

# کتابچه راهنمای نرم افزار فنی - مهندسی

**DIgSILENT PowerFactory**  
**Version 13.0**

---

شرکت برق منطقه ای فارس

معاونت برنامه ریزی و تحقیقات

۱۳۸۴

تمیبه شده کار :

شیراز- فیابان زند- نبش فیابان 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

مهمربنا کلساز شیرازی [mshirazi@frec.co.ir](mailto:mshirazi@frec.co.ir)

امیر فرشیان 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

شرکت برق منطقه ای فارس

وزارت نیرو

# Advanced User's Manual

شرکت برق منطقه ای فارس

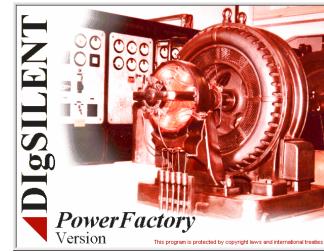
## فهرست مطالب



<b>1</b>	<b>Calculation of Transients</b>	<b>2</b>
1.1	Introduction	2
1.2	Algorithms And Modeling	3
1.3	Calculation Of Initial Values	6
1.4	Run Simulation	9
1.5	Result Objects	9
1.6	Events	10
<b>2</b>	<b>Models For Stability Analysis</b>	<b>12</b>
2.1	System Modeling Approach	12
2.2	The Composite Model	14
2.3	The Common Model	18
2.4	The Composite Frame	20
2.5	The Composite Block Definition	21
2.6	Drawing Composite Block Diagrams and Composite Frames	23
2.7	The Block Definition	28
<b>3</b>	<b>Programming Primitive Block Definitions</b>	<b>29</b>
3.1	Modeling and Simulation Tools	31
3.2	DSL Implementation: an Introduction	32
3.3	Defining DSL Models	36
3.4	The DIgSILENT Simulation Language (DSL)	36
3.5	DSL Functions	47
<b>4</b>	<b>Model Parameter Identification</b>	<b>50</b>
4.1	Target Functions and Composite Frames	51
4.2	Creating The Composite Identification Model	53
4.3	Performing a Parameter Identification	55
4.4	Identifying Primary Appliances	57
<b>5</b>	<b>The Medinas Monitoring System</b>	<b>60</b>
5.1	Hardware Description	60
5.2	Basic Installatin and Operation	61
5.3	Measurment Principles	62
5.4	Configuring the Measurment Process	67
5.5	Performing Measurments	73
5.6	Result Objects	75
5.7	The Measurment Toolbar	80
5.8	Triggering	80
5.9	The Signal Processing Block Diagrams	83
<b>6</b>	<b>Reliability Assessment Functions</b>	<b>89</b>
6.1	Contingency Analysis	89
6.2	Stochastic Reliability Assessment : Basic Theory	95
6.3	Failure Models	100
6.4	Generation Reliability Assessment	121
6.5	Network Reliability Assessment	124

## Chapter 1

## Calculation of Transients



تابع شبیه سازی حالت گذرای *DIgSILENT* رفتار دینامیکی سیستم قدرت را در حوزه زمانی مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهد. کتابخانه (آرشیو) مدلها دربرگیرنده مدلهای مختلف ژنراتورها، موتورها، کنترل کننده های تأسیسات برقی، ماشینهای تحریک شده با موتور، بارهای دینامیکی و اجزاء پسیو شبکه نظیر خطوط، ترانسفورماتورها، بارهای استاتیک و عناصر شنت، می باشد.

### 1.1 Introduction

حالتهای گذرا در سیستم های قدرت الکتریکی را عمدتاً می توان به سه محدوده زمانی تقسیم نمود :

- کوتاه مدت یا حالات گذرای الکترومغناطیسی
- میان مدت یا حالات گذرای الکترو مکانیکی
- حالات گذرای بلند مدت

به خاطر مدل سازی پیچیده چند سطحی عناصر سیستم قدرت و استفاده از الگوریتم های پیشرفته، *DIgSILENT* کل پدیده های حالت گذرای سیستم های قدرتی الکتریکی را پوشش می دهد. با این اوصاف سه تابع شبیه سازی زیر موجود می باشد:

- ۱- یک تابع پایه که از مدل حالت ماندگار شبکه (*RMS*) برای بررسی حالات گذرای بلند مدت و میانه مدت برای شبکه مقارن استفاده می کند.
- ۲- یک تابع سه فاز که از مدل حالت ماندگار شبکه (*RMS*) برای بررسی حالات گذرای بلند مدت و میانه مدت برای شبکه های مقارن و نامتقارن استفاده می کند.
- ۳- یک تابع گذرای الکترومغناطیسی (*EMT*) همراه با مدل دینامیکی شبکه برای بررسی حالات گذرای الکترومکانیکی و الکترومغناطیسی برای شبکه های مقارن و نامتقارن.

علاوه بر محاسبات گذرا، دو محاسبه اضافی دیگر نیز قابل انجام است :

- تعیین مقادیر پارامترها
- آنالیز مودال

بر اساس نتایج محاسبات پخش بار، تابع شبیه سازی *DIgSILENT* قادر است تا شرایط اولیه تمام عناصر سیستم قدرت را محاسبه نماید، درحالیکه شرط صفر بودن مشتق تمام متغیرهای حالت بارها، ماشین ها، کنترلرها و غیره صادق باشد.

همچنین در این مرحله از فرآیند شبیه سازی مشخص می گردد که چگونه نمایشی از شبکه بایستی برای آنالیزهای بعدی بکار رود، چه پله های محاسباتی باید استفاده شود، بر روی چه حوادثی بایستی کار شده و کجا بایستی نتایج را ذخیره نمود.

در شبیه سازی برای حل پخش بار شبکه AC و انتگرال گیری های متغیرهای حالت مدل دینامیکی، از یک روش تکراری استفاده شده است. استفاده از مدل های بسیار دقیق و غیر خطی سیستم باعث شده است تا حتی در طی حالت های گذرا با دامنه بزرگ نیز به پاسخهای دقیقی دست یابیم. روشهای انتگرال گیری عددی با اندازه گام های انتگرال گیری متفاوت برای سیستم های الکترومکانیکی (شامل رگولاتورهای ولتاژ و پایدارسازهای سیستم قدرت) و مدل های هیدرو مکانیکی با ترمومکانیکی باعث ایجاد بهترین نتایج در طی یک دوره زمانی مشخص شده اند.

کل فرآیند شبیه سازی حالت گذرا عمدتاً مراحل ذیل را شامل می شود:

- ۱ - محاسبه مقادیر اولیه از جمله محاسبات پخش بار.
- ۲ - تعریف متغیرهای نتیجه یا / و رخدادهای شبیه سازی.
- ۳ - تعریف دلخواه نمودارهای نتیجه و / یا دیگر ابزارهای مجازی.
- ۴ - اجرای شبیه سازی.
- ۵ - ایجاد و یا ویرایش نمودارهای نتیجه اضافی / ابزارهای مجازی جدید و موجود.
- ۶ - تغییر تنظیمات، تکرار محاسبات.
- ۷ - چاپ نتایج.

## 1.2 Algorithms and Modelling

*DIgSILENT* از روش تکراری نیوتون-رافسون و معادلات مدل دینامیکی تلفیق شده با مدل های الکترومکانیکی بسیار دقیق غیر خطی برای آنالیز شبکه ها استفاده می شود. اعمال این روش منجر شده است تا به یک راه حل بسیار دقیق دست یابیم. عموماً از هیچ گونه روش خطی سازی استفاده نشده است، بنابراین پاسخهای بدست آمده حتی در طی نوسانات گذرا با دامنه بالا پاسخهای دقیقی می باشند. روشهای انتگرال گیری، اعداد مختلفی با اندازه گام های انتگرال گیری متفاوت برای سیستم های الکترومکانیکی (شامل رگولاتورهای ولتاژ و پایدارسازهای سیستم قدرت) و مدل های هیدرو مکانیکی با ترمومکانیکی، باعث ایجاد بهترین نتایج در طی یک دوره زمانی مشخص شده اند.

