

الباب الأول

العناصر الهيدروليكية

العناصر الهيدروليكية

١ / ١ - مقدمة :

إن كلمة هيدروليكية Hydraulic مشتقة من الكلمة الإغريقية هيدرو Hydro بمعنى ماء، وكذلك أوليس Aulis بمعنى ماسورة أو خرطوم. ويعنى اصطلاح الهيدروليكية أى التحكم فى نقل الحركة والقوى داخل الآلات مستخدماً السوائل المضغوطة لذلك. (أما مصطلح إلكتروهيدروليكية Electrohydraulic فيعنى التحكم فى عناصر الفعل الهيدروليكية مثل: الأسطوانات والمحركات الهيدروليكية باستخدام عناصر هيدروليكية، وعناصر إلكتروهيدروليكية وأيضاً عناصر كهربية. ولدراسة النظم الإلكترونيةهيدروليكية يجب التعرف على هذه العناصر السالفة الذكر، وسوف نتناول العناصر الهيدروليكية فى هذا الباب بشئ من الإيجاز.

فالعناصر الهيدروليكية تنقسم هى الأخرى إلى :

١ - عناصر إمداد الدوائر الهيدروليكية بالزيت المضغوط مثل :

أ - وحدات القدرة الهيدروليكية.

ب - المراكم الهيدروليكية.

٢ - عناصر نقل القدرة الهيدروليكية مثل :

أ - خطوط التوصيل.

ب - أدوات التوصيل.

٣ - عناصر الفعل الهيدروليكية مثل :

أ - المحركات الهيدروليكية.

ب - الأسطوانات الهيدروليكية.

٤ - عناصر التحكم الهيدروليكية مثل :

أ - صمامات التحكم فى الضغط .

ب - صمامات التحكم فى التدفق .

١ / ٢ - وحدة القدرة الهيدروليكية Hydraulic Power Unit :

تعد وحدة القدرة بمثابة القلب النابض فى دوائر التحكم الهيدروليكية، وتتكون هذه الوحدة من مجموعة من العناصر الهيدروليكية أهمها ما يلى :

١ - المضخة الهيدروليكية : وتقوم بإمداد الدائرة الهيدروليكية بالزيت الهيدروليكي بالضغط المطلوب .

٢ - الخزان : ويقوم بتجميع الزيت الراجع من الدائرة الهيدروليكية وكذلك مد الدائرة بالزيت .

٣ - الزيت الهيدروليكي : وهو وسيط نقل القدرة الهيدروليكية .

٤ - صمام تصريف الضغط : (حد الضغط) ويعمل على منع وصول ضغط التشغيل للمضخة لحدود غير آمنة، وذلك بتصريف الزيت للخزان .

٥ - مرشح الزيت الهيدروليكي : ويقوم بترشيح الزيت الهيدروليكي من الرواسب المعدنية العالقة به، وذلك لحماية العناصر الهيدروليكية من التلف، وهناك عدة أنواع من المرشحات :

الأول : يرشح الزيت الراجع للخزان .

الثانى : يرشح الزيت المسحوب .

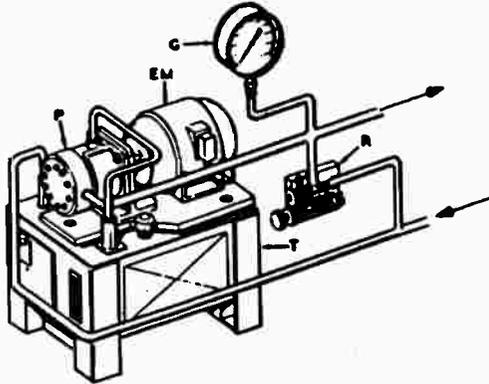
الثالث : يرشح زيت الملىء وكذلك الهواء الداخلى للخزان .

٦ - المبردات : وتقوم بتبريد الزيت الهيدروليكي لمنع حدوث تحلل للزيت الهيدروليكي، نتيجة لارتفاع درجة حرارته، فارتفاع درجة حرارة الزيت الهيدروليكي يؤدى لتلف الزيت، وتباعاً يؤدى لتلف العناصر الهيدروليكية فى الدائرة .

وتسمى المبردات أحياناً بمبادلات حرارية تقوم بخفض درجة حرارة الزيت، نتيجة للتبادل الحرارى بين الزيت ومائع آخر مثل الماء البارد .

٧ - السخانات: وتقوم بتسخين الزيت الهيدروليكي إذا كانت درجة حرارته منخفضة جداً وذلك للتقليل من لزوجة الزيت التي تمثل حملاً زائداً على المضخة الهيدروليكية.

والشكل (١ - ١) يعرض مخططاً توضيحياً لوحدة قدرة هيدروليكية بمحرك كهربى ومضخة مثبتين أفقياً حيث إن:



EM	المحرك الكهربى
P	المضخة
G	عداد قياس الضغط
R	صمام تعريف الضغط
T	الخزان

شكل (١ - ١)

والشكل (٢ - ١) يعرض

مخططاً مفصلاً لخزان وحدة القدرة الهيدروليكية حيث إن:

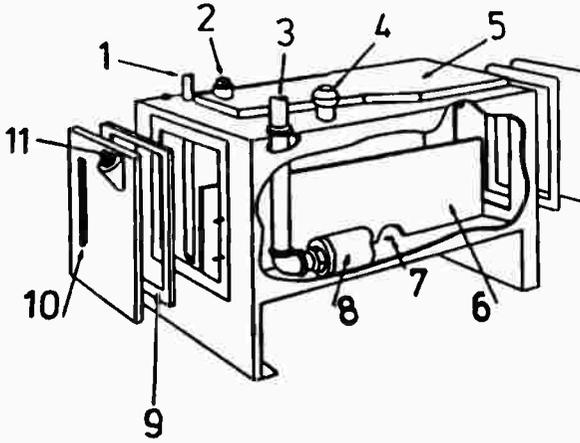
- 1 خط الراجع
- 2 خط صرف المتسرب
- 3 خط السحب
- 4 نفث بمرشح للهواء
- 5 لوح تثبيت المضخة والمحرك الكهربى
- 6 لوح تقسيم الخزان من الداخل لمنع الدوامات
- 7 طبة تصريف
- 8 مصفاة
- 9 غطاء فتحة التنظيف

