

۵۷۶۶ / ۱

اتوماسیون، سامانه‌های تولید و ساخت یکپارچه به کمک رایانه

(جلد اول)

پدیدآورنده

ماکل پ. گرور

استاد صنایع سیستم‌های مهندسی

دانشگاه سی‌های، سیلوانیا

برگرداننده

سید محسن صفوی

دانشیار دانشکده مهندسی مکانیک

دانشگاه صنعتی اصفهان



اتوماسیون سامانه‌های تولید و ساخت یکپارچه به کمک رایانه (جلد اول)

پدیدآور.....	مایکل پ. گروور
برگردان.....	سیدمحسن صفوی
ویراستار.....	آنوسا سعادت
حروفچین و صفحه‌آرا.....	زحل شیروانی
طراح جلد.....	آیدا رضایی
لیتوگرافی، چاپ و صحافی.....	چاپخانه دانشگاه صنعتی اصفهان
ناشر.....	انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان
چاپ دوم.....	پاییز ۱۳۹۷
شمارگان.....	۳۰۰ جلد
شابک دوره.....	۹۷۸-۹۶۴-۸۴۷۶-۵۱-۴
شابک جلد اول.....	۹۷۸-۹۶۴-۸۴۷۶-۵۲-۱
قیمت.....	۲۰۰۰۰۰ ریال

سرشناسه	گروور، مایکل پ. ۱۹۱۹-م P Groover, Michael
عنوان و نام پدیدآور	اتوماسیون، سامانه‌های تولید و ساخت یکپارچه به کمک رایانه/تالیف مایکل پ. گروور؛ ترجمه سید محسن صفوی
فروست	مشخصات نشر : اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان، انتشارات، ۱۳۸۸
شابک	مشخصات ظاهری : ج۲
وضعیت فهرست‌نویسی	انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان؛ ۵۹. گروه فنی و مهندسی، ۳۲
یادداشت	دوره: ۴-۵۱-۸۴۷۶-۹۷۸-۹۶۴؛ ج ۱: ۱-۵۲-۸۴۷۶-۹۷۸-۹۶۴
یادداشت	عنوان اصلی: Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing, c2008
موضوع	کتابنامه. واژه‌نامه. نمایه.
موضوع	تولید - - فرآیندها - - خودکاری
موضوع	تولید - - نظارت
موضوع	طراحی و تولید کامپیوتری
موضوع	سیستم‌های تولید جامع کامپیوتری
شناسه افزوده	صفوی، سید محسن، ۱۳۳۸ - مترجم، دانشگاه صنعتی اصفهان. انتشارات
رده‌بندی کنگره	۱۳۸۸ الف ۵۴/۱۸۳ TS
رده‌بندی دیویی	۶۷۰/۴۲۷
شماره کتابشناسی ملی	۱۹۶۲۷۹۱

حق چاپ برای انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان محفوظ است.

اصفهان: دانشگاه صنعتی اصفهان - انتشارات - کدپستی ۸۴۱۵۶-۸۳۱۱۱ تلفن: ۳۳۹۱۲۵۰۹ (۰۳۱) دورنگار: ۳۳۹۱۲۵۲۸ برای خرید اینترنتی کلیه کتاب‌های منتشره انتشارات می‌توانید به وبگاه <http://publication.iut.ac.ir> مراجعه و یا مستقیماً از کتابفروشی انتشارات واقع در کتابخانه مرکزی دانشگاه صنعتی اصفهان (تلفن: ۳۳۹۱۳۹۵۲) خریداری فرمائید.