شرایط اولیه بدست آمده از نتایج پخش بار منجر به این شده است که تمام معادلات مدلها تکمیل و کامل شده اند. کتابخانه و آرشیو مدلها در برگزیده مدل های با جزئیات ماشین سنکرون و آسنکرون می باشد و شامل مقادیر اشباع جریان و لغزش با نمایش پیچیده ای در سیستم توالی صفر و منفی، سیستمهای کنترل توان راکتیو استاتیک با قابلیت کلیدزنی خودکار خازنها، مدل های کلی بار وابسته به ولتاژ ثابت و گذرا و تجهیزات حفاظتی (رله های فرکانسی) نیز می باشند.

انواع مختلف کنترل کننده ها (ولتاژ، سرعت، قدرت، پایدار کننده ها و . . .) و همچنین مدل های توربین، بویلر، سیستم های هیدرولیکی، توربین های گازی و تحریک کننده ها در آرشیو مدلها گنجانیده شده اند. علاوه بر مدل های دینامیکی از پیش طراحی شده، کاربر باید قادر به تعریف انواع مدل های ریاضی مورد نیاز خود برای هماهنگی بیشتر با نیازهایش باشد.

مدل های تعریف شده توسط کاربر را می توان به آرشیو مدل های کتابخانه ای اضافه نمود. برای مثال:

- کنترل کننده های ولتاژ و سیستم های تحریک

- پایدارکننده های شبکه قدرت
- کنترل کننده های اولیه
- مدل های مولدهای برق
- مدل های ماشین تحریک کننده موتوری
- کنترل کننده های SVS

در طی فرآیند شبیه سازی این امکان وجود دارد که تمام متغیرهای تعریف شده در منحنی های نمودارهای فرعی را در پنجره خروجی درج نمود. و اصولاً همه متغیرهایی تعریف شده در جعبه نتایج به منظور پردازش های بعدی در قالب فایل ذخیره شده اند. این نتایج ذخیره شده که شامل پروتکل های بروز رخدادهای نیز می باشند را می توان ترسیم کرده یا چاپ نمود. به منظور تعریف خطاها، عملیات کلیدزنی، چاپ نتایج میانی محاسبات یا تغییر در متغیرهای نمایش داده شده میتوان در فرآیند شبیه سازی وقفه ایجاد نمود.

### ۱-۲-۱ شبیه سازی مقادیر مؤثر در حالت شبکه متقارن

تابع شبیه سازی مود  $RMS$  متقارن، قادر است تا در دستگاههای الکترومکانیکی، مدارات فرمان و وسایل حرارتی تأثیر جنبه های دینامیکی را لحاظ نماید. این تابع از یک شبکه الکتریکی پسیو در حالت متقارن یا ماندگار استفاده می کند. با استفاده از چنین نمایشی، تنها مولفه های اصلی ولتاژها و جریان ها در نظر گرفته شده و به حساب آورده می شوند.

بسته به مدل های استفاده شده برای ژنراتورها، موتورها، کنترل کننده ها، کارخانجات برقی و ماشین های دارای محرک موتوری، امکان انجام مطالعات زیر وجود دارد :

- پایداری گذرا (به طور مثال، تعیین زمانهای بحرانی رفع خطا)
- پایداری میان مدت (به طور مثال بهینه سازی ظرفیت ذخیره چرخشی با عملیات حذف بار)
- پایداری نوسانی (به طور مثال بهینه سازی ادوات کنترلی برای بهبود میرایی سیستم)
- راه اندازی موتور (به طور مثال تعیین زمانهای راه اندازی و میزان افت ولتاژ)

رویدادهای مختلفی را می توان تعریف نمود. برای مثال لیستی از انواع رخدادهای ذیلاً ارائه شده است :

- راه اندازی و یا قطعی مولدها یا موتورها
- تغییرات گام به گام بارها
- قطع بار
- کلیدزنی خط و ترانسفورماتور
- اتصال کوتاه متقارن
- وارد کردن عناصر شبکه
- خروج از مدار کارخانجات برقی
- تغییرات تنظیمات نقطه کار کنترل کننده
- تغییر هر پارامتر سیستم

به دلیل استفاده از شبکه متقارن، تنها امکان محاسبه خطاهای متقارن برای تابع شبیه سازی اصلی وجود دارد.