10

مبين مستوى الزيت

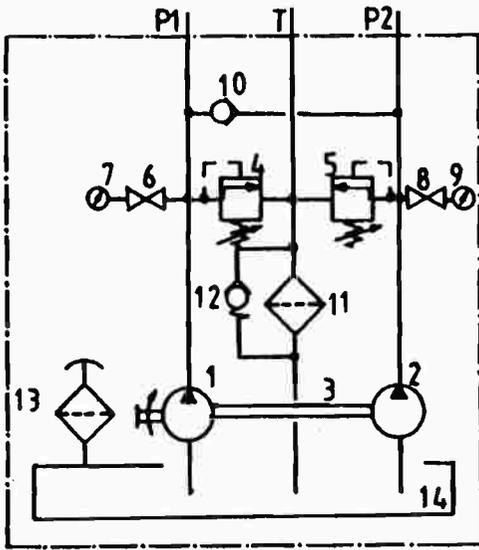
11

قمع تعبئة الزيت

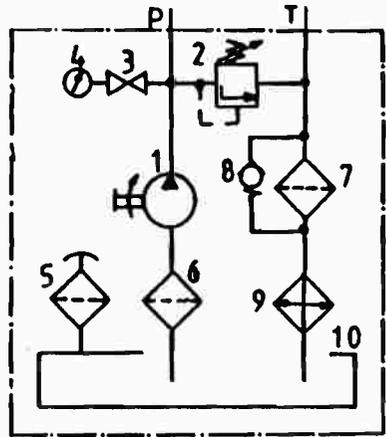


شكل (١ - ٢)

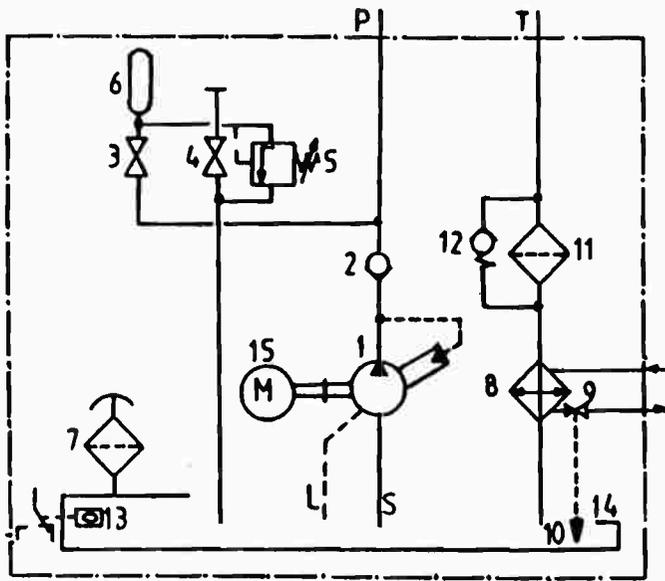
وهناك تصميمات مختلفة لوحدة القدرة الهيدروليكية. وفي الشكل (١ - ٣) عرض لبعض الدوائر الخاصة بوحدة القدرة الهيدروليكية.



ب



ا



→

شکل (۱-۳)

وفيما يلي العناصر المكونة لوحدة القدرة الموضحة بالرسم (أ) :

- 1 مضخة هيدروليكية .
- 2 صمام تصريف ضغط المضخة عند وصول الضغط للضغط المعيار عليه الصمام .
- 3 محبس يدوي للتحكم في تشغيل العداد 4 .
- 4 عداد ضغط .
- 5 مرشح الماء والتنقيس .
- 6 مرشح السحب .
- 7 مرشح الراجع .
- 8 صمام لارجعى يعمل كمسار بديل لمرشح الراجع عند انسداده .
- 9 مبرد .
- 10 الخزان .

وفيما يلي العناصر المكونة لوحدة القدرة بالرسم (ب) :

- 1 مضخة ذات ضغط عال HP وحجم هندسى منخفض LV .
- 2 مضخة ذات ضغط منخفض LP وحجم هندسى مرتفع HV .
- 3 وصلة ميكانيكية .
- 4 صمام تصريف ضغط المضخة 1 .
- 5 صمام تصريف ضغط المضخة 2 .
- 6 محبس يدوي للتحكم في تشغيل العداد 7 .
- 7 عداد ضغط لقياس ضغط المضخة 1 .
- 8 محبس يدوي للتحكم في تشغيل العداد 9 .
- 9 عداد ضغط لقياس ضغط المضخة 2 .
- 10 صمام لارجعى .

- 11 مرشح راجع .
- 12 صمام لارجعى يعمل كمسار بديل لمرشح الراجع عند انسداده .
- 13 مرشح ملء وتنفيس .
- 14 خزان .

وفيما يلى العناصر المكونة لوحدة القدرة الموضحة بالرسم (ج) :

- 1 مضخة متغيرة الحجم الهندسى .
- 2 صمام لارجعى يمنع عودة الزيت للمضخة .
- 3 محبس يدوى للتحكم فى ملء المرمك 6 .
- 4 محبس يدوى للتحكم فى تفرغ المرمك 6 .
- 5 صمام تصريف المرمك .
- 6 المرمك .
- 7 مرشح ملء وتنفيس .
- 8 مبرد .
- 9 محبس كهبرى يتحكم فى تدفق سائل التبريد ذاتياً عند ارتفاع حرارة الزيت .
- 10 محبس درجة حرارة الزيت الهيدروليكى .
- 11 مرشح الزيت الراجع .
- 12 صمام لارجعى يعمل كمسار بديل عند انسداد المرشح 11 .
- 13 عوامة كهربية موصلة بدائرة إنذار تعمل عند نقص مستوى الزيت .
- 14 الخزان .
- 15 محرك كهبرى .

١ / ٢ / ١ - المضخات الهيدروليكية Fluid pumps :

حتى يمكن أن نتناول الأنواع المختلفة للمضخات الهيدروليكية يجب

التعرف أولاً على بعض المصطلحات الفنية المستخدمة فى المضخات وهى كما
يلى :

١ - مدى الضغط **Pressure range** :

ويعطى أقصى ضغط آمن يمكن أن تولده المضخة، ويعطى بوحدة Bar أى Kgp/
Cm² ، أو بوحدة Psi أى Ib/inch² .

٢ - الضغط الأقصى **Max Pressure** : وهو أقصى ضغط تتحمله المضخة .

٣ - ضغط التشغيل **Working Pressure** :

وهو الضغط الذى تعمل عنده المضخة، ويجب ألا يتعدى هذا الضغط الضغط
الأقصى لأى عنصر من عناصر الدائرة الهيدروليكية والمستخدمه فيها .

٤ - الحجم الهندسى **Geometric displacement** :

ويعطى حجم الزيت الذى تضخه المضخة فى اللفة الواحدة، ويعطى بوحدة L/
rev أى لتر / لفة أو cc/rev أى سم³ / لفة .

٥ - السعة **Capacity** :

ويعطى حجم الزيت الذى تضخه المضخة فى الدقيقة، وهو يساوى حاصل ضرب
الحجم الهندسى فى عدد لفات الدوران فى الدقيقة، ويعطى بوحدة L/min أى لتر /
دقيقة أو gal/min أى جالون / دقيقة .

٦ - مدى السرعة **Speed range** :

ويعطى أقل وأكبر سرعة آمنة يمكن للمضخة أن تعمل عندها بدون حدوث تلف
للمضخة، ويعطى بوحدة R.P.M أى لفة / دقيقة .

