

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/311668216>

الصناعة في الهواء استخدامات Utilization of air in industry

Thesis · June 2003

DOI: 10.13140/RG.2.2.16715.39202

CITATIONS

0

READS

74

2 authors, including:



Osama Mohammed Elmardi Suleiman Khayal

Nile Valley University

170 PUBLICATIONS 5 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



buckling of laminated plates [View project](#)



nonlinear analysis of composite laminated plates [View project](#)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

إستخدامات الهواء في الصناعة

إعداد الطالب : الوليد عبد الهادي إبراهيم

مشروع تخرج كمطلوب تكميلي لنيل درجة البكالوريوس في نظم الإدارة الهندسية

قسم الهندسة الإنتاجية

كلية الهندسة والتقنية

جامعة وادي النيل

يونيو 2003م

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

إستخدامات الهواء في الصناعة

إعداد الطالب : الوليد عبد الهادي 1BS079

إشراف الأستاذ : أسامة المرزي

مشروع تخرج كمطلوب تكميلي لنيل درجة البكالوريوس في نظم الإدارة الهندسية

قسم الهندسة الإنتاجية

كلية الهندسة والتقنية

جامعة واسط النيل

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قال تعالى :

﴿ اقرأ باسم ربك الذي خلق * خلق الإنسان من علق * اقرأ وربك الأكرم * الذي علم بالقلم * علم الإنسان ما لم يعلم ﴾

صدق الله العظيم

الإهداء

إلى الأخوة زملاء في برنامج بكالوريوس نظم الإدارة الهندسية

إلى أسرة كلية الهندسة بجامعة وادي النيل

إلى الأهل والأحباب عموماً وخص منهم والدتي العزيزة ووالدي الحبيب

والي نروحي وأبني حفظهم الله جميعاً

أهدى ألكم هذا الجهد

الوليد

الشكر والعرفان

الشكر موصول إلى

أسرة كلية الهندسة جامعة وادي النيل وإلى جميع من ساعدنا في هذا العمل

وأخص بالشكر أسرة مكتبة مجمع البرموك الصناعي ..

والأخوة الزملاء بالمجمع ..

والشكر كل الشكر للأستاذ / أسامة المرصى

الذي كان لتوجيهه عظيم الأثر في إخراج هذا البحث بشكله الحالي

الفهرس

.i	آية قرآنية	١
ii.	الإهداء	٢
.iii	شكر وعرفان	٣
.iv	الفهرس	٤
	الفصل الأول : مقدمة ونشأة تاريخية	١
١	مقدمة عامة	١-١
٢	الحوجة للهواء في الصناعة	٢-١
٣	أهداف البحث	٣-١
٤	مميزات وعيوب التحكم بالهواء المضغوط	٤-١
٥	الفصل الثاني : توليد وتجفيف الهواء المضغوط	٢
٥	مصطلحات فنية	١-٢
٨	الضواغط (ماكينات توليد الهواء)	٢-٢
٨	الضواغط الترددية	١-٢-٢
٩	الضواغط الدوارة الريشبية والمقارنة بين أنواع الضواغط	٢-٢-٢
١١	تجفيف الهواء المضغوط	٣-٢
١٥	الفصل الثالث : نظم القياس والتحكم	٣
١٥	نظم القياس	١-٣
١٦	نظم التحكم في الهواء	٢-٣
١٧	موانع التسرب (الحشو)	٣-٣
٢١	امثلة عملية عن التحكم النيوماتيكي	٤-٣
٢٥	الفصل الرابع : توزيع الهواء المضغوط	٤
٢٥	تعيين السعه الفعلية وضغط التشغيل	١-٤
٢٥	إختبار أقطار مواسير الشبكة الهوائية	٢-٤

٢٨	أختيار حجم الخزان المناسب	٣-٤
٣١	خطوط الهواء	٤-٤
٣٥	أدوات التوصيل	٥-٤
٣٨	رسومات وصور لبعض أدوات التحكم المصنعة حسب موصفات ISO	٦-٤
٤٠	الفصل الخامس : الخاتمة والتوصيات	٥
٤٠	الخاتمة	١-٥
٤١	التوصيات والرؤى المستقبلية	٢-٥
٤٢	المراجــــــــــــــــع	
٤٣	الملحق	

مقدمة :

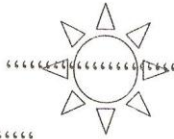
لقد ظل الإنسان منذ وجوده على سطح الأرض يحاول الاستفادة من الأشياء الطبيعية من حوله لإشباع حاجاته التي لا تحدها حدود . و من بين الطبيعيات من حوله حاول الإنسان الاستفادة من الهواء و حركته الطبيعية و كانت أول محاولاته استخدامه في المراكب و السفن الشراعية و من ثم كان استخدامه في الحدادة (الكير) .

أما أول محاولة للاستفادة منه في شئ ثابت كان في بداية عصور النهضة الصناعية في أوربا عندما تم تشغيل طواحين في هولندا تعمل بالهواء (طواحين الهواء) . بعد النهضة الصناعية و التنافس الصناعي حاول الإنسان في التحكم في الهواء أو توليد الهواء ليتم الاستفادة منه استعادة قصوى . حيث أصبح بعد ذلك علما يدرس وله فروع كثيرة .

حاليا أصبح الهواء يستخدم ف التحكم (هواء مضغوط) كما يستخدم في التبريد و التكييف إضافة للتسخين و الفلترة .

ونحن في دراستنا هذه سنركز على الهواء المضغوط و التبريد ، فالهواء المضغوط له استخدامات كثيرة في الهندسة ، حيث أصبح من العلوم الهندسية حيث أن النيوماتيك هو علم هندسي يقسم بالهواء المضغوط و تدفقه

بل تطور هذا العلم حتى أصبح الهواء المضغوط يستخدم في التحكم ، فمثلا في الآليات التي تستخدم الهواء مثل CNC m/c center تصبح عملية استلام السكين من المناول أو إرجاعها عملية فتح و قفل للكولت يتم التحكم فيها بواسطة الهواء { Clamp and Unclamp } وأيضا في التحكم في المطارق و المكابس ، وكما في صناعة الزجاج وصناعة اللدائن و المواسير البلاستيكية . و التطور في استخدام الهواء في التحكم أدى إلى تطوير نظام الصمامات في الهواء و التحكم في كمية إنتاجه إضافة لتطوير وصلات و تعدد أنواعها ، أضاف للتحكم في تنقية الهواء و تجفيفه ، كما أدى لتطوير الاسطوانات و أحجامها و تنوع بلوفه التحكم إضافة لعدادات تبين كمية لهواء المضغوط .



1-2 - الحاجة للهواء فى الصناعة:-

كلمة نيوماتيك كلمة إغريقية Pneuma و تعنى هواء أو رياح أو تنفس . و تعرف بأنها علم هندسي يهتم بالهواء المضغوط وتدقيقه .

الهواء المضغوط تم استخدامه منذ فترة طويلة بالصناعة و لكن فى منتصف القرن العشرين تم استخدام الهواء المضغوط فى التحكم وذلك فى صناعة المواسير البلاستيكية و صناعة الزجاج . مما أدى بدوره لتطوير نظام دوائر التحكم النيوماتيكية و تطوير الوصلات و تطوير طرق تنقية الهواء المضغوط .

وفى منتصف عام 1960 ميلادية تقدمت صناعة صمامات التحكم و تم استخدام الصمامات المنطقية فى الدوائر الهوائية و هذا التقدم جعلها ذات مواصفات فنية جيدة نال لهذه المواصفات :-

١. صغر الحجم للصمامات .
 ٢. فتحات التوصيل توجد أسفل الصمام .
 ٣. استخدمت أرقام معبره عن الوظيفة لترقيم مداخل و مخرج الصمامات .
 ٤. تعمل الصمامات فى مدى كبير للضغط .
 ٥. طول عمر هذه الصمامات بحيث يصل العمر التشغيلي لهذه الصمامات إلى 100 ~ 5 مليون دورة تشغيل تقريبا .
- إضافة لذلك ظهرت الوصلات السريعة التى تجعل من التوصيل يتم فى لحظات . كذلك ظهور بعض العناصر لكتم الصوت المزعج .
- أصبح استخدام الهواء المضغوط منتشر فى جميع ميادين التحكم فى الصناعة . فهو يستخدم فى تشغيل آلات الورش و أعمال التعدين و إنشاء و تصليح الورش و ذلك لعدة أسباب منها :-
١. سهولة استخدامها فى الأماكن التى لا توجد بها كهرباء
 ٢. سهولة حمل هذه الآلات .
 ٣. متانة الآلات العاملة بالهواء المضغوط و سهولة صيانتها .

3

٤. تصميمها بحيث تعمل في الظروف الصعبة حيث الأتربة و الماءالخ .
٥. لا يتعرض العاملون بهذه الآلات لصدمة كهربائية كم هو الحال في الآليات العاملة بالتيار الكهربائي .
٦. لا يخشى على هذه الآلات من الأحمال المفرطة .
٧. استخدامها في الماكينات الكبيرة لحمل قوالب كبيرة كما في المكابس بأقل جهد .
٨. استخدامه في الماكينات الحديثة في الـ Clamp و unclamp بسهولة ويسر .

1-3 أهداف البحث :

مع تقدم الصناعة أصبح الهواء من الركائز الهامة للصناعة فلا يوجد نظام صناعي متكامل يستغنى عن استخدام الهواء المضغوط . والتحكم بالهواء يستخدم حاليا في كثير من الصناعات ، فاذا اخذنا على سبيل المثال المكابس المستخدمة فى ثنى وتنقيب وتشكيل القطع المراد تشغيلها على المكبس ، فنجد أن الهواء المضغوط هو الذى يحرك الجزء العلوى للقالب . لذلك لابد من معرفة كمية الهواء المطلوبة وضغطه اللازم لتشكيل القطعة . لذلك لابد من معرفة القوى اللازمة لتحريك المكبس التى بدورها تقودنا لمعرفة قوى الضغط المطلوبة لتحريك الجزء العلوى للقالب. وهو مايقودنا بدوره لدراسة التحكم فى الهواء المضغوط

ونحن كعاملين فى الصناعة ومع حاجتنا للهواء فى كثير من الآليات والماكينات مثل المكابس والمسابك والمطارق وماكينات الـ CNC Milling . فعند انشأ مجمع صناعي فول ما نوجهه من مشاكل عند تصميم شبكات الهواء واختيار المكينات عدم توفر المعلومات والمراجع عن الهواء المضغوط لذلك الينا انساهم في هذا المجال ببعض المجهود لعله يكون بداية لبحاث اخرى في الهواء المضغوط منا او من زملا اخرين .

