بسم الله الرحمن الرحيم

إستخدامات الهواء في الصناعة

إعداد الطالب : الوليد عبد الهادي إبراهيم

مشروع تخرج كمطلوب تكميلي لنيل درجة البكالريوس في نظم الإدارة الهندسية

قسم هندسة الإنتاج

كلية الهندسة والتقنية

جامعة وادي النيل

يونيو 2003م

بسم الله الرحمن الرحيم

إستخدامات الهواء في الصناعة

إعداد الطالب : **الوليد عبد الهادي 1BS079**

إشراف الأستاذ : **أسامة المرضي**

مشروع تخرج كمطلوب تكميلي لنيل درجة البكالريوس في نظم الإدارة الهندسية

قسم هندسة الإنتاج

كلية الهندسة والتقنية

جامعة وادي النيل

بسم الله الرحمن الرحيم

قال تعالى :

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

صدق الله العظيم

الإهداء

إلي الأخوة الزملاء في برنامج بكلاريوس نظم الإدارة الهندسية

إلي أسرة كلية الهندسة بجامعة وادي النيل

إلي الأهل والأحباب عموماً واخص منهم والدتي العزيزة و والدي الحبيب

والي زوجتي وأبني حفظهم الله جميعاً

أهدى أليكم هذا الجهد

الوليد

الشكر والعرفان

الشكر موصول إلي

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

وأخص بالشكر أسرة مكتبة مجمع اليرموك الصناعي ..

والأخوة الزملاء بالمجمع ..

والشكر كل الشكر الأستاذ / اسامة المرضى

الذي كان لتوجيهه عظيم الأثر في إخراج هذا البحث بشكله الحالي

الفهرس

١	آية قرآنية	.i
٢	الإهداء	ii.
٣	شكر وعــرفان	.iii
٤	الفهرس	.iv
١	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
٢	الفصــل الثاني : توليد وتجفيف الهواء المضغوط	٥
٢-١	مصطلحات فنية	٥
٢-٢	الضواغط (ماكينات توليد الهواء)	٨
٢-٢-١	الضواغط الترددية	٨
٢-٢-٢	الضواغط الدوارة الريشية والمقارنة بين أنواع الضواغط	٩
٢-٣	تجفيف الهواء المضغوط	١١
٣	الفصــل الثالث : نظــم القياس والتحكم	١٥
٣-١	نظم القياس	١٥
٣-٢	نظم التحكم في الهواء	١٦
٣-٣	موانع التسرب (الحشو)	١٧
٣-٤	امثلة عملية عن التحكم النيوماتيكي	٢١
٤	الفصــل الرابــع : توزيع الهواء المضغوط	٢٥
٤-١	تعيين السعه الفعلية وضغط التشغيل	٢٥
٤-٢	إختيار أقطار مواسير الشبكة الهوائية	٢٥

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

مقدمـــــــــة :

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

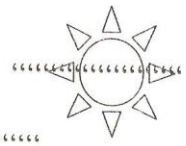
أمـا أول محاولة للاستفادة منه في شئ ثابت كان في بداية عصور النهضة الصناعية في أوربا عـندما تم تشغيل طواحين في هولندا تعمل بالهواء (طواحين الهواء) . بعد النهضة الصناعية و التـنافس الصناعى حاول الإنسان في التحكم في الهواء أو توليد الهواء ليتم الاستفادة منه استفادة قصوى . حيث أصبح بعد ذلك علما يدرس وله فروعه الكثيرة .

حالـيا أصـبح 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 كثـيرة فـي الهندسة ، حيث أصبح من العلوم الهندسية حيث أن النيوماتيك هو علم هندسي يقسم بالهواء المضغوط و تدفقه

بـل تطـور هـذا العلم حتى أصبح الهواء المضغوط يستخدم في التحكم ، فمثلا في الآليات التي تسـتخدم الهـواء مثل cnc m/c center تصحب عملية استلام السكين من المناول أو إرجاعها عملـية فتح وقفل للكولت يتم التحكم فيها بواسطة الهواء {Clamp and Unclamp} وأيضا في التحكم في المطارق والمكابس ، وكما في صناعة الزجاج وصناعة اللدائن والمواسير البلاستيكية .

و التطور في استخدام الهواء في التحكم أدى إلى تطوير نظام الصمامات في الهواء و التحكم في كمية إنتاجه إضافة لتطوير الوصلات و تعدد أنواعها ، أضاف للتحكم في تنقية الهواء و تجفيفه ، كمـا أدى لـتطوير الاسطوانات و أحجامها وتنوع بلوفه التحكم إضافة لعدادات تبين كمية لهواء المضغوط .



1-2 - الحوجة للهواء فى الصناعة:-

كلمـــة نيوماتـــيك كلمة إغريقية Pnewma و تعنى هواء أو رياح أو تـــنفس . و تعـــرف بأنهـــا علم هندسي يهتم بالهواء المضغوط وتدفقه .

الهواء المضغوط تم استخدامه منذ فترة طويلة بالصناعة و لكن في منتصف القرن العشرين تم استخدام الهواء المضغوط في التحكم وذلك فـــي صناعة المواسير البلاستيكية و صناعة الزجاج . مما أدى بدوره لـــتطوير نظـــام دوائر التحكم النيومتيكية 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. اســـتخدمت أرقـــام معـــبره عـــن الوظيفة لترقيم مداخل و مخارج الصمامات .
٤. تعمل الصمامات فى مدى كبير للضغط .
٥. طـــول عمـــر هـــذه الصـــمامات بحيث يصل العمر التشغيلى 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 .

أصـــبح اســـتخدام الهواء المضغوط منتشر في جميع ميادين التحكم فى الصـــناعة . فهـــو يستخدم فى تشغيل آلات الورش و أعمال التعدين و إنشاء وتصليح الورش و ذلك لعدة أسباب منها :-

١. سهولة استخدامها فى الأماكن التي لا توجد بها كهرباء
٢. سهولة حمل هذه الآلات .
٣. متانة الآلات العملة بالهواء المضغوط و سهولة صيانتها .

٤. تصـــميمها بحيث تعمل فى الظروف الصعبة حيث الأتربة و الماء .....الخ .

٥. لا يتعرض العاملون بهذه الآلات لصدمة كهربائية كم هو الحال فى 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. اســتخدامه فـــي الماكيـــنات الحديثة في الـــ Clamp و unclamp بسهولة ويسر .

1-3 أهداف ألبحث :

مع تقدم الصناعة أصبح الهواء من الركائز الهامة للصناعة فلا يوجد نظام صناعى متكامل يستغنى عن استخدام الهواء المضغوط . والتحكم بـــالهواء يستخدم حاليا فى كثير من الصناعات ، فاذا اخذنا على سبيل المثال المكـــابس المســـتخدمة فـــى ثنى وتثقيب وتشكيل القطع المراد تشغيلها على المكبس ، فنجد أن الهواء المضغوط هو الذى يحرك الجزاء العلوى للقالب . لذلك لابد من معرفة كمية الهواء المطلوبة وضغطه اللازم لتشكيل القطعة . لذلـــك لابـــد من معرفة القوى اللازمة لتحريك المكبس التى بدورها تقودنا لمعـــرفة قوى الضغط المطلوبة لتحريك الجزاءالعلوى للقالب.وهو مايقودنا بدوره لدراسة التحكم فى الهواء المضغوط

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

1-4 مميزات و عيوب التحكم بالهواء المضغوط :

أ/ أولا :- المميزات :-

١-الهواء بلا مقابل و يمكن الحصول عليه في أي مكان و بأي كمية مطلوبة .

٢-يمكن نقل الهواء المضغوط خلال الخطوط الهوائية لمسافات بعيدة.