٧ - الكفاءة الحجمية **Volumetric efficiency** :

وهى النسبة بين حجم الزيت الخارج من المضخة فى اللفة عند ضغط التشغيل
للمضخة إلى حجم الزيت الخارج من المضخة عند ضغط 1 bar .

وتقوم المضخات بصفة عامة بسحب الزيت الهيدروليكي من الخزان ودفعه بضغط

معين للدائرة الهيدروليكية وذلك للتحكم في تحريك أحمال خارجية، وهذا بالطبع يمثل مقاومة لتدفق الزيت الهيدروليكي، وللتغلب على هذه المقاومة يرتفع ضغط الزيت الهيدروليكي للقيمة التي تمكن من التغلب على هذه المقاومة.

ويمكن تقسيم المضخات الهيدروليكية بصفة عامة إلى :

١ - مضخات ثابتة الحجم الهندسي : وهي مضخات لا يمكن تغيير حجمها الهندسي أهمها ما يلي :

أ - مضخات ترسية Gear Pumps .

ب - مضخات دوارة ريشية Vane Pumps .

ج - مضخات دوارة بمكابس محورية أو نصف قطرية Piston Pumps .

٢ - مضخات متغيرة الحجم الهندسي : وهي مضخات مزودة بوسيلة للتحكم في حجمها الهندسي للمحافظة على ثبات التدفق، أو ثبات الضغط، أو ثبات القدرة، أو ثبات جميع هذه المتغيرات معاً وأهم أنواع هذه المضخات ما يلي :

أ - مضخات دوارة ريشية Vane Pumps .

ب - مضخات دوارة مكبسية (محورية أو نصف قطرية) Piston Pumps .

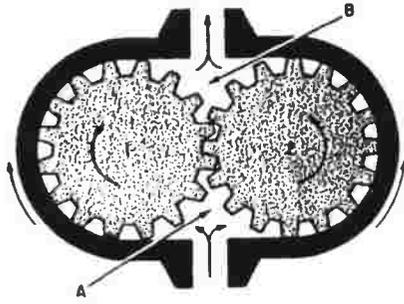
وسوف نتناول في هذه الفقرة أكثر المضخات الهيدروليكية انتشاراً وهي المضخات الترسية، وهذه المضخات تكون ثابتة الحجم الهندسي، وتتميز بانخفاض سعرها، وبساطتها، وطول عمرها، وأجزائها المتحركة القليلة، وسهولة صيانتها.

وتتواجد هذه المضخات بأحجام مختلفة، وكذلك بضغط تشغيل مختلفة، ويتناسب سعر المضخة تناسباً طردياً مع الحجم الهندسي ومدى الضغط لها. وهناك نوعان من المضخات الترسية وهما :

١ - المضخات الترسية ذات التروس الخارجية .

٢ - المضخات الترسية ذات التروس الداخلية .

وسوف نكتفي هنا بتناول النوع الأول من المضخات الترسية لكثرة استخدامه، وتحتوى هذه المضخات على ترسين خارجيين داخل غلاف المضخة كما هو موضح بالشكل (١ - ٤) حيث تتداخل أسنان الترسين معاً، فالترس 1 مثبت على عمود



شكل (١ - ٤)

الإدارة للمضخة، الترس 2 يدور تبعاً نتيجة
للتعشيق الميكانيكية مع الترس 1 في الاتجاه
المضاد، وعند دوران عمود إدارة المضخة
تنفصل أسنان الترسين وتوسع الفراغات
بينهما أمام خط السحب في المنطقة A مما
يؤدي لانخفاض الضغط في خط السحب
عن الضغط الجوي فيندفع السائل من الخزان

للمضخة من خلال خط السحب، بينما تضيق الغرف المتكونة بين أسنان الترسين
أمام خط الضغط في المنطقة B فيندفع السائل من خط الضغط بضغط عال يعتمد
قيمته على تصميم المضخة، وتراوح الحجم الهندسي للمضخات الترسية بصفة
عامة (3.5: 100cc/rev) ويصل ضغط التشغيل إلى 250 bar ، وتراوح سرعتها ما
بين 1000 : 3000 RPM .

١ / ٢ / ٢ - السائل الهيدروليكي Hydraulic Fluid :

يستخدم السائل الهيدروليكي في النظام الهيدروليكي كوسيط نقل القوى إلى
الأحمال المختلفة، وذلك لأن السائل الهيدروليكي غير قابل للانضغاط، وهناك بعض
الخواص الطبيعية لأي سائل هيدروليكي يجب أخذها في الاعتبار عند اختيار
السائل المناسب مثل :

١ - اللزوجة Viscosity :

وتعرف اللزوجة على أنها: المقاومة الداخلية للسائل والتي تمنع تدفق السائل،
فمثلاً: البنزين له لزوجة صغيرة تسمح بتدفقه بسهولة بينما الجلسرين له لزوجة
عالية تقلل من تدفقه، وعادة تتغير اللزوجة بتغير درجة الحرارة لذلك يجب اختيار
السائل الهيدروليكي الذي له لزوجة ثابتة عند درجات حرارة التشغيل المختلفة،
ويمكن معرفة ذلك من معرفة رتبة اللزوجة للسائل Viscosity index .

وتعرف رتبة اللزوجة بالعلاقة التالية :

$$VI = \frac{L - U}{L - H} \times 1000$$

حيث إن :

- L اللزوجة عند درجة حرارة 100°F لزيت هيدروليكي رتبة لزوجته 0 .
- U اللزوجة عند درجة حرارة 100°F للزيت المطلوب تعيين رتبة لزوجته .
- H اللزوجة عند درجة حرارة 100°F لزيت له رتبة لزوجة 100 .

ويفضل ارتفاع رتبة اللزوجة للسوائل الهيدروليكية، وتختار لزوجة الزيت بحيث تكون مناسبة للمضخات والمحركات المستخدمة، وعادة فإن معظم مصنعي المضخات والمحركات الهيدروليكية يجدون أن أفضل ظروف تشغيل عند لزوجة CST 28 علماً بأن سنتي ستوك (cst) يكافئ (mm²/sec) عند درجة حرارة التشغيل حيث إن درجة حرارة التشغيل المتوسطة تساوي 50 درجة مئوية .

٢ - الثبات الكيميائي **Chemical stability** :

ويعرف على أنه درجة تحمل السائل للأكسدة والتحلل عند ظروف التشغيل المختلفة .

٣ - خلوه من الحمضية **Freedom from acidity** :

وذلك حتى لا يحدث صدأ للأجزاء المعدنية بالدائرة الهيدروليكية .

٤ - نقطة الوميض **Flash point** :

وهي درجة الحرارة التي يتحول عندها السائل لبخار يشتعل بمجرد تعرضه للهب، ويفضل ارتفاع نقطة الوميض للسائل الهيدروليكي .

