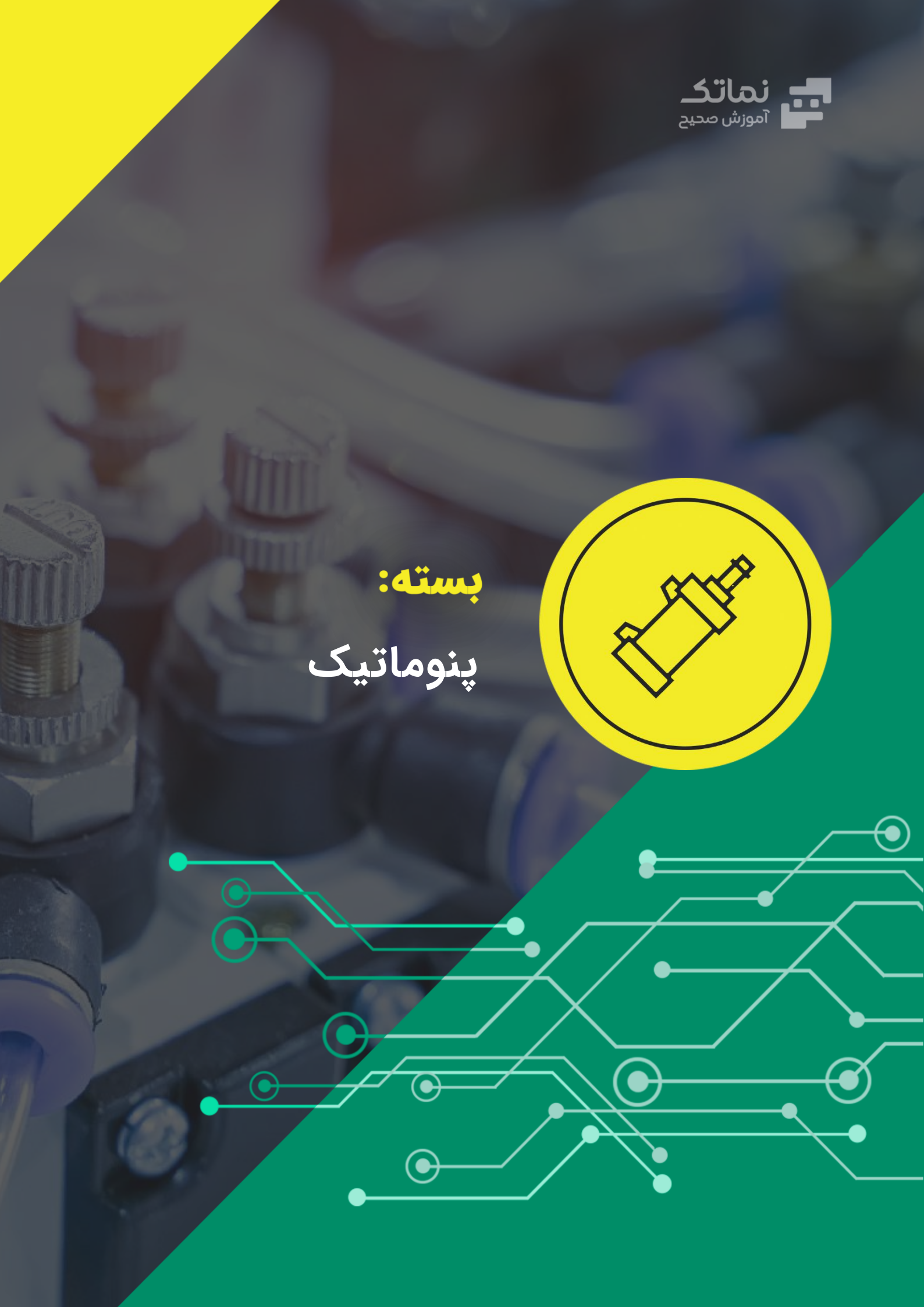
نماتک
آموزش صحیح



بسته:

پنوماتیک

فصل اول ۲
فصل دوم..... ٤
فصل سوم..... ٦
فصل چهارم..... ۷
فصل پنجم..... ۹
فصل ششم..... ۱۱
فصل هفتم..... ۱۳
فصل هشتم ۱۵
فصل نهم ۱۷

