الباب الثانى
عناصر الفعل والتحكم الهيدروليكية

obeikandl.com

obeikandl.com

عناصر الفعل والتحكم الهيدروليكية

١/٢ ـ المحركات الهيدروليكية Fluid Motors :

تستخدم المحركات الهيدروليكية للحصول على حركة دورانية ، وتتراوح سرعتها بين 5:6000 rpm ، وتتشابه كل من المحركات والمضخات الهيدروليكية فى أنواعها وتصميماتها مع اختلاف مبدأ التشغيل حيث إن المحركات تقوم بتحويل الطاقة الهيدروليكية لطاقة دورانية ، بينما تقوم المضخات بتحويل الطاقة الدورانية لطاقة هيدروليكية وتنقسم المحركات الهيدورليكية إلى :

أ ـ محركات ثابتة الإزاحة (الحجم الهندسى) أهم أنواعها ما يلى :

١ ـ محركات ترسية ، وهى محركات ذات سرعات عالية وعزوم منخفضة .

٢ ـ محركات ريشية ، وهى محركات ذات سرعات عالية وعزوم منخفضة .

٣ ـ محركات مكبسية نصف قطرية ، وهى محركات ذات عزوم عالية وسرعات منخفضة .

٤ ـ محركات مكبسية محورية ، وهى محركات ذات سرعات عالية وعزوم منخفضة .

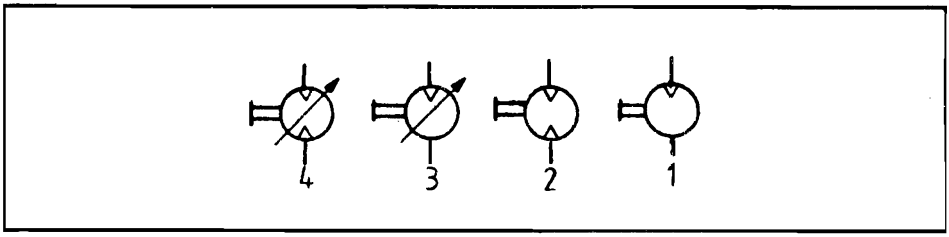
ب ـ محركات متغيرة الإزاحة (الحجم الهندسى) وأهم أنواعها :

المحركات المكبسية المحورية متغيرة السرعة . والجدول (٢ ـ ١) يوضح المواصفات الفنية للأنواع المختلفة للمحركات الهيدروليكية المتوفرة فى الأسواق .

الجدول (٢ ـ ١)

نوع المحرك	الحجم الهندسى CC/rev	الضغط bar	العزم N.M	السرعة r.p.m
محركات ترسية	5:100	حتى 2/0	حتى 200	300:6000
محركات ريشية	20:50	35:175	حتى 80	100:3000
محركات مكبسية نصف قطرية	30:5300	حتى 320	حتى 24300	300:400
محركات مكبسية محورية	10:2000	حتى 400	حتى 11000	حتى 6000

وفيما يلى رموز المحركات الهيدروليكية .



حيث إن :

الرمز 1 لمحرك بسرعة ثابتة ويدور فى اتجاه واحد .

الرمز 2 لمحرك بسرعة ثابتة ويدور فى اتجاهين .

الرمز 3 لمحرك بسرعة قابلة للمعايرة ويدور فى اتجاه واحد .

الرمز 4 لمحرك بسرعة قابلة للمعايرة ويدور فى اتجاهين .

وهناك استخدامات كثيرة للمحركات الهيدروليكية فهى ، تستخدم كمصدر حركة لمعدات الخدمة الشاقة مثل البلدوزرات والروافع .... إلخ ، وتستخدم كعناصر إدارة للمكابس والدرافيل ومعدات التعدين ، والمعدات المستخدمة فى هندسة السفن... إلخ .

٢/٢ـ الاسطوانات الهيدروليكية Hydraulic Cylinders :

تعد الاسطوانات الهيدروليكية أهم عناصر الفعل المستخدمة للحصول على حركة فى خط مستقيم أو حركة ترددية ، وبالرغم من وجود اختلافات كثيرة فى تصميم الاسطوانات وتطبيقاتها إلا أنه يمكن تقسيم الاسطوانات إلى نوعين رئيسيين وهما :

١ ـ الأسطوانات الأحادية الفعل Single acting Cylinders ، وهى اسطوانات تعطى قوة دفع فى اتجاه واحد ، وهو اتجاه الذهاب (التقدم) .

٢ ـ الاسطوانات الثنائية الفعل Double actig cylinders ، وهى اسطونات تعطى قوة دفع فى اتجاهين ، وهما اتجاه الذهاب واتجاه العودة .

٢/٢/١ ـ الاسطوانات الأحادية الفعل :

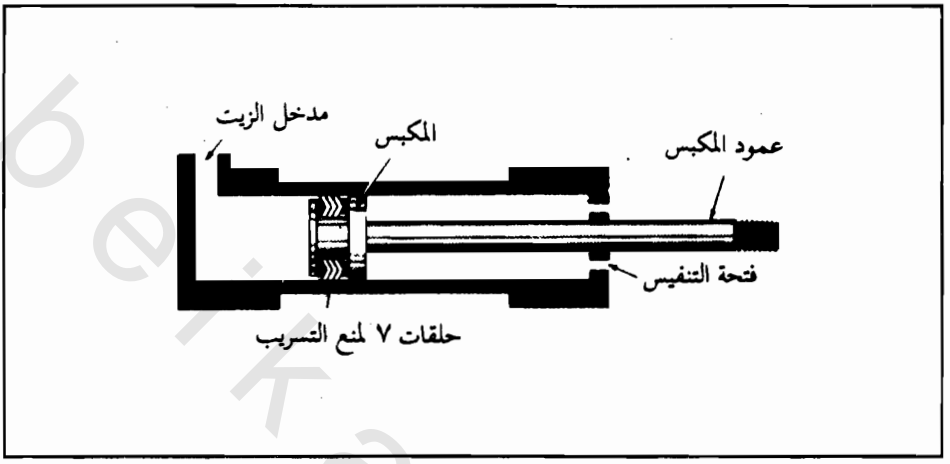
وهذه الاسطوانات قادرة على إعطاء قوة دفع فى اتجاه الذهاب فقط ، وهناك

نوعان من هذه الاسطوانات وهما :

١ ـ اسطوانة أحادية الفعل بدون يای رجوع .

٢ ـ اسطوانة أحادية الفعل بياى رجوع .

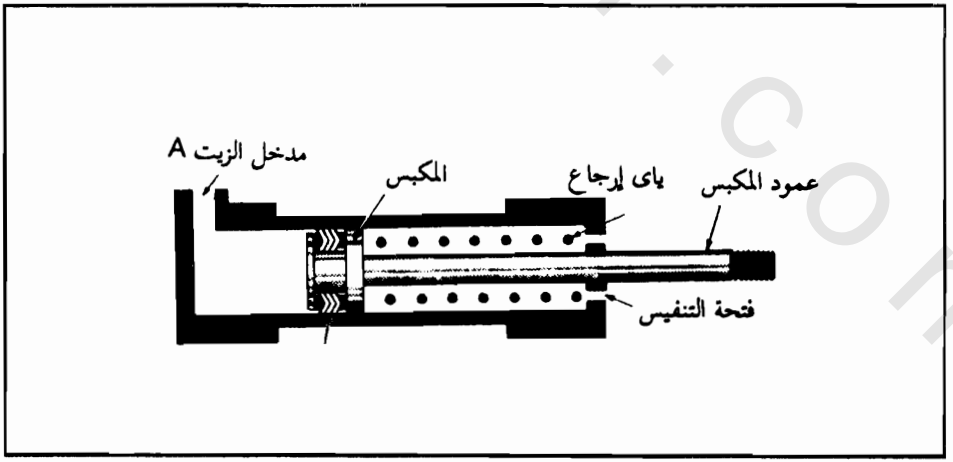
والشكـل (٢ ـ ١) يعـرض قطاعا فى اسـطوانة أحادية الفعل بدون ياى ،



الشكل ٢ ـ ١

أما الشكل (٢ ـ ٢) فيعرض قطاعا فى اسطوانة أحادية الفعل بياى رجوع .

وبصفة عامة فإنه عند السماح للزيت المضغوط بالدخول من فتحة الاسطوانة يندفع المكبس للأمام ، وعند انقطاع الزيت المضغوط عن فتحة الاسطوانة يعود المكبس للخلف بفعل الجاذبية الأرضية تحت تأثير حمل خارجي .



الشكل ٢ ـ ٢

(للاسطوانات عديمة الياى عند وضعها رأسياً) أو بفعل ياى الرجوع (فى حالة الاسطوانات ذات الياى) . ويلاحظ وجود فتحة تنفيس فى غرفة عمود مكبس الاسطوانات أحادية الفعل لخروج الهواء الموجود أمام المكبس عند تقدم المكبس للأمام ، مما يسهل تقدم الاسطوانة فى حين يتعسر التقدم عند انسدادها .

معادلات تشغيل الاسطوانات الأحادية الفعل :

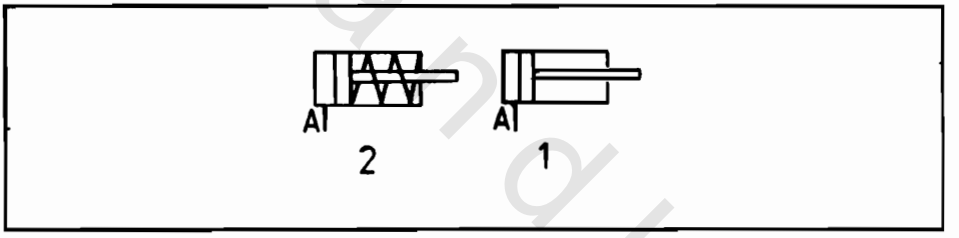
$$F = P.A$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

حيث إن :

قوة الدفع عند الذهاب	F	مساحة مقطع المكبس	A
ضغط الزيت	P	معدل تدفق الزيت للاسطوانة	Q
سرعة المكبس	V		

وفيما يلى رموز الاسطوانات الأحادية الفعل :



حيث إن :

الرمز 1 لاسطوانة أحادية الفعل بدون ياى إرجاع .

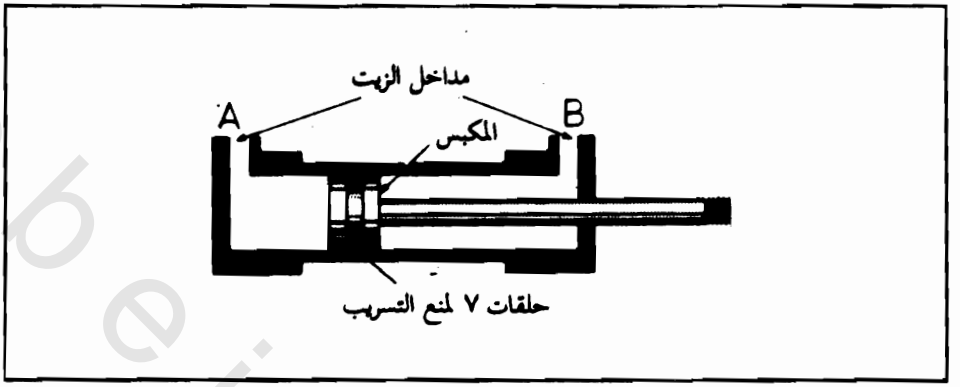
الرمز 2 لاسطوانة أحادية الفعل بياى إرجاع .

٢/٢/٢ ـ الاسطوانات الثنائية الفعل :

وهى اسطوانات تعطى قوة دفع للأحمال فى اتجاه الذهاب والعودة ، وتعتبر الاسطوانات الثنائية الفعل أكثر الاسطوانات انتشاراً ، والشكل (٢ ـ ٣) يعرض قطاعاً لاسطوانة ثنائية الفعل .

فعند السماح للزيت المضغوط بالدخول من الفتحة A يتقدم مكبس الاسطوانة

للأمام ، ليخرج الزيت المتواجد أمام المكبس من الفتحة B ، بينما إذا سمح للزيت المضغوط بالدخول من الفتحة B يتراجع مكبس الاسطوانة للخلف ليخرج الزيت المتواجد خلف المكبس من الفتحة A ، وهكذا .



الشكل ٢ ـ ٣

معادلات الاسطوانات الثنائية الفعل :

عند الذهاب	عند العودة
$F_1 = P. A_1$	$F_2 = P. A_2$
$V_1 = \frac{Q}{A1}$	$V_2 = \frac{Q}{A_2}$
$A_1 = \frac{\pi D^2}{4}$	$A_2 = \frac{\pi (D^2 - d^2)}{A_2}$

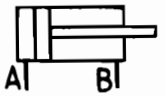
حيث إن :

قوة دفع الاسطوانة عندالذهاب والعودة بالترتيب	F_2 , F_1
مساحة المكبس والمساحة الحلقية للمكبس بالترتيب	A_2 , A_1
سرعة المكبس عند الذهاب والعودة بالترتيب	V_2 , V_1

ضغط الزيت	P
القطر الداخلى للاسطوانة أو قطر المكبس	D
قطر عمود الاسطوانة	d
النسبة التقريبية وتساوى 30.14	TT

ويلاحظ من المعادلات السابقة أن قوة دفع الاسطوانة عند الذهاب F_1 أكبر من قوة دفع الاسطوانة عند العودة F_2 ، وسرعة الاسطوانة عند الذهاب V_1 أصغر من سرعة الاسطوانة عند العودة V_2.

وفيما يلى رمز الاسطوانة ثنائية الفعل .



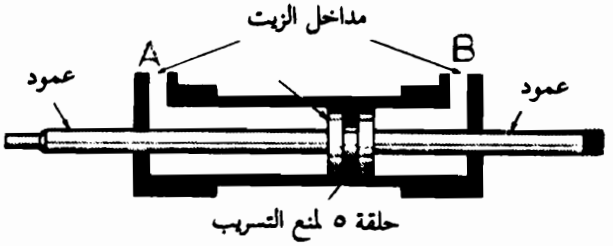
٣/٢/٢ ـ الاسطوانات ذات التصميمات الخاصة :

هناك عدة أنواع من الاسطوانات ذات التصميمات الخاصة ومن أهمها :

أولاً : اسطوانة بذراعى دفع على جانبها :

Double Ended Pistonrod Cylinders

والشكل (٢ – ٤) يعرض قطاعاً فى أحد التصميمات الخاصة بهذا النوع من الأسطوانات وكما هو واضح أن المساحة الفعالة فى اتجاه الذهاب A_1 تساوى المساحة الفعالة فى اتجاه العودة A_2 وبالتالى تتساوى قوة الدفع عند الذهاب والعودة وكذلك تتساوى سرعة المكبس عند الذهاب والعودة .



الشكل ٢ ـ ٤

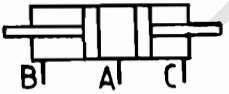
وفيما يلى رمز اسطوانة بذراعى رفع على جانبيها .

ثانياً : اسطوانة بثلاثة مداخل :

Three Port - double - acting cylinder

الشكل (٢ ـ ٥) يعرض قطاعاً فى أحد التصميمات الخاصة بهذا النوع من الاسطوانات ، فعند السماح للزيت المضغوط بالدخول من الفتحة A تتقدم المكابس للخارج ، ويخرج الزيت الراجع من الفتحة B , C . أما عند السماح للزيت المضغوط بالدخول من الفتحة B , C تتراجع المكابس للداخل ، ويخرج الزيت الراجع من الاسطوانة من الفتحة A . وفيما يلى رمز اسطوانة بثلاثة مداخل :

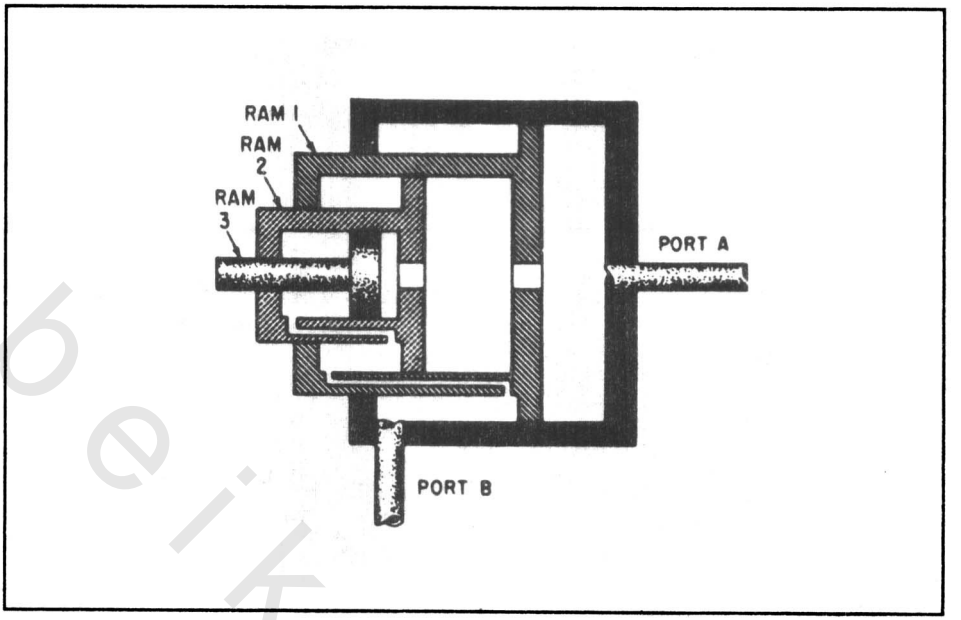
الشكل ٢ ـ ٥



ثالثاً : الاسطوانة التلسكوبية Telescoping cylinder :

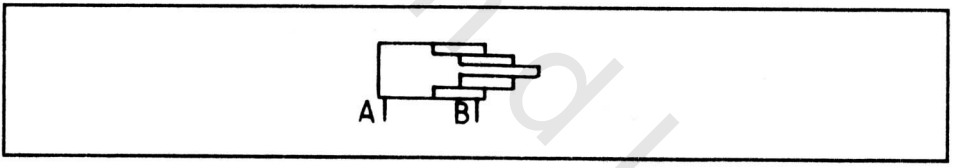
الشكل ٢ ـ ٦ يعرض تصميماً لاسطوانة تلسكوبية بثلاثة مكابس متداخلة وعند السماح للزيت المضغوط بالدخول من الفتحة A يتقدم المكبس 1 ثم 2 ثم 3 ، أما عند السماح للزيت المضغوط بالدخول من الفتحة B يتراجع المكبس 3 ثم 2 ثم 1 . وهناك استخدمات كثيرة لهذه الاسطوانات نذكر منها المعدات المتنقلة مثل العربات ذات القلابات والبلدوزرات والحفارات ... إلخ .

obeikandl.com



الشكل (٢ – ٦)

وفيما يلى رمز الاسطوانة التلسكوبية



رابعاً : الاسطوانة ذات المكابس المتتالية :

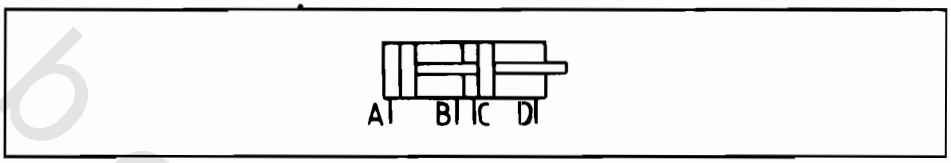
Tandem actuating cylider

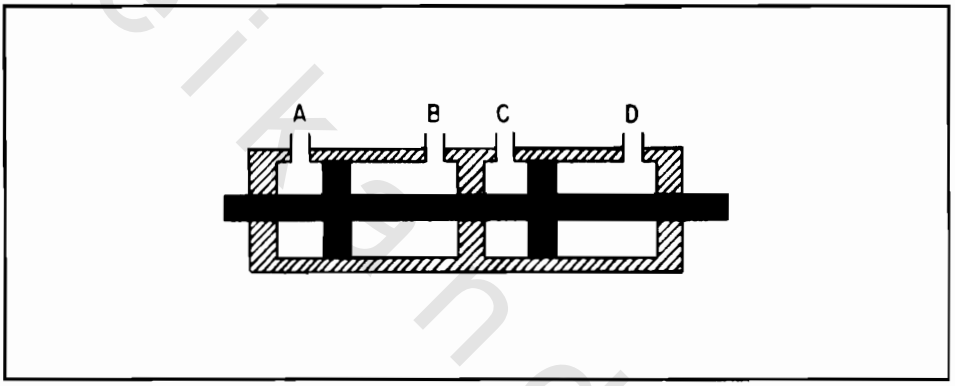
الشكل (٢ ـ ٧) يعرض قطاعاً لاسطوانة بمكبسين متتاليين ، وتتكون الاسطوانة ذات المكابس المتتالية عادة من مكبسين أو أكثر داخل اسطوانة واحدة ولكل مكبس غرفة مستقلة به مزودة بمدخلين ، وغرفة المكبس الأيسر مزودة بالمدخلين A , B وغرفة المكبس الأيمن مزودة بالمدخلين C , D ، وتستخدم هذه الاسطوانات للحصول على قوة دفع كبيرة بحجم صغير للاسطوانة حيث إن قوة الدفع فى الاتجاهين (الذهاب والعودة) يتم الحصول عليها من المعادلة التالية :

$$F = P (A_1 + A_2)$$

حيث إن A_1 هى المساحة الحلقية لمكبس الغرقة اليسرى ، A_2 هو المساحة الحلقية لمكيس الغرفة اليمنى ، فعند السماح للزيت المضغوط بالدخول من الفتحة A , C تتقدم المكابس جهة اليمين ، وعند السماح للزيت المضغوط بالدخول من الفتحة B , D تتراجع المكابس جهة اليسار .

