

مقدمه‌ای بر

هیدرولیک و پنیوماتیک

اس. ایلانگو

استاد ارشد دیپارتمان مهندسی مکانیک و تولید

دانشگاه مهندسی کالدوتین سلطان عمان

و. س. اندرارا جان

استاد دانشکده مهندسی و تکنولوژی جاناکیامال

دانشگاه کهمباتوره

ترجمه:

دکتر احمد افسری

مهندس پویا زرین‌چنگ

مهندس حجت احمد یوسفی

۱۳۹۷

شیراز

سرشناسه	: ایلانگو، اس. Ilango, S.
عنوان و نام پدیدآور	: مقدمه‌ای بر هیدرولیک و پنوماتیک / اس. ایلانگو، وی. ساندراراجان؛ ترجمه احمد افسری، پویا زرین چنگ، حجت احمدیوسفی.
مشخصات نشر	: شیراز: آوند اندیشه، ۱۳۹۷.
مشخصات ظاهر	: ۴۳۲ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: 978-600-99729-9-9 : ۳۵۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست‌ریسی	: فیپا
یادداشت	: ...
موضوع	: هیدرولیک
موضوع	: Pneumatics
موضوع	: پنوماتیک
شناسه افزوده	: ساندراراجان، وی.
شناسه افزوده	: افسری، احمد، ۱۳۳۸ -
شناسه افزوده	: زرین چنگ، پویا، ۱۳۶۹ -، مترجم.
شناسه افزوده	: احمدیوسفی، حجت، ۱۳۷۰ -، مترجم
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۷ م ۷ الف / TC ۱۶۰
رده‌بندی دیویی	: ۶۲۷
شماره کتاب‌شناسی ملی	: ۵۲۴۴۳۲۷

مقدمه‌ای بر هیدرولیک و پنوماتیک

اس. ایلانگو، وی. ساندراراجان

ترجمه احمد افسری، پویا زرین چنگ، حجت احمدیوسفی

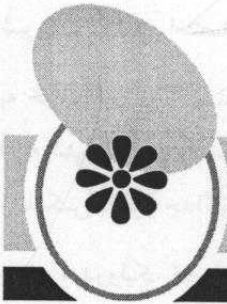
چاپ اول / ۱۳۹۷ / ۵۰۰ جلد

شابک: ۹-۹-۹۹۷۲۹-۶۰۰-۹۷۸ / قیمت: ۳۵۰۰۰ تومان



حق چاپ برای نویسنده محفوظ است.

هدایت غربی، کوچه ۷، پلاک ۲۲۸ تلفن: ۰۷۱-۳۲۳۵۸۴۴۱ / ۰۷۴-۰۲۰۷۷۰۰۹۱۷۷۰۰



پیش گفتار

قدرت سیال گستره وسیعی از فعالیت‌های صنعتی را پوشش می‌دهد. برای ماشینی ساختن فعالیت‌های صنعتی راه‌های بسیاری موجود است. امروزه به سختی می‌توان دستگاهی را یافت که از قدرت سیال بهره نبرد.

با وجود آنکه که در بسیاری کاربردها از قدرت سیال استفاده می‌گردد، اکثر کاربران فهم صحیح و مناسبی از چرخه قدرت سیال ندارند. استفاده در این کاربردها را ندارند. کتاب حاضر به‌عنوان پلی جهت پر نمودن خلاء تکنولوژی قدرت سیال است.

سیال دارای مشخصه روان بودن است، به همین مفهوم که شکل مرزهای درونی ظرفی که آن را احاطه نموده، به خود می‌گیرد. عبارت سیال شامل مایعات و گازها است. مهندسان باید قدرت سیال را در غالب هیدرولیک و پنوماتیک بشناسند. در رولان از روغن‌های معدنی به‌عنوان سیال رسانه و پنوماتیک از هوای فشرده برای سیال رسانه استفاده می‌نمایند. به‌طور کلی روغن هیدرولیک برای کاربردهایی که گستره فشار در آن بالای ۴۰۰ بار بوده، مناسب است. همچنین پنوماتیک برای کاربردهایی که فشار بیشینه آن‌ها تا ۱۲ بار است، مناسب است. برخی ماشین‌های کاربردی موجود هستند که از هیدروپنوماتیک استفاده می‌نمایند، یعنی هر دو قدرت پنوماتیک و هیدرولیک بر روی اجزاء آن عمل می‌نمایند.

