بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة البحر الأحمر

كلية الهندسة

قسم الهندسة الميكانيكية

بحث تكميلي لنيل درجة بكالوريوس الشرف في الهندسة الميكانيكية

بعنوان :

دراسة الأنظمة النيوماتيكية في المنشآت الصناعية

Study of Pneumatic systems in Industrial structures

إعداد :

أحمد مشنغام مبارك
عباس حسن الحسن
علي موسى علي
محمود محمد إدريس

إشراف :

أ. أسامة محمد المرضي
Osama Mohammed Elmardi
Faculty of Engineering
Nile valley University

2008م

بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة البحر الأحمر

كلية الهندسة

قسم الهندسة الميكانيكية

بحث تكميلي لنيل درجة بكالوريوس الشرف في الهندسة الميكانيكية

بعنوان :

دراسة الأنظمة النيوماتيكية في المنشآت الصناعية

Study of Pneumatic systems in Industrial structures

إعداد :

أحمد مشنغام مبارك
عباس حسن الحسن
علي موسى علي
محمود محمد إدريس

إشراف :

أ. أسامة محمد المرضي

Osama Mohammed Elmardi
Faculty of Engineering
Nile valley University

2008م

الآيـــــــــــــــة

قال تعالى :

{ فَسَخَّرْنَا لَهُ الرِّيحَ تَجْرِي بِأَمْرِهِ رُخَاء حَيْثُ أَصَابَ }

صدق الله العظيم

الإهـــــداء

إلى من علمتني معنى الإخلاص والتضحية .....

أمـــي ..

إلى جبل الصمـــود الشامـــخ دومـــــاً .....

أبـــي ..

إلى كل من كانوا معنا على طول الطريق نصحاً وإرشاداً ...

أساتذتي الأجلاء..

إلى رفقاء الدرب وكم كانت أيامنا بهم جميلة ....

الباحثون ....

SBC 306-01-13

شكر وعرفان

{ رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَى وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ وَأَدْخِلْنِي بِرَحْمَتِكَ فِي عِبَادِكَ الصَّالِحِينَ }

الحمد لله من قبل ومن بعد على نعمائه
والتحية والشكر إلى كل من ساهم معنا في اخراج هذا البحث
ونخص بالشكر الأستاذ

أسامة محمد المرضي

وأخص بالشكر والتقدير أيضاً

هيئـــة سكك حديد الســودان

لما بذلوه معنا من جهد مقدر

IP.F-0023

ملخص البحث:

يتألف هذا البحث من أربعة فصول ، حيث يشتمل الفصل الأول مقدمة عامة عن استخدامات الأنظمة النيوماتيكية في الصناعة كما يتناول مزايا وعيوب هذه الأنظمة ، ويتم دراسة بعض المصطلحات الفنية الخاصة بهذا البحث .

وفي الفصل الثاني يتم عمل دراسة مفصلة للأجزاء والمكونات الأساسية للأنظمة النيوماتيكية . وفي الفصل الثالث يتم عمل دراسة تطبيقية لكيفية عمل الفرامل الهوائية في القاطرات ودراسة دورة الهواء في القاطرات السفرية . وفي الفصل الرابع يتم دراسة الكيفية التي يتم بها اجراء الصيانات الوقائية في الأنظمة الهوائية واكتشاف الأعطال التي تصيبها .

الهدف من البحث :

مع تقدم الصناعة أصبح استخدام الأنظمة النيوماتيكية واسع الانتشار في شتى المجالات الهندسية لما توفره هذه الأنظمة من مزايا عديدة وبما أن هذه الأنظمة تعتبر من الأنظمة الحديثة في التطبيقات الهندسية فإن معرفة المهندسين والعاملين في الصناعة بها ماتزال محدودة فكان الهدف من هذا البحث هو دراسة هذه الأنظمة لمعرفة أهم مميزاتها وعيوبها ومعرفة أجزائها الرئيسية وكذلك عمل دراسة تطبيقية لاستخدامها في القاطرات ومعرفة طرق صيانتها واكتشاف الأعطال .

الفهـــرس

م	الموضـــــــــــوع	الصفحة
1	الآيـــــــة	I
2	الإهـــــداء	II
3	شكر وعرفـان	III
4	ملـخـص البحث	IV
5	الهدف من البحث	V
6	الفـهـــــــرس	VI
	الفصـــل الأول {تعريفات ومصطلحات فنية}	
1.1	المـقـــدمـــــــة	1
1.2	مميزات وعيوب التحكم بالهواء المضغوط	2
1.3	مصطلحـــات فنيـــة	3
	الفصـــل الثاني {مكونات النظام النيوماتي}	
2.1	أجزاء ومكونات وحدة توليد الهواء المضغوط وتجفيفه	6
2.2	الضواغط الهوائيـة	6
2.3	المبرد البينـي	7
2.4	مبرد الإعـادة	7
2.5	صمـام لارجعـي	8
2.6	خزانـات الهـواء	8
2.7	أجزاء ومكونات نظام التحكم النيوماتيكي	9

الفصـــل الثـالث {منظومة الفرامل في قاطرات السكه حديد}		
3.1	نـظـرة تـاريخـيـــة	24
3.2	منظومة الكوابح الحديثة	24
3.3	دورة شحن الخزانات الرئيسية	26
3.4	دورات عمليتي الكبح والتحرير في القاطرات	28
الفصـــل الرابـع {صيانة النظم النيوماتية}		
4.1	الصيانة الوقائية	40
4.2	صيانة ضواغط الهواء ومرفقاتها	41
4.3	صيانة وحدات الخدمة وصمامات التصريف والخطوط الهوائية	43
4.4	صيانة الأسطوانات الهوائية وصمامات التحكم	46
4.5	اكتشـاف الأعطـال	47
4.6	مشاكل الأسطوانات الهوائية وطرق إصلاحها	49
4.7	مشاكل الخطوط الهوائية وطرق علاجها	50
الفصـــل الخـامس {الخـاتـمـــة}		
7	الـخـاتـمـــــــة	51
8	التـوصـيـــــات	52
9	الـمـراجـــــع	53

1.1 المقدمة :-

إن كلمة نيوماتك مشتقة من الكلمة الإغريقية (Pneuma) والتي تعني (الهواء – الرياح – التنفس) وهي تعرف بأنها علم هندسي يهتم بالهواء المضغوط ، والمفهوم الأساسي في عصرنا هذا عن الهواء المضغوط هو استقلال الهواء كوسيط للعمل في المجالات الصناعية على وجه الأخص من أجل تشغيل الماكينات والأجهزة الصناعية وكذلك من أجل التحكم في توجيهها وبالرغم من أن استخدام الإنسان للهواء ليس بالجديد فقد استخدمه الإنسان قبل آلاف السنين في ايقاد النيران وفي دفع المراكب الشراعية ، ثم تزايدت تطبيقات الهواء فيما بعد ، ففي عصر النهضة الصناعية في أروبا تم استخدام الهواء في تحريك الطواحين الهوائية في هولندا لاعطاء قدرة تستخدم في طحن البذور واستخراج المياه من باطن الأرض ولكن الجديد هو استخدام الهواء المضغوط الذي جاء في بدايات القرن العشرين حين قامت شركة (إيسلنجن) في العام 1927م بأول استخدام للهواء المضغوط في تشغيل فرامل (مكابح) القطار وقد انحصر استخدامه في البدء في مجالات معينة مثل أعمال المناجم والأعمال الإنشائية وكذلك في مجالات السكة حديد إلا أن الأبحاث استمرت من أجل اكتشاف خواص ونظريات الهواء المضغوط وظهور الوصلات السريعة كل ذلك أدى إلى التوسع في استخدامات الهواء المضغوط في جميع الميادين الصناعية لما يتميز به هذا النوع من خصائص نادرة من كفاءة في الأداء وسلامة في التشغيل وغيره .

1.2 مميزات وعيوب التحكم بالهواء المضغوط :

أولاً : المميـــزات :

1- الآلات التي تعمل بالهواء المضغوط لا يخشى عليها من الأحمال المفرطة بعكس الآلات التي تعمل بالتيار الكهربي .
2- الهواء غير متأثر بالتغيير في درجات الحرارة ولذلك يمكن استخدامه في التحكم عند أي ظروف مناخية .
3- الهواء بلا مقابل ويمكن الحصول عليه في أي مكان وبأي كمية مطلوبة .
4- يمكن نقل الهواء المضغوط خلال الخطوط الهوائية إلى مسافات بعيدة .
5- يفضل استخدامه في الأماكن المعرضة للانفجارات والتي تحتوي على غازات متطايرة قابلة للاشتعال لعدم احتمال حدوث أي شرارة.
6- لا تحتاج للتخلص من بقايا الهواء المضغوط حيث يمكن تسربها للجو بعد الانتهاء من العمل به .
7- الهواء المضغوط نظيف ولذلك يمكن استخدامه في الصناعات الغذائية وصناعة الغزل والنسيج .....إلخ .

ثانياً : العيـــوب :

1- ارتفاع تكلفة إنشاء وتشغيل وصيانة وحدات توليد وتجفيف الهواء المضغوط .
2- يلزم استخدام أحجام كبيرة للاسطوانات للحصول على قوى كبيرة وذلك لأنه يفضل عدم زيادة ضغط الهواء عن 7bar لتقليل التكلفة.
3- نظراً لقابلية الهواء للانضغاط لا يمكن الحصول على سرعات ثابتة لعناصر الفعل (اسطوانات ومحركات هوائية) عند تغيير الأحمال .
4- خروج الهواء المضغوط يسبب ضوضاء كبيرة .

1.3 مصطلحات فنية :

أ- الضغط : Pressure

يعرف الضغط بأنه القوة المؤثرة على وحدة المساحة أي أن :

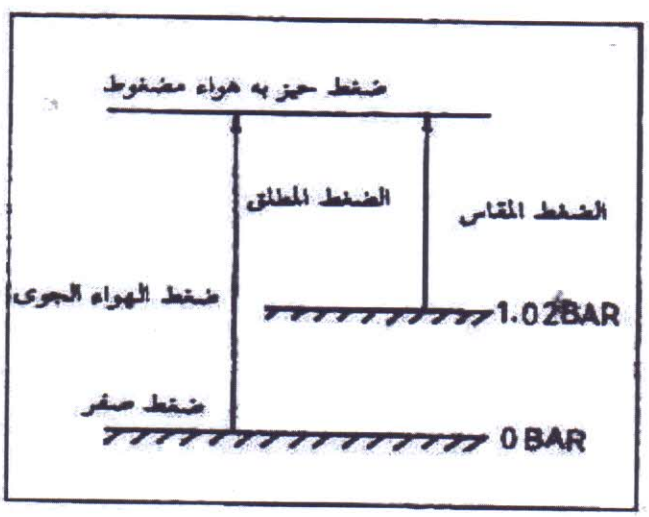
$$\text{الضغط} = \frac{\text{القـــوة}}{\text{المساحة}}$$

وهنالك ثلاثة أنواع من الضغط :

1- الضغط الجوي : Atmospheric Air
وهو ضغط الهواء عند سطح البحر ويساوي في النظام العالمي 1.02bar

2- الضغط المقاس : Gauge Pressure
وهو ضغط أي حيز من الهواء منسوباً للضغط الجوي .

3- الضغط المطلق : Absolute Air
وهو ضغط أي حيز من الهواء منسوباً إلى ضغط الفراغ ، أي الحيز المفرغ من الهواء وهذا الضغط يساوي 0bar أي أن :
(الضغط المطلق) = (الضغط المقاس + الضغط الجوي)
وعادة فإن أجهزة قياس الضغط المستخدمة تقيس الضغط لضغط مقاس أي منسوباً للضغط الجوي ، والشكل (1-1) يبين العلاقة بين الضغوط الثلاثة السابقة .



الشكل (1-1)

ب- درجة الحرارة : Temperature

هناك عدة تغييرات معروفة لدرجة الحرارة وهي :

1- درجة الحرارة المحيطية :

وهي درجة حرارة الوسط المحيط الذي تعمل فيه الآلات المختلفة وتقاس بالدرجة المئوية أو الكلفن أو الفهرنهايت والعلاقة بينهم كالآتي :

$$K = 273 + C \quad ، \quad F = 1.8C + 32$$

2- درجة الحرارة المطلقة :

وهي درجة حرارة الأشياء المختلفة منسوبة إلى الصفر المطلق (0°c) أو (-273K) .

ج- قانون بويل للغازات :

((يتناسب الضغط لأي كتلة من الغاز تناسباً عكسياً مع الحجم عند ثبات درجة الحرارة)) ويمكن وضع هذا القانون في الصورة الآتية :

$$PV = \text{constant}$$

حيث P هو الضغط ، و V هو الحجم .

د- قانون شارلز للغازات :

((يتناسب حجم أي كتلة من الغاز تناسباً طردياً مع درجة الحرارة عند ثبات الضغط)) ويمكن وضع هذا القانون في الصورة التالية :

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

حيث أن V هو حجم الغاز ، و T هي درجة الحرارة .

هـ- الرطوبة : Humidity

الرطوبة هي لفظ يطلق على بخار الماء الموجود في الهواء وهناك عدة تعبيرات تتعلق بالرطوبة هي :

1- الهواء المشبع : Saturated Air

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

2- الرطوبة المطلقة : Absolute Humidity

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

3- الرطوبة النسبية : Relative Humidity

وهي النسبة بين الرطوبة المطلقة للهواء الجوي عند درجة حرارة معينة وضغط معين ووزن بخار الماء اللازم لتشبع المتر المكعب من الهواء عند نفس الظروف .

$$\text{الرطوبة النسبية} = \frac{\text{الرطوبة المطلقة عند ظروف معينة من الضغط ودرجة الحرارة}}{\text{وزن بخار الماء اللازم لتشبع متر مكعب من الهواء عند نفس الظروف}}$$

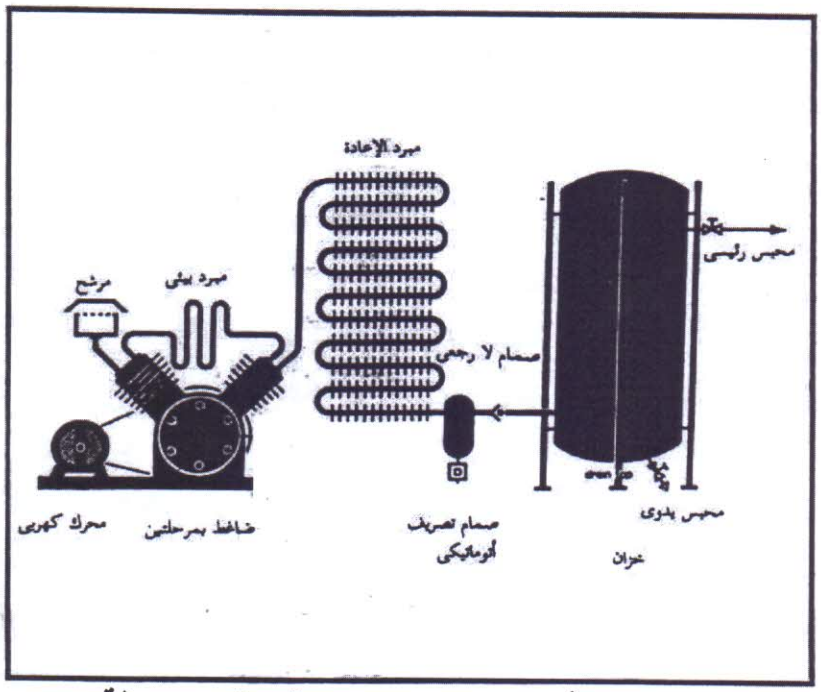
وعادة تعطي الرطوبة النسبية كنسبة مئوية .

- الهواء الجاف : Dry Air

وهو الهواء الخالي من الرطوبة تماماً ويقال في هذه الحالة أن هذا الهواء له رطوبة مطلقة تساوي صفراً وكذلك رطوبة نسبية تساوي صفراً .

