

الباب الثالث

الدوائر الهيدروليكية الأساسية

الدوائر الهيدروليكية الأساسية

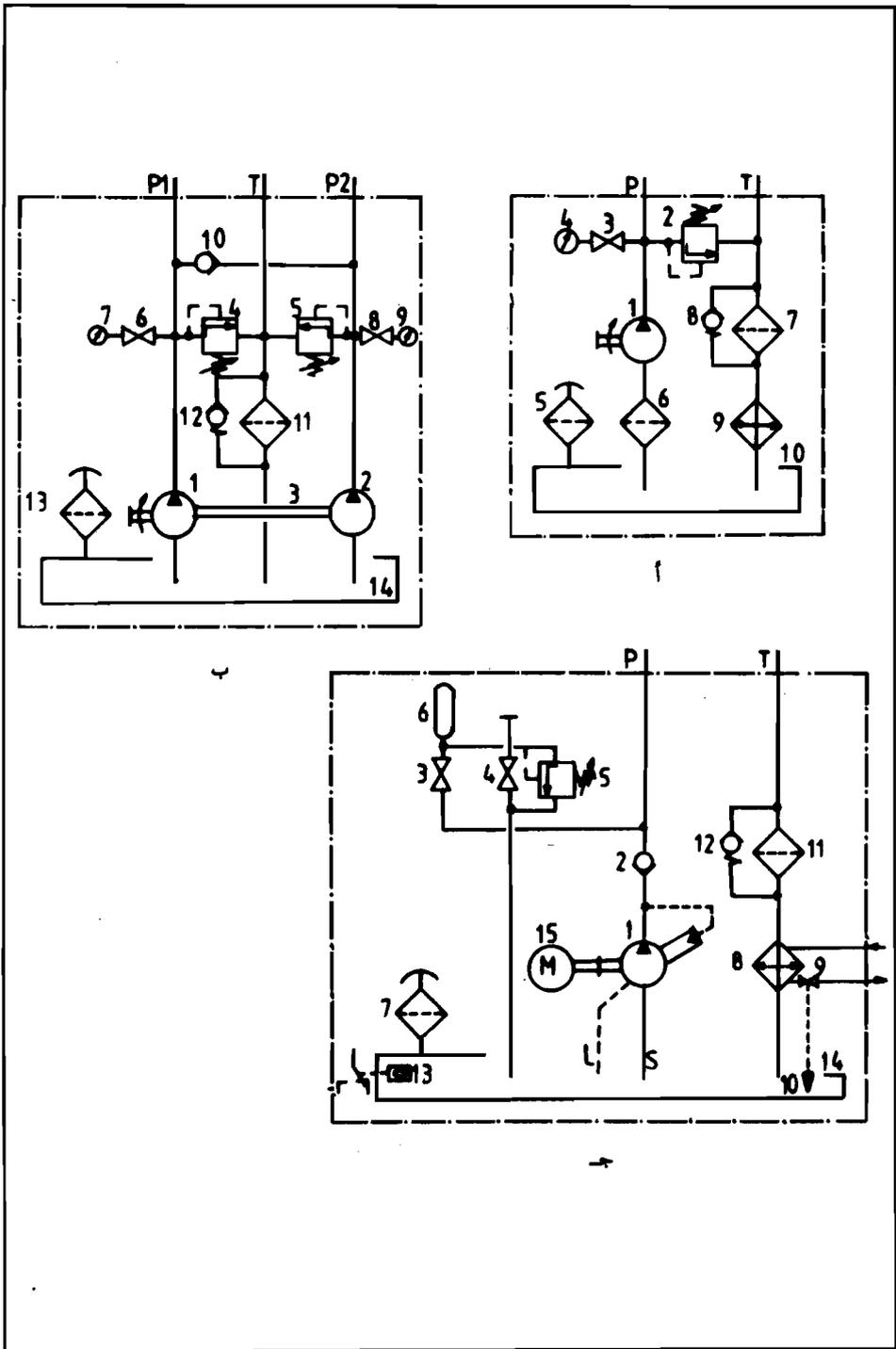
١/٣ - التصميمات المختلفة لدوائر وحدات القدرة الهيدروليكية :

هناك تصميمات مختلفة لوحدات القدرة الهيدروليكية . وفي الشكل (٣ - ١) عرض لثلاث دوائر مختلفة لوحدات القدرة الهيدروليكية علماً بأن كل العناصر المكونة لوحدات القدرة الهيدروليكية سبق وأن تناولناها فى البابين الأول ، والثانى .
وفيما يلي العناصر المكونة لوحدة القدرة الموضحة بالشكل أ :

- 1 : مضخة هيدروليكية .
- 2 : صمام تصريف المضخة عند وصول الضغط للضغط المعيار عليه الصمام .
- 3 : محبس يدوى .
- 4 : مبین ضغط .
- 5 : مرشح الملء والتنفيس .
- 6 : مرشح السحب .
- 7 : مرشح الراجع .
- 8 : صمام لارجمى يعمل كمسار بديل لمرشح الراجع عند انسداده .
- 9 : مبرد .
- 10 : الخزان .

وفيما يلي العناصر المكونة لوحدة القدرة الموضحة بالشكل ب :

- 1 : مضخة ذات ضغط عالٍ HP ، وحجم منخفض LV .
- 2 : مضخة ذات ضغط منخفض LP وحجم عالٍ HV .
- 3 : وصلة ميكانيكية .
- 4 : صمام تصريف المضخة 1 .



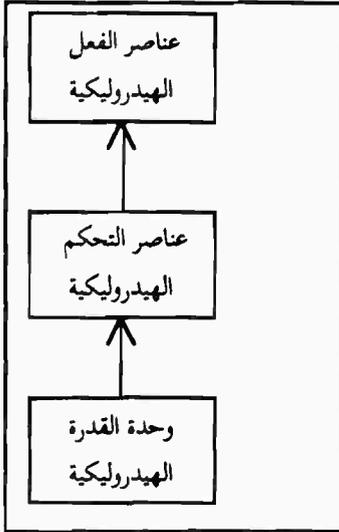
الشكل (٣ - ١)

- 5 : صمام تصريف المضخة 2 .
 - 6 : محبس يدوى للتحكم فى تشغيل العداد 7 .
 - 7 : مبین ضغط لقياس ضغط المضخة 1 .
 - 8 : محبس يدوى للتحكم فى تشغيل العداد 9 .
 - 9 : مبین 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 يلي العناصر المستخدمة فى وحدة القدرة الهيدروليكية الموضحة بالشكل جـ:

- 1 : مضخة متغيرة الحجم الهندسى .
- 2 : صمام لارجعى يمنع عودة الزيت للمضخة .
- 3 : محبس يدوى للتحكم فى ملء المركم 6 .
- 4 : محبس يدوى للتحكم فى تفريغ المركم 6 .
- 5 : صمام تصريف المركم .
- 6 : المركم .
- 7 : مرشح ملء وتنفيس .
- 8 : مبرد .
- 9 : محبس كهربي يتحكم فى تدفق سائل التبريد للمبرد - ذاتياً - عند ارتفاع حرارة الزيت .
- 10 : محبس درجة حرارة الزيت الهيدروليكي .

- 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 .

٢/٣ - التحكم فى تشغيل الاسطوانات :



تستخدم عادة مخططات توضيحيه للدوائر الهيدروليكية تستخدم فيها الرموز الهيدروليكية الموضحة (بالملحق رقم ٣) حيث يرمز لكل عنصر هيدروليكى برمز يعبر عنه ويمكن معرفة طريقة توصيل العناصر الهيدروليكية المستخدمة من هذه الدوائر الهيدروليكية وكذلك يمكن فهم طريقة عمل الدائرة من هذه المخططات .

وفى الشكل (٣ - ٢) مخطط يوضح الهيكل العام لدائرة التحكم الهيدروليكية، وهى تتكون من ثلاثة عناصر أساسية وهى :

بالشكل (٣ - ٢)

١ - وحدة القدرة الهيدروليكية .

٢ - عناصر التحكم الهيدروليكية مثل الصمامات الاتجاهية وصمامات التحكم فى الضغط والتدفق ... إلخ .

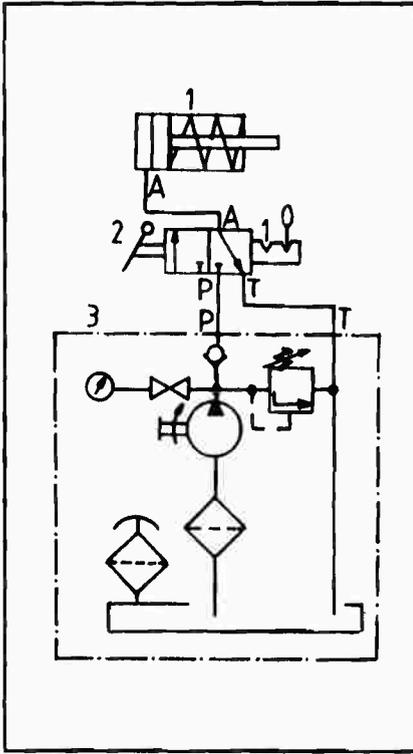
٣ - عناصر الفعل مثل الاسطوانات والمحركات .

١/٢/٣ - التحكم فى اسطوانة أحادية الفعل :

الشكل (٣ - ٣) يعرض دائرة هيدروليكية بسيطة للتحكم فى أسطوانة أحادية الفعل .

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

١ - أسطوانة أحادية الفعل .



الشكل (٣ - ٣)

2 - صمام 3/2 بذراع تشغيل وياى .

3 - وحدة القدرة الهيدروليكية .

فكرة عمل الدائرة الهيدروليكية :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 2 على وضع 1 يتغير وضع التشغيل لهذا الصمام من الوضع الابتدائى الأيمن إلى وضع التشغيل الأيسر ، فيمر الزيت المضغوط القادم من وحدة القدرة الهيدروليكية 3 فى المسار $p \rightarrow A$ ، ليدفع مكبس الاسطوانة 1 للأمام ، وبمجرد إعادة ذراع تشغيل الصمام 2 لوضع (٥) يعود وضع التشغيل للصمام 2 إلى الوضع الابتدائى الأيمن ، فيندفع الزيت المضغوط من خلف المكبس من الفتحة A ومروراً بالمسار $A \rightarrow T$ وصولاً لخزان وحدة القدرة ، وتراجع الاسطوانة للخلف بفعل ياي إرجاع الاسطوانة .

٣/٢/٢ - التحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل :

الشكل (٣ - ٤) يوضح دائرة هيدروليكية بسيطة للتحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل .

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

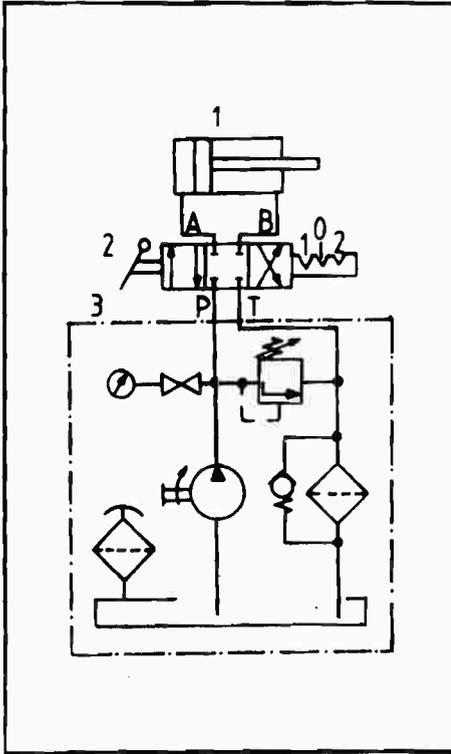
1 - أسطوانة ثنائية الفعل .

2 - صمام اتجاهاى 4/2 بذراع تشغيل بموضعين .

3 - وحدة القدرة الهيدروليكية .

فكرة عمل الدائرة الهيدروليكية :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 2 على وضع (1) يتغير وضع التشغيل للصمام



الشكل (٣ - ٤)

من الوضع الابتدائي الأيمن للموضع الثانوي الأيسر ، فيمر الزيت المضغوط القادم من وحدة القدرة 3 في المسار $p \rightarrow A$ دافعاً مكبس الاسطوانة للأمام ، بينما يعود الزيت الراجع من أمام مكبس الاسطوانة من الفتحة B للاسطوانة ليمر في المسار $T \rightarrow B$ في الصمام 2 وصولاً لخزان وحدة القدرة 3 ، وعند إعادة ذراع الصمام 2 لوضع (o) يعود الصمام لوضع التشغيل الابتدائي الأيمن ، فيمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة 3 مروراً بالمسار $p \rightarrow T$ ووصولاً للفتحة B للاسطوانة 1 فتتراجع الاسطوانة للخلف ، بينما يعود الزيت الراجع من خلف المكبس في المسار $A \rightarrow T$ (للصمام 2) وصولاً لخزان وحدة القدرة .

أما الشكل (٣ - ٥) فيعرض دائرة هيدروليكية بسيطة للتحكم في اسطوانة ثنائية الفعل يمكن إيقافها في أى نقطة في شوط الذهاب أو العودة .

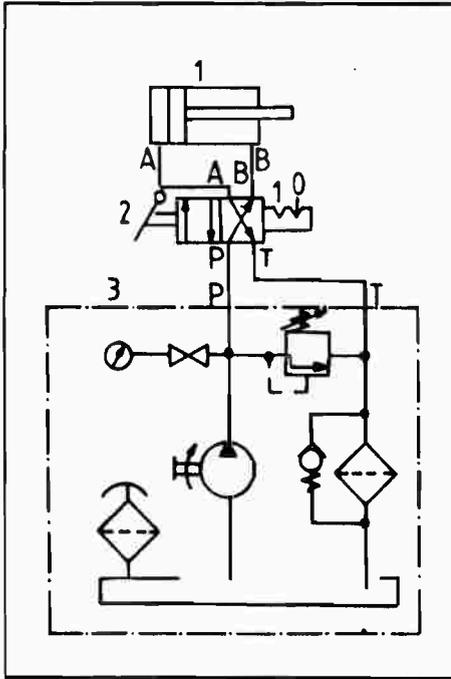
ومحتويات الدائرة الهيدروليكية هي :

- 1 اسطوانة ثنائية الفعل
- 2 صمام 4/3 بذراع تشغيل
- 3 وحدة القدرة الهيدروليكية

فكره عمل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 2 على وضع (1) يتغير وضع التشغيل للصمام من الوضع المركزى إلى وضع التشغيل الأيسر فيمر الزيت المضغوط من وحدة

القدرة 3 عبر المسار $A \rightarrow p$ دافعاً مكبس الاسطوانة 1 للأمام ، بينما يعود الزيت الراجع من أمام مكبس الاسطوانة في المسار $A \rightarrow B$ وصولاً للخزان .



الشكل (٣ - ٥)

وعند إعادة ذراع الصمام 2 للوضع (o) يعود وضع تشغيل الصمام 2 للوضع المركزي فتتوقف الاسطوانة عند آخر وضع لها في شوط الذهاب . عند وضع ذراع الصمام 2 على الوضع (2) يتغير وضع التشغيل للصمام من الوضع المركزي إلى وضع التشغيل الأيمن فيمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة 3 عبر المسار $p \rightarrow B$ وصولاً للفتحة B للاسطوانة 1 فتتراجع الاسطوانة 1 للخلف بينما يعود الزيت الراجع من الفتحة A للاسطوانة 1 عبر المسار $A \rightarrow T$ للصمام 2 وصولاً للخزان .

ويمكن إيقاف الاسطوانة 1 عند أى نقطة في شوط العودة ، وذلك بإعادة ذراع تشغيل الصمام 2 لوضع ٥ .

٣/٢/٣ - التوصيل المتتالي للصمامات الاتجاهية :

في الشكل (٣ - ٦) دائرة هيدروليكية توضح طريقة التوصيل المتتالي لعدد 2 صمام اتجاهي 4/3 بذراع تشغيل .

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

1 و 2 اسطوانة ثنائية الفعل .

3 و 4 صمام 4/3 بذراع تشغيل .

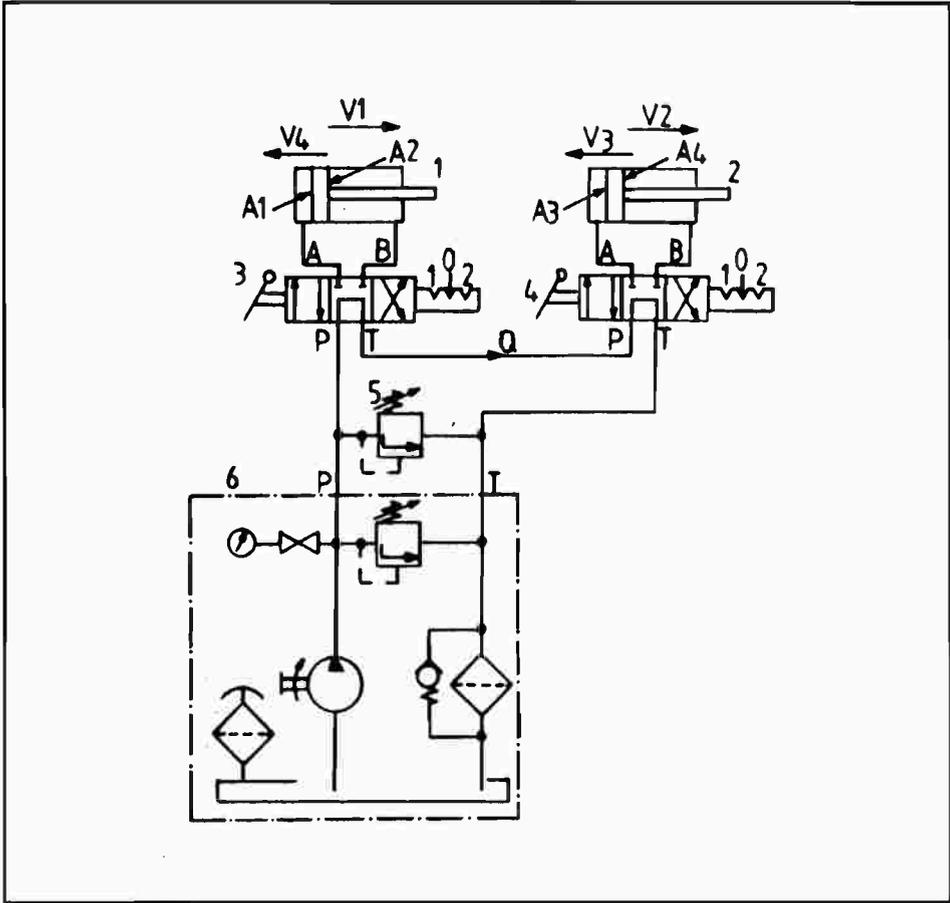
5 صمام تصريف مباشر .

6 وحدة القدرة الهيدروليكية .

فكره تشغيل الدائرة :

عندما يكون ذراعا تشغيل الصمامين 3,4 على وضع 1 يكون كلا الصمامين على وضع التشغيل الأيسر ، وبالتالي تتقدم الاسطوانتان 1,2 للأمام ، ولكن لتحقق ذلك ، يجب تحقق الشرط التالي .

$$P. A1 > F1 + F2$$



الشكل (٣ - ٦)

حيث إن :

- . F1 حمل الأسطوانة 1 عند الذهاب
- . F2 حمل الاسطوانة 2 عند الذهاب
- . A1 مساحة مكبس الاسطوانة 1
- . P ضغط التشغيل لوحدة القدرة

والعلاقة التالية تعطى النسبة بين سرعة الاسطوانة الأولى إلى سرعة الاسطوانة الثانية عند الذهاب .

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{Q}{A_2}}{\frac{Q}{A_3}} = \frac{A_3}{A_2}$$

حيث إن :

- . V1 سرعة الاسطوانة الأولى عند الذهاب
- . V2 سرعة الاسطوانة الثانية عند الذهاب
- . Q معدل تدفق الزيت الهيدروليكي الخارج من الاسطوانة 1 والداخل إلى الاسطوانة 2.