٥ - درجة السمية **Degree of toxicity** :

ويجب أن تقل درجة السمية للزيت لمنع حدوث تسمم للعاملين بالدوائر الهيدروليكية .

ويمكن تقسيم الزيوت الهيدروليكية تبعاً لنوع المحتوى الأعظم لها إلى : أكثرها ماء - أكثرها بترولاً - أكثرها مركبات كيميائية .

وأكثر هذه الأنواع انتشاراً هي: السوائل الهيدروليكية البترولية (المعدنية) ولكن تستخدم الأنواع الأخرى كسوائل هيدروليكية مقاومة للحريق Fire - resistant حيث تستخدم في الأماكن ذات ظروف التشغيل القاسية مثل: المسابك، حيث درجات الحرارة العالية وبالتالي تصبح الزيوت البترولية غير مناسبة للاستخدام لانخفاض درجة حرارة الاشتعال الذاتى لهذه الزيوت البترولية.

١ / ٣ - المراكم الهيدروليكية Hydraulic accumulators :

يعرف المرمك الهيدروليكي بأنه خزان يستخدم لتخزين السائل الهيدروليكي تحت ضغط معين لحين الحاجة إليه، وهناك عدة أنواع من المراكم أهمها:

- ١ - المرمك ذو الوزن Weight - loaded accumulator .
- ٢ - المرمك ذو الياى Spring - loaded accumulator .
- ٣ - المرمك ذو الكباس Piston type accumulator .
- ٤ - المرمك ذو الكيس الغشائى Bladder type .

وهناك استخدامات مختلفة للمراكم مثل:

١ - مخزن احتياطي للسائل المضغوط يستخدم عندما تحتاج الدائرة الهيدروليكية لكمية كبيرة من السائل المضغوط في فترة زمنية قصيرة، وبالتالي يمكن استخدام مضخة صغيرة الحجم مع المرمك بدلاً من استخدام مضخة كبيرة الحجم بمفردها وهذا أفضل من الناحية الاقتصادية.

٢ - تعويض التسريب فى الدورة الهيدروليكية وبالتالي تحافظ على ضغط الدورة ثابتاً.

٣ - تخميد قفزات الضغط عند مخارج الأسطوانات بامتصاصها.

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

وفيما يلي رمز المرمك بصفة عامة:



Hydraulic Lines and Fittings

يوجد ثلاثة أنواع من الخطوط الهيدروليكية وهي:

١ - المواسير الصلبة Rigid:

وهي تصنع من الصلب ويمكن تقسيم هذه المواسير إلى مواسير قياسية Standard و مواسير قوية جداً Extra strong و مواسير بقوة مضاعفة Double extra strong. وجاء هذا التقسيم بناء على سمك جدران هذه المواسير، وتتواجد هذه المواسير بأحجام مختلفة حيث إن حجم الماسورة يطابق عادة القطر الداخلي بالبوصة على سبيل المثال:

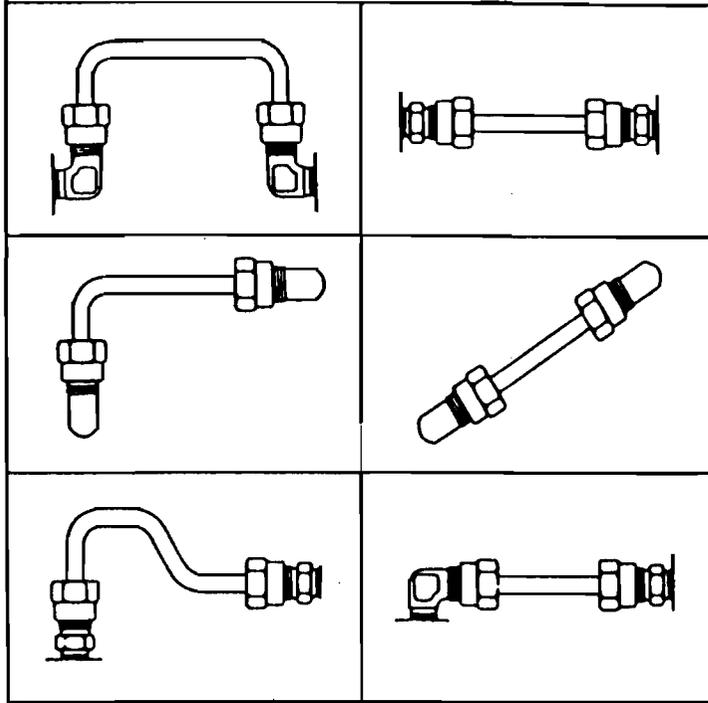
1/8, 1/2, 3/8, 1/2, 3/4, 1,

٢ - الأنابيب شبه الصلبة Simi rigid tubes:

وهي تصنع عادة من الصلب المخمر المسحوب على البارد، وتختار هذه المواسير بناء

صحيح

غير صحيح

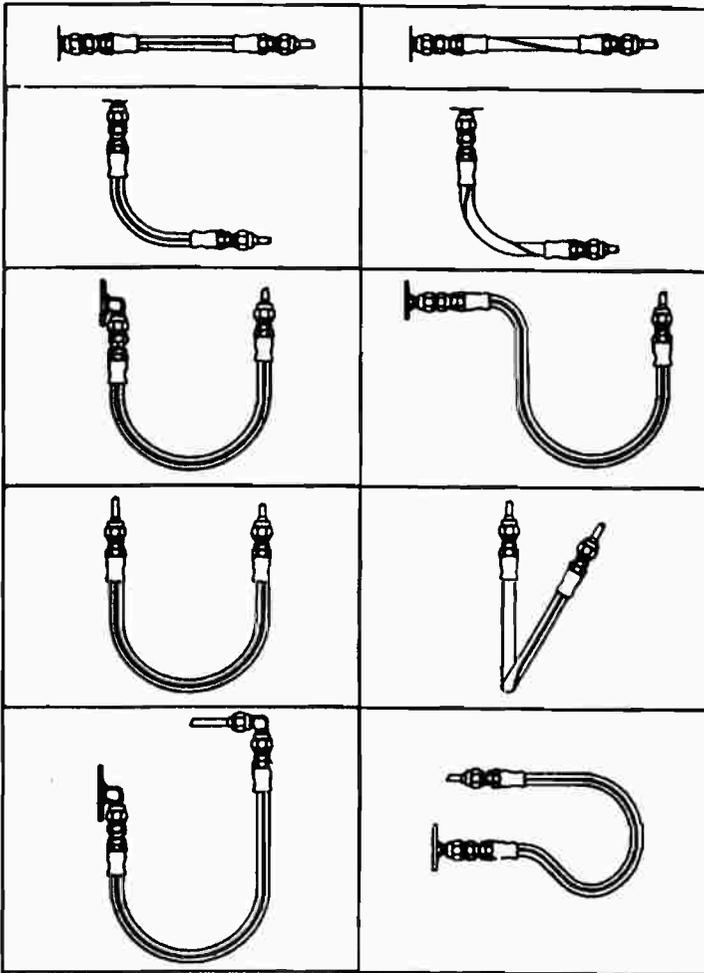


على عنصرين هامين وهما: القطر الخارجي وسمك جدرانها، والشكل (١ - ٥) يعرض طرق التركيب الصحيحة والخاطئة للأنابيب شبه الصلبة تبعاً لتوصية شركة weather head co., علماً بأن قطر انحناء هذه الأنابيب يجب ألا يقل عن (3D : 2.5) حيث D هو القطر الخارجي للأنبوبة.

