

کاربردهای

Simulink

در مهندسی

کاربردهای

Simulink

در مهندسی

هادی قشوجی برق
انتشارات پندار پارس

سرشناسه	: قشونچی برق، هادی، ۱۳۶۲ -
عنوان و نام پدیدآور	: کاربردهای Simulink در مهندسی / هادی قشونچی برق.
مشخصات نشر	: تهران: پندار پارس، سخنوران، ۱۳۸۹.
مشخصات ظاهری	: ۲۸۸ص: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۷۵۰۰۰ ریال: 978-964-2989-57-7
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
موضوع	: متلب (برنامه کامپیوتر)
موضوع	: سیمولینک (برنامه کامپیوتر)
موضوع	: کامپیوترها -- شبیه سازی
رده بندی کنگره	: ۱۳۸۹ ۷۶/۹QA / ش ۲ق ۵
رده بندی دیویی	: ۰۰۳/۳۵۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۳۳۶۶۲۲

انتشارات پندارپارس



www.pendarepars.com
info@pendarepars.com

دفتر فروش: انقلاب، ابتدای کارگر جنوبی، کوی رشتچی، شماره ۱۴، واحد ۱۶
تلفن: ۶۶۵۷۲۳۳۵ - تلفکس: ۶۶۹۲۶۵۷۸ همراه: ۰۹۱۲۲۴۵۲۳۴۸



نام کتاب	: کاربردهای Simulink در مهندسی
ناشر	: انتشارات پندار پارس ناشر همکار: سخنوران، مانلی
ترجمه و تالیف	: هادی قشونچی برق
چاپ اول	: اسفند ۸۹
شمارگان	: ۱۰۰۰ نسخه
طرح جلد	: محمد اسماعیلی هدی
لیتوگرافی، چاپ، صحافی	: ترام سنچ، صالحان، روشنگ

شابک : ۹۷۸-۹۶۴-۲۹۸۹-۵۷-۷

: ۷۵۰۰ تومان

*هرگونه کپی برداری، تکثیر و چاپ کاغذی یا الکترونیکی از این کتاب بدون اجازه ناشر تخلف بوده و پیگرد قانونی دارد *

فهرست

فصل اول کار در محیط سیمولینک متلب.....	۳
۱-۱- مقدمه	۳
۲-۱- سیمولینک متلب	۳
۳-۱- کار در محیط سیمولینک متلب	۳
۴-۱- اعمال تغییرات روی بلوک‌ها	۶
۱-۴-۱- وارد کردن بلوک‌ها از کتابخانه سیمولینک به صفحه کاری	۶
۲-۴-۱- تغییر اندازه بلوک	۶
۳-۴-۱- دوران بلوک	۷
۴-۴-۱- حذف بلوک یا خط اتصال	۷
۵-۴-۱- انتخاب چندین بلوک	۷
۶-۴-۱- تغییر عنوان بلوک	۷
۷-۴-۱- اضافه کردن متن در صفحه مدل	۸
۸-۴-۱- تغییر محل متن بلوک	۸
۹-۴-۱- اتصال دو بلوک	۸
۱۰-۴-۱- تغییر خطوط اتصال و جداسازی شاخه	۸
۱۱-۴-۱- تغییر رنگ بلوک‌ها	۹
۱۲-۴-۱- سایه‌دار کردن یک بلوک	۱۰
۵-۱- حل کننده‌های سیمولینک	۱۰
فصل دوم تبدیل لاپلاس	۱۳
۱-۲- مقدمه	۱۳
۲-۲- تعریف تبدیل لاپلاس	۱۳

