



الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية و الكهربائية
قسم التصميم الميكانيكي و الإنتاج
ماجستير أتمتة الإنتاج

الهواء المضغوط Pneumatics

كتاب القسم النظري
المستوى الأساسي

إشراف: د.م. محمود بهاء الدين بني المرجة

ترجمة: م. نذير العلي

Damascus University

الهواء المضغوط

"النيوماتيك"

المستوى الأساسي

Festo Didactic • TP101

FESTO

8..... ملاحظات عن تخطيط الكتاب

القسم A: المقرر التعليمي

الفصل 1- خواص وتطبيقات الهواء المضغوط.....1.1

- 1.1..... علم الهواء المضغوط بشكل عام 12
- 1.2..... الهواء المضغوط وتطوير أنظمة التحكم 18
- 1.3..... البنية و تدفق الإشارة لأنظمة الهواء المضغوط 19

الفصل 2- مكونات أنظمة الهواء المضغوط.....23

- 2.1..... توليد الهواء وتوزيعه 24
- 2.2..... الصمامات 27
- 2.3..... عناصر المعالجة (المعالجات) 33
- 2.4..... مركبات القدرة 34
- 2.5..... الأنظمة 35

الفصل 3- الرموز والمعايير المستخدمة في الهواء المضغوط.....39

- 3.1..... الرموز و أوصاف المكونات 40
- 3.2..... متطلبات الأمان لأنظمة الهواء المضغوط 51

الفصل 4- طرائق لتطوير أنظمة الهواء المضغوط.....55

56.....	تطوير أنظمة الهواء المضغوط.....	٤.١
57.....	سلسلة التحكم.....	٤.٢
60.....	تصميم مخطط الدارة.....	٤.٣
61.....	مخطط الدارة.....	٤.٤
62.....	تعيين العناصر الفردية.....	٤.٥
63.....	دورة حياة أنظمة الهواء المضغوط.....	٤.٦

الفصل 5- تطوير دارات المؤازر الفردي.....67

68.....	التحكم المباشر بالاسطوانة الهوائية.....	٥.١
68.....	المثال 1: التحكم المباشر باسطوانة أحادية التأثير.....	٥.٢
70.....	التمرين 1: التحكم المباشر باسطوانة ثنائية التأثير.....	٥.٣
72.....	التحكم الغير المباشر باسطوانة الهواء المضغوط.....	٥.٤
72.....	المثال 2: التحكم الغير المباشر باسطوانة أحادية التأثير.....	٥.٥
74.....	التمرين 2: التحكم الغير المباشر باسطوانة ثنائية التأثير.....	٥.٦
76.....	التابع المنطقية: and , or.....	٥.٧
76.....	المثال 3: التابع المنطقي and.....	٥.٨
79.....	التمرين 3: التابع المنطقي and.....	٥.٩
81.....	المثال 4: التابع المنطقي or.....	٥.١٠
83.....	التمرين 4: التابع المنطقي or.....	٥.١١
85.....	المثال 5: دائرة التذكر و التحكم بسرعة الاسطوانة.....	٥.١٢
88.....	التمرين 5: دائرة التذكر و التحكم بسرعة الاسطوانة.....	٥.١٣
90.....	المثال 6: صمام التفريغ السريع.....	٥.١٤
92.....	التمرين 6: التحكم التابع للضغط.....	٥.١٥
94.....	المثال 7: التحكم التابع للضغط.....	٥.١٦
96.....	التمرين 7: صمام التأخير الزمني.....	٥.١٧
99.....	التمرين 8: صمام التأخير الزمني.....	٥.١٨

الفصل 6- تطوير الدارات المتعددة المؤازرات.....10.1

102.....	٦.١	التحكم في المؤازرات المتعددة
102.....	٦.٢	المثال 8: الحركة وفق محاور
107.....	٦.٣	المثال 9: تداخل الإشارة
109.....	٦.٤	إزالة الإشارة بواسطة صمامات العكس
109.....	٦.٥	المثال 10: صمام العكس
112.....	٦.٦	المثال 11: صمامات العكس

الفصل 7- تحديد المشكلة لأنظمة الهواء المضغوط.....1.15

116.....	٧.١	التوثيق
116.....	٧.٢	الأسباب و المؤثرات للخلل الوظيفي
120.....	٧.٣	الصيانة

القسم B: النظرية

الفصل 1- مبادئ الهواء المضغوط.....123

124.....	١.١	المبادئ الفيزيائية
126.....	١.٢	خواص الهواء

الفصل 2- توليد الهواء و توزيعه.....129

130.....	٢.١	تحضير الهواء
131.....	٢.٢	ضواغط الهواء
134.....	٢.٣	الخزانات
136.....	٢.٤	مجففات الهواء
141.....	٢.٥	توزيع الهواء
144.....	٢.٦	وحدة الخدمة

الفصل 3- المؤازرات وأجهزة الإخراج.....155

156.....	3.1. اسطوانات أحادية التأثير
158.....	3.2. اسطوانات ثنائية التأثير
164.....	3.3. اسطوانات بدون قضبان
167.....	3.4. تشييد الاسطوانة
170.....	3.5. خواص أداء الاسطوانة
176.....	3.6. المحركات
178.....	3.7. المؤشرات

الفصل 4- صمامات التحكم بالاتجاه.....179

180.....	4.1. الشكل العام و التشييد
181.....	4.2. صمام اتجاهي 2/2
181.....	4.3. صمام اتجاهي 3/2
193.....	4.4. صمام اتجاهي 4/2
195.....	4.5. صمام اتجاهي 4/3
197.....	4.6. صمام اتجاهي 5/ 2
200.....	4.7. صمام اتجاهي 5/3
201.....	4.8. قيم التدفق للصمامات
202.....	4.9. التشغيل الموثوق للصمامات

الفصل 5- صمامات عدم الرجوع، التدفق و الضغط، الصمامات المترامية.....203

204.....	5.1. صمامات عدم الرجوع
211.....	5.2. صمامات التحكم بالتدفق
216.....	5.3. صمامات الضغط
218.....	5.4. الصمامات المترامية

الفصل 6- الأنظمة.....223

- ٦.١. الاختيار والمقارنة لوسيلة التحكم والعمل224
- ٦.٢. نظرية التحكم227
- ٦.٣. تطوير نظام التحكم231
- ٦.٤. أوجه التطوير240
- ٦.٥. وسائط (وحدات) القيادة بالهواء المضغوط الحديثة241

القسم C: الحلول

- الحلول245
- قائمة المعايير264
- قائمة المراجع265
- فهرس267
- القيم الفيزيائية و الواحدات274

ملاحظات عن تخطيط الكتاب

يشكل هذا الكتاب جزءاً من النظام التعليمي للأتمتة و التكنولوجيا المقدمة من فيستو التعليمية GmbH & Co. لقد تم تصميمه كمنهاج تدريبي وهو أيضاً مناسب بهدف التعليم الذاتي.

تم تقسيم هذا الكتاب إلى الأقسام التالية:

الجزء A: قسم المنهاج

الجزء B: قسم النظرية

الجزء C: حلول التمرينات

الجزء A: المنهاج

يزود المنهاج بالمعلومات الضرورية عن الموضوع المدروس باستخدام كل من الأمثلة و التمرينات، و التي تم ترتيبها بتناغم متسلسل. و تم ترميز المواضيع التي تتعامل بالعمق الأكبر في قسم النظرية و ذلك النص.

الجزء B: النظرية

يحتوي هذا القسم على المعلومات المفصلة عن الأسس. تم ترتيب المواضيع بأسلوب منطقي. يستطيع الطالب إما العمل خلال هذا القسم فصل بفصل أو أن يستخدمه لأغراض مرجعية.

الجزء C: الحلول

يحتوي هذا الجزء على الحلول للتمرينات في الجزء A. و تم تزويد فهرس شامل في نهاية الكتاب. إن فكرة الكتاب تدعم التدريب بغرض التأهيل للهندسة المبنية حديثاً و الكفاءة في التقنية الإلكترونية. هناك أهمية جزئية متضمنة بحقيقة أن الطالب يمتلك خيار تعلم الموضوع المتعلق بالعمل مباشرة من خلال قسم المنهاج بشكل مستقل.

يمكن أن يندمج الكتاب مع برنامج تدريب خارجي.

القسم A المنهاج





الفصل 1

خواص وتطبيقات الهواء المضغوط



1.1 الهواء المضغوط بشكل عام

لعب الهواء المضغوط منذ زمنٍ بعيد دوراً هاماً ، كتكنولوجيا في العمل الميكانيكي . ويستخدم أيضاً في تطوير الحلول المؤتمتة .

في أغلب الأحيان يستخدم الهواء المضغوط من أجل واحد أو أكثر من الوظائف التالية:

- لتحديد حالة الإجراءات (الحساسات)
- لمعالجة المعلومات (المعالجات)
- تشغيل المؤازرات بواسطة عناصر التحكم الأخيرة
- تنفيذ العمل (المؤازرات)

لنكون قادرين على التحكم بالآلة والتجهيزات فإنه يتحتم علينا إنشاء وصلات منطقية معقدة بشكل عام، لتبيان الحالة وتغيير الشروط. ويحصل هذا كنتيجة للتفاعل بين الحساسات، المعالجات، عناصر التحكم والمؤازرات في الهواء المضغوط أو جزئياً في أنظمة الهواء المضغوط.

إن التقدم التكنولوجي الحاصل في المواد ، التصميم وعمليات الإنتاج ، قد حسن نوعاً ما الجودة و التنوع لمكونات الهواء المضغوط ، وهكذا منحت نفسها استخداماً كبيراً في الأتمتة .

تمتلك اسطوانة الهواء المضغوط وظيفة هامة كوحدة قيادة خطية ، وذلك تبعاً لما تملكه من :

- تكلفة منخفضة نسبياً
- سهولة التركيب
- تصنيع بسيط ومتين
- توافر جاهز من مختلف القياسات وأطوال الشوط

تمتلك اسطوانة الهواء المضغوط الخواص العامة التالية :

- أقطار 2.5 mm إلى 320 mm
- أطوال شوط 1 mm إلى 2000
- قوى ممكنة 2 N إلى 45000 N عند 6 bar
- سرعة مكبس 0.1 m/s إلى 1.5 m/s



Fig. 1.1

إسطوانات أحادية التأثير

يمكن أن تؤدي تجهيزات الهواء المضغوط أنواع الحركة التالية :

- خطية
 - تأرجحية حول محور
 - دورانية
- بعض التطبيقات الصناعية التي تستخدم الهواء المضغوط، تم جدولتها بالأسفل:
- طرائق متعددة عامة لمعاملة المواد:

- تثبيت
- نقل
- ترتيب
- توجيه.
- تقسيم من تدفق مواد
- تطبيقات عامة:
- صندوق
- تعبئة
- قياس
- قفل
- قيادة المحاور
- تحكم بالباب أو بالمنحدر
- نقل المواد
- تدوير وقلب الأجزاء
- فرز الأجزاء
- تنضيد المكونات (الأجزاء)
- الختم والنقش على القطع

Fig. 1.2

تبديل التوصيل من أجل
حزامي نقل

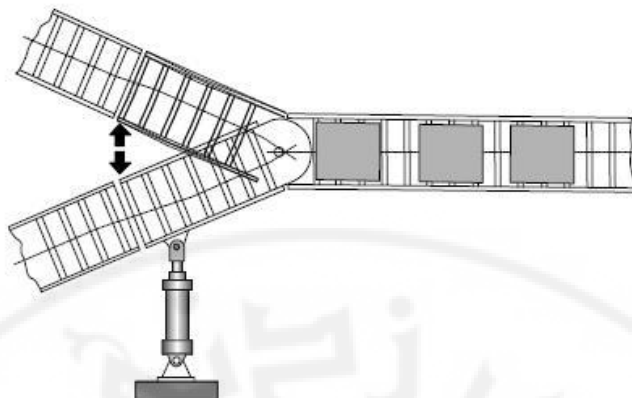
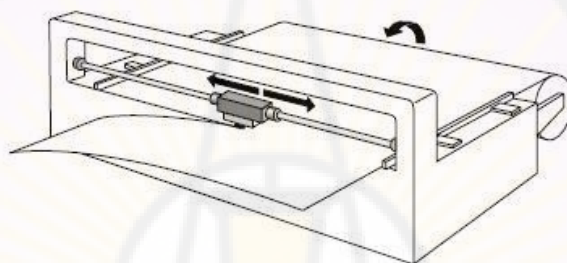


Fig. 1.3

قاطعة تعمل بالهواء المضغوط



يستخدم الهواء المضغوط في تنفيذ عمليات التشغيل والعمليات المساعدة ، على سبيل المثال :

- التنقيب
- تدوير
- تفريز
- نشر
- إنهاء
- تشكيل
- تحكم بالجودة

المحاسن و الخواص المميزة للهواء المضغوط:

التوافر	الهواء متوافر عملياً في كل مكان و بكميات غير محدودة
النقل	يمكن نقل الهواء بسهولة بواسطة أنابيب، حتى لمسافات طويلة
التخزين	يمكن تخزين الهواء المضغوط في خزانات و ترحيله حسب الطلب. بالإضافة لذلك يمكن نقل الخزان.
درجة الحرارة	الهواء المضغوط غير حساس لتأرجحات درجة الحرارة نسبياً. هذا يضمن تشغيل موثوق، حتى تحت ظروف حادة.
ضد الانفجار	يمنحنا الهواء المضغوط عدم قابلية للانفجار أو الإحتراق.
النظافة	يكون الهواء المنفّس الغير مزيّث نظيف. لا يسبب أي هواء غير مزيّث و الذي يخرج من الأنابيب أو المكونات المسربة أي تلوث.
المكونات	تكون مكونات التشغيل بسيطة التركيب و لذلك رخيصة نسبياً.
السرعة	الهواء المضغوط وسيط تشغيل سريع جداً. يُمْكِن هذا من الحصول على سرع تشغيل عالية جداً.
أمان التحميل الزائد	يُمْكِن تحميل أدوات الهواء المضغوط و مكونات التشغيل حتى نقطة النهاية ولذلك هي آمنة عند التحميل الزائد.

T 1.1 المحاسن و الخواص المميزة للهواء المضغوط

لكي يتم تحديد مناطق تطبيقات الهواء المضغوط بدقة، فإنه من الضروري أيضاً الإطلاع على المساوي:

التجهيز	يتطلب الهواء المضغوط تجهيز جيد. يجب ألا تظهر الأوساخ و المتكثفات.
الانضغاط	ليس من الممكن دائماً تحقيق سرعات مكبس ثابتة و منتظمة مع الهواء المضغوط.
القوة المطلوبة	يكون الهواء المضغوط إقتصادياً حتى قوة محددة مطلوبة. تحت ضغط عمل طبيعي من 600 kpa إلى 700 kpa أي ضمن المجال (6 – 7 bar) وبالاغتماد على الشوط و السرعة، تكون حدود الناتج بين 40 000 N و 50 000 N.
مستوى الضجيج	صوت هواء التنفيس عالٍ. حالياً هذه المشكلة تم حلها بشكل واسع نتيجة تطوير مواد امتصاص الصوت و كاتمات الصوت.

1.2 مساوي الهواء المضغوط

بالمقارنة مع أشكال أخرى من الطاقة فإن جزء هام من العمليات المختارة تعامل بالهواء المضغوط كوسيلة تحكم أو عمل. يشتمل هذا التقدير على كامل النظام من إشارات الدخل (الحساسات) إلى أجزاء التحكم (المعالجات)، إلى عناصر التحكم والمؤازرات. ويجب أن تؤخذ بعين الاعتبار كل العوامل كـ:

- طرائق التحكم المفضلة
- الموارد المتوفرة
- الخبرات المتوفرة
- الأنظمة المركبة حديثاً التي يجب أن تكون متوافقة مع المشروع الجديد

المعيار وسيط التشغيل

خيار أداة التشغيل:

- تيار كهربائي (الكهرباء)
- سوائل (الهيدروليك)
- هواء مضغوط (الهواء المضغوط)
- مجموعة من الأعلى

معيار اختيار جزء التشغيل:

- القوة
- الشوط
- طبيعة الحركة (خطية، تأرجحية حول محور، دورانية)
- السرعة
- مدة الخدمة
- الأمان والوثوقية
- تكاليف الطاقة
- إمكانية التحكم
- التخزين

المعيار وسيط التحكم

خيار أداة التحكم:

- وصلات ميكانيكية (ميكانيك)
- تيار كهربائي (كهربائيات، إلكترونيات)
- سوائل (هيدروليك)
- هواء مضغوط (الهواء المضغوط، هواء مضغوط منخفض الضغط)

معيار اختيار جزء التحكم:

- وثوقية المكونات
- الحساسية للتأثيرات المحيطة
- سهولة الصيانة والإصلاح
- زمن تبديل المكونات
- سرعة الإشارة
- متطلبات الحيز (الفراغ)
- زمن الخدمة
- التعديل في نظام التحكم
- متطلبات التدريب للمشغلين وعمال الصيانة

1.2 الهواء المضغوط وتطوير نظام التحكم

يمكن أن يعتبر تطوير المنتج في الهواء المضغوط في عدة مناطق:

- المؤازرات
 - الحساسات ووسائل الإدخال
 - المعالجات
 - الملحقات
 - أنظمة التحكم
- يجب أن يؤخذ بالحسبان العوامل التالية في تطوير أنظمة التحكم بالهواء المضغوط:
- الوثوقية
 - سهولة الصيانة
 - تكلفة قطع الغيار
 - التجميع والتوصيلات
 - تكاليف الصيانة والإصلاح
 - التبادلية والتوافقية
 - تعقيد التصميم
 - الفاعلية الاقتصادية
 - التوثيق

1.3 البنية وتدفق الإشارة لأنظمة الهواء المضغوط

تتألف أنظمة الهواء المضغوط من اتصالات بين مجموعات مختلفة من العناصر.



تشكل هذه المجموعة من العناصر مسار التحكم لتدفق الإشارة، بدءاً من قسم الإشارة (الدخل) مروراً إلى قسم المؤازرة (الخرج).

تتحكم عناصر التحكم بعناصر المؤازرة طبقاً للإشارات المتلقاة من عناصر المعالجة.

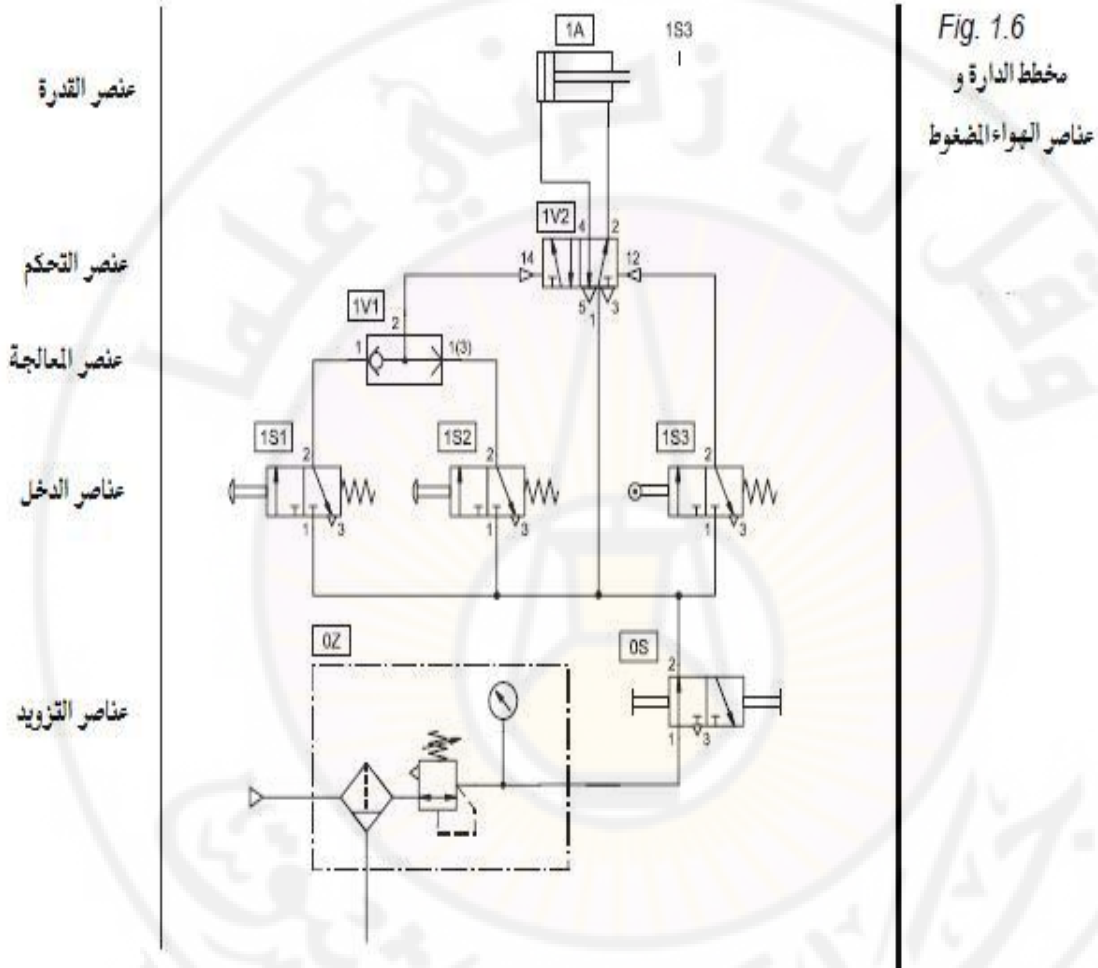
المستويات الأساسية في أنظمة الهواء المضغوط هي:

- مزود الطاقة.
- عناصر الدخل (الحساسات).
- عناصر المعالجة (المعالجات).
- عناصر التحكم.
- مركبات القدرة (المؤازرات).

تُمثّل العناصر في النظام برموز تشير إلى وظيفة العنصر.



يمكن أن يتم استخدام صمام التحكم الإتجاهي كعنصر دخل، معالجة أو تحكم. إن النقطة المميزة (الخاصية) في تحديد المكونات الفردية للمجموعات المختصة من العناصر هو الترتيب في نظام الهواء المضغوط.





الفصل 2

مكونات نظام الهواء المضغوط



2.1 توليد الهواء المضغوط وتوزيعه

يجب أن يتم حساب مزود الهواء المضغوط لنظام الهواء المضغوط بشكل ملائم ويجب أن يضع مناسباً وبنوعية مناسبة.

يتم ضغط الهواء بواسطة ضاغط هوائي ويتم توصيله لنظام توزيع الهواء في المعمل. للتأكد من أن جودة الهواء مناسبة، فإنه يتم استخدام تجهيزة خدمة هواء لتحضير الهواء قبل أن يتم استعماله في نظام التحكم.

يمكن أن يتم تخفيض أي خلل وظيفي في النظام بشكل معتبر، إذا كان الهواء المضغوط مجهز بشكل صحيح. يجب أن تؤخذ مجموعة من المفاهيم بعين الاعتبار في تحضير هواء الخدمة:

- كمية الهواء المطلوبة لتلبية احتياجات النظام.
- نوع الضاغط المستخدم لإنتاج الكمية المطلوبة.
- متطلبات الضغط.
- المخزون المطلوب.
- متطلبات نظافة الهواء.
- مستويات الرطوبة المقبولة لتخفيض عملية التلرج والصدأ.
- متطلبات التزييت، في حالة الحاجة لها.
- درجة حرارة الهواء والتأثيرات على النظام.
- قياسات الخطوط وقياسات الصمامات لتلبية الاحتياجات.
- اختيار المواد لتلبية متطلبات النظام والبيئة.
- نقاط التصريف ومخارج التنفيس في نظام التوزيع.
- تخطيط نظام التوزيع لمقابلة الاحتياجات.

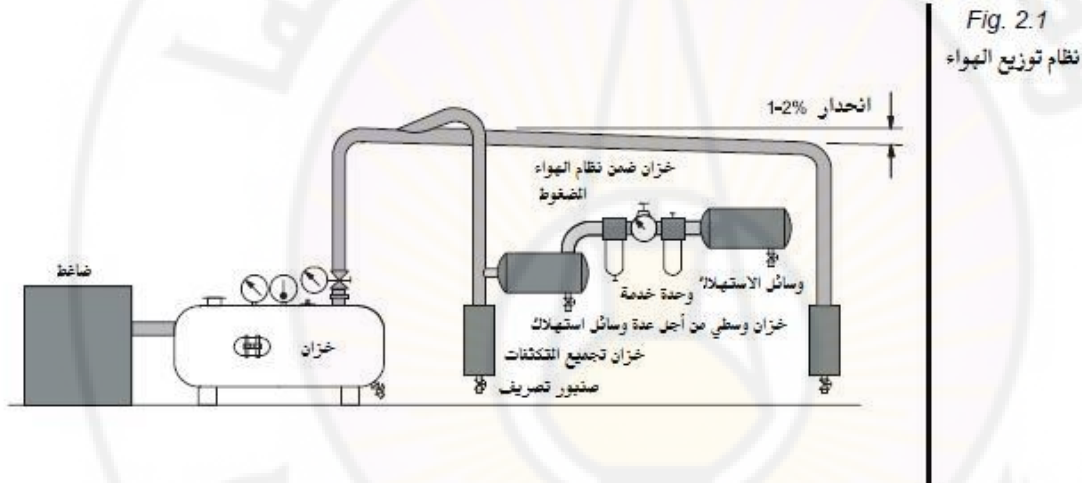
وكقاعدة فإن متطلبات الهواء المضغوط يتم تصميمها من أجل ضغط تشغيل أعظمي kpa (800-1000) أو (8-10 bar)، لكن في الواقع فإنه من المفضل التشغيل بين (500-600 kpa) أو (5-6 bar) من أجل الاستخدام الاقتصادي . ونتيجة لفواقد الضغط في نظام التوزيع فإنه يتوجب على الضاغط توصيل بين (650 -700 kpa) أو (6.5 -7 bar) لبلوغ هذه المقادير.

يجب أن يجهز الخزان لتخفيض تموجات الضغط. وفي بعض الحالات، الوصف "مستقبل" يستخدم أيضاً ليصف الخزان.

يقوم الضاغط بملأ الخزان الذي يكون متوفر كخزان تخزين.

يجب أن يتم اختيار قطر أنبوب نظام التوزيع بطريقة يكون فاقد الضغط من الخزان المضغوط إلى أجهزة الاستهلاك مثالياً لا يتجاوز 10 kpa أو (0.1 bar) تقريباً. يهيمن على اختيار قطر الأنابيب:

- معدل التدفق
- طول الخط
- فاقد الضغط المسموح به
- ضغط التشغيل
- عدد نقاط تحكم التدفق في الخط



الدوائر الحلقية هي الأكثر استخداماً كخطوط رئيسية. إن هذه الطريقة في تركيب خطوط الضغط تُكسب أيضاً تزويد ثابت في حالة استهلاك عالٍ للهواء. يجب أن تتركب في اتجاه التدفق مع انحدار (1-2%). هذا مهم خصوصاً في حالة خطوط التفريغ. يمكن إزالة المتكثفات من الخطوط في أخفض نقطة.

إن أي تفرعات في نقاط استهلاك الهواء حيث تجري الخطوط بشكل أفقي يجب أن تتركب دائماً في القسم العلوي من الخط الرئيسي.

يتم تركيب التفرعات لإزالة المتكثفات في الطرف السفلي من الخط الرئيسي.

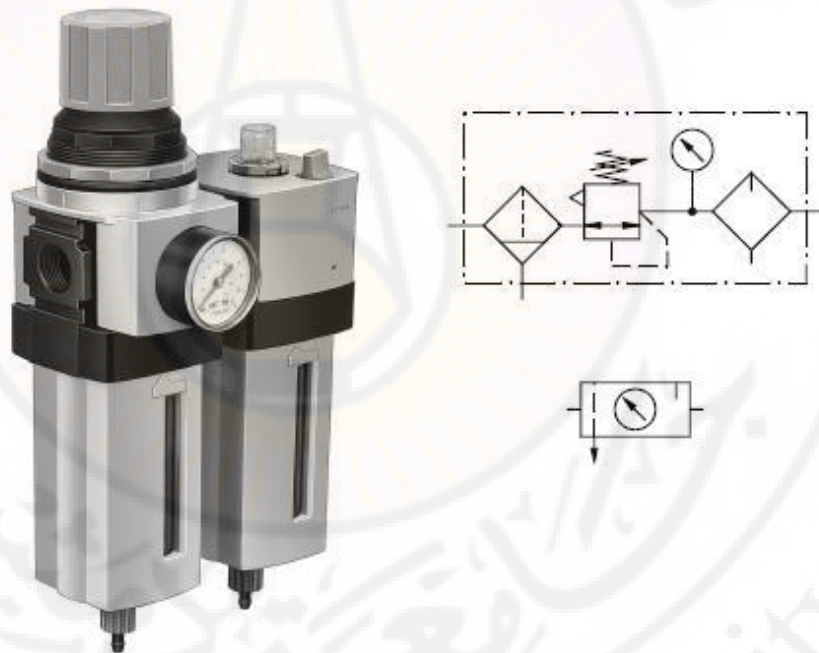
يمكن استخدام صمامات إغلاق لحجز أقسام من خطوط الهواء المضغوط إذا كانت هذه الأخيرة غير مطلوبة أو بحاجة ليتم إغلاقها من أجل أغراض الصيانة أو الإصلاح.

إن وحدة خدمة الهواء مكونة من التالي:

- فلتر الهواء المضغوط (مع فاصل ماء)
- منظم الهواء المضغوط
- مزيت الهواء المضغوط

على كل، فإن استخدام المزيت لا يحتاج لأن يتم تزويده لقسم القدرة في نظام التحكم إلا إذا كان ضرورياً، بما أن الهواء المضغوط في قسم التحكم لا يحتاج للترطيب بشكلٍ ضروري. يتم تحديد التركيب الصحيح، القياس والنوع لهذه العناصر باحتياجات التطبيق ونظام التحكم. يتم تجهيز كل نظام تحكم في الشبكة بوحدة خدمة هواء للتأكد من جودة الهواء لكل مهمة فردية.

Fig. 2.2
وحدة خدمة هوائية



فلتر الهواء المضغوط

مهمة فلتر الهواء المضغوط إزالة الملوثات من الهواء المضغوط الجارية معه بالإضافة لإزالة الماء الذي تكثف مسبقاً. يدخل الهواء المضغوط تجويف الفلتر من خلال شقوق موجهة. تتفصل الجزيئات السائلة والجزيئات الأكبر كالأوساخ بطريقة الطرد المركزي متجمعة في القسم السفلي من تجويف الفلتر. يجب أن يتم تصريف المتكثفات المتجمعة قبل أن يتجاوز المستوى حد المتكثفات الأعظمي، وإلا فإنه سيدخل إلى مجرى الهواء من جديد.

منظم الهواء المضغوط

الغاية من المنظم هي الحفاظ على ضغط تشغيل للنظام (ضغط ثانوي) ثابت بشكل إفتراضي، على الرغم من التمرجات في ضغط الخط (ضغط أساسي) واستهلاك الهواء.

مزيت الهواء المضغوط

الغاية من المزيت هي توصيل كمية مقاسة من رذاذ الزيت إلى فرع نظام توزيع الهواء عند الحاجة، من أجل التشغيل لنظام الهواء المضغوط.

2.2 الصمامات

إن وظيفة الصمامات التحكم بالضغط أو معدل التدفق في وسيط الضغط. اعتماداً على التصميم ، يمكن أن يتم تقسيم هذه إلى الأصناف التالية:

■ صمامات التحكم الإتجاهية.

- عناصر الدخل / توليد الإشارة

- عناصر المعالجة

- عناصر التحكم

■ صمامات عدم الرجوع

■ صمامات التحكم بالتدفق

■ صمامات الإغلاق

صمامات التحكم الإتجاهية

تتحكم صمامات التحكم الإتجاهية بعبور إشارات الهواء عن طريق توليد، إلغاء أو إعادة توجيه الإشارات.

يتم وصف الصمام بواسطة:

▪ عدد المنافذ أو الفتحات (طرق): 2- way , 3- way , 4- way ... الخ

▪ عدد المواضع: 2 موضع، 3 موضع، الخ

▪ طرق تفعيل الصمام: مفعّل بشكل يدوي

مفعّل بشكل ميكانيكي

مفعّل بالهواء المضغوط

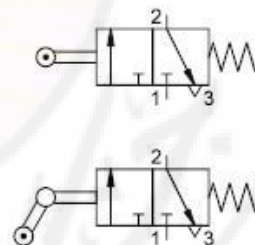
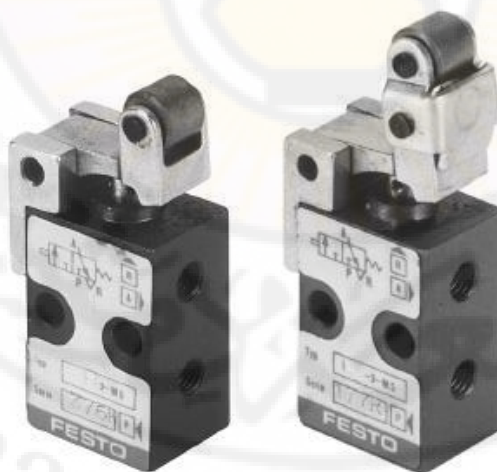
مفعّل كهربائياً

▪ طرق تفعيل العودة: عودة نابضية، عودة هوائية، الخ

كعنصر توليد إشارة فإن صمام التحكم الإتجاهي يشغل كمثال، بواسطة عتلة دحرجية ليضبط موقع قضيب المكبس للاسطوانة.

Fig. 2.3

صمام عتلة دحرجية 3/2
(بدون و مع عودة هوائية)



كعنصر معالجة فإن صمام التحكم الإتجاهي يعيد توجيهه أو يلغي الإشارات بالاعتماد على إشارة الدخل المتلقاة.

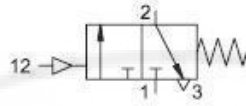
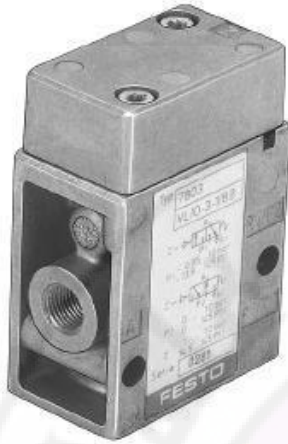


Fig. 2.4

صمام مفعل بالهواء 3/2
صمام مفعل باتجاه واحد
مع عودة نابضية

كعنصر تحكم فإن صمام التحكم الإتجاهي يجب أن يقوم بتوصيل الكمية المطلوبة من الهواء لمواجهة متطلبات مركبة القدرة.

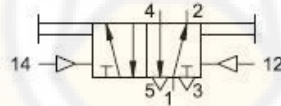


Fig. 2.5

صمام 5/2 لإستوانة تحكم :
صمام مفعل باتجاهين

صمامات عدم الرجوع

تسمح صمامات عدم الرجوع للإشارة بالمرور عبر الأداة باتجاه واحد وفي الإتجاه الآخر تقوم بحجز الجريان. فيما بين البقية ، فإن هذا المبدأ يطبق في الصمامات المكوكية أو صمامات التنفيس السريع. إن صمام عدم الرجوع بشكل العنصر الأساسي لبقية أنواع الصمامات يظهر في خط الخرج المتقطع في الشرح في الأسفل.

Fig. 2.6
صمام عدم الرجوع ومشتقاته



صمامات التحكم بالتدفق

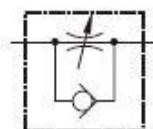
تقوم صمامات التحكم بالتدفق بحصر أو خفق الهواء في إتجاه محدد لتخفيض معدل التدفق للهواء وهكذا التحكم بتدفق الإشارة. بشكل مثالي، فإنه يمكن تغيير أداة الحصر من مفتوح بشكل كامل إلى مغلق بشكل كامل. يجب أن يركب صمام التحكم بالتدفق أقرب ما يمكن إلى عنصر العمل ويجب أن يتم ضبطه ليوافق متطلبات التطبيق. إذا تم تركيب صمام التحكم بالتدفق مع صمام عدم رجوع فإن وظيفة تحكم التدفق تكون باتجاه واحد مع تدفق حر كامل في إتجاه واحد.

Fig. 2.7
صمام التحكم بالتدفق

صمام تحكم بالتدفق قابل للمعايرة



صمام تحكم بالتدفق باتجاه واحد



صمامات التحكم بالضغط

تستخدم صمامات التحكم بالضغط في أنظمة الهواء المضغوط. يوجد ثلاث مجموعات رئيسية:

- صمامات تحديد الضغط
- صمامات تنظيم الضغط
- صمامات ضغط تسلسلية

تستخدم صمامات تحديد الضغط في الطرف ما قبل الضاغط لضمان تحديد ضغط المستقبل (الخزان)، من أجل الأمان، وذلك أن ضغط التزويد للنظام يحدد إلى الضغط الصحيح. يحافظ صمام تنظيم الضغط على ثبات الضغط بصرف النظر عن تموجات الضغط في النظام. ينظم الصمام الضغط بواسطة غشاء مدمج. يستخدم صمام الضغط التسلسلي إذا كانت الإشارة المعتمدة على الضغط مطلوبة من أجل تطوير نظام التحكم.

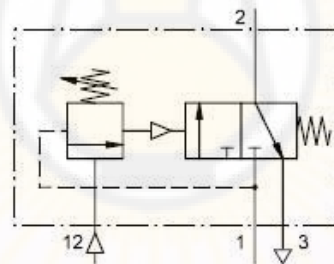


Fig. 2.8

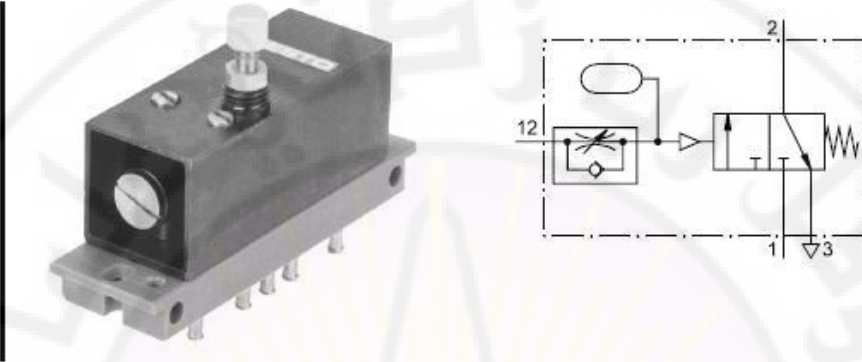
صمام ضغط تسلسلي

عندما تصل إشارة التحكم المطبقة إلى الضغط المحدد، فإن الصمام 3/2 المتحد يتم تفعيله عند هذه النقطة. والعكس بالعكس، يرتد الصمام ، إذا نزلت إشارة التحكم تحت ضغط محدد.

الصمامات المركبة (التراكبية)

يمكن أن تنتج الوظائف المترابطة لعناصر مختلفة وظيفة جديدة. مثال، صمام تأخير زمني والذي هو عبارة عن تراكب صمام تحكم تدفق باتجاه واحد، خزان وصمام تحكم إتجاهي 3/2.

Fig. 2.9
صمام التأخير الزمني



بالاعتماد على وضعية برغي الخنق، فإنه تتدفق كمية أكبر أو أقل من الهواء عبر وحدة الوقت إلى خزان الهواء. وعندما يتم الارتفاع والوصول إلى ضغط التحكم الضروري، فإن الصمام يتبدل ليقوم بتمرير التدفق. يتم الحفاظ على موقع التبديل هذا طالما إشارة التحكم مطبقة. تتضمن الصمامات التراكبية الأخرى:

- وحدة البدء ذات اليدين الاثنتين
- مولد النبضات
- الوحدات الخطوية
- وحدات الذاكرة

2.3 عناصر المعالجة (المعالجات)

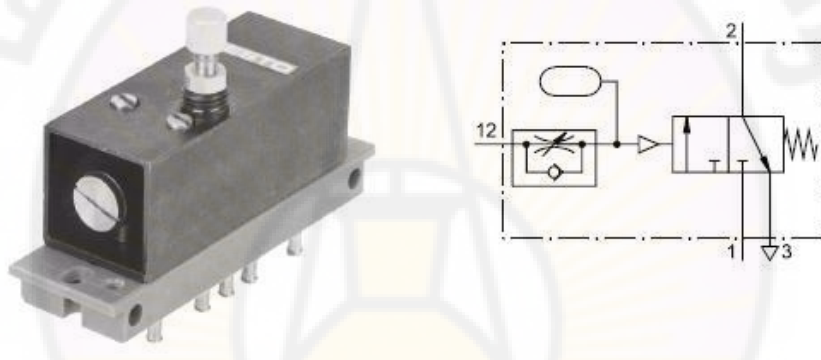
من أجل دعم صمامات التحكم الإتجاهية في مستوى المعالجة، يوجد عناصر متنوعة والتي تقوم بتكييف إشارات التحكم من أجل المهمة. هذه العناصر هي:

▪ صمام ضغط ثنائي (تابع And)

▪ صمام مكوكي (تابع OR)

يسمح الصمام المكوكي لمجموعة من إشارتي دخل اثنتين بالدخول إلى تابع OR . تمتلك بوابة OR مدخلين وخرج واحد . يتم توليد إشارة الخرج ، إذا طبق ضغط على واحد من المدخلين.

Fig. 2.9
صمام التأخير الزمني



التطوير الإضافي على عناصر المعالجة في الهواء المضغوط توافق مع الأنظمة المعيارية، والتي دمجت توابع صمام التحكم الإتجاهي مع العناصر المنطقية لتشكيل مهمة معالجة مركبة. يخفض هذا القياس، الكلفة وتعقيد النظام.

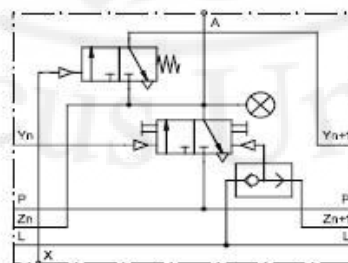
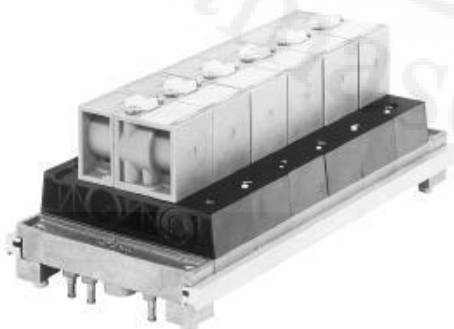
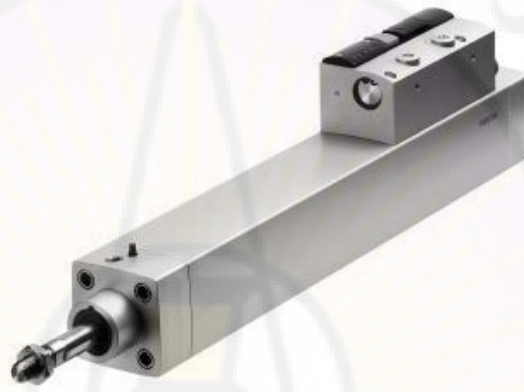


Fig. 2.11
وحدة معالجة معيارية
(موديل خطوي)

2.4 مركبات (عناصر) القدرة

يتألف قسم القدرة من عناصر تحكم ومركبات قدرة أو مؤازرات. تتضمن مجموعة المؤازرات أنواع متنوعة من المؤازرات الخطية والدورانية ذات التراكيب والقياسات المتنوعة. تتكامل المؤازرات مع عناصر التحكم، والتي تنقل الكمية المطلوبة من الهواء لقيادة المؤازر. يتم توصيل هذا الصمام بشكل مباشر إلى مزود الهواء الرئيسي بشكل طبيعي ويتم تركيبه قرب المؤازر لتقليل الفواقد نتيجة المقاومة.

Fig. 2.12
مؤازر مع عنصر تحكم



يمكن تقسيم المؤازرات بشكل إضافي إلى مجموعات:

■ مؤازرات خطية

- اسطوانة أحادية التأثير
- اسطوانة ثنائية التأثير

■ مؤازرات دورانية

- محركات هوائية
- مؤازرات دورانية

Fig. 2.13
مؤازرات، خطي و دوراني



2.5 الأنظمة

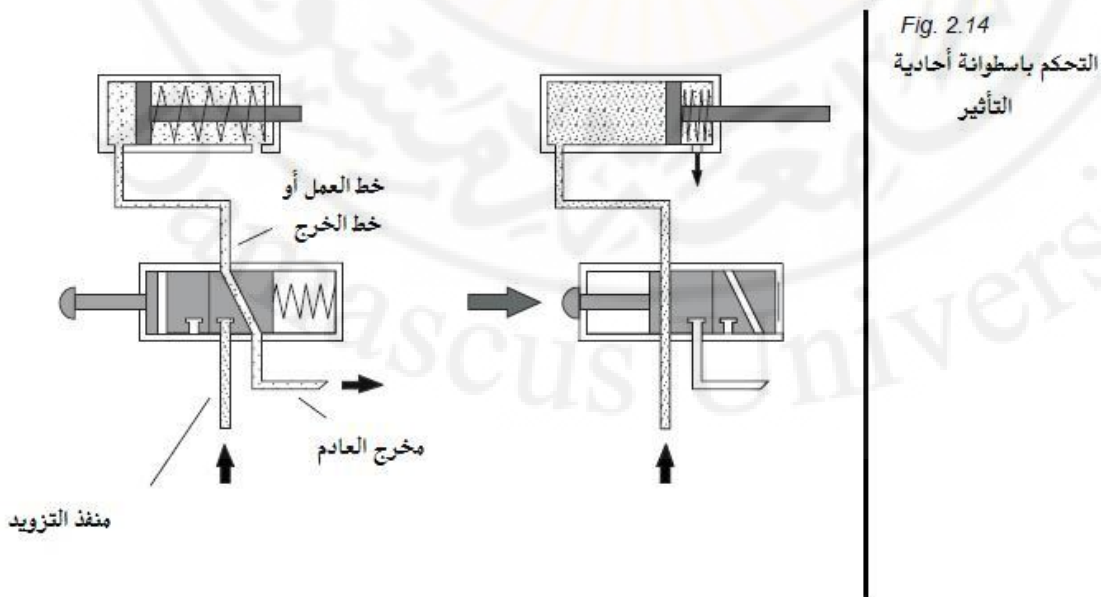
بشكل عام ، يتأثر تفعيل اسطوانة بواسطة صمام التحكم الإتجاهي. يعتمد اختيار صمام التحكم الإتجاهي هذا (عدد الوصلات، عدد مواقع التبديل، نوع التفعيل) على التطبيق المخصص. دائرة التحكم باسطوانة أحادية التأثير مشكلة نموذجية

يتقدم قضيب المكبس لاسطوانة أحادية التأثير عند تفعيل زر ضاغط. وعند تمرير الزر الضاغط، يعود المكبس أوتوماتيكياً إلى وضعه الابتدائي.

الحل

يتحكم صمام 3/2 بالاسطوانة أحادية التأثير. يتبدل الصمام من الوضع الابتدائي إلى وضع التدفق ، عندما يتم الضغط على الزر الضاغط للمؤازر. تتضمن الدارة المكونات الأساسية التالية:

- اسطوانة أحادية التأثير، عودة نابضية
- صمام تحكم إتجاهي 3/2 : زر ضاغط من أجل التشغيل ونابض من أجل قوة الإرجاع
- مصدر تزويد بالهواء متصل مع الصمام 3/2
- وصلات هوائية بين الصمام والاسطوانة



يملك صمام التحكم 3/2 ثلاث منافذ. منفذ التزويد، منفذ التفيس (الإخراج) ومنفذ الخرج. إن العلاقة بين هذه المنافذ يتم تحديده من خلال الممرات ضمن الصمام. تم إظهار مواقع التبديل الممكنة في الشرح العلوي.

الوضع الابتدائي:

يعرف الوضع الابتدائي (الدائرة في الجانب الأيسر) كوضع "الراحة" للنظام. كل الوصلات تكون مهياة ولا يوجد هناك تدخل يدوي من قبل المشغل. يكون هواء التزويد مغلقاً ويكون قضيب مكبس الاسطوانة متراجع (بواسطة العودة النابضية) . في هذا الموقع للصمام، تكون حجرة المكبس للاسطوانة منفسة.

تشغيل الزر الضاغط:

إن الضغط على الزر الضاغط يؤدي إلى تحريك الصمام 3/2 بعكس نابض عودة الصمام. يظهر المخطط (الدائرة على الجانب الأيمن) الصمام في وضعية العمل أو التفعيل. يكون هواء التزويد الآن متصلاً بواسطة ممر الصمام إلى منفذ الاسطوانة أحادية التأثير. يسبب نشوء الضغط تمدد قضيب المكبس للاسطوانة بعكس قوة نابض الإرجاع للاسطوانة . وحالما يصل قضيب المكبس الوضع النهائي المتقدم، فإن ضغط الهواء في جسم الاسطوانة يصل إلى المستوى الأعظمي.

تحرير الزر الضاغط:

حالما يتم تحرير الزر الضاغط، يقوم نابض إعادة الصمام بإرجاع الصمام إلى وضعه الابتدائي ويطرأ قضيب مكبس الاسطوانة.

لاحظ

سرعة التقدم والتراجع مختلفتان لأن:

- نابض إعادة للمكبس يخلق قوة مضادة عند التقدم.
- عند التراجع، يخرج الهواء المزاح عبر الصمام. ولذلك يجب أن يتم التغلب على مقاومة التدفق.

بشكل طبيعي، تم تصميم الاسطوانات أحادية التأثير بطريقة بحيث يكون سرعة التقدم أكبر من سرعة التراجع.

دارة التحكم باسطوانة ثنائية التأثير:

مشكلة نموذجية

يتقدم قضيب المكبس الاسطوانة ثنائية التأثير عند تفعيل زر ضاغط، وعند تمرير الزر الضاغط يعود المكبس إلى وضعه الابتدائي. يمكن أن تتجزئ الاسطوانة ثنائية التأثير العمل في كلا الإتجاهين للحركة، وذلك تبعاً لضغط مزود الهواء الكامل المتوافر من أجل التمدد والتراجع.

الحل

- يتحكم صمام تحكم إتجاهي 5/2 بالاسطوانة ثنائية التأثير. يتم توليد أو إبطال الإشارة عن الصمام، إذا تم ضغط أو تمرير الزر الضاغط للمؤازر. تتضمن الدارة:
- اسطوانة ثنائية التأثير
 - صمام تحكم إتجاهي 5/2: زر ضاغط من أجل التشغيل ونابض من أجل قوة الإرجاع
 - مصدر تزويد هواء متصل مع الصمام 5/2
 - وصلات هوائية بين الصمام والاسطوانة

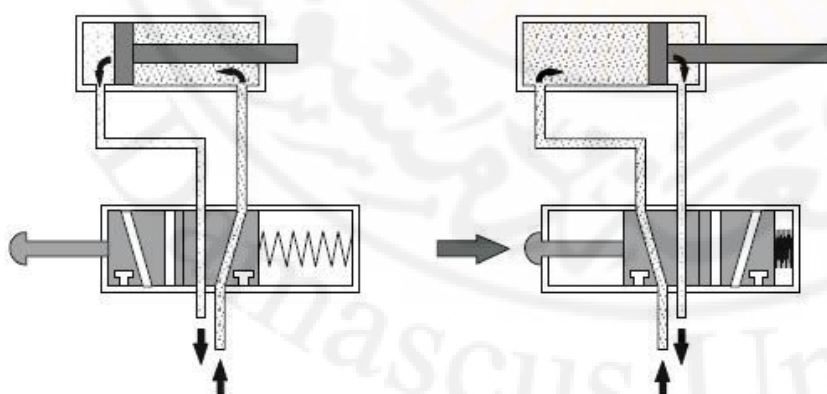


Fig. 2.15
التحكم باسطوانة ثنائية
التأثير

الوضع الابتدائي

في الوضع الابتدائي (الدائرة على الجانب الأيسر) تكون كل الوصلات مهيأة ولا يوجد تدخل يدوي من قبل المشغل. في هذا الوضع الغير مفعل، يتم تطبيق الهواء على طرف قضيب مكبس الاسطوانة، بينما يتم تنفيس الضغط على طرف المكبس من الاسطوانة.

تشغيل الزر الضاغط

إن الضغط على الزر الضاغط يشغل الصمام 5/2 بعكس نابض عودة الصمام. يظهر المخطط (الدائرة على الجانب الأيمن) الصمام في وضعية التشغيل أو التفعيل. في هذه الوضعية، يكون مزود الضغط متصل مع طرف المكبس من الاسطوانة، بينما يكون طرف قضيب المكبس منفس. يجعل الضغط في طرف المكبس قضيب المكبس يتقدم للأمام. وعند الوصول إلى التمدد الكلي، يصل ضغط الهواء في طرف المكبس إلى القيمة العظمى.

تحرير الزر الضاغط

بمجرد تحرير الزر الضاغط، فإن نابض عودة الصمام يدفع الصمام إلى الوضع الابتدائي. يكون ضغط التزويد الآن متصلاً مع طرف قضيب المكبس، بينما يتم تنفيس طرف المكبس عبر منفذ التنفيس في الصمام. ويعود قضيب المكبس.

لاحظ

إن سرعة التقدم وسرعة التراجع مختلفتان تبعاً لحقيقة أن حجم الاسطوانة في طرف قضيب المكبس أصغر من الحجم في طرف المكبس. وهكذا، كمية هواء التزويد المطلوبة خلال التراجع أقل منها خلال التمدد، وشوط التراجع أسرع.

الفصل 3

الرموز والمعايير المستخدمة في الهواء المضغوط



3.1 الرموز وأوصاف المكونات

تمت مساعدة التقدم في أنظمة الهواء المضغوط بواسطة تقارب منتظم بتمثيل العناصر والدارات. يجب أن تظهر الرموز المستخدمة للعناصر الفردية الخواص التالية:

- طرق تفعيل التشغيل والرجوع
- عدد الوصلات (كل المتصلة من أجل التعريف)
- عدد مواقع التبديل
- مبدأ التشغيل العام
- تمثيل مبسط لطريق التدفق

لا يؤخذ بالحسبان البناء التقني للمركب في الشكل المختصر للعنصر.

تم تفصيل الرموز المستخدمة في الهواء المضغوط في المعيار DIN 1501219 : "رموز الدارات من أجل الأنظمة والتجهيزات السيالة".

أما المعايير المتعلقة بالبناء، الاختبار والتصميم لأنظمة التحكم في الهواء المضغوط تم ترتيبها في قائمة في قسم المراجع في هذا الكتاب.

تزويد الهواء وتوليده

يمكن تمثيل الرموز المستخدمة لأنظمة تزويد الطاقة كعناصر فردية أو كعناصر مركبة. إذا تم استخدام مزود هواء عام ومعياري لكل المركبات، فإنه يمكن استخدام الرموز المبسطة.



Fig. 3.1

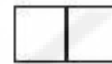
الرموز المستخدمة في تحويل القدرة والتجهيز

Fig. 3.2
صمامات التحكم الاتجاهية :
تطور الرمز

مواقع تبديل الصمام تمثل بمربعات



يبين عدد المربعات كم يملك الصمام
من مواقع تبديل



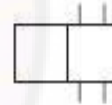
تشير الخطوط إلى طريق التدفق
تشير الأسهم إلى اتجاه التدفق



مواقع الإغلاق تعرف في الصناديق
بخطوط مرسومة بزوايا قائمة



الوصلات (منافذ الدخول والخروج)
تظهر على شكل خطوط خارج الصندوق



صمامات التحكم الاتجاهية

يتم تمثيل صمام التحكم الإتجاهي بعدد الوصلات المتحكممة، عدد المواضع وطريق التدفق. ولكي يتم تجنب الوصلات الخاطئة، يتم تعريف كل مداخل ومخارج الصمام.



Fig. 3.3

صمامات التحكم الاتجاهية:
المنافذ و المواقع (الطرق)

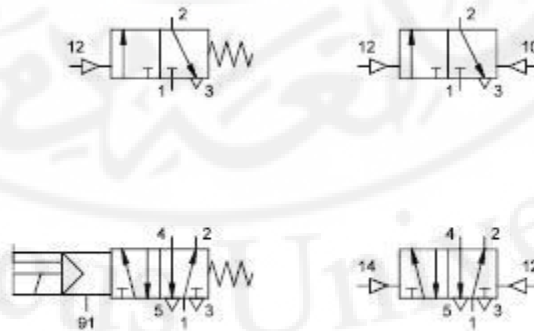
يستخدم نظام عدّ ليدل على صمامات التحكم الاتجاهية والذي يكون متوافقاً مع
DINIS 5599 -3 . قبل هذا كان يستخدم نظام حرفي وكلا نظامي الدلالة موجودان هنا:

ISO 5599-3	نظام المحرف	المنفذ أو الوصلة
1	P	منفذ ضغط
2, 4	A, B	خطوط عمل
3, 5	R, S	منافذ تنفيس

10	Z	الإشارة المطبقة تمنع التدفق من المنفذ 1 إلى المنفذ 2
12	Y, Z	الإشارة المطبقة تُوصل المنفذ 1 مع المنفذ 2
14	Z	الإشارة المطبقة تُوصل المنفذ 1 مع المنفذ 4
81, 91	P, z	هواء تحكم مساعد

لاحظ في هذا الكتاب، كل الوصلات معرفة بأرقام.

Fig. 3.4
أمثلة عن التصاميم



طرق التفعيل

تعتمد طرق تفعيل صمام التحكم الاتجاهية في الهواء المضغوط على المتطلبات للمهمة . تتنوع أنواع التفعيل، مثل:

- تفعيل يدوي
- تفعيل ميكانيكي
- تفعيل بالهواء المضغوط
- تفعيل كهربائي
- تفعيل مركب

تم تفصيل رموز الطرق المستخدمة في التفعيل في الـ DIN ISO 1219.

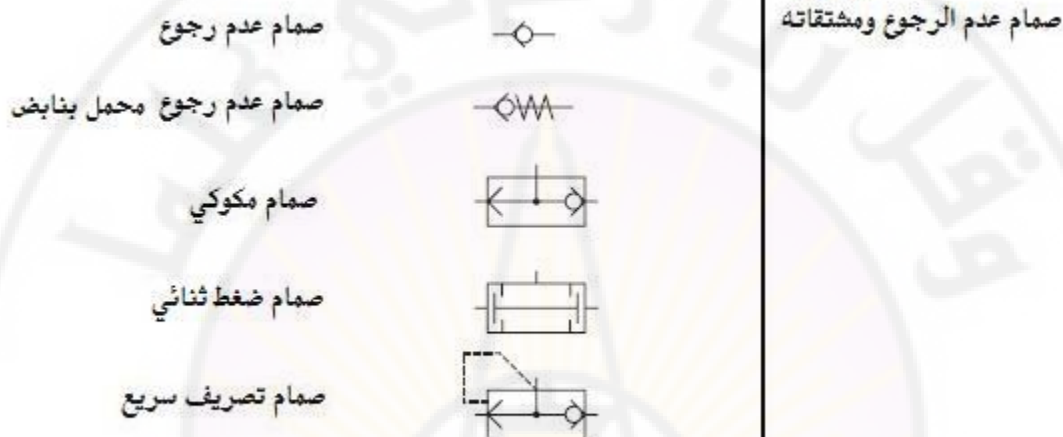
عند التطبيق على صمام تحكم اتجاهي، يجب أن يعطى اعتبار لطريقة التفعيل الابتدائي للصمام وأيضاً طريقة تفعيل العودة. بشكل طبيعي هاتان طريقتان منفصلتان. يتم إظهار كلاهما في الرمز في إحدى الطرفين من صناديق المواضع. قد يوجد أيضاً طرق إضافية للتفعيل مثل إلغاءات يدوية، والتي يشار إليها على حدة.

Fig. 3.5
طرق التفعيل

يدوي	عام	
	ضغط زر	
	تفعيل عتلة	
	تفعيل عتلة حابسة	
	دواسة قدم	
ميكانيكي	كباسة	
	تفعيل دخروجة	
	دخروجة عودة مهيمنة	
	عودة نابضية	
	مركزة نابضية	
هواء مضغوط	تفعيل مباشر بالهواء المضغوط	
	تفعيل غير مباشر بالهواء المضغوط (مقاد)	
كهربائي	تفعيل بمغناطيس أحادي	
	تفعيل بمغناطيس ثنائي	
مركب	مغناطيس ثنائي و تشغيل مقاد مع تجاهل يدوي	

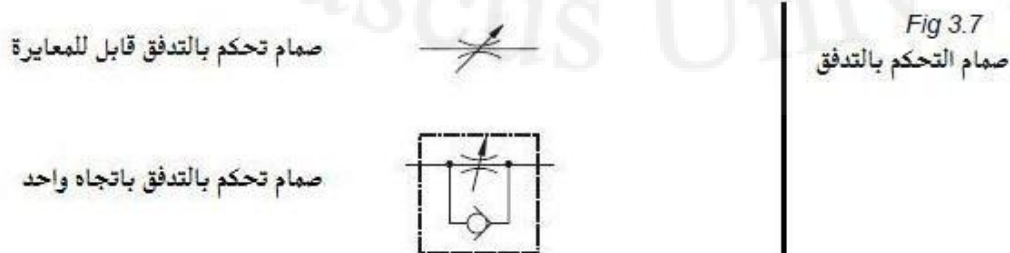
صمامات عدم الرجوع ومشتقاتها

إن صمام عدم الرجوع (صمام التوقف) هو أساس التطوير لمكونات مركبة متعددة. يوجد شكلين أساسيين من صمامات عدم الرجوع. مع عودة نابضية أو بدون. لكي يتم تحرير الجريان، فإن قوة الضغط على النابض العوده المصمم يجب أن تكون أكبر من قوة النابض.



صمامات التحكم بالتدفق

إن معظم صمامات التحكم بالتدفق قابلة للمعايرة وتسمح بالتحكم بالتدفق بكلا الاتجاهين . يشير السهم إلى أن المركبة قابلة للمعايرة ولا يشير إلى اتجاه التدفق ، إنه تخطيطي فقط في حالة صمام تحكم بالتدفق بطريق واحد، فإنه يتم تجهيز (وضع) صمام عدم رجوع بالتوازي مع صمام التحكم بالتدفق . فيتأثر التحكم بالتدفق في اتجاه واحد فقط.



صمامات الضغط

إن الغاية من صمامات الضغط هو، التأثير على الضغط في كامل نظام الهواء المضغوط أو في جزء من هذا النظام. تكون صمامات تعبير لضغط قابلة للمعايرة بشكل عام ضد صمام ضغط .

يتم تمييز الرموز تبعاً للأنواع التالية:

- صمام تعبير الضغط بدون منفذ تحرير
- صمام تعبير الضغط مع منفذ تحرير
- صمامات ضغط تسلسلية

Fig. 3.8
صمامات الضغط

صمام تنظيم الضغط قابل للمعايرة

نوع غير محرر

صمام تنظيم الضغط قابل للمعايرة

نوع محرر

صمام تسلسلي

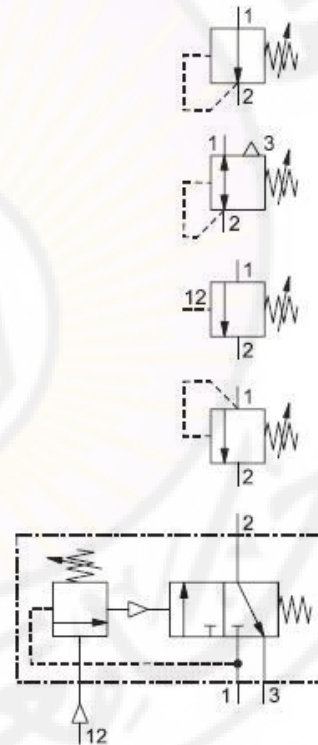
مصدر خارجي

صمام تسلسلي

على الخط

صمام تسلسلي

مركب



تمثل الرموز صمام الضغط كصمام بموضع واحد (آحادي) مع مجرى تدفق إما مفتوح أو مغلق أصلاً. في حالة معايير الضغط فإن التدفق مفتوح دائماً، بينما في حالة صمام الضغط التسلسلي يكون مغلقاً حتى يصل الضغط إلى قيمة حدية محددة على نابض المعايرة.

المؤازرات الخطية

يتم وصف المؤازرات الخطية أو الاسطوانات بطريقة بنائهم وطريقة التشغيل. الاسطوانة أحادية التأثير، الاسطوانة ثنائية التأثير والاسطوانة بدون قضيب تشكل الأساس لاختلافات التصميم. إن استخدام الوسادة (البطانة) لتخفيض الأحمال على نهاية القلنسوات والساندات خلال تباطؤ المكبس تكون مهمة من أجل العمر والطويل والتشغيل الناعم. يشير السهم للوسادة القابلة للمعايرة وليس إلى اتجاه الحركة الموسدة.



Fig. 3.9

مؤازرات خطية

المؤازرات الدورانية

تقسم المؤازرات الدورانية إلى حركة مستمرة وزاوية محددة الدوران. المحرك الهوائي هو بشكل طبيعي أداة بسرعة عالية مع إما سرعة ثابتة أو تحكم بالسرعة قابل للمعايرة. الوحدات مع زاوية دوران محددة تكون ثابتة أو قابلة للمعايرة بإزاحة زاوية. المؤازرات الدورانية ممكن أن تكون مبطنة بالاعتماد على الحمل وسرعة التشغيل.

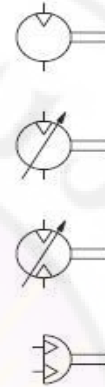
Fig. 3.10
حركة دورانية

محرك هوائي ، الدوران في اتجاه واحد
سعة ثابتة

محرك هوائي ، الدوران في اتجاه واحد
سعة متغيرة

محرك هوائي ، الدوران في كلا الاتجاهين
سعة متغيرة

مؤازر دوراني



رموز مساعدة

هناك عدد من الرموز المهمة للقطع الإضافية والتي يتم الانتفاع منها بالربط مع أجهزة الهواء المضغوط.

Fig. 3.11
رموز مساعدة

منفذ عادم بدون تثبيت من أجل الاتصال

منفذ عادم مع اتصال محتلون

كاتم صوت

اتصال خطي

خطوط عابرة

مقياس ضغط

مؤشر مرئي



3.2 متطلبات الأمان لأنظمة الهواء المضغوط

حتى هذا الوقت، لا يوجد معايير متعلقة بالأمان لأنظمة الهواء المضغوط. ولذلك على الرغم من كل العوامل المؤثرة بالأمان، فإنه يجب أن يصنع مرجع ليكون خطوط موجهة عامة وانتظام من عدد من حقول الهندسة المختلفة.

