

# کتابچه راهنمای نرم افزار فنی – مهندسی

DIGSILENT *PowerFactory*  
Version 13.1

---

شرکت برق منطقه ای فارس

معاونت برنامه ریزی و تحقیقات

۱۳۸۴

تهیه شده در :

شیراز-خیابان زند-نبش خیابان فلسطین

شرکت برق منطقه ای فارس

تلفن : ۹-۲۳۳۰۰۳۱ (۰۷۱۱)

فاکس : ۲۳۵۹۰۴۷ (۰۷۱۱)

[www.frec.co.ir](http://www.frec.co.ir)

وزارت نیرو

تماس با مترجمان :

محمد رضا گل ساز شیرازی [mshirazi@frec.co.ir](mailto:mshirazi@frec.co.ir)

احمد فرشچیان فسایی [farshchian@frec.co.ir](mailto:farshchian@frec.co.ir)

### حق چاپ و انتشار انحصاری

تمامی این ترجمه در شرکت برق منطقه ای فارس و با همکاری کارشناسان دفتر برنامه ریزی فنی و برآورد بار معاونت برنامه ریزی و تحقیقات تهیه شده است. بنابراین کلیه حقوق این ترجمه متعلق به شرکت برق منطقه ای فارس بوده و هرگونه نسخه برداری بدون کسب اجازه از این شرکت، ممنوع بوده و پیگرد قانونی دارد.

تابستان ۱۳۸۴ - شیراز

وزارت نیرو

# Getting Started Tutorial

شرکت برق منطقه ای فارس

## فهرست مطالب

<b>A Introduction .....</b>	<b>3</b>
Terms and Abbreviations .....	5
Successive Menu .....	6
<b>B Program Overview.....</b>	<b>7</b>
Philosophy of Use.....	7
Data Arrangement / Structure.....	9
DIgSILENT PowerFactory Windows .....	12
Sizing Windows and Sub-Windows .....	14
Menu Bar .....	15
Toolbar .....	16
Getting Help .....	17
Troubleshooting The Tutorial.....	18
<b>Step 0: Introducing the Tutorial Project.....</b>	<b>20</b>
Creating the Tutorial Project .....	20
Renaming the Study Case.....	24
Closing and Restarting the DIgSILENT Program.....	25
<b>Step 1: Creating Power System Elements .....</b>	<b>26</b>
The Tutorial Manager.....	26
Creating the Power System Components .....	28
Creating Busbars .....	28
Creating Branch Elements .....	30
Creating Single Port Elements.....	31
Editing the Power System Components .....	33
Editing Busbars .....	34
Jumping to Other Elements .....	36
Editing Branch Elements .....	36
Editing Single Port Elements.....	37
Performing a Load-Flow .....	38
Editing the Result Box Format .....	40
About Result Boxes .....	40
Editing the Result Box Format .....	42
Performing Short-Circuit Calculations.....	43
<b>Step 2: The Data Manager.....</b>	<b>46</b>
The Database Manager: Basics.....	47
Using the Database Manager.....	48

Initializing Step 2 .....	48
Adding a Branched-Off Line.....	49
Editing the New Elements .....	53
Performing Calculations .....	56

**Step 3: Creation of a Second Subsystem .....58**

Setting Up Step 3.....	58
Creating the Topology .....	59
Editing the Elements.....	60
Performing Calculations.....	63

**Step 4: Connecting the Subsystems.....65**

Setting Up Step 4.....	65
Activation of the Two Subsystems.....	65
Connecting Two Grids .....	67
More About Multiple Graphical Representations .....	70



**Step 5: Motor Start Simulation .....72**

Setting up Step 5.....	72
Modelling the Power Plant .....	72
Editing the Power Plant .....	73
Performing a Motor Start Simulation .....	75
Changing the MDM.....	77

**Step 6: Transient Analysis .....79**

Setting Up Step 6.....	79
Composite Models Revisited.....	79
Setting Up a Transient Short-Circuit Simulation .....	81
Defining Events .....	82
Defining Result Variables .....	84
Creating Plots .....	85
Adding Another Graph to a Subplot VI.....	85
Adding a New Empty Graph on the VI Page .....	86
Creating a New Empty VI Page .....	86
Running a Transient Simulation.....	86
Closing Up Step 6 of the Tutorial.....	87

## Chapter 5

Step 5 : Motor Start Simulation

تاکنون در این خودآموز، تنها از دو تابع محاسباتی استفاده شده است: محاسبات پخش بار و اتصال کوتاه. در این مرحله از خودآموز، قصد داریم تا یکی از ژنراتورهای شبکه انتقال را با یک مدل دارای تفصیلات بیشتر از تأسیسات برقی (*power plant*) جایگزین نماییم. این تأسیسات برقی دارای یک موتور آسنکرون بزرگ می‌باشد. بر روی شبکه منتهی از اعمال تعویض فوق، نمونه ای از آنالیز راه اندازی موتور را اجرا خواهیم نمود.