٣-لا يحتاج للتخلص من بقايا الهواء المضغوط ، حيث يمكن تسربها للجو بعد الانتهاء من العمل به .

٤-الهواء غير حاس للتغير في درجة حرارة ، و لذلك يمكن استخدامه فى التحكم عند أي ظروف مناخية .

٥-يفضل استخدامه في الأماكن المعرضة للانفجارات و التى تحتوى على غازات متطايرة قابلة للاشتعال عن التحكم بالكهرباء لعدم احتمال حدوث أى شرارة .

٦-الآلات التى تعمل بالهواء المضغوط لا يخشى عليها من بعكس الآلات التى تعمل بالتيار الكهربي .

٧-الهواء المضغوط نظيف ، لذلك يمكن استخدام الهواء المضغوط فى الصناعات التى تحتاج إلى نظافة خاصة مثل الصناعات الغذائية و صناعة الغزل و النسيج ....الخ

ثانيا :-العيوب :-

١-ارتفاع تكلفة إنشاء و تشغيل و صيانة و حدات توليد و تجفيف المضغوط .

٢-يلزم استخدام آلات كبيرة للاسطوانات للحصول على قوى كبيرة و ذلك لانه يفضل عدم زيادة ضغط الهواء المضغوط عن 7 bar لتقليل التكلفة .

٣-نظرا لقابلية الهواء للانضغاط لا يمكن الوصول الى سر عات ثابتة لعناصر الفعل (أسطوانات و محركات هوائية) عند تغير الاحتمال .

الفصل الثاني

2-1مصطلحات فنيـــة : Technical Expression

:

أ- الضغط Pressure :

يعرف الضغط بأنه القوة المؤثرة على وحدة المساحة أي أن الضغط = القـــوة / المساحة

و هنالك ثلاثة أنواع من الضغوط هي:

١/ **الضغط الجوى Atmospheric pressure :**

وهو ضغط الهواء على سطح البحر و يساوى بالنظام العالمي (Kg/cm2) 1.02 bar

وبالنظام الإنجليزي (lb/lnch2) 14.7 psl أنظر ملحق -١ .

٢/ الضغط المقاس : Gauge pressure

وهو ضغط أي حيز من الهواء منسوبا للضغط الجوى .

٣/ الضغط المطلق : Absolute pressure

وهـــو ضغط أي حيز من الهواء منسوبا إلى ضغط الفراغ . أي الحيز المفرغ من الهواء وهذا الضغط يساوى o bar أو o psl .

أي أن ضغط المطلق = الضغط المقاس + الضغط الجوى .

و عادة فان أجهزة قياس الضغط المستخدمة تقيس الضغط كضغط مقاس ، أي منســوبا للضغط الجوى . و الشكل ١-١ يبين العلاقة بين الضغوط الثلاثة السابقة .

ب- درجة الحرارة Temperature :

هنالك عدة تغيرات معروفة لدرجة الحرارة و هي :

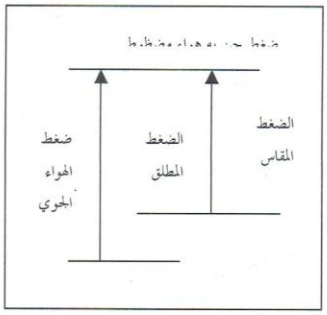
١/ درجة الحرارة المحيطة Amblent temperature

وهى درجة حرارة الوسط المحيط التي تعمل فيه الآلات

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 :

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

ج/ قانون بويل للغازات :-

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

ثابت = pv

حيث أن p هو الضغط ، v هو حجم الغاز .

د/ قانون شارلز للغازات :

يتناسب حجم أي كتلة من الغاز تناسبا طرديا مع درجة الحرارة عند ثبات الضغط ، و يمكن وضع هذا القانون فى الصورة التالية :

$$\text{ثابت} = \frac{v}{T}$$

حيث إن v هو الحجم ، T دهى درجة الحرارة .

هـ / الرطوبة Humidity :

الـرطوبة 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 الظـروف مـن 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 هـي وزن بخار الماء بالجرام الموجود فى المتر المكعب من الهواء عند درجة حرارة معينة .

٣/ الرطو بـة النسبية Relative Humidity :

وهـى النسـبة بين الرطوبة المطلقة للهواء الجوى عند درجة حرارة معينة وضـغط معين ووزن بخار الماء اللازم لتشبع المتر مكعب من الهواء الجوى عند نفس الظروف .

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

وزن بخـار الماء اللازم لتشبع متر مكعب من الهواء عند نفس الظروف

و عـادة 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 الحجمى Volumetric Flow Rate :

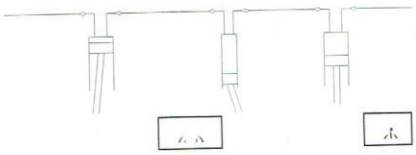
يعرف تدفق الغازات بأنه حجم الغاز المار فى وحدة الزمن داخل حيز معين و تستخدم الوحدات التالية لقياس التدفق ، و هي المتر المكعب لكل ثانية (m/sec) ، أو وحدة اللتر لكل ثانية (L/sec) ، أو وحدة القدم المكعب لكل دقيقة (CFM (F1/min .

1-2-2الضواغط الترددية Reciprocating Compressors :

يتكون الضاغط الترددي من اسطوانة أو اكثر ، 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 دوار ،وهو عبارة عن اسطوانة تحتوى على مجارى ،ويثبت بداخل كل مجرى ريشة معدنية أسفلها ياي دافع ، أما العضو الثابت للضاغط الدوار فهو أسطوانة مفرغة تحتوى على فتحتين جانبيتين وهما :

أـ فتحة السحب

بـ ـ 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**
ترددي	متوسطة	عالية	عالي جدا	تختار بسعات لاتزيد عن $100m^3/min$ وضغط لا يزيد عن 7Bar
ريشية	متوسطة	قل كفاءة	منخفض خصوصا الأنواع التي	يفضل استخدامها فى الضواغط التى

			تبرد بالماء	تزيد عن 7bar ، والسعات التى لا تزيد عن 100m3/min وتتراوح سرعتها من 250-3500 rpmوتعتمد على الحجم
الطارد المركزي Centrifugal	عالية	منخفض عند الأحجام الاقل من 170وعالية عند السعات الاعلى	يمكن ان يقل باستخدام أنظمة تخميد الضوضاء	يفضل استخدامها عند سعات اعلي من $200m^3/min$
المحورية Axial	عالية	عالية	يمكن تقليلها باستخدام أنظمة تخميد الضوضاء	يفضل استخدامها عند سعات اعلي من $280m^3/min$

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

الكفاءة الحجمية للضاغط : و تساوى (x100 المساحة الفعلية للضاغط / إزاحة المكبس

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

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

وجه المقارنة	الترددى	الريشية	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 حوالى ١٠ سنوات اذا كان يعمل باستمرار و عمره ١٠٠٠٠ ساعة تشغيل اذا كان يعمل ويتوقف بعدد مرات لا يزيد عن ١٥ مرة فى الساعة و له زمن تشغيل لا يزيد عن نصف ساعة كل ساعة . و يفضل استخدام اكثر من ضاغط بسعات منخفضة عن استخدام ضاغط واحد و بسعة كبيرة فى المنشات التى تحتوى على أحمال نيوماتيكية كثيرة لتفادى تعطل النظام بأكمله اذا تعطل الضاغط .

2-3 تجفيف الهواء المضغوط :

للحفاظ 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 البينى 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 يؤدى ذلك إلى انهياره و إلى إحداث ضجيج شديد يؤذى العاملين، لذلك

توضـــع الخـــزانات بجوار الضواغط لمنع انتقال هذه الموجات إلى باقي نظام التحكم الهوائي .