۱۳	.....	تبدیل لاپلاس برخی توابع پرکاربرد	۳-۲
۱۴	.....	خواص تبدیل لاپلاس	۴-۲
۱۴	.....	قضیه مشتق‌گیری	۱-۴-۲
۱۴	.....	قضیه انتگرال‌گیری	۲-۴-۲
۱۵	.....	تبدیل لاپلاس حاصل‌ضرب تابع $f(t)$ در t^n	۳-۴-۲
۱۵	.....	چند مثال	۵-۲
۱۷	.....	فصل سوم آشنایی با بلوک‌های سیمولینک	
۱۷	.....	مقدمه	۱-۳
۱۷	.....	معرفی بلوک‌ها	۲-۳
۱۷	.....	Constant	۱-۲-۳
۱۷	.....	Gain	۲-۲-۳
۱۷	.....	Sum	۳-۲-۳
۱۸	.....	Subsystem	۴-۲-۳
۱۸	.....	In1	۵-۲-۳
۱۸	.....	Out1	۶-۲-۳
۱۸	.....	Integrator	۷-۲-۳
۱۹	.....	Mux	۸-۲-۳
۲۰	.....	Demux	۹-۲-۳
۲۰	.....	Scope	۱۰-۲-۳
۲۱	.....	Derivative	۱۱-۲-۳
۲۱	.....	State-Space	۱۲-۲-۳
۲۲	.....	Transfer Fcn	۱۳-۲-۳
۲۳	.....	Zero-Pole	۱۴-۲-۳

22	..... Add	-10-2-2
24	..... Subtract	-16-2-2
25	..... Product	-17-2-2
25	..... Divide	-18-2-2
26	..... Complex to Real-Image	-19-2-2
27	..... Display	-20-2-2
27	..... XY Graph	-21-2-2
27	..... Complex to Magnitude-Angle	-22-2-2
29	..... Math Function	-23-2-2
29	..... Sum of Elements	-24-2-2
30	..... Ramp	-25-2-2
30	..... Sine Wave	-26-2-2
30	..... Step	-27-2-2
30	..... Signal Builder	-28-2-2
31	..... Look-up Table (2-D)	-29-2-2
32	..... Look-up Table (n-D)	-30-2-2
33	..... Matrix Concatenation	-31-2-2
34	..... Clock	-32-2-2
34	..... MinMax	-33-2-2
35	..... Logical Operator	-34-2-2
37	..... Relational Operator	-35-2-2
38	..... Abs	-36-2-2
38	..... Enable	-37-2-2

۳۸	..... Trigger	-۳۸-۲-۲
۳۸	..... Terminator	-۳۹-۲-۲
۳۹	..... Enabled Subsystem	-۴۰-۲-۲
۳۹	..... Triggered Subsystem	-۴۱-۲-۲
۳۹	..... Enabled & Triggered Subsystem	-۴۲-۲-۲
۳۹	..... Width	-۴۳-۲-۲
۳۹	..... Memory	-۴۴-۲-۲
۴۰	..... Fcn	-۴۵-۲-۲
۴۰	..... Stop Simulation	-۴۶-۲-۲
۴۰	..... To File	-۴۷-۲-۲
۴۰	..... From Workspace	-۴۸-۲-۲
۴۰	..... Pulse Generator	-۴۹-۲-۲
۴۱	..... Repeating Sequence	-۵۰-۲-۲
۴۱	..... Random Number	-۵۱-۲-۲
۴۱	..... Chirp Signal	-۵۲-۲-۲
۴۱	..... Digital Clock	-۵۳-۲-۲
۴۱	..... Signal Generator	-۵۴-۲-۲
۴۲	..... Dot Product	-۵۵-۲-۲
۴۳	..... Sign	-۵۶-۲-۲
۴۳	..... Sine	-۵۸-۲-۲
۴۴	..... Cosine	-۵۹-۲-۲
۴۵	..... Product of Elements	-۶۰-۲-۲
۴۶	..... Ground	-۶۱-۲-۲