Setting up Step 5

مدیریت خودآموز را شروع نمایید :


- پنجره مدیر پایگاه داده را ببندید.
- مدیریت خودآموز را فعال نمایید.
- گزینه "Initialize Step 5" را انتخاب نمایید.
- کلید **Execute** را فشار دهید.

اینک برد گرافیکی بایستی بتواند دو نمودار تک خطی از مرحله قبل خودآموز را نمایش دهد.



- به منظور بازرسی نمودن سیستم قدرت، یک محاسبه پخش بار بر روی آن انجام دهید.

Modelling the Power Plant

ژنراتور فوقانی ("SM\_1") شبکه انتقال (Grid Part 2) بایستی با یک مدل دقیق و دارای جزئیات و تفصیلات بیشتر تعویض گردد. تصویر آن تأسیسات از قبل در پس زمینه قابل دیدن می‌باشد. برای حذف نمودن ژنراتور،

- بر ژنراتور کلیک نموده و دکمه  را بفشارید.
- به سؤال نمایش داده شده با "Yes" پاسخ دهید.

به هر حال، این ژنراتور سهمی در کنترل ثانویه دارد که بایستی تصحیح گردد :

- مرورگر حاوی کنترل های ثانویه را باز نمایید (کلید  واقع بر نوار ابزار اصلی را فشرده و  را انتخاب نمایید).
- کادر محاوره ای کنترل ثانویه را باز نمایید.
- عنصر کنترل فرکانس قدرت هنوز از ژنراتور حذف شده "SM\_1" استفاده می‌نماید، که به رنگ قرمز نشان داده شده است. بر ردیف حاوی نام این ژنراتور راست کلیک نمایید (بر شماره اولین ستون راست کلیک نمایید) و گزینه *Delete Rows* را انتخاب نمایید. این عمل باعث حذف ژنراتور از فهرست عنصر کنترل فرکانس قدرت می‌گردد.
- مرورگر را ببندید.

برای وارد کردن مدل تأسیسات برقی :

- از تصویر پس زمینه برای ترسیم یک باسبار منفرد در بالای باسبار دابل استفاده نمایید.
- بوسیله دوخط، باسبار ساده را به باسبار دابل وصل نمایید.
- سه ترمینال کوتاه (*short terminal*) را در بالای این باسبار ترسیم نمایید. مورد سمت راستی را زوم نموده تا تصویر آن بزرگتر گردد.
- با سه ترانسفورماتور، سه ترمینال کوتاه را به باسبار منفرد وصل نمایید.
- به هر کدام از دو ترمینال کناری ( راست و چپ ) یک ژنراتور سنکرون وصل نمایید. اگر به سمت پایین رسم شدند از ویژگی *Flip at Busbar* (واقع در منوی راست کلیک) استفاده نمایید.
- یک موتور آسنکرون و یک بار را به ترمینال سمت راستی وصل نمایید. اگر در حالی که اجزاء را بر روی باسبار قرار می‌دهیم، کلید **Ctrl** را فشار دهیم، جهت قرارگیری عنصر رو به بالا قرار خواهد گرفت.

مجموعه این عناصر با هم، مدل تأسیسات برقی مثال را تشکیل می‌دهند.  
با این اصلاحات، تغییرات ساختاری و توپولوژیکی گام پنجم خاتمه می‌یابد :

- لایه پس زمینه را پنهان نمایید
- نمودار را ثابت و غیرقابل ویرایش نمایید.