فصل اول

- اهمیت انتقال انرژی و استفاده در دستگاه‌های صنعتی
- معرفی ۳ روش اصلی انتقال انرژی
- معرفی روش انتقال انرژی سیالی
- تفاوت کلی پنوماتیک و هیدرولیک
- فرایند تبدیل انرژی
- تعاریف فناوری پنوماتیک
- تفاوت محدوده‌های فشار کاری بین پنوماتیک و هیدرولیک
- معرفی تاریخچه پنوماتیک
- تشابه سیستم پنوماتیک با آسیاب‌های بادی ایران قدیم
- مزایای سیستم‌های پنوماتیک
- تأثیر تراکم‌پذیری گازها در ذخیره انرژی در ماشین پنوماتیکی
- معرفی تأثیرپذیری ناچیز سیستم‌های پنوماتیک از دمای محیط
- معرفی عامل انعطاف‌پذیری ۳ بخش اصلی سیستم پنوماتیک
- معایب سیستم‌های پنوماتیکی
- روند سرعت متغیر عملگرهای پنوماتیکی (عیب)
- واحدهای اندازه‌گیری فشار
- معرفی مبنای فشارسنج‌ها
- فیزیک هوای فشرده
- معرفی قوانین مهم در رفتار هوا
- معرفی قانون بویل - ماریوت (تأثیر نیروی خارجی بر گاز در یک محیط بسته)
- معرفی قانون گیلوساک (رابطه حجم و دما در گازها)
- معرفی قانون عمومی گازها (معادله گاز کامل)

- تشریح بخش تولید انرژی در سیستم‌های پنوماتیک
- نحوه فشرده‌سازی هوا
- معرفی تجهیزات فشرده‌سازی گازها (تعریف کمپرسور)
- تفاوت پمپ و کمپرسور
- معرفی اصل ونتوری
- معرفی دو نوع ساختار کمپرسور (تفاوت قانون تراکم گازها و قانون جاری شدن سیالات)
- معرفی مکانیزم کمپرسور پیستونی
- معرفی و کاربرد مخزن ذخیره‌سازی هوا در سیستم‌های پنوماتیک
- نحوه ثبات حجم و فشار هوای خروجی کمپرسور به کمک مخزن ذخیره‌سازی
- خنک‌سازی گازی و کاهش رطوبت آن به کمک مخزن ذخیره‌سازی
- معرفی واحد (قسمت سوم بخش تولید انرژی) آماده‌سازی گاز (واحد سرویس یا FRL)
- معرفی عملی اجزای دستگاه پنوماتیک

فصل دوم

- معرفی قطعات مخزن ذخیره‌سازی هوا (شماتیک)
- تشریح وظایف واحد مراقبت
- معرفی قطعات واحد مراقبت (FRL)
- نحوه فیلتراسیون هوا و جداسازی ذرات معلق و ناخالصی‌ها
- کاربرد شیر رگولاتوری فشار
- نحوه پاشش روغن مخصوص روان‌سازی هوا
- معرفی نمادهای اجزای پنوماتیک (طبق استاندارد مشترک DIN-ISO 1219)
- شماتیک فیلتر هوای فشرده و آبگیر (معرفی عملی قطعه)
- انواع رگولاتور فشار
- تشریح مکانیزم رگولاتور فشار با دهانه تخلیه
- عدم خروج هوای مازاد محبوس شده در رگولاتور فشار بدون دهانه تخلیه
- تشریح مکانیزم دستگاه روغن پاش
- تفاوت نماد پمپ و کمپرسور
- تفاوت نماد موتورهای احتراقی و الکتروموتورها
- معرفی اجزای واحد مراقبت (Filter Regulator Lubricator)
- نماد فیلتر و آبگیر
- تفاوت دو مدل شیر رگولاتور فشار (سه راهه و باز (N.O))
- شماتیک نماد فشارسنج
- شماتیک نماد روغن پاش
- نحوه قرارگیری اجزای واحد مراقبت در کنار هم
- اجزای واحد کنترل
- انواع شیرهای واحد کنترل (تقسیم‌بندی بر اساس عملکرد)