کتاب حاضر نگارش گردیده تا اصول پایه را به‌طور واضح بیان نموده و به روشی آسان اصول علمی بحث را تکمیل نماید. کتاب به چهار بخش تقسیم گردیده است: بخش اول بر روی هیدرولیک تمرکز داشته، بخش دوم پنوماتیک را پوشش داده، بخش سوم کاربردهای هیدرولیک و پنوماتیک را بر شمرده و بخش چهارم برخی از اطلاعات مفید در رابطه با ماهیت کتاب را فراهم

می‌آورد. همچنین در این نسخه اصلاح شده ضmann یک و دو بر روی زیر صفحه‌ها، ورودی‌ها و شیرهای کارتریج اختصاص داده شده است. این ضmann باید پس از فصول ۶ و ۷ مطالعه گردند.

به خوانندگان این کتاب، به خصوص دانشجویان، توصیه می‌گردد که فصول را بر اساس ترتیب ارائه شده مطالعه نمایند. هر چند که می‌توان بخش پنوماتیک را بدون وابستگی به بخش هیدرولیک و بالعکس به‌طور جداگانه مطالعه نمود.

بخش هیدرولیک کتاب به‌طور منطقی به قسمت مفاهیم که شامل یک بررسی کلی سیستم‌های قدرت سیال بر اساس جزئیات پایه رفتاری هیدرولیک، اجزاء و متعلقات هیدرولیکی، عمل و استفاده از آن‌ها در زمینه نیروی هیدرولیکی تقسیم شده است. همچنین بر روی جزئیات طراحی مدار هیدرولیکی بحث می‌نماید.

توجه کافی بر روی ترتیب فصول به‌طوری که دانشجویان بتوانند به تدریج و پیوسته فهم درستی را به دست آورند، صورت گرفته است و با این روش زمینه عمل سیستم‌های هیدرولیک و واحد کنترل پنوماتیک را در طول تمرینات خود می‌آموزند.

کتاب برای استفاده دانشجویان شاخه‌های مکانیک و مکاترونیک طراحی شده است. همچنین برای مهندسان حرفه‌ای به خصوص در زمینه تکنولوژی قدرت سیال مفید است.

این کتاب بدون کمک و حمایت‌های اولیه آقای پی. کا. منرج و کی. ج. اس. ایلانگو در زمینه خطوط جریان شکل نمی‌گرفت. نویسندگان از کمک خانم‌ها ساندرا ایلانگو و چاندرا مانهی ساندراجان تشکر می‌نمایند.

همچنین نویسندگان از ناشر پرائیس هال هند بابت انتشار این کتاب تشکر می‌نمایند.

نیروی داده شده برای نگارش این کتاب همه از یک منبع سرچشمه گرفته که احساسی را در قلب هنگامی که سکوت حکم فرماست جاری می‌نماید.

اگر خطایی در کتاب موجود است به اطلاع ما برسانید. هر نظر سازنده‌ای نیز پذیرفته می‌شود.