المقتطف من واحد من الـ VDI (المجتمع الألماني للمهندسين) من الخطوط الموجهة رقم 3229 "الخطوط الموجهة التصميمية التقنية من أجل أدوات التشغيل وأجهزة الإنتاج الأخرى" على علاقة بالأمان تقرر:

P 4.5 الأمان

P 4.5.1 الخلل الوظيفي للمتحكم

في حالة الخلل الوظيفي للمتحكم أو انفصال النظام، يجي ألا تتعرض قطعة التشغيل للخطر.

P 4.5.2 مفتاح التوقف الطارئ

يجب أن تُجهز أنظمة الهواء المضغوط التي تستخدم عدة اسطوانات قوة بمفتاح طوارئ. بالاعتماد على التصميم و خواص التشغيل للنظام، فإن القرار فيما إذا كان التوقف الطارئ سوف يُسبب:

- يضع النظام في حالة الضغط الصفري
- يعيد تنضيد اسطوانات القوة إلى وضعها الابتدائي
- ليكبح الاسطوانات في وضعها الحالي

يمكن توحيد الخيارات الثلاثة هذه أيضاً.

متطلبات الأمان لأجهزة التثبيت في الهواء المضغوط

يجب أن يعطى الانتباه لمجموعة الخطوط الموجهة التالية عند تشغيل اسطوانات هواء مضغوط تحت شروط تثبيت:

يجب أن يكون نظام التحكم لأجهزة التثبيت في الهواء المضغوط مصمم أو منظم بطريقة بحيث يتجنب فيه التشغيل العرضي (الغير مقصود). يمكن الوصول إلى هذا بواسطة:

- وسائل تفعيل مشغلة يدوياً مع أغطية حماية، أو
- تشابكات تحكم

يجب أن تؤخذ الاحتياطات لمنع تأذي اليد بسبب أجهزة التثبيت. يمكن تحقيق هذا بتفقد حالات التثبيت بواسطة:

- وضع اسطوانة التثبيت خارج منطقة التغذية
- استخدام اسطوانات تثبيت آمنة، والتي لا تطبق قوة التثبيت كاملة حتى تصل إلى قطعة العمل، أو
- استخدام تحكم مستخدم بكلتا اليدين.

يجب أن تجهز الآلات ذات وسائل التثبيت بالهواء المضغوط بطريقة بحيث تكون قيادة العمل أو محور التغذية لا يمكن أن تفعل حتى يتم تأكيد أمر التثبيت. يمكن تحقيق هذا بـ:

- محولات طاقة الضغط ، أو
- صمام الضغط التسلسلي

في حال فشل مزود الهواء فإن ذلك يجب ألا يؤدي لفتح جهاز التثبيت خلال تشغيل قطعة العمل المثبتة. يمكن تحقيق ذلك بواسطة:

- أجهزة تثبيت ميكانيكية
- عناصر تثبيت ذاتية القفل
- خزانات

التلوث البيئي

يمكن أن يحدث شكلين من التلوث البيئي في أنظمة الهواء المضغوط:

- **الضجيج:** الناتج عند خروج الهواء المضغوط.
- **غشاوة الزيت:** الناتج بسبب الزيوت التي أدخلت في الضاغط أو عبر وحدة الخدمة والتي يتم دفعها إلى الجو خلال دورات التنفيس.

ضجيج التنفيس

يجب أن يتم أخذ تدابير عند حصول ضجيج تنفيس عالٍ (زائد). يمكن تحقيق ذلك بواسطة:

- كاتمات صوت التنفيس

تستخدم كاتمات الصوت لتخفيض الضجيج في منافذ التنفيس للصمامات. تعمل هؤلاء على مبدأ التحكم بالتدفق لهواء التنفيس بخلق مقاومة تدفق أكبر أو أقل . لكاتمات الصوت الطبيعية تأثير محدود على سرعة قضيب المكبس.

في حالة كاتمات الصوت الخناقة، فإن مقاومة التدفق تكون قابلة للمعايرة. تستخدم كاتمات الصوت هذه للتحكم بسرعة قضيب المكبس.

طريقة أخرى لتقليل الضجيج هي تجهيز مجاري متعددة مع وصلات إلى منافذ التنفيس لصمامات القدرة وهكذا يدفع الهواء عبر كاتم صوت عام واسع.

غشاوة الزيت

إن الهواء المنفس من الأدوات المقادة ميكانيكياً أو الآلات المتحكم بها ميكانيكياً تحتوي على ذريرات زيتية والتي غالباً ما تبقى في الغرفة لوقت معتبر على شكل بخار، والتي من الممكن استنشاقها.

يكون التلوث في البيئة حاداً بشكل خاص في الحالات حيث يوجد عدد كبير من المحركات الهوائية أو اسطوانات بقطر كبير مجهزة في مكان واحد. في هذه الحالة، فإن من المستحسن استخدام كاتمات صوت مرشحة، حيث يتم ترشيح الجزء الرئيسي من غشاوة الزيت ولا تصل إلى الجو المحيط.

أمان التشغيل

عند الصيانة أو العمل مع أنظمة الهواء المضغوط، يجب أخذ الحذر عند إزالة وإعادة تركيب خطوط الهواء. سوف تنفث الطاقة المخزنة في الأنابيب أو القنوات بفترة زمنية قصيرة جداً مع قوة كافية والتي سوف تسبب حز خطير في الخط والذي يمكن أن يعرض العاملين للخطر. هناك خطر إضافي اختلال الجزئيات الناتج عن عصف الهواء والذي يمكن أن يسبب مخاطر للعين.



الفصل 4

طرق تطوير أنظمة الهواء المضغوط



4.1 تطوير أنظمة الهواء المضغوط

إن الحل لمشكلة التحكم هي الاستنباط (التطوير) تبعاً للنظام مع التوثيق الذي يلعب دوراً هاماً في التوصل إلى نتيجة نهائية. يجب أن يتم رسم مخطط الدارة باستخدام رموز معيارية وتضيف .

توثيق شامل مطلوب متضمناً معظم التالي:

- المخطط الوظيفي
- مخطط الدارة
- وصف تشغيل النظام
- معلومات تقنية عن المكونات

توثيق إضافي يتضمّن:

- قائمة الأجزاء لكل المكونات في النظام
- معلومات عن الصيانة وكشف الخطأ
- قائمة الأجزاء الاحتياطية

هنالك طريقتين أساسيتين من أجل بناء مخططات الدارات:

- المدعوة بالطرق الحدسية (البديهية)

- التصميم المنهجي لمخطط الدارة بالانسجام مع التعليمات والقواعد المفروضة

في حين تتطلب الحالة الأولى خبرة وحس كبيرين وفق كل ذلك كمية كبيرة من الوقت حيث يتعلق الأمر بالدارات المعقدة، أما تصميم مخططات الدارة للبند الثاني يتطلب عمل منهجي وكمية محددة من المعرفة النظرية الأساسية.

بغض النظر عن أي طريقة مستخدمة في تطوير مخطط الدارة، فإن الهدف هو الانتهاء مع حكم تشغيل موثوق ومهني بشكل مناسب . في حين تؤكد بشكل مسبق قد وضع في الأقل كلفة بين الحلول، والأكثر أهمية الآن مرتبط بالوثوقية التشغيلية وسهولة الصيانة بواسطة تخطيط وتوثيق واضحين.

هذا يقود حتماً إلى زيادة استخدام عمليات التصميم المنهجية. في مثل هذه الحالات، يكون التحكم مبني بالانسجام مع الإجراءات المعطى وأقل اعتماداً على التأثيرات الشخصية من المصمم. في عدة حالات، عدة مكونات سوف تكون مطلوبة من أجل الحل المنهجي أكثر منها في الدارة المستتبطة في الطريقة الحدسية.

عادةً يتم تعويض المتطلبات الإضافية في المواد بشكل سريع عن طريق توفير الزمن في محطة المشروع ولاحقاً من ناحية الصيانة. بشكل عام يجب التأكد من أن الزمن المصروف على تصميم المشروع وبالتحديد في تبسيط الدارة هو في تناسب معقول إلى الجهد الكلي. بغض النظر عن أي طريقة وأي تقنية هي المستخدمة لإنتاج مخطط الدارة. فإن المتطلبات الأساسية هي معرفة أولية سليمة بالأجهزة المستخدمة ومعرفة في مميزات التبديل للمكونات المستخدمة.

4.2 سلسلة التحكم

إن سلسلة التحكم تمثل مصنف عن نظام تحكم، من بين الأشياء الأخرى، يمكن فيه تحديد اتجاه الإشارة.



على الرغم من تصميم الدارة، فإن تعطل النظام ينتج فصل خشن لإشارة الدخل ، إشارة لمعالجة ، إشارة الخرج وتنفيذ الأمر. عملياً، يمكن رؤية هذا الفصل بشكل سهل. في حالة التركيبات الواسعة، فإن قسم التحكم يكون بشكل عام في منطقة منفصلة لتلك التي تحوي قسم القدرة.

يظهر مخطط تدفق الإشارة مسار الإشارة من إشارة الدخل عبوراً إلى تنفيذ الأمر.
يشرح المخطط التالي عدة أمثلة لتوزيع الأدوات عبر تدفق الإشارة:

Fig. 4.2
توزيع الأدوات
لتدفق الإشارة



مثال

يظهر الشرح في الأسفل بوضوح هيكل سلسلة التحكم

- إن عناصر الدخل هي صمامات مفعلة بشكل يدوي 1S1 , 1S2 (صمامات زر ضاغط) وصمام مفعّل بشكل ميكانيكي 1S3 (صمام عتلة دحرجية)
- عنصر المعالجة (المعالجات) هو صمام مكوكي 1V1
- عنصر التحكم هو صمام تحكم اتجاهي 1V2
- مركب القدرة هو الاسطوانة 1A

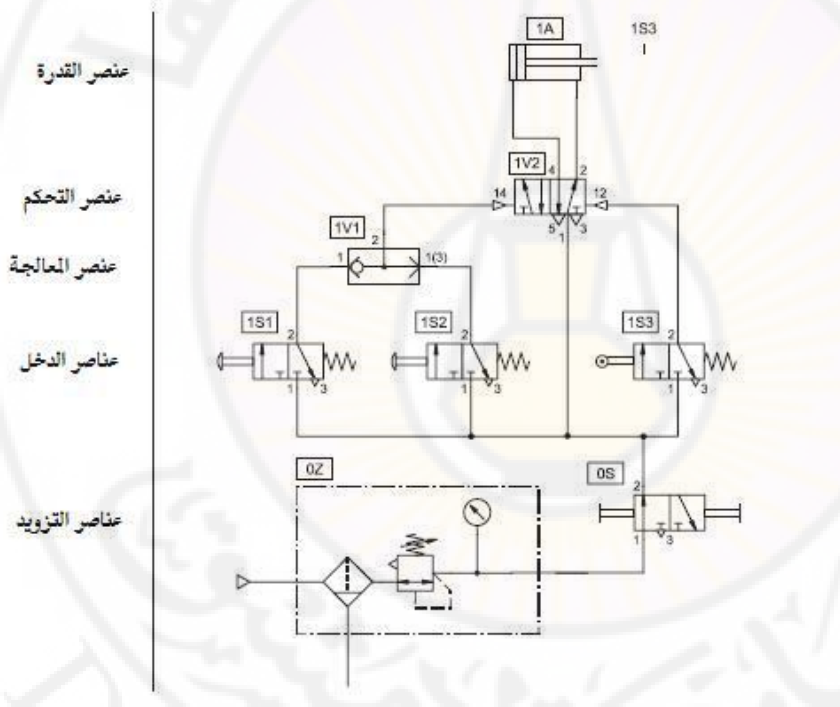


Fig. 4.3
مخطط الدارة

4.3 تصميم مخطط الدارة

يجب أن ينسجم هيكل مخطط الدارة مع سلسلة التحكم ، والذي وفقاً له فإن تدفق الإشارة يُمثل من الأسفل إلى الأعلى . يمكن أن تستخدم لتمثيل مخطط الدارة رموز مبسطة أو مفصلة. في حالة المخططات للدارة الأوسع، أجزاء مزود القدرة (وحدة الخدمة، صمام الإغلاق، وصلات التوزيع المختلفة) يتم إظهارها في صفحة منفصلة عن الرسم بهدف التبسيط.

Fig. 4.4
سلسلة التحكم

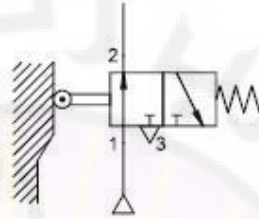


إذا تم تمثيل مخطط الدارة بهذا الشكل التخطيطي، فإن هذا يدعى بمخطط الدارة. بغض النظر عن وصلات الأنابيب الفعلية للتركيبية، فإنه هيكل مخطط لدارة هو دائماً نفسه.

4.5 تعيين العناصر الفردية

يجب أن يتم تمثيل عناصر الإشارة في الموقع الطبيعي في مخطط الدارة. إذا تم تفعيل الصمامات في الموضع الابتدائي كشرط ما قبل البداية، فإنه يجب الإشارة إلى هذا بتمثيل كامة عتبية. في هذه الحالة ، فإن موقع التبديل المفعّل يجب أن يوصل.

Fig. 4.6
موقع مفعّل أوليا



التعيين باستخدام الأرقام

مع هذا النوع من التعيين، فإنه يمكن تقسيم العناصر إلى مجموعات. المجموعات 0 تحتوي على عناصر لمزود القدرة، المجموعات 1 , 2 , تعيّن سلاسل التحكم الفردية. يخصص بشكل عام رقم مجموعة واحدة لكل اسطوانة.

وحدة تزويد بالطاقة	0Z1, 0Z2 etc.
مركبات القدرة	1A, 2A, etc.
عناصر التحكم	1V1, 1V2, etc.
عناصر الإدخال (صمامات مفعلة بشكل ميكانيكي أو يدوي)	1S1, 1S2, etc.

T 4.1

التعيين باستخدام الأرقام

التعيين باستخدام الأحرف

يستخدم هذا النوع من التعيين أولاً من أجل التطوير النظامي لمخططات الدارة. هنا، المبدلات الحدية تخصص للاسطوانة التي ترتبط بهم.

مركبات القدرة	1A, 2A, etc.
مبدلات حدية، مفعلة في موقع نهاية التراجع للاسطوانات 1A, 2A	1S1, 2S1, etc.
مبدلات حدية، مفعلة في موقع نهاية التقدم للاسطوانات 1A, 2A	1S2, 2S2, etc.

T 4.2

التعيين باستخدام الأحرف

الملخص

- يتم تجاهل الترتيب الفيزيائي للعناصر
- رسم الاسطوانات وصمامات التحكم الاتجاهية بشكل أفقي حيثما يكون ممكناً.
- تدفق الطاقة ضمن الدارة يتحرك من الأسفل إلى الأعلى
- يمكن إظهار مصدر القدرة بشكل مبسط
- إظهار العناصر في الموقع الابتدائي للتحكم. تعريف العناصر المفعلة بالكلمات
- رسم الأنابيب مستقيمة بدون تقاطعات حيثما يكون ممكناً

4.6 دورة حياة أنظمة الهواء المضغوط

إن التطور في الحلول لأنظمة التحكم في الهواء المضغوط يعتمد على التخطيط المنهجي. الحالات المتنوعة المشمولة في دورة الحياة لكل الأنظمة من المشكلة الابتدائية وحتى تطوير النظام كما هو مبين هنا.

Fig. 4.7
دورة الحياة لنظام هواء
مضغوط



تحليل مشكلة التحكم بالهواء المضغوط

الخطوة الأولى هي تعريف أغراض المشروع مع تعريف واضح للمشكلة (أو المشاكل). تصميم أو تطوير الحل ليس مشمولاً في تحليل المرحلة. يمكن تطوير مخطط سير العمل لخطة المشروع كاملة لتحديد العمليات بخطوات موجهة.

التصميم

هناك مرحلتين في تطوير التصميم:

الأولى هي تصميم النظام بشكل عام حيث مجمل عدة الأنظمة ووسائل التحكم المقررة قد جهزت. في هذه المرحلة حلول بديلة قد تؤخذ بعين الاعتبار. تشمل المرحلة التالية من عملية التصميم التالي:

- تطوير عدد الأنظمة
- توثيق التطوير
- تحديد المتطلبات الإضافية
- جداول زمنية من أجل انجاز المشروع
- جداول الإنتاج والمواصفات
- بيانات التكلفة

التطبيق

قبل تركيب النظام ، يجب اختبار كل وظائف النظام . اختبار أداء آخر يجب أن ينجز عند الاكتمال النهائي للتركيب. أخيراً وللتأكد من أن التسلسل يعمل تحت كل الشروط، يجب أن يتم تدوير الآلة تحت كل شروط التشغيل المتوقعة والمحددة مثلاً: تدوير يدوي . تدوير أوتوماتيكي ، شروط طارئة ، تعطل الخ.

التقدير

بُعِيد اكتمال عمليات التسليم فإنه يتم تقدير النتيجة النهائية ومقارنتها بالمواصفة الأصلية وإذا دعت الحاجة يتم التحسين.

الصيانة

تكون الصيانة أساسية لتقليل زمن توقف النظام.

تساعد الصيانة النظامية والدقيقة على زيادة الوثوقية في النظام وتقليل تكاليف التشغيل.

بعد عدد محدد من الدورات، قد تظهر بعض المركبات إشارات لفساد مبكر والذي قد يكون ناتج عن:

▪ اختيار منتج خاطئ أو

▪ تغير في شروط التشغيل

تساعد الصيانة الوقائية الأساسية المنجزة في فواصل نظامية على تجنب الفشل في هذا النوع وهكذا تجنب توقفات النظام.

تحسين النظام

الخبرة المكتسبة من التشغيل، الصيانة والإصلاح للنظام، سوف تكفل وثوقية أكبر في حالة أي تحسين على النظام.

الفصل 5

تطوير دارات المؤازر الفردي



5.1 التحكم المباشر بأسطوانة الهواء المضغوط

يتضمن المستوى الأبسط في التحكم بأسطوانة أحادية أو ثنائية التأثير إشارات تحكم مباشر. مع هذا ، يتم تشغيل الأسطوانة مباشرة عبر صمام مفعّل ميكانيكياً أو يدوياً، بدون أي تبديل وسيط في صمامات تحكم اتجاهية إضافية. إذا كانت قياسات المنافذ وقيم التدفق للصمام كبيرة جداً، فإن قوى التشغيل المطلوبة قد تكون عظمية جداً من أجل تشغيل يدوي مباشر.

إن القيم المرجعية لحدود التحكم المباشر بالأسطوانة:

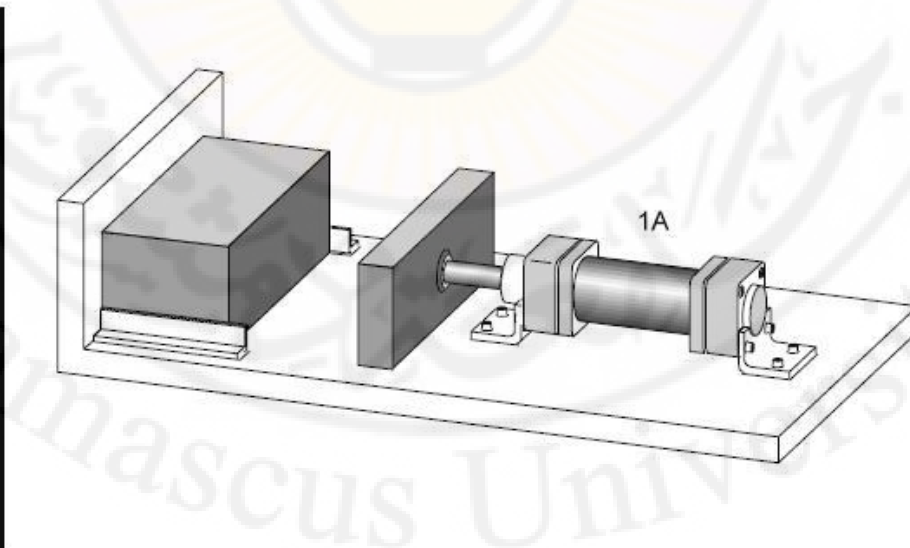
- الأسطوانة بقطر مكبس أقل من 40 mm
- الصمامات مع قياسات وصلات أصغر من $\frac{1}{4}$ "

5.2 مثال 1: التحكم المباشر بأسطوانة أحادية التأثير

المشكلة

أسطوانة أحادية التأثير بقطر 25 mm تثبت مركبة عندما يتم الضغط على الزر الضاغط. وطالما أن الزر الضاغط مفعّل، فإن الأسطوانة تبقى في وضعية التثبيت. وإذا تم تحرير الزر الضاغط، فإن التثبيت ينسحب.

Fig. 5.1
مخطط موضعي



الحل

إن صمام التحكم المستخدم للأسطوانة أحادية التأثير هو الصمام 3/2. في هذه الحالة، بما أن الأسطوانة بسعة قليلة ، فإنه يمكن التحكم بالعملية بشكل مباشر عبر الزر الضاغط لصمام لتحكم اتجاهي 3/2 مع عودة نابضية.

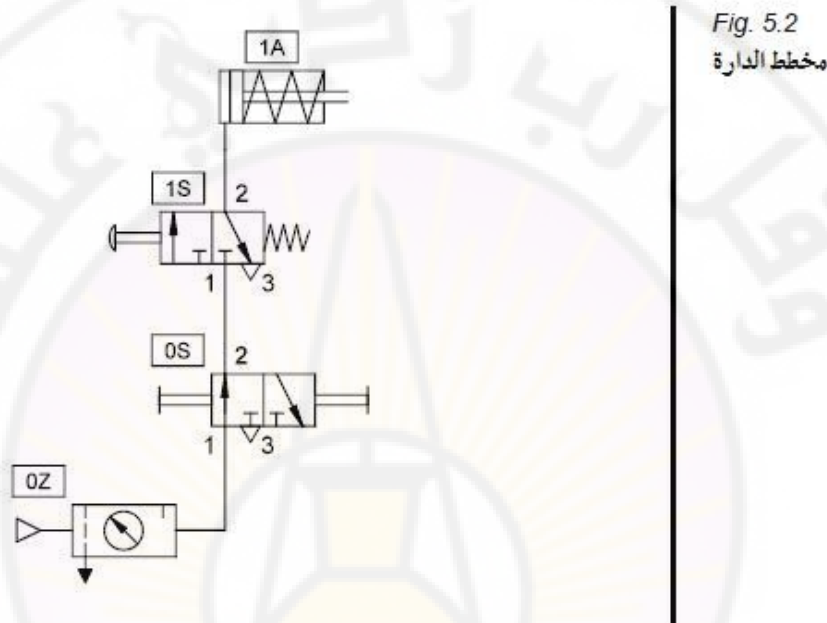


Fig. 5.2
مخطط الدارة

عند تشغيل الزر الضاغط فإن الهواء يمر عبر الصمام من المنفذ 1 إلى 2 عبر الصمام 1S إلى حجرة المكبس الأسطوانة 1A. يتم بناء الضغط و يتقدم قضيب المكبس بعكس قوة نابض العودة للأسطوانة. عند تحرير الزر ، فإن نابض الصمام يعيد الصمام 3/2 إلى وضعه الابتدائي وتراجع الأسطوانة. ويعود الهواء من الأسطوانة عبر منفذ التنفيس 3. يتم تسمية المكونات الوحيدة من نوعها بدون رقم إضافي 2 طالما أن الأسطوانة هي العنصر الوحيد العامل في الدارة ، تسمى 1A.

لاحظ في مخطط الدارة هذا والتالي، وحدة الخدمة (0Z) وصمام الإقلاع (0S) يتم رسمهما.

5.3 التمرين 1: التحكم المباشر بأسطوانة ثنائية التأثير:

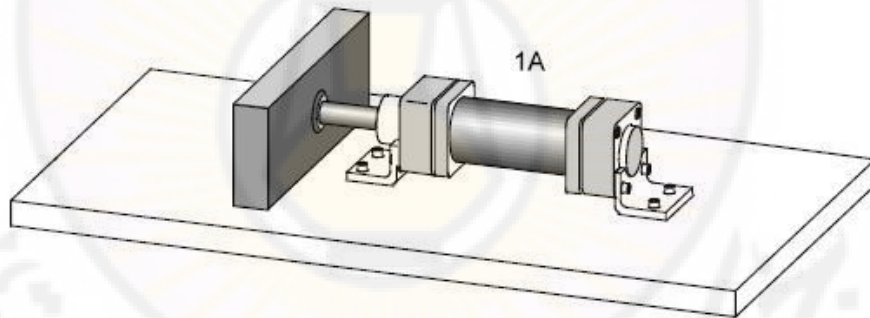
المشكلة

على أسطوانة ثنائية التأثير أن تتمدد عند تفعيل زر ضاغط. وعند تحرير الزر الضاغط تتراجع الأسطوانة. الأسطوانة بقياس صغير (قطر 25 mm) تتطلب معدل تدفق صغير للتشغيل بالسرعة الصحيحة.

تمرين

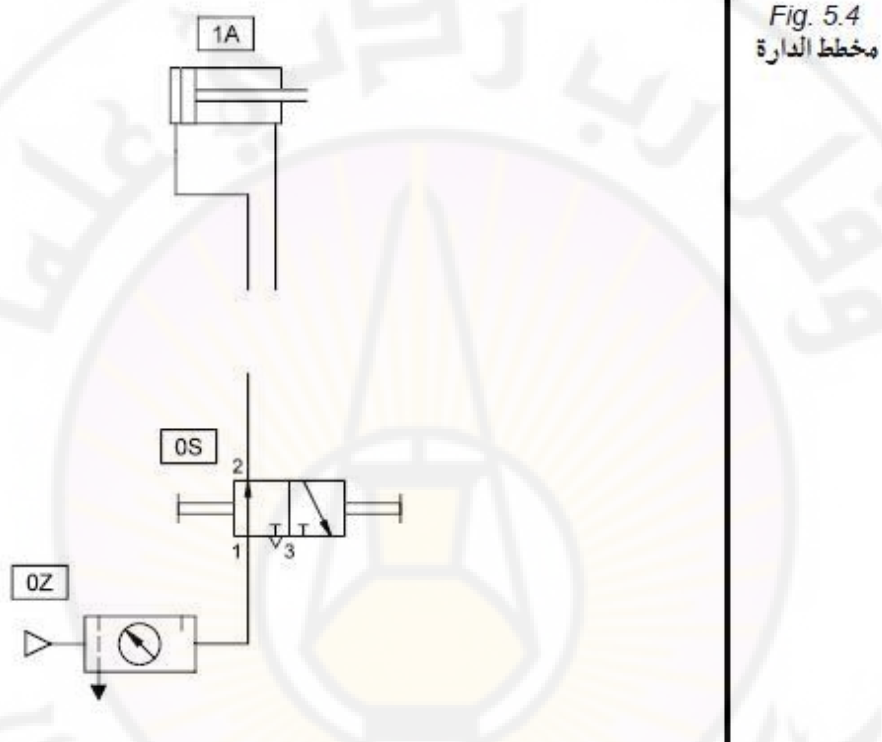
ارسم مخطط الدارة للمشكلة.
قم باختيار الصمامات وتحديد نظام الترقيم للاتصالات (المنافذ).

Fig. 5.3
مخطط موضعي



سؤال

ماذا يحدث للأسطوانة ، إذا تم ضغط الزر الضاغط لفترة قصيرة جداً، ثم تحريره مباشرة ؟
قم بوصف عملية تشغيل الدارة.



5.4 التحكم الغير مباشر بأسطوانة الهواء المضغوط

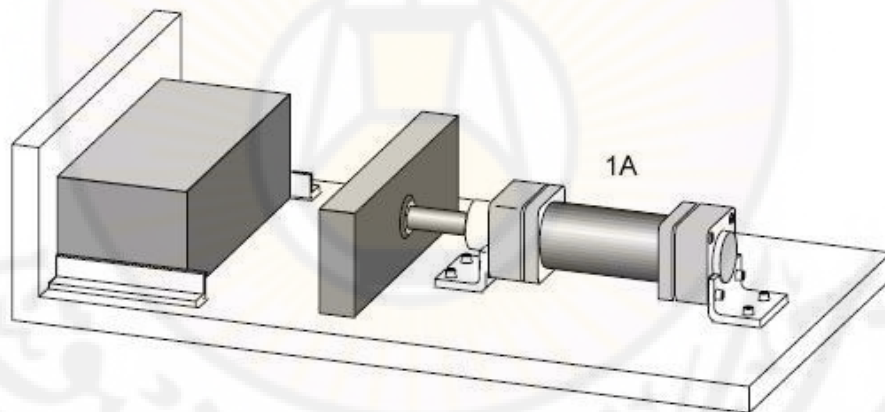
الأسطوانات ذات قطر المكبس الكبير تملك طلب هواء كبير. يجب أن يستخدم عنصر تحكم ذو معدل تدفق اسمي عالي لتشغيل هؤلاء. إذا وجب للقوة المقدمة أن تكون كبيرة جداً للتفعيل اليدوي للصمام، فإنه يجب أن يركب تفعيل غير مباشر، والذي وفقاً له فإن الإشارة تولد عبر صمام أصغر ثاني، والذي سيزود بالقوة الضرورية لتشغيل عنصر التحكم.

5.5 مثال 2: التحكم غير المباشر بأسطوانة أحادية التأثير.

المشكلة

على أسطوانة أحادية التأثير بقطر كبير أن تثبت قطعة العمل نتيجة تفعيل زر ضاغط. تتراجع الأسطوانة حالما يتم تحرير الزر الضاغط.

Fig. 5.5
مخطط موضعي



الحل

في الوضع الابتدائي، تتراجع الأسطوانة أحادية التأثير 1A . يستخدم صمام هواء مضغوط $\frac{3}{2}$ ذو نابض إعادة لتفعيل الأسطوانة. الاتصال 1 للصمام 1V يكون مغلق، يكون الاتصال 2 منفس إلى الهواء المحيط عبر الاتصال 3.

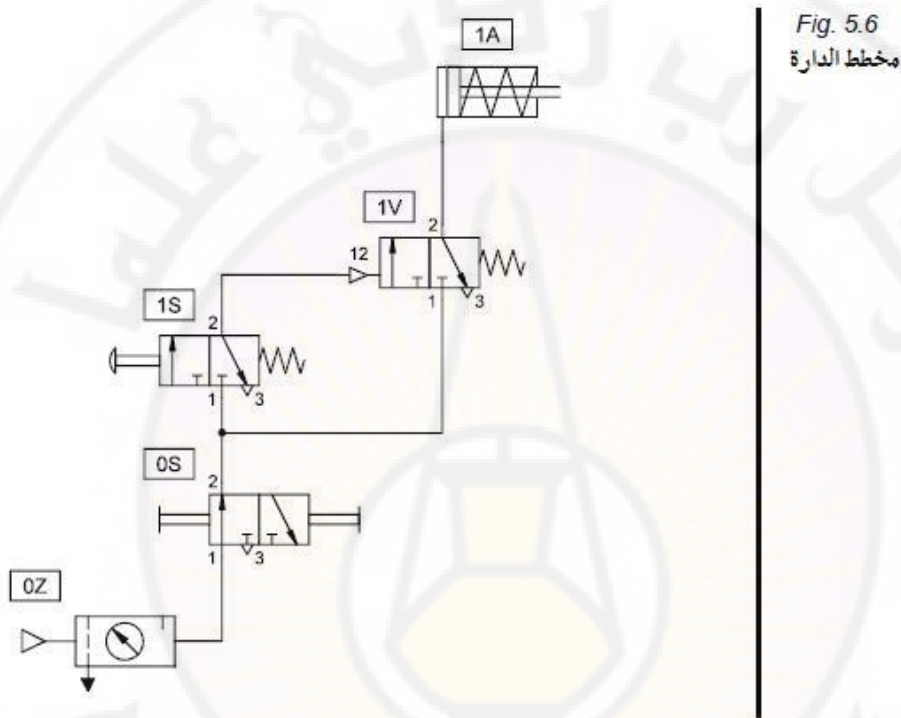


Fig. 5.6
مخطط الدارة

يتم تفعيل الصمام 1 5 عند تفعيل الزر الضاغط ويطبق الضغط إلى منفذ التحكم 12 لصمام التحكم 1V . يتم تفعيل صمام التحكم 1V بعكس قوة النابض وهكذا يتم تفعيله ليبدأ بالتدفق. إن الضغط الناشئ والمتزايد على مكبس الأسطوانة يسبب تمدد قضيب المكبس للأسطوانة أحادية التأثير. تبقى الإشارة في منفذ التحكم 12 طالما أن الزر الضاغط مفعّل. وحالما يصل قضيب المكبس إلى موقع النهاية، فإنه يعود بعد أن يتم تحرير الزر الضاغط . عندما يتم تحرير الزر الضاغط، فإن الصمام 1S يعود إلى وضعه الابتدائي. يبدأ المنفذ 12 لصمام التحكم 1V بالتنفيس إلى الهواء الجوي ويعاد تنضيد الإشارة. يعود صمام التحكم أيضاً إلى وضعه الابتدائي. يسبب نابض إعادة تراجع الأسطوانة. يتم تنفيس الهواء في حجرة الأسطوانة إلى الهواء الخارجي عبر صمام التحكم.

5.6 التمرين 2: التحكم الغير مباشر بالأسطوانة ثنائية التأثير

المشكلة

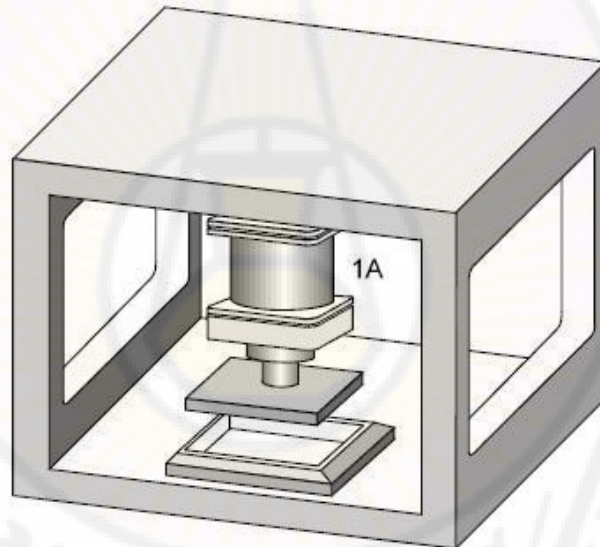
على أسطوانة ثنائية التأثير أن تتقدم عند الضغط على زر ضاغط. وعند تمرير الزر الضاغط تتراجع الأسطوانة. الأسطوانة بقطر 250 mm وتستهلك حجم كبير من الهواء.

تمرين

ارسم مخطط الدارة للمشكلة.

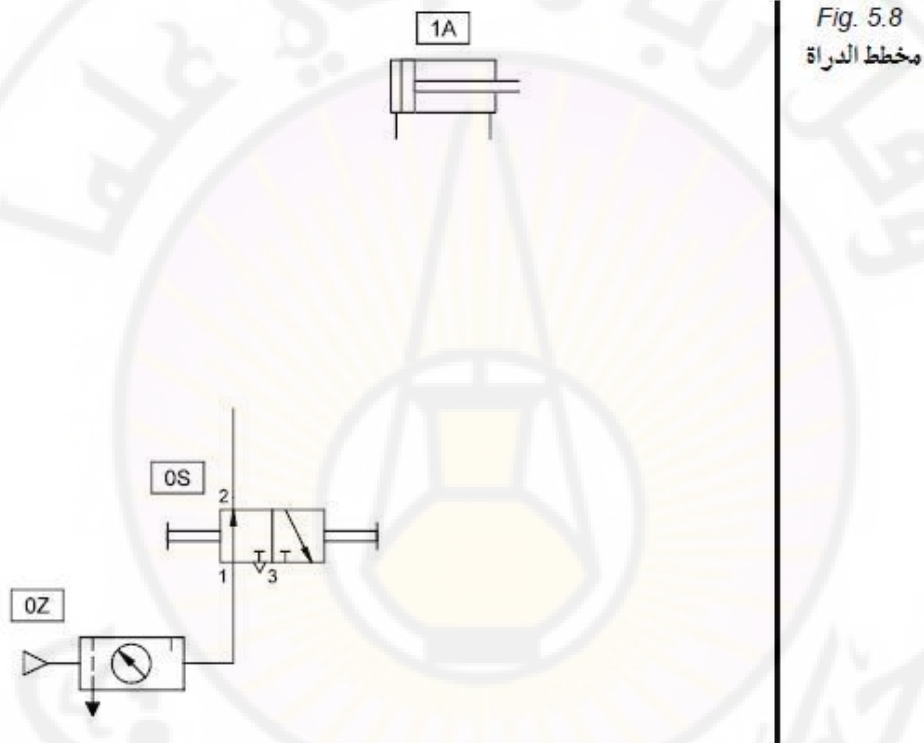
قم باختيار الصمامات وتحديد نظام الترقيم للاتصالات.

Fig. 5.7
مخطط موضعي



سؤال

ماذا يحدث للأسطوانة، إذا تم ضغط الزر الضاغط لفترة قصيرة جداً ثم تم تحريره مباشرة؟
قم بوصف عملية تشغيل الدارة .



5.7 التوابع المنطقية: OR , And

قم بوصف التابع باستخدام مخطط الدارة . إن كلاً من صمام الهواء المضغوط المكوكي وصمام الضغط الثنائي يملكان توابع منطقية. كل منهما له دخلان وخرج واحد. يملك الصمام المكوكي خواص تابع الـ OR ، والذي وفقاً له فإنه على الأقل أحد المدخلين 1 أو (3) 1 مطلوب لتوليد خرج في المنفذ 2 للصمام. أما في حالة صمام الضغط الثنائي، خاصية تابع الـ And ، والذي وفقاً له فإنه كلا الدخلين 1 و (3) 1 مطلوبان لتشغيل الخرج 2.

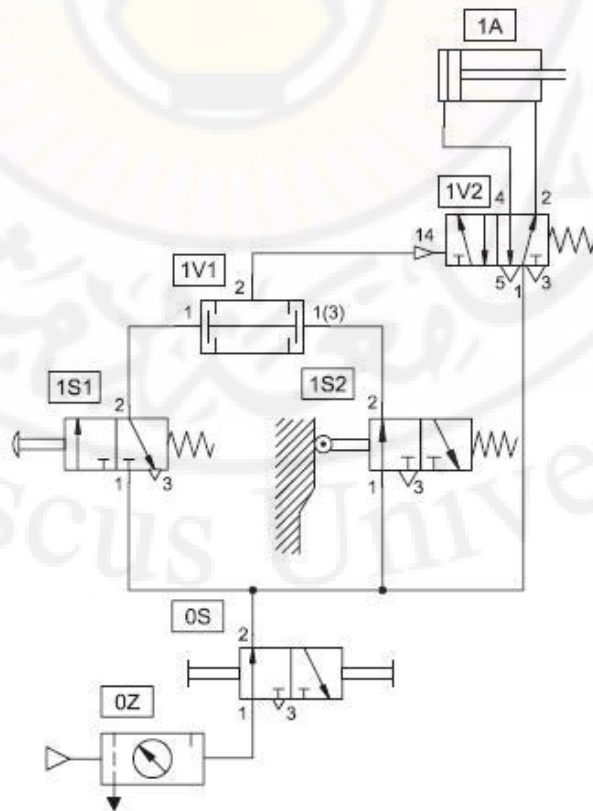
5.8 مثال 3: تابع and المنطقي.

المشكلة

على قضيب المكبس لأسطوانة ثنائية التأثير التقدم عندما يتم تفعيل صمام العتلة الدحرجية $\frac{3}{2}$ وعند الضغط على الزر الضاغط للصمام $1S1 \frac{3}{2}$. وإذا تم تحرير أحد هؤلاء، فعلى الأسطوانة أن تعود إلى وضعها الابتدائي.

Fig. 5.9

مخطط الدارة



الحل

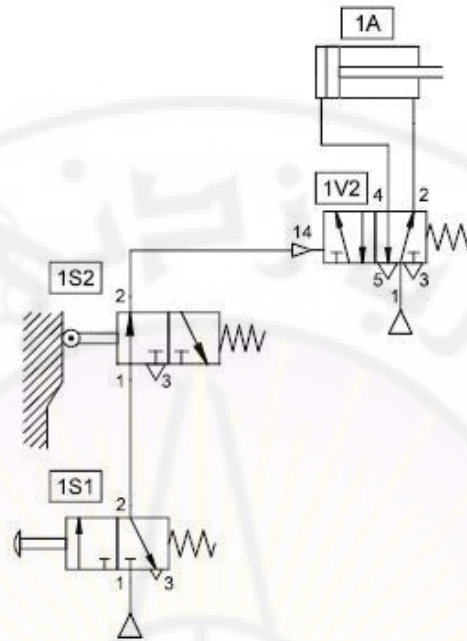
يتصل المدخلين 1 و (3) 1 لصمام الضغط الثنائي مع منافذ العمل 2 للصمامات 1S1 و 1S2. ويتم تفعيل صمام العتلة الدحرجية $1S2 \frac{3}{2}$ عن طريق إقحام قطعة العمل وتتشكل إشارة على دخل واحد لصمام الضغط الثنائي. وطالما أن دخل واحد فقط مفعّل، فإن شرط AND لم يحقق ويبقى خرج صمام الضغط الثنائي مغلقاً.

إذا كان الآن الزر الضاغط للصمام $1S1 \frac{3}{2}$ مفعّل أيضاً، فإنه ستنشأ إشارة أيضاً على الدخل الثاني. وشرط AND الآن محقق ويتم توليد إشارة على الخرج 2 لصمام الضغط الثنائي. يقوم صمام الهواء المضغوط $1S2 \frac{5}{2}$ بالتبديل الآن، وينضغط طرف المكبس في الأسطوانة ويتقدم قضيب المكبس.

إذا لم يعد أحد الصمامين 1S1 أو 1S2 مفعّل بعد الآن، فإنه شرط AND لن يعود محققاً بعد الآن أيضاً وسيتم إعادة تنضيد الإشارة على خرج صمام الضغط الثنائي. ويتم تنفيس إشارة لضغط في منفذ التحكم 14 في عنصر التحكم 1V2 إلى الهواء الخارجي عبر صمام إعادة التنضيد 1S1 أو 1S2. ويتم تبديل عنصر التحكم 1V2 بالعكس. والضغط الناشئ والمتزايد على طرف قضيب المكبس يكفل تراجع قضيب المكبس.

حل آخر لاستخدام صمام الضغط الثنائي هو استخدام صمامين $\frac{3}{2}$ على التسلسل. هنا تنتقل الإشارة من صمام زر ضاغط 1S1 إلى صمام العتلة الدحرجية 1S2 وبعدها إلى عنصر التحكم 1V2 : ولكن فقط إذا تم تفعيل كلا الصمامين 1S1 و 1S2، هذا يعني، عندما يتم تحقيق شرط AND. وعندما يتم تحرير صمام، يتم إعادة تنضيد الإشارة إلى عنصر التحكم ويتراجع قضيب المكبس.

Fig. 5.10
مخطط الدارة



لاحظ تم اختيار تمثيل مبسط بدون وحدة خدمة وصمام إقلاع لهذه الدارة.

5.9 التمرين 3: تابع and المنطقي

المشكلة

على قضيب المكبس للأسطوانة 1A التقدم فقط إذا تم إقحام قطعة العمل في مخدم قطعة العمل، وتم إنزال الوقاء وقام المشغل بالضغط على صمام الزر الضاغط. عند تمرير الزر الضاغط أو إذا لم يعد الوقاء في مكانه السفلي بعد، فإنه على الأسطوانة 1A التراجع إلى الوضع الابتدائي.

تمرين

قم برسم مخطط الدارة للمشكلة.
قم باختيار الصمامات وتحديد نظام الترقيم للاتصالات (المنافذ).

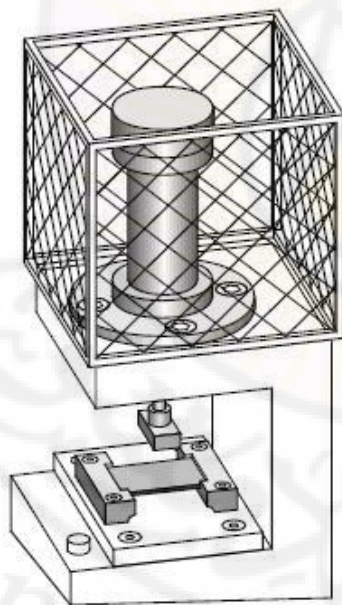


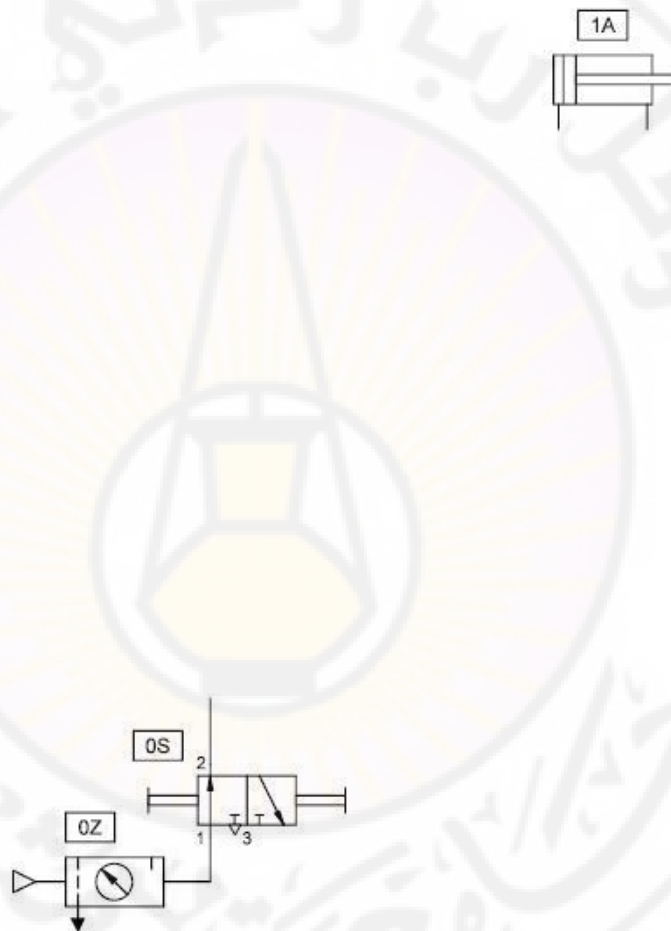
Fig. 5.11
مخطط موضعي

سؤال

ماذا يحدث للأسطوانة، إذا تم الضغط على الزر الضاغط لفترة قصيرة جداً ثم تم تحريره مباشرة؟

قم بوصف طريقة عمل الدارة.

Fig. 5.12
مخطط الدارة



5.10 المثال 4: تابع OR المنطقي

المشكلة

على أسطوانة ثنائية التأثير التقدم إذا تم تفعيل زر أو زررين ضاغطين. وإذا تم تحرير الزر الضاغط، تتراجع الأسطوانة.

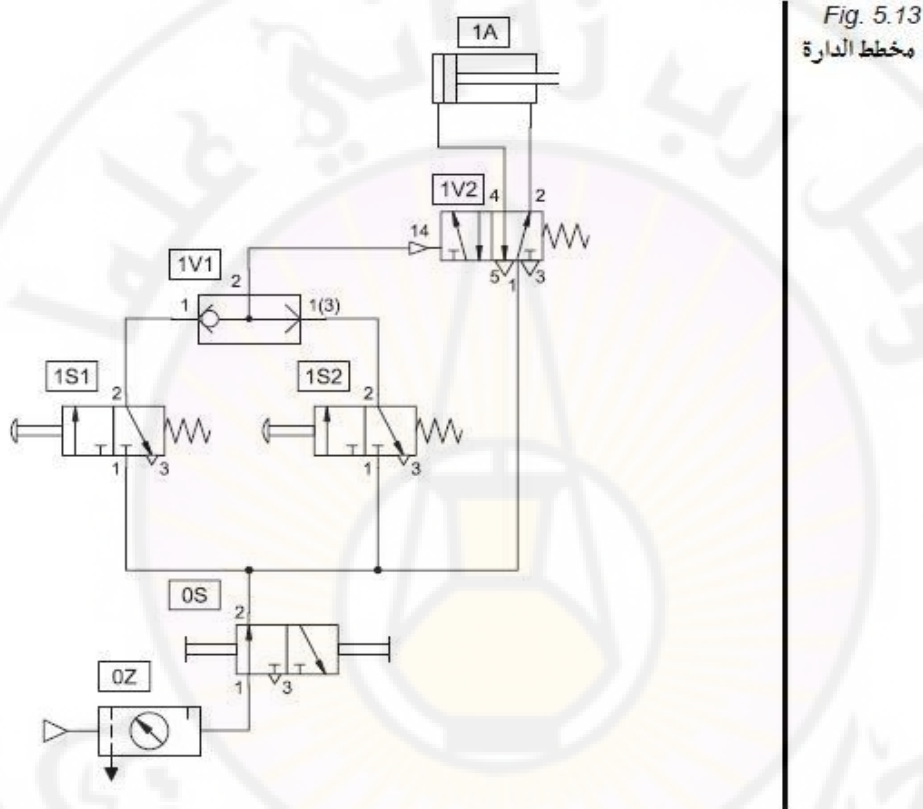


Fig. 5.13
مخطط الدارة

الحل

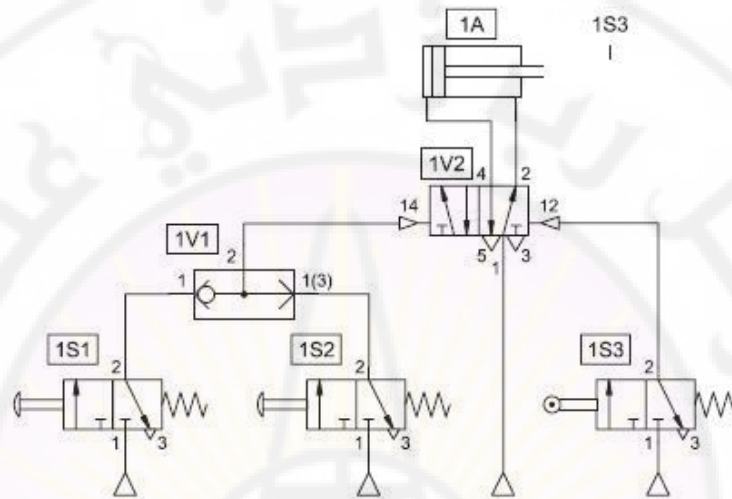
يتصل كل من المدخلين 1 و (3) مع منافذ العمل للصمامات 1S1 و 1S2. عند تشغيل واحد من الأزرار الضاغطة، فإنه يتم تفعيل الصمام المطابق 1S1 أو 1S2 ويتم توليد الإشارة على الطرف 1 أو (3) من الصمام المكوكي. يتم تحقيق شرط OR وتجتاز الإشارة عبر الصمام المكوكي وتتطلق عبر المنفذ 2. ويتم منع ضغط الإشارة من الخروج عبر منافذ التنفيس للصمام غير المفعّل عن طريق إغلاق الخط في الصمام المكوكي. تؤثر الإشارة على التبديل في عنصر التحكم 1V2.

وينضغط طرف المكبس من الأسطوانة ويتقدم قضيب المكبس. وعندما يتم تحرير الزر المفعّل، فإنه يتحرر إشارة الضغط عبر الصمامات 1S1 و 1S2 وعنصر التحكم يتبدّل إلى الوضعية القديمة إلى وضعه الابتدائي. الآن، يتم بناء الضغط على طرف قضيب المكبس ليؤمن تراجع قضيب المكبس.

تعريف المشكلة الموسعة

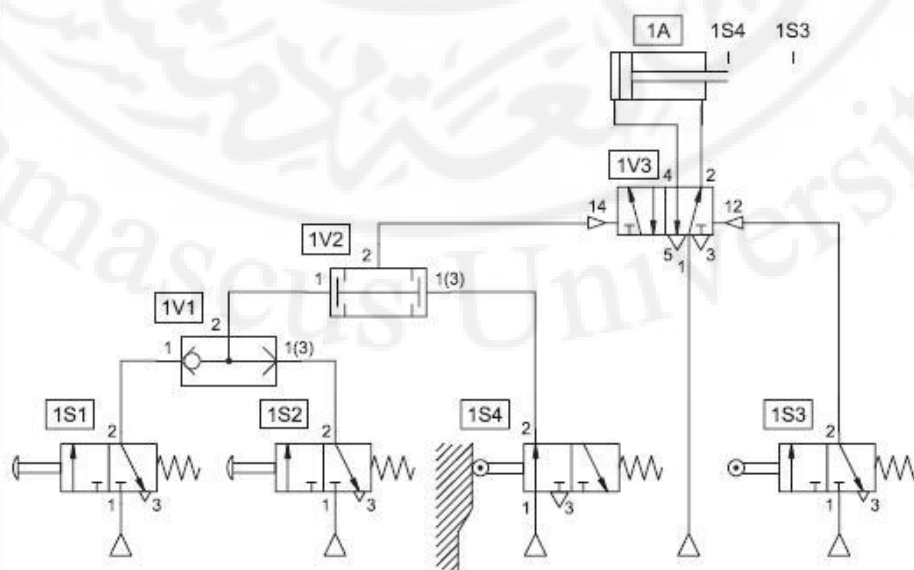
يجب وضع صمام ثنائي من أجل التحكم بأسطوانة. إذا كان على الأسطوانة التراجع عند الوصول إلى الموقع تمددها الكامل، فإنه يجب استخدام صمامات عتلة دحرجية كصمامات حدية للتأكد من أن الصمام قد وصل.

Fig. 5.14
مخطط الدارة



نحتاج فقط لتفعيل زر ضاغط واحد لفترة قصيرة وستمدد الأسطوانة بشكل كامل ، طالما أن الإشارة على الدخل 14 للصمام الثنائي $1V2$ تبقى حتى يتم تطبيق إشارة على الدخل 12. حالما يصل قضيب المكبس إلى موقع نهاية التقدم، فإن المبدل الحدي 1S3 يُولد إشارة على الدخل 12 ، وينعكس الصمام 1V2 . يتم تحسس موقع نهاية التراجع لقضيب المكبس. يتطلب هذا مبدل حدي إضافي.

Fig. 5.15
مخطط الدارة



إن إضافة صمام الضغط الثنائي 1V2 والعتلة الدحرجية الحدية 1S4 يؤمنان أن الأسطوانة تراجعت بشكل كامل قبل أن تستطيع الأسطوانة التمدد من جديد . إن شطر تجديد التقدم لقضيب المكبس هو تفعيل أحد الصمامات 1S1 أو 1S2 والمبدل الحدي 1S4. وعندما تتقدم الأسطوانة إلى الموقع 1S3 ، تتراجع الأسطوانة حتى لو كانت الصمامات 1S1 و 1S2 ما تزال مفعلة منذ أن أصبح المبدل الحدي 1S4 مفعلاً.

5.11 تدريب 4: تابع OR المنطقي.

المشكلة

تستخدم أسطوانة ثنائية التأثير لنقل أجزاء من المجلة. إذا تم تفعيل إما زر ضاغط أو مبدلة قدمية، تتقدم الأسطوانة . وحالما تتقدم الأسطوانة بشكل كامل، تتراجع إلى وضعها الابتدائي. يستخدم صمام عتلة دحرجية $\frac{3}{2}$ ليستكشف التمدد الكامل للأسطوانة.

تدريب

ارسم مخطط الدارة للمشكلة.

قم باختيار العمليات وحدد نظام الترقيم للوصلات (المنافذ).

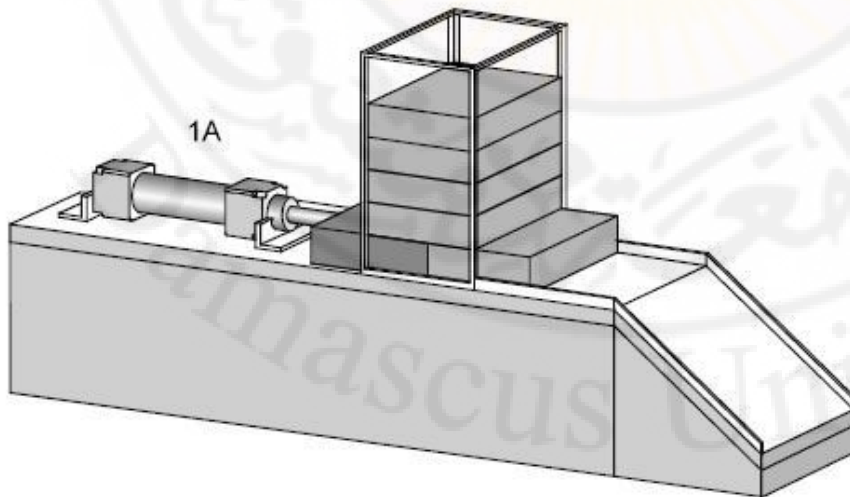
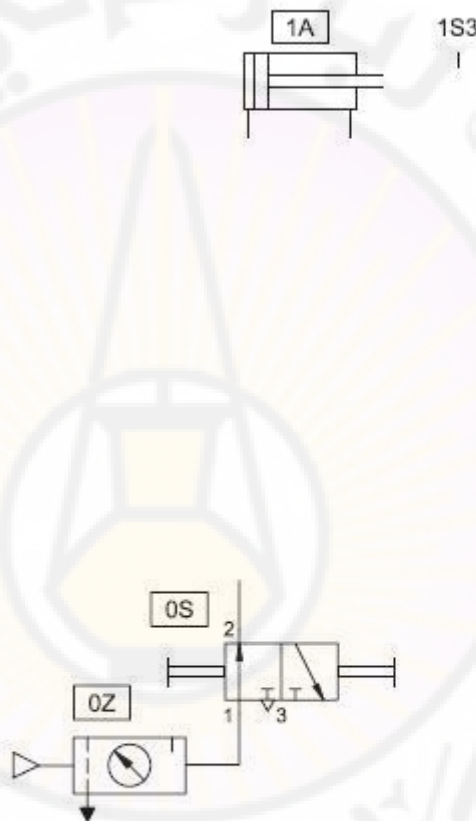


Fig. 5.16
مخطط موضعي

سؤال

ماذا يحدث للأسطوانة إذا تم ضغط زر الضاغط أو الدواسة لفترة زمنية قصيرة جداً ثم مباشرة تم تحريرها؟
قم بوصف عملية تشغيل الدارة.

Fig. 5.17
مخطط الدارة



5.12 مثال 5 دائرة التذكر والتحكم بسرعة الأسطوانة

المشكلة

على قضيب مكبس أسطوانة ثنائية التأثير التقدم عند تفعيل صمام زر ضاغط بشكل يدوي . تبقى الأسطوانة متقدمة حتى يتم تفعيل صمام ثاني. إشارة الصمام الثاني يمكن أن تأخذ تأثير فقط بعد أن يتم تحرير الصمام الأول. عندها تترجع الأسطوانة إلى وضعها الابتدائي . وتبقى الأسطوانة في الموقع الابتدائي حتى تعطى إشارة بدء جديدة. يمكن التحكم بسرعة الأسطوانة وتعبيرها في كلا الاتجاهين.

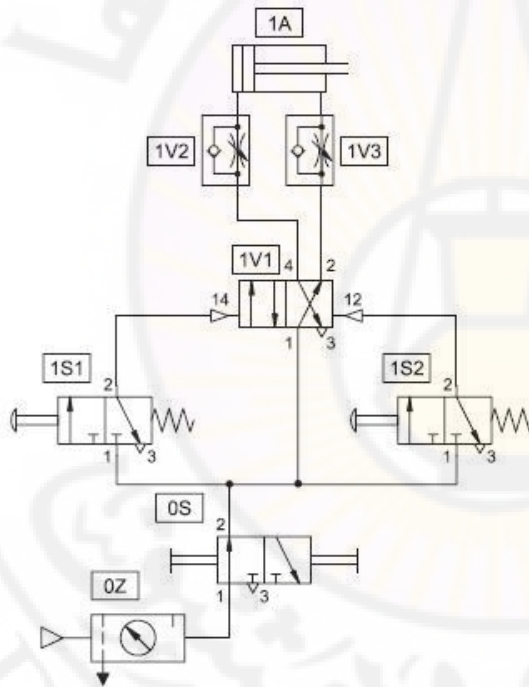


Fig. 5.18

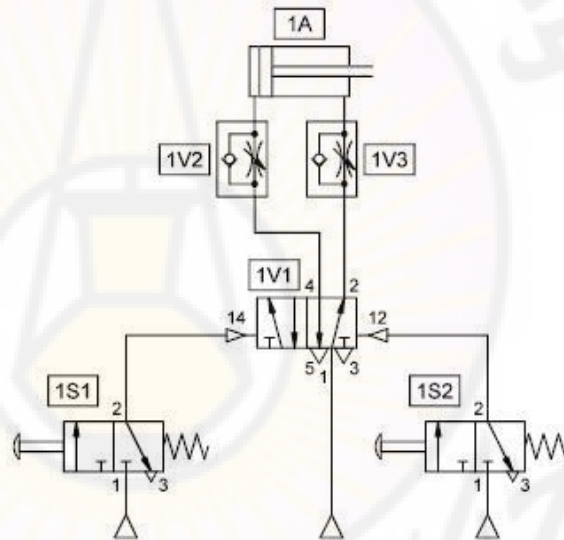
مخطط الدارة مع صمام مقاد
بالاتجاهين نوع 4/2

الحل

تملك صمامات تحكم ثنائي $4/2$ أو $5/2$ تملك تابع الذاكرة المطلوب. يُبقي الصمام على وضعية التبديل الأخيرة حتى يتلقى إشارة معاكسة، هذه الخاصية مستقلة عن الفترة الزمنية، والتي تم تطبيق الإشارة فيها لتبديل الصمام.

تتحكم صمامات التحكم بالتدفق ذات الاتجاه الواحد بالسرعة للأسطوانة في كلا الاتجاهين و يمكن معايرتها بشكل مستقل. وبما أنه يتم حصر (خنق) تدفق الهواء المزاح في كل حالة، فإن هذا تحكم بالهواء المنفس.

Fig. 5.19
مخطط الدارة مع صمام مقاد
بالاتجاهين نوع 5/2



في الوضعية الابتدائية، يتم تبديل عنصر التحكم 1V1 بطريقة بحيث طرف قضيب المكبس ينضغط وتكون الأسطوانة في حالة تراجع.

عند تشغيل الزر الضاغط، يتفعل الصمام 1S1 ، ولذلك تتولد إشارة على منفذ التحكم 4 لعنصر التحكم 1V1. يتبدل وضع عنصر التحكم 1V1، وينضغط طرف المكبس من الأسطوانة ويتقدم قضيب المكبس. وبينما لا يخلق تدفق هواء التزويد خلال صمام تحكم التدفق ذي الاتجاه الواحد 1V2، فإن الهواء المزاح عبر صمام تحكم التدفق ذي الاتجاه الواحد 1V3 على طرف قضيب المكبس يخفق. ولذلك فإن سرعة التقدم لقضيب المكبس تتخفض. تبقى حالة التبديل للصمام 1V1، إذا تم تحرير الصمام 1S1، حيث هذا هو صمام الذاكرة.

إذا تم تفعيل الصمام 1S2 ، تتولد إشارة على منفذ التحكم 12 لعنصر التحكم. يتبدل الصمام، ويطبق الضغط على طرف قضيب المكبس للأسطوانة ويتراجع قضيب المكبس. التحكم بتدفق هواء التنفيس يتأثر عبر صمام تحكم التدفق ذي الاتجاه الواحد 1V2. إذا تم تحرير الصمام 1S2، يبقى وضع التبديل لعنصر التحكم 1V1 تبعاً لتابع الذاكرة.

يتم نقل هواء التزويد عبر صمام عدم الرجوع في الطريق الفرعي لصمامات التحكم بالتدفق، معطية تزويد غير مخنوق إلى الأسطوانة. يؤثر التحكم في التدفق على معدل التدفق الحجمي لهواء التنفيس وبالتالي على سرعة المكبس. نتيجة إلى الحجوم المختلفة من الهواء المطلوب إزاحته على طرف المكبس على طرف قضيب المكبس، فإنه يجب تجهيز الخوانق على مستويات مختلفة للحصول على نفس سرعة التقدم والتراجع.

5.13 تمرين 5: دارة الذاكرة و التحكم بسرعة الأسطوانة

المشكلة

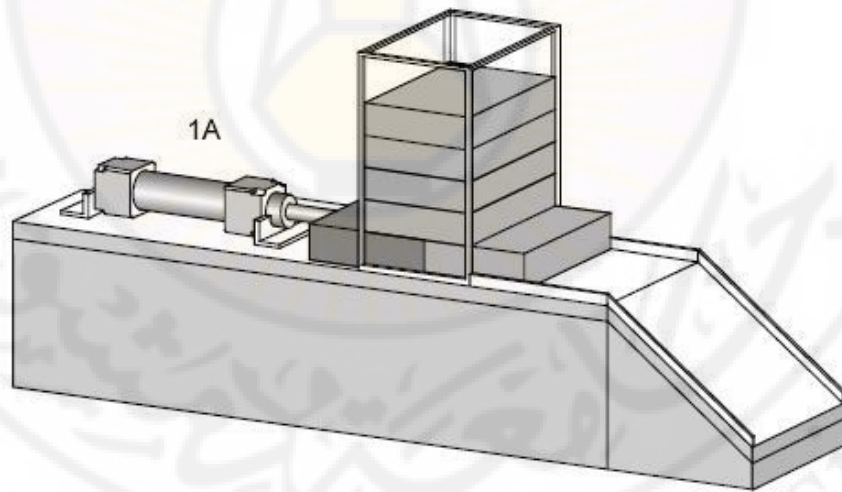
على أسطوانة ثنائية التأثير أن تستخدم لنقل أجزاء من المجلة. على الأسطوانة التقدم بشكل كامل عندما يتم تشغيل الزر الضاغط ثم تتراجع أوتوماتيكياً. يتم التحقق من التمدد الكامل عن طريق صمام عتلة دحرجية. على الأسطوانة أن تستمر بالتقدم حتى لو تم تحرير الزر الضاغط قبل الوصول إلى التمدد الكامل. يجب أن تكون سرعة الأسطوانة قابلة للمعايرة في كلتا اتجاهي الحركة.

