آکادمی نیروگاه

آموزش نرم‌افزار
DIgSILENT
(دوره مقدماتی)

تهیه و تنظیم:

دکتر مصطفی عیدیانی

ویراستار اول: مهندس مرتضی ترابی (ویرایش ۱۳۸۸)

ویراستار دوم : مهندس نوید عقلی (ویرایش ۱۳۸۹)

ویرایش سوم: مصطفی عیدیانی (ویرایش ۱۳۹۲)

DIgSILENT PowerFactory

www.powerplantac.com

فهرست

فصل ۱ :

آشنایی با قابلیت‌های نرم افزار ۳

فصل ۲ :

مدل‌سازی شبکه قدرت با نرم‌افزار..... ۵

فصل۳ :

۳-۱ توزیع توان در شبکه..... ۱۳

۳-۲ جبران توان راکتیو..... ۱۷

۳-۳ تنظیم تپ ترانسفورماتورها..... ۱۹

۳-٤ کنترل ولتاژ باس با استفاده از Station control..... ۲۲

۳-۵ تعیین فیدر..... ۲۳

فصل٤ :

محاسبات اتصال کوتاه..... ۲٦

فصل۵ :

۵-۱-رسم منحنی‌های دینامیکی..... ۳۰

۵-۲-اضافه کردن و بررسی اثر اکسایتر، گاورنر و PSS در پایداری گذرا..... ۳۳

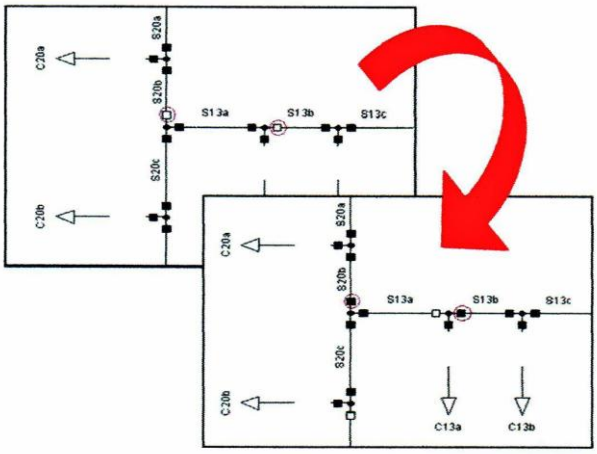
۵-۳- تحلیل راه‌اندازی، قطع و اتصال کوتاه موتور آسنکرون..... ۳۵

www.powerplantac.com

فصل ۱
آشنایی با قابلیت‌های نرم‌افزار

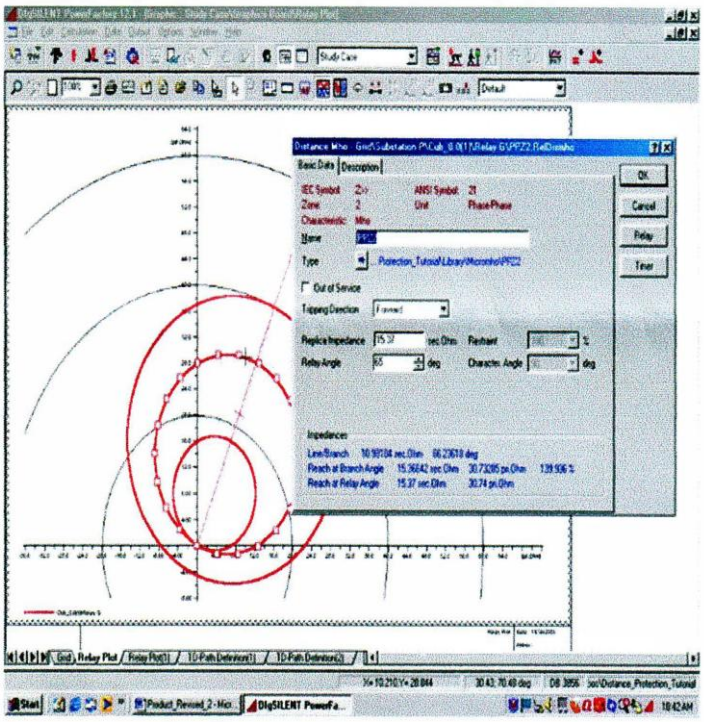
مجموعه نرم‌افزارهای power factory متعلق به شرکت DIgSILENT آلمان است که از سال ۱۹۷۶ تهیه و ارتقا یافته است. این نرم‌افزار جامع در تحلیل سیستم‌های قدرت قادر است انواع مطالعات مورد نیاز شبکه را انجام دهد. برخی از این مطالعات عبارتند از:

- Generation
- Transmission
- Distribution
- Industrial



سیستم‌های تولید، انتقال و توزیع توان و همچنین سیستم‌های صنعتی که چهار مقوله مهم در مهندسی برق قدرت می‌باشد که بررسی و آنالیز این سیستم‌ها از اهمیت ویژه‌ای برای مهندسان برخوردار است. قابلیت‌های نرم‌افزار در هر یک از این عناوین عبارتند از:

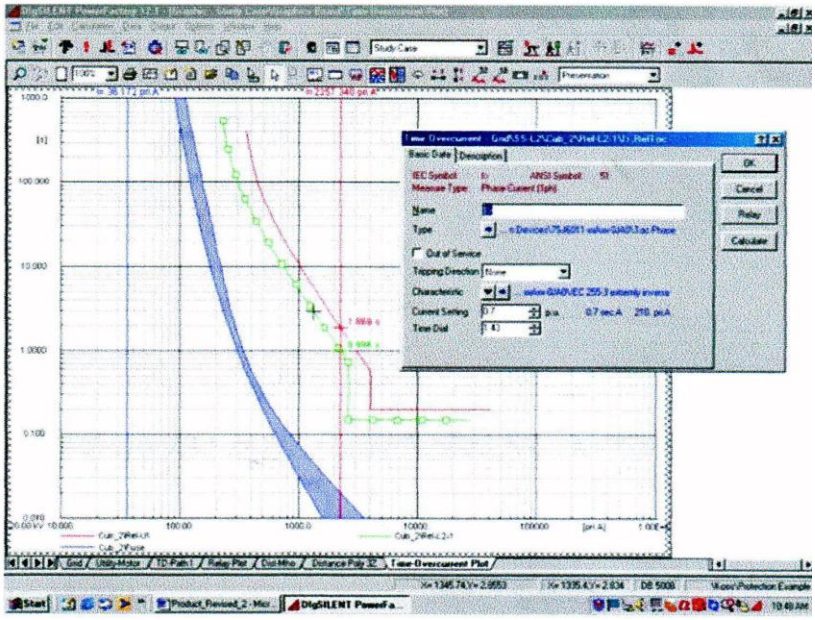
۱-شبکه انتقال:



- ✓ پخش بار
- ✓ آنالیز حساسیت
- ✓ آنالیز اتفاقات
- ✓ محاسبات اتصال کوتاه
- ✓ محاسبه تلفات
- ✓ مدل‌سازی سیستم‌های حفاظت
- ✓ پایداری گذرا
- ✓ پایداری دینامیکی
- ✓ آنالیز سیگنال کوچک
- ✓ شبیه‌سازی حالت گذاری الکترومغناطیسی

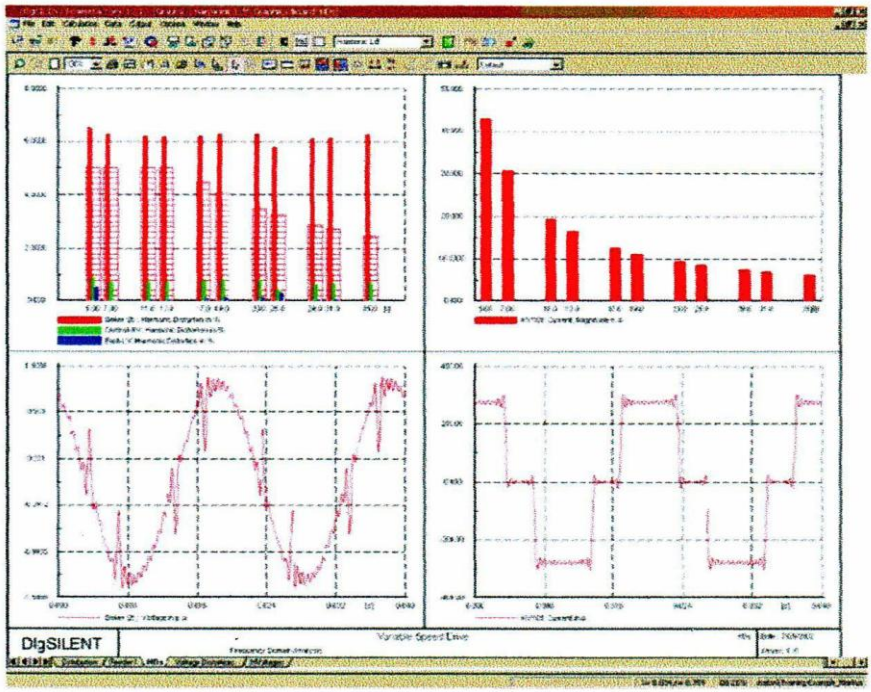
www.powerplantac.com

۲-سیستم توزیع:



- ✓ محاسبات افت ولتاژ
- ✓ بارگذاری خطوط
- ✓ پروفیل بار
- ✓ مشخصه‌سازی بارها
- ✓ تنوع بارهای سیستم توزیع
- ✓ تولیدات پراکنده
- ✓ محاسبات هارمونیک و کیفیت توان
- ✓ بهینه‌سازی بر اساس تلفات و هزینه
- ✓ سوئیچینگ خازنی
- ✓ قابلیت اطمینان
- ✓ ارتباط با سیستم‌های GIS و SCADA
- ✓ تعیین نقاط بار بهینه سیستم

۳-سیستم‌های صنعتی:



- ✓ پخش بار
- ✓ آنالیز اتصال کوتاه
- ✓ راه‌اندازی موتورها
- ✓ حفاظت سیستم‌های صنعتی

٤-توربین بادی:

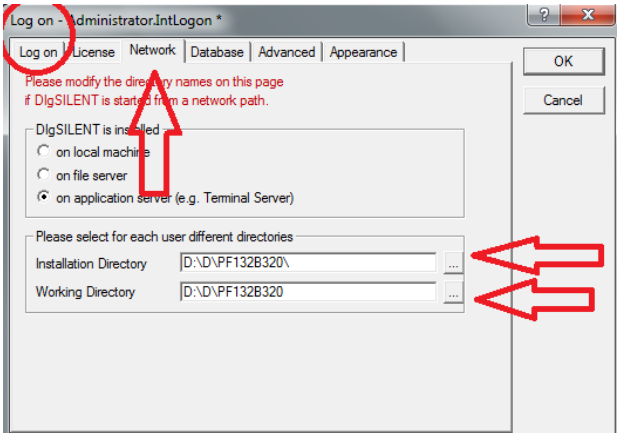
- ✓ انواع ماشین‌های القایی(تغذیه دوگانه)
- ✓ مدل‌سازی مبدل درایو ماشین سنکرون
- ✓ مدولاسیون نویز
- ✓ مدل‌سازی کنترلرهای مرتبط

www.powerplantac.com

فصل دوم
مدل‌سازی شبکه قدرت

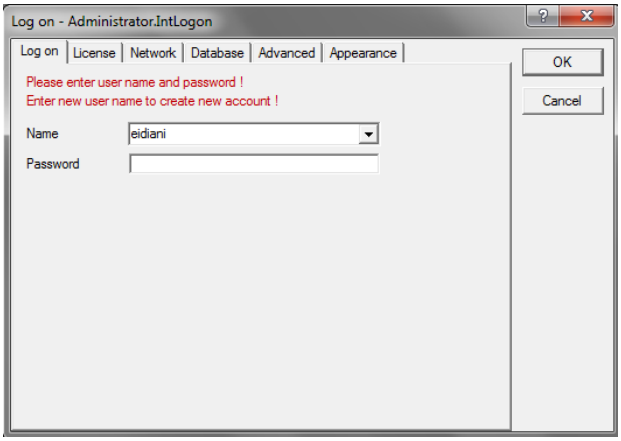
این نرم‌افزار توانایی ایجاد یک سیستم قدرت در هر دو صورت متنی و گرافیکی، کارکرد و چاپ نمودار تک خطی، ویرایش اجزاء سیستم قدرت، مدیریت پایگاه داده‌ها، داشتن آزادی در طراحی، انجام محاسبات، گزارش و چاپ نتایج را داراست.

هر پروژه شبیه‌سازی در این نرم‌افزار دارای سه پوشه می‌باشد:
۱-پوشه Grid که تمام اطلاعات گرافیکی شبکه در آن نگهداری می‌شود.
۲-پوشه Library، تمام اطلاعات کتابخانه‌ای شبکه را نگهداری می‌کند.
۳-پوشه Study case که تمامی اطلاعات المان‌ها را نگهداری می‌کند.



نحوه‌ی نصب نرم افزار ویرایش ۱۳/۲ پرتابل:

پوشه‌ی (pf132b320) را در (drive :D) کپی می‌کنیم و یک Shortcut از فایل digpfe.exe در دسکتاپ می‌سازیم و با کلیک بر روی آن برنامه اجرا می‌شود. اگر نرم‌افزار در درایو و یا پوشه دیگری قرار داشته باشد باید در پنجره Network (شکل مقابل) مکان قرار داشتن نرم‌افزار به آن داده شود. در صورتی که از برنامه‌های نصبی استفاده می‌کنید، محل نصب به طور خودکار مشخص می‌شود.

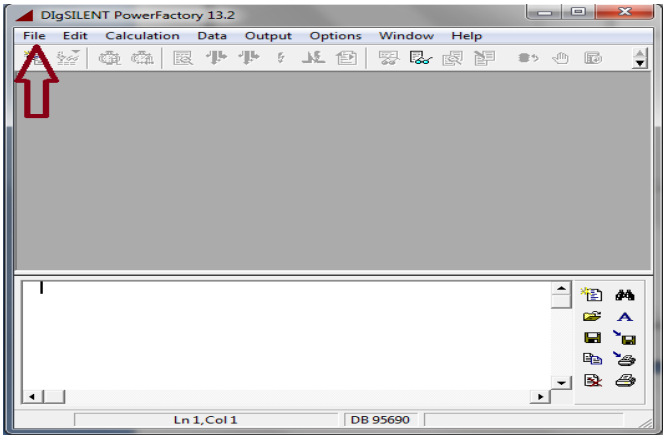


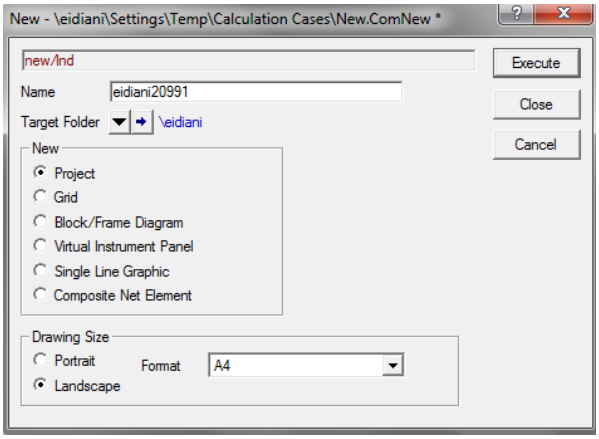
پس از نصب نرم‌افزار و اجرای آن مطابق شکل مقابل، کاربر می‌تواند یک پروژه با username و password دلخواه ایجاد کند. رمز ورود اختیاری است. و نرم‌افزار به حروف کوچک و بزرگ حساس است. کلید OK را بزنید و وارد نرم‌افزار شوید.

۱- اگر می‌خواهید برای بار اول، یک شبکه بسازید به صورت زیر عمل کنید:

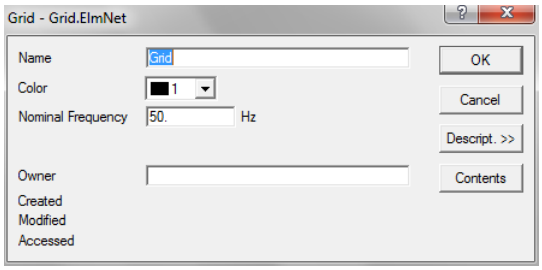
پس از ورود، از قسمت File، کلید new را زده (شکل پایین سمت راست) و یک اسم برای پروژه خود انتخاب کنید (مثلاً eidiani20991) بهتر است اسم پروژه، شبیه اسم خودتان و تاریخ داشته باشد تا بدون باز کردن پروژه، بفهمید پروژه مربوط به چه زمانی است.

سپس با زدن کلید Execute این پنجره، نرم‌افزار بالا آمده و پنجره صفحه بعد نمایان می‌شود.



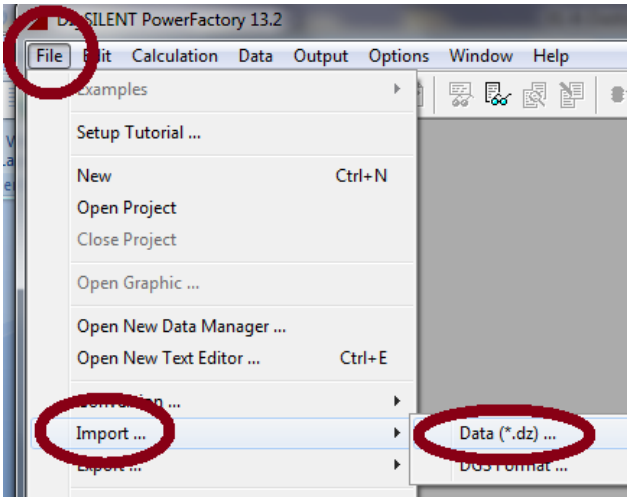


www.powerplantac.com

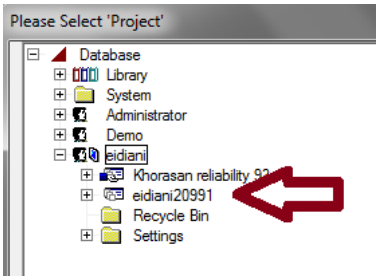


بهتر است اسم شبکه، همان Grid پیش‌فرض باشد. کلید OK را بزنید تا صفحه ساخت پروژه جدید ظاهر شود. (یک صفحه سفید) حالا برای ادامه کار به صفحه بعد بروید.

۲- اگر می‌خواهید شبکه ساخته شده از قبل را اجرا کرده و یا تغییر دهید به صورت زیر عمل کنید:

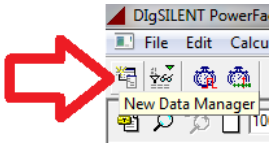


از قسمت File کلید Import و سپس کلید Data(*.dz) را بزنید. از مسیر دیده شده، فایل مورد نظر را انتخاب کرده و کلید OK را بزنید اگر فایل درست باشد؛ اطلاعات شبکه وارد نرم‌افزار شده ولی مستقیماً و بلافاصله شبکه دیده نمی‌شود. در مرحله بعدی باید دوباره وارد قسمت File شده و این دفعه، کلید Open Project را بزنید و شبکه وارد شده را انتخاب کنید (مانند شکل زیر) و کلید OK را بزنید. باید شبکه را ببینید.

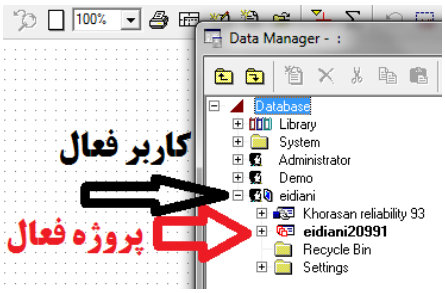


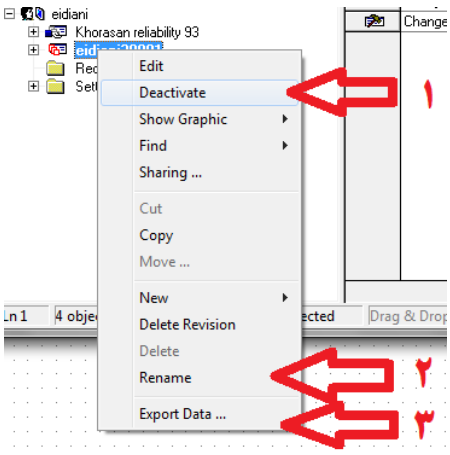
۳- اگر خواستید پروژه خود را ذخیره کنید به صورت زیر عمل کنید:

در زیر File کلید New Data Manager را مطابق شکل مقابل کلیک کنید:



صفحه مقابل ظاهر می‌شود. بر روی پروژه فعال **کلیک راست** کنید. پروژه فعال از بقیه پروژه‌ها پررنگ‌تر است. (بیشتر دانشجویان به غلط، بر روی کاربر فعال کلیک می‌کنند!)
شکل زیر ظاهر می‌شود.





۱) ابتدا باید پروژه فعال را غیر فعال کنید (کلید Deactivate را بزنید).
۲) دوباره بر روی پروژه، کلیک راست کنید و این دفعه کلید Rename را بزنید و اسم پروژه را تغییر دهید (بهتر است در اسم پروژه، تاریخ داشته باشد و این تاریخ را عوض کنید).
۳) دوباره بر روی پروژه، کلیک راست کنید و این دفعه، Export Data را بزنید و در مکان دیده شده، پروژه خود را ذخیره کنید. فایل ذخیره شده با پسوند dz بوده و حجم آن چند کیلوبایت بیشتر نیست.

نکته:

۱- اگر به جای پروژه فعال، کاربر فعال را Export کنید فقط باید با Administrator وارد نرم‌افزار شوید تا بتوانید فایل خود را ببینید.
۲- از تغییر اسم فایل‌های دیجسایلنت در ویندوز پرهیز کنید. اگر اسم آن‌ها را در ویندوز تغییر دهید، نرم‌افزار آن‌ها را فقط به نام اولیه می‌شناسد.
۳- اگر فایل خود را در دایرکتوری با حروف فارسی قرار دهید و یا نام فایل خود را به فارسی تغییر دهید؛ نرم‌افزار توانایی خواندن فایل را ندارد و دایرکتوری و فایل برنامه باید با حروف انگلیسی نوشته شده باشند.

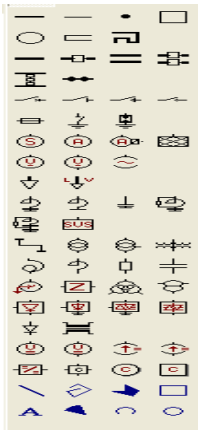
www.powerplantac.com

ساخت یک شبکه ساده ۹ باسه:

دو نکته مهم:

۱- برای تعیین کارکرد هر المان، علامت موس را بر روی آن قرار دهید و چند ثانیه صبر کنید. کارکرد و معنی آن المان دیده می‌شود.

۲- برای هر کاری، یا باید کلیک کنید!، یا دابل کلیک و یا کلیک راست، حتی بر روی صفحات سفید نیز می‌توانید این کار را انجام داد



برای ساخت هر شبکه‌ای، باید از جعبه ابزار رسم، که در کنار صفحه اصلی باز شده است؛ استفاده کنید. در این جعبه ابزار، تمامی المان‌های مهم برای مدل‌سازی یک سیستم قدرت موجود می‌باشد. ویرایش‌های جدید نرم‌افزار، المان‌های بیشتری برای شبیه‌سازی دارند.

برای آشنایی با نام هر یک از آن‌ها، کافی است نشانگر بر روی هر یک از آن‌ها گرفته و نام آن را مشاهده کنید.

برای ساخت مثال ۹ باسه شکل زیر، باید به ترتیب زیر عناصر را به سیستم اضافه کنید.

۱) ۹ ترمینال (از باس بار استفاده نکنید!) – اولین عنصری که در شبکه قرار می‌دهید ترمینال باشد.