- کاربرد و نماد شیرهای قطع و وصل
- کاربرد و نماد شیرهای یک‌طرفه (Check Valve)
- معرفی پارامترهای اصلی جریان سیال
- کاربرد شیرهای کنترل جهت (Directional Valve)
- کاربرد شیرهای کنترل فشار (Pressure Valve)
- معرفی شیرهای کنترل جریان (دبی و سرعت)
- شیرهای کنترل جهت
- نحوه تعیین تعداد حالت‌های شیر به کمک نمادها
- روش تشخیص تعداد راه‌ها یا اتصالات شیر
- معرفی انواع محرک (راه‌انداز) شیرهای کنترل جهت و نمادهای آن‌ها
- روش تعیین حالت نرمال (وضعیت سکون) شیر
- معرفی حالت نرمال بسته شیر (Normally Closed)
- معرفی حالت نرمال باز شیر (Normally Open)
- تشریح روش کدگذاری دریچه‌های شیرها در مدار پنوماتیک
- معرفی حروف کد دریچه خروجی متصل به عملگر
- تفاوت حروف کد تخلیه پنوماتیکی و هیدرولیکی
- معرفی حروف کدهای فرمان (هیدرولیکی، برقی و پنوماتیکی)
- تشریح روش کدگذاری دریچه‌های شیرها در مدار پنوماتیک با اعداد
- مرور عملی نکات شیرهای کنترل جهت
- معرفی عملی شیر محرک دستی (دو حالته - سه راهه)
- معرفی عملی شیرهای ۵ راهه و دو حالته با محرک‌های متفاوت
- تفاوت نماد N.C و N.O در شیرهای ۲ حالته ۳ راهه
- معرفی دو نوع مکانیزم شیرهای کنترل جهت

فصل سوم

- واحد عمل‌کننده و تبدیل انرژی به حرکت (Actuator)
- تبدیل انرژی پنوماتیک به مکانیک وظیفه اصلی عملگرها
- معرفی دو نوع اصلی عملگرها
- تشریح عمل‌کننده‌های خطی (سیلندر)
- اجزای عمل‌کننده خطی
- ویژگی‌های لازم سیلندر پیستون
- تعریف سیلندرهای یک‌کاره
- معرفی ۴ نوع سیلندر یک‌کاره
- شرایط خاص استفاده از سیلندر یک‌کاره با میله پیستون غوطه‌ور
- معرفی عملی قطعات و اجزای سیلندر
- محدودیت‌های قطر میله پیستون
- نحوه آب‌بند کردن فضای بین میله و سیلندر پیستون
- معرفی حالات مختلف فنر در سیلندرهای یک‌کاره

فصل چهارم

- طراحی و اجرای مدارهای پنوماتیک
- راه‌اندازی مدار پنوماتیک برای سیلندر یک‌کاره برگشت با فنر با کنترل مستقیم و به شکل ناپایدار
- مرور مفاهیم و روند انتقال انرژی در پنوماتیک
- ترسیم مدار پنوماتیک و اتصال فشارسنج
- شبیه‌سازی حالت پایدار مدار پنوماتیک به کمک شیر نرمال بسته
- تأثیر حالات مختلف شیرهای صنعتی در محبوس ماندن هوا در سیلندر
- معرفی حالت ناپایدار سیستم
- اجرای واقعی و تشکیل مدار پنوماتیک شبیه‌سازی‌شده
- مشاهده حرکت پیستون در مدار واقعی پنوماتیک
- جایگزینی شیر نرمال باز به‌جای نرمال بسته در شبیه‌سازی مدار (نرم‌افزار FluidSIM)
- مقایسه شیرهای N.C و N.O در حالت قرارگیری موازی در مدار پنوماتیک
- معرفی شرایط خاص کاربرد شیرهای N.O
- مقایسه شیرهای N.C و N.O در حالت قرارگیری موازی در مدار پنوماتیک واقعی
- تحریک پنوماتیکی شیر ۲/۳ یا ۲/۵ (۲ حالته، ۳ یا ۵ راهه)
- کنترل غیرمستقیم سیلندر به کمک تحریک پنوماتیکی شیر ۲/۳ (یا ۲/۵)
- معرفی حداقل بار موردنیاز تحریک شیر کنترل جهت پنوماتیک
- تحلیل مدار کنترل غیرمستقیم سیلندر به کمک تحریک پنوماتیکی شیر
- معرفی مدار قدرت
- معرفی مدار فرمان
- شبیه‌سازی و ترسیم مدار کنترل غیرمستقیم سیلندر به‌واسطه تحریک پنوماتیکی شیر
- مزایای کنترل غیرمستقیم شدن مدار پنوماتیکی