وفيما يلى رمز الاسطوانة ذات المكابس المتتالية .





الشكل (٢ – ٧)

خامساً : الاسطوانات ذات الخمد Cushioned actuating cylinders

تستخدم الاسطوانات ذات الخمد لتقليل سرعة الاسطوانة فى نهاية شوط الذهاب أو العودة ، لمنع حدوث اصطدام للمكبس مع جسم الاسطوانة فى نهاية الشوط . وهناك عدة أنواع من هذه الاسطوانات وهى كالآتى :

١ ـ اسطوانة ذات خمد ثابت فى اتجاه الذهاب .

٢ ـ اسطوانة ذات خمد ثابت فى اتجاه العودة .

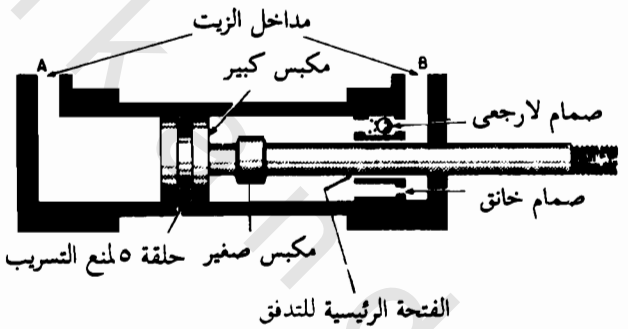
٣ ـ اسطوانة ذات خمد ثابت فى اتجاه الذهاب والعودة .

٤ ـ اسطوانة ذات خمد قابل المعايرة فى اتجاه الذهاب .

٥ ـ اسطوانة ذات خمد قابل المعايرة فى اتجاه العودة .

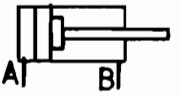
٦ ـ اسطوانة ذات خمد قابل المعايرة فى اتجاه الذهاب والعودة .

الشكل (٢ ـ ٨) يعرض قطاعاً فى اسطوانة بخمد ثابت فى اتجاه الذهاب تحتوى هذه الأسطوانة على صمام لارجعى يسمح للزيت بالمرور فيه فى شوط العودة فقط وصمام خانق ، لخنق الزيت ، فعند السماح للزيت المضغوط بالدخول من الفتحة A يتقدم المكبس بسرعة ، وبمجرد دخول المكبس الصغير داخل مبيته ينغلق المبيت والذى يمثل الفتحة الرئيسية للزيت المتدفق فيمر الزيت المتبقى أمام المكبس من خلال الصمام الخانق ببطء فتقل سرعة مكبس الاسطوانة فى نهاية شوط الذهاب .



الشكل (٢ – ٨)

وفيما يلى رمز اسطوانة ثنائية الفعل بخمد ثابت فى اتجاه الذهاب :

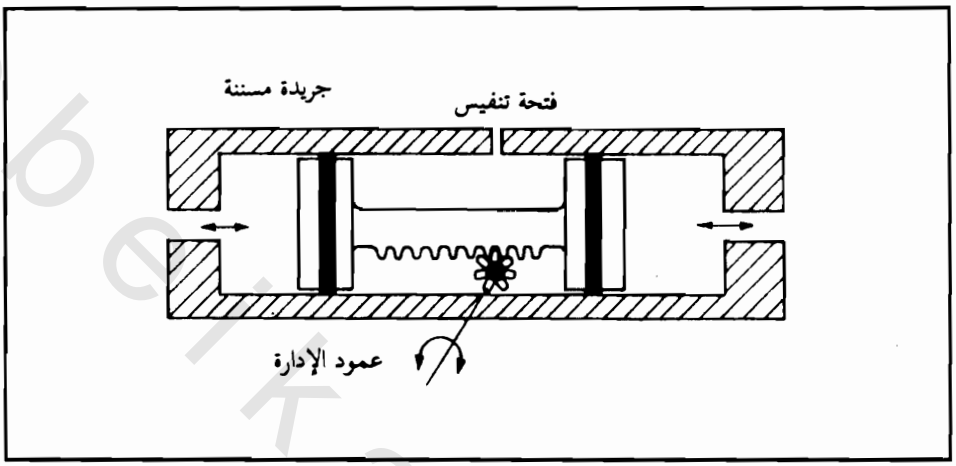


ملاحظة :

سوف نتعرض لطريقة عمل الصمام اللارجعى ، والصمام الخانق فى الفقرة٢/٥ .

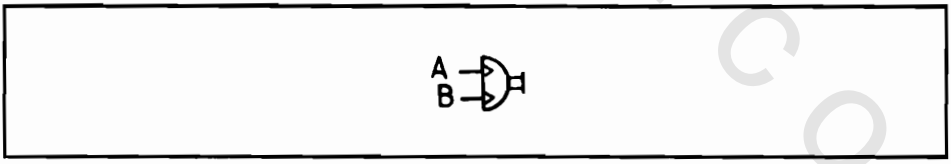
سادساً : الاسطوانات الدوارة Rotary Cylinders :

تصمم هذه الاسطوانات للحصول على حركة دورانية محدودة وتكون زاوية دوران أعمدة هذه الاسطوانات أقل من 360 درجة ، وبالطبع هناك تصميمات مختلفة لهذه الاسطوانات ، والشكل (٢ ـ ٩) يوضح أحد هذه التصميمات .



الشكل (٢ – ٩)

وتتكون من جريدة مسننة تصل مكبسين معاً داخل غلاف الاسطوانة ، وعند السماح للزيت المضغوط بالدخول من أحد مدخلى الاسطوانة يتحرك المكبسان ، ومعهما الجريدة المسننة فتقوم هذه الجريدة بإدارة ترس صغير معشق معها ، ويعتمد اتجاه دوران الاسطوانة الدوارة على اتجاه التدفق ، وفيما يلى رمز الاسطوانة الدوارة .



سابعاً : اسطوانات تكبير الضغط (Boosters) Intensifiers :

تقوم اسطوانات تكبير الضغط بتحويل القدرة الهيدروليكية ذات الضغط المنخفض إلى قدرة هيدروليكية ذات ضغط عالٍ ، وهى عادة تستخدم عند الحاجة لقوة كبيرة جداً لمسافة قصيرة ، كما هو الحال فى بعض المكابس ، وماكينات

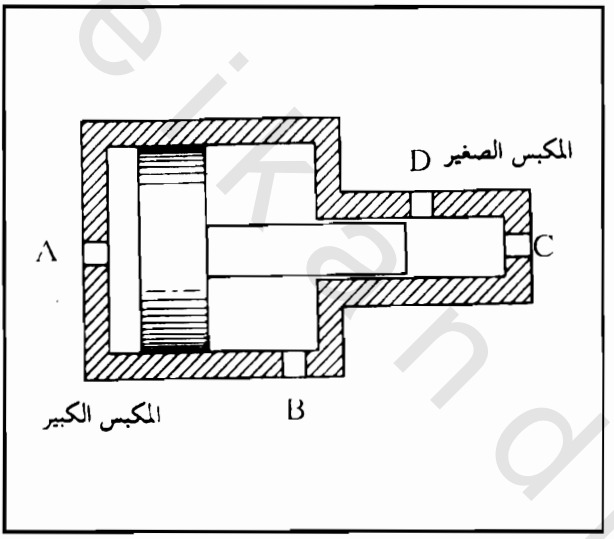
البرشمة ، وماكينات اللحام النقطى ، وهكذا .

والشكل (٢ ـ ١٠) يوضح قطاعاً لاسطوانة تكبير ضغط هيدروليكية . فعند السماح للزيت المضغوط القادم من وحدة القدرة الهيدروليكية بالدخول من الفتحة A يتحرك المكبس الكبير والمكبس الصغير معاً للأمام فنحصل على ضغط كبير جداً للزيت الخارج من الفتحة c ، ويعين ضغطه من المعادلة الآتية :

$$P2 = \frac{P1\ A1}{A2}$$

حيث إن :

A_1 هى مساحة المكبس الكبير ، p_1 هو ضغط الزيت المضغوط القادم من وحدة القدرة الهيدروليكية ، A2 هى مساحة المكبس الصغير .



الشكل (٢ ـ ١٠)

ويمكن إيجاز مميزات اسطوانات تكبير الضغط فى النقاط التالية :

١ ـ يمكن إستبدال المضخات ذات الضغوط العالية جداً باسطوانات تكبير الضغط ذات ضغط منخفض ، وهذا أفضل من الناحية الاقتصادية .

٢ ـ عدم ارتفاع درجة حرارة الزيت عند استخدام اسطوانات تكبير الضغط كما هو الحال عند استخدام المضخات الهيدروليكية لعدم وجود صمامات تصريف الضغط .

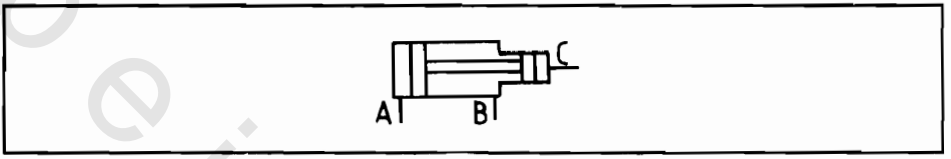
٣ ـ يمكن الحصول على تدفق مستمر ذات ضغط عالٍ جداً من اسطوانات

تكبير الضغط بتشغيلها حركة ترددية بواسطة دوائر تحكم كهربية خاصة .

٤ ـ تقلل من عدد صمامات الضغط العالى المستخدم فى الدائرة الهيدروليكية، لأن الضغط العالى عادة يتولد بجوار صمام التحكم فى المستخدم (اسطوانة ـ محرك) .

٥ ـ تصل درجة تكبير الضغط لهذه الاسطوانات إلى ما يقارب من 50 أو أكثر.

وفيما يلى رمز اسطوانة تكبير الضغط .



٤/٢/٢ ـ طرق تثبيت الاسطوانات الخطيه :

يوجد عدة تصميمات لتثبيت الاسطوانات موضحة بالشكل (٢ ـ ١١) وهى كالآتى :

أ ـ تثبيت بركائز أفقية .

ب ـ تثبيت بفلانجة أمامية .

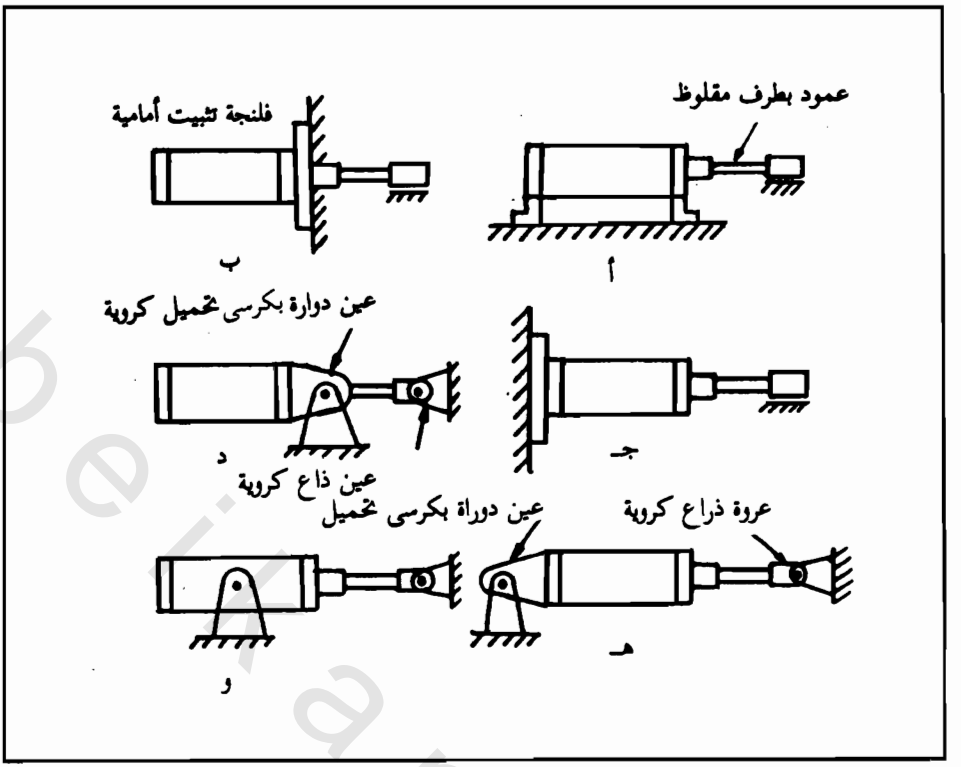
جـ ـ تثبيت بفلانجة خلفية .

د ـ تثبيت بركيزة أمامية مفصلية .

هـ ـ تثبيت بركيزة خلفية مفصلية .

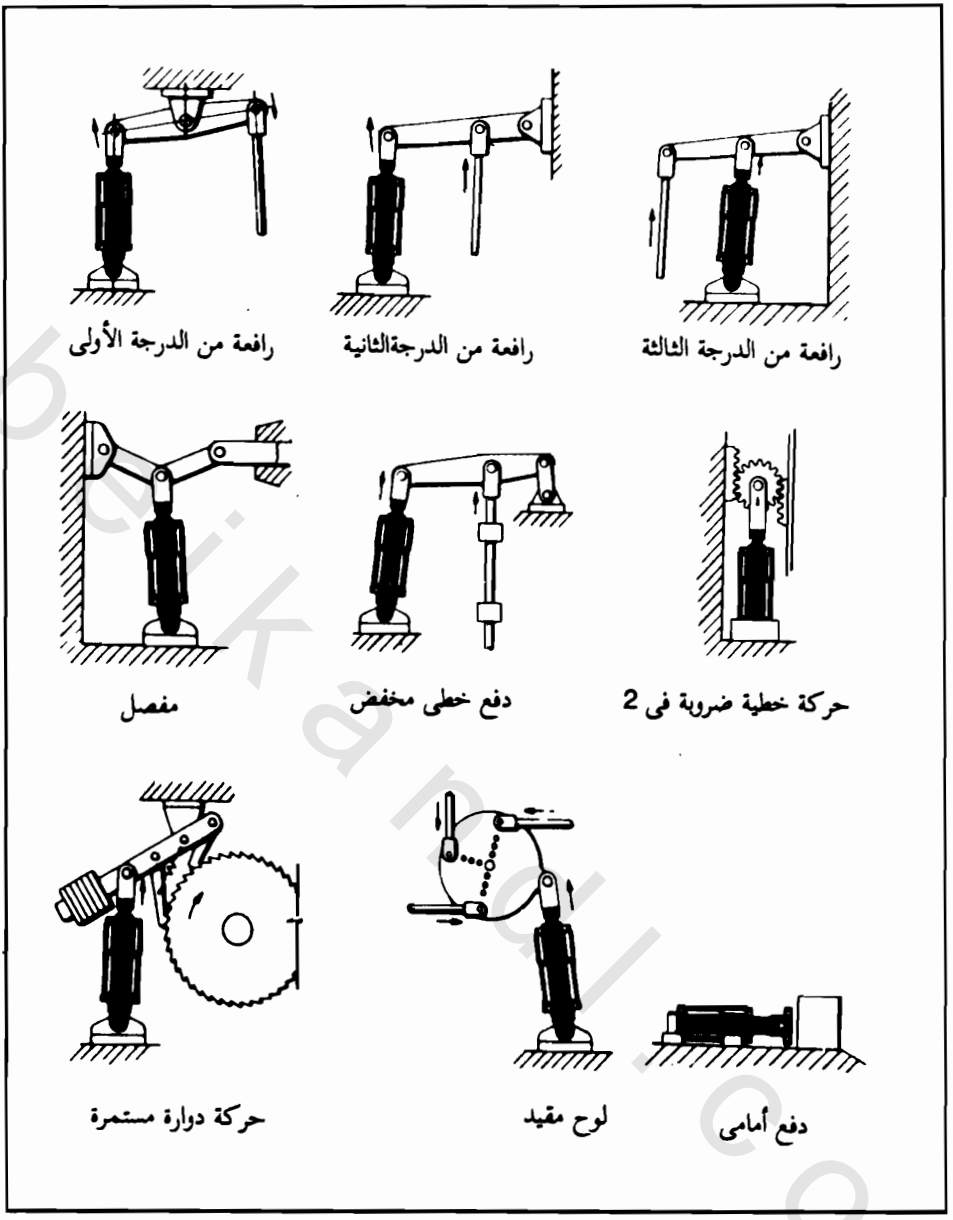
و ـ تثبيت بركيزة مفصلية فى المنتصف .

obeikandl.com



الشكل (٢ – ١١)

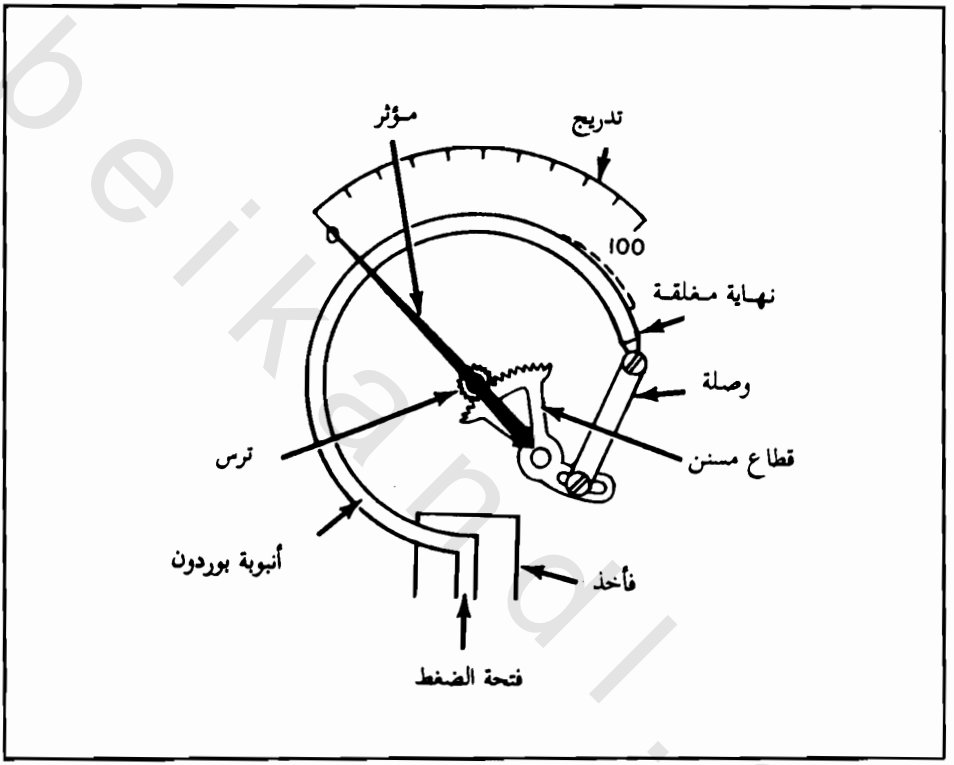
أما الشكل (٢ـ١٢) فيوضح التطبيقات المختلفة للاسطوانات الخطية .


رافعة من الدرجة الثالثة
رافعة من الدرجةالثانية
رافعة من الدرجة الأولى
حركة خطية ضروبة فى 2
دفع خطى مخفض
مفصل
دفع أمامى
لوح مقيد
حركة دوارة مستمرة

الشكل (٢ ـ ١٢)

٣/٢ ـ أجهزة قياس الضغط Pressure Gauge :

فى الماضى كان جهاز قياس الضغط يسمى « مانوميتر » وفى الشكل (٢ ـ ١٣) مخطط توضيحى لجهاز بوردون لقياس الضغط وهو أكثر الأنواع المستخدمة فى الأنظمة الهيدروليكية وسمى باسم « بوردون » نسبة للمهندس الفرنسى الذى اخترعه Eugene Bourdon .



الشكل (٢ ـ ١٣)

طريقة عمل الجهاز :

عند اندفاع الزيت المضغوط داخل الأنبوبة الزنبركية (أنبوبة بوردون) تتمدد الأنبوبة ويعتمد معدل تمدد الأنبوبة على مقدار ضغط الزيت ، وتنقل حركه التمدد إلى المؤشر عن طريق رافعة وقوس مسنن ، وترس صغير ، ويمكن قراءة قيمة الضغط

المقاس من على تدريج الجهاز ، والذى يكون مدرجاً بوحدة (bar (kg/ cm2 أو بوحدة (Psi (lb/ inch2 .