### ۱-۲-۲ شبیه سازی مقادیر مؤثر سه فاز

اگر مجبور باشیم خطاهای نامتقارن یا شبکه های نامتعادل را آنالیز نماییم، بایستی از تابع شبیه سازی مقادیر مؤثر ۳ فاز، استفاده کرد. این تابع شبیه سازی از نمایش ۳ فاز حالت ماندگار شبکه الکتریکی پسو استفاده می کند بنابراین می تواند شرایط نامتقارن بوجود آمده در شبکه های نامتعادل ناشی از عناصر شبکه ای نامتعادل یا خطاهای نامتقارن را محاسبه نماید. رفتار دینامیکی دستگاههای الکترومکانیکی، کنترلی و حرارتی نیز به همان روش تابع شبیه سازی اصلی ارائه شده اند.

دستگاههای الکترومکانیکی نامتقارن با استفاده از الگوی مبنای میانگین مدل شده اند. همچنین شبکه های تک فاز و دو فاز را نیز می توان به کمک این تابع شبیه سازی آنالیز نمود.

علاوه بر شبیه سازی رخدادهای مؤثر متقارن، پیشامدهای خطای نامتقارن را نیز می توان شبیه سازی نمود، نظیر:

- اتصال های کوتاه تک فاز به زمین
- اتصال های کوتاه دو فاز به زمین
- اتصال های کوتاه فاز به فاز
- قطع های تک فاز خط

همه این خطاها می توانند بطور همزمان و باهم وجود داشته باشند، بنابراین بایستی امکان آنالیز هر ترکیبی از خطاهای متقارن و نامتقارن مهیا باشد.

### ۱-۲-۳ شبیه سازی حالت گذرای الکترومغناطیسی سه فاز

در شبیه سازی *EMT* مقادیر لحظه ای جریان ها و ولتاژها در نظر گرفته می شود بنابراین رفتار دینامیکی عناصر پسو شبکه را هم می توان مدل نمود. این قابلیت برای کاربرد در موارد ذیل الزامی است:


- مؤلفه های *DC* و هارمونیک ولتاژها و جریان ها
- بررسی رفتار دقیق ماشین های دارای اینورتر
- بررسی رفتار دقیق سیستمهای انتقال *HVDC*
- رفتار غیرخطی عناصر پسو شبکه از قبیل اشباع ترانسفورماتور
- بررسی اضافه ولتاژها در وسایل کلیدزنی

از آنجایی که در این حوزه شبیه سازی شبکه الکتریکی بطور کامل مدل شده است، امکان شبیه سازی همه رخدادهای توصیف شده اعم از متقارن و نامتقارن وجود دارد. همچنین می توان از تابع *EMT* برای شبیه سازی حالات گذرای طولانی تر استفاده نمود اما از آنجایی که عناصر پسو شبکه به صورت دینامیکی مدل شده اند، بایستی پله زمانی انتگرال گیری را بسیار کوتاهتر از مود عملکرد حالت مانا در نظر گرفت و بنابراین طول زمان محاسبه بسیار طولانی تر خواهد گردید.

### 1.3 Calculation Of Initial Values

نقطه کار اولیه اجزاء شبکه نظیر ماشین ها، بارها، کنترل کننده ها و غیره باید بر اساس پخش بار شبکه تعیین شوند. در نتیجه اجرای این مرحله، ولتاژهای تحریک ژنراتور سنکرون و زوایای بار، همه متغیرهای حالت و تمام مدل‌های کارخانجات برقی و کنترل کننده ها، و کلاً هر وسیله دیگری که بطور مستقیم یا غیر مستقیم تزریق کننده جریان یک گره از مدار می‌باشد، تعیین می‌شوند.

محاسبه مقادیر اولیه به شکل زیر شروع می‌شود:

- یا با فشار دکمه  روی نوار ابزار اصلی
- یا انتخاب گزینه Calculation / Stability / initial Conditions واقع بر منوی اصلی

همچنین کادر محاوره ای شرایط اولیه جایی است که در آن تمام تنظیمات شبیه سازی تعریف شده اند. این تنظیمات شامل:

**Basic options:** نوع شبیه سازی (EMT یا RMS، متعادل یا نامتعادل)، دستور پخش بار، عنصر نتیجه و فهرست رخدادهای با این گزینه تعیین می‌شود.