٢/ تقـــوم الخـــزانات بتخزيـــن الهواء المضغوط في أوقات الأحمال الخفيفة لاستخدامه وقت الذروة.

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

عـــن الهـــواء الجوى ، لذا يحدث انتقال حراري بواسطة الإشعاع من الهواء المضـــغوط إلـــى الهـــواء الجـــوى يؤدى إلى انخفاض درجة حرارة الهواء المضغوط ، فتقل قدرته على حمل بخار الماء، و يتكاثف جزء من بخار الماء، وعـــادة يثبـــت صمام أمان safety valve على الخزانة لحماية الخزان من زيـــادة الضـــغط عـــند الحـــد المسموح به عند حدوث عطل في نظام التحكم للضـــاغط ، و أيضـــا يوجد عداد ضغط لمتابعة ضغط الهواء داخل الخزان ، كذلك يثبت أسف الخزان صمام تصريف أتوماتيكي Automatic drain valve و يقـــوم هـــذا الصمام بتصريف الماء المتجمع أسف الخزان ، وهناك أنـــواع كثـــيرة من صمامات التصريف الأتوماتيكية أهمها النوع ذو العوامة الكـــروية وذا الصـــمام 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 :

يوضـــع مـــبرد الإعادة بين الضاغط والخزان ، ويقوم هذا المبرد بتبريد الهواء المضغوط نتيجة لمرور ماء بارد حول خط الهواء المضغوط في قمصـــان تبريد معدة لذلك ، وينتج عن ذلك تكاثف بخار الماء . وهناك أنواع مـــن مـــبردات الإعادة تبرد الهواء المضغوط عن طريق دفع الهواء الجوى Air blast after cooler. انظر الشكل **2-2**

د- مبرد وحدات الفريون Refrigeration units :

تســـتخدم وحـــدات التبريد بالفريون لتبريد الهواء المضغوط أذا تعذر اســـتخدام مبرد الإعادة ، أو إذا لم يكون مبرد الإعادة قادرا على الوصول إلى محتوى مائي لايزيد عن 0.001g/m3 .

وتتكون وحدة التبريد بالفريون من الأجزاء الآتية :-

ـــ محرك كهربائي لادارة الضاغط .

ـــ ضاغط بمرحلتين يحتوى على مبرد بيني لتوليد الهواء المضغوط .

ـــ مبرد إعادة لتبريد الهواء المضغوط لتكثيف الماء العالق به .

ـــ صـــمام تصريف أتوماتيكي لتصريف الماء التكاثف من الهواء المضغوط بعد خروجه من مبرد الإعادة .

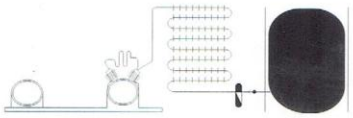
ـــصـــمام لا رجعـــى لمـــنع التدفق العكسي للهواء المضغوط من الخزان إلى الضاغط .

ـــ خزان هواء مضغوط لتخزين الهواء المضغوط المجفف لوقت الحاجة.

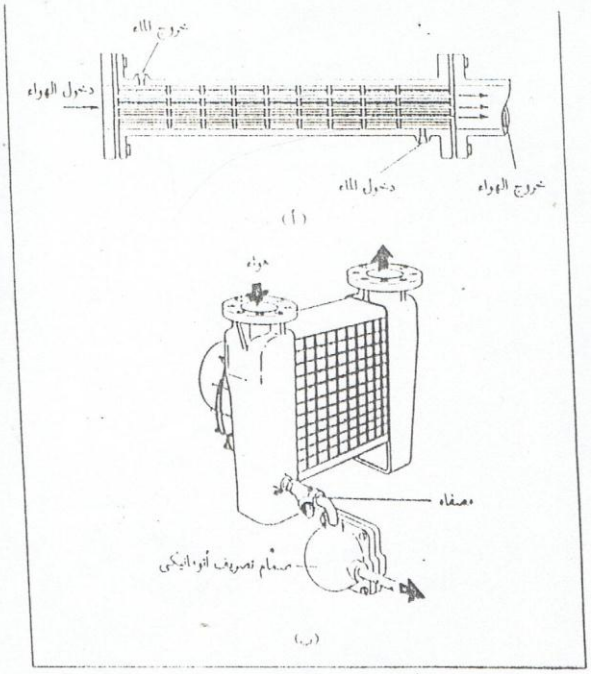
ـــ محبس يدوى لتصريف الماء المتكاثف فن الخزان .

ـــ محـــبس رئيسي يتم فتحه أثناء دخول وحدة توليد الهواء المضغوط للخدمة في حين يتم

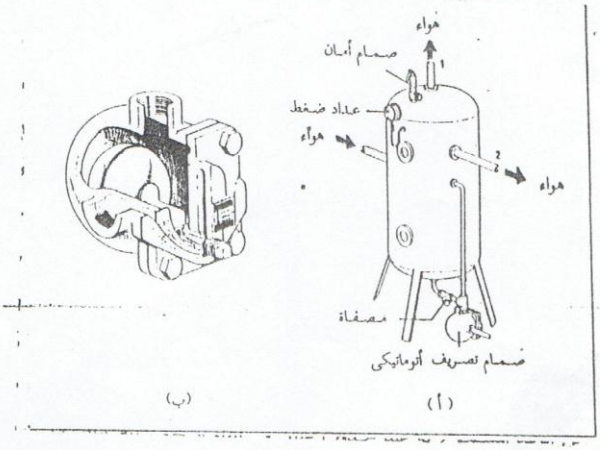
غلقه أثناء عمليات الصيانة .



الشكل 2-1


خروج الماء
دخول الهواء
دخول الماء
خروج الهواء
(أ)
هواء
مصفاة
صمام تصريف أتوماتيكي
(ب)

شكل 2-2


هواء
صمام أمان
عداد ضغط
هواء
هواء
مصفاة
صمام تصريف أتوماتيكي
(ب)
(أ)

شكل 2-3

الفصل الثالث :

3 - نظم القياس و التحكم :

3-1 نظم القياس:-

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

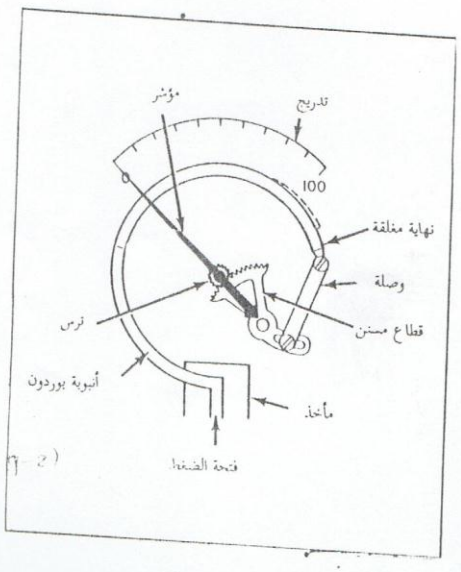
١-جهاز بوردون :

ينسب هذا الجهاز للمهندس الفرنسى Eugene Bourdon الذي له الفضل فى اختراعه .

نظرية عمل الجهاز :-

عند اندفاع الهواء المضغوط داخل الأنبوب الزنبركى 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 لفعاليته الكفأته التى تصل الى اكثر من 98% . بالاضافة لقلة تكلفته .



3-2 نظم التحكم فى الهواء :

من المعروف إن السعة الفعلية للضاغط يجب إن تكون اكبر 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 .

وهنالك 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 .

يقـوم هذا النظام بإيقاف الضاغط عند وصول الضغط في خزان الهواء المضغوط للحد الأقصـى المعايـر علـيه مفتاح الضغط ، و نتيجة لاستهلاك هذا الهواء المضغوط عند الأحمال يـتخفف الضـغط و بمجـرد انخفـاض الضغط بالقيمة الفرقية النعاير عليها مفتاح الضغط ،فان الضاغط سيدور مرة أخرى للوصول للحد الأقصى المعاير عليه مفتاح الضغط و هكذا .