٤/٢ ـ صمامات التحكم فى الضغط Pressure Control Valves :

تصمم جميع الأنظمة الهيدروليكية للعمل عند ضغط ثابت أو على الأقل فى حدود معينة للضغط حيث تستخدم صمامات التحكم فى الضغط فى ذلك ويوجد عدة أنواع لصمامات التحكم فى الضغط سنتناولها فى الفقرات التالية :

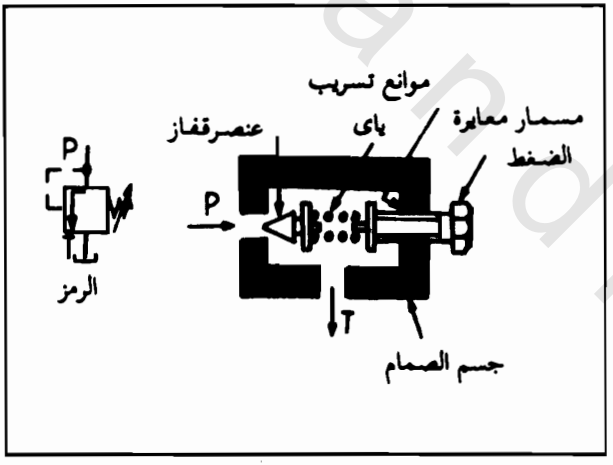
١/٤/٢ ـ صمامات تصريف الضغط Relief Valves :

وتقوم هذه الصمامات بتحديد القيمة العظمى للضغط فى الدوائر الهيدروليكية محافظة بذلك على سلامة العناصر المستخدمة فى الدائرة من خطورة الضغوط المرتفعة .

وهناك عدة أنواع لصمامات تصريف الضغط وهى كالآتى :

أ ـ صمام تصريف الضغط المباشر Direct Acting Relief Valve :

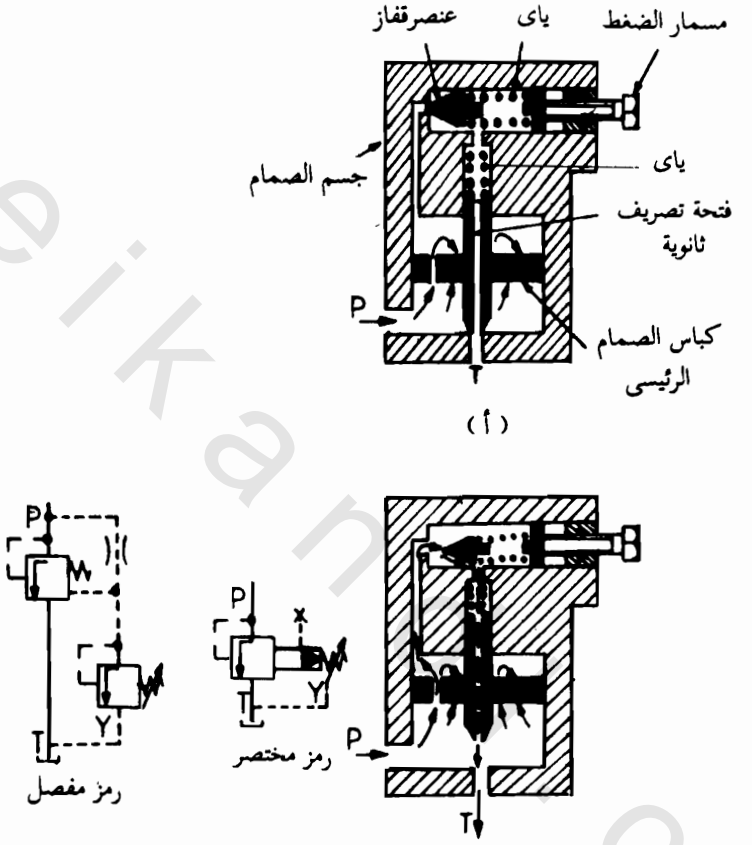
والشكل (٢ ـ ١٤) يبين قطاعاً لصمام تصريف ضغط مباشر ، وكذلك رمزه، حيث يتم معايرته بواسطة مسمار معايرة الضغط ، وعند تمكن ضغط الزيت من التغلب على قوة يای الصمام يمر الزيت من الفتحة P للفتحة T ثم للخزان، علماً بأن الضغط الذى يفتح عنده الصمام هو الضغط المعاير عليه الصمام بخطأ حوالى ±10% وعادة يستخدم هذا الصمام فى الاستخدمات التى لا تحتاج لضبط دقيق للضغط .



الشكل (٢ ـ ١٤)

ب ـ صمام تصريف الضغط سابق التحكم Pilot Operated Relief Valve :

الشكل (٢ ـ ١٥) يبين قطاعين لصمام تصريف ضغط سابق التحكم فى


عنصرقفاز
يای
مسمار الضغط
جسم الصمام
يای
فتحة تصريف
ثانوية
P
كباس الصمام
الرئيسى
(أ)
P
Y
T
رمز مفصل
P
X
Y
T
رمز مختصر
P
T
(ب)

الشكل (٢ ـ ١٥)

الوضع الطبيعى (أ) وكذلك عند وضع التشغيل (عندما يكون الضغط بالدائرة أعلى من الضغط المعاير عليه الصمام) (ب) ، وفى نفس الشكل رمز صمام تصريف الضغط سابق التحكم كرمز مفصل وآخر مختصر ، مع العلم بأن الضغط الذى يفتح عنده هذا الصمام يساوى الضغط المعاير عليه الصمام بخطأ حوالى ±1% ، لذلك فإن هذا الصمام يستخدم عادة فى التطبيقات التى تحتاج لضبط دقيق للضغط ، وكذلك عند التدفقات الكبيرة .

فكرة عمل الصمام :

عند الضغوط الأقل من الضغط المعاير عليه مسمار ضبط الصمام يتسرب الزيت الداخل من الفتحة P عبر الفتحة الضيقة الموجودة فى كباس الصمام الرئيسى ، ويحاول دفع مخروط صمام التحكم ، ولكنه لا يتمكن من ذلك وبالتالى يكون كباس الصمام الرئيسى واقعاً تحت تأثير قوتين متوازنتين .

الأولى : لأسفل وهى ناشئة من قوة دفع الياى ، والقوة المتولدة من ضغط الزيت المتسرب .

الثانية : لأعلى وهى ناشئة من القوة المتولدة من ضغط زيت المصدر .

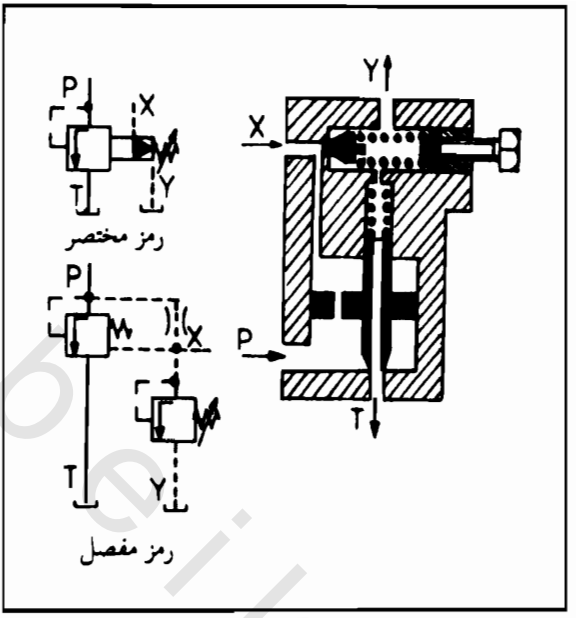
ولكن عندما يزداد ضغط زيت المصدر عن الحد المعاير عليه الصمام يتمكن الزيت المتسرب من دفع المخروط والخروج من فتحة التصريف الثانوية وصولاً للخزان، فتتغلب بذلك القوة الثانية المتجهه لأعلى على القوة الأولى المتجهة لأسفل ، ويتحرك كباس الصمام الرئيسى لأعلى ، ويمر الزيت المضغوط عبر المسار P إلي T .

جـ ـ صمام تصريف الضغط سابق التحكم بإشارة تحكم خارجية ، وتصريف خارجى للمتسرب :

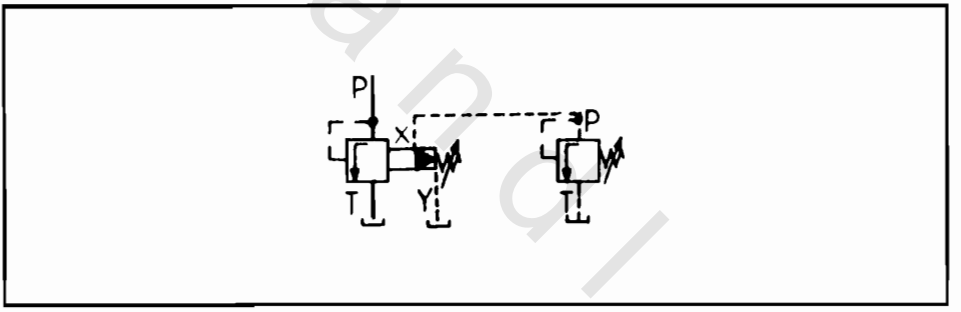
والشكل (٢ ـ ١٦) يبين تركيب هذا الصمام ، وكذلك رمزه المختصر والمفصل ، ويتضح من هذا الشكل أن تركيب الصمام لا يختلف عن تركيب صمام تصريف الضغط سابق التحكم عدا أنه يحتوى على فتحة X لإشارة تحكم خارجية، كذلك فتحة Y لتصريف المتسرب خارجياً . ويتميز هذا الصمام فى إمكانية التحكم فيه من بعد بواسطة صمام تصريف ضغط مباشر ، فيمكن خفض الضغط الذى يعمل عنده الصمام من صمام تصريف ضغط مباشر متصل بالفتحة

X ، وذلك نتيجة لإيجاد مسار بديل للزيت المتسرب فى صمام تصريف الضغط سابق التحكم حيث يخرج من الفتحة X مروراً بصمام تصريف الضغط المباشر، ووصولاً للخزان.

وفيما يلى دائرة هيدروليكية بسيطة للتحكم فى صمام تصريف ضغط سابق التحكم مزود بوصلة تحكم خارجية بواسطة صمام تصريف ضغط مباشر .



الشكل (٢ ـ ١٦)

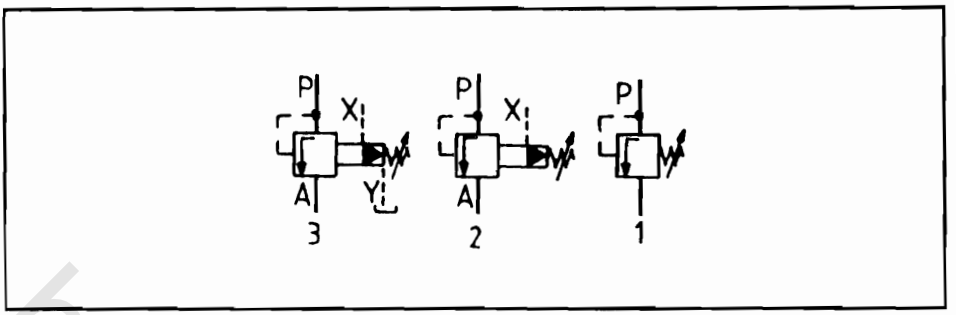


٢/٤/٢ ـ الصمامات التتابعية Sequence valves :

تتشابه الصمامات التتابعية مع صمامات تصريف الضغط فى التصميم عدا أن الاختلاف بينها هو كيفية الاستخدام ، فالصمامات التتابعية توصل فى الخطوط الرئيسية لمنع مرور السائل الهيدروليكى فى الخط إلا عند الضغط المعاير عليه الصمام فقط .

وتوجد عدة أنواع من الصمامات التتابعية ، وفيما يلى رموز الأنواع المختلفة

لهذه الصمامات :



حيث إن :

الرمز 1 لصمام تتابعى مباشر التحكم علماً بأن ضغط فتح الصمام يساوى الضغط المعاير عليه الصمام بخطأ يصل إلى ±20% .

الرمز 2 لصمام تتابعى سابق التحكم ، علماً بأن ضغط فتح الصمام يساوى الضغط المعاير عليه الصمام بخطأ يصل إلى ±10 % .

الرمز 3 لصمام تتابعى سابق التحكم بإشارة تحكم خارجية ، وتصريف خارجى ، ويفضل استخدام هذا الصمام عند الحاجة لضبط دقيق وتحكم من بعد .

٣/٤/٢ ـ صمامات تخفيض الضغط Pressure Reducig Valves :

تستخدم هذه الصمامات لخفض الضغط فى أى خط فى الدائرة الهيدروليكية .

وفيما يلى أهم أنواع صمامات تخفيض الضغط .

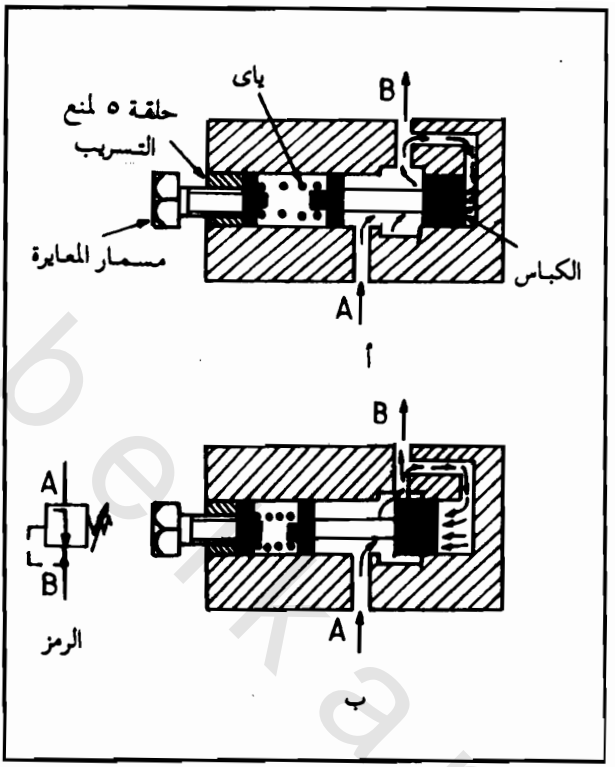
١ ـ صمام تخفيض الضغط بدون فتحة تصريف ، وفى الشكل (٢ ـ ١٧) قطاعان لهذا الصمام ، أحدهما فى الوضع الطبيعى (أ) والثانى عندما يكون ضغط التشغيل أكبر من الضغط المعاير عليه الصمام (ب) وفى الشكل أيضاً رمز هذا الصمام .

وكما هو واضح من هذا الشكل أن الصمام لايسمح بمرور الزيت المضغوط عند زيادة قيمة الضغط ناحية الحمل عن الضغط المعاير عليه الصمام ، وبذلك يتم تنظيم الضغط ، ويعاب على هذا الصمام أنه يقوم بتخفيض الضغط عند الحمل مما

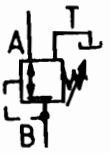
يمنع وصول الزيت الداخل للصمام إلى الحمل حتى يقوم الحمل بتقليل الضغط الزائد عنده ذاتياً.

٢ ـ صمام تقليل الضغط بفتحة التصريف وفيما يلى رمز هذا الصمام .

ففى الوضع الطبيعى يقوم الصمام بخفض ضغط الزيت الداخل من الفتحة A ليصل للقيمة المعاير عليها الصمام عند الفتحة B (الحمل) ، وعند زيادة الضغط عند الحمل أى عند الفتحة B عن الحد المعاير عليه الصمام يتغير وضع التشغيل للصمام ليمر الزيت المضغوط من الحمل إلى الخزان أى من B إلىT إلى أن يعود الضغط عند الحمل للضغط المعاير من عليه الصمام فيعود الصمام لوضعه الطبيعى فيمر الزيت المضغوط من A إلى B ويصاحب ذلك انخفاض لضغط المصدر للقيمة المعاير عليها الصمام وبذلك يثبت الضغط عند الحمل بدون أى قفزات .



الشكل (٢ ـ ١٧)



٢/٥ ـ الصمامات اللارجعية وصمامات التحكم فى التدفق :

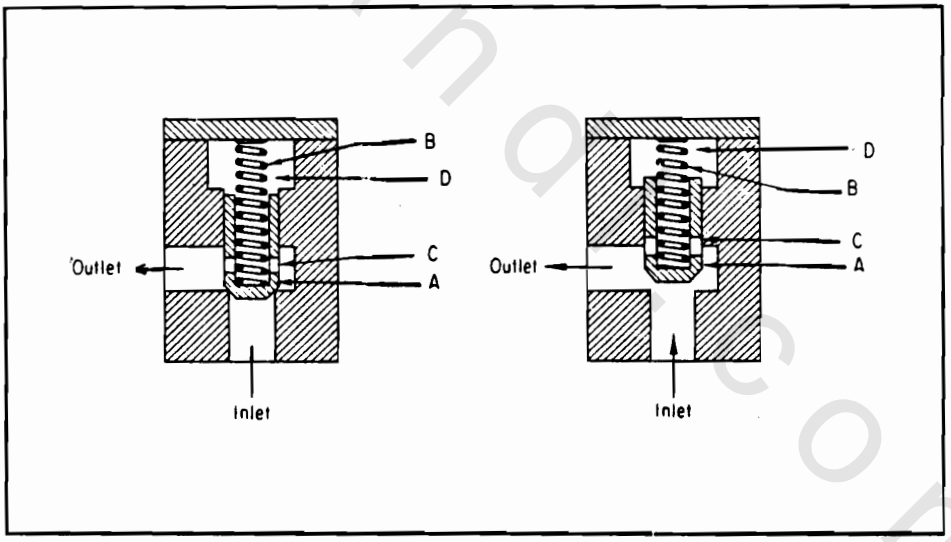
Check and flow control valves

تقوم الصمامات اللارجعية بالسماح للزيت المضغوط بالمرور فى اتجاه واحد ، بينما تقوم صمامات التحكم فى التدفق بالتحكم فى معدل تدفق الزيت المضغوط وهى تستخدم عادة للتحكم فى سرعة الاسطوانات أو المحركات الهيدروليكية ، وهناك عدة أنواع من الصمامات اللارجعية وصمامات التحكم فى التدفق ، سنوضحها فى الفقرات التالية :

٢/٥/١ ـ الصمامات اللارجعية Check Valves :

تقوم هذه الصمامات بالسماح للزيت المضغوط بالمرور فى اتجاه فى حين تمنع سريانه فى الاتجاه الآخر ، وهناك عدة أنواع من هذه الصمامات وهى كما يلى :

١ ـ صمام لارجعى عادى يسمح بمرور الزيت المضغوط فى اتجاه واحد فقط والشكل (٢ ـ ١٨) يعرض قطاعين لأحد التصميمات المستخدمة لهذا النوع من الصمامات موضحاً عليها اتجاه مرور الزيت فى الصمام .



الشكل (٢ ـ ١٨)

حيث إن :

A عنصراً قفازاً على شكل مخروط .

B يای إرجاع .

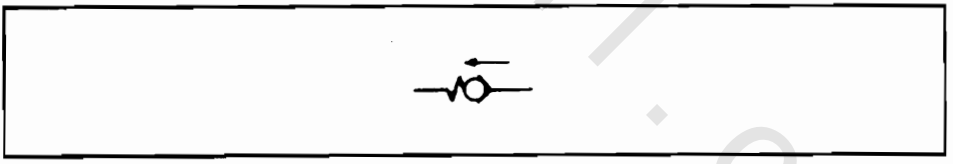
C فتحة خنق .

D غرفة الياى .

ففى الشكل (أ) قطاع لصمام لارجعى فى وضع مغلق ، حيث يقوم العنصر القفاز A بمنع تدفق الزيت المضغوط فى الصمام عند دخوله على فتحة الخرج Outlet نتيجة لقوة دفع الياى B ، والتى تدفع العنصر القفاز لأسفل ، وايضاً نتيجة القوة المتولدة من ضغط الزيت المتدفق لغرفة الياى D عبر فتحة الخنق C والتى تدفع العنصر القفاز لأسفل .

وفى (الشكل ب) قطاع لارجعى فى وضع مفتوح ، حيث يتدفق الزيت المضغوط فى الصمام عندما تكون القوة الناتجة عن ضغط الزيت عند فتحة الدخل inlett ، التى تدفع العنصر القفاز A لأعلى أكبر من القوة الناتجة عن الياى B والتى تدفع العنصر القفاز A لأسفل .