اس. ایلانگو؛ وی. ساندراجان



فهرست مطالب

بخش اول: هیدرولیک

۲۵	۱ / مبانی سیستم‌های هیدرولیک سیال
۲۵	۱-۱ مقدمه
۲۸	۲-۱ مزایای به کارگیری قدرت سیال
۲۸	۳-۱ محدودیت‌های سیستم‌های قدرت سیال
۲۹	۴-۱ کاربردهای سیستم‌های قدرت سیال
۳۰	۵-۱ انواع سیستم‌های قدرت سیال
۳۰	۱-۵-۱ سیستم هیدرواستاتیک
۳۰	۲-۵-۱ سیستم هیدرودینامیکی
۳۱	۶-۱ سیالات هیدرولیک
۳۲	۱-۶-۱ انتقال قدرت یا انتقال انرژی
۳۳	۲-۶-۱ روانکاری
۳۴	۳-۶-۱ آب بند
۳۴	۴-۶-۱ خنک کننده
۳۴	۷-۱ ویژگی سیال
۳۴	۱-۷-۱ گرانش
۳۵	۲-۷-۱ نقطه ریزش

۳۵	۳-۷-۱ مقاومت در برابر اکسیداسیون
۳۵	۴-۷-۱ خوردگی و زنگ زدگی
۳۶	۵-۷-۱ امولسیون زدایی
۳۷	۸-۱ انواع کلی سیالات
۳۸	۱-۸-۱ سیالات با آب زیاد (HFA)
۳۸	۲-۸-۱ آب در روغن (HFB)
۳۸	۳-۸-۱ آب گلیکول (HFC)
۳۸	۴-۸-۱ مواد مصنوعی (HFD)
۳۹	برسش‌های مروری

۴۱	۲ / مبانی هیدرولیک
۴۱	۱-۲ اصول حاکم
۴۱	۱-۱-۲ مایع تراکم‌ناپذیر
۴۱	۲-۱-۲ فشار
۴۲	۳-۱-۲ نرخ جریان
۴۲	۴-۱-۲ مسیر جریان روغن
۴۳	۵-۱-۲ قانون پاسکال و کاربرد آن
۴۴	۶-۱-۲ افت فشار
۴۴	۲-۲ جریان سیال هیدرولیکی
۴۴	۱-۲-۲ جریان آرام
۴۵	۲-۲-۲ جریان متلاطم
۴۵	۳-۲-۲ رفتار جریان‌های آرام و متلاطم
۴۶	۴-۲-۲ اصل برنولی
۴۸	۳-۲ عدد رینولدز
۴۹	۴-۲ تلفات جریان ناشی از اصطکاک در سیستم‌های هیدرولیکی
۴۹	۵-۲ فرمول دارسی - وایس باخ

۴۹	۲-۶ تلفات در شیر و اتصالات
۵۱	برش‌های مروری

۳ / سیستم‌های هیدرولیکی و اجزای آن‌ها

۵۳	۳-۱ منابع قدرت هیدرولیکی
۵۳	۳-۱-۱ چیدمان سیستم هیدرولیکی
۵۷	۳-۲ تنوری پیماژ
۵۸	۳-۲-۱ پ‌های جابه‌جایی مثبت
۶۰	۳-۲-۲ متغیرهای پمپ
۶۲	۳-۳ طبقه‌بندی پمپ
۶۳	۳-۳-۱ انواع پمپ بر اساس تحویل جریان روغن
۶۴	۳-۴ پمپ‌های چرخ‌دنده‌ای
۶۷	۳-۴-۱ مشخصات پمپ‌های چرخ‌دنده‌ای
۶۸	۳-۵ پمپ‌های پره‌ای
۷۰	۳-۵-۱ نیروهای نامتعادل در پمپ‌های پره‌ای
۷۰	۳-۵-۲ مشخصات پمپ‌های پره‌ای
۷۳	۳-۶ پمپ‌های پیستونی
۷۳	۳-۶-۱ پمپ‌های پیستونی شعاعی جابه‌جایی ثابت
۷۵	۳-۶-۲ پمپ‌های پیستون محوری
۸۰	۳-۶-۳ پمپ با پیستون محور خمیده
۸۲	برش‌های مروری