1-4 مميزات و عيوب التحكم بالهواء المضغوط :

أ/ أولا :- المميزات :-

- 1-الهواء بلا مقابل و يمكن الحصول عليه في أي مكان و بأي كمية مطلوبة .
- 2-يمكن نقل الهواء المضغوط خلال الخطوط الهوائية لمسافات بعيدة.
- 3-لا يحتاج للتخلص من بقايا الهواء المضغوط ، حيث يمكن تسربها للجو بعد الانتهاء من العمل به .
- 4-الهواء غير حاس للتغير في درجة حرارة ، و لذلك يمكن استخدامه في التحكم عند أي ظروف مناخية .
- 5-يفضل استخدامه في الأماكن المعرضة للانفجارات و التي تحتوى على غازات متطايرة قابلة للاشتعال عن التحكم بالكهرباء لعدم احتمال حدوث أي شرارة .
- 6-الآلات التي تعمل بالهواء المضغوط لا يخشى عليها من بعكس الآلات التي تعمل بالتيار الكهربائي .
- 7-الهواء المضغوط نظيف ، لذلك يمكن استخدام الهواء المضغوط في الصناعات التي تحتاج إلى نظافة خاصة مثل الصناعات الغذائية و صناعة الغزل و النسيجالخ

ثانيا :- العيوب :-

- 1-ارتفاع تكلفة إنشاء و تشغيل و صيانة و حداث توليد و تجفيف المضغوط .
- 2-يلزم استخدام آلات كبيرة للاسطوانات للحصول على قوى كبيرة و ذلك لانه يفضل عدم زيادة ضغط الهواء المضغوط عن 7 bar لتقليل التكلفة .
- 3-نظرا لقابلية الهواء للانضغاط لا يمكن الوصول الى سرعات ثابتة لعناصر الفعل (أسطوانات و محركات هوائية) عند تغير الاحتمال .

الفصل الثاني

2-1 مصطلحات فنية : Technical Expression

أ- الضغط Pressure :

يعرف الضغط بأنه القوة المؤثرة على وحدة المساحة أي أن الضغط = $\frac{\text{القوة}}{\text{المساحة}}$

و هناك ثلاثة أنواع من الضغوط هي:

١/ الضغط الجوي Atmospheric pressure :

وهو ضغط الهواء على سطح البحر و يساوى بالنظام العالمي (

1.02 bar (Kg/cm²

وبالنظام الإنجليزي (14.7 psl (lb/l² أنظر ملحق -١ .

٢/ الضغط المقاس : Gauge pressure

وهو ضغط أي حيز من الهواء منسوباً للضغط الجوي .

٣/ الضغط المطلق Absolute pressure :

وهو ضغط أي حيز من الهواء منسوباً إلى ضغط الفراغ . أي الحيز

المفرغ من الهواء وهذا الضغط يساوى 0 bar أو 0 psl .

أي أن ضغط المطلق = الضغط المقاس + الضغط الجوي .

و عادة فان أجهزة قياس الضغط المستخدمة تقيس الضغط كضغط مقاس ،

أي منسوباً للضغط الجوي . و الشكل ١-١ يبين العلاقة بين الضغوط

الثلاثة السابقة .

ب- درجة الحرارة Temperature :

هنالك عدة تغيرات معروفة لدرجة الحرارة و هي :

١/ درجة الحرارة المحيطة Ambient temperature

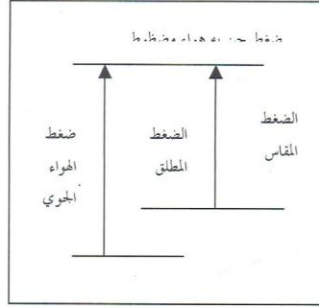
وهي درجة حرارة الوسط المحيط التي تعمل فيه الآلات

6

المختلفة ، و تقاس بالدرجة المئوية أو الكلفن K أو
أو بالفهرنهايت F و العلاقة بينهم كالآتي :

$$K = 273 + C$$

$$F = 1.8 C + 32$$



الشكل 2-1

٢/ درجة الحرارة المطلقة Absolute temperature :

وهي درجة حرارة الأشياء المختلفة منسوبة للصفر المطلق و الذي يساوى
K أو C 273 .

ج/ قانون بويل للغازات :-

يتناسب الضغط لأي كتلة من الغاز تناسباً عكسياً مع الحجم عند ثبات درجة
الحرارة ، و يمكن وضع هذا القانون في الصورة الآتية :

$$pv = \text{ثابت}$$

حيث أن p هو الضغط ، v هو حجم الغاز .

د/ قانون شارلز للغازات :

يتناسب حجم أي كتلة من الغاز تناسباً طردياً مع درجة الحرارة عند ثبات
الضغط ، و يمكن وضع هذا القانون في الصورة التالية :

$$v = \text{ثابت}$$

$$T$$

حيث إن v هو الحجم ، T هي درجة الحرارة .

هـ / الرطوبة Humidity :

الرطوبة لفظ يطلق على بخار الماء في الهواء ، و هناك عدة تغييرات تتعلق بالرطوبة و هي :-

١ / الهواء المشبع saturated air :

وهو الهواء الغير قادر على حمل وزن إضافي من بخار الماء عند نفس الظروف من الضغط و درجة الحرارة ، علما بأن وزن بخار الماء اللازم لتشبع الهواء يزداد كلما ازدادت درجة حرارته و العكس بالعكس

٢ / الرطوبة المطلقة Absolute Humidity :

و هي وزن بخار الماء بالجرام الموجود في المتر المكعب من الهواء عند درجة حرارة معينة .

٣ / الرطوبة النسبية Relative Humidity :

وهي النسبة بين الرطوبة المطلقة للهواء الجوى عند درجة حرارة معينة و ضغط معين ووزن بخار الماء اللازم لتشبع المتر مكعب من الهواء الجوى عند نفس الظروف .

الرطوبة النسبية = الرطوبة المطلقة عند ظروف معينة من الضغط ودرجة الحرارة

وزن بخار الماء اللازم لتشبع متر مكعب من الهواء

عند نفس الظروف

و عادة تعطى الرطوبة النسبية كنسبة مئوية بضرب ناتج العلاقة السابقة في العدد 100 .

٤ / التكاثف Condensation :

يتكاثف بخار الماء الموجود في الهواء كلما انخفضت درجة حرارته.

٥ / الهواء الجاف Dry air :

وهو الهواء الخالي من الرطوبة تماما ، و يقال في هذه الحالة أن هذا الهواء له رطوبة مطلقة تساوى صفرا ، و كذلك رطوبة نسبية تساوى صفرا .

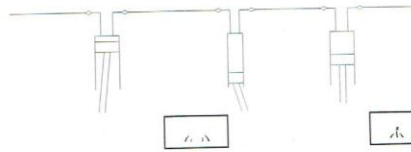
و /معدل التدفق الحجمي Volumetric Flow Rate : يعرف تدفق الغازات بأنه حجم الغاز المار في وحدة الزمن داخل حيز معين و تستخدم الوحدات التالية لقياس التدفق ، و هي المتر المكعب لكل ثانية (m/sec) ، أو وحدة اللتر لكل ثانية (L/sec) ، أو وحدة القدم المكعب لكل دقيقة (CFM (F1/min) .

2-2-1 الضواغط الترددية Reciprocating Compressors

يتكون الضاغط الترددي من اسطوانة أو أكثر ، وتحتوى كل اسطوانة على مكبس يتحرك حركة ترددية لسحب الهواء الجوى ، ثم ضغطه بالضغط المطلوب ، وتحتوى كل اسطوانة في قاعدتها على صمامين ، أحدهما يسمى صمام السحب ، حيث يفتح في شوط السحب للمكبس لدخول الهواء الجوى .

والثاني يسمى صمام الضغط ، حيث يفتح في شوط الضغط لخروج الهواء المضغوط . وتوجد بعض الضواغط الترددية ذات مرحلة واحدة ، حيث يتم ضغط الهواء الجوى بداخل اسطوانة ، هنالك أنواع أخرى من الضواغط الترددية بمرحلتين ، أي يتم ضغط الهواء الجوى ويزاد ضغط الهواء المضغوط في الاسطوانة الأولى بضغطه ثانية في اسطوانة ثانية ، علما بان الهواء المضغوط في الاسطوانة الأولى يتم تبريده لدرجة حرارة الهواء الجوى بواسطة مبرد بيني Intercooler قبل دخول الاسطوانة الثانية .

رسم مبسط يمثل ضاغط ترددي (أ) بمرحلة واحدة (ب) بمرحلتين



2-2-2 الضواغط الدوارة الريشية Vane Compressors :

تتكون الضواغط الدوارة ذات الريش المنزلقة من عضو دوّار، وهو عبارة عن اسطوانة تحتوي على مجارى، ويثبت بداخل كل مجرى ريشة معدنية أسفلها ياي دافع، أما العضو الثابت للضاغط الدوار فهو أسطوانة مفرغة تحتوي على فتحتين جانبيتين وهما :

أ- فتحة السحب

ب- فتحة الطرد

العضو الدوار في هذا النوع من الضواغط لا مركزي، حيث توجد إزاحة بين محور العضو الثابت والعضو الدوار، وعند دوران العضو الدوار تنشأ منطقة لسحب الهواء أمام فتحة السحب، ومنطقة لضغط الهواء أمام فتحة الطرد.

توجد ضواغط ريشية بمرحلتين، حيث تثبت المرحلتين علي نفس محور الدوران، ويبرد الهواء المضغوط الناتج من المرحلة الأولى بمبرد بيني Intercooler قبل دخول الاسطوانة الثانية

مقارنة بين انواع الضواغط :

الجدول أدناه يوضح المقارنة بين أنواع الضواغط المختلفة من

حيث التكلفة المبدئية والكفاءة ومستوى الضوضاء :

النوع	التكلفة المبدئية	الكفاءة الحجمية	مستوى الضوضاء	ملاحظات
ترددى	متوسطة	عالية	عالي جدا	تختار بسعات لا تزيد عن $100\text{m}^3/\text{min}$ وضغط لا يزيد عن 7Bar
ريشية	متوسطة	قل كفاءة	منخفض	يفضل خصوصا استخدامهما في الأنواع التي الضواغط التي

تزيد عن 7bar ، والساعات التي لا تزيد عن 100m ³ /min وتتراوح سرعتها من 250-3500 rpm وتتمدد على الحجم	تبرد بالماء			
يفضل استخدامها عند ساعات اعلي من 200m ³ /min	يمكن ان يقل باستخدام أنظمة تخميد الضوضاء	منخفض عند الأحجام الأقل من 170 وعالية عند الساعات الاعلى	عالية	الطارد المركزي Centrifugal
يفضل استخدامها عند ساعات اعلي من 280m ³ /min	يمكن تقليلها باستخدام أنظمة تخميد الضوضاء	عالية	عالية	المحورية Axial

حيث أن التكلفة المبدئية : هي تكلفة إنشاء وحدة توليد الهواء
المضغوط و الذي يعتبر الضاغط أحد عناصر هذه الوحدة .

الكفاءة الحجمية للضاغط : و تساوي (100 x المساحة الفعلية للضاغط
إزاحة المكبس

مستوى الضوضاء : وهو ضاغط الصوت على بعد 1m من الضاغط ويقاس
بوحددة ألد يسيل (dB)

مقارنة بين تكلفة الإدارة و التركيب و الصيانة و التكلفة المبدئية للأنواع
المختلفة للضاغط

وجه المقارنة	الترددي	الريشي	الطارد المركزي	المحوري
التكلفة المبدئية	متوسط	منخفض جدا	متوسط	أقل من الترددي
تكلفة التركيب	عالية جدا	منخفضة جدا	منخفضة	منخفضة
تكلفة الاداره	عالية	منخفضة جدا	الأقل تكلفة	منخفضة
تكلفة الصيانة	متوسطة	عالية	منخفضة	منخفضة

و عادة يكون عمر الضاغط حوالي ١٠ سنوات اذا كان يعمل باستمرار و عمره ١٠٠٠٠ ساعة تشغيل اذا كان يعمل ويتوقف بعدد مرات لا يزيد عن ١٥ مرة في الساعة و له زمن تشغيل لا يزيد عن نصف ساعة كل ساعة . و يفضل استخدام اكثر من ضاغط بساعات منخفضة عن استخدام ضاغط واحد و بسعة كبيرة في المنشآت التي تحتوي على أحمال نيوماتيكية كثيرة لتفادي تعطل النظام بأكمله اذا تعطل الضاغط .