والجدير بالذكر أن فتحة الخنق C تعمل على تصريف الزيت المتسرب لغرفة الياى D فى هذه الحالة ، وفيما يلى رمز الصمام اللارجعى :



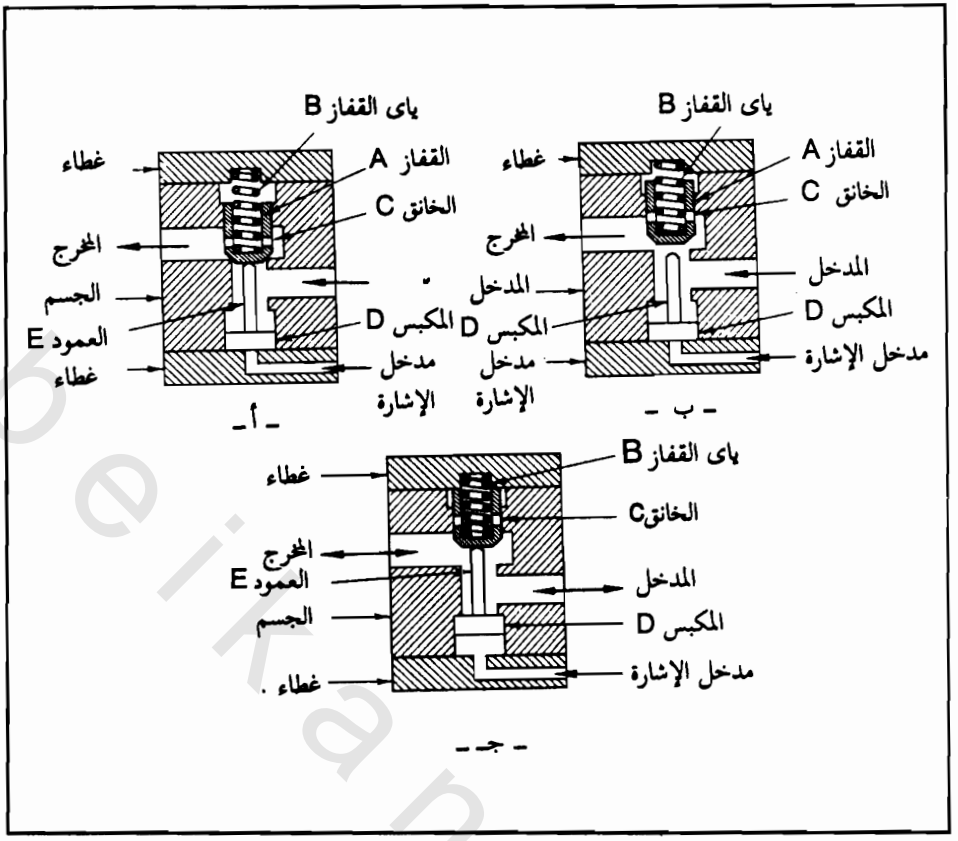
٢ ـ صمام لارجعى بإشارة تحكم Pilot operated check valve :

الشكل (٢ ـ ١٩) يعرض ثلاثة قطاعات فى صمام لارجعى بإشارة تحكم فى ثلاثة أوضاع تشغيل وهى كالآتى :

أ ـ وضع الغلق (الشكل أ) .

ب ـ وضع الفتح الطبيعى (الشكل ب) .

جـ ـ وضع الفتح المعاكس عند وصول إشارة ضغط لمدخل الإشارة (الشكل جـ)



الشكل ٢ ـ ١٩

فعند دخول الزيت المضغوط لفتحة الخرج فإن العنصر القفاز A سيتعرض لقوتين **الأولى** : بفعل ياى القفاز B **والثانية** : بفعل القوة الناتجة عن ضغط زيت الدخل ، الداخل من فتحة الخنق C ، كلاهما لأسفل فيكون الصمام فى وضع مغلق (الشكل أ) .

وعند دخول الزيت المضغوط لمدخل الصمام ، فإن العنصر القفاز A سيتعرض لقوتين **الأولى** : ناتجة عن ضغط زيت الدخل وتكون لأعلى **والثانية** : ناتجة عن الياى B ، وتكون لأسفل ، وعندما تكون القوة الأولى أكبر من القوة الثانية يتحول الصمام لوضع الفتح الطبيعى (الشكل ب) .

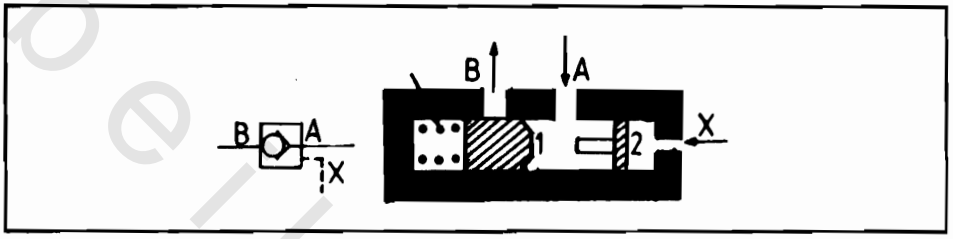
وعند دخول الزيت المضغوط لمخرج الصمام ، وكذلك لمدخل الإشارة ، فإن العنصر القفاز A سيتعرض لثلاث قوى **الأولى** : ناتجة عن قوة دفع الياى B وتكون لأسفل .

والثانية : ناتجة عن ضغط الزيت الداخل من فتحة الخنق c ، وتكون لأسفل أيضاً .

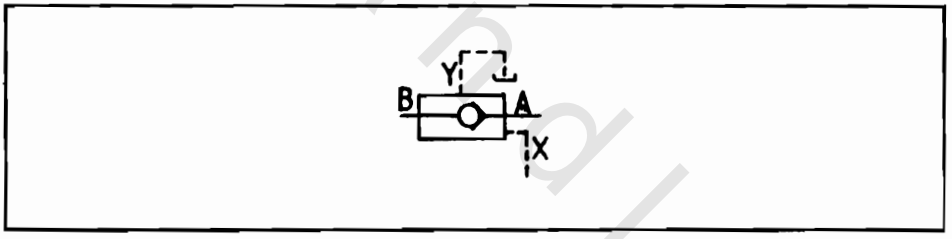
والثالثة : ناتجة عن ضغط الزيت الداخل لمدخل الإشارة ، والمؤثرة على المكبس D لأعلى .

وعند تغلب القوة الثالثة على محصلة القوة الأولى والثانية يمر الزيت فى الاتجاه المعاكس للتدفق الطبيعى (الشكل ج) .

وفيما يلى رمز الصمام اللارجعى ذى إشارة التحكم .

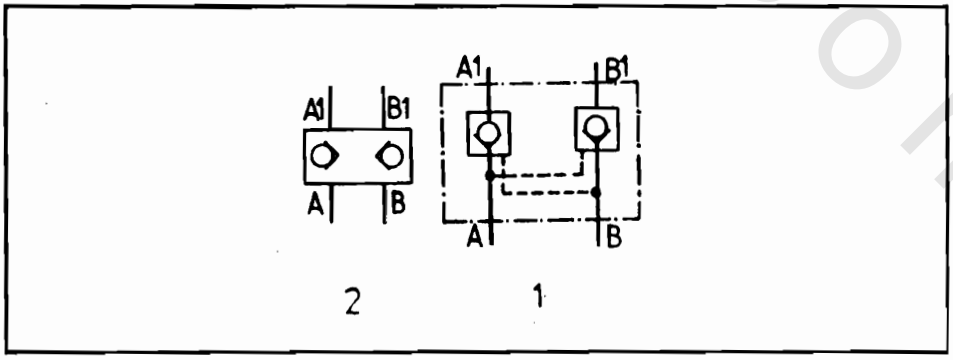


ويوجد نوع من الصمامات اللارجعية ذات إشارة التحكم ، يكون مزود بفتحة تصريف ، وفيما يلى رمز هذا النوع من الصمامات .



٣ ـ صمام لارجعى مزدوج Double Pilot Check Valve :

وهو يتكون من صمامين لارجعيين كلاهما بإشارة تحكم ، وهذان الصمامان



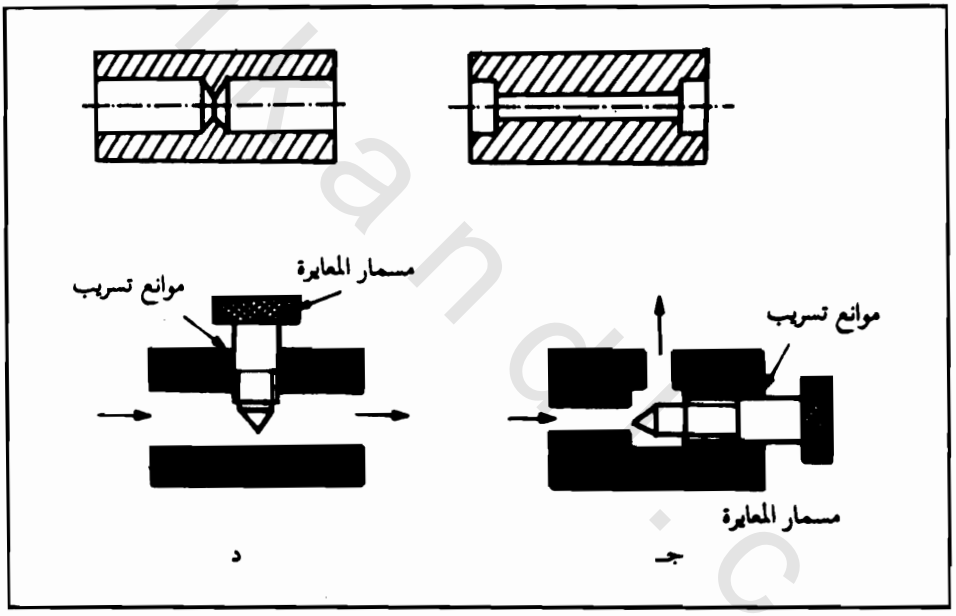
داخل غلاف واحد ، وفيما يلى الرمز المفصل(1) والرمز المختصر لهذا الصمام (2)

ويسمح هذا الصمام بمرور الزيت المضغوط فى الاتجاه A إلى A1 ، B إلى B1 يمكن أن يعمل الصمام على إمرار الزيت المضغوط فى الاتجاهين A إلى A1 ، B1 إلى B فى آن واحد ، وكذلك إمرار الزيت المضغوط فى الاتجاهين B إلىB1 ، A1 إلى A فى آن واحد ، وذلك نتيجة لطريقة توصيل وصلات التحكم .

٢/٥/٢ ـ الصمامات الخانقة Throttle Valves :

تقوم الصمامات الخانقة بخنق مرور الزيت الهيدروليكى بها ، أى تقليل معدل تدفق الزيت الهيدروليكى عند المرور فيها .

وهناك عدة أنواع من الصمامات الخانقة موضحة بالشكل (٢ ـ ٢٠) .



الشكل ٢ ـ ٢٠

وفيما يلى عرض لأنواع الصمامات الخانقة الموضحة فى هذا الشكل :

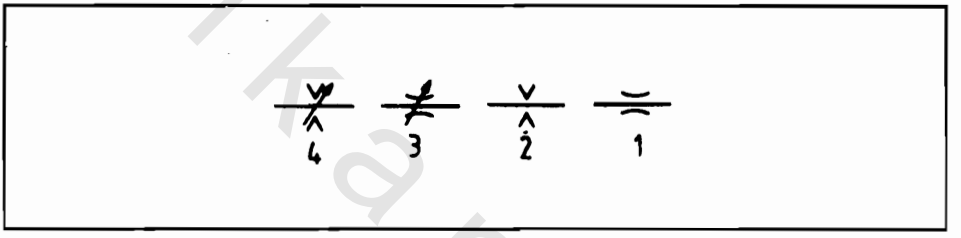
ـ صمام بفوهة خنق Orifice Throttle Valve (أ) ، ويقلل هذا الصمام معدل تدفق الزيت المار فيه بقيمة ثابتة ويزداد الانخفاض فى معدل التدفق كلما صغرت المساحة الفعالة لموضع الخنق ، وأيضاً كلما نقص فرق الضغط بين ناحيتى الصمام

(المدخل والمخرج) ، ويعتمد ذلك على مقدار حمل الاسطوانة، أو المحرك المتصل به.

ـ صمام بخنق ثابت Throttle Valve (ب) ، ويقلل هذا الصمام معدل تدفق الزيت المضغوط المار فيه بقيمة ثابتة ويزداد الانخفاض فى معدل التدفق كلما قلت المساحة الفعالة لمنطقة الخنق ، وكلما زاد طول منطقة الخنق وكلما نقص فرق الضغط بين ناحيتى الصمام (المدخل والمخرج) ويعتمد ذلك على مقدار حمل الاسطوانة ، أو المحرك المتصل به .

ـ صمام خانق قابل المعايرة (جـ) حيث يستخدم هذا الصمام للتحكم فى معدل تدفق الزيت المار فيه بواسطة وسيلة يدوية معدة لذلك ، وهى مسمار معايرة .

وفيما يلى رموز الصمامات الخانقة :



حيث إن :

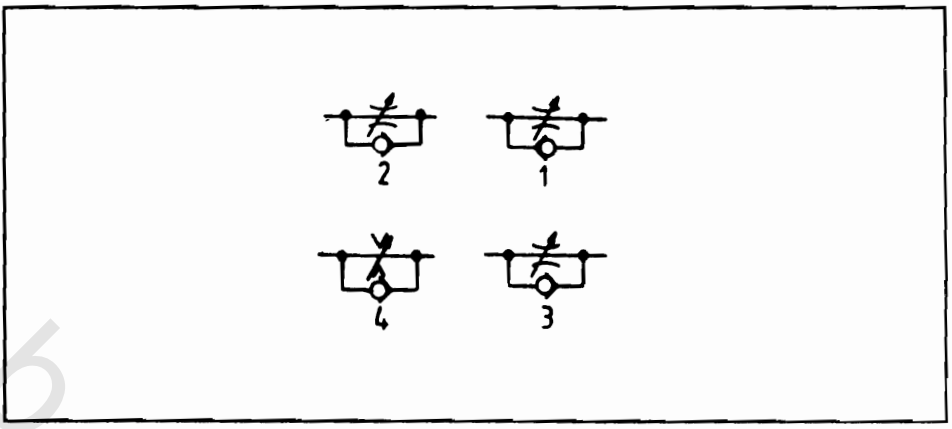
الرمز 1 لصمام خانق بخنق ثابت . الرمز 3 لصمام خانق قابل المعايرة .

الرمز 2 لصمام بفوهة خنق . الرمز 4 لصمام بفوهة خنق قابل المعايرة .

٣/٥/٢ ـ الصمامات الخانقة اللارجعية Throttle Check Valves :

تستخدم الصمامات الخانقة اللارجعية إذا كان الخنق مطلوباً فى اتجاه واحد فقط ، وبصفة عامة فإن الصمام الخانق اللارجعى يعمل كصمام خانق موصل بالتوازى مع صمام لارجعى .

ويوجد عدة أنواع من الصمامات الخانقة اللارجعية ، وفيما يلى رموز هذه الأنواع :



حيث إن :

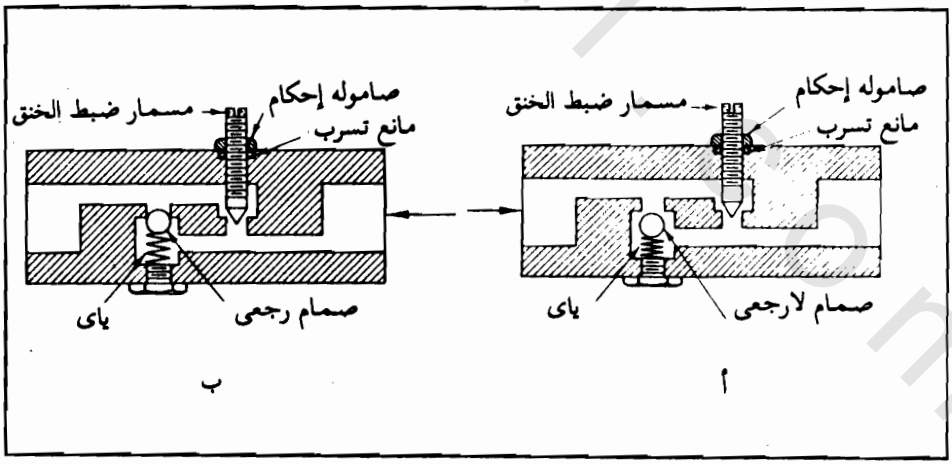
الرمز 1 لصمام خانق لارجعى بخنق ثابت .

الرمز 2 لصمام خانق لارجعى بفوهة خنق .

الرمز 3 لصمام خانق لارجعى بخنق قابل المعايرة .

الرمز 4 لصمام خانق لارجعى بفوهه خنق قابل المعايرة .

والشكل (٢ ـ ٢١) يعرض قطاعين لصمام خانق لارجعى بخنق قابل المعايرة



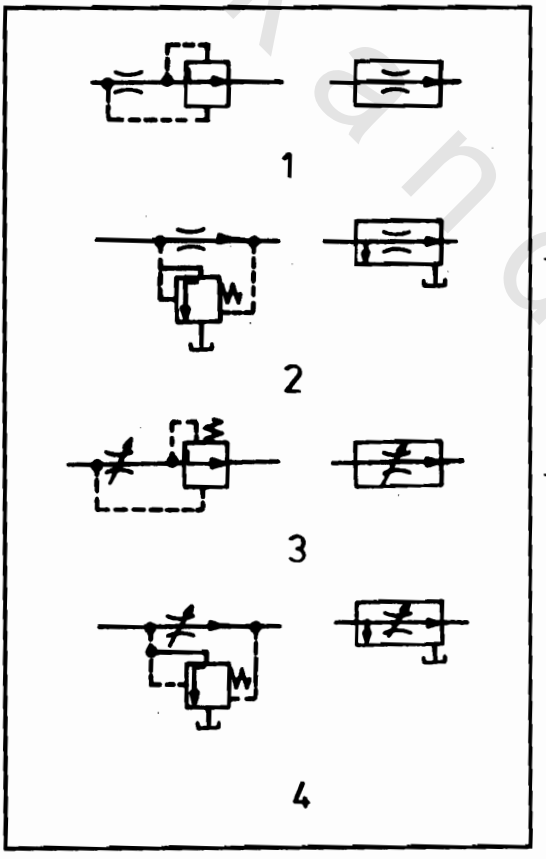
الشكل (٢ – ٢١)

فى وضعين مختلفين : وضع التدفق الحر (الشكل أ) وضع الخنق (الشكل ب) .

وتستخدم الصمامات الخانقة اللارجعية عادة فى تقليل سرعة الاسطوانات والمحركات الهيدروليكية ذات الأحمال الثابتة فى اتجاه واحد فقط ، وذلك عندما تكون الدقة غير مطلوبة حيث إن معدل تدفق الصمامات الخانقة اللارجعية أثناء قيامها بخنق تدفق الزيت المضغوط لايعتمد على المعايرة فقط ، بل يعتمد أيضاً على فرق الضغط بين فتحتيها (أى الحمل) فكلما زاد الحمل ازداد فرق الضغط وقل معدل التدفق ، ومن ثم قلت سرعة عنصر الفعل سواء كانت اسطوانة أو محرك والعكس بالعكس .

٤/٥/٢ ـ صمامات تنظيم التدفق بتعويض الضغط

Pressure Compensated Flow Control Valves



صممت هذه الصمامات بغرض التغلب على المشكلة الموجودة فى الصمامات الخانقة ، والصمامات الخانقة اللارجعية ، وهى تغير معدل التدفق مع تغير الأحمال ، وذلك نتيجة لتغير فرق الضغط بين مدخل ومخرج هذه الصمامات ، فصمامات تنظيم التدفق بتعويض الضغط تمتاز بثبوت فرق الضغط بين مدخلها ومخرجها ، بغض النظر عن طبيعة الأحمال ، وبالتالى يصبح معدل التدفق معتمداً فقط على المعايرة .

وفى المقابل الرموز المفصلة والمختصرة لهذه الصمامات وهى كما يلى :

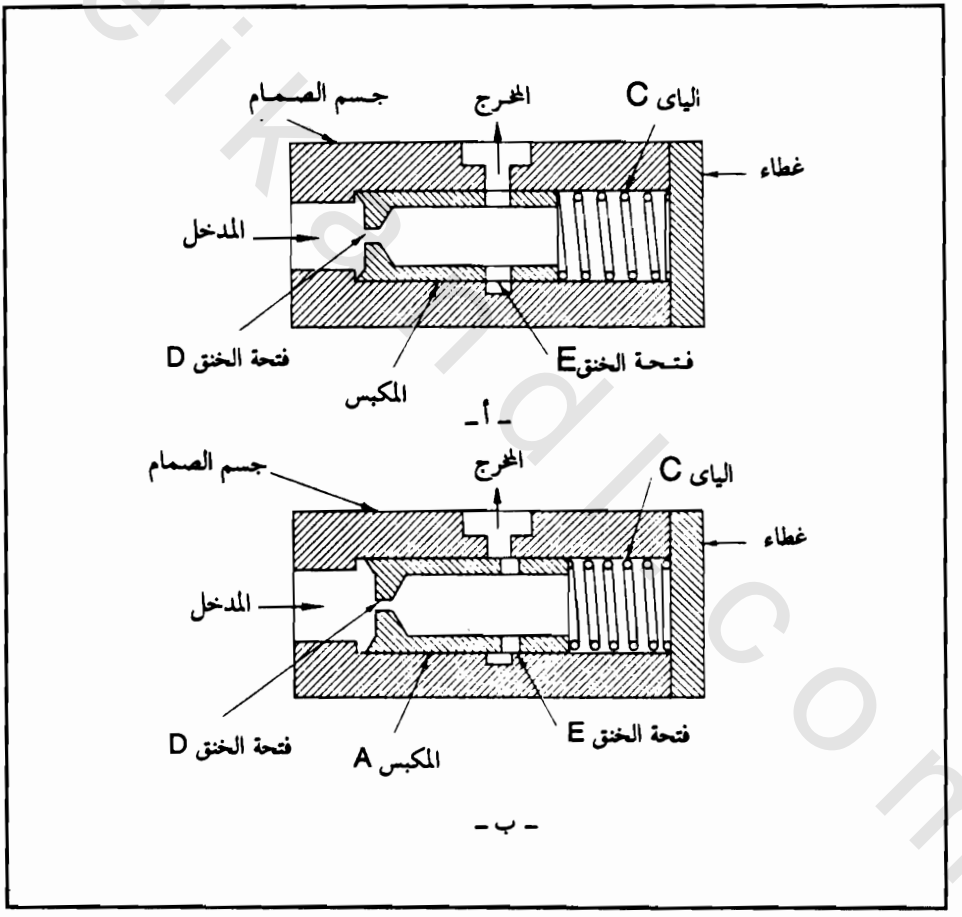
الرمز 1 لصمام تنظيم تدفق مزدوج بتعويض للضغط وبخنق ثابت .