۴ / عملگرهای قدرت سیال

۸۴	۴-۱ عملگرهای توان هیدرولیکی
۸۵	۴-۲ سیلندرهای هیدرولیک

۸۵	۴-۲-۱ انواع سیلندرهاى هیدرولیک
۸۵	۴-۲-۲ ساخت سیلندرهاى هیدرولیک
۸۹	۴-۲-۳ سیلندرهاى عمل‌کننده یک‌طرفه و دوطرفه
۹۲	۴-۲-۴ سیلندرهاى هیدرولیک ویژه نوع تلسکوپى و قطارى
۹۴	۴-۲-۵ خصوصیات سیلندر هیدرولیکى
۹۶	۴-۲-۶ بالشتک سیلندرهاى هیدرولیکى
۹۸	۴-۳ موتورهای هیدرولیک
۹۹	۴-۳-۱ پل سترد موتورهای هیدرولیکى
۱۰۰	۴-۳-۲ انواع موتورهای هیدرولیک
۱۰۱	۴-۳-۳ سایر معیارهای انتخاب موتورهای هیدرولیکى
۱۰۳	۴-۳-۴ موتورهای چرخ‌دنده‌ای
۱۰۴	۴-۳-۵ موتورهای پره‌ای
۱۰۵	۴-۳-۶ موتورهای پیستونى
۱۰۶	۴-۳-۷ فرمول‌های کاربردى
۱۰۶	۴-۳-۸ موقعیت موتورهای هیدرولیکى در مدارها
۱۰۹	۴-۳-۹ مقایسه موتور هیدرولیکى با محرک‌های موتور الکتریکى
۱۱۰	پرسش‌های مرورى

۱۱۳	۵ / اجزای هیدرولیکى در طراحی مدار (۱)
۱۱۳	۵-۱ مقدمه‌ای بر طراحی مدارهای هیدرولیکى
۱۱۳	۵-۲ عناصر کنترل
۱۱۴	۵-۲-۱ وظایف اجزاء کنترل‌کننده
۱۱۴	۵-۳ شیر تعیین مسیر
۱۱۶	۵-۳-۱ طبقه‌بندى شیرهای کنترل مسیر
۱۲۲	۵-۳-۲ حرکت ماسوره شیر توسط سولنوئید
۱۲۵	۵-۳-۳ شیرهای کنترل جهت پیلوت‌دار

۱۲۷	۴-۵ شیرهای یک طرفه
۱۲۹	۱-۴-۵ شیرهای یک طرفه پیلوت دار
۱۳۱	۵-۵ شیرهای کنترل فشار
۱۳۲	۱-۵-۵ شیر فشارشکن
۱۳۶	۲-۲-۵ تخلیه شیر فشارشکن با عملکرد سولنوئیدی
۱۳۸	۳-۵-۵ شیر کاهنده فشار
۱۴۰	۴-۵-۵ شیر تعادلی یا موازنه
۱۴۱	۱-۵-۵ شیر ترتیبی
۱۴۴	پرسش های مبرر

۶ / اجزای هیدرولیک، در طراحی مدار (۲)

۱۴۷	۱-۶ جریان و فشار
۱۴۸	۲-۶ شیر کنترل جریان و اثر آن بر رزم شیر فشارشکن در سیستم
۱۵۰	۱-۲-۶ تأثیر دما و فشار بر شیرهای کنترل جریان
۱۵۱	۳-۶ شیرهای گلویی
۱۵۱	۱-۳-۶ شیرهای گلویی بدون جریان آزاد معکوس
۱۵۲	۲-۳-۶ شیرهای گلویی با جریان آزاد معکوس
۱۵۳	۴-۶ شیر کنترل جریان با جبران کننده فشار و دما
۱۵۴	۱-۴-۶ جبران کننده فشار در شیرهای کنترل جریان
۱۵۶	۲-۴-۶ عملکرد و ویژگی های ضدپرش
۱۵۶	۳-۴-۶ جبران کننده دما در شیرهای کنترل جریان
۱۵۷	۵-۶ مکان شیر کنترل جریان
۱۵۸	۱-۵-۶ کنترل درونی
۱۵۹	۲-۵-۶ کنترل خروجی
۱۶۱	۳-۵-۶ کنترل بسته