وعند وضع ذراعى تشغيل الصمامين 4 و 3 على وضع 2 يصبح كلا الصمامين على وضع التشغيل الأيمن وبالتالي تتراجع الأسطوانتان 2 و 1 للخلف ولتحقق ذلك يجب تحقق الشرط التالى :

$$P \cdot A_2 > F_3 + F_4$$

حيث إن :

- . F3 حمل الاسطوانة 1 عند العودة
- . F4 حمل الاسطوانة 2 عند العودة
- . P ضغط التشغيل لوحدة القدرة

والعلاقة التالية تعطى النسبة بين سرعة الاسطوانة الأولى إلى سرعة الاسطوانة

الثانية عند العودة .

$$\frac{V_3}{V_4} = \frac{\frac{Q}{A_1}}{\frac{Q}{A_4}} = \frac{A_4}{A_1}$$

حيث إن :

V_3 هي سرعة الاسطوانة الأولى عند العودة ، V_4 هي سرعة الاسطوانة الثانية عند العودة ، Q هو معدل تدفق الزيت الهيدروليكي الخارج من الاسطوانة الأولى والداخل إلى الاسطوانة الثانية .

ملاحظة :

يستخدم صمام تصريف الضغط المباشر 5 لضبط الضغط الأقصى للدائرة عندما يكون هذا الضغط أقل من الضغط المعايير عليه وحدة القدرة الهيدروليكية بواسطة صمام تصريف الضغط الخاص بها .

٤/٢/٣ - توصيل الصمامات الاتجاهية على التوازي :

في الشكل (٣ - ٧) دائرة هيدروليكية بسيطة توضح طريقة توصيل صمامين اتجاهيين 4/3 على التوازي .

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

1 و 2

اسطوانة ثنائية الفعل .

3 و 4

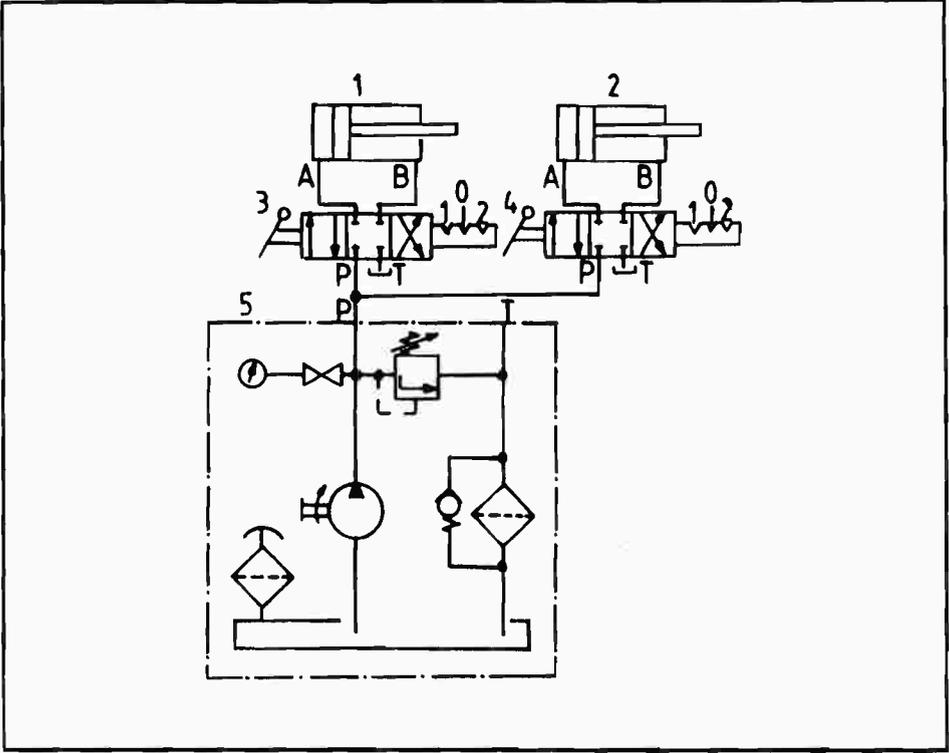
صمام 4/3 بذراع تشغيل .

5,

وحدة القدرة الهيدروليكية .

فكرة تشغيل الدائرة :

عند وضع أذرع تشغيل الصمامات 3,4 على وضع 1 يتغير وضع تشغيل الصمامين إلى وضع التشغيل الأيسر ، فتتقدم الأسطوانتان 1,2 في آن واحد ، لكن لتحقيق ذلك يلزم تحقق الشرطين الآتيين :



الشكل (٣ - ٧)

١ - يجب أن يكون تدفق المضخة كافياً للحفاظ على ضغط التشغيل اللازم للاسطوانتين .

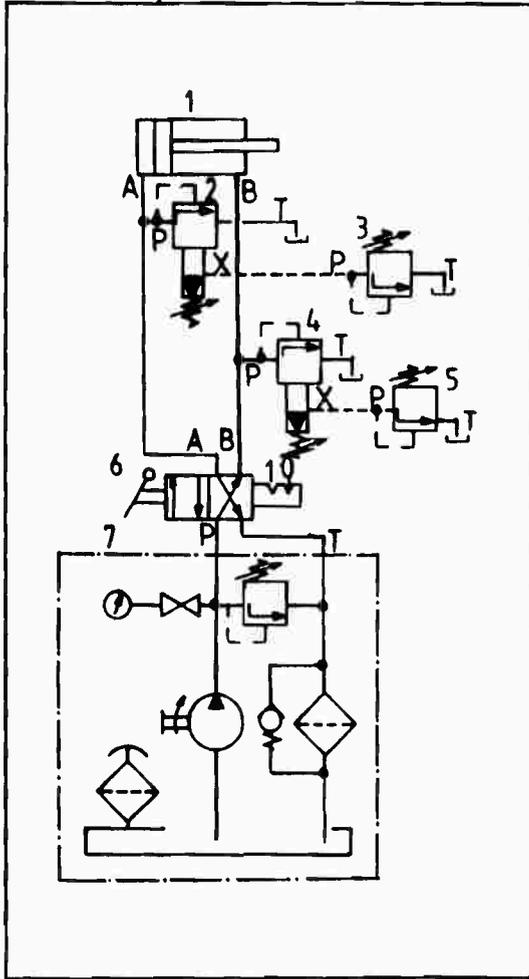
٢ - أن يكون حمل الاسطوانتين متساوياً ، فإن لم يكن كذلك فإن ضغط المضخة سيتحدد تبعاً للاسطوانة ذات الحمل الأقل ، وبالتالي تتقدم الاسطوانة ذات الحمل الأقل أولاً ، وعند وصولها لنهاية الشوط يرتفع ضغط المضخة حتى يصل للقيمة اللازمة لتحريك الاسطوانة الثانية فتتقدم هي الأخرى .

ملاحظة :

لا توجد علاقة ثابتة بين سرعة الاسطوانة الأولى والاسطوانة الثانية في هذه الحالة .

٣/٣ - الدائرة الهيدروليكية ذات الضغوط المختلفة :

إن أهم العناصر الهيدروليكية للحد من زيادة ضغط الدائرة الهيدروليكية عن حد معين هو صمامات تصريف الضغط المباشر ، وكذلك صمامات تصريف الضغط سابقة التحكم ، وهي عادة ما تكون بلا فائدة إلى أن يزداد ضغط السائل الهيدروليكي للحد المعايير عليه .

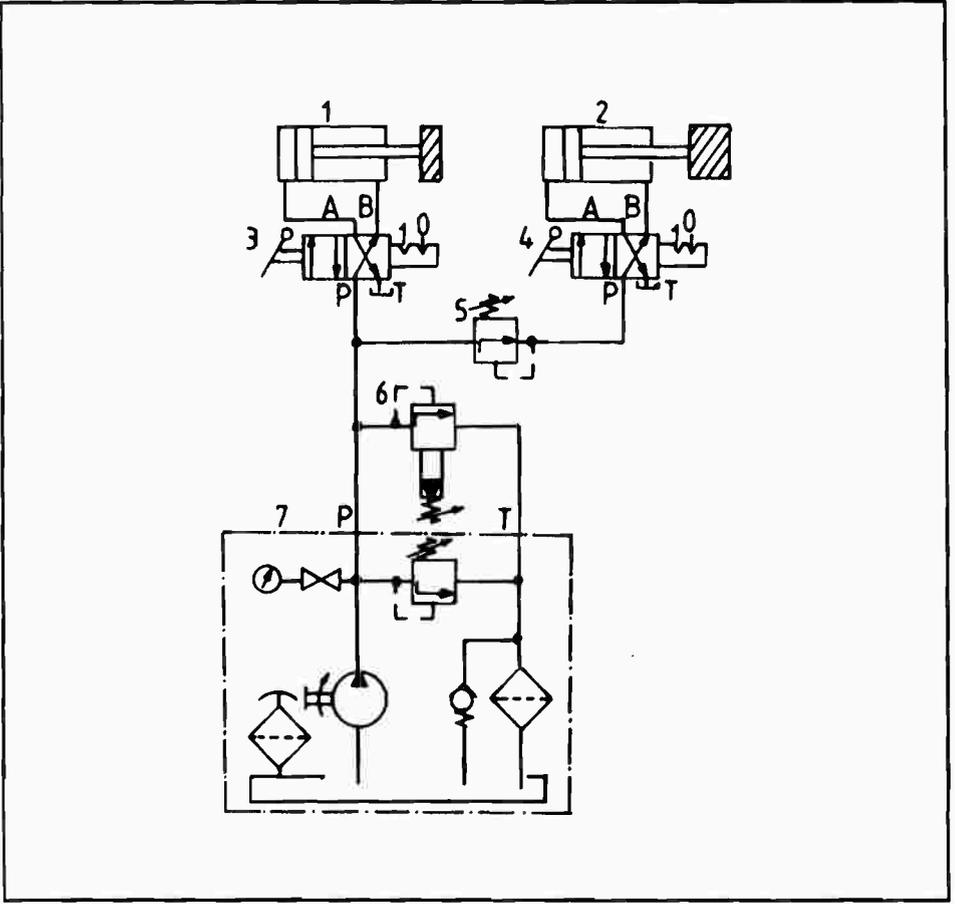


الشكل ٣ - ٨

والشكل (٣ - ٨) يعرض دائرة هيدروليكية تعمل عند ضغطي تشغيل ، الضغط الأول هو ضغط الدائرة عند شوط الذهاب للاسطوانة ، ويتم تحديده بواسطة صمام تصريف الضغط سابق التحكم 2 والذي يمكن التحكم فيه من بعد بواسطة صمام تصريف الضغط المباشر 3 أما الضغط الثاني

فهو ضغط الدائرة عند شوط العودة للاسطوانة ويتم تحديده بواسطة صمام تصريف الضغط سابق التحكم 4 ، والذي يمكن التحكم فيه من بعد بواسطة صمام تصريف الضغط المباشر 5 .

والشكل (٣ - ٩) يرض دائرة هيدروليكية أخرى تعمل عند ضغطي تشغيل ، الضغط الأول : هو ضغط تشغيل الاسطوانة 1 ، وهو الضغط المعايير عليه صمام تصريف الضغط سابق التحكم 6 ، والضغط الثاني : هو ضغط تشغيل الاسطوانة 2 ، وهو الضغط المعايير عليه صمام تقليل الضغط بدون فتحة تصريف 5 .



الشكل (٣ - ٩)

ملاحظة :

عادة يستخدم صمام تصريف ضغط سابق التحكم Pilot Operated Relief Valve عندما تستدعي الضرورة المحافظة على الحد الأقصى للدائرة عند قيم دقيقة لا تختمل الخطأ عند أى معدل تدفق ، خصوصاً معدلات التدفق العالية ، حيث إن قيمة الخطأ لا تتجاوز $\pm 1\%$ من القيمة المعايير عليها الصمام .

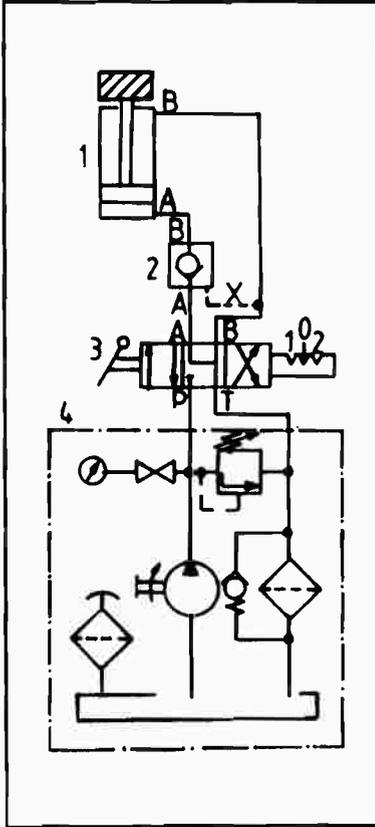
٤/٣ - منع التراجع والتقدم الجبرى للاسطوانات :

عند استخدام صمام 4/3 بوضع مركزى (تعادل) مغلق الفتحات فإنه يمكن إيقاف الاسطوانة عند أى نقطة فى شوطى الذهاب والعودة، ولكن يعاب على ذلك

أنه إذا توقفت الاسطوانة مدة طويلة عند نقطة بينية في شوط الذهاب أو العودة تتراجع الاسطوانة جبرياً إذا تعرضت لقوة دفع في اتجاه شوط عودتها ، وتتقدم الاسطوانة جبرياً إذا تعرضت لقوة مؤثرة في اتجاه ذهاب الاسطوانة ، والسبب في ذلك هو التسربات التي تحدث في الصمامات المنزلة .

ويتم منع التراجع والتقدم الجبرى للاسطوانات بثلاثة طرق مختلفة وهي كالآتى :

- ١ - باستخدام الصمامات اللارجعية .
- ٢ - باستخدام صمامات معاكسة الوزن .
- ٣ - باستخدام الصمامات اللارجعية وصمامات معاكسة الوزن معاً .



١/٤/٣ - منع التراجع والتقدم الجبرى باستخدام الصمامات اللارجعية :

الشكل (٣ - ١٠) يعرض دائرة هيدروليكية للتحكم فى اسطوانة ترفع ثقل لأعلى مستخدماً صماماً لارجعياً بإشارة تحكم، لمنع التراجع الجبرى للاسطوانة .

محتويات الدائرة :

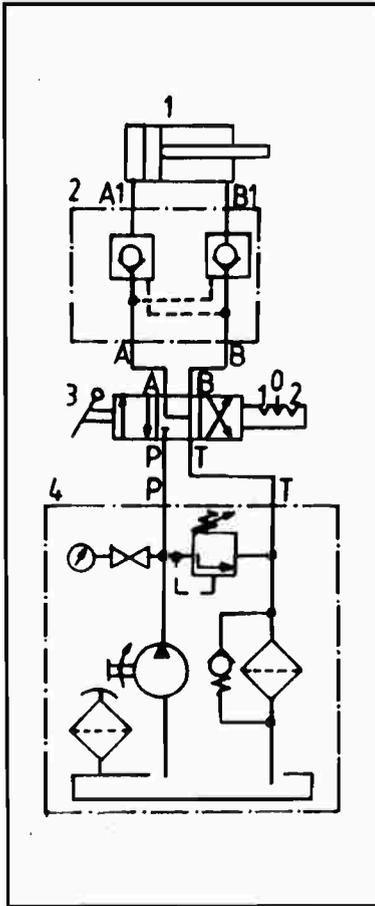
- 1 اسطوانة ثنائية الفعل .
- 2 صمام لارجعى بإشارة تحكم .
- 3 صمام بذراع تشغيل .
- 4 وحدة القدرة الهيدروليكية .

الشكل (٣ - ١٠)

وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على الوضع 1 يمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة 4 مروراً بالمسار $P \rightarrow A$ للصمام 3 ومروراً بالصمام اللارجعي 2 في المسار $A \rightarrow B$ وصولاً للاسطوانة فتتراجع الاسطوانة لأعلي ، ويعود الزيت الراجع من الاسطوانة إلى الخزان عبر المسار $B \rightarrow T$ للصمام 3 وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (0) تتوقف الاسطوانة عند آخر وضع لها علماً بأنه لن يحدث تقدم جبري للاسطوانة 1 بفعل الشغل الخارجى وذلك لان الصمام اللارجعي 2 يمنع مرور الزيت الهيدروليكي في الاتجاه $B \rightarrow A$ إلا عند وصول ضغط للفتحة وهذا لن يحدث إلا عند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على الوضع (2) .

وفي الشكل (٣ - ١٢) دائرة هيدروليكية

للتحكم في اسطوانة ثنائية الفعل تتعرض لأحمال غير ثابتة الاتجاه مستخدماً صماماً لارجعياً مزدوجاً لمنع التقدم والتراجع الجبري للاسطوانة .



محتويات الدائرة :

- 1 أسطوانة ثنائية الفعل
- 2 صمام لارجعي مزدوج
- 3 صمام 4/3 بوضع تعادل عائم
- 4 صمام تصريف ضغط سابق التحكم
- 5 وحدة قدرة هيدروليكية

فكرة تشغيل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (1) يمر الزيت المضغوط في المسار $P \rightarrow A$ ثم عبر الصمام اللارجعي

الشكل (٣ - ١٢)

الأيسر للصمام المزدوج 2 فى الاتجاه $A_1 \rightarrow A$ وصولاً للاسطوانة 1 ،فتتقدم
الاسطوانة للأمام ويعود الزيت الراجع من الاسطوانة عبر الصمام اللارجعى الأيمن
للصمام اللارجعى المزدوج 2 فى الاتجاه $B \rightarrow B_1$ (نتيجة لوصول إشارة ضغط
لفتحة التحكم الخاصة بالصمام اللارجعى الأيمن) ثم عبر الصمام الاتجاهى 3
فى المسار $T \rightarrow B$ وصولاً للخزان .

وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع 2 يمر الزيت المضغوط فى المسار
 $B \rightarrow P$ ثم عبر الصمام اللارجعى الأيمن فى الاتجاه $B_1 \rightarrow B$ وصولاً
للاسطوانة 1 ، فتراجع الاسطوانة للخلف ، ويعود الزيت الراجع من الاسطوانة عبر
الصمام اللارجعى الأيسر فى المسار $A \rightarrow A_1$ (نتيجة لوصول إشارة ضغط لفتحة
التحكم الخاصة بالصمام اللارجعى الأيسر) ، ثم عبر الصمام الاتجاهى 3 فى
المسار $T \rightarrow A$ وصولاً للخزان .

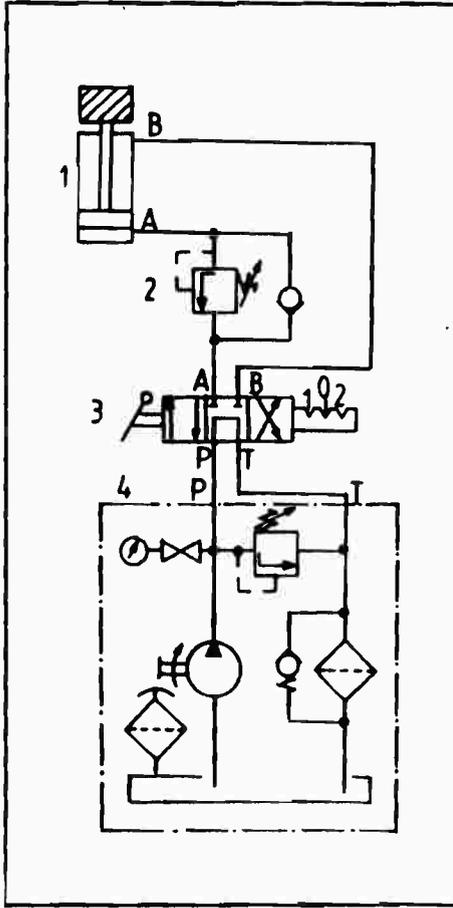
علماً بأنه فى وقت التوقف أى أثناء توقف الاسطوانة فى أى موضع فإنه
لا يمكن تقدم الاسطوانة إلى الأمام أو تراجعها للخلف ، وذلك لأن الصمام
اللارجعى المزدوج يمنع ذلك ، فحتى تتقدم الاسطوانة للأمام لابد من مرور الزيت
الخارج من الاسطوانة فى المسار $B \rightarrow B_1$ ، وهذا لا يمكن حدوثه بدون وصول
إشارة ضغط لفتحة التحكم للصمام اللارجعى الأيمن ، وأيضاً حتى تتراجع
الاسطوانة للخلف لابد من مرور الزيت الخارج من الاسطوانة فى المسار $A_1 \rightarrow A$
وهذا لا يمكن حدوثه بدون وصول إشارة ضغط لفتحة التحكم للصمام اللارجعى
الأيسر .