پیشگفتا، ولف

اولین انتشار این کتاب در سال ۱۹۸۰ میلادی با عنوان

Automation, Production Systems, and Computer Aided Manufacturing

انجام گردید. یک سال پس از آن اصلاح شده در سال ۱۹۸۷ با حدود ۲۰۰ صفحه بیشتر و با کمی تفاوت در عنوان به صورت

Automation, Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing

منتشر شد. صفحات اضافه شده به واقع پوشش سرفصل‌هایی مانند ربات‌های صنعتی، کنترل‌کننده‌های منطقی قابل برنامه‌ریزی، جابجایی و ذخیره مواد و کنترل کیفی را توسعه داد. اما عمده کتاب بسیار شبیه متن ۱۹۸۰ بود. زمانی که کار بر روی این نسخه کتاب را آغاز نمودم (که انتشار دوم از نسخه ۱۹۸۷ و در حقیقت سومین نسل از انتشار ۱۹۸۰ می‌باشد) واضح بود که کتاب نیاز به یک بازنویسی کامل دارد. فناوری‌های جدید پدید آمده و فناوری‌های موجود پیشرفت نموده و تئوری‌ها و روش‌های جدید در ادبیات تحقیقی عرضه گردیده و فهم خود من از اتوماسیون و سیستم‌های تولید به نظر خودم رشد نموده و بالغ گردیده است. خوانندگان دو کتاب قبلی، انتشار حاضر کتاب را کاملاً متفاوت از قبلی‌ها می‌یابند. سازماندهی کتاب عمده‌تاً تغییر یافته، سرفصل‌های جدید اضافه شده و بعضی از سرفصل‌ها از انتشارهای قبلی حذف گردیده یا پوشش آن کاهش یافته است. بی‌اغراق می‌توان گفت تمامی کتاب بازنویسی شده، بسیاری از شکل‌ها جدید هستند و در واقع این یک کتاب جدید است.

تغییر زیاد کتاب مخاطره دارد. هر دو انتشار قبلی کتاب برای ناشر و من بسیار موفقیت‌آمیز بوده است. بسیاری از مدرسین این کتاب را برگزیده و به سازمان و پوشش فصل‌های آن خو گرفته‌اند. بسیاری درس‌ها براساس این کتاب تنظیم گردیده است. مدرسین در خصوص انتشار جدید کتاب با این همه مطالب جدید چه فکر خواهند کرد؟ امیدوارم کتاب جدید را امتحان

نمایند و آن را بهبود قابل توجهی نسبت به انتشار سال ۱۹۸۷ کتاب و هم‌چنین هر کتاب متن دیگری در همین زمینه بیابند.

تغییرات خاص در این انتشار جدید چه مواردی هستند؟ ابتدا، سازمان کتاب عمدتاً بهبود

یافته است. به دنبال دو فصل مقدماتی، کتاب در پنج بخش اصلی سازماندهی گردیده است:

۱- اتوماسیون و فناوری‌های کنترل: شش فصل در مورد اتوماسیون، کنترل کامپیوتری صنعتی، اجزاء سیستم کنترل، کنترل عددی، ربات‌های صنعتی و کنترل‌کننده‌های منطقی قابل برنامه‌ریزی.

۲- فناوری‌های جابه‌جایی مواد: چهار فصل شامل سیستم‌های جابه‌جایی مواد از نوع سنتی و خودکار (سیستم‌های نقاله و سیستم‌های نقلیه با هدایت اتوماتیک)، سیستم‌های ذخیره سنتی و خودکار، شناسایی خودکار و دریافت اطلاعات.

۳- سیستم‌های تولید: هفت فصل در مورد طبقه‌بندی سیستم‌های تولید، سلول‌های تک ایستگاه، فناوری نیروی، سیستم‌های تولید انعطاف‌پذیر، خطوط مونتاژ دستی، خطوط انتقال و مونتاژ اتوماتیک.

۴- سیستم‌های کنترل کیفی: چهار فصل شامل تضمین کیفی، کنترل فرایند آماری، اصول بازرسی و فناوری‌های بازرسی (شیرهای CMM و بینایی ماشین).

۵- سیستم‌های پشتیبانی تولید: چهار فصل در مورد طراحی محصول و CAD/CAM، برنامه‌ریزی فرایند، برنامه‌ریزی تولید (کنترل)، و تولید متکی (Lean) و چابک (Agile).