الرمز 2 لصمام تنظيم تدفق ثلاثى بتعويض للضغط وبخنق ثابت .

الرمز 3 لصمام تنظيم تدفق مزدوج بتعويض للضغط وبخنق قابل للمعايرة.

الرمز 4 لصمام تنظيم تدفق ثلاثى بتعويض للضغط وبخنق قابل المعايرة ، علماً بأن الفرق بين صمام تنظيم التدفق المزدوج وصمام تنظيم التدفق الثلاثى هو أن الأخير يكون مزوداً بفتحة تصريف للضغط الزائد للخزان .

والشكل (٢ ـ ٢٢) يعرض قطاعين لصمام تنظيم تدفق بتعويض ضغط بخنق ثابت فى حالة فتح كامل (الشكل أ) ، وفى حالة فتح جزئى (الشكل ب) .

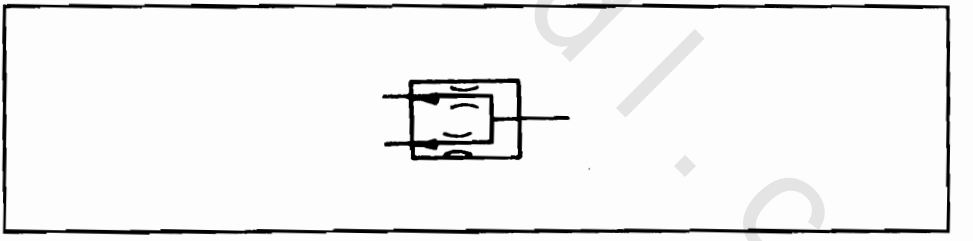


الشكل (٢ ـ ٢٢)

ففى الشكل أ يكون ضغط الزيت عندالمدخل غير كافٍ لتحريك المكبس A جهة اليسار ، وبالتالى يمر تدفق الزيت المضغوط المار من فتحة الخنق D عبر فتحة الخنق E المفتوحة كلياً إلى مخرج الصمام ، وفى الشكل ب يكون ضغط الزيت عند المَدخل مرتفعاً فيتحرك المكبس A جهه اليسار ، وبالتالى يمر تدفق الزيت المضغوط المار من فتحه الخنق D عبر فتحة الخنق E المفتوحة جزئياً وصولاً لمخرج الصمام ، وبذلك يصبح تدفق الزيت المضغوط الخارج من الصمام ثابتاً مهما تغير الضغط الناتج عن تغير الحمل .

ويعمل صمام تنظيم التدفق بتعويض الضغط فى اتجاه واحد بمعنى أنه إذا انعكس تدفق الزيت المضغوط فى الصمام أى عند تبديل فتحة الدخول مكان فتحة الخروج فإن الصمام يعمل كصمام خنق عادى يفقد خاصية تنظيم التدفق وبالتالى يتغير التدفق الخارج من الصمام تبعاً لتغير الحمل .

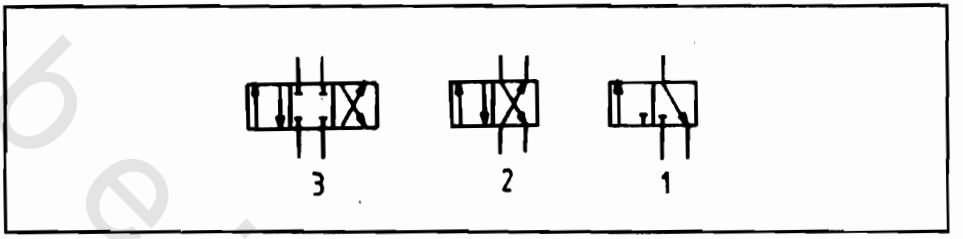
والجدير بالذكر أنه يمكن تقسيم تدفق المصدر على حملين مختلفين بالتساوى، بغض النظر عن قيمة كل منهما وذلك باستخدام صمام تقسيم التدفق Flow divider valve ، وهذا الصمام يتكون من عدد 2 صمام تنظيم تدفق مزدوج بتعويض للضغط وبخنق ثابت ، وهما متماثلان ، وفيما يلى رمز صمام تقسيم التدفق :



٦/٢ ـ الصمامات الاتجاهية Directional Valves :

تصمم الصمامات الاتجاهية لتوجيه السائل الهيدروليكى فى الوقت المناسب بالطريقة التى تسمح بتقديم أو تراجع اسطوانة هيدروليكية ، أو تشغيل أو إيقاف محرك هيدروليكى ، وهكذا ويتم تسمية الصمام الاتجاهى تبعاً لعدد فتحاته ، بدون أخذ فتحات التحكم فى الاعتبار ، وكذلك تبعاً لعدد مواضع التشغيل . وعادة يرمز لكل صمام اتجاهى بمستطيل مقسم إلى عدد من المربعات ، كل مربع يسمى

وضع تشغيل ويحدد على كل وضع تشغيل (مربع) الفتحات الخاصة بالصمام ، ثم يحدد مسارات التدفق فى كل وضع بمجموعة من الأسهم التى تدل على اتجاه التدفق ، وتحدد الفتحات المغلقة بوضع حرف T عندها ، وعادة توصل فتحات الصمام فى الوضع الابتدائى بباقى العناصر الهيدروليكية المستخدمة فى الدائرة الهيدروليكية، وفيما يلى رموز ثلاثة أنواع مختلفة من الصمامات الاتجاهية .



فالرمز 1 لصمام بوضعى تشغيل ، وثلاث فتحات ، ويسمى هذا الصمام بصمام اتجاهى 3/2 .

والرمز 2 لصمام بوضعى تشغيل ، وأربع فتحات ، ويسمى هذا الصمام بصمام اتجاهى 4/2 .

والرمز 3 لصمام بثلاثة مواضع تشغيل وأربع فتحات ويسمى بصمام اتجاهى 4/3 .

وعادة ما توضع بجوار فتحات الصمام فى الوضع الابتدائى أو وضع التشغيل الحالى لها حرف يدل على وظيفة الفتحة ، وفيما يلى الأحرف المستخدمة ومدلولها:

P فتحة خط الضغط ، وتوصل عادة بالمضخة.

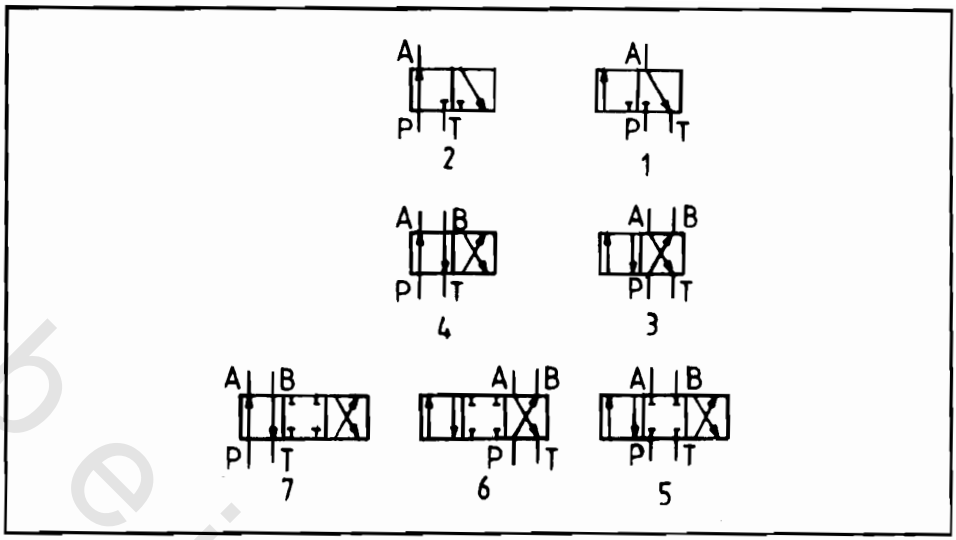
T فتحة الحمل وتوصل عادة بالاسطوانة أو المحرك .

وفميا يلى رموز ثلاثة أنواع مختلفة من الصمامات الاتجاهية فى الوضع الابتدائى وفى وضع التشغيل .

حيث إن :

الرمز 1 لصمام اتجاهى 3/2 يعمل على الوضع الأيمن ، وفيه الفتحة p مغلقة والمسار T ← A مفتوح .

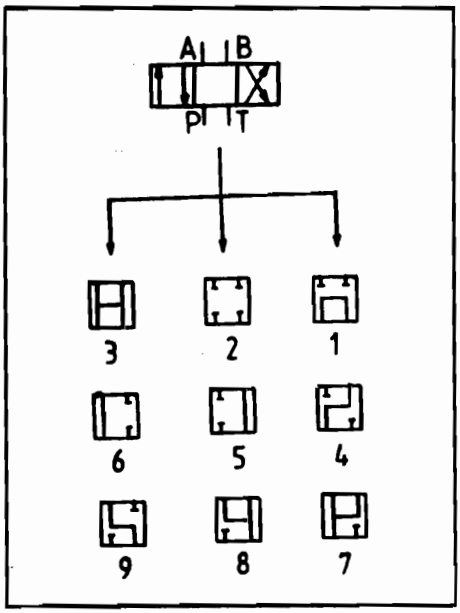
والرمز 2 لصمام اتجاهى 3/2 يعمل على وضع التشغيل الأيسر وفيه الفتحة T مغلقة والمسار A ← p مفتوح .



والرمز 3 لصمام اتجاهى 4/2 يعمل على الوضع الأيمن ، ومسارات التدفق ، فى هذا الوضع كالآتى : A ← p ، B ← T .

الرمز 4 لصمام اتجاهى 4/2 يعمل على الوضع الأيسر ، ومسارات التدفق فى هذا الوضع كالآتى : A ← p ، B ← T .

والرمز 5 لصمام اتجاهى 4/3 ، يعمل على الوضع المركزى (التعادل) ، وفيه جميع فتحات الصمام مغلقة



الرمز 6 لصمام اتجاهى 4/3 يعمل على الوضع الأيسر ، ومسارات التدفق فى هذا الوضع كالآتى : A ← p ، B ← T .

ملاحظة :

تقوم الشركات المصنعة للصمامات الاتجاهية بعرض تصميمات مختلفة للصمامات 4/3 تختلف فى الوضع

obeikandl.com

المركزى لها ، وفى المقابل الأشكال المختلفة لوضع التعادل للصمامات 4/3 المتوفرة فى الأسواق .

حيث إن :

الرمز 1 لوضع تعادل تتابعى Tandem ويستخدم عند توصيل الصمامات على التوالى أو لخفض درجة حرارة الزيت بالسماح لخرج المضخة بالعودة للخزان ، وقت توقف الأحمال .

الرمز 2 لوضع تعادل مغلق الفتحات Closed ، ويستخدم هذا الوضع عندما يكون هناك أكثر من مستخدم يغذى من وحدة قدرة هيدروليكية واحدة .

الرمز 3 لوضع التعادل المفتوح Open ويستخدم هذا الوضع لتقليل الحرارة فى الدائرة الهيدروليكية وذلك بالسماح لخرج المضخة بالرجوع للخزان وقت الراحة أى وقت توقف الأحمال .

الرمز 4 لوضع تعادل مزود بالمسار p → A

الرمز 5 لوضع تعادل مزود بالمسار B → T

الرمز 6 لوضع تعادل مزود بالمسار p → A

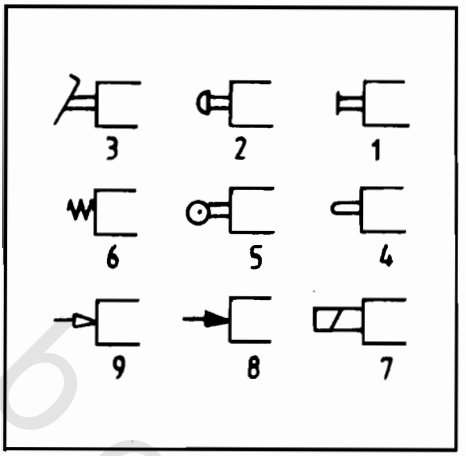
والرمز 7 لوضع تعادل مزود بالمسار p → A,B ، ويسمى بوضع تعادل عائم متصل بمصدر الضغط .

والرمز 8 لوضع تعادل مزود بالمسار A,B → T ، ويسمى بوضع تعادل عائم متصل بالخزان .

الرمز 9 لوضع تعادل مزود بالمسار A → T .

علماً بأن لكل وضع تعادل استخداماً خاصاً .

ودائماً ما يوضع على جانبى المستطيل المعبر عن الصمام الاتجاهى وسائل تشغيل الصمام وفى المقابل الوسائل المختلفة لتشغيل الصمامات وهى كالآتى :



ـ تشـــغـــيل الصـــمـــام بذراع يدوى(الرمز1)

ـ تشـــغـــيل الصـــمـــام بضـــاغط يدوى(الرمز2)

ـ تشغيل الصمام ببدال يعمل بالقدم (الرمز3)

ـ تشغيل الصمام بخابور دفع كنهاية مشوار (الرمز 4)

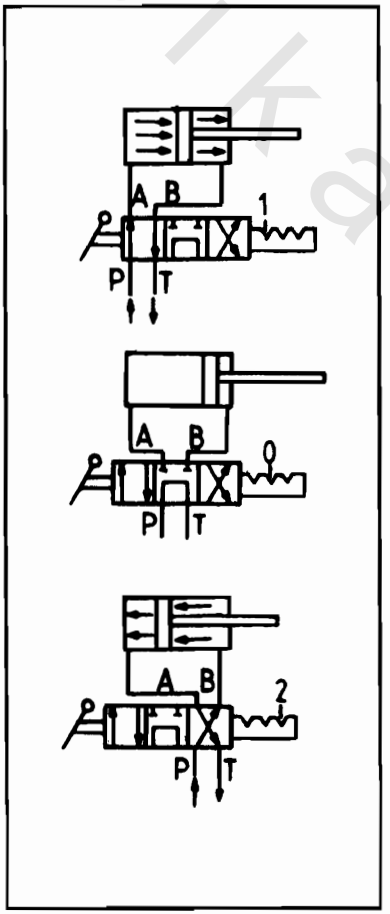
ـ تشغيل الصمام ببكرة دفع كنهاية مشوار (الرمز 5)

ـ عودة الصمام للوضع الابتدائى بياى (الرمز 6)

ـ تشغيل الصمام بملف كهربى (الرمز 7)

ـ تشغيل الصمام بإشارة ضغط هيدروليكية (الرمز 8).

ـ تشـغـيل الصـمـام بإشـارة ضـغط هوائيـة (الرمز9) .



الشكل (٢ – ٢٣)

والشكل (٢ ـ ٢٣) يوضح نظرية عـمل صمام اتجاهى 4/3 بوضع مركزى دوار (تتابعى) ويعمل بذراع بثلاثة مواضع (1-0-2) لتشغيل أسطوانة ثنائية الفعل .

فـفى (الشكل أ) الصـمـام على وضع التشغيل الأيسر حيث يتدفق السائل الهيدروليكى فى المسارات A ← p ، T ← B فتتقدم الاسطوانة للأمام وفى (الشكل ب) الصمام على الوضع

المركزى . حيث يتدفق الزيت الهيدروليكى فى المسار التتابعى p ← T أما الفتحات A, B فهى مغلقة لذلك فإن الاسطوانة سوف تتوقف عند آخر وضع لها .

وفى (الشكل جـ) الصمام على وضع التشغيل الأيمن حيث يتدفق السائل الهيدروليكى فى المسارات B ← p، T ← A فتتراجع الأسطوانة للخلف .

الملاحظات :

١ ـ الفتحة P توصل بوحدة القدرة الهيدروليكية .

٢ ـ الفتحة T توصل بالخزان لإعادة الزيت الراجع من الاسطوانة للخزان .

٣ ـ عند وضع ذراع تشغيل الصمام على وضع 1 نحصل على وضع التشغيل الأيسر للصمام .

٤ ـ عند وضع ذراع تشغيل الصمام على وضع 0 نحصل على الوضع المركزى للصمام .

٥ ـ عند وضع ذراع تشغيل الصمام على وضع 2 نحصل على وضع التشغيل الأيمن للصمام .

٦ ـ فى الوضع المركزى تكون الاسطوانة متوقفة بينما يعود كل خرج وحدة القدرة الهيدروليكية للخزان مما يمنع ارتفاع درجة حرارة الزيت الهيدروليكى .

١/٦/٢ ـ التصميمات المختلفة للصمامات الاتجاهية :

تنقسم الصمامات الاتجاهية حسب تصميمها إلى :

أ ـ صمامات اتجاهية قفازة Poppet valves .

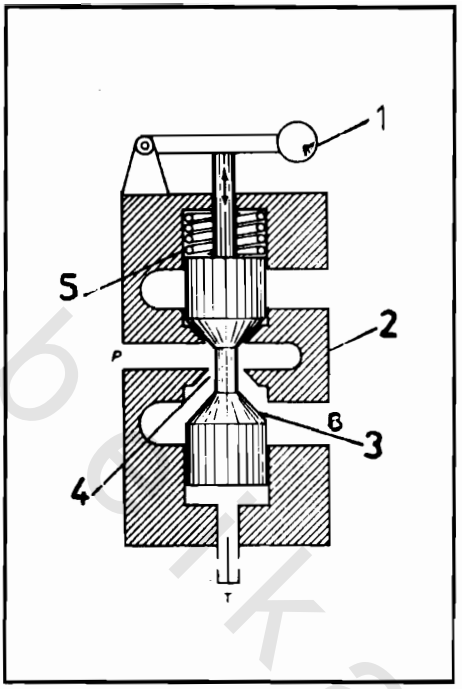
ب ـ صمامات اتجاهية منزلقة Sliding Spool Valves .

أولاً : الصمامات الاتجاهية القفازة :

الشكل (٢ ـ ٢٤) يعرض قطاعاً فى صمام اتجاهى قفاز 3/2 بذراع تشغيل وياى إرجاع .

حيث إن :

ذراع تشغيل الصمام 1



الشكل (٢ ـ ٢٤)

جسم الصمام 2
العنصر القفاز على شكل مخروط 3
قاعدة ارتكاز العنصر القفاز 4
يای الإرجاع 5

وتتميز الصمامات الاتجاهية القفازة بأن الفتحات المغلقة تكون مغلقة بإحكام وبدون أى تسريب ، ويعاب عليها عدم توفر تصميمات متنوعة من الصمامات الاتجاهية القفازة ، ويرجع ذلك الى طبيعة تصميم هذه الصمامات.

ثانياً : الصمامات الاتجاهية المنزلقة :

إن أكثر الصمامات الاتجاهية المستخدمة هى صمامات منزلقة تحتوى على عنصر منزلق بداخلها ، ويمكن تقسيم الصمامات المنزلقة إلى نوعين :

١ ـ النوع الخطى
٢ ـ النوع الدوار .

والنوع الخطى هو الأكثر انتشاراً للميزات التالية :

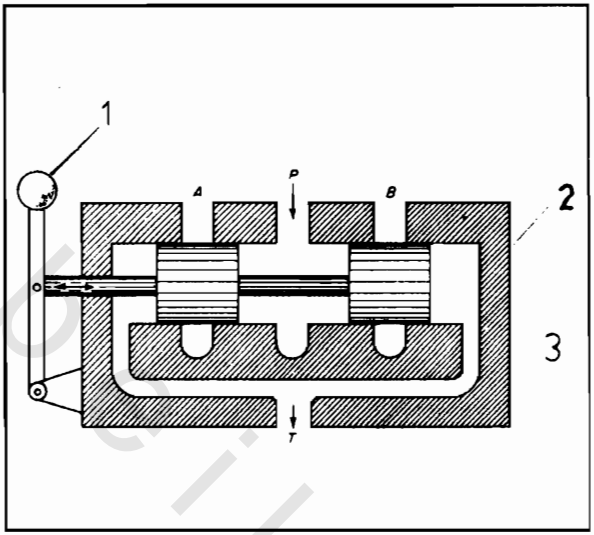
أ ـ بساطة التصميم .
ب ـ قلة التسربات .
جـ ـ تعدد وسائل التحكم المستخدمة معها .
د ـ صغر القوى اللازمة لتشغيلها .

ويعاب على الصمامات المنزلقة بصفة عامة حدوث تسربات عند الأوضاع التى بها فتحات مغلقة ، وذلك نتيجة للخلوصات الموجودة بين العنصر المنزلق ، وجسم الصمام، والتى تصل إلى (5 : 15 µm) .

