

به نام خدا

شبیه‌سازی دینامیک و کنترل فرآیندها

با

ASPEN HYSYS DYNAMICS, ASPEN DYNAMICS,
ASPEN HYSYS & ASPEN PLUS

محمد شمسون



۱۳۹۱

سرشناسه: شاهسون، محمد، ۱۳۳۹-

عنوان و نام پدیدآور: شبیه‌سازی دینامیک و کنترل فرآیندها با

/ASPEN HYSYS DYNAMICS, ASPEN DYNAMICS, ASPEN HYSIS, ASPEN PLUS

محمد شاهسون

مشخصات نشر: تهران: اندیشه‌سرا، ۱۳۹۱.

مشخصات ظاهری: ۵۱۲ ص. مصور، جدول، نمودار.

شابک: 978-600-5716-73-3

وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا

موضوع: شیمی — فرایندها — شبیه‌سازی کامپیوتری

موضوع: شیمی — فرایندها — کنترل — برنامه‌های کامپیوتری

رده بندی کنگره: ۱۳۹۱ ش ۲ ش ۲ش ۷/TP۱۵۵

رده بندی دیویی: ۶۶۰/۲۸۱۰۱۱۳

شماره کتابشناسی ملی: ۲۹۷۶۵۲۴

فهرست کامل کتاب‌های انتشارات اندیشه‌سرا:

www.andishehsara.org



انتشارات اندیشه‌سرا

شبیه‌سازی دینامیک و کنترل فرآیندها با

ASPEN HYSYS DYNAMICS, ASPEN DYNAMICS,
ASPEN HYSYS & ASPEN PLUS

نوشته‌ی: محمد شاهسون

چاپ اول، ۱۳۹۱، شمارگان ۱۵۰، ۳۲۰۰۰ تومان

شابک ۹۷۸-۶۰۰-۵۷۱۶-۷۳-۳ ISBN 978-600-5716-73-3

حق چاپ و نشر محفوظ و هرگونه استفاده از محتوای این کتاب به داشتن اجازه‌ی کتبی از ناشر نیازمند است.

«انتشارات اندیشه‌سرا» از انتشار کتاب‌های ارزشمند حمایت می‌کند: ۹۱۲۳۱۶۱۶۸۷

مسئولیت نوشته‌های کتاب یا نویسنده است.

www.andishehsara.org

فهرست مطالب

۷	پیش‌گفتار
۸	پرونده‌های روی CD پیوست
	فصل یک
۹	1. مخزن یک‌دست‌سازی پیوسته‌ی مایع
۹	1.1. مثال e2_1_seborg, edgar, mellichamp. مخزن یک‌دست‌سازی پیوسته‌ی مایع
۲۴	2.1. مثال e4_1_seborg, edgar, mellichamp. مخزن یک‌دست‌سازی پیوسته‌ی مایع
	فصل دو
۲۳	2. مخزن غلظت پیوسته
۲۳	1.2. مثال e2_1_1_2_Ingham, Dunn, Heinzle, Prenosil, Snape. مخزن غلظت پیوسته
۴۲	2.2. مثال e2_1_2_1_Ingham, Dunn, Heinzle, Prenosil, Snape. مخازن غلظت دنبال هم
۵۲	3.2. مثال e2_1_5_1_sinnott. مخزن غلظت پیوسته
۶۲	4.2. مثال e2_1_seborg, edgar, mellichamp. مخازن غلظت دنبال هم با تابع نیروی ناضربه
۶۹	5.2. مثال e5_5_1_ogunnaike, ray. مخزن غلظت پیوسته
۷۶	6.2. مثال e6_1_himmelblau. مخزن غلظت پیوسته
۸۵	7.2. مثال p2_1_sandler. مخزن غلظت پیوسته
	فصل سه
۹۳	3. مخزن گرمایش پیوسته‌ی مایع
۹۳	1.3. مثال e1_2_2_luyben_luyben. کنترل دمای خروجی مخازن انباشت مایع
۱۱۶	2.3. مثال e1_2_1_Ingham, Dunn, Heinzle, Prenosil, Snape. گرمایش پیوسته‌ی مخزن مایع با کوئل بخار گرم کن
۱۲۳	3.3. مثال e2_1_1_4_Ingham, Dunn, Heinzle, Prenosil, Snape. پاسخ گذری به تغییر دمای جابجایی
۱۲۹	4.3. مثال e2_12_stephanopoulos. گرمایش مخزن مایع پیوسته بدون و با کنترل تناسب
۱۴۲	5.3. مثال p2_1_seborg, edgar, mellichamp. مخزن حجم ثابت با دو جریان ورودی
۱۴۸	6.3. مثال p2_2_seborg, edgar, mellichamp. گرمایش مخزن مایع با کوئل بخار گرم کن
۱۵۴	7.3. مثال p3_13_sandler. مخزن حجم ثابت با دو جریان ورودی
۱۶۰	8.3. مثال p4_10_seborg, edgar, mellichamp. جابه‌جایی آزاد مخزن مایع با سرعت باد متغیر
	فصل چهار
۱۶۷	4. گاز-زدایی پیوسته مخزن سوخت مایع با نیتروژن
۱۶۷	1.4. مثال e3_1_silla. گاز-زدایی مخزن سوخت مایع با نیتروژن
۱۷۶	2.4. مثال p10_9_seborg, edgar, mellichamp. گاز-زدایی مخزن سوخت مایع با نیتروژن
	فصل پنج
۱۸۲	5. مخزن واکنش گر شیمیایی

