.000	20.000	-4.536	0.000
10	1.050	0.000	0.000	0.000	37.468	59.527	0.000
Total			120.000	58.100	122.468	67.849	0.000

Command Window

Line Flow and Losses

--Line-- from to	Power at bus & line flow			--Line loss--		Transformer tap
	MW	Mvar	MVA	MW	Mvar	
1	-20.000	-9.700	22.228			
	2	17.670	5.742	0.073	0.291	
	6	-14.359	-6.380	0.156	0.623	
	9	-23.320	-9.062	0.263	1.054	
2	-30.000	-14.500	33.320			
	1	-17.598	-5.451	0.073	0.291	
	3	7.783	-1.102	0.040	0.159	
	6	-20.190	-7.947	0.302	1.209	
3	-20.000	-9.700	22.228			
	2	-7.743	1.261	0.040	0.159	
	7	-12.259	-10.961	0.174	0.697	
4	-30.000	-14.500	33.320			
	7	-2.501	-13.120	0.075	0.299	
	8	-27.506	-1.381	0.476	1.905	
5	-20.000	-9.700	22.228			
	6	-2.362	4.210	0.009	0.037	
	10	-17.641	-13.908	0.299	1.197	
6	30.000	13.797	33.021			
	1	14.515	7.004	0.156	0.623	
	2	20.492	9.156	0.302	1.209	
	5	2.371	-4.173	0.009	0.037	
	9	-7.369	1.854	0.006	0.023	
7	15.000	25.042	29.191			
	3	12.433	11.658	0.174	0.697	
	4	2.575	13.419	0.075	0.299	
8	20.000	-25.982	32.788			
	4	27.982	3.286	0.476	1.905	
	10	-7.980	-29.255	0.368	1.471	
9	20.000	-4.536	20.508			
	1	23.583	10.116	0.263	1.054	
	6	7.374	-1.831	0.006	0.023	
	10	-10.952	-12.795	0.227	0.908	
10	37.468	59.527	70.337			
	5	17.941	15.105	0.299	1.197	
	8	8.348	30.726	0.368	1.471	
	9	11.179	13.703	0.227	0.908	
	Total loss			2.468	9.873	

fx >>

شکل ۸-۱) خروجی نشان داده شده در متلب

مقایسه خروجی ۳ روش

Command Window

Enter the method for load flow (1 - GS, 2 - NR, 3 - Fast Decouple): 1
Elapsed time is 0.035696 seconds.
Power Flow Solution by Gauss-Seidel Method
Maximum Power Mismatch = 0.000887003
No. of Iterations = 39

گوس سایدل:

Bus No.	Voltage Mag.	Angle Degree	-----Load-----		---Generation---		Injected Mvar
			MW	Mvar	MW	Mvar	
1	0.975	-3.322	20.000	9.700	0.000	0.000	0.000
2	0.967	-4.112	30.000	14.500	0.000	0.000	0.000
3	0.965	-5.302	20.000	9.700	0.000	0.000	0.000
4	0.978	-3.876	30.000	14.500	0.000	0.000	0.000
5	1.006	-1.838	20.000	9.700	0.000	0.000	0.000
6	1.000	-1.524	0.000	0.000	30.000	13.817	0.000
7	1.000	-3.948	0.000	0.000	15.000	25.070	0.000
8	1.000	-0.056	0.000	0.000	20.000	-25.973	0.000
9	1.000	-1.345	0.000	0.000	20.000	-4.532	0.000
10	1.050	0.000	0.000	0.000	37.345	59.562	0.000
Total			120.000	58.100	122.345	67.944	0.000

Command Window

Enter the method for load flow (1 - GS, 2 - NR, 3 - Fast Decouple): 2
Elapsed time is 0.039726 seconds.
Power Flow Solution by Newton-Raphson Method
Maximum Power Mismatch = 3.1609e-05
No. of Iterations = 3

نیوتن رافسون:

Bus No.	Voltage Mag.	Angle Degree	-----Load-----		---Generation---		Injected Mvar
			MW	Mvar	MW	Mvar	
1	0.975	-3.334	20.000	9.700	0.000	0.000	0.000
2	0.967	-4.123	30.000	14.500	0.000	0.000	0.000
3	0.965	-5.312	20.000	9.700	0.000	0.000	0.000
4	0.978	-3.882	30.000	14.500	0.000	0.000	0.000
5	1.006	-1.845	20.000	9.700	0.000	0.000	0.000
6	1.000	-1.534	0.000	0.000	30.000	13.837	0.000
7	1.000	-3.955	0.000	0.000	15.000	25.072	0.000
8	1.000	-0.058	0.000	0.000	20.000	-25.971	0.000
9	1.000	-1.354	0.000	0.000	20.000	-4.514	0.000
10	1.050	0.000	0.000	0.000	37.464	59.535	0.000
Total			120.000	58.100	122.464	67.959	0.000

Command Window

Enter the method for load flow (1 - GS, 2 - NR, 3 - Fast Decouple): 3
Elapsed time is 0.039039 seconds.
Power Flow Solution by Fast Decoupled Method
Maximum Power Mismatch = 0.00034345
No. of Iterations = 6

مجزای سریع:

Bus No.	Voltage Mag.	Angle Degree	-----Load-----		---Generation---		Injected Mvar
			MW	Mvar	MW	Mvar	
1	0.975	-3.334	20.000	9.700	0.000	0.000	0.000
2	0.967	-4.124	30.000	14.500	0.000	0.000	0.000
3	0.965	-5.312	20.000	9.700	0.000	0.000	0.000
4	0.978	-3.882	30.000	14.500	0.000	0.000	0.000
5	1.006	-1.845	20.000	9.700	0.000	0.000	0.000
6	1.000	-1.533	0.000	0.000	30.000	13.797	0.000
7	1.000	-3.955	0.000	0.000	15.000	25.042	0.000
8	1.000	-0.058	0.000	0.000	20.000	-25.982	0.000
9	1.000	-1.354	0.000	0.000	20.000	-4.536	0.000
10	1.050	0.000	0.000	0.000	37.468	59.527	0.000
Total			120.000	58.100	122.468	67.849	0.000

هر ۳ روش تقریباً خروجی‌های یکسانی به ما دادند.

مقایسه پیچیدگی‌های ۳ روش

یکی از روش‌های عددی برای حل معادلات غیرخطی روش گوس سایدل می‌باشد که یک الگوریتم مبتنی بر تکرار می‌باشد. همان‌طور که مشخص است سرعت همگرایی به حدس اولیه وابسته است. معمولاً حدس اولیه برای اندازه ولتاژ شین‌ها $1pu$ با زاویه صفر در نظر گرفته می‌شود. روش گوس سایدل به تکرار زیاد برای حصول همگرایی نیاز دارد. روابط بسیار ساده هستند و سرعت رسیدن به جواب کم است.

مشهورترین روش شناخته شده برای حل معادلات غیر خطی روش نیوتن رافسون می‌باشد. در روش نیوتن رافسون تعداد تکرارها برای رسیدن به جواب کمتر است. تعداد تکرارها به تعداد یاس‌ها بستگی ندارد و سرعت رسیدن به جواب زیاد است. این روش پایدار است و بیشتر اوقات همگرا می‌شود و جواب‌های بدست آمده دقیق‌تر می‌باشد.

تجربه نشان داده که تغییرات توان اکتیو و فاز بسیار به هم وابسته‌اند. همچنین توان راکتیو و اندازه ولتاژ نیز به هم وابسته‌اند. پس می‌توان عناصر N و J ماتریس ژاکوبین را برابر صفر قرار داد. به این روش جداسازی گفته می‌شود. در این روش سرعت محاسبات به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد اما دقت محاسبات کاهش می‌یابد. می‌توان روش مجزا شده را برای تسریع در همگرایی باز تقریب زد و با قراردادن اختلاف زاویه بین شین‌ها برابر صفر معادلات را ساده‌تر کرد که به این روش مجزای سریع می‌گویند.

مراجع

[۱] کتاب هادی سعادت

با تشکر فراوان از همراهی شما