**Advanced Options:** این گزینه شامل انواع حاشیه های خطا، حدود تکرار، عوامل تضعیف و


غیره می‌باشد.

**Step Sizes:** این گزینه شامل اندازه های پله زمانی و الگوریتم پله زمانی است.

#### ۱-۳-۱ گزینه های اصلی

گزینه های اصلی برای انتخاب نوع شبیه سازی و نمایش شبکه استفاده شده اند. به منظور بازرسی و ویرایش عناصر نتیجه، لیست رخدادهای دستور پخش بار، ارجاعاتی موجود می‌باشد.

#### Check Initial Conditions

اگر وضعیت بهره برداری مورد نیاز اجازه تکمیل شرایط اولیه را بدهد، سیستم قدرت در شرایط مانا قرار خواهد داشت. برای کنترل و بررسی شرایط اولیه می‌توان دکمه  بر روی نوار ابزار اصلی را فشرد. اگر برای تمام متغیرهای حالت  $dx/dt = 0$  باشد این کنترل انجام خواهد شد. اگر مشتق یک یا چند متغیر حالت صفر نباشد، سیستم قدرت از مراحل بسیار مقدماتی حتی بدون اعمال یک خطای معین شروع به حرکت خواهد کرد. در این مورد، کاربر باید وضعیت را با دقت آنالیز نماید. تمام پیغامهای خطا یا هشدار باید به دقت بررسی گردند. برای نمونه وسایلی که دارای اضافه بار شده یا نقطه کاری فراتر یا پایین تر از حد سیگنال داشته اند.

#### Automatic Step Size Adaption

این گزینه با توانمندی الگوریتم وفق پذیری پله زمانی به طور قابل ملاحظه ای باعث سرعت بخشیدن به عملیات شبیه سازی گردیده است. تنظیمات تطبیق اندازه پله در صفحه Set Size Adaption انجام می‌شود.

## ۱-۳-۲ گزینه های پیشرفته

ممکن است برای تنظیم دقیق بافت ظاهر الگوریتم شبیه سازی از گزینه های پیشرفته استفاده نمود. به کاربران بی تجربه توصیه شده است که از مقادیر نمونه استفاده نمایند :

**errsm** : حداکثر خطای تکرار معادلات گره (مقدار نمونه :  $10*errlf$ )

**erreq** : حداکثر خطای معادلات مدل (مقدار نمونه : 0/1%)

**itrlx** : حداکثر تعداد تکرار (مقدار نمونه : ۲۵)

**itrpx** : حداکثر تعداد تکرار حالت موفقیت آمیز (مقدار نمونه : ۱۰)

**itrjx** : حد تکرار برای محاسبه مجدد ماتریس ژاکوبین (مقدار نمونه : ۵)

ضریب دقت کنترل رخداد (*Resolution Factor of the Event Control*)، فاصله زمانی استفاده شده در همزمانی رخدادها را تعیین می نماید. اگر قرار باشد دو یا تعداد بیشتری رخداد باهم در یک محدوده زمانی رخ دهند، آنها بطور همزمان و همگی در یک لحظه زمانی شبیه سازی می شوند. ضریب دقت بالاتر منجر به کاهش فاصله زمانی میشود. معمولاً مقدار نمونه ۰/۱ کافی می باشد.

## ۱-۳-۳ اندازه های گام

از روش تکراری نیوتن - رافسون تلفیق شده با یک الگوریتم راحت از انتگرال مدل دینامیکی برای حل معادلات شبکه های پیچیده به هم پیوسته استفاده شده است. پارامترهایی که ذیلاً مورد بحث قرار گرفته اند به منظور پیکربندی فرآیند شبیه سازی استفاده شده و محل آنها در کادر محاوره ای پخش بار (*Comldf*) و کادر محاوره ای محاسبات مقادیر اولیه (*ComInc*) می باشد.