- 1.5. مثال e1_2_4_1_Ingham, Dunn, Heinzle, Prenosil, Snape، تجزیه‌ی آلاینده‌ی سمی ۱۸۳
 - 2.5. مثال e3_1_marlin، مخزن واکنش‌گر شیمیایی پیوسته ۱۹۳
 - 3.5. مثال e6_1_ssl، مخزن واکنش‌گر شیمیایی پیوسته ۲۰۲
 - 4.5. مثال e6_3_seborg, edgar, mellichamp، مخزن واکنش‌گر شیمیایی پیوسته ۲۱۰
 - 5.5. مثال e6_6_luyben، مخزن واکنش‌گر شیمیایی پیوسته ۲۱۹
 6. مثال e9_5_luyben، سه مخزن واکنش‌گر شیمیایی پیوسته‌ی دنباله هم ۲۲۷
- فصل ششم
6. سیستم با درنگ زمانی ۲۳۷
 - 1.6. مثال e8_1_0_ogunnaike, ray، سیستم با درنگ زمانی ۲۳۷
- فصل هفتم
7. پرکردن و تهی کردن، فشارناهی و فشارزدایی مخازن گاز و مایع با تغییر فاز ۲۴۵
 - 1.7. مثال e3_14_sandler، پرکردن مخزن با بخار آب ۲۴۵
 - 2.7. مثال e3_18_fogiel، فشارزدایی مخزن خطوط لوله گاز ۲۴۸
 - 3.7. مثال e3_12_sandler، فشارزدایی مخزن و خطوط لوله گاز ۲۵۳
- فصل هشتم
8. کاربرد توابع گذار و تبدیل لاپلاس و یافتن وارون تبدیل لاپلاس ۲۵۷
 - 1.8. مثال de2_10_dorf, bishop، طراحی کنترل موتور درایو دیسک خوان ۲۵۷
 - 2.8. مثال e2_2_ogata، یافتن وارون تبدیل لاپلاس ۲۶۴
 - 3.8. مثال e2_9_ogata، یافتن وارون تبدیل لاپلاس ۲۷۳
 - 4.8. مثال e3_1_seborg, edgar, mellichamp، حل معادلات دیفرانسیل با روش تبدیل لاپلاس ۲۷۸
 - 5.8. مثال e3_2_seborg, edgar, mellichamp، حل معادلات دیفرانسیل به روش تبدیل لاپلاس ۲۸۸
 - 6.8. مثال e3_4_chau، ساده سازی توابع گذار با روش های جفت و جد کردن پاسخ بسامدی و انباشت زمان مرده ۲۹۳
 - 7.8. مثال e3_4_seborg, edgar, mellichamp، یافتن وارون تبدیل لاپلاس ۳۰۳
 - 8.8. مثال e3_5_seborg, edgar, mellichamp، حل معادلات دیفرانسیل با روش تبدیل لاپلاس ۳۰۸
 - 9.8. مثال e3_6_4_burns، پاسخ سیستم دینامیک مرتبه دوم به تابع نیروی پله یکه ۳۱۳
 - 10.8. مثال e3_20_dukkipati، ساده سازی توابع گذار مرتبه بالا به مرتبه پایین ۳۱۹
 - 11.8. مثال e3_28_dukkipati، طراحی جبران کننده برای سیستم کنترل پس‌خور مدار پیوسته ۳۲۷
 - 12.8. مثال e3_29_dukkipati، طراحی جبران کننده برای سیستم کنترل پس‌خور مدار بسته ۳۳۴
 - 13.8. مثال e4_6_ogata، یافتن وارون تبدیل لاپلاس ۳۴۱
 - 14.8. مثال e5_1_chau، کنترل تناسبی سیستم فرآیندی مرتبه یک ۳۴۶
 - 15.8. مثال e5_1_coughanowr، یافتن وارون تبدیل لاپلاس ۳۵۶
 - 16.8. مثال e5_2_chau، کنترل تناسبی سیستم فرآیندی مرتبه دو فرامیرا ۳۶۵
 - 17.8. مثال e5_3_chau، کنترل تناسبی انتگرالی سیستم فرآیندی مرتبه یک ۳۷۴
 - 18.8. مثال e5_4_chau، کنترل تناسبی دیفرانسیلی سیستم فرآیندی مرتبه یک ۳۸۳
 - 19.8. مثال e5_9_dorf, bishop، ساده سازی توابع گذار مرتبه بالا به مرتبه پایین ۳۹۲