2-3 تجفيف الهواء المضغوط :

لحفاظ على سلامة العناصر العاملة بالهواء المضغوط يجب تجفيف الهواء المضغوط من الرطوبة ، بحيث لا يزيد المحتوى المائي 0.001 g/m ، و يتم تجفيف الهواء المضغوط بخفض درجة حرارته ، و هناك عدة طرق لتجفيف الهواء المضغوط أهمها :

أ- المبرد البيئي intercooler :

و يوجد هذا المبرد بين المراحل المختلفة للضواغط، وهو بداخل الضاغط .

ب - خزان الهواء Air receiver :

عادة يجمع الهواء المضغوط بواسطة الضاغط في خزان الهواء لعدة أسباب أهمها :

١/ عند استخدام الضواغط الترددية فان الهواء المضغوط يكون على شكل موجات انضغاطية ، فإذا انتقل الهواء المضغوط بهذه الصورة إلي نظام التحكم الهوائي يؤدي ذلك إلى انهياره و إلى إحداث ضجيج شديد يؤذي العاملين، لذلك

توضع الخزانات بجوار الضواغط لمنع انتقال هذه الموجات إلى باقي نظام التحكم الهوائي .

٢ / تقوم الخزانات بتخزين الهواء المضغوط في أوقات الأحمال الخفيفة لاستخدامه وقت الذروة.

٣ / نظرا لان الهواء المضغوط المخزن داخل الخزانات تكون درجة حرارته مرتفعة

عن الهواء الجوي ، لذا يحدث انتقال حراري بواسطة الإشعاع من الهواء المضغوط إلى الهواء الجوي يؤدي إلى انخفاض درجة حرارة الهواء المضغوط ، فتقل قدرته على حمل بخار الماء، و يتكاثف جزء من بخار الماء، وعادة يثبت صمام أمان safety valve على الخزانة لحماية الخزان من زيادة الضغط عند الحد المسموح به عند حدوث عطل في نظام التحكم للضاغط ، و أيضا يوجد عداد ضغط لمتابعة ضغط الهواء داخل الخزان ، كذلك يثبت أسف الخزان صمام تصريف أوتوماتيكي Automatic drain valve و يقوم هذا الصمام بتصريف الماء المتجمع أسف الخزان ، وهناك أنواع كثيرة من صمامات التصريف الأتوماتيكية أهمها النوع ذو العوامة الكروية وذا الصمام يكون مغلقا طالما أن مستوى الماء بداخله منخفض ، وبمجرد ارتفاع مستوى الماء بداخله لحد معين ترتفع العوامة فيفتح الصمام لخروج الماء المتكاثف بداخل ، ثم يغلق من جديد انظر الشكل 2-3.

ج- مبرد الإعادة after cooler :

يوضع مبرد الإعادة بين الضاغط والخزان ، ويقوم هذا المبرد بتبريد الهواء المضغوط نتيجة لمرور ماء بارد حول خط الهواء المضغوط في قمصان تبريد معدة لذلك ، وينتج عن ذلك تكاثف بخار الماء . وهناك أنواع من مبردات الإعادة تبرد الهواء المضغوط عن طريق دفع الهواء الجوي Air blast after cooler. انظر الشكل 2-2

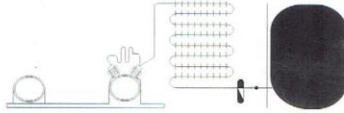
د- مبرد وحدات الفريون Refrigeration units :

تستخدم وحدات التبريد بالفريون لتبريد الهواء المضغوط إذا تعذر استخدام مبرد الإعادة ، أو إذا لم يكون مبرد الإعادة قادرا على الوصول إلى محتوى مائي لا يزيد عن $0.001g/m^3$.

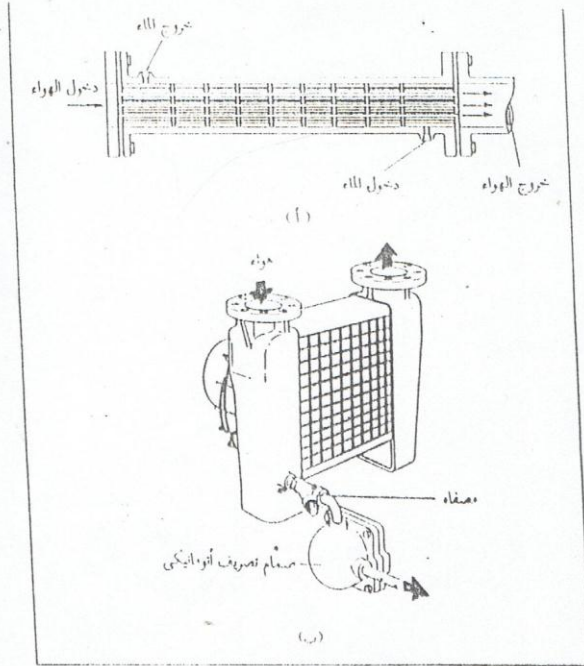
وتتكون وحدة التبريد بالفريون من الأجزاء الآتية :-

- محرك كهربائي لإدارة الضاغط .
- ضاغط بمرحلتين يحتوى على مبرد بيني لتوليد الهواء المضغوط .
- مبرد إعادة لتبريد الهواء المضغوط لتكثيف الماء العالق به .
- صمام تصريف أوماتيكي لتصريف الماء المتكاثف من الهواء المضغوط بعد خروجه من مبرد الإعادة .
- صمام لا رجعى لمنع التدفق العكسي للهواء المضغوط من الخزان إلى الضاغط .
- خزان هواء مضغوط لتخزين الهواء المضغوط المجفف لوقت الحاجة .
- محبس يدوى لتصريف الماء المتكاثف فن الخزان .
- محبس رئيسي يتم فتحه أثناء دخول وحدة توليد الهواء المضغوط للخدمة في حين يتم

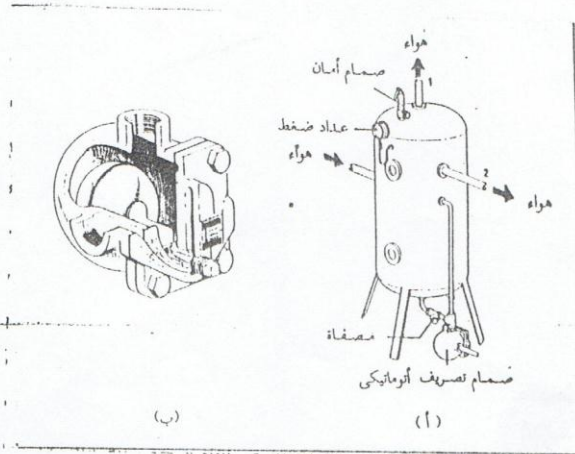
غلقه أثناء عمليات الصيانة .



الشكل 2-1



شكل 2-2



شكل 2-3

3 - نظم القياس و التحكم :

3-1 نظم القياس:-

في الماضي كان الضغط يقاس بجهاز المانوميتر . اما حاليا فهناك العديد من أجهزة قياس الضغط المعروفة منها:-

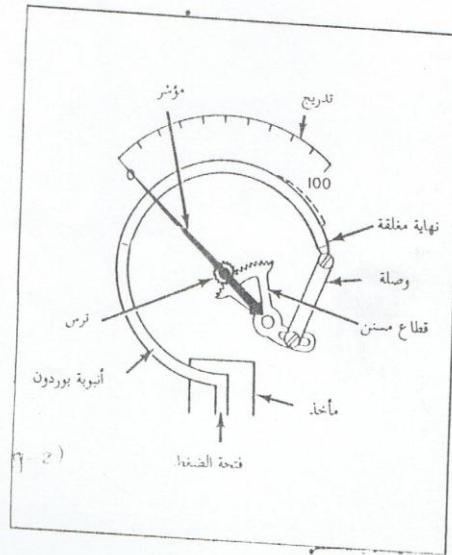
١- جهاز بوردون :

ينسب هذا الجهاز للمهندس الفرنسي Eugene Bourdon الذي له الفضل في اختراعه .

نظرية عمل الجهاز :-

عند اندفاع الهواء المضغوط داخل الأنبوب الزنبركي تتمدد الأنبوب ويعتمد معدل تمدد الأنبوب على مقدار ضغط الهواء وتنتقل حركة الأنبوب الى المؤشر عن طريق رافعة وقوس مسنن وترس صغير . ويمكن قراءة الضغط المقاس على تدرج الجهاز الذي يكون مدرجا اما بوحدة (Bar) او (Psi) .

جهاز بوردون من اكثر الأجهزة استعمالا نسبة لفعاليتها الكفائة التي تصل الى اكثر من 98% . بالاضافة لقلّة تكلفته .



3-2 نظم التحكم في الهواء :

من المعروف إن السعة الفعلية للضاغط يجب إن تكون أكبر من معدل الاستهلاك الكلى للأحمال ، وحيث إن معدل استهلاك الأحمال للهواء المضغوط يتغير من لحظة لأخرى ، لذا كان من الضروري عمل نظام تحكم يحافظ على ذلك .
وهناك عدة أنواع لأنظمة لتحكم المستخدمة مثل :

- (١) التحكم بالإيقاف و التشغيل .
- (٢) التحكم بالتشغيل بدون حمل .
- (٣) التحكم المركب .
- (٤) التحكم بتغير السرعة .
- (٥) التحكم في مجموعة ضواغط .

و فيما يلي سنتناول جميع هذه الأنواع بالتفصيل :

3-2-1 التحكم بالإيقاف و التشغيل Start / stop control .

يقوم هذا النظام بإيقاف الضاغط عند وصول الضغط في خزان الهواء المضغوط للحد الأقصى المعايير عليه مفتاح الضغط ، و نتيجة لاستهلاك هذا الهواء المضغوط عند الأحمال يتخفف الضغط و بمجرد انخفاض الضغط بالقيمة الفرقية المعايير عليها مفتاح الضغط ، فإن الضاغط سيدور مرة أخرى للوصول للحد الأقصى المعايير عليه مفتاح الضغط و هكذا .
و يعتبر هذا النظام هو أرخص الأنظمة من حيث تكلفة الطاقة و عادة ان عدد مرات البدء والإيقاف للمحرك الكبرى "وسيلة إدارة الضاغط " يجب أن يكون محددا لارتفاع بناء البدء للمحركات الكهربائية مما يسبب في ارتفاع درجة حرارتها . و ينصح بأن تكون عدد مرات البدء لا تزيد عن ٦ مرات في الساعة .

