

شبیه‌سازی سیستم قدرت در متلب

معرفی

نرم افزار SimPowerSystems و بقیه‌ی موارد مدل‌سازی فیزیکی به همراه نرم افزار Simulink برای مدل‌سازی سیستم‌های برقی، مکانیکی و کنترل کار می‌کند.

نرم افزار SimPowerSystems در محیط Simulink کار می‌کند. بنابراین، قبل از شروع این راهنمای کاربر، آشنایی با Simulink ضرورت دارد.

نقش شبیه‌سازی در طراحی

سیستم‌های قدرت الکتریکی ترکیبی از مدارهای الکتریکی و تجهیزات الکترومکانیکی مانند موتورها و ژنراتورها می‌باشد. مهندسانی که در این زمینه کار می‌کنند به طور پیوسته در حال بهبود عملکرد سیستم هستند. نیاز به ارتقای راندمان طراحان سیستم قدرت را ملزم به استفاده از ادوات الکترونیک قدرت و راهکارهای سیستم کنترل پیچیده کرده است. چیزی که نقش تحلیل‌گر را دشوارتر می‌کند این است که اغلب سیستم غیر خطی است که تنها راه درک آن شبیه‌سازی می‌باشد.

تولید توان از هیدروالکتریک، بخار و یا بقیه‌ی سیستم‌ها تنها استفاده از سیستم‌های قدرت نمی‌باشد. یک مشخصه‌ی معمولی از این سیستم‌ها استفاده از الکترونیک قدرت و سیستم‌های کنترل آن‌ها به منظور دستیابی به اهداف عملکرد آن‌ها می‌باشد.

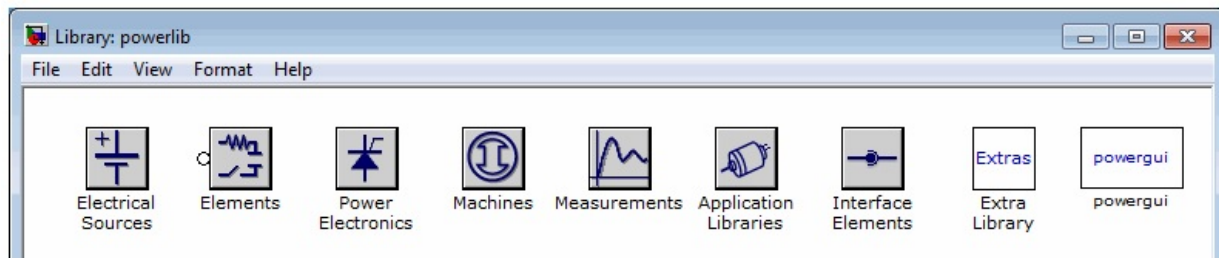
نرم افزار SimPowerSystems یک ابزار طراحی مدرن است که به دانشمندان و مهندسين امکان ساخت سریع و راحت مدل‌ها که سیستم‌های توان را شبیه‌سازی می‌کند را می‌دهد. این نرم افزار از محیط Simulink استفاده می‌کند که امکان ساخت یک مدل به طور ساده با کلیک کردن و کشیدن را می‌دهد. نه تنها توپولوژی مدار را به سرعت می‌توان رسم کرد، بلکه تحلیل سیستم می‌تواند شامل برهم کنش آن با موارد مکانیکی، حرارتی، کنترل و بقیه باشد. این امر امکان پذیر است چون که همه‌ی بخش‌های الکتریکی شبیه‌سازی با کتابخانه‌ی گسترده‌ی مدل‌سازی Simulink متقابلاً بر هم اثر می‌گذارند. از آنجایی که Simulink از موتور محاسباتی MATLAB استفاده می‌کند، طراحان همچنین می‌توانند از توابعهای MATLAB و بلوک‌های

Simulink استفاده کنند. نرم افزار SimPowerSystems از خانواده‌ی محصولات مدل‌سازی فیزیکی می‌باشد و از بلوک و واسط خطوط ارتباطی یکسان استفاده می‌کند.