ملاحظات :

- ١ - عند استخدام صمامات لارجعية لمنع التقدم والتراجع الجبرى للاسطوانات
يجب استخدام صمام اتجاهى 4/3 بوضع مركزى (تعادل) عائم متصل بالخزان .
- ٢ - يفضل استخدام الصمامات اللارجعية ، لمنع التقدم أو التراجع الجبرى
للاسطوانات عند السكون بفعل أوزان خارجية ثابتة أو متغيرة القيمة .
- ٣/٤/٢ - منع التراجع والتقدم الجبرى باستخدام صمامات
معاكسة الوزن :

يتكون صمام معاكسة الوزن من صمام تتابعى بالتوازى مع صمام لارجعى

والشكل (٣ - ١٣) يعرض دائرة هيدروليكية للتحكم في اسطوانة ترفع ثقلاً لأعلى مستخدماً صمام معاكسة الوزن لمنع التراجع الجبرى للاسطوانة .



الشكل (٣ - ١٣)

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

- 1 اسطوانة ثنائية الفعل
- 2 صمام معاكسة الوزن
- 3 صمام 4/3 بذراع تشغيل بوضع تعادل متابعي .
- 4 وحدة قدرة هيدروليكية

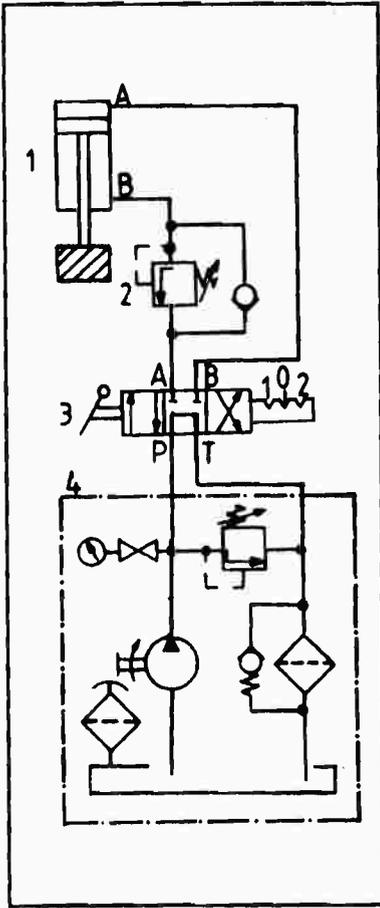
فكرة تشغيل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (1) يمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة الهيدروليكية عبر المسار

$P \rightarrow A$ للصمام 3 ثم عبر الصمام

الاراجعى لصمام معاكسة الوزن 2 وصولاً للاسطوانة 1 فتتقدم الاسطوانة لأعلى ، ويعود الزيت الراجع من الاسطوانة عبر المسار $B \rightarrow T$ للصمام 3 وصولاً للخزان ، ويمكن إيقاف الاسطوانة عند أى موضع بإعادة ذراع تشغيل الصمام الاتجاهى 3 على وضع (0) .

وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (2) يمر الزيت المضغوط عبر المسار $P \rightarrow B$ ووصولاً للاسطوانة 1 فيزداد الضغط أمام مكبس الاسطوانة حتي يصل الضغط الخارج من الاسطوانة إلي الضغط اللازم لفتح الصمام المتتابعي لصمام معاكسة الوزن 2 ، فتراجع الاسطوانة لأسفل ويمر الزيت الراجع من الاسطوانة عبر



الشكل (٣ - ١٤)

المسار $T \rightarrow A$ في الصمام الاتجاهي 3 وصولاً للخزان ، لذلك يقال إن مكبس الاسطوانة ممسوك هيدروليكيًا بين قوتين الأولى ناتجة عن الضغط القادم من وحدة القدرة الهيدروليكية والقوة الثانية : ناتجة عن الضغط العكسي المتولد من صمام معاكسة الوزن ، ولذلك فإن حركة المكبس تكون منتظمة إذا كان حمل الاسطوانة ثابتاً .

ملاحظة :

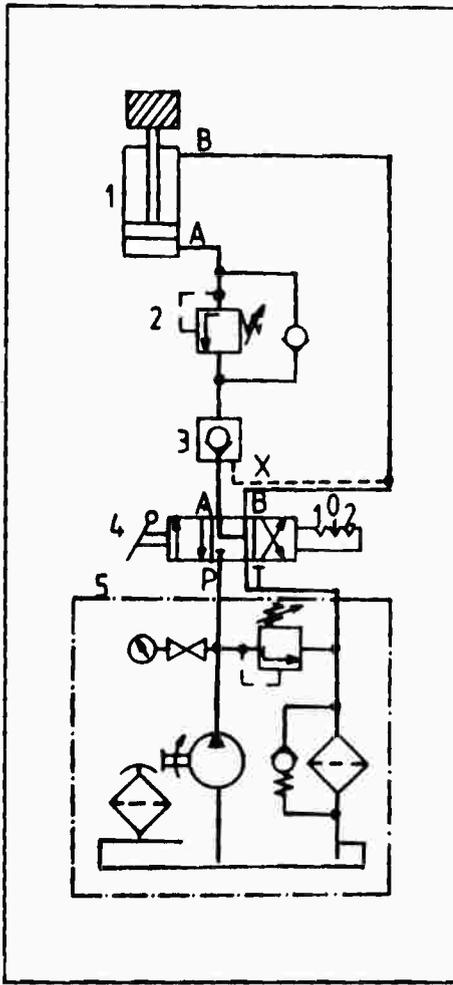
يعاير صمام معاكسة الوزن على ضغط أكبر من الضغط المتولد نتيجة للشغل الخارجى حتى يمنع تراجع الاسطوانة وقت الراحة (أثناء التوقف) .

والشكل (٣ - ١٤) يعرض دائرة هيدروليكية للتحكم فى اسطوانة تدفع ثقلاً لأسفل مستخدمة صمام معاكسة الوزن ، لمنع التقدم الجبرى للاسطوانة .

علماً بأن محتويات الدائرة الهيدروليكية لا تختلف عن مثيلتها فى الشكل السابق .

ملاحظات :

١ - الفرق بين الدائرة الهيدروليكية للتحكم فى اسطوانة تدفع ثقلاً لأعلى مستخدمة صمام معاكسة الوزن ، ومثيلتها التى تتحكم فى اسطوانة تدفع ثقلاً لأسفل هو مكان صمام معاكسة الوزن ، ففي الدائرة الأولى وصل صمام معاكسة الوزن بالفتحة A ، وفى الدائرة الثانية وصل صمام معاكسة الوزن بالفتحة B للاسطوانة .



الشكل (٣ - ١٥)

٢ - يفضل استخدام صمامات معاكسة الوزن لمنع التراجع والتقدم الجبرى للاسطوانات بفعل الأوزان الخارجية الثابتة القيمة .

٣/٤/٣ - منع التراجع والتقدم الجبرى باستخدام الصمامات اللارجعية المعاكسة للوزن :

الشكل (٣ - ١٥) يعرض دائرة هيدروليكية لمنع التراجع الجبرى لاسطوانة بفعل وزن خارجى مستخدماً صمام معاكسة الوزن وصماماً لارجعياً بإشارة تحكم ..

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

1 أسطوانة ثنائية الفعل

2 صمام معاكسة الوزن

3 صمام لارجعى بإشارة تحكم

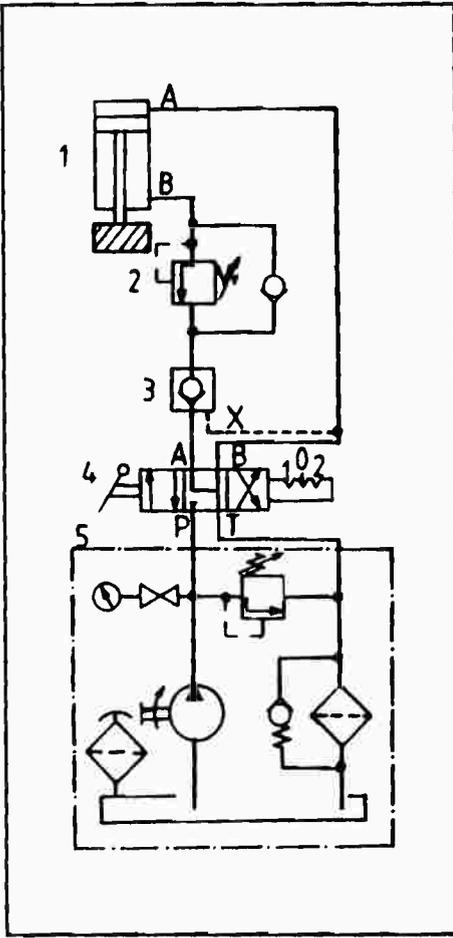
صمام 4/3 بذراع تشغيل وبوضع تعادل

4 عائم

5 وحدة القدرة الهيدروليكية

فكرة تشغيل الدائرة:

يقوم صمام معاكسة الوزن Counter Weight Valve 2 والصمام اللارجعى ذو إشارة التحكم 3 بمنع تراجع الاسطوانة عند توقفها فى أى نقطة خلاف التراجع التام



الشكل (٣ - ١٦)

ملاحظة :

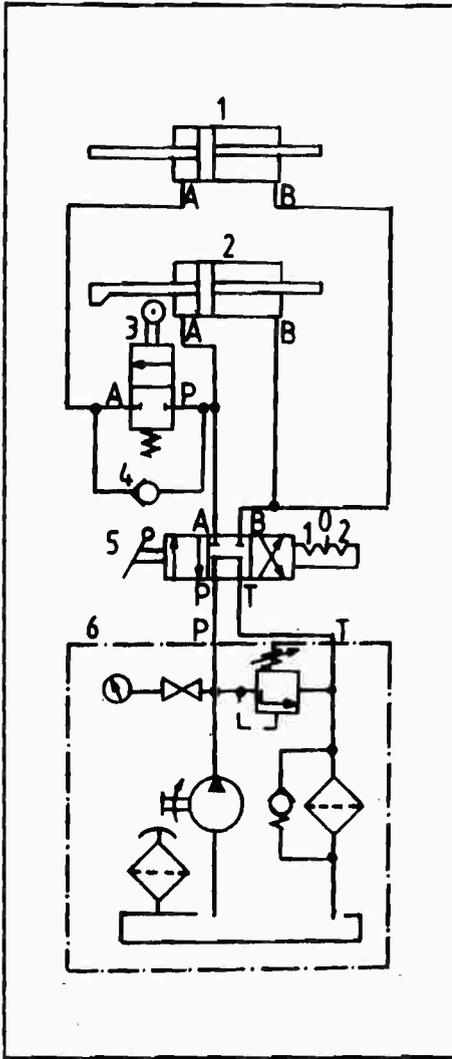
تستخدم الصمامات اللارجعية ، وكذلك صمامات 2 معاكسة الوزن معاً لمنع التراجع والتقدم الجبري للاسطوانات عند التوقف وكذلك منع التسارع أثناء الحركة .

٥/٣ - التشغيل التتابعي للاسطوانات :

يلزم الأمر أحياناً تشغيل بعض الاسطوانات الهيدروليكية بالتتابع مثل تقدم أسطوانة بعد أخرى أو تراجع اسطوانة بعد أخرى ، وهكذا ، وهناك طريقتان لتحقيق

حيث لا يمكن تراجع الاسطوانة إلا عند وضع ذراع تشغيل الصمام 4 على وضع (2) وعندما يصبح الضغط خلف مكبس الاسطوانة (عند الفتحة A للاسطوانة) قادراً علي التغلب على الضغط المعابر عليه الصمام التتابعي الخاص بصمام معاكسة الوزن 2 .

أما الشكل (٣ - ١٦) فيعرض دائرة هيدروليكية أخرى ، لمنع التقدم الجبري لاسطوانة بفعل وزن خارجي ، وهي لا تختلف عن الميينة في الشكل (٣ - ١٥) فيما عدا أن الصمام اللارجعي ذو إشارة التحكم 3 وكذلك صمام معاكسة الوزن 2 يوصلان بالطرف B للاسطوانة بدلاً من الطرف A .



الشكل (٣ - ١٧)

ذلك وهما :

١ - باستخدام صمامات نهايات المشوار ذات البكرات .

٢ - باستخدام الصمامات التتابعية .

وسوف نتناول ذلك في الفقرات

التالية :

٣/٥/١ - التشغيل التتابعي

المعتمد على الموضع :

الشكل (٣ - ١٧) يعرض دائرة

هيدروليكية بسيطة لتشغيل الاسطوانتين

1,2 بالتتابع عند الذهاب ، فعند وضع

ذراع تشغيل الصمام 5 على الموضع (1)

تتقدم الاسطوانة 2 إلى اليمين حتى

تضغط الكامة المثبتة على ذراع الاسطوانة

على بكرة الصمام 3 فيتغير وضع تشغيل

الصمام ، ويتدفق الزيت الهيدروليكي عبر

المسار $P \rightarrow A$ للصمام 3 فتتقدم الاسطوانة

1 لليمين .

أما عند وضع ذراع التشغيل للصمام 5

علي وضع 2 تتراجع الاسطوانتان 1,2 معاً

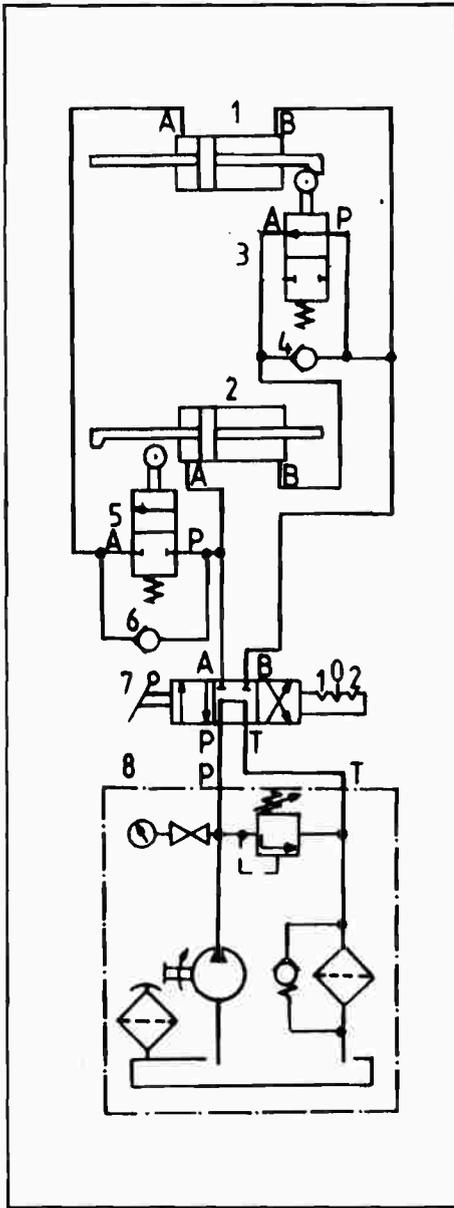
لليسار إذا كانت أحمالهما متساوية، أما إذا كان حمل إحداهما أكبر من الآخر

فتتراجع الاسطوانة ذات الحمل الأقل أولاً ثم بعد الوصول لنهاية الشوط تتراجع

الأخرى .

والشكل (٣ - ١٨) يعرض دائرة هيدروليكية أخرى لتشغيل الاسطوانتين 1,2

بالتتابع عند الذهاب والعودة، فعند وضع ذراع تشغيل الصمام 7 على الموضع (1)



تتقدم الاسطوانة 2 لليمين حتى تضغط على بكرة الصمام 5 فيمر السائل الهيدروليكي خلال المسار $P \rightarrow A$ للصمام 5 فتتقدم الاسطوانة 1 لليمين وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 7 على الوضع 2 تتراجع الاسطوانة 1 للمسار حتى تضغط على بكرة الصمام 3 فيمر السائل الهيدروليكي خلال المسار $P \rightarrow A$ لهذا الصمام ، فتراجع الاسطوانة 2 للمسار أيضا .

٢/٥/٣ - التشغيل التتابعي المعتمد على الضغط :

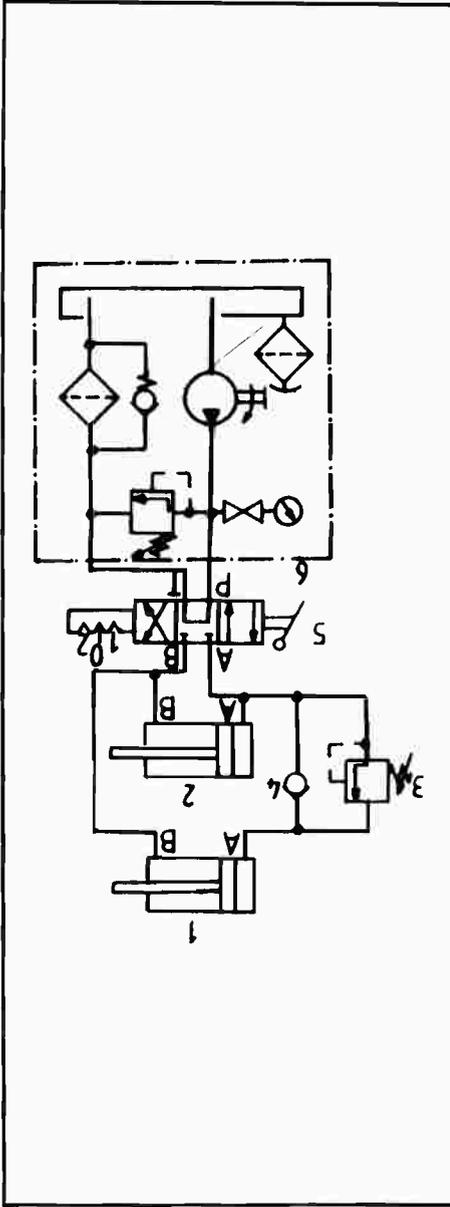
الشكل (٣ - ١٩) يعرض دائرة هيدروليكية بسيطة لتشغيل الاسطوانتين 1,2 بالتتابع عند الذهاب ، فعند وضع ذراع تشغيل الصمام 5 على وضع 1 تتقدم الاسطوانة 2 أولاً ، وعند وصولها لنهاية شوط الذهاب يزداد الضغط عند المدخل A للاسطوانة 2 فيعمل الصمام التتابعي 3 على إمرار الزيت الهيدروليكي وصولاً للفتحة A للاسطوانة 1 فتتقدم الاسطوانة 1 للأمام .

الشكل (٣ - ١٨)

وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 5 على وضع 2 تتراجع الاسطوانتان 1,2 معاً في نفس اللحظة إذا تساوت أحمالهما ، بينما تتراجع الأسطوانة ذات الحمل الأقل إذا اختلفت أحمال الاسطوانتين .

ملاحظة :

الصمام اللارجى 4 يعمل كمسار للزيت الراجع من الاسطوانة 1 عند العودة.



فى الشكل (٣ - ٢٠) دائرة هيدروليكية لتشغيل الاسطوانتين 1,2 بالتتابع فى شوطى الذهاب والعودة . فعند وضع ذراع التشغيل للصمام 7 على وضع (1) تتقدم الاسطوانة 1 أولاً ، وعند وصول الاسطوانة لنهاية شوط الذهاب تزداد المقاومة الهيدروليكية عند الفتحة A لها ويرتفع الضغط ليصل للقيمة المعايير عليها الصمام التتابعى 4 فيقوم بإمرار الزيت الهيدروليكى للفتحة A للاسطوانة 2 فتتقدم الاسطوانة 2 هى الأخرى .

وعند وضع ذراع التشغيل للصمام 7 على وضع (2) تتراجع الاسطوانة 2 أولاً وعند وصولها لنهاية شوط العودة يزداد الضغط عند الفتحة B للاسطوانة 2 فيعمل الصمام التتابعى ، على امرار الزيت الهيدروليكى للفتحة B للأسطوانة 1 فتراجع الاسطوانة 1 هى الأخرى .