وفى الشكل (٢ ـ ٢٥) قطاع لصمام اتجاهى منزلق 4/3 بذراع تشغيل له ثلاثة مواضع تشغيل وهو فى الوضع المركزى حيث إن :

ذراع تشغيل الصمام 1
جسم الصمام 2

العنصر المنزلق 3



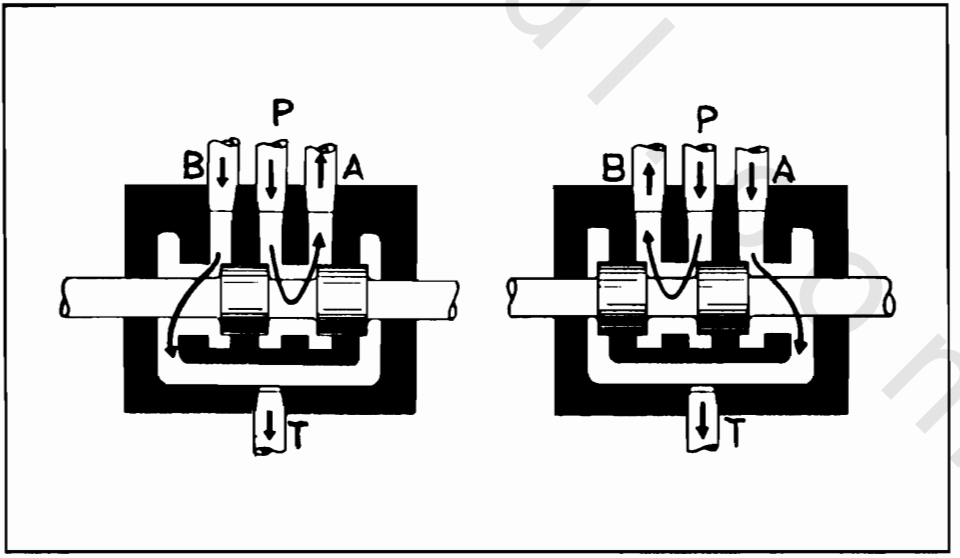
فـفى الوضع المركـزى للصمام تكون جميع فتحات الصـمـام مـغلقـة وعند دفع ذراع تشغيل الصمام جهة اليمين تكون مسارات الصمام كما يلى T ← A و p ← B

وعند دفع ذراع تشـغـيل الصـمـام جهـة اليسار تكون مسارات الصمام كما يلى : T ← B و p ← A وهكذا.

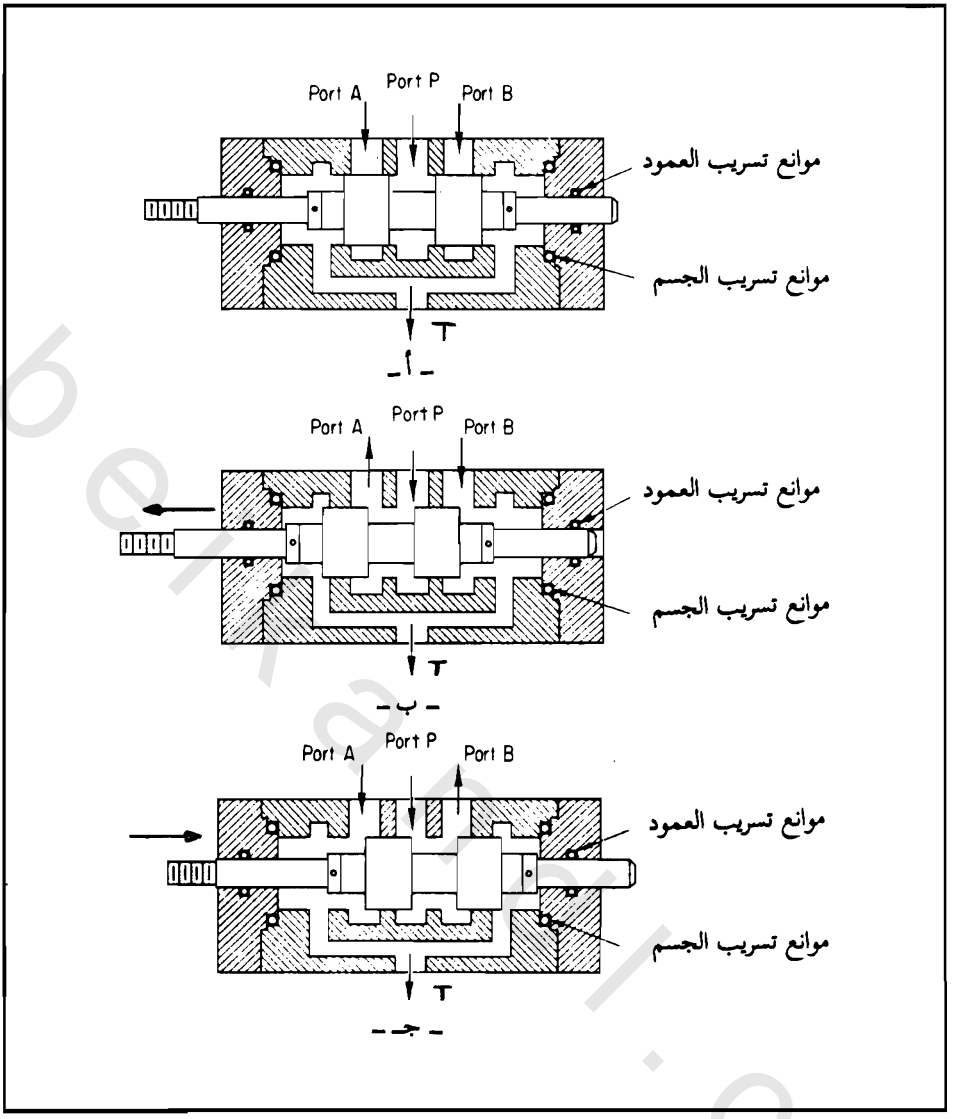
وفى الشكل (٢ ـ ٢٦) قطاعات لصمام اتجاهى منزلق 4/2 من النوع الخطى. فـالرسم أ يبين مـسـارات الصمام فى الوضع الطبيعى وهى كالآتى p ← B و A← T ، وفى الرسم ب يبين مسارات الصمام فى وضع التشغيل وهى كالآتى P← A و B← T

الشكل (٢ ـ ٢٥)

علماً بأنه يمكن تشغيل هذا الصمام بوسائل مختلفة (ارجع للفقرة ٦/٢).



الشكل (٢ ـ ٢٦)



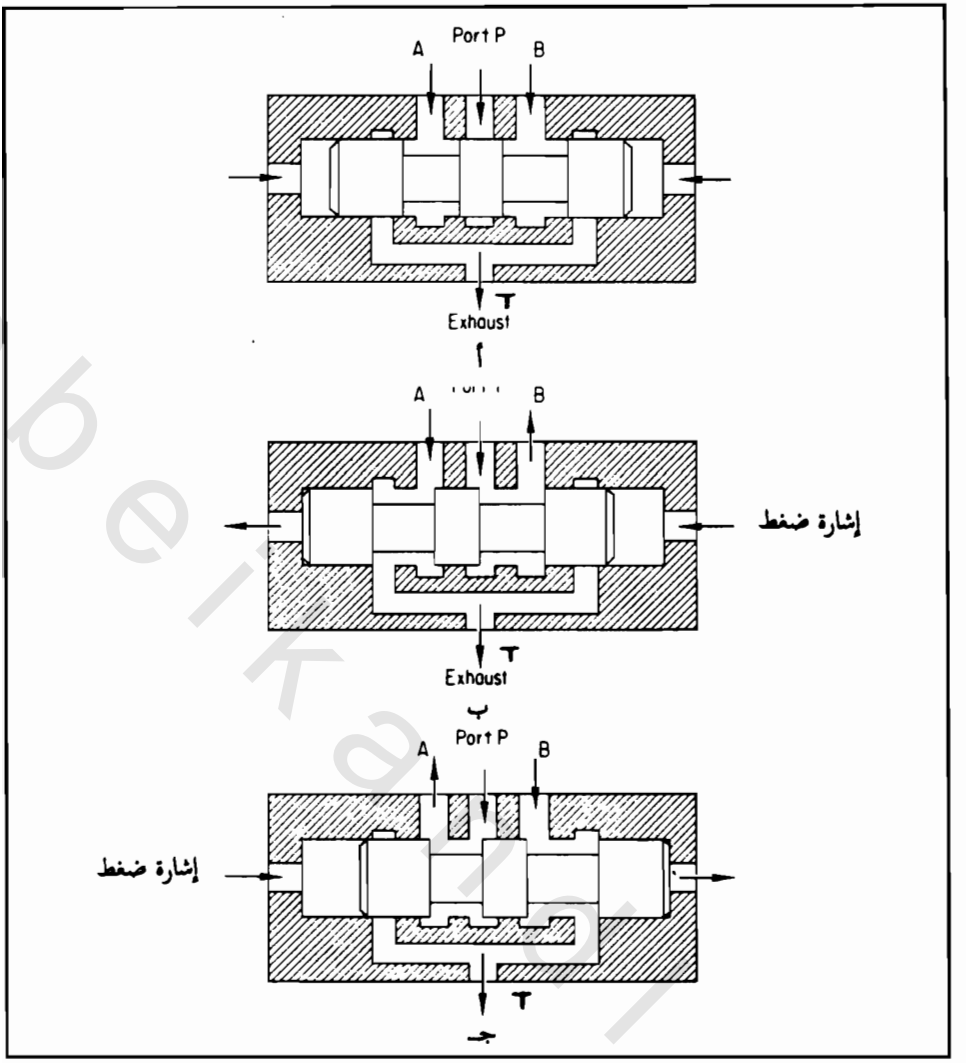
الشكل (٢ ـ ٢٧)

والشكل (٢ ـ ٢٧) يعرض ثلاثة قطاعات مختلفة لصمام 4/3 من النوع الخطى يمكن تشغيله بوسيلة تشغيل يدوية أو ميكانيكية عند أوضاع التشغيل التالية:

ـ الوضع المركزى (الشكل أ) وتكون جميع الفتحات A, P, B, T مغلقة .

ـ الوضع الأيسر (الشكل ب) وتكون المسارات كالآتى : P→ A و B→T

الوضع الأيمن (الشكل جـ)وتكون مسارات الصمام كالآتى: A→ Tو p → B



الشكل (٢ ـ ٢٨)

والشكل (٢ ـ ٢٨) يعرض ثلاثة قطاعات لصمام 4/3 من النوع الخطى يعمل بإشارتى ضغط عند أوضاع التشغيل التالية :

ـ الوضع المركزى (الشكل أ) وتكون جميع الفتحات P, A, B, T مغلقة .

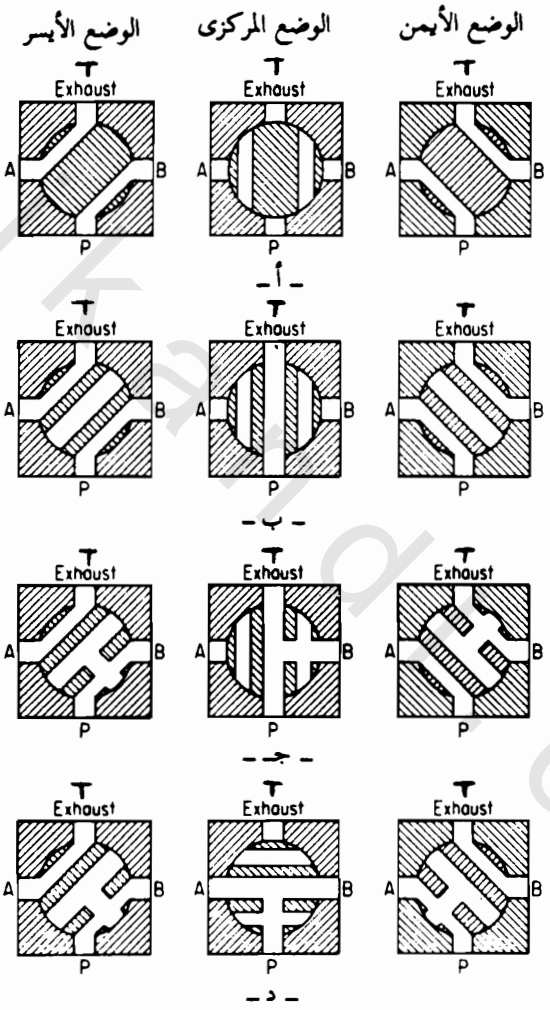
ـ الوضع الأيسر (الشكل ب) وذلك عند وصول إشارة ضغط لفتحة الإشارة اليمنى ، وتكون مسارات الصمام كالآتى : A→T و P→ B

ـ الوضع الأيمن (الشكل ج) ، وذلك عندوصول إشارة ضغط لفتحة الإشارة اليسرى ، وتكون مسارات الصمام كالآتى : B→T و P→ A .

والشكل (٢ ـ ٢٩) يعرض عدد 12 قطاعاً لأربعة صمامات 4/3 من

الصمامات المنزلقة من النوع الدوار فى الوضع المركزى ووضع التشغيل الأيمن ، ووضع التشغيل الأيسر ، فالشكل أ يعرض ثلاثة قطاعات فى الوضع المركزى ، ووضع التشغيل الأيمن ، ووضع التشغيل الأيسر لصمام 4/3 بوضع مركزى مغلق الفتحات .

والشكل (ب) يعرض ثلاثة قطاعات فى أوضاع التشغيل الثلاثة لصمام 4/3 له



الشكل (٢ ـ ٢٩)

وضع مركزى دوار (T ← P) .

والشكل جـ يعرض ثلاثة قطاعات فى أوضاع التشغيل الثلاثة لصمام 4/3 له وضع مركزى مزود بالمسارات T ← P و B ← T .

والشكل (د) يعرض ثلاثة قطاعات فى أوضاع التشغيل الثلاثة لصمام 4/3 له وضع مركزى مزود بالمسارات A ← B و B ← P

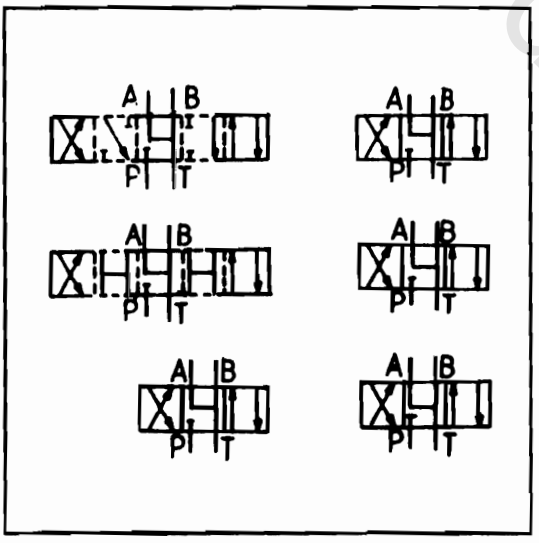
علماً بأنه يمكن تغيير وضع التشغيل بذراع يدوية دوارة لها ثلاثة أوضاع .

٢/٦/٢ ـ الأوضاع الانتقالية للصمامات الاتجاهية :

من الأمور التى يجب أن تأخذ عناية خاصة من القارئ عند التعامل مع الصمامات الاتجاهية الانزلاقية الأوضاع الانتقالية لهذه الصمامات فمثلاً عند انتقال صمام اتجاهى 4/3 من وضع التعادل (المركزى) إلى وضع التشغيل جهة اليسار أو اليمين يوجد وضع انتقالى للصمام يعتمد على نوع التداخل الموجود، وعادة ترسم مواضع التشغيل الانتقالية داخل مربعات متقطعة لتمييزها عن باقى الأوضاع وذلك عند رسم الرمز المفصل للصمام ، وهناك عدة أنواع من التداخلات موضحة بالشكل (٢ ـ ٣٠) وهى كالآتى :

١ ـ التداخل الموجب Positive Overlap .

وهو موضح بالشكل (أ) ، فعند الانتقال من الوضع المركزى إلى وضع التشغيل الأيسر ، أو بالعكس تتصل الفتحة A مع T أولاً ، ثم تتصل بعد ذلك الفتحة P مع B ، وعند الانتقال من الوضع المركزى إلى وضع التشغيل الأيمن أو بالعكس ، تتصل الفتحة B مع T ثم بعد ذلك تتصل الفتحة P مع A.



الشكل (٢ ـ ٣٠)

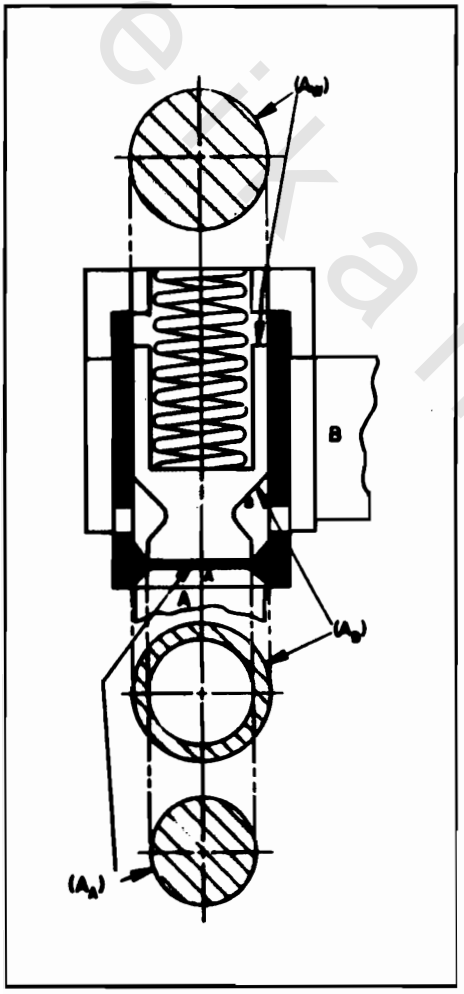
وتستخدم الصمامات ذات التداخلات الموجبة عندما يكون الضغط غير مرغوب فى انقطاعه عن عناصر الفعل (اسطوانات ـ محركات) أثناء الانتقال ولكن يراعى أنه يحدث قفزات فى الضغط مع هذا النوع من التداخلات .

٢ ـ **التداخل السالب** Negative Overap :

وهو موضح بالشكل (ب) فعند الانتقال من الوضع المركزى (التعادل) إلى وضع التشغيل الأيسر ، أو بالعكس تتصل جميع فتحات الصمام لفترة قصيرة ، وكذلك الحال عند الانتقال من وضع التعادل إلى الوضع الأيمن أو بالعكس ، علماً بأن قفزات الضغط الحادثة مع هذا النوع من التداخلات أقل خطراً من التداخل الموجب ، ولكن يعاب على التداخل السالب امكانية تحرك عناصر الفعل حركة غير طبيعية تحت ظروف تحميل معينة .

٣ ـ **التداخل الصفرى** Zero overlap :

وهو موضح بالشكل (جـ) ، وفى هذا النوع من التداخلات لا يوجد وضع انتقالى بل الوضع النهائى مباشرة ، ولذلك فإن هذا النوع من التداخلات هو أدق الأنواع ، ويستخدم عادة مع الصمامات المؤازرة ؛ نظراً لدقتها المتناهية.



الشكل (٢ ـ ٣١)

٢/٧ ـ الصمامات الخرطوشية 2/2 (عناصر المنطق)

Zway Cartirdge Valves (Logic Components)

الصمامات الخرطوشية هى صمامات قفازة 2/2 تشبه خرطوشة الطلقة النارية ومن ثم سميت بهذا الاسم ، ويطلق على الصمامات الخرطوشية عناصر المنطق ؛ لقيامها ببعض الوظائف المنطقية ، والتى سوف تتضح فيما بعد .

والشكل (٢ ـ ٣١) يعرض قطاعاً مبسطاً لأحد الصمامات الخرطوشية ذات

الوضع الابتدائى المغلقة وتتكون هذه الصمامات من جلبة بها ثقوب وبداخلها رأس محدب ؛ لفتح وغلق فتحات الجلبة ويرتكز هذا الرأس المحدب على ياى .

ويمكن للسائل الهيدروليكى أن يمر خلال الصمام من الفتحة A الموجودة أسفل الصمام إلى الفتحة B الموجودة على جانب الصمام أو بالعكس ، ويمكن التحكم فى اتجاه سريان السائل الهيدروليكى من A إلى B أو العكس ، عن طريق الضغوط المؤثرة على A، B وكذلك الضغط المؤثر على الفتحة W الموجودة فى قمة الصمام ويوضح الشكل ذاته ثلاث مساحات هامة لهذه الصمامات وهى المساحة A_A وهى مساحة الفتحة A ، والمساحة A_B وهى المساحة الحلقية المحصورة بين الرأس المحدب والفراغ الداخلى للجلبة أما المساحة Aw فهى مساحة الفتحة W حيث إن :

$$Aw = A_A + A_B$$

وعند الاتزان تحت تأثير الضغوط على الفتحات المختلفة فإن :

$$- P_W + F_S = A_A \cdot P_A + A_B \cdot P_B \, A_W$$

حيث :

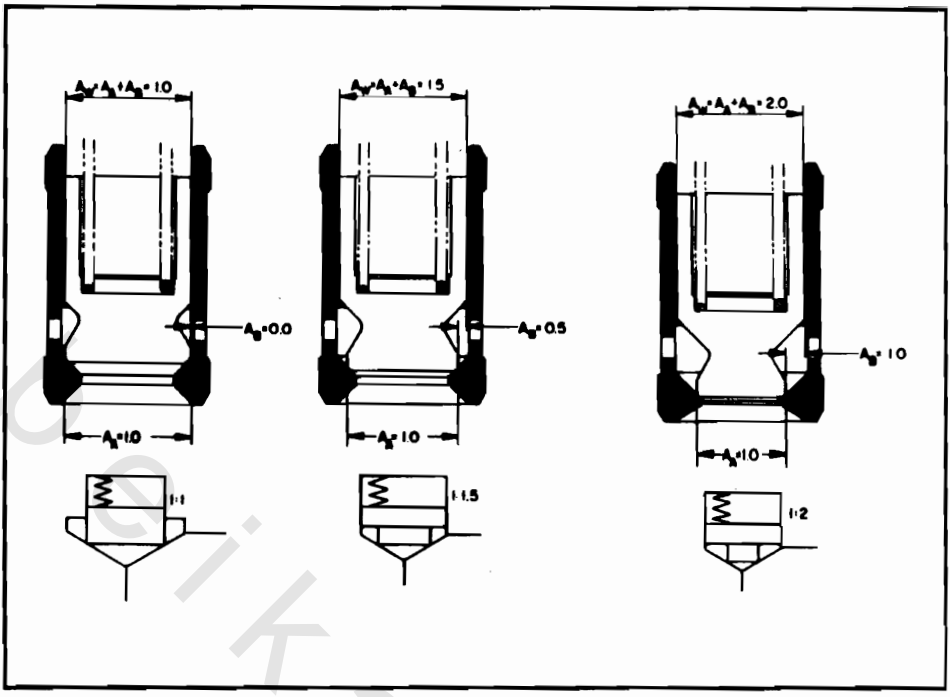
P_W, P_A, P_B هى الضغوط المؤثرة على الفتحات بالترتيب أما : Fs فهى قوة دفع الياى .