کتابخانه‌های بلوک SimPowerSystems

خلاصه‌ای از کتابخانه‌های SimPowerSystems

کتابخانه‌های SimPowerSystems شامل مدل‌هایی از تجهیزات توان، نوعی مانند ترانسفورمرها، خطوط، ماشین‌ها، و الکترونیک قدرت می‌باشد. کتابخانه‌ی اصلی SimPowerSystems، powerlib، بلوک‌های آن را به کتابخانه‌هایی مطابق با رفتار آن‌ها سازمان‌دهی می‌کند. برای باز کردن این کتابخانه، کلمه‌ی powerlib را در Command Window متلب تایپ نمایید. پنجره‌ی کتابخانه‌ی powerlib آیکن‌های کتابخانه‌ی بلوک و اسم‌ها را نمایش می‌دهد. برای باز کردن کتابخانه بر روی آیکن کتابخانه دوبار کلیک نمایید تا به بلوک‌ها دسترسی داشته باشید. پنجره‌ی کتابخانه‌ی powerlib همچنین دارای بلوک Powergui می‌باشد که یک واسط کاربری گرافیکی برای تحلیل حالت پایدار مدارهای الکتریکی را باز می‌کند.



بلوک‌های Simulink غیرخطی برای مدل‌های SimPowerSystems

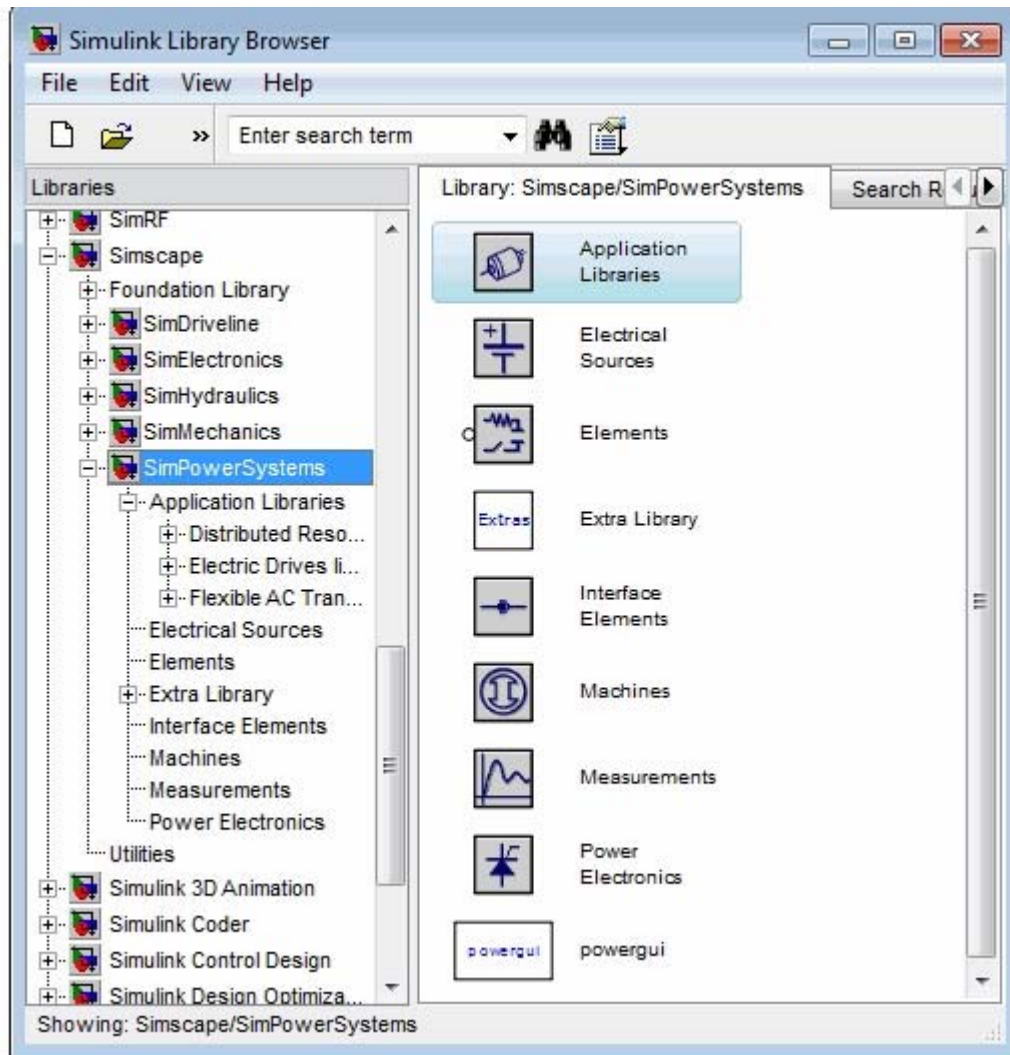
بلوک‌های Simulink غیرخطی کتابخانه‌ی powerlib در یک کتابخانه‌ی بلوک مخصوص به نام powerlib-models ذخیره شده‌اند. این مدل‌های Simulink توسط نرم‌افزار SimPowerSystems برای ایجاد مدل Simulink معادل مدار شما مورد استفاده قرار می‌گیرد.