تمرين

قم برسم مخطط الدارة للمشكلة.

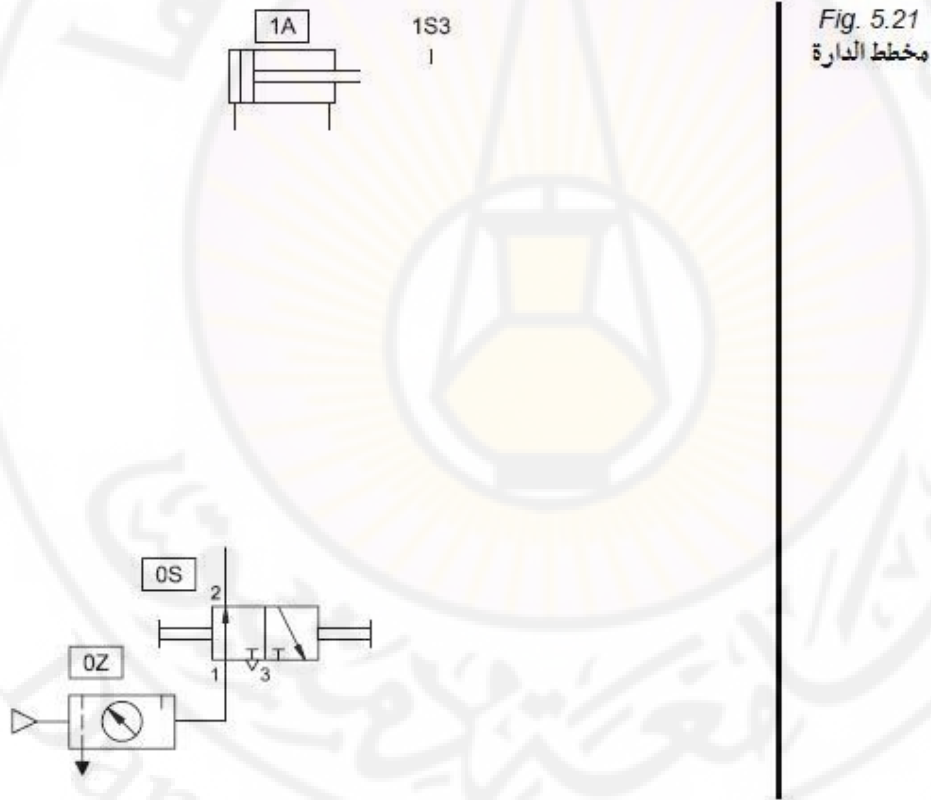
قم بتعيين الصمامات وتحديد نظام الترقيم لكل الوصلات (المنافذ).

Fig. 5.20
مخطط موضعي



أسئلة

١. ما التأثير على حركة قضيب المكبس، إذا بقي الزر الضاغط مفعلاً حالما وصل قضيب المكبس إلى موقع النهاية؟
٢. ما التأثير على شوط التقدم، إذا تم تثبيت صمام العتلة الدحرجية في موقع منتصف الشوط لقضيب المكبس؟
٣. قم بوصف الحالة الابتدائية للنظام .
٤. قم بوصف عملية تشغيل الدارة.



5.14 تمرين 6: صمام التنفيس السريع

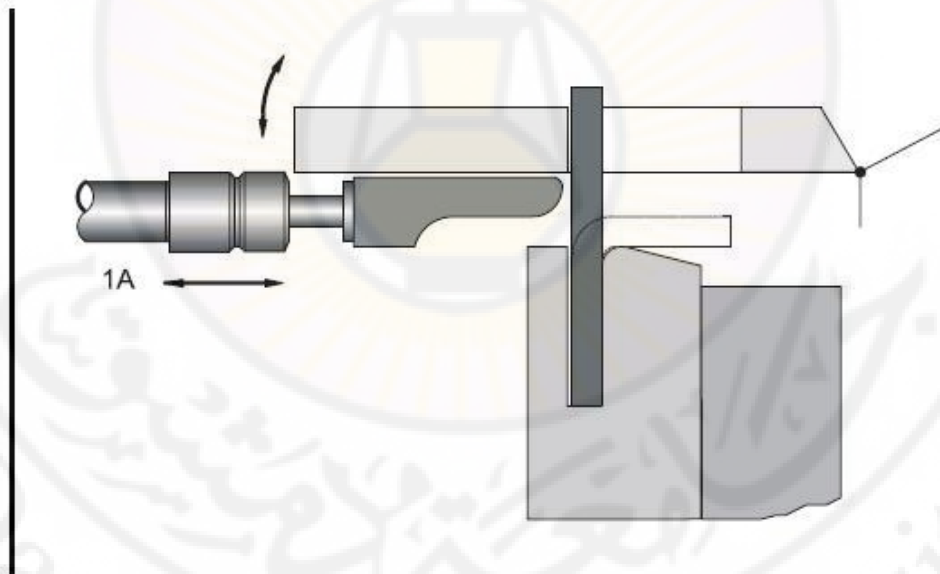
المشكلة

إن التفعيل المشترك لـ صمام مفعّل يدوياً وصمام عتلة دحرجية يقدم أداة تشكيل لجهاز ثني الحافة . تُقاد أداة التشكيل هذه بواسطة أسطوانة ثنائية التأثير . من أجل مرحلة التقدم السريع، فإن الدارة تستخدم صمام تنفيس سريع . سرعة التراجع تكون قابلة للمعايرة . إذا تم تحرير أحد الصمامين الاثنين، تعود الأداة إلى موقعها الابتدائي .

تمرين

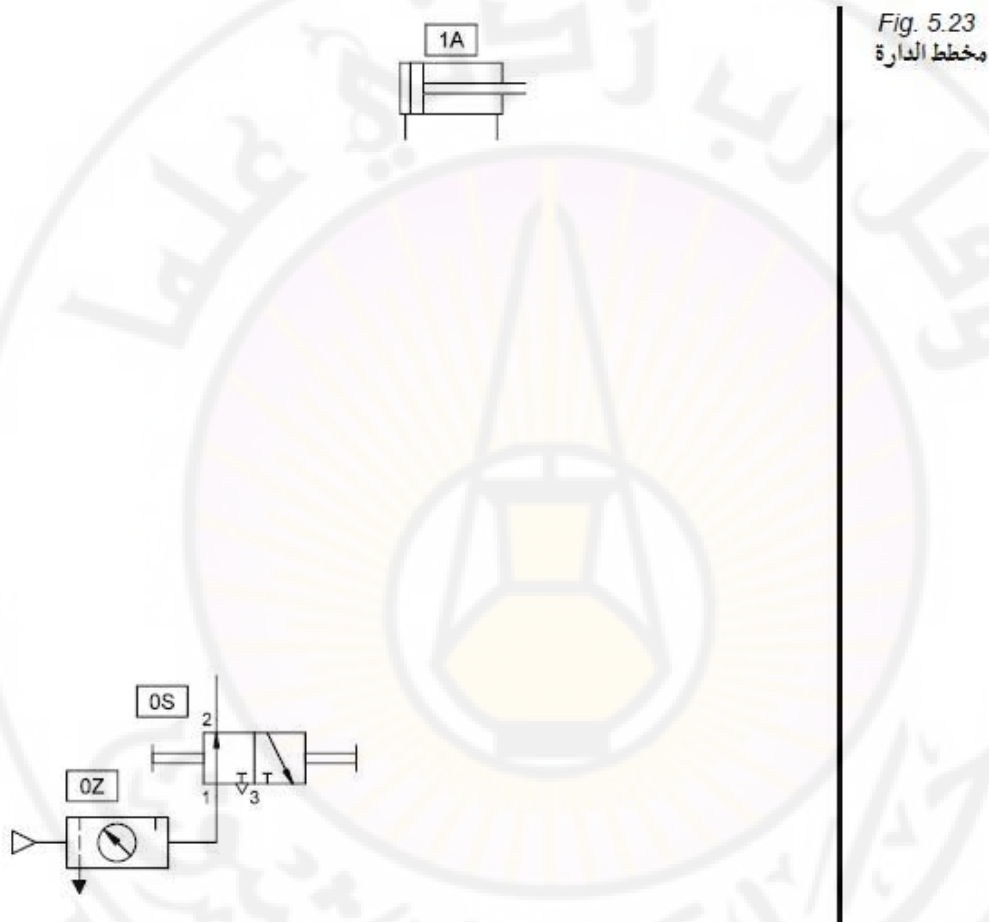
قم برسم مخطط الدارة للمشكلة .
قم باختيار الصمامات وتحديد نظام الترقيم للوصلات (المنافذ) .

Fig. 5.22
مخطط موضعي



سؤال

ماذا يحدث للأسطوانة إذا ضغط على الزر الضاغط لفترة قصيرة ثم تم تحريره؟
قم بوصف عملية تشغيل الدارة.

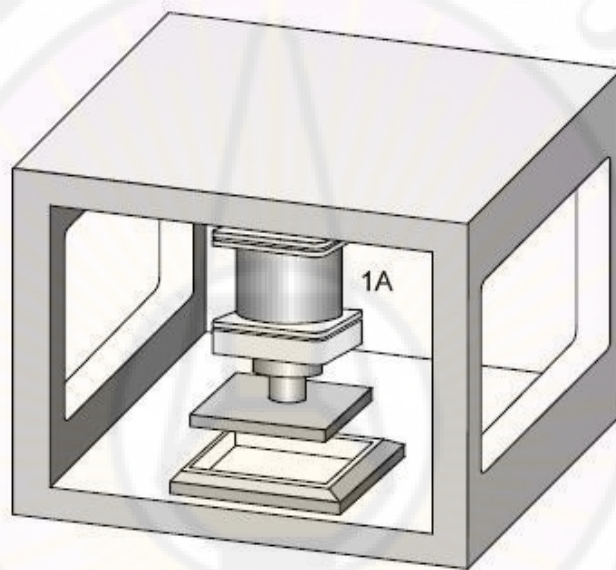


5.15 مثال 6: التحكم التابع للضغط

المشكلة

قطعة بلاستيكية تنقش باستخدام قالب مقاد بواسطة أسطوانة ثنائية التأثير. على القالب التقدم للنقش على القطعة البلاستيكية عند تشغيل زر ضاغط. إن عودة القالب تنتج عند الوصول إلى الضغط المعد سلفاً. يمكن معايرة ضغط النقش.

Fig. 5.24
مخطط موضعي



الحل

إذا لم يكن قضيب المكبس في وضعه الابتدائي، فإنه يجب إعادة ضبط الدارة عن طريق تشغيل التجاهل اليدوي على صمام التحكم الثنائي $5/2$.

في الوضع الابتدائي كل الصمامات غير مفعلة، يتم تطبيق الضغط على طرف قضيب المكبس للأسطوانة ويبقى قضيب المكبس في حالة التراجع.

إن تفعيل الزر الضاغط يبدل الصمام $1S$ ليتدفق ويتم تطبيق إشارة على منفذ التحكم 14 للصمام ثنائي التحكم $1V2$. يتبدل الصمام $1V2$ ، يُطبق الضغط على طرف المكبس للأسطوانة ويتقدم قضيب المكبس. عند حالة التبديل لصمام التحكم الثنائي $1V2$ يبقى سليماً إذا تم تحرير الزر الضاغط $1S$. عندما يصل قضيب المكبس إلى قطعة التشغيل، تتوقف الحركة ويتم بناء الضغط على طرف المكبس، تسبب زيادة الضغط زيادة قوة القالب.

يتصل منفذ التحكم 12 لصمام الضغط التسلسلي 1V1 مع خط الضغط من طرف المكبس للأسطوانة 1A. عندما يصل الضغط في الأسطوانة قيمة ضبط صمام الضغط التسلسلي، فإنه يتبدل الصمام $\frac{3}{2}$. تطبق إشارة الأمن على منفذ التحكم 12 للصمام 1V2. يتبدل الصمام 1V2، يُطبق الضغط على طرف قضيب المكبس للأسطوانة ويتراجع قضيب المكبس. خلال التراجع، فإن ضغط الاستجابة المجهز على صمام الضغط التسلسلي لا يقابل ويتراجع صمام الضغط التسلسلي إلى وضعه الابتدائي.

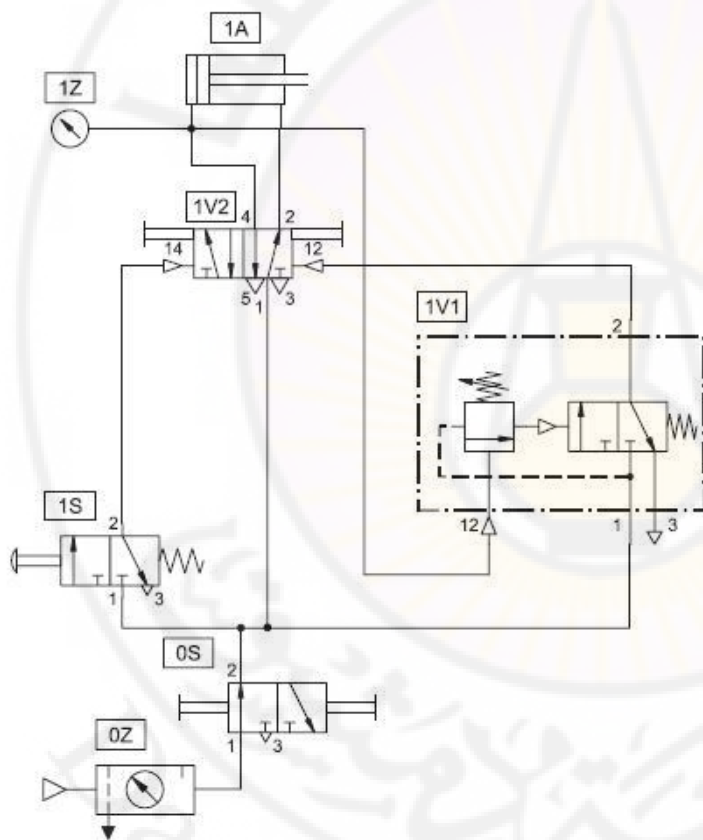


Fig. 5.25

مخطط الدارة

إن ضغط الاستجابة المجهز على صمام الضغط التسلسلي يجب أن يكون أقل من ضغط النظام لكي يتم تحقيق تبديل موثوق.

وعندما يقابل قضيب المكبس المتقدم عائق، فإنه سوف يتراجع من جديد قبل أن يصل موقع النقش.

5.16 تمرين 7: التحكم التابع للضغط، النقش على القطع البلاستيكية

المشكلة

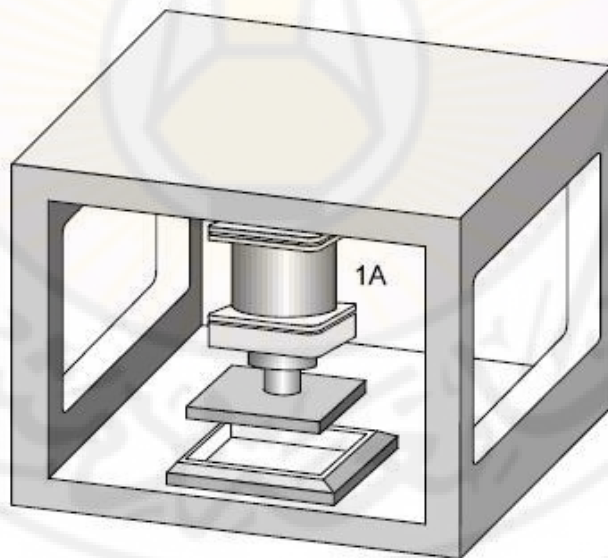
يجب النقش على قطعة بلاستيكية باستخدام قالب مستمداً القوة من أسطوانة ثنائية التأثير. يتراجع القالب نتيجة عندما يتمدد قضيب الأسطوانة بشكل كامل لموقع النقش ويصل إلى الضغط المعد مسبقاً. يستخدم صمام عتلة دحروجية لتأكيد التمدد الكامل . يجب أن يتم توليد إشارة التراجع عندما يصل قضيب المكبس إلى موقع النقش. يتم معرفة قيمة الضغط في حجرة المكبس عن طريق مقياس ضغط.

تمرين

قم برسم مخطط الدارة للمشكلة .
قم باختيار الصمامات وحدد نظام الترقيم للوصلات (المنافذ).

Fig. 5.26

مخطط موضعي



سؤال

ماذا يحدث للأسطوانة إذا تم ضغط الزر الضاغط لفترة قصيرة ثم مباشرة تم تحريره؟
قم بوصف عملية تشغيل الدارة.

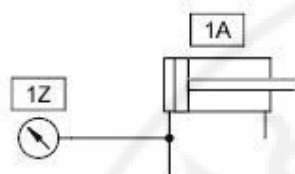
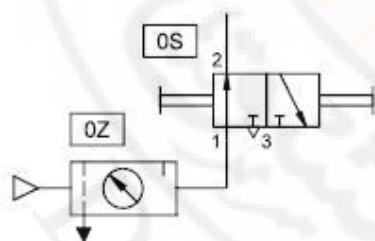


Fig. 5.27

مخطط الدارة



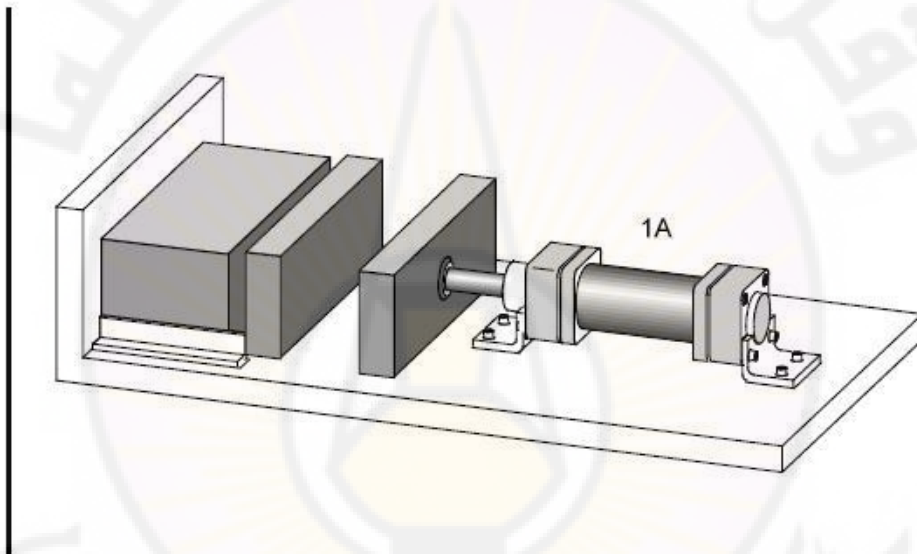
5.17 مثال 7: صمام التأخير الزمني

المشكلة

تستخدم اسطوانة ثنائية التأثير لضغط قطعتين مغريتين معاً. عند تشغيل الزر الضاغط، تتمدد اسطوانة مثبتة.

حال الوصول إلى وضع التقدم الكامل، تبقى الأسطوانة لفترة $T = 6$ ثم تتراجع مباشرة إلى الوضع الابتدائي . يجب أن يكون تراجع الأسطوانة قابل للمعايرة. تكون دورة بدء جديدة ممكنة فقط بعد تراجع الأسطوانة بشكل كامل.

Fig. 5.28
مخطط موضعي



الحل

إذا لم يكن قضيب المكبس في وضعه الابتدائي ، فإنه يجب إعادة ضبط الدارة عن طريق تجاهل يدوي للصمام التحكم الثنائي $5/2$.

في الوضع الابتدائي، كل الصمامات غير مفعلة مع استثناء لصمام العتلة الدحرجية 1S2 (مبدل حدي). يطبق الضغط على طرف قضيب المكبس للأسطوانة ويبقى قضيب المكبس في حالة التراجع.

يجب أن يكون كل من الصمام 1S1 والمبدل الحدي 1S2 مفعّلان كشرط بداية. يكون المبدل الحدي 1S2 غير مفعّل إلا إذا كان قضيب المكبس في وضعه الابتدائي. إذا تحقق شرط البداية ، فإنه يتبدل صمام الضغط الثنائي ليتدفق وتطبق الإشارة على منفذ التحكم 14 لصمام التحكم الثنائي 1V3 . ينعكس الصمام 1V3 ، يُطبق الضغط على طرف المكبس للأسطوانة ويتقدم قضيب المكبس. تعتمد سرعة التقدم على تجهيز صمام تحكم التدفق ذي الاتجاه الواحد 1V5 (تحكم بهواء التفيس). بعد مرحلة تقدم قصيرة ، يُحرر قضيب المكبس المبدل الحدي 1S2.

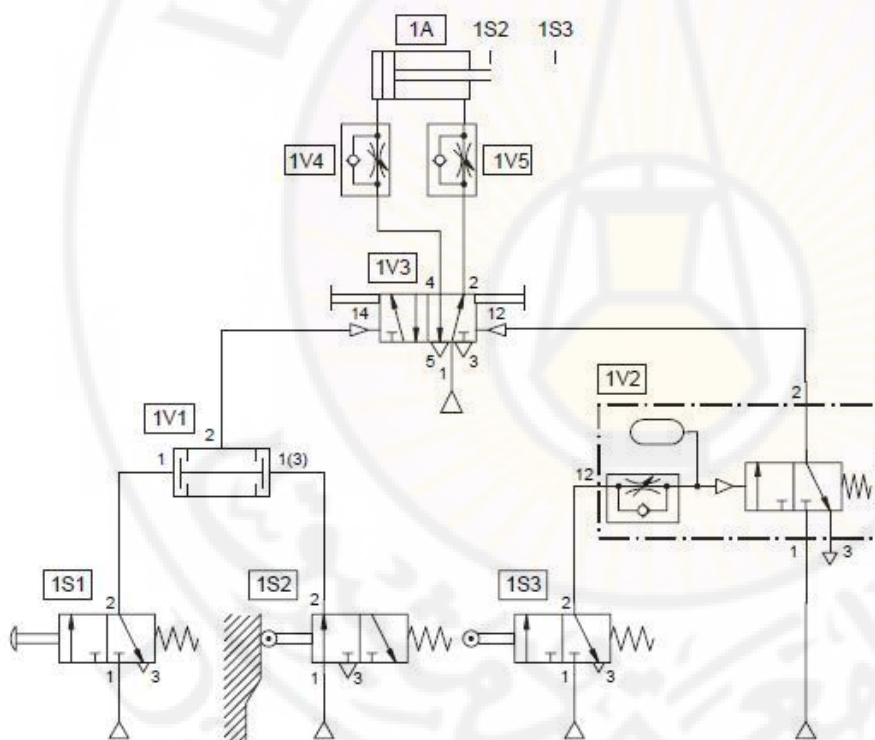


Fig. 5.29
مخطط الدارة

تماشٍ مع هذا، فإن شرط And في صمام الضغط الثنائي 1V1 غير محقق بعد والإشارة على منفذ التحكم 14 لصمام التحكم الثنائي 1V3 يعاد ضبطها، بينما وضعية تبديلها (مخزنة) لا يتغير. تجديد التفعيل للصمام 1S1 غير فعال الآن حتى يصل النظام إلى وضعه الابتدائي مجدداً. عند الوصول إلى موقع النقش، يتم تفعيل المبدل الحدي 1S3. يبدأ خزان الهواء في صمام التأخير الزمني 1V2 بالامتلاء عبر صمام التحكم بالتدفق ذي الاتجاه الواحد المدمج. يعتمد معدل تزايد الضغط على ضبط الخانق المدمج. عندما يكون الضغط عالٍ كفاية، فإن الصمام $\frac{3}{2}$ يتبدل، وتُطبق الإشارة على منفذ التحكم 12 لصمام التحكم الثنائي 1V3. ينعكس الصمام 1V3، يُطبق الضغط على طرف قضيب المكبس للأسطوانة ويتراجع قضيب المكبس. تعتمد سرعة التراجع على ضبط صمام التحكم بالتدفق ذي الاتجاه الواحد 1V4.

عند التراجع، ينعكس المبدل الحدي 1S3 و يفرغ خزان الهواء لصمام التأخير الزمني إلى الهواء المحيط عبر صمام عدم الرجوع والمبدل الحدي 1S3 و يفرغ خزان الهواء لصمام التأخير الزمني إلى الهواء المحيط عبر صمام عدم الرجوع والمبدل الحدي 1S3. وكنتيجة لهذا، الصمام $\frac{3}{2}$ لصمام التأخير الزمني يتبدل إلى وضعه الابتدائي. وعندئذٍ يعاد ضبط الإشارة على منفذ التحكم 12 لصمام التحكم الثنائي. وعندما يصل قضيب المكبس إلى وضعه الابتدائي، يتقلع المبدل الحدي 1S2 ودورة جديدة يمكن أن تبدأ.

5.18 تمرين 8: صمام التأخير الزمني

المشكلة

تستخدم اسطوانة ثنائية التأثير لضغط قطعتين مغريتين معاً. عند تشغيل زر ضاغط ، تتقدم أسطوانة مثبتة ببطاً. حالما يتم الوصول إلى موقع التمدد الكامل، تبقى الأسطوانة لمدة تساوي $T = 6\text{sec}$ ثم تتراجع مباشرة إلى الوضع الابتدائي. يمكن البدء بدورة جديدة فقط بعد أن تكون الأسطوانة قد تراجعت بشكل كامل وبعد تأخير 5 ثوان. خلال هذا التأخير القطعة المنتهية تزال يدوياً وتبدل بأجزاء أخرى جديدة من أجل التفرية. يجب أن تكون سرعة التراجع كبيرة، لكن قابلة للمعايرة.

تمرين

قم برسم مخطط الدارة للمشكلة.
قم باختيار الصمامات وحدد نظام الترقيم للوصلات (المنافذ).

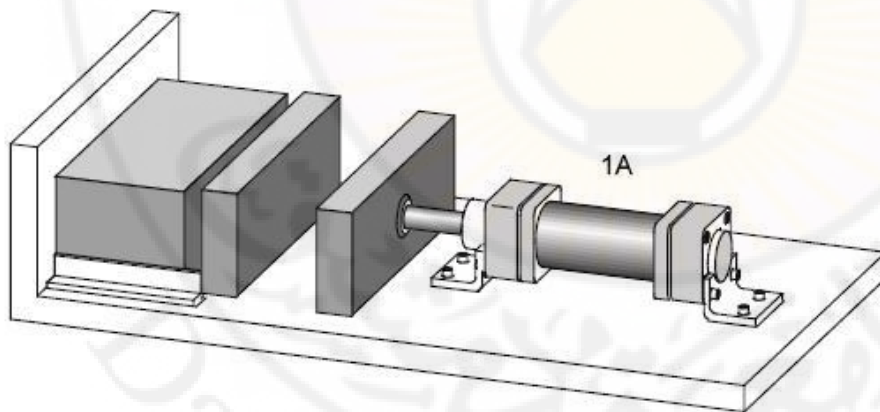
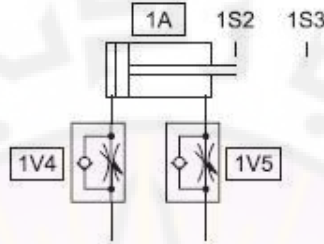


Fig. 5.30
مخطط موضعي

سؤال

ماذا يحدث للأسطوانة إذا تم ضغط الزر الضاغط لفترة قصيرة ثم مباشرة تم تحريره؟
قم بوصف عملية تشغيل الدارة.

Fig. 5.31
مخطط الدارة



الفصل 6

تطوير الدارات المتعددة المؤازرات



6.1 التحكم بالمؤازرات المتعددة

في حالة الدارات متعددة الأسطوانات، من المهم إجراء تعريف واضح للمشكلة. إن تمثيل الحركة المطلوبة لكل المؤازرات يوصف باستخدام مخطط خطوة الإزاحة. يجب أيضاً تعريف الشروط الخاصة للبدء في السلسلة.

إذا تم تعريف كل من مخطط الحركة والشروط المساعدة بوضوح، فإنه يمكن البدء برسم مخطط الدارة . يجب أن يُصمم مخطط الدارة تبعاً للتوجيهات المحددة في الفصل A4. وهكذا لتشغيل الدارة، من الأساسي تجنب تداخل الإشارات. بواسطة إشارة التداخل، نستطيع فهم الإشارات المطبقة في آن واحد على منفذي التحكم للصمام ذي التحكم الثنائي. يمكن استخدام الصمامات التالية لتقليل تداخل الإشارات : صمامات العتلة الدحرجية مع عودة مهلة أو صمامات عتلة متأرجحة، صمامات التأخير الزمني ، صمامات العكس أو المتسلسلات. لتأمين فهم أفضل للطرق ، أعطيه بعض الأمثلة لاستخدام صمامات العتلة الدحرجية مع عودة مهلة وصمامات العكس.

6.2 مثال 8: الحركة وفق محاور

المشكلة

تستخدم اسطوانتان لنقل أجزاء من مجلة إلى منحدر. عند الضغط على زر ضاغط، تتمدد الأسطوانة الأولى، دافعة القطعة من المجلة وواضعة إياها لتتجهز للنقل عن طريق الأسطوانة الثانية إلى منحدر التغذية. حالما يتم نقل القطعة، تتراجع الأسطوانة الأولى، ثم تتبعها الثانية. مطلوب التثبيت من كل التمددات والتراجعات.

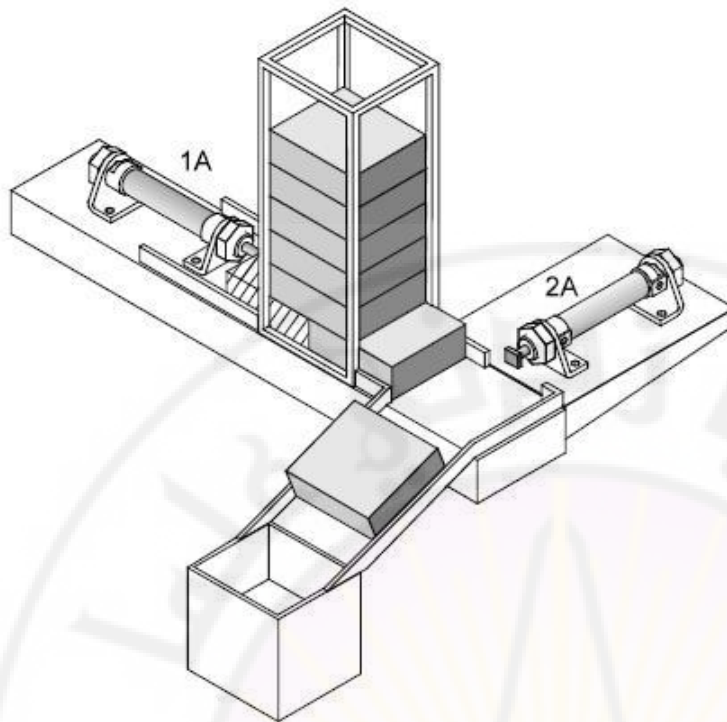


Fig. 6.1

مخطط موضعي

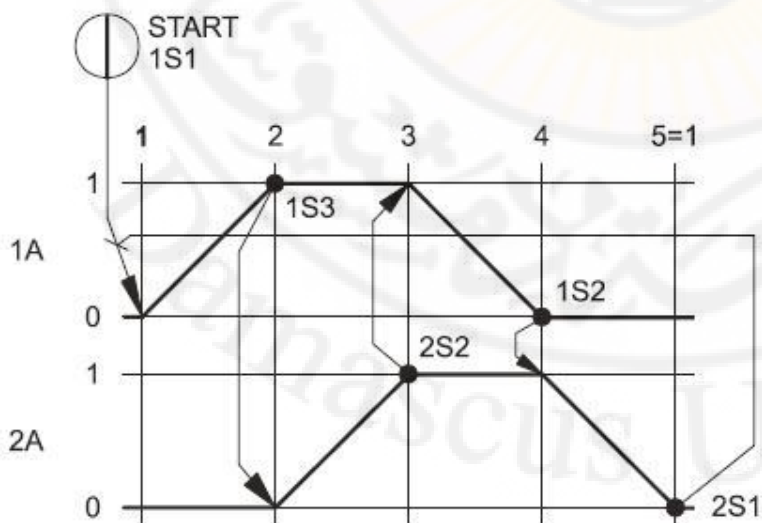
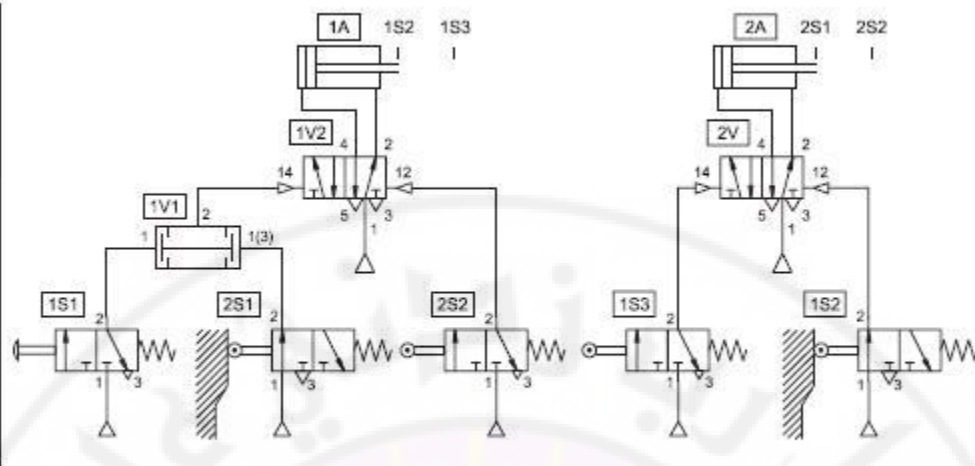


Fig. 6.2

مخطط خطوة الإزاحة

Fig. 6.3

مخطط الدارة:
موقع بدائي



الحل

يجب استخدام صمامات عتلة دحروجية مع عودة مهمة كمبدلات حدية لكشف مواقع التقدم والتراجع لقضيب المكبس. يتم إنتاج إشارة الدخل اليدوية عبر صمام $3/2$.

في الموقع الابتدائي ، كلتا الأسطوانتين في حالة التراجع، والمبدلان الحديان 1S1 و 2S1 مفعّلان.

شرط البدء للدورة هو كون المبدل الحدي 2S1 والزر الضاغط 1S1 مفعّلان.

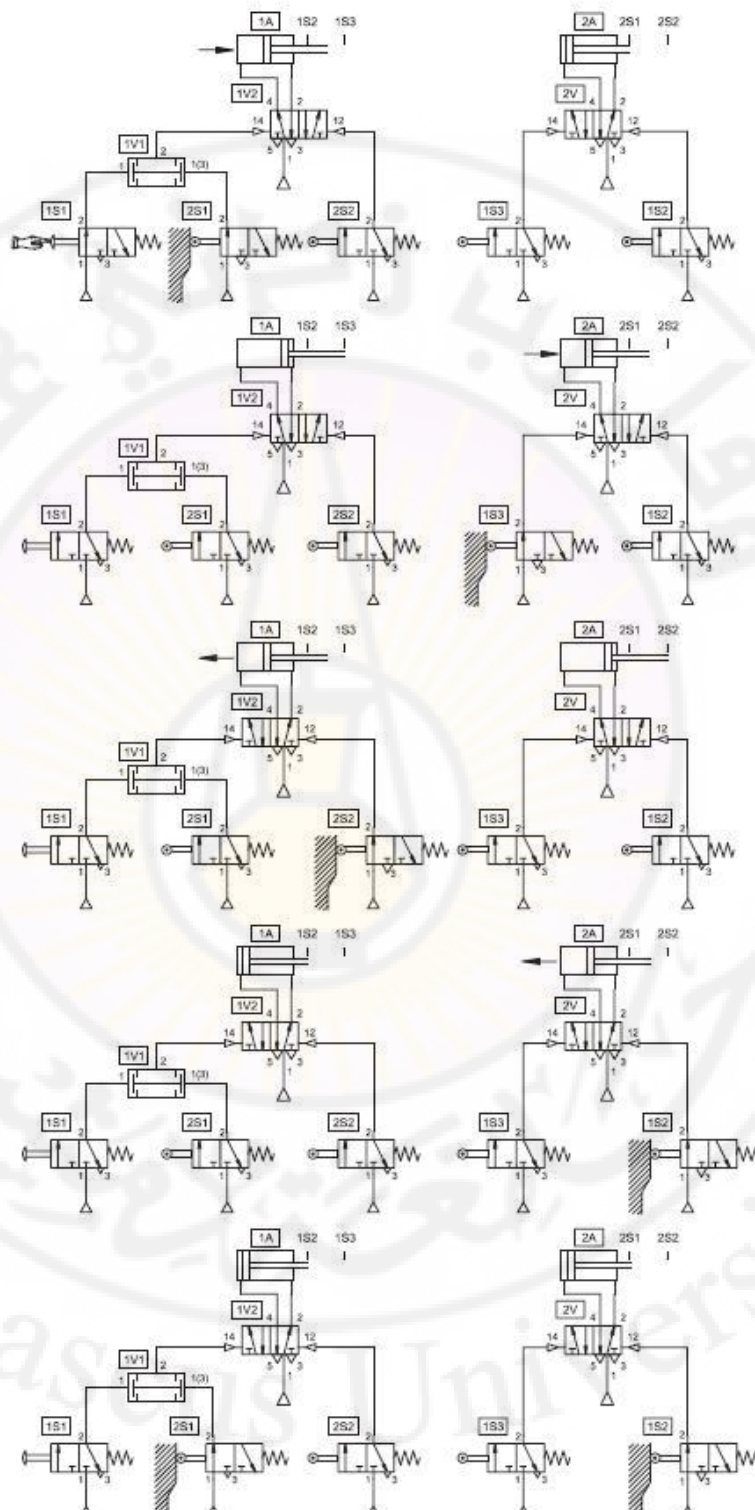
يمكن تحديد دورة الحركة من مخطط خطوة الإزاحة والذي يقسم إلى الخطوات التالية:

- | | | |
|--------|-------------------|-----------------------|
| خطوة 1 | 1S1 و 2S1 مفعّلان | ← تتقدم الأسطوانة 1A |
| خطوة 2 | 1S3 مفعّل | ← تتقدم الأسطوانة 2A |
| خطوة 3 | 2S2 مفعّل | ← تتراجع الأسطوانة 1A |
| خطوة 4 | 1S2 مفعّل | ← تتراجع الأسطوانة 2A |
| خطوة 5 | 2S1 مفعّل | ← الوضع الابتدائي |

١. إذا تم تفعيل الزر الضاغط 1S1 ، يتبدل صمام التحكم الثنائي $5/2$ 1V2 ، ويتقدم قضيب المكبس للأسطوانة 1A. ويتم إخراج القطعة من المجلة.
٢. عندما تصل الأسطوانة 1A إلى موقع نهاية التقدم. يتفعل المبدل الحدي 1S3. عندها يتبدل صمام التحكم الثنائي $5/2$ 2V ويتقدم قضيب مكبس الأسطوانة 2A. ويتم تحريك القطعة إلى المنحدر.
٣. عندما تصل الأسطوانة 2A إلى موقع نهاية التقدم ، يتبدل المبدل الحدي 2S2. يسبب هذا تبدل عنصر التحكم 1V2 ويتراجع قضيب المكبس 1A.
٤. عند الوصول إلى الموقع نهاية التراجع للأسطوانة 1A، يتبدل المبدل الحدي 1S2 ويتبدل عنصر التحكم 2V ، ويتراجع قضيب المكبس للأسطوانة 2A ويُفَعِّل المبدل الحدي 2S1 حتى الوصول إلى موقع نهاية التراجع.
٥. الآن تم الوصول إلى الوضع الابتدائي للنظام مجدداً. يمكن البدء بدورة جديدة عن طريق تفعيل الزر الضاغط 1S1.

Fig. 6.4

تمثيل الخطوات 1 إلى 5



6.3 مثال 9: تداخل الإشارة

المشكلة

في تحكم الحركة وفق إحداثيات، فإنه فقط صمام ذاكرة $5/2$ يمكنه تبديل المواقع عندما يتواجد إشارة تحكم أحادية، إذا تم التشغيل بإشارتين معاً. أي إشارتي تحكم فعالتان على صمام $5/2$ ، فإنه تحدث مشكلة تداخل الإشارة. عدة إمكانيات متوفرة لحل هذه المشكلة. على كل، يجب تعيين أولاً نقاط تداخل الإشارة.

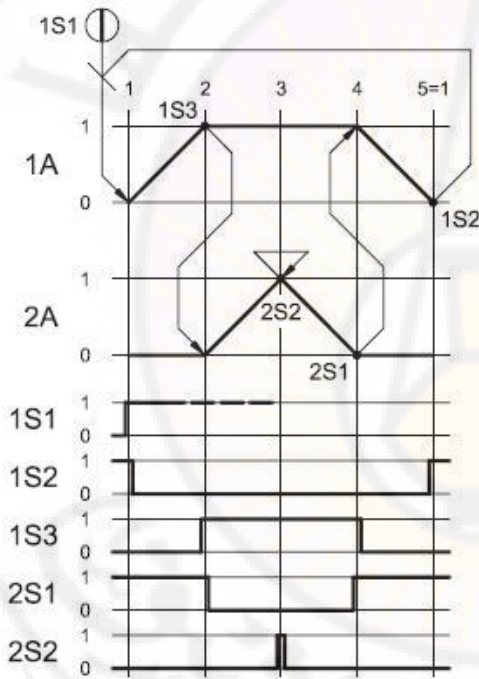


Fig. 6.5
مخطط خطوة الازاحة
مع حالات التشغيل لعناصر الدخل

سؤال أين يحصل تداخل الإشارة؟

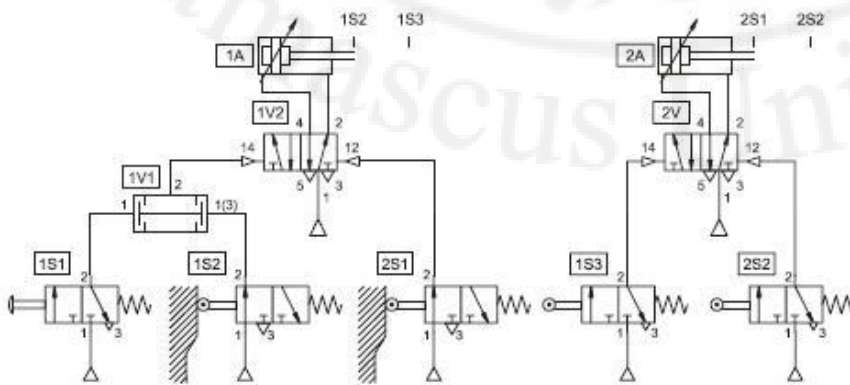


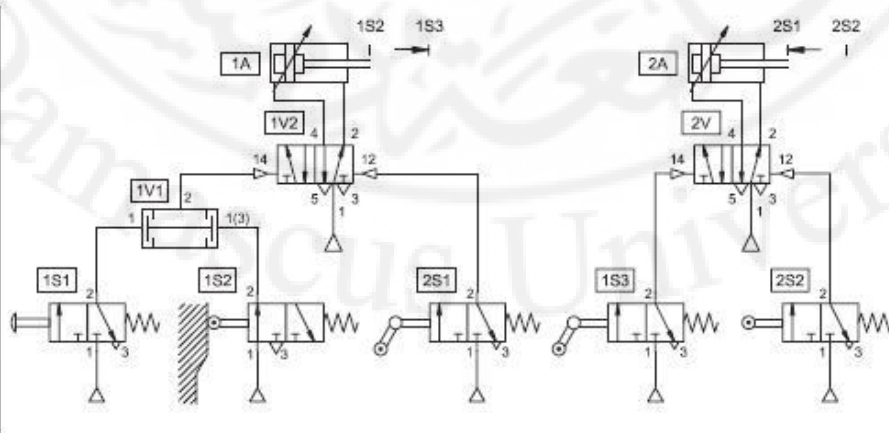
Fig. 6.6
مخطط الدارة مع تداخل
الاشارة

الحل

يحدث تداخل الإشارة في الخطوات 1 و 3. في الوضع الابتدائي، يتم تطبيق الإشارة على منفذ التحكم 12 لصمام التحكم الثنائي 1V2 عن طريق تفعيل المبدل الحدي 2S1. إذا تم تفعيل الزر الضاغط 1S1، فإنه تُطبق إشارة على منفذ التحكم 14 لصمام التحكم الثنائي 1V2. إن تداخل الإشارة هذا يمكن تقليله باستخدام صمامات عتلة دحرجية مع عودة مهمة. يتم تفعيل هذه الصمامات في اتجاه الحركة فقط عن طريق قضيب المكبس وتجهز بطريقة بحيث يُحفظ (يُبدأ) التفعيل فقط لمسافة قصيرة قبل الوصول إلى موقع البداية والنهاية المخصص.

في الخطوة 3، يحدث تداخل الإشارة في صمام التحكم الثنائي 2V. يفعل قضيب المكبس المتقدم للأسطوانة 1A المبدل الحدي 1S3. يتقدم قضيب المكبس للأسطوانة 2A ويقوم بتفعيل المبدل الحدي 2S2، والذي ينشأ الإشارة للتراجع الفوري لقضيب المكبس. إذا استمر تفعيل المبدل الحدي 1S3 في هذه النقطة، فإن إشارتين تطبقان معاً على صمام التحكم الثنائي 2V ولا يستطيع الصمام التبديل. هنا أيضاً، يمكن تقليل تداخل الإشارة، إذا كان المبدل الحدي 1S3 من نوع صمام عتلة دحرجية مع عودة مهمة. في مخطط الدارة، يتم رسم سهم على خط المبدلات الحدية 2S1 و 1S3. يشير اتجاه السهم على أي اتجاه تحرك لصمام العتلة الدحرجية مع العودة النابضية يقود إلى التفعيل. لا يحصل تفعيل في حالة التحرك في الاتجاه المعاكس.

Fig. 6.7
مخطط الدارة



إن استخدام صمامات عتلة دحروجية مع عودة مهمة من أجل تعليل تداخل الإشارة يملك المساوئ التالية :

- لا يمكن تحسس موقع النهاية بشكل دقيق
- يمكن أن تفسد الدالة كنتيجة للتلوث
- أنظمة تحكم سريعة غير ممكنة

6.4 إزالة الإشارة بواسطة صمامات العكس

إن إزالة الإشارة بواسطة صمام عكس هو حل مستخدم بشكل متكرر. إن هذه الفكرة الأساسية هي للسماح للإشارة أن تكون فعالة فقط ما دامت مطلوبة. يمكن تحقيق هذا عن طريق سد تيار الإشارة الداخل لعنصر الإشارة بواسطة صمام عكس، أو بتزويد طاقة إلى عنصر التحكم فقط عندما تكون الإشارة مطلوبة. يستخدم صمام تحكم ثنائي ليحدث العكس.

6.5 مثال 10: صمامات العكس

المشكلة

يجب استخدام صمام عكس عوضاً عن صمامات العتلة الدحروجية مع عودة مهمة لتقليل تداخل الإشارة. من الضروري إزالة الإشارات في صمامات المغناطيس الكهربائي الثنائي $5/2$ 1V و 2V في توقيت جيد لكي يتم إلغاء تداخلات الإشارات. لتحقيق هذا، يجب تنفيس خطوط تزويد الضغط للمبدلات الحدية 2S1 و 1S3 قبل أن يتم تطبيق الإشارة المعاكسة أي لا إشارات متعاكسة في صمامات الذاكرة 1V و 2V.

الحل

يزود صمام العكس 0V الخطوط P1 و P2 بالهواء المضغوط أو بالتفيسات الموصولة إلى الهواء المحيط. في الوضع الابتدائي، كلا قضيب المكبس متراجعان، المبدلات الحدية 2S1 و 1S2 مفعلة والضغط مطبق على منافذ التحكم 12 لصمامات التحكم الثنائية $1V \frac{5}{2}$ و 2V.

يؤدي التفعيل التالي للزر الضاغط 1S1 ، إلى تفعيل صمام العكس 0V، يزود الخط P1 بالهواء المضغوط ويتم تفيس الخط P2 . يبقى المبدل الحدي 2S1 مفعلاً ، لكن منفذ التحكم 12 من الصمام 1V غير مضغوط . يطبق الضغط على منفذ التحكم 14 من الصمام 1V وينعكس الصمام. يتقدم قضيب المكبس للأسطوانة 1A، بينما يتم إعادة تنضيد المبدل الحدي 1S2 و يتم تفيس منفذ التحكم 14 من صمام العكس 0V.

يتم تفعيل المبدل الحدي 1S3 عند الوصول إلى موقع النهاية وينعكس الصمام 2V. ويتقدم قضيب المكبس للأسطوانة 2A. بعد أن يكون قضيب المكبس قد غادر الموقع الابتدائي، يتم إعادة تنضيد المبدل الحدي 2S1 . عند الوصول إلى موقع النهاية، يتفعل المبدل الحدي 2S2. يتبدل صمام العكس 0V، يتم تزويد الخط P2 بضغط النظام ويصبح الخط P1 غير مضغوط. يتبدل الصمام 2V ويتراجع قضيب المكبس للأسطوانة 2A.

عند الوصول إلى الموقع الابتدائي، يتفعل المبدل الحدي 2.S ، يتبدل الصمام 1V ويتراجع قضيب المكبس للأسطوانة 1A . عندما يصل قضيب المكبس موقعه الابتدائي ، يتفعل المبدل الحدي 1S2 و يكون النظام في حالته الابتدائية من جديد و يكون النظام في حالته الابتدائية من جديد.

يمكن البدء بدورة جديدة الآن بضغط الزر الضاغط 1S1.

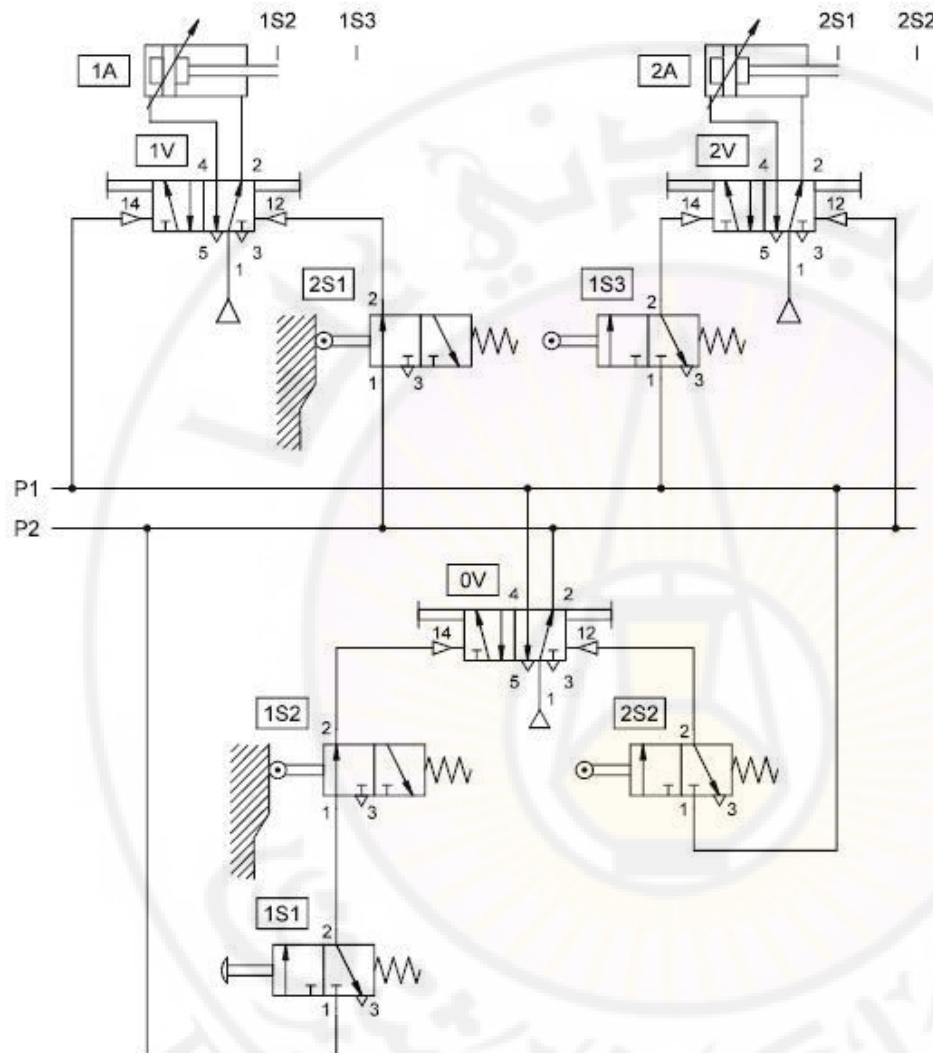


Fig. 6.8
مخطط الدارة

6.6 مثال 11: صمامات العكس

المشكلة

استخدام محطة نقل، القطع يجب أن تنقل من المخزن الشاقولي إلى المنحدر . تدفع القطع إلى خارج المخزن عن طريق الأسطوانة 1A ثم تنقل إلى المنحدر عن طريق الأسطوانة 2A. يتمدد قضيب المكبس للأسطوانة 1A فقط حالما تتراجع الأسطوانة 2A. يجب أن تبدأ الدارة عند الضغط على زر البدء. تستخدم المبدلات الحدية لتحديد مواقع الأسطوانة.

Fig. 6.9
مخطط موضعي

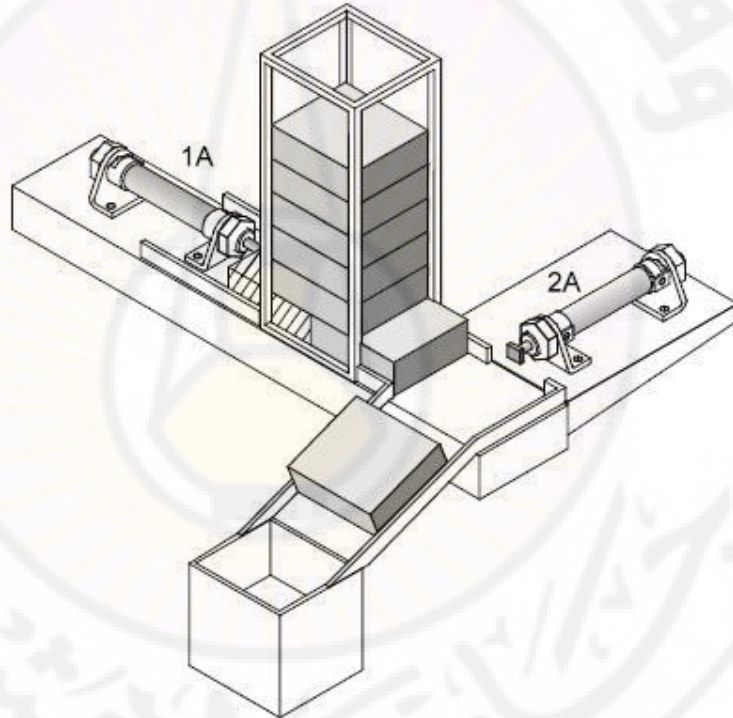
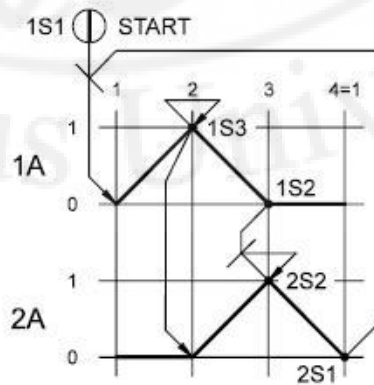
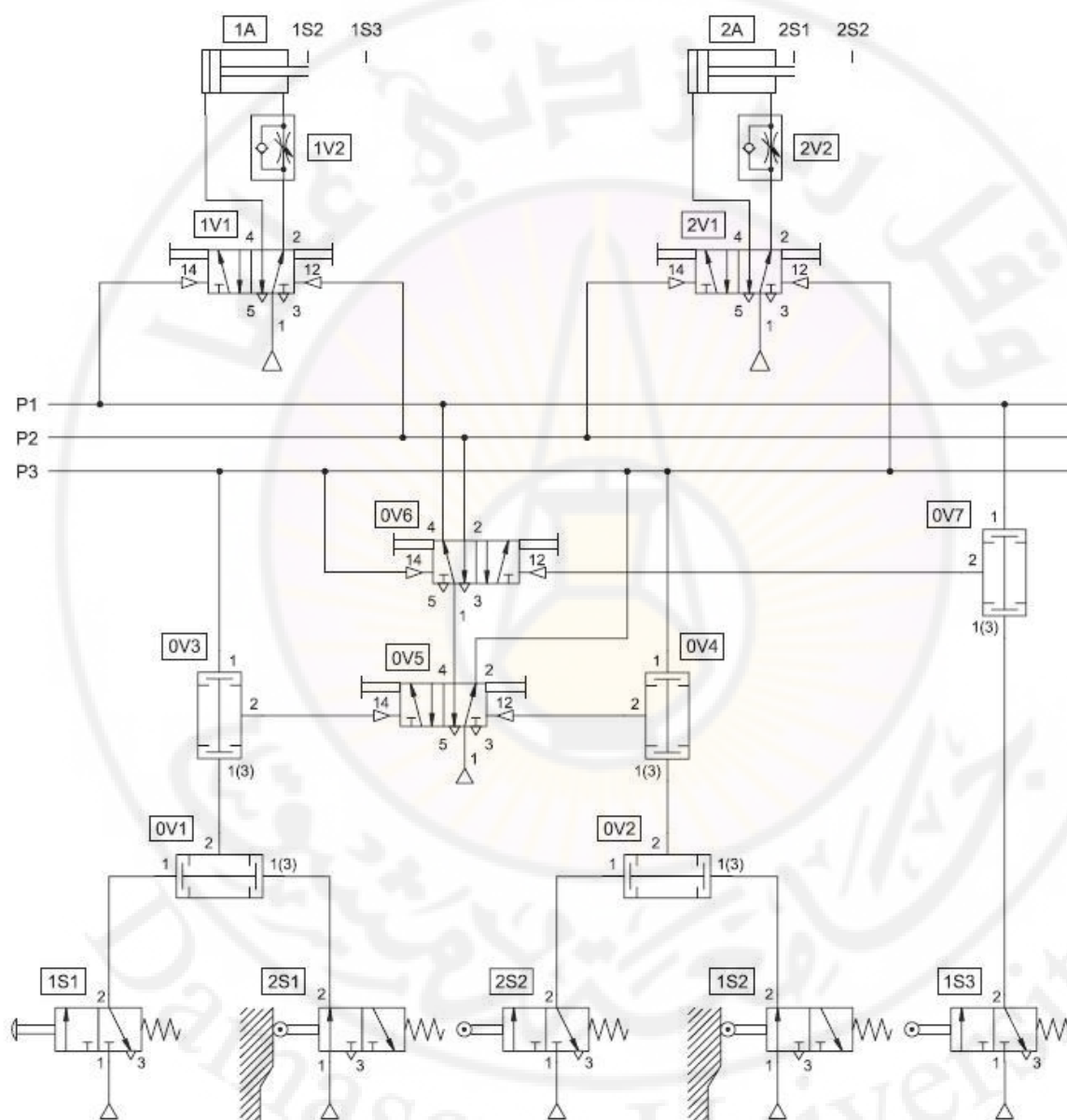


Fig. 6.10
مخطط خطوة الإزاحة



مخطط الدارة



الحل

في مخطط الدارة، كل عناصر دخل الإشارة متصلة في الحالة المنشطة. هذا يعني أن كل عناصر الدخل مزودة بالهواء المضغوط بشكل مباشر. بهذه الطريقة، فإن الهواء المضغوط لا يجب عليه أن يجتاز كل الصمامات المرتبطة قبل أن يتأثر وحدة التحكم. إن هبوط الضغط ينخفض والتحكم أسرع. تتصل عناصر الدخل مع صمامات العكس عبر صمامات ضغط ثنائية.

تملك السلسلة ثلاث خطوات وتداخل الإشارة من المحتمل أن يكون مشكلة في موقعين. الخطوة الأولى هي تقدم الأسطوانة 1A. لذلك من المحتمل حدوث التداخل في الصمام 1V في المنافذ 14 و 12، إلا إذا تم استخدام تقنية صمام العكس. يحافظ على الصمام 2S1 مفعلاً مبدئياً بواسطة الأسطوانة 2A، لكن صمام الزر الضاغط 1S1 هو زر ضاغط لحظي، وفي معظم الحالات، فإنه من غير المتوقع أن يتم تشغيل الزر الضاغط لفترة طويلة. لذلك من الممكن استخدام الصمام 1S1 كوسيلة إلغاء لتداخل الإشارة الأول.

تحدث مشكلة تداخل الإشارة الثاني مع الأسطوانة 2A والصمام 2V1. هنا تحدث المشكلة تحدث في الخطوة 3، عندما تتراجع الأسطوانة مباشرة بعد اكتمال التمدد. يجب أن تكون الأولى من الإشارتين على صمام التحكم 2V1 قصيرة في المدة. لإزالة تداخل الإشارة، يتم تطوير دارة صمام العكس بثلاث خطوط تغذية لتغذية ثلاث خطوات. تمثل الخطوط من P1 إلى P3 الخطوات الفردية من 1 إلى 3. في الخطوة 1، تتمدد الأسطوانة 1A، لذلك فإن إشارة التحكم 1V1 على المنفذ 14 تُغذى عبر الخط P1.

تحدث حركتان في الخطوة 2: تتراجع الأسطوانة 1A وتتقدم الأسطوانة 2A. لذلك يغذي الخط P2 إشارات التحكم 1V1 في المنفذ 12 و 2V1 في المنفذ 14. في الخطوة الثالثة: يتراجع قضيب المكبس للأسطوانة 2A تبعاً لإشارة التحكم 2V1 في المنفذ 12 والذي يُغذى من الخط P3.

يُظهر طرف الدخل من الدارة أن الصمامات 1S1 و 2S1 يجب أن يتم تشغيلها للبدء في الدورة. ثم يتم تشغيل الصمام 1S3 تالياً ويُغذى إلى المنفذ 12 لصمام العكس 0V6. هذه التبديلات لتنشيط الخط P2 وتنفيس الخط P1. الحركات التالية هي الأسطوانات 1A تتراجع و 2A تتقدم، متحركة بواسطة الصمامات 2S2 و 1S2 والتي تكون متصلة بشكل متسلسل إلى المنفذ 12 لصمام العكس 0V5. يتبدل الصمام 0V5، ويتم تنفيس الخط P2 ويتم تنشيط الخط P3. الدورة جاهزة الآن لشرط البدء، حالما يتم تفعيل الصمام 2S1 بواسطة تراجع الأسطوانة 2A. يسبب تفعيل زر البدء 1S1 إعادة بدء الدورة.

الفصل 7

تحديد المشكلة لأنظمة الهواء المضغوط



7.1 التوثيق

يشمل الوثيق لأنظمة الهواء المضغوط التالي:

- مخطط التابع
- مخطط الدارة
- تعليمات التشغيل
- صحيفة البيانات

عندما يتم تعديل النظام، فإنه يجب تحديث التوثيق. تاريخ الآلة لمقابلة أي تغييرات، لكي تسهل تحديد المشكلة وإزالة العيب.

7.2 نتائج وأسباب الخلل الوظيفي

بشكل عام، فإنه يمكن تصنيف الأخطاء الوظيفية إلى الفئات التالية:

- البلى بالاستعمال للمكونات والخطوط والذي يمكن أن يتسارع نتيجة:
 - الوسط المحيط (مثل: هواء مخرش، درجة الحرارة)
 - جودة الهواء المضغوط (مثل: رطوبة أو تزييت زائد)
 - حركة نسبية للمكونات
 - تحميل غير صحيح للمكونات
 - صيانة غير صحيحة
 - تركيب وتوصيل غير صحيح.

هذه العوامل المؤثرة قد تقود إلى الأخطاء الوظيفية أو الإخفاقات في النظام التالية:

- انسداد في الخطوط.
- استعصاء في الوحدات.
- إنكباحات
- تسريبات
- هبوط ضغط
- تبديل غير صحيح.

تشخيص الخلل

إن عمل إجراء تصنيفي لإيجاد الأخطاء يُخفّض فترة الصيانة والتوقف لأنظمة التحكم للهواء المضغوط تحصل الأخطاء بشكل عام إما:

- نتيجة لفشل خارجي لمكونات الآلة أو نتيجة للتوقفات
 - فشل داخلي ضمن نظام التحكم
- تُظهر الخبرة أن حصول فشل في نظام التحكم نادر مقارنةً مع الحساس الخارجي أو فشل الآلة.

إيجاد الخطأ

إذا حصل الخطأ، فإنه يُظهر نفسه بنفسه من خلال الخلل الوظيفي أو التوقف في الآلة. يمكن إزالة الخطأ كالتالي:

- إزالة الخطأ عن طريق صيانة أو تشغيل شخصي
 - إزالة الخطأ من خلال خدمات الزبون
- الأخطاء الخارجية ومعظم الأخطاء الداخلية يمكن أن تحدد وعادةً تُحل بواسطة مشغل خبير. إذا كانت المشكلة غير ممكنة الحل بسرعة، فإنه يجب تسجيل خواص الآلة في نقطة الإخفاق وحالة نظام التحكم. باستخدام هذه المعلومات، يستطيع مهندس الصيانة اتخاذ قرار بنوع الإخفاق الحاصل و الإجراءات الضرورية الواجب اتخاذها.
- إن تحليل الخطأ يجب أن يتم انجازه بدون تأخير في وقت الإخفاق و تتخذ خطوات لإزالة الإخفاق. لذلك، زمن توقف الآلة يتم تقليله.

الصيانة الوقائية

إن التآكل المسبق أو الإخفاق في المركبات يمكن أن يكون نتيجة أخطاء التصميم أو التخطيط. إذا تم أخذ النقاط التالية في الاعتبار خلال مرحلة التخطيط، فإن هذا يقلل مخاطر الإخفاق المسبق للآلة.