شكل (١ - ٥)

٣ - الخرطوم المرنة Hoses :

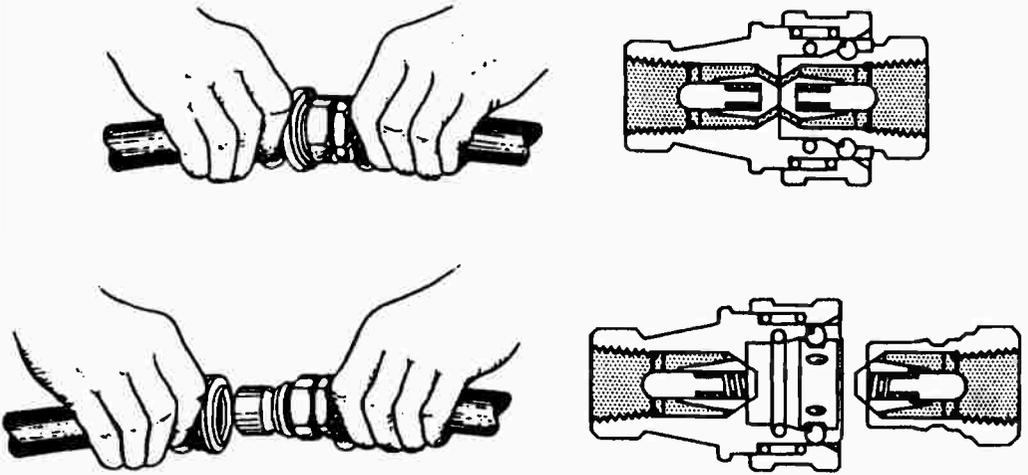
تستخدم الخرطوم المرنة عند الحاجة لمرونة خطوط التوصيل على سبيل المثال وصلات الأسطوانات المتحركة أيضاً في الأماكن التي تتعرض لاهتزازات شديدة، لذلك تستخدم خرطوم مرنة عند مدخل ومخارج المضخات الهيدروليكية، وتصنع الخرطوم المرنة من المطاط الصناعي، وعادة يسمح بارتخاء الخرطوم المرنة أثناء تمديدها وذلك لتعويض النقص الناشئ عن مرور الزيت المضغوط بداخلها والذي قد يصل إلى 5% من طولها ويراعى أن يكون الشكل مقبولاً مع سهولة فك الوصلات وأن يكون نصف قطر الانحناء لا يقل عن 5 مرات من القطر الخارجى للخرطوم.



شكل (١ - ٦)

والشكل (١ - ٦) يبين الطريقة الصحيحة والطريقة الخاطئة لتمديد الخراطيم المرنة تبعاً لتوصيات شركة Weather head co. وأهم الأدوات المستخدمة مع الخراطيم المرنة هي الوصلات السريعة Quick - Disconnect Couplings .

وهذه الوصلات تتميز بسرعة تجميعها وفكها بدون إحداث تسرب للسائل الهيدروليكي من الدائرة الهيدروليكية . وتتكون هذه الوصلات من جزأين يتم ربطهما معاً وذلك بواسطة صامولة تجميع وكل جزء يحتوى على صمام لارجعى (يسمح بمرور السائل الهيدروليكي فى اتجاه واحد) يكون مفتوحاً عندما تكون الوصلة مجمعة والشكل (١ - ٧) يعرض مخططاً توضيحياً لوصلة سريعة عند فكها وتجميعها .



شكل (١ - ٧)

وفيما يلي رمز الوصلة السريعة وهي مجمعة (الرمز 1) وهي مفكوكة (الرمز 2):



١ / ٥ - المحركات الهيدروليكية Fluid motors :

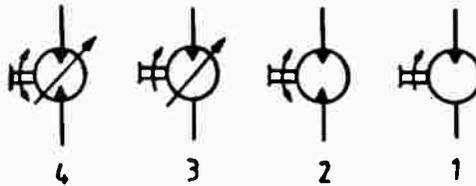
تستخدم المحركات الهيدروليكية للحصول على حركة دورانية، وتتراوح سرعتها ما بين 5 : 6000 rpm وتتشابه المحركات والمضخات الهيدروليكية فى أنواعها وتصميمها مع اختلاف مبدأ التشغيل. حيث إن المحركات تقوم بتحويل الطاقة الهيدروليكية إلى طاقة دورانية، بينما تقوم المضخات بتحويل الطاقة الدورانية إلى طاقة هيدروليكية. وتنقسم المحركات الهيدروليكية إلى:

أ - محركات ثابتة الإزاحة (الحجم الهندسى) أهمها ما يلى:

- ١ - محركات ترسية: وهى محركات ذات سرعات عالية وعزوم منخفضة.
- ٢ - محركات ريشية: وهى محركات ذات سرعات عالية وعزوم منخفضة.
- ٣ - محركات مكبسية نصف قطرية: وهى محركات ذات عزوم عالية وسرعات منخفضة.
- ٤ - محركات مكبسية محورية: وهى محركات ذات سرعات عالية وعزوم منخفضة.

ب - محركات متغيرة الإزاحة (الحجم الهندسى): وأهم أنواعها المحركات المكبسية المحورية متغيرة السرعة (وهى محركات يمكن ضبط سرعتها عند أى قيمة مطلوبة) وفيما يلى رموز المحركات الهيدروليكية حيث إن:

- الرمز 1 محرك بسرعة ثابتة ويدور فى اتجاه واحد.
- الرمز 2 محرك بسرعة ثابتة ويدور فى اتجاهين.
- الرمز 3 محرك متغير السرعة ويدور فى اتجاه واحد.
- الرمز 4 محرك متغير السرعة ويدور فى اتجاهين.



والجدول (١ - ١) يستعرض الخواص الفنية للأنواع المختلفة للمحركات الهيدروليكية المتوفرة في الأسواق .