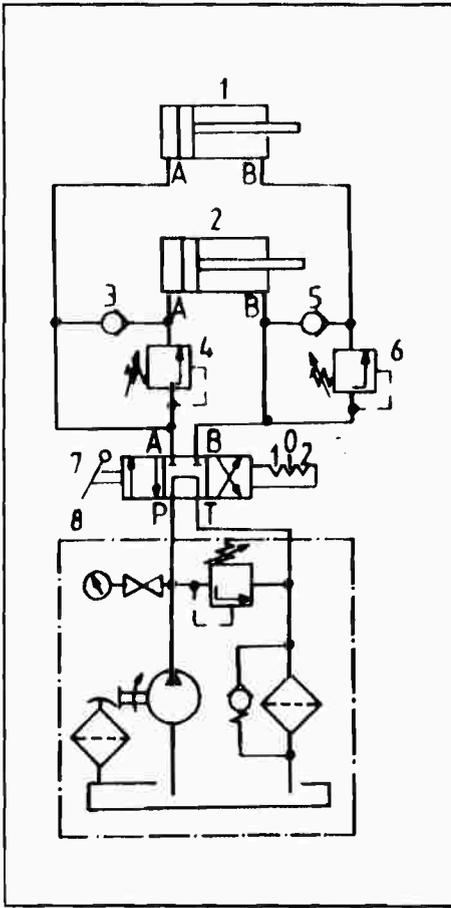
ملاحظة :

الشكل (٣ - ١٩)

الصمام اللارجى 5 يعمل كمسار

للزيت الراجع من الاسطوانة 1 عند الذهاب . والصمام اللارجى 3 يعمل كمسار للزيت الراجع من الاسطوانة 2 عند العودة.

٦/٣ - تقليل سرعة الاسطوانات :



يمكن تقليل سرعة الاسطوانات الهيدروليكية وذلك إما في شوط الذهاب أو شوط العودة باستخدام الصمامات الخانقة أو الصمامات الخانقة اللارجعية ، ويوجد ثلاث طرق لتقليل سرعة الاسطوانات في شوطي الذهاب أو العودة وهي كما يلي :

١ - خنق تدفق الزيت الداخل للاسطوانة .

٢ - خنق تدفق الزيت الراجع من الاسطوانة .

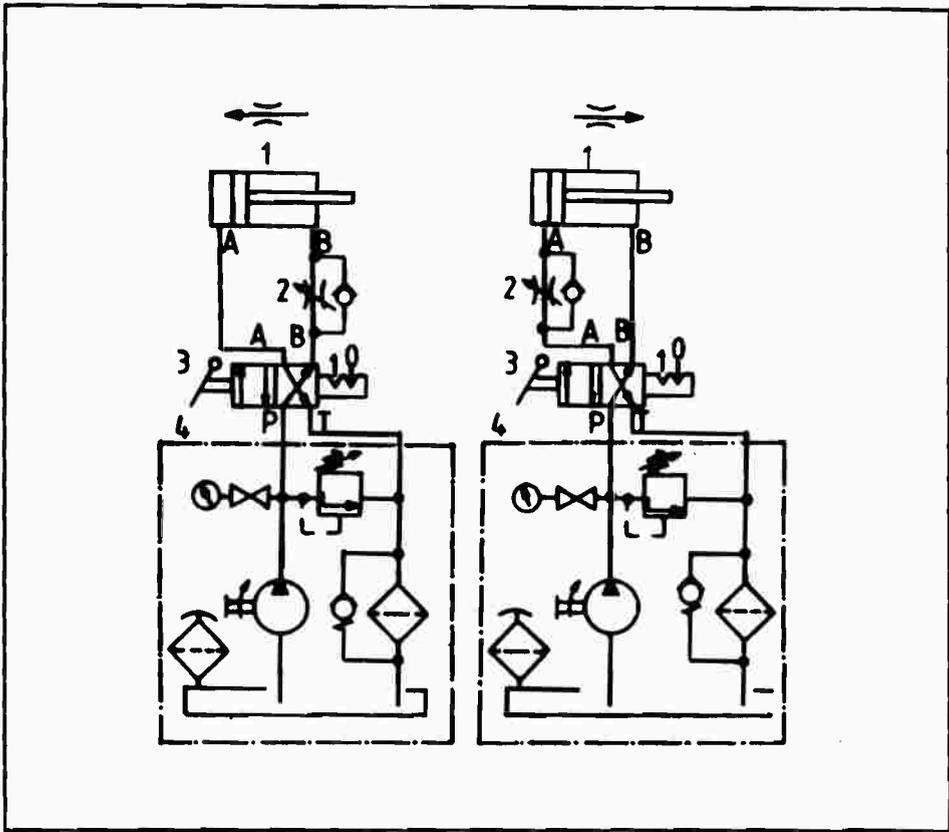
٣ - خنق تدفق زيت المصدر .

١/٦/٣ - خنق تدفق الزيت الداخل :

الشكل (٣ - ٢٠)

يمكن تقليل سرعة الاسطوانات في الذهاب أو العودة بخنق تدفق الزيت

الداخل للاسطوانات من وحدة القدرة . والشكل (٣ - ٢١) يعرض دائرتين هيدروليكيتين إحداهما لتقليل سرعة الاسطوانة عند الذهاب بخنق تدفق الزيت الداخل (أ) ، والثانية لتقليل سرعة الاسطوانة عند العودة بخنق تدفق الزيت الداخل (ب) .



الشكل (٣ - ٢١)

فكرة تشغيل الدائرة الهيدروليكية الموضحة بالشكل أ :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (1) يتغير وضع التشغيل للصمام للوضع الأيسر فيتدفق الزيت من وحدة القدرة عبر المسار $P \rightarrow A$ للصمام 3 ثم مروراً بالصمام الخائق للصمام الخائق الارجعى 2 وصولاً للفتحة A للاسطوانة فتتقدم الاسطوانة ببطء نتيجة لخنق تدفق الزيت الداخل ، ويعود الراجع من الفتحة B للاسطوانة عبر المسار $B \rightarrow T$ للصمام 3 وصولاً للخزان .

أما عند إعادة ذراع تشغيل الصمام 3 لوضع (0) يعود الصمام لوضعه الابتدائي الأيمن فيمر الزيت من وحدة القدرة عبر المسار $B \rightarrow P$ للصمام 3 وصولاً للفتحة B للاسطوانة ، فتراجع الاسطوانة للخلف ويعود الراجع من الفتحة A للاسطوانة عبر الصمام اللارجعي للصمام اللارجعي الخائق 2 ثم عبر المسار $T \rightarrow A$ للصمام 3 وصولاً للخزان .

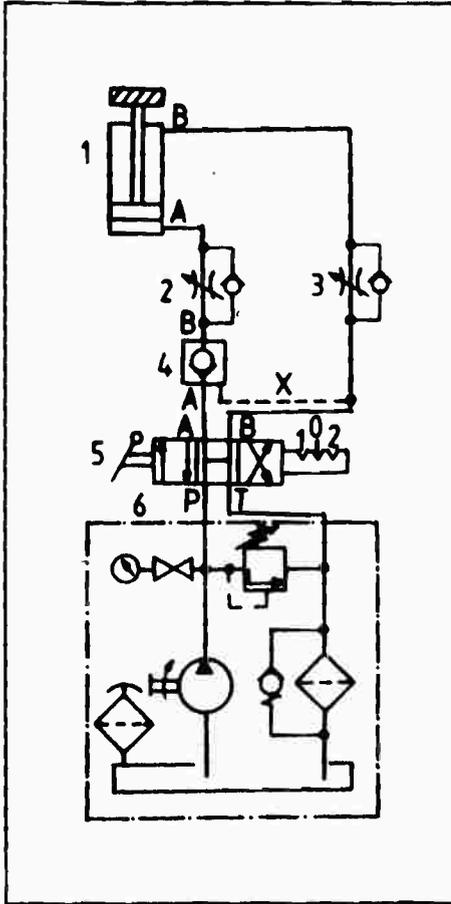
فكرة تشغيل الدائرة الهيدروليكية الموضحة بالشكل ب :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (1) يتغير وضع التشغيل للصمام للوضع الأيسر فيتدفق الزيت المضغوط من وحدة القدرة 4 عبر المسار $P \rightarrow A$ للصمام 3 وصولاً للاسطوانة 1 ، فتتقدم الاسطوانة 1 للامام بينما يعود الزيت الراجع من الاسطوانة عبر الصمام اللارجعي للصمام اللارجعي الخائق 2 ومروراً بالمسار $B \rightarrow T$ في الصمام 3 وصولاً للخزان .

وعند إعادة ذراع تشغيل الصمام 3 لوضع (0) يعود الصمام لوضعه الابتدائي الأيمن فيمر الزيت من وحدة القدرة الهيدروليكية 4 عبر المسار $P \rightarrow A$ للصمام 3 مروراً بالصمام الخائق في الصمام الخائق اللارجعي 2 ووصولاً للاسطوانة فتراجع الاسطوانة ببطء نتيجة لخنق الزيت الداخل ويعود الزيت الراجع من الاسطوانة عبر المسار $A \rightarrow T$ للصمام 3 وصولاً للخزان .

والشكل (٣ - ٢٢) يعرض دائرة هيدروليكية بسيطة ، لتقليل سرعة الاسطوانة في شوطي الذهاب والعودة بخنق تدفق الزيت الداخل .

فكرة تشغيل الدائرة :



الشكل (٣ - ٢٢)

١ - يقوم الصمام اللارجعى الخانق القابل للمعايرة 2 بخنق الزيت الداخل عند تقدم الاسطوانة لأعلى ، فتتقدم الاسطوانة ببطء .

٢ - يقوم الصمام اللارجعى الخانق القابل للمعايرة 3 بخنق الزيت الداخل عند تراجع الاسطوانة فتراجع الاسطوانة ببطء .

٣ - يقوم الصمام اللارجعى ذو وصلة التحكم 4 بمنع التراجع الجبرى للاسطوانة تحت تأثير الوزن المثبت ، على الاسطوانة أثناء التوقف .

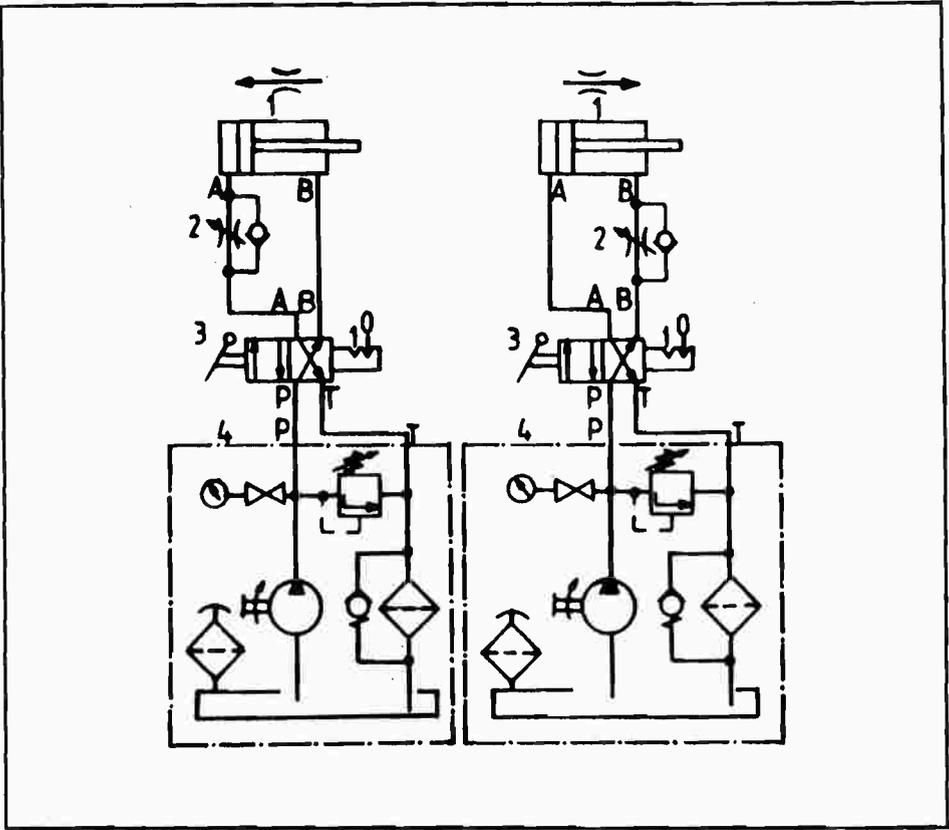
٢/٦/٣ - خنق تدفق الزيت

الراجع

يمكن تقليل سرعة الاسطوانات فى الذهاب أو العودة بخنق تدفق الزيت الراجع من الاسطوانات إلى وحدة القدرة الهيدروليكية . والشكل (٣ - ٢٣)

يعرض دائرتين هيدروليكيتين إحداهما لتقليل

سرعة الاسطوانة عند الذهاب بخنق تدفق الزيت الراجع (أ) والثانية لتقليل سرعة الاسطوانة عند العودة بخنق تدفق الزيت الراجع (ب) .



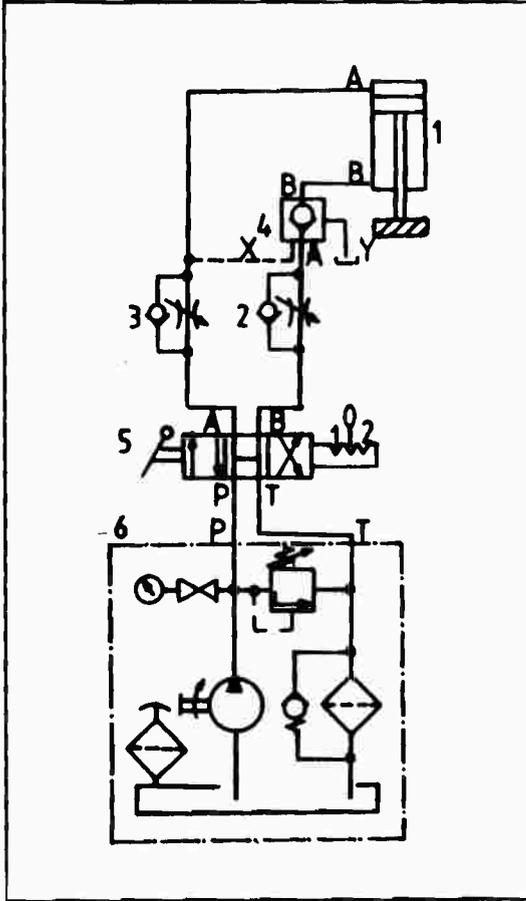
الشكل (٣ - ٢٣)

فكرة تشغيل الدائرة الموضحة بالشكل أ :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (1) يمر الزيت المضغوط عبر المسار $P \rightarrow A$ وصولاً للاسطوانة ، بينما يقوم الصمام الخائق للصمام الخائق اللارجي 2 بخنق تدفق الزيت الراجع من الاسطوانة ، فتتقدم الاسطوانة ببطء وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (0) يمرر الزيت المضغوط من وحدة القدرة عبر المسار $P \rightarrow B$ للصمام 3 ، ثم عبر الصمام اللارجي للصمام الخائق اللارجي 2 وصولاً للاسطوانة فترجع الاسطوانة بالسرعة الطبيعية حيث يعود الزيت الراجع من الاسطوانة عبر المسار $A \rightarrow T$ للصمام 3 وصولاً للخزان .

فكرة تشغيل الدائرة الموضحة بالشكل ب :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (1) يمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة 4 عبر المسار A → P للصمام 3 ثم مروراً بالصمام اللارجعي للصمام الخائق اللارجعي 2 وصولاً للاسطوانة فتتقدم الاسطوانة بالطبيعة ، حيث يعود الزيت الراجع مباشرة عبر المسار B → T في الصمام وصولاً للخزان ، وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (0) يمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة 4 عبر المسار P → B وصولاً للاسطوانة ، بينما يقوم الصمام الخائق للصمام الخائق اللارجعي 2 بخنق تدفق الزيت الراجع من الاسطوانة فتتراجع الأسطوانة ببطء .



وفي الشكل (٣ - ٢٤) دائرة هيدروليكية بسيطة لتقليل سرعة الاسطوانة 1 في شوطي الذهاب والعودة بخنق تدفق الزيت الراجع .

فكرة تشغيل الدائرة :

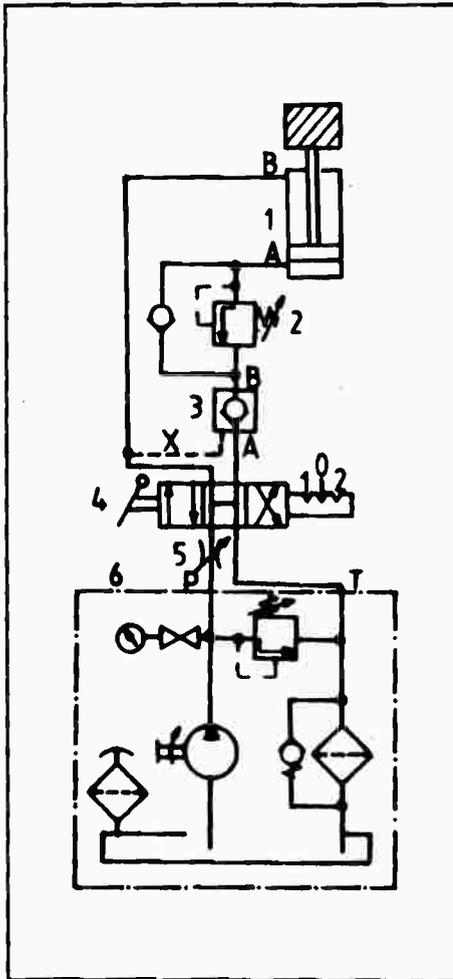
١ - يقوم الصمام اللارجعي الخائق القابل للمعايرة 3 بخنق تدفق الزيت الراجع من الاسطوانة عند تراجع الاسطوانة لأعلي ، فتتراجع الاسطوانة ببطء .

٢ - يقوم الصمام اللارجعي الخائق القابل للمعايرة 2 بخنق تدفق الزيت الراجع عند تقدم الاسطوانة لأسفل فتتقدم الاسطوانة ببطء .

الشكل (٣ - ٢٤)

٣ - يقوم الصمام اللارجعى ذو وصلة التحكم ، وفتحة التصريف الخارجية 4 بمنع التقدم الجبرى للاسطوانة تحت تأثير الوزن الخارجى ، علماً بأن الضغط عند الفتحة A للصمام 4 يكون كبيراً نتيجة لتأثير الصمام الخائق اللارجعى القابل للمعايرة 2 ، لذلك يلزم استخدام هذا النوع أى المزود بوصلة تصريف خارجية .

٣/٦/٣ - خنق تدفق زيت المصدر :



الشكل (٣ - ٢٥) يعرض دائرة هيدروليكية بسيطة لتقليل سرعة الاسطوانة فى الذهاب والعودة بخنق تدفق زيت المصدر القادم من وحدة القدرة الهيدروليكية 6 قبل مروره بالصمام 4 بواسطة الصمام الخائق القابل للمعايرة 5 .

ويعاب على هذه الطريقة أنه لا يمكن ضبط سرعة العودة وأيضاً سرعة الذهاب كلاً على حدة فكلتاهما تعتمد على معايرة الصمام الخائق القابل للمعايرة 5 .

ملاحظة :

صمام معاكسة الوزن 2 والصمام اللارجعى ذو إشارة التحكم 3 يمنعا التراجع الجبرى للاسطوانة 1 تحت تأثير الحمل الخارجى ، وذلك أثناء التوقف .

وكذلك فإن صمام معاكسة الوزن 2 يمنع تسارع الاسطوانة أثناء العودة تحت تأثير الوزن الخارجى .

الشكل (٣ - ٢٥)

٧/٣ - تنظيم وتنعيم حركة الاسطوانات :

في بعض التطبيقات الهيدروليكية يلزم الأمر الحصول على سرعة منتظمة وناعمة للاسطوانات بغض النظر عن الحمل ، كما هو الحال في آلات الورش وذلك للحصول على تشطيب جيد للمشغولات ، ولتحقيق ذلك تستخدم صمامات تنظيم التدفق بتعويض الضغط مزدوجة كانت أو ثلاثية ، وذلك لان معدل تدفق الزيت فيها يعتمد فقط على معايرتها ولا يتغير بتغير الحمل على الأسطوانة وذلك لثبوت فرق الضغط على جانبي هذه الصمامات وهذا بالطبع لا يتحقق عند استخدام الصمامات اللارجعية الخانقة والقابلة للمعايرة (أنظر الفقرة ٣ - ٦) .