2.1 أجزاء ومكونات وحدة توليد الهواء المضغوط وتجفيفه :

هي الوحدة المسؤولة من إعداد الهواء وتجهيزه داخل خزان بحيث يكون جاهزاً للاستخدام ، والشكل (1-2) يبين رسم توضيحي لوحدة توليد مبسطة .



شكل 1-2 أجزاء ومكونات وحدة توليد مبسطة

2.2 الضواغط الهوائية : Air Compressors

يعتبر الضاغط الهوائي هو القلب النابض لأي نظام تحكم هوائي ويقوم الضاغط بتوليد الهواء المضغوط اللازم في عمليات التحكم الهوائية حيث يدخل الهواء الجوي من خط السحب للضاغط بالضغط الجوي ويساوي تقريباً (1bar) ويخرج الهواء المضغوط المستخدم في التحكم الهوائي من خط الطرد للضاغط بضغط يتراوح ما بين (6 – 10 bar) وتدار هذه الضواغط عادة إما باستخدام محركات كهربائية أو ماكينات احتراق داخلي وهناك أنواع متعددة من الضواغط الهوائية ومن أهم هذه الأنواع :

أ- الضواغط الترددية : Reciprocating Compressors

يتكون الضاغط الترددي من مكبس يتحرك حركة ترددية داخل اسطوانة تحتوي على صمامين أحدهما يسمى صمام السحب حيث يفتح في شوط السحب لدخول الهواء الجوي ، والثاني يسمى صمام

الضغط حيث يفتح في شوط الضغط لخروج الهواء المضغوط عبر مواسير الضغط العالي إلى الخزانات ، والضواغط الترددية قد تكون ذات مرحلة واحدة وقد تكون بمرحلتين أي يتم ضغط الهواء الجوي في اسطوانة ويزداد ضغط الهواء المضغوط في الاسطوانة الأولى بضغطه مرة أخرى في اسطوانة ثانية ، علماً بأن الهواء المضغوط في الاسطوانة الأولى يتم تبريده بواسطة مبرد بيني Intercooler قبل دخوله الاسطوانة الثانية .

ب- الضواغط الدوارة الريشية : Uane Compressors

تتكون الضواغط الدوارة ذات الريشة المنزلقة من عضو دوار وهو عبارة عن اسطوانة تحتوي على مجاري ويثبت داخل كل مجرى ريشة معدنية أسفلها ياي دفع ، أما العضو الثابت للضاغط الدوار فهو عبارة عن اسطوانة مفرغة تحتوي على فتحتين جانبيتين وهما : فتحة سحب وفتحة طرد ، علماً بأن دوران العضو الدوار 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 .

2.3 المبرد البيني : Intercooler

ويوجد هذا المبرد بين المراحل المختلفة للضواغط ومهمته هي تبريد الهواء المضغوط الخارج من الضاغط الأول قبل دخوله في الضاغط الثاني وذلك لتقليل حجم الهواء وتجفيفه من الرطوبة .

2.4 مبرد الإعادة : After cooler

يوضع مبرد الإعادة بين الضاغط والخزان ويقوم بتبريد الهواء المضغوط نتيجة لمرور ماء بارد حول خط الهواء المضغوط في قمصان تبريد معدة لذلك ، وهناك نوع آخر من المبردات تستخدم فيها مراوح لدفع الهواء الجوي ليقوم بتبريد الهواء المضغوط الموجود داخل المبرد .

2.5 صمام لارجعي : Cheek Valve

وتقوم هذه الصمامات بالسماح بمرور الهواء المضغوط في اتجاه واحد فقط ، وتمنع سريانه في الاتجاه المعاكس وذلك لمنع تدفق الهواء المضغوط من الخزان إلى الضاغط في حالة حدوث أي عطل .

2.6 خزانات الهواء : Air Receivers

عادة يجمع الهواء المضغوط بواسطة الضاغط في خزانات للهواء لعدة أسباب أهمها :

أ- عند استخدام الضواغط الترددية فإن الهواء المضغوط يكون على شكل موجات انضغاطية ، فإذا انتقل الهواء المضغوط بهذه الصورة إلى نظام التحكم الهوائي يؤدي ذلك إلى انهياره وإلى إحداث ضجيج شديد ، لذلك توضع الخزانات بجوار الضواغط لمنع انتقال هذه الموجات إلى باقي نظام التحكم الهوائي .

ب- تقوم الخزانات بتخزين الهواء المضغوط في أوقات الأحمال الخفيفة لاستخدامه وقت الذروة .

جـ- نظراً لأن الهواء المضغوط المخزن داخل الخزانات تكون درجة حرارته مرتفعة عن الهواء الجوي لذلك يحدث انتقال حرارة بواسطة الإشعاع من الهواء المضغوط إلى الهواء الجوي يؤدي إلى انخفاض درجة حرارة الهواء المضغوط فتقل قدرته على حمل بخار الماء ويتكثف جزء من بخار الماء لذلك عادة ما يثبت صمام أمان Safety Valve على الخزان لحمايته من زيادة الضغط ، وأيضاً يوجد عداد ضغط Pressure Gauge لمتابعة ضغط الهواء داخل الخزان وكذلك يثبت أسفل الخزان صمام تصريف أتوماتيكي Automatic drain valve ويقوم هذا الصمام بتصريف الماء المتجمع أسفل الخزان ، وهناك أنواع كثيرة من صمامات التصريف أهمها النوع ذو العوامة الكروي .

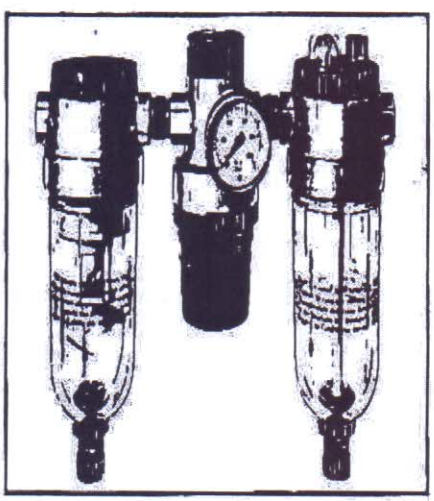
2.7 أجزاء ومكونات نظام التحكم النيوماتيكي :

2.7.1 وحدة الخدمة : Service Unit

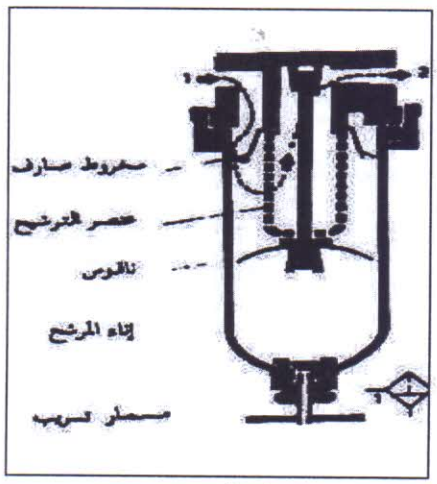
تقوم وحدة الخدمة بإعداد الهواء المضغوط جافاً ونظيفاً وذلك بترشيح الهواء المضغوط من الأتربة العالقة به ، وفصل الماء الموجود فيه ، وكذلك تنظيم ضغط الهواء المضغوط عند أي ظروف تشغيل حتى يناسب عمل أجهزة التحكم الهوائية ، وأخيراً تزييت الأجزاء المنزلقة داخل عناصر التحكم الهوائية بتشبيع الهواء المضغوط ببخار الزيت لحمايتها من التآكل ، والشكل 2.2 يبين صورة لوحدة خدمة وتتكون وحدة الخدمة من :

أ- مرشحات الهواء : Filter Separator

في الحقيقة ان مرشح الهواء الموجود في مدخل الضاغط لا يقوم بترشيح الهواء الداخل من الأتربة العالقة به كلياً بل تبقى بعض الأتربة والتي يتم التخلص منها مع بقايا ذرات الماء باستخدام مرشحات الهواء المزودة بفواصل ماء ، وتعد هذه الأجهزة أجهزة ميكانيكية بسيطة يبنى عملها على إدخال الهواء المضغوط داخل مسارات حلزونية لتكوين زوبعة هوائية ينتج عنها تكاثف بخار الماء على الجدار الداخلي لإناء مرشح ومعه القاذورات والتي تتجمع أسفل الإناء ولا تستطيع القطرات المتكاثفة أن تعود لمسار الهواء المضغوط في المرشح إلا بعد امتلاء المرشح بالماء ، لذلك يجب التخلص من الماء المتكاثف في الإناء من حين لآخر يدوياً أو أتوماتيكياً ، والشكل 2.3 يعرض قطاعاً لمرشح هواء من النوع اليدوي .

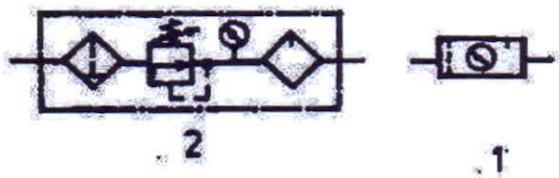


شكل 2.2



شكل 2.3

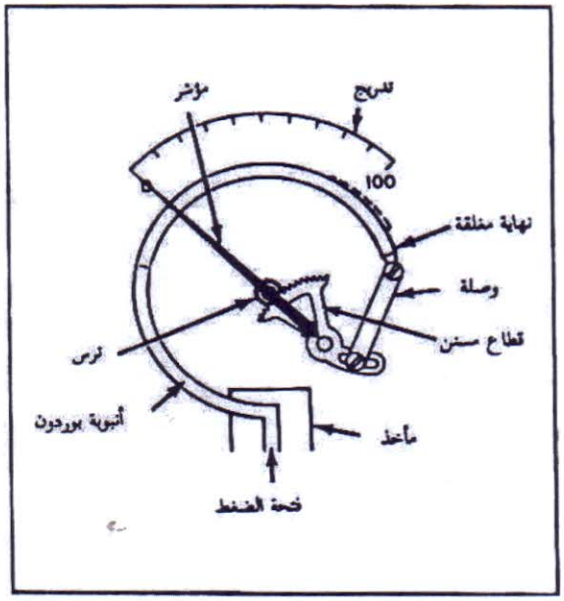
وفيما يلي رموز وحدة الخدمة ، حيث إن الرمز 1 (الرمز البسيط) ، الرمز 2 (الرمز المفصل) وذلك تبعاً للمواصفات القياسية العالمية .



2 1

ب- أجهزة قياس الضغط : Pressure gauge

في الماضي كانت تسمى أجهزة قياس الضغط مانوميتر يوضح الشكل 2.4 ، مخطط توضيحي لأجهزة قياس الضغط المعروفة بأجهزة بوردون نسبة للمهندس الفرنسي Eugene Bourdon الذي اخترعها .



شكل 2.4

- نظرية عمل الجهاز :

عند اندفاع الهواء المضغوط داخل الأنبوبة الزنبركية ((أنبوبة بوردون)) تتمدد الأنبوبة ، ويعتمد معدل تمدد الأنبوبة على مقدار ضغط الهواء ، وتنتقل الحركة إلى المؤشر عن طريق رافعة وقوس مسنن وترس صغير . ويمكن قراءة الضغط المقاس على تدريج الجهاز والذي يكون مدرجاً بوحدة (bar) أو (Psi) .

ج- مزيتة Oilier .

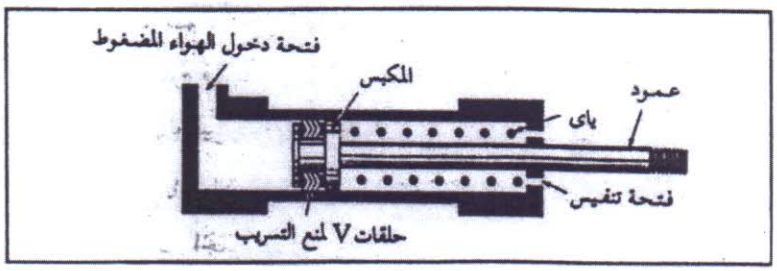
د- صمام تنظيم الضغط .

2.7.2 الأسطوانة الهوائية : Pneumatic Cylinders

تعد الأسطوانة الهوائية من أهم عناصر الفعل المستخدمة للحصول على حركة في خط مستقيم ، أو حركة ترددية ، أو حركة زاوية ، وبالرغم من وجود اختلافات كبيرة في تصميم الاسطوانات وتطبيقاتها إلا أنه يمكن تقسيم الاسطوانات الهوائية إلى نوعين رئيسيين هما :

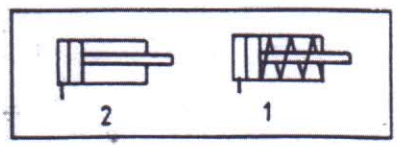
أ- الأسطوانات أحادية الفعل : Single acting Cylinders

وهي اسطوانات قادرة على إعطاء قوة دفع باتجاه واحد هو اتجاه الذهاب وبصورة عامة انه عند السماح للهواء المضغوط بالدخول من فتحة الاسطوانة يعود المكبس للخلف بفعل الجاذبية الأرضية عند وضعها رأسياً (في حالة الاسطوانات أحادية الفعل بدون ياي إرجاع) أو بفعل ياي الإرجاع (في حالة الاسطوانات أحادية الفعل ذات الياي) ويلاحظ وجود فتحة تنفيس في غرفة عمود المكبس والشكل (2.5) يعرض قطاعاً في اسطوانة أحادية الفعل بياي إرجاع .



شكل 2.5

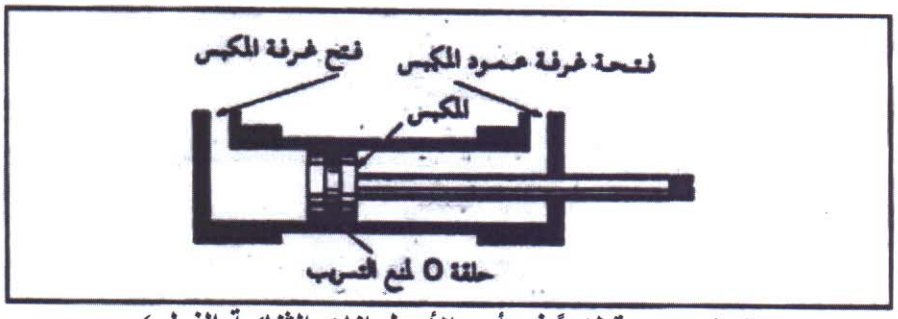
وفيما يلي رموز هذه الاسطوانات ، حيث إنّ الرمز 1 لأسطوانة أحادية الفعل بياي ، والرمز 2 لأسطوانة أحادية الفعل بدون ياي .



ب- الاسطوانات ثنائية الفعل : Double acting Cylinders

وهذه الاسطوانات تعطي قوة دفع للأحمال في اتجاه الذهاب والعودة ، وتعد الأسطوانات ثنائية الفعل أكثر الاسطوانات انتشاراً . ويلاحظ أن هذه الاسطوانات تحتوي على فتحتين تغذية ، إذا وصل تغذية الهواء للفتحة اليسرى يبدأ ذراع الاسطوانة في الخروج مفرغاً الهواء من

الفتحة اليمنى ، والعكس عند وصول هواء التغذية للفتحة اليمنى يبدأ ذراع الاسطوانة في العودة للداخل مفرغاً الهواء من الفتحة اليسرى ، والشكل (2.6) يعرض قطاعاً في أحد الاسطوانات ثنائية الفعل .



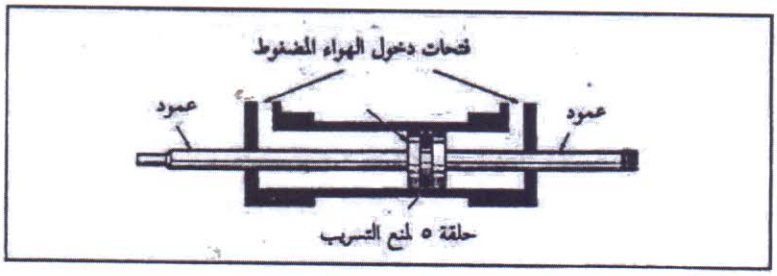
شكل 2.6 (قطاعاً في أحد الأسطوانات الثنائية الفعل)

- **الاسطوانات ذات التصميمات الخاصة :**

هناك عدة أنواع من الاسطوانات ذات التصميمات الخاصة ومن أهمها :

1- الاسطوانة بذراعي دفع على جانبيها : **Double acting end Cylinders**

الشكل (2.7) يعرض قطاعاً في اسطوانة من هذا النوع وتمتاز هذه الاسطوانات بتساوي سرعة وقوة الدفع في شوطي الذهاب والعودة لها .