استفاده از Simulink Library Browser برای دسترسی به کتابخانه‌های بلوک

همچنین می‌توانید به کتابخانه‌های SimPowerSystems از طریق Simulink Library Browser دسترسی داشته باشید. برای نمایش

Library Browser، بر روی دکمه‌ی Library Browser در تولبار دسکتاپ MATLAB یا پنجره‌ی مدل Simulink کلیک نمایید.

همچنین می‌توانید کلمه‌ی Simulink را در Command Window MATLAB تایپ کنید. سپس گزینه‌ی Simscape را باز کنید.



موارد مورد نیاز و مرتبط

نرم افزار SimPowerSystems به موارد زیر نیاز دارد:

MATLAB-

Simulink-

Simscape-

WWW

در ادامه می‌توانید یاد بگیرید که چگونه:

- با استفاده از کتابخانه‌ی powerlib مدارهای الکتریکی را ایجاد و شبیه‌سازی کنید

- یک مدار الکتریکی را با بلوک‌های Simulink ربط دهید

- حالت پایدار و پاسخ فرکانسی یک مدار الکتریکی را تحلیل کنید

- برای افزایش سرعت شبیه‌سازی، مخصوصاً برای مدارهای الکترونیک قدرت و سیستم‌های قدرت بزرگ، مدل خود را گسسته بسازید

- از روش شبیه‌سازی فازور استفاده کنید

- مدل‌های غیر خطی خود را بسازید

این راه‌نما از سیستم بین المللی واحدها (SI) و سیستم پریونیت (pu) استفاده می‌کند.

ساخت و شبیه‌سازی یک مدار ساده

نرم‌افزار SimPowerSystems به شما امکان ساخت و شبیه‌سازی مدارهای الکتریکی شامل المان‌های خطی و غیر خطی را می‌دهد. در این بخش می‌توانید:

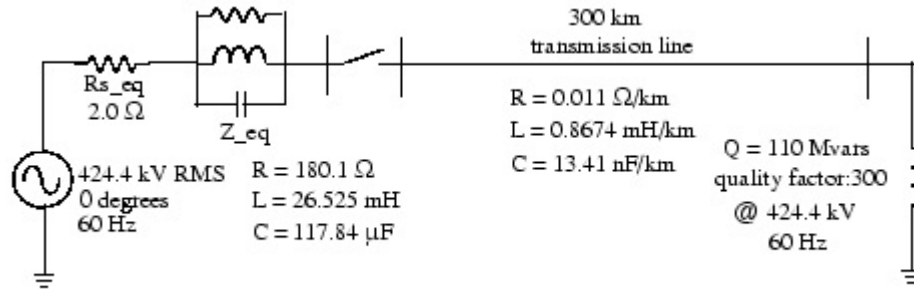
- کتابخانه‌ی powerlib را کاوش نمایید

- یاد بگیرید که چگونه یک از کتابخانه‌ی powerlib یک مدار ساده بسازید

- بلوک‌های Simulink را مدارتان ارتباط دهید

مدار زیر یک سیستم قدرت معادل که یک خط 300 km را تغذیه می‌کند، را نشان می‌دهد. خط توسط یک القاگر شنت در سمت دریافت کننده جبران‌سازی شده است. یک مدار شکن برقرسانی و عدم برق رسانی خط را ممکن می‌سازد. برای ساده‌سازی، فقط یکی از سه فاز نشان داده شده است. پارامترهای نشان داده شده در شکل نمونه‌ی نوعی از سیستم قدرت 735 kV است.