- مزایای تفکیک مدار قدرت و فرمان
- نحوه کنترل بار مدار جهت ایمنی اپراتور
- اجرای واقعی مدار کنترل سیلندر یک‌کاره به‌صورت غیرمستقیم
- اجرای عیب‌یابی به کمک تفکیک مدار قدرت و فرمان

فصل پنجم

- شیرهای منطقی (Logic Valve) و نحوه کنترل جهت جریان
- شیر دو فشاره تابع منطقی و (AND)
- طراحی و شبیه‌سازی به کمک شیرهای AND
- شیر تعویض‌کننده تابع منطقی یا (OR)
- کاربرد شیر تعویض‌کننده در راه‌اندازی سیلندر از نقاط مختلف
- طراحی و شبیه‌سازی به کمک شیرهای OR
- تفاوت شیرهای منطقی در تشکیل مدارهای موازی و سری
- کار عملی و اجرای مدار شیرهای منطقی
- اجرای مدار با شیرهای منطقی AND (با چند شیر ۲/۳)
- راه‌اندازی سیلندر با شیرهای ۲/۳ در چند مکان مختلف به کمک شیر منطقی OR
- شبیه‌سازی مداری با ترکیب قطعات مختلف
- تبدیل ناپایداری کنترل غیرمستقیم سیلندر به حالت پایدار
- ترسیم و اتصال موازی شیرهای ۲/۳
- شبیه‌سازی مدار پایدار و حلقه بسته (Close Loop) به کمک شیرهای OR و N.O
- اجرای عملی مدار پایدار سیلندر یک‌کاره (مدار پس خوران یا فیدبک)
- شیر تخلیه سریع (Quick Exhaust)
- کاربرد شیر تخلیه سریع در راه‌اندازی سیلندرهای یک‌کاره برگشت با فنر و دارای کورس بلند
- تشابه و تفاوت شیر تخلیه سریع با شیر OR
- شبیه‌سازی مکانیزم عملکرد شیر تخلیه سریع
- اجرای عملی مدار کنترل سیلندر یک‌کاره با شیر تخلیه سریع
- تأثیر شیر تخلیه سریع در عملکرد سیلندر

- اجرای مدار پنوماتیک با شیرهای کنترل جریان
- اجرا و مشاهده روش Meter In در کنترل سیلندر
- نحوه کنترل سرعت رفت‌وبرگشت سیلندر
- روش تشخیص افت فشار در صورت استفاده از شیرهای کنترل جریان
- مقایسه عملی روش‌های کنترل جریان Meter In & Meter Out و تأثیر آن‌ها در افت فشار

فصل ششم

- سیلندرهای دوطرفه (نوعی عملگر خطی)
- شباهت قطعات سیلندرهای دوطرفه و یک‌طرفه
- مکانیزم و دلیل تفاوت نیرو و سرعت پیستون در حرکت رفت برگشت (در سیلندر دوطرفه)
- شرایط ایجاد تعادل نیرو در سیلندرهای دوطرفه
- معرفی شیرهای کنترلی مناسب با سیلندرهای دوطرفه (شیرهای دارای ۲ خروجی)
- معرفی ویژگی‌های سیلندر دوکاره تک میله
- شبیه‌سازی کنترل مستقیم سیلندر دوکاره به کمک شیر ۲/۵
- اجرای عملی کنترل سیلندر دوکاره به روش مستقیم
- نحوه تنظیم میزان شدت ضربه‌گیری به کمک پیچ‌های تنظیم
- شبیه‌سازی کنترل سیلندر دوکاره به روش غیرمستقیم به شکل پایدار
- نحوه کاربرد شیر OR در کنترل پایدار سیلندر دوکاره
- اجرای عملی کنترل سیلندر دوکاره به روش غیرمستقیم به‌صورت پایدار
- روش موازی کردن دو شیر ۲/۳ (N.C و N.O) به‌واسطه شیر OR
- شیر راه دهنده ۲/۵
- شماتیک شیر راه دهنده ۲/۵ با ساختمان کشویی طولی
- معرفی ویژگی‌های شیرهای حافظه
- شبیه‌سازی مدار کنترل پایدار سیلندر دوطرفه به کمک شیر حافظه (بدون فیدبک)
- تناسب نحوه تحریک شیرهای N.C با شیر حافظه و شکل مدار
- شبیه‌سازی نحوه اتصال یک سر سیلندر دوطرفه به عملگر شیرهای N.C جهت برگشت خودکار سیلندر (سنسور تماسی)