- اختيار المكونات المناسبة وموَلدات الإشارة المناسبة. يجب أن تتم معايرتها لتناسب شروط التشغيل والوسط المحيط للنظام (أي ، تكرارية التبديل ، الأحمال الثقيلة)
- حماية المكونات ضد التلوث
- الامتصاص الميكانيكي للقوى الفعالة من خلال ممتصات صدمة إضافية
- أطوال خطوط قصيرة، متناسبة مع المضخمات حيث يكون ضرورياً

إيجاد الخطأ في أنظمة الهواء المضغوط

كقاعدة ، أنظمة الهواء المضغوط المصممة حديثاً والمركبة حديثاً سوف تعمل لبعض الوقت بدون أخطاء بعد أن يتم إنجاز المعايير الأولية. إنه من المهم تجاوز التصنيفية عند حصول الخطأ. حتى تحكّات معقدة أكثر يمكن أن تُقسّم إلى وحدات أصغر وعندها يتم فحصها بشكل مستقل عن بعضها الآخر لاكتشاف الأخطاء. إذا لم يكن المُشغل قادراً على تصحيح الخطأ، عندها يجب أن يتم الاتصال بموظف الصيانة أو خدمات الزبون حالاً.

الأخطاء الوظيفية الناتجة عن القياس الأصغر لمزود الهواء

إذا حدث بشكل متكرر أن أقسام من أنظمة الهواء المضغوط تمددت بدون أن يكبر مزود الهواء الضروري. الأخطاء الوظيفية والتي من الممكن أن تنتج بسبب صغر قياس مزود الهواء هي:

- سرعة قضيب المكبس ليست دائماً صحيحة
 - القوة في هبوطات قدرة الأسطوانة لوقت قصير خلال هبوط الضغط
 - زمن التبديل طويل جداً
- قد تحدث نفس الأعراض كنتيجة لتغيرات المقاطع العرضية للفوهات الناتج عن تلوث أو تشابك الخطوط أو تسريب سبب هبوط ضغط.

الأخطاء الوظيفية الناتجة عن التكثف

بعيداً عن ضرر التآكل الحاصل للسطوح بواسطة التكثف والتي في عدة حالات عدوانية بإفراط ، هناك خطر معتبر إمساك (توقف) مكونات الصمام إذا كانت تحتاج إلى إعادة تنضيد بواسطة قوة نابض بعد أن تحافظ على وضع تبديل واحد لوثت معتبر. إن سوائل التزييت بدون إضافات لها نزعة للاستحلاب مشكلة الراتينج (مادة صمغية) أو الصمغ. إن كل التسامحات الصغيرة المعدة للإنزلاق في الصمامات حساسة بشكل خاص لهذه المقاومات للحركة.

الأخطاء الوظيفية الناتجة عن التلوث

في نظام الهواء المضغوط ، تتصل وحدة الخدمة بشكل عام خلف قسم تزويد الهواء المضغوط. تقوم هذه بفلتر الأوساخ الجزيئية من مزود الهواء المضغوط. خلال عملية التجميع أو الصيانة، جزئيات الأوساخ (مثل: جزئيات الأسنان المحلزنة، وسائل العزل ، إلخ) قد تبقى في خطوط الضغط وتدخل إلى الصمام خلال التشغيل. في حالة الأنظمة و التي تبقى في الخدمة لبعض الوقت، قد تجد طريقها إلى الخطوط . هذا التلوث للخطوط قد ينتج التأثيرات التالية:

- استعصاء أو إمساك لحواضن الصمام المنزلقة.
- تسريب في دليل الصمامات.
- انسداد في فوهات صمام التحكم بالتدفق.

7.3 الصيانة

تساعد الصيانة المنظمة في إطالة عمر الخدمة وتحسين الوثوقية الوظيفية لأنظمة التحكم بالهواء المضغوط. يجب أن يتم رسم خطة صيانة مفصلة لكل نظام هواء مضغوط. توضع خطة الصيانة مهام الصيانة في قوائم ومجالات زمنية. في حالة أنظمة تحكم معقدة، فإن يجب أن يتضمن توثيق الصيانة المخطط الوظيفي ومخطط الدارة. إن الفترات الزمنية بين عمل الصيانة الفردي الواجب إنجازه يعتمد على فترة الاستخدام، خواص التآكل للمكونات الفردية والوسيط المحيط. يجب أن يتم إنجاز أعمال الصيانة التالية بشكل متكرر وفي فترات قصيرة.

- وحدة الخدمة

- تفحص الفلتر

- تصريف الماء بشكل منتظم

- إعادة ملء وتجهيز الزيت، إذا تم استخدام الزيت

- تفقد مولدات الإشارة من أجل رواسب ممكنة من الأوساخ أو الحت

إن أعمال الصيانة التالية يمكن أن يتم المباشرة بها في فترات زمنية أكبر:

- تفقد الموانع للوصلات من أجل التسريب

- استبدال الخطوط المتصلة مع الأجزاء المتحركة

- تفقد رولمانات القضبان في الأسطوانات في حالة التآكل واستبدالها في حال كان

ضرورياً

- تنظيف واستبدال عناصر الفلتر

- التحقق من وظيفة صمامات الأمان

- التحقق من الركائز

القسم B النظرية





الفصل 1

مبادئ الهواء المضغوط



1.1 المبادئ الفيزيائية

الهواء هو عبارة عن غاز وفير مزيج من المكونات التالية:

▪ نتروجين تقريباً 78% حجباً

▪ أوكسجين تقريباً 21% حجباً

ويحتوي أيضاً على آثار من أحادي أوكسيد الكربون ، الأرغون ، الهيدروجين ، النيون ، الهيليوم ، الكريبتون والزينون.

للمساعدة على فهم القوانين الطبيعية بالإضافة إلى سلوك الغاز، فإن الأبعاد الفيزيائية هي المستخدمة.

تم أخذ البيانات من "النظام العالمي للوحدات" SI كاختصار.

الوحدات الأساسية

الكمية	الرمز	الوحدات
الطول	P	متر (m)
الكتلة	m	كيلو غرام (kg)
الزمن	t	ثانية (s)
درجة الحرارة	T	كلفن (K, 0 °C = 273.15 K)

الوحدات المشتقة

الكمية	الرمز	الوحدات
القوة	F	نيوتن $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$
المساحة	A	متر مربع (m^2)
الحجم	V	متر مكعب (m^3)
التدفق	q_v	(m^3/s)
الضغط	P	باسكال (Pa) $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

قانون نيوتن: القوة = الكتلة . التسارع $F = m \cdot a$

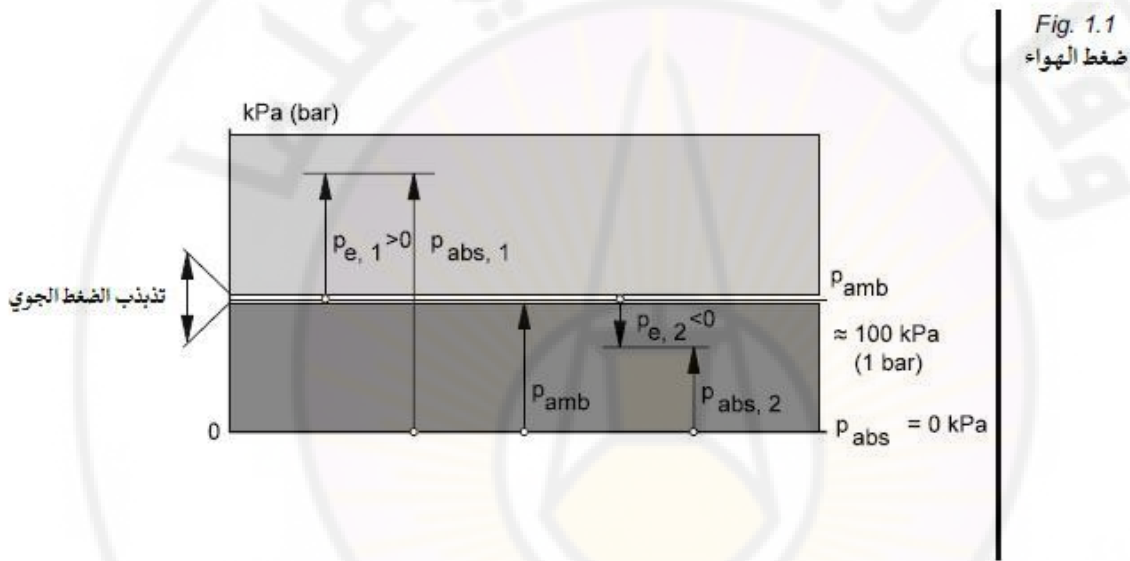
حيث يستبدل التسارع بالجاذبية $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

الضغط: 1 باسكال يساوي ضغط ثابت على مساحة سطح 1 m^2 لقوة عمودية 1N (نيوتن).

يعرف الضغط المؤثر على سطح الأرض بالضغط الجوي (P_{amb}). ويُشار إلى هذا الضغط أيضاً كضغط مرجعي المجال فوق هذا الضغط يُعرف بالضغط الزائد المجال ($P_e > 0$)، المجال تحته يعرف بالضغط الناقص المجال ($P_e < 0$). يتم حساب الضغط التفاضلي الجوي P_e تبعاً للمعادلة:

$$P_e = P_{abs} - P_{amb}$$

ويتم تفسير هذا بواسطة الرسم التالي:



لا يملك الضغط الجوي قيمة ثابتة. يختلف تبعاً للموقع الجغرافي والطقس. الضغط المطلق P_{abs} هو القيمة النسبية للضغط صفي فاكيوم. وهو يساوي إلى مجموع الضغط الجوي و الضغط الزائد أو الناقص. عملياً، مقاييس الضغط والتي فقط تشير إلى الضغط الزائد تستخدم عادةً قيمة الضغط المطلق P_{abs} هي تقريباً 100 kPa (1 bar) و أعلى. بشكل عام، في الهواء المضغوط كل المعلومات المتعلقة بجودة الهواء تُرجع إلى الحالة النظامية المزعومة. تبعاً لـ DPNP343، فإن الحالة النظامية هي تلك الحالة للمادة الصلبة، السائلة أو الغازية والمعروفة بالضغط ودرجة الحرارة النظاميتين:

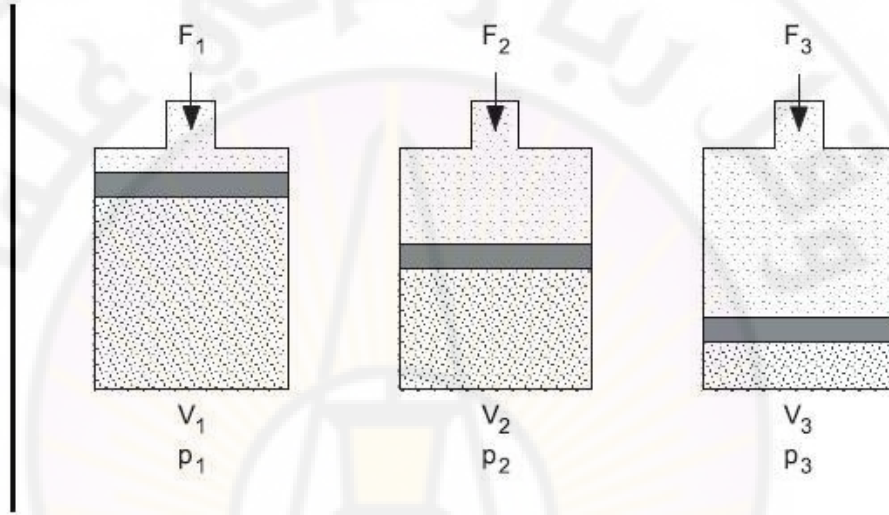
▪ درجة الحرارة النظامية $T_n = 273.15 \text{ K}$, $t_n = 0^\circ \text{C}$

▪ الضغط النظامي $P_n = 101325 \text{ Pa} = 1.01325 \text{ bar}$

1.2 خواص الهواء

إن خواص الهواء هي عبارة عن الارتباط الأصغري، أي القوى بين الجزيئات الهوائية مهمة من أجل شروط التشغيل عادةً في الهواء المضغوط. بالإشتراك مع كل الغازات لا يملك الهواء شكل محدد. يتغير شكله مع مقاومة مهمة أي ، إنه يتخذ شكل المحيط به.

Fig. 1.2
قانون بويل - ماريوت



قانون بويل - ماريوت

يمكن ضغط الهواء وهو سوف يحاول التمدد. أعطية العلاقة القابلة للتطبيق من خلال قانون بويل - ماريوت. عند درجة حرارة محددة، فإن حجم كتلة محددة من الهواء متناسبة عكساً مع الضغط المطلق أي حاصل ضرب الضغط المطلق والحجم يكون ثابت من أجل كتلة محددة من الغاز.

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 = p_3 \cdot V_3 = \text{Constant}$$

مثال حسابي

يشرح المثال التالي المبادئ في الأعلى. الهواء في الضغط الجوي يكون مضغوطاً بواسطة ضاغط هوائي لنسبة 1/7 من الحجم. ما هو ضغط المقياس للهواء المزعوم عند درجة حرارة ثابتة؟

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

$$p_2 = p_1 \cdot \frac{V_1}{V_2}$$

$$\text{لاحظ } V_2 / V_1 = 1/7$$

$$p_1 = p_{\text{amb}} = 100 \text{ kPa} = 1 \text{ bar}$$

$$p_2 = 1 \cdot 7 = 700 \text{ kPa} = 7 \text{ bar} \quad \text{مطلق}$$

$$p_e = p_{\text{abs}} - p_{\text{amb}} = (700 - 100) \text{ kPa} = 600 \text{ kPa} = 6 \text{ bar} \quad \text{لذلك}$$

الضاغط الذي ينتج 600 Kpa يجب أن تكون نسبة انضغاطه 7:1

قانون غي - لوساك

يتمدد الهواء بنسبة 1/273 من حجمه عند ضغط ثابت، درجة حرارة 273k وارتفاع درجة حرارة Pk. نسبة إلى قانون غي - لوساك، فإن حجم كتلة محددة يكون متناسب مع درجة الحرارة المطلقة طالما أن الضغط لا يتغير .

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$T_2 \text{ عند الحجم } = V_2 \quad T_1 \text{ عند الحجم } = V_1$$

$$\frac{V}{T} = \text{Constant}$$

أو

يكون تغير الحجم ΔV هو :

$$\Delta V = V_2 - V_1 = V_1 \cdot \frac{T_2 - T_1}{T_1}$$

يطبق التالي من أجل V_2

$$V_2 = V_1 + \Delta V = V_1 + \frac{V_1}{T_1} (T_2 - T_1)$$

تطبق المعادلات في الأعلى فقط إذا استخدمت درجة الحرارة ب K. لنكون قادرين على الحساب باستخدام C، فإنه يجب استخدام المعادلة التالية:

$$V_2 = V_1 + \frac{V_1}{273^\circ\text{C} + T_1} (T_2 - T_1)$$

مثال حسابي

يتم تسخين 0.8 m^3 هواء عند درجة حرارة $T_1 = 293 \text{ K}$ (20°C) إلى درجة حرارة $T_2 = 344 \text{ K}$ (71°C). كم يتمدد الهواء؟

$$V_2 = 0.8 \text{ m}^3 + \frac{0.8 \text{ m}^3}{293 \text{ K}} (344 \text{ K} - 293 \text{ K})$$

$$V_2 = 0.8 \text{ m}^3 + 0.14 \text{ m}^3 = 0.94 \text{ m}^3$$

تمدد الهواء ب 0.14 m^3 إلى 0.94 m^3 .

إذا تم الحفاظ على الحجم ثابتاً خلال ارتفاع درجة الحرارة، ينتج هذا المعادلة التالية لازدياد الضغط:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

أو

$$\frac{p}{T} = \text{Constant}$$

قانون الغازات العام

إن قانون الغازات العام هو مركب من كل الثلاث:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} = \text{Constant}$$

في حالة كتلة محددة من الغاز، فإن ناتج ضرب الضغط والحجم مقسماً على درجة الحرارة المطلقة يكون ثابتاً. نتج قانون الغازات العام هذا من القوات السابقة الذكر، إذا تم الحفاظ على واحد من العوامل الثلاثة.

V , P أو T ثابتاً في كل حالة.

- الضغط P ثابت $\Leftarrow$ التغيرات إيزوبارية
- الحجم V ثابت $\Leftarrow$ التغيرات إيزوخورية.
- درجة الحرارة T ثابتة $\Leftarrow$ التغيرات إيزوترمية.

الفصل 2

توليد الصوت وتوزيعه



2.1 تجهيز الهواء

من أجل الأداء المستمر لأنظمة التحكم وعناصر العمل، من الضروري ضمان أن الهواء المزود:

- عند الضغط المطلوب
- جاف
- نظيف

إذا لم يتم تحقيق هؤلاء الشروط، فإنه تصور في تقهقر الأجل المتوسط للنظام سوف يتسارع. النتيجة هي زمن توقف للآلية بالإضافة إلى زيادة تكاليف الصيانة واستبدال الأجزاء. تبدأ عملية توليد الهواء المضغوط بالضغط. يتدفق الهواء المضغوط من خلال سلسلة متكاملة من المكونات قبل الوصول إلى وسيلة الاستهلاك. إن نوع الضاغط وموقعه كأقل أو أكثر درجة تأثر بكمية جزيئات الأوساخ، الزيت والماء والتي تدخل إلى نظام الهواء المضغوط. إن المعدة المعتبرة في توليد وتحضير الهواء تتضمن:

- فلتر دخول
- ضاغط هواء
- خزان هواء
- مجفف الهواء
- فلتر هواء مع فاصل الماء
- منظم الضغط
- مزيت هواء حسب الطلب
- نقاط تصريف

إن الهواء المضغوط المجهز بشكل هزيل سوف يؤدي حتماً إلى الخلل الوظيفي وربما يظهر جلياً بنفسه في النظام كالتالي:

- تآكل سريع للموانع والأجزاء المتحركة في الأسطوانات والصمامات
- تزييت زائد في الصمامات
- كاتمات صوت ملوثة
- صدأ في الأنابيب، الصمامات، الأسطوانات والمكونات الأخرى
- إندفاع التزييت إلى المكونات المتحركة

في حالة التسريب، تهريب الهواء المضغوط قد يُفسد المواد المعاملة (مثل: الطعام).

مستوى الضغط

كقاعدة، تصمم مكونات الهواء المضغوط بضغط تشغيل أعظمي من (800 – 1000 kpa) أي (8-10 bar). تظهر الخبرة العملية، أياً كان، فإنه تقريباً (6 bar 600 kpa) يجب أن تستخدم للتشغيل الاقتصادي. فواقد الضغط ما بين (10 إلى 50 kpa) (0.1 – 0.5 bar) يجب أن تتوقع نتيجة للمقاومات، الانحناءات، التسريبات وفواقد الأنابيب، بالاعتماد على قياس نظام الأنابيب وطريقة الإنهاء، إن نظام الضاغط يجب أن يزودنا بـ (650 – 700 kpa) أي (6.5 - 7 bar) من أجل مستوى ضغط تشغيل مرغوب به (6 bar) 600 kpa.

2.2 ضواغط الهواء

إن الاختيار من أنواع متعددة من الضواغط المتوافرة يعتمد على كمية الهواء ، الضغط ، الجودة والنظافة و كم يجب أن يكون الهواء جافاً. هناك مستويات متعددة من هؤلاء المقاييس بالاعتماد على نوع الضاغط.



ضواغط المكبس الترددي

يضغط مكبس الهواء الداخل عبر صمام الدخل. ويجتاز الهواء الخارج عبر صمام خرج. إن الضواغط الترددية منتشرة بشكل كبير وتزودنا بنسب عالية من الضغوط وبحزمة واسعة. من أجل ضغوط أعلى تُستخدم ضواغط متعددة المراحل مع تبريد بيني بين كل مرحلة ضغط وأخرى.

إن المجال المحصل من الضغوط في الضواغط الترددية هي تقريباً:

حتى 400 kPa	أحادي المرحلة (4 bar)
حتى 1500 kPa	ثنائي المرحلة (15 bar)
فوق 1500 kPa	ثلاثي أو متعدد المراحل (> 15 bar)

أيضاً، فإنه من الممكن ولكنه ليس بالضرورة اقتصادياً للتشغيل أن تزود بالمجالات التالية:

حتى 1200 kPa	أحادي المرحلة (12 bar)
حتى 3000 kPa	ثنائي المرحلة (30 bar)
فوق 3000 kPa	ثلاثي أو متعدد المراحل (> 30 bar)

الضواغط الغشائية

ينتمي الضاغط الغشائي إلى مجموعة الضاغط المكبسي الترددي. إن حجرة الضاغط منفصلة عن المكبس بواسطة غشاء. إن الفائدة من هذا هي لا يمكن للزيت الدخول إلى مجرى الهواء من الضاغط. لذلك يستخدم الضاغط الغشائي حيثما يكون الزيت ممنوع عن مزود الهواء، على سبيل المثال صناعة الطعام، الدواء والكيميائية.

ضاغط المكبس الدوراني

إن المجموعة الدورانية من الضواغط تستخدم عناصر دوارة لضغط وزيادة ضغط الهواء. خلال عملية الضغط، فإن حجرة الضغط تتناقص بشكل مستمر.

الضاغط اللولبي

يدور محورين لولبي الشكل (الدائرين) باتجاهين متعاكسين. إن التعشيق الجانبي للمحورين يسبب جريان الهواء والذي عندها ينضغط.

الضاغط التدفقي

هذا مناسب تحديداً من أجل تأمين كميات توصيل كبيرة. يتم صناعة الضاغط التدفقي إما بشكل قطري أو محوري. يتم جعل الهواء يتدفق بواسطة دولاب أو عدة دواليب توربينية. تتحول عندها الطاقة الحركية إلى طاقة ضغط. في حالة الضاغط المحوري، يتم جعل الهواء يتسارع في الاتجاه المحوري للتدفق بواسطة الشفرات.

المعايرة

لكي يتم تكييف الكمية الموصلة من الضاغط مع الطلب المتأرجح، فإنه من الضروري معايرة الضاغط. تتم معايرة الكمية الموصلة بين حدود قابلة للمعايرة من أجل ضغط أعظمي وأصغري. هناك عدة أنواع مختلفة من المعايرة:

- معايرة بالطرح
- معايرة تحرير
- معايرة إغلاق
- معايرة بالثبوت (مخلب)
- تحكم بجزء حمل
- معايرة السرعة
- تحكم بمقطع الفوهة

■ تحكم متقطع

المعايرة بالطرح

في حالة المعايرة بالتحرير، يعمل الضاغط ضد حمام تحرير ضغط. عند الوصول إلى قيمة الضغط المعد، يفتح صمام تحرير الضغط ويتم تنفيس الهواء إلى الوسط المحيط. يمنع صمام عدم رجوع تفريغ الخزان. يستخدم هذا النوع من المعايرة فقط من أجل التجهيزات الصغيرة. في المعايرة بالإغلاق يتم إغلاق طرف السحب. فلا يستطيع الضاغط سحب الهواء. يستخدم هذا النوع من المعايرة بشكل أساسي في ضواغط المكبس الدوراني. في الضواغط ذات المكابس الأكبر، فإن معايرة المخلب تستخدم. يُمسك مخلب صمام السحب ويبقيه مفتوحاً، فلا يستطيع الضاغط القيام بعملية ضغط الهواء.

التحكم بجزء حمل

في حالة معايرة السرعة، فإنه يتم التحكم بسرعة المحرك القائد للضاغط بالاعتماد على الضغط الذي تم الوصول إليه.

في التحكم بفوهة السحب، ينتج التحكم بواسطة خائق على فتحة السحب للضاغط.

تحكم متقطع

في هذا النوع من التحكم، يفترض للضاغط شروط تشغيلية "حمل كامل" و "طبيعي". يتم إطفاء المحرك القائد للضاغط عند الوصول إلى P_{max} ، ويتم تشغيله عند الوصول إلى P_{min} .

دورة التشغيل

من المنصوح به أن تكون تصل دورة التشغيل تقريباً إلى 75% للضاغط. لفعل هذا، فإنه من الضروري تحديد وسطي و أعظمي طلب الهواء لنظام الهواء المضغوط واختيار الضاغط أساساً على هذا. إذا كان من المتوقع ازدياد طلب الهواء كنتيجة لتوسع النظام، عندها يجب أن يُصمم مقطع مُزوّد الهواء للضاغط أوسع، حينما يكون التوسع التالي مُساعد بمصاريف أعلى.

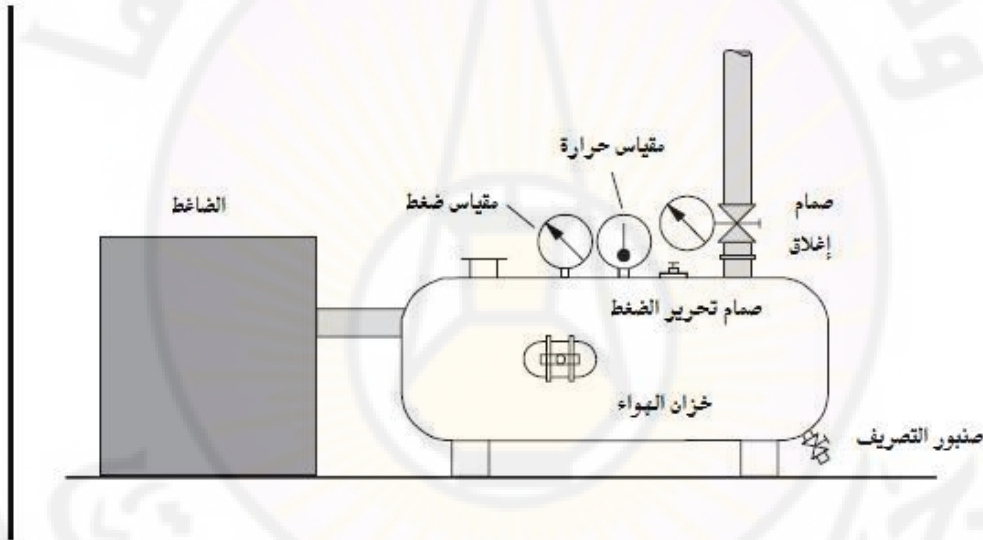
2.3 الخزانات

الخزان هو عبارة عن تجهيزة مع التيار لجعل الهواء المضغوط مستقرًا. يعوض الخزان تأرجحات الضغط عندما يتم أخذ الهواء المضغوط من قبل النظام. إذا هبط الضغط في الخزان تحت قيمة محددة، يقوم الضاغط بتعويض الهواء حتى يتم الوصول مجدداً إلى القيمة المجهزة العلوية. لهذا فائدة هي أن الضاغط لا يحتاج لأن يعمل بشكل مستمر.

إن مساحة السطح الكبيرة للخزان تقوم بتبريد الهواء. هكذا، فإن نسبة الرطوبة في الهواء تتفصل بشكل مباشر في الخزان كماء، والذي يتم تصريفه بشكل منتظم عبر صنوبر تصريف.

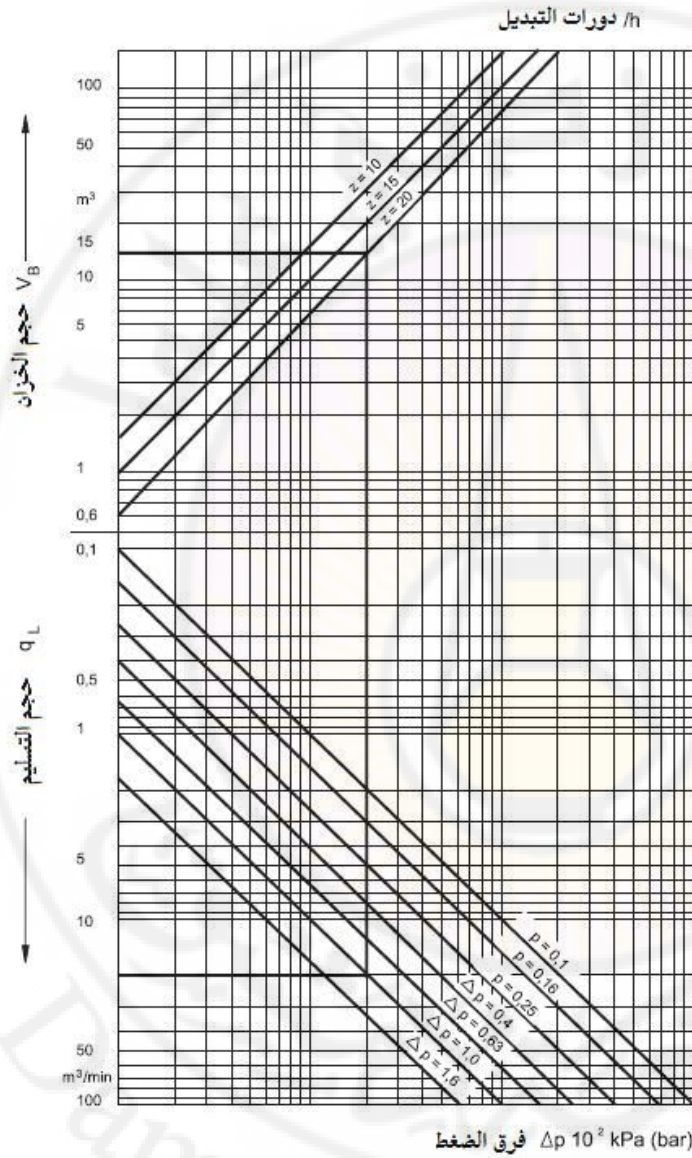
Fig. 2.2

الخزان



يعتمد حجم خزان الهواء المضغوط على:

- كمية إنتاج الضاغط
- استهلاك الهواء من قبل التجهيزات
- حجم الشبكة (أي متطلبات زائدة)
- نوع معايرة دورة الضاغط
- هبوط الضغط المسموح به في شبكة التزويد



حجم الخزان

Fig. 2.3

مخطط: تحديد حجم الخزان

مثال:

$$q_L = 20 \text{ m}^3/\text{min}$$

الحجم الموصل

$$z = 20 \text{ 1/h}$$

دورات التبديل في الساعة

$$\Delta p = 100 \text{ kPa (1 bar)}$$

الضغط التفاضلي

$$\text{حجم الخزان } V_B = 15 \text{ m}^3 \text{ (وفقاً للمخطط)}$$

النتيجة:

2.4 مجففات الهواء

تدخل المتكثفات (الماء) إلى داخل شبكة الهواء من خلال الهواء المسحوب من قبل الضاغط. إن تراكم المتكثفات يعتمد على يعتمد بشكل واسع على رطوبة الهواء النسبية . تعتمد رطوبة الهواء النسبية على درجة حرارة الهواء وحالة الطقس. إن الرطوبة المطلقة هي عبارة عن كتلة نجار الماء، الفعلية المحتواة في m^3 من الهواء. كمية الإشباع هي كتلة بخار الماء، التي يستطيع m^3 من الهواء امتصاصها عند درجة حرارة محددة.

تُطبق المعادلة التالية إذا كانت رطوبة الهواء النسبية محددة بنسبة مئوية:

$$\text{الرطوبة النسبية} = \frac{\text{الرطوبة المطلقة}}{\text{كمية الإشباع}} \cdot 100\%$$

بما أن كمية الإشباع متعلقة بدرجة الحرارة، فإن الرطوبة النسبية تتغير مع درجة الحرارة، حتى إذا بقيت الرطوبة المطلقة ثابتة. إذا تم الوصول إلى نقطة الندى، فإن الرطوبة النسبية تزداد إلى قيمة 100%.

نقطة الندى

درجة حرارة نقطة الندى هي عبارة عن درجة الحرارة والتي تكون عندها الرطوبة النسبية 100%. كلما انخفضت نقطة الندى كلما تكثف الماء أكثر وكلما انخفضت الكمية المحتواة في الهواء.

ينخفض عمر الخدمة لنظام الهواء المضغوط بشكل معتبر إذا تم حمل رطوبة زائدة خلال هواء النظام إلى المكونات. لذلك فإنه من المهم أن يُجهز أداة تجفيف الهواء الضرورية لتخفيض محتوى الرطوبة إلى مستوى يناسب التجهيزة والمكونات المستخدمة. هناك ثلاث طرق مساعدة لتخفيض محتوى الرطوبة في الهواء:

- تجفيف بتخفيض درجة الحرارة
- تجفيف بالامتصاص الكيميائي (الإمتزاز)
- تجفيف بالامتصاص

ضغط نقطة الندى

لنكون قادرين على مقارنة مختلف أنواع أنظمة التجفيف، فإنه يجب الأخذ بالحسبان ضغط تشغيل النظام. إن البارامتر "ضغط نقطة الندى" يستخدم في هذا السياق من الكلام. ضغط نقطة الندى هو درجة حرارة الهواء التي يتم الوصول إليها خلال التجفيف عند ضغط التشغيل.

يجب أن تكون نقطة ندى الضغط لهواء مجفف تقريباً ($2 - 3^{\circ}\text{C}$) تحت أدنى درجة حرارة للوسط المحيط. يمكن استعادة التكلفة الإضافية لتركيب تجهيزة تجفيف هواء خلال فترة قصيرة نتيجة لتقليل تكاليف الصيانة، تقليل أزمدة التوقف وزيادة وثوقية النظام.

التجفيف بتخفيض درجة الحرارة.

إن النوع الأكثر شيوعاً هذه الأيام من المجففات هو المجفف التبريدي. في التجفيف التبريدي، يعبر الهواء المضغوط خلال مبادل حراري والذي يقوم بتبريد التيار. الغاية هي تخفيض درجة حرارة الهواء إلى نقطة الندى والتي تضمن أن الماء في الهواء يتكثف ويتقطر خارجاً بالكمية المطلوبة.

إن الهواء الداخل إلى المجفف التبريدي يكون مبرد مسبقاً في المبادل الحراري عن طريق تنفيس هواء بارد.

عندها يبرد في وحدة التبريد إلى درجات حرارة بين ($5^{\circ}\text{C} + 2$). ثم يتم فلترة الهواء المضغوط. قبل أن يتم إخراج الهواء المضغوط إلى الشبكة، يتم تسخين ليتم إعادة مجدداً إلى درجة حرارة الوسط المحيط.

باستخدام طرق التبريد، فإنه من الممكن الوصول إلى نقاط ندى ما بين ($5^{\circ}\text{C} + 2$).

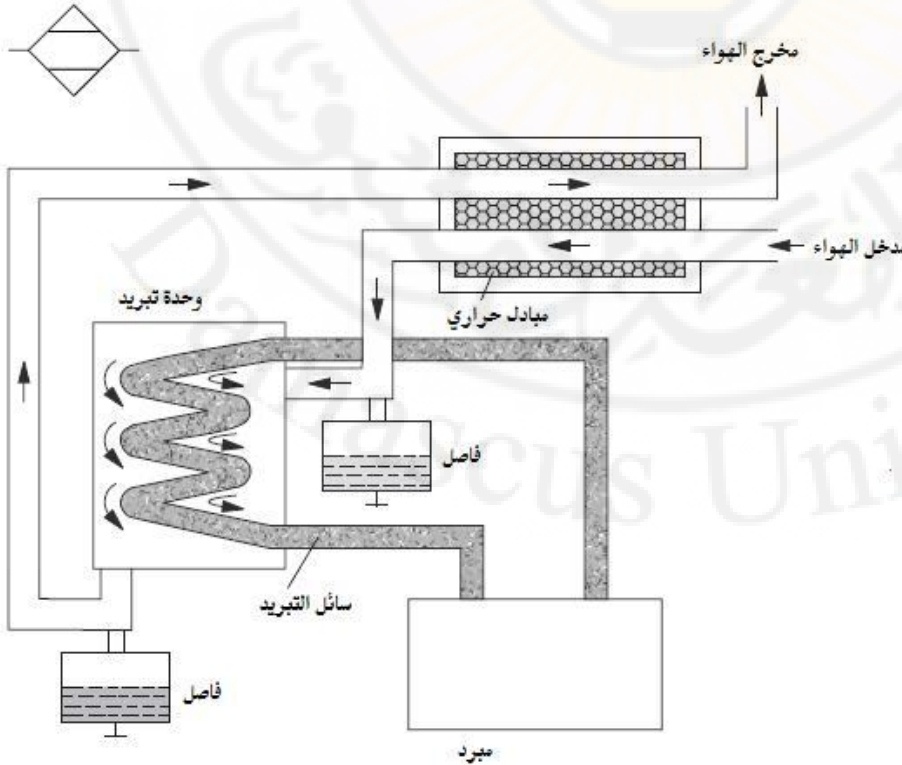


Fig. 2.4
تجفيف بدرجة حرارة منخفضة

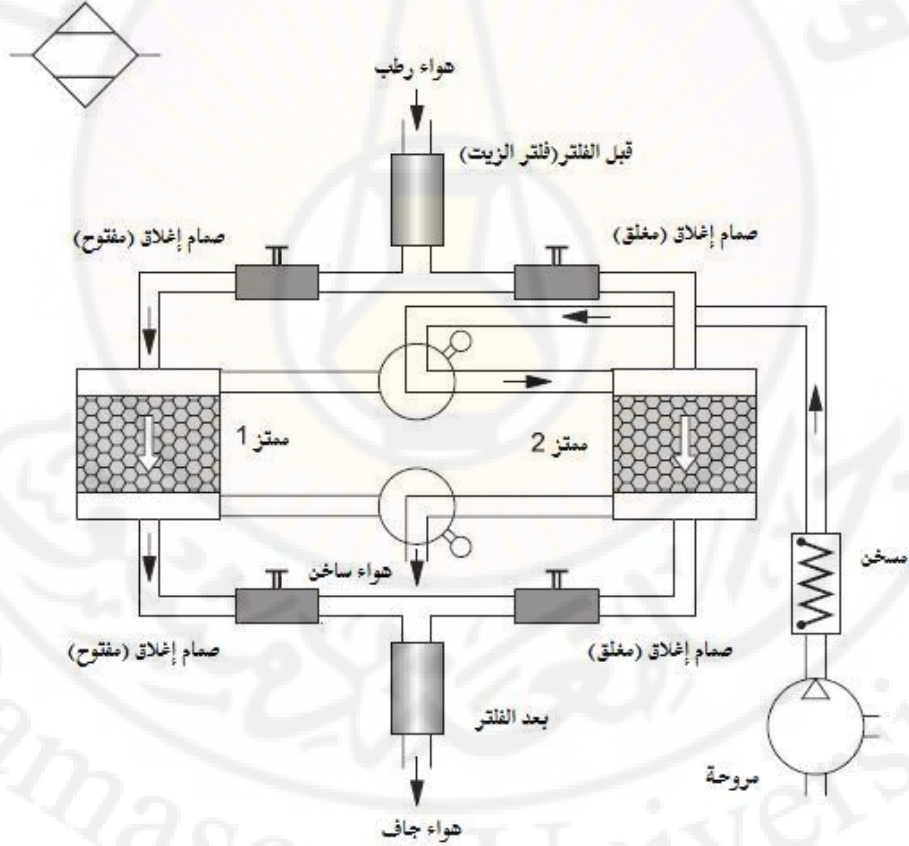
المجففات الإمتزازية

الإمتزاز: يتم ترسيب الماء على سطوح الأجسام الصلبة.
إن عامل التجفيف هو مادة برغلية (جيبية) (جيل) مكونة تقريباً بشكل كامل من أحادي أوكسيد السيليكون.

عادةً يتم استخدام خزانات. عندما يشبع الجيل في أحد الخزانات، يتم تبديل مجرى الهواء إلى الحان.

الخزان الثاني والخزان الأول تتم إعادة تنشيطه بواسطة هواء ساخن مجفف.
إن أقل نقاط ندى مكافئة (تحت -90°C) يمكن الوصول إليها بواسطة التجفيف بالإمتزاز.

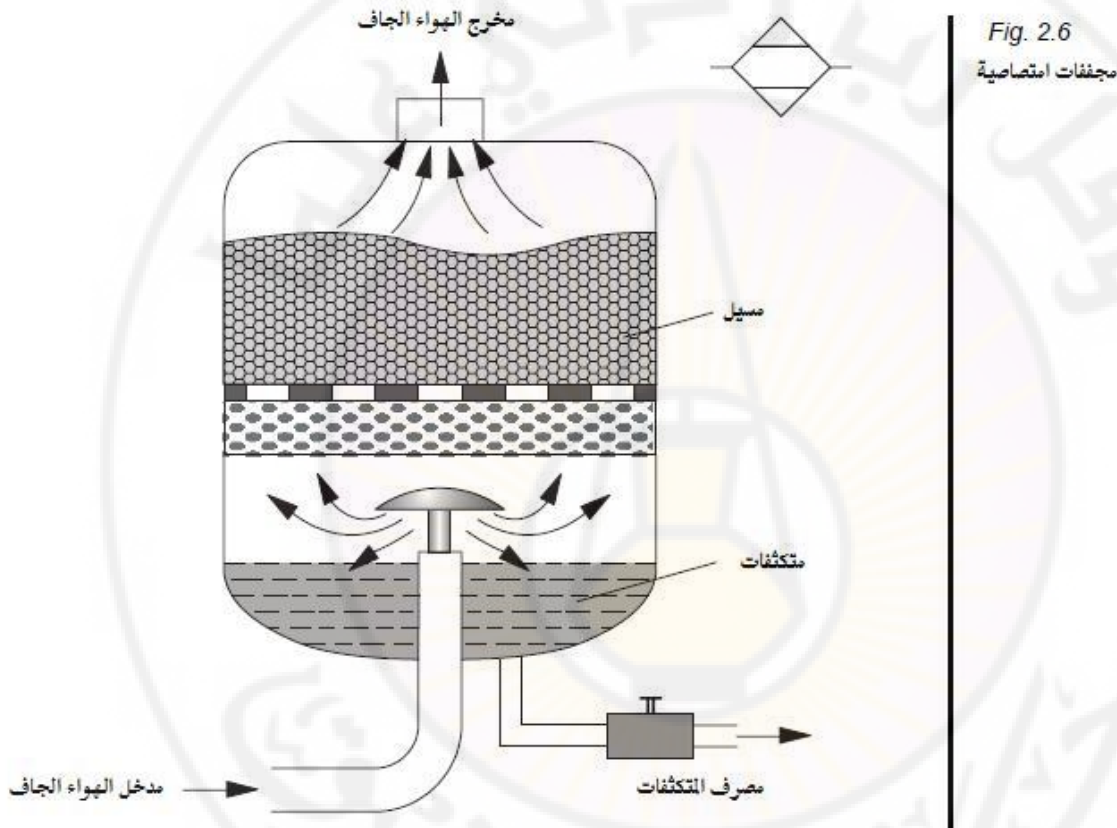
Fig. 2.5
مجففات امتزازية



المجففات الامتصاصية

الامتصاص: مادة صلبة أو سائلة تُقيد مادة غازية.

إن التجفيف بالامتصاص هو عملية كيميائية بشكل نقي. ليس للتجفيف الامتصاصي أهمية كبيرة في التطبيق العملي في أيامنا الحاضرة، طالما أن تكاليف التشغيل عالية جداً والفعالية منخفضة جداً من أجل معظم التطبيقات.



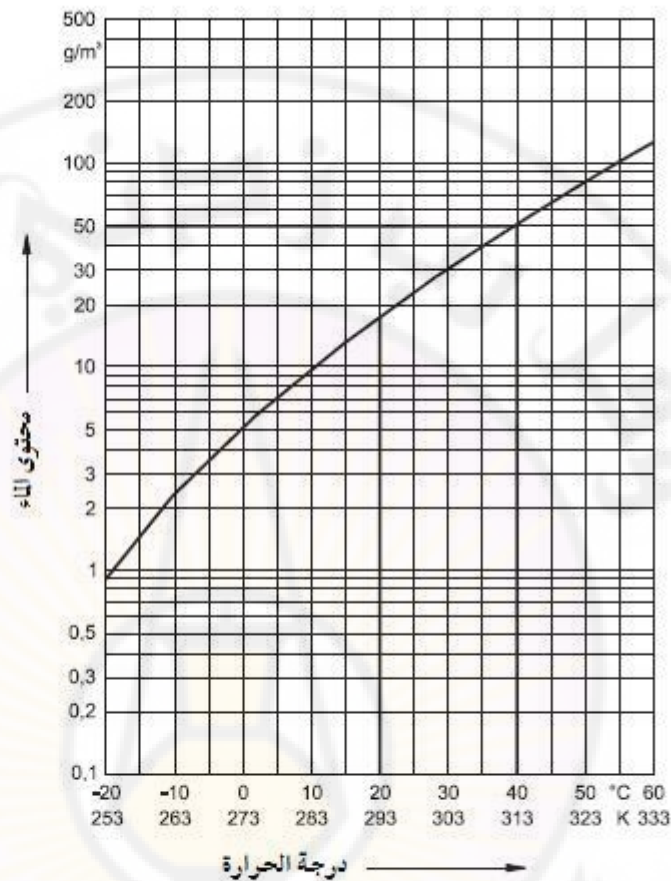
يتم أيضاً فصل بخار وجزئيات الزيت في المجفف الامتصاصي. تشكل الرطوبة الموجودة في الهواء المضغوط مركب مع عامل التجفيف في الخزان. يسبب هذا تعطل عامل التجفيف، عندها يتم تحريره على شكل سائل من قاعدة الخزان.

يجب أن يتم تصريف المزيج بشكل منتظم ويجب استبدال عامل الإذابة بشكل منتظم. إن ملامح عملية الامتصاص هي:

- تركيب بسيط للتجهيزة
- تآكل ميكانيكي قليل لعدم وجود أجزاء متحركة في المجفف
- لا يوجد متطلبات من الطاقة الخارجية

يجب أن يتم استخدام فلتر غبار بعد المجفف مع التيار لالتقاط أية غبار من عامل الإذابة. يمكن الوصول إلى نقطة ندى ضغط تحت الـ $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Fig. 2.7
مخطط نقطة الندى



مثال حسابي:

1000 m ³ /h	قدرة السحب
700kpa(7 bar)	الضغط المطلق
143 m ³	الحجم المضغوط خلال ساعة
293k(20 °C)	درجة حرارة السحب
313k(40 °C)	درجة الحرارة بعد الانضغاط
50%	الرطوبة النسبية
	كمية الماء قبل الانضغاط:

يتم الحصول على كمية الماء التالية عند درجة حرارة 293k(20 °C) :

$$100\% = 17.3 \text{ g/m}^3$$

$$50\% = 8.65 \text{ g/m}^3 \quad \text{لذلك}$$

$$8.56 \text{ g/m}^3 \cdot 1000 \text{ m}^3/\text{h} = 8650 \text{ g/h} \quad \text{ينتج من}$$

كمية الماء بعد الانضغاط:

يتم الحصول على الكمية المشبعة التالية عند درجة حرارة 313k(40 °C) :

$$51.1 \text{ g/m}^3$$

$$51.1 \text{ g/m}^3 \cdot 143 \text{ m}^3/\text{h} = 7307 \text{ g/h} \quad \text{ينتج من}$$

لذلك تكون كمية الماء المنفصلة بعد الضاغط على المجرى:

$$8650 \text{ g/h} - 7307 \text{ g/h} = 1343 \text{ g/h}$$

2.5 توزيع الهواء

لكي يتم تأمين توزيع للهواء موثوق وخالٍ من المشاكل، فإنه يجب التقيد بمجموعة من النقاط. يتضمن هذا بشكل أساسي تحديد القياس الصحيح لنظام الأنابيب ، ولكن أيضاً تحديد مادة المعدن، مقاومات التدفق، إنهاء الأنابيب والصيانة.

تحديد قياس الأنابيب للأنظمة

في حالة التركيبة الجديدة، فإنه يجب صنع تسامح في كل الحالات من أجل تمدد شبكة الهواء المضغوط. يتم تحديد قياس الخط الرئيسي عن طريق المتطلبات الحالية والتي يجب لذلك زيادته لتتضمن هامش أمان مناسب. تسمح السدادات وصمامات الإغلاق بالتمدد بالحصول بسهولة في وقت متأخر.

تحصل الفواقد في كل الأنابيب نتيجة لمقاومات التدفق. تتمثل مقاومات التدفق في الخواثق، الانحناءات، الفروع والتجهيزات. يجب أن يتم تعويض الفواقد بواسطة الضاغط. يجب أن يكون هبوط الضغط في الشبكة الداخلية صغيراً قدر الإمكان.

لنكون قادرين على حساب هبوط الضغط فإنه كامل طول الخط يجب أن يكون معروفاً. من أجل التجهيزات، الفروع والانحناءات يتم تحديد الأطوال المكافئة. يعتمد أيضاً اختيار القطر الداخلي الصحيح على ضغط التشغيل وإنتاج الضاغط. يكون أفضل اختيار بمساعدة مخطط المعادلة (النوموغراف).

مقاومات التدفق

إن أي تأثير أو تغير في الاتجاه في نظام الأنابيب يعني اضطراب في تدفق الهواء وهكذا زيادة في مقاومة التدفق. هذا يقود إلى هبوط ضغط مستمر على طول نظام الأنابيب. وبما أن التفرعات، الانحناءات، المحولات والتجهيزات مطلوبة في كل شبكات الهواء المضغوط، فإنه لا يمكن تجنب هبوط الضغط لكي يمكن تخفيضه بشكل معتبر عن طريق حني الأنابيب بلين، اختيار أنواع المواد المناسبة وتجميع التجهيزات بشكل صحيح.

مادة الأنبوب

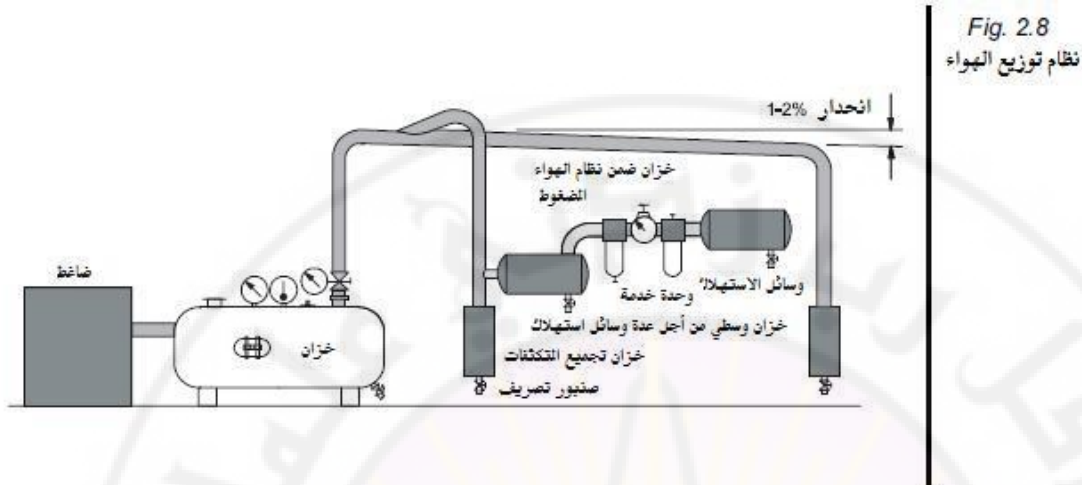
إن اختيار مادة الأنبوب المناسبة يتحدد عن طريق المتطلبات الموضوعية على شبكات الهواء المضغوط الحديثة:

- فواقد ضغط منخفضة
- تحرر من التسريبات
- مقاومة للتآكل
- قدرة النظام على التمدد

عند اختيار مادة الأنبوب المناسبة، يجب أن يعطى الاعتبار ليس فقط للسعر بالمتري لكن أيضاً لعامل أساسي آخر، تكلفة التركيب. يكون هؤلاء الأمل بالنسبة للمواد البلاستيكية. يمكن وصل الأنابيب البلاستيكية بـ 100% بإنسداد محكم بواسطة اللواصق أو التجهيزات ويمكن أن تتمدد بسهولة.

لأنابيب النحاس، الفولاذ والحديد سعر شراء أقل لكنها يجب أن تتحس، تلحم أو توصل بواسطة وصلات مسننة، إذا لم يتم إنجاز هذا العمل بشكل صحيح، فإنه من الممكن أن ينتج في النظام ترسبات، طبقة معدن رقيقة، جزيئات لحام أو مواد عزل. يمكن أن يقود هذا إلى أخطاء وظيفية أساسية. من أجل الأقطار الصغيرة والمتوسطة، فإن الأنابيب البلاستيكية هي الأفضل مقارنة ببقية المواد في ما يتعلق بالسعر، التجميع، الصيانة وسهولة التمدد.

تجعل تأرجحات الضغط في الشبكة من الضروري التأكد أن الأنابيب مركبة بشكل آمن لكي يتم تجنب التسريبات في الوصلات المسننة والوصلات الملحومة بالنحاس.



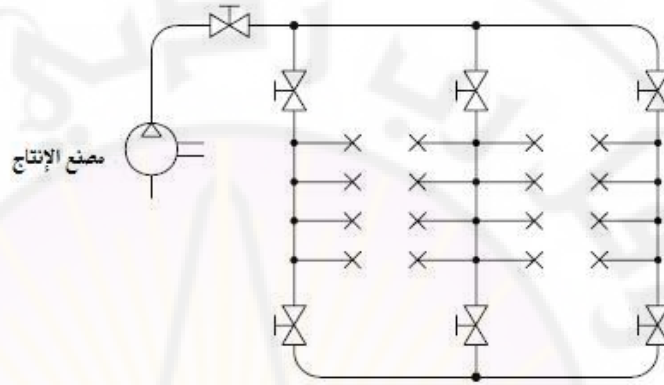
نظام تخطيط الأنابيب

بعيداً عن تحديد القياس الصحيح للأنابيب وجودة معدن الأنابيب، فإن نظام تخطيط الأنابيب الصحيح هو العامل الفاصل في تحديد العملية الاقتصادية لنظام الهواء المضغوط. يتم تغذية النظام بالهواء المضغوط في فترات متقطعة بواسطة الضاغط. تكون غالباً حالة الاستهلاك في أجهزة الاستهلاك مرتفعة فقط لوقت قصير. قد يقود هذا إلى شروط غير مرغوب بها في شبكة الهواء المضغوط. لذلك فإنه من المفضل إنتاج شبكة الهواء المضغوط على شكل حلقة رئيسية. تضمن الحلقة الرئيسية شروط ضغط ثابت.



من أجل سهولة الصيانة، الإصلاح أو توسيع الشبكة بدون حصول تداخل في مزود الهواء بشكل عام، فإنه من المفضل تقسيم الشبكة وتفرعها إلى أسام فردية. تجعل الفروع مع أجزاء T والموزعات مع وصلات سد هذا ممكناً. من المنصوح به أن تجهز الخطوط الفرعية بصمامات كروية قياسية أو صمامات إغلاق.

Fig. 2.10
شبكة الربط



بالرغم من أن أفضل عملية فصل للماء تكون في نظام توليد الضغط، فإن هبوط الضغط والتبريد الخارجي قد يُنتج متكتفات في نظام الأنابيب. لكي يتم تحرير هذه المتكتفات، فإنه يجب إمالة الأنابيب (1-2%)، يمكن أيضاً إنجاز هذا في مراحل. يمكن عندها تحرير المتكتفات من النظام بواسطة فواصل ماء في أخفض نقطة.

2.6 وحدة الخدمة

إن الوظائف الفردية في تجهيز الهواء، أي : الفلتر، المعايرة والتزييت، يمكن أن تنجز بواسطة مكونات فردية. تم تجميع هذه الوظائف وتوحيدها في وحدة واحدة، أي: وحدة الخدمة. تتصل وحدات الخدمة على المجرى قبل أنظمة الهواء المضغوط. بشكل عام، ليس من الضروري استخدام المزييت في الأنظمة المتقدمة. يستخدم هذا في متطلبات محددة فقط، قبل كل شيء في قسم القدرة من النظام. لا يجب تزييت الهواء المضغوط في قسم التحكم.

فلتر الهواء المضغوط

يمكن أن يؤدي الماء المتكثف، الملوثات والزيوت الزائدة إلى تآكل الأجزاء المتحركة وموانع المركبات للهواء المضغوط. يمكن أن تُهَرَّبَ هذه المواد بواسطة التسرب. بدون استخدام الفلاتر، على سبيل المثال، المنتجات الواجب التعامل معها في مصانع الطعام، الأدوية والكيميائية يمكن أن تتلوث وتصير تالفة.

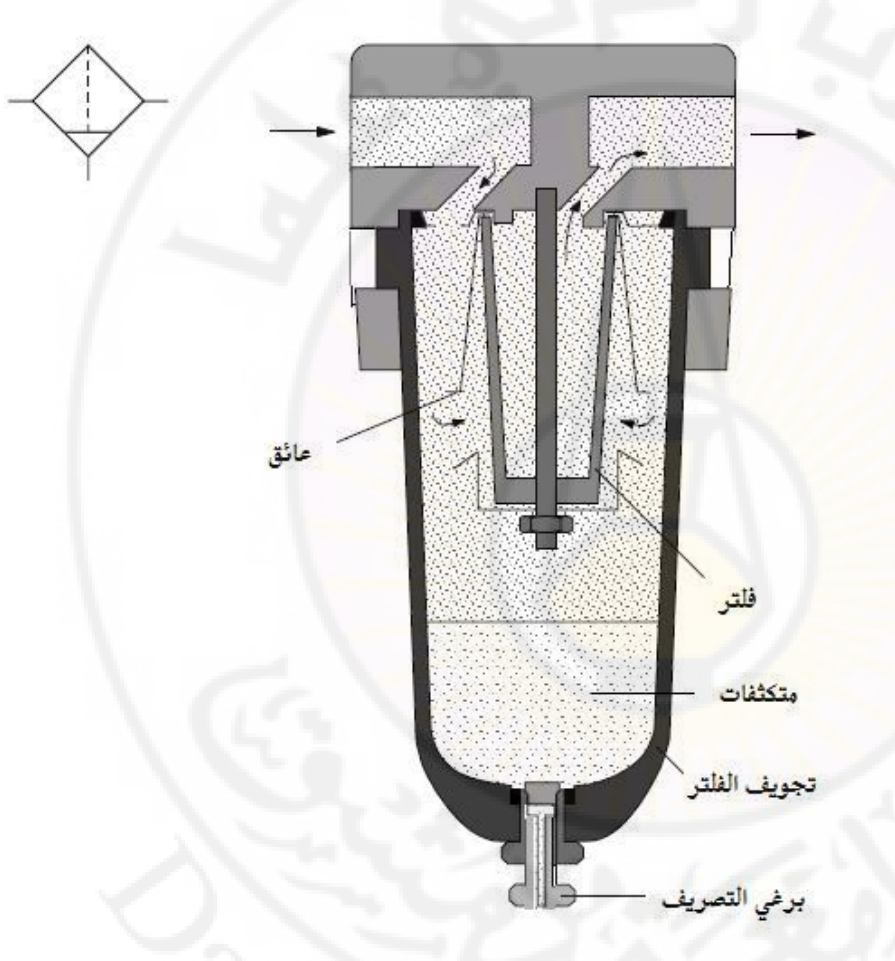


Fig. 2.11

فلتر الهواء المضغوط

يلعب الاختيار الصحيح للفلتر دوراً هاماً في تحديد جودة وأداء نظام العمل الذي يُزَوَّدُ بالهواء المضغوط هناك خاصية واحدة لفلاتر الهواء المضغوط هي قياس المسام. يشير قياس المسام لعنصر الفلتر إلى أصغر قياس للجزيئات والتي يمكن فلترتها من الهواء المضغوط. يجب تصريف المكتثفات المتجمعة قبل أن يتجاوز المستوى الحد الأعلى للمكتثفات وإلا فإنه سوف يُدْخَلُ مجدداً إلى مجرى الهواء.

إذا تراكمت كمية كبيرة من المتكثفات، فإنه من المستحسن تجهيز مصرف أوتوماتيكي محل صنوبر التصريف المُشغل يدوياً. على كل، في مثل هذه الحالات، فإنه يجب أن يُحدّد سبب تجمع المتكثفات. على سبيل المثال، تخطيط أنابيب غير مناسب قد يسبب تراكم المتكثفات. يستخدم التصريف الأوتوماتيكي عوامة لتحديد مستوى المتكثفات في التجويف وعندما يتم الوصول إلى الحدّ، يفتح مكبس تحكم صمام مجهز بحيث يطرد المتكثفات تحت ضغط الهواء عبر خط تصريف. إذا وصلت العوامة إلى المستوى الدنيوي للمتكثفات، فإن الصمام المجهز ينغلق وتتوقف العملية. يمكن أيضاً تفريغ تجويف الفلتر بشكل يدوي.

يُعبّر الهواء المضغوط في الفلتر من اليسار إلى اليمين ويتم تغذيته من خلال صفيحة صدّ في تجويف الفلتر. إن تأثير صفيحة الصدّ، هو أن يبدأ الهواء بالدوران، وتبدأ الجزيئات الأثقل للغبار وقطرات الماء بالهبوط لولبياً بسرعة عن طريق القوة الطاردة المركزية مقابل الجدار الداخلي لتجويف الفلتر. ثم تسقط من الجدار على الوقاء وتتجمع في تجويف الفلتر. ثم يجتاز الهواء الذي تمت تنقيته بهذه الطريقة عنصر الفلتر، الذي قام بفلترية جزيئات الغبار الصغيرة. يتألف عنصر الفلتر في هذه الحالة من لباد عالي المسامية. تعتمد درجة الفصل على قياس المسام لعنصر الفلتر المستخدم. تتوافر لبادات للإدخال بمختلف القياسات. إن قياسات المسامات الاعتيادية هي بين (5 micron) و (40 micron).

خاصية إضافية مهمة لفلتر الهواء المضغوط هي درجة الفصل، أو الفعالية، والتي تشير إلى نسبة الجزيئات من الحجم الدقيق والذي يمكن فصله. يُعطى الفعالية من أجل قياس الجزيء، على سبيل المثال 99.99% من أجل 5 ميكرونات. باستخدام فلتر 99.99% لجزيئات أكبر من $0.01 \mu m$ يمكن فلترتها.

إن عملية الفلترية لفلتر الهواء المضغوط يستمر، حتى بعد فترة طويلة من الخدمة بتلوث ثقيل. على كل حال، تحت هذه الشروط، يصبح هبوط الضغط مرتفع بشكل غير متجانس ويصبح الفلتر مبذر للطاقة.

لكي يتم التعرف على الوقت الصحيح لتغيير عنصر الفلتر، يجب أن يتم إنجاز فحص بصري، أو قياس لفرق الضغط عبر الفلتر.

الصيانة

بالاعتماد على طبيعية الهواء المضغوط المتوافر، استهلاك الهواء من قبل المكونات وقياس الفلتر فإن فلتر الهواء المضغوط تتطلب كمية أكبر أو أقل من أعمال الصيانة. تعني أعمال الصيانة التالي:

▪ تنظيف أو استبدال عنصر الفلتر

▪ تصريف المتكثفات

عندما يتطلب التنظيف، فإنه يجب التقيد بمواصفات المصنّع خصوصاً في ما يتعلق بعامل التنظيف الواجب استخدامها.

منظمات الهواء المضغوط

إن الهواء المضغوط المولد بواسطة الضاغط سوف يتأرجح. يمكن أن تؤثر التغيرات في مستوى الضغط في نظام الأنابيب بشكل معاكس في خواص التبديل للصمامات، زمن التشغيل للأسطوانات والمواصفات الزمنية لصمامات الذاكرة وصمامات التحكم بالتدفق.

ولذلك فإن مستوى الضغط الثابت مطلب أساسي من أجل تشغيل خالٍ من المشاكل لنظام التحكم بالهواء المضغوط. لكي يتم تأمين شروط ضغط ثابت، يجب أن يتم تجهيز منظمات في موقع المنتصف في شبكة الهواء المضغوط لتأمين ضغط تزويد ثابت (ضغط ثانوي) بغض النظر عن تآرجحات الضغط في الحلقة الأساسية (الضغط الأساسي). يتم تجهيز مخفضات ضغط أو منظمات ضغط على المجرى بعد فلتر الهواء المضغوط ويملك مهمة الحفاظ على ضغط تشغيل ثابت، بصرف النظر عن تموجات الضغط أو استهلاك الهواء في النظام. يجب أن ينسجم ضغط الهواء مع المتطلبات الفردية لما قبل كل قسم معمل على التيار.

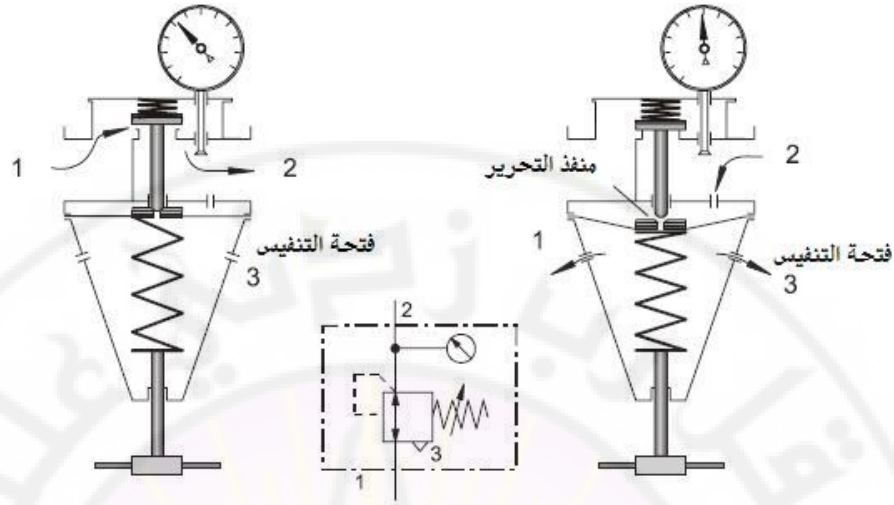
إن ضغط النظام والذي تم اختياره عملياً ليكون أفضل تقنياً واقتصادياً كوسيط بين توليد الهواء المضغوط وفعالية المكونات هو تقريباً:

▪ 600 kpa (6 bar) في قسم القدرة

▪ 300 - 400 kpa (4 bar) في قسم التحكم

يقود استخدام ضغط تشغيل أعلى إلى استخدام طاقة غير فعّال وزيادة في التآكل، بينما يقود استخدام ضغط أخفض إلى فعالية ضعيفة، خصوصاً في قسم القدرة.