هر دو روش تکرار و انتگرال گیری بوسیله پارامترهای ذیل کنترل می شوند :

**itrpx** : حداکثر تعداد حالت های تکرار موفقیت آمیز (مقدار نمونه : ۲۵)

**errsm** : حداکثر خطای تکرار معادلات گره (مقدار نمونه :  $10*errlf$ )

- **"itrpx"** حداکثر تعداد تکرار در هر مرحله انتگرال گیری که با توجه به حداکثر خطای مجاز باس "errsm" تعیین می گردد را مشخص می نماید. در طی فرآیند شبیه سازی حالت گذرا، عدد نمونه تعداد تکرار لازم بین ۱ تا ۵ می باشد. تحت شرایط خاص -- یعنی بعد از کلیدزنی -- تا ۲۵ تکرار را هم می توان مشاهده نمود.
- خطای تکرار "errsm" بستگی به توان نامی ماشین ها و سطوح ولتاژ دارد. به عنوان یک مقدار شروع مناسب "errsm" باید طبق رابطه  $errsm = 10*errlf$  تنظیم شود که **errlf** حداکثر خطای مجاز پخش بار برای هر شینه "*Max Allowable load Flow Error for each Bus*" می باشد. بهترین روش کنترل، ترسیم برخی از ولتاژهای شینه های ژنراتوری می باشد. اگر پرش های ولتاژی (پله های ولتاژی) مشاهده شد، بایستی مقدار **errsm** کاهش داده شود.

همچنین تعداد تکرارها در فرآیند شبیه سازی بستگی به اندازه های گام انتگرال گیری دارد. می توان فرآیند شبیه سازی را به گونه ای تنظیم نمود که در کل فرآیند شبیه سازی از تنها یک پله زمانی استفاده

گردد، یا بسته به رخداد‌های شبیه سازی شده و مدل شبکه مورد استفاده از پله زمانی های متفاوت استفاده گردد.

کاربرد پارامترهای اندازه گام در موارد ذیل می باشد :

**dtemt**: حالات گذرای الکترومغناطیسی (مقدار نمونه : ۰/۰۰۰۱ ثانویه)

**dttyrd**: حالات گذرای الکترو مکانیکی (مقارن، نامقارن، تحریک کننده ها، پایدارکننده ها) (به طور

نمونه : ۰/۰۱ ثانویه)

**dtpmu**: حالات گذرای میان مدت ( $P_{co}$ ,  $P_{mu}$ ,  $mdm$ ) (مقدار نمونه : ۰/۱ ثانویه)


**dtout**: خروجی (مقدار نمونه : ۰/۰۱ ثانویه)


- علاوه بر الگوریتم نیوتن - رافسون که برای حل پدیده های غیر خطی ضعیف "به عنوان مثال تأثیرات اشباع در ماشین های سنکرون و آسنکرون" استفاده میشود از تابع شبیه سازی *EMT* به منظور تحلیل پدیده های غیرخطی قوی "مانند کلیدزنی، ترانسفورماتور با منحنی دو شیبه یا تایریستورها" استفاده می گردد. همچنین این امکان وجود دارد که این وقفه ها در بین پله های زمانی رخ دهند.
  - در مورد چنین وقفه ای، همه متغیرهای وابسته زمانی در لحظه وقفه درونیابی شده و شبیه سازی در همان نقطه مجدداً شروع می شود.
  - این عمل از نوسانات عددی جلوگیری کرده و استفاده از پله های زمانی انتگرال گیری کوتاهتر را در مورد ادوات الکترونیک قدرت امکان پذیر می سازد.
  - معادلات مدل دینامیکی کنترل کننده های ولتاژ (*vco*) و پایدارکننده های شبکه قدرت (*pss*) بطورهمزمان با معادلات ژنراتورها و عناصر پسیو شبکه (اندازه گام *dtgrd*) حل می شوند.
  - در حالت شبیه سازی با مدل شبه پایای شبکه، اندازه گام انتگرالگیری از ۱ میلی ثانیه برای شبکه های کوچک با ماشین های بسیارکوچک با محدوده توان نامی [kVA] تا ۲۰-۲۰۰ میلی ثانیه برای شبکه های فشارقوی با ماشین های بزرگ با محدوده توان نامی [MVA] متغیر است. اگر در طی فرآیند شبیه سازی دائماً پیغام خطای "integration failed to converge" ظاهر شود، به کاربر توصیه می گردد تا اندازه گام پیوسته انتگرال گیری 'dtgrd' را کاهش دهد.
  - سایر معادلات مدل غیرالکتریکی مانند سیستمهای محرک اولیه (*pmu*)، کنترل کننده های اولیه (*pco*) و ماشین های دارای راه انداز موتوری (*mdm*) با استفاده از پله زمانی انتگرالگیری (*dtpmu*) حل میشوند که در مورد شبیه سازی چند سرعتی کاربرد دارد.
  - پله زمانی 'dtout' فقط برای نتایج خروجی استفاده می شود و هیچ تأثیری بر روی خود فرآیند محاسبات ندارد. با انتخاب یک پله زمانی خروجی بزرگتر، فرآیند شبیه سازی سرعت یافته اما تغییرات ممکن است سریع تر در نتایج گزارش شده از بین برود.
- باید کوچکترین اندازه پله زمانی را به 'dtgrd' نسبت داد. سایر اندازه های دیگر پله زمانی باید مضربی از 'dtgrd' باشند.