.....From	۶۲-۲-۳	۴۶
.....Goto	۶۳-۲-۳	۴۶
.....Switch	۶۴-۲-۳	۴۶
.....مسائل	۳-۳	۴۸
.....ضرب چند عدد مختلط	۱-۳-۳	۴۸
.....تقسیم اعداد مختلط	۲-۳-۳	۴۸
.....جداسازی اعداد روی قطر اصلی ماتریس به سیگنال‌های مجزا	۴-۳-۳	۴۹
.....آشنایی با بلوک Enable	۵-۳-۳	۵۱
.....آشنایی با بلوک Triggered	۶-۳-۳	۵۴
.....تغییر ساختار بلوک Subsystem	۷-۳-۳	۵۶
فصل چهارم تحلیل سیستم‌ها با استفاده از مدارهای کنترلی		۶۱
.....مقدمه	۱-۴	۶۱
.....ساخت یک مدل ساده	۲-۴	۶۱
.....رسم مدار کنترلی از معادلات حاکم بر سیستم‌های یک درجه آزادی	۳-۴	۶۵
.....مدلی بیولوژیکی از رشد باکتری‌ها در محفظه‌های بسته	۴-۴	۶۷
.....رسم یک معادله یا استفاده از آن در یک بازه زمانی	۵-۴	۷۱
.....آشنایی با بلوک Fcn	۶-۴	۷۳
.....عبارت $1000 \leq x \leq 2000$ را در محیط simulink شبیه‌سازی نمایید	۷-۴	۷۴
.....مثالی از مدل‌سازی غیرخطی	۸-۴	۷۵
.....رسم مدار کنترلی از معادلات حاکم بر سیستم‌های دو درجه آزادی	۹-۴	۸۱
.....چند مثال عددی از سیستم‌های ارتعاشی	۱۰-۴	۸۳
.....مثالی عددی برای سیستم‌های با دمپر	۱۱-۴	۸۵
.....استفاده از معادلات فضای حالت	۱۲-۴	۸۹

- ۹۱ ۱۳-۴- مثالی تکمیلی از سیستم‌های ارتعاشی
- ۹۳ ۱۴-۴- قاعده میسون برای نمودار گذر سیگنال
- ۹۳ ۱-۱۴-۴- روش ساده‌سازی مرحله به مرحله نمودار گذر سیگنال
- ۹۶ ۱۵-۴- سیستم ویبره مکانیکی
- ۱۰۰ ۱۶-۴- شبیه‌سازی اثر زلزله
- ۱۰۴ ۱۷-۴- بدست آوردن فرکانس‌های ذاتی سیستم
- ۱۰۹ ۱۸-۴- تحلیل شکل مودهای ارتعاش سازه
- ۱۱۵ ۱۹-۴- مدل سازی غیر خطی
- ۱۱۵ ۱-۱۹-۴- سیستم دینامیکی یک
- ۱۱۷ ۲-۱۹-۴- شبیه‌سازی دینامیکی پاندول دورانی
- ۱۱۹ ۳-۱۹-۴- مثالی از حرکت دو جسم بر روی هم
- ۱۲۳ ۲۰-۴- چند مثال سیالی
- ۱۲۳ ۱-۲۰-۴- مثال ۱
- ۱۲۵ ۲-۲۰-۴- مثال ۲
- ۱۲۷ ۳-۲۰-۴- مثال ۳
- ۱۲۹ ۲۱-۴- مثالی از سیستم‌های حرارتی
- ۱۳۲ ۲۲-۴- مثالی از دینامیک
- ۱۴۰ ۲۳-۴- چند مثال از مدارات الکتریکی
- ۱۴۰ ۱-۲۳-۴- مثال ۱
- ۱۴۲ ۲-۲۳-۴- مثال ۲
- ۱۴۴ ۲۵-۴- رسم نمودار توابع
- ۱۴۴ ۱-۲۵-۴- مثال ۱
- ۱۴۵ ۲-۲۵-۴- مثال ۲

۱۴۶.....	۲۵-۴- مسائل حل نشده
۱۴۹.....	فصل پنجم مجموعه بلوک‌های شبیه‌ساز.....
۱۴۹.....	سیستم‌های مکانیکی
۱۴۹.....	۱-۵- مقدمه
۱۴۹.....	۲-۵- معرفی بلوک ها
۱۴۹.....	Body -۱-۲-۵
۱۵۱.....	Ground -۲-۲-۵
۱۵۱.....	Machine Environment -۳-۲-۵
۱۵۲.....	Angle Driver -۴-۲-۵
۱۵۳.....	Distance Driver -۵-۲-۵
۱۵۴.....	Gear Constraint -۶-۲-۵
۱۵۵.....	Linear Driver -۷-۲-۵
۱۵۵.....	Parallel Constraint -۸-۲-۵
۱۵۶.....	Point-Curve Constraint -۹-۲-۵
۱۵۶.....	Velocity Driver -۱۰-۲-۵
۱۵۶.....	Body Spring & Damper -۱۱-۲-۵
۱۵۷.....	Joint Spring & Damper -۱۲-۲-۵
۱۵۷.....	Disassembled Cylindrical -۱۳-۲-۵
۱۵۸.....	Disassembled Prismatic -۱۴-۲-۵
۱۵۸.....	Disassembled Revolute -۱۵-۲-۵
۱۵۹.....	Disassembled Spherical -۱۶-۲-۵
۱۵۹.....	Revolute-Revolute -۱۷-۲-۵
۱۶۰.....	Revolute-Spherical -۱۸-۲-۵