۱۶۴	۷ / انبارها و تشدیدکننده‌ها
۱۶۴	۱-۷ عملکرد انبارها
۱۶۴	۲-۷ انواع انبارهای هیدرولیکی
۱۶۴	۲-۷-۱، انبارهای وزنی
۱۶۵	۲-۷-۲: انبارها با نیروی فنر
۱۶۶	۲-۷-۲: انبارها با شارژ گازی
۱۶۸	۳-۷ اندازه انبارها
۱۷۰	۴-۷ انبارها کاربرد و مدارها
۱۷۰	۴-۷-۱ ذخیره‌سازی قدرت هیدرولیک
۱۷۲	۴-۷-۲ انبارها به‌عنوان یک جبران‌کننده فشار
۱۷۲	۴-۷-۳ انبارها به‌عنوان ضربه گیر
۱۷۲	۴-۷-۴ انبارها برای عملیات اضطراری
۱۷۳	۵-۷ لوازم جانبی برای انبارها
۱۷۳	۵-۷-۱ شیر اطمینان تخلیه
۱۷۳	۵-۷-۲ کلید فشار
۱۷۵	۶-۷ تشدیدکننده‌ها
۱۷۶	۶-۷-۱ کاربرد تشدیدکننده
۱۷۶	۶-۷-۲ مدار تشدیدکننده
۱۷۷	پرسش‌های مروری

۱۸۰	۸ / طراحی مدارهای هیدرولیکی
۱۸۰	۱-۸ مقدمه
۱۸۱	۲-۸ خلاصه نمونه‌ای از الزامات یا مشخصات مورد نیاز مشتری
۱۸۹	پرسش‌های مروری

۱۹۰	۹ / ترسیم مدارهای هیدرولیکی
۱۹۰	۹-۱ چه‌گونگی ترسیم یک مدار هیدرولیکی
۱۹۴	۹-۲ کورس رفت و برگشتی محرک هیدرولیکی (سیلندر هیدرولیکی)
۱۹۶	۹-۳ بازگشت سریع یک سیلندر هیدرولیکی
۱۹۷	پرسش‌های مروری

۱۹۸	۱۰ / قدرت سیال در ماشین‌های ابزار و دیگر تجهیزات
۱۹۸	۱۰-۱ مقدمه
۱۹۸	۱۰-۲ مدارهای نگه دارنده هیدرولیکی در ماشین‌های ابزار
۲۰۰	۱۰-۳ مهار کردن قطعه در
۲۰۳	۱۰-۴ مدارهای هیدرولیکی برای حرکت تغذیه در ماشین‌های ابزار
۲۰۴	۱۰-۵ کنترل سرعت در یک جهت (ترکیب شیر کنترل جهت و شیر کنترل تغذیه)
۲۰۵	۱۰-۶ اندازه‌گیری ورودی در مدار تغذیه (ترکیب شیر کنترل جهت و شیر کنترل تغذیه)
۲۰۷	۱۰-۷ مدار اندازه‌گیری-خروجی (ترکیب شیر کنترل جهت و شیر کنترل تغذیه)
	۱۰-۸ کنترل سرعت در هر دو جهت (ترکیب شیر کنترل جهت و شیر کنترل تغذیه) کنترل
۲۰۸	تغذیه خط مخزن
۲۱۰	۱۰-۹ استاندارد چند راهه برای سرعت دوگانه
۲۱۴	۱۰-۱۰ مدار هیدرولیکی برای ماشین قالب‌گیری تزریق پلاستیک
۲۱۸	۱۰-۱۱ کاربرد پرس هیدرولیک
۲۲۴	پرسش‌های مروری