۲) ۳ بار

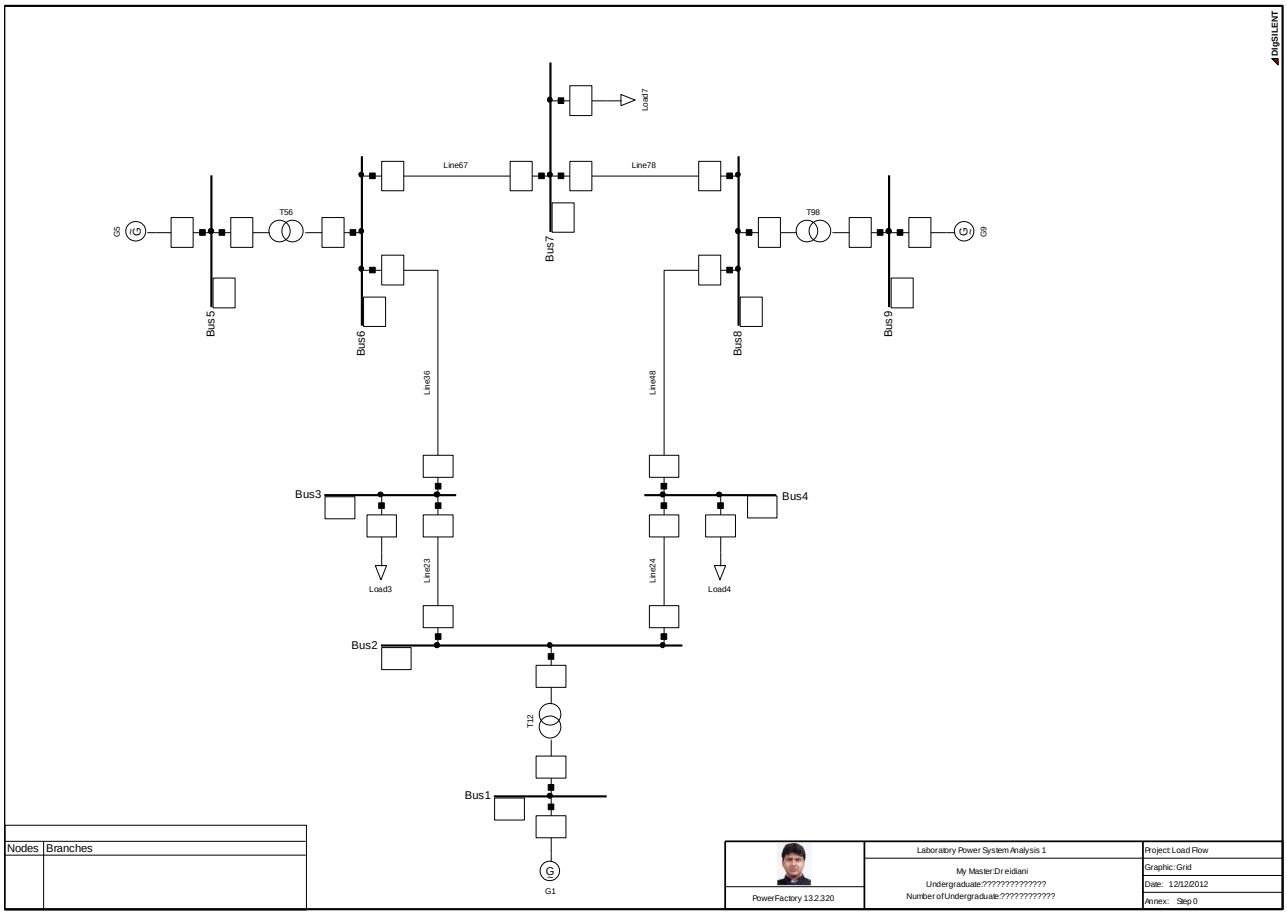
۳) ۳ ترانسفورماتور قدرت

۴) ۳ ژنراتور

پس از هر انتخاب، و قرار دادن المان در صفحه سفید، با کلیک کردن و انتخاب المان، می‌توانید آن‌را جابه‌جا کنید، بچرخانید و کوچک و بزرگ کنید و یا حذف کنید. کلید delete صفحه کلید هم کار می‌کند. معمولاً در نرم‌افزار کلید ، علامت حذف است.

نرم‌افزار پس از قرار دادن هر المان در صفحه، یک اسم برای آن انتخاب می‌کند. می‌توانید به راحتی با کلیک بر روی اسم المان، آن را تغییر دهید.

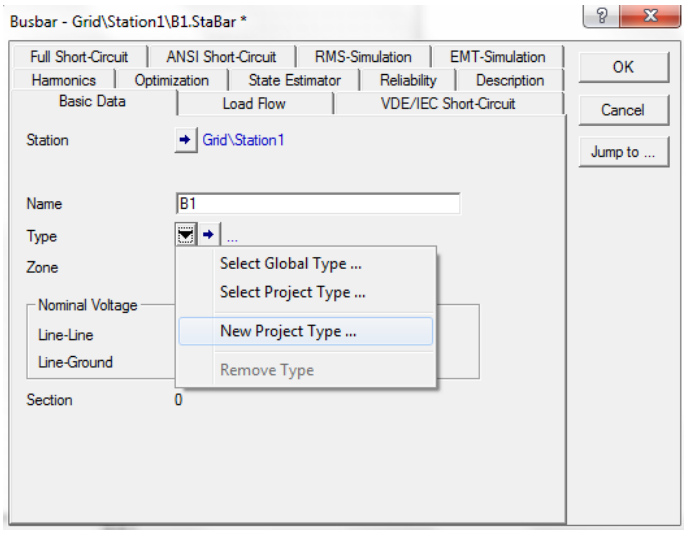
حال سعی کنید شبکه خود را **دقیقاً** مانند شبکه زیر بسازید.



www.powerplantac.com

بعد از تکمیل شدن شماتیک تک خطی سیستم قدرت، اطلاعات مربوط به تک تک المان‌ها باید وارد گردد برای این کار ابتدا باید:

گام اول: تعیین Type برای هر المان: (می‌توانید برای بارها و باس‌ها Type درست نکنید)



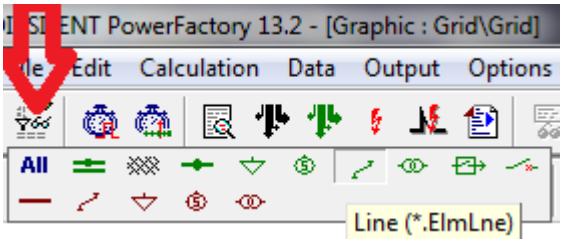
برای هر المان باید type جدید تعریف شود. برای این کار به صورت زیر عمل می‌کنیم:

با دابل کلیک بر روی المان در صفحه‌ی Basic Data فلش سیاه رنگ (به سمت پایین) در مقابل Type را زده و گزینه‌ی New Project Type را انتخاب می‌کنیم سپس در مقابل Name ، اسم مورد نظر را (که می‌تواند همان اسم المان باشد) وارد می‌نماییم و OK می‌کنیم. این کار را **فقط یک‌بار** برای هر المان انجام دهید. اگر بیشتر از یک‌بار برای هر المان تعریف شود نرم‌افزار برای اسم‌های بعدی (۱) و یا (۲) و ... می‌زند و باید برای حذف آن‌ها، از قسمت Select Project Type وارد شوید و typeهای اضافه را پاک کنید.

گام دوم وارد کردن مقادیر المان‌ها به ترتیب جداول داده شده:

برای این کار باید از طریق گزینه ( ) Edit Relevant Objects for Calculation که در بالای منوی اصلی قرار دارد؛ استفاده کرد (زیر کلید File)

همان‌طور که در شکل‌های زیر مشاهده می‌کنید؛ در گزینه Edit Relevant Objects for Calculation انواع المان‌های مورد استفاده در شبکه با رنگ سبز و Type هرکدام از آن‌ها دارای رنگ قرمز می‌باشد. با کلیک بر روی هر کدام از آن‌ها، می‌توان اطلاعات مربوط به شبکه را وارد کنید.



اگر قسمت‌های بالا را درست انجام نداده باشید شکل مقابل کامل نیست.

نکته ۱: پس از تعیین Typeها آیکون‌های قرمز رنگ در Edit relevant objects for calculation ظاهر می‌شوند.

نکته ۲: برای کامل کردن اطلاعات عناصر شبکه، فقط اطلاعات برگه‌هایی که در ادامه به آن‌ها اشاره شده را کامل کنید و اطلاعات سایر برگه‌های عناصر به صورت Default باقی بماند. اطلاعات عناصر شبکه به شرح زیر می‌باشد:

نکته ۳: برای ساده شدن در ورود اطلاعات عددی به نرم‌افزار، لطفا مراحل زیر را انجام دهید. کلید user settings را بزنید . در پنجره باز شده، وارد پنجره Data Manager شوید و تیک Save Data Automatically (tabular Input) را بزنید.

نکته ٤: جداول صفحات بعد مانند جداول Excel می‌باشند. قابل Copy/Past هستند و با زدن آیکن بالای هر ستون، ترتیب ستون‌ها تغییر می‌کند. بصورت نزولی و یاصعودی بر حسب اعداد و یا حروف تغییر می‌کند.

۱- اطلاعات مربوط به باس بارها: (به رنگ سبز برای المان‌ها و قرمز برای تایپ‌ها دقت کنید)

Basic Data for Terminal Types:(می‌توانید این قسمت را انجام ندهید و رد شوید)

www.powerplantac.com

عبارت بالا یعنی، در گزینه ( ) Edit Relevant Objects for Calculation، ترمینال‌هایی به رنگ قرمز را انتخاب کنید. سپس در جدول دیده شده، به زیر صفحه Basic Data بروید. دقت کنید می‌توانید برای واحدهای مشابه از یک نوع Type استفاده کنید. یعنی می‌توانید به جای ساخت ۹ نوع از ترمینال‌ها، فقط ۴ نوع ترمینال بسازید با آنکه تفاوتی در نتیجه نهایی ندارد. هر دو شکل زیر درست است.

	Name	In Folder	Nom.Volt. kV
	Busbar Type	Library	230.
	Busbar Type1	Library	16.5
	Busbar Type5	Library	18.
▶	Busbar Type9	Library	13.5

	Name	In Folder	Nom.Volt. kV
▶	Busbar Type 1	Library	16.5
	Busbar Type 2	Library	230.
	Busbar Type 3	Library	230.
	Busbar Type 4	Library	230.
	Busbar Type 5	Library	18.
	Busbar Type 6	Library	230.
	Busbar Type 7	Library	230.
	Busbar Type 8	Library	230.
	Busbar Type 9	Library	13.5

Basic data for Terminal:(به جمله زیر دقت کنید)

در گزینه ( )، ترمینال‌ها به رنگ سبز را انتخاب کنید و پنجره Basic data را انتخاب کنید. فقط ولتاژها را وارد کنید.

	Name	Grid	Type TypBar	Zone ElmZone	Out of Service	System Type	Usage	Phase Technology	Nom.L-L Volt. kV	Nom.L-G Volt. kV	Negative Voltage	Position on Line km
+	Bus1	Grid	Busbar Type1		☐	AC	Busbar	ABC	16.5	9.52627	☐	0.
+	Bus2	Grid	Busbar Type		☐	AC	Busbar	ABC	230.	132.7906	☐	0.
+	Bus3	Grid	Busbar Type		☐	AC	Busbar	ABC	230.	132.7906	☐	0.
+	Bus4	Grid	Busbar Type		☐	AC	Busbar	ABC	230.	132.7906	☐	0.
+	Bus5	Grid	Busbar Type5		☐	AC	Busbar	ABC	18.	10.3923	☐	0.
+	Bus6	Grid	Busbar Type		☐	AC	Busbar	ABC	230.	132.7906	☐	0.
+	Bus7	Grid	Busbar Type		☐	AC	Busbar	ABC	230.	132.7906	☐	0.
+	Bus8	Grid	Busbar Type		☐	AC	Busbar	ABC	230.	132.7906	☐	0.
▶ +	Bus9	Grid	Busbar Type9		☐	AC	Busbar	ABC	13.5	7.79422	☐	0.

۲- اطلاعات مربوط به بارها: (می‌توانید برای بارها Type انتخاب نکنید)

Basic Data for Loads Type:ممکن است این شکل را نداشته باشید و مهم نیست

	Name	In Folder	Grid	Sys.Tp.	Technology
▶	General Load Type	Library		AC	ABC-'YN'

Basic Data for Loads:(چیزی را تغییر ندهید)

	Name	Grid	Type TypLod, TypLodind	Terminal Station	Terminal Busbar	Out of Service	Technology
	Load3	Grid	General Load Type		Bus3	☐	ABC-'YN'
	Load4	Grid	General Load Type		Bus4	☐	ABC-'YN'
▶	Load7	Grid	General Load Type		Bus7	☐	ABC-'YN'

Load Flow Data for Loads: (فقط توان حقیقی و موهومی را وارد کنید)

	Name	Grid	Input Mode	Balanced/Unbala...	Act.Pow. MW	React.Pow. Mvar	App.Pow. MVA	I kA	Pow.Fact.	cos(phi)(ind,cap)	Voltage p.u.	Scaling Factor
	Load3	Grid	DEF	0	125.	50.	134.6291	0.33794	0.92847	ind.	1.	1.
	Load4	Grid	DEF	0	90.	30.	94.86833	0.23814	0.94868	ind.	1.	1.
▶	Load7	Grid	DEF	0	100.	35.	105.9481	0.26595	0.94385	ind.	1.	1.

۳-اطلاعات مربوط به خطها:

Basic Data for Line Types: (اطلاعات مقاومت، راکتانس و ولتاژ را وارد کنید)

www.powerplantac.com

	Name	In Folder	Grid	Rtd. Voltage kV	rat.Current kA	rat.Current (air) kA	Nominal Frequency Hz	Cable/OHL	Sys.Tp.	Phases	No. of Neutrals	R' Ohm/km	X' Ohm/km	L' mH/km	R0' Ohm/km
	Line Type23	Library		230.	1.	1.	50.	cab	AC	3	0	5.29	44.965	143.128	0.
	Line Type24	Library		230.	1.	1.	50.	cab	AC	3	0	8.993	48.668	154.9151	0.
	Line Type36	Library		230.	1.	1.	50.	cab	AC	3	0	16.928	85.169	271.1013	0.
	Line Type48	Library		230.	1.	1.	50.	cab	AC	3	0	20.631	89.93	286.2561	0.
	Line Type67	Library		230.	1.	1.	50.	cab	AC	3	0	4.4965	38.088	121.2379	0.
▶	Line Type78	Library		230.	1.	1.	50.	cab	AC	3	0	6.2951	53.3232	169.733	0.

Basic Data for Line: (ردیف‌ها درست باشد – اگر جای باس‌ها عوض شده بود مهم نیست!)

	Name	Grid	Type TypLne,TypTow,TypGeo	Terminal i Station	Terminal i Busbar	Terminal j Station	Terminal j Busbar	Zone	Out of Service	Par.no.	Length km	Derating F.	Laying	Line Model	Type of Phase Conductors TypCon
	Line23	Grid	Line Type23		Bus3		Bus2	0		1	1.	1.	Ground	0	
	Line24	Grid	Line Type24		Bus4		Bus2	0		1	1.	1.	Ground	0	
	Line36	Grid	Line Type36		Bus6		Bus3	0		1	1.	1.	Ground	0	
	Line48	Grid	Line Type48		Bus8		Bus4	0		1	1.	1.	Ground	0	
	Line67	Grid	Line Type67		Bus6		Bus7	0		1	1.	1.	Ground	0	
▶	Line78	Grid	Line Type78		Bus7		Bus8	0		1	1.	1.	Ground	0	

(اعداد کم رنگ را خود نرم افزار محاسبه می‌کند و قابل تغییر نیستند – اگر مغایرت می‌بینید فقط در اعداد پررنگ به دنبال تغییر باشید)

Name	Grid	Earth Resistivity Ohmm	Transposition	Irated kA	Z1 Ohm	phiz1 deg	R1 Ohm	X1 Ohm	R0 Ohm
Line23	Grid	100.	☑	1.	45.27511	83.29016	5.29	44.965	0.
Line24	Grid	100.	☑	1.	49.4919	79.53082	8.993	48.668	0.
Line36	Grid	100.	☑	1.	86.83499	78.75852	16.928	85.169	0.
Line48	Grid	100.	☑	1.	92.26615	77.07925	20.631	89.93	0.
Line67	Grid	100.	☑	1.	38.3525	83.26708	4.4965	38.088	0.
Line78	Grid	100.	☑	1.	53.6935	83.26708	6.2951	53.3232	0.

Load flow for Line Types: (پارامتر پررنگ فراموش نشود!)

	Name	In Folder	Grid	B' uS/km	C' uF/km	tan delta	G' uS/km
	Line Type23	Library		120.	0.38197	0.	0.
	Line Type24	Library		120.	0.38197	0.	0.
	Line Type36	Library		150.	0.47746	0.	0.
	Line Type48	Library		150.	0.47746	0.	0.
	Line Type67	Library		169.	0.53794	0.	0.
▶	Line Type78	Library		169.	0.53794	0.	0.

٤-اطلاعات مربوط به ترانس‌ها:

Basic Data for Transformer Types☹(فقط اعدادی را که پررنگ هستند می‌توانید وارد کنید. به بقیه پارامترها دست نزنید)

	Name	In Fol...	...	Technology	rtd.Pow. MVA	Nomin... Hz	HV-rtd.... kV	LV-Rtd.... kV	Shc V... %	Cop.Los. kW	Re(Sh... %	Rati...	HV-...	LV-V...	Ph.Shift *30deg	Name	uk0 %	Shc R... %
▶	Type T12	Library	■	Transformer	250.	50.	230.	16.5	14.4	0.	0.	99999	YN	D	5	YNd5	3.	0.
	Type T56	Library		Transformer	200.	50.	230.	18.	12.5	0.	0.	99999	YN	D	5	YNd5	3.	0.
	Type T98	Library		Transformer	150.	50.	230.	13.8	8.79	0.	0.	99999	YN	D	5	YNd5	3.	0.

Basic Data for transformer(اگر با خطایی مواجه شدید و یا ستون باس‌ها تفاوت دارند ممکن است به نکته صفحه ۱۲ نیاز داشته باشید)

	Name	Grid	Type TypTr2	HV-Side Station	HV-Side Busbar	LV-Side Station	LV-Side Busbar	Zone	Out of Service	External St...	Par.no.	Rating Factor	Srat MVA
	T12	Grid	2-Winding Transfo		Bus2		Bus1	0			1	1.	250.
	T56	Grid	2-Winding Transfo		Bus6		Bus5	0			1	1.	200.
▶	T98	Grid	2-Winding Transfo		Bus8		Bus9	0			1	1.	150.

www.powerplantac.com

۵- اطلاعات مربوط به ژنراتورها:

Basic Data for Synchronous machine Types:

	Name	In Folder	Grid	App.Pow. MVA	Nom.Volt. kV	Pow.Fact.	Connection
	G1 Type	Library		247.5	16.5	1.	YN
	G5 Type	Library		192.	18.	0.85	YN
▶	G9 Type	Library		128.	13.8	0.85	YN

Load flow Data for Synchronous machine: به ترتیب گفته شده اعداد را وارد کنید

	Name	Grid	Spinning in isolated operation	Ref.Machine 1	Bus T.	Ctrl Mode 2	Ex.Sec.Ctrl	Ex.Sta.Ctrl	Input Mode	Act.Pow. MW 3	React.Pow. Mvar	App.Pow. MVA	Pow.Fact.	cos(phi)(ind,cap)	Voltage p.u.
	G1	Grid		☑	SL	1			DEF	0.	0.	0.	0.	ind	1.04
	G5	Grid			PV	1			DEF	140.	50.	148.6607	0.94174	ind	1.025
▶	G9	Grid			PV	1			DEF	85.	20.	87.32124	0.97341	ind	1.025

ادامه ردیف بالا:

	Name	Grid	Voltage p.u.	Angle deg	Prim. Frequency Bi... MW/Hz	Use limits s...	Min.React.Power... p.u.	Max.React.Powe... p.u.	Pmin MW	Pmax MW	Rating Factor	Pn MW
	G1	Grid	1.04	0.	0.		-1.	1.	0.	247.5	1.	247.5
	G5	Grid	1.025	0.	0.		-1.	1.	0.	163.2	1.	163.2
▶	G9	Grid	1.025	0.	0.		-1.	1.	0.	108.8	1.	108.8

در ادامه یکی از برگه‌های RMS یا EMT ماشین‌های سنکرون (قرمز) را انتخاب کنید و اطلاعات زیر را وارد کنید.

نکته: فقط اعداد پررنگ را وارد کنید – در ردیف سوم، ابتدا باید ستون (Sat 1.2) را وارد کنید و سپس ستون (Sat 1.0) را وارد کنید!

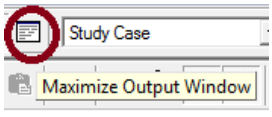
RMS or EMT Data for Synchronous machine Types:

Name	In F...	...	Tag[Pgn] s	Tag[Sgn] s	H[Sgn] s	H[Pgn] s	Mechanical Dampi... p.u.	rstr p.u.	xl p.u.	xrl p.u.	xd p.u.
G1 Type	Library		9.55	9.55	4.775	4.775	0.	0.	0.083	0.	0.36
G5 Type	Library		4.165	3.54025	1.77012	2.0825	0.	0.	0.141	0.	1.72
G9 Type	Library		2.765	2.35025	1.17512	1.3825	0.	0.	0.0949	0.	1.68

xq p.u.	Type	Td' s	Tq' s	Td0' s	Tq0' s	Td" s	Tq" s	Td0" s	Tq0" s	xd' p.u.	xq' p.u.
0.24	0	3.73	0.	8.95200	0.	0.05	0.05	0.075	0.12	0.15	0.3
1.66	1	0.8	0.12	4.58666	0.66399	0.05	0.05	0.075	0.075	0.23	0.378
1.61	1	0.806	0.12	4.51359	0.64399	0.05	0.05	0.075	0.075	0.23	0.32

xd" p.u.	xq" p.u.	Main Flux Sat.	Potier reactance p.u.	Sat. 1.0 p.u. 2	Sat. 1.2 p.u. 1	x0 p.u.	r0 p.u.	x2 p.u.	r2 p.u.
0.1	0.1	☑	0.	0.13	0.32	0.1	0.	0.2	0.
0.2	0.2	☑	0.	0.13	0.32	0.1	0.	0.2	0.
0.2	0.2	☑	0.	0.13	0.32	0.1	0.	0.2	0.

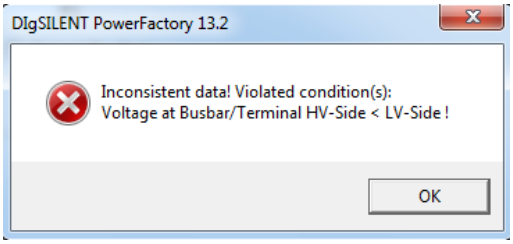
پس از تکمیل اطلاعات فوق، با استفاده از آیکون( ) Calculate Load Flow از شبکه، پخش بار بگیرید. اگر شبکه بدون مشکل مدل‌سازی شده باشد پیغام زیر در پنجره خروجی ظاهر می‌شود وگرنه باید دوباره جداول فوق را چک کنید. برای دیدن بهتر خروجی می‌توانید از کلید مقابل استفاده کنید. اگر به پیغام زیر رسیدید یعنی مشکل بزرگی در شبکه ندارید ولی باید اطلاعات شبکه دقیقاً مانند شکل شبکه صفحه بعد باشد!




```
DIgSI/info - Element 'Grid\G1.ElmSym' is local reference in separated area 'Grid\Bus1.ElmTerm'
DIgSI/info - Calculating loadflow...
DIgSI/info - ------------------------------------------------------------------------------
DIgSI/info - Start Newton-Raphson Algorithm...
DIgSI/info - load flow iteration: 1
DIgSI/info - load flow iteration: 2
DIgSI/info - load flow iteration: 3
DIgSI/info - Newton-Raphson converged with 3 iterations.
DIgSI/info - Loadflow calculation successful.
```

نکته:

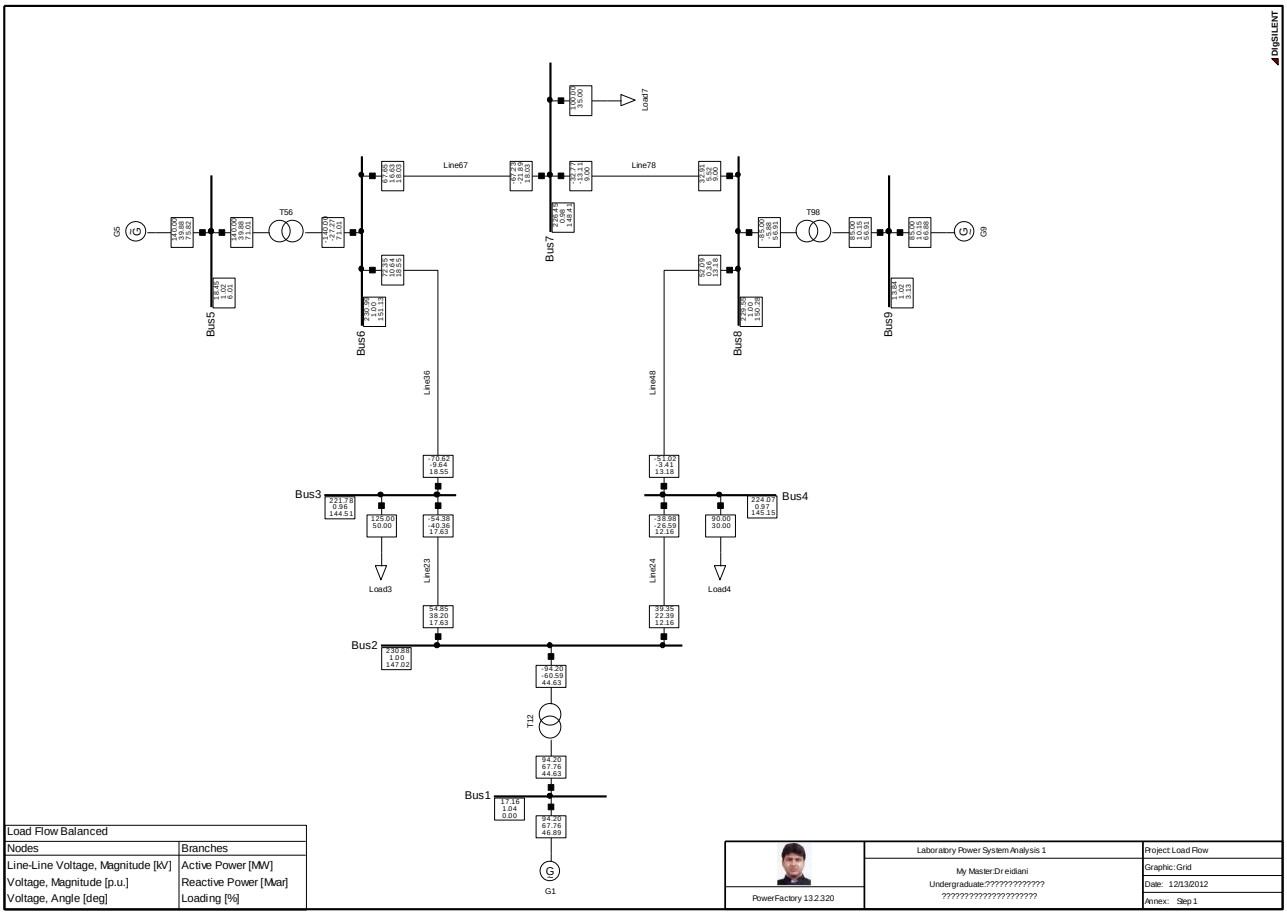
www.powerplantac.com



نکته: یکی از خطاهای معمول، جابه‌جایی باس HV و LV در ترانس‌ها است. اگر با خطای زیر در خروجی مواجه شدید؛ و یا خطای شکل مقابل را دیدید:

می‌توانید وارد ترانسفورماتور شده و کلید Flip Connections را بزنید و سپس کلید OK را بزنید.

```
DigSI/err  - 'Grid\2-Winding Transformer.ElmTr2':
DigSI/err  - Nominal voltage differs by 1177.78 % from bus voltage!
DigSI/err  - Invalid nominal voltages found (difference > 50 %)!
DigSI/err  - last command leads to error(s), see output window !
DigSI/info - Load flow calculation not executed.
```



این دستور کار بر این اساس بنا شده است که هر بخش، ادامه بخش قبلی است و اگر هر قسمتی را اشتباه انجام داده باشید این اشتباه تا آخر دستور کار ادامه پیدا خواهد کرد به همین دلیل، **مطمئن شوید** هیچ تفاوتی حتی یک صدم در اعداد شکل بالا با شبکه خودتان وجود ندارد.