سایر تغییرات در سازمان و پوشش انتشار، در مقایسه با نسخه ۱۹۸۷ عبارت‌اند از:

- پوشش وسعت یافته مبانی اتوماسیون، برنامه‌ریزی کنترل عددی، فناوری گروهی، سیستم‌های تولید انعطاف‌پذیر، ذخیره و جابه‌جایی مواد، کنترل کیفی و بازرسی، فناوری‌های بازرسی، کنترل‌کننده‌های منطقی قابل برنامه‌ریزی.

- فصل‌ها یا قسمت‌های جدید در مورد سیستم‌های تولید، سیستم‌های تولید تک ایستگاه، تجزیه و تحلیل خط مونتاژ مدل‌های مختلط، تضمین کیفی و کنترل فرایند آماری، روش‌های تاکوچی، اصول و فناوری‌های بازرسی، مهندسی همرو (Concurrent) شناسایی خودکار و جمع‌آوری داده‌ها، تولید متکی و چابک.

- تثبیت کنترل عددی به یک فصل (انتشار قبلی سه فصل داشت).

- تثبیت ربات‌های صنعتی به یک فصل (انتشار قبلی سه فصل داشت).

- فصل‌های سیستم‌های کنترل کاملاً تجدید نظر گردیده تا فناوری و کاربرد صنعتی را منعکس نماید.

- مسائل کمی بیشتر در مورد عناوین بیشتر: حدوداً ۴۰۰ مسأله در انتشار جدید وجود دارد که تقریباً ۵۰٪ افزایش نسبت به نسخه ۱۹۸۷ می‌باشد.

- یادداشت‌های تاریخی برای توصیف توسعه و سابقه تاریخی بسیاری از فناوری‌های اتوماسیون.

با تمامی این تغییرات و طرح‌های جدید، هدف اصلی کتاب ثابت باقی مانده است. این کتاب متن عمدتاً برای دانشجویان مهندسی در سطح پایانی کارشناسی و یا ابتدای دوره کارشناسی ارشد و دکتری طراحی شده است. این کتاب ویژگی‌های یک کتاب متن مهندسی یعنی معادلات، مسائل مثال، نمودارها، و تمرین‌های پایان فصل را داراست. این کتاب همچنین باید برای مهندسین عملی و مدیرانی که مایل به یادگیری در مورد اتوماسیون و فناوری‌های سیستم‌های تولید در تولید مدرن می‌باشند، مفید باشد. در فصل‌های متعدد، راهنمایی‌های کاربردی نشان داده شده تا به خوانندگان کمک کنند تا در خصوص آن‌که آیا فناوری خاصی مناسب برای عملیات آنها می‌باشد، تصمیم‌گیری نمایند.

مایکل پ. گروور

پیشگفتار مترجم

قبل از هر چیز خداوند بزرگ را شاکرم که توفیق آماده‌سازی و ارائه این اثر برای استفاده علاقه‌مندان را عطا فرمود. امروزه سرعت پیشرفت فناوری‌های ساخت و تولید و طراحی سیستم‌های نوین تولید و اتوماسیون برای پاسخگویی به نیازهای متنوع صنعتی و تولیدی روزافزون گردیده و مطالب علمی و روش‌های مربوط به این فناوری‌ها به طور مستمر در حال تحول و تکامل می‌باشند، به طوری که مدرسین و اساتید و متخصصین دانشگاه و صنعت بایستی به‌طور مستمر با دینرسی به آخرین مطالب جدید، به تدوین مجدد مطالب پرداخته و آخرین دستاوردهای روز دنیا را به صورت علمی و تخصصی به دانشجویان و دانش‌پژوهان علاقه‌مند ارائه نمایند. در علم، درس‌های مربوطه در دانشگاه‌ها و مراکز علمی و آموزشی به طور مرتب متحول گردیده و بسیاری از واحدهای صنعتی و تولیدی نیز تلاش می‌نمایند تا خود را همپای این تحولات به‌روز نمایند.