بخش دوم: پنوماتیک

۲۲۸	۱۱ / مفاهیم و اجزای سیستم‌های پنوماتیکی
۲۲۸	۱۱-۱ مقدمه
۲۲۹	۱۱-۲ مقایسه سیستم‌های پنوماتیکی، هیدرولیکی و سیستم‌های الکتریکی
۲۳۱	۱۱-۳ سیستم هوای فشرده و متراکم

۲۳۲	۴-۱۱ انواع مختلف کمپرسورها
۲۳۳	۵-۱۱ مشخصات کمپرسور
۲۳۴	۶-۱۱ چیدمان یک سیستم کامل پنوماتیکی
۲۳۵	۱-۶-۱۱ سیستم تولید هوا
۲۳۶	۲-۶-۱۱ سیستم تهیه هوا
۲۳۹	۷-۱۱ رفتار هواای فشرده
۲۴۰	۸-۱۱ مدارهای پنوماتیک
۲۴۱	۱-۸-۱۱ محرک‌های پنوماتیک
۲۴۳	۹-۱۱ شیرهای کنترل جهت
۲۴۷	۱-۹-۱۱ مسیرهای و شیرهای کنترل جهت
۲۴۸	۲-۹-۱۱ برخی از ویژگی‌های مهم شیرهای کنترل جهت پنوماتیک
۲۵۳	پرسش‌های مروری

۱۲ / طراحی مدارهای پنوماتیک (۱)

۲۵۴	۱-۱۲ طراحی مدار نیروی سیال (پنوماتیک‌ها)
۲۵۵	۲-۱۲ مثال‌ها
۲۵۷	۳-۱۲ موقعیت‌های کلید کردن شیرها
۲۵۸	۴-۱۲ هوای کنترل شده در مقابل علامت هوای فشرده
۲۵۹	۵-۱۲ نمادسازی و عددنویسی شیرها
۲۶۲	۶-۱۲ ساختار یک مدار پنوماتیک
۲۶۴	۷-۱۲ کاربرد شیرهای دروازه‌ای پنوماتیک که با AND و OR نمایش می‌دهند
۲۶۸	۸-۱۲ مدارهای کنترل سرعت
۲۷۲	۹-۱۲ کاربرد شیرهای تأخیر زمان
۲۷۵	پرسش‌های مروری

۱۳ / طراحی مدارهای پنوماتیک (۲)

۲۷۸	۱-۱۳ حس موقعیت در سیلندرهای پنوماتیک
-----	--------------------------------------

۲۸۲	۲-۱۳ شیر غلتکی اهرمی و شیر غلتکی اهرمی با کورس بازگشت هرز
	۳-۱۳ نمادسازی شیر اهرمی غلتکی و شیر اهرمی غلتکی با کورس برگشت هرز در مدارهای
۲۸۴	پنوماتیک
۲۸۷	۴-۱۳ حس کردن فشار در مدارهای پنوماتیک
۲۸۸	۵-۱۳ شیر ترتیبی فشار
۲۹۱	پرسش‌های مروری

۲۹۴	۱۴ / مدارهای پنوماتیک چندسیلندری
۲۹۴	۱-۱۴ حرکت دو سیلندر
۳۰۰	۲-۱۴ هم‌پوشانی ییگنال
۳۰۲	۳-۱۴ نمودارهای جابه‌جایی
۳۰۳	۴-۱۴ نمودارهای جابه‌جایی، عملیات چندسیلندری
۳۰۵	۵-۱۴ روش متوالی: طراحی مدار ترتیبی
۳۱۳	۶-۱۴ ترتیب‌سنج پله‌ای یا روش مشابه برای رسیدن مدارهای پنوماتیک
۳۱۸	پرسش‌های مروری