## ۳-۴-۱ نتایج / رخدادها

لازم است تا تابع شبیه سازی مراجعی به عنصر نتیجه (*Result object*) برای ذخیره کردن نتایج و همچنین ارجاعی به عنصر رخداد (*Event Object*) برای تعیین رخدادهای شبیه سازی داشته باشد.


هر دو ارجاع بر روی صفحه *Result/Events* از کادر محاوره ای شرایط اولیه قابل تنظیم می باشند. دکمه جهت دار رو به پایین برای انتخاب یا تنظیم مجدد ارجاعات یا ویرایش محتویات عنصر نتیجه یا رخداد استفاده می شود. کلید جهت دار رو به پایین به منظور ویرایش خود عنصر نتیجه یا رخداد استفاده می شود.



اجزاء نتیجه (*ElmRes*) به صورت مفصل در بخش *basic user's manual* مورد بررسی قرار گرفته اند. روش دیگر برای ویرایش عنصر نتیجه فشردن دکمه  بر روی نوار ابزار اصلی یا انتخاب گزینه *Data/Stability/Result Variables* واقع بر منوی اصلی می باشد. این عمل کاربر را قادر می سازد تا محتویات عنصر نتیجه انتخاب شده جاری واقع در کادر محاوره ای شرایط اولیه را ویرایش نماید.

عناصر رخداد به صورت مفصل در بخش ۱-۶ بررسی شده اند. محتویات عنصر رخداد انتخاب شده جاری در کادر محاوره ای شرایط اولیه را می توان با فشار دکمه  بر روی نوار ابزار اصلی ویرایش نمود.

## 1.4 Run Simulation

وقتی مقادیر اولیه به صورت موفقیت آمیزی محاسبه شدند، می توان دکمه  بر روی نوار ابزار اصلی را برای شروع عملیات شبیه سازی فشرد.

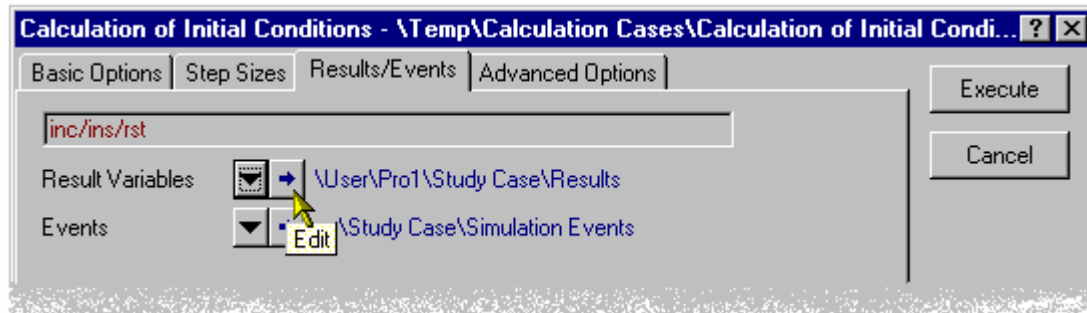
شبیه سازی برای فاصله زمانی، بین *Start Time* (زمان شروع) و *Stop Time* (زمان توقف) انجام می شود. بعد از این که یک شبیه سازی تمام شد می توان آن را با فشار دوباره دکمه  ادامه داده و یک زمان توقف جدید را هم وارد کرد. در این مورد زمان توقف را می توان نسبت به زمان شبیه سازی جاری نیز وارد کرد.