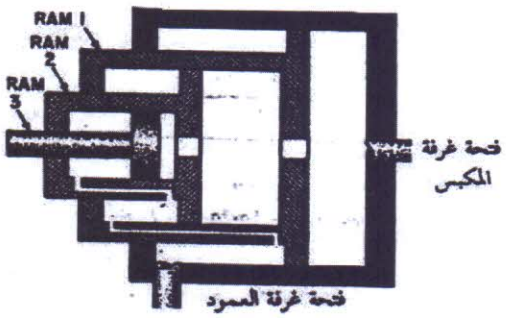


شكل 2.7

وفيما يلي رمز هذه الاسطوانة :

2- الاسطوانة التلسكوبية :

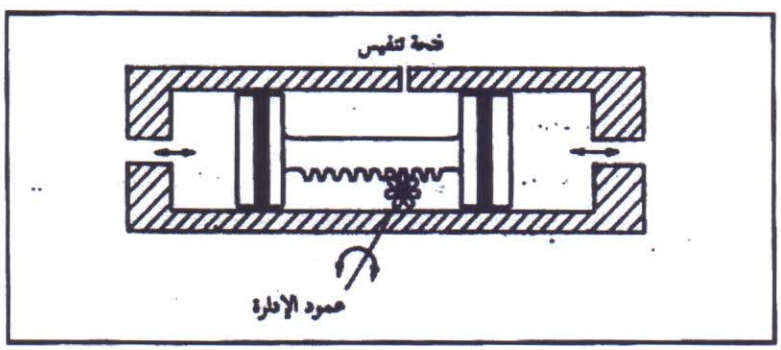
الشكل (2.8) يعرض قطاعاً في اسطوانة تلسكوبية بثلاثة مكابس متداخلة ، فعند السماح للهواء المضغوط بالدخول من فتحة غرفة المكبس 1 ثم 2 ثم 3 ، أما عند السماح للهواء المضغوط بالدخول من فتحة غرفة العمود يتراجع المكبس 3 ثم 2 ثم 1 . وتستخدم هذه الاسطوانات للحصول على أشواط كبيرة



شكل (2.8)

3- الاسطوانات الدوراة : Rotary Cylinders

وتصمم هذه الاسطوانات للحصول على حركة دورانية محدودة وتكون زاوية دوران أعمدة هذه الاسطوانات أقل من 360° وبالطبع هناك تصميمات مختلفة لهذه الاسطوانات وأحد هذه التصميمات موضحة في الشكل أدناه حيث تتكون هذه الاسطوانات من جريدة مسننة تصل مكبسين معاً داخل غلاف الاسطوانة ، وعند السماح للهواء المضغوط بالدخول من أحد مداخل الاسطوانة يتحرك المكبسين معاً ومعهما الجريدة المسننة فيدور ترس صغير معشق مع الجريدة المسننة وبذلك يمكن الحصول على حركة دورانية من عمود آخر مثبت مع الترس ، والشكل (2.9) يعرض قطاعاً في اسطوانة دوارة .



شكل (2.9)

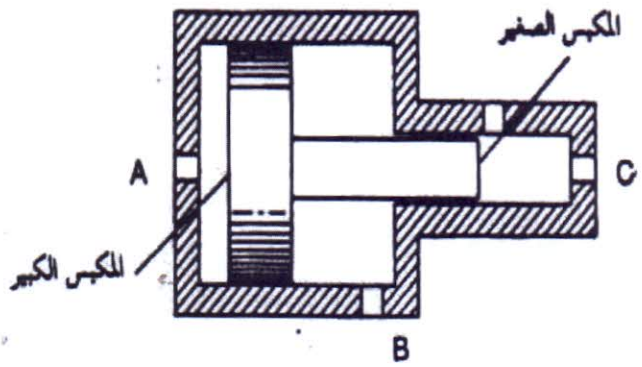
4- اسطوانات تكبير الضغط : Intensifier

الشكل (2.10) يعرض قطاعاً في اسطوانة تكبير ضغط ، فعند السماح للهواء المضغوط بالمرور من خلال فتحة غرفة المكبس الكبير يتحرك المكبس الكبير والصغير معاً للأمام ، وبذلك نحصل على ضغط كبير جداً للهواء الخارج من فتحة المكبس الصغير ويعين ضغطه من المعادلة :

$$P2 = \frac{P1S1}{S2}$$

حيث أن : S1 هي مساحة المكبس الكبير .
P1 هو ضغط الهواء القادم من الخزان .
S2 هي مساحة المكبس الصغير .

وعادة تستعمل اسطوانات تكبير الضغط في الاسطوانات التي تحتاج لضغط كبير جداً مع معدل تدفق صغير .



شكل (2.10)

وفيما يلي رمز أسطوانة تكبير الضغط :

2.7.3 الصمامات : Valves

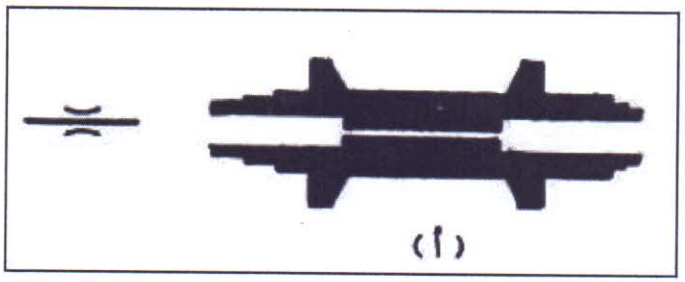
الصمامات هي من أهم مكونات أنظمة التحكم النيوماتيكية ، وهناك عدة أقسام رئيسية منها :

أ- الصمامات الخانقة : Restrictor Valves

وظيفة الصمام الخانق هي التحكم في معدل تدفق الهواء وبالتالي يمكنه التحكم في سرعة خروج أو دخول ذراع الاسطوانة أو يمكنه أيضاً التحكم في سرعة محرك هوائي وهناك نوعان أساسيان من الصمامات الخانقة وهما :

1- صمام بخنق ثابت :

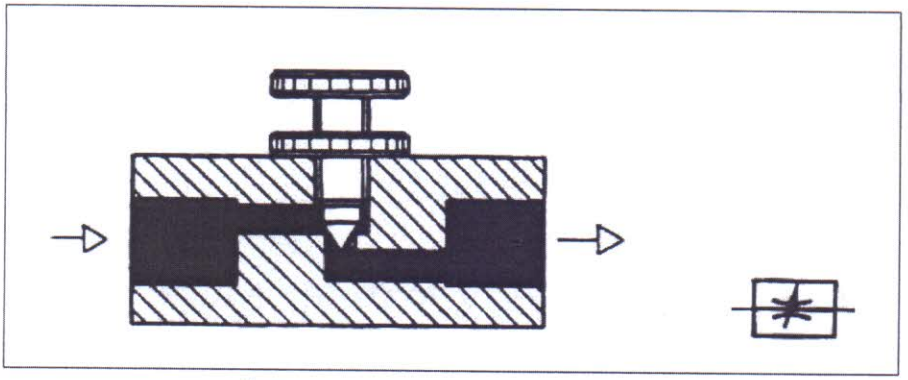
وهو يقوم بخنق الهواء بقيمة ثابتة تعتمد على تصميمها ويستعمل في تقليل سرعة الاسطوانات والشكل (2.11) يعرض قطاعاً في أحد هذه الصمامات .



شكل (2.11)

2- صمام بخنق قابل للمعايرة :

وهو يمكن التحكم فيه بوسيلة يدوية ويستخدم أيضاً في تقليل سرعة الاسطوانات بمعدلات مختلفة تعتمد على ضبطه .



شكل (2.12) (الصمامات الخانقة)

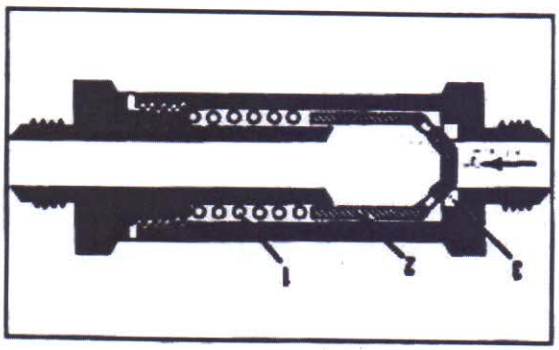
ب- الصمامات الأرجعية : Check Valve

وتقوم هذه الصمامات بالسماح بمرور الهواء المضغوط في اتجاه واحد ، ويمنع سريانه في الاتجاه المعاكس .

وهنالك نوعان أساسيان من هذه الصمامات :

a. صمام لا رجعي بياي :

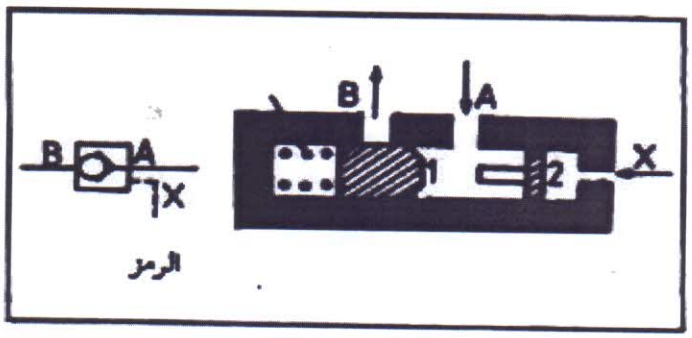
ويسمح بمرور الهواء المضغوط في اتجاه واحد فقط .



شكل (2.13)

b. صمام لا رجعي بإشارة تحكم :

الشكل (2.14) يعرض قطاعاً في صمام لا رجعي بإشارة تحكم ورمزه ، فعند دخول الهواء المضغوط من الفتحة (A) 1 يدفع مكبس الصمام ليخرج من الفتحة 2 . أما عند دخول الهواء المضغوط من الفتحة (B) 2 فلن يتمكن من الخروج من الفتحة (A) 1 إلا عند وصول إشارة ضغط هوائية من الفتحة (X) 2 حيث يندفع المكبس المساعد دافعاً معه مكبس الصمام .



شكل (2.14)

جـ صمامات التحكم في الضغط : Pressure Control Valves

هناك عدة أنواع متعددة من صمامات التحكم في الضغط وهي كما يلي :

1- صمامات الأمان : Relief Valve

وتقوم هذه الصمامات بتحديد القيمة العظمى للضغط وتستخدم عادة في خزانات الهواء المضغوط لمنع زيادة الضغط داخل الخزان لحدود غير آمنة .

2- الصمامات التتابعية : Sequence Valves

وتقوم هذه الصمامات بالسماح لمرور الهواء المضغوط عند وصول قيمة ضغطه للحد المعاير عليه هذه الصمامات علماً بأن الصمامات التتابعية تتشابه مع صمامات تصريف الضغط في التصميم .

د- صمامات تنظيم الضغط : Pressure Regulators

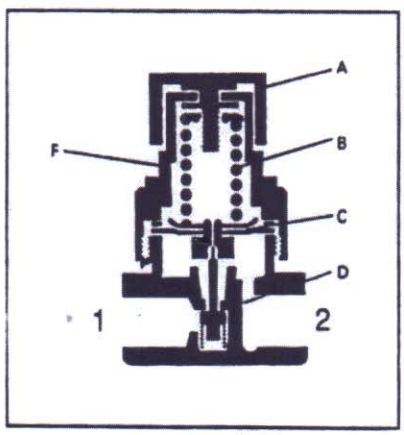
وتقوم هذه الصمامات بتقليل الضغط للحد المطلوب ويوجد نوعان أساسيان من صمامات تنظيم الضغط :

1- صمام تنظيم الضغط بدون فتحة تصريف :

ويقوم هذا الصمام بتقليل الضغط عند الحمل وذلك بقطع تدفق الهواء المضغوط عن الحمل (اسطوانة – محرك) إذا زاد الضغط عنده بقيمة أكبر من القيمة المعاير عليها الصمام .

2- صمام تنظيم الضغط بفتحة تصريف :

وفكرة عمل هذا الصمام أنه عند زيادة الضغط عند الحمل إلى قيمة أكبر من المعاير عليها الصمام ، ويقوم الصمام بالسماح بتصريف الضغط الزائد عن العمل إلى الهواء الجوي وبذلك يحدث استقرار للضغط عند الحمل مهما اختلفت ، والشكل (2.15) يعرض قطاعاً في صمام تنظيم الضغط من النوع ذي الغشاء .



شكل (2.15)

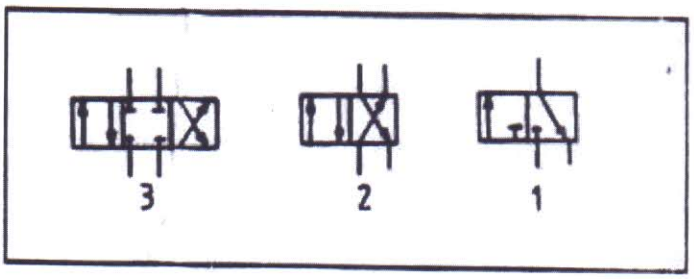
- فكرة عمل صمام تنظيم الضغط ذي الغشاء :

يتم ضبط الصمام عند الضغط المطلوب بواسطة اليد A حيث تدار في اتجاه لزيادة الضغط المعاير عليه الصمام ، وتدار في الاتجاه المعاكس لتقليل الضغط . وعند إدارة اليد A في أحد الاتجاهين يتعدل وضع الياي B للوصول للضغط المطلوب والذي يعرف بواسطة عداد الضغط المرافق لاستخدام صمام تنظيم الضغط وفي نفس الوقت تنتقل قوة دفع الياي من خلال الغشاء المطاط C إلى الصمام D مؤدية إلى فتحة بالحد الذي يسمح بالحفاظ على الضغط المطلوب ويمر الهواء من 1 – 2 ، وعند زيادة الضغط عند المخرج نتيجة لنقصان الأحمال ، مثلاً تزداد القوة المؤثرة أسفل الغشاء المطاط فينبعج الغشاء المطاط ، لأعلى دافعاً معه الياي B وصولاً لوضع اتزان جديد ، فيتغير وضع الصمام D بالوضع الذي يسمح بالمحافظة على الضغط عند الفتحة 2 عند الضغط المعاير عليه الصمام .

هـ- الصمامات الاتجاهية : Directional Valves

تقوم الصمامات الاتجاهية بتوجيه الهواء المضغوط عند الوقت اللازم بالطريقة التي تسمح بتشغيل أو إيقاف عناصر الفعل الهوائية (اسطوانات أو محركات) مثل حركة اسطوانة للأمام أو للخلف أو دوران محرك هوائي جهة اليمين أو جهة اليسار وهكذا .