- کنترل فرمان شروع و پایان حرکت خودکار سیلندر دوطرفه به کمک شیرهای ۲/۳ حافظه
- تفاوت اتصالات شیر حافظه در صورت نیاز به توقف اضطراری
- اجرای عملی کنترل سیلندر دوطرفه به کمک شیر حافظه
- اجرای حرکت رفت‌وبرگشت پایدار سیلندر دوطرفه بدون ایجاد حلقه بسته (Feedback)

فصل هفتم

- شیرهای کنترل جریان (دبی یا سرعت) Flow Control Valve
- تناسب خطی دبی با سرعت حرکت سیلندر
- تعریف دبی سیال
- معرفی بهترین روش کاهش دبی
- شماتیک شیر گلویی (دو جهته) کنترل جریان
- معرفی دو دسته کلی شیرهای کنترل جریان ازنظر ساختمان
- مقایسه شیرهای گلویی و دیافراگمی
- روش‌های کنترل سرعت جریان و سیلندر
- معرفی نمادهای شیرهای کنترل جریان
- مقایسه روش‌های کنترل جریان Meter In & Meter Out
- شبیه‌سازی کنترل سرعت جریان در ورودی و خروجی سیلندر به کمک شیرهای گلویی
- معرفی و کاربرد شیر کنترل جریان با مانع برگشت (موازی کردن شیر یک‌طرفه موازی)
- معرفی عوامل تعیین‌کننده انتخاب روش کنترل جریان
- تأثیر فشارسنج در انتخاب روش کنترل جریان
- تفاوت شیرهای ۲/۵ و ۲/۴
- شیر تأخیر دهنده زمان یا تایمر پنوماتیکی (شیرهای راه دهنده یا کنترل اتوماتیک با سوئیچ تأخیری)
- معرفی و شماتیک قطعات شیر تأخیر دهنده زمان
- تشریح مکانیزم و نحوه عملکرد شیر تأخیر دهنده زمانی
- تفاوت عملکرد تایمر پنوماتیکی با تفاوت شیر ۲/۳ N.O یا N.C
- نکات استفاده از تایمرهای پنوماتیکی
- تأثیر حجم و ابعاد مخزن درون تایمر پنوماتیکی بر میزان زمان تأخیر

- معرفی سیستم الکتروپنوماتیکی
- محدوده دقت تایمرهای پنوماتیکی
- مزایای شیرهای ۲/۵ نسبت به ۲/۴
- تبدیل شیر ۲/۵ به شیر حافظه با تحریک دوطرفه و افزودن شیرهای N.C و ۲/۳
- نحوه قرار دادن شیر تأخیر دهنده زمانی بین مدار فرمان (شیر N.C و ۲/۳) و مدار قدرت (شیر حافظه)
- معرفی تایمر پنوماتیکی On Delay
- معرفی تایمر پنوماتیکی Off Delay
- ترسیم مدار و شبیه‌سازی حرکت رفت‌وبرگشت سیلندر دو کار با مکث زمانی دلخواه
- اجرای مدار پنوماتیک و حرکت رفت‌وبرگشت سیلندر با مکث زمانی دلخواه
- معرفی شیر دارای سنسور
- معرفی و کاربرد پیچ فلوکنترل در ایجاد مکث زمانی
- نحوه ایجاد تأخیر زمانی در شروع حرکت سیلندر و آغاز به کار مدار پنوماتیک (شبیه‌سازی در نرم‌افزار FluidSIM)
- شبیه‌سازی مدار حرکت پیوسته سیلندر دوطرفه با تحریک اتوماتیک
- شبیه‌سازی مدار حرکت پیوسته سیلندر دوطرفه با تحریک دستی و تأخیر زمانی در آغاز به کار
- کاربرد شیر OR در ایجاد توقف اضطراری
- اجرای مدار پنوماتیک به همراه تأخیر زمانی در شروع حرکت سیلندر
- نحوه استفاده از تایمر پنوماتیک و توقف حرکت سیلندر پس از زمان دلخواه (اجرای عملی مدار)