Fig. 2.12
منظم الضغط: محرر



المبدأ التشغيلي

يجب أن يكون ضغط الدخل (الضغط الأساسي) في منظم الضغط دائماً أعلى من ضغط الخرج (الضغط الثانوي). يتم تنظيم الضغط بواسطة غشاء. يؤثر ضغط الخرج على طرف واحد من الغشاء ويؤثر على الطرف الآخر نابض. يمكن معايرة قوة النابض بواسطة برغي معايرة. عندما يزداد ضغط الخرج خلال تغيرات حمل الأسطوانة مثلاً، يتحرك الغشاء بعكس قوة النابض مسبباً انخفاض مساحة المقطع العرضي للخرج للصمام المركب أو إغلاقه بشكل كامل. عندها تفتح القطعة المتوسطة في الغشاء ويخرج الهواء المضغوط إلى الوسط المحيط من خلال فتحات تنفيس ضمن الحاوية. عندما ينخفض ضغط الخرج فإن قوة النابض تؤدي إلى فتح الصمام. إن تنظيم ضغط الخرج المضبوط مسبقاً، يكون وفقاً لذلك بحالة فتح وإغلاق مستمرين لكرسي الصمام نتيجة تدفق الهواء. يتم الاستدلال على قيمة ضغط التشغيل من خلال مقياس.

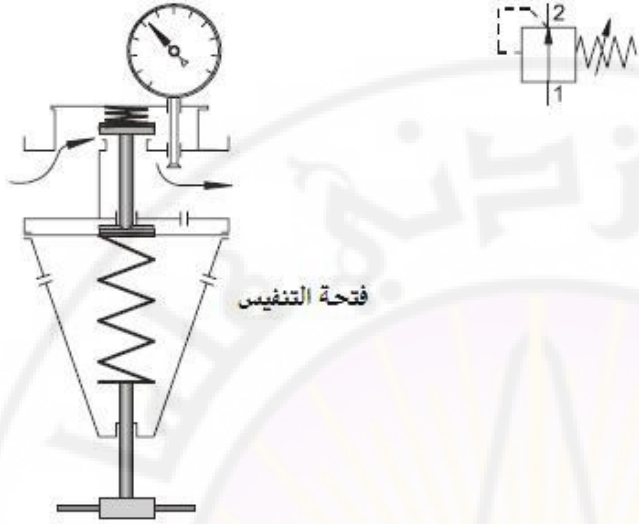


Fig. 2.13

منظم الضغط: غير محرر

المبدأ التشغيلي

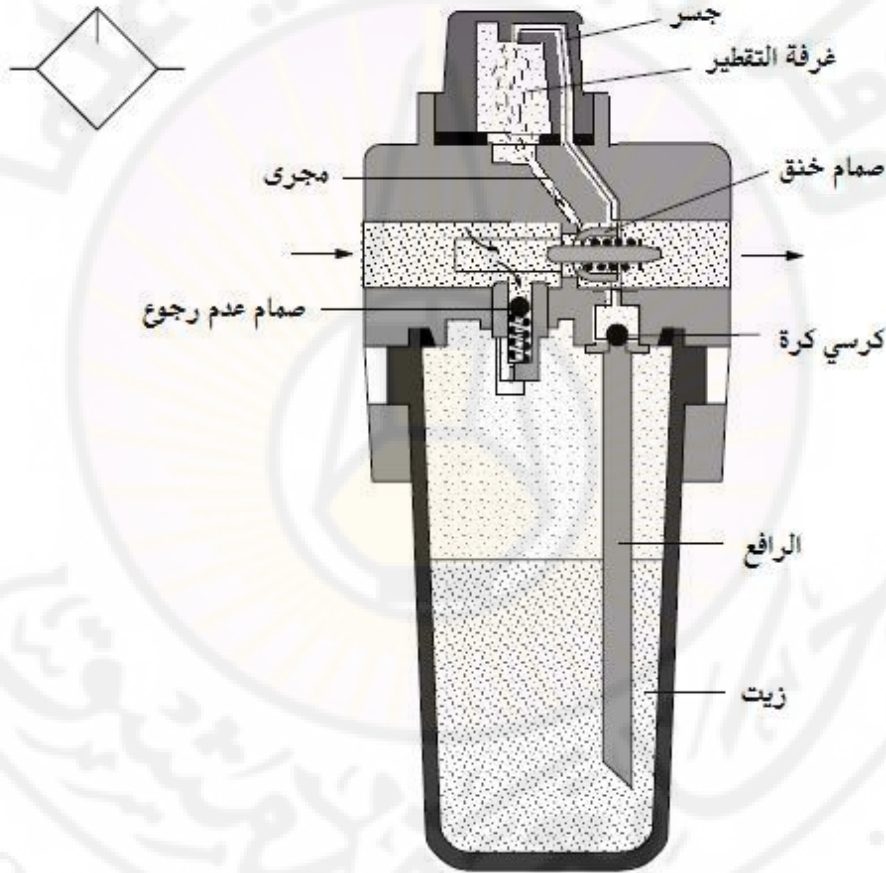
إذا لم يتم إزالة هواء من الطرف الثانوي، فإن الضغط يرتفع ويضغط على الغشاء بعكس انضماط النابض. لذلك تنخفض مساحة المقطع العرضي لكرسي الصمام أو تتغلق وينخفض تدفق الهواء أو ينقطع بشكل كامل. يمكن أن يعود ويستمر تدفق الهواء المضغوط فقط عندما يتم إزالة الهواء من الطرف الثانوي.

مزيت الهواء المضغوط

كقاعدة، فإن الهواء المضغوط المؤلّد يجب أن يكون جافاً، أي: خالٍ من الزيت. من أجل بعض المركبات فإن الهواء المزيت يؤدي، من أجل بعضها الآخر، غير مرغوب به، لكن من أجل مركبات القدرة فإنه قد يكون ضروري في حالات محددة. لذلك يجب أن يتم تحديد تزييت الهواء المضغوط دائماً في أقسام المصنع التي تتطلب التزييت. من أجل هذه الغاية، مزيتات رذاذية تُجهّز لتغذية الهواء المضغوط بالزيت المحدد خصيصاً. الزيوت التي تدخل إلى الهواء من الضاغط لا تكون مناسبة من أجل التزييت مركبات نظام التحكم.

كمبدأ أساسي، الأسطوانات ذات الموانع المقاومة للحرارة لا يجب أن تزود بهواء مضغوط مزيت ، حيث أن شحم خاص والذي يشكل المزيت الأساسي سوف يتم تنظيفه. إذا تم تحويل الأنظمة، التي تعمل مع تزييت، إلى أنظمة تعمل بهواء مضغوط غير مزيت، فإن التزييت الأساسي للصمامات والأسطوانات يجب تجديده، حيث أن بعض هؤلاء قد يكون قد طرد خارجاً في بعض الأحيان.

Fig. 2.14
المزيت



إن تزييت الهواء المضغوط بواسطة مزيّيات رذاذية قد يكون ضرورياً في بعض الحالات:

- حيث يتطلب وجود حركات متذبذبة سريعة بشكل زائد
- مع الأسطوانات ذات القطر الكبير، فإن المزيّيات يجب أن تكون ممكنة التركيب فقط بشكل مباشر قبل أسطوانات الاستهلاك

قد تحصل المشكلات التالية كنتيجة للتزبييت الزائد:

- أخطاء وظيفية في المكونات.
- زيادة المشاكل البيئية.
- استعصاء في المكونات بعد فترة توقف طويلة.

المبدأ التشغيلي

يجتاز الهواء المضغوط المزيت مسبباً هبوط ضغط بين خزان الزيت والجزء العلوي من المزيت. إن اختلاف الضغط هذا كافٍ لجبر الزيت على الصعود خلال المجرى والذي ندها يتم تقطيره عبر فوهة التي يمكن أن ترى من خلال زجاجة تفقد. هنا يتم الزيت إلى جزيئات صغيرة وأخذ مع مجرى الهواء إلى مدى صغير أو كبير.

تفقد جرعة الزيت

إنه من الممكن تفقد جرعة الزيت كالتالي:

كقيمة مرجعية لجرعة الزيت، كمية (10-1) قطرات لكل متر مكعب من الهواء المضغوط. يمكن تفقد القياس الصحيح كالتالي: يجب أن تحمل قطعة من الكرتون المقوى الأبيض لمسافة 10 Cm تقريباً من منفذ التنفيس لصمام القدرة للأسطوانة والذي يكون الأبعد عن المزيت. إذا سمح للنظام بعد ذلك بالعمل لبعض الوقت، فإنه يجب أن يتم رؤية فقط لون أصفر شاحب على الكرتون المقوى. إن حصول تقطر للزيت هو دليل واضح على التزبييت الزائد.

إزالة الزيت

حتى عدة سنوات سابقة، فإن النظرة الإجمالية كانت أن الزيت المحرر من الضاغط يستخدم كوسيط تزبييت لمركبات القدرة. الآن، تم التعرف إلى أن هذا ليس الحقيقة. حسب مستوى درجة الحرارة المنتجة في الضاغط العالية جداً، فإن الزيت يتكربن ويتشبع ببخار الزيت. يقود هذا إلى فعل كاشط على الأسطوانات والصمامات، وتنخفض عمر الخدمة بشكل ملحوظ. مشكلة إضافية هي أن الزيت يترسب على الجدران الداخلية للأنايبب وأخيراً يتم امتصاصه بشكل غير متحكم به من قبل تدفق الهواء. هذه الحقيقة وحيدة تجعل التحكم وفعالية التوزيع مستحيلة. إن الأنبوب الذي أصبح ملوثاً بهذه الطريقة لا يمكن تنظيفه بعد الآن بدون فك. سيئة إضافية هي التصمغ، والتي تعني أنه بعد أن يتوقف النظام لفترة (بعد نهايات الأسبوع والعطل الرسمية) ، فإن المكونات المزيتة لا تعمل بشكل صحيح.

إن عملية تزييت الهواء المضغوط يجب أن تُحصَر بتزويد نظام المكونات وحده. إن أفضل طريقة لتزويد الزيت هي تركيب مزيتات مباشرة قبل أجهزة الاستهلاك. المركبات ذات التزييت الأوتوماتيكي يجب أن يتم اختيارها من أجل قسم التحكم لنظام الهواء المضغوط. لذلك فإن القاعدة الأساسية يجب أن تكون: تجهيز الهواء المضغوط خالياً من الزيت. يجب التقيد بالنقاط التالية عند كل ممارسة يومية:

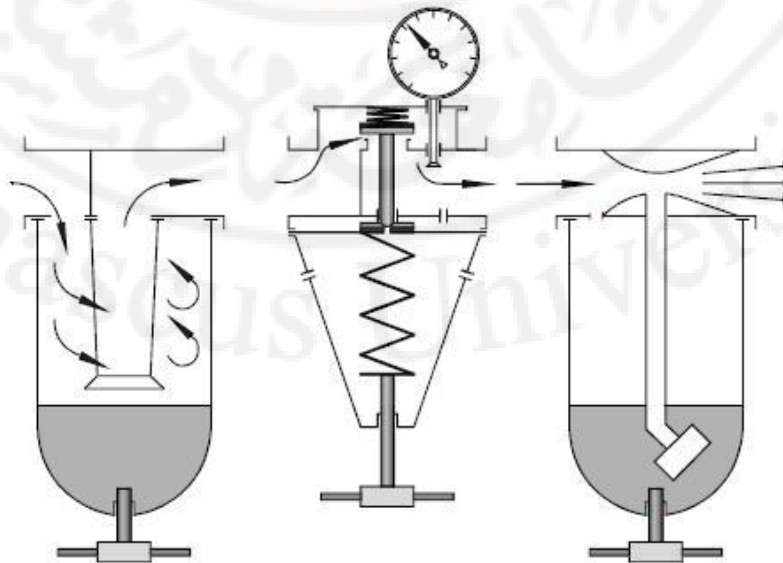
- بقدر الإمكان يجب منع زيوت الضاغط الممكنة من الدخول إلى شبكة الهواء المضغوط (يجب تركيب فواصل زيت)
- من أجل التشغيل يجب أن تجهز مركبات والتي يمكن أيضاً أن تكون وظيفتها تعمل بهواء مضغوط غير مزيت
- حالما يتم تشغيل النظام ويعمل بالزيت، يجب أن يستمر التزييت بما أن التزييت الأساسي. للمركبات سوف يُطرد بعيداً بواسطة الزيت

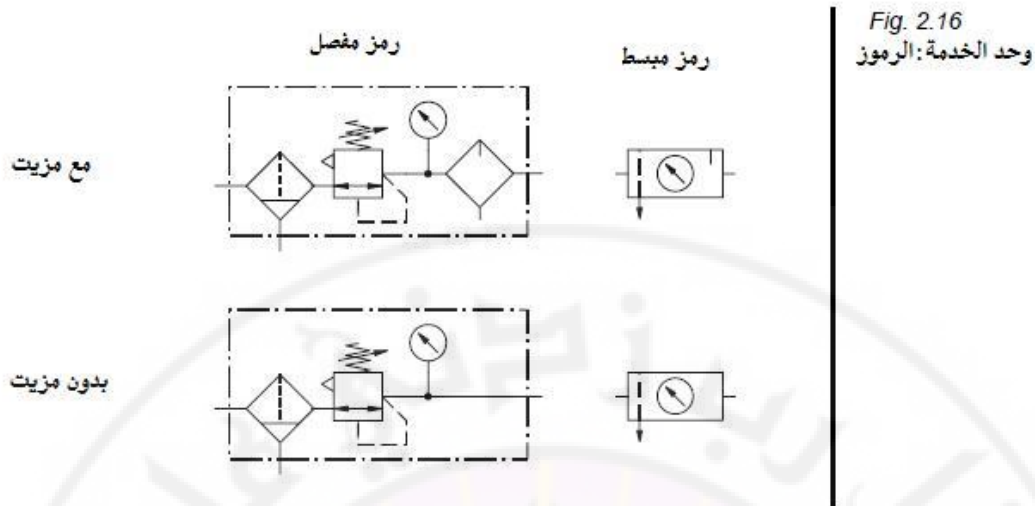
وحدة الخدمة

يجب التقيد بالتالي فيما يتعلق بوحدة الخدمة:

- إن الإنتاجية الكلية للهواء في الـ m^3/h تحدد قياس الوحدة. إذا كان إنتاج الهواء عالٍ جداً، فإن هبوطات ضغط كبيرة تحصل في الوحدات. يجب التقيد بالقيم المحددة من قبل المُصنِّع
- يمكن ألا يتجاوز ضغط العمل القيمة المحددة على وحدة الخدمة. يجب ألا تتجاوز درجة الحرارة للوسط المحيط ($50^\circ C$) (القيم العظمى من أجل التجويفات البلاستيكية)

Fig. 2.15
وحدة الخدمة: مبدأ العمل





صيانة وحدات خدمة الهواء

إن قياسات برنامج الخدمة ضرورية في الأساس النظامي:

■ فلتر الهواء المضغوط:

يجب أن يتم فحص مستوى المتكثفات بشكلٍ منظم، طالما أن المستوى يظهر في زجاجة الإظهار فإنه يجب عدم تجاوزه. إذا تم تجاوز المستوى، فإن هذا نتيجة المتكثفات المتجمعة والمسحوبة إلى داخل خطوط تزويد الهواء. يمكن أن يتم تصريف المتكثفات الزائدة باستخدام صنوبر تصريف على زجاجة الإظهار. يجب أيضاً تفقد خرطوشة الفلتر من أجل التلوث وتنظف وتبدل في حال الضرورة.

■ منظم الهواء المضغوط:

لا يتطلب هذا تخديم، بشرط أن يسبق فلتر الهواء المضغوط

■ مزيت الهواء المضغوط:

إذا تم تركيبه فإنه يجب تفقد مستوى الزيت في زجاجة الإظهار وملأه مجدداً. إذا كان ضرورياً، إلى المستوى المؤشر. يجب ألا يتم تنظيف الفلتر البلاستيكي وتجويف المزيت باستخدام كلور الإيثيلين. فقط يمكن استخدام زيوت معدنية في المزيت.



الفصل 3

المؤازرات وأجهزة الخرج



المؤازر عبارة عن جهاز خرج يقوم بتحويل الطاقة المزودة إلى عمل مفيد. إن إشارة الخرج التي يتم التحكم بها بواسطة نظام التحكم، ويستجيب المؤازر لإشارات التحكم عبر عنصر التحكم. أنواع أخرى من أجهزة الخرج تستخدم لإظهار حالة نظام التحكم أو المؤازرات، على سبيل المثال: مظهر بصري مفعّل بالهواء المضغوط يمكن وصف مؤازر الهواء المضغوط تحت مجموعتين، خطي ودوراني:

■ الحركة الخطية:

- اسطوانات أحادية التأثير
- اسطوانات ثنائية التأثير

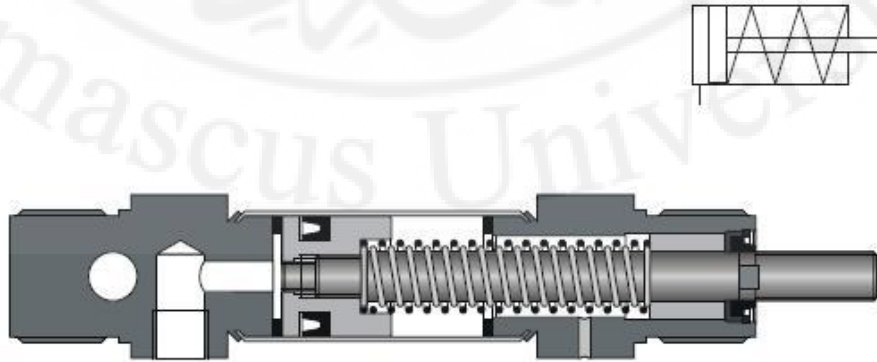
■ الحركة الدورانية:

- محرّكات هوائية
- اسطوانات دائرية
- مؤازرات دورانية

3.1 الأسطوانات أحادية التأثير:

في الأسطوانات أحادية التأثير يتم تطبيق الهواء المضغوط على طرف واحد فقط لوجه المكبس. يكون الطرف الآخر مفتوحاً إلى الهواء الجوي. يمكن للأسطوانة أن تنتج عمل في اتجاه واحد فقط. إن حركة التراجع للمكبس هي نتيجة النابض المركب ضمناً أو بتطبيق قوة خارجية. تصمم قوة النابض المركب ضمناً لإعادة المكبس إلى موقع البداية بسرعة معقولة عالية تحت شروط عدم التحميل.

Fig.3.1
اسطوانة أحادية التأثير



في الأسطوانات أحادية التأثير ذات النابض المركب ضمناً، فإن الشوط محدود بالطول الطبيعي للنابض. لذلك فإن الأسطوانات أحادية التأثير متوفرة فقط من أجل أطوال أشواط حتى تقريباً 80 mm.

إن البناء و بساطة التشغيل للأسطوانة أحادية التأثير يجعلها مناسبة بشكل مخصص من أجل الدمج، أسطوانات ذات طول شوط قصير للأنواع التالية من التطبيقات:

- النقل
- التفريع
- التجميع
- التقسيم
- التثبيت
- القذف

البناء

للأسطوانة أحادية التأثير مانعة مكبس أحادية والتي جهزت من طرف مزود الهواء. إن عملية السد (المنع) تتم بواسطة مادة لدنة مغطاة بمعدن أو مكبس بلاستيكي (بيربونان). خلال الحركة، تنزلق الحواف للمانعة على سطح درجة الأسطوانة. هناك تصميمات مختلفة للأسطوانة أحادية التأثير تتضمن:

- الأسطوانة الغشائية
- الأسطوانة الغشائية التدرجية

في الأسطوانة الغشائية، يتم وضع غشاء ضمني مصنوع من المطاط، البلاستيك أو المعدن يؤدي مهمة المكبس. يتم تركيب قضيب المكبس بشكل مركزي على الغشاء. لا يوجد موانع انزلاقية، فقط احتكاك لا غير كنتيجة لجهد الشد على الغشاء. تستخدم في التطبيقات ذات الشوط القصير، من أجل التثبيت، عمليات النقش والرفع.

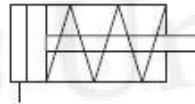
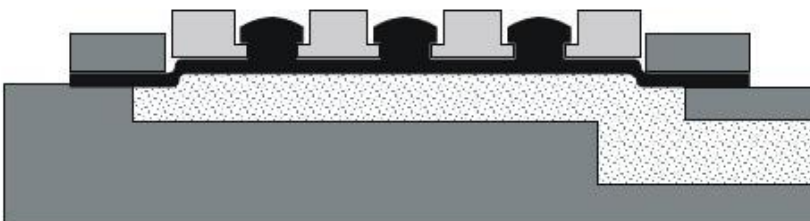


Fig. 3.2

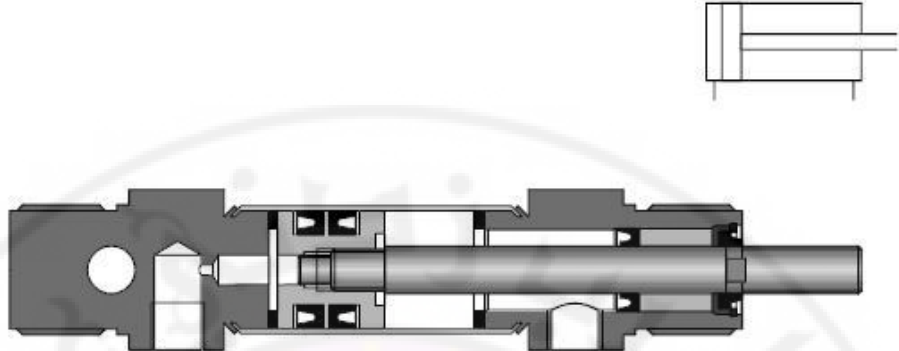
اسطوانة غشائية



3.2 الأسطوانة ثنائية التأثير:

Fig. 3.3

اسطوانة ثنائية التأثير



إن مبدأ الإنشاء للأسطوانة ثنائية التأثير مشابه لذلك للأسطوانة أحادية التأثير. على كلٍ، لا يوجد نابض إرجاع، ويتم استخدام المنفذان بشكل متبادل كمنافذ تزويد و تنفيس. للأسطوانة ثنائية التأثير حسنة أن للأسطوانة قدرة على إنجاز العمل في كلا اتجاهي الحركة. وهكذا، تكون إمكانيات التركيبية شاملة تكون القوة المنقولة عن طريق قضيب المكبس أكبر إلى حدٍ ما في شوط التقدم من تلك في شوط التراجع نتيجة لانخفاض سطح المكبس على طرف قضيب المكبس بمساحة مقطع عرضي لقضيب المكبس.

تطوير التصميم

تم تطوير اسطوانات الهواء المضغوط في الاتجاهات التالية:

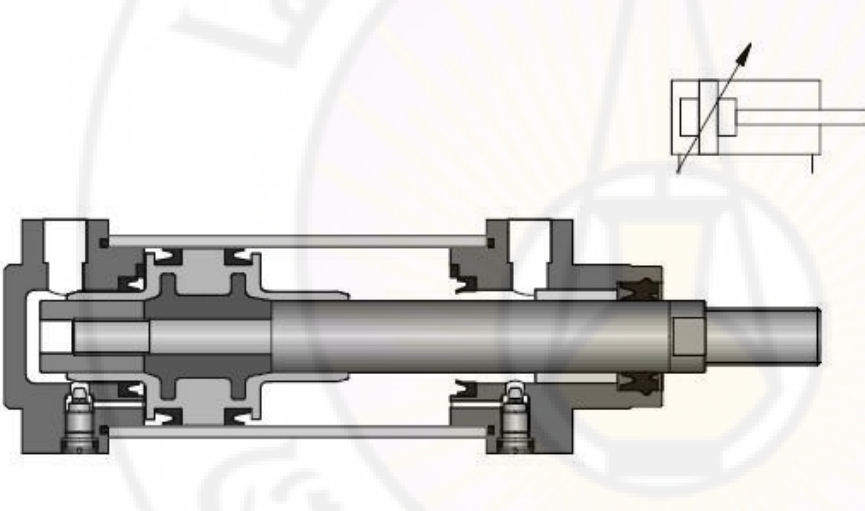
- متطلبات التحسس بدون تلامس - لهذا استخدام المغناطيس على المكابس من أجل حزمة عمليات التبديل
- إيقاف الأحمال الكبيرة
- أسطوانات بدون قضبان حيثما تكون المساحة محدودة
- مواد تصنيع إختيارية كالبلاستيك
- أغطية حماية ضد البيئات الخشنة أي مقاومة الحموض
- زياد حمل الطاقة التحميلية
- التطبيقات الروبوتية مع صفات خاصة مثل قضبان مكبس لا تقبل التدوير، قضبان مكبس مفرغة من أجل أكواب السحب المفرغة

الأسطوانة مع وسادة في موقع النهاية للشوط.

إذا تم تحريك كتل كبيرة باستخدام الأسطوانة، يتم استخدام وسادة في المواقع النهائية من الشوط لمنع التصادمات المؤذية المفاجئة. قبل الوصول إلى موقع النهاية، فإن مكبس مغطى (مؤسد) يقاطع مجرى التدفق المباشر للهواء الخارج. عوضاً في ذلك يبقى ثقب صغير جداً وقابل للمعايرة غالباً مفتوح من أجل التنفيس. من أجل القسم الأخير من الشوط للأسطوانة تتناقص سرعة الأسطوانة بشكل مستمر. إذا كانت معايرة العبور صغيرة جداً، فإن الأسطوانة قد لا تصل موقع النهاية نتيجة لانسداد الهواء.

Fig. 3.4

اسطوانة ثنائية التأثير مع بطانة
في نهاية المكبس



مع القوى الكبيرة جداً والتسارعات العالية، فإنه يجب أخذ قياسات زائدة مثل ممتصات الصدمة الخارجية للمساعدة في إبطاء الحمل. للحصول على التباطؤ الصحيح:

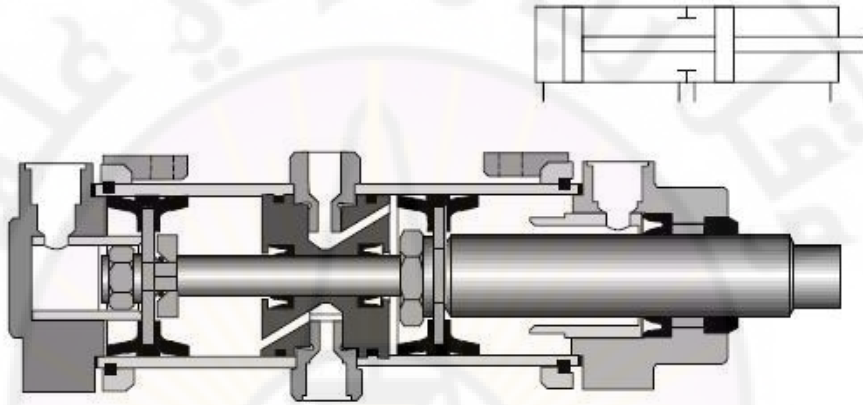
- يجب أن يكون بداية برغي المعايرة مشدود بشكل كامل، ثم
- يتم سحبه للسماح للمعايرة بالازدياد بشكل بطيء للحصول على القيمة المثلى

الأسطوانة الثنائية التأثير الترادفية

تدمج الأسطوانة ثنائية التأثير الترادفية خواص أسطوانتين ثنائيتي التأثير واللتين تم ضمهما لتشكيل وحدة واحدة. بهذه الطريقة والترتيب وبنفس الوقت يتم تحميل كلا المكسبين، وتكون القوة على قضيب المكبس تقريباً مضاعفة. يكون هذا التصميم مناسباً للتطبيقات حيث تتطلب قوى كبيرة لكن قطر الأسطوانة محدد (مقيّد).

Fig. 3.5

اسطوانة ثنائية التأثير ترادفية

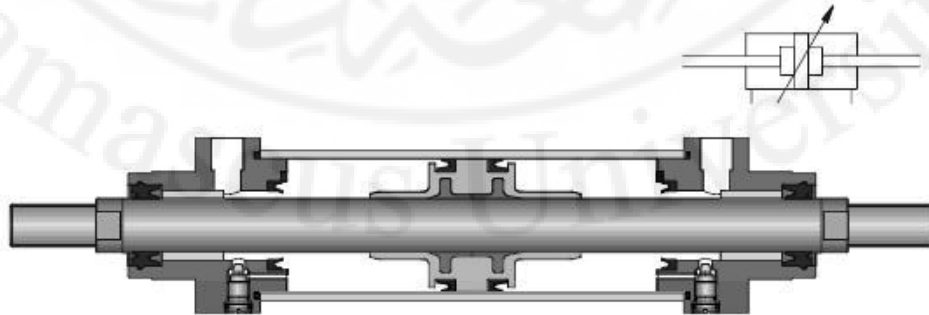


الأسطوانات مع قضيب مكبس نافذ

تملك هذه الأسطوانة قضيب مكبس في كلا الطرفين، والذي هو قضيب مكبس نافذ. يكون دليل قضيب المكبس أحسن، بسبب وجود نقطتي حمل. تكون القوة متماثلة في كلا اتجاهي الحركة. يمكن أن يكون قضيب المكبس النافذ مجوفاً، في الحالة هذه يستطيع أن يقود مختلف الأدوات، كالهواء المضغوط. أيضاً الوصلات الفايكومية ممكنة.

Fig. 3.6

اسطوانات مع قضيب مكبس عابر



الأسطوانات متعددة المكابس

تتألف الأسطوانة متعددة المكابس من اثنان أو أكثر من الأسطوانات ثنائية التأثير، والمربوطة مع بعضها البعض. تتقدم الأسطوانات الإفرادية عندما يتم تطبيق الضغط. في حالة اسطوانتين ذات طولي شوط مختلفين، يتم الحصول على أربع مواقع.

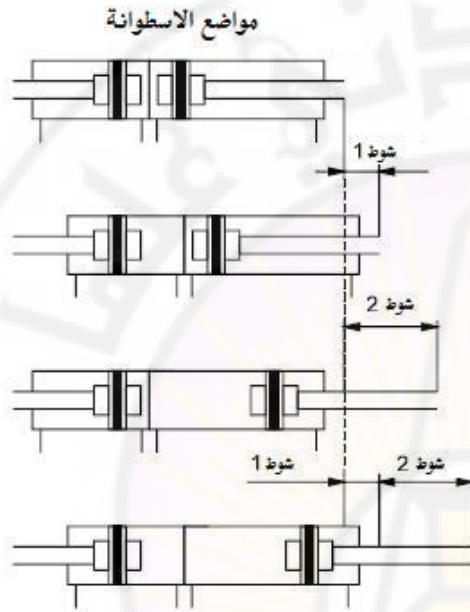


Fig. 3.7
اسطوانات متعددة المواضع

أسطوانات الصدم

تكون قوى الضغط لاسطوانات الهواء المضغوط محدودة. أسطوانة الصدم هي أسطوانة واحدة تعطي طاقة حركية عالية. يتم تحقيق الطاقة الحركية العالية بزيادة سرعة المكبس. تكون سرعة المكبس لاسطوانة الصدم بين (7.5 - 10 m/s)، على كل، في حالة مسافات التشكيل الطويلة، تنخفض السرعة بشكل سريع. لذلك تكون أسطوانة الصدم غير مناسبة من أجل مسافات التشكيل الطويلة.

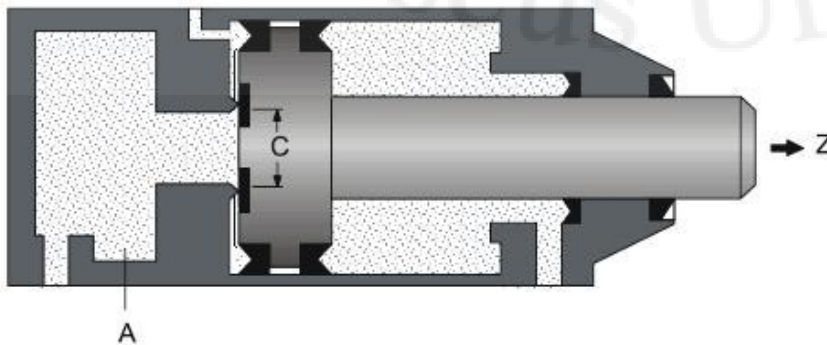


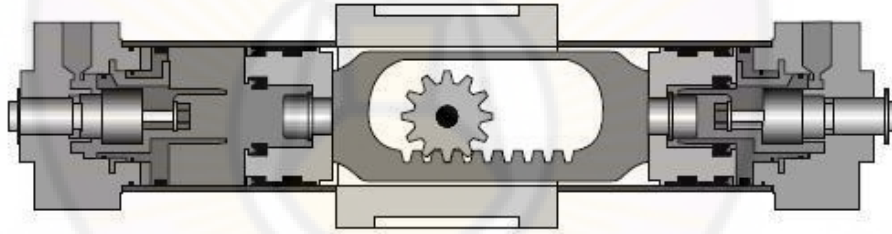
Fig. 3.8
اسطوانات صدمة

يسبب تفعيل صمام بناء الضغط في الحجرة A. إذا تحركت الأسطوانة في الاتجاه Z. ينكشف كامل سطح المكبس. يستطيع الهواء في الحجرة A التدفق بسرعة عبر مقطع عرضي واسع C. ويتسارع المكبس بشكل كبير.

الأسطوانات الدورانية

في هذا التصميم للأسطوانة ثنائية التأثير، لقضيب المكبس شكل أسنان المسنن. يقود قضيب المكبس دولاب مسنن، ويتم الحصول على حركة دورانية إنطلاقاً من حركة خطية. يختلف مجال التدوير من 45° ، 90° ، 180° ، 270° إلى 360° . يعتمد العزم على الضغط، سطح المكبس ونسبة النقل، تصل القيم تقريباً إلى 150 Nm، ممكنة التحقيق.

Fig. 3.9
اسطوانات دورانية



المؤازرات الدورانية

في المؤازرات الدورانية يتم نقل القوة مباشرةً إلى المحور القائد عبر الدّوّارة. يتم معايرة إزاحة زاوية بشكل لا نهائي من تقريباً 0° وحتى 180° ، يجب ألا يتجاوز العزم 10Nm.



Fig. 3.10

مؤازرات دورانية

المواصفات التصميمية للمؤازرات الدورانية في الهواء المضغوط:

- صغيرة وقوية
- متوافرة مع تحسس لا تلامسي
- قابلة للمعايرة من أجل الإزاحات الزاوية
- سهولة التركيب

3.3 الأسطوانات بدون قضبان

يستخدم ثلاثة مبادئ تشغيلية لبناء الأسطوانات بدون قضبان:

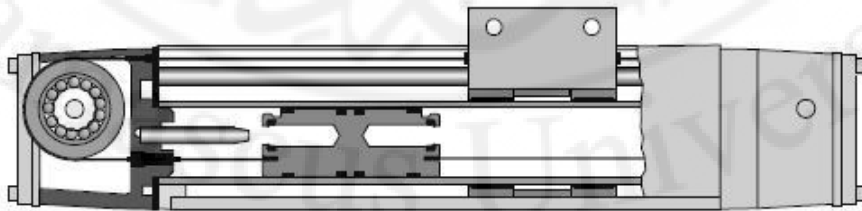
- اسطوانة الحبل أو الحزام
- اسطوانة الحزام المعزول مع برميل اسطواني مدمج
- اسطوانة مع مزلق مغناطيسي

بالمقارنة مع الأسطوانات ثنائية التأثير التقليدية، فإن الأسطوانات عديمة القضبان أقصر في الطول. يقلل هذا من مخاطر التواء قضيب المكبس ويمكن للحركة أن تأخذ مكاناً فوق (زيادة) عن طول الشوط الكلي. يمكن أن يستخدم تصميم الأسطوانة من أجل أطوال أسطوانات بوسع بشكل كبير يصل إلى (10m). يمكن الوصل مباشرة بين الأجهزة، الأحمال... الخ، إلى سطح التثبيت المزود لهذه الأسطوانة على الحامل أو المزلق الخارجي. تكون القوة متماثلة في اتجاهي الحركة.

أسطوانة الحبل (الحزام)

في حالة أسطوانات الحبل، يتم نقل قوة المكبس إلى المزلق عبر حزام دائري. عند مغادرة حجرة المكبس يعبر الحزام عبر المانعة. في أغشية الأسطوانة، يتم عكس الحزام عبر بكرات قائدة. تضمن الماسحات ألا يصل تلوث إلى البكرات القائدة عن طريق الحزام.

Fig. 3.11
اسطوانة حزام



أسطوانة الحزام المانع

في هذا النوع، يتم تزويد برميل أسطواناني مع شق ضيق على كامل الطول. يتم نقل القوة عبر منزلة متصلة دائماً مع المكبس. يكون الاتصال بين المكبس والمنزلة خارجي بشكل مباشر عن طريق البرميل الأسطواناني المشقوق. يتم عزل الشق بواسطة الحزام المانع، والذي يقوم بالعزل داخل الشق. يتم قيادة الحزام المانع بين موانع المكبس والطريق تحت المنزلقة. إن قسم الغطاء الثاني يقوم بتغطية الشق من الخارج ليمنع دخول الأوساخ.

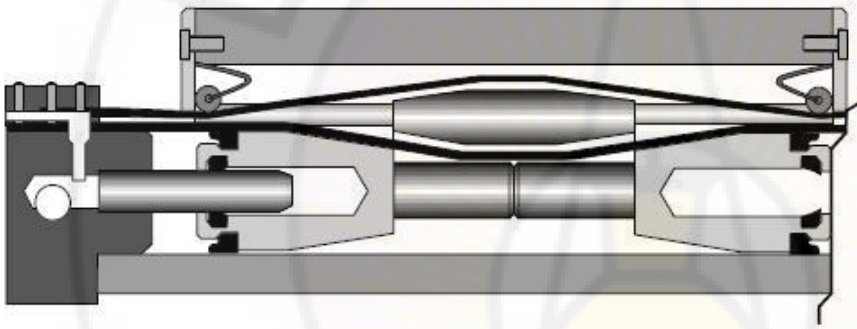
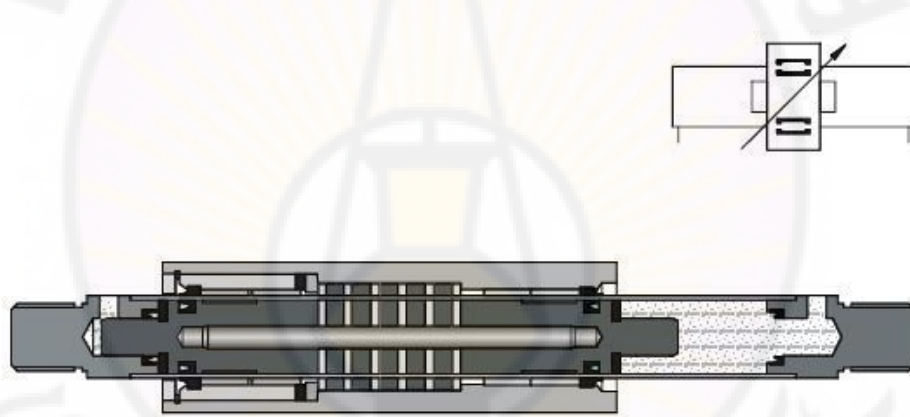


Fig. 3.12
اسطوانة حزام مانع

الأسطوانة مع قارئة مغناطيسية

يتألف هذا المؤازر الخطي العامل بالهواء المضغوط الثنائية التأثير من برميل أسطواناني، مكبس ومنزلقتين. يكون المكبس في الأسطوانة قابل للحركة بشكل حر تبعاً للتفعيل بالهواء المضغوط، لكن لا يوجد اتصال خارجي فعلي. يتم تجهيز المكبس والمنزلة بتجهيزة من مغناطد دائمة حلقيه. هكذا، قارئة مغناطيسية تم إنتاجها بين المنزلة والمكبس. حالما يتحرك المكبس بواسطة الهواء المضغوط تتحرك المنزلة بالتزامن معها. يتم عزل البرميل الأسطواناني بإحكام من المنزلة الخارجية بما أنه لا يوجد أي اتصال ميكانيكي. لا يوجد فواقد تهرب.

Fig. 3.13
اسطوانة مع قارئة
مغناطيسية



3.4 تشييد الأسطوانة

تتألف الأسطوانة من برميل أسطواني، محامل، غطاء نهاية، مكبس مع مانعة (حشوة ثنائية فنجانية)، قضيب مكبس، بطانة المحمل، حلقة كاشطة، الأجزاء المتصلة والموانع.

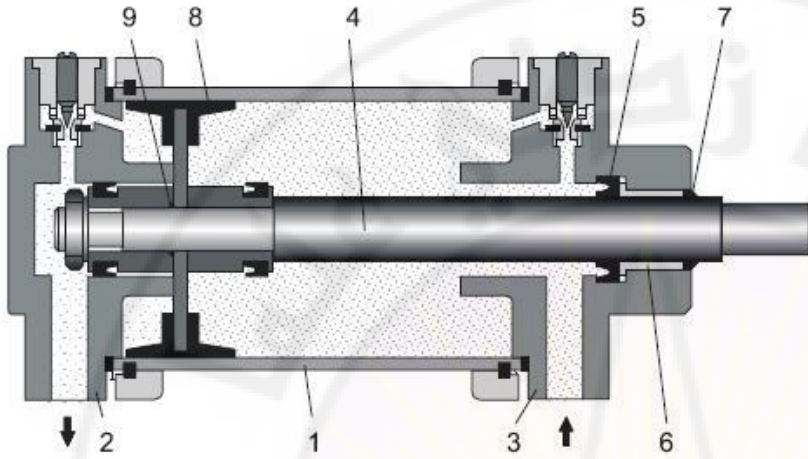


Fig. 3.14
تصميم اسطوانة الهواء المضغوط مع
بطانة في نهاية المكبس

عادةً يكون البرميل الأسطواني (1) المصنوع من أنبوب فولاذي مسحوب غير ملحوم. لزيادة عمر مركبات المنع، فإن أسطح المحامل للبرميل الأسطواني مشغلة بإحكام. من أجل تطبيقات خاصة، يمكن صنع البرميل الأسطواني من الألمنيوم، النحاس أو الفولاذ مع سطح محمل مقسى بالكروم. تستخدم هذه التصميمات الخاصة حيثما تكون العملية نادرة أو حيثما يكون هناك تأثيرات تآكلية.

يُصنع غطاء النهاية (2) وغطاء المحمل (3)، لمعظم الأجزاء، من مادة مصبوبة (سبائكية) مثل (الألمنيوم أو حديد مسبوك قابل للطرق). يمكن تثبيت الغطاءين إلى البرميل الأسطواني عن طريق قضيب شد، الأسنان أو الفلنجات.

يتم صنع قضيب المكبس (4) بكل المميزات من فولاذ معالج حرارياً. نسبة محددة من الكروم في الفولاذ تساعد على الحماية ضد الصدأ. بشكل عام يتم دحرجة الأسنان لتقليل مخاطر الإنكسار.

يتم تركيب حلقة عزل (5) في غطاء المحمل لعزل قضيب المكبس. يقود غطاء المحمل (6) قضيب المكبس وقد يكون مصنوعاً من البرونز المملد بالبلاستيك المغطى بالمعدن. أمام غطاء المحمل هذا يوجد حلقة الكشط (7). تمنع جزيئات الغبار والأوساخ من الدخول إلى فراغ الأسطوانة. لذلك وبشكل طبيعي لا ضرورة للمنافخ.

إن المواد المستخدمة للموانع حشوة فنجانية ثنائية (8) هي:

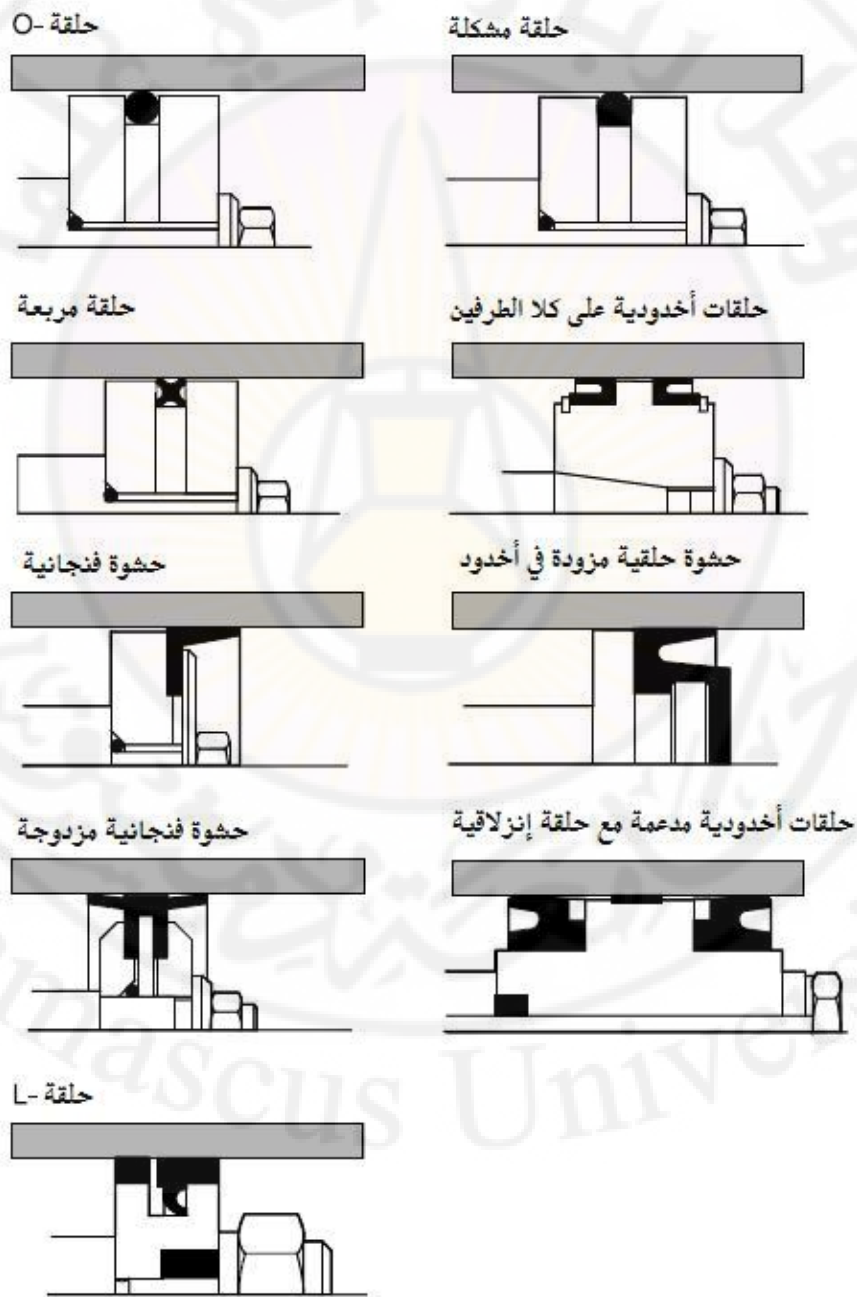
بيربونان من -20°C إلى $+80^{\circ}\text{C}$

فيتون من -20°C إلى $+150^{\circ}\text{C}$

تفلون من -80°C إلى $+200^{\circ}\text{C}$

تستخدم الحلقات " o " (9) بشكل طبيعي من أجل العزل السكوني.

Fig. 3.15
مانعات الاسطوانة



التركيب (التثبيت)

يتم تحديد أسلوب التثبيت بأسلوب أن الأسطوانة ستركب على الآلة أو تثبت بأي طريقة. يمكن للأسطوانة أن تُصمَّم بنوع دائم من التثبيت إذا لم يتوجب استبدالها في أي وقت. بشكل متبادل، تستطيع الأسطوانة استخدام أنواع قابلة للمعايرة من طرق التثبيت والتي يمكن أن تستبدل في وقت آخر باستخدام قطع إضافية مناسبة في مبدأ التشييد المعياري. ينتج هذا بتبسيط معتبر في التخزين، خصوصاً حيث أعداد كبيرة من أسطوانات الهواء المضغوط مستخدمة فقط كأسطوانة أساسية ويجب تخزين أجزاء التثبيت الاختيارية.



Fig. 3.16
ترتيب تركيب للأسطوانات

يجب وصل مثبت الأسطوانة وقارئة قضيب المكبس بشكل حذر مع التطبيق ذي الصلة طالما أن الأسطوانة يجب أن يتم تحميلها فقط في الاتجاه المحوري.

حالما يتم نقل القوة إلى الآلة ، تحصل الإجهادات في الأسطوانة. إذا حصل وصل خاطئ أو عدم سنطرة (مركزة) في المحور، فإنه يمكن توقع حصول الإجهادات في المحامل في البرميل الأسطواني وقضيب المكبس ، النتيجة هي:

- ضغوط متركزة على الحواف عالية على بطانات محامل الأسطوانة تقود إلى حدة زائدة
- ضغوط مركزة في الحواف على محامل دليل قضيب المكبس
- جهود متزايدة وغير متساوية على مواع قضيب المكبس وموانع المكبس
- مع أشواط كبيرة للأسطوانة، يجب التقليل بحمل الإلتواء لقضيب المكبس

3.5 خواص أداء الأسطوانة

يمكن تحديد خواص أداء الأسطوانة نظرياً أو باستخدام معلومات المُصنِّع. كلتا الطريقتان مقبولتان، لكن بشكل عام فإن معلومات المصنع تكون أكثر صلة للتطبيق والتصميم المخصص.

قوة المكبس

تعتمد قوة المكبس المبذولة من قبل الأسطوانة على ضغط الهواء، قطر المكبس والمقاومة الاحتكاكية لمركبات المنع (العزل). يتم حساب قوة المكبس النظرية بالمعادلة التالية:

$$\begin{aligned}
 F_{th} &= A \cdot p \\
 F_{th} &= \text{قوة المكبس النظرية (N)} \\
 A &= \text{مساحة المكبس المفيدة (m}^2\text{)} \\
 p &= \text{ضغط التشغيل (Pa)}
 \end{aligned}$$

عملياً، فإن قوة المكبس المؤثرة (الفعّالة) ذات أهمية. عند حساب هذه، يجب الأخذ في الاعتبار المقاومة الاحتكاكية. تحت شروط تشغيل طبيعية (مجال ضغط 400 - 800 Kpa أو 4-8 bar) تكون قوة الاحتكاك تقريباً 10% من قوة المكبس النظرية كافتراض.

لأسطوانة أحادية التأثير:

$$F_{eff} = (A \cdot p) - (F_R + F_F)$$

للإسطوانات ثنائية التأثير:

شوط التقدم
شوط التراجع

$$\begin{aligned}
 F_{\text{eff}} &= (A \cdot p) - F_R \\
 F_{\text{eff}} &= (A' \cdot p) - F_R \\
 F_{\text{eff}} &= \text{قوة المكبس الفعالة (N)} \\
 A &= \text{مساحة المكبس المفيدة (m}^2\text{)} \\
 &= \left(\frac{D^2 \cdot \pi}{4} \right) \\
 A' &= \text{السطح الحلقي المفيد (m}^2\text{)} \\
 &= (D^2 - d^2) \frac{\pi}{4} \\
 p &= \text{الضغط العامل (Pa)} \\
 F_R &= \text{القوة الاحتكاكية (N) (تقريباً 10 % من } F_{\text{th}}\text{)} \\
 F_F &= \text{قوة نابض الإعادة (N)} \\
 D &= \text{قطر الإسطوانة (m)} \\
 d &= \text{قطر قضيب المكبس (m)}.
 \end{aligned}$$

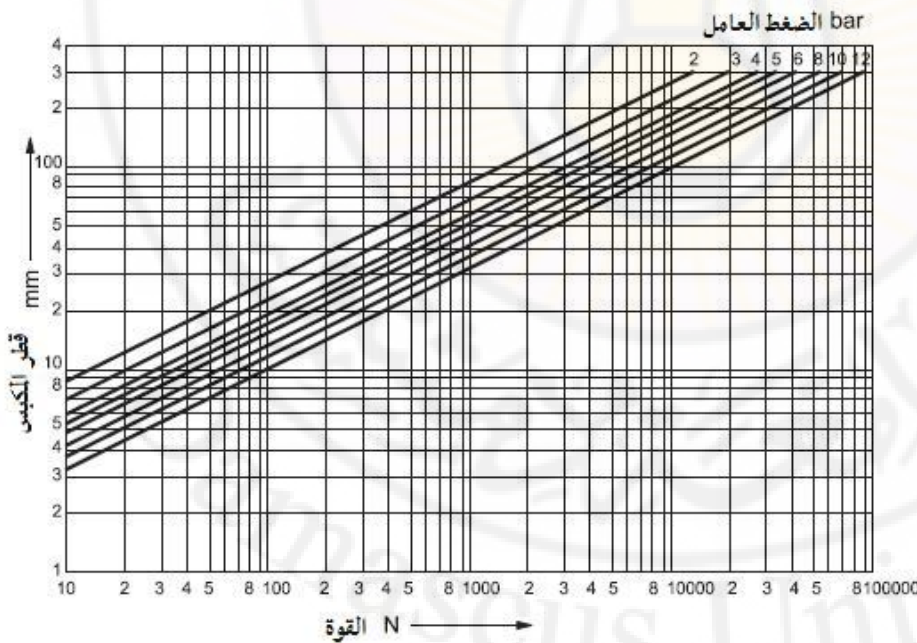


Fig. 3.17

مخطط الضغط مقابل القوة

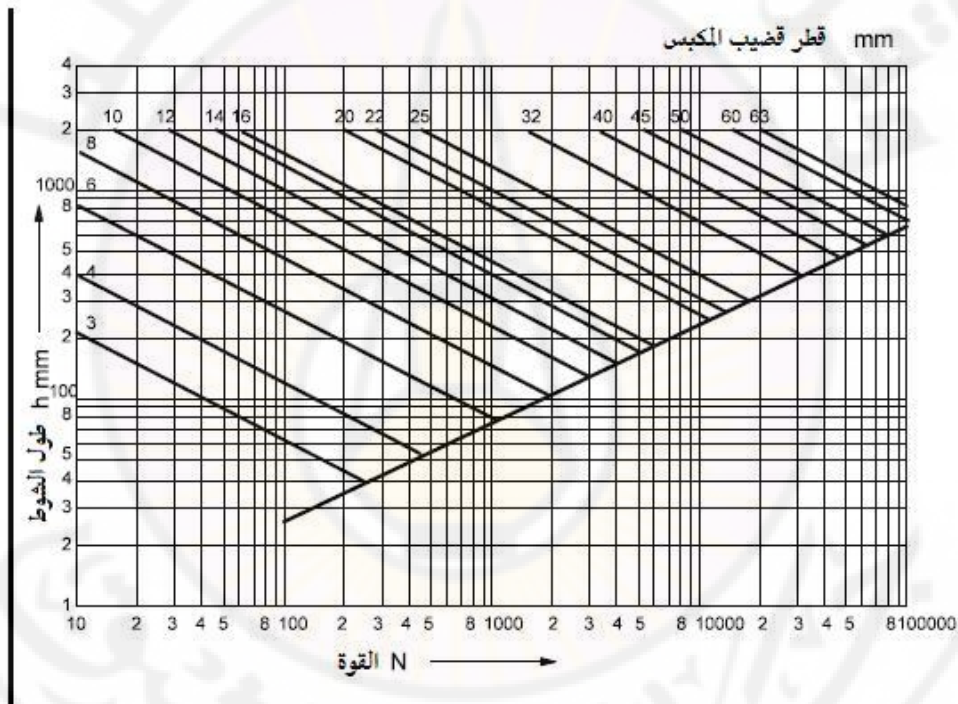
طول الشوط

إن أطوال الشوط لأسطوانات الهواء المضغوط يجب ألا تكون أكبر من 2m ولأجل الأسطوانات عديمة القضيب 10m.

مع أطوال أشواط زائدة، فإن الجهد الميكانيكي على قضيب المكبس ومحامل الدليل سوف تكون كبيرة جداً.

ولتجنب خطر الإلتواء، يجب التقيد بمخطط الإلتواء مع أطوال أشواط كبيرة.

Fig. 3.18
مخطط المشبك



سرعة المكبس

تعتمد سرعة المكبس لأسطوانات الهواء المضغوط على الحمل، ضغط الهواء المسيطر، طول الأنبوب، مساحة المقطع العرضي للخط بين عنصر التحكم وعنصر العمل وأيضاً على معدل التدفق عبر عنصر التحكم. بالإضافة، تتأثر السرعة ببطانة نهاية الشوط.

إن سرعة المكبس الوسطية للأسطوانات العيارية هي بحدود $0.1 - 1.5 \text{ m/s}$. في أسطوانات خاصة (أسطوانات الصدم)، تصل السرعات إلى 10 m/s . يمكن معايرة سرعة المكبس بواسطة صمامات تحكم بالتدفق ذات الاتجاه الواحد ويمكن زيادة السرعة بواسطة صمامات التنفيس السريع.

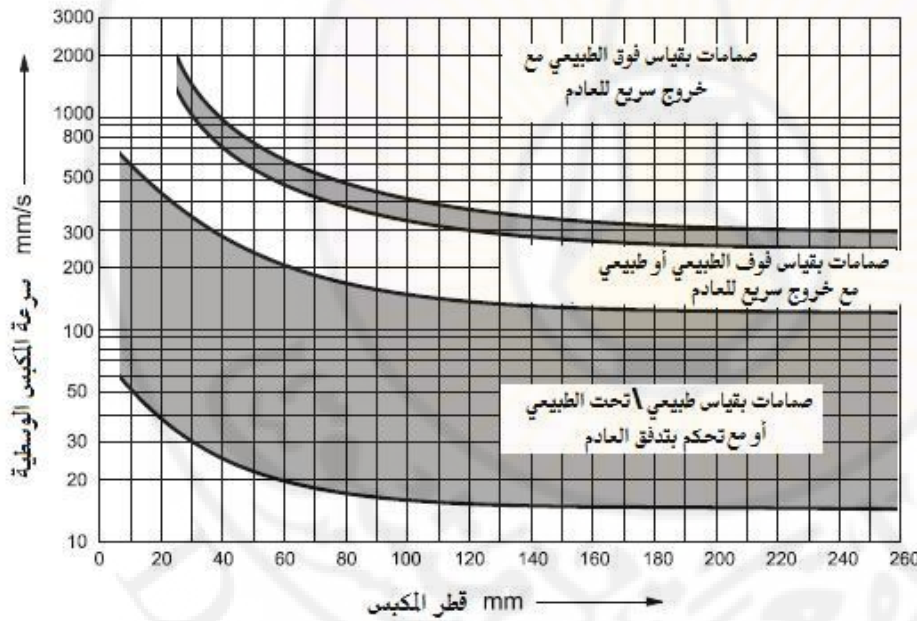


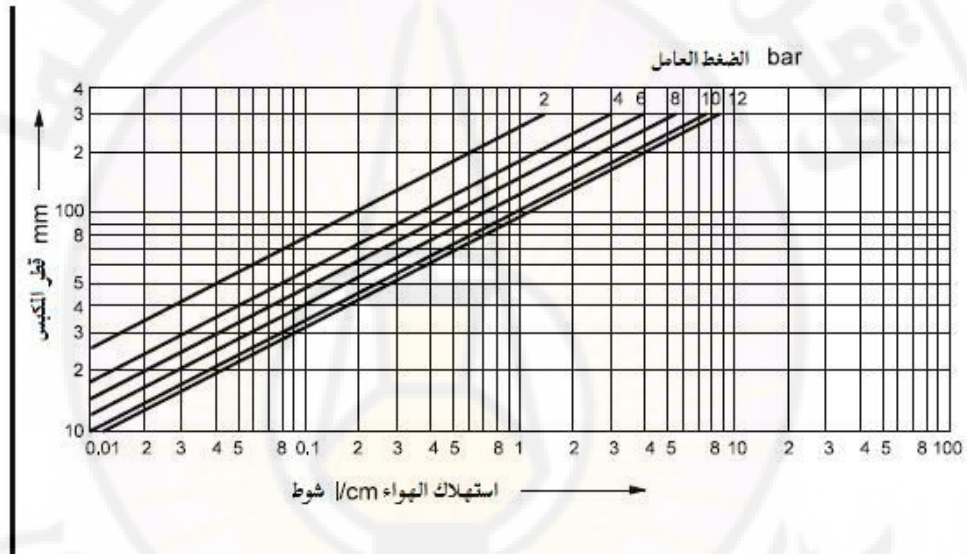
Fig. 3.19

معدل سرعة المكبس

استهلاك الهواء

من أجل تحضير الهواء، و من أجل الحصول على حقائق تكاليف الطاقة المتعلقة، فإنه من المهم معرفة مصروف الهواء في النظام. يتم تحديد استهلاك الهواء بالليترات للهواء المسحوب في الدقيقة. من أجل ضغط تشغيل محدد، قطر مكبس، شوط وعدد الأشواط، يتم حساب استهلاك الهواء بـ:

Fig. 3.20
مخطط استهلاك الهواء



هذه المعادلة هي لحساب استهلاك الهواء طبقاً لمخطط الاستهلاك وهي كالتالي:
للاستوانات أحادية التأثير:

$$q_B = s \cdot n \cdot q_H$$

للاستوانات ثنائية التأثير:

$$q_B = 2 \cdot s \cdot n \cdot q_H$$

$$q_B = \text{مصرف الهواء (l/min)}$$

$$s = \text{الشوط (cm)}$$

$$n = \text{عدد الأشواط في الدقيقة (1/min)}$$

$$q_H = \text{مصرف الهواء لكل 1 سنتم من الشوط (l/cm)}$$

وفقاً لهذه المعادلات، فإن استهلاك الهواء المتنوع من قبل الأسطوانات ثنائية التأثير خلال شوط التقدم والتراجع لم يؤخذ في الاعتبار. يمكن أن يستخف بهذا نتيجة لاختلاف التسامحات في الخطوط والصمامات.

يتضمن استهلاك الهواء الكلي لأسطوانة أيضاً ملء المناطق الميتة. إن مصروف الهواء المطلوب لملء المناطق الميتة يمكن أن يصل إلى 20% من مصروف الهواء. إن المناطق الميتة لأسطوانة هي خطوط تزويد الهواء المضغوط في الأسطوانة نفسها وليس المناطق في مواقع النهايات للأشواط للمكبس والتي تكون فعالة من أجل الشوط.

طرف القاعدة cm3	طرف الغطاء cm3	قطر المكبس mm	طرف القاعدة cm3	طرف الغطاء cm3	قطر المكبس mm
31	27	70	0.5	1	12
88	80	100	1.2	1	16
150	128	140	6	5	25
448	425	200	13	10	35
2337	2005	250	19	16	50

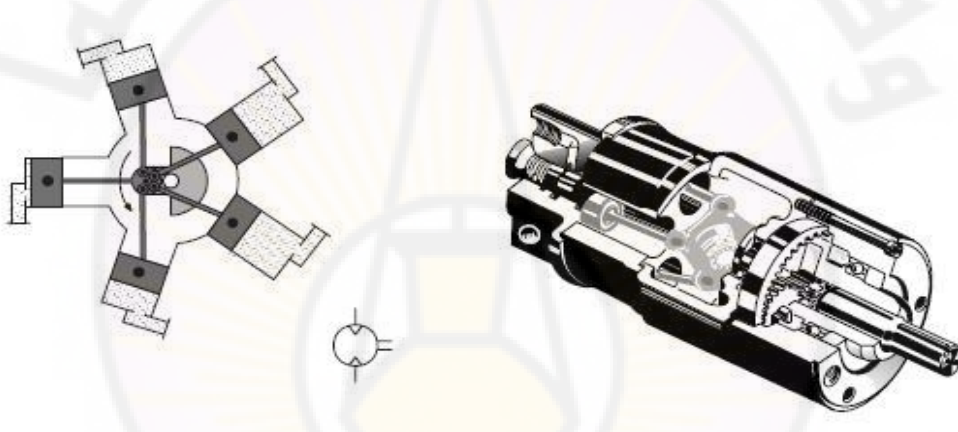
T 3.1 المساحات الميتة للأسطوانات (1l = 1000 cm³)

3.6 المحركات

أجهزة تقوم بتحويل طاقة الهواء المضغوط إلى حركة دورانية بميكانيكية مع إمكانية للحركة دائمة هكذا تعرف محركات الهواء المضغوط. إن محرك الهواء المضغوط مع زاوية دوران غير محدودة قد أصبح أحد أكثر العناصر العاملة استخداماً بالهواء المضغوط. يتم تصنيف محركات الهواء المضغوط تبعاً للتصميم:

- محركات مكبسية
- محركات الريشة المنزلقة
- المحركات المسننية
- العنفات (تدفق عال)

Fig. 3.21
محرك هوائي



المحركات المكبسية

يقسم هذا النوع من التصميم بشكل إضافي إلى محركات مكبسية محورية و قطرية. تتم قيادة المحور المرفقي للمحرك بواسطة الهواء المضغوط عبر مكابس ترددية وقضبان توصيل. لضمان جريان ناعم فإنه يتطلب ذلك عدة مكابس. تعتمد استطاعة المحرك على ضغط الدخل، عدد المكابس، مساحة المكبس الشوط وسرعة المكبس. إن مبدأ العمل للمحرك المكبسي المحوري مشابه للمحرك القطري. إن القوة المقدمة من قبل 5 أسطوانات مرتبة محورياً تتحول إلى حركة دورانية عبر صفيحة متأرجحة. يتم تطبيق الهواء المضغوط على مكبسين في آن واحد، يزودنا العزم المتوازن بدوران ناعم للمحرك. تتوافر محركات الهواء المضغوط هذه بدوران مع عقارب الساعة أو عكس عقارب الساعة. إن السرعة العظمى بحدود 5000 r.p.m ، معدل الاستطاعة عند ضغط طبيعي 1.5 – 19 (2-25 hl) kw.

محركات الريشة المنزلقة

بسبب تشييدها البسيط ووزنها المنخفض، فإن محركات الدّوّارة المنزلقة تستخدم كأداة يد. يتم إحتواء دوّار لا تمركزي في محامل في حجرة أسطوانية. يتم تجهيز شقوق في الدوّار. تتم قيادة ريش المروحة في الشقوق للدائر وتُجَبَر على الخروج ضد الجدار الداخلي للأسطوانة بواسطة قوة الطرد المركزي. في تصاميم أخرى، تتحرك ريش المروحة بواسطة نوابض. يضمن هذا عزل كل حجرة فردية. تكون سرعة الدائرة بين 3000 rlm و 8500 r.p.m. هنا أيضاً تتوافر وحدات بدوران مع عقارب الساعة وعكس عقارب الساعة. مجال الاستطاعة (0.14 – 24 hp) (0.1-17 kw).