وهناك عدة طرق مختلفة لتوصيل صمامات تنظيم التدفق المزدوجة والثلاثية بتعويض الضغط ، لتنظيم وتنعيم حركة الاسطوانات كما يلي :

Meter in Flow Control

أ - تنظيم تدفق الزيت الداخل

Meter out Flow Control

ب - تنظيم تدفق الزيت الراجع

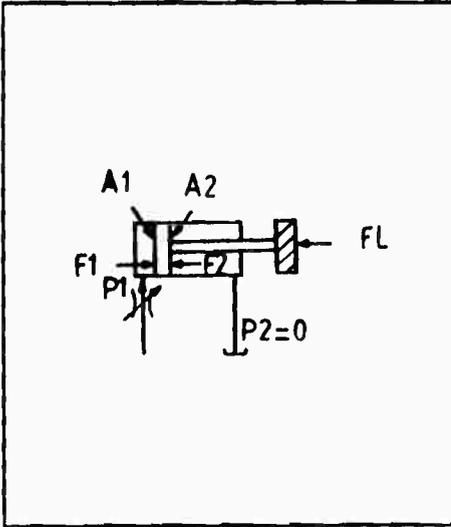
Bleed off Flow Control

ج - تنظيم تدفق الزيت المستنزف

١/٧/٣ - تنظيم تدفق الزيت الداخل :

من أجل معرفة خواص هذا النوع من التنظيم سنتعرض رياضياً إلى العلاقة بين ضغط وحدة القدرة الهيدروليكية وقوة الحمل المؤثرة على الاسطوانة (FL)

ففي الشكل (٣ - ٢٦) اسطوانة هيدروليكية لتنظيم تدفق الزيت الداخل حيث إن :



A_1 مساحة المكبس .

A_2 المساحة الحلقية للمكبس .

P_1 ضغط وحدة القدرة الهيدروليكية .

P_2 ضغط الزيت الراجع .

القوة الناشئة من الضغط الواقع على

المكبس . F_1

الشكل (٣ - ٢٦)

القوة الناشئة من الضغط الواقع علي المساحة الحلقية للمكبس . F_2

قوة الحمل . F_L

وفيما يلي المعادلات الرياضية المستنتجة من التحصيل الاتجاهي للقوى :

$$F_1 = F_2 + F_L$$

$$P_1 A_1 = P_2 A_2 + F_L$$

وحيث إن قيمة الضغط P_2 تقريباً تساوى صفراً وبالتالي فإن :

فإذا كانت القوة F_L في اتجاه حركة الاسطوانة وذلك بوضع الاسطوانة رأسياً

لأسفل يصبح الحمل سالباً وبالتالي فإن :

$$P_1 A_1 = - F_L$$
$$P_1 = \frac{F_L}{A_1}$$

وينتج عن ذلك ظاهرة التكهف Cavitation في الخط الواصل مع الفتحة A للاسطوانة ، والذي فيه صمام تنظيم التدفق بتعويض الضغط ويؤدي ذلك لحدوث تآكل في هذا الخط ، وكذلك في الاسطوانة .

ومن أجل هذا يجب عمل الاحتياطات اللازمة عند تنظيم تدفق الزيت الداخل ؛ لمنع حدوث ظاهرة التكهف .

والشكل (٣ - ٢٧) يعرض دائرة هيدروليكية بسيطة لتنظيم حركة اسطوانة ثنائية الفعل باستخدام صمام تنظيم تدفق مزدوج بتعويض ضغط لتنظيم تدفق الزيت الداخل .

فكرة تشغيل الدائرة الهيدروليكية :

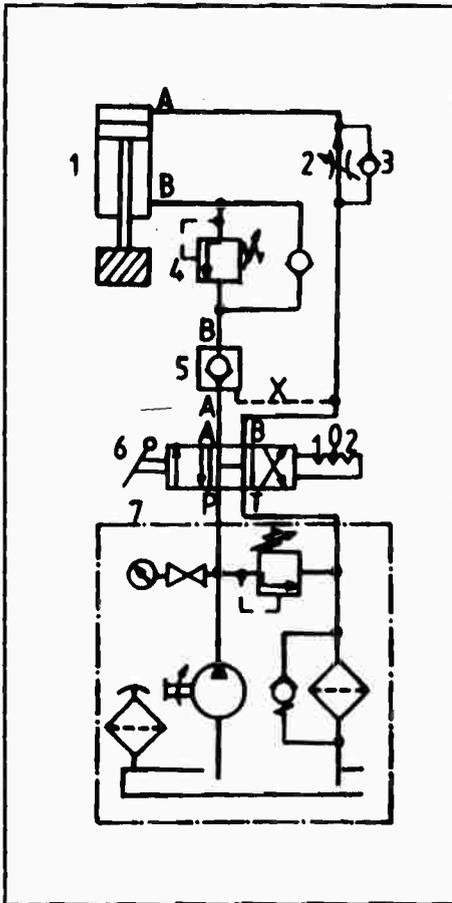
عندوضع ذراع تشغيل الصمام 6 على وضع (2) يتدفق الزيت المضغوط من وحدة القدرة الهيدروليكية 4 عبر المسار $P \rightarrow B$ لهذا الصمام، ثم عبر صمام تنظيم التدفق 2 وصولاً للفتحة A للاسطوانة 1 ، بينما يمر الزيت الراجع من الاسطوانة من الفتحة B عبر الصمام التتابعي لصمام معاكسة الوزن 4 ، وذلك عند وصول الضغط أمام المكبس للضغط المعابر عليه الصمام التتابعي ، فينتج عن ذلك ضغط معاكس أمام المكبس ، وبذلك يحدث مسك هيدروليكي للمكبس ، ثم يمر الزيت بعد ذلك في الصمام الارجعى ذى وصلة التحكم، حيث إن الصمام سيكون مفتوحاً

نتيجة لوصول ضغط لوصلة التحكم x ثم أخيراً يمر الزيت عبر المسار $B \rightarrow T$ للصمام 3 وصولاً للخزان ، فتتقدم الاسطوانة ببطء لأسفل بحركة منتظمة خالية من الارتعاش والاهتزاز .

أما عند وضع ذراع تشغيل الصمام 6 على وضع (1) يمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة 7 عبر المسار $P \rightarrow A$ للصمام نفسه ، ثم مروراً بالصمام اللارجعى 5 ثم مروراً بالصمام اللارجعى لصمام معاكسة الوزن 4 وصولاً للفتحة B للاسطوانة 1 فى حين يعود الزيت الراجع من الاسطوانة من الفتحة A عبر الصمام اللارجعى 3 ثم عبر المسار $B \rightarrow T$ للصمام 6 وصولاً للخزان ، وبالتالي تتراجع الاسطوانة بالسرعة المعتادة .

ملاحظات :

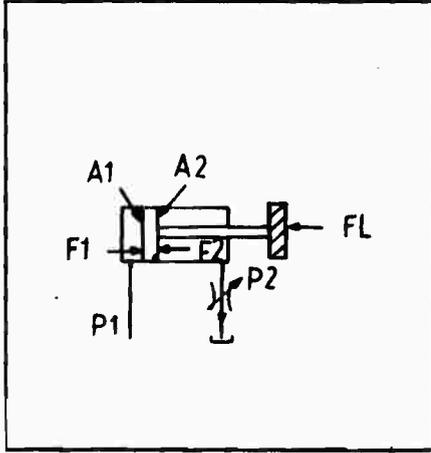
- ١ - صمام تنظيم التدفق بتعويض الضغط لايقوم بتنظيم تدفق الزيت المار فيه إلا عند المرور فى اتجاه السهم فقط .
- ٢ - صمام معاكسة الوزن 4 يمنع حدوث تسارع للاسطوانة عند النزول بفعل الثقل الخارجى .
- ٣ - صمام معاكسة الوزن 4 والصمام اللارجعى ذو إشارة التحكم 5 يقومان بمنع التقدم الجبرى للاسطوانة عند التوقف .
- ٤ - تستخدم طريقة تنظيم الزيت الداخلى عادة فى تنظيم حركة الاسطوانات ذات الأحمال الثابتة مثل الروافع .



الشكل (٣ - ٢٧)

٢/٧/٣ تنظيم تدفق الزيت الراجع :

من أجل معرفة خواص هذا النوع من التنظيم سنستنتج العلاقة بين P_1 مع FL ففى الشكل (٣ - ٢٨) اسطوانة هيدروليكية بتنظيم تدفق الزيت الراجع .



الشكل (٣ - ٢٨)

حيث إن :

- A_1 . مساحة المكبس .
- A_2 . المساحة الحلقية للمكبس .
- P_1 . ضغط وحدة القدرة الهيدروليكية .
- P_2 . ضغط الزيت الراجع .
- F_1 . القوة الناشئة من الضغط الواقع على المكبس .
- F_2 . القوة الناشئة من الضغط الواقع على المساحة الحلقية للمكبس .
- FL . قوة الحمل .

وفيما يلي المعادلات الرياضية المستنتجة من التحصيل الاتجاهى للقوى :

$$F_1 = F_2 + FL$$

$$P_1 A_1 = P_2 A_2 + FL$$

فإذا كانت القوة FL فى اتجاه حركة الاسطوانة وذلك بوضع الاسطوانة رأسياً لأسفل يصبح الحمل سالباً وبالتالي فإن :

$$P_1 A_1 = P_2 A_2 - FL$$

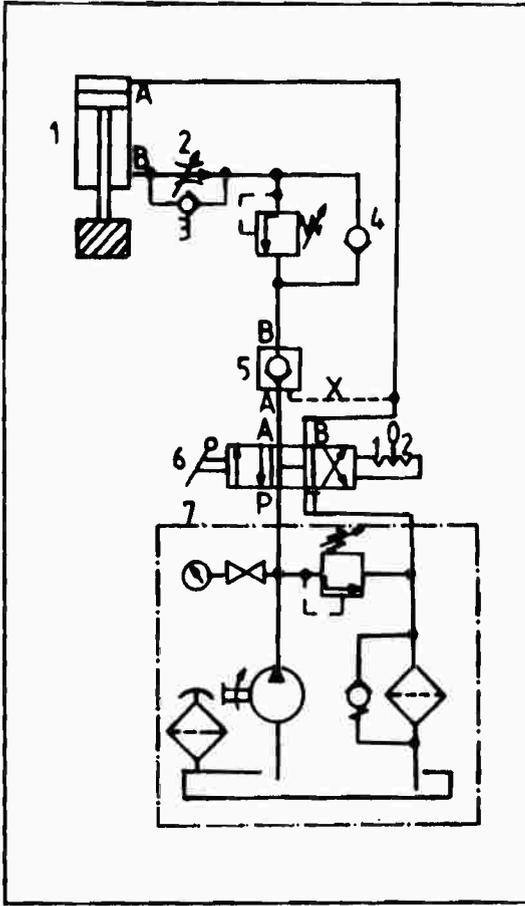
$$P_1 A_1 + FL = P_2 A_2$$

$$P_2 = \frac{P_1 A_1 + FL}{A_2}$$

وبالتالى لن يحدث تكهف أمام الاسطوانة . مما سبق يتضح أن تنظيم الزيت الراجع يكون خالياً من ظاهرة التكهف ، ولكن يعاب على هذا النوع من التنظيم

كبر الإجهادات الميكانيكية على
موانع التسريب للاسطوانة .

والشكل (٣ - ٢٩) يعرض
دائرة هيدروليكية بسيطة لتنظيم
حركة اسطوانة ثنائية الفعل
مستخدماً صمام تنظيم التدفق
بتعويض الضغط لتنظيم تدفق
الزيت الراجع .



الشكل (٣ - ٢٩)

تنظيم التدفق المزدوج بتعويض الضغط ، والقابل للمعايرة 2 ، وعند وصول الضغط
للضغط المعايير عليه الصمام التتابعي لصمام معاكسة الوزن 4 ، يفتح الصمام
التتابعي لإمرار الزيت الراجع ، وبعد ذلك يمر الزيت الراجع عبر الصمام اللارجمي
ذى إشارة التحكم الخارجية 5 نتيجة لوصول ضغط للفتحة X وأخيراً مروراً بالمسار A
T → للصمام 6 ، وصولاً للخزان ، فتتقدم الاسطوانة ببطء بسرعة منتظمة خالية من
الارتعاش والارتجاج .

أما عند وضع ذراع تشغيل الصمام 6 على وضع (1) يمر الزيت المضغوط من
وحدة القدرة 7 عبر المسار P → للصمام نفسه ثم عبر الصمام اللارجمي ذى

إشارة التحكم 5 ، ثم مروراً بالصمام اللارجعى لصمام معاكسة الوزن 4 ، ثم مروراً بالصمام اللارجعى 3 وصولاً للفتحة B للاسطوانة ، بينما يعود الزيت الراجع من الاسطوانة من الفتحة A ومروراً بالمسار $T \rightarrow P$ للصمام 3 ، وصولاً للخزان فتراجع الاسطوانة 1 بالسرعة المعتادة .

ملاحظات :

١ - صمام معاكسة الوزن 4 يمكن الاستغناء عنه فى هذه الدائرة ، وذلك لأن صمام تنظيم التدفق المزوج بتعويض الضغط والقابل للمعايرة يمنع حدوث تسارع للاسطوانة عند النزول .

٢ - الصمام اللارجعى ذو إشارة التحكم 5 يمنع حدوث تقدم جبرى عند السكون .

٣ - تستخدم طريقة تنظيم الزيت الخارج عادة فى تنظيم حركة عناصر الفعل ذات الأحمال المتغيرة كما فى آلات الورش مثل : المشايب ، والمخارط ، والفرايز والمقاشط ... إلخ ؛ للحصول على تشطيب جيد أى : أسطح ناعمة .

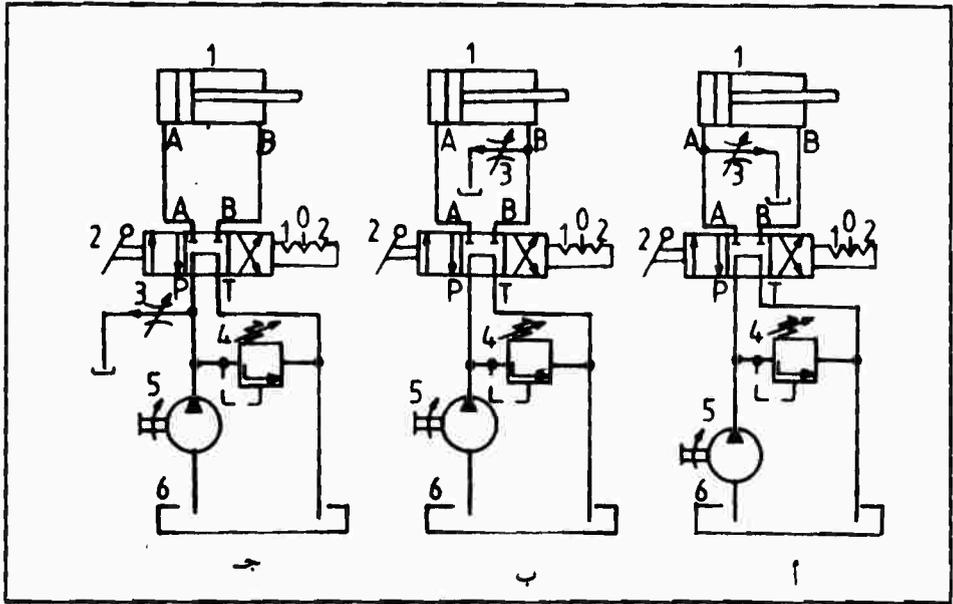
٣/٧/٣ - تنظيم تدفق الزيت المستنزف :

تستخدم هذه الطريقة للتحكم فى الاسطوانات التى تعمل بمعدل تدفق كبير يزيد عن 1 gal/sec أى (38 L/Sec) مثل : المقاشط .

وتعتمد دقة هذه الطريقة على التدفق ، فكلما زاد معدل التدفق ازدادت الدقة ، وعلى كل حال لاتستخدم هذه الطريقة بنفس القدر الذى تستخدم فيه الطريقتان السابقتان .

والشكل (٣ - ٣٠) يعرض ثلاث دوائر هيدروليكية ، لتنظيم سرعة اسطوانة مستخدماً طريقة الاستنزاف .

فى (الشكل أ) دائرة هيدروليكية لتنظيم سرعة اسطوانة عند الذهاب باستنزاف الزيت الداخلى ، وفى (الشكل ب) دائرة هيدروليكية لتنظيم سرعة



الشكل (٣ - ٣٠)

اسطوانة عند العودة باستنزاف الزيت الداخل أيضاً ، وفي (الشكل ج) دائرة هيدروليكية ، لتنظيم سرعة اسطوانة عندالذهاب والعودة باستنزاف زيت المصدر :
ملاحظة :

إذا استنزف الزيت من الخط الراجع ، فإن هذا سيكون بدون فائدة ، لذلك فإن الاستنزاف دائماً يكون من خط الضغط .

٣ / ٨ زيادة سرعة الاسطوانات :

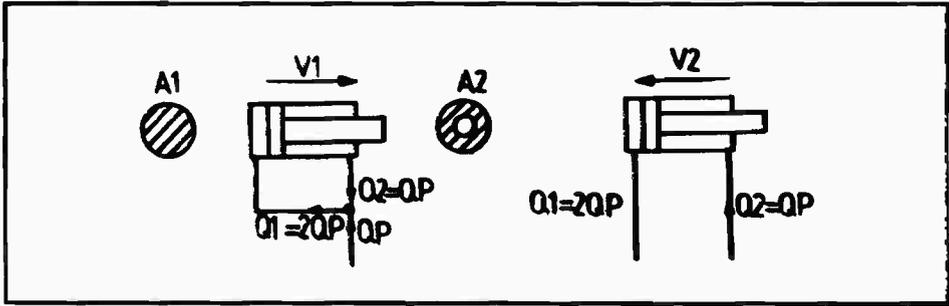
في أى دائرة هيدروليكية فإن حاصل ضرب الضغط في معدل التدفق يحدد القدرة الهيدروليكية الداخلة للدائرة .

وعادة فإن الحاجة للقوة العظمى والسرعة العظمى للاسطوانات لايجتمعان معاً ، وهناك تغييرات كثيرة في الدائرة الهيدروليكية يمكن عملها لزيادة السرعة في الوقت الذى لانتاج فيه لقوة كبيرة والعكس صحيح . وعادة تستخدم دوائر زيادة سرعة الاسطوانات فى المكابس الهيدروليكية حيث إن من متطلبات المكابس الهيدروليكية زيادة السرعة على حساب القوة ، وزيادة القوة عند التوقف . وفي

الفقرات التالية ، سنتناول أهم الطرق المستخدمة لزيادة سرعة الاسطوانات .

١/٨/٣ - الدائرة الاسترجاعية (التفاضلية) Regenerative Circuit :

الشكل (٣ - ٣١) يبين فكرة عمل الدوائر الاسترجاعية ، وهو إعادة الزيت الراجع من أمام المكبس في شوط الذهاب ، للدخول مرة أخرى مع الزيت القادم من المضخة (الشكل ب) . أما (الشكل أ) فيوضح التدفقات اللازمة لعودة الاسطوانة



الشكل (٣ - ٣١)

حيث إن :

- A1 . مساحة مكبس الاسطوانة .
- A2 . المساحة الحلقية للمكبس .
- V1 . سرعة الاسطوانة عند الذهاب .
- V2 . سرعة الاسطوانة عند العودة .
- Qp . تدفق المضخة .
- Q1 . التدفق الداخل أو الخارج من غرفة المكبس .
- Q2 . التدفق الداخل أو الخارج من غرفة العمود .