160.....	Spherical-Spherical	-19-2-0
161.....	Bearing	-20-2-0
161.....	Bushing	-21-2-0
161.....	Custom Joint	-22-2-0
162.....	Cylindrical	-23-2-0
163.....	Gimbal	-24-2-0
163.....	In-plane	-25-2-0
164.....	Planar	-26-2-0
164.....	Prismatic	-27-2-0
165.....	Revolute	-28-2-0
165.....	Screw	-29-2-0
166.....	Six-DoF	-30-2-0
166.....	Spherical	-31-2-0
166.....	Telescoping	-32-2-0
167.....	Universal	-33-2-0
167.....	Weld	-34-2-0
167.....	Body Actuator	-35-2-0
168.....	Body Sensor	-36-2-0
169.....	Constraint & Driver Sensor	-37-2-0
170.....	Driver Actuator	-38-2-0
170.....	Joint Actuator	-39-2-0
171.....	Joint Initial Condition	-40-2-0
171.....	Joint Sensor	-41-2-0

۱۷۱.....	Joint Stiction Actuator - ۴۲-۲-۵
۱۷۲.....	Variable Mass & Inertia Actuator - ۴۳-۲-۵
۱۷۲.....	Connection Port - ۴۴-۲-۵
۱۷۳.....	Continuous Angle - ۴۵-۲-۵
۱۷۳.....	Convert from Rotation Matrix to Virtual Reality Toolbox - ۴۶-۲-۵
۱۷۳.....	Mechanical Branching Bar - ۴۷-۲-۵
۱۷۴.....	۳-۵- وارد کردن مکانیزم‌های شبیه‌سازی شده از SolidWorks به محیط Simulink
۱۷۴.....	۴-۵- مثال
۱۸۹.....	فصل ششم شبیه‌سازی چرخ‌دنده‌های ساده در SIMMECHANICS
۱۸۹.....	۱-۶- مقدمه
۱۸۹.....	۲-۶- رشته چرخ‌دنده‌های معمولی
۱۹۰.....	۳-۶- شبیه‌سازی سیستم چرخ‌دنده در محیط سیمولینک
۲۰۲.....	۴-۶- شبیه‌سازی چرخ‌دنده‌های ساده با چرخ‌دنده هرزگرد
۲۰۷.....	۵-۶- تمرین
۲۰۹.....	فصل هفتم مجموعه بلوک‌های هوافضا
۲۰۹.....	۱-۷- مقدمه
۲۰۹.....	۲-۷- معرفی بلوک‌ها
۲۰۹.....	Second Order Linear Actuator - ۱-۲-۷
۲۱۰.....	Second Order Nonlinear Actuator - ۲-۲-۷
۲۱۰.....	Aerodynamic Forces and Moments - ۳-۲-۷
۲۱۱.....	3DoF Animation - ۴-۲-۷
۲۱۲.....	6DoF Animation - ۵-۲-۷
۲۱۲.....	COESA Atmosphere Model - ۶-۲-۷