المحركات المسننية

في هذا التصميم، يتم توليد العزم بواسطة ضغط الهواء بعكس شكل أسنان لدولابين مسننين متعشقين. أحد هذان الدولابان المسنن موثق مع محور المحرك. يتم إنتاج المحركات المسننية بمسننات مهمازية أو لولبية. تستخدم هذه المحركات المسننية بمعدل استطاعة عالٍ جداً (يصل إلى (60 hl / 44 kw). إن اتجاه الدوران أيضاً لهذه المحركات قابل للعكس.

العنفات (محركات التدفق).

يمكن استخدام المحركات العنفيه فقط من أجل قدرة منخفضة مطلوبة. مجال السرعة عالٍ جداً. على سبيل المثال، مثقب هواء طبيب الأسنان يعمل بسرعة 500.000 r.p.m. . إن مبدأ العمل معاكس لضواغط التدفق.

إن خواص محركات الهواء المضغوط هي:

- معايرة ناعمة للسرعة والعزم
- قياس صغير (وزن)
- تحميل زائد بأمان
- غير حساسة للغبار، الماء، الحرارة ، البرودة
- مقاومة للإنفجار
- اختيار سرعات واسع
- صيانة قليلة
- يمكن عكس جهة الدوران بسهولة

3.7 المؤشرات

توضح المؤشرات البصرية الكشفية حالة التشغيل لنظام الهواء المضغوط وتخدم كمساعدات كشفية.

بعض الوسائل البصرية:

- العدادات، تظهر عدد الدورات
- مؤشرات الضغط، للإشارة إلى قيم ضغط الهواء
- مؤقتات ، للإشارة البصرية لزمان التأخير
- مؤشرات بصرية

المؤشرات البصرية

في المؤشرات البصرية، يوضح رمز اللون وظائف محددة في الدورة. يتم تثبيت المؤشرات البصرية في لوحة تحكم لتشير إلى حالة وظائف التحكم والخطوات التسلسلية الفعالة حالياً. إن الألوان للمؤشرات البصرية طبقاً لـ VDE 0113 هي:

اللون	المعنى	ملاحظات
أحمر	خطر فوري، إنذار	حالة الآلة أو الوضع يتطلب تدخل فوري
أصفر	تحذير	تغير أو تغير وشيك في الشروط
أخضر	بدء، تشغيل	تشغيل طبيعي، حالة آمنة، دخول بحرية
أزرق	معلومة خاصة	معنى خاص و الذي لا يمكن أن يتم توضيحه بـ أحمر، أصفر أو أخضر
أبيض أو فارغ	معلومة عامة	بدون معنى خاص. يمكن أيضاً أن يستخدم في حالات حيث يوجد شك في ملائمة الألوان الثلاثة أحمر، أصفر أو أخضر

T 3.2 المؤشرات البصرية

الفصل 4

صهاريف التحكم الاتجاهية



4.1 الشكل والتشييد

صمامات التحكم الاتجاهية هي عبارة عن أجهزة تؤثر على مجرى الذي يتخذ تيار الهواء. بشكل طبيعي تشمل هذه أحد أو كل التالي: فتح ممر الهواء وتوجيهه باتجاه خطوط هواء محددة، إلغاء إشارات الهواء حسب الطلب عن طريق سدّ ممراته أو / و تحرير الهواء إلى الوسط المحيط عبر منفذ تنفيس. يتم وصف صمام التحكم الإتجاهي بعدد وصلاته أو طرقه المتحكم بها، عدد مواقع تبديله وطريقة تفعيله. على كل، لا تزودنا هذه الرموز بأي معلومات حول التصميم البنائي، لكنها تشير إلى وظيفة الصمام فحسب.

إن **الوضع الطبيعي** للصمامات مع وجود إعادة تنضيد مثل: نابض، يشير إلى موقع التبديل المفترض بواسطة الأجزاء المتحركة من الصمام، إذا لم يكن الصمام مرتبطاً. أما **الوضع الأولي** وضع التبديل المفترض بواسطة الأجزاء المتحركة الصمام بعد أن يتم تركيب الصمام وتشغيل ضغط النظام ومن المحتمل أيضاً تشغيل الجهد الكهربائي، ومع بدأ برنامج التشغيل المخصص.

إن مبدأ التشييد لصمام التحكم الإتجاهي عامل مهم بقدر عمر الخدمة، زمن التبديل، نوع التفعيل، طرق الربط و القياس ما هي مهمة.

يتم تصنيف التصاميم كالتالي:

■ صمامات قفاز:

- صمام كرسي كرة
- صمام كرسي قرص

■ صمامات منزلقة:

- صمام منزلق طولي (صمام بكرة) أو (صمام دحروج)
- صمام منزلق طولي مسطحة.
- صمام منزلق صفائحي.

صمامات القفاز

في الصمامات القفازية يتم فتح وإغلاق الوصلات بواسطة كرات، أقراص، صفائح أو مخاريط. يتم عزل كراسي الصمام ببساطة عادة بواسطة موانع لدنة. تملك كراسي الصمامات عدة أجزاء معرضة للتآكل ولهذا يكون لها عمر خدمة طويل و هي غير حساسة للأوساخ وأيضاً صلبة (متينة). تكون قوة التفعيل، على كل، عالية نسبياً للتغلب على قوة إعادة التنضيد الداخلية للنابض وضغط الهواء.

الصمامات المنزلقة

في صمامات المنزلقة، تتصل الوصلات الإفرادية معاً أو تتغلق بواسطة دحروج، منزلقة مسطحة أو صفيحة منزلقة.

4.2 صمام 2/2

- يملك الصمام 2/2 منفذين ووضعتين (مفتوح، مغلق). نادراً ما يستخدم إلا كصمام فتح وإغلاق، بما أن وظيفته هي تمكين الإشارة من العبور ولا يستطيع تحرير الهواء إلى الوسط المحيط وحده في وضعية الإغلاق بالعكس مع صمام 3/2. بشكل طبيعي يكون الصمام 2/2 ذو بناء كرسي كرة.
- يمكن أن يتم تشغيل هذا الصمام إما يدوياً، ميكانيكياً أو بالهواء المضغوط.

4.3 صمام 3/2

صمام 4/2 يعتبر صمام توليد إشارة. مع خاصية أن الإشارة على طرف الخرج من الصمام يمكن أن يتم توليدها وأيضاً إلغاؤها. يملك الصمام 3/2 ثلاثة منافذ ووضعتين. تمكن الإضافة المتمثلة في منفذ التنفيس 3 من إلغاء الإشارة المتولدة عبر الممر خلال الصمام 3/2. يقوم الصمام بتوصيل إشارة الخرج 2 إلى المنفس 3 وهكذا إلى الوسط الجوي في الوضعية الابتدائية. تجبر القوى الكرة على البقاء في كرسي الصمام مانعة الهواء المضغوط من التدفق من منفذ الهواء 1 إلى خط العمل 2.

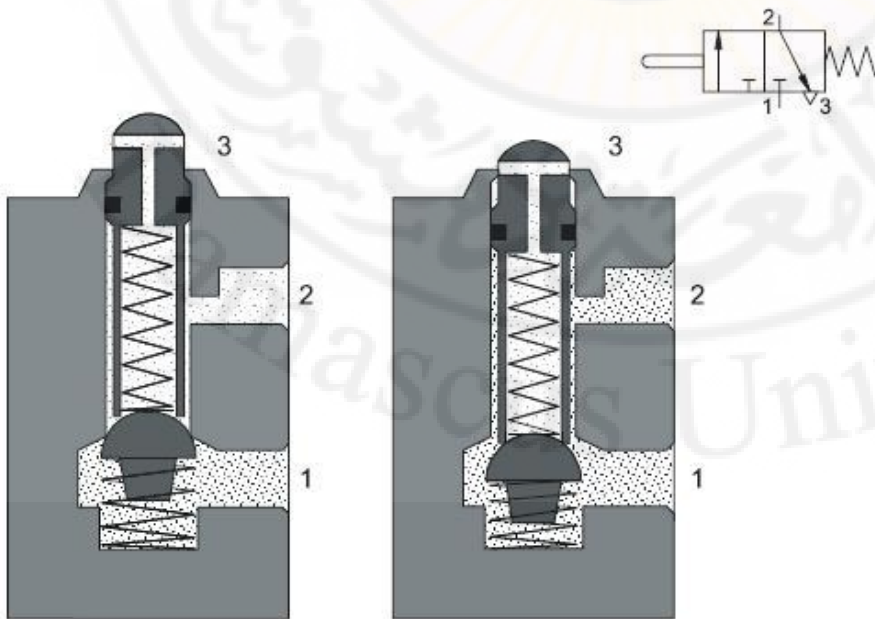


Fig. 4.1

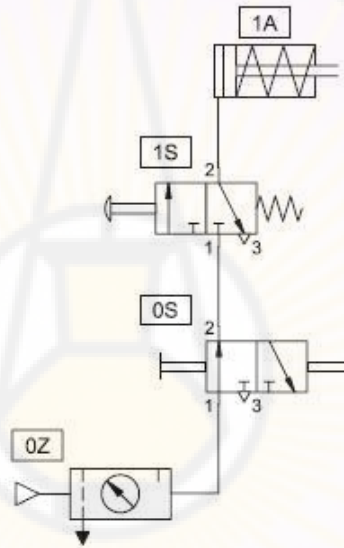
صمام 3/2 مغلق
بشكل طبيعي
كرسي كرة

يسبب تفعيل كباس الصمام تحريك الكرة وإجبارها على الابتعاد بعيداً عن الكرسي. في هذا الفعل، يجب التغلب على القوى المعاكسة، قوة نابض الإعادة وتلك المتولدة بفعل الهواء المضغوط.

في حالة التفعيل، تتصل الوصلة 1 مع 2 ويكون الصمام مفعلاً للتدفق. يتم تفعيل الصمام إما يدوياً أو ميكانيكياً. تعتمد قوة التفعيل المطلوبة على ضغط المزود، قوة النابض والاحتكاك في الصمام. تحدد قوة التفعيل القياس الملائم للصمام. إن تشييد صمام كرسي كرة بسيط جداً وموجز.

Fig. 4.2

مخطط الدارة: التحكم
باسطوانة أحادية التأثير



في هذه الدارة، يتحكم صمام 1 S 3/2 بأسطوانة أحادية التأثير 1A. إن صمام الزر الضاغط المفعّل يكون في حالة راحة مع المنفذ 1 المغلق والأسطوانة تطرد الهواء إلى الوسط المحيط عبر 2 إلى 3. تحول عملية ضغط الزر المزود 1 إلى المنفذ 2، وتتمدد الأسطوانة عكس قوة النابض. عندما يتم تحرير الزر الضاغط، يعود الصمام بواسطة النابض، وتعود الأسطوانة إلى وضعها الابتدائي بواسطة نابض إرجاع الأسطوانة.

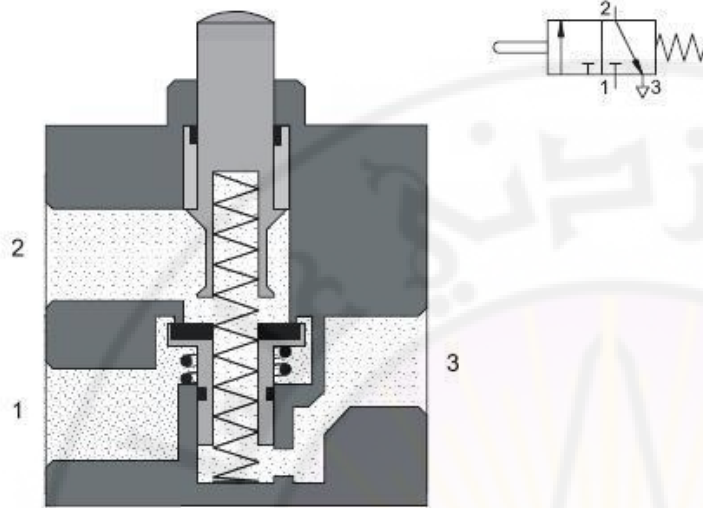


Fig. 4.3

صمام 3/2: كرسي قرص
مغلق بالوضع الطبيعي
غير مفعل

إن الصمام المبين هنا مشيد وفقاً لمبدأ كرسي قرص. العزل هنا بسيط لكنه فعال. يكون زمن الاستجابة قصير وحركة صغيرة تنتج مساحة مقطع عرضي واسعة متوافرة من أجل تدفق الهواء. مثل صمامات كرسي كرة، فإنها ليست حساسة للغبار وهذا يعطي عمر خدمة طويل. تستخدم صمامات 3/2 من أجل التحكم بالأسطوانات أحادية التأثير العاملة أو من أجل توليد الإشارات المطبقة على عناصر التحكم.

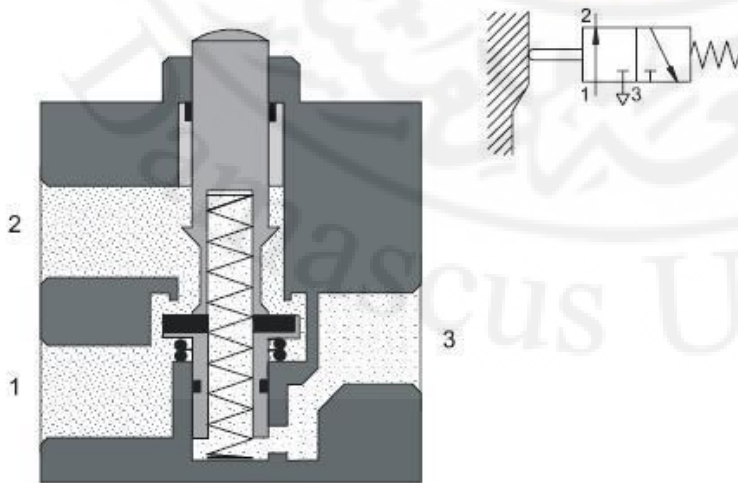


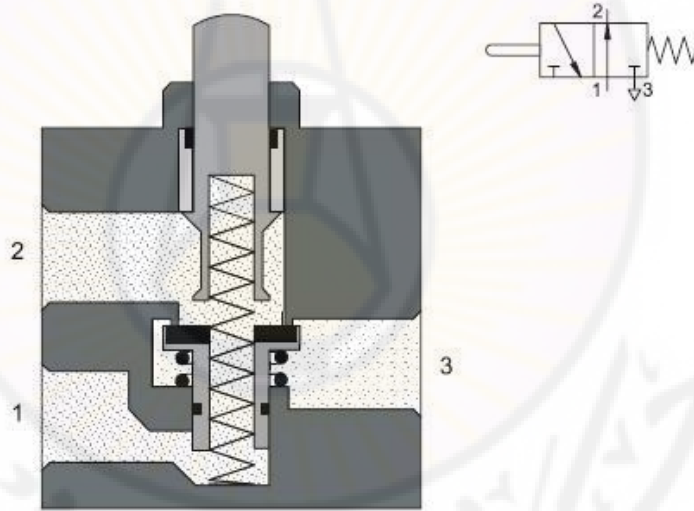
Fig. 4.4

صمام 3/2: كرسي قرص
مغلق بالوضع الطبيعي
مفعل

إن صمام 3/2 والذي يكون مفتوحاً في الوضعية الطبيعية للتدفق من 1 إلى 2، يُشار إليه كصمام مفتوح في الوضع الطبيعي. مبدئياً، يتصل المنفذ 1 إلى 2 من خلال ساق الصمام ويكون كرسي قرص الصمام معلقاً في المنفذ 3. عندما يتم تشغيل الكبّاس، يكون الهواء 1 مبدئياً مغلق بواسطة كرسي الساق، وعندها يتم سحب القرص عن كرسيه ليتم تنفيس الهواء الخارج إلى الوسط المحيط عبر الممر 2 إلى 3 عندما يتم تحرير الكبّاس، فإن المكبس ذي كرسي العزل يعود إلى وضعه الابتدائي بواسطة نابض الإعادة مرة ثانية يتم إغلاق المنفذ 3 ويتم تزويد الهواء من 1 إلى 2.

يمكن أن يتم تفعيل الصمامات يدوياً، ميكانيكياً، كهربائياً أو بالهواء المضغوط . يمكن أن يتم تطبيق طرق تفعيل مختلفة لتناسب التطبيق.

Fig. 4.5
صمام 3/2: كرسي قرص
مفتوح بالوضع الطبيعي
غير مفعل



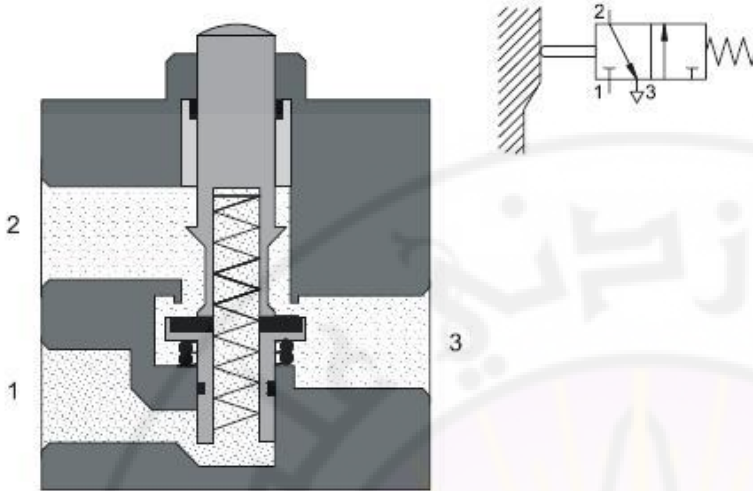


Fig. 4.6

صمام 3/2: كرسي قرص
مفتوح بالوضع الطبيعي
مفعّل

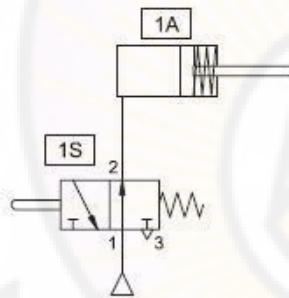


Fig. 4.7

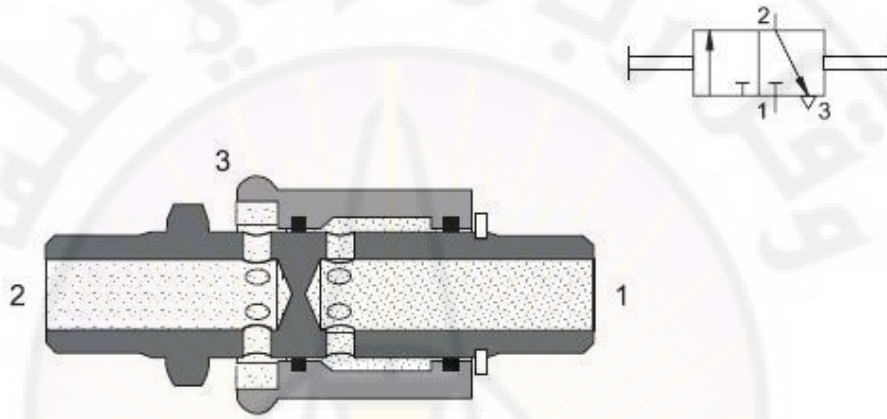
مخطط الدارة: التحكم
باسطوانة أحادية التأثير

في مخطط الدارة هذا، يتم تطبيق الضغط على الأسطوانة أحادية التأثير بواسطة صمام 3/2 في وضعية مفتوح بشكل طبيعي 1V. يتقدم مكبس الأسطوانة إلى الوضع الابتدائي. إذا تم تفعيل الصمام، ينغلق الهواء المزود المار من 1 إلى 2. يتم تنفيس حجرة المكبس عبر المنفذ 2 إلى 3، ويتراجع قضيب المكبس نتيجة لقوة نابض الإعادة.

صمام منزلق يقاد باليد 3/2

إن تشييد الصمام بسيط. ينتج التفعيل عن طريق إزاحة الحلبة القبضة طولياً. يستخدم الصمام كصمام إغلاق، وبشكل أساسي من أجل ضغط وتنفيس أنظمة التحكم أو مكونات النظام.

Fig. 4.8
صمام 3/2 منزلق
يدوي



صمام 3/2 المفعل بالهواء المضغوط

يتم تشغيل الصمام 3/2 المفعل بالهواء المضغوط بواسطة إشارة هوائية على 12. يشرح مخطط الدارة الصمام المفعل بالهواء المضغوط مع نابض إعادة في وضعية مغلق بشكل طبيعي.

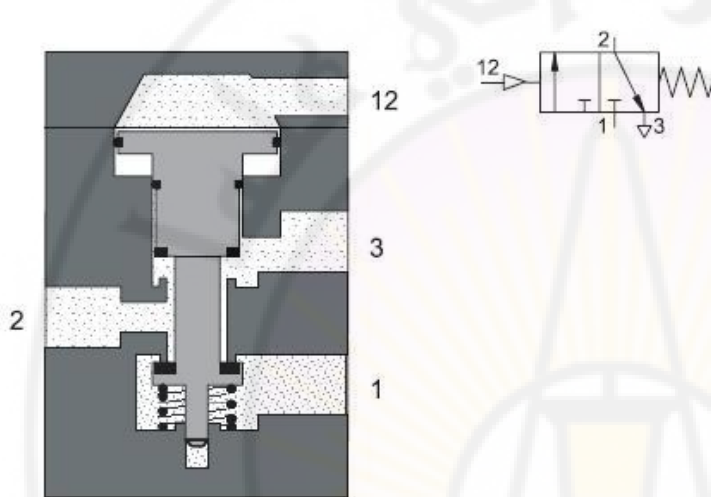


Fig. 4.9

صمام 3/2 مقاد فرديا ، مغلق بالوضع الطبيعي ، مع عودة نابضية غير مفعل

يقوم الهواء المطبق على المنفذ 12 بتحريك الكباس بعكس نابض إعادة التنضيد. تتصل الوصلتان 1 و 2. عند تحرير الإشارة في المنفذ 12، يعود الدحروج الطيار إلى وضعه الابتدائي بواسطة نابض إعادة. يقوم القرص بغلق الاتصال بين 1 و 2. يتم تنفيس الهواء الزائد في خط العمل 2 من خلال 3. يمكن تشكيل الصمام 3/2 ذي إشارة التحكم الهوائية الطيار مع نابض إعادة إما مغلق بشكل طبيعي أو مفتوح بشكل طبيعي.

Fig. 4.10
صمام 3/2-مقاد فرديا ، مغلق بالوضع
الطبيعي . مع عودة نابضية
مفعّل

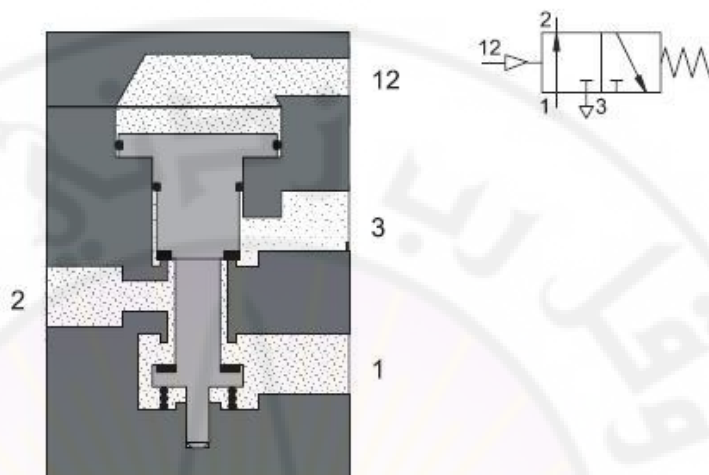
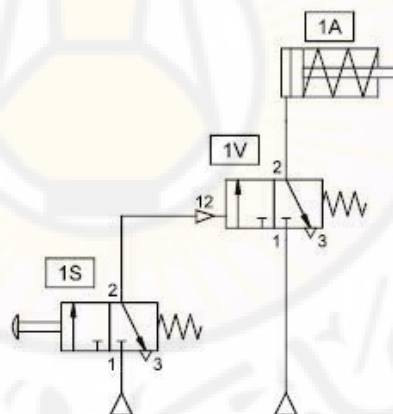


Fig. 4.11
مخطط الدارة: التحكم
باسطوانة أحادية التأثير



يمكن استخدام الصمام المفعل بالهواء المضغوط كعنصر تحكم، عند استخدامه في تحكم غير مباشر. يتم إنشاء الإشارة اللازمة لتمدد الأسطوانة 1A بشكل غير مباشر عن طريق صمام 3/2 مع زر ضاغط 1S . 1S. والذي يزود إشارة تحكم إلى عنصر التحكم 1V. من أجل الوضع المفتوح بشكل طبيعي، فإنه يجب فقط عكس المنافذ 1 و 3 لوضعية المغلق بشكل طبيعي يمكن تدوير رأس الصمام مع المنفذ 12 بزاوية 180° . يتحدد منفذ التحكم عندئذٍ بالمنفذ 10.

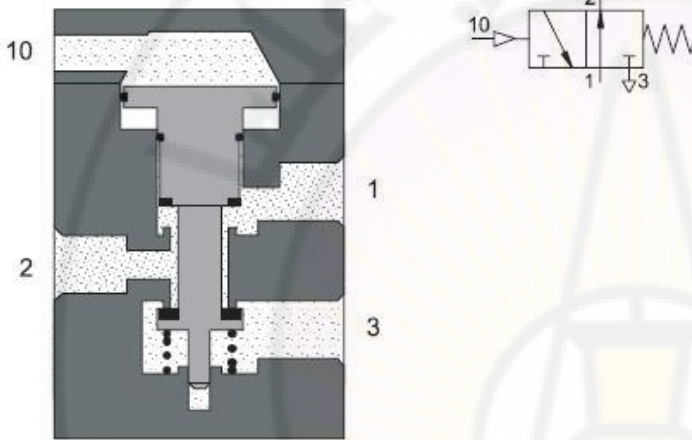


Fig. 4.12

صمام 3/2-مقاد فرديا ، مفتوح
بالوضع الطبيعي
غير مفعل

إذا تم استخدام صمام مفتوح بالوضع الطبيعي في موقع الصمام 1V، عندئذٍ تتمدد الأسطوانة في الوضع الابتدائي وعند تشغيل الزر الضاغط للصمام 1S، تتراجع الأسطوانة.

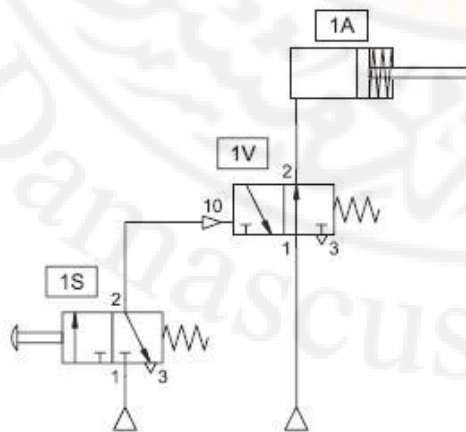


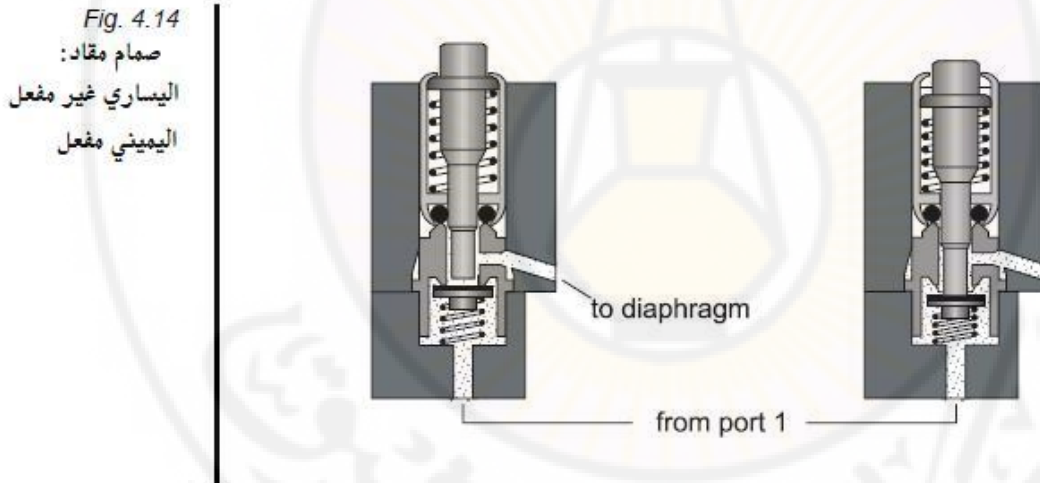
Fig. 4.13

مخطط الدارة: التحكم
باسطوانة أحادية التأثير
بشكل غير مباشر

صمام عتلة دحروجية 3/2: يتم التحكم به بواسطة مؤازر

تتطلب الصمامات الطائرة المتحكم بها في الهواء المضغوط فقط قوى تفعيل بالحد الأدنى. يتصل ثقب صغير مع وصلة الضغط 1 ومع الصمام الطيار. إذا تم تفعيل العتلة الدحروجية، يفتح الصمام الطائرة يتدفق الهواء المضغوط إلى الغشاء ويُفعل قرص الصمام الرئيسي. إن التأثير الأول هو إغلاق المجرى من 2 إلى 3، المتبوع بفتح كرسي القرص الثاني لمجرى هوائي من 1 إلى 2.

تنتج وضعية العودة بواسطة تحرير العتلة الدحروجية، وبذلك ينغلق الصمام الطائرة، يتم تنفيس الصمام بواسطة ساق مجوفة. المكبس الطيار للصمام الرئيسي يعود إلى وضعه الابتدائي بواسطة نابض إعادة تنضيد.



يمكن استخدام هذا النوع من الصمام إما كصمام مغلق بشكل طبيعي أو كصمام مفتوح بشكل طبيعي عن طريق تغيير المنافذ 1 و 3 وتدوير الرأس 180° .

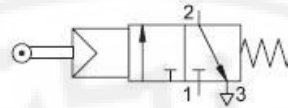
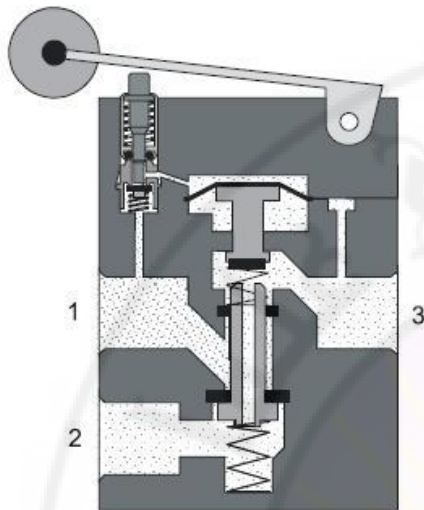


Fig. 4.15

صمام 3/2-بعتلة دحروجية
مقاد داخليا مغلق بالوضع الطبيعي

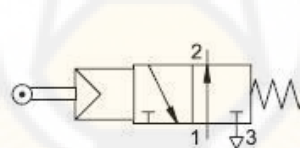
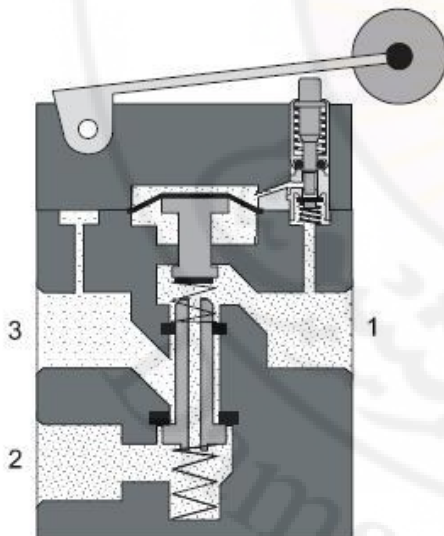


Fig. 4.16

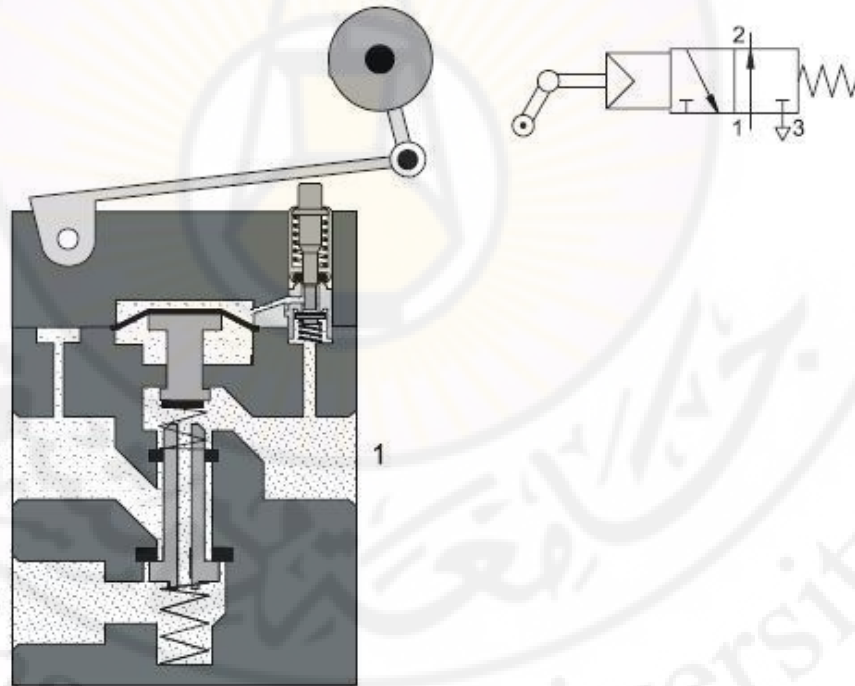
صمام 3/2-بعتلة دحروجية
مقاد داخليا مفتوح بالوضع الطبيعي

صمام عتلة دحروجية مع عودة مهمة

يَتَبَدَّل صمام العتلة الدحروجية مع عودة مهمة فقط إذا كانت الحركة للحدبة المعدنية في العتلة الدحروجية في اتجاه محدد. يتم استخدام الصمام كمبدل حدي من أجل تحسس مواقع التمدد والتراجع لقضيب المكبس.

يجب أخذ العناية لضمان أن الصمام مجهز (أو مركب) في الاتجاه الصحيح للحركة. بطريقة مماثلة أيضاً، هذا النوع من الصمام يمكن استخدامه إما وضع مفتوح بشكل طبيعي أو مغلق بشكل طبيعي. في وضعية الصمام مفتوح بشكل طبيعي، فقط المنافذ 1 و 3 تحتاج للعكس بالاتصال في وضعية المغلق بشكل طبيعي. يمكن إعادة تموضع رأس الصمام مع مفعل عتلي دحروجي بـ 180° .

Fig. 4.17
صمام بعتلة دحروجية
مع عودة مهمة



4.4 صمام 4/2

يملك الصمام 4/2 أربع منافذ ووضعتين.

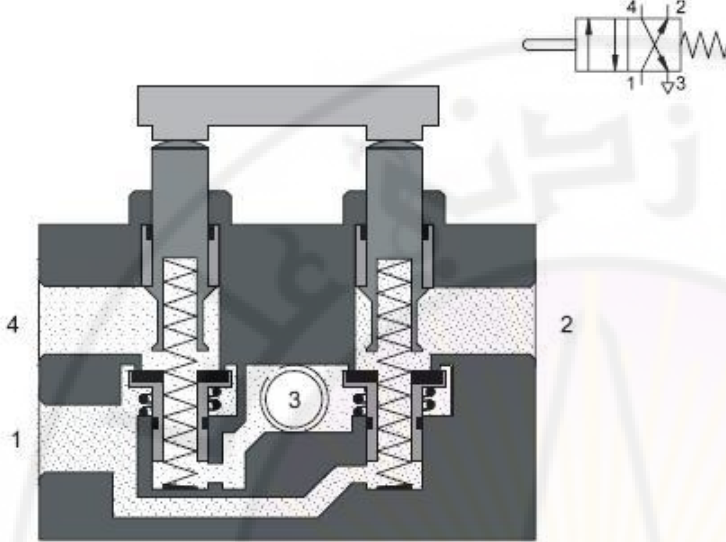


Fig. 4.18

صمام 4/2- كرسي قرص
غير مفعل

يكون صمام 4/2 كرسي قرص مشابه في التركيب إلى تركيب صمامين 3/2، صمام واحد مغلق بشكل طبيعي والآخر مفتوح بشكل طبيعي.

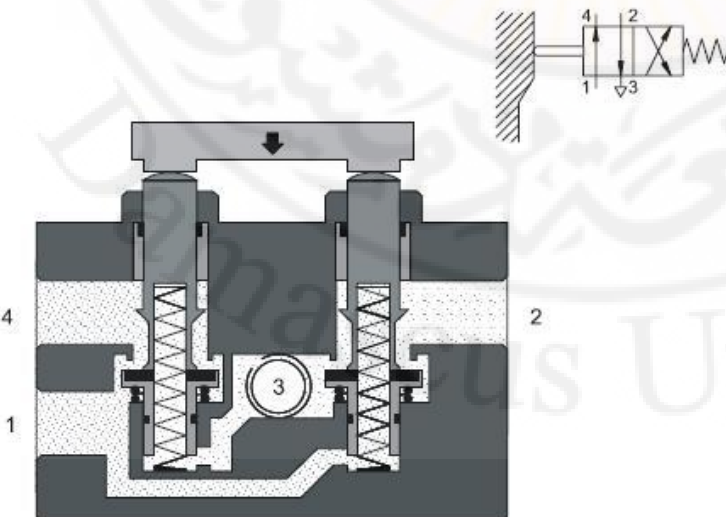
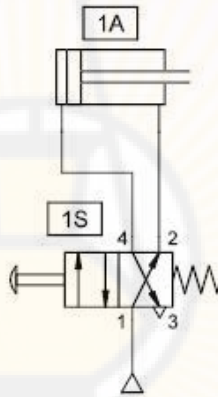


Fig. 4.19

صمام 4/2- كرسي قرص
مفعل

تفعيل الصمام: عندما يتم تفعيل الكباسين في آن واحد معاً، يتم إغلاق 1 إلى 2 و 4 إلى 3 بالحركة الأولى. عندما يتم كبس كباسات الصمام ضد الأقراص، بعكس قوة نابض إعادة التتضيد، فإنه تفتتح الممرات بين 1 إلى 4 و من 2 إلى 3. لا يملك الصمام وصلة تنفيس للتدخل ويعود إلى موقع البداية بواسطة نابض. تستخدم هذه الصمامات للتحكم في الأسطوانات ثنائية التأثير المستخدمة. هناك طرق تفعيل أخرى، وأنواع أخرى من البناء متوافرة لصمام 4/2 تتضمن زر كباس، تحكم إشارة هواء فردي، تحكم هواء مضاعف (ثنائي)، تفعيل عتلة دحرجية. دحرج (مسكة) و صفيحة منزلقة. في الأساس يُستخدم صمام 4/2 في وظائف مشابهة كصمام 5/2.

Fig. 4.20
مخطط الدارة: التحكم
باسطوانة ثنائية التأثير
بشكل مباشر



يملك صمام المنزلقة المسطحة الطولية مكبس تحكم من أجل قلب الصمام. على كل حال، تتواصل الخطوط أو تنفصل من واحد إلى آخر بواسطة منزلقة مسطحة إضافية.

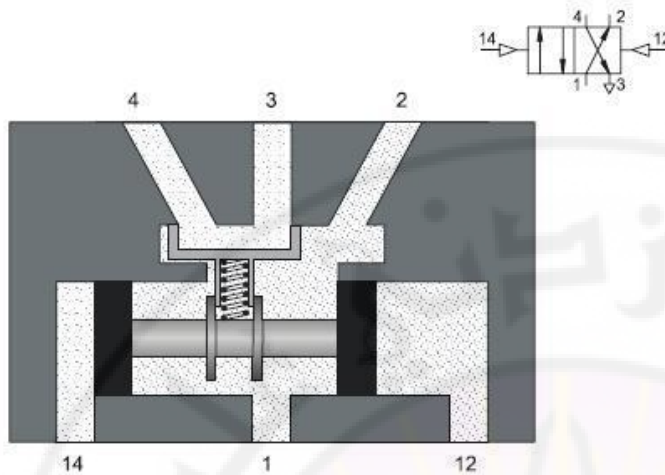


Fig. 4.21

صمام 4/2-مقاد ثنائيا
انزلاقي طولي ناعم

يتم قلب الصمام بواسطة تفعيل هواء مضغوط مباشرة عندما يتم إزالة الهواء المضغوط من منفذ التحكم، يبقى مكبس التحكم في الموقع المخصص حتى يتلقى إشارة من منفذ التحكم المعاكس.

4.5 صمام 4/3

يملك الصمام 4/3 أربعة منافذ وثلاث وضعيات . مثال على الصمام 4/3 هو صمام المنزلقة الصفائحية مع يداً وقدم تفعيل. عن طريق إدارة قرصين، تتصل القنوات أحدهما مع الآخر.

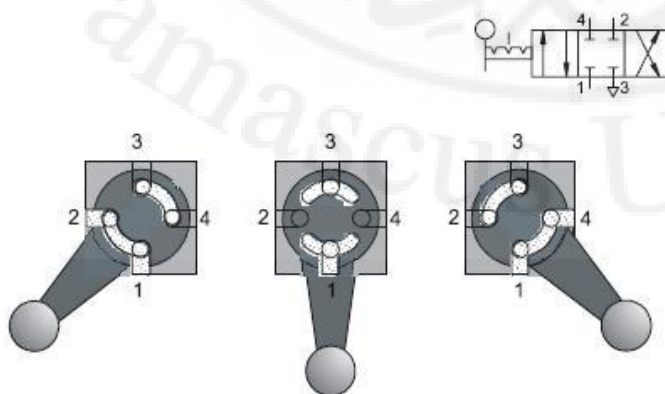
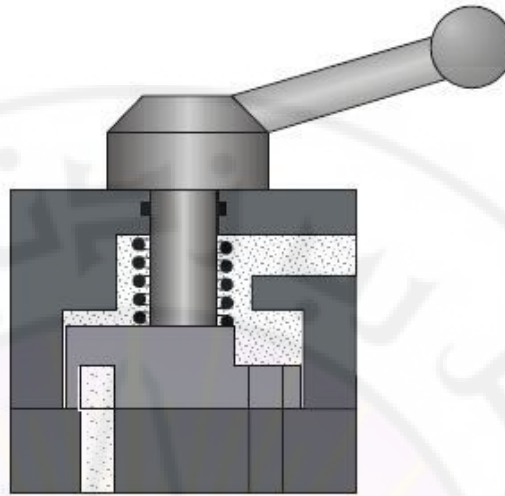


Fig. 4.22

صمام 4/3-صفائحية منزلقة
مغلق بوضع المنتصف

Fig. 4.23

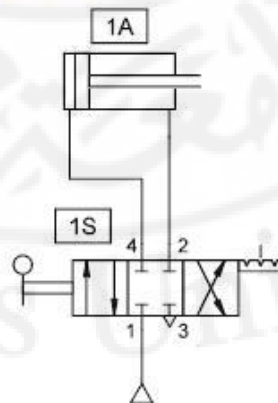
صمام 4/3 شريحة منزلقة
مقطع عرضي



في مخطط الدارة هذا ، تكون خطوط الصمام 4/3 مغلقة في وضعية المنتصف . يُمكن هذا قضيب المكبس للأسطوانة من التوقف في أي موقع في مجال الشوط، على الرغم من ذلك لا يمكن تحديد المواقع المتوسطة لقضيب المكبس بدقة . بسبب إنضغاطية الهواء، سوف يتم اتخاذ موقع آخر إذا تغير الحمل على قضيب المكبس.

Fig. 4.24

مخطط الدارة : التحكم
باسطوانة ثنائية التأثير
بشكل مباشر



4.6 صمام 5/2

يملك صمام 5/2 خمس منافذ ووضعتين . يُستخدم صمام 5/2 بشكل أساسي كعنصر تحكم من أجل التحكم بالأسطوانات.

مثال على الصمام 5/2، صمام منزلقة طولية، تستخدم مسكنة طيارة كعنصر تحكم. يؤدي هذا إلى توصيل أو فصل الخطوط المعتبرة بواسطة الحركة الطولية. تكون قوة التفعيل المطلوبة أقل، بسبب عدم وجود قوى معاكسة ناتجة عن الهواء المضغوط أو نابض.

يمكن استخدام كافة أنواع التفعيل في صمامات المنزلقة الطولية، أي: يدوي، ميكانيكي، كهربائي أو بالهواء المضغوط. هذه الأنواع من التفعيل يمكن أن تُستخدم أيضاً من أجل إعادة تنصيب الصمام إلى وضع البداية.

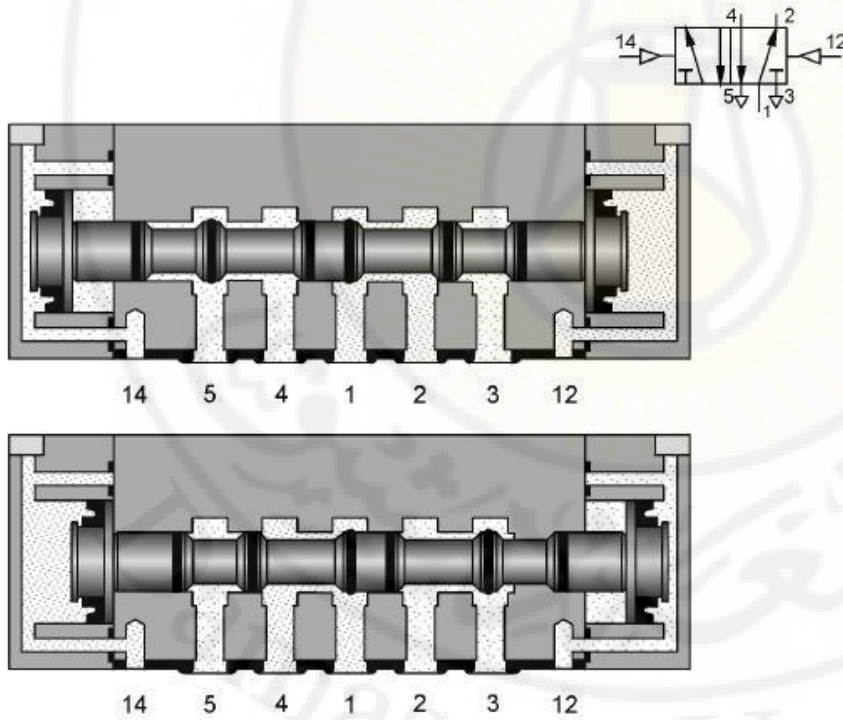


Fig. 4.25

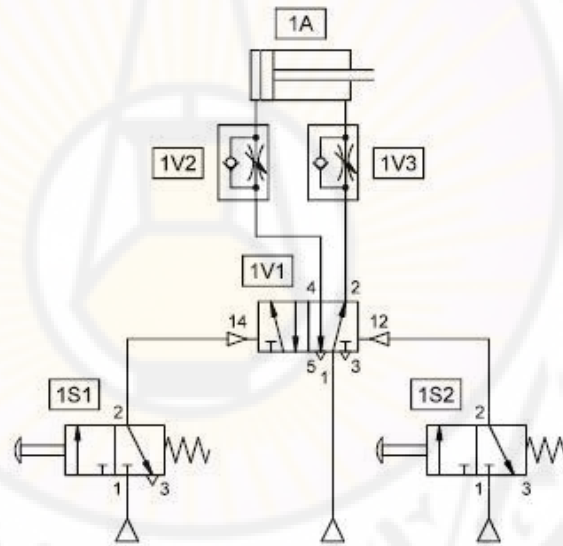
صمام 5/2 :
مبدأ الإنزلاق الطولي

تكون رحلة (انتقال - شوط) التفعيل أكبر بشكل معتبر من صمامات الكرسي. يسبب العزل مشكلة في هذا النوع من الصمامات المنزلقة. يُعرف هذا النوع من التوافق في الهيدروليّات بمعدن لمعدن، يتطلب أن تُركَّب المسكة (الدحرجة) في الثقب للحاوية بدقة. في صمامات الهواء المضغوط، يجب ألا تتجاوز الفجوة بين الدحرجة (المسكة) وثقب الحاوية (0.002 - 0.004 mm)، وإلا فإن فواقد التهريب سوف تكون كبيرة جداً. للحفاظ على تكاليف التجهيزات الغالية هذه، يتم عزل المسكة بحلقات 0- أو حشوة فنجانية ثنائية أو يتم عزل ثقب الحاوية بحلقات 0-. لتجنب أذية العوازل، يتم توزيع منافذ الاتصال حول محيط حاوية المسكة (الدحرجة).

Fig. 4.26

مخطط الدارة:

التحكم بأسطوانة ثنائية التأثير بشكل غير مباشر



بشكل عام، يتم استبدال صمام 4/2 بصمام 5/2. يملك صمام 5/2 فوائد في شكل الممرات والسماح بالتنفيس في كلاً من التمدد والتراجع للهواء في الأسطوانات ليتم التحكم بها بشكل منفصل. تُجزّز دائرة صمام 5/2 وظائف التحكم الأساسية نفسها كدائرة صمام 4/2.

هناك طريقة أخرى للعزل هي استخدام كرسي قرص معلق مع حركة تبديل صغيرة بشكل نسبي. يقوم عازل كرسي القرص بوصل المنفذ 1 إما مع المنفذ 2 أو المنفذ 4. تغلق العوازل الثانوية في مكابس المسكات أيًا كان منفذ التنفيس غير مطلوب. يملك الصمام في المخطط في الأسفل زر إلغاء يدوي على كل نهاية لتشغيل مسكة الصمام بشكل يدوي.

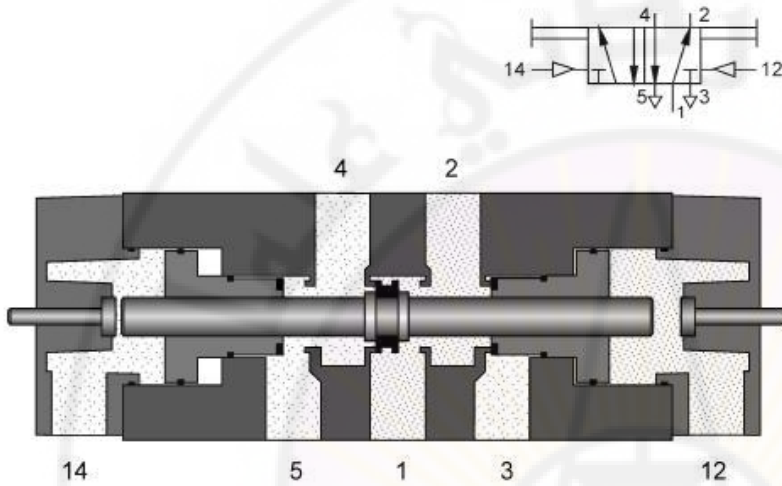


Fig. 4.27
صمام 5/2-مقاد ثنائي
كرسي قرص معلق
التدفق من 1 إلى 2

يملك صمام 5/2 ذي التحكم الطيار الثنائي خاصية تحكم الذاكرة. يتم عكس الصمام من المنفذ 14 أو 12 بواسطة إشارات هواء مضغوط تبادلية. يتم تذكر الموقع الجديد هذا حتى تحدث إشارة وحيدة أخرى.

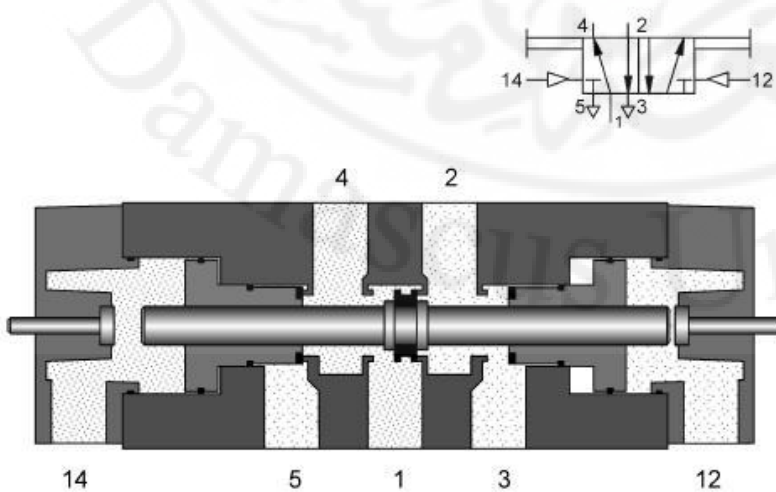
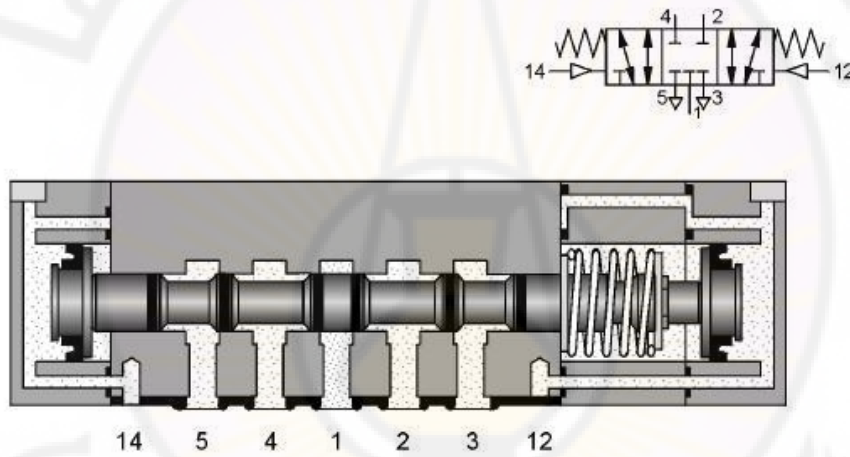


Fig. 4.28
صمام 5/2-مقاد ثنائي
كرسي قرص معلق
التدفق من 1 إلى 4

4.7 صمام 5/3

يملك صمام 5/3 خمس منافذ عاملة وثلاثة مواقع تبديل. مع هذه الصمامات، يمكن إيقاف الأسطوانات ثنائية التأثير ضمن مجال الشوط، هذا يعني، أن مكبس الأسطوانة تحت الضغط (معرض للضغط) في موقع المنتصف (للصمام) يكون باختصار مثبت في الموقع المغلق بشكل طبيعي وفي الموقع المفتوح بالوضع الطبيعي، يمكن للمكبس أن يتحرك دون أن يكون تحت الضغط. إذا لم تطبق الإشارات على أحد منفذي التحكم، يبقى الصمام متمركزاً بفعل النابض في موقع المنتصف.

Fig. 4.29
صمام 5/3-
مغلق بالوضع الطبيعي



4.8 قيم التدفق للصمامات

إن فاقد الضغط ومعدل تدفق الهواء دلائل مهمة للمستخدم. يعتمد اختيار الصمام على

- حجم وسرعة الأسطوانة
- ترددية التبديل المطلوبة
- هبوط الضغط المحتمل

يتم اختيار صمامات الهواء المضغوط بمعدل التدفق الاسمي لها. يجب الأخذ بالاعتبار عوامل متعددة لحساب قيم التدفق. هذه العوامل هي:

P_1 الضغط على طرف مدخل الصمام (kPa or bar)

P_2 الضغط على طرف مخرج الصمام (kPa or bar)

Δp الضغط التفاضلي (kPa or bar)

T_1 درجة الحرارة (K)

q_n معدل التدفق الاسمي (l/min)

خلال القياس، على الهواء أن التدفق خلال الصمام في اتجاه واحد. يتم قياس ضغط الدخل وضغط الخرج وقياس تدفق الهواء بواسطة مقياس تدفق.

إن المعلومات المتعلقة بقيم التدفق الاسمي يمكن أن توجد في فهرس المصنّع.

4.9 التشغيل الموثوق للصمامات

تركيب صمامات العتلة الدحرجية

تعتمد الوثوقية في سلسلة التحكم بقوة على التركيب الصحيح للصمامات الحديدية. من أجل كل التصميمات للصمامات الحديدية فإن التركيب يجب أن يسمح بضبط بسيط أو إعادة ضبط الموقع الصمام الحدي ليتم تحقيق التنظيم الدقيق لحركات الأسطوانة ضمن سلسلة التحكم.

تجهيزات الصمامات

بعيداً عن الاختيار الدقيق للصمامات، فإن التجهيز الصحيح يتطلب أساساً من أجل خواص التبديل الموثوقة، تشغيل خالٍ من المشاكل والوصول السهل من أجل أعمال الصيانة والإصلاح. ينطبق هذا على كل من الصمامات في قسم القدرة والصمامات في قسم التحكم. يتم تسهيل الصيانة والإصلاح بواسطة:

- ترقيم المركبات
- تضمين المظهرات البصرية
- توثيق شامل

يتم تجهيز الصمامات المفعلة بشكل يدوي من أجل إشارة الدخل بشكل عام في لوحة التحكم أو طاولة التحكم. ذلك أنه عملي ومريح لاستخدام الصمامات ذات المؤازرات التي يمكن أن تجهز على الصمام الأساسي. تتوافر مؤازرات متعددة من أجل تشكيلة واسعة من وظائف الدخل. تتحكم الصمامات بشكل عناصر تحكم بسلسلة مركبات القدرة للهواء المضغوط. نحتاج لأن يتم تشييدها بطريقة بحيث يمكن تشغيلها بدرجة فعل سريعة للمؤازرات قدر الإمكان، لذلك يجب وضع صمامات القدرة قريبة قدرة الإمكان إلى المؤازر لكي يتم الحفاظ على أطوال الخطوط، وهكذا أزمنة التبديل قصيرة قدر الإمكان. بشكل مثالي، يجب أن يُجهز صمام القدرة ويركب مباشرة على وسيلة القيادة. فائدة أخرى لهذا هي أن زمن التوصيل، التمديد والتجميع يمكن أن يختصر.

الفصل 5

صمامات عدم الرجوع بالتدفق والضغط،
مكونات الصمام

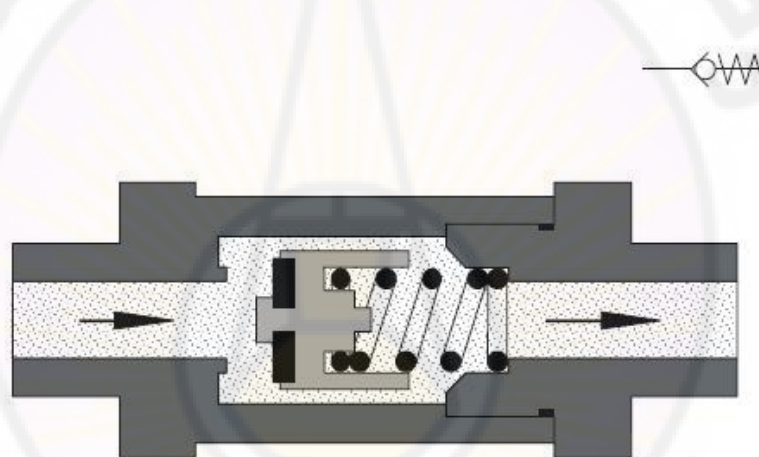
5.1 صمامات عدم الرجوع

إن صمامات عدم الرجوع هي عبارة من وسائل توقف التدفق بوضوح في اتجاه واحد وتسمح بالتدفق في الاتجاه المعاكس. يؤثر الضغط على الطرف الأمامي ضد مركب الحصر، وبذلك يساعد مفعول العزل للصمام.

صمامات الكبح

يمكن لصمامات الكبح إيقاف التدفق بشكل كامل في اتجاه واحد، في الاتجاه المعاكس يكون التدفق حراً مع هبوط ضغط منخفض تبعاً لمقاومة الصمام. إن إغلاق اتجاه واحد يمكن أن ينتج بواسطة المخاريط، الكرات، صفائح أو أغشية.

Fig. 5.1
صمام عدم رجوع



عناصر الوصل (الدمج)

عناصر مجهزة على وصلة ثلاثية الطرق (المنافذ) والتي لا تملك خواص عدم الرجوع وحركة مباشرة لإشارة الهواء. الصمامان هنا العائدان إلى عناصر الوصلة يملكان خواص منطقية والتي تحدد مرور إشارتي الدخل. يتطلب صمام الضغط الثنائي إشارتين (دالة And) لينتج خرج ويتطلب الصمام المكوكي على الأقل إشارة دخل واحدة على الأقل (دالة OR) لينتج الخرج. هذه عناصر معالجة والتي تتم فيها معالجة إشارتين داخلياً وتكون النتيجة إشارة خرج على المنفذ 2.

صمام الضغط الثنائي : دالة And المنطقية

يملك صمام الضغط الثنائي مدخلان 1 و (3) 1 ومخرج واحد 2. يتدفق الهواء المضغوط عبر الصمام إذا تم تطبيق إشارات على كلا المدخلين. إشارة دخل واحدة على 1 أو (3) 1 تَسُد التدفق تبعاً إلى القوى التفاضلية على المكبس المنزلق. إذا تم تطبيق الإشارات على كل من 1 و (3) 1، فإن الإشارة التي طبقت أخيراً تعبر إلى المخرج، إذا كانت إشارتي الدخل مختلفتي الضغط، فإن الأكبر منهما تُغلق الصمام وضغط الهواء الأقل يعبر إلى المخرج 2. يستخدم صمام الضغط الثنائي بشكل أساسي من أجل التحكمات التشكافية، تحكمات الأمان، وظائف الكبح وعمليات And المنطقية.

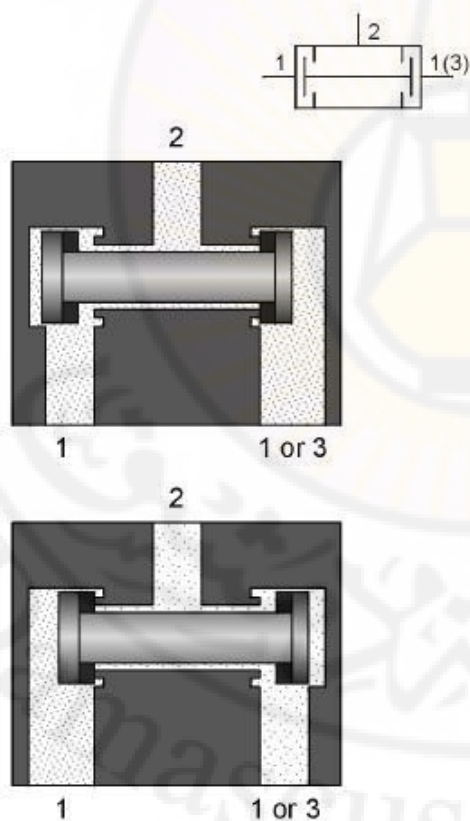
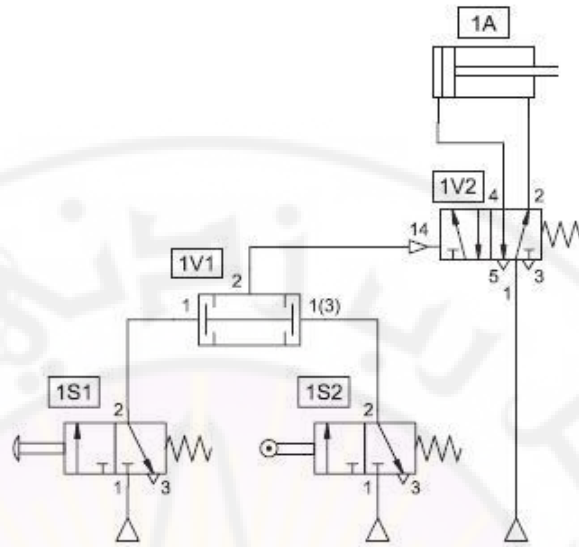


Fig. 5.2

صمام ضغط ثنائي:

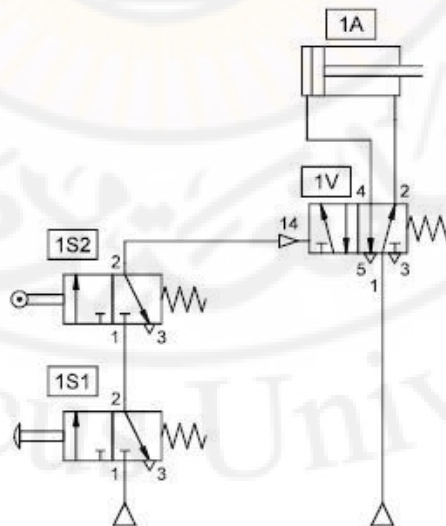
دالة AND المنطقية

Fig. 5.3
مخطط دائرة مع
صمام ضغط ثنائي



تكافئ دائرة صمام الضغط الثنائي إلى وسيلتين توليد إشارة دخل على التسلسل أي، واحدة بعد الأخرى (صمام 3/2، وضعية مغلق بشكل طبيعي). تعبر إشارة الخرج كل الطريق فقط إذا تم تشغيل كلا عناصر الإشارة.

Fig. 5.4
مخطط الدارة:
دالة AND متتالية



إن سيئة التبديل المتنوع أنه عملياً يقود هذا إلى خطوط طولية بشكل زائد بين الصمامات. علاوةً على ذلك، لا يمكن استخدام الإشارة من الصمام 1S2 في منطقي آخر، طالما أن الصمام 1S2 فقط مضغوط إذا تم تفعيل الصمام 1S1.

الصمام المكوكي: دالة OR المنطقية

يملك عنصر عدم الرجوع مدخلين 1 و 1(3) ومخرج واحد 2. إذا تم تطبيق الهواء المضغوط على المدخل الأول 1، فإن كرسي الصمام يقوم بعزل المدخل المعاكس 1(3)، ويتدفق الهواء من 1 إلى 2. المدخل 1 مغلق، إذا عبر الهواء من 1(3) إلى 2. يتم توليد الإشارة على المخرج. عندما ينعكس تدفق الهواء أي، يتم تنفيس الأسطوانة أو الصمام، يبقى الكرسي في موقعه المفترض السابق بسبب شروط الضغط. يدعى هذا الصمام أيضاً عنصر OR. إذا توجب تفعيل صمام تحكم أو أسطوانة من موقعين أو أكثر، فإنه يجب استخدام صمام مكوكي أو أكثر.