و يعتـبر هذا النظام هو أرخص الأنظمة من حيث تكلفة الطاقة و عادة ان عدد مرات البدء والإيقـاف للمحـرك الكـبرى " وسيلة إدارة الضاغط " يجب أن يكون محددا لارتفاع بناء البدء للمحركات الكهربية 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 بد ون حمل No-Load Control :

يسـمح هذا النظام بدوران الضاغط بعدها يغلق صمام خط السحب للضاغط ، فيتوقف توقف الهواء الجوى إلى داخل خط السحب للضاغط ، وبالتالي يدور الضاغط بدون عمل و يكون حمل المحـرك الكهربي في هذه الحالة حوالي ٣٠% : ٢٠% من الحمل الكامل له . و عندما يخفف الضـغط في الخزان بالقيمة الفرقية المعاير عليها مفتاح الضغط ، فان صمام خط السحب سوف يفتح مرة أخرى و بهذه الطريقة يمكن بالتقليل من درجة حرارة المحرك الكهربي . (وسيلة إدارة الضـاغط) تصـل 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- موانـــع تســـريب نوضـــع بيـــن جســـمين يتحرك أحدهما بالنسبة للآخر، و تسمى بالحشو packing ، أو موانـــع التسريب الديناميكية Dynamic seals أو موانع التسريب الاستاتيكية Static Seals . و يوجـــد أنـــواع مخـــتلفة من الجوانات مثل جوانات النوبرين Neoprene Gaskets ، و جوانـــات الفليـــن Cork Gasket ، وجوانـــات المطاط الصناعى ، و الجوانات المعدنية .

و تخـــتار المـــواد المصنع منها موانع التسريب المختلفة بناء على عوامل مثل : الضغط ودرجة الحـــرارة و نـــوع المـــائع و نوع الحركة ، و هناك أنواع مختلفة من هذه المواد مثل: ، الجلد – المطاط الصناعى – المطاط الطبيعى – الفلين – الاسبستس – التيفلون – المعادن .

3-3-1 الحشو packing :

يســـتخدم الحشو كموانع تسريب فى الاسطوانات و المحركات والصمامات 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 تســـتخدم 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 الاســـطوانات و الصـــمامات ..... 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 ، وهذه الحلقات تمنع التسريب الداخلي و الخارجي ، الشكل **3-2** يوضح فكرة عمل هذه الحلقات لمنع التسريب . فالرسم أ يوضح شكل الحلقـــة o بـــدون 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 تســـتخدم حلقـــات 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 مزيته ، حيث أن هذه الحلقات تتآكل بسرعة إذا لـــم تكـــن تزيت بالطريقة السليمة . و هناك بعض العلامات الدالة على تلف حلقات o و هي كالآتي

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 فى الخزان للحد الأدنى المعاير 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 الكهربي 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 للضواغط ذات الإزاحة الموجبة مثل الضواغط الترددية و الريشية ، حيث يقوم هذا النظام بتقليل تيار البدء و العرقلة للمحركات الكهربية 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 ، فان معدل استهلاك القدرة الكهربية سوف ينخفض للضغط أو أقل بالإضافة إلى أن ذلك سيزيد عن عمر الضاغطين ، و يستخدم الميكروبرسيسور في التحكم في مجموعة الضواغط ، و ذلك للوصول للوضع الأمثل في التشغيل التقليل يستهلك القدرة الكهربية ومساواة ساعات التشغيل لجميع الضواغط .

مثـــال : ٣ :

بخصوص نظام التحكم الأمثل لضاغط المسبك (مثال ٢) فيلاحظ أن استهلاك المسبك في الهواء المضغوط يساوى ٠،٩ من سعة الضاغط الفعلية من الهواء الحر ، و هذا يشجع على استخدام نظام التحكم بدون حمل في الضاغط 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 الى قسمين هامين هما :

٣/ التصاق أجسام غريبة بها .

و يمكن بسهولة اكتشاف ذلك بواسطة مط حلقةo بإصبعين مع عدم تعدى حدود المرونة لها . و عادة لا تستخدم حلقات o في الاستخدامات التالية :

١/ العجلة العالية .

٢/ قلة الزيت .

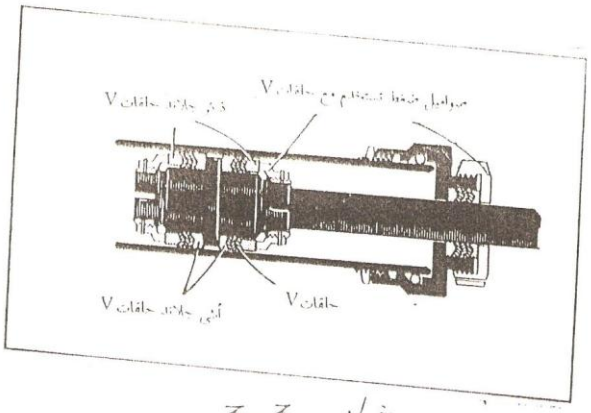
٣/ المشاوير الطويلة .

٤/ الأحمال الكبيرة ذات القوى المستعرضة .

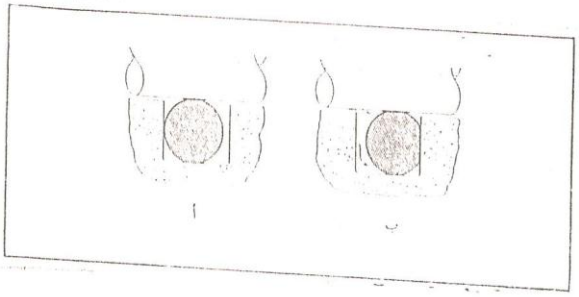
٢- حلقات V Rings: V

عـــادة تستخدم حلقات v كموانع تسريب ديناميكية في اتجاه واحد ، فإذا استخدمت كموانع تسريب لمكـــبس يجـــب 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 حلقـــات V داخـــل 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

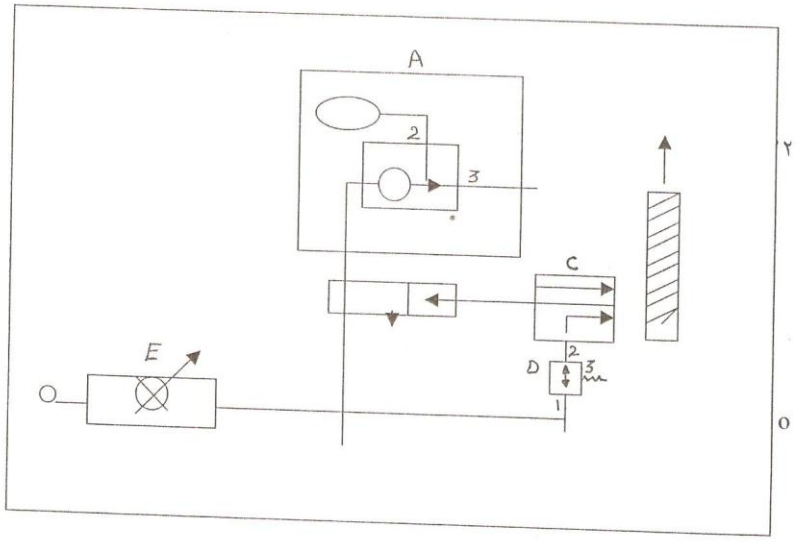


شکل 3-2

3-4 أمثلة عملية عن التحكم النيوماتيكى :

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

محتويات الدائرة الهوائية

A	منفاخ هوائي .
B	صمام اتجاهي 3/2 سابق التحكم بإشارة ضغط وياي .
C	مجس تقاربي انعكاسي
D	صمام تنظيم .
E	وحدة خدمة .