وعادة فإن Awأكبر من أ تساوى A_A أو A_B ، فإذا اعتبر أن المساحة A_A تساوى 1 فإن المساحة الحلقية A_B تساوى إما 0.0 أو 0.07 أو 0.5 أو 1 ، وعادة ما تكون المساحة Aw ثابتة لجميع الصمامات التى لها نفس الحجم ، وعادة ما يعرف الصمام بنسبة $\frac{A_A}{A_W}$.

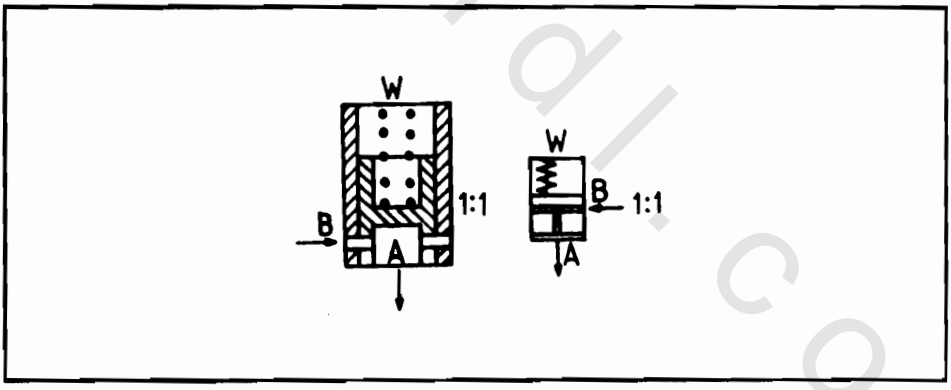
والشكل (٢ ـ ٣٢) يعرض ثلاثة قطاعات لصمامات خرطوشية لها وضع ابتدائى مغلق ولها النسب التالية :

1:2 , 1 : 1.5 , 1.1

ومن صناعة شركة he Oilgear Company , Milwaukee , Wis وكذلك موزعوها



الشكل (٢ ـ ٣٢)



الشكل (٢ ـ ٣٣)

وفى الشكل (٢ ـ ٣٣) قطاع لصمام خرطوشى بوضع ابتدائى مفتوح ،

ورمزه حيث يمر السائل الهيدروليكى فى الوضع الطبيعى من B إلى A وتوجد صمامات خرطوشية مغلقة فى وضعها الابتدائى مزودة بوسيلة للخمد ، لجعل عملية فتح وغلق الصمام تتم تدريجياً .

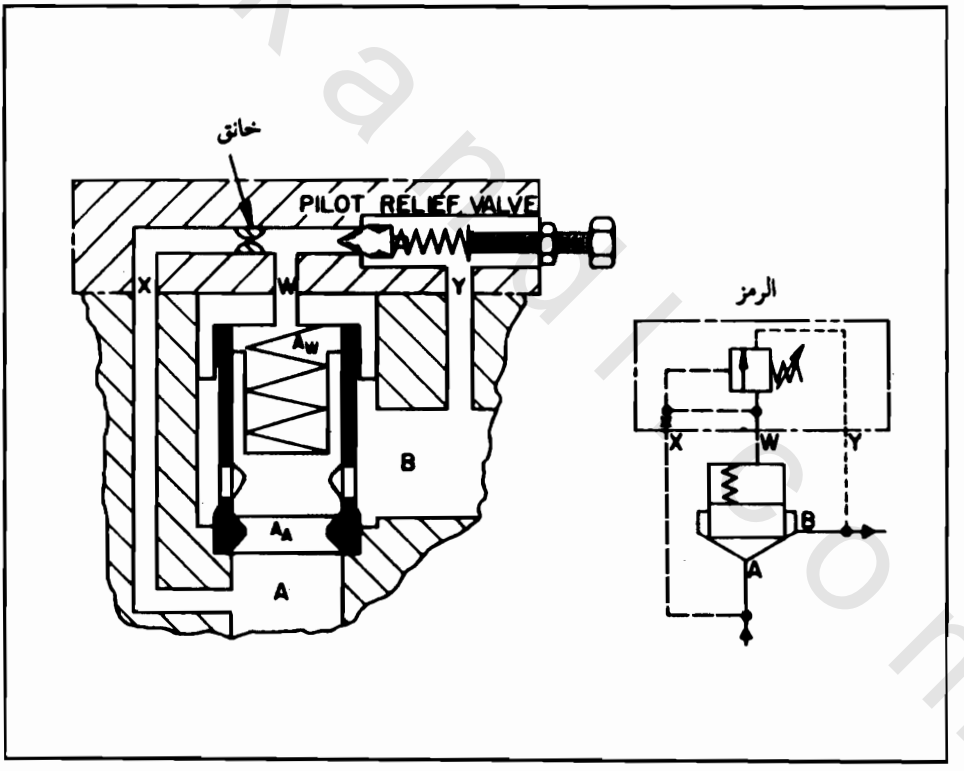
١/٧/٢ ـ استخدام الصمامات الخرطوشية :

هناك العديد من الاستخدامات للصمامات الخرطوشية 2/2 (عناصر المنطق) وذلك بإضافة أغطية مزودة بصمامات إشارة بتصميمات مختلفة للصمامات الخرطوشية .

وفيما يلى أهم استخدامات الصمامات الخرطوشية .

١ ـ صمام تصريف الضغط Relief Valve :

والشكل (٢ ـ ٣٤) يعرض قطاعاً فى صمام خرطوشى بوضع ابتدائى مغلق



الشكل (٢ ـ ٣٤)

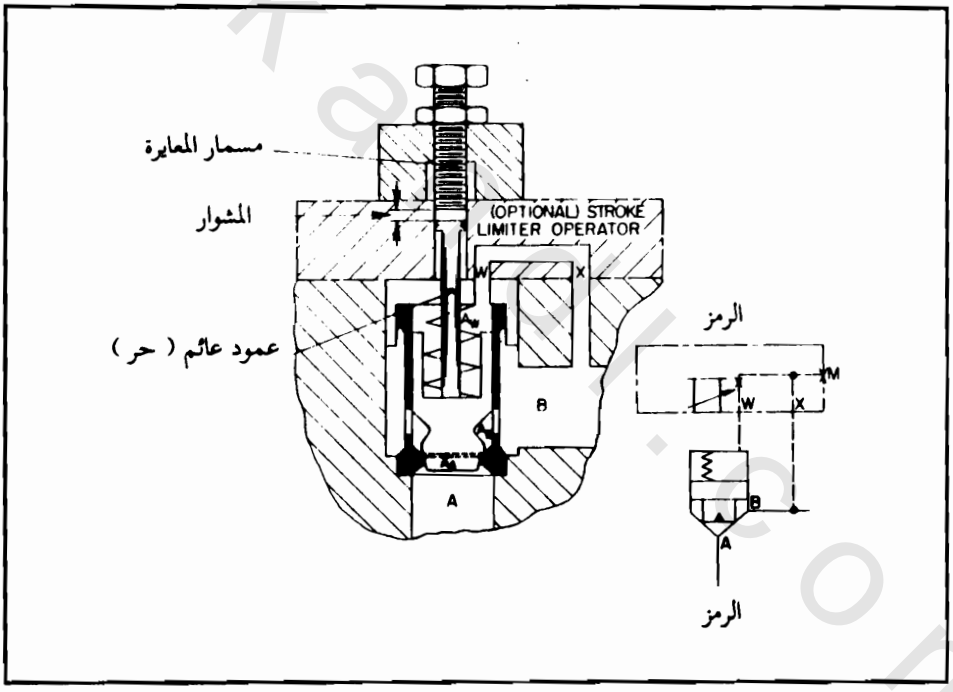
مزود بغطاء ، يعمل كصمام تصريف ضغط من إنتاج شركة (Oilgear Company Milwaukee , Wis .)

وكذلك رمز الصمام .

حيث إن السائل الهيدروليكى لن يمر من الفتحة A إلى الفتحة B إلا عند وصول الضغط عند الفتحة A للضغط المعاير عليه صمام تصريف الضغط الموجود فى غطاء الصمام الخرطوشى .

٢ ـ صمام خانق Restrictor Valve :

الشكل (٢ ـ ٣٥) يعرض قطاعاً ورمز صمام خرطوشى بوسيلة خمد له وضع ابتدائى مغلق وبنسبة 1:2 ومعد بغطاء خاص مزود بمسار معايرة لتحديد حركة الرأس المحدب للصمام الخرطوشى للتحكم فى التدفق .



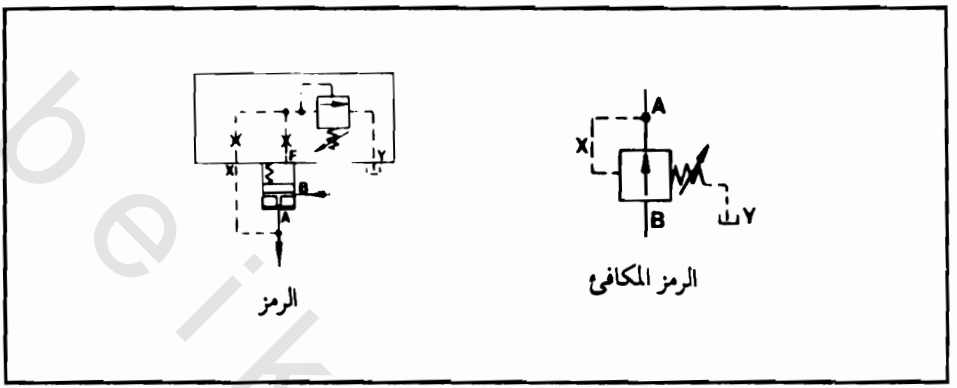
الشكل (٢ ـ ٣٥)

٣ ـ صمام تخفيض الضغط Reducing :

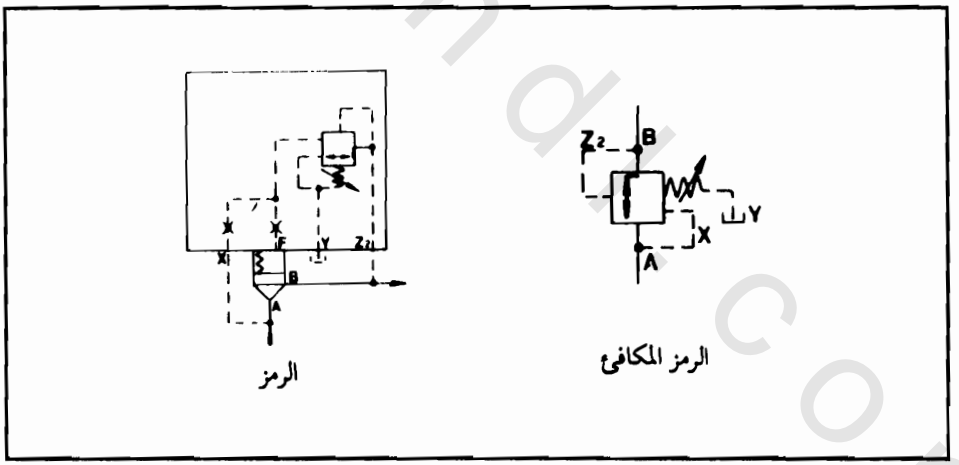
فيما يلى رمز صمام خرطوشى بوضع ابتدائى مفتوح ، وبنسبة 1 : 1 ، ومعد

بغطاء خاص ويعمل كصمام تخفيض ضغط مباشر وكذلك الرمز المعبر عن وظيفة الصمام .

ويمكن استخدام صمام خرطوشى بوضع ابتدائى مغلق ليعمل كصمام تخفيض ضغط .



وفيما يلى رمز صمام خرطوشى بوضع ابتدائى مغلق وبنسبة 1 : 1 ومعد بغطاء خاص ليعمل كصمام ضغط مباشر ، وكذلك الرمز المعبر عن وظيفة الصمام .

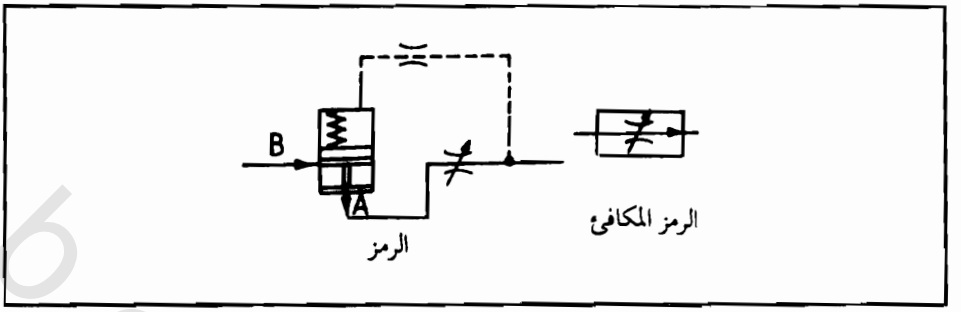


٤ ـ صمام تنظيم تدفق بتعويض للضغط :

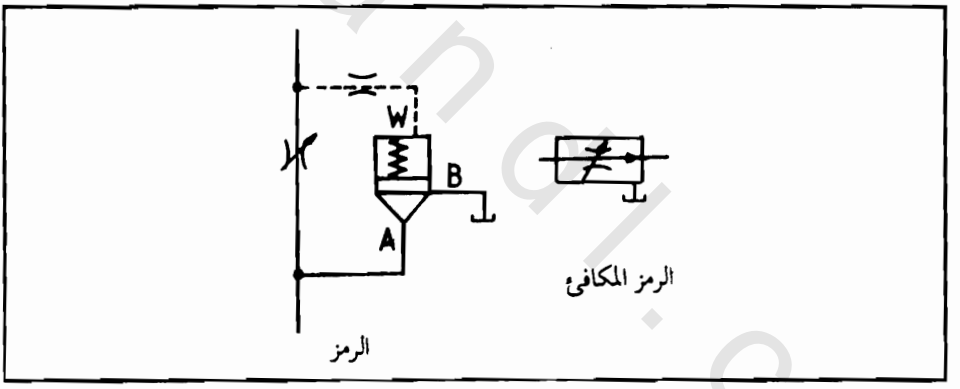
: Pressure Compen Sated Flow Control Valves

فيما يلى رمز صمام خرطوشى بوضع ابتدائى مفتوح ونسبته 1:1 ، وموصل مع

صمام خانق يمكن معايرته ليعمل كصمام تنظيم تدفق مزدوج بتعويض للضغط، وكذلك الرمز المعبر عن الوظيفة .

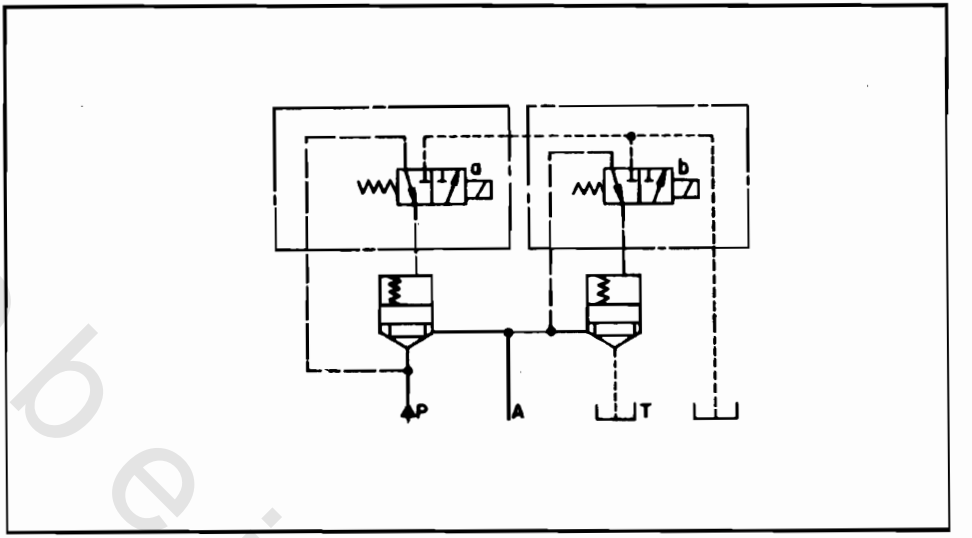


ويمكن استخدام صمام خرطوشى بوضع ابتدائى مغلق ، ليعمل كصمام تنظيم تدفق بتعويض لضغط ، فيما يلى رمز صمام خرطوشى بوضع ابتدائى مغلق بنسبة 1:1 وموصل مع صمام خانق قابل للمعايرة ، ليعمل كصمام تنظيم تدفق ثلاثى بتعويض ضغط ، وكذلك الرمز المعبر عن الوظيفة .



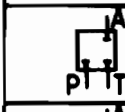
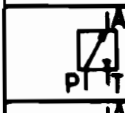
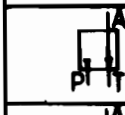
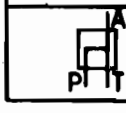
٥ ـ صمامات تحكم اتجاهية Directional Control Valves :

الشكل (٢ ـ ٣٦) يبين كيفية استخدام عدد 2 صمام خرطوشى بوضع ابتدائى مغلق بغطاء مزود بصمام اتجاهى 3/2 بملف وياى ، ليعمل كصمام اتجاهى 3/4 أى بثلاث وصلات وأربعة أوضاع تشغيل .



الشكل (٢ ـ ٣٦)

والجدول (٢ ـ ١) يوضح فكرة عمل هذه المجموعة كصمام 3/4 .

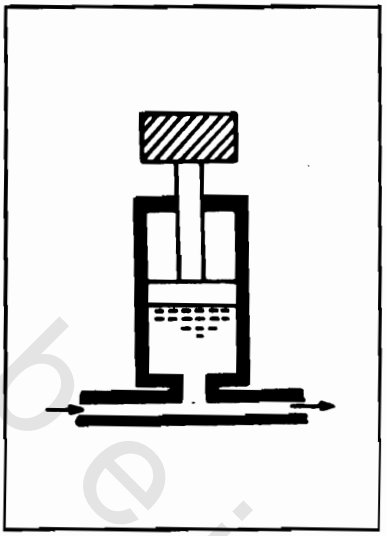
وضع التشغيل المكافئ	الملفات التى تعمل	الملفات التى لاتعمل
	a & b	—
	b	a
	a	b
	—	a & b

جدول (٢ ـ ١)

٢/٨ ـ المراكم الهيدروليكية Hydraulic Accumulators :

يمكن تعريف المركم الهيدروليكى بأنه خزان يستخدم لتخزين السائل الهيدروليكى تحت ضغط معين لحين الحاجة إليه، وهناك عدة أنواع من المراكم أهمها :

١ ـ المركم ذو الوزن (مركم الجاذبية) weight ـ Loaded accumulator:

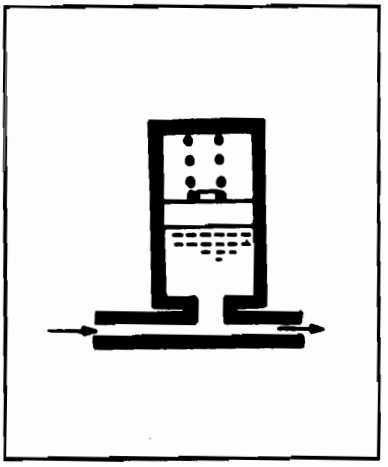


الشكل ٢ ـ ٣٧

ويتكون هذا المركم من اسطوانة تحتوى على مكبس متحرك مثبت أعلاه ثقل مصنوع من الخرسانة أو الحديد أو الصلب أو مواد أخرى والسطح الداخلى للمركم ناعم لتقليل الاحتكاك، وعند دخول زيت مضغوط داخل المركم يرتفع الثقل إلى أعلى وبذلك يخزن الزيت تحت ضغط لحين الحاجة . والشكل (٢ ـ ٣٧) يوضح قطاعاً مبسطاً لهذا المركم .