کتاب حاضر جلد اول ترجمه انتشارات ۲۰۰۶ کتاب جامع و معروف پروفیسور گروور استاد دانشگاه لی‌های در کشور امریکا است که در دهه اخیر مرجع و متن ارزشمندی برای تعداد متعددی از درس‌های مهندسی مکانیک، صنایع و سیستم‌ها، ساخت و تولید و دیگر مهندسی‌های تخصصی بوده و توسط مدرسین و اساتید دانشگاهی مورد استفاده قرار گرفته است. اینجانب نیز هم‌زمان و به موازات تعداد زیادی از دانشگاه‌های معتبر دنیا انتشارهای مختلف این کتاب را در طول بیش از پانزده سال گذشته در چندین درس مورد تدریس خود، به عنوان کتاب متن و یا مرجع کامل در زمینه مطالب درسی معرفی نموده‌ام و دانشجویان مقاطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری از آن بهره‌گیری نموده‌اند. اصل این کتاب توسط مؤلف چندین بار متحول و بهینه گردیده و انتشار حاضر در واقع پس از بازنگری کاملی که در سال ۲۰۰۳ توسط مؤلف انجام گرفته، تدوین گردیده و همان‌گونه که در پیشگفتار مؤلف آمده، سرفصل‌های متعددی نسبت به قبل اضافه شده و بخشی از مطالب انتشارهای گذشته حذف و اضافه گردیده است تا متناسب با پیشرفت فناوری در سیستم‌های تولید و اتوماسیون بتواند پاسخگویی نیازهای به روز دانشجویان، پژوهشگران و اساتید و علاقه‌مندان به دانستن آخرین یافته‌های علمی و صنعتی در عرصه دانشگاه و صنعت باشد. اگرچه انتشارهای گذشته کتاب به ویژه انتشار ۱۹۸۷ جهت استفاده به عنوان کتاب متن درسی بسیار مناسب بوده‌اند، اما اقدام به ترجمه کامل کتاب بر روی انتشار جدیدتر انجام گردید. با این وجود مترجم قبلاً نیز

اقدام به انتشار کتاب فارسی "سیستم‌های تولید اتوماتیک و مونتاژ صنعتی و تجهیزات مربوطه" که برگرفته از کتاب حاضر می‌باشد نموده که در سطح وسیعی مورد استفاده علاقه‌مندان و دانشجویان دانشگاه‌های کشور قرار گرفته است.

چنانکه در سرفصل‌های این کتاب ملاحظه می‌شود پس از فصل‌های مقدماتی در خصوص معرفی سیستم‌های تولید و عملیات ساخت، تدوین کتاب، در ۵ بخش شامل فصل‌های متعدد صورت گرفته که عمدتاً در بخش اول موضوع اتوماسیون و فناوری‌های کنترلی، در بخش دوم موضوع جابه‌جایی مواد و ذخیره‌سازی، در بخش سوم سیستم‌های تولید و مونتاژ و فناوری‌های جدید مورد استفاده در آنها، در بخش چهارم سیستم‌های کنترل کیفی و در بخش پایانی سیستم‌های پشتیبانی تولید پوشش داده شده است. لازم به ذکر است که ترجمه کتاب در دو جلد انجام گرفته که جلد اول شامل ۱۲ فصل و جلد دوم شامل ۱۵ فصل می‌باشد.

مجموعه مطالب این کتاب برای استفاده کلیه دانشجویان رشته‌های مهندسی در مقاطع مختلف به ویژه در گرایش‌های مهندسی مکانیک، طراحی، ساخت و تولید، سیستم‌ها و اتوماسیون به کار می‌آید. چنانکه اشاره شد، امروزه اصل کتاب در بسیاری از دانشگاه‌های مهم و معتبر دنیا به عنوان منبع و متن اصلی استفاده می‌گردد. دلیل اقدام به ترجمه کتاب تسهیل استفاده و دسترسی به مطالب در کتاب برای دانشجویان عزیز و همکاران دانشگاهی و سایر علاقه‌مندان می‌باشد.