نوع المحرك	السرعة cc / rev	السرعة bar	السرعة N . m	السرعة r . p . m
محركات ترسية	5 : 100	حتى 210	حتى 200	300 : 6000
محركات ريشية	20 : 50	80 : 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	السرعة 6000

١ / ٦ - الأسطوانات الهيدروليكية Fluid cylinders :

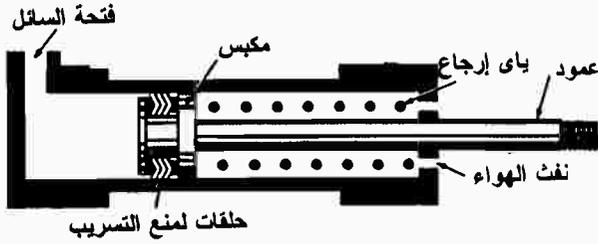
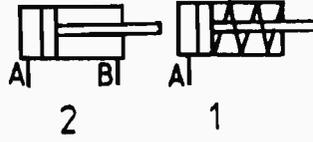
تعد الأسطوانات الهيدروليكية أهم عناصر الفعل المستخدمة للحصول على حركة في خط مستقيم أو حركة ترددية . وبالرغم من وجود اختلافات كثيرة في تصميم الأسطوانات وتطبيقاتها، إلا أنه يمكن تقسيم الأسطوانات إلى نوعين رئيسيين وهما:

١ - الأسطوانات الأحادية الفعل Single acting cylinders :

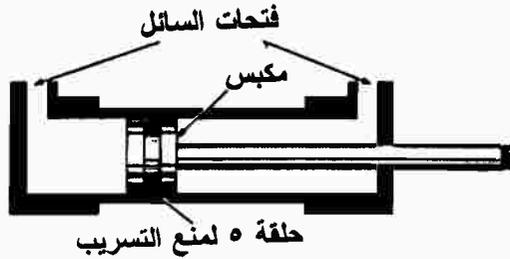
وهي أسطوانات تعطى قوة دفع في اتجاه واحد وهو اتجاه الذهاب .

٢ - الأسطوانات الثنائية الفعل Double acting cylinders :

وهي أسطوانات تعطى قوة دفع في اتجاهي الذهاب والعودة والشكل (١ - ٨) يعرض قطاعاً في أسطوانة أحادية الفعل (أ)، وآخر في أسطوانة ثنائية الفعل (ب) .
وفيما يلي رموز الأسطوانات الهيدروليكية فالرمز 1 لأسطوانة أحادية الفعل، والرمز 2 لأسطوانة ثنائية الفعل .



أ



ب

شكل (١ - ٨)

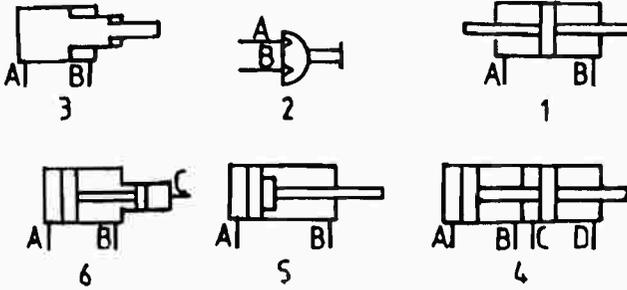
فكرة عمل الأسطوانة الأحادية الفعل:

عند مرور الزيت المضغوط من الفتحة A للأسطوانة يندفع مكبس الأسطوانة للأمام ضد قوة دفع الياى وصولاً لنهاية شوط الذهاب، وعند انقطاع مرور الزيت المضغوط من الفتحة A يعود مكبس الأسطوانة للخلف بفعل ياى الإرجاع.

فكرة عمل الأسطوانة ثنائية الفعل :

عند مرور الزيت المضغوط من الفتحة A يندفع مكبس الأسطوانة للأمام دافعاً الزيت الموجود أمام المكبس من الفتحة B ، وصولاً لنهاية شوط الذهاب، ثم تسكن الأسطوانة بعد ذلك وعند السماح للزيت المضغوط بالمرور من الفتحة B يتراجع مكبس الأسطوانة للخلف دافعاً الزيت الموجود خلفه من الفتحة A فتتراجع الأسطوانة للخلف وصولاً لنهاية شوط العودة ثم تسكن الأسطوانة بعد ذلك .

وهناك أنواع خاصة من الأسطوانات الهيدروليكية رموزها كالتالي :



حيث إن :

- الرمز 1 لأسطوانة ثنائية الفعل بذراعى دفع على جانبيها، وهى تستخدم للحصول على دفع على جانبيها فى شوطى الذهاب والعودة .
- الرمز 2 لأسطوانة دوارة وتعطى هذه الأسطوانة زوايا دورانية أقل من درجة فى الاتجاهين . حيث يعتمد اتجاه دوران الأسطوانة على اتجاه تدفق الزيت المضغوط .
- الرمز 3 لأسطوانة تلسكوبية وهى تستخدم للحصول على أشواط كبيرة فعند السماح للزيت المضغوط بالدخول من المدخل A تتقدم المكابس المتداخلة الأكبر فالأصغر فنحصل على شوط ذهاب كبير، أما عند السماح للزيت المضغوط للدخول من B تتراجع المكابس الأصغر فالأكبر .
- الرمز 4 لأسطوانة بمكبسين متتاليين وتستخدم هذه الأسطوانة للحصول على قوة

دفع كبيرة بالرغم من أن قطر الأسطوانة يكون صغيراً وذلك لأن قوة دفع الأسطوانة تساوى مجموع قوى الدفع لكلا المكسبين.

– الرمز 5 لأسطوانة ذات خمد فى مشوار الذهاب، وهذه الأسطوانة تتميز بانخفاض سرعتها فى نهاية شوط الذهاب وبالتالي تمنع حدوث تصادم للمكبس مع جسم الأسطوانة، ويوجد أسطوانات بخمد فى مشوار الذهاب فقط أو العودة فقط أو كلاهما معاً.

– الرمز 6 لأسطوانة تكبير الضغط وتستخدم هذه الأسطوانة فى الاستخدامات التى تحتاج لضغط كبير جداً مع معدل تدفق صغير بالاستعانة بمضخة ذات حجم صغير وضغط صغير بدلاً من استخدام مضخة ذات ضغط عالٍ جداً وهذا أفضل من الناحية الاقتصادية. فعند مرور الزيت المضغوط والقادم من المضخة من الفتحة A يتقدم المكبس الكبير للأسطوانة دافعاً المكبس الصغير فنحصل على ضغط عالٍ جداً من الفتحة C.

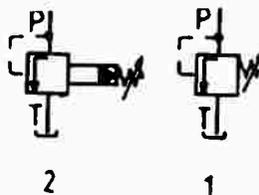
٧ / ١ - صمامات التحكم فى الضغط Pressure Control Valves :

وتنقسم هذه الصمامات إلى ثلاثة أنواع وهى كما يلى :

١ - صمامات حد الضغط أو تصريف الضغط Relief Valves :

وتقوم هذه الصمامات بحماية الدائرة الهيدروليكية من ارتفاع الضغط فيها لحدود غير آمنة، حيث تسمح بإعادة السائل الهيدروليكي للخزان عند وصول الضغط للقيمة المعيارية عليها. ويوجد نوعان من هذه الصمامات الأولى تسمى بصمامات تصريف الضغط المباشرة Direct Relief Valves والثانية تسمى بصمامات تصريف الضغط سابقة التحكم Pilot Operated Relief Valves .