٢ ـ المركم ذو الياى Spring Loaded Accumulator :

وهو يتكون من اسطوانة تحتوى على مكبس متحرك يدفع إلى ناحية السائل الهيدروليكى بفعل ياى وهذا موضح بالشكل (٢ ـ ٣٨) .



الشكل ٢ ـ ٣٨

٣ ـ المركم ذو الكباس Piston type Accumulator :

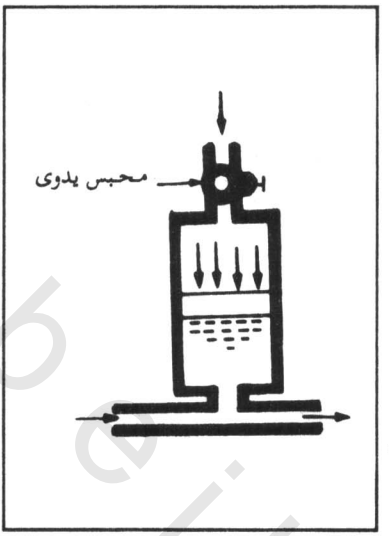
وهو يتكون من اسطوانة تحتوى على مكبس متحرك يدفع إلى ناحية السائل بغاز كما هو موضح بالشكل (٢ ـ ٣٩) .

٤ ـ المركم ذو الكيس الغشائى Bladder Type :

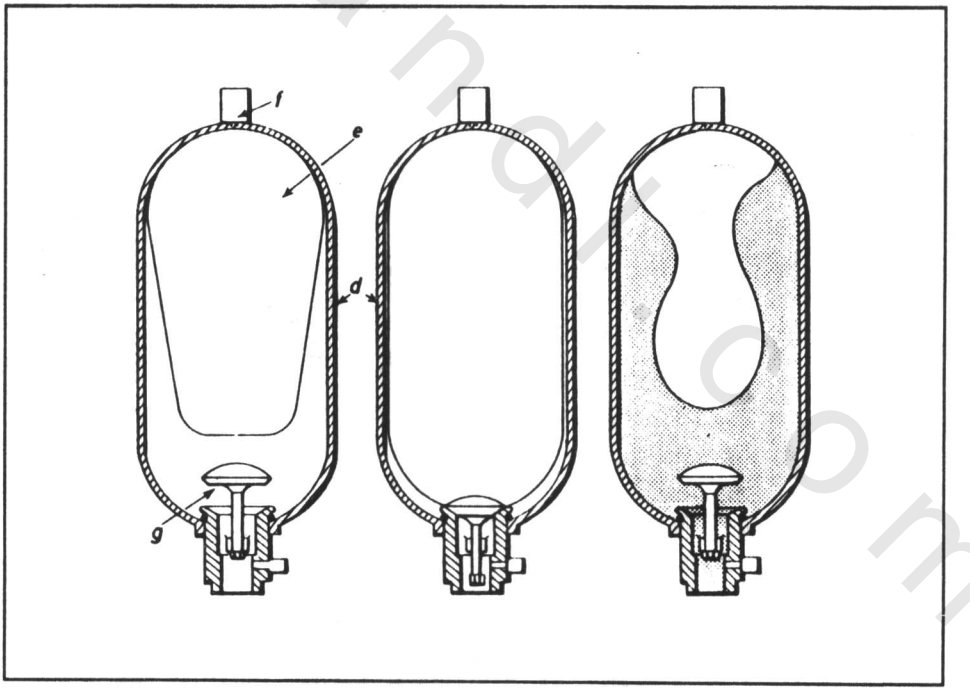
يتكون هذا المركم من وعاء فولاذى بيضاوى الشكل وبداخله كيس غشائى مملوء بغاز النيتروجين المضغوط ، حيث يتم شحن الكيس الغشائى المطاطى بالنيتروجين من صمام معد لذلك عندما يكون المركم فارغاً من السائل الهيدروليكى يملئ الكيس الغشائى المطاطى المركم ، ولكن عند السماح للسائل الهيدروليكى بالدخول للمركم يتقلص الكيس الغشائى طوال فترة تخزين السائل الهيدروليكى ، ولكن بمجرد تصريف السائل

الهيدروليكى من المركم يعود الغشاء المطاطى لوضعه الطبيعى ليملأ المركم من جديد .

والشكل (٢ ـ ٤٠) يعرض ثلاثة أشكال مختلفة للمركم ذو الغشاء ، فالشكل (أ) يعرض مركماً غشاؤه المطاطى فارغ من النيتروجين والصمام القفاز g مفتوح . والشكل (ب) يعرض مركماً قد تم شحن كيسة الغشائى e بغاز النيتروجين من الصمام f فتمدد الكيس الغشائى ليغلق الصمام القفاز g . والشكل جـ يعرض مركماً يتم شحنه بالزيت المضغوط حيث يكون الصمام القفاز g مفتوحاً بفعل ضغط الزيت المضغوط ، ويندفع الزيت المضغوط ليضغط على الكيس الغشانى فيزداد ضغط الغاز داخل الكيس الغشائى علماً بأن ضغط الغاز يكون مساوياً لضغط الزيت الموجود بالمركم عند الاتزان ، وفى اللحظة



الشكل (٢ ـ ٣٩)



الشكل (٢ ـ ٤٠)

التى يصبح عندها متطلب الدائرة من الزيت المضغوط أكبر من خرج المضخة يندفع الزيت المضغوط من المركم فينخفض الضغط بداخلة ؛ حتى يفرغ تماماً من شحنته

وهناك استخدمات مختلفة للمراكم نوجزها فيما يلى :

١ ـ مخزن احتياطى للسائل المضغوط ، ويستخدم عندما تحتاج الدائرة الهيدروليكية لكمية كبيرة من السائل المضغوط فى فترة زمنية قصيرة ، وبالتالى يمكن استخدام مضخة صغيرة الحجم بدلاً من مضخة كبيرة الحجم ، وذلك أوفر من الناحية الاقتصادية .

٢ ـ تعويض التسريب فى الدائرة الهيدروليكية وبالتالى يحافظ على ضغط الدائرة ثابتاً .

٣ ـ تخميد قفزات الضغط عند مخارج الاسطوانات بامتصاص هذه القفزات .

٤ ـ وحدة طوارئ تعمل على إنهاء عملية قد بدأت أثناء تعطل وحدة القدرة الهيدروليكية .

٩/٢ مجمعات التحكم الرأسية والأفقية :

: Vertical and Horizontal Stacking Systems

من المعروف أن الدوائر الهيدروليكية تحتاج لعدد كبير من أدوات التوصيل والوصلات الهيدروليكية عند التنفيذ ، وهذا بالطبع يحتاج لحيز كبير ، ونظراً لوجود بعض التطبيقات التى تحتاج لدوائر هيدروليكية تشغل حيزاً صغيراً ، مثل : المعدات الهيدروليكية المتنقلة ، الأمر الذى دفع الشركات المصنعة للعناصر الهيدروليكية لمحاولة حل هذه المشكلة . فقامت بإعداد دوائر بمجمعات التحكم الأفقية والرأسية وهى تتكون من مجموعة من العناصر الهيدروليكية مثبتة معاً بالاستعانة بمجموعة من الألواح البينية Subplates والقواعد Bases أهم مميزات المجمعات الرأسية والأفقية :

١ ـ تقليل الحيز المطلوب للتركيب .

٢ ـ تقليل عدد نقاط التسريب الممكنة .

٣ ـ مصممة لسهولة الصيانة وسرعة التركيب .

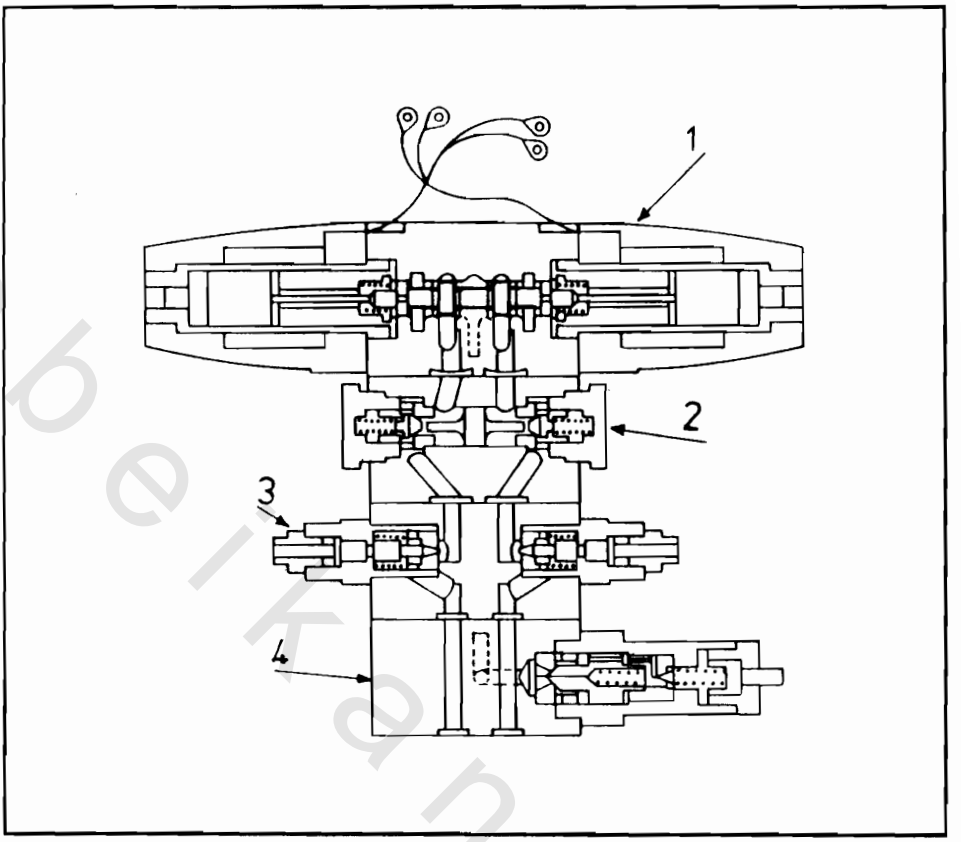
٤ ـ يمكن تغيير الدوائر الهيدروليكية لهذه المجمعات بسهولة ويسر .

والشكل (٢ ـ ٤١) يعرض مجمع تحكم رأسى من إنتاج شركة Sperry Vickers ويتكون من :

1 صمام اتجاهى 4/3 بملفين ويايين

2 صمام لارجعى مزدوج

3 صمام خانق لارجعى مزدوج



الشكل (٢ ـ ٤١)

صمام تصريف ضغط 4

والجدير بالذكر أن هذه المجمعات يتم تفصيلها للقيام بوظائف معينة لتناسب بعض الماكينات والمعدات ، لذلك يوجد اختلاف بين عدد ونوع العناصر الهيدروليكية المستخدمة من مجمع لآخر تبعاً لطبيعة التطبيق .

وفى الشكل (٢ ـ ٤٢) الدائرة الهيدروليكية لأحد مجمعات التحكم الرأسية .

حيث إن :

صمام اتجاهى 4/3 بملفات كهربية 1 صمام خانق لارجعى مزدوج 3

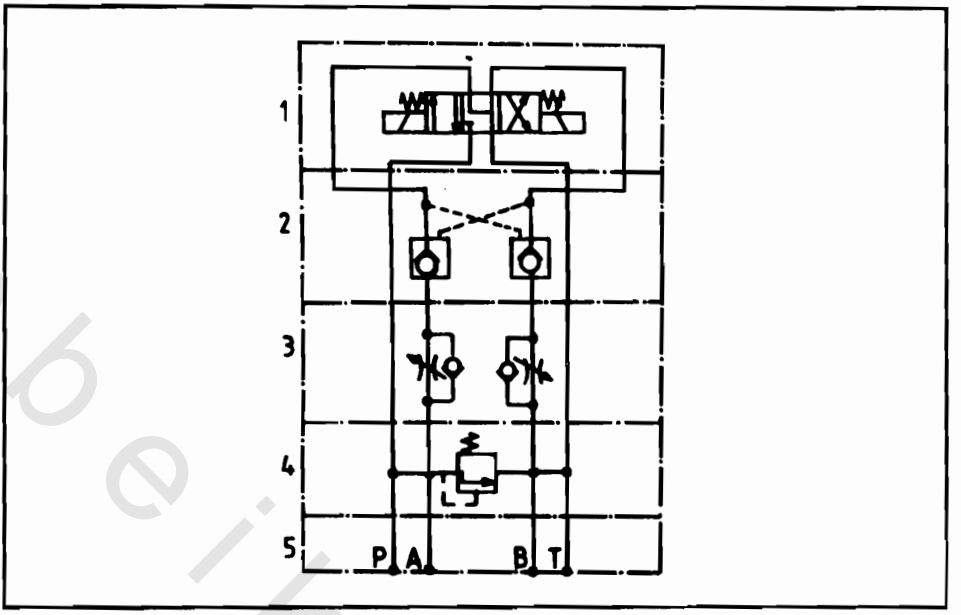
صمام لارجعى مزدوج 2 صمام تصريف ضغط 4

قاعدة 5

٢/١٠ ـ موانع التسريب والحشو Seals and packings :

يمكن تقسيم موانع التسريب إلى قسمين هامين وهما :

١ ـ موانع تسريب توضع بين جسمين يتحرك أحدهما بالنسبة للآخر ، وتسمى بالحشو Packings أو بموانع التسريب الدوارة Running Seals (ستتناول



الشكل (٢ ـ ٤٢)

بالتفصيل فيما بعد) .

٢ ـ موانع تسريب توضع بين جسمين ثابتين تسمى بالجوانات Gaskets أو بموانع التسريب الاستاتيكية static seals ويوجد أنواع مختلفة من الجوانات مثل جوانات النوبرين Neoprene gaskets وجوانات الفلين cork gaskets وجوانات المطاط الصناعية والجوانات المعدنية ... إلخ .

ويعتمد نوع المادة المصنع منها موانع التسريب على عدة عوامل مثل : الضغط، ودرجة الحرارة ونوع المائع ، نوع الحركة ، وهناك أنواع مختلفة من هذه المواد مثل: الجلد ـ المطاط الصناعى ـ المطاط الطبيعى ـ الفلين ـ الإسبستس التيفلون والمعادن.

وعادة ما يستخدم المطاط الصناعى والفلين والجلد كموانع تسريب فى الأنظمة التى تعمل بالزيوت البترولية .

أما المطاط الطبيعى فيستخدم كموانع تسريب فى الأنظمة التى تعمل بزيوت غير بترولية ، ونستخدم موانع التسريب المصنعة من التيفلون ، والمعادن مع كلا

النوعين (الزيوت البترولية وغير البترولية) .

وتستخدم موانع التسريب المصنوعة من الإسبستس فى الأنظمة التى تعمل عند درجات الحرارة العالية .

٢/١٠/١ ـ الحشو Packings :

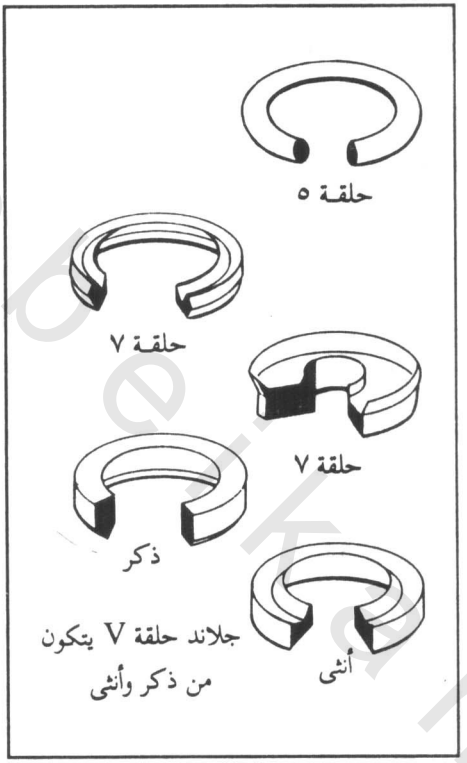
يستخدم الحشو كموانع تسريب فى الاسطوانات والصمامات ..... إلخ . وتوجد عدة أشكال مختلفة للحشو مثل : حلقات o وحلقات مربعة وحلقات أحرف ئ, C, D, U, V ... إلخ .

ولكل نوع من هذه الأنواع استخداماته والشكل (٢ ـ ٤٣) يعرض بعض هذه الأنواع ؛ وفيما يلى أهم هذه الأنواع بمزيد من التفصيل .

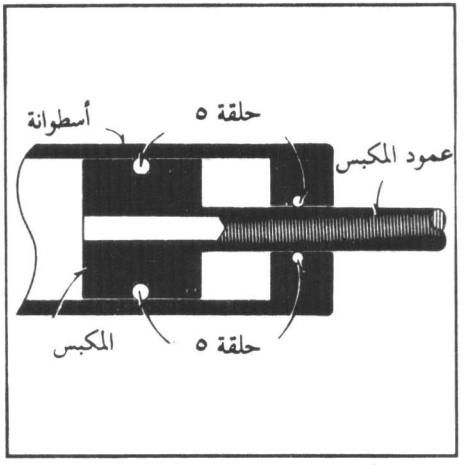
أولاً : حلقات o (o Rings) :

توضع حلقات o فى تجويفات لها مقاطع مستطيلة ، هذه الحلقات تمنع التسريب الداخلى والخارجى ، وتستخدم هذه الحلقات كموانع تسريب للمكابس والأعمدة ، وهذا موضح بالشكل (٢ ـ ٤٤) .

وعادة فإن جميع الأسطح التى تلامس حلقات o يجب أن تكون مزيتة ، وهذه الحلقات تتآكل بسرعة إذا لم تكن تزيت بالطريقة السليمة ، وهناك بعض العلامات الدالة على تلف حلقات o وهى كالآتى :



الشكل (٢ ـ ٤٣)



الشكل (٢ ـ ٤٤)

١ ـ وجود تشققات بها .

٢ ـ وجود شروخ على السطح الداخلى أو الخارجى .

٣ ـ التصاق مواد غريبة بها .

ويمكن بسهولة اكتشاف ذلك بواسطة مط حلقة o بأصبعين ، مع عدم تعدى حدود المرونة للحلقة .

وتستخدم حلقات o مباشرة عند الضغوط التى لا تتعدى 100 bar ، وذلك لأنه عند الضغوط العالية عن هذه القيمة يحدث تشوه لحلقات o ، ولمنع حدوث ذلك توضع حلقات o بين وردتين خلفيتين Back up Washers لمنع هذا التشوه عند الضغوط العالية ، وتصنع هذه الورد الخلفية من معادن رقيقة ـ بكاليت ـ تيفلون ـ جلد مدبوغ بالكروم chrome tanned leather .

وعادة لاتستخدم حلقات o فى الحالات الآتية :

١ ـ السرعات العالية .

٢ ـ قلة الزيت .

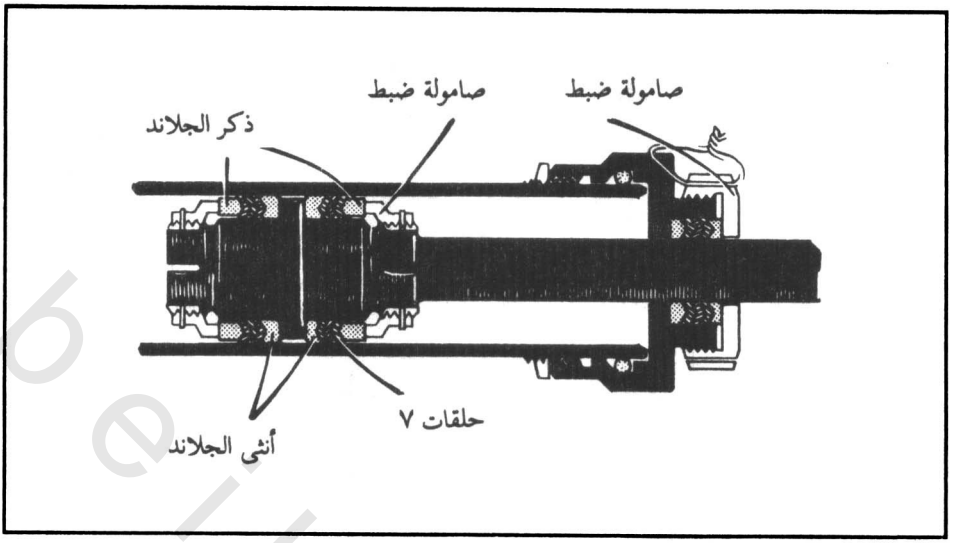
٣ ـ المشاوير الطويلة .

٤ ـ الأحمال الكبيرة .

٥ ـ الأحمال ذات القوى المستعرضة .

ثانياً : حلقات V (V ringes) :

عادة ما تستخدم حلقات V كموانع تسريب فى اتجاه واحد ، فإذا استخدمت كموانع تسريب لمكبس يجب استخدام مجموعتين من حلقات V ، فعادة تثبت حلقات V بحيث تقابل قمة V الضغط ، وبعد التأكد من ارتكاز حلقات V الصحيح يتم ربط الضبط والشكل(٢ـ٤٥) يبين قطاعاً فى اسطوانة يستخدم فيها حلقات V.



الشكل (٢ ـ ٤٥)

obeikandl.com

obeikandl.com