٢١٤.....	ISA Atmosphere Model	-٧-٢-٧
٢١٥.....	Lapse Rate Model	-٨-٢-٧
٢١٥.....	Non-Standard Day 210C	-٩-٢-٧
٢١٦.....	Non-Standard Day 310	-١٠-٢-٧
٢١٦.....	Pressure Altitude	-١١-٢-٧
٢١٧.....	Discrete Wind Gust Model	-١٢-٢-٧
٢١٩.....	Dryden Wind Turbulence Model (Continuous (+q+r))	-١٣-٢-٧
٢٢٥.....	Horizontal Wind Model	-١٤-٢-٧
٢٢٦.....	Wind Shear Model	-١٥-٢-٧
٢٢٨.....	WGS84 Gravity Model	-١٦-٢-٧
٢٢٩.....	World Magnetic Model 2000	-١٧-٢-٧
٢٣٣.....	Custom Variable Mass 3DoF (Body Axes)	-١٩-٢-٧
٢٣٣.....	Simple Variable Mass 3DoF (Body Axes)	-٢٠-٢-٧
٢٣٤.....	6DoF (Euler Angles)	-٢١-٢-٧
٢٣٨.....	6DoF (Quaternion)	-٢٢-٢-٧
٢٣٩.....	Dynamic Pressure	-٢٣-٢-٧
٢٣٩.....	Ideal Airspeed Correction	-٢٤-٢-٧
٢٤٠.....	Incidence & Airspeed	-٢٥-٢-٧
٢٤٠.....	Incidence, Sideslip, & Airspeed	-٢٦-٢-٧
٢٤١.....	Mach Number	-٢٧-٢-٧
٢٤١.....	Relative Ratio	-٢٨-٢-٧
٢٤٢.....	1D Controller [A(v),B(v),C(v),D(v)]	-٢٩-٢-٧
٢٤٤.....	1D Controller Blend $u=(1-L).K1.y+L.K2.y$	-٣٠-٢-٧

٢٤٧..... 1D Observer Form [A(v),B(v),C(v),F(v),H(v)] -٣١-٢-٧
 ٢٤٨..... 1D Self-Conditioned [A(v),B(v),C(v),D(v)] -٣٢-٢-٧
 ٢٥٠..... 2D Controller [A(v),B(v),C(v),D(v)] -٣٣-٢-٧
 ٢٥٠..... 2D Controller Blend -٣٤-٢-٧
 ٢٥٠..... 2D Observer Form [A(v),B(v),C(v),F(v),H(v)] -٣٥-٢-٧
 ٢٥٠..... 2D Self-Conditioned [A(v),B(v),C(v),D(v)] -٣٦-٢-٧
 ٢٥١..... 3D Controller [A(v),B(v),C(v),D(v)] -٣٧-٢-٧
 ٢٥١..... 3D Observer Form [A(v),B(v),C(v),F(v),H(v)] -٣٨-٢-٧
 ٢٥١..... 3D Self-Conditioned [A(v),B(v),C(v),D(v)] -٣٩-٢-٧
 ٢٥١..... Gain Scheduled Lead-Lag -٤٠-٢-٧
 ٢٥٢..... Interpolate Matrix(x,y,z) -٤١-٢-٧
 ٢٥٣..... Interpolate Matrix(x,y) -٤٢-٢-٧
 ٢٥٣..... Interpolate Matrix(x) -٤٣-٢-٧
 ٢٥٣..... Self-Conditioned [A,B,C,D] -٤٤-٢-٧
 ٢٥٥..... Calculate Range -٤٥-٢-٧
 ٢٥٥..... Estimate Center of Gravity -٤٦-٢-٧
 ٢٥٦..... Estimate Inertia Tensor -٤٧-٢-٧
 ٢٥٧..... Moments about CG due to Forces -٤٨-٢-٧
 ٢٥٨..... Symmetric Inertia Tensor -٤٩-٢-٧
 ٢٥٨..... Turbofan Engine System -٥٠-٢-٧
 ٢٥٩..... Direction Cosine Matrix to Euler Angles -٥١-٢-٧
 ٢٦٠..... Direction Cosine Matrix to Quaternion's -٥٢-٢-٧
 ٢٦١..... Euler Angles to Quaternion's -٥٣-٢-٧