ترجمه کتاب حاضر مستقیماً بر مبنای ویراست‌های گسترده‌ای بوده که با همکاری بی‌دریغ و صمیمانه چند نفر از دانشجویان دانشنامه می‌باشد اینجانب در چند ساله اخیر و هم‌چنین کمک‌های فراوان همکاران عزیز در انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان صورت گرفته است. اینجانب تشکر و سپاس خود را از دانشجویان کوشا و به تلاش خود که در این زمینه به طور مؤثر همکاری داشتند، تقدیم می‌نمایم.

هم‌چنین لازم می‌دانم از حوصله و دقت و زحمات بی‌مانند سرکارخانم زحل شیروانی که به طور صبورانه و ماهرانه تایپ و صفحه‌آرایی این کتاب را به عهده داشتند، تشکر و قدردانی نمایم. از سرکارخانم آتوسا سعادت‌نی‌به خاطر ویراستاری کتاب، در پیوسته محترم مرکز نشر دانشگاه، جناب آقای مهندس محسن مرنندی به خاطر حمایت‌ها و پیگیری‌های مستمر و تلاش‌های وافر ایشان و هم‌چنین از سایر همکاران در قسمت چاپ و آماده‌سازی سپاسگزاری و قدردانی می‌نمایم.

دکتر سید محسن صفوی
استاد مهندسی مکانیک
دانشگاه صنعتی اصفهان

فهرست مطالب

یک	پیشگفتار مؤلف
پنج	پیشگفتار مترجم

فصل ۱: مقدمه

۳	۱-۱ وسائل سیستم تولید
۵	۱-۱-۱ تولید با حجم کم
۷	۱-۱-۲ تولید با حجم متوسط
۸	۱-۱-۳ تولید با حجم بالا
۹	۲-۱ سیستم‌های پشتیبانی تولید
۱۲	۳-۱ اتوماسیون در سیستم‌های تولید
۱۲	۱-۳-۱ سیستم‌های تولید اتوماتیک
۱۵	۲-۳-۱ سیستم‌های پشتیبانی تولید کامپیوتری
۱۶	۳-۳-۱ دلایل اتوماسیون
۱۸	۴-۱ نیروی انسانی در سیستم‌های تولید
۱۸	۱-۴-۱ نیروی انسانی در عملیات کارخانه
۲۰	۲-۴-۱ نیروی انسانی در سیستم‌های پشتیبانی تولید
۲۱	۵-۱ استراتژی‌ها و اصول اتوماسیون
۲۱	۱-۵-۱ اصل USA
۲۳	۲-۵-۱ ده استراتژی برای اتوماسیون و سیستم‌های تولید
۲۵	۳-۵-۱ استراتژی گذر به اتوماسیون

۶-۱	سازماندهی و پیکربندی کتاب	۲۷
	مراجع	۲۸

فصل ۲: عملیات تولیدی

۱-۲	صنایع تولیدی و محصولات	۳۵
۲-۲	عملیات ساخت	۳۹
۱-۲-۲	عملیات فرایندی و مونتاژ	۴۰
۲-۲-۲	سایر عملیات کارخانه	۴۳
۳-۲	روابط تولید و محصول	۴۴
۱-۳-۲	کمیت، تولید و تنوع محصول	۴۴
۳-۲	بازدیدگی محصول و قطعه	۴۵
۲-۳-۲	توانایی‌ها و محدودیت‌های یک کارخانه	۵۰
۴-۲	مفاهیم تولید، مدل، ریاضی	۵۲
۱-۴-۲	نرخ تولید	۵۲
۲-۴-۲	ظرفیت تولید	۵۵
۳-۴-۲	بهره‌وری و در دسترس بودن	۵۷
۴-۴-۲	زمان کلی تولید	۵۹
۵-۴-۲	موجودی در حال فرایند (WIP)	۶۱
۵-۲	هزینه‌های عملیات تولید	۶۲
۱-۵-۲	هزینه‌های ثابت و متغیر	۶۲
۲-۵-۲	نیروی انسانی مستقیم، مواد، هزینه‌های غیرمستقیم	۶۳
۳-۵-۲	هزینه استفاده از تجهیزات	۶۸
	مسائل	۷۲
	مراجع	۷۹