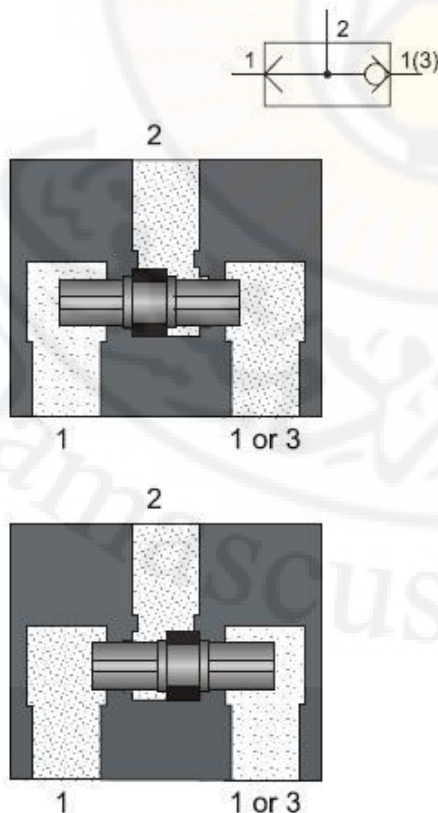
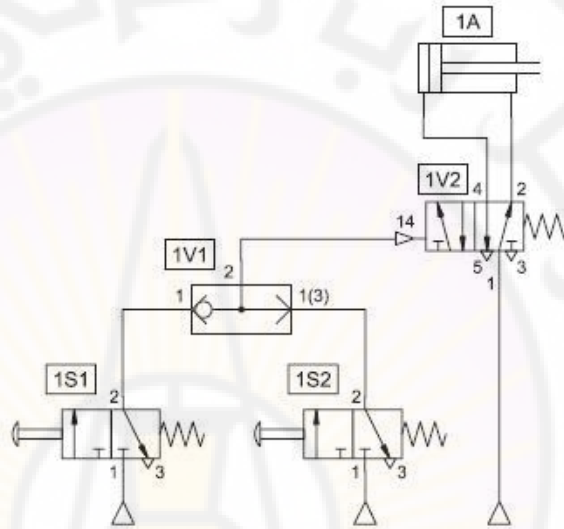


Fig. 5.5

صمام مكوكي:
دالة OR المنطقية

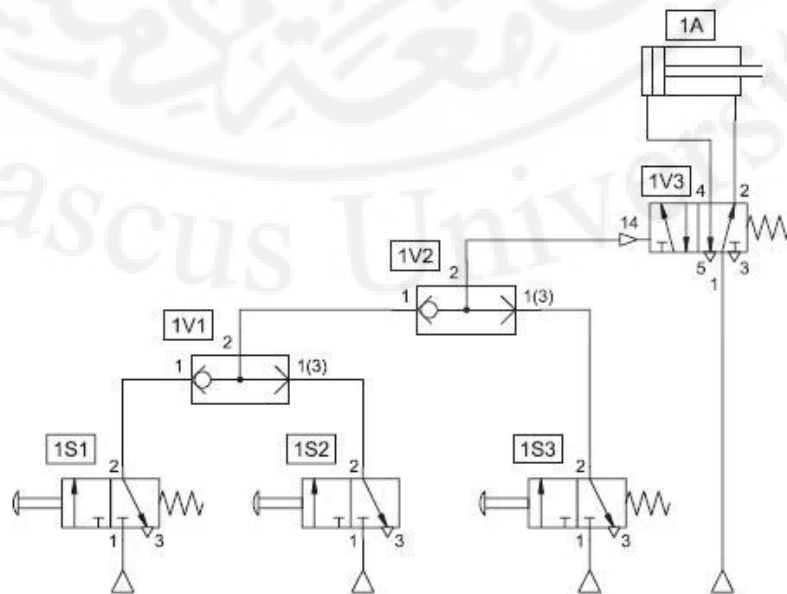
في المثال المبين، يجب على أسطوانة أن تتقدم باستخدام صمام بيدين اثنتين للتشغيل، والذي يمكن أن يجهز على مسافات مختلفة من الأسطوانة. بدون استخدام الصمام المكوكي، فإن الهواء المضغوط سوف يتدفق بشكل أساسي عبر المنفذ 3 للصمام 1S2، إذا تم تفعيل الصمام 1S1.

Fig. 5.6
التحكم بأسطوانة
مع عنصري دخل



يمكن أن يتم توصيل صمامات مكوكية لخلق شروط OR منطقية إضافية، مثلاً: كما هو مبين في الأسفل: إذا تم تشغيل واحد من الأزوار الضاغطة الثلاثة، فإن الأسطوانة تتمدد.

Fig. 5.7
التحكم بأسطوانة مع
ثلاثة عناصر دخل



صمام التنفيس السريع

يستخدم صمام التنفيس السريع لزيادة سرعة المكبس للأسطوانة. يُمكن هذا من تجنب أزمّة التراجع الطويلة، خصوصاً مع الأسطوانة أحادية التأثير. إن مبدأ العمل هو السماح للأسطوانة بالتراجع بسرعتها العظمى تقريباً عن طريق تخفيض مقاومة التدفق للهواء المنفّس (المطروح) خلال حركة الأسطوانة. لتخفيض المقاومة، يتم طرد الهواء إلى الوسط المحيط قريباً من الأسطوانة عبر فتحة فوهة واسعة. يملك الصمام وصلة تزويد قابلة للإغلاق 1، وصلة تنفيس قابلة للإغلاق 3 ومخرج 2.

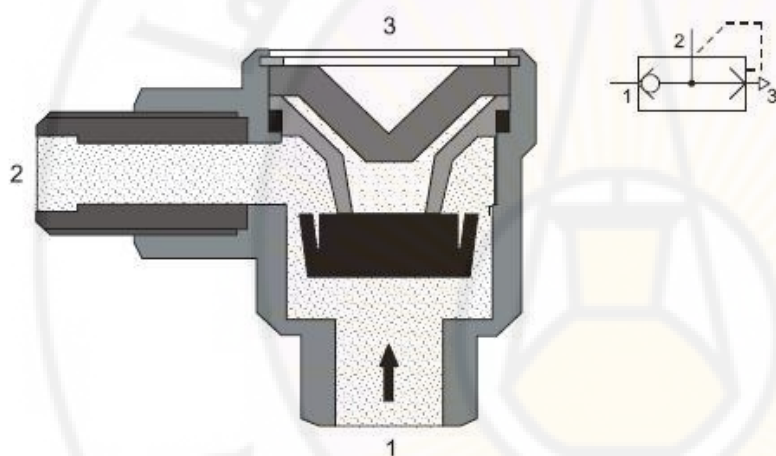


Fig. 5.8

صمام تنفيس سريع

التدفق من 2 إلى 1

إذا تم تطبيق الضغط على المنفذ 1، فإن قرص العزل يغطي مخرج التنفيس 3، بينما يعبر الهواء المضغوط من 1 إلى 2 إذا لم يعد الضغط مطبقاً بعد على 1، فإن الهواء يأتي من 2، يتحرك قرص العزل باتجاه المنفذ 1 ويُغلق هذا، بينما يتم تنفيس هواء التنفيس مباشرة إلى الوسط المحيط. لا حاجة لأن يجتاز الهواء عبر مجرى طويل و ربما محصور ليصل إلى صمام التحكم الاتجاهي عبر خطوط التوصيل. من المفيد تركيب صمام التنفيس السريع بشكل مباشر على الأسطوانة أو قريباً منها قدر الإمكان.

Fig. 5.9
صمام تصريف سريع:
التدفق من 2 إلى 3

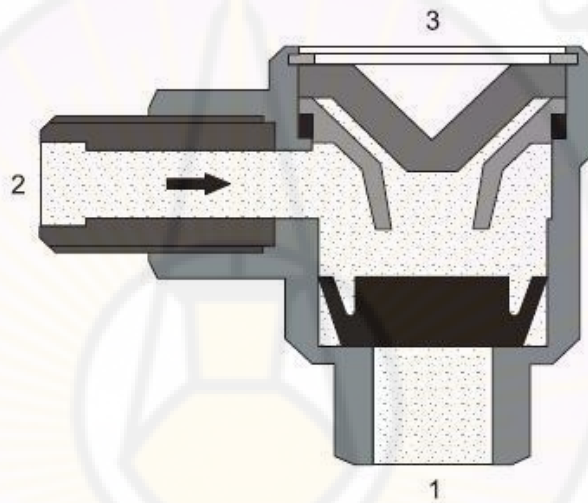
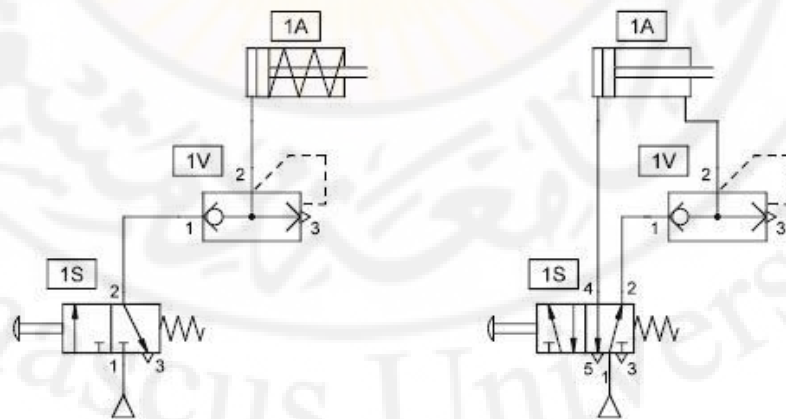


Fig 5.10
مخطط الدارة مع صمام
تصريف سريع



صمامات الإغلاق

صمامات الإغلاق هي عبارة عن صمامات غير قابلة للمعايرة، والتي تحرر أو تغلق التدفق في كلا الاتجاهين : أمثلة نموذجية هي صنبور إيقاف وصنبور كرة.

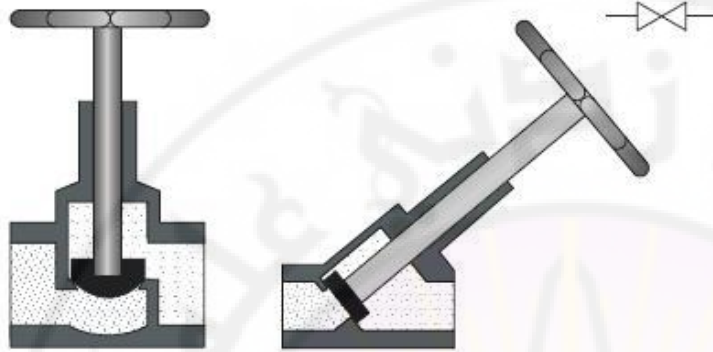


Fig. 5.11
صنبور إيقاف

5.2 صمامات التحكم بالتدفق

تؤثر صمامات التحكم بالتدفق على التدفق الحجمي للهواء المضغوط في كلا الاتجاهين. الصمام الخانق هو صمام تحكم بالتدفق.

الصمام الخانق، ثنائي الاتجاه

الصمام الخانق قابل للمعايرة بشكل طبيعي ويمكن قفل الضبط في وضع. يتم استخدام الصمامات الخانقة من أجل التحكم بالسرعة للأسطوانات. يجب أخذ العناية أن الصمام الخانق لا يغلق بشكل كامل، يُخفّض الهواء من النظام.

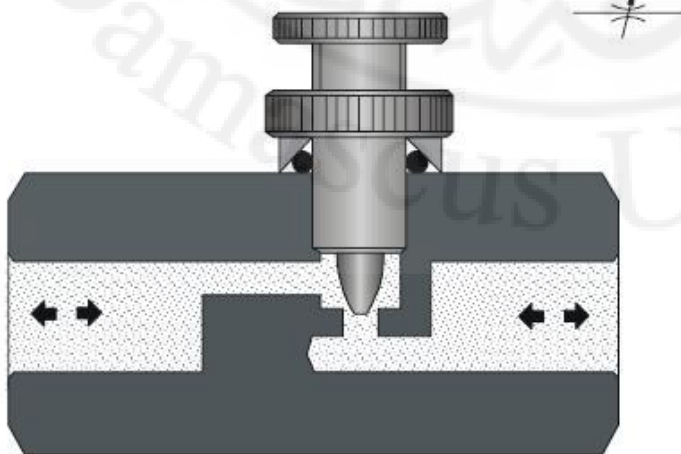


Fig. 5.12
صمام خنق

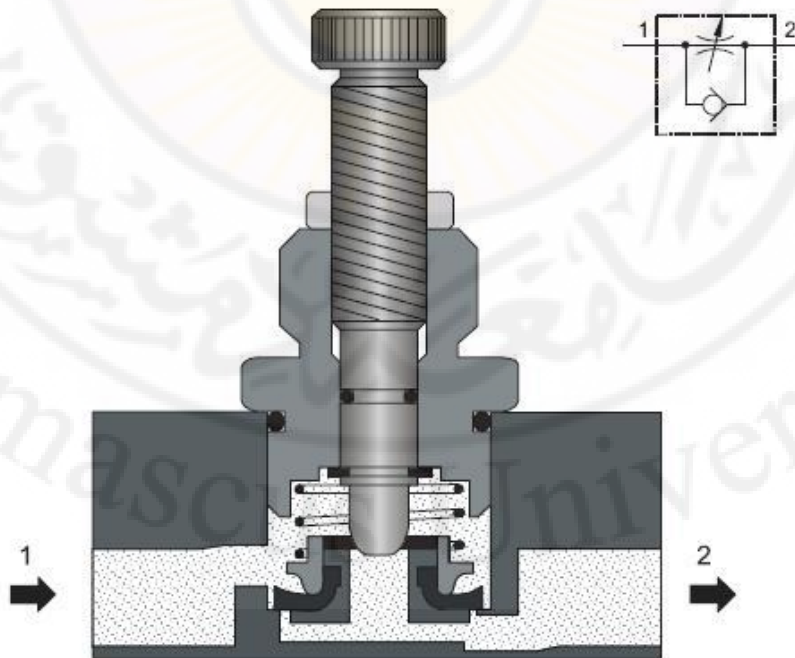
إن خواص صمامات التحكم بالتدفق تبعاً لمبدأ التشبيد:

- صمام خانق:
- في الصمام الخانق، إن طول قسم الخنق أكبر من قطره.
- صمام غشائي:
- في الصمام الغشائي، طول قسم الخنق أقل من قطره.

صمام التحكم بالتدفق ذي الاتجاه الواحد

في حالة صمام التحكم بالتدفق ذي الاتجاه الواحد، يتم خنق تدفق الهواء في اتجاه واحد فقط، يقوم صمام كبح بسد تدفق الهواء في فرع التدفق الجانبي ويمكن للهواء التدفق فقط خلال المقطع العرضي المنظم. في الاتجاه المعاكس، يمكن للهواء التدفق بحرية من خلال صمام الكبح المفتوح. تستخدم هذه الصمامات من أجل تنظيم السرعة للمؤازرات وإذا كان بالإمكان، يجب أن يتم تركيبه على الأسطوانة مباشرة.

Fig. 5.13
صمام تحكم بالتدفق
باتجاه واحد



أساساً، هناك نوعين من دارات الخنق لأسطوانات ثنائية التأثير:

- خنق هواء التزويد
- خنق هواء التنفيس

خنق هواء التزويد

من أجل خنق هواء التزويد، يتم تركيب صمامات تحكم بالتدفق باتجاه واحد وهكذا يتم خنق الهواء الداخل إلى الأسطوانة. يمكن لهواء التنفيس أن يخرج بحرية من خلال صمام الكبج لصمام الخنق على طرف الخرج للأسطوانة. أقل تأرجحات في الحمل على قضيب المكبس، كالذي يحدث في المثال عند اجتياز مبدّل حدي، يؤدي إلى شذوذ كبير جداً في سرعة التغذية. الحمل في اتجاه حركة الأسطوانة يُسرّع الأسطوانة فوق القيمة المضبوطة. لذلك فإن خنق هواء التزويد يمكن أن يستخدم من أجل الأسطوانات أحادية التأثير والصغيرة الحجم.

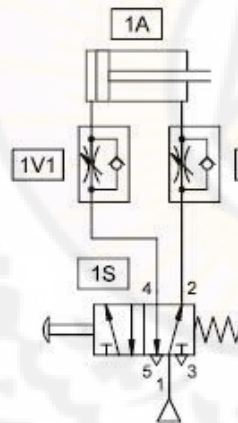


Fig. 5.14

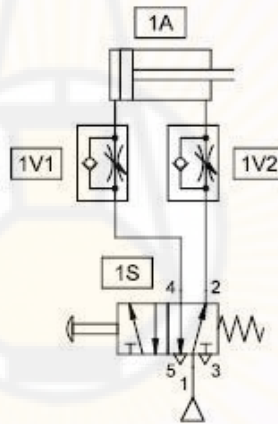
خنق هواء التزويد

خفق هواء التنفيس

في خفق هواء التنفيس، يتدفق هواء التزويد بحرية إلى الأسطوانة ويتم خفق هواء التنفيس. في هذه الحالة يتم حمل المكبس بين وسادتين من الهواء. تنتج الوسادة الأولى من ضغط التزويد على الأسطوانة و الأسطوانة الثانية من الهواء المنفس المخنوق بفوهة صمام تحكم بالتدفق ذي اتجاه واحد. إن ترتيب صمامات تحرير الخنف في هذه الطريقة يسهم بشكل فعلي في تحسين سلوك التغذية. يجب أن يستخدم خفق هواء التنفيس على الأسطوانات ثنائية التأثير. في حالة الأسطوانات الصغيرة، يجب اختيار تحكم بتدفق الهواء على المزود و المنفس بسبب كمية الهواء المنخفضة.

Fig. 5.15

خفق هواء التصريف



صمام تحكم بالتدفق ذي اتجاه واحد قابل للمعايرة بشكل ميكانيكي

في حمامات التحكم بالتدفق ذات الاتجاه الواحد القابلة للمعايرة ميكانيكياً، يمكن أن تتغير سرعة الأسطوانة خلال الشوط. يمكن ضبط السرعة الأساسية بواسطة برغي معايرة. بواسطة مرافق ذي شكل غير نظامي، والذي يقوم بتنفيذ العتلة الدحرجية لصمام التحكم بالتدفق ذي الاتجاه الواحد القابل للمعايرة ميكانيكياً، تتغير مساحة المقطع العرضي المخنوقة بشكل معتبر.

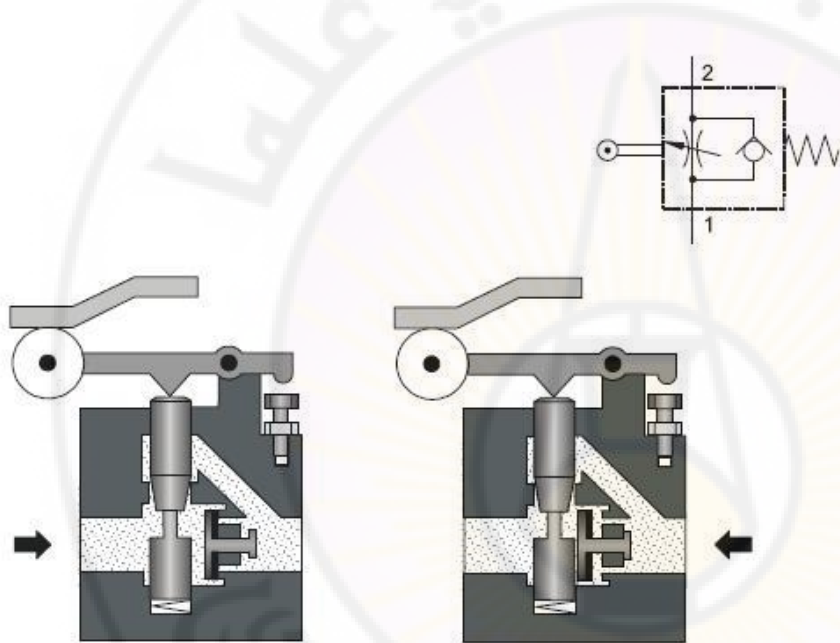


Fig. 5.16

صمام تحكم بالتدفق
باتجاه واحد قابل للتعديل
بشكل ميكانيكي

5.3 صمامات الضغط

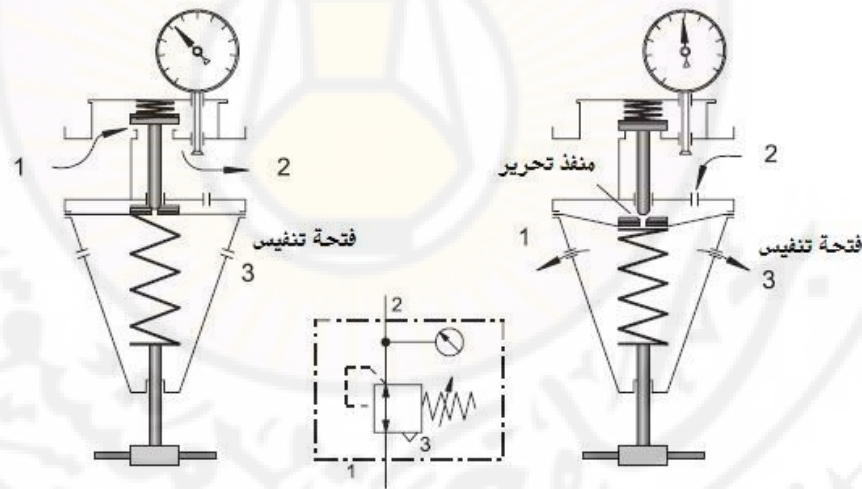
إن صمامات التحكم بالضغط عناصر تؤثر في الضغط بشكل مسيطر، أو تتحكم بقيمة الضغط. يتم تقسيمها إلى ثلاث مجموعات:

- صمام معايرة الضغط.
- صمام تحديد الضغط.
- صمام ضغط تسلسلي.

صمام معايرة الضغط

تم البحث في صمام معايرة الضغط تحت القسم B2.6 "وحدة الخدمة". إن الهدف من هذه الوحدة هو إبقاء الضغط ثابتاً على الرغم من تأرجحات المزود. يجب أن يكون ضغط التزويد أكبر من ضغط الخرج المطلوب.

Fig. 5.17
صمام تنظيم الضغط



صمام تحديد الضغط

تُستخدم صمامات تحديد الضغط بشكل أساسي كصمامات أمان (صمامات تحرير الضغط). تمنع تجاوز الضغط الأعظمي المسموح في النظام. إلى وصل الضغط الأعظمي إلى مدخل الصمام، فإن المخرج ينفث ويتم تنفيس ضغط الهواء الزائد إلى الوسط المحيط. يبقى الصمام مفتوحاً حتى يتم إغلاقه بواسطة النابض الضمني بعد الوصول إلى ضغط النظام المضبوط مسبقاً.

صمام الضغط التسلسلي

إن مبدأ عمل هذا الصمام هو نفس صمام تحديد الضغط. إذا تجاوز الضغط تلك القيمة المَعَدَّة على النابض، يفتح الصمام.

- ينغلق التدفق من 1 إلى 2. يفتح المخرج 2 فقط إذا نشأ ضغط مَعَدَّ مسبقاً في خط التحكم 12 .
تفتح دحرجة التحكم الطيار المجرى من 1 إلى 2.

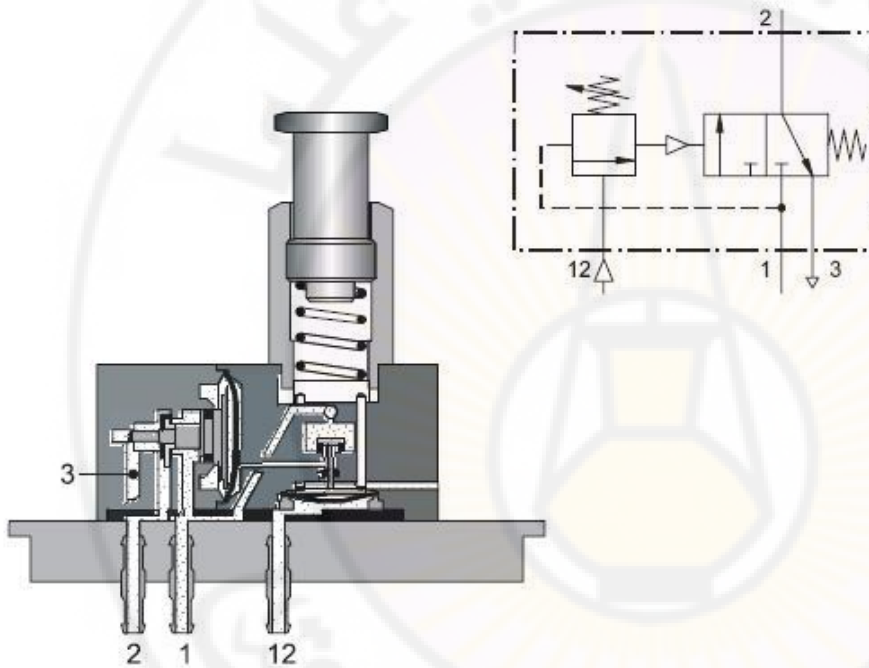
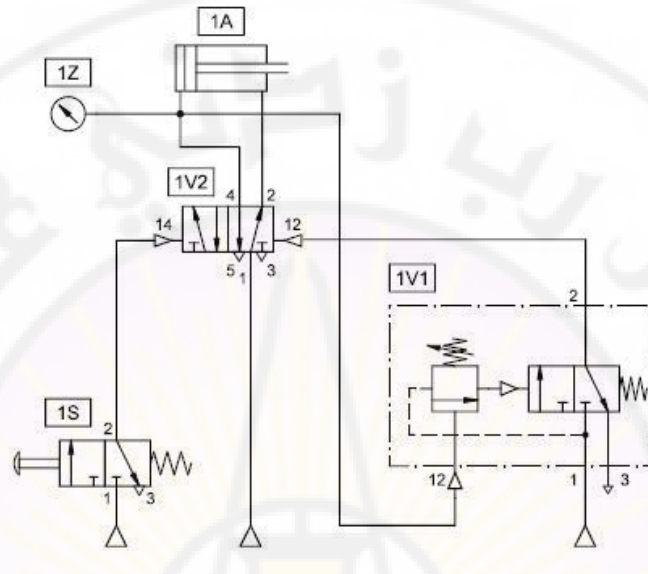


Fig. 5.18

صمام ضغط تسلسلي
قابل للمعايرة

يتم تركيب صمام الضغط التسلسلية في تحكمات الهواء المضغوط حيث تتطلب ضغط محدد من أجل عملية التبديل (تحكمات معتمدة على الضغط).

Fig. 5.19
مخطط الدارة مع صمام
ضغط تسلسلي



5.4 الصمامات التراكمية (المجمعة أو الموحدة)

يمكن تجميع وضَمّ تركيبات من مجموعات تحكم مختلفة إلى جسم وحدة واحدة مع الملحقات، الخواص والتشبيد لمجموعة الصمامات. تعود هذه إلى الصمامات المجمعة وتمثل رموزها المركبات المتنوعة، والتي شُكِّلَتْ منها الوحدة المجمعة. يمكن تعريف الوحدات التالية كصمامات مجمعة (أو مركبة):

- صمامات التأخير الزمني: لتأخير الإشارات
- كُتْلَ تحكم الهواء: من أجل تنفيذ الحركات الفردية والترددية باستخدام أسطوانات ثنائية التأثير
- صمام 5/4 : لإيقاف الأسطوانة الثنائية التأثير في أي موقع
- صمام 8 مشغل بالهواء: من أجل التحكم بوحدات التغذية
- مؤلّد النبضات: من أجل تنفيذ الحركات السريعة للأسطوانة
- مؤلّد الخلاء (الفاكيوم) مع قاذف: من أجل تطبيقات الالتقاط والوضع
- الوحدّات الخطوية: من أجل مهمات التحكم المتتابعة
- وحدات ذاكرة الأمر: من أجل الإقلاع بشروط إشارة دخل

صمام التأخير الزمني

يضم صمام التأخير الزمني صمام 3/2، صمام تحكم بالتدفق ذي اتجاه واحد وخزان هواء، يمكن أن يكون الصمام 3/2، صمام مغلق أو مفتوح بالوضع الطبيعي. يكون زمن التأخير بشكل عام (0-30 sec) لكلا نوعي الصمامات.

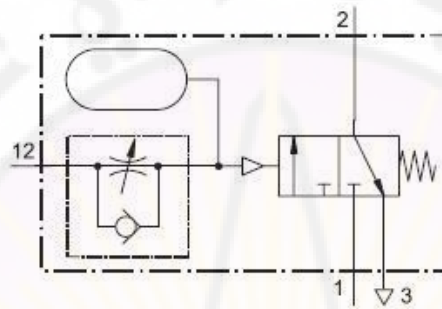
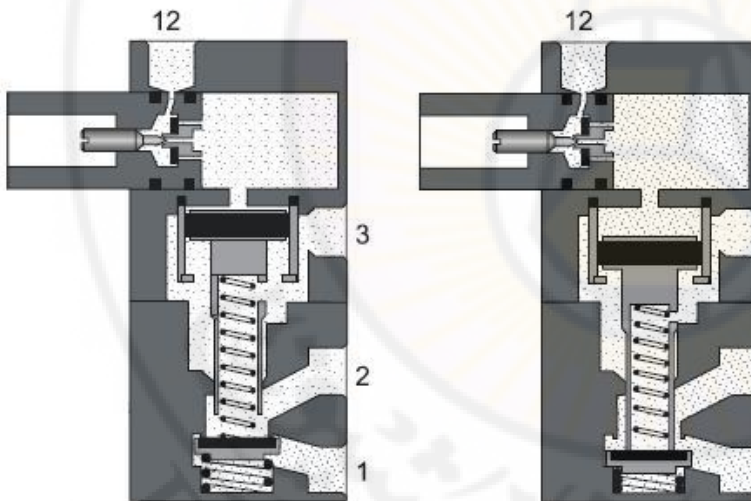


Fig. 5.20

صمام تأخير زمني:
مغلق بالوضع الطبيعي



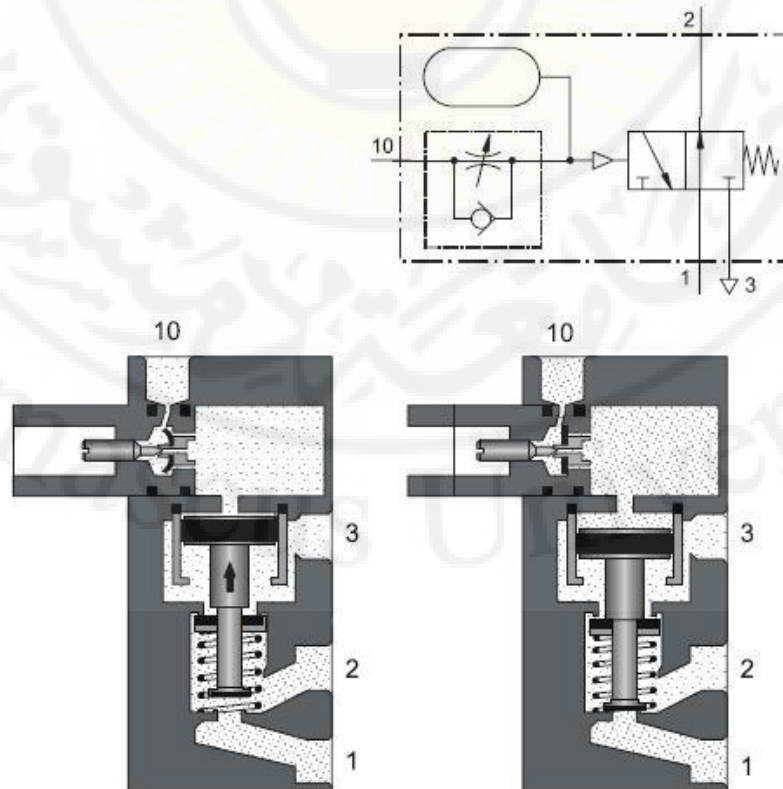
باستخدام خزانات إضافية، يمكن أن يتم تمديد الزمن. يتم ضمان تبديل زمني دقيق، إذا كان الهواء نظيف و الضغط ثابت نسبياً.

مبدأ التشغيل

ينطبق مبدأ التشغيل التالي على صمام تأخير زمني ذي صمام 3/2 في وضعية مغلق بشكل طبيعي: يتم تزويد الهواء المضغوط إلى الصمام عبر الوصلة 1. يتدفق هواء التحكم إلى الصمام من 12 عبر صمام تحكم بالتدفق ذي اتجاه واحد بالاعتماد على ضبط برغي الخنق، فإنه تتدفق كمية أكبر أو أصغر من الهواء عبر واحدة الزمن إلى خزان الهواء. عندما ينشأ ضغط التحكم الضروري في خزان الهواء، تتحرك دحرجة التحكم الطيار للصمام 3/2 للأسفل. يسد هذا الممر من 2 إلى 3. يرتفع قرص الصمام من كرسية وهكذا يتدفق الهواء من 1 إلى 2. إن الزمن اللازم ليرتفع الضغط في خزان الهواء مساوٍ التأخير الزمني التحكم للصمام.

إذا توجب تبديل صمام التأخير الزمني إلى وضعه الابتدائي، فإنه يجب تنفيس خط التحكم 12. يتدفق الهواء من خزان الهواء إلى الوسط المحيط عبر وصلة جانبية لصمام التحكم بالتدفق ذي الاتجاه الواحد ثم إلى خط التنفيس. يقوم نابض الإعادة للصمام بإعادة مسكة التحكم وقرص الصمام إلى مواقعها الأولية. يتم تنفيس الخط 2 إلى 3 ويتم سد 1.

Fig. 5.21
صمام تأخير زمني :
مفتوح بالوضع الطبيعي



يتضمن صمام التأخير الزمني المفتوح، صمام 3/2 مفتوح. في البداية يكون الخرج 2 مفعّل. عندما يتبدّل الصمام في طريق 10 يتم تنفيس المخرج 2 إلى 3 وينغلق 1. النتيجة، تنقطع إشارة الخرج بعد زمن التأخير المضبوط مسبقاً.

ينسجم زمن التأخير مرة ثانية مع الضغط المتصاعد في الخزان، إذا تم إزالة الهواء من المنفذ 10، فإنه يعتبر صمام الـ 3/2 في وضعية الفتح.

تستخدم الدارة في الأسفل صمامي تأخير زمني، أحدهما صمام مغلق في الوضع الطبيعي (1V2) والآخر صمام مفتوح في الوضع الطبيعي (1V1). عند تشغيل زر البدء (1S1)، تتولد إشارة تعبر من خلال الصمام 1V1 وتبدأ حركة تمدد الأسطوانة (1A) عبر المنفذ 14 لعنصر التحكم 1V3. يملك صمام التأخير الزمني 1V1 زمن تأخير قصير مضبوط على (0.5 sec). هذا طويل بشكل كافٍ ليبدأ بإشارة لكن عندها تلغى إشارة المنفذ 14 بواسطة إشارة التحكم 10 لصمام التأخير الزمني. تقوم الأسطوانة بتشغيل الصمام الحدي 1S2. يتلقى صمام التأخير الزمني 1V2 إشارة التحكم والتي بعد الزمن المضبوط مسبقاً تقوم بفتح الصمام. تقوم هذه بتزويد 12 بالإشارة التي تقوم بعكس الصمام وتراجع الأسطوانة. يمكن البدء بدورة جديدة فقط بواسطة زر البدء وإعادة تجديد تفعيل الصمام 1S1.

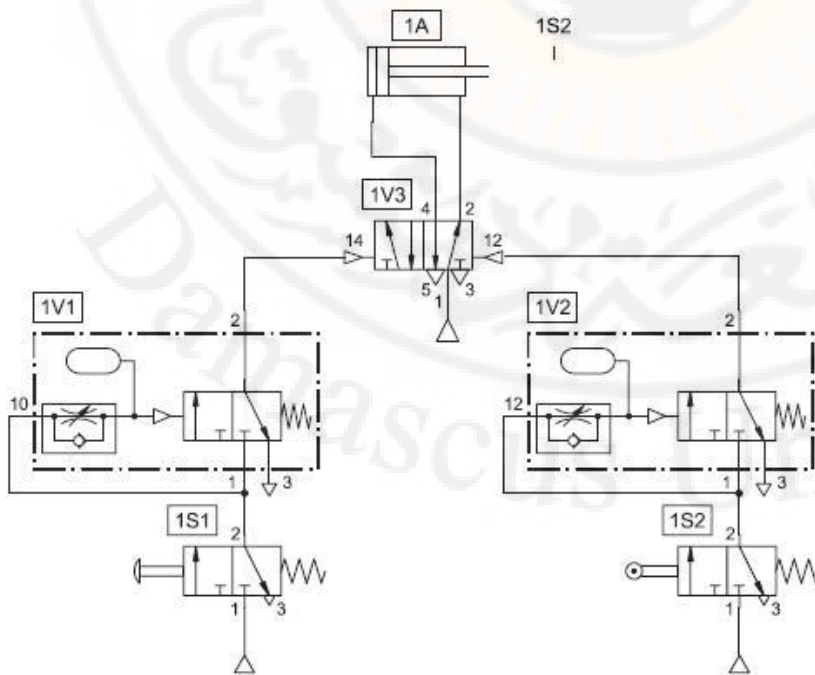


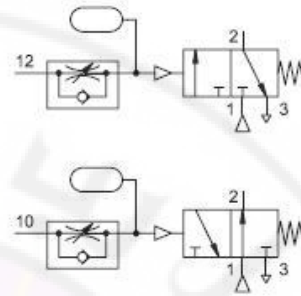
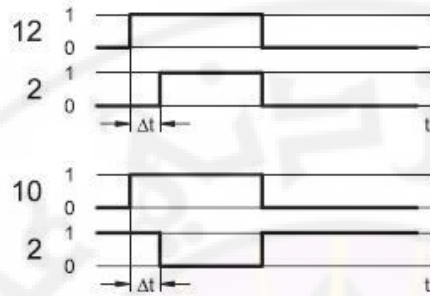
Fig. 5.22

مخطط الدارة مع
صمام تأخير زمني

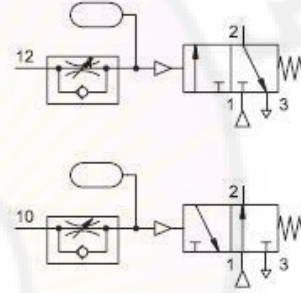
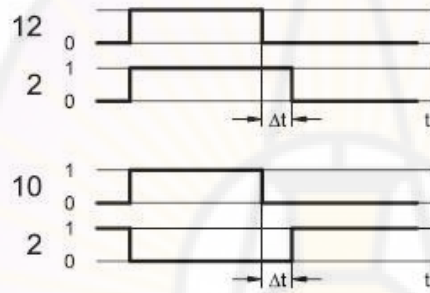
يُظهر الرسم التوضيحي التالي سلوك الزمن للدارات ذات صمامات التأخير الزمني.

Fig. 5.23
زمن الاستجابة لمجموعة دارات
مع صمامات تأخير زمنية

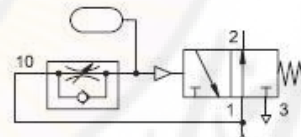
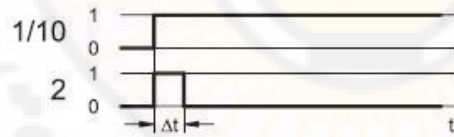
زمن الاستجابة مع تأخير عامل



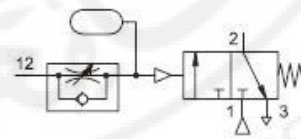
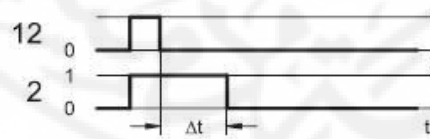
زمن الاستجابة مع تأخير عاطل



تقصير الإشارة\إبطال الإشارة



تطويل الإشارة



الفصل 6 الأنظمة



6.1 الاختيار والمقارنة لوسيلة التحكم والعمل

عند اختيار وسيلة التحكم والعمل يجب أخذ الاعتبار للتالي:

- متطلبات العمل أو المخرج
- طرق التحكم المفضلة
- المصادر والتخصصات المتوافرة لدعم المشروع
- الأنظمة المركبة حالياً والتي يتوجب أن تندمج مع المشروع الجديد

بدايةً، يجب الأخذ بعين الاعتبار محاسن ومساوئ الوسيلة المتوافرة بشكل مستقل، كلاهما كوسيط تحكم و وسيط عمل. عندها يمكن تطوير الاختيارات باتجاه الحل.

T. 6.1 وسائط العمل

المعيار	الهواء المضغوط	الهيدروليك	الإلكترونيات
قوة خطية	قوى محدودة نتيجة للضغط المنخفض وقطر الاسطوانة، لا يوجد إستهلاك للطاقة خلال التوقف	قوى عالية نتيجة للضغط المرتفع	قوى أقل ، فعالية ضعيفة، لا يوجد ثبات عند التحميل العالي، استهلاك طاقة مرتفع خلا فترة التوقف عن العمل
قوة دورانية	عزم كامل حتى خلال التوقف، لا يوجد استهلاك للطاقة	عزم كامل حتى خلال التوقف، لكن يزداد استهلاك الطاقة	عزم صغير جداً خلال التوقف
حركة خطية	إنشاء بسيط، تسارع عالٍ، سرعة عالية	إنشاء بسيط، معبرة بسهولة	معقدة و مرتفعة الثمن نتيجة للتحويل بالوسائط الميكانيكية أو في حالة المسافات القصيرة بواسطة المغناط الكهرومغناطية أو من أجل القوى الصغيرة المحركات الخطية
حركة دورانية أو تأرجحية	محركات الهواء المضغوط ذات السرعة العالية جداً، تكاليف تشغيل عالية، فعالية ضعيفة، الحركة التأرجحية بواسطة محمل مسنني و مسنن	المحركات الهيدروليكية و الاسطوانات التأرجحية ذات السرعات الأقل من الأنواع ذات الهواء المضغوط، فعالية مرتفعة	الفعالية الأعظم بين أجهزة القيادة الدورانية، سرعات محددة
إمكانية المعايرة	إمكانية معايرة بسهولة للقوة عبر الضغط و للسرعة عبر الحجم، حتى في مجال السرعات المنخفضة	إمكانية معايرة ممتازة للقوة و السرعة، يمكن معايرتها بدقة حتى ضمن مجال السرعات المنخفضة	إمكانية استخدام محدودة، بينما وبنفس الوقت ذات كلفة عالية
تخزين الطاقة و نقلها	ممكن وبكميات كبيرة، مع إنفاق خارجي، إمكانية نقل بسهولة في خطوط (تقريباً 1000 m) وبواسطة قوارير هواء مضغوط	فقط إمكانية تخزين محدودة بواسطة الغاز أو بواسطة خزان محمل بنباض، إمكانية النقل بخطوط تصل إلى 100m	التخزين صعب ومرتفع الثمن (بطارية تخزين، بطارية) إمكانية نقل بسهولة لمسافات كبيرة عبر خطوط
التأثيرات البيئية	مقاوم لتغيرات درجة الحرارة، لا خطر انفجار، خطر تجمد في حالة رطوبة هواء مرتفعة، سرعات تدفق عالية، ودرجة حرارة وسط محيط منخفضة	حساس لتغيرات درجة الحرارة، خطر نشوب الحريق في حالة التسريب أو التلوث	مقاوم لتغيرات درجة الحرارة، الحماية من الحريق و الانفجار أساسية في المناطق الخطرة
تكلفة الطاقة	مرتفعة جداً مقارنة مع الكهربائية $1m^3$ هواء مضغوط يكلف عند ضغط 600 kPa (6 bar) تقريباً DM 0.03 إلى 0.05 ، بالاعتماد على نظام و درجة الارتفاع	مرتفعة جداً مقارنة مع الكهربائية	الأقل تكاليف طاقة
بشكل عام	المركبات ثابتة عند التحميل الزائد، الضجيج الناتج عن الهواء المنفوس مزعج، لذلك عملية كتم الضجيج أساسي	ضجيج مضخة في الضغوط المرتفعة، المركبات ثابتة عند التحميل الزائد	المركبات غير ثابتة عند التحميل الزائد، أو يمكن فقط حمايتها ضد التحميل الزائد بتكاليف عالية، ضجيج خلال تبديل الموصلات و المغناط الكهربائية

T. 6.2 وسائط التحكم

المعيار	الكهربائيات	الإلكترونيات	أجهزة هواء مضغوط عند ضغط قياسي	أجهزة هواء مضغوط عند ضغط منخفض
قوة العناصر	غير حساسة للتغيرات البيئية مثل الغبار، الرطوبة،... إلخ	حساسة جداً للتغيرات البيئية كالغبار، الرطوبة، الحقول المتداخلة، الصدمات و الاهتزاز ، عمر خدمة طويل	غير حساس أبداً للتغيرات البيئية، عمر خدمة طويل إذا كان الهواء نظيفاً	غير حساس للتغيرات البيئية، حساسة للهواء الملوّث عمر خدمة طويل
زمن التبديل للعناصر	$> 10 \text{ ms}$	$<< 1 \text{ ms}$	$> 5 \text{ ms}$	$> 1 \text{ ms}$
سرعة الإشارة	سرعة خفيفة (هزيلة)	سرعة خفيفة (هزيلة)	تقريباً 10 - 40 m/s	100 - 200 m/s تقريباً
المسافات الممكنة	غير محدودة عملياً	غير محدودة عملياً	محدودة بسرعة الإشارة	
متطلبات الحيز (المساحة)	صغير	صغير جداً	صغير	صغير
معالجة الإشارة الرئيسي	رقمي	رقمي، تمثيلي	رقمي	رقمي، تمثيلي

6.2 نظرية التحكم

يمكن للاختلاف بين أنظمة التحكم أن يكون مركباً تبعاً لوجهات النظر التالية. يشرح الرسم التوضيحي التالي:

أنماط التحكم تبعاً لـ DIN 19226. هنالك ثلاثة مجموعات أساسية. يعتمد تصنيف أنظمة التحكم إلى ثلاثة مجموعات رئيسية على طبيعة المشكلة (أو المسألة). إذا كانت الحالة تحكم في البرنامج، فإنه على مصمم المشروع الاختيار وفقاً لثلاث مجموعات فرعية للتحكم في البرنامج.



Fig. 6.1

أنماط التحكم تبعاً لـ DIN 19226

أنماط التحكم تبعاً لـ DIN 19226

أنظمة التحكم المقادة

هناك دائماً علاقة واضحة بين الأمر أو القيمة المرجعية وقيمة الخرج شريطة أن لا تسبب متغيرات الاضطراب أي انحرافات. التحكمات المقادة لا تملك وظيفة ذاكرة.

أنظمة تحكم الذاكرة

عندما يتم إزالة أو مسح الأمر أو القيمة المرجعية، تحديداً بعد إكمال إشارة الدخل، فإن قيمة الخرج المنجزة يتم الاحتفاظ بها (يتم تذكرها). أمر مختلف أو إشارة دخل معاكسة ما هو مطلوب لإعادة قيمة الخرج إلى قيمتها الابتدائية. تملك أنظمة تحكم الذاكرة دائماً وظيفة تخزين.

تحكم بالبرنامج

هناك ثلاثة أنواع للتحكم بالبرنامج، هي:

■ تحكم وفق مخطط الخطوة

في حالة التحكم وفق مخطط الخطوة، فإنه يتم تزويد المتغيرات المرجعية بواسطة مولد البرنامج (ذاكرة البرنامج)، والتي تعتمد متغيرات الخرج لها على مسار الرحلة أو على موقع القطعة المتحركة لنظام التحكم.

■ نظام التحكم التسلسلي

يتم تخزين البرنامج التسلسلي في مولد البرنامج والذي يُشغل البرنامج خطوة بخطوة تبعاً للحالة المحصول عليها من النظام المتحكم به. يمكن للبرنامج إما أن يركب بشكل دائم وإلا تتم قراءته من كروت مخرمة، أشرطة ممغنطة أو ذاكرة مناسبة أخرى.

■ التحكم (المجدول) الزمني

في نظام التحكم (المجدول) الزمني، يتم تزويد قيم الأوامر عبر مولد برنامج معتمد على الوقت. لهذا فإن خواص نظام التحكم الزمني هي وجود مولد البرنامج وتسلسل البرنامج المعتمد على الزمن. قد تكون مولدات البرنامج:

- محاور محدبة
- حدبات.
- كروت مخرمة (منقبة).
- أشرطة مخرمة.
- برامج في ذاكرة إلكترونية.

أنماط نظام التحكم

يمكن أن يتألف الاختلاف بين أنظمة التحكم من مبدأ وجهات النظر المختلفة. وفقاً لهذا المعيار فإن ملامح التصنيف لأنظمة التحكم هي بشكل تمثيل للمعلومات وبشكل معالجة الإشارة.

شكل تمثيل المعلومات

نظام التحكم التمثيلي

هو نظام تحكم يعمل بسيطرة الإشارات التمثيلية ضمن قسم معالجة الإشارة. تتأثر معالجة الإشارة بشكل أساسي بعناصر التابع المؤثرة بشكل مستمر.

نظام تحكم رقمي

هو نظام تحكم يعمل غالباً باستخدام إشارات رقمية عددية ضمن قسم معالجة الإشارة. يتم تمثيل المعلومات بشكل عددي. إن وحدات التابع هي : العدادات، المسجلات، الذواكر، الوحدات الحسابية.

نظام تحكم ثنائي

هو نظام تحكم يعمل بسيطرة الإشارات الثنائية ضمن قسم معالجة الإشارات وحيث لا تكون الإشارات جزءاً من البيانات الممثلة بشكل رقمي.

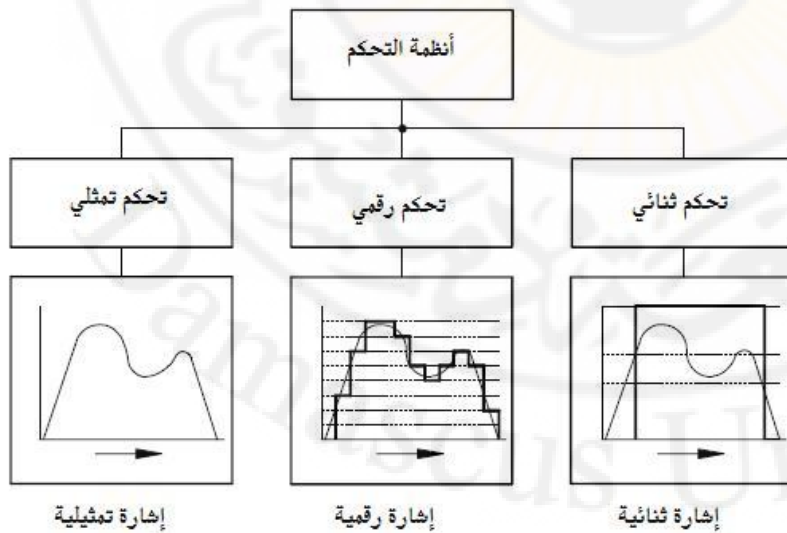


Fig. 6.2

الفرق بين أنظمة التحكم: في شكل تمثيل المعلومات

شكل معالجة الإشارة

نظام تحكم تزامني

هو نظام تحكم يعمل بدون نبضات ساعة حيث يكون تعديل الإشارات يتم إطلاقه فقط عبر التغير في إشارات الدخل.

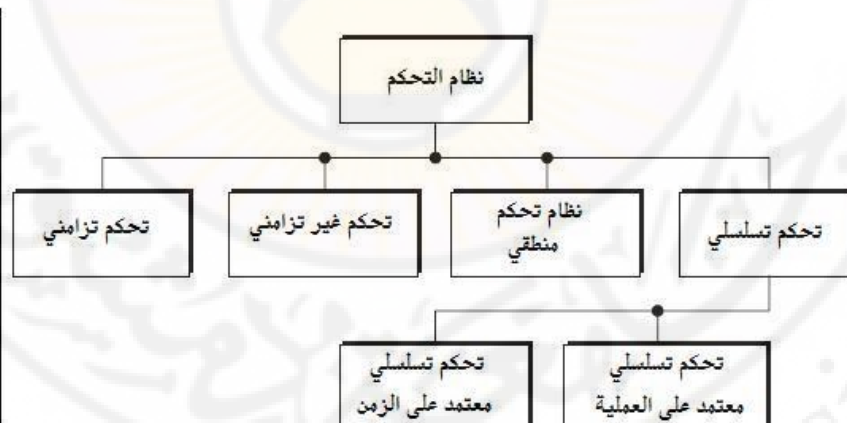
نظام تحكم لاتزامني

هو نظام تحكم يعمل بدون نبضات ساعة حيث تتأثر تعديلات الإشارة فقط بتغير إشارات الدخل.

نظام تحكم منطقي

هو نظام تحكم حيث حالة إشارة محددة من أجل إشارة خرج تكون مخصصة لحالة إشارة من إشارات الخرج بواسطة وصلات المنطق البولياني (مثل AND, OR, NOT).

Fig. 6.3
الفرق بين أنظمة التحكم: في شكل معالجة الإشارة



نظام تحكم تسلسلي

هو نظام تحكم مع تشغيل خطوي إجباري حيث يعتمد التشغيل من الخطوة الأولى إلى التالية في البرنامج على شروط مستوفاة محددة. خصوصاً برمجة الفقرات، الحلقات، التفرعات،... تكون ممكنة.

يتم تقسيم التحكم التسلسلي إلى مجموعتين فرعيتين:

■ نظام تحكم تسلسلي معتمد على الزمن

هو نظام التحكم الذي تعتمد فيه شروط التبديل على الزمن فقط، يتم توليد شروط الخطوة المنظمة بواسطة مؤقتات، أو متحكمات محاور حديبية ذات سرعة ثابتة. الفصل الموجود في التحكم الزمني وفقاً لـ DIN 19226 هو تابع للمواصفات المعتمدة على الزمن للمتغيرات المرجعية.

■ معتمد على المعالجة

هو نظام التحكم التسلسلي الذي تعتمد شروط التبديل فيه فقط على الإشارات من النظام المتحكم به. يُعرف تحكم مخطط الخطوة في DIN 19226 في شكل تحكم تسلسلي معتمد على المعالجة، والذي تعتمد فيه شروط الخطوة المنظمة بشكل صرف على إشارات معتمدة على الشروط للنظام المتحكم به.

6.3 تطوير نظام التحكم

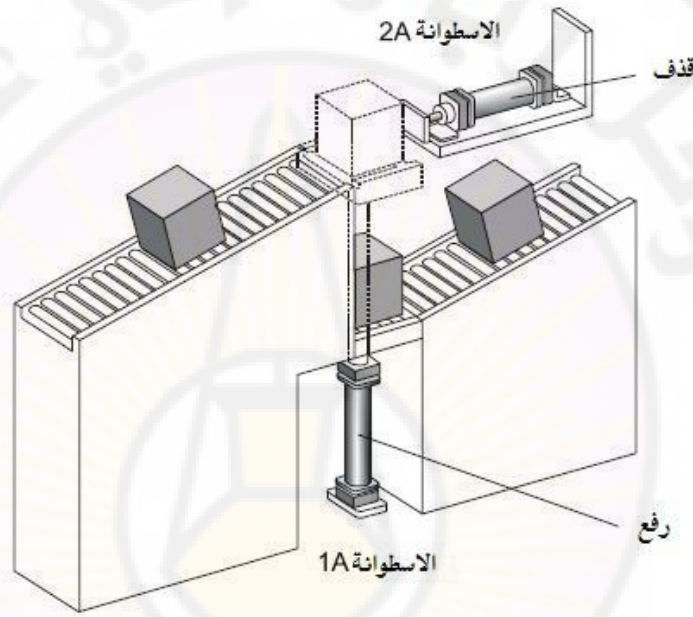
إن تطوير حل نظام التحكم يتطلب تعريف المشكلة بشكل واضح. هناك عدة طرق لتمثيل المشكلة بشكل تصويري أو تخطيطي. تتضمن طرق التمثيل لمشكلة التحكم.

- مخطط موضعي
- مخطط إزاحة خطوي (خطوة الإزاحة)
- مخطط التحكم
- المخطط الوظيفي
- خريطة الوظيفة
- مخطط الدارة

المخطط الوضعي

يُظهر المخطط الوضعي العلاقة بين المؤازرات و تجهيزة الآلة. يتم إظهار المؤازرات في الاتجاه الصحيح. إن المخطط الوضعي ليس مطابقاً للمقياس بشكل طبيعي ولا يجب أن يكون مفصلاً للغاية. سوف يتم استخدام المخطط بالتوازي مع وصف تشغيل الآلة ومخططات الحركة.

Fig. 6.4
مثال عن مخطط موضعي



مخطط الإزاحة الخطوية (خطوة الإزاحة)

يُستخدم مخطط خطوة الإزاحة (الإزاحة الخطوية) ومخطط الإزاحة الزمنية لتمثيل تسلسلات الحركة. يمثل مخطط الإزاحة الخطوية تسلسل التشغيل للمؤازرات، يتم تسجيل الإزاحة بالعلاقة مع تسلسل الخطوات.

إذا كان نظام التحكم يدمج عدد من المؤازرات، فإنه يتم إظهارها بنفس الطريقة ويتم رسمها واحدة تحت الأخرى. يمكن رؤية العلاقات المتبادلة بينها بمقارنة الخطوات.

لاحظ: تم سحب المعيار 3260 VDI "المخططات الوظيفية لآليات الإنتاج والتجهيزات". وعلى الرغم من ذلك تم استخدامه في هذا الكتاب لشرح تسلسلات التحكم.

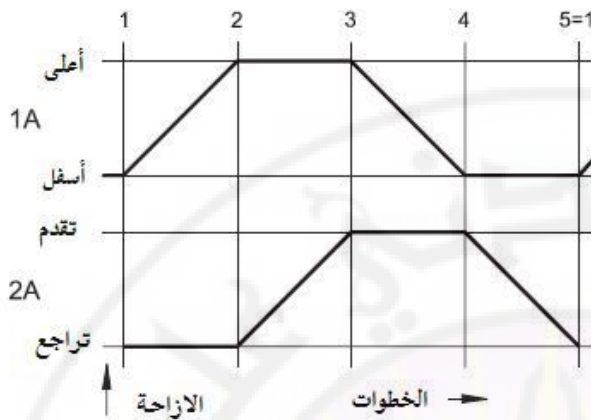


Fig. 6.5
مخطط إزاحة خطوي

في هذه الحالة يوجد أسطوانتان 1A و 2A. في الخطوة 1 تتقدم الأسطوانة 1A ثم تتقدم الأسطوانة 2A في الخطوة 2. في الخطوة 3 تتراجع الأسطوانة 1A وفي الخطوة 4 تتراجع الأسطوانة 2A. الخطوة رقم 5 مكافئة للخطوة 1.

مخطط الإزاحة الزمنية

في حالة مخطط الإزاحة الزمنية، يتم حبك الإزاحة بعلاقة الزمن.

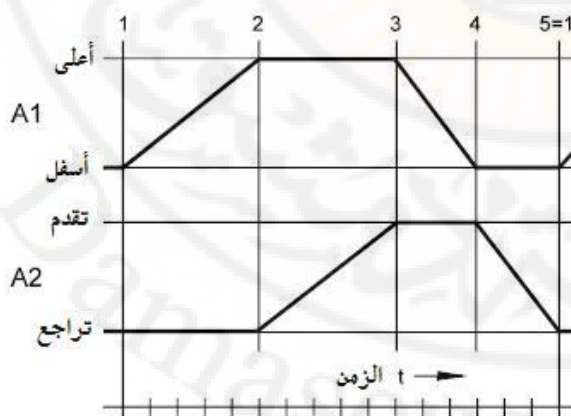


Fig. 6.6
مخطط الإزاحة الزمني

مخطط التحكم

في مخطط التحكم ، يتم تمثيل حالة التبديل لعنصر التحكم بعلاقة الخطوات أو الزمن ، لا يؤخذ زمن التبديل في الحسبان.

يُظهر مخطط التحكم في Fig 6.7 حالات مركبات التحكم (1V للأسطوانة 1A و 2V للأسطوانة 2A) وخالة المبدل الحدي 1S1 المركب على في مقدمة موقع نهاية الأسطوانة 1A.

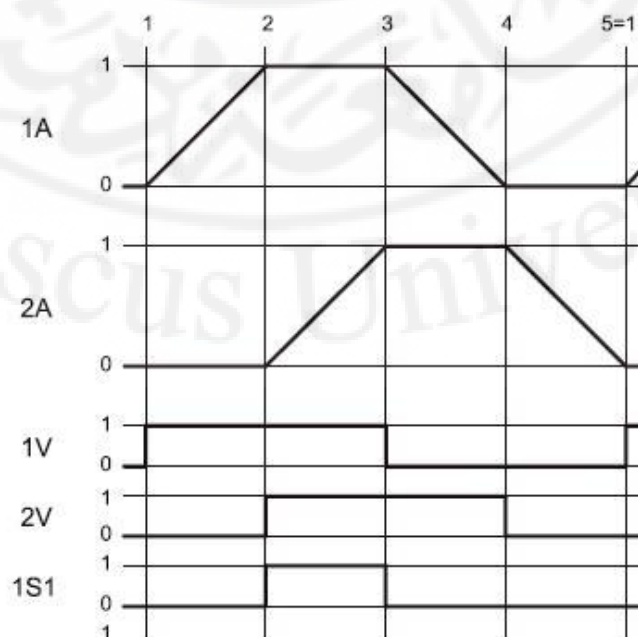
Fig. 6.7
مخطط التحكم



المخطط الوظيفي

المخطط الوظيفي هو توحيد مخطط الحركة ومخطط التحكم. تم الإشارة إلى خطوط التمثيل للحالات المخصصة كخطوط وظيفية.

Fig. 6.8
مخطط الوظيفة



بعيداً عن الخطوط الوظيفية، فإنه يمكن إدخال خطوط الإشارة أيضاً في المخطط الوظيفي. إن خط إشارة الخرج يكون في عنصر الإشارة وفي نهاية النقطة، حيث يحدث تغيير في الحالة، بالاعتماد على هذه الإشارة. تُشير الأسهم في خطوط الإشارة إلى اتجاه تدفق الإشارة.



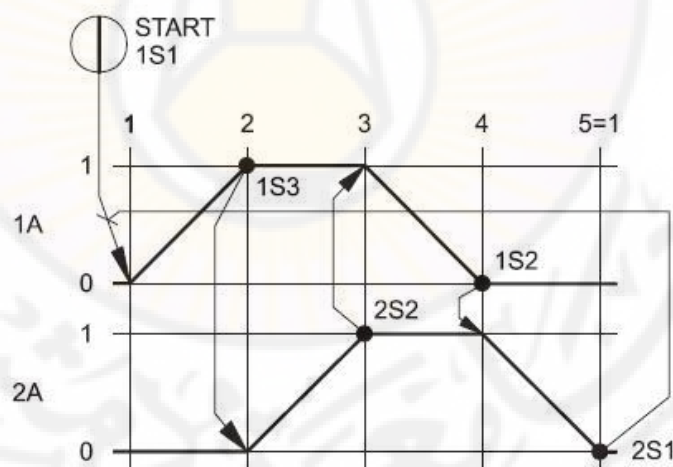
يتم الإشارة إلى تفرعات الإشارة بواسطة نقطة في نقطة التفرع. يتم إدخال عدة تغيرات في حالة المركبات بواسطة إشارة الخرج. في حالة شرط OR ، يتم وضع نقطة في نقطة التقاء خطوط الإشارة. تُحدث عدة إشارات خرج نفس التغيير في الحالة بصرف النظر عن كل واحدة. يتم الدلالة على شرط AND ، بواسطة خط منحرف في نقطة اتحاد خطوط الإشارة. يحدث التغيير في الحالة فقط إذا تم تقديم كل إشارات الخرج.

Fig. 6.10
تمثيل عناصر الدخل



يتم إدخال عنصر الدخل الفردي في نقطة الخرج لخط الإشارة المختص.

Fig. 6.11
مخطط خطوة الراحة
مع خطوط الإشارة



يشرح المخطط التسلسل التالي:

- إذا تم تفعيل المبدل الحدي 2S1 وتم ضغط الزر الضاغط 1S1 بواسطة المُشغل ، يتمدد قضيب المكبس للأسطوانة 1A.
- عندما تصل الأسطوانة 1A موقع نهاية تقدمها ، يتفعل المبدل الحدي 1S3 ويتقدم قضيب المكبس للأسطوانة 2A.
- عندما تصل الأسطوانة 2A موقع نهاية تقدمها ، يتفعل المبدل الحدي 2S2 ويتراجع قضيب المكبس للأسطوانة 1A.
- عندما تصل الأسطوانة 1A موقع نهاية تراجعها ، يتفعل المبدل الحدي 1S2 ويتراجع قضيب المكبس للأسطوانة 2A.
- عندما تصل الأسطوانة 2A موقع نهاية تراجعها ، يتفعل المبدل الحدي 2S1 ويتم الوصول إلى الموقع الأولي مجدداً.

مجموعة الرموز المختصرة (التدوين المختصر)

إن التدوين المختصر عبارة عن إمكانية أخرى لتمثيل تسلسلات الحركة. في هذه الحالة، يتم استخدام دلالات الأسطوانة 1A , 2A ، ... إلخ في السلسلة. الإشارة للتقدم تُمثل باستخدام (+) والإشارة للتراجع يُستخدم (-).

- يتم قراءة التسلسل $1A + 2A + 2A - 1A$ كالتالي: تتقدم الأسطوانة 1A ، تتقدم الأسطوانة 2A. تتراجع الأسطوانة 2A ، تتراجع الأسطوانة 1A. تتم كتابة الحركات التسلسلية على التتابع.

- تتم قراءة التسلسل $1A + 2A + 2A - 1A$ كالتالي: تتقدم الأسطوانة 1A ،

تتقدم الأسطوانة 2A وتراجع الأسطوانة 1A ، تتراجع الأسطوانة 2A. تتم كتابة

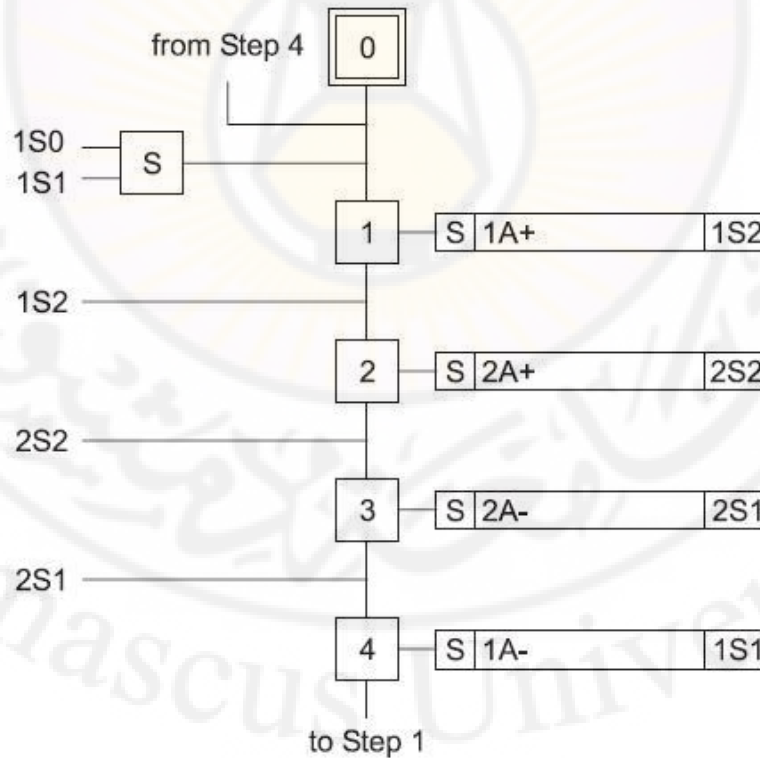
الحركات الحاصلة في آن واحد معاً بشكلٍ شاقولي.