یک شبیه سازی اجرا شده را می توان با فشار دکمه  بر روی نوار ابزار اصلی قطع کرد. درحالی که شبیه سازی متوقف گردیده است می توان رخدادهای اضافی دیگر را ایجاد نمود و نتایج را ملاحظه کرد. شبیه سازی با فشار دوباره دکمه  ادامه می یابد. می توان توقف و یا ادامه شبیه سازی را به هر تعداد دفعه ای که لازم باشد انجام داد.

## 1.5 Result Objects

در طی فرآیند شبیه سازی *RMS* یا *EMT* تعداد زیادی از متغیرها (سیگنالها) نسبت به زمان تغییر می کنند. به منظور ذخیره کردن متناسبی از این سیگنالها برای استفاده های بعدی، بایستی ساختار یک یا تعداد بیشتری از عناصر نتیجه را تنظیم نمود.

کادرهای محاوره ای توابع محاسباتی که سیگنالهایی را ایجاد می نمایند بایستی دارای عناصر نتیجه مرجعی باشند نظیر آنچه در شکل ۱-۱ برای کادر محاوره ای ویرایش شرایط اولیه نمایش داده شده است.



شکل (۱-۱): مرجع عنصر نتیجه

این مرجع با فشار دکمه 'Edit' به منظور ویرایش عنصر نتیجه استفاده می شود. فشار این دکمه کادر محاوره ای ویرایش 'ElmRes' را باز خواهد کرد. برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد اجزاء نتیجه و چگونگی پیکربندی آنها به *basic user's manual* مراجعه کنید.

## 1.6 Events

رخدادها هم در محاسبات ایستا (محاسبات اتصال کوتاه) و هم برای محاسبات گذرا (شبیه سازی ها) استفاده می شوند.



DigSILENT<sup>۳</sup> نوع رخداد را پیشنهاد می کند :

۱. رخدادهای اتصال کوتاه (*EvtShc*)
۲. رخدادهای کلیدزنی (*EvtSwith*)
۳. رخدادهای مربوط به ماشین های سنکرون (*EvtSym*)

رخدادها در محفظه های رخداد ذخیره شده اند که عبارتند از :

- یک '*IntEvtshc*' که رخدادهای اتصال کوتاه را برای محاسبات اتصال کوتاه با چند خطا ذخیره می کند.
- یک '*IntEvt*' که اتصال کوتاه، کلیدزنی یا رخدادهای ماشینهای سنکرون را برای استفاده در شبیه سازی گذرا ذخیره می کند.

### ۱-۶-۱ کلیدزنی رخدادهای

رخدادهای کلیدزنی فقط در شبیه سازی های مربوط به حالت گذرا استفاده می شوند. برای ایجاد یک رخداد اتصال جدید، می توان دکمه  بر روی منوی اصلی را فشرد، اگر این دکمه فعال شده باشد یک مرورگر شامل تمام رخدادهای شبیه سازی تعریف شده را به نمایش در خواهد آورد. فشردن دکمه  در این مرورگر یک کادر محاوره ای *ComNew* را نشان خواهد داد که از آن می توان برای ایجاد یک رخداد کلیدزنی جدید استفاده کرد.

تعیین مرجع برای کلید باید به صورت دستی تنظیم کرد. زیرا ممکن است هر کلیدی از شبکه قدرت انتخاب شده باشد بنابراین بایستی وضعیت کلیدزنی خطوط، ژنراتورها، موتورها، بارها و غیره را در موقعیت غیرفعال قرار داد.

امکان ایجاد بیش از یک رخداد کلیدزنی مهیاست اگر برای مثال یک خط از هر دو انتها باز شده باشد. و رخدادهای کلیدزنی باید دارای زمان اجرای برابر (یا تقریباً مساوی) باشند.