بخش اول: اتوماسیون و فناوری‌های کنترل

فصل ۳: مقدمه‌ای بر اتوماسیون

۱-۳	عناصر اصلی یک سیستم اتوماتیک	۸۶
۱-۱-۳	توان برای انجام فرایند اتوماتیک	۸۷
۲-۱-۳	برنامه دستورات	۸۹
۳-۱-۳	سیستم کنترل	۹۴
۲-۳	کارکردهای پیشرفته اتوماسیون	۹۷
۱-۲-۳	نظارت بر ایمنی	۹۷

۹۹	۲-۲-۳ نگهداری و تشخیص تعمیرات
۱۰۰	۳-۲-۳ کشف و جبران خطا
۱۰۴	۳-۳ سطوح اتوماسیون
۱۰۶	مراجع

فصل ۴: سیستم‌های کنترل صنعتی

۱۰۸	۱-۴ صنایع جریانی در مقابل صنایع تولید مجزا
۱۰۸	۱-۱-۴ سطوح اتوماسیون در این دو دسته صنعتی
۱۱۰	۲-۱-۴ متغیرها و پارامترهای این دو صنعت
۱۱۱	۲-۴ کنترل پیوسته در مقابل کنترل گسسته
۱۱۲	۱-۲-۴ سیستم‌های کنترل پیوسته
۱۱۸	۲-۲-۴ سیستم‌های کنترل گسسته
۱۲۰	۳-۴ کنترل فرایند از طریق کامپیوتر
۱۲۲	۱-۳-۴ مارومات کنترل
۱۲۴	۲-۳-۴ توانایی‌های کنترل کامپیوتری
۱۲۸	۳-۳-۴ سطوح کنترل و ایند صنعتی
۱۳۰	۴-۴ شیوه‌های کنترل این کامپیوتری
۱۳۱	۱-۴-۴ نظارت کردن کامپیوتری فرایند
۱۳۲	۲-۴-۴ کنترل دیجیتال مد تقیم
۱۳۴	۳-۴-۴ رباتیک و کنترل عددی
۱۳۵	۴-۴-۴ کنترل‌کننده‌های منطقی قابل برنامه‌ریزی
۱۳۵	۵-۴-۴ کنترل نظارتی
۱۳۶	۶-۴-۴ سیستم‌های کنترل توزیع شده و کامپیوتری شخصی
۱۴۲	مراجع

فصل ۵: حسگرها، عملگرها و دیگر اجزای سیستم کنترل

۱۴۴	۱-۵ حسگرها
۱۴۸	۲-۵ عملگرها
۱۵۰	۳-۵ تبدیل آنالوگ به دیجیتال
۱۵۴	۴-۵ تبدیل دیجیتال به آنالوگ
۱۵۷	۵-۵ وسایل ورودی/خروجی برای اطلاعات مجزا
۱۵۷	۱-۵-۵ ارتباط ورودی/خروجی تماسی
۱۵۸	۲-۵-۵ شمارنده‌ها و تولیدکننده‌های پالس
۱۵۹	مسائل
۱۶۰	مراجع