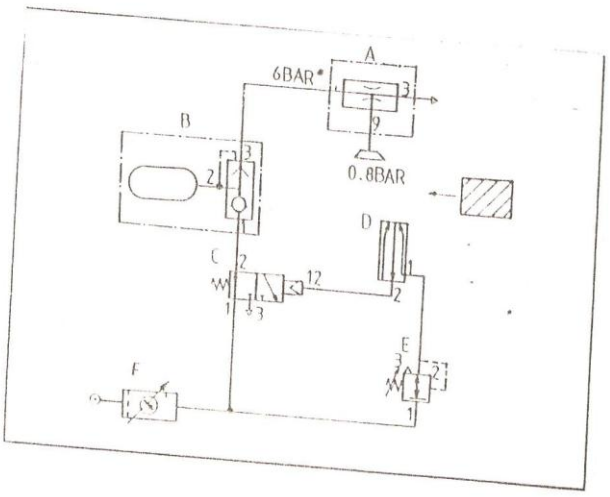
نظرية التشغيل :

فـــي الوضع الطبيعي يمر الهواء المضغوط في المسار 2 ⟵ 1 للصمام الاتجاهى B و مرورا بصمام التصريف السريع للمنفاخ الهوائي A في المسار 1 ⟵ 2

حتى يمتلا خزان المنفاخ الهوائي بالهواء المضغوط ، و بمجرد اقتراب شغلة من المجس التقاربى الانعكاسي C يتغير وضع التشغيل للصمام B نتيجة لوصول إشارة ضغط للمدخل 12 ، فينقطع الهـواء المضـغوط 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

الشـكل 3-6 يعـرض 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 .

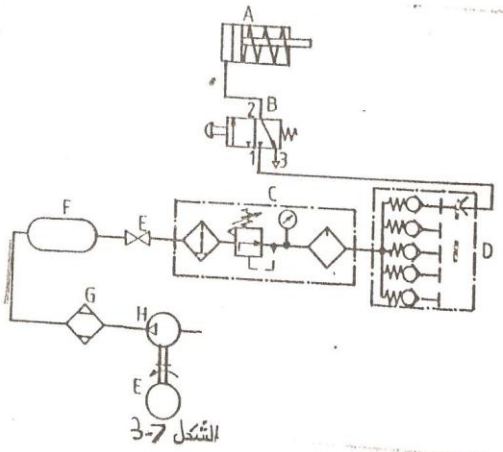
F وحدة الخدمـــة .

نظرية التشغيل :

في الوضع الطبيعي يمر الهواء المضغوط في المسار 2 ← 1 الصمام الاتجاهى C لم يمر بصمام التصريف السريع للمنفاخ الهوائي في المسار 2 ← 1 ليملأ خزان المنفاخ بالهواء المضغوط ، و بمجرد اقتراب شغلة من المجس التقاربى

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 فى اسطوانات أحادية الفعل



الشكل 3-7

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

محتويات الدائرة الهوائية :

A أسطوانة أحادية الفعل .

B صمام 3/2 بضاغط تشغيل و ياي إرجاع (صمام قدرة) .

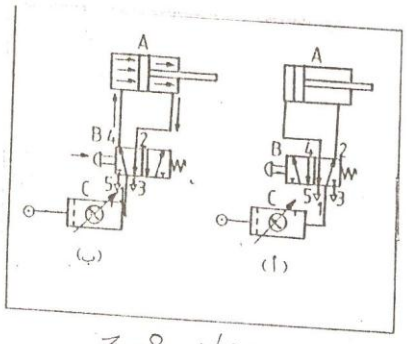
C وحدة الخدمة وتتكون من مزيدة و عداد ضغط و منظم ضغط و مرشح .

D موزع بوصلات سريعة .

E	محبس يدوى .
F	خزان الهواء المضغوط .
G	مجفف الهواء المضغوط .
H	ضاغط هوائي .
E	محرك كهربي .

نظرية التشغيل :

عند الضغط على ضاغط الصمام يتغير وضع التشغيل للصمام من الوضع الابتدائي (الأيمن) إلـى الوضع الثانوي (الأيسر) ، ليمر الهواء المضغوط القادم من خزان الهواء المضغوط F و بالمحـبس اليدوي E ، ثم مرورا بوحدة الخدمة C ، ثم عبر الوصلة السريعة المستخدمة بالموزع D ، ثـم مرورا بالمسار 2 ⟵ 1 للصمام B ، ووصلا للاسطوانة A ، فتتقدم الاسطوانة إلى الأمـام ، و بمجـرد تحريك الضاغط اليدوي للصمام B يعود الصمام لوضع التشغيل الابتدائي (الأيمن) بفعل ياي الإرجاع ، فيمر الهواء المضغوط القادم من خلف الاسطوانة A عبر المسار 3 2 للصـمام B ، فتـتراجع الاسطوانة للخلف بفعل ياي الإرجاع الخاص بها .وعادة تبسط الدائرة الهوائية لتصبح كما بالشكل ٣-٨ و فيما يلى محتويات الدائرة الهوائية المختصرة :-



الشكل 3-8

الفصل الرابع

توزيع الهواء المضغوط :

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

ومناجل ذلك لابد من معرفة عدة عناصر هي :

١) تعين السعة الفعلية وضغط التشغيل للضاغط .

٢) اختبار مواسير الشبكة الهوائية.

٣) اختبار حجم الخزان المناسب.

وفيما يلي تناقش هذه العوامل الثلاثة بالتفصيل.

4-1 تعين السعة الفعلية وضغط التشغيل.

لتعين السعة الفعلية لضاغط يجب حساب قيمة استهلاك الهواء للأحمال air consumption آخذا المعاملات الآتية الاعتبار .

(١) معامل الاستخدام (use factor fu)

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

(٣) معامل الشراب الهواء (1) air leakage factor

آمن ضغط تشغيل الضاغط فيأخذ عادة مساويا ضغط تشغيل الأعمال اخذ في الاعتبار قيمة الفقد في الضغط والناشى عن نقل الهواء المضغوط من الضاغط للاحمال .

الجدول4-1يوضح الحسابات الخاصة بالأقسام المختلفة لمسبك.

اختيار أقطار مواسير الشبكة الهوائية :

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

سرعة التدقيق : فيجب آن تكون اقل من 10 m/s لتحنب الضوضاء الشديدة عند النقاط ذات السر عات العالية (الصمامات).

الانخفاض في الضغط نتيجة الاحتكاك يجب ألا يزيد عون

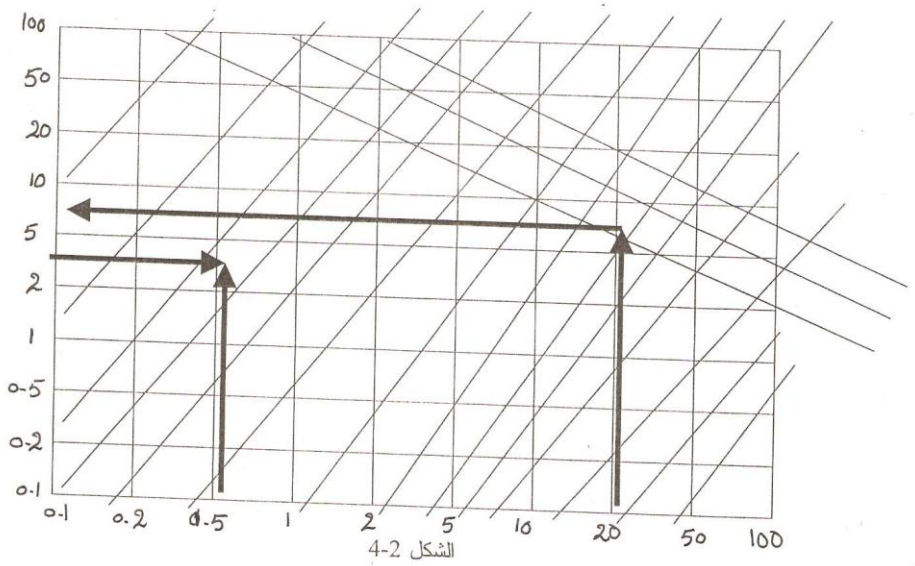
(bare: 0.1) والشكل 4-2 يستخدم في تعين القطر المناسب ــ للخطوط الهوائية بدلاله معدل التدقيق والانخفاض والمسموح في الضغط ، نتيجة لاحتكاك وطول الخط الهوائي ، ويستخدم المعادلة التقريرية التالية لتعين المعادن k والذي يمثل المحور للمنحنى المبين الشكل (4-2) .