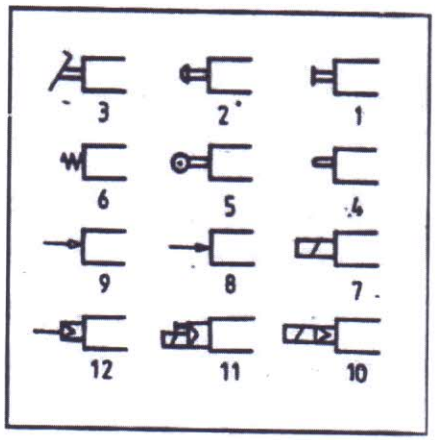
ويتم تسمية الصمام الاتجاهي تبعاً لعدد فتحاته (بدون أخذ فتحات التحكم في الاعتبار) وكذلك تبعاً لعدد مواضع التشغيل وعادة يرمز لكل صمام اتجاهي بمستطيل مقسم إلى عدد من المربعات ، كل مربع يسمى وضع تشغيل ، ويوضع على المحيط الخارجي لكل وضع تشغيل (مربع) الفتحات الخاصة بالصمام . ثم نحدد مسارات التدفق في كل وضع بمجموعة من الأسهم تدل على اتجاه التدفق وتستخدم أحرف T للإشارة على أن الفتحة مغلقة ، ولا يمر الهواء المضغوط فيها . وعادة توصل خطوط رأسية بفتحات الصمام في الوضع الابتدائي (وهو الوضع الذي يكون عليه الصمام بدون وصول إشارة تشغيل للصمام) وهذه الخطوط تمثل خطوط التوصيل مع الصمام ويسمى الوضع الابتدائي في بعض الأحيان بوضع التعادل . وفيما يلي رموز لثلاثة أنواع مختلفة من الصمامات الاتجاهية .



فالرمز 1 صمام بوضعين للتشغيل ، وثلاثة فتحات ، ويسمى صمام 3/2 . والرمز 2 لصمام بوضعين للتشغيل وأربعة فتحات ويسمى صمام 4/2 . والرمز 3 لصمام بثلاثة مواضع تشغيل وأربع فتحات ويسمى صمام 4/3 .

وهناك طريقتان لترقيم فتحات الصمامات الاتجاهية إما باستخدام رموز حرفية (طريقة قديمة) أو باستخدام رموز عددية (طريقة حديثة) والجدول التالي يوضح الرموز المستخدمة في هذه الطرق .

وظيفة الوصلة	الترقيم الحرفي	الترقيم العددي
وصلات الأسطوانات	A.B.C.---	2.4.6.---
وصلة مصدر الهواء	P	1
وصلة التصريف	R.S.T.---W	3.5.7.9.---
وصلات التحكم	X.Y.Z	12.14.16



- تشغيل الصمام بذراع يدوي (الرمز1) .
- تشغيل الصمام بضاغط يدوي (الرمز2) .
- تشغيل الصمام ببدال يعمل بالقدم (الرمز3) .

- تشغيل الصمام بخابور ليعمل كنهاية مشوار (الرمز4) .
- تشغيل الصمام ببكرة دفع ليعمل كنهاية مشوار (الرمز5) .
- عودة الصمام للوضع الابتدائي (التعادل) بياي (الرمز6) .
- تشغيل الصمام بملف كهربي (الرمز7) .
- تشغيل الصمام بإشارة ضغط هيدروليكية (الرمز8) .
- تشغيل الصمام بإشارة ضغط هوائية (الرمز9) .
- تشغيل الصمام بملف كهربي سابق التحكم (الرمز10) .
- تشغيل الصمام بملف كهربي سابق التحكم ووسيلة يدوية (الرمز11) .
- تشغيل الصمام بإشارة ضغط سابقة التحكم (الرمز12) .

- وتنقسم الصمامات الاتجاهية حسب تصميمها إلى :

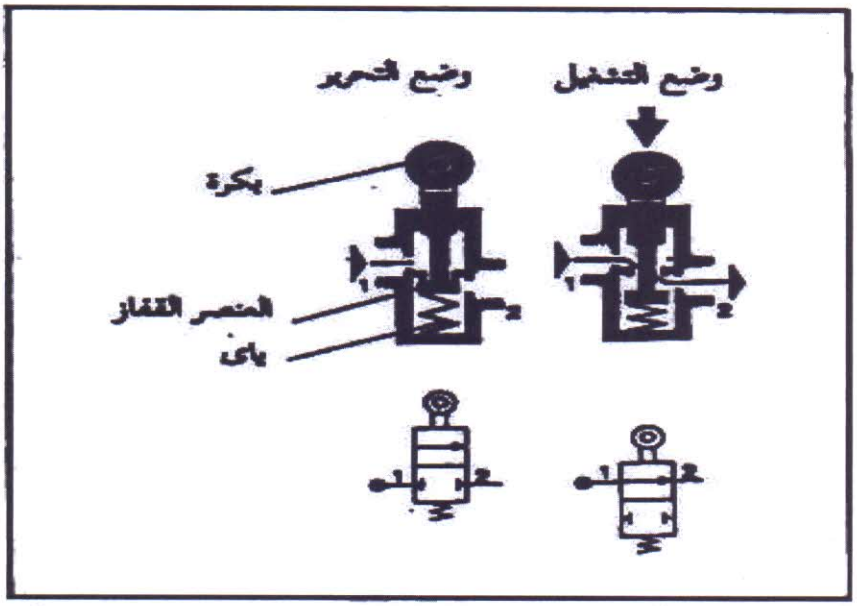
1- صمامات اتجاهية قفاذة : Poppet Valves

تفضل الصمامات الاتجاهية القفاذة في الدوائر ذات التدفقات الكبيرة وعادة فإن الصمامات القفاذة تكون صمامات 2/2 أو 3/2 . ولبناء صمام قفاذ 4/2 مثلاً يستخدم صمامات قفاذات كلاً منهما 3/2 ، ويتم ذلك عند التصنيع وفيما يلي أهم مميزات هذه الصمامات :

- سرعة عالية للفتح أو الغلق .
- عمرها طويل والتآكل فيها قليل .
- لا يحدث فيها تسربات تؤدي إلى ضياع القدرة النيوماتيكية .
- لا تحتاج لتزييت .

ولكن يعاب على الصمامات القفاذة كبر حجمها وعدم تنوع تصميماتها ويرجع ذلك لطبيعة تصميم هذه الصمامات .

والشكل (2.16) يوضح قطاعين لصمام 2/2 قفاذ يعمل كمفتاح نهاية مشوار ببكرة ، الأول في وضع التحديد والثاني في وضع التشغيل وفي نفس الشكل الرمز المكافئ لكل وضع تشغيل للصمام . ففي وضع التحديد عندما تكون بكرة الصمام غير متعرضة لدفع خارجي ، فإن العنصر القفاذ يكون مرتكزاً على فتحة مرور الهواء داخل الصمام بفعل قوة دفع الياي وبالتالي ينقطع مرور الهواء المضغوط من الفتحة 1 إلى الفتحة 2 وفي وضع التشغيل أي عند دفع بكرة الصمام نتيجة لمرور كامة متحركة مثلاً ، فإن العنصر القفاذ سيتحرك ضد قوة دفع الياي مبتعداً عن فتحة مرور الهواء داخل الصمام ويمر الهواء المضغوط من الفتحة 1 إلى الفتحة 2 .



شكل (2.16)

2- الصمامات الاتجاهية المنزلقة : Sliding Spool Valves

أن أكثر الصمامات الاتجاهية المستخدمة هي الصمامات المنزلقة ، وينقسم هذا النوع إلى نوعين :

أ- النوع الخطي ويطلق عليه الصمام ذي المكبس .

ب-النوع الدوار ويطلق عليه الصمام ذي القرص .

ويمكن القول بأن النوع الخطي هو الأكثر انتشاراً لمميزاته التالية :

- بساطة التصميم .
- قلة التسريب .
- تعدد وسائل التحكم (التشغيل) المستخدمة .
- القوة اللازمة لتشغيلها قليلة .

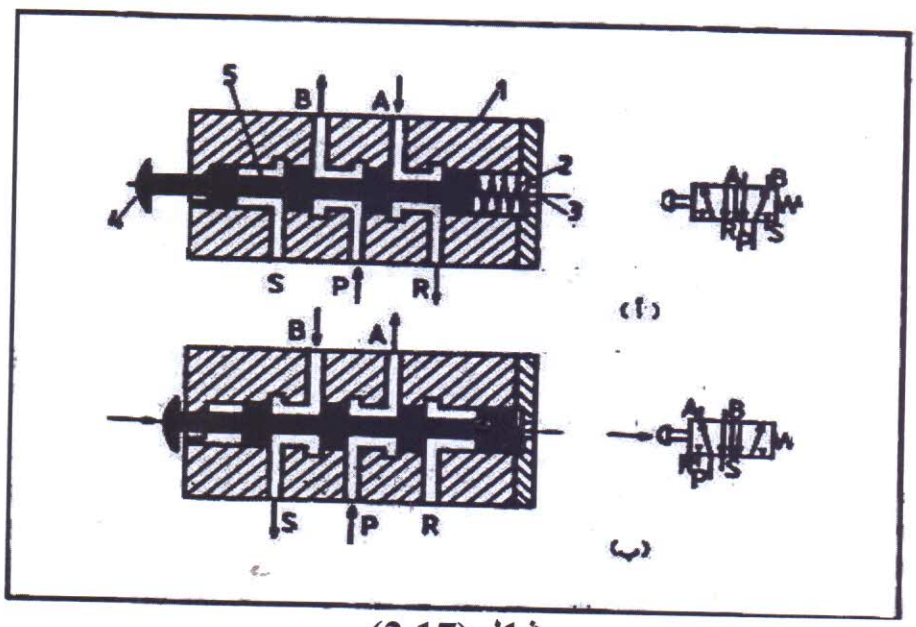
ويعاب على الصمامات المنزلقة بصفة عامة حدوث تسربات عند الأوضاع التي بها فتحات مغلقة وذلك نتيجة للخلوصات الموجودة للعنصر المنزلق وجسم الصمام والتي تصل إلى 5 – 15 mm علماً بأنه قد عملت تصميمات بوسائل أحكام كافية لمنع التسربات يطلق عليها Raked Spool .

وفي الشكل (2.17) قطاعات لصمام 5/2 بضاغط وياي من النوع الخطي ، القطاع الأولي في وضع التحديد (أ) (الوضع الابتدائي) ،

والقطاع الثاني في وضع التشغيل (الوضع الثانوي) (ب) وفي نفس الشكل الرمز المكافئ لكل وضع تشغيل للصمام .

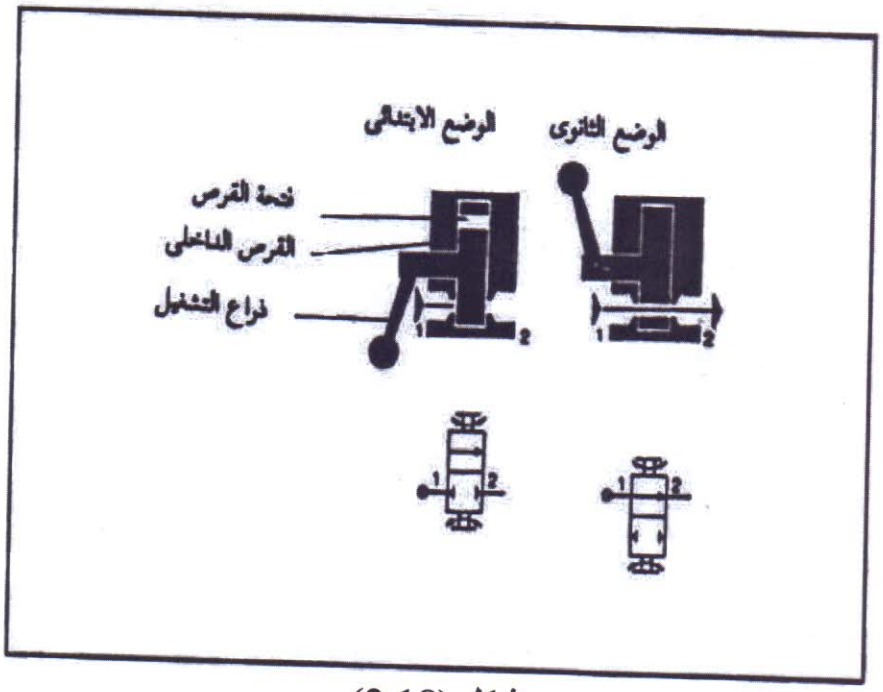
1- جسم الصمام .
2- ياي ارجاع العنصر المنزلق .
3- فتحة التنفيس .
4- ضاغط التشغيل .
5- العنصر المنزلق .

في الشكل (أ) تكون مسارات الهواء المضغوط P → B ، R → A وتكون الفتحة S مغلقة . وفي الشكل (ب) تكون مسارات الهواء المضغوط P → A ، S → B وتكون الفتحة R مغلقة .



شكل (2.17)

أما الشكل (2.18) فيعرض قطاعين لصمام من النوع الدوار ، القطاع الأول في الوضع الابتدائي والقطاع الثاني في الوضع الثانوي وفي نفس الشكل الرمز المكافئ لكل وضع تشغيل للصمام .



شكل (2.18)

فعند إدارة ذراع تشغيل الصمام يدور القرص الداخلي للصمام فتصبح فتحة القرص في مقابلة الفتحة 1 ، والفتحة 2 ، فيتدفق الهواء المضغوط في المسار 2 ← 1 وهذا يمثل الوضع الابتدائي ، وعند إدارة الذراع الدوار في الاتجاه المعاكس يعود الصمام للوضع الابتدائي ، حيث يتغير وضع فتحة القرص فتبتعد عن فتحتي الصمام 2 و 1 فينقطع تدفق الهواء في الصمام . والجدير بالذكر أنه يمكن التحكم في تدفق الهواء المار في الصمام المنزلق ذي القرص بإدارة ذراع تشغيل الصمام ، بحيث يفتح مسار للهواء جزئياً .

منظومة الفرامل في قاطرات السكة حديد

3.1 نظرة تاريخية :

القاطرات التي كانت تستخدم في الماضي كانت تعمل بالقدرة البخارية . حيث يستغل البخار في إدارة ودفع اطارات القطار إلى الأمام . وكانت عملية إيقاف القطار تتم بإدخال البخار في سلندرات الفرامل ولكن عندما ازداد القطار طولاً وأصبح أثقل وزناً وأسرع . فالقاطرة لم تعد قادره على توقيف القطار .

استند من ذلك أن كل عربات القطار أصبحت بها اسطوانات لإيقاف القطار وكان هنالك افراد طاقم اضافيين في كل عربة (brake men) وعندما يهم سائق القطار بإيقافه فإنه يطلق إشارة في شكل صافرة لتنبيه طاقم الكوابح (brake men) لإدارة صمام تشغيل الكوابح .

ولكن كثير من الحوادث وصلت لأن القاطرات لم تكن تتوقف في الوقت المناسب بسبب صافرة لم تسمع لأحد من الطاقم أو إشارة ترجمت خطأ .

3.2 منظومة الكوابح الحديثة :

تطورت منظومة الفرامل مع مرور الزمن وصولاً إلى المرحلة الحالية المستخدمة فعلياً .

فإن منظومة الفرامل بها عمليات معقدة جداً وتحكم نيوماتي وكهربائي وأجهزة ومعدات مساعدة لا تحصى والهدف منها يمكن تلخيصه في :

1- القيام بإيقاف القطار متى تلقى اشارة التوقف بأسرع وقت .
2- أبسط طريقة للتحكم في عملية حل الرباط أو ربطه (أزرار كهربائية) .
3- القيام بفرملة القطار ذاتياً في حال حدث تسريب أو كسر في احدى الأنابيب .
4- القيام بإيقاف القطار ذاتياً في حالة نوم السائق أو موته .
5- القيام بإيقاف القطار ذاتياً في حال انفجر الخزان الرئيسي أو حصل به تسريب .
6- الاستغناء عن الصمامات اليدوية بأخرى كهربائية .

والأجزاء الرئيسية لمنظومة الفرامل النيوماتيه لا تختلف كثيراً عن أجزاء النظام النيوماتي التي سبق ذكرها من اسطوانات وصمامات وأنابيب ناقلة للهواء وغيرها ، وعملية الكبح هي عملية متسلسلة تبدأ بضغط زر كهربائي بواسطة يد السائق وصولاً إلى توقف جميع اطارات القطار مهما بلغ طوله .

أولاً يقوم السائق بتشغيل ضواغط الهواء حيث تقوم بسحب الهواء الجوي والتخلص من الرطوبة الموجودة به حتى يمتلئ الخزان الرئيسي والخزان الاحتياطي ، وبعد ذلك تقوم الضواغط بدفع الهواء إلى كل شبكة الفرامل على طول القطار ، وعندما يتحصل السائق على إشارة بأن الضغط في الخزانات الملحقة بكل عربة والضغط في الأنابيب وفي الخزان الرئيسي والاحتياطي أصبح عند قيمة معيارية يقوم بإيقاف الضواغط .