مداری که باید شبیه‌سازی شود



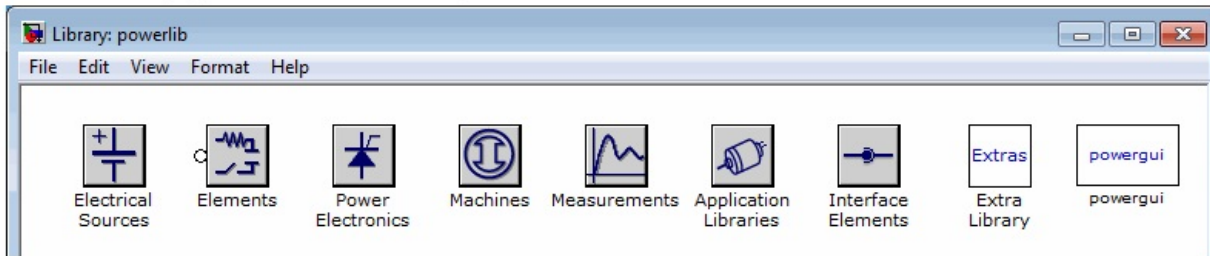
• ساخت مدار الکتریکی با کتابخانه‌ی powerlib

رابط کاربری گرافیکی استفاده از عاملیت Simulink برای اتصال اجرای الکتریکی مختلف را ممکن می‌سازد. اجزای الکتریکی در یک کتابخانه به نام powerlib جمع شده‌اند.

1- کتابخانه‌ی اصلی SimPowerSystems را با وارد کردن متن زیر در MATLAB باز کنید.

Powerlib

این دستور یک پنجره‌ی Simulink که آیکن‌های کتابخانه‌های بلوک مختلف را نشان می‌دهد، را نمایش می‌دهد.



می‌توانید بلوک‌های داخل کتابخانه‌ها را در مدار خود کپی نمایید. هر جزء توسط یک آیکن مخصوص نشان داده شده است که دارای یک یا چندین ورودی و خروجی متناسب با ترمینال‌های مختلف اجزا دارد.

2- از منوی File در پنجره‌ی powerlib، یک پنجره‌ی جدید برای ایجاد اولین مدار باز کنید و با عنوان circuit1 ذخیره کنید.

3- کتابخانه‌ی Electrical Sources را باز کنید و بلوک AC Voltage Source را در پنجره‌ی circuit1 کپی کنید.

4- دیالوگ‌باکس AC Voltage Source را با دوبار کلیک کردن آیکن باز کنید و پارامترهای دامنه، فاز، و فرکانس بر طبق مقادیر نشان داده شده در مدار وارد نمایید. توجه نمایید که دامنه‌ای که باید برای منبع سینوسی مشخص شود

مقدار پیک آن می‌باشد (در این مورد $424.4e3 \cdot \sqrt{2}$ ولت).

5- اسم این بلوک را از AC Voltage Source به Vs تغییر دهید.

6- بلوک Parallel RLC Branch را کپی کنید، که می‌توان در کتابخانه‌ی Elements یافت، پارامترهای آن را طبق مدار تنظیم نمایید، و آن را Z_{eq} بنامید.

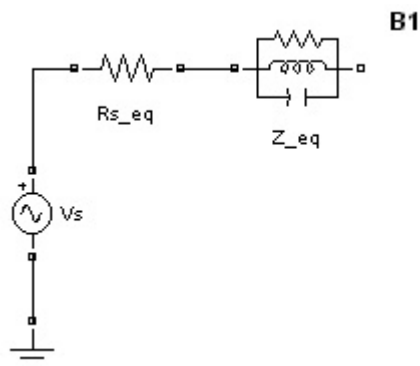
7- مقاومت R_{s_eq} مدار می‌تواند از بلوک Parallel RLC Branch به دست آید. بلوک Parallel RLC Branch را که قبلاً در پنجره‌ی circuit1 وجود دارد را کپی کنید. R را برای پارامتر Branch Type انتخاب کنید و پارامتر R را طبق مدار تنظیم کنید.

هنگامی که دیالوگ باکس بسته شود، توجه کنید که اجزای L و C محو می‌شوند به طوری که حالا آیکون یک مقاومت تک را نشان می‌دهد.