فصل ۶: کنترل عددی

۱۶۵	۱-۶ اصول فناوری NC
۱۶۵	۱-۱-۶ اجزای اصلی یک سیستم NC
۱۶۶	۲-۱-۶ دستگاه‌های مختصات NC
۱۶۸	۳-۱-۶ سیستم‌های کنترل حرکت
۱۷۳	۲-۶ کنترل عددی کامپیوتری
۱۷۴	۱-۲-۶ ویژگی‌های CNC
۱۷۷	۲-۲-۶ واحد کنترل ماشین برای CNC
۱۸۱	۳-۲-۶ نرم افزار CNC
۱۸۲	۳-۶ DNC
۱۸۲	۳-۶ کنترل عددی مستقیم
۱۸۳	۲-۱-۶ کنترل عددی توزیع شده
۱۸۶	۴-۶ کاربردهای NC
۱۸۶	۱-۴-۶ کارهای ماشین‌ابزاری
۱۹۲	۲-۴-۶ کاربردهای دیگر NC
۱۹۳	۳-۴-۶ مزایا و معایب NC
۱۹۵	۵-۶ برنامه‌نویسی قطعه NC
۱۹۶	۱-۵-۶ سیستم کدگذاری NC
۲۰۶	۲-۵-۶ برنامه‌نویسی دستی قطعه
۲۱۳	۳-۵-۶ برنامه‌نویسی قطعه به کمک کامپیوتر
۲۱۷	۴-۵-۶ برنامه‌نویسی قطعه با APT
۲۳۴	۵-۵-۶ برنامه‌نویسی قطعه NC با استفاده از CAM/CA
۲۳۸	۶-۵-۶ وارد کردن دستی داده
۲۳۹	۶-۶ تحلیل مهندسی سیستم‌های موقعیت‌دهی NC
۲۴۰	۱-۶-۶ سیستم‌های موقعیت‌دهی حلقه باز
۲۴۳	۲-۶-۶ سیستم‌های موقعیت‌دهی حلقه بسته
۲۴۶	۳-۶-۶ دقت در موقعیت‌دهی NC
۲۴۹	مسائل
۲۷۴	مراجع

فصل ۷: رباتیک‌های صنعتی

۲۷۷	۱-۷ اجزاء ربات‌ها و مشخصات مرتبط
۲۷۷	۱-۱-۷ مفصل‌ها و لینک‌ها
۲۷۹	۲-۱-۷ پیکربندی عمومی ربات‌ها

۲۸۴	۳-۱-۷ سیستم‌های محرک مفصل‌ها
۲۸۶	۲-۷ سیستم‌های کنترل ربات
۲۸۸	۳-۷ عملگرهای نهایی
۲۸۹	۱-۳-۷ چنگال‌ها
۲۹۰	۲-۳-۷ ابزارها
۲۹۱	۴-۷ حسگرها در رباتیک
۲۹۲	۵-۷ کاربردهای ربات‌های صنعتی
۲۹۴	۱-۵-۷ کاربردهای حمل مواد
۲۹۶	۲-۵-۷ عملیات فرایندی
۳۰۰	۳-۵-۷ مونتاژ و بازرسی
۳۰۳	۶-۷ برنامه‌ریزی ربات
۳۰۳	۱-۶-۷ برنامه‌نویسی رهبریت
۳۰۸	۲-۶-۷ زبان‌های برنامه‌نویسی ربات
۳۱۳	۳-۶-۷ شناسایی و برنامه‌نویسی برون خطی
۳۱۵	۷-۷ آنالیز مهندسی ربات‌های صنعتی
۳۱۵	۱-۷-۷ مقدمه‌ای بر سیستماتیک جزء عملگر
۳۲۴	۲-۷-۷ دقت و قابلیت تکرار
۳۲۸	مسائل
۳۳۷	مراجع

فصل ۸: کنترل گسسته به وسیله کنترل‌کننده‌ای منطقی قابل

برنامه‌ریزی و کامپیوترهای شخصی

۳۴۰	۱-۸ کنترل فرایند به روش گسسته
۳۴۰	۱-۱-۸ کنترل منطقی
۳۴۹	۲-۱-۸ ترتیب‌گذاری
۳۴۹	۲-۸ دیاگرام‌های منطقی نردبانی
۳۵۵	۳-۸ کنترل‌کننده‌های منطقی قابل برنامه‌ریزی
۳۵۷	۱-۳-۸ اجرای PLC
۳۵۹	۲-۳-۸ چرخه عملیاتی PLC
۳۶۰	۳-۳-۸ توانایی‌های بیشتر یک PLC
۳۶۱	۴-۳-۸ برنامه‌نویسی PLC
۳۶۴	۴-۸ به کارگیری منطق نرم توسط کامپیوترهای شخصی
۳۶۶	مسائل
۳۶۹	مراجع