هذه العملية تتم عندما يكون القطار متوقفاً وإذا لم تتم أولاً فإن من المستحيل أن يتحرك القطار وهذا من جانب السلامة لكي تكون منظومة الفرامل جاهزة .
إذن تم التصميم على أن لا يتحرك القطار إلا إذا بلغ الضغط في شبكة الفرامل مقدار معين وهو (130 psi) .
تتم عملية الفرامل بمبدأ تفريغ الضغط وهذا من جانب الحماية فإذا ما حصل تسريب أو كسر في أي جزء من الشبكة يقوم القطار ذاتياً بالتوقف .

عندما يعطي السائق اشارة التوقف فإنه سيتم تفريغ الضغط على طول الشبكة بعملية بالغة التعقيد عبر صمامات كهربائية وسيتفرغ كذلك ضغط الخزانات الملحقة بالاطارات التي تعمل على ابقاء لقم الفرامل بعيدة عن الاطارات ، وعندما يتفرغ ضغط الاسطوانات فإن ضغطها المسلط على اللقم سيزول وتندفع اللقم بواسطة نوابض ضخمة تلتصق بالاطارات .
تظل اللقم ملتصقة بالاطارات بواسطة قوى النوابض حتى يتم ملء الخزانات الملحقة بالاطارات من جديد وتصبح قوة ضغطها أكبر من قوة النوابض ثم تبعدها عن الاطارات .

3.3 دورة شحن الخزانات الرئيسية :

يتم سحب الهواء من الجو المحيط عبر المرشحات بواسطة مكابس الضغط المنخفض ليتم ضغطه إلى (40 PSI) ليمر بعد ذلك مبرد الهواء إلى مكبس الضغط العالي ليتم ضغطه إلى (130 PSI) ثم يمر بعد ذلك إلى الخزان رقم (1) كما موضح بالرسم ومنه عبر صمام لا ارجاعي إلى الخزان رقم (2) .

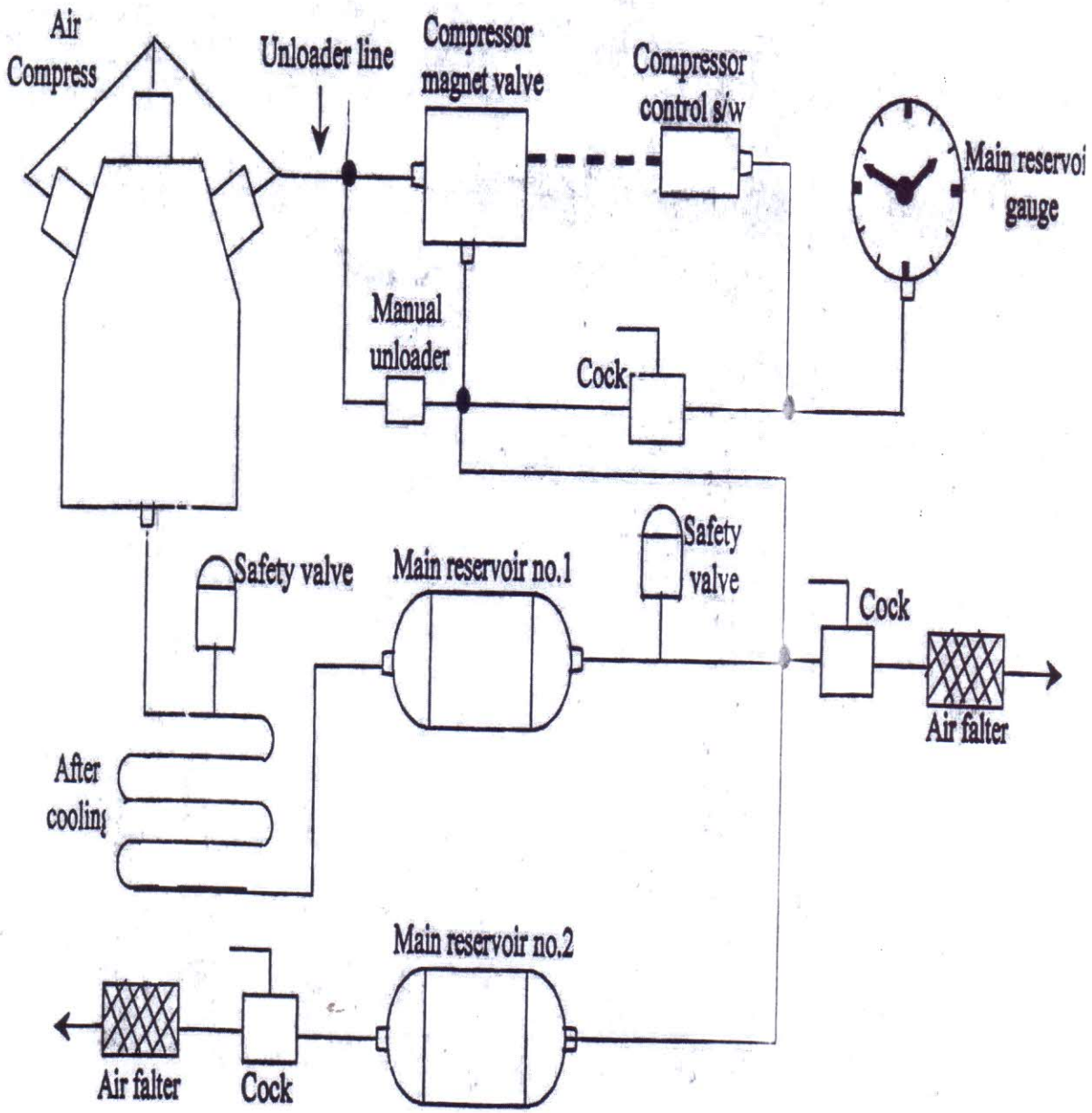
تعمل مبردات الهواء على تبريد الهواء المضغوط حيث ان ارتفاع ضغط الهواء يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارته وبالتالي زيادة حجمه ، وحتى يتم ضغط الهواء بكفاءة عالية لذا وجب تقليل درجة حرارته بواسطة هذه المبردات .

يتم التحكم في كمية الهواء المطلوبة للخزانات بين الحد الأدنى والحد الأقصى عن طريق تحميل وعدم تحميل ماكينة الهواء ويتكون نظام التحكم من :

1- السويتش الكهربائي (Compressor Control S/W) .
2- البلف المغناطيسي (Electrical Magnetic Valve) .
3- دائرة الهواء من الخزان (1) .

فعندما يصل ضغط الهواء في الخزان إلى (140 psi) يغلق السويتش الكهربائي دائرة البلف المغناطيسي ليسمح بمرور الهواء إلى بلوفة السحب ويضغطها لأسفل فتعمل الماكينة على سحب الهواء وطرده مرة أخرى دون ضغطه ، وعندما تكون الماكينة في حالة عدم تحميل (Un Loaded) وعندما يقل الضغط إلى (130 psi) يعمل السويتش على فتح دائرة البلف المغناطيسي مما يؤدي إلى إغلاق مسار الهواء إلى بلوفة السحب وبالتالي تبدأ الماكينة في عملية ضغط الهواء للخزانات مرة أخرى ... وهكذا ، والشكل 3.1 يبين هذه الدورة .

Locomotive main reservoir system



شكل 3.1

3.4 دورات عمليتي الكبح والتحرير في القاطرات :

تتم عملية الإيقاف في القطار بطريقتين إما بواسطة صمام المروحة أو بواسطة صمام المستقلة .

3.4.1 الكبح بواسطة صمام المروحة :

صمام المروحة يقوم بعملية التحكم في الفرامل في كل من القطار والقاطرة .

عند تحريك يد المروحة في اتجاه الإيقاف تفتح الحارة (15) على حارة التنفيس ليتم تنفيس الهواء الموجود في خزان المعادلة عبر الحارة (5) ، ونتيجة لتنفيس الهواء الموجود خلف الدايفرام يتحرك الدايفرام للخارج فاتحاً بذلك الحارة 1 على حارة التنفيس ليتم تنفيس هواء ماسورة الرباط.

يستشعر الصمام (26-D) مقدار الانخفاض الذي حصل في هواء ماسورة الرباط فيعمل على فتح الحارة (5) على الحارة (16) بالصمام (J-1) .

يعمل هذا الهواء على تحريك دايفرام الصمام (J-1) لأعلى حتى تفتح الحارة (6) على الحارة (30) ليسري منها الهواء إلى اسطوانات الفرامل لتتم عملية الكبح .

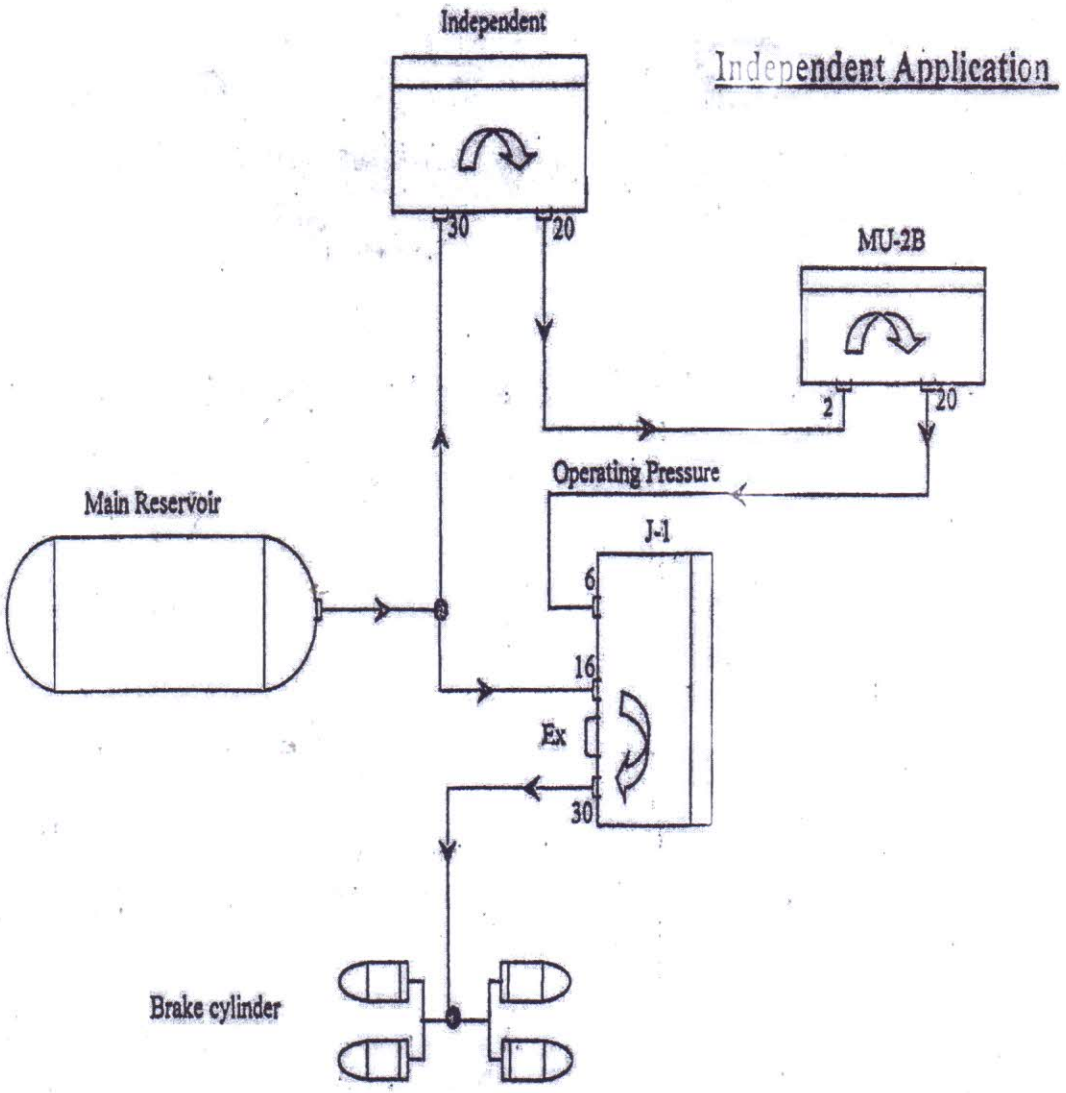
وبعد اكتمال عملية الكبح تعود الصمامات الموجودة داخل صمام الرباط التلقائي للمروحة لوضعها الطبيعي (Lap Position) لتقطع عملية التنفيس وكذلك الصمامات الموجودة داخل الصمام (26-D) لتقطع عملية سريان الهواء ، والشكل 3.2 تبين هذه الدورة .

Automatic Application
Control reservoir
F-1 selector valve
26-D control valve
Auxiliary reservoir
Operating Pressure
J-1 relay valve
26-C brake valve
Equalizing reservoir
P-2-A
Brake cylinders
Main reservoir
Brake pipe

الشكل 3.4.1.1

3.4.2 الكبح بواسطة المستقلة :

عند تحريك يد المستقلة في اتجاه الإيقاف يسري الهواء من الحارة (30) إلى الحارة (20) ومنها إلى بلف التمويت (MU-2B) ثم إلى الحارة (16) بالبلف (J – 1) .
يعمل هذا الهواء على دفع الدايفرام لأعلى فاتحاً بذلك الحارة 6 على الحارة 30 ليسري الهواء منها إلى سلندرات الفرامل لتتم عملية الكبح ، كما موضح في الشكل (3-3) .



الشكل 3.3

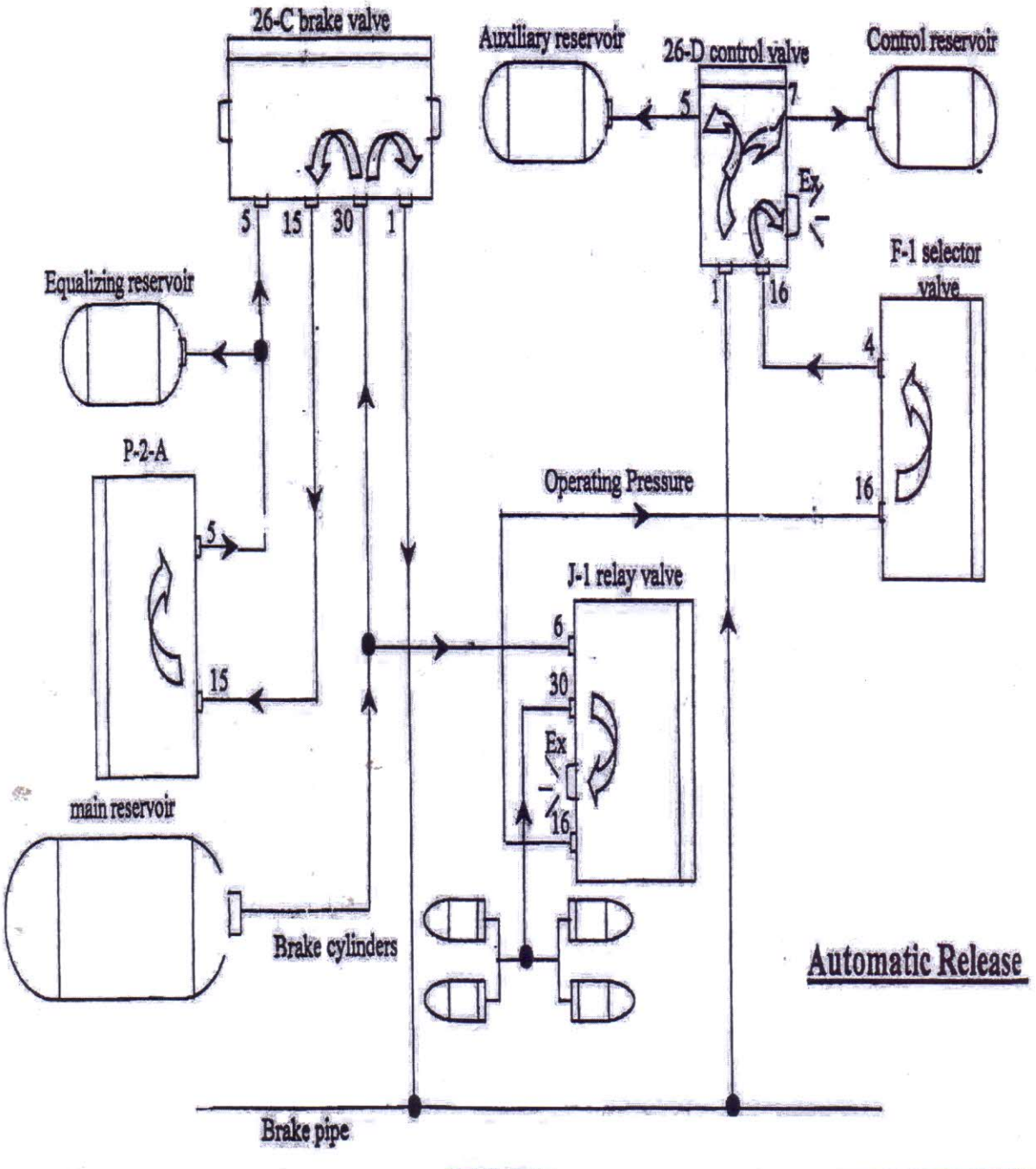
3.4.3 دورة إزالة عملية الكبح بواسطة المروحة :

يسري الهواء من الخزان الرئيسي (R2A) عبر (Brake Valve 26.C) كما موضح في الرسم التالي إلى الحارة (30) ومنها إلى ماسورة الشحن عبر الحارة (15) ويخرج منها عبر الحارة (5) ليعمل على تغذية خزان المعادلة (Equalizing reservoir) وأيضاً يسري الهواء من الحارة (30) إلى الحارة (1) ومنها إلى ماسورة الرباط ليعمل على تغذيتها وشحنها بالهواء .