وعادة ما تستخدم اسطوانات لها مساحة مكبس ضعف المساحة الحلقية

$$A1 = 2 A2$$

للمكبس أى أن :

$$Q_1 = 2 Q_2$$

وتبعاً فإن :

ولذلك فإنه عند الذهاب (عند إعادة الزيت الراجع من أمام المكبس للدخول مع الزيت القادم من المضخة) فإن :

$$V_1 = \frac{Q_1}{A_1} = \frac{2Q_p}{A_1} \quad (1)$$

وعند العودة فإن :

$$V_2 = \frac{Q_2}{A_2} = \frac{Q_p}{\frac{A_1}{2}} = \frac{2Q_p}{A_1} \quad (2)$$

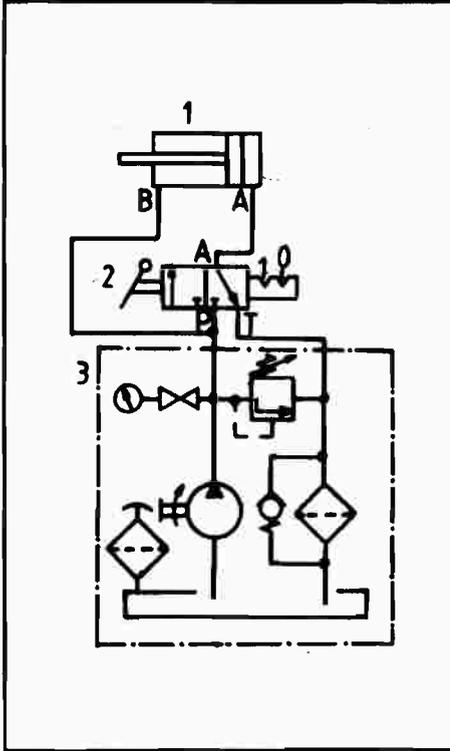
ومن ١ ، ٢ ينتج أن $V_1 = V_2$

أى أن : سرعة الذهاب تساوى سرعة العودة فى الدائرة الاسترجاعية ، وبالطبع طالما أن سرعة الذهاب تزداد للضعف

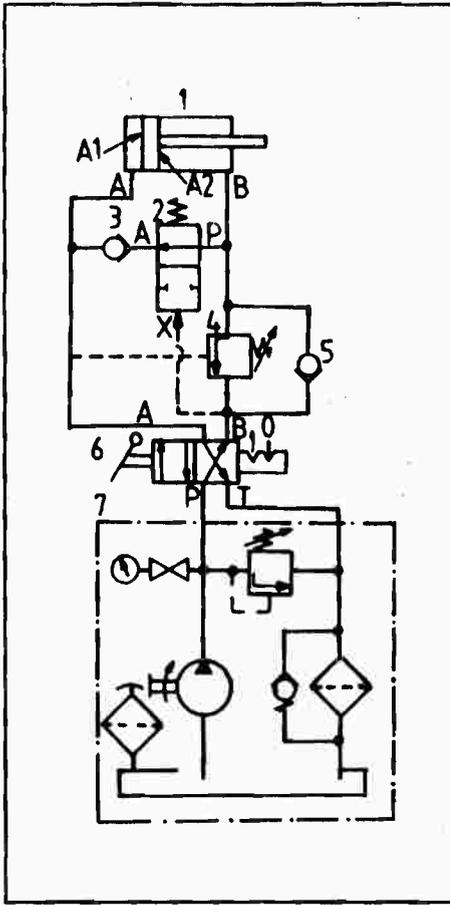
مقارنة بالوضع الطبيعي ، فإن قوة الدفع فى الذهاب ستقل للنصف مقارنة بالوضع الطبيعي أيضاً ؛ وذلك لأن القدرة الهيدروليكية التى تدخل الاسطوانة ثابتة . وفى الشكل (٣ - ٣٢) دائرة استرجاعية بسيطة .

فكرة تشغيل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 6 على وضع (1) ينتقل الصمام لوضع التشغيل الأيسر فتتقدم الاسطوانة بسرعة نتيجة للدورة الاسترجاعية الناشئة فى هذه الحالة ، أما عند إعادة ذراع تشغيل الصمام 2 على وضع (0) يعود الصمام لوضع التشغيل الابتدائى (الأيمن) فتعود الاسطوانة للخلف بالسرعة المعتادة .



الشكل (٣ - ٣٢)



الشكل (٣ - ٣٣)

وفى الشكل (٣ - ٣٣) دائرة استرجاعية بملاشاة اتوماتيكية للاسترجاع فى نهاية شوط الذهاب .

فكرة تشغيل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 6 على وضع (1) ينتقل الصمام لوضع التشغيل الأيسر فيمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة 7 عبر المسار $P \rightarrow A$ وصولاً للاسطوانة ويمر الزيت الراجع من الاسطوانة فى المسار $A \rightarrow P$ للصمام 2، ثم عبر الصمام اللارجعى 3 ثم يعود للاسطوانة مرة أخرى ، وبذلك تكتمل دورة الاسترجاع ، فتزداد سرعة الذهاب للاسطوانة ، وبمجرد وصول الاسطوانة لنهاية شوط الذهاب يزداد ضغط التشغيل، فيعمل الصمام التتابعى 4 على إمرار الزيت الراجع للخزان بدلاً من المرور عبر الصمام 2 ، والصمام اللارجعى 3 ، وبذلك تتلاشى الدورة الاسترجاعية وتصبح

قوة دفع الاسطوانة هى القوة الطبيعية أى تتضاعف قوة دفع الاسطوانة والسبب فى ذلك : أنه أثناء الدورة الاسترجاعية فإن الضغط أمام المكبس يساوى الضغط خلف المكبس يساوى ضغط الدائرة ، وبالتالي فإن القوة تساوى $F_R = P (A_1 - A_2)$ وعند ملاشاة الدورة الاسترجاعية فإن الضغط أمام المكبس يساوى صفراً لاتصال غرفة عمود المكبس بالخزان ، وبالتالي تصبح القوة مساوية $F_n = P A_1$ وحيث إن $F_n = 2 F_R$ فإن $A_1 = 2 A_2$

وعند إعادة ذراع تشغيل الصمام 6 لوضع (0) يعود الصمام لوضع التشغيل الابتدائى (الأيمن) فيمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة 7 عبر المسار $P \rightarrow B$

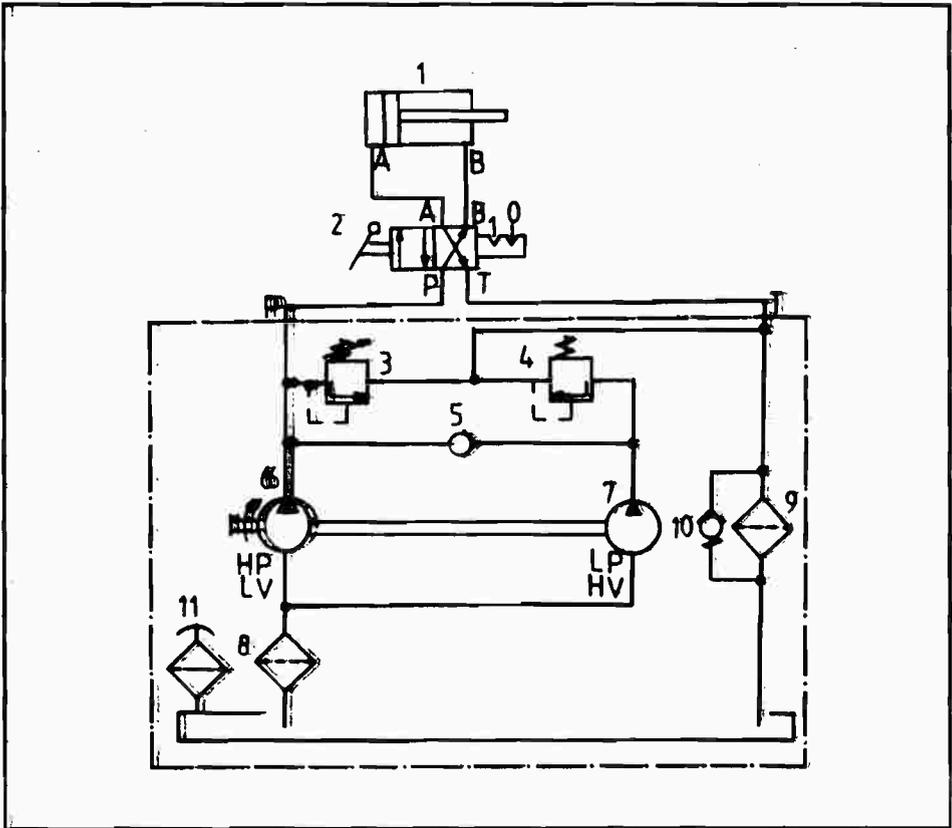
للصمام 6 ثم عبر الصمام الارجعى 5 ، وصولاً للاسطوانة ، ويعود الزيت الراجع من الاسطوانة عبر المسار A → P للصمام 6 وصولاً للخزان ، فتراجع الاسطوانة للخلف بالسرعة الطبيعية .

ملاحظة :

وضع تشغيل الصمام 2 سيتغير نتيجة لوصول إشارة ضغط إليه أثناء تراجع الاسطوانة للخلف ، وبالتالي ينقطع الاتصال بين الفتحة B والفتحة A للاسطوانة في شوط العودة .

High - Low Circuit دائرة الضغط العالى والمنخفض

الشكل (٣ - ٣٤) يعرض دائرة هيدروليكية بضغط عالٍ ومنخفض ، ويستخدم



الشكل (٣ - ٣٤)

في هذه الدائرة وحدة قدرة هيدروليكية تحتوي على مضختين : المضخة 6 بضغط عال HP وحجم هندسى صغير LV ، أما المضخة 7 بضغط منخفض LP وحجم هندسى كبير HV ، وترتبط المضختان معاً ميكانيكياً مع محرك كهربى واحد ، وتستخدم هذه الدائرة لزيادة سرعة الاسطوانة فى شوطى الذهاب والعودة مع عدم تساوى سرعة الذهاب والعودة .

فكرة تشغيل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 2 على وضع (1) ينتقل الصمام لوضع التشغيل الأيسر ، فيمر الزيت المضغوط من المضختين 6, 7 عبر المسار A → P لهذا الصمام وصولاً للاسطوانة فتتقدم الاسطوانة 1 بسرعة عالية ، ويعود الزيت الراجع من الاسطوانة للخزان عبر المسار T → B للصمام 2 ، وعند وصول الاسطوانة لنهاية شوط الذهاب يزداد الضغط عند المدخل A للاسطوانة نتيجة للمقاومة الهيدروليكية فيقوم صمام تصريف الضغط بتصريف خرج المضخة 7 للخزان ، بينما يقوم الصمام اللارجعى 5 بمنع مرور تدفق المضخة 6 للمضخة 7 ، ويصل كل خرج المضخة 6 إلى الفتحة A للاسطوانة فيزداد بذلك الضغط خلف المكبس إلى أن يصل للقيمة المعايير عليها صمام التصريف 3 ، حينئذ يعود خرج المضخة 6 عبر صمام التصريف 3 للخزان مروراً بالمرشح 9. فإذا حدث انسداد لفتحات عنصر الترشيح لهذا المرشح يمر الزيت الراجع عبر الصمام اللارجعى 10. أما عند إعادة ذراع تشغيل الصمام 2 لوضع (0) يعود الصمام لوضعه الابتدائى الأيمن فيمر خرج المضختين عبر المسار B → P لهذا الصمام ، وصولاً للفتحة B للاسطوانة ، فتراجع الاسطوانة بسرعة عالية ، وعند وصول الاسطوانة لنهاية شوط العودة تعمل المضخة 6 تماماً كما حدث فى الحالة السابقة (عند التقدم) علماً بأن الزيت الراجع من الاسطوانة يعود عبر المسار T → A وصولاً للخزان .

ملاحظات :

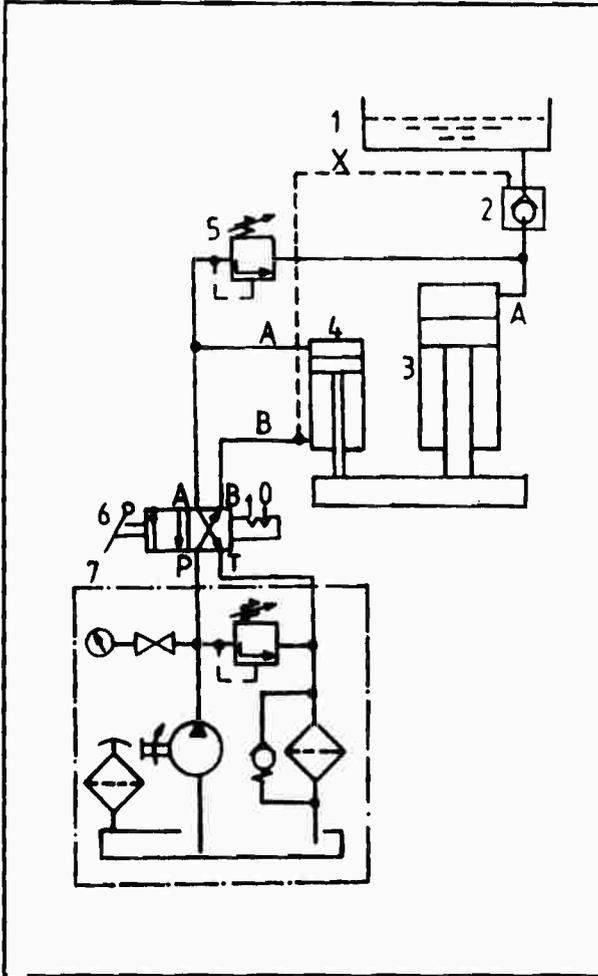
- ١ - يتم ضبط كلا من صمام تصريف 4 وصمام التصريف 3 على ضغوط مختلفة فالصمام 4 يضبط على ضغط منخفض والصمام 3 يضبط على ضغط عالٍ.
- ٢ - أحياناً تستخدم مضخة مزدوجة لها خط سحب واحد وخطى طرد بحيث

تحقق متطلبات هذه الدائرة .

٣/٨/٣ - دائرة الملء المسبق للضغط Prefill Circuit

الشكل (٣ - ٣٥)

يبين دائرة هيدروليكية بملء مسبق .



نظرية تشغيل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام ، على وضع (1) تتقدم الاسطوانة 4 للامام وتتقدم الاسطوانة 3 أيضا نتيجة للربط الميكانيكى بين الاسطوانتين 3 و 4 فنتج خلخلة خلف مكبس الاسطوانة 3 فيتدفق الزيت الهيدروليكي من الخزان 1 عبر الصمام اللارجمى ذى وصلة التحكم 2 إلى الاسطوانة 3 وعند وصول الاسطوانة 4 لنهاية شوط الذهاب تكون الغرفة الموجودة خلف مكبس الاسطوانة 3 قد امتلأت بالزيت ، ويزداد

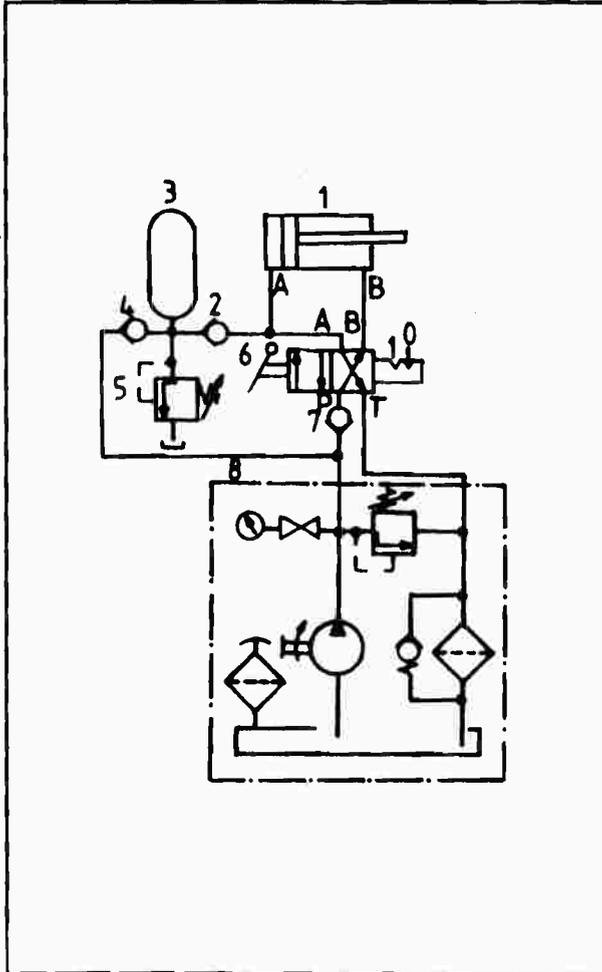
الشكل (٣ - ٣٥)

ضغط المضخة حينئذ ، حتى يصل للحد الذى يسمح بعمل الصمام التتابعى 5 ، فيمر الزيت المضغوط من المضخة إلى الاسطوانة 3 ويزداد الضغط للحد المعايير عليه وحدة القدرة .

وعند إعادة ذراع تشغيل الصمام ، للوضع (0) تتراجع الاسطوانة 4 ومعها الاسطوانة 3 المتصلة معها ميكانيكياً ، ويعود الزيت الهيدروليكي من خلف مكبس الاسطوانة 3 عبر الصمام اللارجعي 2
 (نتيجة لوصول اشارة ضغط للفتحة x) إلى الخزان 1 من جديد ، بينما يعود الزيت من خلف الاسطوانة 4 عبر المسار T → A للصمام 6 .

ملاحظة :

دائرة الملء المسبقه للضغط مفيدة عند استخدام وحدة قدرة هيدروليكية صغيرة لتشغيل اسطوانة كبيرة الحجم وهذا أوفر من الناحية الاقتصادية .



دائرة - ٤/٨/٣

المؤازرة بالمركم Ac- cumulator Circuit

الشكل (٣ - ٣٦)

يعرض دائرة مؤازرة بمحرك هيدروليكي .

الشكل (٣ - ٣٦)

نظرية تشغيل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 6 على وضع (1) يمر خرج وحدة القدرة 8 عبر الصمام اللارجعى 7 ثم عبر الصمام 6 فى المسار $A \rightarrow B$ وصولاً للاسطوانة 1، فتتقدم الاسطوانة 1 بسرعة عالية ، وعند وصول الاسطوانة لنهاية شوط الذهاب يرتفع ضغط وحدة القدرة ، وصولاً للضغط المعايير عليه صمام التصريف الخاص بها، وبالتالي تزداد قوة دفع الاسطوانة فى نهاية الشوط .

وعند إعادة ذراع تشغيل الصمام 6 للوضع (0) يعود الصمام لوضعه الابتدائى الأيمن فتراجع الاسطوانة للخلف بالسرعة المعتادة ويشحن المرمك 3 وعند وصول الاسطوانة لنهاية شوط العودة تبدأ وحدة القدرة الهيدروليكية برفع ضغط المرمك ، وصولاً للضغط المعايير عليه صمام التصريف 5

٩/٣ - تزامن حركة الاسطوانات

Cylinders Synchronizing Circuits

أحياناً يلزم الأمر فى العمليات الصناعية والمعدات الهيدروليكية حركة اسطوانتين أو أكثر - حركة تزامنية - والمقصود بالحركة التزامنية هى تساوى سرعة الاسطوانات مع الاتفاق فى لحظة البدء ، ولحظة الانتهاء ، مهما اختلفت أحمال كل اسطوانة على حدة . وتوجد عدة طرق مستخدمة لهذا الغرض وهى كما يلى :

١ - التزامن بتوصيل الاسطوانات على التوازي مع ربطهم ميكانيكياً .

٢ - التزامن بتوصيل الاسطوانات على التوالى .

٣ - التزامن باستخدام المراكم المتماثلة .

٤ - التزامن باستخدام صمامات تنظيم التدفق المزدوجة .

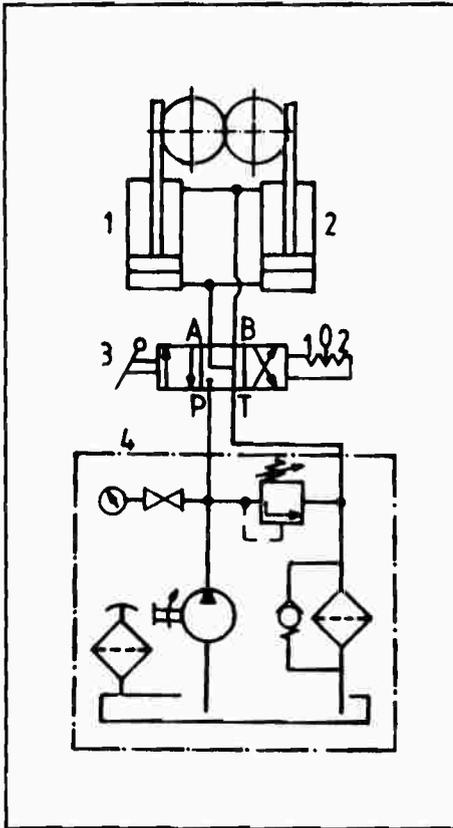
٥ - التزامن باستخدام المحركات الهيدروليكية .