- 20.8. مثال e6_1_chau، روش طراحی سراسر سیستم کنترل ۴۰۱
- 21.8. مثال e6_1_seborg, edgar, mellichamp، پاسخ سیستم پیشرو-پسرو به تابع نیروی پله ۴۱۱
- 22.8. مثال e6_2_seborg, edgar, mellichamp، پاسخ سیستم پیشرو-پسرو به تابع نیروی پله ۴۱۶
- 23.8. مثال e6_3_seborg, edgar, mellichamp، یافتن وارون تبدیل لاپلاس ۴۲۱
- 24.8. مثال e6_7_luyben، پاسخ سیستم مرتبه‌ی اول به تابع نیروی شیب ۴۲۶
- 25.8. مثال e7_1_marlin، پاسخ سیستم‌های مرتبه‌ی اول دنبال هم به روش وارون تبدیل لاپلاس ۴۳۳
- 26.8. مثال ea2_13_ogata، یافتن وارون تبدیل لاپلاس برای یک تابع در میدان لاپلاس ۴۳۸
- 27.8. مثال p3_8_seborg, edgar, mellichamp، یافتن وارون تبدیل لاپلاس ۴۴۳
- 28.8. مثال p5_3_seborg, edgar, mellichamp، یافتن وارون تبدیل لاپلاس ۴۵۲
- 29.8. مثال p5_19_dougherty، ساده سازی توابع گذار مرتبه‌ی بالا به مرتبه‌ی پایین ۴۵۷

فصل نه

9. دینامیک برج تقطیر ۴۶۵
- 1.9. مثال p4_7_seborg, edgar, mellichamp، دینامیک یک مرحله از برج تقطیر ۴۶۷
- 2.9. مثال e3_1_sader-henley، تقطیر ایزوتراپیکی در یک دیگ تقطیر پیمانه ای بدون سینی ۴۶۸

فصل ده

10. اندازه سنجی شیرهای کنترلی ۴۷۵
- 1.10. مثال e5_1_fisher, emerson، اندازه سنجی شیر کنترلی ۴۷۵
- 2.10. مثال e5_2_1_smith, corripio، اندازه سنجی شیر کنترلی ۴۷۷
- 3.10. مثال e5_2_2_smith, corripio، اندازه سنجی شیر کنترلی ۴۸۱
- 4.10. مثال e5_2_3_smith, corripio، اندازه سنجی شیر کنترلی ۴۸۳
- 5.10. مثال e5_2_4_smith, corripio، یافتن مشخصه‌ی سرشت شیر، مشخصه‌ی خط و تجهیزات، و مشخصه‌ی نصب شده‌ی کل فرآیند ۴۸۵
- 6.10. مثال e5_2_fisher, emerson، اندازه سنجی شیر کنترلی ۴۹۵
- 7.10. مثال e10_1_darby، گزینش گونه مناسب شیر کنترل برای یک فرآیند ۴۹۷

مراجع

پیش گفتار

فرآیندهای واحدهای عملیاتی صنعتی مانند نفت و گاز، شیمی، پتروشیمی، نیروگاهی، غذایی، دارویی، خودرو و سایر صنایع و در یک نگاه کلی تر تمامی فرآیندهای فیزیکی دارای دو کارکرد ماندگار و دینامیک هستند. اگر شرایط بیرونی حاکم بر کارکرد دینامیک با زمان ثابت بماند، همواره با گذشت زمان کافی، در حالت حدی و به شکل مجانبی، کارکرد دینامیک به کارکرد ماندگار خواهد رسید. راه اندازی، ایست و تغییرات زمانی آهسته، پیوسته یا ناگهانی (خواسته یا ناخواسته) یک یا چند پارامتر کارکرد فرآیندی واحدها، نمونه هایی از فرآیندهای دینامیک و گذرا از واحدهای عملیاتی است.