برای اینکه مجبور نشوید هر بخش را دوباره انجام دهید؛ باید فایل این قسمت را در دیسکت ذخیره کنید. برای این کار به صورت زیر عمل کنید:

- قبل از ادامه، مانند بخش ۳ صفحه ۶ فایل مربوط به پروژه فعال خود را Deactivate کنید و سپس با rename کردن به نامی مشابه eidiani201091Step1 بر روی فلش خود Export کنید. با این اسم می‌توان فهمید؛ این فایل را چه کسی ساخته است؟ در چه تاریخی (۲۰-۱۰-۱۳۹۱) و کدام بخش از دستور کار است. (در ویندوز از تغییر نام فایل‌های دیجسایلنت پرهیز کنید)

www.powerplantac.com

فصل سوم – محاسبات پخش بار – در این بخش، محاسبات ساده‌ای با پخش بار انجام می‌شود.

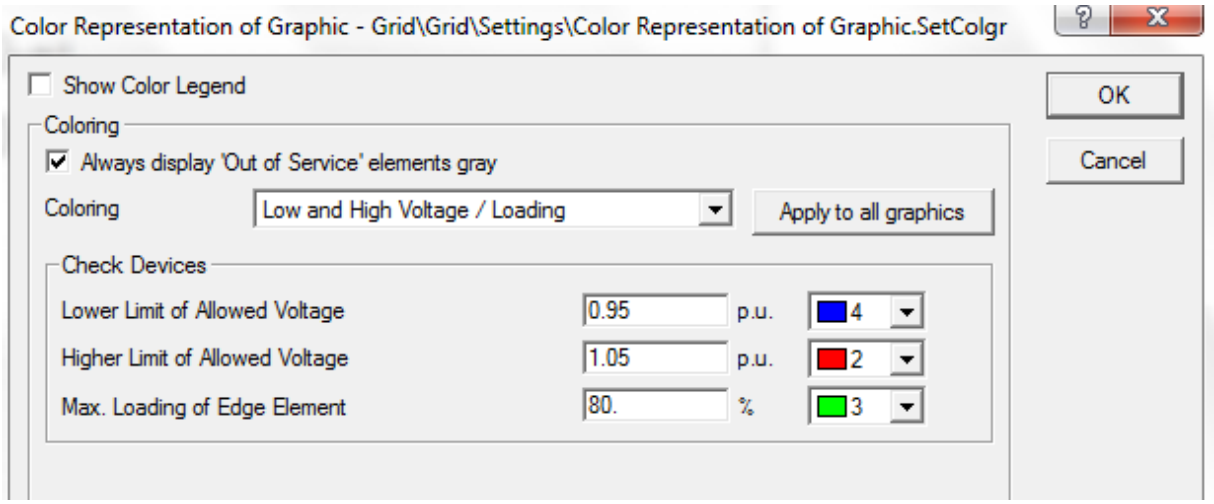
۳-۱ توزیع توان در شبکه

با استفاده از آیکون Output calculation Analysis و انتخاب گزینه Total System Summary خلاصه‌ای از اطلاعات محاسبه شده شبکه به صورت زیر نمایش داده می‌شود. برای دیدن متن متنی خروجی، کلید Maximize Output Window را بزنید و برای دیدن صفحه گرافیکی کلید Maximize Graphic Window را بزنید.

(فونت انگلیسی متن زیر از نوع Courier New است)

Generation	=	319.20	MW	117.79	Mvar	340.24 MVA	تولید
External Infeed	=	0.00	MW	0.00	Mvar	0.00 MVA	توان گرفته شده از شبکه خارجی
Load P(U)	=	315.00	MW	115.00	Mvar	335.34 MVA	بار در ولتاژ پخش بار
Load P(Un)	=	315.00	MW	115.00	Mvar	335.34 MVA	بار در ولتاژ نامی
Load P(Un-U)	=	0.00	MW	0.00	Mvar		اختلاف بار دو حالت بالا
Motor Load	=	0.00	MW	0.00	Mvar	0.00 MVA	بار موتورها
Grid Losses	=	4.20	MW	2.79	Mvar		تلفات حقیقی و موهومی
Line Charging	=			-45.40	Mvar		توان موهومی تولیدی توسط خط به نام توان شارژ خط
Compensation ind.	=			0.00	Mvar		راکتور نصب شده در شبکه
Compensation cap.	=			0.00			خازن نصب شده در شبکه
Installed Capacity	=	519.50	MW				ظرفیت کل نصب شده ژنراتورها
Spinning Reserve	=	200.30	MW				ذخیره چرخان یعنی مقدار ذخیره برای اضافه تولید
Total Power Factor:							
Generation	=	0.94	[-]				
Load/Motor	=	0.94 / 0.00	[-]				

همچنین توان، جریان، ولتاژ و ... هر یک از عناصر شبکه Result box آن‌ها قابل مشاهده می‌باشد. (Result box همان جعبه کنار و یا روی هر یک از عناصر، در شکل گرافیکی است). با استفاده از آیکون Color Representation، اضافه بارگذاری را با رنگ سبز، حد پایین ولتاژ با رنگ آبی و حد بالای ولتاژ را با رنگ قرمز مطابق شکل زیر مشخص کنید. (اضافه بارگذاری از تقسیم جریان عبوری به جریان نامی محاسبه می‌شود)



در گزارش کار خود باید به سؤالات زیر، با رسم شکل و یا جدول پاسخ دهید. نمونه‌ای از جواب‌های درست، در ادامه آورده شده است.

سؤالات ۳-۱

۱-آیا عناصر شبکه دچار اضافه بار شده‌اند؟ آیا شبکه رنگی شده است؟

۲-کدام باس‌ها دچار اضافه ولتاژ یا افت ولتاژ شده است؟ آیا شبکه رنگی شده است؟

۳-تلفات شبکه چقدر می‌باشد؟ از جدول متنی بالای پیدا کنید.

www.powerplantac.com

۴-دیاگرام برداری میان ولتاژ و جریان یکی از خطوط را با انتخاب یک خط، کلیک راست و سپس انتخاب Show و گزینه Vector Diagram و سپس گزینه Current &Voltage رسم کنید. (اگر شکل قابل مشاهده نبود؛ یک کلیک بر روی شکل کرده و سپس با استفاده از آیکون بالای صفحه، Scale x-axes Automatically شکل قابل مشاهده می‌شود)

۵-با زدن کلید Grid در پایین صفحه، به شکل اصلی برگردید. حال توان اکتیو و راکتیو بار ۷ را به ترتیب به مقادیر ۲۲۰ Mw و ۱۰۰ Mvar تغییر دهید. چه ژنراتورهایی و چه ترانس‌هایی دچار اضافه بار می‌شوند؟

۶- چه باس‌هایی دچار افت ولتاژ شده‌اند؟

۷-چه راه حلی را برای رفع این افت ولتاژها و این اضافه بارها پیشنهاد می‌کنید؟

۸-کدام خط بیشترین بار گذاری را دارد؟ برای این‌کار می‌توانید تمام خطها را با نگه داشتن کلید Ctrl انتخاب کنید سپس کلیک راست و سپس انتخاب Show و گزینه Bar Diagram را انتخاب کرده و جریان‌ها را بر حسب KA رسم کنید.

۹-مقدار بارگذاری ژنراتور G1 چقدر است؟ با دوبل کلیک بر روی ژنراتور G1 و با کلیک بر روی مسیر زیر:

Basic Data/Type /Basic Data/Nominal Apparent Power

توان اسمی ژنراتور را به 300MVA تغییر دهید. سپس پخش بار بگیرید. چه تغییری در بارگذاری این ژنراتور مشاهده می‌کنید؟

۱۰-توان راکتیو بار ۷ را به 400Mvar تغییر دهید سپس پخش بار بگیرید. در صفحه خروجی چه پیغامی مشاهده می‌کنید.

دوباره توان راکتیو بار ۷ را به 100Mvar برگردانید **(فراموش نشود)**

۱۱-دیاگرام بار ولتاژ را برای تمام باس بارها با نگه داشتن کلید Ctrl و انتخاب آن‌ها و و کلیک راست و سپس انتخاب Show و گزینه Bar Diagram برای ولتاژها بر حسب Per unit رسم کنید.

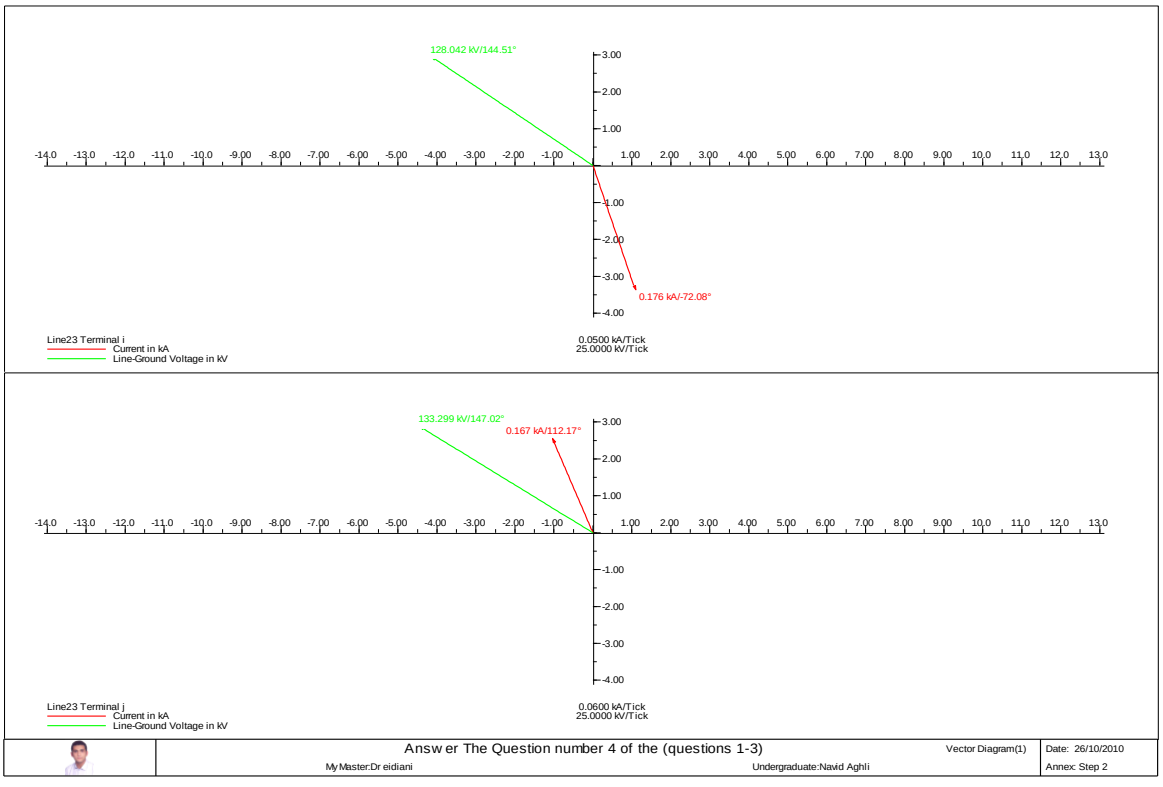
۱۲- در صفحه گرافیکی در یک قسمت سفید، کلیک راست کنید. کلید Show Layer را بزنید. از قسمت Invisible، مقدار Direction Arrows را انتخاب کنید و با فلش << آن‌را به قسمت Visible ببرید. با این‌کار جهت توان در شکل‌ها دیده می‌شود. آیا می‌بینید؟

حال فایل مربوط به پروژه را Deactivate کنید و سپس با نام eidiani201091Step2 بر روی فلش خود Export کنید.

جواب مختصر سؤالات:

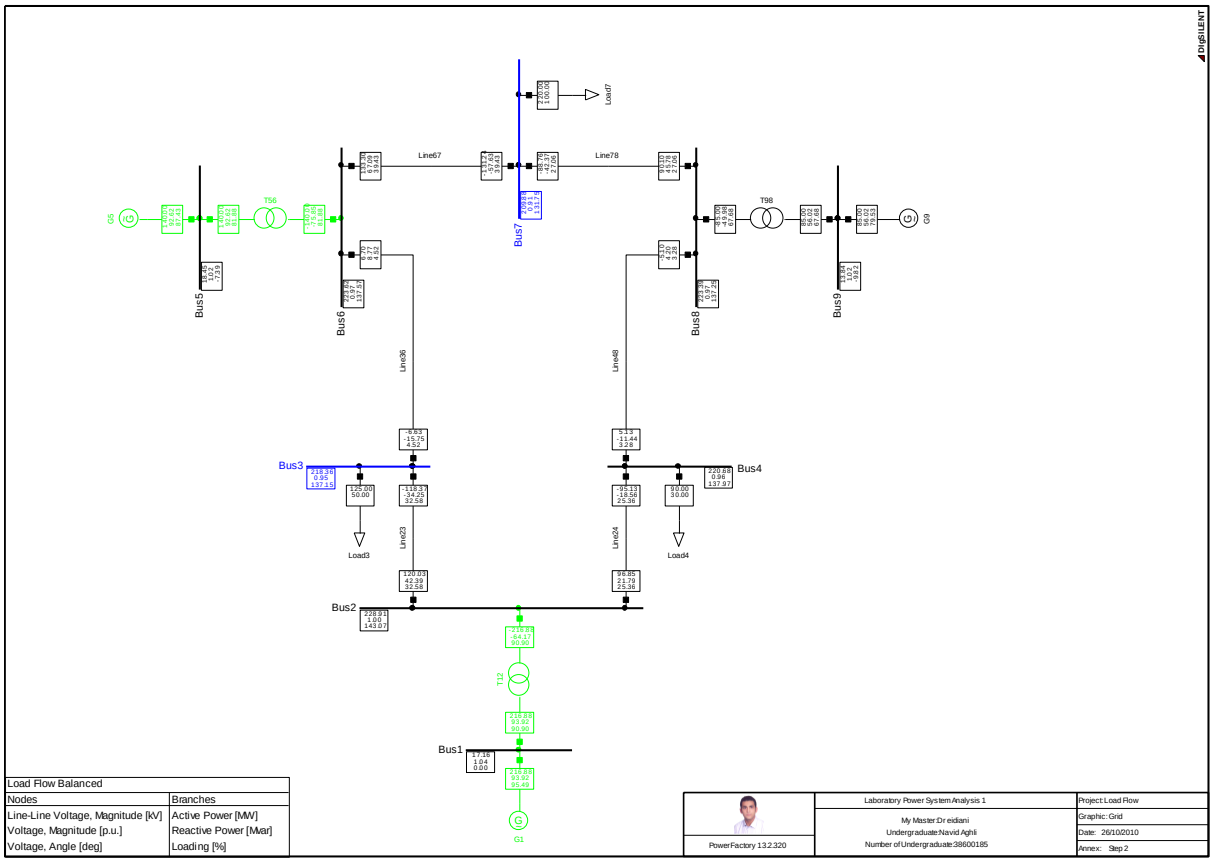
۳-۱ – خیر - تغییر رنگی مشاهده نمی‌شود **۳-۲-هیچ‌کدام - تغییر رنگی مشاهده نمی‌شود**

۳-۳- ٤/۲ مگاوات **۳-٤-یک خط به عنوان مثال (هر منحنی زیر مربوط به یک طرف خط است)**

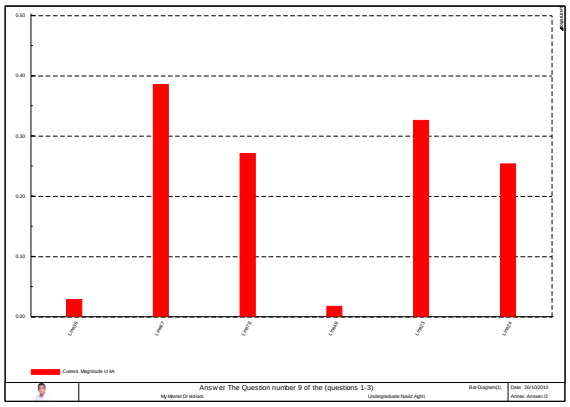


www.powerplantac.com

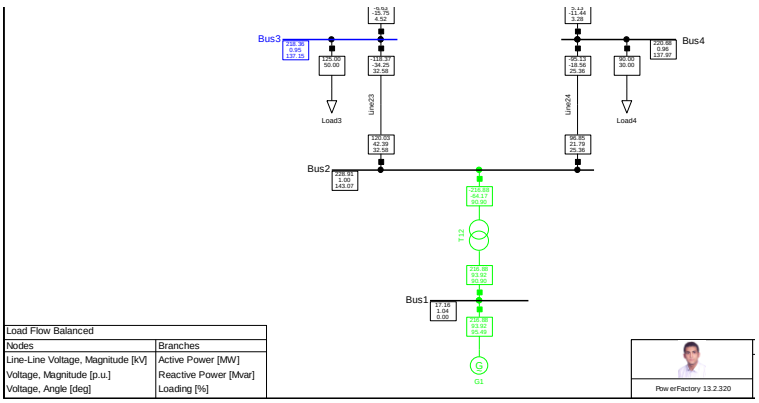
۳-۵- و ۳-۶



۳-۸-

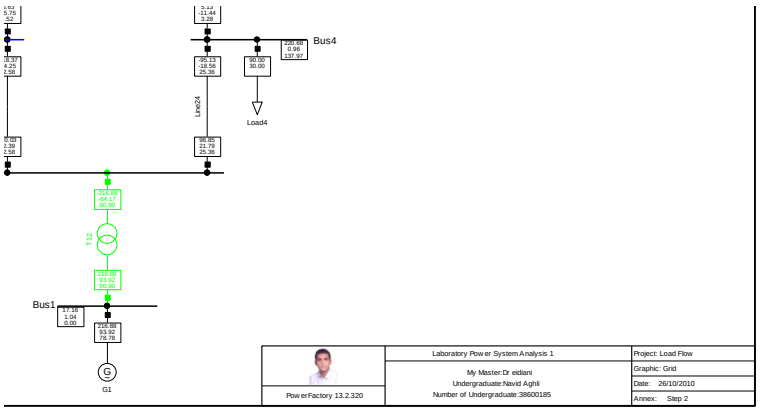


۳-۹- قسمت ۱

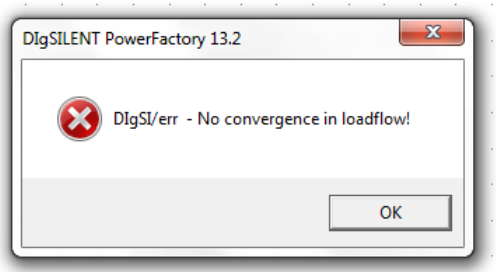


www.powerplantac.com

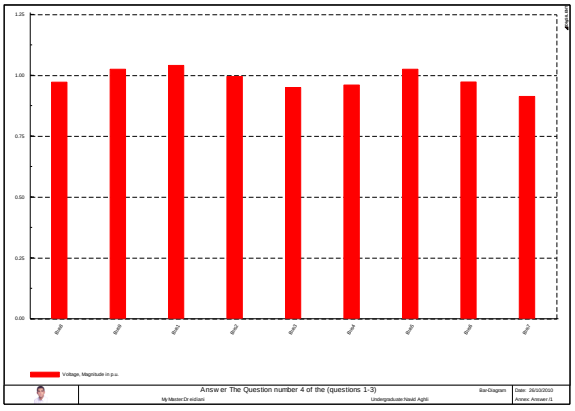
۳-۹- قسمت ۲



۳-۱۰



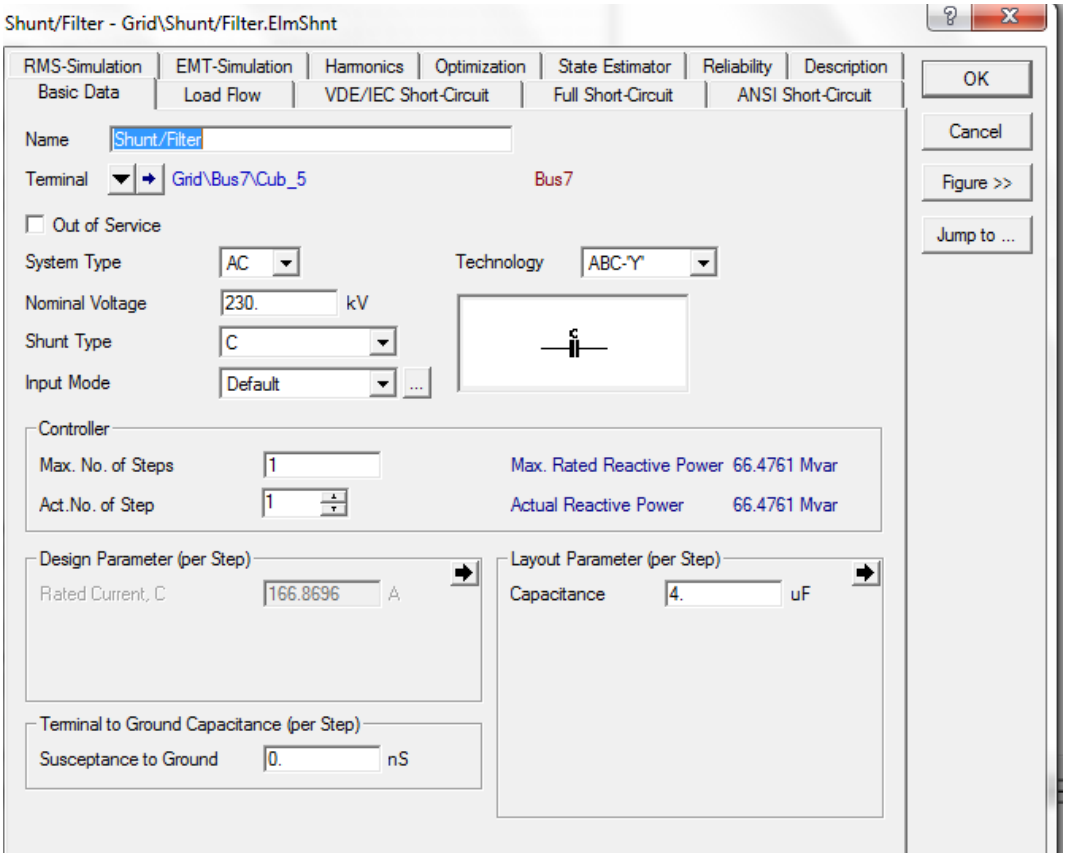
۳-۱۱



www.powerplantac.com

۳-۲ جبران توان راکتیو:

یک خازن شنت (Shunt/filter) با ظرفیت 4μF با اطلاعاتی مطابق شکل زیر به باس ۷ اضافه کنید. ممکن است شکل پیش فرض مانند شکل زیر نباشد. با زدن کلید می‌توانید ورود اطلاعات را تغییر دهید. در این قسمت Layout Parameter و سپس Inductance/Capacitance را انتخاب کنید

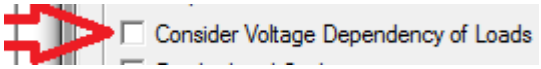


سؤالات ۳-۲

۱-در شکل بالا ولتاژ اسمی این خازن چرا باید ۲۳۰ کیلوولت باشد؟

۲-این خازن چه مقدار توان راکتیو به باس ۷ تزریق می‌کند؟

۳-بعد از اتصال این خازن به شبکه، چه تغییری در شبکه مشاهده می‌کنید. علت چیست؟

۴- کلید پخش بار را بزنید( ) . سپس گزینه 

را فعال کنید. سپس پخش بار گرفته، توان مصرفی بار ۷ را از روی Result box که در انتهای هر یک از عناصر وجود دارد، بخوانید. چه تغییری مشاهده می‌کنید. علت چیست؟

بعد از انجام این عمل دوباره گزینه فوق را غیر فعال کنید.