۲۶۲.....	Euler Angles to Direction Cosine Matrix	-۵۴-۲-۷
۲۶۲.....	Quaternion's to Direction Cosine Matrix	-۵۵-۲-۷
۲۶۲.....	Quaternion's to Euler Angles	-۵۶-۲-۷
۲۶۲.....	3*3 Cross Product	-۵۷-۲-۷
۲۶۳.....	Adjoint of 3*3 Matrix	-۵۸-۲-۷
۲۶۴.....	Create 3*3 Matrix	-۵۹-۲-۷
۲۶۴.....	Determinant of 3*3 Matrix	-۶۰-۲-۷
۲۶۶.....	Invert 3*3 Matrix	-۶۱-۲-۷
۲۶۶.....	SinCos	-۶۲-۲-۷
۲۶۷.....	Acceleration Conversion	-۶۳-۲-۷
۲۶۸.....	Angle Conversion	-۶۴-۲-۷
۲۶۸.....	Angular Acceleration Conversion	-۶۵-۲-۷
۲۶۸.....	Angular Velocity Conversion	-۶۶-۲-۷
۲۶۸.....	Density Conversion	-۶۷-۲-۷
۲۶۸.....	Force Conversion	-۶۸-۲-۷
۲۶۸.....	Length Conversion	-۶۹-۲-۷
۲۶۹.....	Mass Conversion	-۷۰-۲-۷
۲۶۹.....	Pressure Conversion	-۷۱-۲-۷
۲۶۹.....	Temperature Conversion	-۷۲-۲-۷
۲۶۹.....	Velocity Conversion	-۷۳-۲-۷
۲۶۹.....	چند مثال	-۳-۷
۲۶۹.....	مثال ۱	-۱-۳-۷
۲۷۰.....	مثال ۲	-۲-۳-۷

پیشگفتار

تحلیل دینامیکی سیستم‌ها در حیطه مهندسی مکانیک، مکاترونیک و رباتیک و همچنین تحلیل مدارات الکتریکی در حیطه مهندسی برق از جمله مباحث جذاب و پرکاربرد حوزه‌های مهندسی ذکر شده بوده و تحلیل آنها در بعضی از موارد، کاری دشوار و طولانی می‌باشد. روش بلوک-دیاگرام و روش‌های برگرفته از کنترل اتوماتیک، یکی از روش‌های نوین در تحلیل سیستم‌های دینامیکی و سیستم‌های وابسته به زمان بوده که امروزه به طور گسترده توسط محققان مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این میان Simulink نرم افزار Matlab ابزاری بسیار قدرتمند در حوزه شبیه‌سازی سیستم‌های دینامیکی و الکتریکی می‌باشد که توانسته است جای خود را در میان دانشجویان فنی و مهندسان و محققان باز نماید. امروزه محققان به آسانی می‌توانند با استفاده از دانش شبیه‌سازی و بر اساس یک سری قوانین معین، انواع سیستم‌ها را در این محیط شبیه‌سازی نموده و از نتایج بدست آمده برای اهداف مختلفی نظیر بهینه‌سازی و بهبود عملکرد سیستم‌ها استفاده نمایند.

کتاب حاضر، یکی از جامع‌ترین کتاب‌های موجود در زمینه Simulink می‌باشد. در این کتاب، مراحل شبیه‌سازی و اجرای سیستم‌های مختلف، به صورت گام به گام بررسی شده و با چیدمان مثال‌های حل شده از ساده به دشوار سعی گردیده تا کاربر به تدریج وارد مسائل پیچیده‌تر شود. در مجموع کتاب شامل هفت فصل بوده که در برگرفته سه مجموعه بلوک‌های Simulink، SimMechanics و Aerospace Blockset می‌باشد و با مثال‌های متنوع حل شده در فصل‌های مختلف سعی شده است تا کاربر با نحوه کاربرد بلوک‌های مختلف و تحلیل سیستم‌های متنوع، پس از مطالعه کامل کتاب مشکلی نداشته باشد. این کتاب ابزای مناسب برای مهندسان مکانیک، مکاترونیک، رباتیک، برق و هوافضا و سایر علاقه‌مندان به مباحث دینامیک، ارتعاشات و کنترل خواهد بود.

در پایان به این نکته اشاره می‌شود که در تالیف و ترجمه این اثر، سعی شده است از متنی گویا و عاری از اشکال استفاده شود، اما از آنجا که هیچ کاری به دور از اشکال نیست، خواهشمندیم با ارائه انتقادات و پیشنهادات خود به آدرس الکترونیکی Ghashochi.b@aut.ac.ir ما را در جهت رفع آنها یاری نمایید.