٦ - التزامن باستخدام صمامات التزامن .

٧ - التزامن باستخدام قناطر التوحيد الهيدروليكية .

٨ - التزامن باستخدام صمامات تقسيم التدفق .

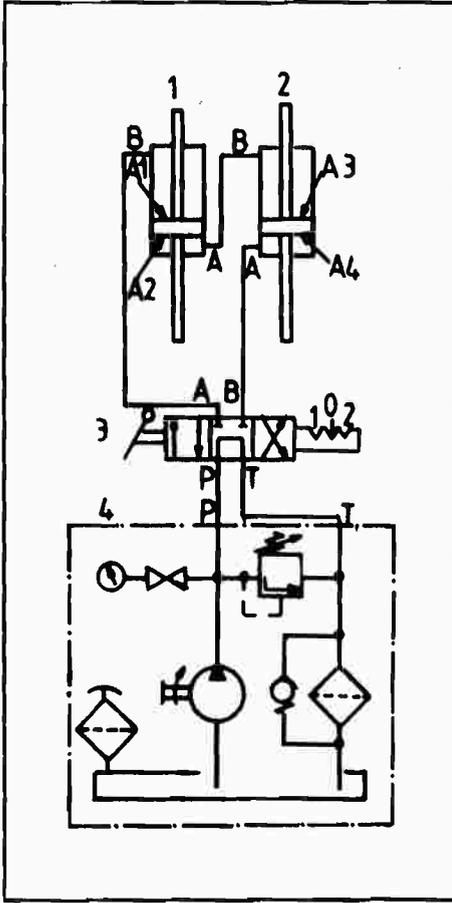
١/٩/٣ - التزامن بتوصيل الاسطوانات على التوالي أو على التوازي :



الشكل (٣ - ٣٧) يعرض دائرة هيدروليكية بسيطة لعمل تزامن بين الأسطوانتين 1,2 وذلك بتوصيلهما بالتوازي مع عمل ربط ميكانيكى بينهما بواسطة جريرتين مسننتين وترسين كما هو واضح فى الشكل ذاته .

وتستخدم هذه الطريقة مع الاسطوانات المتجاورة والتي تتحرك فى نفس الاتجاه ، والتي لها نفس الحجم .

الشكل (٣ - ٣٧)



الشكل (٣ - ٣٨)

أما الشكل (٣ - ٣٨) فيعرض دائرة هيدروليكية لعمل تزامن بين الاسطوانتين 1,2 ، وذلك بتوصيلهما على التوالي ، ويشترط لتحقيق شرط التزامن عدم حدوث أى تسرب للسائل الهيدروليكي المتدفق من الاسطوانة 1 إلى الاسطوانة 2 وذلك فى الوصلة AB وايضاً يجب أن تكون A2 = A3 ولذلك يفضل استخدام هذه الطريقة مع الاسطوانات ذات ذراعى الدفع.

٣/٩/٢ - التزامن باستخدام المراكم المتماثلة :

فى الشكل (٣ - ٣٩) دائرة هيدروليكية بسيطة لعمل تزامن بين الاسطوانتين 1,2 فى شوط الذهاب فقط وذلك باستخدام مركمين متماثلين .

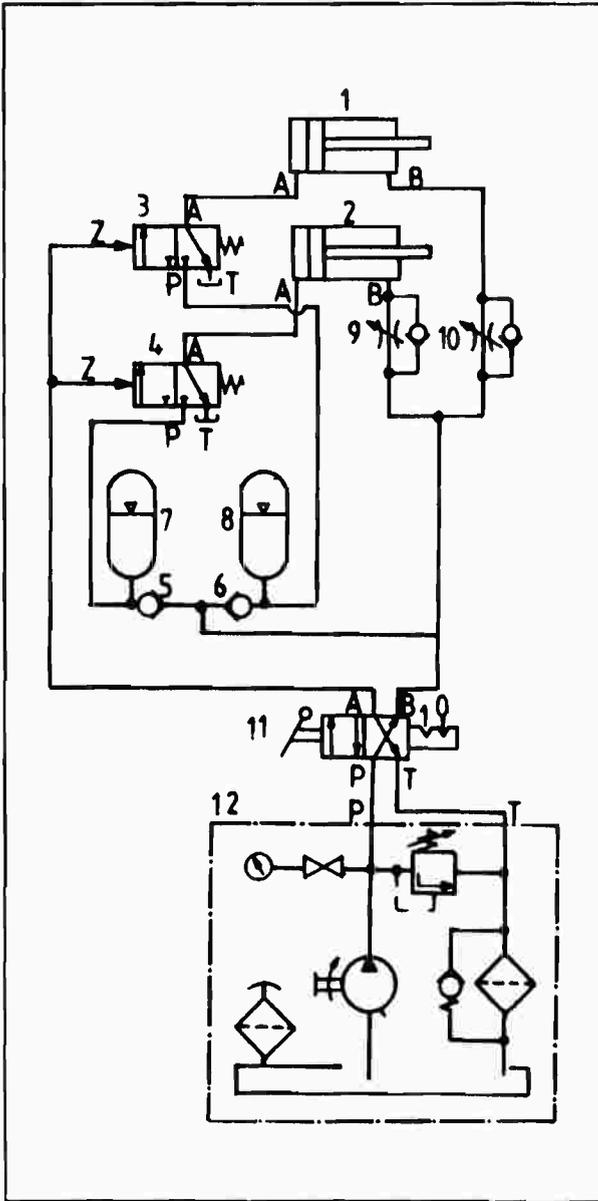
نظرية تشغيل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 11 على وضع (1) يتغير وضع تشغيل الصمام للوضع الأيسر ، فتصل إشارة ضغط لفتحة التحكم Z لكلا الصمامين 3,4 فيتغير وضع التشغيل لكلا الصمامين ليصبح الوضع الأيسر فيمر الزيت الهيدروليكي من كلا المركمين المتماثلين 7,8 عبر المسار $P \rightarrow A$ للصمامين 3,4 فيحدث تزامن بين الاسطوانتين 1,2 فى شوط الذهاب .

أما عند إعادة ذراع تشغيل الصمام 11 لوضع (0) يعود وضع تشغيل الصمام

للوضع الإبتدائي الأيمن ، فتراجع الاسطوانتان 1,2 معاً ، وفي نفس الوقت ويشحن المركمان 7,8 فى آن واحد وصولاً للضغط المعايير عليه وحدة القدرة الهيدروليكية، علماً بأنه يمكن ضبط التزامن ، وذلك بالاستعانة بالصمامات الخانقة اللارجعية

10,9



ملاحظة :

للحصول على أداء جيد لعملية التزامن يلزم عدم حدوث أى تسربات فى الصمامات المستخدمة .

٣/٩/٣ - التزامن
باستخدام صمامات
تنظيم التدفق
المزدوجة :

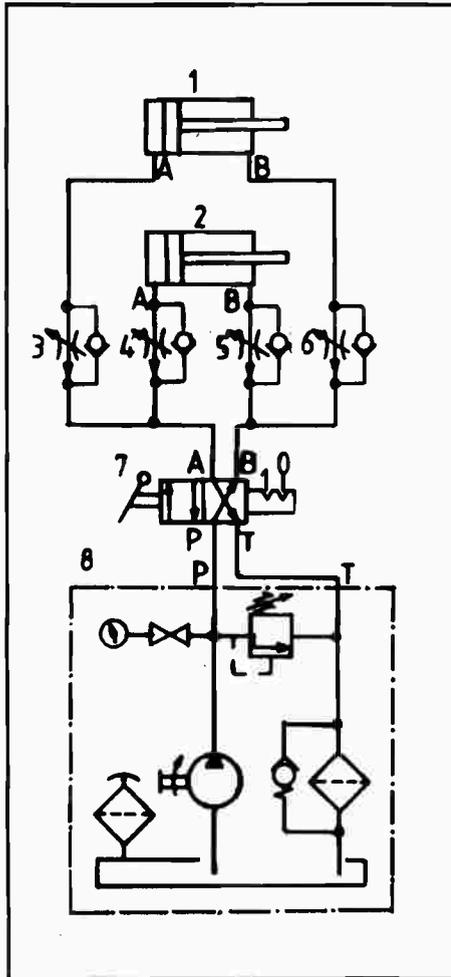
فى الشكل (٣ - ٤٠)

دائرة هيدروليكية بسيطة لعمل تزامن بين الاسطوانتين 1,2 فى شوطى الذهاب والعودة وذلك بإستخدام عدد 4 صمام تنظيم تدفق مزدوج قابل للمعايرة 3,4,5,6 للتحكم فى الزيت الهيدروليكي الخارج من الاسطوانتين .

الشكل (٣ - ٣٩)

وتحتاج هذه الدائرة إلى زيت نظيف خالي من الشوائب من أجل الحصول على أداء جيد لصمامات تنظيم التدفق المزدوجة وبذلك يتحقق التزامن في شوطي الذهاب والعودة علماً بأن تنظيم سرعة الاسطوانتين في الذهاب والعودة يتم بتنظيم تدفق الزيت الراجع منهما .

فصمام تنظيم التدفق المزدوج القابل للمعايرة 3 يقوم بتنظيم سرعة الاسطوانة 1 عند العودة والصمام 4 يقوم بتنظيم سرعة الاسطوانة عند العودة ، والصمام 5 يقوم بتنظيم سرعة الاسطوانة 2 عند الذهاب والصمام 6 يقوم بتنظيم سرعة الاسطوانة 1 عند الذهاب .



ويمكن بتعديل معايرة الصمامين 5,6 الوصول لتزامن الاسطوانتين عند الذهاب وأيضاً بتعديل معايرة الصمامين 3,4 يمكن الوصول لتزامن الاسطوانتين عند العودة .

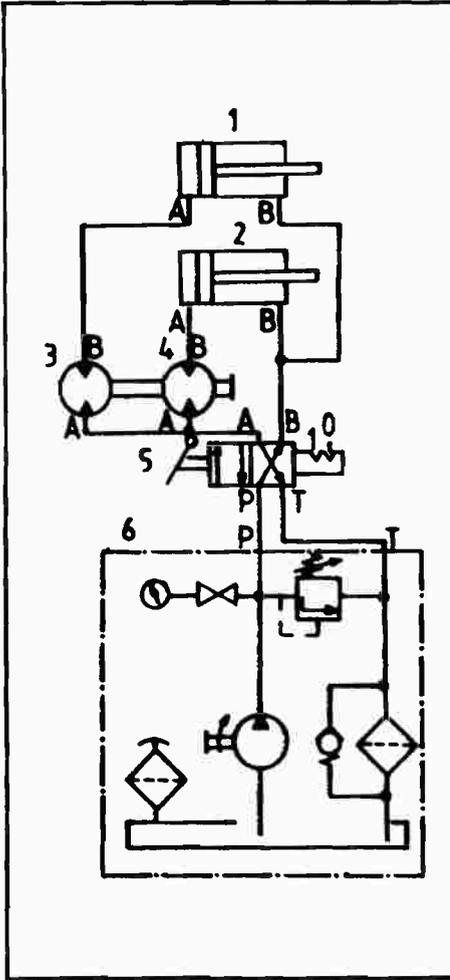
ملاحظة :

يمكن استخدام صمامات تنظيم تدفق مزدوجة بتعويض ضغط ثابت التدفق (غير قابلة للمعايرة) إذا تساوى حجم الاسطوانتين، وعندما لا يكون هناك حاجة لتعديل سرعة الاسطوانتين .

الشكل (٣ - ٤٠)

٣ / ٩ / ٤ - التزامن باستخدام المحركات الهيدروليكية :

الشكل (٣ - ٤١) يعرض دائرة



الشكل (٣ - ٤١)

هيدروليكية بسيطة لعمل التزامن بين الأسطوانتين 1,2 باستخدام محركين هيدروليكيين متماثلين في الحجم 3,4 ومرتبطين معاً ميكانيكياً ، وبذلك فإن حجم وضغط الزيت الهيدروليكي الداخل والخارج من المحركين سيكون متساوياً وبالتالي تتحقق شروط التزامن وهي تساوى الحجم المتدفق لكلا الأسطوانتين وكذلك ضغط التشغيل لهما .

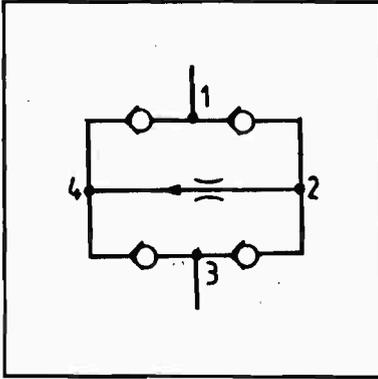
٣ / ٩ / ٥ - التزامن باستخدام

صمام التزامن :

صمام التزامن المستخدم في التزامن هو صمام 4/3 يعمل بإشارتي ضغط وله عدد لا نهائي من مواضع التشغيل وبالتالي يعمل كصمام اتجاهي وصمام خائق في آن واحد تماماً مثل الصمامات الموازنة أو الصمامات التناسبية (إذا أردت معرفة المزيد من هذا الموضوع بادر بإقتناء كتاب التحكم الإلكتروني وهيدروليكي وتطبيقاته العملية) .

٦/٩/٣ - التزامن باستخدام قناطر التوحيد الهيدروليكية :

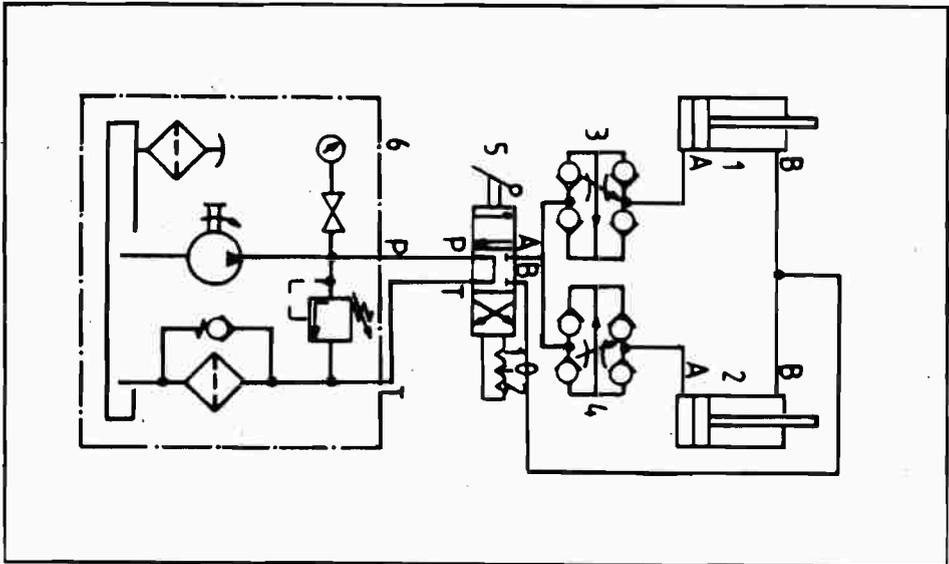
في البداية سنلقى الضوء على قناطر التوحيد الهيدروليكية المستخدمة في التزامن ، وتتكون قنطرة التوحيد من أربعة صمامات لارجعية مع صمام تنظيم ضغط مزدوج وتوصل هذه العناصر بالطريقة الموضحة بالشكل (٣ - ٤٣) . عند دخول



الزيت المضغوط للمدخل 1 يمر في المسار 1 → 2 ثم في المسار 4 → 2 مروراً بصمام تنظيم التدفق المزدوج ، ثم في المسار 3 → 4 ليخرج من المخرج 3 . وعند دخول الزيت المضغوط للمدخل 3 يمر في المسار 3 → 2 ثم المسار 2 → 4 ثم المسار 4 → 1 ليخرج من الفتحة 1 ويلاحظ أنه بغض النظر عن اتجاه تدفق

الزيت الهيدروليكي فإنه لا بد أن يمر في صمام تنظيم التدفق المزدوج في الاتجاه 2 → 4 وهو اتجاه عمل الصمام .

وفي الشكل (٣ - ٤٤) دائرة هيدروليكية لعمل التزامن في شوطي الذهاب والعودة بين الاسطوانتين 1,2 مستخدماً قنطرتي التوحيد 3,4.



الشكل (٣ - ٤٤)

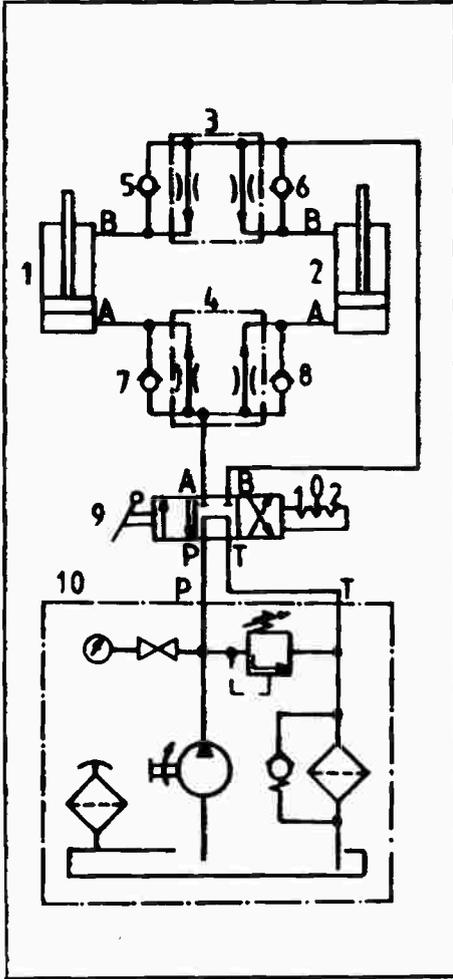
ملاحظات :

١ - تقوم قناطر التوحيد 3,4 بتنظيم تدفق الزيت الداخلى للاسطوانات عند الذهاب ، وتنظيم تدفق الزيت الراجع من الاسطوانات عند العودة أى أن : عملية التزامن ستم فى الذهاب والعودة .

٢ - تستخدم صمامات تنظيم تدفق قابلة للمعايرة فى قناطر التوحيد 3,4 وفى حالة عدم تساوى أحجام الاسطوانات 1,2 لضبط عملية التزامن .

٧/٩/٣ - التزامن باستخدام صمامات تقسيم التدفق :

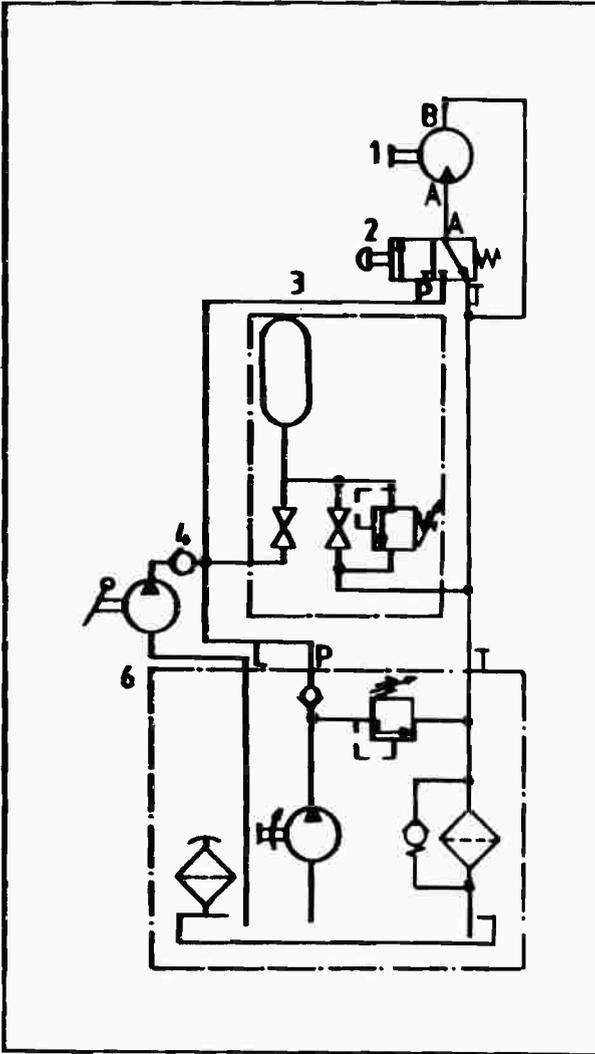
الشكل (٣ - ٤٥) يعرض دائرة هيدروليكية بسيطة لعمل تزامن بين الاسطوانتين 1,2 مستخدماً صمامى تقسيم التدفق 3,4 وكذلك الصمامات اللارجعية 5,6,7,8 حيث يقوم صمام تقسيم التدفق بتقسيم التدفق بين مستخدمين بالتساوى بغض النظر عن حمل كل مستخدم .