3-2-2 التحكم في التشغيل بدون حمل No-Load Control :

يسمح هذا النظام بدوران الضاغط بعدها يفلق صمام خط السحب للضاغط ، فيتوقف توقف الهواء الجوى إلى داخل خط السحب للضاغط ، وبالتالي يدور الضاغط بدون عمل و يكون حمل المحرك الكهربى في هذه الحالة حوالي ٣٠% : ٢٠% من الحمل الكامل له . و عندما يخفف الضغط في الخزان بالقيمة الفرقية المعايير عليها مفتاح الضغط ، فإن صمام خط السحب سوف يفتح مرة أخرى و بهذه الطريقة يمكن بالتقليل من درجة حرارة المحرك الكهربى . (وسيلة إدارة الضاغط) تصل عدة مرات فتح صمام السحب إلى ٣٠ مرة في الساعة بحد أقصى ، و بهذا النظام يمكن تقليل سعة الضاغط الفعلية لتصبح ٩٠% تقريبا من معدل الاستهلاك الكلى للأحمال

١- موانع تسريب نوضع بين جسمين يتحرك أحدهما بالنسبة للآخر، و تسمى بالحشو packing ، أو موانع التسريب الديناميكية Dynamic seals أو موانع التسريب الاستاتيكية Static Seals . و يوجد أنواع مختلفة من الجوانات مثل جوانات النوبرين Neoprene Gaskets ، و جوانات الفلين Cork Gasket ، وجوانات المطاط الصناعي ، و الجوانات المعدنية .

و تختار المواد المصنع منها موانع التسريب المختلفة بناء على عوامل مثل : الضغط ودرجة الحرارة و نوع المائع و نوع الحركة ، و هناك أنواع مختلفة من هذه المواد مثل : ، الجلد - المطاط الصناعي - المطاط الطبيعي - الفلين - الاسبستس - التيفلون - المعادن .

3-3-1 الحشو packing :

يستخدم الحشو كموانع تسريب في الاسطوانات و المحركات و الصمامات الخ ، و يوجد عدة أشكال مختلفة للحشو مثل حلقة O و حلقة مربعة و حلقة V و حلقة U و حلقة H و حلقة D و حلقة C الخ ، و لكل له استخداماته . و الشكل 3-1 يعرض بعض هذه الأنواع و تستخدم هذه الأنواع المختلفة إما كحشو للمكابس كالمستخدمة في الاسطوانات و الصمامات المنزلقة و المحركات الهوائية المكبسية و الضواغط ، و إما كحشو للأعمدة كالمستخدمة في أعمدة الاسطوانات و الصمامات الخ . و حتى يتسنى لنا استيعاب ذلك سنتناول لأهم أنواع الحشو بمزيد من التفصيل .

١- حلقات O : O Rings :

توضع هذه الحلقات في تجويفات لها مقاطع مستطيلة ، و هذه الحلقات تمنع التسريب الداخلي و الخارجي ، الشكل 3-2 يوضح فكرة عمل هذه الحلقات لمنع التسريب . فالرسم أ يوضح شكل الحلقة O بدون تأثير أي ضغوط عليها ، أما الرسم ب فيوضح شكل الحلقة O عند تعرضها لضغط من الهواء المضغوط المار في الخلوص الأيسر بين العمود و الجسم المثبت فيه الحلقة ، و بالتالي لن يحدث تسرب للهواء المضغوط .

و تستخدم حلقات O كموانع تسريب للمكابس و الأعمدة و هذا موضح بالشكل 3-3 و لاستبدال حلقة O قديمة يجب استبدالها بأخرى لها نفس المواصفات من حيث المقاس و نوع المادة . و عادة فان جميع الأسطح التي تلامس حلقة O يجب أن تكون مزيتة ، حيث أن هذه الحلقات تتآكل بسرعة إذا لم تكن تزييت بالطريقة السليمة . و هناك بعض العلامات الدالة على تلف حلقات O و هي كالاتي

١/ وجود تشققات بها .

٢/ وجود شروخ على السطح الداخلي أو الخارجي لها .

مع تقليل القيمة الفرقية لمفتاح الضغط ، و هذا أوفر من حيث التكلفة المبدئية لصغر حجم الضاغط المستخدم .

3-2-3 التحكم المركب Combination control Flexomat

في هذا النظام يتم تشغيل الضاغط بدون حمل عند وصول الضغط في الخزان للحد الأدنى المعايير عليه مفتاح الضغط بشرط ألا تزيد فترة تشغيل الضاغط بدون حمل عن ١٠ دقائق ، بعد أن يتوقف الضاغط ثم يدور مرة أخرى عند انخفاض الضغط في الخزان بالقيمة الفرقية لمفتاح الضغط . و ينصح أن يكون عدد مرات بدء المحرك الكهربائي لا تزيد عن ٦ مرات في الساعة ، بينما يصل عدد مرات فتح صمام السحب إلى ٣٠ مرة في الساعة بحد أقصى .

3-2-4 التحكم بتغيير السرعة Variable Speed Control

يعتبر هذا النظام هو الأمثل للضاغط ذات الإزاحة الموجبة مثل الضواغط الترددية و الريشسية ، حيث يقوم هذا النظام بتقليل تيار البدء و العرقلة للمحركات الكهربائية المستخدمة في إدارة الضواغط و ذلك باستخدام بادئات إلكترونية ، و بالتالي يمكن بدء هذه المحركات بعدد مرات أكبر من ٦ مرات في الساعة .

3-2-5 التحكم في مجموعة ضواغط (Multi Set Control)

يستخدم هذا النظام عندما يكون هنالك تغيير كبير في معدل استهلاك الهواء المضغوط أثناء ساعات اليوم في المنشأة .

و في هذا النظام تستخدم مجموعة من الضواغط الصغيرة ، و يتم التحكم فيها مركزيا ، فإذا كان عدد الضواغط المستخدمة مثلاً عند توقف ضاغط ، فإن معدل استهلاك القدرة الكهربائية سوف ينخفض للضغط أو أقل بالإضافة إلى أن ذلك سيزيد عن عمر الضاغطين ، و يستخدم الميكروبريسور في التحكم في مجموعة الضواغط ، و ذلك للوصول للوضع الأمثل في التشغيل لتقليل استهلاك القدرة الكهربائية ومساواة ساعات التشغيل لجميع الضواغط .

مثال : ٣ :

بخصوص نظام التحكم الأمثل لضواغط المسبك (مثال ٢) فيلاحظ أن استهلاك المسبك في الهواء المضغوط يساوي ٠،٩ من سعة الضاغط الفعلية من الهواء الحر ، و هذا يشجع على استخدام نظام التحكم بدون حمل في الضواغط لرفع عدد مرات البدء و الإيقاف بحد أقصى ٣٠ مرة في الساعة .

3-3 موانع التسريب و الحشو Seals and packings

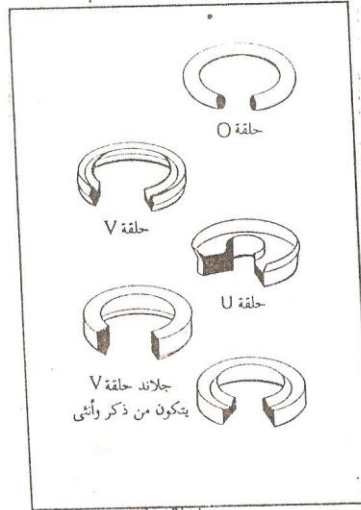
يمكن تقسيم موانع التسريب إلى قسمين هاميين هما :

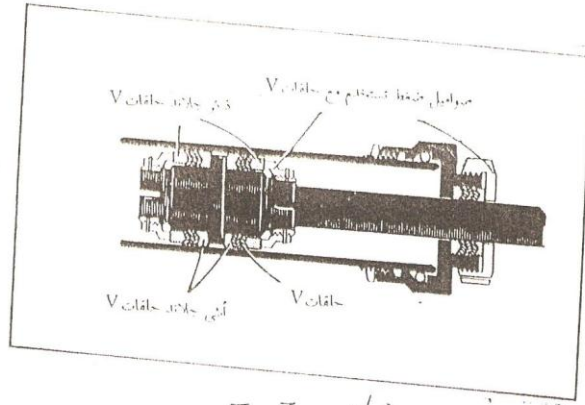
- ٣ / التصاق أجسام غريبة بها .
 و يمكن بسهولة اكتشاف ذلك بواسطة مط حلقة O بإصبعين مع عدم تعدى حدود المرونة لها . و
 عادة لا تستخدم حلقات O في الاستخدامات التالية :
- ١ / العجلة العالية .
 - ٢ / قلة الزيت .
 - ٣ / المشاوير الطويلة .
 - ٤ / الأحمال الكبيرة ذات القوى المستعرضة .

٢- حلقات V: V Rings

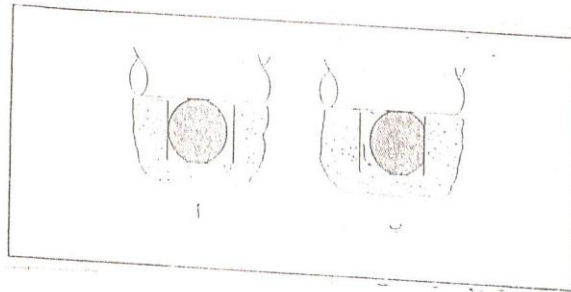
عادة تستخدم حلقات V كموانع تسريب ديناميكية في اتجاه واحد ، فإذا استخدمت كموانع تسريب
 لمكبس يجب استخدام مجموعتين من حلقات V ، و عادة تثبت حلقات V بحيث تقابل قمة V
 الضغط ، و يستخدم ذكر و أنثى ملائمين لتثبيت مجموعات حلقات V . و عادة توضع مجموعات
 حلقات V داخل تجويفها ، و يجب التأكد من ارتكازها الصحيح ، و بعد ذلك يتم رباط صامولة
 الضغط . و الشكل 3-4 يبين قطاع في اسطوانة يستخدم فيها حلقات V .

شكل 3-1





شکل 3-3

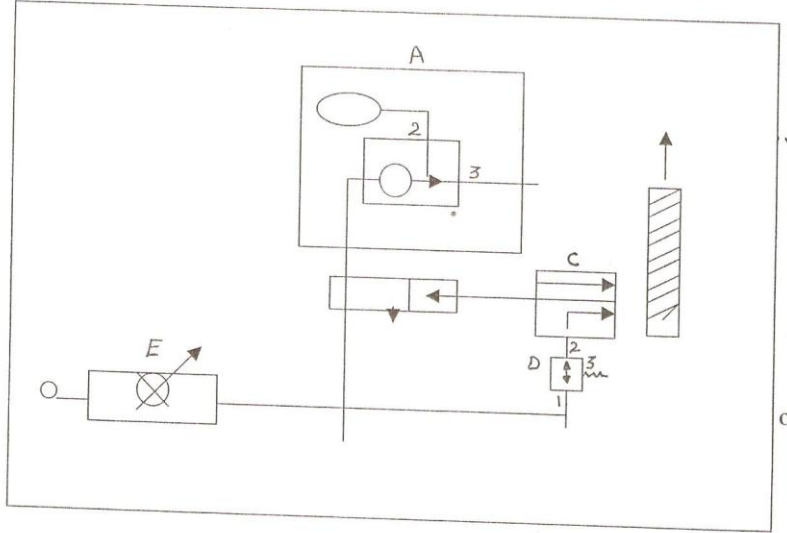


شکل 3-2

3-4 أمثلة عملية عن التحكم النيوماتيكي :

3-4-1 التحكم في المنفاخ الهوائي :

الشكل 3-5 يعرض الدائرة الهوائية للتحكم في المنفاخ الهوائي لقذف الشغلات لمجرد اقترابها من محبس تقاربي انعكاسي .