فصل هشتم

- مدارهای کنترل ترتیبی
- نحوه وابستگی حرکت سیلندرها در مدار پنوماتیک
- نحوه حرکت چندین سیلندر با یکدیگر
- تشریح تابع حرکتی
- معرفی اطلاعات به‌دست‌آمده از تابع حرکتی
- بیان ریاضی حرکت هم‌زمان سیلندرها با تغییر شکل تابع حرکتی
- کاربرد شیرهای کنترل حافظه در کنترل ترتیبی سیلندرها
- نحوه تحریک شیرهای ۲/۳ به کمک میله پیستون سیلندر اول
- روش اتصال سنسورهای غلتکی شیرها به سیلندر
- ترسیم و طراحی و شبیه‌سازی مدار جهت کنترل ترتیبی سیلندرها (A+B+A-B-)
- اجرای مدار کنترل ترتیبی (A+B+A-B-)
- طراحی و شبیه‌سازی مدار کنترل ترتیبی با سه سیلندر دوطرفه
- معرفی و تفکیک مدار قدرت و مدار فرمان
- تشریح روش تکرار سیکل مدار کنترل ترتیبی
- دلیل تغییر اتصالات شیرهای N.C 3/2
- روش ایجاد تحریک دستی برای شروع و توقف سیکل تکراری و کنترل ترتیبی سیلندرها (A+B+C+A-B-C-)
- اجرای مدار کنترل ترتیبی با سه عملگر (سه سیلندر دوطرفه)
- اجرای مدار کنترل ترتیبی به‌صورت تک سیکل با تحریک دستی (A+B+C+A-B-C-)
- اجرای مدار کنترل ترتیبی با سه سیلندر و تحریک دستی برای شروع و توقف سیکل (A+B+C+A-B-C-)
- مزایا و ویژگی‌های مدارهای تمام پنوماتیک

- روش ایجاد تأخیر در مراحل میانی سیکل کنترل ترتیبی
- نحوه افزودن تایمر پنوماتیکی به مدار کنترل ترتیبی
- شبیه‌سازی تأخیر در اجرای مرحله‌ای دلخواه در مدار کنترل ترتیبی
- دستور (Component Description) مشاهده اطلاعات اجزای مختلف مدار پنوماتیک در نرم‌افزار FluidSIM
- شرایط و حالات مختلف سیلندرها و شیرهای مدارهای پنوماتیک
- اجرای مدار کنترل ترتیبی سیلندرها باواسطه تایمر پنوماتیکی و تأخیر در مراحل میانی سیکل
- تابع حرکتی هم‌زمان چند سیلندر در مدار پنوماتیک
- حرکت هم‌زمان سیلندرها به کمک شیر AND
- شبیه‌سازی سیکل کنترل ترتیبی دارای حرکت هم‌زمان چند سیلندر (A+(B+C+)A-B-C)
- تشریح نحوه کار مدار کنترل ترتیبی سیلندرها با حرکت هم‌زمان چند سیلندر
- مشاهده کارکرد شیر AND در اجرای مدار کنترل ترتیبی و حرکت هم‌زمان دو سیلندر (A+(B+C+)A-B-C-)
- نحوه برگشت هم‌زمان دو سیلندر در مدار کنترل ترتیبی
- شبیه‌سازی تابع حرکتی جهت برگشت هم‌زمان دو سیلندر (A+B+C+(A-B-)C-)
- روش ترسیم مدار جهت برگشت هم‌زمان سه سیلندر
- شبیه‌سازی تابع حرکتی جهت برگشت هم‌زمان سه سیلندر (A+B+C+(A-B-C-))
- ترسیم و جانمایی دو شیر AND و سایر سنسورها در مدار کنترل ترتیبی جهت برگشت هم‌زمان سه سیلندر
- اجرای مدار کنترل ترتیبی (A+B+C+(A-B-)C-)
- اجرای مدار کنترل ترتیبی (A+B+C+(A-B-C-))