### Editing the Power Plant

- دو خط جدید را با هم ویرایش نمایید :  
نام : "L\_pp1a" and "L\_pp1b"  
نوع : "OHL 110kV"  
طول : 2 km
- داده های باسبار منفرد :  
نام : "PP110\_1"  
نوع : "Bar 110kV"  
ولتاژ نامی : 110 kV
- برای ویرایش داده های سه ترمینال :  
نام :  
ژنراتور سمت چپ) "Trm\_G1"  
ژنراتور سمت راست) "Trm\_G2"  
(تغذیه کننده تأسیسات) "Trm\_EB"  
نوع : "Bar 33kV"  
ولتاژ نامی : 33 kV
- برای ترانسفورماتورهای ژنراتور :  
نام :  
چپ) "Tpp1\_G1"  
راست) "Tpp1\_G2"

نوع : "TR2 60:110/33"

اگر لازم باشد، اتصالات را ۱۸۰ درجه بچرخانید.

- داده های ترانسفورماتورهای تغذیه کننده تأسیسات :

نام : "Tpp1\_EB"

نوع : "TR2 2;110/33"

اگر لازم باشد، اتصالات را ۱۸۰ درجه بچرخانید.

- دو ژنراتور را با هم ویرایش نمایید :

نام :

"PP1\_G1" ( ژنراتور چپ )

"PP1\_G2" ( ژنراتور راست )

نوع : "SGEN 150M/33kV"

ماشین مرجع : Disabled

کنترل ولتاژ : Power Factor

توان اکتیو : 50 MW

ضریب توان : 0.95

- ماشین آسنکرون را به شکل زیر ویرایش نمایید :

نام : "PP1\_ASM1"

نوع : project : ASM 33kV 3MVA

ژنراتور / موتور : "Motor"

توان اکتیو : 2 MW (در صفحه پخش بار)

- برای بار :

نام : "PP1\_L1"

نوع : "General Load"

توان اکتیو : 0.5 MW

ضریب توان : 0.8

- پخش بار را اجرا نموده و نتایج را بررسی نمایید.

ژنراتورهای جدید هریک بر روی ۵۰ مگاوات تنظیم شده و سهمی در کنترل ثانویه ندارند. اما حالا قصد

داریم تا این وضعیت را تغییر دهیم :

- ژنراتورها را با هم انتخاب نمایید، بر مجموعه انتخاب شده راست کلیک نموده و گزینه

*Add To - Power-Frequency Controller...* را انتخاب نمایید. کنترل فرکانس

قدرتی را که در مرورگر نشان داده شده است، انتخاب نمایید. کنترل ثانویه، ژنراتورها را به

لیست خودش اضافه می نماید.

- کلید "Individual Active Power" = Control Mode را بفشارید. ردیف

"Active Power Percentages" ژنراتورهای لیست شده موجود را بر روی ۳۳٪ و

ژنراتورهای اضافه شده ("SM\_2" and "SM\_4") را بر روی عدد ۱۷٪ تنظیم نمایید.

- پخش بار را اجرا نموده و نتایج را بررسی نمایید.

## Performing a Motor Start Simulation

اینک شما سیستمی با ۴ ژنراتور و یک موتور آسنکرون بزرگ دارید که قصد بررسی قابلیت راه‌اندازی موتور بر روی آن را داریم.

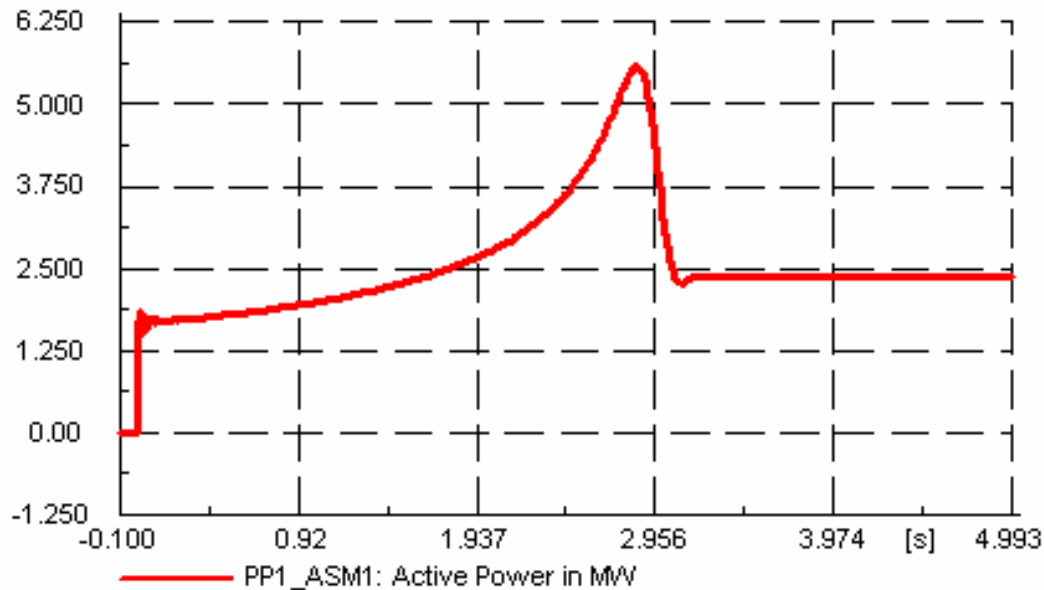
به منظور شبیه سازی راه اندازی موتور :