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

حيث آن :

الانخفاض في الضغط نتيجة الاحتكاك بوحدة pdoar طول الخط الهوائي متضمنا الطول المكافي للأدوات المستخدمة بالمتر اضغط التشغيل المقاس (bar) b

علما بان أعلي خطوط حدود الضغط 6.8.10.bar تكون سرعة تدفق الهواء المضغوط اكبر من 10m/s .



الشكل 2-4

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 4-2 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 m 3 / min عند ضغط مقاس 610 bar إذا كان الانخفاض في الضغط المسموح يساوي 0.1 bar

الاجابه :

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

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

من الشكل 4-2 عند تدفق 0.6 mm 3 / min ومعامل k يساوي 3.5 ينتج إن قطر الخط الهوائي المناسب يساوي 25 mm تقريرا.

والجدول 4-2 بين الطول المكافي بوحدة m لأدوات التوصيل والصمامات اليدوية ذات الأقطار المختلفة والمصنوعة عند الصلب .

انظر الجداول التالية :

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

4-3 اختيار حجم الخزان المناسب :-

تعيين حجم الخزان المناسب تستخدم المعادلة التالية

$$V_{tank} = \frac{3600 v_c}{S_{pk}}$$

القيمة الفرقية لمفتاح الضغط p

السعة الفعلية للضاغط l / s v c

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 وتساوي :

الاستهلاك الكلي للأحمال X100

السعة الفعلية للضاغط = ED %

وذلك من الجدول (4-3)

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

مثال :

احسب حجم خزان الهواء المناسب لضاغط هوائى سعته الكليةS/500L 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 4-3 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

$$\text{ED \%} = \frac{\text{الاستهلاك الكلي للأحمال}}{\text{السعة الفعلية للضاغط}} \times 100$$

وذلك من الجدول (4-3)

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

مثال :

احسب حجم خزان الهواء المناسب لضاغط هوائى سعته الكلية500L/S عند ضغط التشغيل bar ، علما بان الاستهلاك الكلي للحامل 48L / S

الاجابة :

$$ED\% = \frac{\text{الاستهلاك الكلي للأحمال}}{\text{السعة الكلية للضاغط}}$$

$$\frac{480}{600} \times 100$$

$$80$$

من الجدول 4-3 نجد ان 625=13

وحيث ان

$$K=625$$

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

لذلك فان :

$$\frac{3600X600}{10.2X2X6.25.03}$$

$$17260L$$

$$17280$$

$$\frac{17280=17.28M3}{100}$$

جدول رقم 4-4

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
منضدةدك 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
مطرفترايش خفيفة	7	2	12	0.35	4.2	5
مطرقة رايش متوسطة	8	3	18	0.35	6.3	5
مطرقة رايش ثقيلة	13	2	26	0.2	5.2	5
ماكينة تجليخ75MM	9	2	18	0.3	5.4	5
ماكينة تجليخ150	25	3	75	0.45	33.75	5
ماكينة تجليخ200	40	1	40	0.2	8	5
ماكينة تجليخ متوسطة مدك	23	2	46	0.1	4.6	5
وحدة ثقل بالرمل ثقيلة	42	2	84	0.1	8.4	5

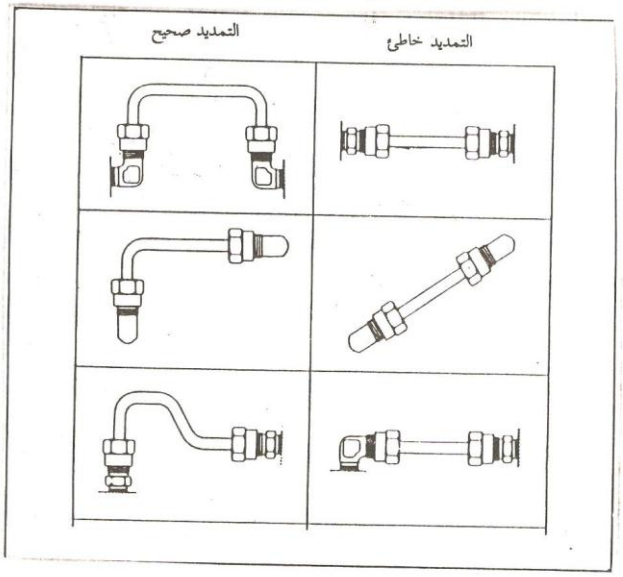
وتواجد الخراطيم المرنة سواء كانت مطاط أو بلاستيك في صورتين وهما :

1- خراطيم بمقاسات محدودة مثبت بها الوصلات اللازمة من قبل الشركة المصنعة .

2- خراطيم في صورة لفات طويلة حيث تقطع حسب الطلب ن ويقوم فنـــي التركيبـــات بتثبيت الادوات اللازمة فيها والشكل (7-4) يبين الطريقة الصحيحة والغير صحيحة لتمديد الخراطيم ا لمرنة تبعاً لتوصيات شركة ***weatherhead***

وكما هو واضح من الشكل (7-4) نجد أنه يسمح بارتخاء الخراطيم أثناء تمديدها ن وذلك لتعويض النقص الناشئ عن مرور الهواء المضغوط بداخلها ن والذي قد يصل إلي 5% من طولها ، ويراعي عند التمديد أن يكون الشكل مقبولا مع سهولة فك الوصلات ، وان يكون نصف قطر الانحناء لا يقل عن 5 مرات من القطر الخارجي للخراطيم .

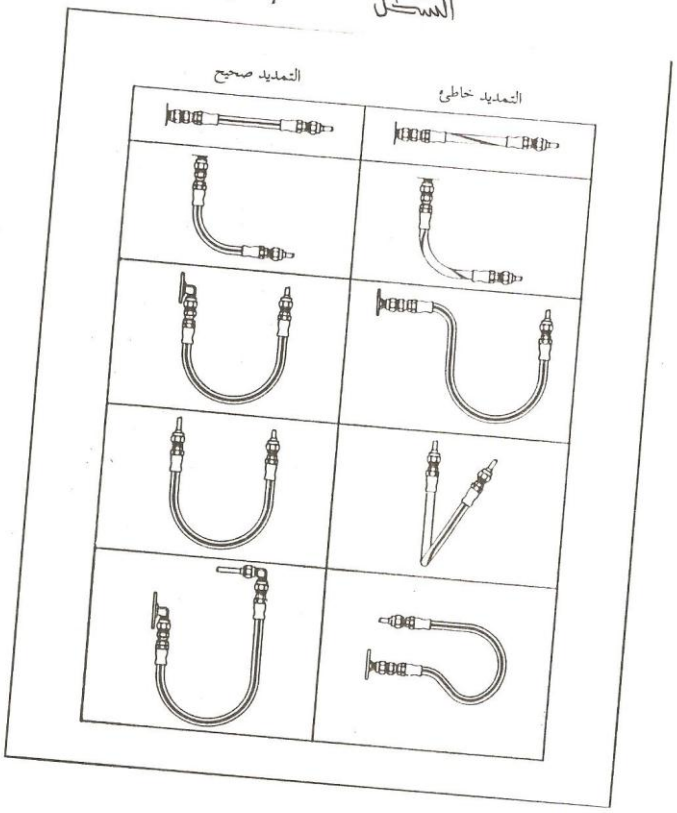
الشكل 4-5



خرطوم بلاستيك
غطاء من البلاستيك
طبقة ألياف صناعية
(أ)
نسيج من ألياف صناعية
طبقات فصل
نسيج من الصلب
نسيج من الصلب
خرطوم مطاطي
غطاء من المطاط الصناعي
(ب)

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 الإستنلستيل تستخدم أحياناً أدوات توصيل مقلوزة مصنوعة من الإستنلستيل .