الشكل 3-5

A
B
C
D
E

محتويات الدائرة الهوائية

منفاخ هوائي

صمام اتجاهي 3/2 سابق التحكم بإشارة ضغط وياي .

محبس تقاربي انعكاسي

صمام تنظيم .

وحدة خدمة .

نظرية التشغيل :

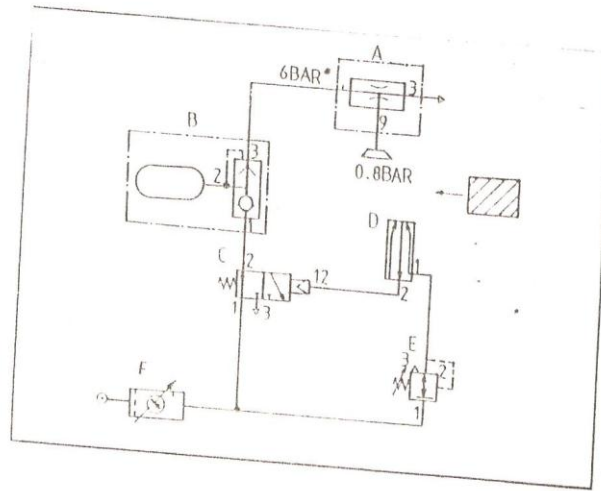
في الوضع الطبيعي يمر الهواء المضغوط في المسار 2 → 1 للصمام الاتجاهي B و مرورا

بصمام التصريف السريع للمنفاخ الهوائي A في المسار 2 → 1

حتى يمتلأ خزان المنفاخ الهوائي بالهواء المضغوط ، و بمجرد اقتراب شغلة من المجس التقاربي الانعكاسي C يتغير وضع التشغيل للصمام B نتيجة لوصول إشارة ضغط للمدخل 12 ، فينقطع الهواء المضغوط عن المنفاخ الهوائي A ، و في هذه اللحظة يقوم المنفاخ بإخراج دفعة هواء كبيرة لتدفع الشغلة الى المكان المطلوب .

3-4-2 التحكم في وحدة الرفع بالتفريغ Vacuum lifter control

الشكل 3-6 يعرض الدائرة الهوائية للتحكم في وحدة الدفع بالتفريغ لالتقاط الشغلات بمجرد اقترابها من مجس تقاربي انعكاسي .



الشكل 3-6

محتويات الدائرة الهوائية

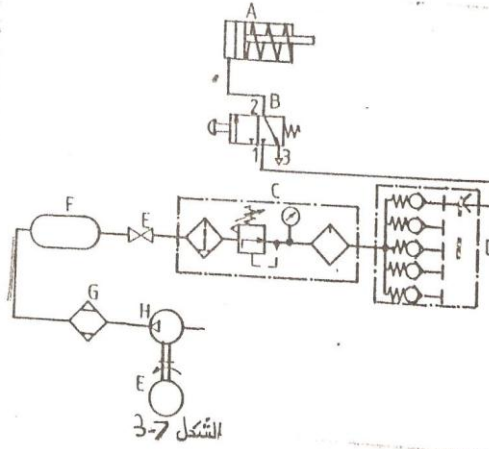
- A وحدة الدفع بالتفريغ و تتكون من فونية سحب تفريغ و كأس سحب .
- B منفاخ هوائي .
- C صمام اتجاهي 3/2 سابق التحكم يعمل بإشارة ضغط و ياي .
- D مجس تقاربي انعكاسي .
- E صمام تنظيم ضغط .
- F وحدة الخدمة .

نظرية التشغيل :

في الوضع الطبيعي يمر الهواء المضغوط في المسار 2 → 1 للصمام الاتجاهي C لم يمر بصمام التصريف السريع للمنفاخ الهوائي في المسار 2 → 1 لسيلاً خزان المنفاخ بالهواء المضغوط ، و بمجرد اقتراب شغلة من المجس التقاربي

3-4-3 التحكم المباشر في الاسطوانات

يستخدم التحكم المباشر في الاسطوانات صغيرة الحجم و ذلك باستخدام الصمامات الاتجاهية التي تعمل بوسيلة يدوية . فالشكل 3-7 يعرض الدائرة الهوائية للتحكم في اسطوانات أحادية الفعل



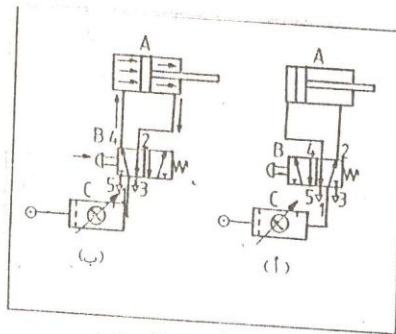
الانعكاسي D ، تخرج إشارة هواء مضغوط من الفتحة 2 للمجس الانعكاسي D لتصل لمدخل التحكم للصمام الاتجاهي سابق التحكم C ، فيتغير وضع التشكيل للصمام للوضع الأيمن فينقطع الهواء المضغوط عن المنفاخ الهوائي A ، و في هذه اللحظة يقوم المنفاخ بإخراج شحنته من الفتحة 3 وصولاً لوحدة الرفع بالتفريغ، فيحدث تفريغ شديد عند الكأس قادر على التقاط الشغلة استعداداً لنقلها لمكان آخر بعناصر هوائية أخرى غير موضحة بهذا المثال .
محتويات الدائرة الهوائية :

- A أسطوانة أحادية الفعل .
- B صمام 3/2 بضغوط تشغيل و ياي إرجاع (صمام قدرة) .
- C وحدة الخدمة وتتكون من مزبدة و عداد ضغط و منظم ضغط و مرشح .
- D موزع بوصلات سريعة .

E	محبس يدوي .
F	خزان الهواء المضغوط .
G	مجفف الهواء المضغوط .
H	ضاغط هوائي .
E	محرك كهربائي .

نظرية التشغيل :

عند الضغط على ضاغط الصمام يتغير وضع التشغيل للصمام من الوضع الابتدائي (الأيمن) إلى الوضع الثانوي (الأيسر) ، ليمر الهواء المضغوط القادم من خزان الهواء المضغوط F و بالمحبس اليدوي E ، ثم مروراً بوحدة الخدمة C ، ثم عبر الوصلة السريعة المستخدمة بالموزع D ، ثم مروراً بالمسار 2 → 1 للصمام B ، ووصلاً للاسطوانة A ، فتتقدم الاسطوانة إلى الأمام ، و بمجرد تحريك الضاغط اليدوي للصمام B يعود الصمام لوضع التشغيل الابتدائي (الأيمن) بفعل باي الإرجاع ، فيمر الهواء المضغوط القادم من خلف الاسطوانة A عبر المسار 3 → 2 للصمام B ، فتراجع الاسطوانة للخلف بفعل باي الإرجاع الخاص بها . وعادة تبسط الدائرة الهوائية لتصبح كما بالشكل 3-8 و فيما يلي محتويات الدائرة الهوائية المختصرة :-



الشكل 3-8

الفصل الرابع

توزيع الهواء المضغوط :

للاستفادة من الهواء بعد توليد يمر توزيعه عبر شبكة مواسير وخرطوم مختلفة الأقطار حسب الحوجة واليوزيع الداخلي لشبكات الهواء.

ومناجل ذلك لابد من معرفة عدة عناصر هي :

(1) تعيين السعة الفعلية وضغط التشغيل للضاغط .

(2) اختبار مواسير الشبكة الهوائية.

(3) اختبار حجم الخزان المناسب.

وفيما يلي تناقش هذه العوامل الثلاثة بالتفصيل.

1-4 تعيين السعة الفعلية وضغط التشغيل.

لتعيين السعة الفعلية للضاغط يجب حساب قيمة استهلاك الهواء للأحمال air consumption

أخذا المعاملات الآتية الاعتبار .

(1) معامل الاستخدام (use factor fu)

(2) معامل التوسعة المستقبلية (future expansion factor fl)

(3) معامل الشراب الهواء (air leakage factor l)

أمن ضغط تشغيل الضاغط فيأخذ عادة مساويا لضغط تشغيل الأعمال اخذ في الاعتبار

قيمة الفقد في الضغط والناشي عن نقل الهواء المضغوط من الضاغط للأحمال .

الجدول 1-4 يوضح الحسابات الخاصة بالأقسام المختلفة لمسبك.

اختيار أقطار مواسير الشبكة الهوائية :

2-4 هنالك عملان هامان عند اختيار أفكار المواسير المستخدمة في الشبكة الهوائية وهما

:

سرعة التدقيق : فيجب أن تكون أقل من 10 m/s لتجنب الضوضاء الشديدة عند النقاط

ذات السرعات العالية (الصمامات).

الانخفاض في الضغط نتيجة الاحتكاك يجب ألا يزيد عن

(0.1 : bare) والشكل 4-2 يستخدم في تعيين القطر المناسب للخطوط الهوائية

بدلاله معدل التدقيق والانخفاض والمسموح في الضغط ، نتيجة لاحتكاك وطول الخط

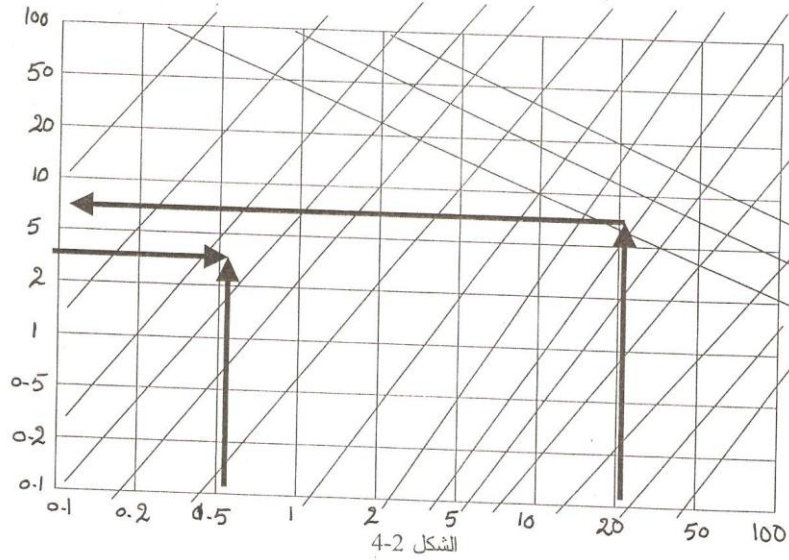
الهوائي ، ويستخدم المعادلة التقريرية التالية لتعيين المعادن k والذي يمثل المحور

للمنحنى المبين الشكل (4-2) .

$$k = \frac{1000 p (p + 1)}{L}$$

حيث أن :

الانخفاض في الضغط نتيجة الاحتكاك بوحدة pdoar طول الخط الهوائي متضمنا طول المكافئ للأدوات المستخدمة بالمتر أضغط التشغيل المقاس (bar)
 علما بأن أعلى خطوط حدود الضغط 6.8.10.bar تكون سرعة تدفق الهواء المضغوط أكبر من 10m/s .