- موتور آسنکرون "PP1\_ASM1" به همراه سه باسبار یا ترمینال اطراف آن را با هم انتخاب نمایید.
- بر موتور آسنکرون راست کلیک نموده و گزینه *Calculate - Motor Startup* را انتخاب نمایید.
- زمان شبیه سازی را ۵ ثانیه انتخاب نمایید.

اینک فایل از پیش تعریف شده محاسبات راه اندازی موتور، اجرا می‌شود. این فایل دسته ای (*batch job*) عملیات زیر را انجام می‌دهد :

- ماشین آسنکرون را از شبکه جدا می‌سازد.
- پخش بار جدیدی را محاسبه می‌کند.
- شرایط اولیه مربوط به تمام عناصر دینامیکی را محاسبه می‌نماید.
- یک برد گرافیکی جدید با چندین منحنی خروجی از پیش تعریف شده ایجاد می‌نماید.
- شبیه‌سازی حالت گذرا را شروع نموده و به منظور سوئیچ نمودن ماشین در طی شبیه‌سازی، فرآیند "Switch Event" را اجرا می‌نماید.
- شبیه‌سازی برای مدت زمان ۵ ثانیه اجرا می‌شود. در طی این شبیه‌سازی، نمودارهای نتیجه بصورت آنی و همزمان ترسیم می‌شوند.

فایل دسته ای<sup>۱</sup> راه اندازی موتور، تنها برای هر موتور ۴ نمودار (توان حقیقی، جریان و ... را نشان می‌دهد) ایجاد می‌نماید، علاوه بر این نموداری از ولتاژهای ترمینالها یا باسبارهای انتخاب شده نیز ایجاد می‌نماید. یکی از نمودارهای نتیجه در شکل S5-1 نشان داده شده است. این شکل، تقاضای توان اکتیو ماشین آسنکرون را در طی راه اندازی نشان می‌دهد. اگر اندازه متون نمایش داده شده برای خواندن بسیار کوچک باشد، با اشاره ماوس بر آنها یک راهنمای بالونی گشوده خواهد شد، یا از کلیدهای بزرگنمایی استفاده نمایید. از روی نمودار، واضح است که میزان تقاضای توان اکتیو موتورها، اندکی بیش از ۶ مگاوات می‌باشد.



شکل 5-1: منحنی تقاضای توان اکتیو در طی راه اندازی

بعد از سپری شدن زمانی حدود ۳ ثانیه، موتور به سرعت نامی خود خواهد رسید. میزان تقاضا (دیماند) حالت ماندگار، حدود ۲/۴ مگاوات و ۱/۱ مگاوار می‌باشد که در نمودار تک خطی نیز نمایش داده شده است. تا اندازه ای این موضوع جالب می‌باشد، زیرا ما هیچ بار مکانیکی برای ماشین تعریف نکرده ایم. به دلیل وجود تلفات، ثابت باقی ماندن میزان توان بر روی ۲/۴ مگاوات نیز حداقل برای مسافت های طولانی مناسب نمی‌باشد. بنابراین سؤال اینجاست که توان مذکور چگونه مصرف می‌گردد؟ پاسخ این سؤال از کادر محاوره ای موتور، مشخص می‌گردد.

- بر روی موتور آسنکرون دوبار کلیک نمایید تا کادر محاوره ای آن باز گردد.

در صفحه "*RMS simulation*"، پارامترهای یک بار مکانیکی پیش فرض نمایش داده شده است :

ضریب همزمانی : (*=mdmlp*) 1.0 p.u.