الشكل (٣ - ٤٥)

فصمام تقسيم التدفق 4 يقوم بتقسيم تدفق وحدة القدرة بالتساوى على الاسطوانتين 1,2 فى شوط الذهاب فى حين يقوم الصمامان اللارجعيان 5,6 بعمل مسار بديل لصمام تقسيم التدفق 3 .

أما صمام تقسيم التدفق 3 فيقوم بتقسيم تدفق وحدة القدرة بالتساوى على الاسطوانتين 1,2 فى شوط العودة فى حين يقوم الصمامان اللارجعيان 7,8 بعمل مسار بديل لصمام تقسيم التدفق 4 فى هذا الشوط وبذلك يمكن الحصول على



الشكل (٤٦ - ٣)

تزامن للاسطوانتين 1,2 فى شوط الذهاب ، وكذلك شوط العودة .

١٠/٣ - دوائر التحكم فى المحركات الهيدروليكية :

تمتاز المحركات الهيدروليكية بالمدى الواسع للسرعات والعزوم ، وسلامتها من التلف حتى عند تعرضها لفرملة كاملة نتيجة للاحمال الكبيرة وهذا بالفعل لا يتواجد فى المحركات الكهربائية كما أن المحركات الهيدروليكية أحجامها صغيرة مقارنة بأحجام المحركات الكهربائية التى لها نفس القدرة .

١/١٠/٣ - التحكم فى المحركات ذات الاتجاه الواحد :

الشكل (٤٦-٣) يعرض دائرة هيدروليكية للتحكم فى محرك يستخدم كبادئ حركة آلة احتراق داخلى خاصة بوحدة توليد كهربية ومن المعروف أن القدرة المطلوبة لبدء حركة آلة الاحتراق الداخلى تكون كبيرة ولكن لفترة زمنية

قصيرة كما أن الفترة الزمنية بين كل مرتين متتاليتين للتشغيل تكون كبيرة لذلك تأخذ القدرة الهيدروليكية المطلوبة للبدء باستخدام مركم هيدروليكي وأثناء توقف محرك البدء تقوم وحدة القدرة بشحن المركم ، علماً بأنه يستخدم مضخة يدوية فى الدائرة لاستخدامها كمضخة طوارئ لشحن المركم عند حدوث عطل بوحدة القدرة الهيدروليكية .

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

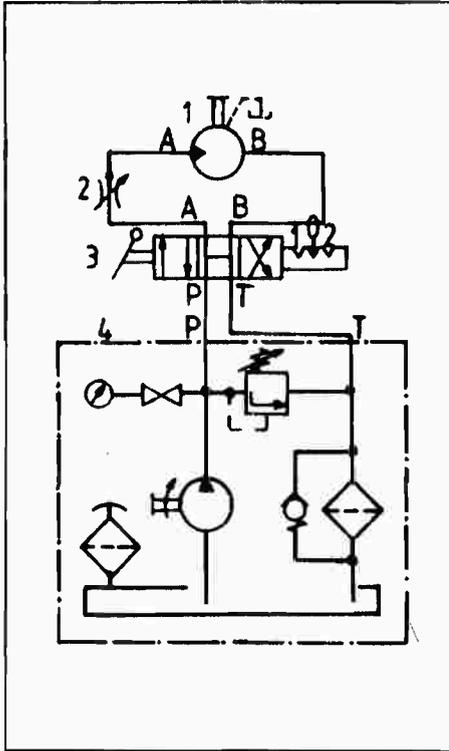
- 1 محرك هيدروليكي ثابت الحجم ويدور فى اتجاه واحد
- 2 صمام اتجاهى 3/2 بضغط تشغيل وياى إرجاع
- 3 مركم هيدروليكي بمرفقاته
- 4 صمام لارجمى
- 5 مضخة هيدروليكية يدوية
- 6 وحدة قدرة هيدروليكية

نظرية تشغيل الدائرة :

عند الضغط على ضاغط تشغيل الصمام 2 يتغير وضع تشغيل الصمام للوضع الأيسر ، فيمر الزيت المضغوط القادم من المركم 3 وكذلك وحدة القدرة الهيدروليكية 6 عبر المسار $A \rightarrow P$ لهذا الصمام وصولاً للفتحة A للمحرك 1 فيدور المحرك ليدير معه آلة الاحتراق الداخلى وبمجرد إزالة الضغط عن ضاغط تشغيل الصمام 2 يعود الصمام لوضعه الأيمن فيحدث قصر بين مدخل ومخرج المحرك الهيدروليكي 1، فيدور المحرك بعزم القصور الذاتى له حتى يقف وفى نفس الوقت تقوم وحدة القدرة الهيدروليكية 6 بشحن المركم الهيدروليكي ويلاحظ أن المركم الهيدروليكي يصاحبه محبسان يدويان ، وصمام تصريف ضغط مباشر فالحبس الأيسر يكون عادة مفتوحاً ويسمى بمحبس الشحن والمحبس الأيمن عادة يكون مغلقاً ويسمى بمحبس التفريغ وصمام التصريف المباشر يستخدم لتصريف ضغط

المركم إذا زاد عن القيمة المعايير عليها هذا الصمام .

٢/١٠/٣ - تنظيم سرعة المحركات ذات الاتجاه الواحد :



الشكل (٣ - ٤٧)

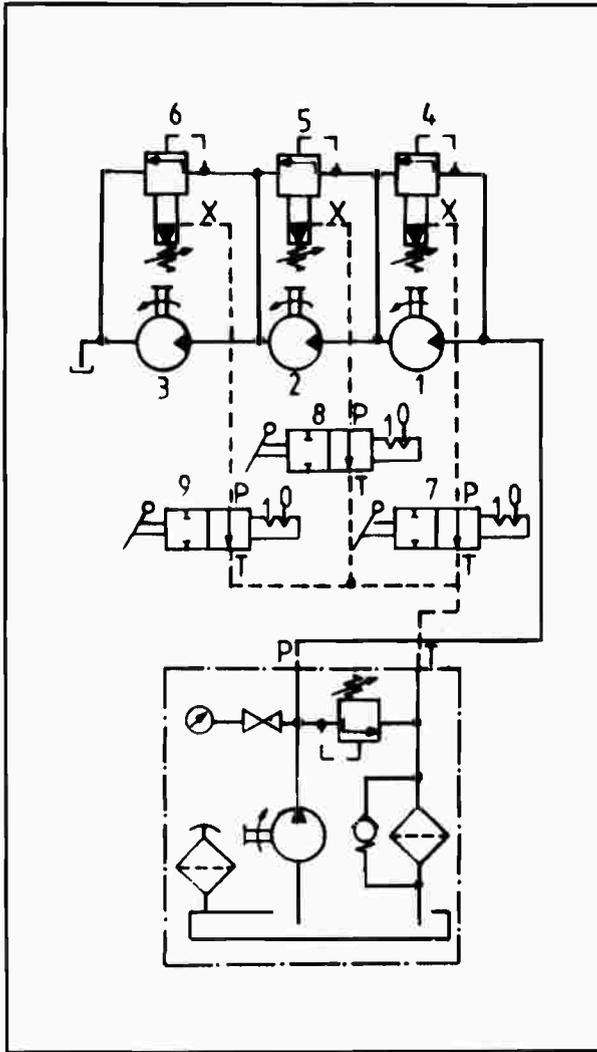
فى الشكل (٣ - ٤٧) دائرة هيدروليكية لتنظيم سرعة محرك هيدروليكي ذى اتجاه واحد مستخدماً صمام تنظيم تدفق مزدوج قابل المعايرة وصمام 4/3 بوضع تعادل عائم .

نظرية تشغيل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (1) فإن المحرك سوف يدور فى اتجاه عقارب الساعة ويمكن ضبط سرعة المحرك عند أى سرعة بواسطة معايرة صمام تنظيم التدفق المزدوج والقابل للمعايرة 2 .
وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (2) فإن المحرك سيتوقف بفرملة نتيجة لدخول الزيت المضغوط فى الفتحة B للمحرك بدلاً من الفتحة A .

وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (0) فإن المحرك سوف يدور بعزم القصور الذاتى بحرية إلى أن يتوقف طبيعياً ، وذلك لعمل قصر بين مدخل المحرك A مع مخرج المحرك B .

٣/١٠/٣ - توصيل المحركات الهيدروليكية على التوالي :



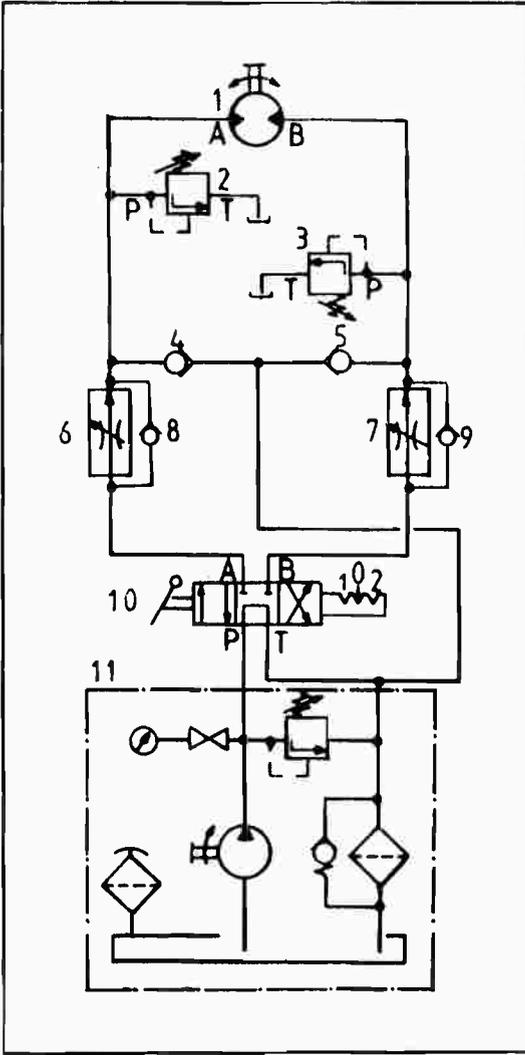
بالشكل (٣ - ٤٨)

دائرة هيدروليكية يوصل فيها ثلاثة محركات هيدروليكية بالتوالي معاً وهي 1,2,3 ويمكن التحكم في تشغيل وإيقاف المحركات الثلاثة بواسطة ثلاثة صمامات اتجاهية 2/2 وهي 7,8,9 وثلاثة صمامات متتابعة سابقة التحكم ، وهي 4,5,6 فعندما تكون الصمامات الإيجابية على وضع (0) تكون المحركات الثلاثة 1,2,3 في وضع التوقف ، وذلك لأن خرج المضخة يمر خلال الصمام 4 ثم الصمام 5 ثم الصمام 6 ثم إلي الخزان مرة أخرى نتيجة لوصول مدخل التحكم لهذه الصمامات بالخزان من خلال الصمامات الاتجاهية 7,8,9.

الشكل (٣ - ٤٨)

وعند وضع ذراع تشغيل

الصمام 8 على وضع (1) ينقطع اتصال وصلة التحكم للصمام التتابعي سابقة التحكم 5 مع الخزان فيعود الصمام التتابعي مفتوحاً وبالتالي يمر تدفق وحدة القدرة عبر المحرك 2 فيدور المحرك ، ويقوم الصمام التتابعي 5 في هذه الحالة بحماية المحرك من الأحمال الزائدة ، وكذلك يقوم بعمل فرملة للمحرك عند إيقاف المحرك وذلك عند إعادة ذراع تشغيل الصمام 8 على وضع (0) .



الشكل (٣ - ٥٠)

الساعة ويمكن تنظيم سرعة المحرك
بمعايرة صمام تنظيم التدفق
المزدوج والقابل للمعايرة 4. وفي
الشكل (٣ - ٥٠) دائرة
هيدروليكية أخرى لتنظيم سرعة
محرك هيدروليكي يدور في
التجاهين ويدير أحمال لها عزم
قصور ذاتي كبير. حيث يستخدم
صمام تصريف الضغط المباشر 2
لتصريف الضغط الزائد عند دوران
المحرك بعزم القصور الذاتي عكس
عقارب الساعة أما صمام تصريف
الضغط المباشر 3 فيستخدم لتصريف
الضغط الزائد عند دوران المحرك
بعزم القصور الذاتي مع عقارب
الساعة والصمام اللارجعي 4
يستخدم لإمداد خط السحب
المتصل بالفتحة A للمحرك بالزيت
الهيدروليكي عند دوران المحرك بعزم
القصور الذاتي جهة اليمين ، أما
الصمام اللارجعي 5 فيستخدم
لإمداد خط السحب المتصل

بالفتحة B للمحرك بالزيت الهيدروليكي عند دوران المحرك بعزم القصور الذاتي جهة
اليسار ، وصمام تنظيم التدفق المزدوج والقابل للمعايرة يستخدم للتحكم في سرعة
المحرك عند دورانه جهة اليمين ، أما صمام تنظيم التدفق المزدوج والقابل للمعايرة 7
فيستخدم للتحكم في سرعة المحرك عند دورانه جهة اليسار .

ملاحظة :

لا تختلف دوائر التحكم فى الاسطوانات الدوارة عن الدوائر المستخدمة فى التحكم فى المحركات الهيدروليكية التى تدور فى اتجاهين .

٥/١٠/٣ - وسائل الإدارة الهيدروستاتيكية (الدوائر المغلقة) :

Hydrostatic Transmission (Closed Circuit)

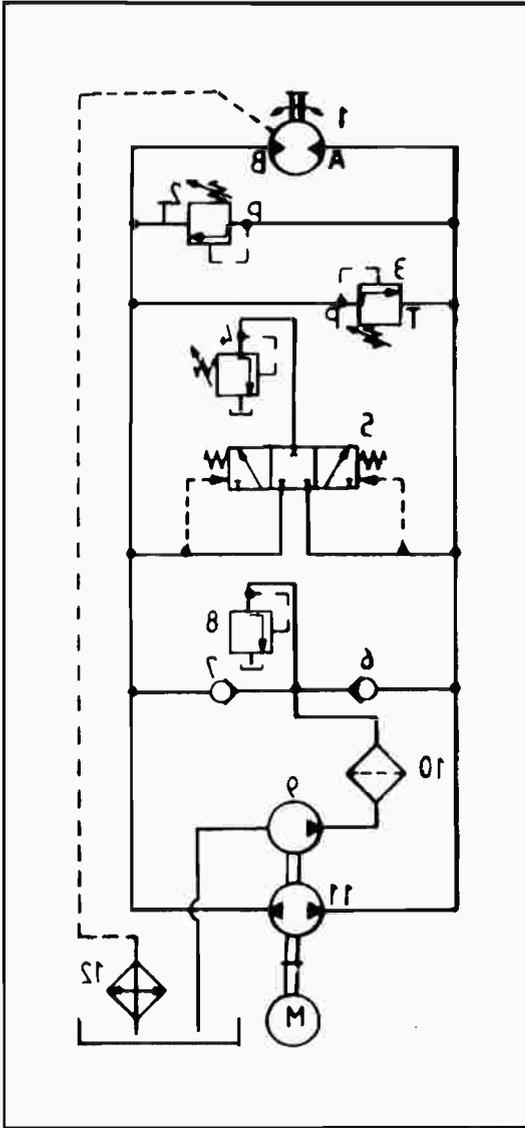
تعتبر وسائل الإدارة الهيدروستاتيكية أهم الوسائل التى يمكن الحصول منها على عزوم عالية وسرعات منخفضة أو العكس وعادة فإن أقصى قدرات يمكن الحصول عليها عند السرعات المنخفضة وتستخدم هذه الوحدات فى المعدات الثقيلة المستخدمة فى الإنشاءات ، وتتكون الدوائر المغلقة للوسائل الهيدروستاتيكية من مضخة بمخرجين ومحرك هيدروليكي يدور فى اتجاهين وهناك عدة تصميمات لوسائل الإدارة الهيدروستاتيكية هى كالآتى :

١ - وسائل الإدارة الثابتة العزم وتتكون من : دائرة مغلقة بمضخة بمخرجين متغيرة الحجم ومحرك ذى اتجاهين ثابت الحجم وبالطبع فإن قيمة العزم تعتمد على ضغط النظام وهذا النوع هو الأكثر إنتشاراً .

٢ - وسائل الإدارة الثابتة القدرة وتتكون من : دائرة مغلقة بمضخة بمخرجين ثابتة الحجم ، ومحرك ذى اتجاهين متغير الحجم ، علماً بأن القدرة تتناسب طردياً مع الضغط .

٣ - وسائل الإدارة ثابتة العزم والقدرة ، وتتكون من دائرة مغلقة بمضخة بمخرجين متغيرة الحجم ومحرك ذى اتجاهين متغير الحجم ونادراً ما يستخدم هذا النوع .

وفى الشكل (٣ - ٥١) دائرة مغلقة لوسيلة إدارة هيدروستاتيكية من النوع الأول (ثابتة العزم) وتتكون الدائرة المغلقة من مضخة بمخرجين متغيرة الحجم الهندسى 11 ومحرك باتجاهين ثابت الحجم الهندسى 1 ويوجد بعض العناصر الهيدروليكية للوصول للأداء الأمثل لهذه الدائرة المغلقة مثل :



الشكل (٣ - ٥١)

والمرتبطة ميكانيكياً مع المضخة الرئيسية حيث تقوم مضخة التعزيز بضخ الزيت الهيدروليكي من الخزان إلى خط الضغط المنخفض من خلال الصمامات اللارجمية 6,7 فإذا كان خط الضغط الأيسر هو خط الضغط المنخفض يمر تدفق مضخة التعزيز عبر الصمام اللارجمي 6 بينما يكون الصمام اللارجمي 7 مغلقاً بسبب الضغط الزائد في الخط الأيمن .

أ - عناصر الحماية من ارتفاع الضغط عن الحد الآمن ، ويستخدم في ذلك كلاً من :

١ - صمامات تصريف الضغط المباشر 2,3 حيث تقوم بحماية المحرك من الأحمال الزائدة وذلك بتصريف الضغط من الجهة ذات الضغط المرتفع إلى الجهة ذات الضغط المنخفض وكذلك فإن صمامات تصريف الضغط تقوم بعمل فرملة للمحرك عند إنقطاع تدفق المضخة .

٢ - الصمام الاتجاهي 3/3 رقم 5 مع صمام تصريف الضغط المباشر 4 حيث يقوم الصمام الاتجاهي 5 بتوصيل جانب الدائرة المغلقة ذات الضغط العالي بصمام تصريف الضغط 4 لتصريف الضغط الزائد إلى الخزان .

وتصمم هذه الدائرة باستبدال 25% من الزيت المار فيها بزيوت آخر من الخزان مرشح ومبرد ، وذلك باستخدام مضخة التعزيز 9

ملاحظة :

سميت هذه الدائرة بالدائرة المغلقة لأن الزيت الخارج من المضخة 11 يذهب للمحرك 1 والزيت الراجع من المحرك 1 يعود للمضخة 11 ولا يوجد خزان وسيط في هذه الدائرة غير أنه يتم استبدال 25% من زيت هذه الدائرة بواسطة المضخة 9 (مضخة التعزيز) من خزان معد لذلك لتبريد وترشيح زيت الدائرة المغلقة .