مثال:

احسب الانخفاض في ضغط الهواء المضغوط إطار من خط هوائي طوله 15mm وخطوط وخطوة 8000 بمعدل وبضبط قياس مقداره 7 bare الإجابة :

في الشكل 2-4 نجد أن العامل k يساوي 6.6 تقريبا .

لذا ينتج أن :

$$P = \frac{6.5 \times 150}{1000 \times 8}$$

مثال:

عين قطر الخط الهوائي المناسب طوله 200 m ويمر فيه الهواء ومضغوط بمعدل 0.6 m³ / min عند ضغط مفاص 610 bar إذا كان الانخفاض في الضغط المسموح يساوي 0.1 bar
الاجابه :

$$K = \frac{1000 (p + 1)}{L}$$

$$\frac{1000 \times 0.1 \times 7}{200}$$

من الشكل 2-4 عند تدقيق 0.6 mm³ / min ومعامل k يساوي 3.5 ينتج إن قطر الخط الهوائي المناسب يساوي 25 mm تقريرا .
والجدول 2-4 بين الطول المكافي بوحدة m لأدوات التوصيل والصمامات اليدوية ذات الأقطار المختلفة والمصنوعة عند الصلب .

انظر الجداول التالية :

القطر (mm)									الصمام أو أداة التوصيل
250	200	150	125	100	80	50	40	25	
110	85	60	50	30	25	15	10	6	صمام بمقعد Seat valve
5	3.5	2.5	2.0	1.5	1.0	0.7	0.5	0.3	صمام كروي ball valve
25	18	15	10	7	5	3.5	2.5	1.5	كوع
4.8	3.4	2.5	2	1.5	1	0.7	0.5	0.3	انحناء بماسورة R=D بحيث
2.8	2	1.5	1.5	0.8	0.5	0.3	0.25	0.15	انحناء بماسوري R=2D بحيث
35	25	20	15	10	7	4	3	2	ثية
8	6	4.0	3.5	2.5	2.0	1.2	0.7	0.2	ومخفض قطر من D إلى 2D

4-3 اختيار حجم الخزان المناسب :-
تعيين حجم الخزان المناسب تستخدم المعادلة التالية

$$V_{\text{tank}} = \frac{3600vc}{S_{pk}}$$

القيمة الفرقية لمفتاح الضغط p

السرعة الفعلية للضاغط 1/s vc

حيث ان :

عدد مرات تشغيل الضاغط في الساعة S

معامل يعتمد علي دورة التشغيل K

ويمكن الحصول على العامل K بدلالة دورة التشغيل كنسبة مئوية ونساوي :

X100 الاستهلاك الكلي للأحمال

السعة الفعلية للضاغط = ED %

وذلك من الجدول (3-4)

ED	50	60	70	80	90
K %	4	4.17	4.76	6.25	11.1

مثال :

احسب حجم خزان الهواء المناسب لضغط هوائى سعته الكلية 500L/S عند ضغط التشغيل bar ، علما بان الاستهلاك الكلي للحامل 48L / S
الاجابة :

الاستهلاك الكلي للأحمال = ED%

السعة الكلية للضاغط

480

_____ X100

600

80

من الجدول 3-4 نجد ان 625=13

وحيث ان

K=625

$$\frac{VIANK=3600VS}{S PK}$$

لذلك فان :

3600X600

10.2X2X6.25.03

17260L

17280

17280=17.28M3

100

X100 الاستهلاك الكلي للأحمال

السعة الفعلية للضاغط = ED %

وذلك من الجدول (3-4)

ED	50	60	70	80	90
K %	4	4.17	4.76	6.25	11.1

مثال :

احسب حجم خزان الهواء المناسب لضغط هوائى سعته الكلية 500L/S عند ضغط التشغيل

bar ، علما بان الاستهلاك

الكلية للحامل 48L / S

الاجابة :

الاستهلاك الكلي للأحمال = ED%

السعة الكلية للضاغط

480

_____ X100

600

80

من الجدول 3-4 نجد ان 625=13

وحيث ان

K=625

_____ VIANK=3600VS
S PK

لذلك فان :

3600X600

_____ 10.2X2X6.25.03

17260L

17280

17280=17.28M3

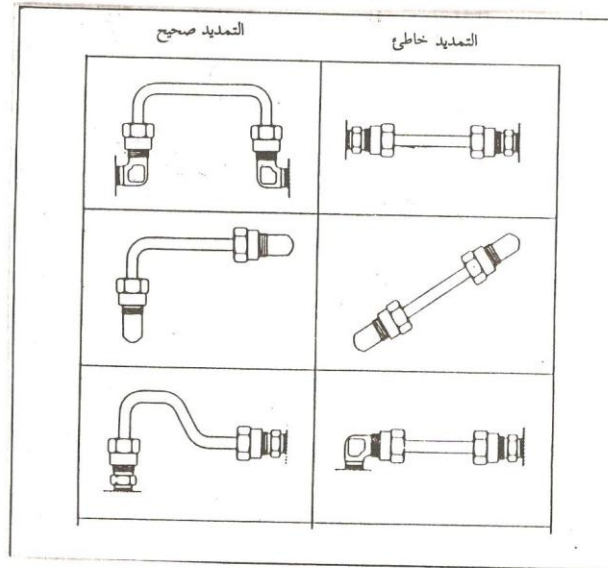
100

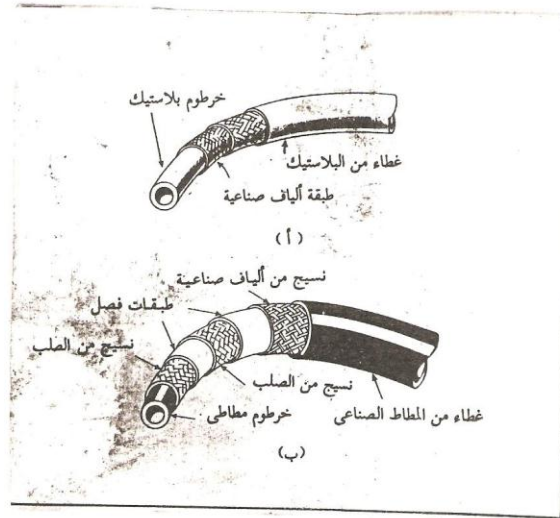
الحسابات التالية خاصة بالاقسام المختلفة لمسبك علما بان معامل الاستخدام للمعدات المختلفة محسوب عند تصميم هذه المعدات :

المعدة او الماكينة	استهلاك الهواء للوحدة L/S	العدد	الاستهلاك الاقصى للوحدات L/S	معامل الاستخدام	متوسط استهلاك الهواء L/S	ضغط التشغيل BAR
المسبك						
منفاخ القوالب	11	3	33	0.5	16.5	5
منضدتك القوالب	5	2	10	0.2	2	5
مسدس نفخ	8	8	64	0.1	6.4	5
ماكينة سباكة	12	5	60	0.3	1.8	5
رافعة 500KG	33	3	99	0.1	9.9	5
مدك يدوي متوسط	6	1	6	0.2	1.2	5
مدكيدوي ثقيل	9	1	9	0.2	1.8	5
مطرفة ريش خفيفة	7	2	12	0.35	4.2	5
مطرفة ريش متوسطة	8	3	18	0.35	6.3	5
مطرفة ريش ثقيلة	13	2	26	0.2	5.2	5
ماكينة تجليخ 75MM	9	2	18	0.3	5.4	5
ماكينة تجليخ 150	25	3	75	0.45	33.75	5
ماكينة تجليخ 200	40	1	40	0.2	8	5
ماكينة تجليخ متوسطة	23	2	46	0.1	4.6	5
مدك						
وحدة نقل بالرمل ثقيلة	42	2	84	0.1	8.4	5

- وتوجد الخرطوم المرنة سواء كانت مطاط أو بلاستيك في صورتين وهما :
- 1- خرطوم بمقاسات محدودة مثبت بها الوصلات اللازمة من قبل الشركة المصنعة .
 - 2- خرطوم في صورة لفات طويلة حيث تقطع حسب الطلب و يقوم فني التركيبات بتنشيط الادوات اللازمة فيها والشكل (4-7) يبين الطريقة الصحيحة والغير صحيحة لتمديد الخرطوم المرنة تبعاً لتوصيات شركة *weatherhead* وكما هو واضح من الشكل (4-7) نجد أنه يسمح بارتخاء الخرطوم أثناء تمديدها وذلك لتعويض النقص الناشئ عن مرور الهواء المضغوط بداخلها والذي قد يصل إلي 5% من طولها ، ويراعي عند التمديد أن يكون الشكل مقبولاً مع سهولة فك الوصلات ، وان يكون نصف قطر الانحناء لا يقل عن 5 مرات من القطر الخارجي للخرطوم .

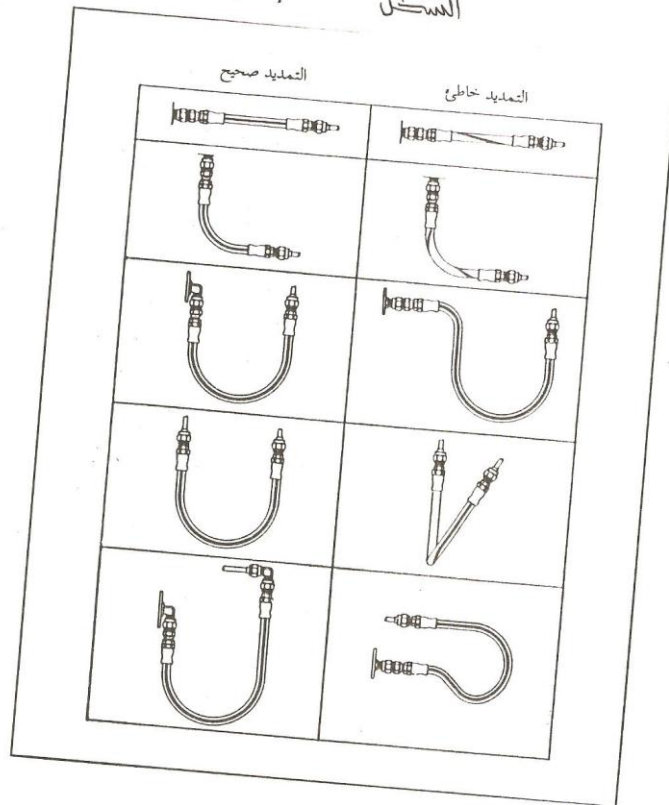
الشكل 4-5





4-6 الشكل

الشكل 4-7



4-5 أدوات التوصيل *Fittings*

يعتمد نوع ادوات التوصيل المستخدمة على نوع الخطوط المستخدمة وفيما يلي أهم الادوات المستخدمة .

4-5-1 أولاً : أدوات التوصيل المسننة (المقلوزة) *Threaded Connectors*

وتستخدم هذه الأدوات مع مواسير الصلب ، وفي هذه الحالة تكون ادوات التوصيل إحكام رباط مع هذه الوصلات حيث توضع حول الطرف المقلوز للماسورة ، وتصنع الادوات المقلوزة من الصلب أو سبائك النحاس ، والجدير بالذكر أن أنابيب الإستلستيل تستخدم أحياناً أدوات توصيل مقلوزة مصنوعة من الإستلستيل .