توان (نما) : (*=mdmex*) 2.0

این دو پارامتر به مدل ماشین راه انداز موتور **ElmMdm\_\_1** تعلق دارند. این یک مدل نسبتاً ساده می‌باشد که از طریق معادله توان **mdmF00** تعیین شده است. اگر عدد نما را ۲ قرار دهیم، آنگاه تقاضای توان تبدیل به یک تابع مرتبه دوم از سرعت می‌گردد.

البته ممکن است که این مدل، مدل ماشین راه انداز موتوری که ما می‌خواهیم نباشد.

### Changing the MDM

- بر روی ماشین آسنکرون راست کلیک نموده و گزینه **Define... - Motor Driven Machine (mdm)** را انتخاب نمایید.

یک کادر محاوره ای "*Element selection*" گشوده خواهد شد، که برای ایجاد عناصر جدید استفاده می‌گردد. در حال حاضر، تنها فهرستی از سه مدل راه انداز ماشین تعریف شده از قبل و یک مدل دینامیکی عمومی ("*Common Model*") نشان داده شده است.

- مدل **Vers. 10.31-Model mdm\_\_3 (ElmMdm\_\_3)** را انتخاب نمایید.
- کلید **OK** را فشار دهید.

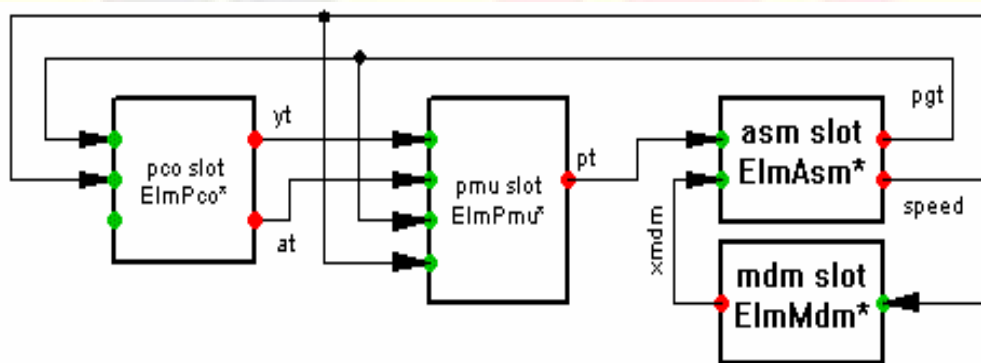
با این عمل، یک عنصر جدید **ElmMdm\_3** ایجاد می‌شود. کادر محاوره ای MDM بطور خودکار باز خواهد شد.

- مقادیر واقع بر صفحه *RMS-simulation* را ویرایش نمایید :

alf1  
= 0.95 p.u.  
slipm  
= 0.7 p.u.  
exp1  
= 2.0  
alf2  
= 0.35 p.u.  
exp2  
= 3.0  
xkmm  
= 0.15 p.u.

- کلید **OK** را فشار دهید.

اینک بطور خودکار، مدل ماشین راه انداز موتور با موتور آسنکرون تحت عنوان "Composite Model" تلفیق شده است. مدل ترکیبی از یک قاب مرکب استفاده می‌نماید. که بلوک دیگرامی مشتمل بر تجهیزات سخت افزاری کنترل کننده ها و سایر مدل هاست. قاب پیش فرض مدل مرکب برای یک ماشین آسنکرون در شکل s5-2 نمایش داده شده است. گرچه این قاب دارای ۴ شکاف (*slot*) می‌باشد، اما در این گام تنها از یک شکاف برای ماشین آسنکرون ("*asm slot*") و یک شکاف برای ماشین راه انداز موتور ("*mdm slot*")، استفاده شده است.



شکل s5-2: قاب مرکب برای ماشین آسنکرون

در این مرحله، شما اجباری ندارید که نگران این مدل های ترکیبی باشید، زیرا افزودن یک MDM به یک موتور آسنکرون یک عمل استاندارد می‌باشد.

برای مشاهده اثر اعمال MDM جدید :

- عملیات آنالیز راه اندازی موتور را تکرار نمایید.

در این شرایط، حدود یک ثانیه بیشتر طول می‌کشد تا ماشین به سرعت نامی خود برسد. در اینجا، این گام از خودآموز نیز به پایان می‌رسد.