ومن ماسورة الرباط يسري الهواء إلى الصمام (26-D) عبر الحارة (1) ليعمل على تغذية خزان التحكم عبر الحارة (7) والخزان المساعد عبر الحارة (5) وكذلك يعمل هذا الهواء على توصيل الحارة (16) بالصمام (26-D) مع حارة التنفيس والتي تعمل على تنفيس الهواء من الحارة (16) بالصمام (J-1) عبر الصمام (F-1) .

ونتيجة لتنفيس الهواء من الحارة (16) بالصمام (J-1) تفتح الحارة (30) بالصمام (J-1) على حارة التنفيس للهواء من الحارة (16) بالصمام (J-1) تفتح الحارة (30) .

الصمام (J-1) يفتح حارة التنفيس لتعمل على تنفيس هواء اسطوانات الفرامل مما يؤدي إلى تحرير القطار ، والشكل 3.4 يبين هذه الدورة .

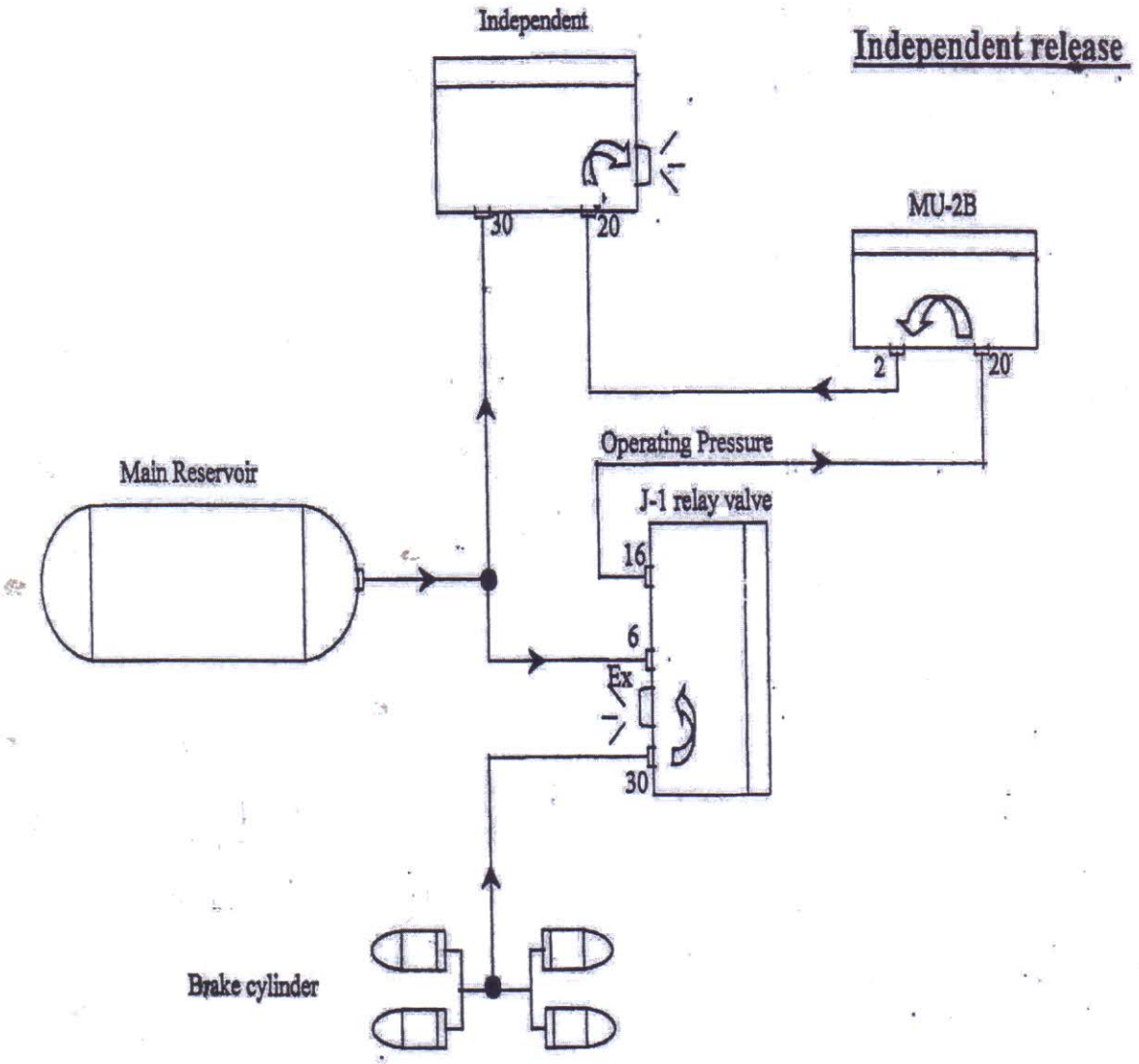

26-C brake valve
Auxiliary reservoir
26-D control valve
Control reservoir
5
7
Ex
5
15
30
1
1
16
F-1 selector valve
Equalizing reservoir
4
P-2-A
Operating Pressure
16
5
J-1 relay valve
6
15
30
Ex
16
main reservoir
Brake cylinders
Automatic Release
Brake pipe

شكل 3.4

3.4.4 دورة إزالة عملية الكبح بصمام المستقله :

صمام المستقلة هو صمام خاص بفرملة القاطرة فقط وليس له دخل بباقي العربات .

عند تحريك صمام المستقلة (كهربائياً) في اتجاه تحرير القطار تفتح الحارة (20) على حارة التنفيس ليتم تنفيس الهواء من الحارة (16) بالصمام (J-1) وعندها تفتح الحارة (30) على حارة التنفيس ليتم تنفيس هواء اسطوانات الرباط وبذلك يتم حل رباط القاطرة فقط دون أن يتأثر رباط باقي القطر بهذه العملية ، والشكل 3.5 يبين هذه الدورة .



شكل 3.5

3.4.5 دائرة رجل الميت (حماية) :

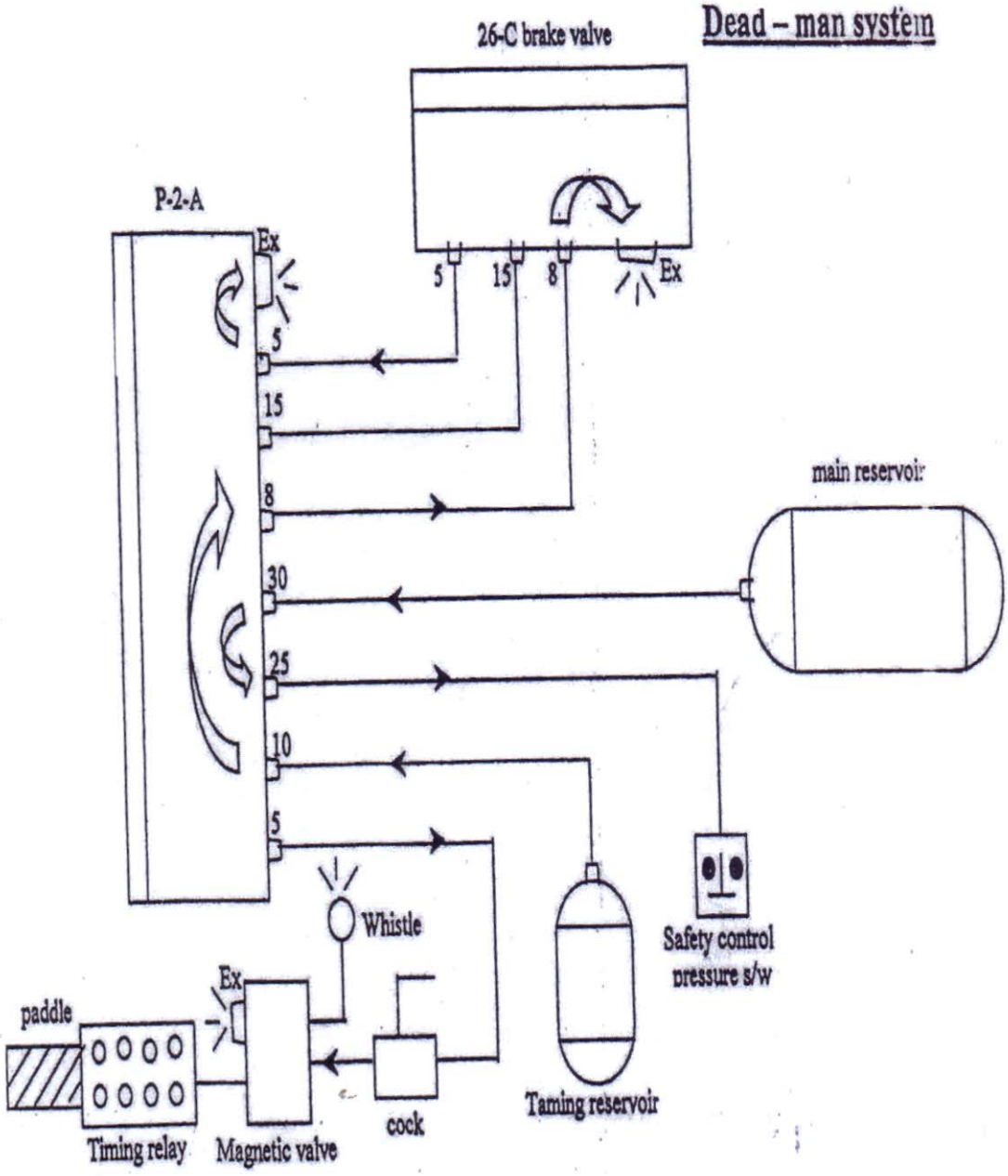
لحماية القطار من الحوادث في حالة نوم السائق أو موته فيجب على السائق ضغط زر معين كل فترة معينة ، وإذا لم يضغطه فستنطلق صافرة انذار لتنبيهه بعدها بثواني ستتم عملية الرباط .

يعمل الصمام (P2A) على احداث الرباط عندما لا يستجيب السائق لصافرة الانذار . فبعد مرور (6-8) ثواني من صافرة الانذار وإذا لم يضغط زر الطوارئ يقوم الديلاي الزمني والصمام الهوائي المغناطيسي بفتح هواء الحارة (3) على حارة التنفيس بالصمام المغناطيسي .

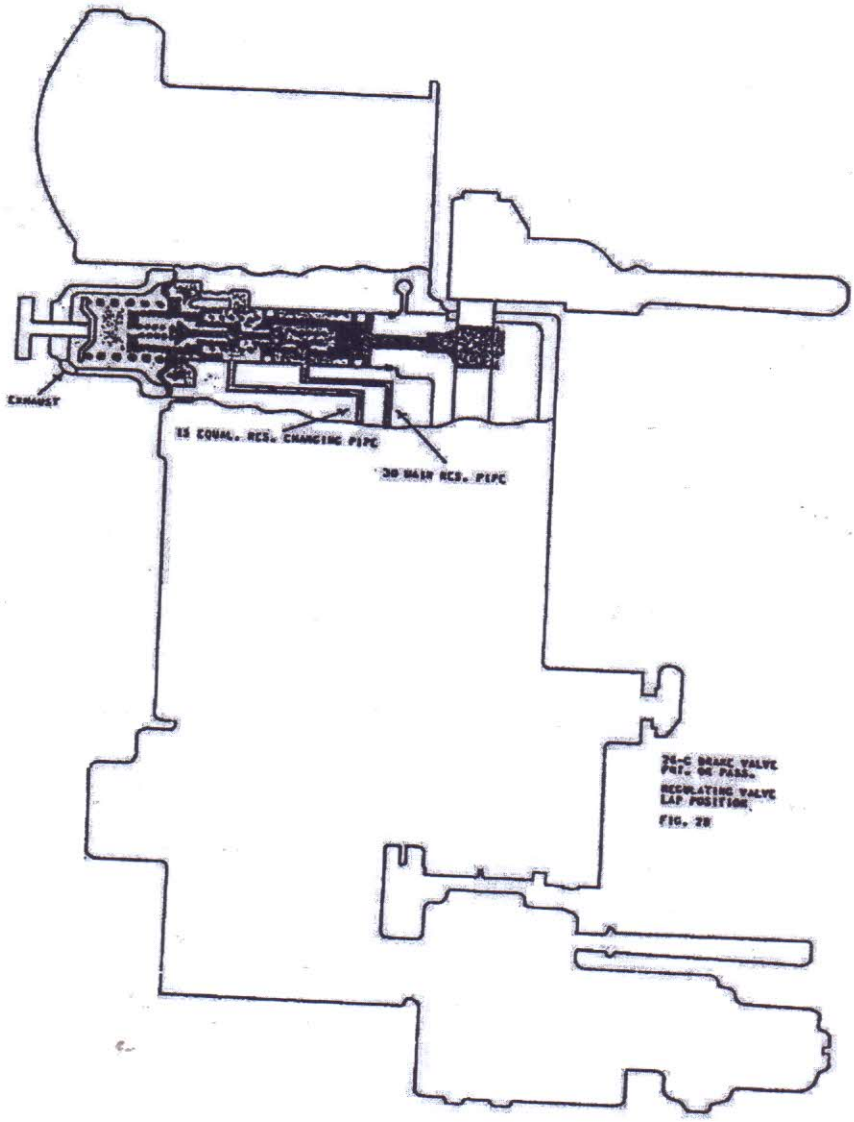
ونتيجة لذلك تفتح الحارة (30) على الحارة (25) لتشغيل مفتاح الحماية (Safety Control Pressure Switch) (S.C.P.S) والذي يعمل على فصل دائرة القوة وإرجاع سرعات الماكينة إلى سرعة الحياد .

أيضاً تفتح الحارة (5) على حارة التنفيس (24) مما يؤدي إلى نقصان هواء ماسورة الرباط ليحدث الرباط التلقائي .

تفتح أيضاً الحارة (10) على الحارة (8) ليتم تنفيسها عبر الحارة (8) في المروحة ، كما موضح في الشكل 3.6 .