وفيما يلى رموز هذه الأنواع :



فالرمز 1 لصمام تصريف ضغط مباشر، وهذا الصمام يسمح بمرور الزيت المضغوط في المسار $P \rightarrow T$ وصولاً للخزان فقط عند وصول قيمة الضغط عند المدخل P للضغط المعايير عليه الصمام.

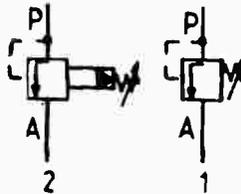
والرمز 2 لصمام تعريف ضغط سابق التحكم، حيث يسمح هذا الصمام بمرور الزيت المضغوط في المسار $P \rightarrow T$ فقط عند وصول قيمة الضغط عند المدخل P للضغط المعايير عليه الصمام، أو عند وصول إشارة ضغط لمدخل التحكم X.

وتتميز صمامات تصريف الضغط سابقة التحكم عن صمامات تصريف الضغط المباشر بالدقة العالية عند التدفقات العالية حيث إن ضغط فتح الصمام هو الضغط المعايير عليه الصمام بخطأ يساوى $\pm 1\%$ فقط.

٢ - الصمامات التتابعية Sequence Valves :

وتشبه في تركيبها صمامات تصريف الضغط لحد كبير غير أن وظيفتها تختلف، فالصمامات التتابعية تقوم بالسماح بمرور تدفق السائل الهيدروليكي في المسار $P \rightarrow A$ عند وصول الضغط عند المدخل T إلى الضغط المعايير عليه الصمام، وتستخدم هذه الصمامات عادةً في التحكم في تشغيل الأسطوانات تتابعياً (انظر الفقرة ٤ - ٤). وهناك نوعان من هذه الصمامات: الأولى تسمى بالصمامات التتابعية المباشرة، والثانية تسمى بالصمامات التتابعية سابقة التحكم.

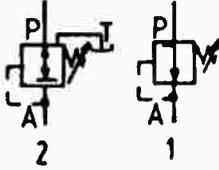
وفيما يلي رموز هذه الصمامات :



فالرمز 1 لصمام تتابعي مباشر والرمز 2 لصمام تتابعي سابق التحكم، وبالمثل فإن الصمامات التتابعية سابقة التحكم أدق من الصمامات التتابعية المباشرة في التدفقات الكبيرة.

٣ - صمامات تقليل الضغط Reducing Valves :

وتستخدم لخفض الضغط في أى خط في الدائرة الهيدروليكية، وتستخدم عندما تكون هناك أحمال تحتاج لضغط أصغر من ضغط المصدر (وحدة القدرة الهيدروليكية).



وهناك نوعان من هذه الصمامات : الأولى : تسمى صمامات خفض الضغط بدون فتحة تصريف . والثانية : تسمى بصمامات تصريف ضغط بفتحة تصريف . وفيما يلي رموز هذه الأنواع :

فالرمز 1 لصمام بدون فتحة تصريف حيث يعمل هذا النوع على قطع تدفق السائل الهيدروليكي في المسار $P \rightarrow A$ ، وذلك عند ارتفاع الضغط عند A عن القيمة المعيار عليها الصمام ، والرمز 2 لصمام تقليل ضغط بفتحة تصريف حيث يعمل هذا النوع على قطع تدفق السائل الهيدروليكي في المسار $P \rightarrow A$ ، والسماح بتصريف الضغط الزائد في المسار $A \rightarrow T$ وصولاً للخزان وذلك عند ارتفاع الضغط عند A عن القيمة المعيار عليها الصمام .

١ / ٨ - الصمامات اللارجعية وصمامات التحكم في التدفق

Check and Flow Control Valves

وتقوم الصمامات اللارجعية بالسماح للزيت المضغوط بالمرور في اتجاه واحد، بينما تقوم صمامات التحكم في التدفق بالتحكم في معدل تدفق الزيت الهيدروليكي المضغوط، وهناك عدة أنواع من هذه الصمامات وهي كما يلي :

١ - الصمامات اللارجعية Check Valves .

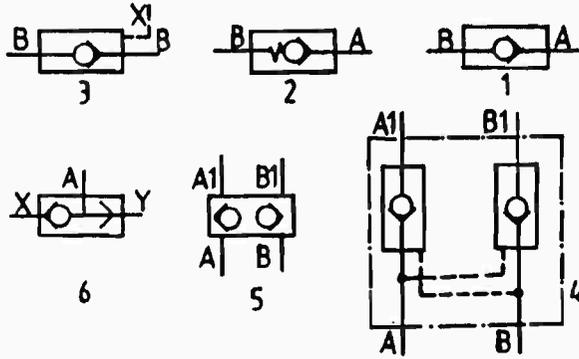
٢ - الصمامات الخانقة Restrictor Valves .

٣ - الصمامات الخانقة اللارجعية Check Restrictor Valves .

٤ - صمامات التحكم في التدفق بتعويض الضغط Pressure Compensated Flow Control Valves .

١ / ٨ / ١ - الصمامات الراجعة :

هناك ستة أنواع من الصمامات الراجعة رموزها كما يلي :

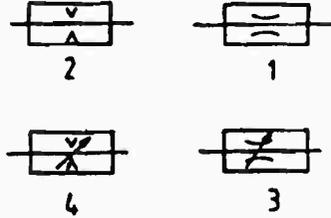


حيث إن :

- الرمز 1 لصمام لارجعى عادى يمرر السائل الهيدروليكي فى الاتجاه $A \rightarrow B$ ولا يمرر السائل الهيدروليكي فى الاتجاه المعاكس .
- الرمز 2 لصمام لارجعى بباى يمرر السائل الهيدروليكي فى الاتجاه $A \rightarrow B$ إذا كان ضغط السائل قادراً على التغلب على قوة الباي .
- الرمز 3 لصمام لارجعى بإشارة تحكم ويمرر السائل الهيدروليكي فى الاتجاه $A \rightarrow B$ وكذلك يمرر السائل الهيدروليكي فى الاتجاه $B \rightarrow A$ وذلك عند وصول إشارة ضغط لخط التحكم X .
- الرمز 4 لصمام لارجعى مزدوج، ويسمى بالرمز المفصل . والرمز 5 لصمام لارجعى مزدوج، ويسمى بالرمز المختصر، ويتكون هذا الصمام من صمامين لارجعيين بإشارة تحكم ويستخدم هذا الصمام لمنع زحف الأسطوانات، حيث يسمح بمرور السائل الهيدروليكي فى الاتجاه $A1 \rightarrow A$, $B1 \rightarrow B$ فى آن واحد، أو فى الاتجاه $A1 \rightarrow A$, $B1 \rightarrow B$ فى نفس الوقت .
- الرمز 6 لصمام ترددى، وهذا الصمام يتكون من صمامين لارجعيين موصلين معاً للعمل كيوابة (أو) منطقية، فإذا وصلت إشارة ضغط عند المدخل X أو المدخل Y أو كلاهما تخرج إشارة ضغط من المخرج A .