در حالی که بسیاری از فرآیندهای فیزیکی در طبیعت بدون کنترل روی می دهند، اما برای تمامی واحدهای عملیاتی در سیستم های صنعتی، سیستم کنترل مناسب طراحی شده است تا با فرمان مناسب، در هنگام برون رفت فرآیند از کارکرد خواسته شده، پس از رسیدن به شرایط کارکرد بهینه برگرداند و یا در هنگام بروز تغییرات ناگهانی مهارنشده، سبب ایست فرآیند و در نتیجه جلوگیری از آسیب های اقتصادی و انسانی شود.

امروزه به تهاجم نرم افزار به گوناگونی برای شبیه سازی و طراحی کارکرد ماندگار و دینامیک واحدهای عملیاتی سیستم کنترل در دسترس است. در گذشته بسته های نرم افزاری فراهم شده توسط مؤسسات و کمپانی های گوناگون با هم سازگاری کمتری داشتند، اما امروز تلاش شده است تا بسته های نرم افزاری عملیات واحد، دارای سازگاری و هم خوانی بسیار باشد.

آموزش ها در رده های دانشگاهی و صنعتی در کشور، در زمینه شبیه سازی و طراحی فرآیندهای عملیات واحد و سیستم کنترل، بسنده نیست و جواب گویا تحقیقات علمی و نیاز صنعت نبوده است. هدف و تلاش نگارنده در فراهم کردن این کتاب، مدل سازی نرم افزاری و ارائه دانش فنی و مبنای نظری به زبان ساده و در دسترس گذاشتن طیف گسترده ای از نمونه ها و پروژه های جواب دار از منابع معتبر دانش فنی و مبنای نظری و کاتالوگ سازندگان بوده است تا بدون نیاز به زمینه ای آموزش های نظری و نرم افزاری، کاربران بتوانند با الگوبرداری از این پروژه ها، نمونه های مورد نیاز خود را با این بسته های نرم افزاری، شبیه سازی و طراحی کنند.

این کتاب بستر مناسب تحقیقاتی را برای دانشجویان فنی و مهندسی در شاخه های شیمی، فرآیند، نفت و گاز، پتروشیمی و مکانیک فراهم می کند. کارشناسان و استادان درگیر با پروژه های تحقیقاتی کاربردی در صنعت می توانند با تهیه این کتاب، به پروژه های نزدیک به زمینه کاری خود دسترسی داشته باشند.

نگارنده هرگونه پیشنهاد و نقطه نظر سازنده، خطاهای احتمالی و مشاوره پیرامون پروژه ها، سبانی نرم افزاری و نظری ارائه شده در این کتاب را از طریق نشانی پستی زیر پذیرا می باشد.

پرونده‌های روی CD پیوست

پرونده‌های روی CD پیوست، شامل موارد زیر است:

۱. پرونده‌ی pdf. شامل صورت پروژه از منبع اصلی

۲. پرونده‌ی pdf. شامل دانش فنی، جداول و نمودارهای کاری و داده‌های سودمند برای برخی از پروژه‌ها

۳. پرونده‌ی pdf. شامل پاسخ‌ها و نمودارهای به دست آمده از بسته‌های نرم‌افزاری برای هر پروژه

م‌گذاری پروژه‌ها بر پایه‌ی شماره در منبع اصلی و نام نویسنده یا نویسندگان است. بنابراین مثال شماره ۱ از فصل ۲ مرجع ۱ دارای نام‌گذاری e2_1_seborg, edgar, mellichamp است و در پوشه‌ای به همین نام درج شده است. این مرجع سه نسخه دارد که در نام‌گذاری آمده است.

کاربر با گشودن پرونده‌ی pdf هر پروژه و مشاهده‌ی چهارخانه‌ی متن بالای آن پرونده، می‌تواند پی ببرد که آن پروژه با کدام یک از بسته‌های نرم‌افزاری شبه‌سازی شده است.