در ادامه فایل مربوط به پروژه را Deactivate کنید و سپس با نام eidiani201091Step3 بر روی فلش خود Export کنید.

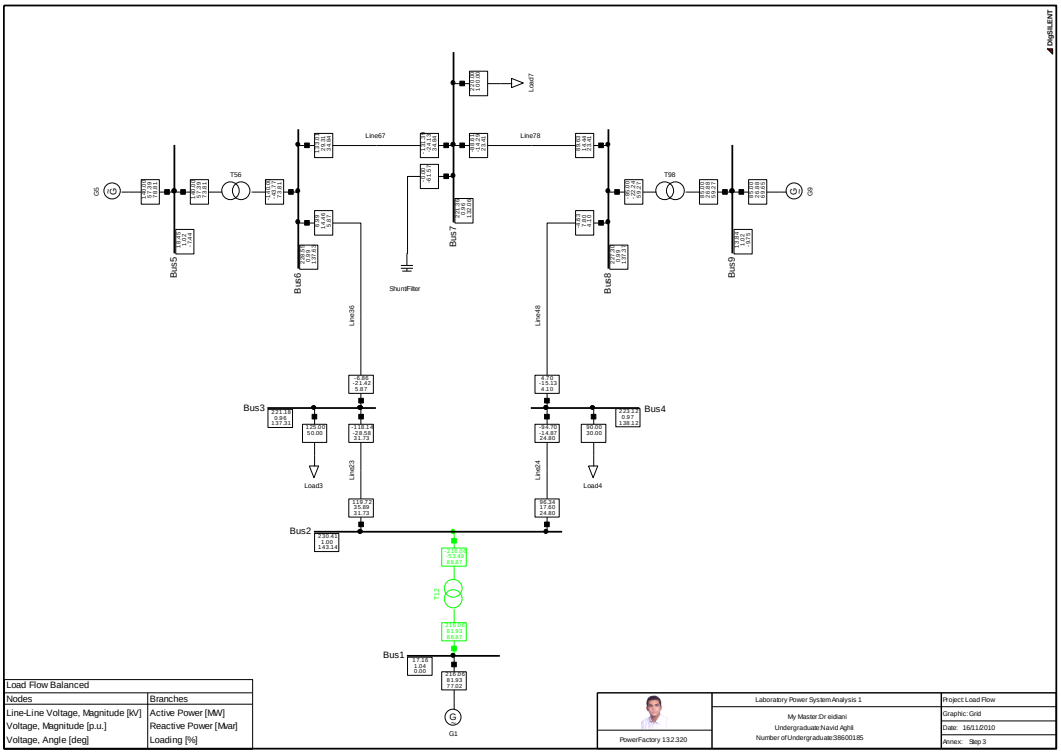
توضیحات درباره معنی عملکرد Consider Voltage dependency of Loads

همه می‌دانیم که ولتاژ هر نقطه از شبکه به بارها مصرفی وابسته است و موضوع جدیدی نیست. بارها معمولاً سلفی هستند و توان موهومی مصرفی می‌کنند و باعث کاهش ولتاژ می‌شوند پس می‌توان با خازن، که توان موهومی تولید می‌کند، ولتاژ را افزایش داد.

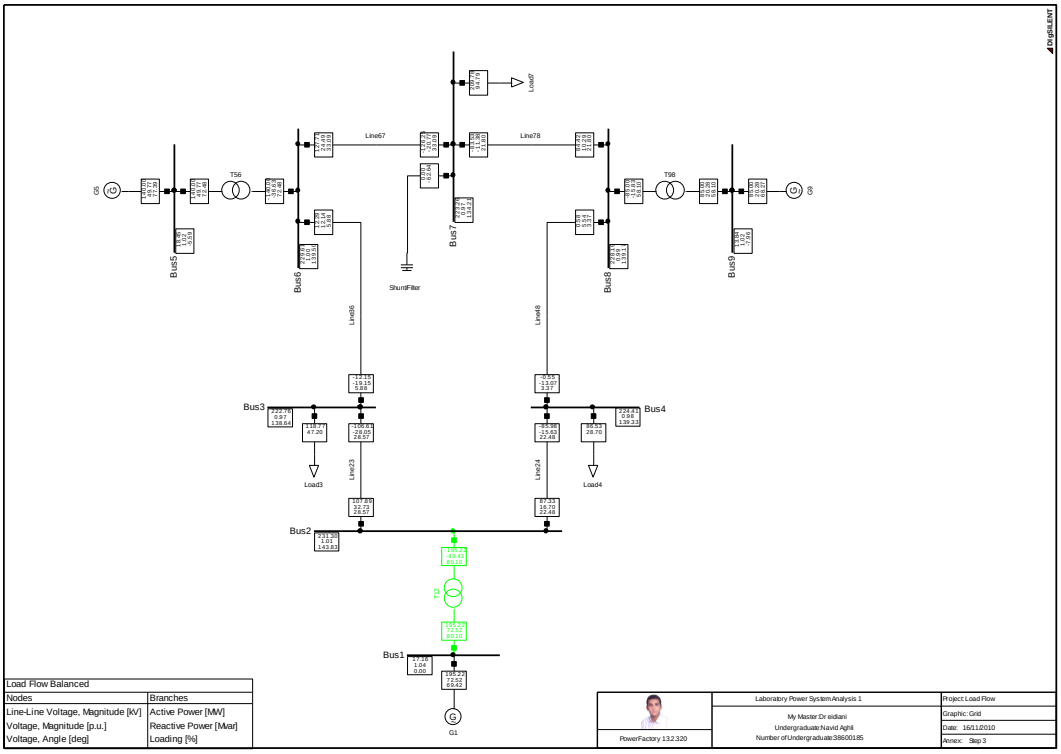
در این قسمت از نرم‌افزار، این نکته را یادآوری می‌کنیم که بارها هم به ولتاژ وابسته‌اند به طور ساده، یک لامپ صد وات معمولی، وقتی صد وات مصرف می‌کند که ولتاژ لامپ، ۲۲۰ ولت باشد. اگر ولتاژ لامپ کمتر شود، توان مصرفی لامپ هم کم می‌شود. در این قسمت از نرم‌افزار با زدن تیک در بخش ۴، این نکته را در نرم‌افزار بررسی می‌کنیم. یعنی هم ولتاژ باس‌ها به بار وابسته‌اند و هم بارها به ولتاژ بارس وابسته است.

www.powerplantac.com

جواب سؤالات ۳-۲: ۱ و ۲ و ۳



جواب سؤال ۴ (دقت کنید اندازه بارها تغییر کرده است)

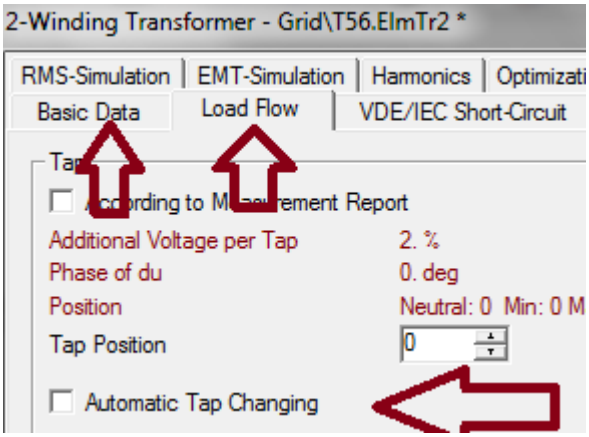


www.powerplantac.com

۳-۳ - تغییر تپ ترانس

کلید خازن اضافه شده را باز کنید. برای این‌کار بر روی کلید خازن ■ دابل کلیک کنید تا کلید خازن باز شود □
سپس توان راکتیو بار ۷ را ۱۷۰Mvar کنید و سپس پخش بار بگیرید. ولتاژ باس ۶ را بر حسب پریونیت یادداشت کنید.

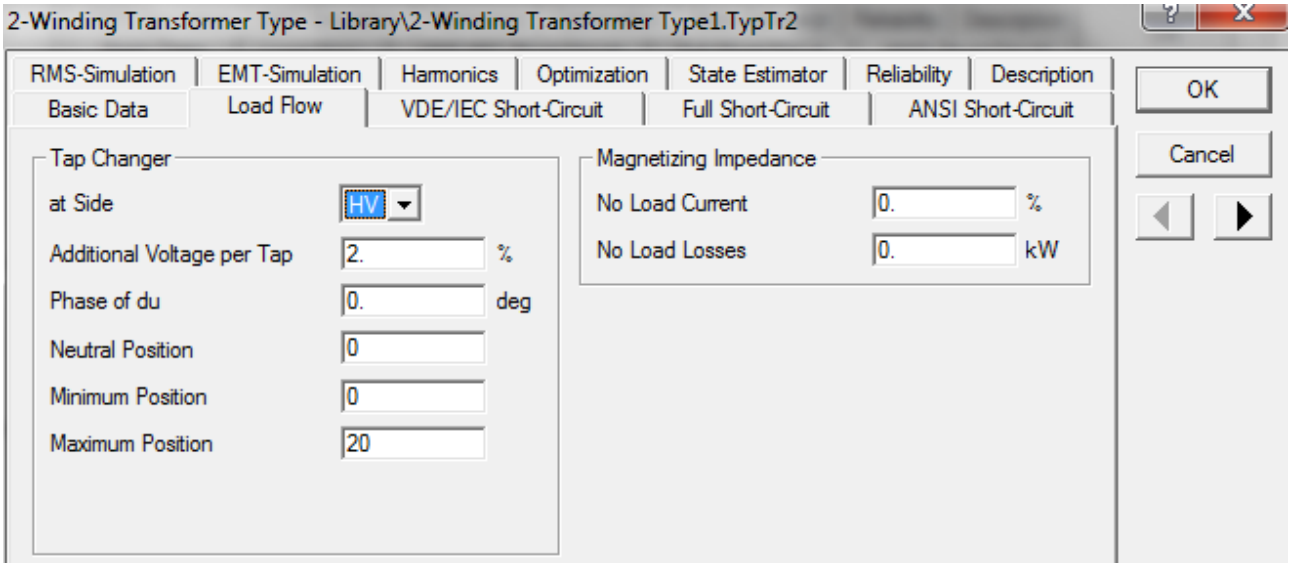
سؤالات ۳-۳

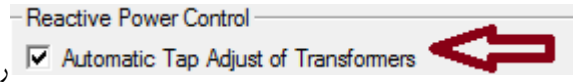


۱-چه باس‌هایی دچار کاهش ولتاژ شده است؟

۲-حال می‌خواهیم تپ خودکار ترانسفورماتور (Automatic Tap changing) ترانس T56 را فعال کنیم. به نظر شما این اقدام آیا می‌تواند افت ولتاژ باس ۶ را جبران کند؟ برای این کار بر روی ترانس T56 دابل کلیک کنید. به طور پیش‌فرض، شما در برگه Basic data هستید. به برگه Load flow بروید و گزینه Automatic Tap changing را فعال کنید. (مانند شکل مقابل)

حال دوباره به برگه Basic data برگردید. در قسمت Type کلید ➔ را بزنید. سپس به برگه Load Flow بروید و مانند شکل زیر، اطلاعات را تکمیل کنید. حال با زدن کلید OK، دو بار، به صفحه اصلی بروید.



سپس با زدن کلید پخش بار (⚡)، گزینه 

را فعال کنید و پخش بار بگیرید. ولتاژ باس ۶ چه تغییری می‌کند؟ آیا تپ ترانس، باعث افزایش ولتاژ شده است؟

۳-با راست کلیک بر روی صفحه گرافیکی شبکه (یک قسمت سفید) و انتخاب گزینه Show Layer و سپس با انتخاب Tap position آن‌را از حالت مخفی (Invisible) به حالت قابل رویت (Visible) تبدیل کنید. حال دوباره پخش بار بگیرید. بر روی ترانس، خط موربی ظاهر می‌شود که مقدار تپ ترانس است. این مقدار چقدر است؟

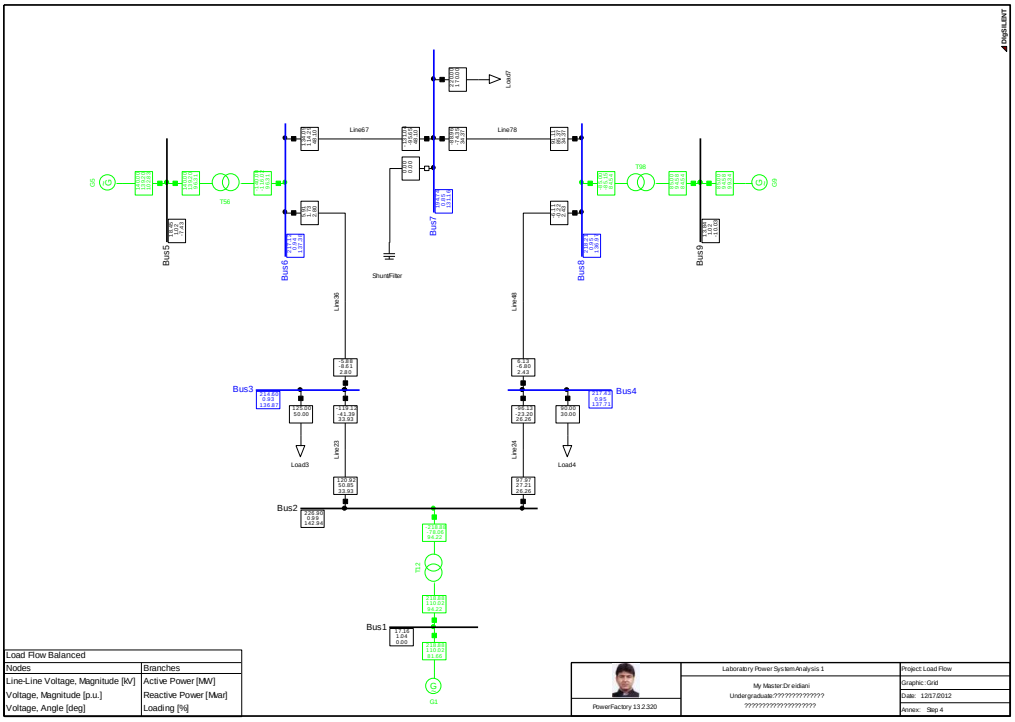
۴-توان راکتیو بار۷ را به 200MVar برسانید. چه تغییری در Tap ترانس T56 ایجاد می‌شود؟

در ادامه فایل مربوط به پروژه را Deactivate کنید و سپس با نام eidiani201091Step4 بر روی فلش خود Export کنید.

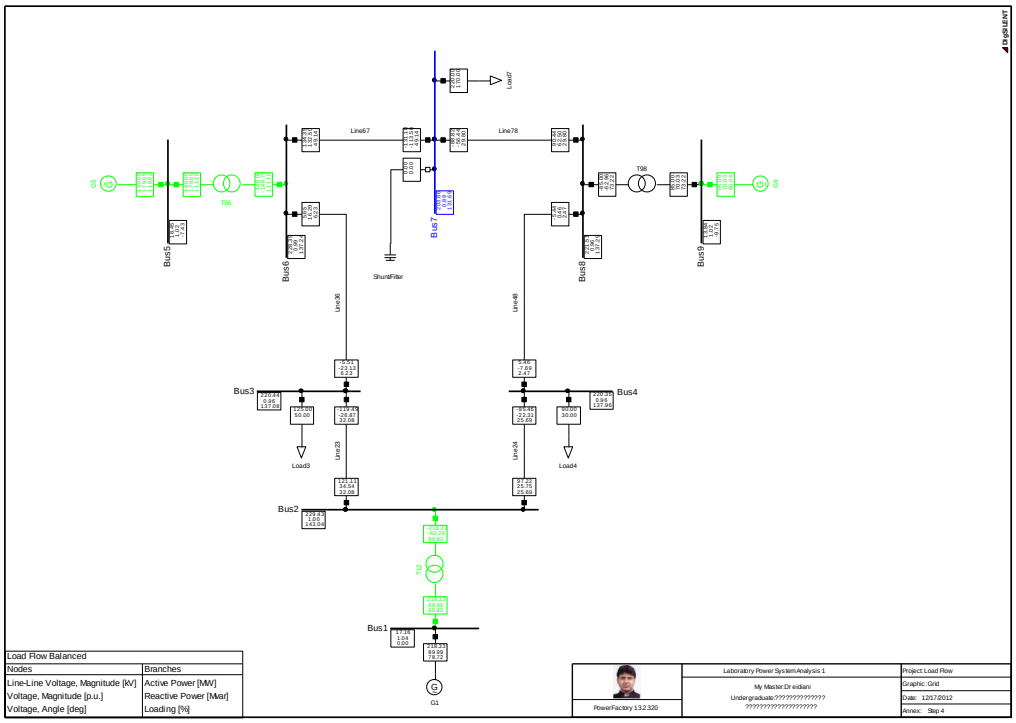
www.powerplantac.com

جواب سؤالات ۳-۳

جواب ۱

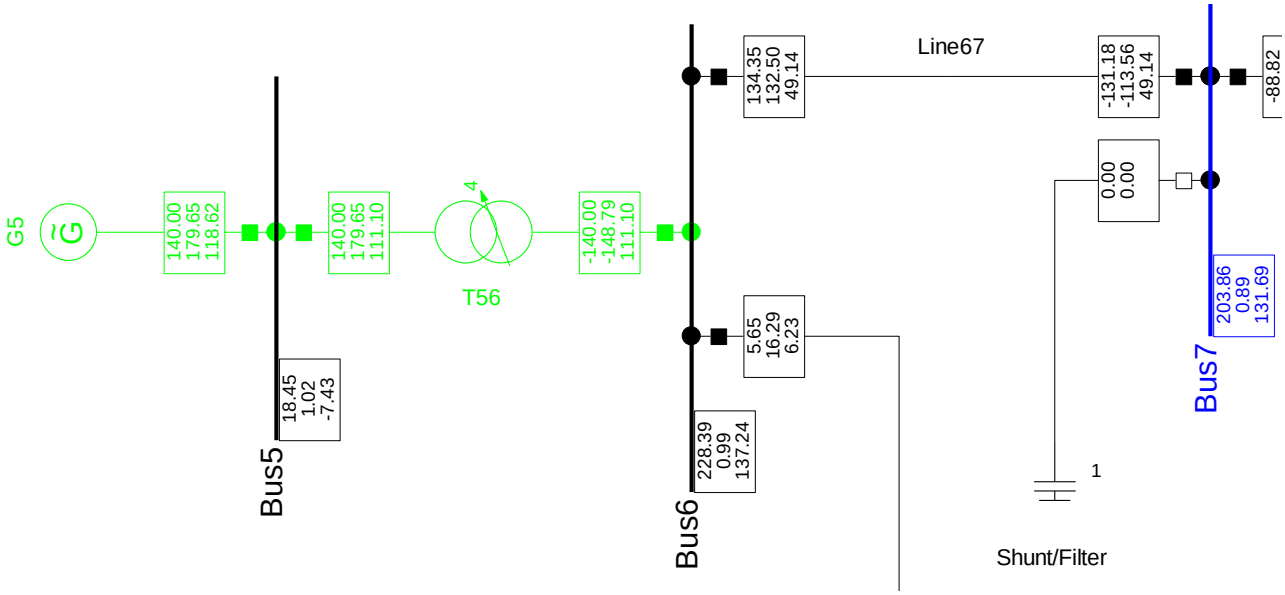


جواب ۲

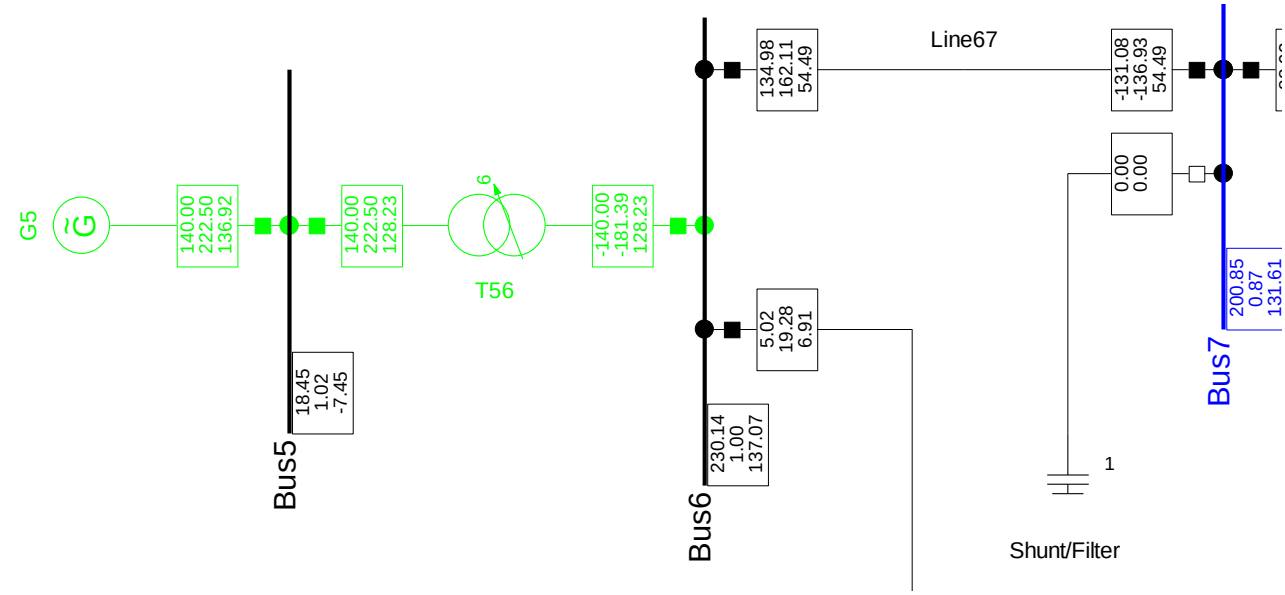


www.powerplantac.com

جواب ۳ – به مقدار تپ ۴ بر روی ترانس T56 دقت کنید



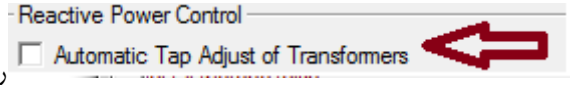
جواب ۴ – به مقدار تپ ۶ بر روی ترانس T56 دقت کنید



www.powerplantac.com

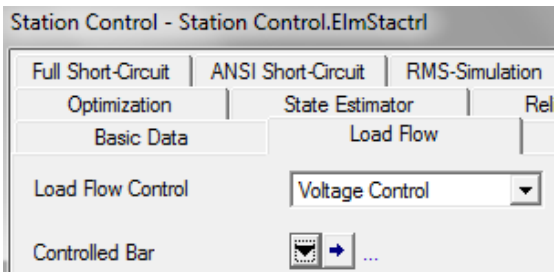
۳-٤ کنترل ولتاژ باس با استفاده از Station control

این نوع کنترل، شامل پخش باری است که با کنترل توان‌های اکتیو و راکتیو ژنراتورها، ولتاژ نقطه‌ای از شبکه را به مقدار مورد نظر (معمولاً ۱ پریونیت) می‌رساند.