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

تستخدم الادوات الفلانجية ذات المسامير مع المواسير الصلب ، حيث تثبت الفلانجة مع الماسورة الصلب ن إما باللحام أو القلاووظ ، وتتشابة أدوات التوصيل الفلانجية مع أدوات التوصيل المسننة في انواعها (كوع – تيه – حلبة – صليب – لاكور . . . إلخ) ولكنها تكون مزودة بفلانجات في أطرافها ، وعادة يوضع جوان مناسب بين كل فلانجتين عند ربطها معاً ، والشكل 8-4 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 ثالثا : أدوات التوصيل الانضغاطية : *Compression Connectors*

وتستخدم هذه الأدوات مع الانابيب الشبه صلبة (نحاس – استنلسنيل).

وتتكون الوصلة الانضغاطية من نبل وجلبة أو حلقة وصلمولة ، حيث توضع الأنبوبة شبة الصلبة داخل الصامولة ، ثم بعد ذلك توضع الجلبة المسلوبة داخل الصامولة وبعد ذلك يتم تجميع الصامولة مع النبل ، فيضغط النبل على الحافة المشطوفة للجلبة أو الحلقة فتنسلخ الحافة الثانية للجلبة لتدخل في الفراغ المحصور بين التخويش الاسطواني للنبل والمحيط الخارجي للأنبوبة ، وتؤدي قوة ضغط قطاعاً الصامولة على شطف الجلبة إلي تثبيت الوصلة جيداً والشكل (4-9) يعرض قطاعاً في وصلة انضغاطية .

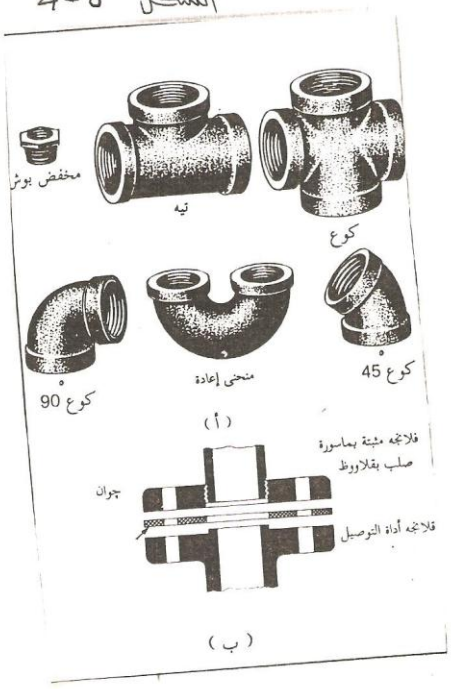
4-5-4 رابعاً : الوصلات السريعة *Quick disconnect Couplings*

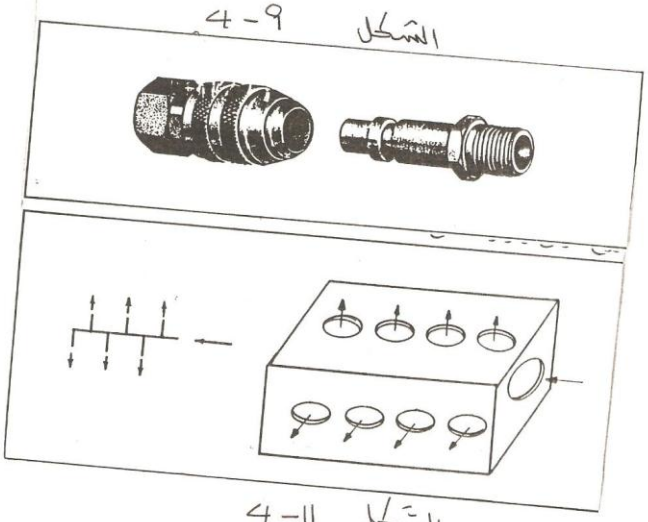
وتستخدم هذه الادوات دائماً مع الخراطيم المرنة ، وتتميز بسرعة تجميعها وفكها بدون إحداث تسربات للهواء المضغوط ، وتحتوى هذه الوصلات على صمام لا رجعي يكون مفتوحاً عندما تكون الوصلة مجمعة والعكس بالعكس ن وبالتالي تمنع تسرب الهواء المضغوط إلي الخارج بعد الخارج بعد فكها والشكل (4-10) يعرض وصلة سريعة
فيما يلي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