فصل نهم

- طراحی مدارهای چند سیلندره دارای توابع حرکتی نامنظم (حرکت به‌هم‌ریخته سیلندرها)
- تداخل و سیگنال اضافه (Overlap)
- نحوه بروز تداخل (وابسته به نوع ترتیب حرکتی سیلندرها)
- راه‌های تشخیص وجود تداخل در تابع حرکتی
- معرفی شکل‌ها و حالات مختلف ایجاد تداخل
- شبیه‌سازی بروز تداخل و حرکت بدون (تداخل آشکار) ترتیب سیلندرها و (A+A-B+B-) و (A+B+B-A-)
- تغییر مدل و تغییر روش طراحی مدار جهت رفع تداخل
- راه‌های رفع یا حذف تداخل
- استفاده از غلتک‌های برگشت خلاص یا یک‌طرف خلاص
- نحوه استفاده از تاکت های زنجیره‌ای
- کدگذاری تجهیزات و عناصر مداری در کنترل پنوماتیک
- معرفی مزیت کدگذاری در عیب‌یابی مدار پنوماتیک
- معرفی ۶ دسته اصلی از تمامی تجهیزات مدارهای پنوماتیک
- معرفی روش کدگذاری عمل‌کننده‌های (موتور، سیلندر و...) مدار پنوماتیک
- معرفی روش کدگذاری انواع شیرهای درون مدار پنوماتیک
- روش کدگذاری تجهیزات تغذیه مدار (هوا رسان‌ها)
- مشاهده عملی مشکلات ایجادشده در مدار پنوماتیک
- عدم برگشت سیلندر (عیب مدار)
- معرفی علت ایجاد تداخل ترتیب حرکات سیلندرهای مدار باوجود چیدمان صحیح مدار

- مشاهده تداخل در مدار کنترل ترتیبی (A+B+B-A-)
- عیب‌یابی عملی تداخل مدار کنترل ترتیبی
- مرور روش‌های رفع تداخل مدار کنترل ترتیبی پنوماتیک
- رفع تداخل به کمک شیرهای غلتکی یک‌طرف خلاص (برگشت خلاص)
- تشریح مراحل رفع تداخل شیرهای غلتکی برگشت خلاص
- قفل شدن مدار و ایجاد تداخل در صورت تحریک بادی شیر حافظه از دو طرف
- روش تحلیل مدار و مشخص کردن نقاط تداخل در مدار
- روش مشخص کردن شیر غلتکی عامل تداخل در مدار
- تشریح راه‌حل و رفع عیب و تداخل شیر غلتکی به کمک تغییر نوع غلتک شیر و جابجایی سنسور آن
- اجرای عملی عیب‌یابی و رفع تداخل مدار به کمک تغییر نوع شیر غلتکی
- جابجایی شیر غلتکی به موازات کورس حرکت سیلندر جهت رفع تداخل
- جایگزینی شیر غلتکی با شیر غلتکی برگشت خلاص جهت اصلاح حرکت سیلندرها طبق تابع حرکتی (A+A-B+B-)
- شبیه‌سازی بروز تداخل و حرکت بدون (تداخل آشکار) ترتیب سیلندرها (A+B+B-A-)
- رفع تداخل به کمک شیرهای غلتکی یک‌طرف خلاص در تابع حرکتی (A+B+B-A-)
- پیاده‌سازی تابع حرکتی (A+B+B-A-)
- عیب‌یابی مدار و جابجایی شیرهای غلتکی ساده
- جایگزینی دو شیر غلتکی برگشت خلاص (با جهت‌های خلاصی متفاوت) جهت اصلاح تابع حرکتی (A+B+B-A-)
- شبیه‌سازی رفع تداخل تابع (A+B+B-C+A-C-)
- جایگزینی دو شیر غلتکی برگشت خلاص (با جهت‌های خلاصی متفاوت) جهت اصلاح تابع حرکتی (A+B+B-C+A-C-)
- پیاده‌سازی و اجرای عملی تابع حرکتی (A+B+B-C+A-C-)