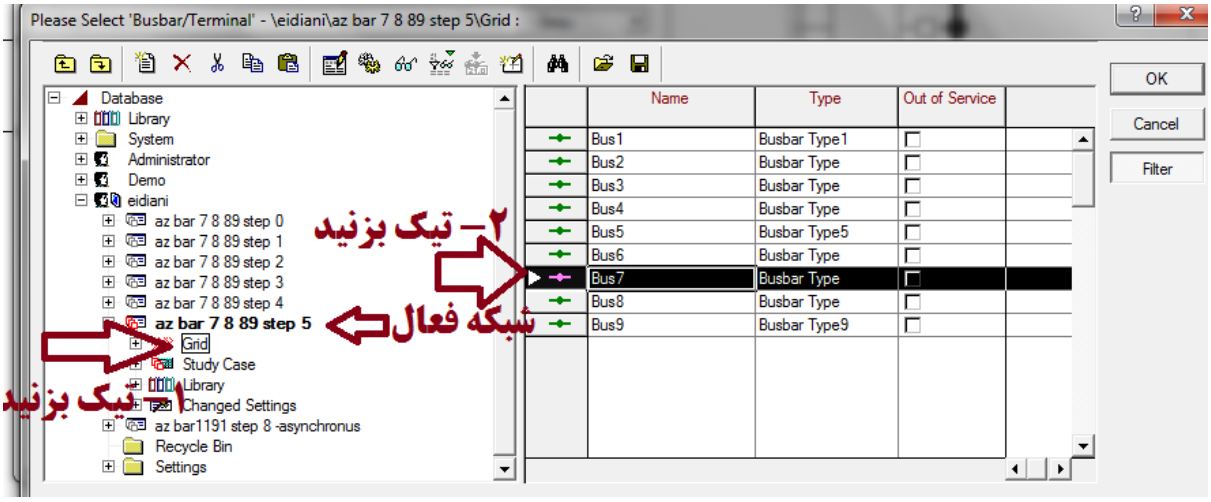
با زدن کلید پخش بار ( )، گزینه 

را **غیر فعال** کنید و پخش بار بگیرید. می‌بینید که باس ۷ به وضعیت قبلی خود، یعنی کاهش ولتاژ بر می‌گردد.

سپس بر روی ژنراتور G5 کلیک راست کرده و گزینه Define و سپس گزینه Station control را انتخاب کرده و در برگه Load Flow مطابق شکل زیر، کلید را در مقابل Controlled Bar را بزنید. سپس کلید Select را بزنید.



به ترتیب گفته شده در شکل زیر، در شبکه فعال، ابتدا Grid و سپس Bus7 را انتخاب کنید. OK بزنید. و پخش بار را اجرا کنید



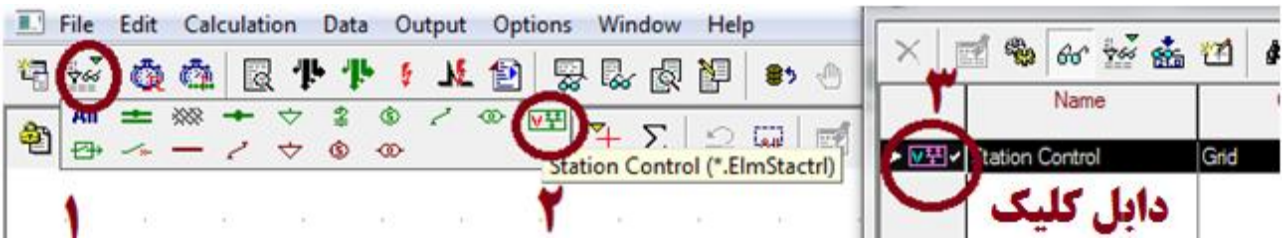
سؤالات ۳-٤

۱-وضعیت ولتاژ باس۷ چه تغییری کرده است؟ آیا ولتاژ باس بار ۷، به یک رسیده است؟ چرا؟

۲-کدام باس دچار اضافه ولتاژ شده است؟

فایل مربوط به پروژه را Deactivate کنید و سپس با نام eidiani201091Step5 بر روی فلش خود Export کنید.

نکته: باید Station Control را یک‌بار انجام دهید. در نرم‌افزار دیجسایلنت می‌توانید تعاریفی مثل Station Control را برای چندین باس بار تعریف کنید و نرم‌افزار خطا نمی‌گیرد. یعنی اگر یک‌بار، مراحل تعریف Station Control را انجام دادید و اتفاقی نیفتاد این عمل شما در حافظه نرم‌افزار ذخیره شده است و در کنار ترانس‌ها، خطها و ... در آیکون قرار گرفته است و می‌توانید آن‌را ببینید. به ترتیب گفته شده در عکس زیر عمل کنید و وارد Station Control شوید به برگه Load Flow بروید و در صورت لزوم آن‌را تغییر دهید و یا آن‌ها را حذف کنید.



جواب سؤالات ۳-٤ – اگر ولتاژ باس ۷، ۱ شده است درست محاسبه کرده‌اید.

www.powerplantac.com

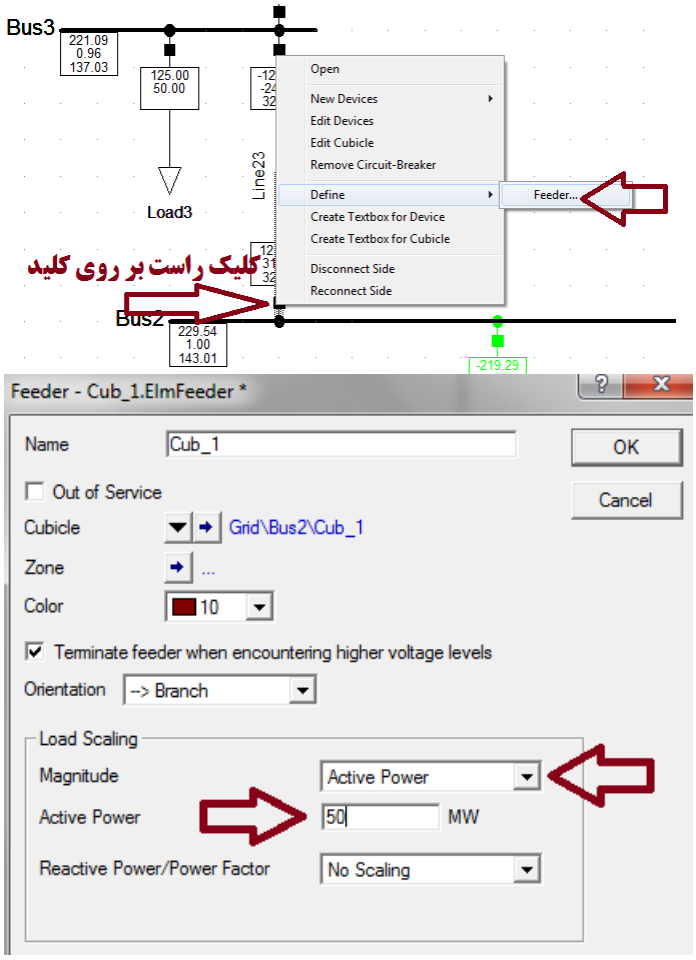
۳-۵ تعیین Feeder

Feeder (فیدر) در لغت به معنی تغذیه است. در شبکه قدرت، به نقطه‌ای از شبکه، که باعث تغذیه قسمت‌های دیگر می‌شود، فیدر می‌گویند. فیدر بیشتر در شبکه‌های توزیع که معمولاً شعاعی است؛ کاربرد دارد. ولی در اینجا، ما توانایی نرم‌افزار را در این قسمت نشان می‌دهیم.

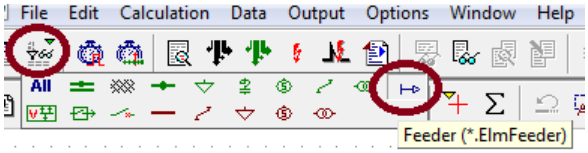
در این مرحله، ابتدا Station control را از باس ۷ به باس ۶ تغییر دهید برای این کار مراحل ۱ تا ۳ نکته صفحه قبل را اجرا کنید.

حال به جای باس ۷، باس ۶ را انتخاب کنید.

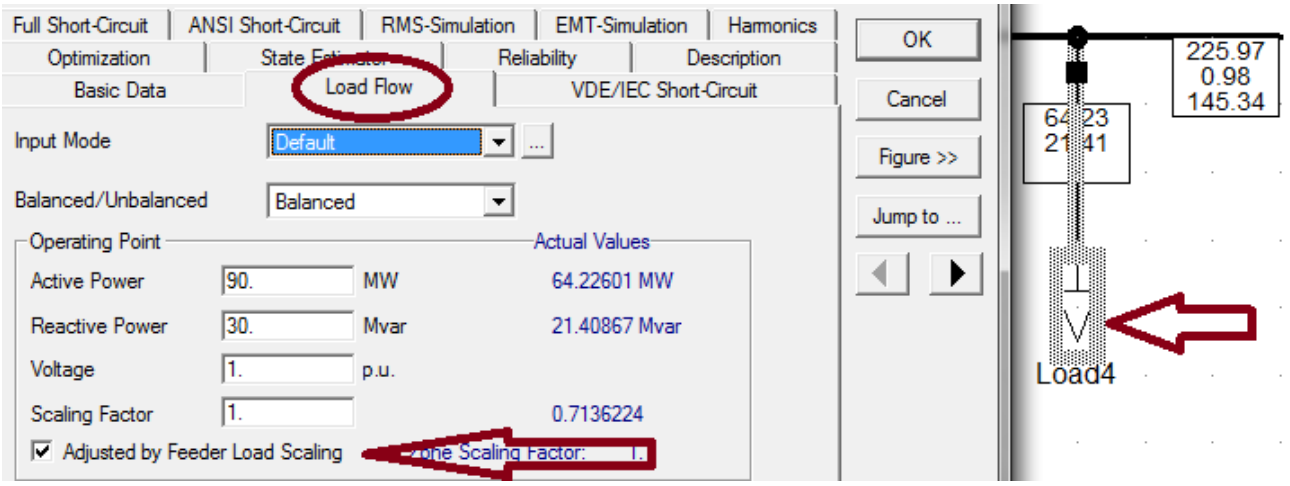
مانند شکل مقابل، بر روی Cubicle پایینی (مربع سیاه ابتدای خط) Line 23 کلیک راست کرده و گزینه Define و سپس گزینه Feeder را انتخاب کنید.



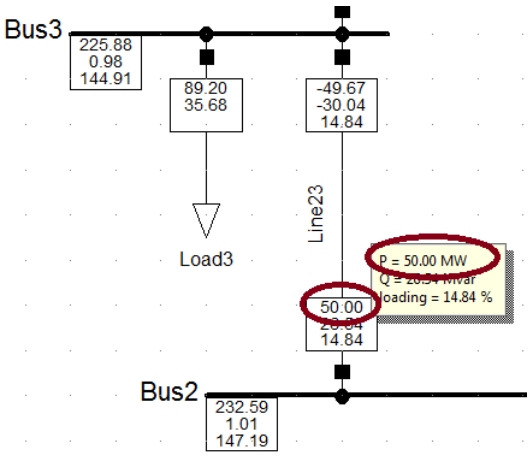
سپس مانند شکل مقابل، فقط مکان‌هایی را که مشخص شده است تنظیم کنید و به بقیه پارامترها دست نزنید! و کلید OK را بزنید. پس از این کار می‌توانید آیکون فیدر را در شکل زیر ببینید.



حال بر روی تک‌تک بارها دابل کلیک کنید و در پنجره Load Flow بخش Adjusted by Feeder Load Scaling را فعال کنید



www.powerplantac.com



حال کلید پخش بار را بزنید ( ) و در صفحه پخش بار، گزینه Feeder Load Scaling را فعال کنید. اگر کارهای فوق را درست انجام داده باشید باید توان حقیقی مکانی را که فیدر تعریف کردید ۵۰ مگاوات شده باشد (مانند شکل مقابل:

نکته:

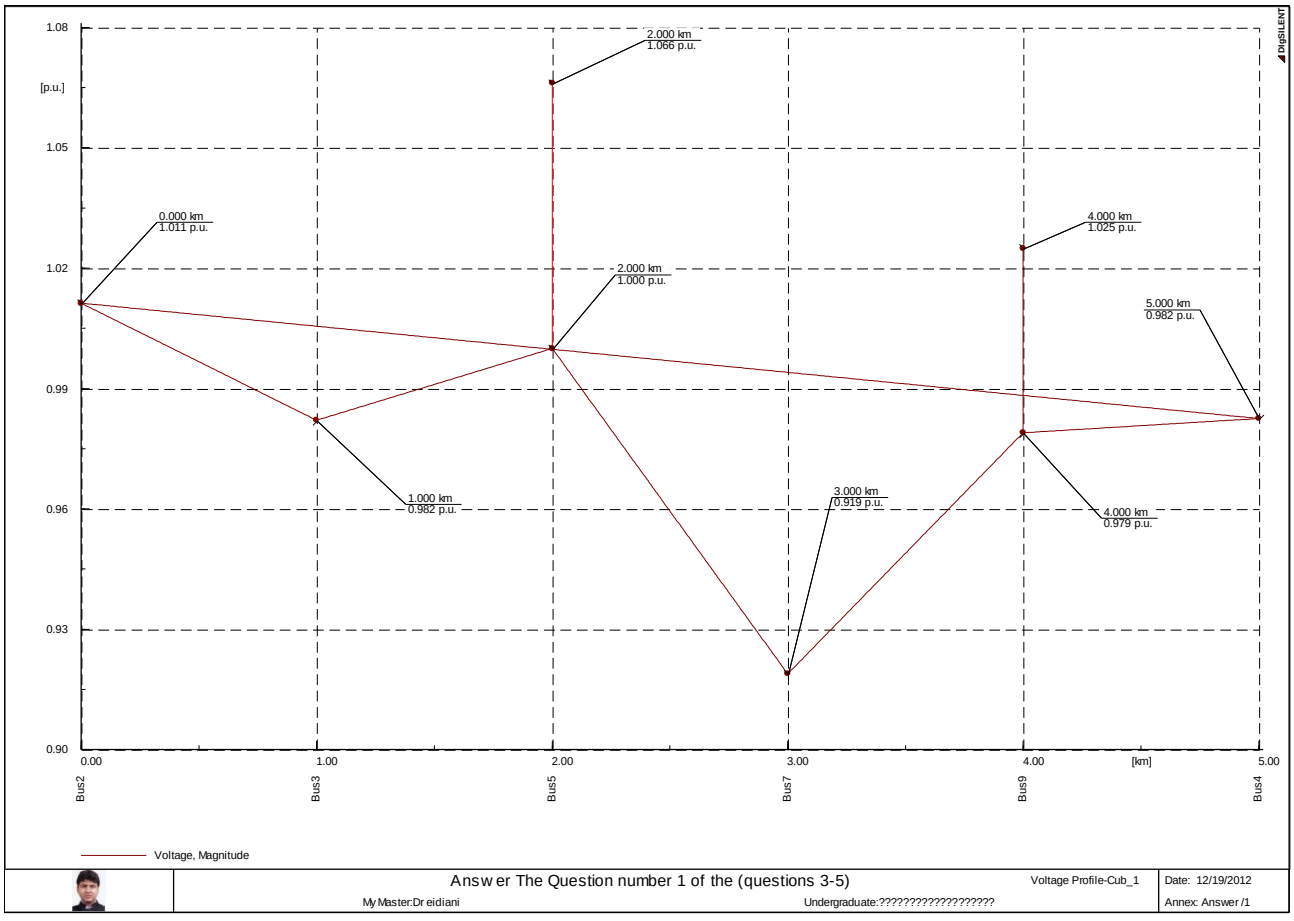
اگر توان درست نبود یا فیدر را درست تعریف نکردید و یا چند فیدر تعریف شده است. در هر صورت، باید به بخش بروید و فیدر را تصحیح کنید و یا فیدرهای اضافه را پاک کنید.

تعریف (علت تعریف فیدر و توان مشخص ۵۰ مگاوات):

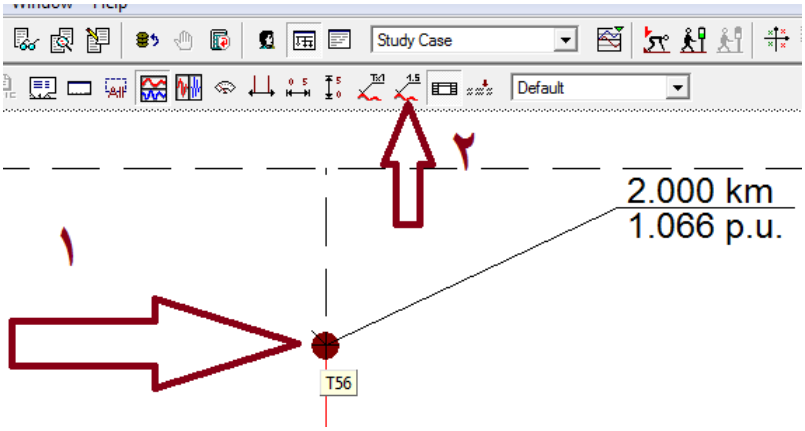
از آنجا که معمولاً در فیدرها، مقادیر اندازه‌گیری وجود دارد؛ پس توان در آن نقطه معلوم است. اگر توان عبوری از فیدر با مقدار واقعی تفاوت داشته باشد به احتمال زیاد، مقادیری که برای بار تعریف شده است غلط است. نرم‌افزار دیجسایلنت توانایی این کار را دارد تا با معلوم بودن توان در فیدر، مقدار بارها را آنقدر کم و زیاد کند تا توان عبوری از فیدر درست شود. این کار را با تغییر در مقیاس (Scale) بار انجام می‌دهد و کلید Feeder Load Scaling این اجازه را می‌دهد که مقیاس بارها را با فیدر تنظیم کند.

حال با کلیک راست بر روی یکی از خطها (دلخواه)، گزینه Show و سپس گزینه Voltage Profile را اجرا کنید. اگر این گزینه را نمی‌بینید یا پخش بار انجام نشده است و یا فیدر درست تعریف نشده است. پس از اجرا، پروفیل ولتاژی مطابق شکل زیر رسم خواهد شد.

نکته: البته برای عددگذاری بر روی شکل، باید مرحله بعد را انجام دهید



www.powerplantac.com



برای عدد گذاری بر روی شکل قبل، مطابق شکل مقابل عمل کنید: بر روی هر نقطه دلخواه، مثل نقطه T56 شکل مقابل، تیک بزنید (۱) و سپس با زدن کلید (۲)، مقدار ولتاژ و فاصله تا نقطه فیدر را بر روی شکل مشخص کنید.

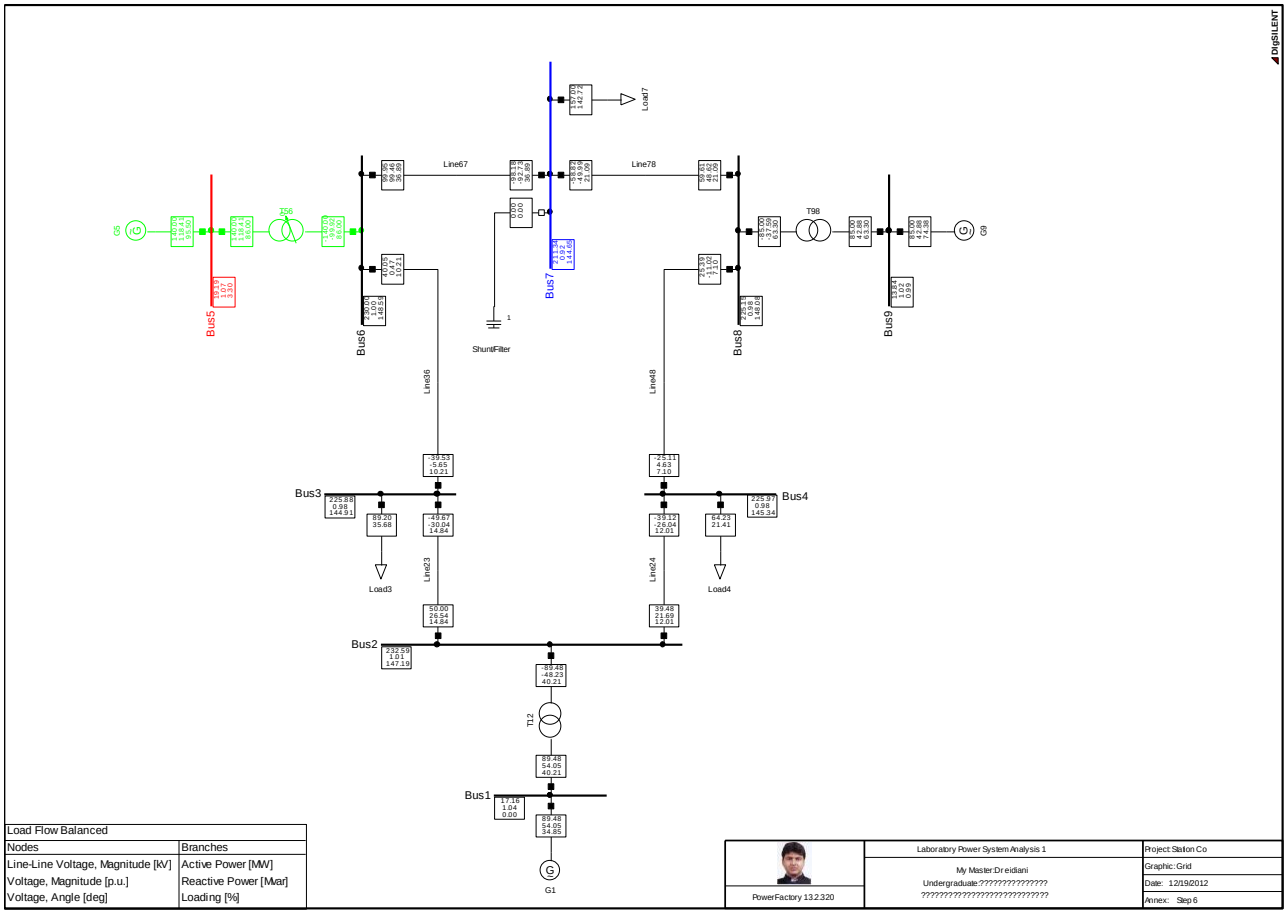
سؤالات ۳-۵

۱-چه تغییراتی در پخش بار نقطه فیدر ونیز بارها مشاهده می‌کنید؟

۲-این تغییرات را تحلیل کنید.

در ادامه فایل مربوط به پروژه را Deactivate کنید و سپس با نام eidiani201091Step6 بر روی فلش خود Export کنید.

جواب سؤال ۳-۵-۱- (دانشجو باید توضیحات تکمیلی اضافه کند)



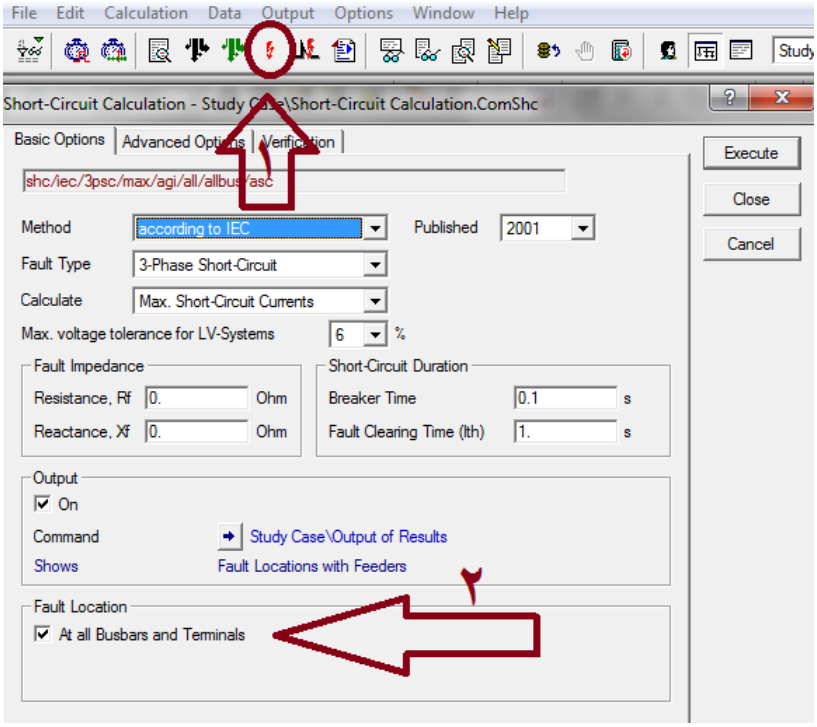
www.powerplantac.com

فصل چهار – محاسبات اتصال کوتاه

محاسبات اتصال کوتاه با این نرم‌افزار متنوع است و بر اساس استانداردهای مختلفی عمل می‌کند. استاندارد ANSI امریکا، IEC اروپا، VDE آلمان و نیز روش Complete Method که همه، انواع خطای متقارن و نامتقارن را شامل می‌شوند و در شکل زیر قابل مشاهده می‌باشند.