نکته: با تنظیم پارامتر Branch Type به RLC، و تنظیم L و C به ترتیب برابر با inf و $zero$ در شاخه‌ی موازی، به طور اتوماتیک Branch Type را به R تغییر می‌دهد و نتیجه‌ی مشابهی را می‌دهد. به طور مشابه، با بلوک Series RLC Branch، با تنظیم R، L، و C به ترتیب برابر با $zero$ ، $zero$ ، و inf المان مشابه را حذف می‌کند.

8- این بلوک را R_{s_eq} بنامید.

9- اندازه‌ی اجزای مختلف را تغییر دهید و بلوک‌ها را توسط کشیدن خطوط از خروجی‌ها به ورودی‌های بلوک‌های مناسب متصل کنید.



10- برای تکمیل مدار، نیاز به اضافه کردن خط انتقال و راکتور شنت دارید. مدار شکن را بعداً در Simulating Transient اضافه نمایید.

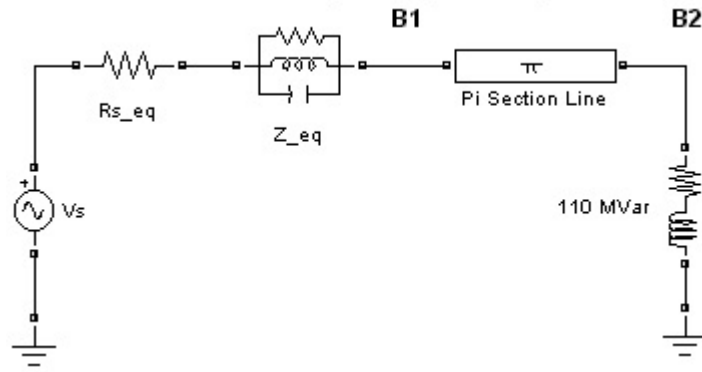
مدل یک خط با پارامترهای R، L، و C توزیع شده به طور یکنواخت، معمولاً شامل تاخیر معادل با زمان انتشار موج در طی خط می‌باشد. این مدل نمی‌تواند به عنوان یک سیستم خطی شبیه سازی شود چون که یک تاخیر برابر با تعداد نامحدود از حالات است. به هر حال، یک تقریب خوب از خط با تعداد محدود از حالات می‌تواند توسط کسکید کردن چندین مدارهای PL، که هر کدام بخش کوچکی از خط را نشان می‌دهد، به دست آید.

یک بخش PL شامل یک شاخه‌ی R-L سری و دو شاخه‌ی C شنت می‌باشد. دقت مدل به تعداد بخش‌های PL استفاده شده برای مدل بستگی دارد. بلوک PL Section Line را از کتابخانه‌ی Elements به پنجره‌ی circuit1 کپی کنید، پارامترهای آن را مطابق با مدار تنظیم کنید، و یک بخش خط را مشخص کنید.

11- راکتور شنت توسط یک مقاومت به طور سری با یک القاگر مدل می‌شود. می‌توانید از بلوک Series RLC Branch برای مدل کردن راکتور شنت استفاده کنید، اما پس از آن باید به طور دستی مقادیر R و L را از ضریب کیفیت و توان ری‌اکتیو مشخص شده در مدار محاسبه و تنظیم نمایید. بنابراین، ممکن است که بسیار مناسب ببینید که از بلوک Series RLC Load استفاده کنید که این امکان را به شما می‌دهد که به طور مستقیم توان ری‌اکتیو و ری‌اکتیو جذب شده توسط راکتور شنت را تعیین کنید. بلوک Series RLC Load را کپی کنید، که در کتابخانه‌ی Elements در powerlib وجود دارد. این بلوک را 110 Mvar بنامید. پارامترهای آن را به صورت زیر تنظیم نمایید:

```
Vn      424.4e3 V
Fn      60 Hz
P       110e6/300 w (quality factor=300)
QL      110e6 vars
Qc      0
```

توجه نمایید، چون که توان ری‌اکتیو خازنی از تعیین نشده است، خازن بر روی آیگون بلوک محو می‌شود وقتی که دیالوگ باکس بسته می‌شود. بلوک‌های جدید را همان‌طور که نشان داده شده است متصل کنید.



ادامه‌ی توضیحات در بخش‌های بعدی

www.matlabproject.ir