Dead – man system
26-C brake valve
P-2-A
Ex
5
15
8
Ex
5
15
8
30
25
10
5
main reservoir
Whistle
Ex
paddle
Timing relay
Magnetic valve
cock
Taming reservoir
Safety control
pressure s/w

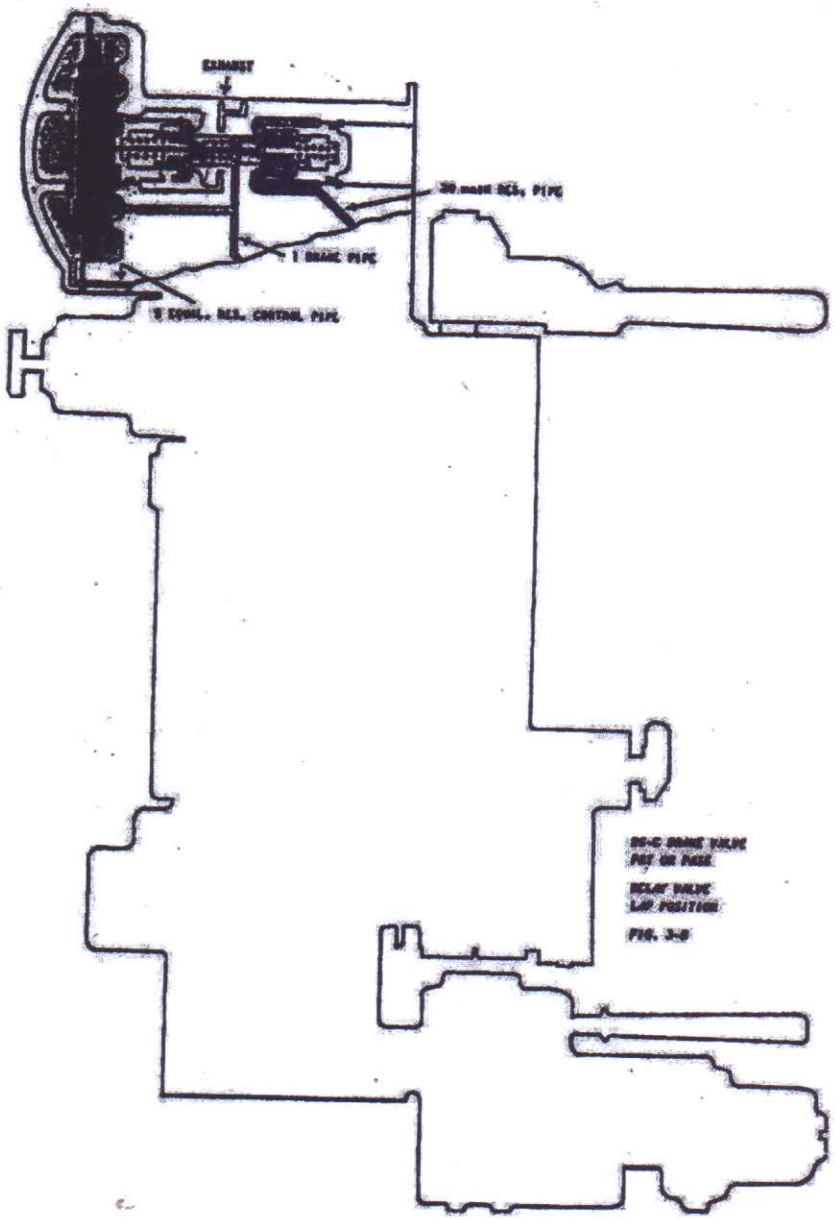
الشكل 3.6



شكل 3.7

الشكل أعلاه يعرض قطاعاً لبلف التنظيم (Regulating Valve)

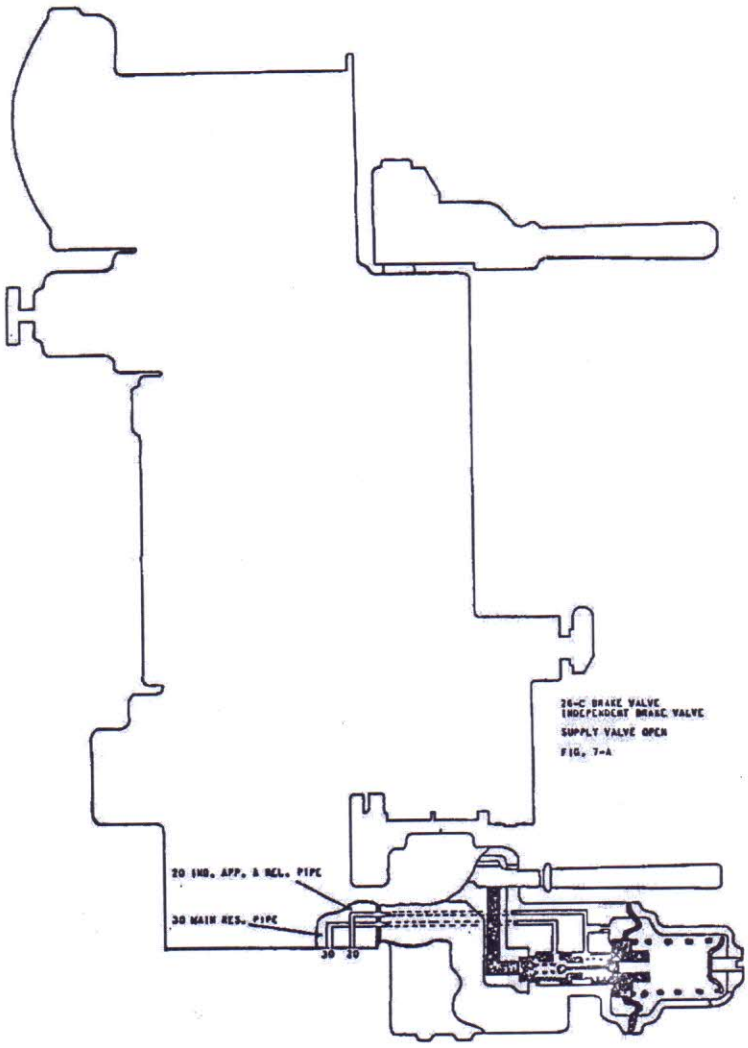
مهمة هذا البحث هي التحكم في ضغط هواء خزان المعادلة وذلك حسب حالة التشغيل حيث يعمل على زيادته في حالة الحل وتقليله في حالة الرباط .



شكل 3.8

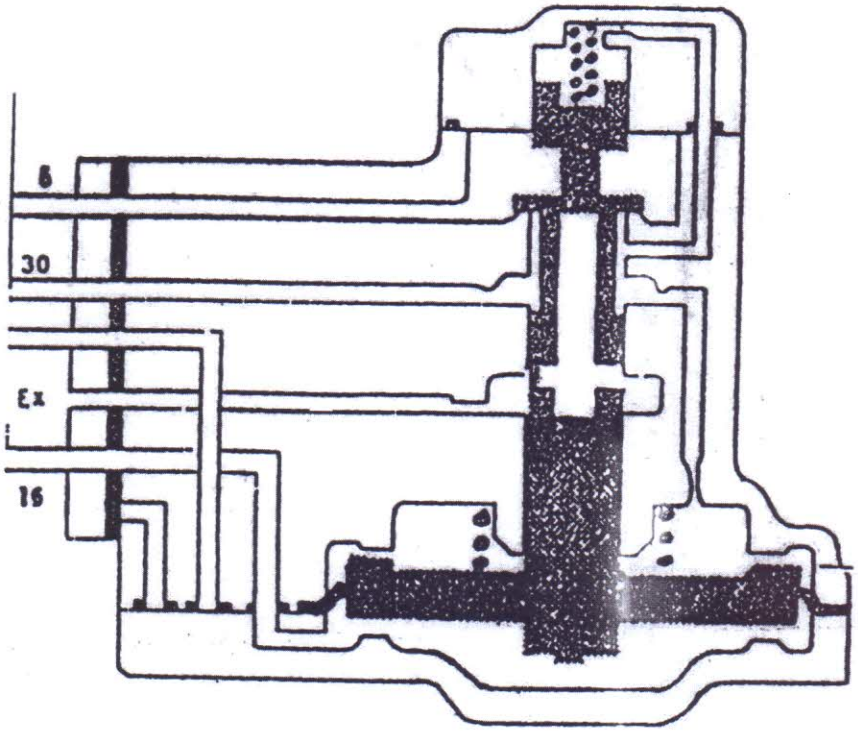
الشكل أعلاه يعرض قطاعاً لبلف الريلاي (Relay Valve)

مهمة هذا البلف هو تنظيم ضغط هواء ماسورة الفرامل حيث يعمل على زيادته في حالة التحرير وتقليله في حالة الضغط .



شكل 3.9

الشكل أعلاه يعرض قطاعاً لبلف المستقلة (Independent Brake Valve)



J – 1 Relay Valve
Lap Position

شكل 3.10

الشكل أعلاه يعرض قطاعاً لبلف رباط القطار (J-1 Relay Valve)

يتم التحكم في هذا البلف بواسطة البلف (26-D) عن طريق هواء التشغيل عبر الحارة (16) ومهمته تغذية سلندرات الفرامل في حالة الكبح وتنفيذها في حالة تحرير القطار .

الصيانة الوقائية واكتشاف الأعطال

4.1 الصيانة الوقائية :

عادة لا ننتظر حدوث المشاكل في الأنظمة النيوماتيكية للبدء في عمل الإصلاحات والصيانات اللازمة ، ولكن هناك برنامج صيانة وقائي يقوم على تنفيذه فريق الصيانة لأي مصنع أو معدة نيوماتيكية . وتقوم الصيانة الوقائية بالتقليل من أوقات التوقف الجبري وكذلك تمنع حدوث التسربات الهوائية والتي تضيع الكثير من الأموال هباء . وعادة يفضل تخصيص بعض الأشخاص المدربين على صيانة الأجهزة النيوماتيكية لهذا الغرض ويجب تحميل هؤلاء الأشخاص بمسؤولية الصيانة وإلا سيؤدي ذلك إلى انهيار النظام بأكمله .

وهناك قائمة اختبارات زمنية متبعة لعمل الصيانة الوقائية ويستعان عادة بتعليمات الشركات المصنعة لإجراء الصيانة اللازمة .

ويمكن تقسيم الأعمال المتبعة في الصيانة الدورية إلى :

أ- الصيانة اليومية ويندرج تحتها الأعمال الآتية :

1/ تصريف المتكاثف من المرشحات وفواصل الماء .

2/ اختبار مستوى الزيت في المزيتة فيجب أن يكون مستوى الزيت بين المستوى الأدنى والمستوى الأعلى مع استخدام نفس الزيت عند إعادة الملء .

3/ تزييت نقاط التزييت في الأجهزة المستخدمة مستخدماً نفس الزيت المنصوص عليه في تعليمات الشركة المصنعة .

4/ أعمال أخرى منصوص عليها في تعليمات الشركات المصنعة .

ب- الصيانة الأسبوعية ويندرج تحتها الأعمال الآتية :

1/ نظافة وفحص عناصر تشغيل الصمامات مثل البكرات وأذرع التشغيل ... إلخ واستبدال التالف منها .

2/ فحص جميع الخطوط الهوائية واستبدال التالف منها .

3/ فحص جميع الأدوات المستخدمة في الخطوط الهوائية وإحكام رباط الأدوات المفكوكة .

4/ اختبار أجهزة قياس الضغط الموجودة في وحدة الخدمة .

5/ اختبار وظيفة المزيتات بالتأكد من سقوط 5 نقاط زيت في الدقيقة مع ضبط هذه القيمة بمسمار الضبط .

6/ أعمال أخرى منصوص عليها في تعليمات الشركات المصنعة .

ج- الصيانة الشهرية ويندرج تحتها الأعمال الآتية :

1/ فحص التسربات في جميع اللواكير ذات المسامير ، وإصلاح واستبدال التالف منها .

2/ فحص التسربات في الصمامات الاتجاهية خصوصاً في الوضع الابتدائي .

3/ تنظيف المرشحات وغسل قلب هذه المرشحات بالكيروسين ونفخه بالهواء المضغوط في عكس اتجاه تدفق الهواء فيه .

4/ فحص وصلات الأسطوانات مع إحكام رباطها وتغيير وسائل منع التسريب إذا لزم الأمر .

5/ فحص الصمامات ذات العوامة (صمامات التصريف الأتوماتيكية) (Automatic Drains) للوصول للأداء الطبيعي بدون تسريب للهواء المضغوط .

6/ أعمال أخرى منصوص عليها في تعليمات الشركات المصنعة .

د- الصيانة النصف سنوية ويندرج تحتها الأعمال الآتية :

1/ فحص مكابس الأسطوانات ووسائل منع التسريب لها مع تغيير التالف عند الضرورة .

2/ فحص كواتم الصوت واستبدال التالف منها (المكتوم تماماً) .

3/ أعمال أخرى منصوص عليها في تعليمات الشركات المصنعة .

4.2 صيانة ضواغط الهواء ومرفقاتها :

يجب عمل صيانة لضواغط الهواء الخاصة بالنظام النيوماتيكي بتعاً للأعمال المنصوص عليها في تعليمات الشركات المصنعة ، حيث تتغير هذه الأعمال من شركة لأخرى ، ومن ضاغط لآخر . وفي الجدول (4.2.1) نقاط الصيانة في الضواغط الترددية .

العنصـــــر	الفترة الزمنية	الصيانة المتبعة
- مرشح هواء المدخل	- كل أسبوعين	- التنظيف .
- نظام التبريد	- باستمرار - عند الضرورة	- قياس درجة حرارة الماء الداخل والخارج . - نظافة مداخل الماء في أنظمة التبريد بالماء .
- الزيت	- على فترات محددة من قبل الشركة المصنعة أو بالخبرة	- فحص مستوى الزيت . - تغيير الزيت .
- كراسي المحور	- على فترات محددة من قبل الشركة المصنعة أو بالخبرة	- فحص التآكل والضبط والاستبدال عند الضرورة
- صمام التصريف	- شهرياً	- فحص صمام تصريف المبرد البيني .
- صمامات الأمان	- على فترات محددة من قبل الشركة المصنعة أو بالخبرة	- الفحص والنظافة .
- شنابر المكابس	- سنوياً	- الفحص والاستبدال إن لزم الأمر .

جدول 4.2.1

وفي الجدول (4.2.2) فترات تغيير الزيت للأنواع المختلفة للضواغط الترددية :

نوع الضاغط	ظروف التشغيل	فترات التغيير
ثابت	التشغيل لأول مرة	بعد مائة ساعة .
	بيئة نظيفة	ست شهور أو ألفي ساعة تشغيل
	بيئة قذرة	ثلاث شهور أو ألف ساعة تشغيل
محمول	التشغيل لأول مرة	بعد خمسين ساعة .
	بيئة متوسطة النظافة	شهر واحد أو 500 ساعة
	بيئة قذرة	أسبوعان أو 250 ساعة .
	بيئة قذرة جداً	أسبوع واحد أو100ساعة

جدول 4.2.2

وفي الجدول (4.2.3) نقاط الصيانة للضواغط الدوارة .

العنصر	الفترة الزمنية	الصيانة المتبعة
- المحرك الكهربي	- عند الضرورة	- تنظيف وفحص تآكل كراسي المحور والخلوصات
- الوصلة الميكانيكية	- عند الضرورة	- تنظيف وفحص الوصلة والاستبدال إذا لزم الأمر .
- الغلاف الخارجي	- عند الضرورة	- فكه وفحص الصدأ والتآكل
- موانع تسريب العمود	- عند الضرورة	- فحص سلامة موانع التسريب بمراقبة التسريب .
- الحاكم	- عند الضرورة	- التنظيف وفحص التآكل والضبط وتغيير الأجزاء المتآكلة .
- أجهزة القياس	- عند الضرورة	- اختبار هذه الأجهزة والتأكد من صحة قراءتها والتغيير عند الضرورة .