بخش دوم: حمل و نقل مواد و فناوری های شناسایی

فصل ۹: مقدمه ای بر حمل و نقل مواد

۳۷۴	۱-۹ نگاه کلی به تجهیزات حمل و نقل مواد
۳۷۸	۲-۹ ملاحظات در طراحی سیستم حمل و نقل مواد
۳۷۸	۱-۲-۹ خصوصیات مواد
۳۷۹	۲-۲-۹ نرخ جریان، مسيردهی و برنامه ریزی زمانی
۳۸۱	۳-۲-۹ چیدمان کارخانه
۳۸۲	۳-۹ ده اصل حمل و نقل مواد
۳۸۷	مراجع

فصل ۱۰: سیستم های انتقال مواد

۳۹۰	۱-۱۰ باربرهای صنعتی
۳۹۳	۲-۱۰ سیستم های نقییه با هدایت اتوماتیک (AGVS)
۳۹۳	۱-۲-۱۰ انواع نقییه و کاربردهای AGVS
۳۹۷	۲-۲-۱۰ تکنولوژی هدایت وسیله نقلیه
۳۹۹	۳-۲-۱۰ مدیریت و ایسی وسیله نقلیه
۴۰۳	۳-۱۰ مونوریل ها و دیگر وسایل نقلیه ریلی شونده
۴۰۴	۴-۱۰ سیستم های نقاله ای
۴۰۴	۱-۴-۱۰ انواع نقاله ها
۴۱۱	۲-۴-۱۰ خصوصیات و عملیات نقاله ها
۴۱۳	۵-۱۰ جرثقیل ها و بالابر ها
۴۱۶	۶-۱۰ تجزیه و تحلیل سیستم های حمل مواد
۴۱۶	۱-۶-۱۰ تکنیک های جدولی در جابه جایی مواد
۴۱۷	۲-۶-۱۰ تجزیه و تحلیل سیستم های بر پایه وسیله نقلیه
۴۲۴	۳-۶-۱۰ تجزیه و تحلیل نقاله
۴۳۱	مسائل
۴۳۹	مراجع

فصل ۱۱: سیستم های ذخیره

۴۴۳	۱-۱۱ کارایی سیستم ذخیره
۴۴۵	۲-۱۱ استراتژی های موقعیت ذخیره

۴۴۸	۳-۱۱ تجهیزات و روش‌های ذخیره‌سستی
۴۵۲	۴-۱۱ سیستم‌های ذخیره‌اتوماتیک
۴۵۳	۱-۴-۱۱ سیستم‌های ذخیره/بازیابی اتوماتیک
۴۶۱	۲-۴-۱۱ سیستم‌های ذخیره‌کاروسل
۴۶۴	۵-۱۱ تجزیه و تحلیل مهندسی سیستم‌های ذخیره
۴۶۴	۱-۵-۱۱ سیستم‌های ذخیره و بازیابی اتوماتیک
۴۷۱	۲-۵-۱۱ سیستم‌های ذخیره‌کاروسل
۴۷۴	مسائل
۴۸۰	مراجع

فصل ۲: دریافت اتوماتیک اطلاعات

۴۸۳	۱-۱۲ نگارشی بر روش‌های شناسایی اتوماتیک
۴۸۷	۲-۱۲ تکنولوژی بارکد
۴۸۷	۱-۲-۱۲ بارکدهای خطی (تک بعدی)
۴۹۷	۲-۲-۱۲ بارکدهای دوبعدی
۴۹۹	۳-۱۲ دیگر تکنولوژی‌های ADC
۴۹۹	۱-۳-۱۲ شناسایی با فیلتر دیجیتال
۵۰۱	۲-۳-۱۲ نوارهای مغناطیسی
۵۰۱	۳-۳-۱۲ تشخیص کاراکتر بوری
۵۰۲	۴-۳-۱۲ بینایی ماشین
۵۰۳	مراجع
۵۰۵	واژه‌نامه
۵۲۳	واژه‌یاب