- رفع تداخل به کمک شیرهای برگشت خلاص در تابع حرکتی (A+B+B-C+A-C-)
- اجرای تکراری سیکل تابع حرکتی با افزودن شیر برگشت خلاص به انتهای سیکل (A+B+B-C+A-C-)
- رفع تداخل به کمک روش گروه‌بندی یا آبشاره (Cascade)
- عدم جابجایی شیرها و قطعات در روش گروه‌بندی
- تشریح مراحل رفع تداخل به روش گروه‌بندی
- شرایط گروه‌بندی تابع حرکتی
- شرایط رسم مدار پنوماتیک به روش آبشاره
- تفاوت شیرهای حافظه اصلی و شیرهای حافظه کمکی
- شرایط قرارگیری و استقرار شیرهای ۲/۳ در مدار طبق روش گروه‌بندی
- طراحی مدار پنوماتیکی تابع حرکتی (A+A-B+B-) به روش گروه‌بندی (آبشاره)
- معرفی شرایط شیر سرگروه در روش آبشاره
- معرفی اتصالات و وظایف شیر حافظه کمکی
- ترسیم و تکمیل مدار پنوماتیک به روش آبشاره
- اجرا و پیاده‌سازی مدار پنوماتیکی تابع حرکتی (A+A-B+B-) به روش گروه‌بندی (آبشاره)
- معرفی نقش شیر ۲/۵ به‌عنوان شیر حافظه کمکی
- طراحی مدار پنوماتیکی و رفع تداخل تابع حرکتی به روش گروه‌بندی (آبشاره) (A+B+B-A-)
- تشریح نحوه تفکیک گروه تابع حرکتی
- معرفی روش تشخیص شیرهای سرگروه
- اجرای عملی و پیاده‌سازی مدار پنوماتیکی و رفع تداخل تابع حرکتی به روش گروه‌بندی (آبشاره) (A+B+B-A-)
- اصول و قواعد برنامه زمان‌بندی

- کاربرد روش آبشاره در توابع ۳ گروهی
- شبیه‌سازی گروه‌بندی و رفع تداخل به روش آبشاره تابع حرکتی A+B+B-C+C-A-
- معرفی روش سری کردن شیرهای کمکی حافظه و اتصال به منبع تغذیه هوا
- الزام و روش تغذیه مشترک هر گروه از سیلندرها
- معرفی نقش شیرهای ریست (Reset)
- مرور روش چیدمان انواع شیرها در روش گروه‌بندی آبشاره
- پیاده‌سازی و اجرای گروه‌بندی و رفع تداخل به روش آبشاره تابع حرکتی A+B+B-C+C-A-
- مرور نحوه گروه‌بندی آبشاره و اتصالات سیلندرهای سرگروه به شیرهای حافظه کمکی
- کاربرد روش آبشاره در توابع ۴ گروهی
- شبیه‌سازی گروه‌بندی و رفع تداخل به روش آبشاره تابع حرکتی A+B+B-C+C-D+D-A-
- معرفی روش سری کردن شیرهای کمکی حافظه و اتصال به منبع تغذیه هوا
- معرفی روش انتخاب شیرهای سرگروه
- سطوح ساختار شکست قابل بازسازی با Activity Codes
- رفع تداخل به کمک تاکت های زنجیره‌ای
- معرفی قطعات تاکت های زنجیره‌ای
- تعریف تاکت زنجیره‌ای
- روش واسطه‌گری تاکت زنجیره‌ای
- تشریح وظایف تاکت های زنجیره‌ای
- نکات استفاده از تاکت های زنجیره‌ای
- شبیه‌سازی رفع تداخل به کمک تاکت های زنجیره‌ای در تابع حرکتی A+B+B-A-
- معرفی محدوده و حداقل تعداد خروجی‌های تاکت های زنجیره‌ای و شیرهای AND و ۲/۳ متصل به آن
- تشریح نحوه اتصالات و تنظیمات تاکت های زنجیره‌ای

- نکات راه‌اندازی مدار پنوماتیک با تاکت های زنجیره‌ای
- اجرا و پیاده‌سازی تابع حرکتی به کمک تاکت های زنجیره‌ای A+B+B-A-
- طراحی و شبیه‌سازی مدار پنوماتیکی تابع حرکتی (A+A-B+B-) به روش تاکت های زنجیره‌ای