۳۲۲	۱۵ / الکتروپنوماتیک‌ها
۳۲۲	۱-۱۵ مقدمه
۳۲۴	۲-۱۵ شیر سولنوئیدی عملگر پیلوت
۳۲۵	۳-۱۵ اجزاء الکتریکی در سولنوئیدها
۳۲۶	۴-۱۵ مدار الکتروپنوماتیک - کلیدها
۳۲۷	۵-۱۵ کلیدهای حدی الکتریکی و کلیدهای مجاورتی
۳۲۹	۶-۱۵ رله‌ها
۳۳۰	۷-۱۵ سولنوئیدها
۳۳۲	۸-۱۵ میدل‌های فشاری - برقی P.E.
۳۳۵	۹-۱۵ مفهوم چفت کردن
۳۴۲	پرسش‌های مروری

بخش سوم: کاربرد هیدرولیک و پنوماتیک

۱۶ / دستگاه‌های خودتنظیم

۳۴۹	۱-۱۶ مقدمه
۳۴۹	۲-۱۶ سیستم‌های چرخه بسته با موتور خود تنظیم
۳۵۰	۳-۱۶ سیستم‌های خودتنظیم هیدرومکانیکی
۳۵۱	۴-۱۶ شیرهای خودتنظیم الکتروهیدرولیکی
۳۵۱	۵-۱۶ مقایسه شیرهای متداول نسبت به شیرهای تناسبی
۳۵۲	۶-۱۶ شیرهای تناسبی
۳۵۴	۷-۱۶ شیرهای تناسبی در مدارهای هیدرولیکی
۳۵۵	۸-۱۶ ویژگی‌های شیرهای تناسبی و شیرهای خود تنظیم
۳۵۶	پرسش‌های مروری

۱۷ / کاربرد کنترل‌کننده منطقی قابل برنامه‌ریزی

۳۵۹	۱-۱۷ مقدمه
۳۶۲	۲-۱۷ وسایل ورودی و خروجی
۳۶۴	۳-۱۷ منطق در نمودارهای نردبانی و حافظه‌ای
۳۶۸	۴-۱۷ زمان‌سنج‌های تأخیر روشن و تأخیر خاموش
۳۷۸	پرسش‌های مروری

۱۸ / عیوب و رفع عیوب در سیستم‌های نیروی سیال

۳۸۳	۱-۱۸ مقدمه
۳۸۳	۲-۱۸ رفع معایب روغن‌های هیدرولیکی
۳۸۵	۳-۱۸ رفع نقص در سیستم‌های پنوماتیکی
۳۸۶	پرسش‌های مروری

بخش چهارم: پیوست‌ها

۳۸۹	پ ۱ / صفحات فرعی و چندراهه‌ها
۳۸۹	پ ۱-۱ اتصالات لوله و اجزاء در واحد تولید توان هیدرولیکی
۳۹۰	پ ۱-۲ موتاز اجزاء با لوله
۳۹۱	پ ۱-۳ نصب زیر صفحه و چندراهی‌ها
۳۹۴	پرسش‌های مروری
۳۹۷	پ ۲ / شیرهای فشنگی
۳۹۷	پ ۱-۲ موتاز شیرهای فشنگی
۳۹۸	پ ۲-۲ شیرهای فشنگی
۳۹۹	پ ۳-۲ مثالی از یک مدار ساده که از شیر فشنگی لغزشی استفاده می‌کند
۴۰۰	پ ۲-۴ باز و بسته نمودن شیرهای فشنگی و نسبت مساحت‌ها
۴۰۱	پرسش‌های مروری
۴۰۳	پ ۳ / اصطلاحات کاربردی نیروی سیال
۴۰۷	پ ۴ / نمادهای هیدرولیکی
۴۱۱	پ ۵ / اطلاعات و تبدیل واحدهای مفید
۴۱۳	پ ۶ / نمادهای مهندسی
۴۱۵	پ ۷ / ویژگی‌های سیال هیدرولیکی
۴۱۷	پ ۸ / قطر استاندارد سوراخ و میله سیلندرهای هیدرولیکی
۴۱۹	پ ۹ / نمادهای پرکاربرد در مدارهای هیدرولیکی
۴۲۳	پ ۱۰ / تشریح مسایل منتخب
۴۳۵	*/ منابع و مراجع