سؤالات ٤

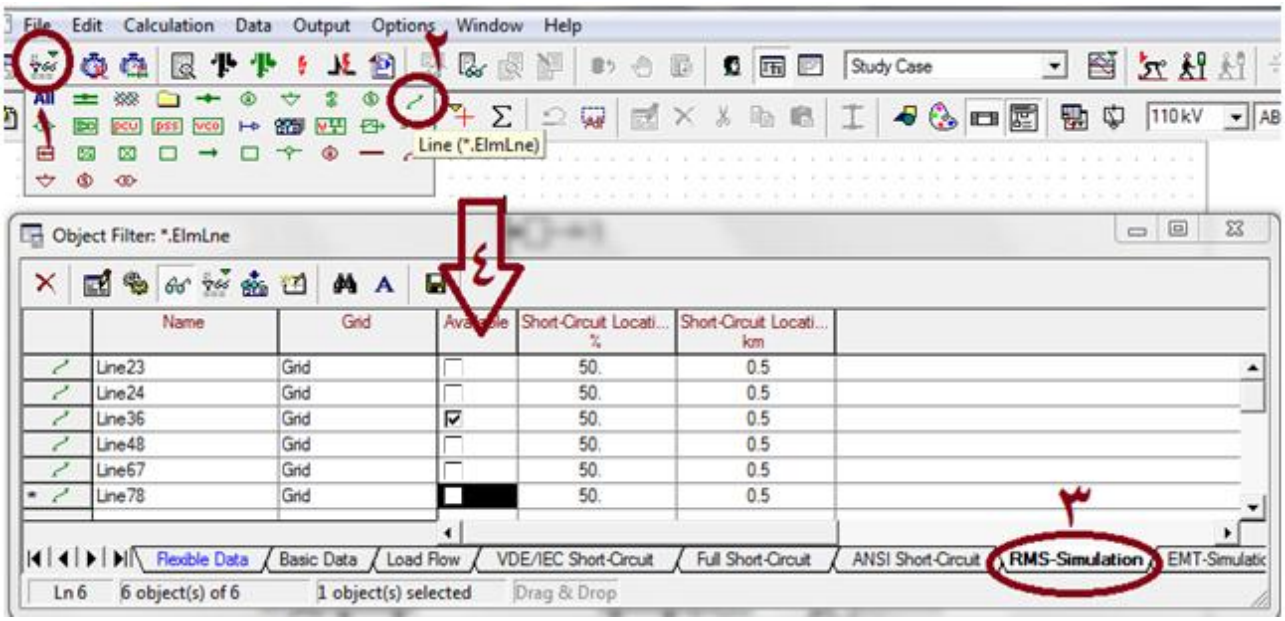
۱- تمام باس‌ها را به روش IEC اتصال کوتاه سه فاز کنید. توان اتصال کوتاه (Skss) و جریان اتصال کوتاه (Ikss) و پیک جریان اتصال کوتاه (Ip) را در شکل ببینید. برای اتصال کوتاه همه باس‌ها، کافی است در گزینه‌ی Calculate Short-Circuit تیک At all Busbars and terminals را مانند شکل زیر زده و اتصال کوتاه باس‌ها انجام می‌شود .(دقت کنید که تأثیر هر باس به طور جداگانه محاسبه می‌شود).



روش دیگر برای اتصال کوتاه باس‌ها، انتخاب یک باس و یا چند باس (با کلید کنترل انتخاب کنید) و کلیک راست بر روی یکی از آن‌هاست. سپس گزینه Calculate و بعد گزینه Short-Circuit را انتخاب می‌کنید. شکلی مانند بالا ظاهر می‌شود.

۲-نوع دیگری از اتصال کوتاه، اتصال کوتاه هم‌زمان است و با Multiple Fault تعریف می‌شود. بدین صورت که باس‌های B6 وB8 را با هم انتخاب کرده (با کلید کنترل) و سپس کلیک راست را زده و گزینه Calculate را انتخاب کنید سپس گزینه Multiple Faults را اجرا کنید. نرم‌افزار از روش Complete (جمع آثار) برای محاسبات استفاده می‌کند.

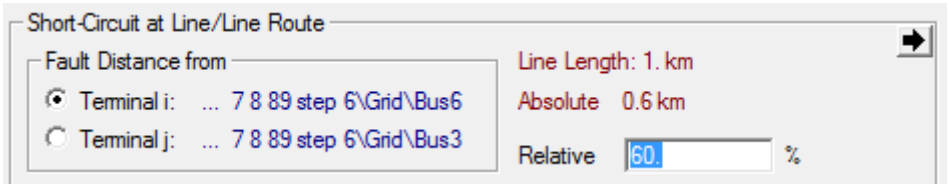
۳- برای اینکه اتصال کوتاه بر روی خط ۳۶ به درستی انجام شود باید به ترتیب گفته شده در شکل زیر عمل کنید و اتصال کوتاه را فعال (Available) کنید.



www.powerplantac.com

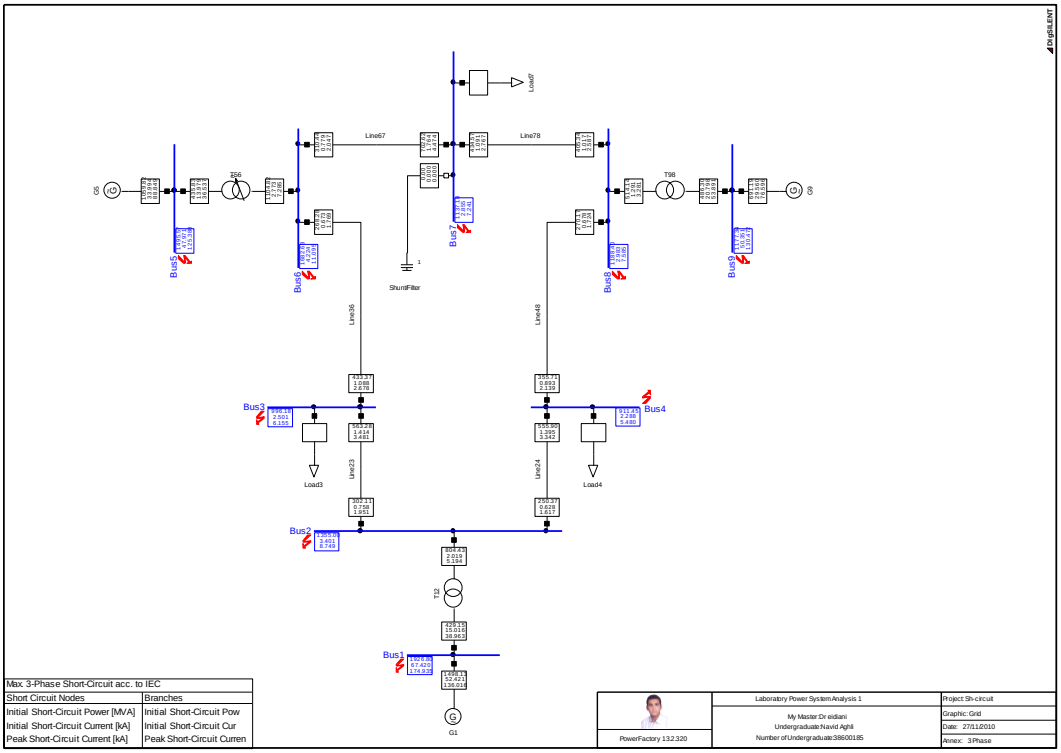
حال برای Line36 اتصال کوتاهی به روش IEC در نسبت ۶۰٪ از باس ۶ انجام دهید. Ip اتصال کوتاه، چه مقدار است؟

توضیح: برای خطوط، محل اتصال کوتاه، در درصدی خاصی از ابتدای خط است. برای اتصال کوتاه بر روی خط، بر روی هر کدام از خطها، کلیک راست کرده، در گزینه Calculate، گزینه Short-Circuit را انتخاب می‌کنید. شکلی ظاهر می‌شود که قسمت پایین آن به صورت زیر است.



جواب سؤالات ٤

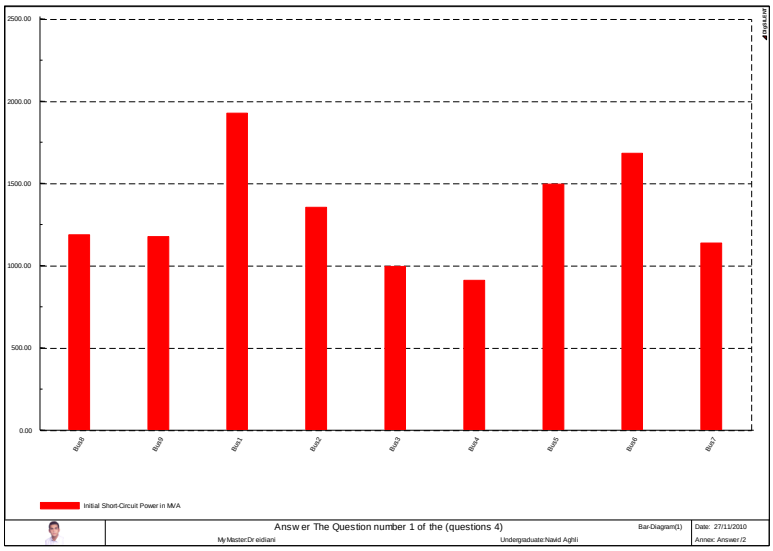
جواب ۱



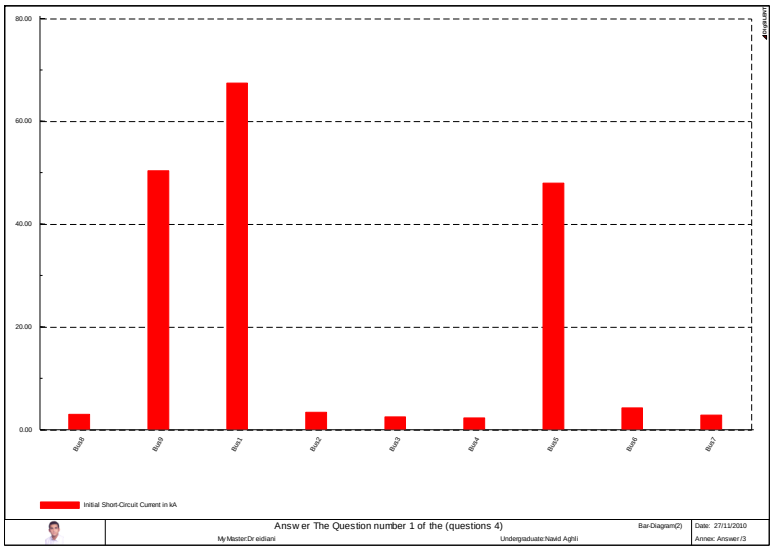
www.powerplantac.com

ادامه جواب ۴-۱- برای مقایسه بهتر می‌توانید همه باس‌ها را با کلید کنترل انتخاب کنید. کلیک راست کرده و گزینه Show را بزنید. سپس، Bar Diagram را کلیک کنید و یکی از گزینه‌های جریان و یا توان را انتخاب کنید و شکل‌های زیر را رسم کنید.

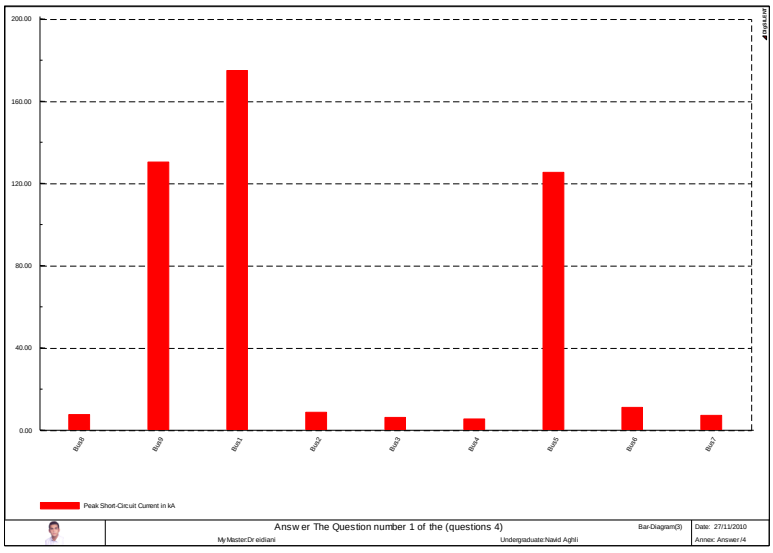
Skss



Ikss

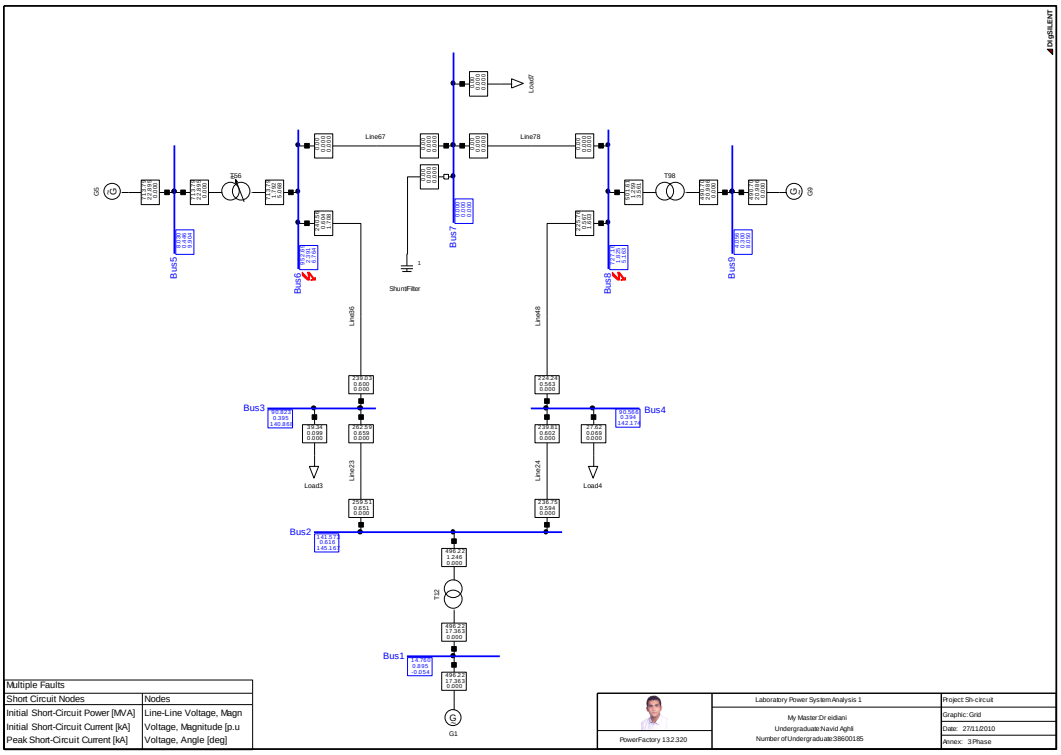


Ip



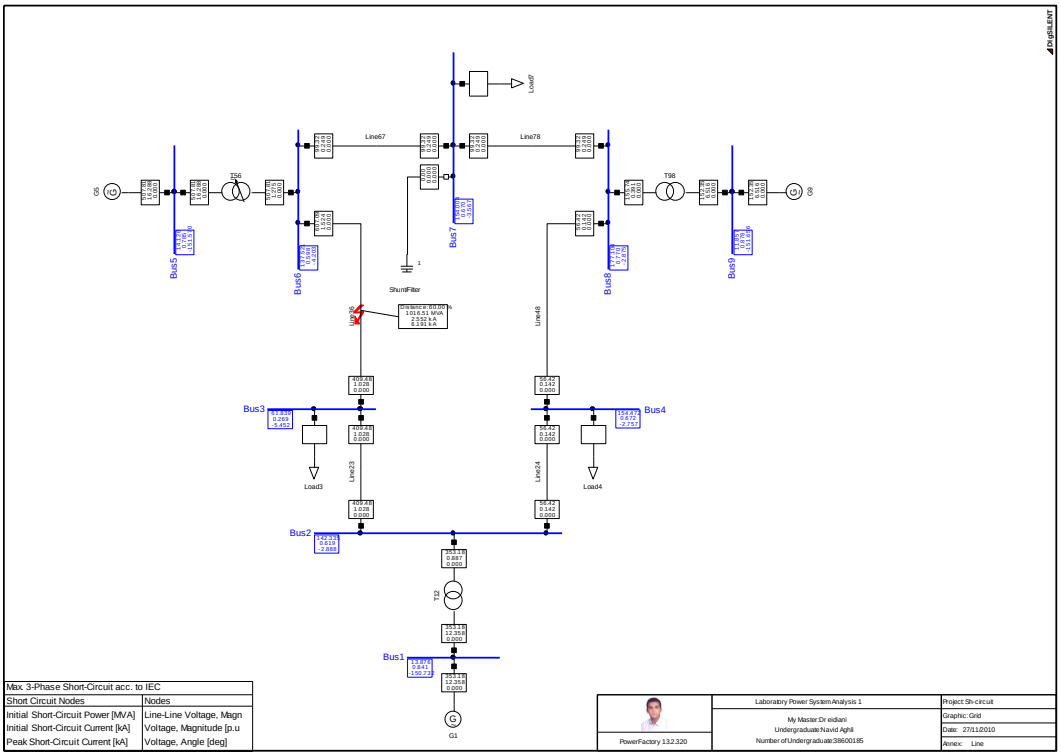
www.powerplantac.com

جواب ۲



سؤال اضافی: آیا می‌توانید امپدانس اتصال کوتاه در باس ٦ را ۲ اهم و امپدانس اتصال کوتاه در باس ۸ را ۱ اهم قرار دهید؟

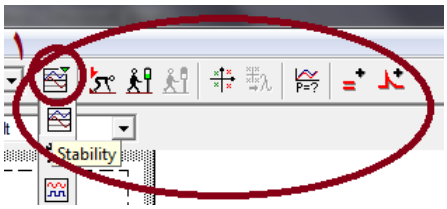
جواب ۳



www.powerplantac.com

فصل پنجم

۵-۱- رسم منحنی‌های دینامیکی در DIgSILENT

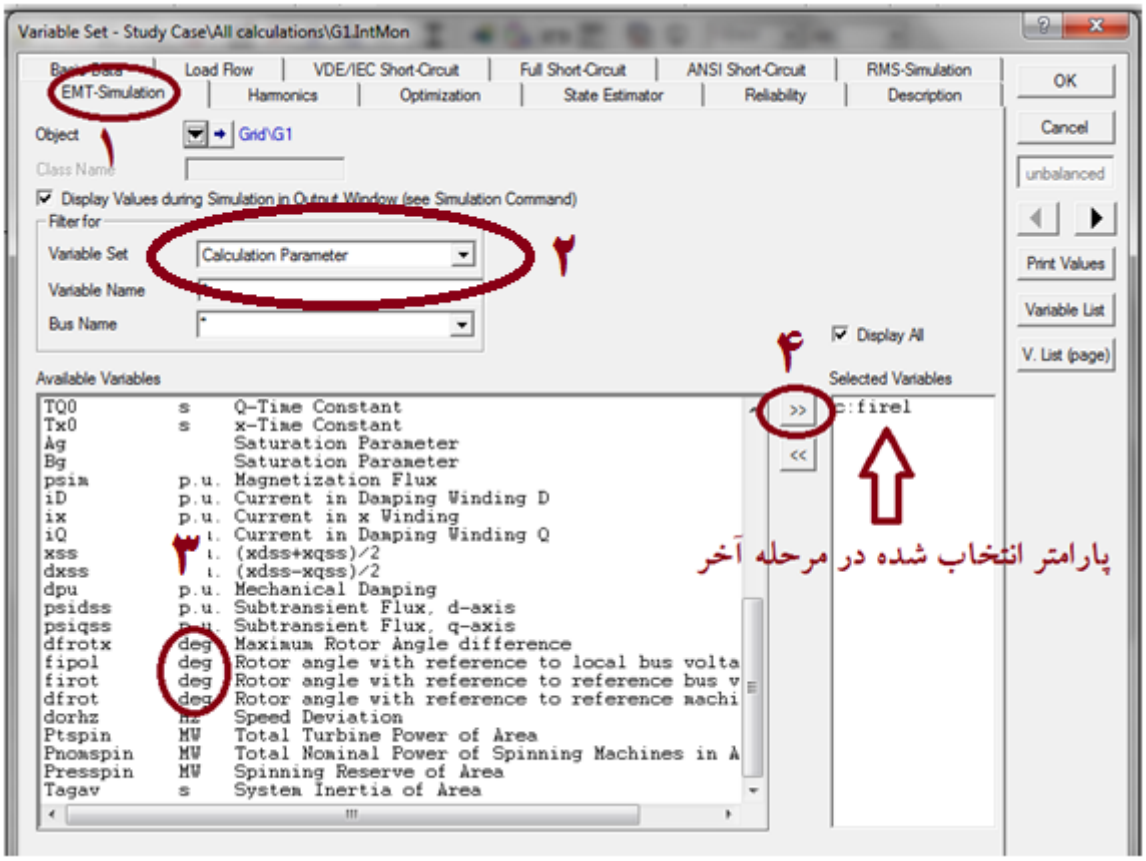


نرم افزار دیجسایلنت قابلیت رسم منحنی‌های دینامیکی با بیش ۲۰۰۰ پارامتر را دارد. ما در این فصل به یک نمونه از آن‌ها اشاره می‌کنیم. این قسمت، همان تحلیل پایداری گذرا در درس بررسی سیستم‌های قدرت ۲ می‌باشد. در ابتدا باید در صفحه اصلی، آیکون‌های پایداری گذرا را ببینید (مانند شکل مقابل) اگر ندیدید باید کلید ۱ را بزنید.

*۱) تعیین متغیرهایی که باید رسم شوند

۱) بر روی ژنراتور G1، کلیک راست کنید.
۲) از گزینه Define عبارت Variable Set (sim) را انتخاب کنید.
۳) در جدول دیده شده بر روی آیکون المان مورد نظر دابل کلیک کنید. (نام آن را انتخاب نکنید)
۴) ممکن است در جدول سمت راست متغیرهایی به صورت پیش فرض انتخاب شده باشند. آن‌ها را پاک کرده و متغیر جدید را به صورت زیر آورده و از جدول سمت چپ انتخاب و به سمت راست منتقل نمایید.
پارامتر مورد نظر firel می‌باشد که در صفحه‌ی EMT-Simulation قرار دارد. (مطابق شکل زیر)

تعریف: تمام پارامترهایی که واحد آن درجه است، یک نوع زاویه ژنراتور هستند. تعریف هر زاویه در مقابل آن آورده شده است. ما از متغیر firel استفاده می‌کنیم. به عنوان کار اضافی می‌توانید زاویه‌های دیگر را انتخاب و با هم مقایسه کنید.



۵) کلیک ok را زده و به شبکه اصلی برگردید.
۶) این عمل را برای هر سه ژنراتور تکرار نمایید.

www.powerplantac.com

***۲) مشخص کردن نوع خطا:**

خطا می‌تواند اتصال کوتاه، قطع خط و یا هر خطای دیگری باشد. مثلاً فرض کنید بر روی خط Line36 و در وسط خط و در زمان 0.1 ثانیه، اتصال کوتاه سه فازی رخ داده باشد و در زمان 0.3 ثانیه این اتصال کوتاه با باز شدن کلیدهای خط برطرف شود. برای شبیه‌سازی این نوع خطا به صورت زیر عمل می‌کنیم:

۷) بر روی Line36 کلیک راست کرده و از گزینه Define، گزینه Short Circuit Event را انتخاب کنید.

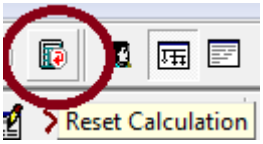
۸) زمان را در 0.1 ثانیه قرار داده و کلیک ok را بزنید.

۹) دوباره بر روی Line36 کلیک راست کرده و از گزینه Define، گزینه Switch Event را انتخاب کنید.

۱۰) زمان را در 0.3 ثانیه قرار داده و Action را بر روی Open قرار دهید.

*** نکته: کارهای انجام شده در بخش *۱ و *۲ در آیکون‌های ( ) خلاصه شده‌اند آن‌ها را تیک زده و ببینید.**

برای تغییر متغیر اتصال کوتاه باید به آیکن بروید و برای تغییر زمان اتصال کوتاه باید به آیکن بروید.



***نکته: برای تغییر هر پارامتری در دیجسایلنت، باید کلید ریست را بزنید.**

***۳) حال باید صفحه گرافیکی نمایش را بسازید. به صورت زیر عمل کنید:**

۱۱) بر روی لبه پنجره اصلی شبکه به نام Grid و یا lab، کلیک راست کنید.

۱۲) در قسمت Insert Page گزینه Create New page را انتخاب کنید.

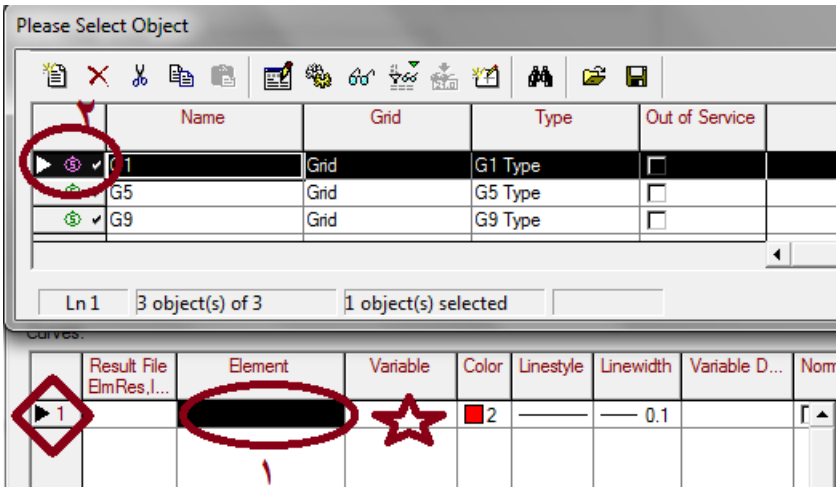
۱۳) در پنجره دیده شده گزینه Virtual Instrument Panel را انتخاب کنید و کلید Execute را بزنید. (یک صفحه گرافیکی ایجاد می‌کند)

۱۴) در بالای پنجره باز شده آیکون Append new VI(s) ( ) را انتخاب کرده و گزینه Subplot را مثلاً با ۱ شکل انتخاب کنید و گزینه ok را بزنید.