جدول 4.2.3

4.3 صيانة وحدات الخدمة وصمامات التصريف والخطوط الهوائية :

هناك فترات زمنية مجدولة لفحص صمامات التصريف ومصايد الرطوبة وفواصل الماء يتم تحديدها بناء على توصيات الشركات المصنعة . ويجب أن تأخذ مرشحات وفواصل الماء في وحدات الخدمة رعاية خاصة ، حيث إن مستوى الماء يكون مرئياً داخل زجاجة المرشح ويجب عمل نظافة دورية للمرشحات وفواصل الماء بغض النظر عن نوعية التصريف يدوية كانت أو أوتوماتيكية .

وتعتمد هذه الفترة الزمنية على قذارة النظام فهناك بعض المرشحات يمكن تنظيف حشوها بسهولة بواسطة الهواء المضغوط ، وهناك أنواع أخرى تحتاج لطرق خاصة تعرف من توصيات الشركات المصنعة .

ويجب تغيير حشو المرشح الذي يتلف عند التنظيف بآخر جديد . وتعتبر المرشحات المسدودة هي العامل الرئيسي لانخفاض الضغط

عند الماكينات ، وأيضاً فإن تسريب الهواء عند الوصلات المرنة هو السبب الآخر لانخفاض الضغط ويؤدي انخفاض الضغط إلى تغير أداء الآلة . وعند حدوث تسريب في النظام يجب اختبار أدوات التوصيل وتشديد رباطها ، وبعد ذلك تختبر الخطوط المرنة (الخراطيم) ويجب ألا يزيد انخفاض الضغط عن خزان الضغط عند وحدة الخدمة للآلة عن (0.35 bar , 0.2%) ، وفي بعض التركيبات ينصح بألا تزيد عن 10% ضغط من ضواغط التشغيل .

كما أن الانخفاض الشديد في الضغط يؤدي ليس فقط لتغيير أداء الآلة ، بل أيضاً يؤدي لفقد كثير من الأموال إذا كان نتيجة للتسريب .

ويحدث عادة التسريب عند صمامات التصريف حيث تفتح هذه الصمامات نتيجة لتجمع بعض القاذورات بداخلها .

ويجب ايضاً أن تأخذ المزيتات رعاية خاصة بصفة دورية لضمان استمرارية تزييت الهواء ، ويجب اختبار معدل حقن الزيت في الهواء المضغوط (يجب أن تكون خمس نقاط في الدقيقة) والتأكد من أن مستوى الزيت أعلى من المستوى الأدنى وأقل من المستوى الأعلى في إناء المزيتة ، وعادة تستخدم زيوت خفيفة في المزيتات لها لزوجة تتراوح ما بين (cst) 9:11 mm^2/s (سنتى ستوك) وذلك عند درجة حرارة 40 درجة مئوية .

وفيما يلي بعض هذه الزيوت :

1- Festo special oil .
2- Avid Avilub Rsl 10 .
3- Esso Spinesso 10 .
4- Shell Tellus OL c10 .
5- Mobil DTE 21 .
6- Blaser Blasol 154 .

أما الخطوط الهوائية فهناك بعض الظواهر التي تدل على مشكلة ما فيها مثل :

1- ارتخاء المواسير الهوائية بفعل الثقل لحاجتها لتثبيت مناسب باستخدام قفيزين للتثبيت . والجدول 4.3.1 يبين المسافة القصوى بين كل قفيزين متتاليين عند التمديد الرأسي والتمديد الأفقي لمواسير الصلب .

القطـــر الداخـلي للمـاســورة mm .	أقصى مسافة بينية عند التمديد الرأسي m .	أقصى مسافة بينية عند التمديد الأفقي m .
8	1.25	1.0
10	1.25	1.0
15	1.75	1.25
20	2.50	1.75
25	2.70	1.75
32	3.00	2.50
40	3.00	2.50
50	3.00	2.75
65	3.50	3.00
100	3.50	3.00
150	4.25	3.50
200	4.50	4.25
300	5.48	4.87
أكبر من 300	5.48	4.87

جدول 4.3.1

2- ارتجاج عند انحناءات المواسير نتيجة لعدم التثبيت الجيد ، وينتج هذا الارتجاج من قفزات الضغط أثناء تشغيل الصمامات الاتجاهية .
3- تشويه المواسير نتيجة لحركة التمدد والانكماش والتي يجب معادلتها بواسطة وصلات التمدد .

ويجب عمل اختبار تسرب الهواء المضغوط مرة على الأقل كل سنة ويتم اختبار التسرب على النحو التالي :
أ- أدر الضاغط يدوياً مع فصل جميع الأحمال وصولاً لضغط التشغيل (p1) حينئذ أفصل الضاغط .
ب- انتظر حتى ينخفض الضغط نتيجة للتسربات إلى p2 وسجل الزمن المنقضى وليكن (tsec) .
ت- أعد تشغيل الضاغط وصولاً لضغط p1 ثم سجل الزمن المنقضى وليكن (Tsec) حينئذ أفصل الضاغط .

ث- كرر عملية تشغيل الضاغط وإيقافه أربع مرات على الأقل ، ثم أحسب متوسط زمن إيقاف الضاغط t ، وكذلك متوسط زمن تشغيل الضاغط T .

ج- استخدم العلاقة التالية : لتعيين النسبة المئوية للتسرب .

$$VL\% = \frac{T}{T+t} \times 100$$

ويفضل أن يكون هذا الاختبار في الليل ، فإذا كان التسرب أكبر من 10% فإنه يجب البحث عن مكان التسرب ومعالجته ، بأسرع ما يمكن ، ويتم ذلك بدهان جميع اللواكير والوصلات المختلفة بماء الصابون .

4.4 صيانة الأسطوانات الهوائية وصمامات التحكم :

ينصح باستخدام وحدة خدمة لكل معدة نيوماتيكية لأن الهواء الجاف والنظيف يحافظ على العناصر الهوائية بدون تلف لفترة طويلة ، ويقلل من أعمال الصيانة اللازمة وعادة ينصح بتوفير قطع غيار للأجزاء القابلة للتآكل والتي يمكن معرفتها من رسومات قطع الغيار الخاصة بالعناصر الهوائية (أسطوانات هوائية وصمامات تحكم) وذلك من كتالوجات الشركات المصنعة حيث يرفق مع هذه الرسومات جداول بالأجزاء المكونة لهذه العناصر موضحاً فيها الأجزاء القابلة للتآكل .

وهناك عامل هام لتلف الأسطوانات الهوائية وهو طريقة التثبيت الغير صحيحة والذي يؤدي إلى حدوث قوى عرضية تؤدي للتآكل السريع للأجزاء الداخلية للأسطوانات مما يؤدي لتغيير الأسطوانة كلياً .

لذلك يجب التأكد من استقامة محور الأسطوانة مع محور الحمل . ويجب من حين لآخر فحص اللواكير المستخدمة عند مداخل الهواء المضغوط في الأسطوانات ، حيث يحدث أحياناً تسرب هواء عند هذه النقاط مما يؤدي لحدوث خلل في أداء الأسطوانة بالإضافة إلى أنه يؤدي إلى إضاعة الأموال .

ومن أهم أسباب تلف الصمامات وصول أتربة بداخلها مما يؤدي لحدوث تسربات داخلية داخل الصمامات نتيجة لإعاقة حركة العنصر

المنزلق في الصمامات المنزلقة أو انحشار العنصر القفاز في الصمامات القفازة .

وعند ملاحظة خروج هواء باستمرار من أحد مخارج العادم لأحد الصمامات يجب تحديد سبب هذا التسريب أهو من الصمام نفسه أو من الأسطوانة ويتم ذلك بالطريقة التالية : يفصل خط العادم الواصل بين الأسطوانة والصمام من جهة الصمام ، فإذا استمر تسرب الهواء من فتحة العادم للصمام دل على أن وسائل منع التسريب للصمام تالفة ، أو يوجد قاذورات داخل الصمام ، أما إذا انقطع تسرب الهواء من فتحة العادم للصمام دل على أن وسائل منع التسريب لمكبس الأسطوانة تالفة وتحتاج لتغيير .

4.5 اكتشاف الأعطال :

إن اكتشاف الأعطال في الأنظمة النيوماتيكية الصغيرة يمكن بسهولة اكتشافه بفحص كل عنصر على حده ، أما في الأنظمة الكبيرة فإن هذه الطريقة تصبح مستحيلة ، ويعتمد اكتشاف الأعطال في هذه الحالة على الدراسة والخبرة . وأول مبادئ اكتشاف الأعطال هو المعرفة الجيدة لاستخدام أجهزة القياس مثل :

1- جهاز قياس الضغط ذي الإبرة ، وهو جهاز قياس ضغط مزود بإبرة ، ويمكن استخدامه لمعرفة الضغط في الخراطيم الهوائية مباشرة وذلك بغرزه داخل الخرطوم ، علماً بأن ذلك لا يسبب حدوث تسرب في الضغط بعد رفعه من مكان القياس . والشكل 4.5.1 يعرض مخططاً مبسطاً لجهاز قياس الضغط ذي الإبرة .

2- مجموعة قياس ضغط الهواء المضغوط ، وهي متاحة في الأسواق ويمكن بناؤها بواسطة استخدام عداد ضغط ووصلة T ذات وصلات سريعة .

وحتى يمكن اكتشاف الأعطال في الدائرة الهوائية يجب أولاً فهم الدائرة الهوائية جيداً ، وهذا يعني أنه إذا لم يكن لديك معرفة بالدوائر الهوائية للمعدة في الأحوال المعتادة ، فإنه من الصعب عليك تحديد مكان العطل بسهولة وإصلاحه .

شكل 4.5.1

ثم بعد ذلك يجب تقليل خطوات البحث وذلك بعمل بعض الاختبارات المبدئية التالية :

1- التأكد من وجود ضغط كافٍ عند مخرج وحدة الخدمة .
2- التأكد من أن جميع صمامات نهايات المشوار في وضعها الصحيح .
3- التأكد من عدم وجود تسريب في أي وصلة مرنة وكذلك عند مخارج التصريف للصمامات الاتجاهية .
4- التأكد من سلامة تثبيت الأسطوانات الهوائية .

فإذا لم نحصل على نتائج إيجابية من الاختبارات المبدئية يجب البحث عن الأعطال في كل من :

1- عناصر الفعل (الأسطوانات والمحركات الهوائية) .
2- صمامات التحكم الاتجاهية .
3- صمامات الإشارة والمؤقتات الزمنية والعدادات والموديولات المنطقية .

4.6 مشاكل الأسطوانات الهوائية وطرق إصلاحها :

الجدول 4.6.1 يعرض المشاكل المختلفة للأسطوانات الهوائية وطرق علاجها .

المشكلة	السبب	طريقة الإصلاح
- فقدان قوة الدفع	1- تلف وسائل منع تسريب المكبس . 2- صدأ في القلب الداخلي . 3- قاذورات ملتصقة بوسائل منع التسريب . 4- احتكاك زائد . 5- ضغط منخفض .	1- غير وسائل منع التسريب . 2- صنفر القلب الداخلي للأسطوانة . 3- استبدل وسائل منع التسريب مع تنظيف الأسطوانة . 4- افحص بعناية محاور عمود دفع الأسطوانة وركائز التثبيت . 5- اختبر ضغط الهواء عند مدخل الأسطوانة .
- تسريب قبل العمود	6- وسائل منع التسريب للعمود تالفة .	6- استبدل وسائل منع التسريب للعمود ، وإذا كانت على هيئة (مجموعات حلقات V) موضوعة داخل جلاند قابل للضبط في هذه الحالة يشدد على صامولة رباط الجلاند .
- فقدان الخمد	7- انسداد صمام الخمد 8- تلف وسائل إحكام الخمد .	7- إخراج الصمام وتنظيفه . 8- استبدال وسائل إحكام الخمد .

جدول 4.6.1

4.7 مشاكل الخطوط الهوائية وطرق علاجها :

الجدول 4.7.1 يعرض المشاكل المختلفة للخطوط الهوائية وطرق علاجها .

نوع الخط الهوائي	المشكلة	الإجراء المتبع
- خطوط صلبة	- اهتزاز المواسير .	- استخدام وسائل التثبيت المناسبة لمنع الاهتزاز .
	- تسريب .	- تشديد رباط الأدوات المفكوكة واستبدال الأدوات التالفة .
	- ماء بالخطوط .	- فحص صمامات تصريف الماء الموجودة على الخط . - التأكد من وجود ميل في خطوط الهواء الرئيسة (1:2%) عن المستوى الأفقي عند الخزان في اتجاه سريان الهواء . - التأكد من تصريف الماء المتكاثف في الخزان بواسطة محبس تصريف ماء الخزان . - التأكد من أن مآخذ الهواء المضغوط للأحمال يتم من خلال كوع نصف قطره خمس مرات من قطر المواسير .
- خطوط مرنة	- تسريب .	- فحص التآكل عند الوصلات . - استخدام خراطيم ذات أغلفة قوية في ظروف التشغيل الصعبة . - استبدال الخراطيم التالفة .
	- انخفاض كبير في الضغط .	- فحص السطح الداخلي للخراطيم - التأكد من أن حجم الخراطيم مناسب . - التأكد من عدم وجود تسريب .

جدول 4.7.1

الخاتمـــة :

مما لا شك فيه أن النظم النيوماتية لا تقل أهمية أو استخداماً عن النظم الهيدروليكية غير أن الضوء غير مسلط عليها بصورة كبيرة . ويرجع السبب الرئيسي في ذلك أن القدرة المنقولة بواسطة الهواء أقل بكثير من المنقولة بواسطة الموائع .

فإذا تجاهلنا مقدار القدرة المنقولة وأخذنا في الاعتبار تأثر المادة العاملة بدرجات الحرارة وامكانية نقلها إلى مسافات بعيدة وسهولة الحصول عليها بدون مقابل وسهولة التخلص منها وامكانية استخدامها في الأماكن المعرضة للانفجار ، فإننا سنجد أن الهواء المضغوط هو ما نبحث عنه .

وتظهر الجدوى الفنية والاقتصادية للهواء المضغوط في استخداماته في منظومات الكوابح واستخدامه في الصناعة لاغراض التحكم بالاضافة إلى بعض التطبيقات الصغيرة مثل استخدامه في الأسلحة والحفارات والبوابات وغيرها .

في النظم النيوماتية يجب الاهتمام بالهواء من حيث تنقيته وتجفيفه لسلامة المعدات والاهتمام بموانع التسرب لتجنب انخفاض ضغط الهواء ، وهنالك جانب مهم هو شبكات الهواء المضغوط ومعرفة الوصلات بالاضافة لتصميم الخزانات ((الاسطوانات)) .

هذا البحث اشتمل على تعريف عام للنظم النيوماتية ابتداءاً من النظرة التاريخية وصولاً للنظم الحديثة من حيث الاجزاء والمكونات والطرق المختلفة للتشغيل والاستخدامات ومثال لاستخدام الهواء في الصناعة .

نتمنى أن نكون قد وفقنا في بحثنا هذا الذي يعتبر تلخيص سريع لعلم النيوماتيك في التعريف بأهمية واستخدام الهواء المضغوط في الصناعة .

التوصيات :

نوصي بأن تكون هناك بحوث أكثر تخصصية في المجالات المختلفة للأنظمة النيوماتيكية وهي تساعد بدورها في التفكير مستقبلاً في وجود مصانع متخصصة في تصنيع عناصر التوليد والتحكم في الهواء المضغوط مثل :

أ- مصانع الاسطوانات الهوائية بأنواعها المختلفة .
ب- مصانع لتصنيع أدوات التوصيل الخاصة بالهواء وخطوط الهواء المضغوط .
ت- مصانع لتصنيع معدات التحكم في الهواء مثل الصمامات وأجهزة القياس وموانع التسرب .

ويمكن 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 النيوماتيكي وتطبيقاته – م. أحمد عبدالمتعال . الطبعة الأولى 1996م .

2- الدوائر العملية للضغوط الهوائية والكهروهوائية – وجيه جرجس . الطبعة الأولى 1998م .

3- Compressed Air Hand Book – New York – Compressed Air and Gas Institute

4- بالإضافة إلى بعض النشرات الخاصة بهيئة السكك الحديدية بالسودان .