4-6-2 ثانياً : أدوات التوصيل الفلانجية *Flange Connectors* :

تستخدم الادوات الفلانجية ذات المسامير مع المواسير الصلب ، حيث تثبت الفلانجة مع الماسورة الصلب ن إما باللحام أو القلاووظ ، وتتشابه أدوات التوصيل الفلانجية مع أدوات التوصيل المسننة في انواعها (كوع - تيه - حلبة - صليب - لاکور . . . إلخ) ولكنها تكون مزودة بفلانجات في أطرافها ، وعادة يوضع جوان مناسب بين كل فلانجتين عند ربطها معاً ، والشكل 4-8 يعرض وصلة فلانجية تتكون من فلانجة مثبتة مع ماسورة صلب بقلاووظ وفلانجة أداة توصيل ، ويوضع بين فلانجة الماسورة وفلانجة أداة الماسورة وفلانجة أداة التوصيل جوان

4-5-3 ثالثاً : أدوات التوصيل الانضغاطية : *Compression*

Connectors

وتستخدم هذه الأدوات مع الانابيب الشبه صلبة (نحاس - استلستيل) . وتتكون الوصلة الانضغاطية من نبيل وجلبة أو حلقة وصل مولة ، حيث توضع الأنبوبة شبة الصلبة داخل الصامولة ، ثم بعد ذلك توضع الجلبة المسلوقة داخل الصامولة وبعد ذلك يتم تجميع الصامولة مع النبيل ، فيضغط النبيل على الحافة المشطوفة للجلبة أو الحلقة فتتسلخ الحافة الثانية للجلبة لتدخل في الفراغ المحصور بين التخويش الاسطوانى للنبيل والمحيط الخارجى للأنبوبة ، وتؤدي قوة ضغط قطاعاً الصامولة على شطف الجلبة إلى تثبيت الوصلة جيداً والشكل (4-9) يعرض قطاعاً في وصلة انضغاطية .

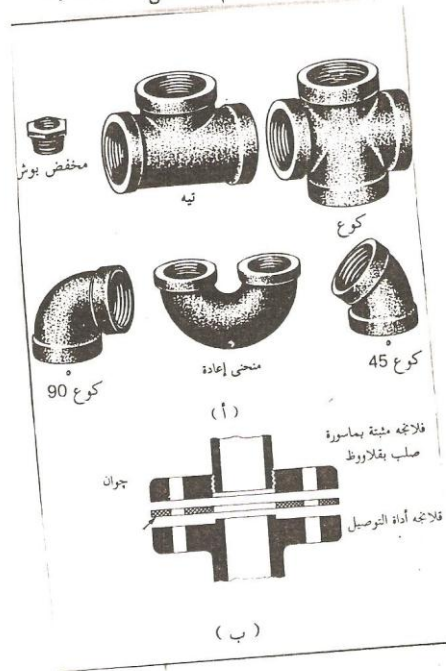
4-5-4 رابعاً : الوصلات السريعة *Quick disconnect Couplings*

وتستخدم هذه الأدوات دائماً مع الخرطوم المرنة ، وتتميز بسرعة تجميعها وفكها بدون إحداث تسربات للهواء المضغوط ، وتحتوى هذه الوصلات على صمام لا رجعي يكون مفتوحاً عندما تكون الوصلة مجمعة والعكس بالعكس وبالتالي تمنع تسرب الهواء المضغوط إلى الخارج بعد الفك والشكل (10-4) يعرض وصلة سريعة فيما يلي رمز سريعة مجمعة (رمز 1) ومفكوكة (رمز 2)

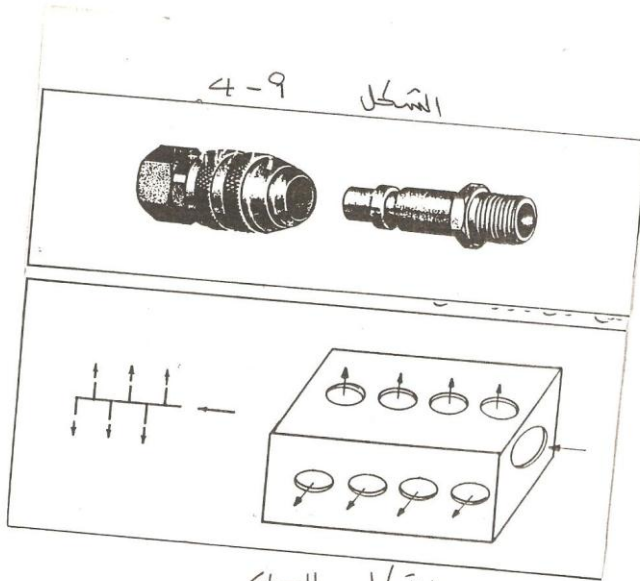
4-5-5 خامساً : الموزعات *Manifolds*

وهي أماكن توزيع خطوط الضغط داخل الماكينات العاملة بالهواء المضغوط ، حيث توصل مع وحدات الخدمة الهوائية (الفقرة 11-4) لتوزيع على العناصر المختلفة للدائرة النيوماتيكية ، والشكل 11-4 يعرض مخططاً مجسماً لموزع هوائي والرمز المكافئ له .

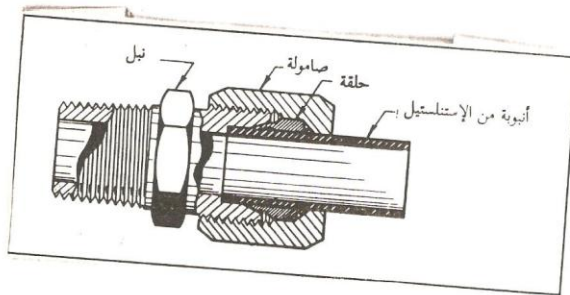
الشكل 4-8



الشكل 4-9



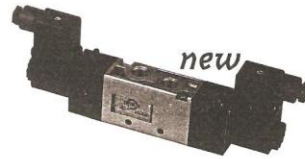
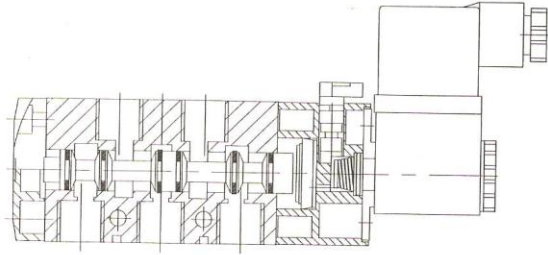
الشكل 4-11



الشكل 4-10

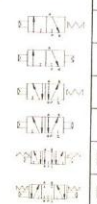


solenoid valve



MODEL	OPERATION	PORT SIZE			PRESURE RANGE Kgt/cm ²	POSITION	VOLTAGE	RANGE OF SERVICE TEMPERATURE °C
ESY-32	COIL-SPRING	1/8"	1/4"	1/2"	2-8.5	3 PORTS 2 POSITIONS	AC 220 AC 110 AC 24 DC 24 DC 12	0-60
ESP-32	COIL - AIR	1/8"	1/4"					
ESO-32	COIL-PILOT	1/8"	1/4"					
EES-32	DOUBLE COIL	1/8"	1/4"	1/2"	0.5-8.5	5 PORTS 2 POSITIONS		
ESY-52	COIL-SPRING	1/8"	1/4"	1/2"				
ESP-52	COIL-AIR	1/8"	1/4"					
ESO-52	COIL-PILOT	1/8"	1/4"		1-8.5	5 PORTS 3 POSITIONS		
EES-52	DOUBLE COIL	1/8"	1/4"	1/2"				
EYE-53-A	DOUBLE COIL NORMALLY OPEN	1/8"	1/4"	1/2"				
EYE-53-K	DOUBLE COIL NORMALLY CLOSED	1/8"	1/4"	1/2"				

pilot valve

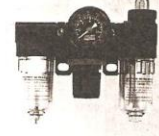


MODEL	OPERATION	PORT SIZE			POSITION
PY-32	AIR-SPRING	1/8"	1/4"	1/2"	3 PORTS 2 POSITIONS
PP-32	AIR - AIR	1/8"	1/4"	1/2"	
PY-52	AIR-SPRING	1/8"	1/4"	1/2"	5 PORTS 2 POSITIONS
PP-52	AIR - AIR	1/8"	1/4"	1/2"	
PYP-53-A	AIR - SPRING - AIR NORMALLY OPEN	1/8"	1/4"	1/2"	5 PORTS 3 POSITIONS
PYP-53-K	AIR - SPRING - AIR NORMALLY CLOSED	1/8"	1/4"	1/2"	



F.R.L. COMBINATION UNIT

Model	Equipment Model			Port Size RC (PT)	Flow Rate L/min (ANR)	Pressure Range Kg/cm ² (Kpa)	
	Filter	Regulator	Lubricator				
AC-150	AF-150	AR-150	AL-150	1/8"	650	0.5-8.5 (50-850)	H: Manual Drain Cock A: Auto Drainer BG: With Bowl Guard
AC-200	AF-200	AR-200	AL-200	1/4"	750		
BC-200	BF-200	BR-200	BL-200	1/4"	1000		
BC-300	BF-300	BR-300	BL-300	3/8"	1350	0.5-8.5 (50-850)	H: Manual Drain Cock A: Auto Drainer
CC-400	CF-400	CR-400	CL-400	1/2"	3000		
CC-600	CF-600	CR-600	CL-600	3/4"	3100		



FR.L. COMBINATION UNIT

Model	Equipment Model		Port Size RC (PT)	Flow Rate L/min (ANR)	Pressure Range Kg/cm ² (Kpa)	
	Filter	Lubricator				
AFC-150	AFR-150	AL-150	1/8"	650	0.5-8.5 (50-850)	H: Manual Drain Cock A: Auto Drainer BG: With Bowl Guard
AFC-200	AFR-200	AL-200	1/4"	750		
BFC-200	BFR-200	BL-200	1/4"	1000		
BFC-300	BFR-300	BL-300	3/8"	1350	0.5-8.5 (50-850)	H: Manual Drain Cock A: Auto Drainer
CFC-400	CFR-400	CL-400	1/2"	3000		
CFC-600	CFR-600	CL-600	3/4"	3100		



AIR FILTER

Model	Port Size RC (PT)	Flow Rate L/min (ANR)	Filter Grade	
AF-150	1/8"	650	5 μm	H: Manual Drain Cock A: Auto Drainer BG: With Bowl Guard
AF-200	1/4"	750		
BF-200	1/4"	1000		
BF-300	3/8"	1350		H: Manual Drain Cock A: Auto Drainer
CF-400	1/2"	3000		
CF-600	3/4"	3100		



FR. PIGGYBACK UNIT

Model	Port Size RC (PT)	Flow Rate L/min (ANR)	Filter Grade	Gauge Connection RC (PT)	Pressure Range Kg/cm ² (Kpa)	
AF-150	1/8"	650	5 μm	1/8"	0.5-8.5 (50-850)	H: Manual Drain Cock A: Auto Drainer BG: With Bowl Guard
AF-200	1/4"	750				
BF-200	1/4"	1000				
BF-300	3/8"	1350		1/4"	0.5-8.5 (50-850)	H: Manual Drain Cock A: Auto Drainer
CF-400	1/2"	3000				
CF-600	3/4"	3100				