١ / ٨ / ٢ - الصمامات الخانقة والصمامات الخانقة اللارجعية :

وتقوم هذه الصمامات بخنق تدفق مرور السائل الهيدروليكي فيها، وفيما يلي رموز الأنواع المختلفة للصمامات الخانقة:



حيث إن:

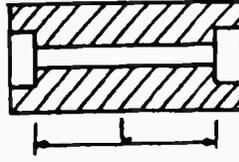
- الرمز 1 لصمام خانق بخنق ثابت، ويتأثر معدل تدفق السائل الهيدروليكي في هذا الصمام بفرق الضغط على جانبي الصمام، وكذلك لزوجة السائل فيزداد معدل التدفق كلما ازداد فرق الضغط على جانبي الصمام، وهذا بالطبع يعتمد على الحمل، وكذلك فإن معدل التدفق يتناسب عكسياً مع لزوجة السائل.

- الرمز 2 لصمام خانق بفوهة ثابت الخنق Orifice Valve ويعتمد معدل تدفق السائل الهيدروليكي في هذا الصمام على فرق ضغط على جانبي الصمام فقط، فيتناسب معدل التدفق طردياً مع فرق الضغط.

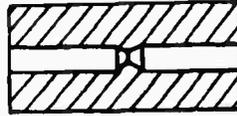
- الرمز 3 لصمام خانق قابل المعايرة، ويعتمد معدل تدفق السائل في هذا الصمام على مقدار الخنق وفرق الضغط ولزوجة السائل.

- الرمز 4 لصمام خانق بفوهة قابل المعايرة، ويعتمد معدل تدفق السائل في هذا الصمام على مقدار الخنق وفرق الضغط على جانبي الصمام.

والشكل (١ - ٩) يعرض قطاعاً لصمام خانق ثابت الخنق (أ) وقطاعاً في صمام خانق بفوهة ثابت الخنق (ب) ويلاحظ أن الفرق الجوهري بين النوعين هو أن الأول يحتوى على منطقة خنق ممتدة بطول L ، أما الثاني فيحتوى على نقطة خنق فقط حيث إن طول منطقة الخنق يكون منعدماً في الصمام الخانق ذي الفوهة.



أ



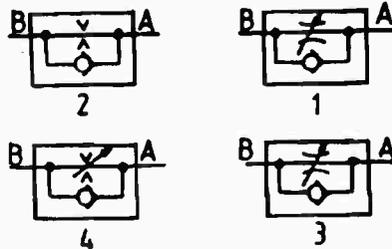
ب

شكل (١ - ٩)

ملاحظة:

الصمامات الخانقة التي تكلمنا عنها في هذه الفقرة تقوم بخنق تدفق السائل الهيدروليكي بغض النظر عن اتجاهه. أما الصمامات الخانقة اللارجعية فتتكون من صمام خانق وصمام لارجعي على التوازي، وتقوم بخنق تدفق السائل الهيدروليكي في اتجاه واحد فقط.

وفيما يلي رموز الأنواع المختلفة لهذه الصمامات:



حيث إن :

الرمز 1 لصمام خانق لارجعى بخنق ثابت، والرمز 2 لصمام لارجعى بفوهة ثابت الخنق، والرمز 3 لصمام خانق لارجعى قابل المعايرة، والرمز 4 لصمام خانق لارجعى بفوهة قابل المعايرة.

وجميع الصمامات الخانقة اللارجعية تقوم بخنق تدفق السائل الهيدروليكي عند المرور فى الاتجاه $B \rightarrow A$ فقط، وتسمح للسائل الهيدروليكي بالمرور بدون خنق فى الاتجاه العاكس.

١ / ٨ / ٣ - صمامات التحكم فى التدفق بتعويض الضغط :

وهذه الصمامات تتحكم فى تدفق السائل الهيدروليكي فى اتجاه واحد فقط، ولا يتأثر معدل التدفق فيها بفرق الضغط على جانبيها، ولذلك تستخدم هذه الصمامات فى تنظيم حركة الأسطوانات بغض النظر عن أحوالها، وفيما يلى الرموز المفصلة والمختصرة للأنواع المختلفة لهذه الصمامات وهى كما يلى :

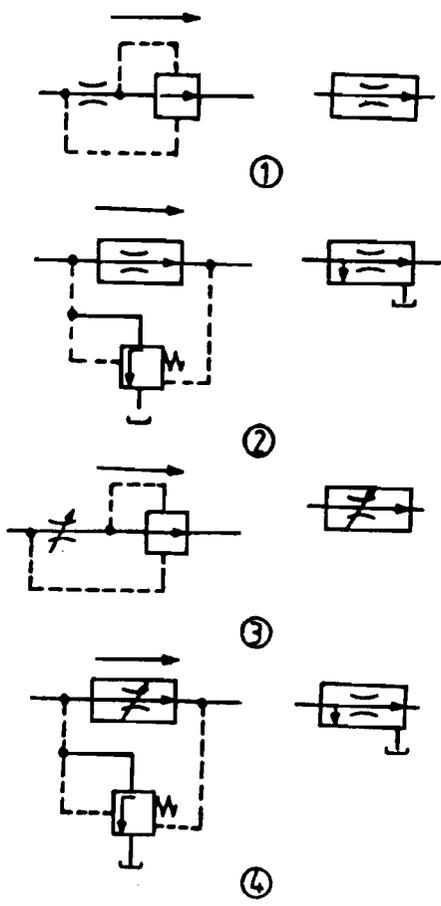
الرمز 1 لصمام تنظيم تدفق مزدوج بخنق ثابت .

الرمز 2 لصمام تنظيم تدفق ثلاثى بخنق ثابت .

الرمز 3 لصمام تنظيم تدفق مزدوج بخنق قابل المعايرة .

الرمز 4 لصمام تنظيم تدفق ثلاثى بخنق قابل المعايرة .

علمًا بأن الفرق بين صمام تنظيم التدفق المزدوج والثلاثى هو أن الأخير يكون مزدوداً بفتحة تصريف للضغط الزائد .



ملاحظة :

يمكن تقسيم تدفق المصدر بين حملين مختلفين بالتساوي بغض النظر عن قيمة كل حمل باستخدام صمام تقسيم تدفق Flow divider ، ويتكون من عدد 2 صمام تنظيم تدفق مزدوج بتعويض للضغط وفيما يلي رمز صمام تقسيم التدفق .