۱۵) بر روی شکل کلیک راست کرده و گزینه Edit را بزنید. شکلی مانند شکل شماره (۱) زیر می‌بینید. به شماره‌ها دقت کنید.

۱۶) در پایین شکل دیده شده و در قسمت خالی Element، دابل کلیک کرده و ژنراتور G1 را از جدول دیده شده انتخاب کنید مانند شکل زیر:

(نکته: اگر عمل نکرد باید پخش بار بگیرید و کلید Calculate Initial Condition را بزنید).



۱۷) در قسمت خالی Variables (ستاره شکل بالا)، دابل کلیک کرده و از متغیرهای دیده شده، یکی را انتخاب کنید. (همان firel)

۱۸)در لبه‌ی ردیف اول جدول راست (علامت لوزی شکل بالا) کلیک کرده و گزینه‌ی Insert Rows را انتخاب کنید. (این کار را ۲ بار انجام دهید)

۱۹)در ردیف‌های جدید ایجاد شده، بندهای ۱۶ و ۱۷ را برای ژنراتورهای G5 و G9 انجام دهید.

۲۰) حال گزینه Calculate Initial Condition را زده و کلید Execute را بزنید. اگر مراحل را درست رفته باشید؛ شبکه خطا نمی‌گیرد.

www.powerplantac.com

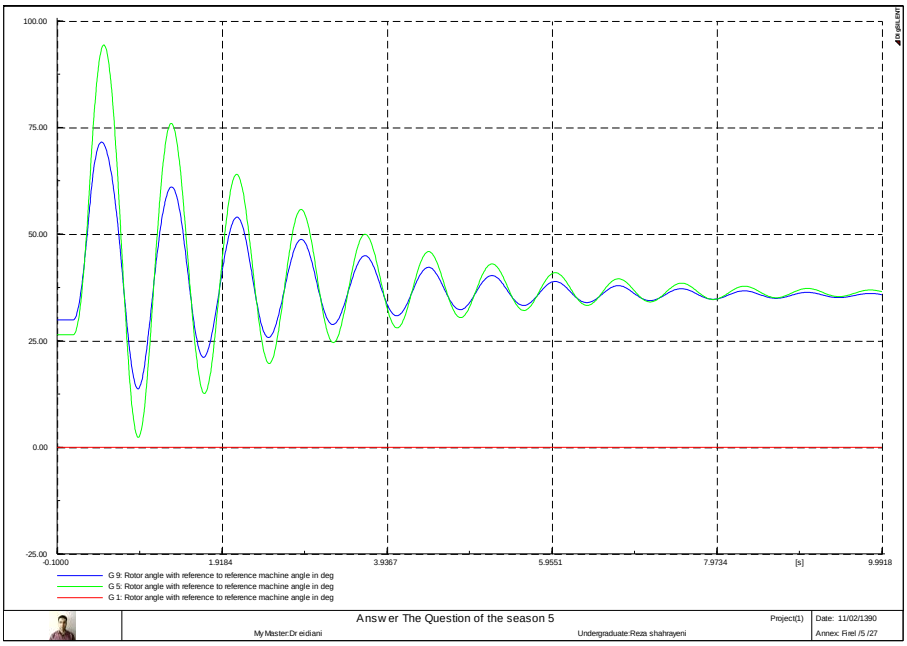
۲۱) حال می‌توانید آخرین کلید یعنی Start Simulation را زده و زمان توقف شبیه‌سازی را مثلاً ۱۰ ثانیه مشخص کرده و کلید Execute را بزنید.

نکته: اگر پس از اتمام شبیه‌سازی، منحنی‌ها دیده نمی‌شوند از آیکون‌های Scale استفاده کنید.

نکته: اگر اندازه پیک منحنی‌ها کم‌تر از مقادیر شکل زیر هستند حتماً بخش اول فصل چهارم را انجام نداده‌اید. بر روی خط ۳۶ دابل کلیک کرده در صفحه‌ی RMS-Simulation تیک available زده شده باشد.

الف- خروجی مطلوب مثال:

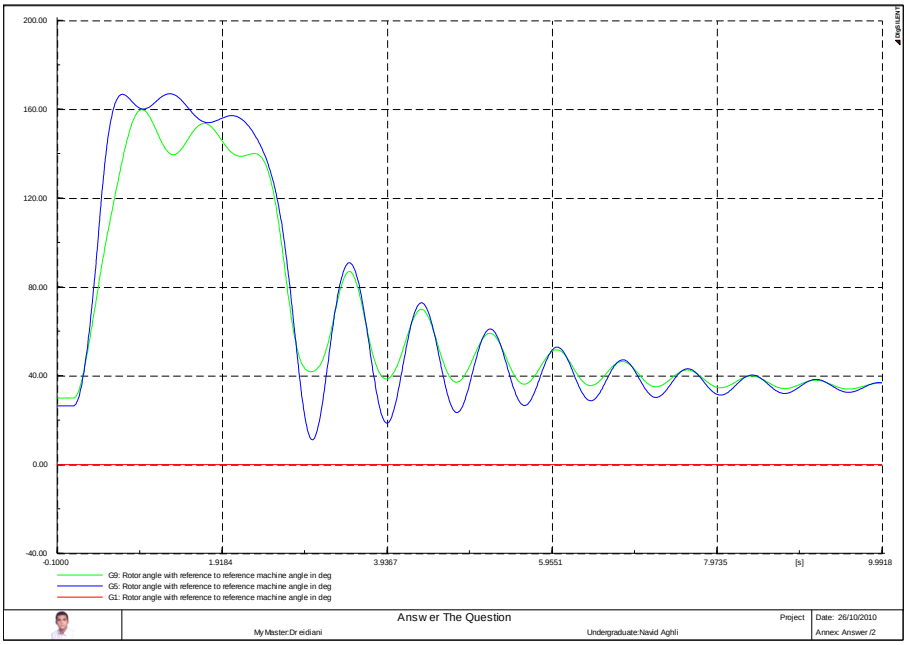
Define/Switch Event/Time = 0.3

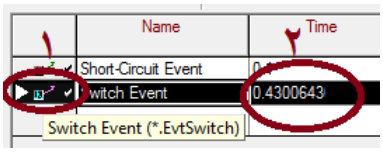


ب- تغییر زمان قطع اتصال کوتاه برای تعیین زمان قطع بحرانی

همان‌طور که قبلاً گفته شد؛ برای هر تغییری، ابتدا باید کلید ریست را بزنید ( )، سپس با زدن کلید ، زمان قطع خطا را به مقدار زیر تغییر دهید (مانند شکل سمت راست زیر ۱ بعد ۲). حال با زدن کلید دوباره شبیه‌سازی را انجام دهید. اگر شکل سمت چپ زیر رسم نشد به نکته صفحه بعد مراجعه کنید.

Define/Switch Event/Time = 0.4300643





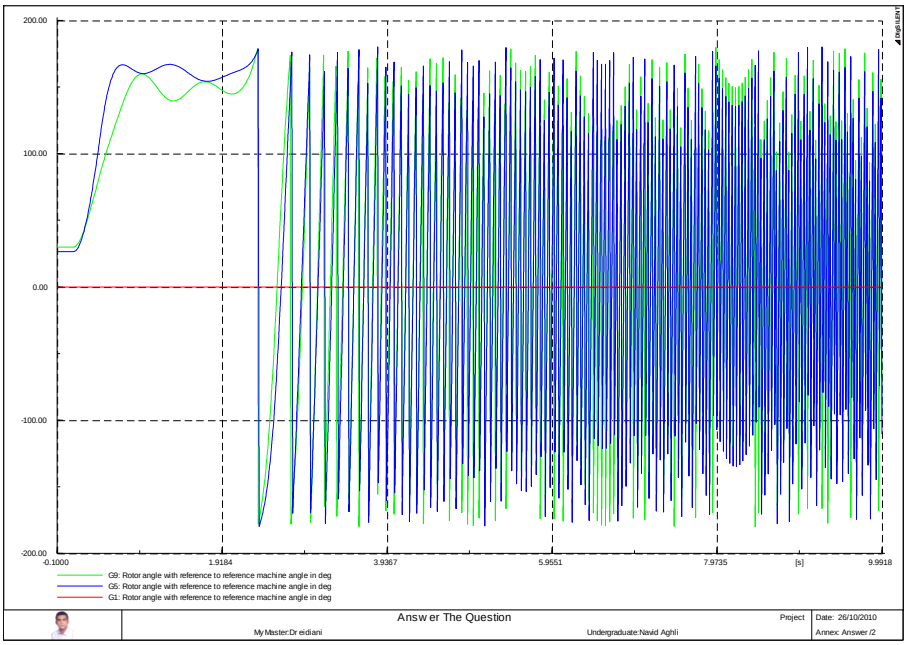
www.powerplantac.com

نکته: اگر شکل صفحه قبل با زمان قطع خطای ۰/٤۳۰۰٦٤۳ به درستی رسم نشده باشد و تا الآن تمام محاسبات درست بوده است حتماً، پارامترهای RMS ژنراتور و ترانسفورماتور در صفحه (۱۱) حتی به اندازه چند هزارم اشتباه وارد شده است. دوباره چک شود.

ج – تغییر زمان قطع اتصال کوتاه برای ناپایداری

دوباره مانند بخش ب، عمل کنید و زمان قطع خطا را یک ده میلیونیوم اضافه کنید شبکه ناپایدار می‌شود.

Define/Switch Event/Time = 0.4300644



تعریف: در این حالت، زاویه ژنراتورها به سمت بی‌نهایت می‌روند و دیجسایلنت پس از رسیدن هر زاویه به ۱۸۰ درجه، دوباره زاویه را از منهای ۱۸۰ درجه رسم می‌کند.

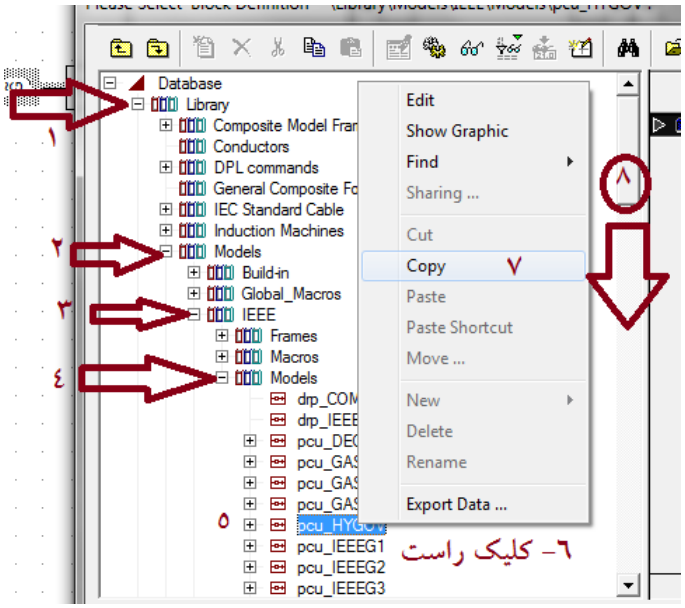
کار اضافی: می‌توانید به جای متغیر firel که اختلاف زاویه‌ها را نسبت به ژنراتور مرجع رسم می‌کند، بقیه متغیرهای زاویه را رسم کرده و با هم مقایسه کنید. این متغیرها عبارتند از: Dfrotx, fipol, firot, dfrot

www.powerplantac.com

۵-۲-اضافه کردن و بررسی اثر اکسایتر، گاورنر و PSS در پایداری گذرا

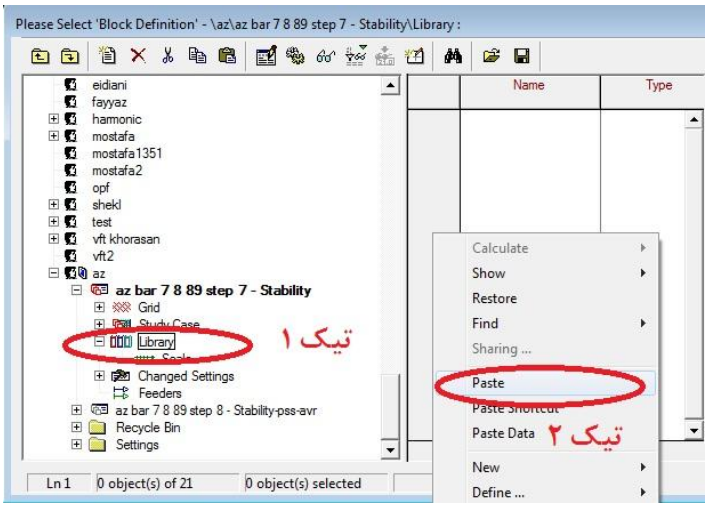
در این بخش با یادگیری چگونگی اضافه کردن اکسایتر، گاورنر و PSS به سیستم، اثر آن‌ها را در پایداری گذرای شبکه بررسی می‌کنیم. در ادامه کار، یا فایل قبلی شبکه در کامپیوتر موجود است و یا از دایرکتوری فایل‌ها، فایل "az bar 7 8 89 step 7 - Stability.dz" را با نرم‌افزار فراخوانی (Import) می‌کنید.

۵-۲-۱-بخش اول – اضافه کردن گاورنر و توربین – کنترل فرکانس

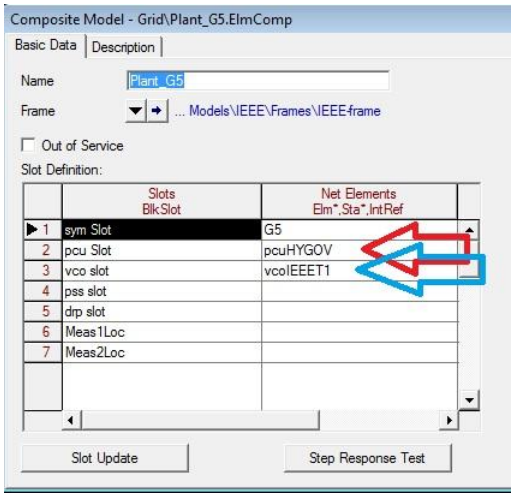


بر روی ژنراتور G5، کلیک راست کرده و کلید Define را زده و در پوشه باز شده، Primary Controller (pco) را انتخاب می‌کنید. در پنجره باز شده، کلید ok را می‌زنید (Common Model (ElmDsl). حال باید طبق مراحل زیر، به کتابخانه اصلی بروید و یک گاورنر–توربین را کپی کرده و در کتابخانه خود بچسبانید (copy/past). برای این کار، در پنجره دیده شده در سمت چپ، زیر Database، کتابخانه اصلی (Library) را پیدا کرده و مانند شکل مقابل، (pcu_HYGOV) را انتخاب کنید، کلیک راست بزنید. Copy را بزنید کنید و با کشیدن کلید ۸ به سمت پایین، به شکل زیر برسید.

در کتابخانه شبکه خودتان (تیک ۱) را زده و در سمت راست شکل، تیک ۲ را بزنید. فایل به شبکه شما می‌چسبد (شکل زیر)



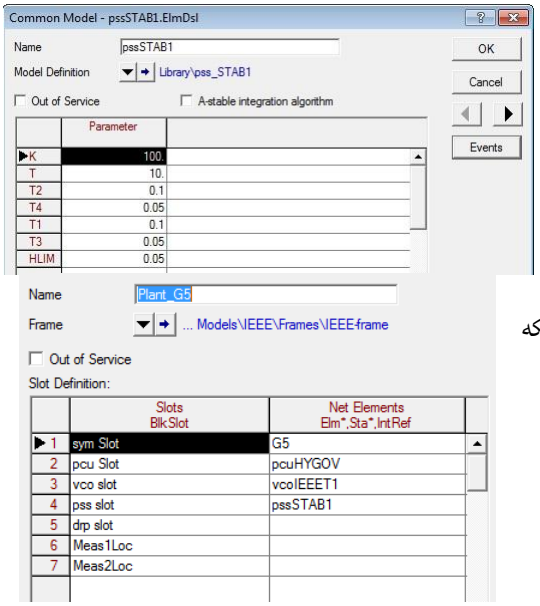
حالا کلید ok پنجره‌های باز شده را بزنید (۳ بار)



۵-۲-۲-بخش دوم – اضافه کردن AVR – کنترل ولتاژ

حالا دوباره مانند بخش قبل، بر روی ژنراتور G5، کلیک راست کرده و کلید Define را زده و در پوشه باز شده، Voltage Controller (vco) را انتخاب می‌کنید. در پنجره باز شده، کلید ok را می‌زنید (Common Model (ElmDsl). حال باید از پنجره دیده شده، به کتابخانه اصلی بروید و یک AVR را کپی کرده و در کتابخانه خود بچسبانید (copy/past). در پنجره سمت چپ، زیر Database، کتابخانه اصلی (Library) را پیدا کرده و مانند شکل بالا سمت چپ، (vco_IEEET1) را انتخاب کنید، کلیک راست بزنید. کپی کنید و در کتابخانه فایل شبکه خودتان بچسبانید (مانند شکل بالا) حال دو بار کلید ok را بزنید دقت کنید باید شکل مقابل را ببینید. سپس کلید ok شکل مقابل را بزنید.

www.powerplantac.com



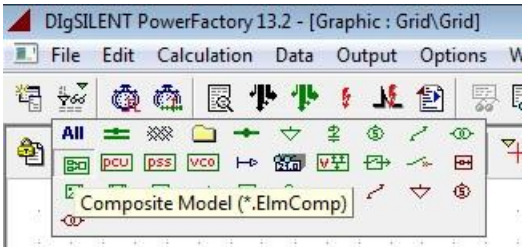
۵-۲-۳-بخش سوم – اضافه کردن PSS – پایدار ساز سیستم قدرت

دقیقاً مانند دو بخش قبلی عمل کنید. بر روی ژنراتور G5، کلیک راست کرده و کلید Define را زده و در پوشه باز شده، Power System Stabilizer (pss) را انتخاب می‌کنید. از کتابخانه اصلی (pss_STAB1) را انتخاب و در کتابخانه خود بچسبانید. یک بار کلیک کنید. باید پنجره‌ای مانند شکل مقابل ببینید.

در ادامه باید با تغییر پارامترهای pss، اثر این پارامترها را بر روی پایداری گذرا شبکه بررسی کنید.

حال کلید ok را بزنید. باید به شکل مقابل رسیده باشید.

دوباره کلید ok را بزنید. کار اضافه کردن کنترل کننده‌ها تمام شده است. برای اطمینان کارهای انجام شده، در پنجره اصلی نرم‌افزار، گزینه Edit relevant objects for calculation را بزنید و با شکل زیر مقایسه کنید. باید آیکون Composite Model، pcu، pss و vco با شبکه شما اضافه شده باشد



آن‌ها را باز کنید. باید در هر کدام از کنترل کننده‌ها، یک کنترل کننده باشد. اگر بیشتر بود آن‌هایی که پرانتز دارند؛ حذف کنید.

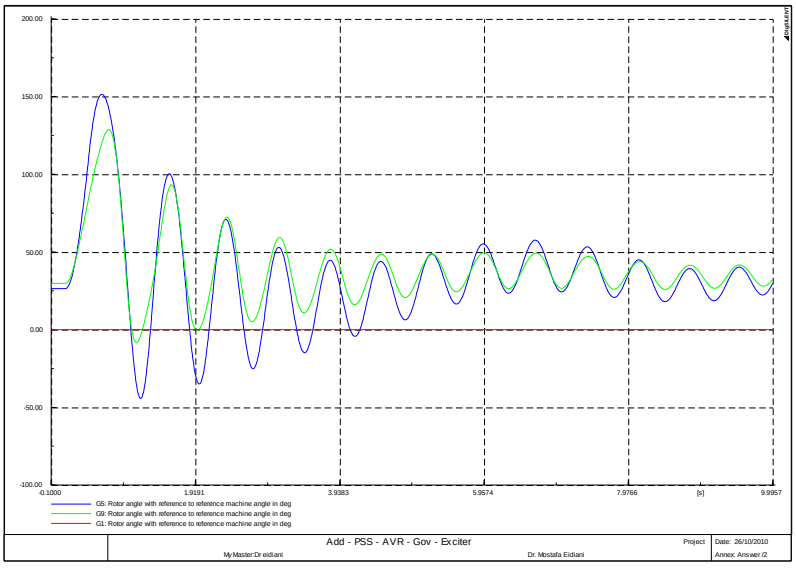
۵-۲-۳-۱- Composite Model

با Composite Model می‌توانید تمام کنترل کننده‌ها را از مدار خارج کنید (out of service). در هر بخش هم می‌توانید به طور جداگانه هر کنترل کننده را از مدار خارج کنید. اطلاعات هر کنترل کننده نیز در همین بخش‌ها دیده می‌شود.

۵-۲-۴- بخش چهارم – بررسی اثر کنترل کننده‌های سیستم قدرت بر پایداری گذرای شبکه قدرت

در بخش ۵-۱ دیدیم که با زمان شروع اتصال کوتاه 0.1 ثانیه و باز کردن خط ۳-۶ در 0.4300644 ثانیه، شبکه ناپایدار گذرا می‌شود. حال با کلیک بر روی آیکون Edit Simulation Events ( )، مطمئن شوید زمان رفع خطا، زمان 0.4300644 ثانیه است. حال آیکون

را بزنید.



باید شکل پایدار مقابل را ببینید. این برنامه به نام az bar 7 8 89 step 7 - Stability-pss.dz در دایرکتوری فایل‌ها ذخیره شده است.

در ادامه می‌توانید با تغییر پارامترهای PSS مانند HLIM به مقدار 0.01، اثر آن‌را بر شکل خروجی سیستم بررسی کنید.

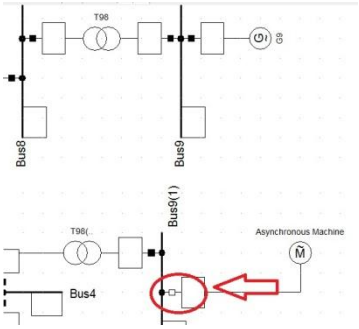
www.powerplantac.com

۵-۳- تحلیل راه‌اندازی، قطع و اتصال کوتاه موتور آسنکرون

در این بخش با یادگیری چگونگی اضافه کردن یک موتور آسنکرون به شبکه، اثرات راه‌اندازی موتور، قطع و وصل ناگهانی موتور و اتصال کوتاه بر روی باس موتور را بررسی می‌کنیم. همچنین اثر پایدار ساز سیستم قدرت را در این نوع تحلیل می‌بینیم.

نکته: چون موتور آسنکرون توان موهومی مصرف می‌کند پس در این بخش، خازن را دوباره وارد مدار کنید

ابتدا اگر برنامه بخش ۵-۲ در نرم‌افزار شما فعال نیست؛ فایل "az bar 7 8 89 step 7 - Stability-pss.dz" را import کنید و سپس مراحل زیر را دنبال کنید



۱- Composite Model ژنراتور ۵ را غیر فعال (out of service) کنید. روش کار در بخش ۵-۲-۳-۱ توضیح داده شده است.

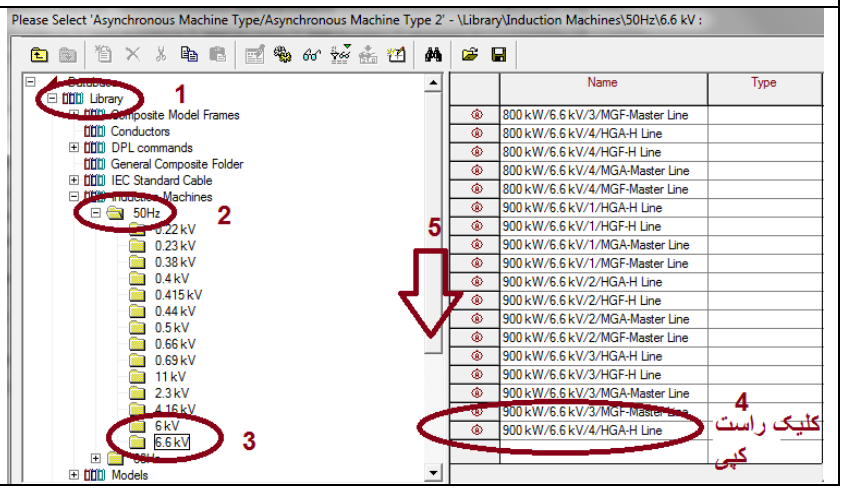
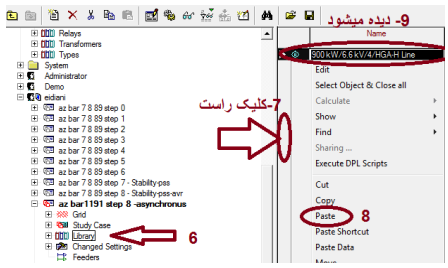
۲- مانند شکل مقابل، بر روی باس ۹ کلیک راست کرده، کلید کپی را زده و نزدیک باس (۴) دوباره کلیک راست کرده و کلید چسباندن (paste) را بزنید. همچنین این کار را بر روی ترانس T98 انجام دهید و باس (۴) و باس Bus9(1) را به هم وصل کنید.