المخطط الوظيفي

يعطي المخطط الوظيفي صورة واضحة عن الأحداث ، والتراجعات في التسلسلات. يَصِفُ المخطط التسلسل التالي:

- تتقدم أسطوانة التثبيت 1A ($1A+$) والمبدل الحدي المشتغل عندها هو 1S2.
- يُبدّل المبدل الحدي 1S2 تمتد الأسطوانة 2A ($2A+$) و التي تقوم بعملية البرشمة.
- تتمدد أسطوانة البرشمة بشكل كامل وتُشغّل المبدل الحدي 2S2. يُبدّل المبدل الحدي 2S2 تراجع أسطوانة البرشمة ($2A-$).
- يتم تشغيل المبدل الحدي 2S1 عندها والذي يُبدَأ الحركة للأسطوانة 1A لعك التثبيت والتراجع ($1A-$).
- يتم الاستدلال على التراجع الكامل للأسطوانة 1A بواسطة المبدل الحدي 1S1 وهذا هو شرط البداية المطلوب للبدء بدورة جديدة.

Fig. 6.12
مخطط وظيفي :
عملية البرشمة

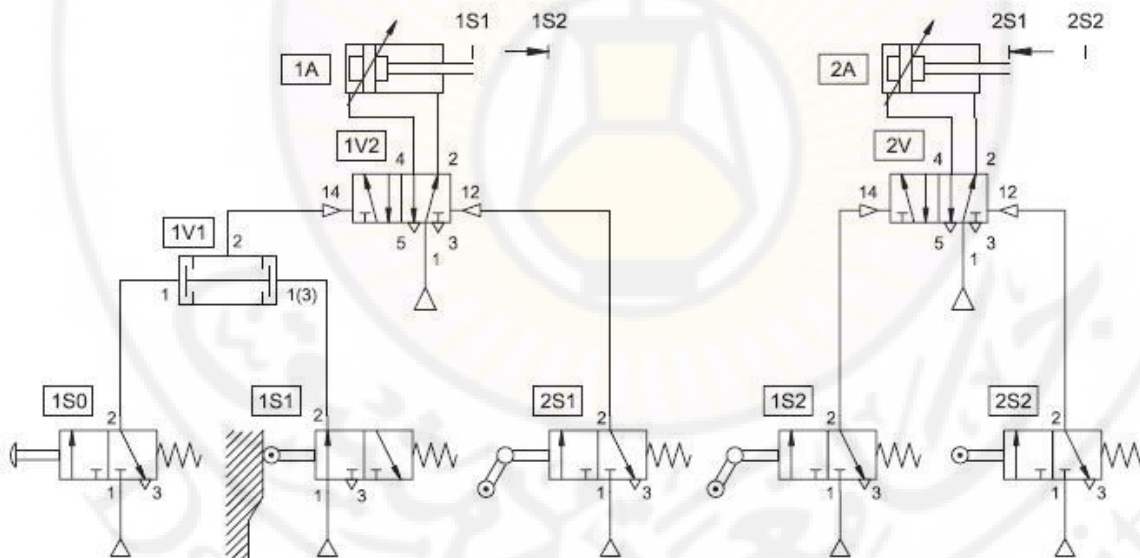


مخطط الدارة

يُظهر مخطط الدارة تدفق الإشارة والعلاقة بين المركبات والوصلات الهوائية. لا يوجد تمثيل للمخطط الميكانيكي في مخطط الدارة.

يتم رسم المخطط مع تدفق القدرة من الأسفل إلى الأعلى. يتضمن المخطط مختلف المستويات من الدارة كمصدر القدرة، مداخل الإشارة، معالجة الإشارة، عناصر التحكم والمؤازرات. يتم تأشير موقع الصمامات الحدية على المؤازرات. يتم تعريف المركبات والخطوط بواسطة نظام تعداد المركبات و أرقام الوصلات والمنافذ (الطرق). يسمح هذا بالإسناد التراقي للمركبات على الآلة الحقيقية ويجعل الدارة قابلة للقراءة.

Fig 6.13
مثال مخطط دارة



6.4 مفاهيم التطوير

مركب هام في نقل القدرة من المعالج إلى المؤازر الخطي أو الدوراني هو صمام التحكم الإتجاهي (DCV). يُحدَّث اختيار قياس ونوع الصمام عدد من خواص التشغيل للمؤازر. إن تطوير صمامات التحكم الاتجاهية يكون بإتجاه:

- تثبيت القاعدة الفرعية والموزع بمزود عام ومنفس عام.
- يكون تطوير صمامات التحكم الاتجاهية فيما يتعلق بـ الحجم الميت، قوة التفعيل وأحمال العمل . يُنتج هذا تبديل سريع للصمام.
- تصميم الوقاء الداخلي لتحقيق معدل تدفق عالٍ خصوصاً.
- صمامات متعددة الأغراض حيث تتغير خواصها عبر انحرافات لرقاقة والممانعة.
- صمامات متعددة في بناء لوحدة مفردة.
- تثبيت الـ DCV على الأسطوانة.

تستخدم صمامات التوزيع المثبتة منفذ تزويد عام ومنافذ تنفيس. يمكن إبعاد المنفسات بعيداً الأنابيب بشكل منفصل أو محلياً يتم كتم صوتها حسب المطلوب. يكون التثبيت الصلب والمختزل مناسباً لتشبيد خزانة التحكم.

Fig 6.14
صمامات فردية محسنة
و محطات صمام
a) صمام فردي
b) محطة صمام



6.5 أجهزة القيادة بالهواء المضغوط الحديثة

بالإضافة إلى الأسطوانات المعيارية، والتي تستمر لتكون مهمة كتكلفة قليلة، مركبات قيادة متعددة المهام. الأسطوانات الخاصة أيضاً تكسب أهمية. في أجهزة القيادة هذه، مركبات إضافية مثل الأدلة والمنتبعات توصل عادةً بشكل مباشر إلى حاوية الأسطوانة، ينتج هذا منافع مثل: مساحة تركيب أصغر وتقليل أحمال العمل. يعود تقليل تكاليف المواد، التخطيط والتجميع إلى توفير في التكلفة لافلت للنظر.

الأسطوانات متعددة المواقع

تستخدم الأسطوانات متعددة المواقع من أجل التطبيقات التي تتطلب الوصول إلى أكثر من موقعين. يشرح الشكل التالي طريقة التشغيل للأسطوانة متعددة المواقع ثنائية التأثير. يتصل قضيب مكبس واحد إلى الإطار، بينما يتصل الآخر إلى الحمل. يستطيع هذا النوع من الأسطوانات اتخاذ أربعة مواقع مختلفة. في كل حالة، تُقاد الأسطوانة تماماً باتجاه التوقف.

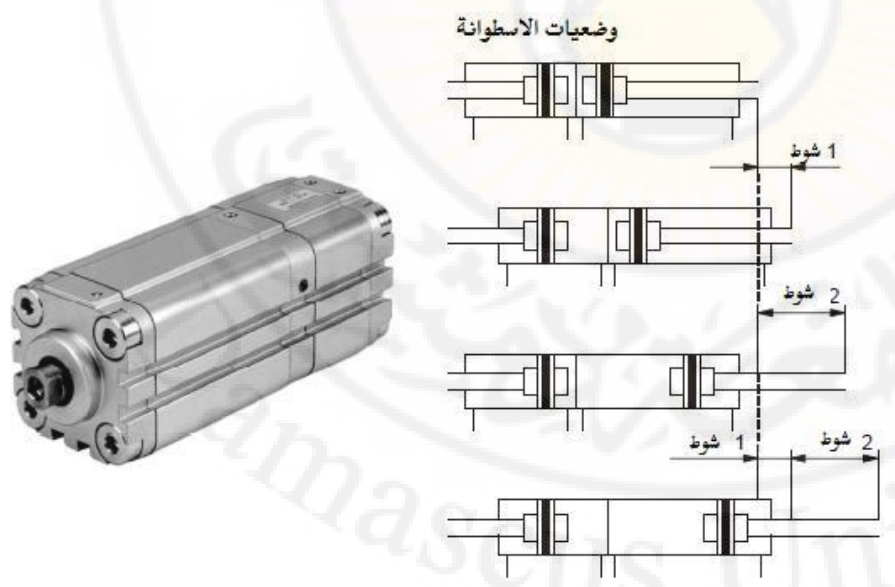


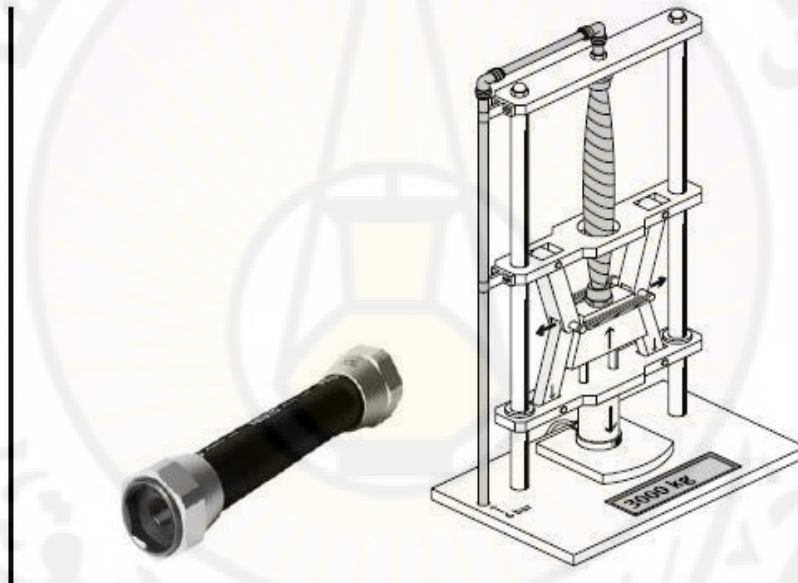
Fig. 6.15
أسطوانات متعددة المواقع

العضلة المائية (السائلة)

العضلة المائية هي نظام تقلص غشائي. يتم تغطية أنبوب مرن كتيماً بقماش محبوك بقوة بأسلوب ألماسي الشكل. يُشكّل هذا هيكل شبكي ثلاثي الأبعاد. يتدفق الهواء نحو الداخل مشوهاً البنية الشبكية. تتولد قوة شد في الاتجاه المحوري، التي تسبب تقلص العضلة في الخطة زيادة الضغط الداخلي.

في حالة التمدد، تولد العضلة المائية قوة تصل إلى عشر مرات أكثر من أسطوانة الهواء المضغوط التقليدية و تستخدم فقط 40% من القدرة المقدمة لنفس القوة. ثلث القطر يكون كافياً لتوليد نفس القوة، بينما يكون الشوط أقصر من أجل نفس الطول الكلي.

Fig. 6.16
مثال تطبيقي عن العضلة
المائية



تكنولوجيا المناولة

تتطلب عمليات المناولة والتجميع عادةً مركبات تستطيع تأدية حركات في اتجاهين أو ثلاثة اتجاهات مختلفة. كان هذا القطاع سابقاً مسيطر عليه بتصميمات خاصة. اليوم، وحدات مناولة عيارية يمكن أن تتركب على تطبيقات محددة، تستخدم أكثر فأكثر.



Fig. 6.17

مثال تطبيقي عن وحدات الإمساك

وسيلة قيادة تآرجحية /خطية

يمكن استخدام وسيلة القيادة التآرجحية/ الخطية من أجل وضع قطع التشغيل، على سبيل المثال. يُصمَّم الرولمان لقضيب المكبس بحيث يدعم القوى الجانبية. يمكن تثبيت الوحدة بعدد من الطرق المختلفة، مثلاً مع شفة (فلانجة) على الطرف الأمامي أو مع صواميل مشقوقة، والتي يتم إدخالها في شكل خطي. إذا تطلب الأمر، فإن قدرة المقبض أو فنجان السحب يتم تزويدها من خلال قضيب مكبس مجوف.



Fig. 6.18

وسيلة قيادة تآرجحية/خطية

قبضات الهواء المضغوط

يجب أن تملك معدات المناولة قبضات من أجل التقاط، تحريك وتحرير قطعة التشغيل. تُرشد القبضات اتصال قفل - قوة أو قفل - موجب مع القطعة.

يبين الشكل 6.19 أنماط قبضات مختلفة. تملك كل القبضات جهاز قيادة مكبس ثنائي التأثير وذاتي المركزة. يتوافر تحسس موقع عديم الاتصال عن طريق الحساسات التقاربية. تجعل أصابع المقبض الخارجية المقابض مناسبة لتشكيلة واسعة من التطبيقات.

Fig. 6.19

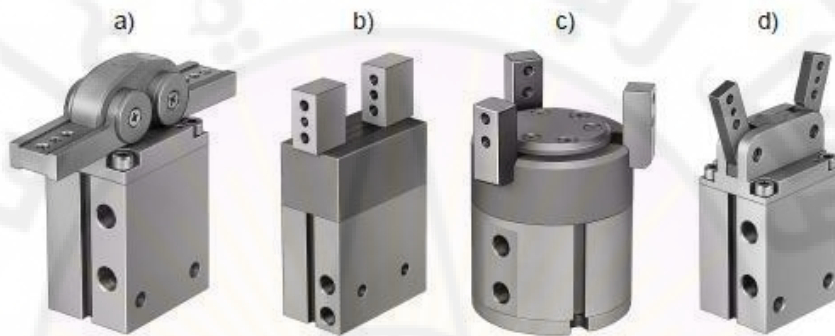
مقابض هواء مضغوط

a) مقابض قطرية

b) مقابض متوازية

c) مقابض ثلاثية النقاط

d) مقابض زاوية



مولدات الخلاء (الفاكيوم)

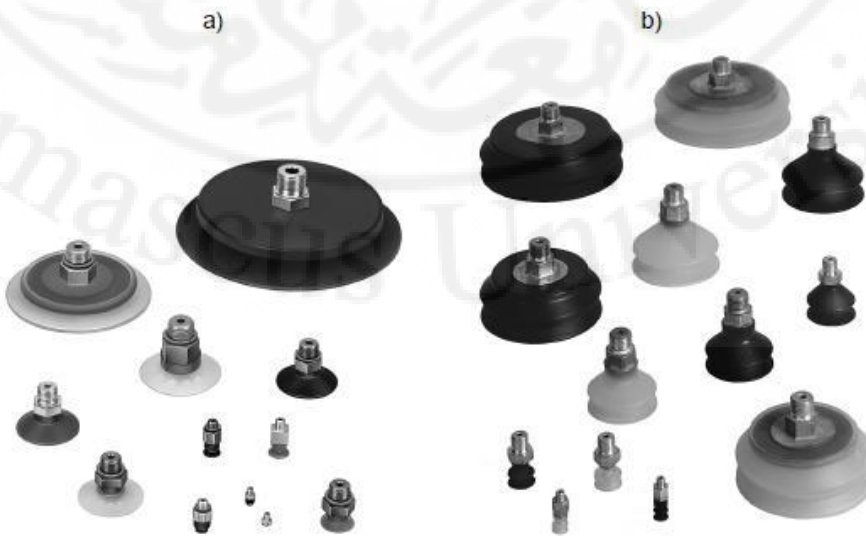
تعتبر المناولة باستخدام أكواب السحب عموماً حل بسيط، قليل التكلفة وموثوق. تسمح أكواب السحب بمناولة قطع تشغيل مختلفة مع أوزان تتراوح من عدة غرامات تماماً إلى عدة مئات من الكيلو غرامات. تأتي هذه في تشكيلة واسعة من الأشكال، مثل: العمومي، المسطح، أو أكواب سحب كيرية، على سبيل المثال.

Fig. 6.20

مولدات الخلطة

a) أكواب سحب مسطحة

b) أكواب سحب منفاخية



القسم C

حلول التمرينات في الفصل 5

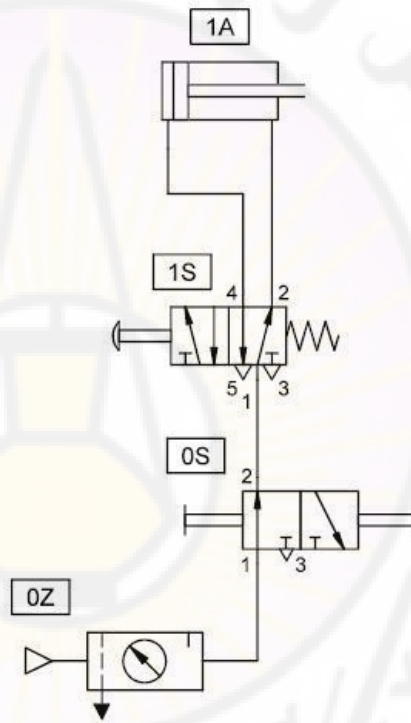


تمرين 1: التحكم المباشر في الأسطوانة ثنائية التأثير

تعريف المشكلة

على أسطوانة ثنائية التأثير التمدد عند تشغيل زر ضاغط. عند تحرير هذا الزر الضاغط فإنه على الأسطوانة التراجع. الأسطوانة بقطر صغير (قطر 25 mm)، تتطلب معدل تدفق صغير لتشغيلها بالسرعة الصحيحة.

Fig. 1
مخطط الدارة مع صمام 5/2

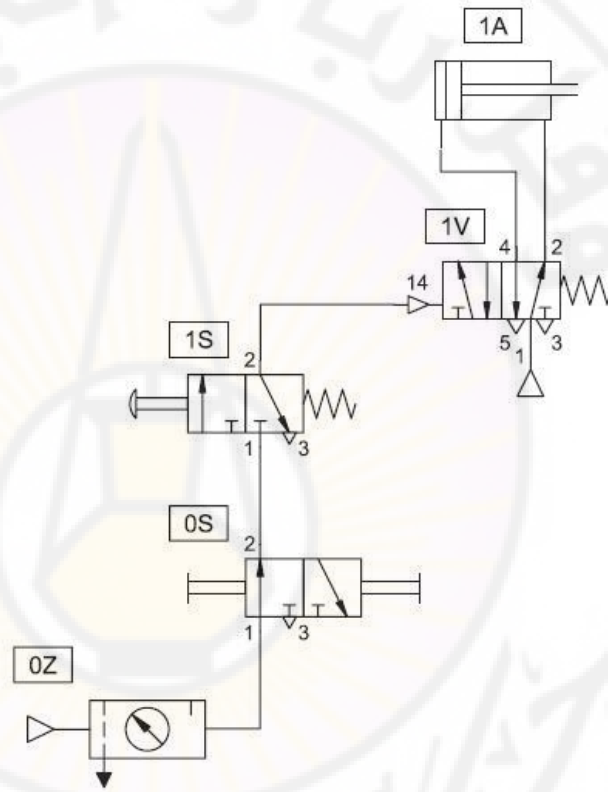


تمرين 2: التحكم غير المباشر في الأسطوانة ثنائية التأثير

تعريف المشكلة

على أسطوانة ثنائية التأثير التقدم عند تشغيل زر ضاغط. عند تحرير الزر الضاغط على الأسطوانة أن تتراجع. الأسطوانة ذات قطر (250 mm) وتستهلك كمية كبيرة من الهواء.

Fig. 3
مخطط الدارة مع صمام 4/2



الحل

من أجل التحكم بالأسطوانات ذات السرعات العالية أو ذات القطر الكبير، فإن تدفق الهواء المطلوب يحدد أنه يجب استخدام صمام تحكم ذي قياس كبير. القوة التشغيلية اللازمة لتفعيل الصمام كبيرة نسبياً، في هذه الحالة يكون التحكم الغير مباشر مفضل.

يزود الصمام 1S، عندما يتم تشغيله بواسطة زر ضاغط، إشارة تحكم إلى المنفذ 14 لصمام التحكم 1V. ينعكس الصمام 1V، ينضغط قضيب المكبس للأسطوانة ويتقدم قضيب المكبس للأسطوانة 1A. إذا تم تحرير الزر الضاغط، يتم تنفيس منفذ التحكم للصمام 1V إلى الوسط المحيط. ينعكس الصمام 1V عندها وتراجع الأسطوانة.

إذا تم تحرير الزر الضاغط، ينعكس اتجاه الحركة مباشرة ويتراجع قضيب المكبس. لذلك فإن التغير في اتجاه الحركة ممكن بدون أن يصل قضيب المكبس إلى موقع نهايته أو بدايته. بما أن الصمام 1V بدون وظيفة ذاكرة. فإنه يتغير موقع تبديله مباشرة بعد أن يتم الضغط على الزر الضاغط للصمام 1S.

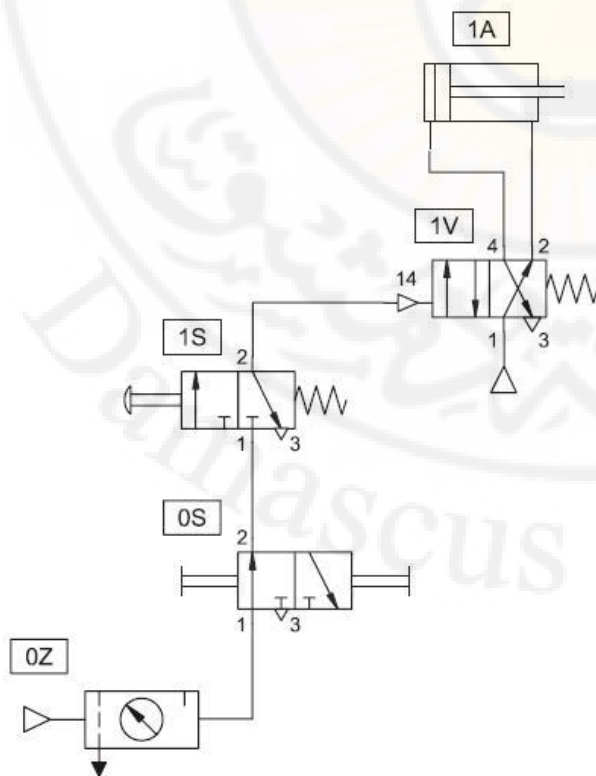


Fig. 4

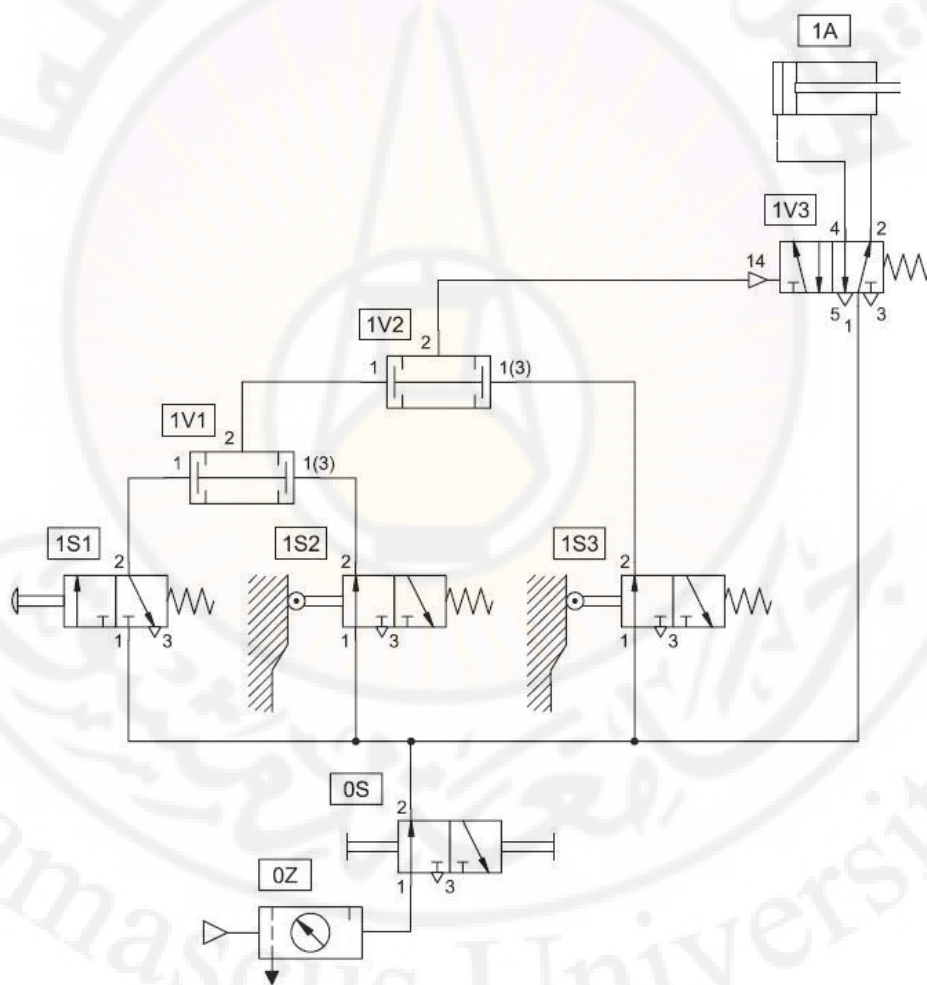
مخطط الدارة مع صمام 5/2

تمرين 3: التابع المنطقي AND

تعريف المشكلة

على قضيب المكبس للأسطوانة 1A التقدم فقط إذا تم إدخال قطعة العمل في محتجزة قطعة التشغيل، تم إنزال الحماية والمشغل ضغط على صمام زر ضغط. عند تحرير الزر الضاغط أو إذا لم تعد الحماية في موقعها السفلي بعد، فإنه يجب على الأسطوانة أن تتراجع إلى موقعها الأولي.

Fig. 5
مخطط الدارة



الحل

إن عملية AND المنطقية لإشارات الخرج للصمامات 1S2، 1S1 و 1S3 ويتم التحقق منها بواسطة صمامات الضغط الثنائية 1V1 و 1V2.

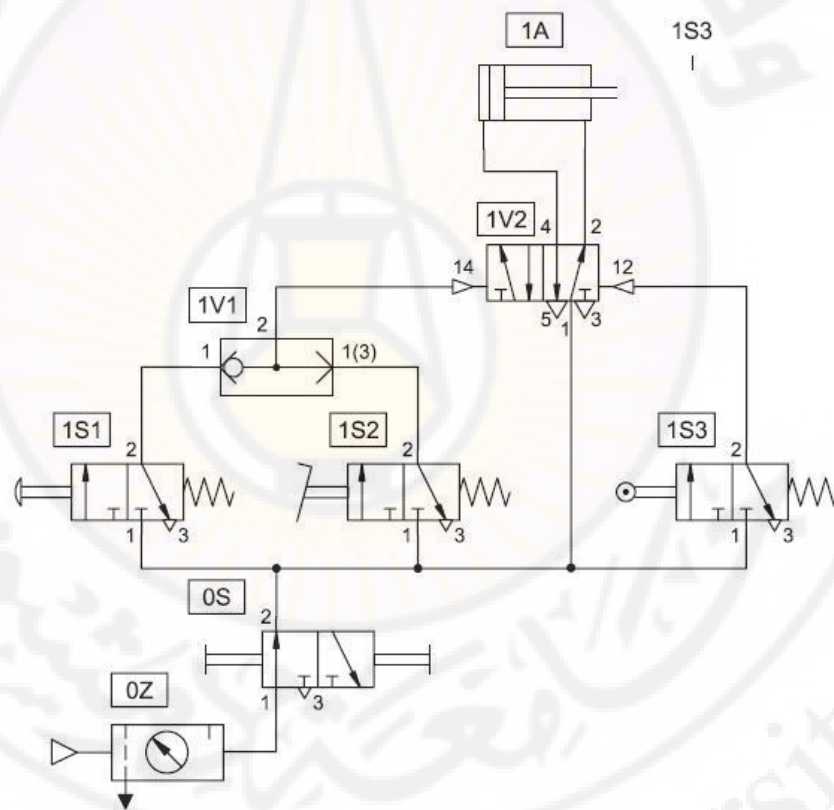
إذا تم تفعيل الصمامات أي : 1S2 (بواسطة قطعة التشغيل) ، 1S3 (بواسطة الحماية) و 1S1 (بواسطة المُشغل)، تُطبّق إشارة على الخرج A لصمام الضغط الثنائي 1V2. تُنقل هذه الإشارة إلى منفذ التحكم 14 لعنصر التحكم 1V3. ينعكس الصمام 1V3، يُطبّق الضغط على طرف المكبس للأسطوانة 1A ويتقدم قضيب المكبس.

إذا تم تحرير الزر الضاغط أو انفتح الحماية، هذا يعني أن شروط AND ليست محققة بعد الآن. ينفك الضغط عن منفذ التحكم 14 للصمام 1V3. يتبدل الصمام 1V3 ويتراجع قضيب المكبس.

تعريف المشكلة

تستخدم اسطوانة ثنائية التأثير لنقل أجزاء من مجموعة. إذا تم تشغيل إما زر ضاغط أو دواسة قدم. عندها يجب على الأسطوانة أن تتقدم. حالما تتمدد الأسطوانة بشكل كامل، فإنه يجب عليها التراجع إلى موقعها الابتدائي. يستخدم صمام 3/2 عتلة دحرجية لاكتشاف التمدد الكامل للأسطوانة.

مخطط الدارة



الحل

يتم التحقق من عملية OR المنطقية لإشارات الخرج للصمامات 1S1 و 1S2 بواسطة صمام مكوكي 1V1.

عند تشغيل إما الزر الضاغط للصمام 1S1 أو الدواسة للصمام 1S2، تتولد إشارة على 1 أو 1(3) من طرف الصمام المكوكي. يتم تحقيق شرط OR وتنتقل الإشارة إلى منفذ التحكم 14 للصمام 1V2. يتبدل الصمام 1V2، يُطبق الضغط على طرف المكبس للأسطوانة 1A، وتتقدم الأسطوانة.

إذا تم تحرير تفعيل الصمام (الزر الضاغط أو الدواسة)، يتم إعادة تنضيد الإشارة على منفذ التحكم للصمام 1V2.

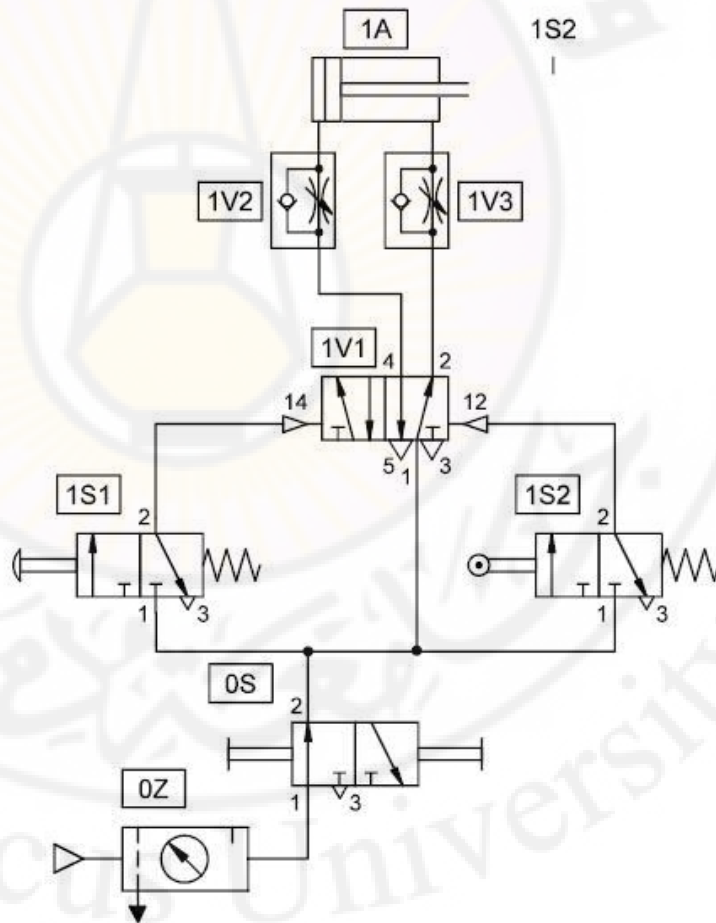
بما أن الصمام 1V2، صمام ثنائي التحكم (مع وظيفة ذاكرة)، لا يتغير موقع تبديله. يتفعل المبدل الحدي 1S3، عندما يصل قضيب المكبس إلى موقع نهايته. عندها تُطبق إشارة على منفذ التحكم 12 للصمام 1V2. ينعكس الصمام 1V2 ويتراجع قضيب المكبس. إذا تم تحرير المبدل الحدي 1S3 خلال التراجع، فإن اتجاه الحركة يمكن أن يتغير عن طريق تفعيل الزر الضاغط أو الدواسة حتى إذا لم يصل قضيب المكبس إلى موقع بدايته بعد.

تمرين 5: دارة الذاكرة والتحكم بالسرعة للأسطوانة

تعريف المشكلة

على أسطوانة ثنائية التأثير أن تستخدم لنقل أجزاء من مجموعة. على الأسطوانة أن تتمدد بشكل كامل عند تشغيل زر ضاغط ثم تتراجع بشكل أوتوماتيكي. يتم التحقق من التمدد الكامل بواسطة صمام عتلة دحرجية. على الأسطوانة أن تستمر بالتقدم حتى لو تم تحرير الزر الضاغط قبل الوصول إلى التمدد الكامل. يجب أن تكون سرعة الأسطوانة قابلة للمعايرة في كلا اتجاهي الحركة.

Fig. 7
مخطط الدارة



جواب السؤال 1

يتفعل المبدل الحدي 1S2، عندما يصل قضيب المكبس إلى موقع نهايته. إذا بقي الزر الضاغط مضغوطاً في هذه الحالة، فإن انعكاس الصمام 1V1 ليس ممكناً، بما أن الإشارة مطبقة على كلا منفذي التحكم 12 و 14. تكون الإشارة الأولى المطبقة 14 هي المسيطرة. تكون الإشارة على منفذ التحكم 12 غير فعالة. يبقى قضيب المكبس في حالة التمدد. لا يستطيع قضيب المكبس التراجع حتى يتم تحرير الزر الضاغط 1S1 ويصبح منفذ التحكم 14 غير مضغوط.

جواب السؤال 2

إذا تم تركيب صمام العتلة الدحرجية 1S2 في موقع منتصف الشوط، عندها يتراجع قضيب المكبس مجدداً عند الوصول إلى هذا الموقع. على كل، هذا ليس ممكناً إلا إذا كان الزر الضاغط 1S1 محرر مسبقاً من جديد. إذا لم يكن الزر الضاغط محرراً بعد في هذه النقطة، فإن قضيب المكبس يجتاز المبدل الحدي 1S2 ويستمر بالحركة حتى توقف الأسطوانة. لا يكون شوط التراجع ممكناً إلا إذا تم تفعيل صمام العتلة الدحرجية يدوياً أو بمساعدة تجاهل يدوي لعنصر التحكم 1V1.

جواب السؤال 3

كلا الصمامين 1S1 و 1S2 غير مفعّلان في الوضع الابتدائي. يكون وضع التبديل للصمام 1V1 ذلك الوضع حيث الوصلات 1 و 2 و الوصلات 4 و 5 متواصلة. في هذا، يُطبق الضغط على طرف قضيب المكبس للأسطوانة 1A ويبقى قضيب المكبس في حالة التراجع.

جواب السؤال 4:

إذا تم تفعيل الزر الضاغط 1S1، تطبق الإشارة على المدخل 14 للصمام 1V1. يتبدل الصمام 1V1، يطبق الضغط على طرف المكبس للأسطوانة 1A ويتقدم قضيب المكبس. عند الوصول إلى موقع النهاية، يقوم قضيب المكبس بتفعيل المبدل الحدي 1S2، وتطبق الإشارة على منفذ التحكم 12 للصمام 1V1. ينعكس هذا ويتراجع قضيب المكبس. يتم تجهيز سرعة قضيب المكبس بواسطة برغي المعايرة لصمامات التحكم بالتدفق 1V2 و 1V3 (تحكم بتدفق هواء التنفيس).

بعد أن يتم تحرير كل من الصمامين 1S1 و 1S2، تصبح منافذ التحكم عديمة الضغط. يضمن استخدام صمام تحكم ثنائي (يملك الصمام 1V1 وظيفة ذاكرة) ألا تتغير مواقع التبديل.

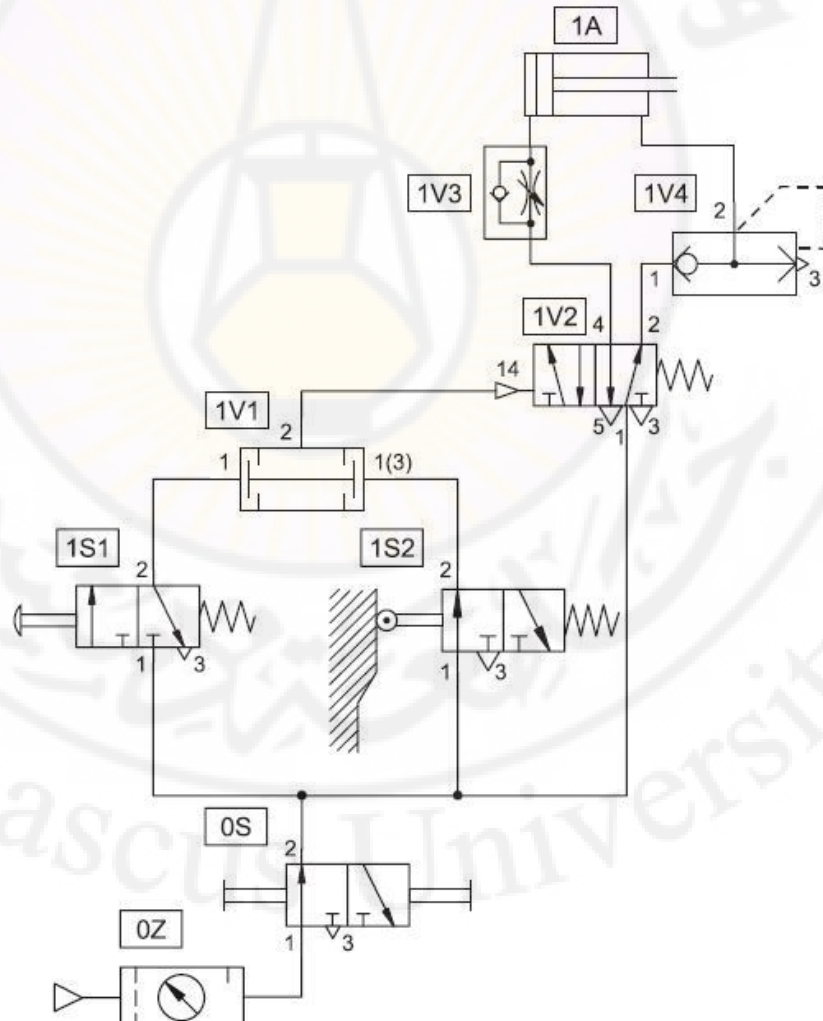
تمرين 6: صمام التنفيس السريع

تعريف المشكلة

إن التفعيل المشترك للصمام المفعّل يدوياً وصمام العتلة الدحرجية يؤدي إلى تقديم أداة تشكيل على جهاز ثني الحافة. تقاد أداة التشكيل بواسطة أسطوانة ثنائية التأثير. من أجل رحلة التقدم السريعة، تستخدم الدارة صمام تنفيس سريع. يجب أن تكون سرعة التراجع قابلة للمعايرة. إذا تم تحرير أحد الصمامين، تتراجع الأداة إلى موقعها الابتدائي.

Fig. 8

مخطط الدارة



الحل

في الوضع الابتدائي، تقوم قطعة التشغيل المدخلة بتفعيل صمام العتلة الدحرجية 1V2. صمام التنفيس السريع 1V4 مغلق على الوسط المحيط، يطبق الضغط على طرف قضيب المكبس للأسطوانة 1A، ويبقى قضيب المكبس في حالة التراجع. إذا تم تفعيل زر البدء 1S1، فإنه تطبق الإشارة على كلا المدخلين 1 و (3) لصمام الضغط الثنائي 1V1. يتحقق شرط AND وتعبر الإشارة إلى منفذ التحكم 14 لعنصر التحكم 1V2. يتبدل الصمام 1V2، يطبق الضغط على طرف المكبس للأسطوانة 1A، ويتقدم قضيب المكبس، كنتيجة لانعكاس الصمام 1V2، يصبح المدخل 1 لصمام التنفيس السريع 1V5 عديم الضغط. الهواء المزاح من طرف قضيب المكبس للأسطوانة خلال التقدم يفتح صمام التنفيس السريع ويتدفق مباشرة إلى الوسط المحيط عبر المخرج 3. لم تعد مقاومة التدفق، المتشكلة بالصمام 1V2 و الخطوط ضد الهواء المزاح موجودة بعد الآن. يستطيع قضيب المكبس التقدم بسرعة أكبر.

إذا تم تحرير واحد من الصمامين 1S1 أو 1S2، لم يعد شرط AND في صمام الضغط الثنائي 1V1 محقق بعد الآن. يتبدل عنصر التحكم الأخير 1V2، ينغلق صمام التنفيس السريع 1V4 ويتراجع قضيب المكبس.

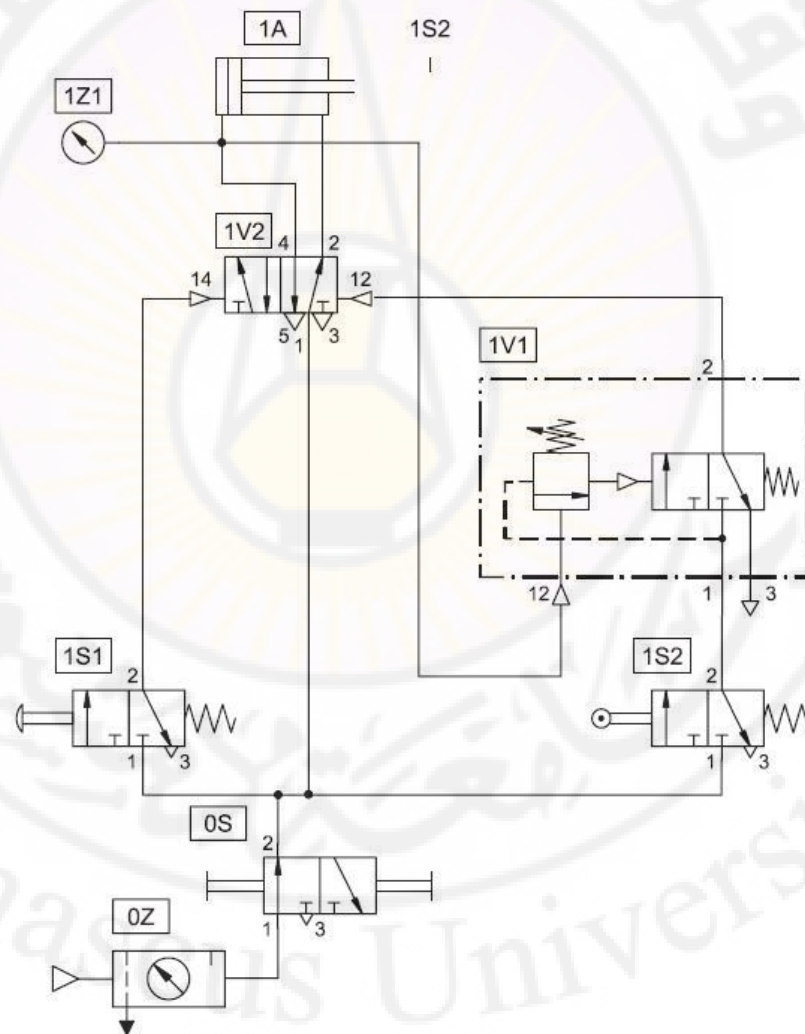
تُجهز سرعة التراجع في الخانق لصمام التحكم بالتدفق ذي الاتجاه الواحد 1V3.

تمرين 7: تحكم معتمد على الضغط : زخرفة القطع البلاستيكية

تعرف المشكلة

يتم النقش على قطعة بلاستيكية باستخدام قالب مُشغل بواسطة اسطوانة ثنائية التأثير. ينتج تراجع القالب عندما يتمدد قضيب المكبس بشكل كامل إلى موقع النقش وتحقيق الضغط المعد مسبقاً. يجب استخدام صمام عتلة دحرجية للتحقق من التمدد الكامل. يجب أن تتولد إشارة التراجع فقط عندما يصل قضيب المكبس إلى موقع النقش. يتم الاستدلال على الضغط في حجرة المكبس بواسطة مقياس ضغط.

Fig. 9
مخطط الدارة



الحل

في الوضع الابتدائي، الصمامات 1S1 و 1S2 غير مفعلة، الضغط مطبق على طرف قضيب المكبس للأسطوانة 1A، ويبقى قضيب المكبس في حالة التراجع. إذا كان ضرورياً، تحتاج الدارة للوضع في موقعها الابتدائي بمساعدة تجاهل يدوي لعنصر التحكم 1V2. تطبق الإشارة على منفذ التحكم 14 لعنصر التحكم 1V2. إذا كان الزر الضاغط 1S1 مفعلاً، يتبدل الصمام 1V2، يطبق الضغط على طرف المكبس للأسطوانة 1A، ويتقدم قضيب المكبس. إذا تم تحرير الزر الضاغط 1S1، فإن موقع التبديل لصمام التحكم الثنائي 1V2 لا يتغير تبعاً لوظيفة الذاكرة خاصته.

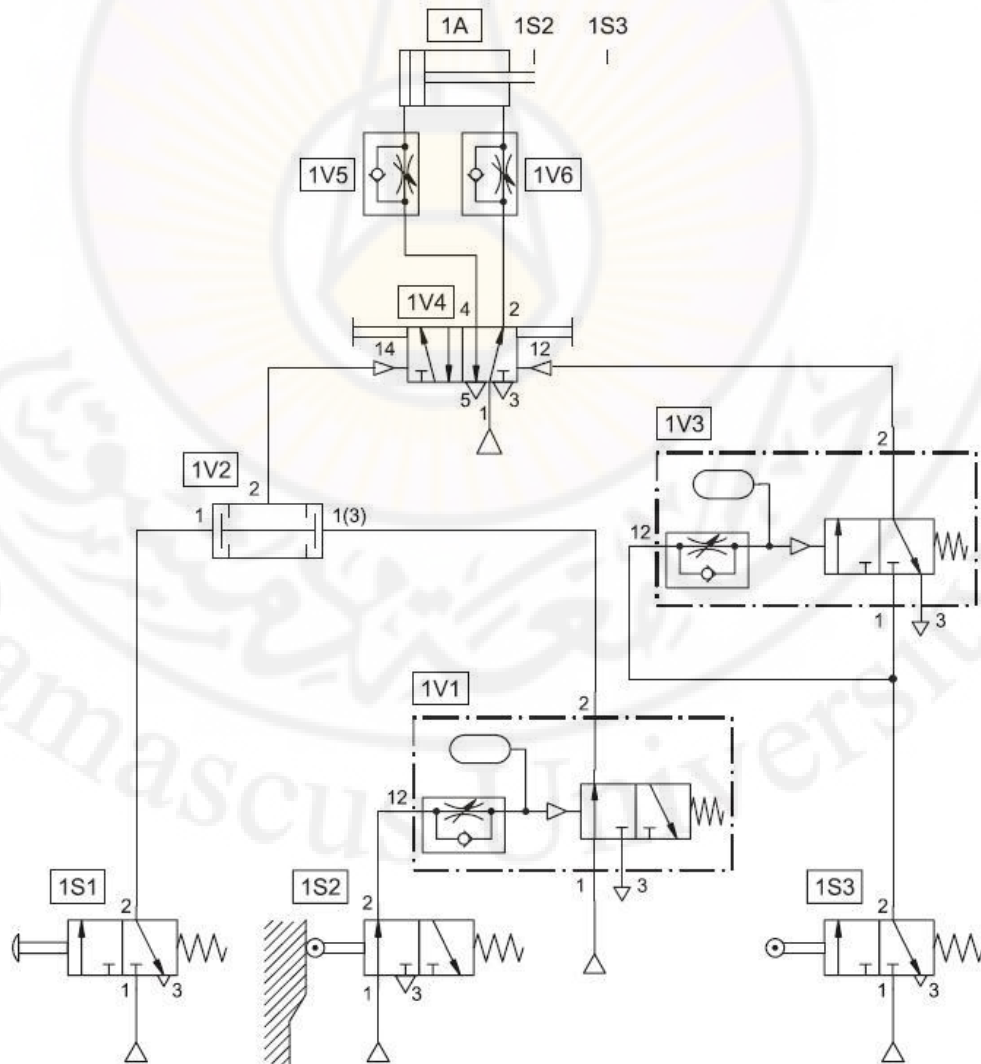
فقط قبل الوصول إلى موقع النهاية المتقدمة (موقع النقش)، يتفعل المبدل الحدي 1S2. يحرر الصمام ذي العتلة الدحرجية المفعّل 1S2 الضغط في الخط 1 إلى صمام الضغط التسلسلي 1V1. خلال عملية النقش يبدأ الضغط على طرف المكبس بالازدياد. يدور المؤشر في مقياس الضغط إلى اليمين. عندما يصل هنا الضغط إلى القيمة المعدة في منفذ التحكم 12 لصمام الضغط التسلسلي، يتبدل الصمام 3/2 لصمام الضغط التسلسلي. ينعكس عنصر التحكم 1V2 ويتراجع قضيب المكبس. خلال حركة التراجع، يتم تحرير المبدل الحدي 1S2 ويعاد تهيئة الإشارة في منفذ التحكم 12 للصمام 1V2 ويعاد تهيئة صمام الضغط التسلسلي أيضاً.

تمرين 8: صمام التأخير الزمني

تعريف المشكلة

تستخدم أسطوانة ثنائية التأثير لضغط قطعتين مغريتين. عند تشغيل الزر الضاغط، تتقدم أسطوانة التثبيت ببطء. حالما يتم الوصول إلى موقع التمدد الكامل، يجب على الأسطوانة أن تبقى لوقت ($t_1 = 6 \text{ sec}$) ثم مباشرة تتراجع إلى موقعها الابتدائي. تكون دورة جديدة ممكنة فقط بعد أن تكون الأسطوانة قد تراجعت بشكل كامل وبعد تأخير ($t_2 = 5 \text{ sec}$). خلال هذا التأخير يتم إزالة القطعة المنبهة يدوياً وتستبدل بقطع جديدة للتغذية. سرعة التراجع يجب أن تكون كبيرة، لكن قابلة للمعايرة.

Fig. 10
مخطط الدارة



في الوضع الابتدائي، يكون صمام العتلة الدحروجية 1S2 مفعلاً بواسطة قضيب المكبس وصمام التأخير الزمني 1V1 متبدل تماماً أي : المنفذ العامل 2 يزود بالإشارة. يكون طرف قضيب المكبس للأسطوانة 1A مضغوطاً و يبقى قضيب المكبس في حالة التراجع. شرط البدء التالي يجب أن يطبق:

- صمام العتلة الدحروجية 1S2 مفعلاً
- صمام التأخير الزمني 1V1 متبدل تماماً
- زر البدء مفعّل

إذا تم تفعيل صمام العتلة الدحروجية لوقت طويل كافي ($t_1 = 5 \text{ sec}$)، عندها يمتلئ خزان الهواء الصمام التأخير الزمني 1V1 ويتبدل الصمام 3/2 المرافق، متابعة تطبق الإشارة على المدخل (3) 1 لصمام الضغط الثنائي 1V2.

إذا تم تفعيل الزر الضاغط 1S1، يتحقق شرط AND لصمام الضغط الثنائي، تطبق الإشارة على منفذ التحكم 14 لعنصر التحكم 1V4. يتبدل الصمام 1V4، يُطبق الضغط على طرف المكبس للأسطوانة 1A ويتقدم قضيب المكبس. بعد مسافة تقدم قصيرة، يتحرر المبدل الحدي 1S2. ينخفض الضغط في خزان الهواء لصمام التأخير الزمني 1V1 عبر صمام العتلة الدحروجية 1S2، ويتبدل عكساً الصمام 3/2 المدمج إلى موقعه الابتدائي. لم يعد شرط AND محققاً بعد الآن في صمام الضغط الثنائي. يصبح التفعيل للزر الضاغط 1S1 غير مؤثر.

عند الوصول إلى موقع التقدم، يفعل قضيب المكبس صمام العتلة الدحروجية 1S3. يتحرر الآن خط الضغط لصمام التأخير الزمني 1V3 ويزداد الضغط في خزان الهواء. معدل ازدياد الضغط يكون قابل للمعايرة عبر صمام تحكم بالتدفق مدمج. عند الوصول إلى ضغط التبديل، يتبدل صمام 3/2 المدمج وتطبق الإشارة على منفذ التحكم 12 لعنصر التحكم الأخير 1V4. ينعكس الصمام 1V4 ويتراجع قضيب المكبس. عند تحرير المبدل الحدي 1S3، يتبدل صمام التأخير الزمني 1V3 إلى موقعه الابتدائي مجدداً.

يتفعل المبدل الحدي 1S2، عندما يصل قضيب المكبس إلى موقعه الابتدائي. يبدأ الضغط في خزان الهواء لصمام التأخير الزمني 1V1 بالازدياد حتى يصل لضغط التبديل بعد ($t_2 = 5 \text{ sec}$). يتبدل الصمام 3/2 المدمج. تم الوصول الآن إلى الحالة الابتدائية للنظام مجدداً ويمكن البدء بدورة جديدة.

يتم ضبط سرعة قضيب المكبس في الخوانق لصمامات التحكم بالتدفق ذات الاتجاه الواحد 1V5 و 1V6 (تحكم بتدفق هواء التنفيس).



قائمة المعايير و المراجع



قائمة المعايير

DIN/EN 292-1	Safety of machinery- Basic concepts, general principles of design- Part 1: Basic terminology, methodology
DIN/EN 292-2	Safety of machinery . Basic concepts, general principles of design . Part 2: Technical principles and specifications
DIN/EN 418	Safety of machinery . Emergency stop equipment, functional aspects . Principles for design
DIN/EN 983	Safety of machinery . Safety requirements for fluid power systems and their components . Pneumatics
DIN/ISO 1219-1	Fluid power systems and components . Graphic symbols and circuit diagrams . Part 1 and Part 2
ISO/DIS 11727	Pneumatic fluid power . Identification of ports and control mechanisms of control valves and other components (port designations for pneumatic equipment)
DIN 1343	Reference conditions, standard conditions, standard volumes, concepts and values
DIN 24558	Pneumatic systems, design principles
DIN 40719	Circuit documents (IEC 848 modified); Part 6: Rules for function charts
DIN/EN 60073	Coding of indicating devices and actuators (VDE 0199) by colours and supplementary means
DIN/EN 60617-8	Graphical symbols for diagrams (IEC 617-8) Part 8: Measuring instruments, lamps and signalling devices

- Eberhardt, H.-J., Scholz, D.** Servo-pneumatic positioning, Workbook
Festo Didactic, Esslingen 2000
- Gerhartz, J., Scholz, D.** Closed-loop control pneumatics, Workbook
Festo Didactic, Esslingen 2001
- Gevatter, H.-J.** Automatisierungstechnik 2, Geräte
Springer Verlag, Berlin Heidelberg 2000
- Prede, G., Scholz, D.** Elektropneumatics, Basic level, Textbook
Festo Didactic, Esslingen 2001
- Stoll, K.:** Pneumatische Steuerungen Vogel Verlag,
Würzburg 1999
- Stoll, K.:** Pneumatik Anwendungen Vogel Verlag,
Würzburg 1999



الفهرست



الموضوع	رقم الصفحة
2/2-way valve	181
3/2-way valve	181
4/2-way valve	193
4/3-way valve	195
5/2-way valve	197
5/3-way valve	200
A Absorption drying	139
Adsorption dryers	138
Actuators	34
Advantageous characteristics of compressed air	15
Air compressor	131
Air distribution	24, 141
Air dryers	136
Air filter	26, 144
Air lubricator	26, 149
Air motor	176
Air reservoir	134
Air preparation equipment	144
Air supply	24, 129
Analogue control	229
Analysis of problem	65
Applications	11
Asynchronous control	230
B Binary control	229
C Cylinder performance characteristics	170
Chain sequence control	240
Characteristics of air	126
Check valves	204
Circuit diagram	56, 116, 238

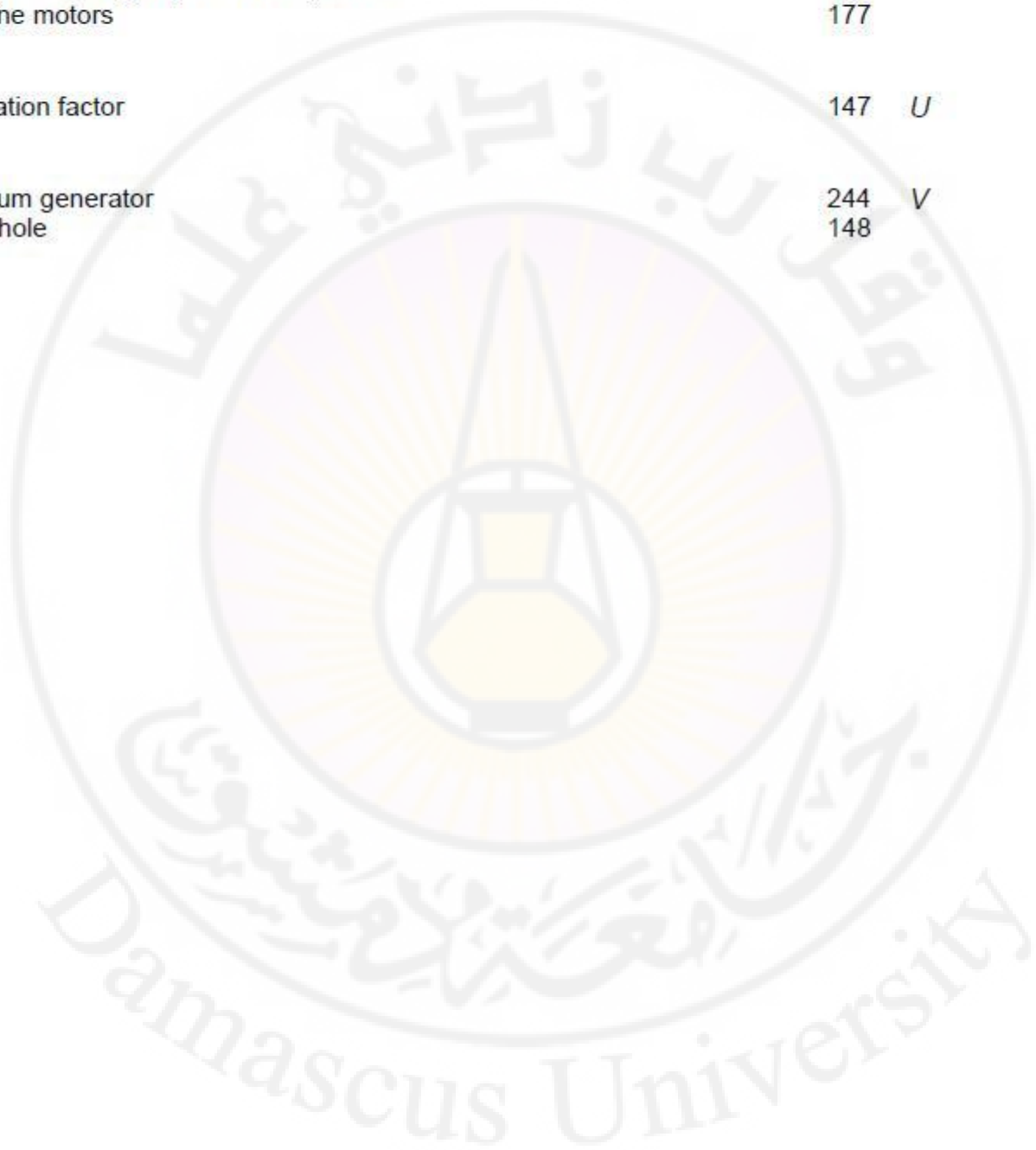
الموضوع	رقم الصفحة
Clamping devices	51
Combinational valves	218
Comparison of media	16, 224
Components	23
Compressor	131
Compressed air regulators	147
Condensate	119, 144
Control chart	234
Control circuits - Systems	35
Control medium criteria	17
Control system development	55, 231
Control theory	227
Coordinated motion	101, 231
Derived elements	40
Derived units	124
Design process	65
Designating the elements	62
Designations	40
Dew point	136
Diagnostics	117
Diaphragm	147
Diaphragm compressor	131
Diaphragm cylinder	157
Diaphragm valve	212
Digital control	229
DIN ISO5599-3	44
Direct control of a pneumatic cylinder	68
Directional control valves	27, 179
Disc seat	180
Displacement-step diagram	103, 232
Distinguishing features	15
Documentation	116, 231
Double-acting cylinder	158
Double piston rod	160
Dry compressed air	129
Dryers	136
Dual pressure valve: AND function	205

الموضوع	رقم الصفحة
<i>E</i> Emergency stop	51
End position cushioning	159
Environmental pollution	52
Energy	129
Exhaust silencers	52
Evaluation	65
<i>F</i> Fault finding	117
Filters	144
Fitting of valves	201
Flow compressors	132
Flow control elements	180
Flow control valves	30, 211
Flow resistances	141
Fluid muscle	242
<i>G</i> Gear motors	177
Gripper, pneumatic	244
<i>H</i> Handling technology	242
<i>I</i> Idle roller lever valve	192
Implementation	65
Indicators	178
Indirect control of a pneumatic cylinder	72
Input element	58
<i>J</i> Junction elements	205
<i>L</i> Lettering system	44
Linear actuators	49
Linear motion	155
Logic control	230
Longitudinal slide valve	197
Lubrication	149

الموضوع	رقم الصفحة	
Maintenance	120, 147	<i>M</i>
Malfunctions	51, 118	
Manifold mounting of valves	240	
Memory control system	227	
Methods of actuation	45	
Modular systems	240	
Motors	176	
Mounting of roller valves	201	
Mounting of cylinders	169	
Multiple actuators	102	
Multi-position cylinder	241	
Noise pollution	16, 52	<i>N</i>
Non-return elements	47	
Non-return valves	27, 203	
Oil mist	53	<i>O</i>
Oil removal	151	
Operational safety	53	
Optical indicators	178	
Optimum pressures	130	
Over-lubrication	149	
Pilot control system	227	<i>P</i>
Pipe material	142	
Pipe layout	143	
Piston force	170	
Piston motors	176	
Plastic pipes	142	
Pneumatics and control system development	18	
Pneumatic elements	23	
Pneumatics in review	12	
Poppet valves	180	
Positional sketch	231	
Power components	34, 58	
Pressure control valves	27, 48, 215	
Pressure level	24, 131	
Pressure regulator	24, 130	
Pressure regulator with/without vent hole	148	
Pressure sequence valve	31, 217	
Principles of air	124	
Processors: Valves and logic elements	33	
Product development	18	

الموضوع	رقم الصفحة
Q Quick exhaust valve	209
R Reciprocating compressor	131
Reliable operation of valves	201
Reservoirs	134
Ring main	143
Riveting process	237
Rodless cylinder	164
Roller lever valve	28, 190
Rotary actuators	50, 163
Rotary motion	156
Rotary piston compressor	132
S Safety requirements for pneumatic clamping devices	51
Seals	144, 165
Servo-controlled	190
Selection criteria for working media	17
Selection and comparison of media	224
Sequence control	227
Sequence valves	217
Setting pressure regulator	148
Shut-off valves	211
Shuttle OR valve	207
Signal flow	57
Signal overlap	107
Single-acting cylinder	34, 156
Sizing pipe	141
Slide valves	180
Sliding-vane motors	177
Standards	39
Static output devices	155
Structure	19
Supply air throttling	213
Swivel/linear drive	243
Synchronous control	230
Symbols and descriptions of components	40
System upgrade	66
Systems: Control circuits	35

الموضوع	رقم الصفحة	
Tandem double-acting cylinder	160	T
Throttle valve	211	
Time delay valve	32, 219	
Time-dependent sequence	230	
Trouble-shooting in pneumatic systems	115	
Turbine motors	177	
Utilisation factor	147	U
Vacuum generator	244	V
Vent hole	148	



القيم الفيزيائية و الواحدات

l	الطول	m
m	الكتلة	kg
t	الزمن	s
T	درجة الحرارة	K
F	القوة	N
A	المساحة	m^2
V	الحجم	m^3
q_v	معدل التدفق الحجمي	m^3/s
p	الضغط	bar (Pa)
A	سطح المكبس	m^2
A'	السطح الحلقي	m^2
d	قطر قضيب المكبس	m
D	قطر الاسطوانة	m
F_{eff}	قوة المكبس الفعالة	N
F_F	قوة نابض الإعادة	N
F_R	قوة الاحتكاك	N
F_{th}	قوة المكبس النظرية	N
n	عدد الأشواط في الدقيقة	1/min
p_{abs}	الضغط المطلق	bar (Pa)
p_{amb}	الضغط الجوي المحيط	bar (Pa)
p_e	الضغط الزائد أو الناقص	bar (Pa)
Δp	الضغط التفاضلي	bar (Pa)
Q_B	مصروف الهواء	l/min
Q_H	مصروف الهواء لكل سنتم من الشوط	l/cm
Q_L	الكمية الموصلة	m^3/min
Q_n	معدل التدفق الاسمي	l/min
s	طول الشوط	cm
t	درجة الحرارة المثوية	$^{\circ}C$
V_B	حجم الخزان	m^3
z	دورات التبديل في الساعة	1/h
T_n	درجة الحرارة النظامية	$T_n = 273.15 \text{ K}, t_n = 0 \text{ }^{\circ}C$
p_n	الضغط النظامي	$p_n = 101325 \text{ Pa}$