4-5-5 خامساً : الموزعات *Manifolds*

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

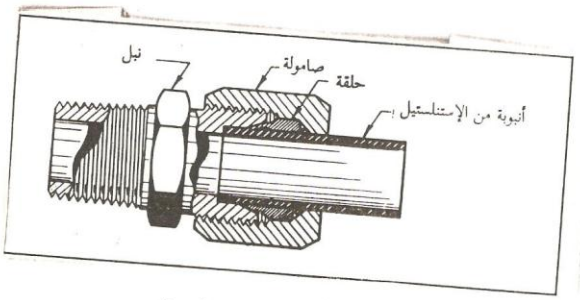
الشكل 4-8





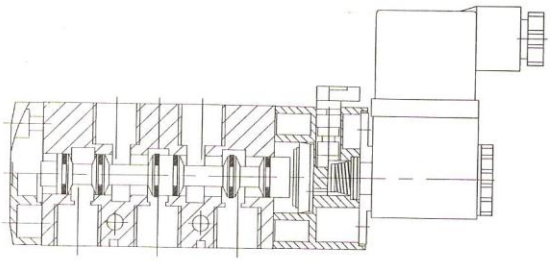
المشكل 4-9

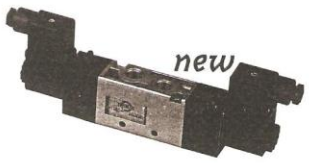
المشكل 4-11



المشكل 4-10

solenoid valve





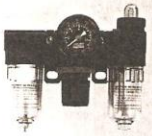
	MODEL	OPERATION	PORT SIZE	PRESURE RANGE Kgf/cm²	POSITION	VOLTAGE	RANGE OF SERVICE TEMPERATURE °C
	ESY-32	COIL-SPRING	1/8" 1/4" 1/2"	2-8.5	3 PORTS 2 POSITIONS	AC 220 AC 110 AC 24 DC 24 DC 12	0-60
	ESP-32	COIL - AIR	1/8" 1/4"				
	ESO-32	COIL-PILOT	1/8" 1/4"				
	EES-32	DOUBLE COIL	1/8" 1/4" 1/2"				
	ESY-52	COIL-SPRING	1/8" 1/4" 1/2"	0.5-8.5	5 PORTS 2 POSITIONS		
	ESP-52	COIL-AIR	1/8" 1/4"				
	ESO-52	COIL-PILOT	1/8" 1/4"				
	EES-52	DOUBLE COIL	1/8" 1/4" 1/2"				
	EYE-53-A	DOUBLE COIL NORMALLY OPEN	1/8" 1/4" 1/2"	1-8.5	5 PORTS 3 POSITIONS		
	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)	Presure Range Kgf/cm² (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		H: Manual Drain Cock A: Auto Drainer
BC-300	BF-300	BR-300	BL-300	3/8"	1350		
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)	Presure Range Kgf/cm² (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		H: Manual Drain Cock A: Auto Drainer
BFC-300	BFR-300	BL-300	3/8"	1350		
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		H: Manual Drain Cock A: Auto Drainer
BF-300	3/8"	1350		
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)	Presure Range Kgf/cm² (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		1/4"		H: Manual Drain Cock A: Auto Drainer
BF-300	3/8"	1350				
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)	Presure Range Kgf/cm² (Kpa)
AR-150-D1	1/8"	600	1/8"	0.1-1 (0.01-0.1)
AR-150	1/8"	650		Standard: 0.5-8.5 (50-850) Low Pressure: 0.1-1 (0.01-0.1) 0.5 4 (50-400)
AR-200	1/4"	750		
BR-200	1/4"	1000	1/4"	
BR-300	3/8"	1350		
CR-400	1/2"	3000		0.5-8.5 (50-850)
CR-600	3/4"	3100		

AIR LUBRICATOR

Model	Port Size RC (PT)	Flow Rate L/min (ANR)	Flow Rate L/min	Oil Volume Kgf/cm² (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			

6-1 الخاتمـــة :-

أن اهمية الهواء المضغوط في الصناعة ظلت في تذايد 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 آن الهواء الذي يتحكم به في الماكينات لابد من تنقيته وفلترته وتجفيفة حتى لا توثر على الىليات والماكينات الحساسة التي تستخدم فيها.

بالإضافة للأهتمام باجهزة 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 .

وهنالك جانب مهم وهو شبكات الهواء المضغوط ومعرفة مواسير وطـــرق التحســـيب لا خطار المواسير المناسبة بالإضافة للوصلات وأنواعها وطرق تصـــميمها . إضـــافة لتصـــميم الاسطونات والمستودعات ومعدات قياسها .

كما اشتمل البحث على أمثلة عن التحكم النيومانيكي . وبعض الأمثلـــة لاســـتخدامات الهواء في الصناعة .

في الختام بتمني من الله العلي القدير أن تكون قد توفقنا في بحثنا هذا في وضع انفســـنا فـــي بداته طريق علم الهواء المضغوط الذي يعتبر من العلوم المستقبيلة التي نتمني أن يجد الاهتمام 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 لوحدها مجال للبحث والدراسة مثال لذلك :-

1. التحكم في الهواء المضغوط وعناصر التحكم الهوائي .
2. الدوائر الأساسية النبوماتيكية .
3. الصيانة (صيانة معدات التحكم والدائر الاساسية – الصيانه الوقائية – وتحديد المشاكل والأسباب المحمكه في الضواغط) .
4. الحسابات النبوماتيكية .

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 الأسطونات الهوائية بأنواعها المختلفة .

ب/ مصانع لتصنيع أدوات التوصيل الخاصه 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 .

المراجـــع :-

1. التحكم النيومانيكي وتطبيقاته :

م. أحمد عبد العال

2. ***Compressed Air hand book***

3. ***Paneu matic Power for producton***

Stewart Horryl

4. بالإضافة لبعض النشـــرات الخاصـــة بالشـــركات المصنعـــة لمعـــدات الهـــواء المضغـــوط .

ملحق ـ ١ الوحدات المستخدمة فى النيوماتيك

الجدول التالى 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)	lbf/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	$^\circ E$	.
Temperature	centigrade	$^\circ C$	Fahrenheit	$^\circ F$	
Volume Dis-placement	Cubic centimet-re (10^{-6} m^3)	cm^3	Liter	l	0,001
Volume Dis-placement	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 centi-metre(10^{-4} m^2)	cm^2	Square inch (ft^2/144)	in^2	0,1550
Capacity	Litre	1	Gallon, Uk	Uk gal	0.2199
Capacity	Litre	1	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	lbf In	86,7845
Angular Speed	Revolution per minute	Rpm	Radian per sec-ond	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 ـ ٢ الرموز النيوماتيكية

أولاً : الضـواغط والمحركـات الهـوائيـة :

ضاغط هوائى .

مضخة تغريغ .

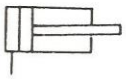
محرك هوائى بسرعة ثابتة يدور فى اتجاه واحد .

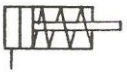
محرك هوائى بسرعة ثابتة يدور فى اتجاهين .

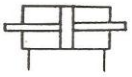
محرك هوائى بسرعة يمكن التحكم فيها ويدور فى اتجاه واحد

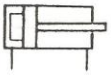
محرك هوائى بسرعة يمكن التحكم فيها ويدور فى اتجاهين .

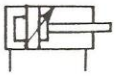
ثانياً : الأسطوانات الهوائية :


أسطوانة أحادية الفعل تعود ذاتياً بفعل حمل خارجى .

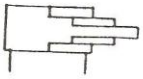
 أسطوانة أحادية الفعل تعود ذاتياً بفعل يای إرجاع .

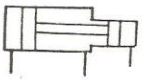
 أسطوانة ثنائية الفعل بذراعی دفع .

 أسطوانة ثنائية الفعل بمخمد فی اتجاه واحد .

 أسطوانة ثنائية الفعل بمخمد حركة متغيرة القيمة فی اتجاهی الحركة .

أسطوانة هوائية دوارة .

 أسطوانة تلسكوبية .

 أسطوانة تكبير ضغط .

ثالثاً : عناصر ترشيح وتجفيف وتزييت والتحكم فی ضغط الهواء المضغوط

مرشح .

فاصل ماء يدوى .

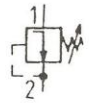
فاصل ماء أوتوماتيكى .

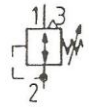
مرشح بفاصل ماء يدوى .

مرشح بفاصل ماء أوتوماتيكى .

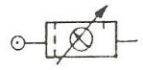
مجفف .

مزيتة .

 صمام تنظيم ضغط .

 صمام تنظيم ضغط بفتحة تصريف .

صمام تتابعى .

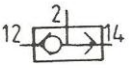
 وحدة خدمة .

5

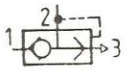
رابعاً : الصمامات اللارجعية والصمامات الخانقة :

صمام لارجعى حر .

صمام لارجعى بياى .



صمام ترددى (بوابة أو) .

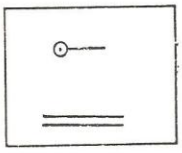


صمام تصريف سريع .

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 .

يای إرجاع .

ملف كهربی .

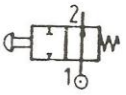
ملف كهربی سابق التحكم .

ملف كهربی بوسيلة يدوية سابقة التحكم .

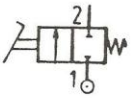
إشارة ضغط .

إشارة ضغط سابقة التحكم .

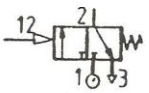
سابعاً : الصمامات الاتجاهية :



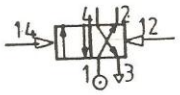
صمام اتجاهی 2/2 بضاغط ویای وبوضع ابتدائی مفتوح.



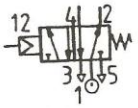
صمام اتجاهی 2/2 ببدال ویای وبوضع ابتدائی مغلق .



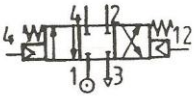
صمام اتجاهی 3/2 بإشارة ضغط ویای .



صمام اتجاهى 4/2 بإشارتى ضغط .



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



صمام اتجاهى4/3 بإشارتى ضغط ويايى إرجاع (سابق التحكم)