AIR REGULATOR

Model	Port Size RC (PT)	Flow Rate L/min (ANR)	Gauge Connection RC (PT)	Pressure Range Kg/cm ² (Kpa)
AR-150-D1	1/8"	600	1/8"	0.1-1 (0.01-0.1)
AR-150	1/8"	650		
AR-200	1/4"	750		
BR-200	1/4"	1000	1/4"	Standard: 0.5-8.5 (50-850) Low Pressure: 0.1-1 (0.01-0.1) 0.5-4 (50-400)
BR-300	3/8"	1350		
CR-400	1/2"	3000		
CR-600	3/4"	3100		



AIR LUBRICATOR

Model	Port Size RC (PT)	Flow Rate L/min (ANR)	Flow Rate L/min	Oil Volume Kg/cm ² (Kpa)	
AL-150	1/8"	600	0-30	25	- BG: With Bowl Guard
AL-200	1/4"	650			
BL-200	1/4"	750	0-40	90	
BL-300	3/8"	1000			
CL-400	1/2"	1350	0-45	160	
CL-600	3/4"	3100			



1-6 الخاتمة :-

أن أهمية الهواء المضغوط في الصناعة ظلت في تزايد مستمر الهواء علم قائم بذاته خاصة والتحكم في الهواء المضغوط ونحن في بحثنا هذا قد تناولنا كيفية توليد الهواء المضغوط بالإضافة لتجفيف الهواء الذي يعتبر احد اهم عناصر في الهواء المضغوط حيث أن الهواء الذي يتحكم به في الماكينات لا بد من تنقيته وفلترته وتجفيفه حتى لا تؤثر على الليات والماكينات الحساسة التي تستخدم فيها.

بالإضافة للأهتمام بأجهزة التحكم التي يتم الحاقها بماكينات الهواء التي بها يتم التحكم في كمية الضغط وسريان الهواء . بما أن التحكم في الماكينات يتم بالهواء لذلك لا بد من الأهتمام بالتحكم في الهواء نفسه حتى لا تؤثر على الماكينات . لذا كان الأهتمام بموانع السرب حتى لا نخفض الهواء المضغوط .

وهناك جانب مهم وهو شبكات الهواء المضغوط ومعرفة مواسير وطرق التحسيب لا خطر المواسير المناسبة بالإضافة للوصلات وأنواعها وطرق تصميمها . إضافة لتصميم الاسطوانات والمستودعات ومعدات قياسها .

كما اشتمل البحث على أمثلة عن التحكم النيومانيكي . وبعض الأمثلة لاستخدامات الهواء في الصناعة .

في الختام بتمني من الله العلي القدير أن تكون قد توفقنا في بحثنا هذا في وضع انفسنا في بداته طريق علم الهواء المضغوط الذي يعتبر من العلوم المستقبلية التي نتمني أن يجد الأهتمام من الجامعات والشركات الخاصة بأدوات ومعدات الهواء المضغوط .

6-2 التوصيات والرؤى المستقبلية :

- اولاً نتمنى ان نكون قد وفقنا في بحثنا هذا ونحن نعد هذا البحث وجدنا ان هناك الكثير من جوانب الهواء المضغوط التي يمكن ان تكون لوحدتها مجال للبحث والدراسة مثال لذلك :-
1. التحكم في الهواء المضغوط وعناصر التحكم الهوائي .
 2. الدوائر الأساسية النيومايكية .
 3. الصيانة (صيانة معدات التحكم والدوائر الاساسية - الصيانه الوقائية - وتحديد المشاكل والأسباب المحمكة في الضواغط) .
 4. الحسابات النيومايكية .
- لذلك نوصي بان تكون هنالك بحوث اكثر تخصصية في المجالات المختلفة للهواء المضغوط وهي تساعد بدورها في التفكير مستقبلاً في وجود مصانع متخصصة في تصنيع عناصر التوليد والتحكم في الهواء المضغط مثل .
- أ/ مصانع الأسطوانات الهوائية بأنواعها المختلفة .
- ب/ مصانع لتصنيع أدوات التوصيل الخاصة بالهواء وخطوط الهواء المضغوط.
- ج/ مصانع لتصنيع معدات التحكم في الهواء مثل الصمامات والبلوفة والرشحات والمزينات وأجهزة القياس واسيال موانع التسرب .
- يمكن أن تكون كل هذه الأشياء مجملة في مصنع كبير يمكن أن تتم له دراسة في المستقبل تشجع المستثمرين ورأس المال في الدخول في هذا المجال .

المراجع :-

1. التحكم النيومانيكي وتطبيقاته :
م. أحمد عبد العال
2. *Compressed Air hand book*
3. *Paneu matic Power for producton*
- Stewart Horryl*
4. بالإضافة لبعض النشرات الخاصة بالشركات المصنعة لمعدات الهواء
المضغوط .







ملحق - ١ الوحدات المستخدمة في النيوماتيك

الجدول التالي يعرض الكميات المختلفة ووحداتها المختلفة ومعامل التحويل من الوحدة الأولى إلى الوحدة الثانية :

الكمية	الوحدة الأولى	الرمز	الوحدة الثانية	الرمز	معامل التحويل
Pressure	Bar	Bar	Atmospher	atm	0,9869
Pressure	Bar	Bar	Kilogram force/cm ²	kgf/cm ²	1,0197
Pressure	Bar	Bar	Pound force/Sq. inch (psi)	Ibf/in ²	14,5053
Force	Kilogram force	Kgf	Newton	N	9,8066
Force	Kilogram force	Kgf	pound force	Ibf	2,2045
Weight	Kilogram	Kg	Gramme	g	1000
Weight	Kilogram	Kg	Pound	I b	2,2045
Viscosity	Centistoke	cSt	Engler degree	° E	
Temperature	centigrade	° C	Fahrenheit	° F	
Volume Displacement	Cubic centimetre (10 ⁻⁶ m ³)	cm ³	Liter	l	0,001
Volume Displacement	centimetre (10 ⁻⁴ m ²)	cm ³	Cubic inch (ft ³ /1728)	in ³	0,0610
Length	centimetre (10 ⁻² m)	cm	Inch (ft/12)	In	0,3937
Area (Section)	Square centimetre (10 ⁻⁴ m ²)	cm ²	Square inch (ft ² /144)	in ²	0,1550
Capacity	Litre	l	Gallon, Uk	Uk gal	0,2199
Capacity	Litre	l	Gallon, Us	Us gal	0,2641
Angle	Degree	°	Radian	rad	0,0174
power	Kilowatt	kW	Horse Power	Hp	1,36
Momentum (torque)	Kilogram force meter	kgfm	Newton metre	Nm	9,8066
Momentum (torque)	Kilogram force meter	kgfm	pound force inch	Ibf in	86,7845
Angular Speed	Revolution per minute	Rpm	Radian per second	rad/sec	0,1047
Flow	Liter per minute	L/min	Gallon (uk) per minute	(uk) GPM	0,2199
Flow	Liter per minute	L/min	Gallon (uk) per minute	(US) GPM	0,2641

ملحق ٢ - الرموز النيوماتيكية


أولاً : الضواغط والمحركات الهوائية :

- ضاغط هوائى 
- مضخة تفريغ 
- محرك هوائى بسرعة ثابتة يدور فى اتجاه واحد . 
- محرك هوائى بسرعة ثابتة يدور فى الاتجاهين . 
- محرك هوائى بسرعة يمكن التحكم فيها ويدور فى اتجاه واحد 
- محرك هوائى بسرعة يمكن التحكم فيها ويدور فى الاتجاهين 


ثانياً : الأسطوانات الهوائية :


- أسطوانة أحادية الفعل تعود ذاتياً بفعل حمل خارجى 

أسطوانة أحادية الفعل تعود ذاتياً بفعل ياي إرجاع . 

أسطوانة ثنائية الفعل بذراعى دفع . 

أسطوانة ثنائية الفعل بمخمد فى اتجاه واحد . 

أسطوانة ثنائية الفعل بمخمد حركة متغيرة القيمة فى الاتجاهى الحركة . 


أسطوانة هوائية دوارة . 


أسطوانة تلسكوبية . 


أسطوانة تكبير ضغط . 

ثالثاً : عناصر ترشيح وتجفيف وتزيت والتحكم فى ضغط الهواء المضغوط


مرشح . 


فاصل ماء يدوى . 


فاصل ماء أوتوماتيكي . 

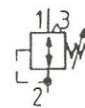
مرشح بفاصل ماء يدوى . 

مرشح بفاصل ماء أوتوماتيكي . 

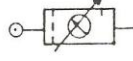
ميجفف . 

مزيتة . 

صمام تنظيم ضغط . 

صمام تنظيم ضغط بفتحة تصريف . 

صمام تابعى . 

وحدة خدمة . 

رابعاً : الصمامات اللارجعية والصمامات الخانقة :

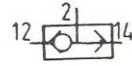
صمام لارجعى حر .



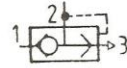
صمام لارجعى يباى .



صمام ترددى (بوابة أو) .



صمام تصريف سريع .



صمام خانق قابل للمعايرة .



صمام خانق لارجعى .













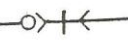
خامساً : خطوط الضغط والوصلات الميكانيكية والهوائية :

مصدر ضغط .







عمود الإدارة .





- وصلة ميكانيكية . 
- خط ضغط الهواء . 
- خط العادم . 
- خط التحكم . 
- وصلة هواء مرنة . 
- تقاطع خطوط ضغط بدون توصيل . 
- تقاطع خطوط هواء مضغوط مع التوصيل . 
- وصلة اختبار ضغط مغلقة . 
- وصلة اختبار ضغط موصلة مع خط عداد ضغط . 
- وصلة سريعة مفكوكة . 
- وصلة سريعة مجمعة . 

سادساً : وسائل تشغيل الصمامات الاتجاهية :


- ذراع تشغيل يعمل باليد . 
- ضاغط يعمل باليد . 
- بدال يعمل بالقدم . 

خابور يعمل بالدفع بكامة متحركة . 


بكرة تعمل بالدفع بكامة متحركة . 

ياى إرجاع . 

ملف كهربي . 

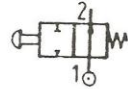
ملف كهربي سابق التحكم . 

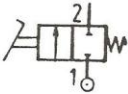
ملف كهربي بوسيلة يدوية سابقة التحكم . 

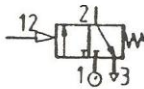
إشارة ضغط . 

إشارة ضغط سابقة التحكم . 

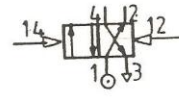
سابقاً : الصمامات الاتجاهية :

صمام اتجاهي 2/2 بضابط وياى وبوضع ابتدائي مفتوح . 

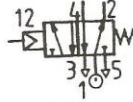
صمام اتجاهي 2/2 ببدال وياى وبوضع ابتدائي مغلق . 

صمام اتجاهي 3/2 بإشارة ضغط وياى . 

صمام اتجاهي 4/2 بإشارتي ضغط .



صمام اتجاهي 5/2 بإشارة ضغط وياى إرجاع (سابق التحكم) .



صمام اتجاهي 4/3 بإشارتي ضغط وياى إرجاع (سابق التحكم)