اگر ترانسفورماتور به دو باس وصل نشد بر آن کلیک راست کرده و گزینه connect را بزنید

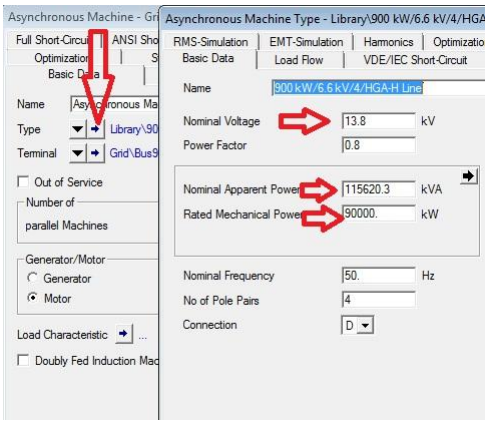
۳- سپس یک ماشین آسنکرون از بخش سمت راست انتخاب کرده و به باس Bus9(1) وصل کنید. حال کلید اتصال موتور آسنکرون را مانند شکل مقابل قطع کنید (کلید توخالی می‌شود).

چون می‌خواهیم راه‌اندازی موتور را ببینیم باید موتور در حالت اولیه، قطع باشد و در هنگام شبیه‌سازی، وصل شود تا اثر اضافه شدن موتور دیده شود.

۴- حال بر روی ماشین آسنکرون دابل کلیک کنید. در بخش type، قسمت select global type را انتخاب کرده و مانند شکل زیر، این نوع خاص ماشین آسنکرون را کپی کرده و در کتابخانه خود برنامه بچسبانید. مراحل در شکل‌های زیر نشان داده شده است.

Copy -۱	Paste -۲
	 بعد از مرحله ۹ کلید ok را بزنید

۵- در همین مرحله و یا مراحل بعد می‌توانید اسم فایل را تغییر دهید. اسم فایل را به az bar1191 step 8 –asynchronus تغییر دهید.



۶- در این مرحله، اطلاعات ماشین آسنکرون را مطابق شکل مقابل تغییر دهید. بر روی ماشین آسنکرون، دابل کلیک کرده، فلش سمت راست type را زده و اطلاعات اصلی ماشین را تغییر دهید. Ok بزنید و وارد صفحه اصلی نرم‌افزار شوید.

۷- آیکن را تیک بزنید و زمان‌های اتصال کوتاه و قطع خط را پاک کنید و یا out of service کنید.

۸- حال بر روی ماشین آسنکرون کلیک راست کرده، گزینه Define و سپس گزینه Switch event را انتخاب کنید. در پنجره باز شده، زمان ثانیه را یک کرده و تیک Breaker را close کنید. این عمل باعث می‌شود در ثانیه ۱،

www.powerplantac.com

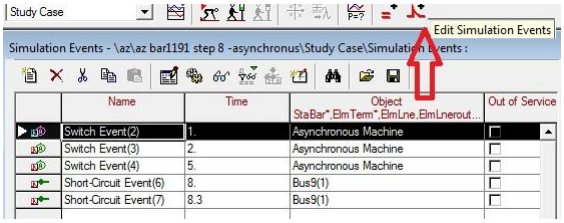
موتور آسنکرون راه‌اندازی شود.

۹- حال دوباره عمل ۸ را انجام دهید فقط در ثانیه ۲، کلید Breaker را **open** کنید. این کار باعث قطع کردن موتور آسنکرون در ثانیه ۲ می‌شود.

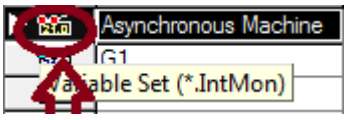
۱۰- یک‌بار دیگر مرحله ۸ را تکرار کنید و در ثانیه ۵، تیک Breaker را **close** کنید. این عمل باعث می‌شود در ثانیه ۵، موتور آسنکرون دوباره وارد مدار شود

۱۱- حال بر روی باس Bus9(1) کلیک راست کرده، گزینه Define و سپس گزینه Short-Circuit Event را انتخاب کنید. در پنجره باز شده، زمان ثانیه را ۸ کنید. Fault Type برنامه به طور پیش فرض بر روی اتصال کوتاه سه فاز است. اگر نبود اتصال کوتاه سه فاز را انتخاب کنید. این عمل باعث اتصالی بر روی ترمینال ماشین آسنکرون می‌شود.

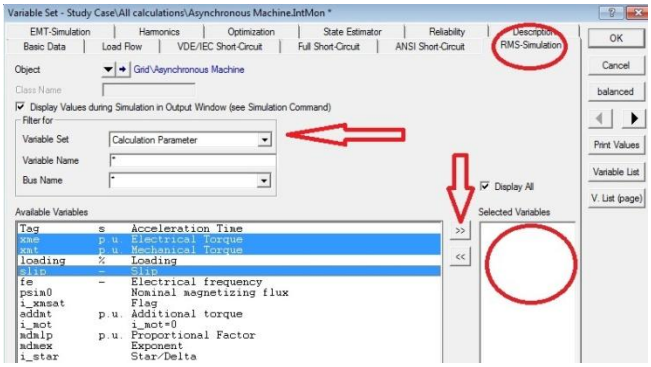
۱۲- دوباره مرحله ۱۱ را تکرار کنید؛ زمان را 8.3 ثانیه کرده و Fault Type را **Clear Short Circuit** انتخاب کنید. این عمل باعث پاک شدن اتصال کوتاه سه فاز مرحله ۹ بر روی باس خواهد شد.



۱۳- حال اگر مراحل بالا درست انجام شده باشد باید در بخش Edit Simulation Events، اطلاعاتی مانند شکل مقابل داشته باشید.



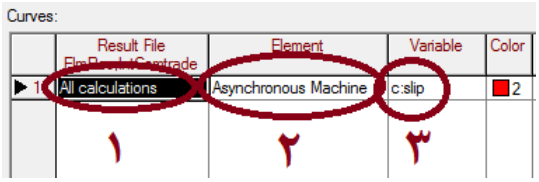
۱۴- در این بخش باید متغیرهایی از ماشین آسنکرون را که می‌خواهیم ببینیم؛ انتخاب کنیم. بر روی ماشین آسنکرون کلیک راست کرده، گزینه Define را انتخاب کنید. سپس گزینه Variable Set (Sim) را انتخاب کنید. بر روی ماشین آسنکرون مانند شکل مقابل دابل کلیک کنید.



در پنجره EMT-Simulation و یا RMS-Simulation، متغیرهای گشتاور الکتریکی(xme)، گشتاور مکانیکی (xmt) و لغزش (slip) را انتخاب کنید و با زدن کلید نشان داده شده در شکل زیر، این متغیرها را به بخش Selected Variable انتقال دهید. در همین صفحه و در بخش Variable Set، گزینه Signal را انتخاب کنید و متغیر سرعت پریونیت (speed p.u) را نیز به متغیرهای انتخاب شده، اضافه کنید.

۱۵- حال باید صفحه‌های گرافیکی نمایش را بسازید. مانند بخش (۳) صفحه (۳۱) عمل کنید. فقط در این مرحله و در گزینه Subplot عدد ۴ را انتخاب کنید. کلید را بزنید تا ۴ شکل مربعی ببینید.

۱۶- بر روی هر کدام از ۴ شکل کلیک راست کنید. Edit را بزنید و مانند شکل زیر، مکان‌های خالی را با دابل کلیک کردن بر روی آن‌ها پر کنید. هر شکل باید یک متغیر را نشان دهد.

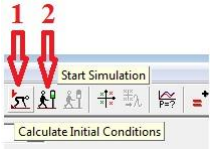


۱۷- یک بار دیگر بخش ۱۵ را تکرار کنید و در این پنجره، به جای Subplot از **یک** X-Y Plot استفاده کنید. در قسمت y-Axis، متغیر xme (گشتاور الکتریکی) و در بخش x-Axis، متغیر speed (سرعت) را انتخاب کنید. این شکل، منحنی معروف گشتاور-سرعت را نشان خواهد داد.

www.powerplantac.com

Variables:

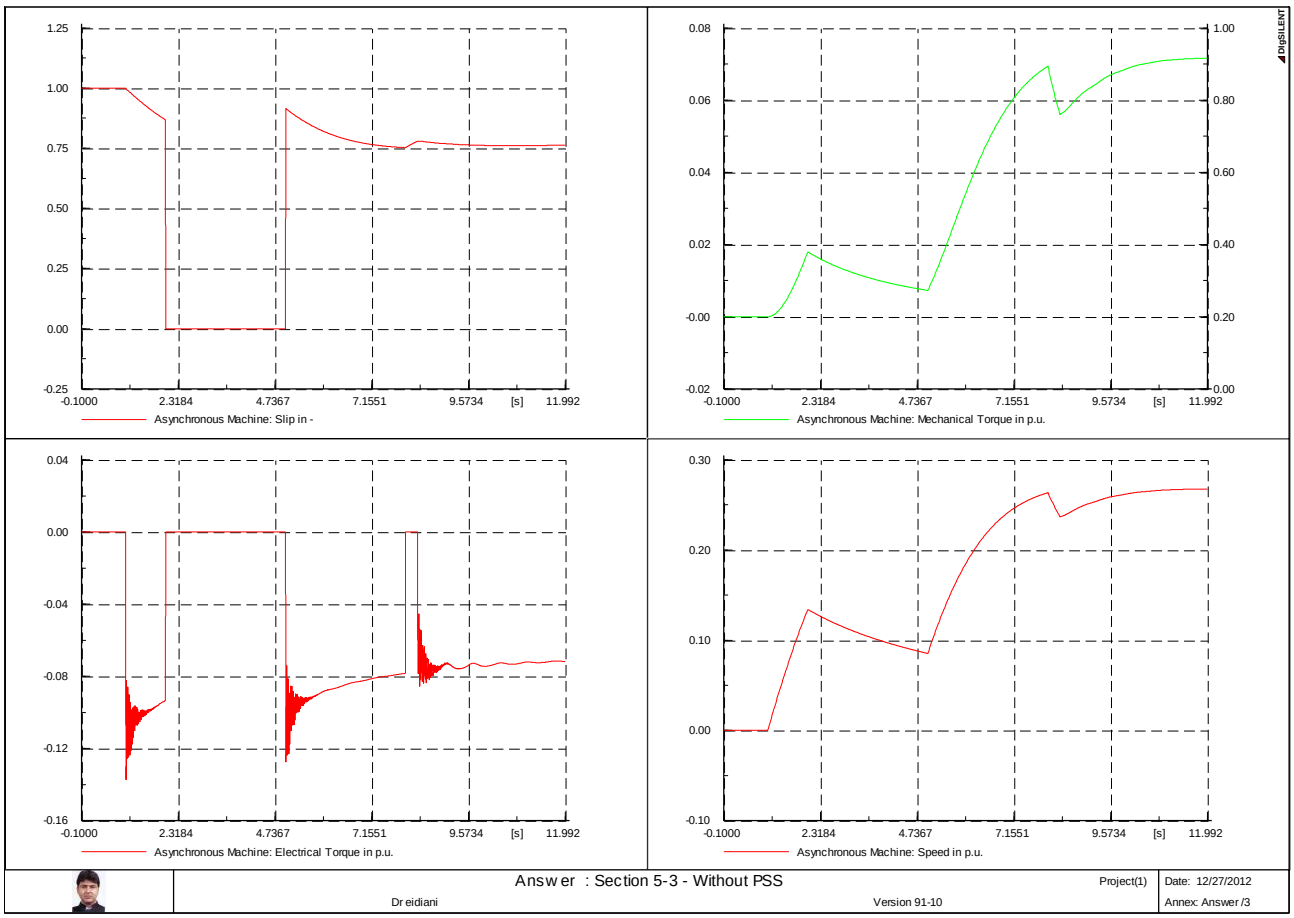
	Result File ElmRes	Element y-Axis	Var. y-Axis	Var. x-Axis
▶ 1	All calculations	Asynchronous Machine	c:xme	s:speed



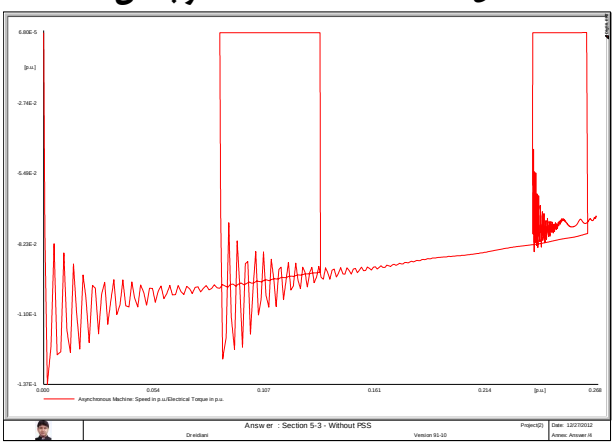
۱۸- در این قسمت، آماده شبیه‌سازی هستیم. با زدن کلید Calculate Initial Condition (کلید ۱) مطمئن می‌شویم سیستم ساخته شده، می‌تواند نقطه کار اولیه را محاسبه کند. سپس با زدن کلید Start Simulation (کلید ۲) و تعیین زمان شبیه‌سازی ۱۲ ثانیه، می‌توان شکل‌های خروجی زیر را مشاهده کرد.

۱۹- به عنوان تمرین، این شکل‌های خروجی را تحلیل کنید و سعی کنید پارامترهای دیگر ماشین آسنکرون را نیز ببینید.

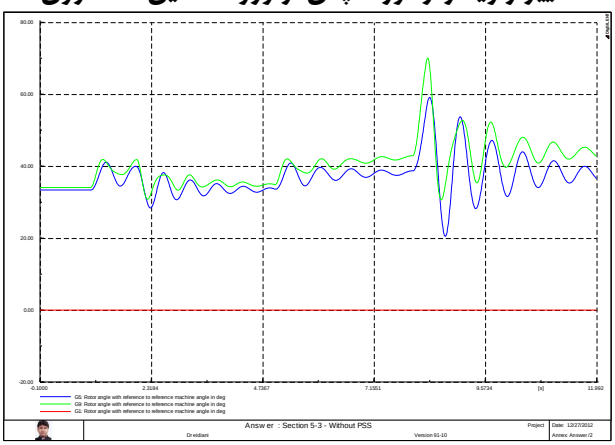
شکل ٤ تایی ساخته شده در بخش ١٦



شکل X-Y Plot ساخته شده در بخش ١٧

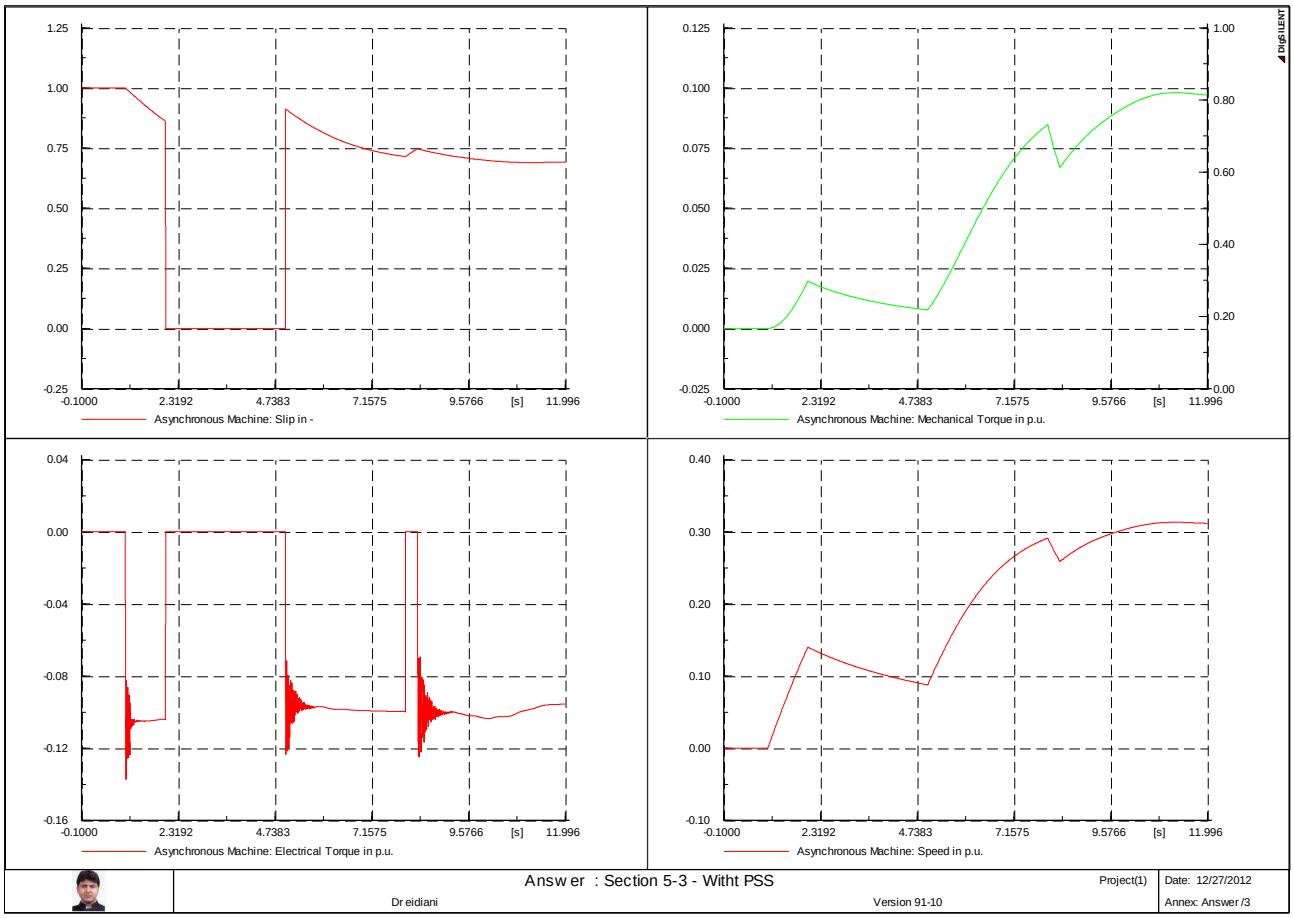


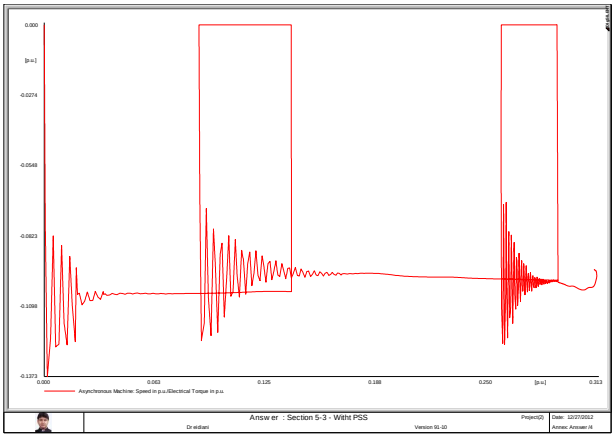
تغییر زاویه ژنراتورها پس از ورود ماشین آسنکرون -

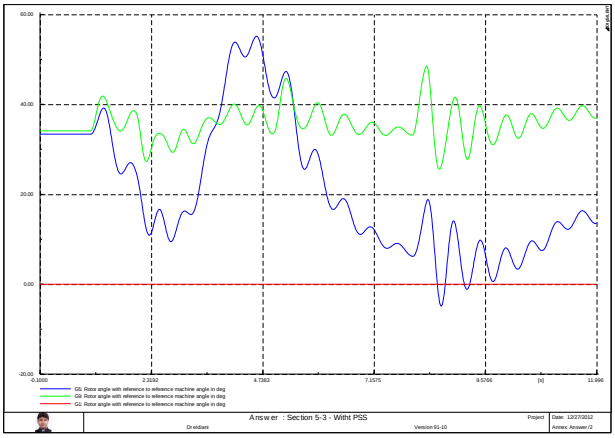


www.powerplantac.com

۲۰- در بخش نهایی، Composite Model ژنراتور ۵ را فعال کنید (out of service را بردارید). در قسمت (۱) دو صفحه قبل، غیرفعال کرده بودید؛ حال می‌توان اثر PSS را بر روی ورود و خروج ماشین آسنکرون و اتصال کوتاه آن بررسی کرد.



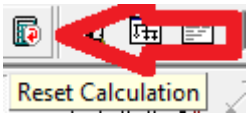




این شکل‌ها را با شکل‌های بدون PSS مقایسه کنید. چه تفاوتی می‌بینید؟ توضیح دهید.

www.powerplantac.com

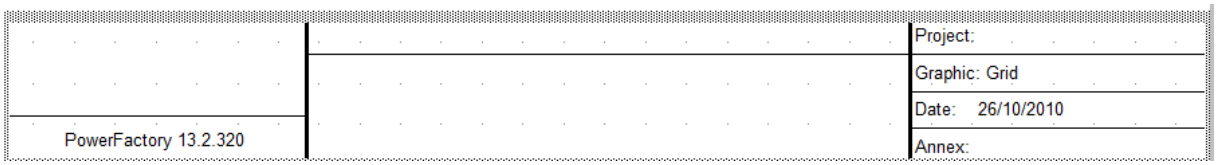
نکات تکمیلی



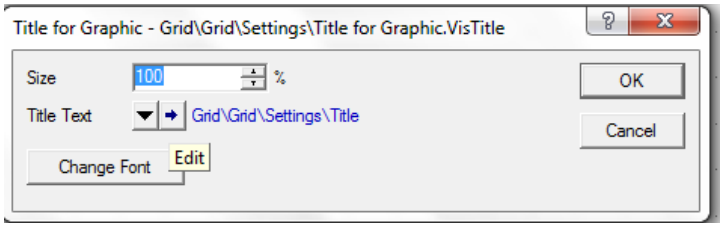
نحوه ریست کردن اطلاعات دیده شده در شکل: پس از هر پخش بار، اتصال کوتاه، تحلیل پایداری و ...، اگر می‌خواهید اطلاعات روی شبکه پاک شود باید کلید ریست را بزنید (وسط منوی بالای صفحه)

نحوه‌ی قرار دادن عکس در پروژه:

۱) دابل کلیک بر روی جدول سمت راست، پایین صفحه

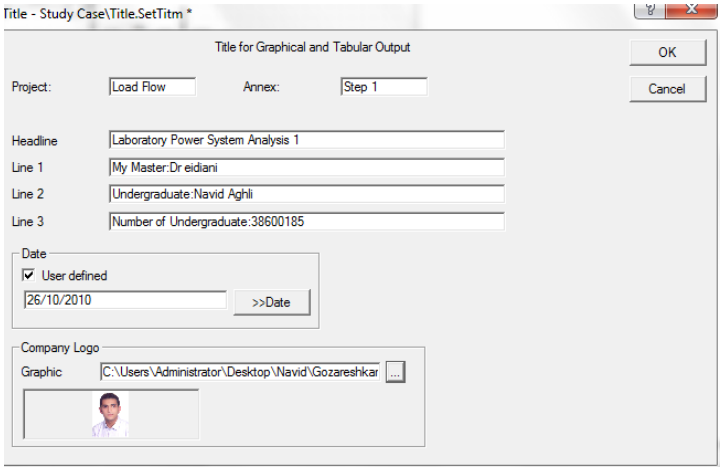


۲) کلیک بر روی Edit

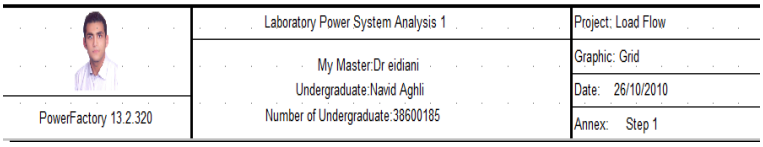


۳) نوشتن در جاهای خالی طبق نظر شخصی (نوشتن نام استاد و دانشجو الزامی است)

۴) انتخاب فایل عکس در کامپیوتر(توجه نمایید پسوند عکس شما باید BMP باشد).



۵) پس از مراحل فوق جدول کامل می‌شود.



چگونگی خروجی گرفتن یا ذخیره سازی صفحات گرافیکی (Grid) :

File/Export./Windows Metafile(*.WMF)

توجه کنید که حتماً خروجی‌ها با پسوند wmf باشد و bmp نباشد. کیفیت قابل مقایسه نیست. همچنین توجه کنید که فایل‌های wmf توسط paint باز نمی‌شود. می‌توانید آن‌ها را توسط ACDSEE ببینید و یا در word اضافه کنید و ببینید. از کلید Print Screen (Prt Sc) برای شکل‌های خروجی استفاده نکنید.

موفق باشید

www.powerplantac.com