الباب الثالث

الدوائر الهيدروليكية الأساسية

obeikandl.com

obeikandl.com

الدوائر الهيدروليكية الأساسية

٣/١ ـ التصميمات المختلفة لدوائر وحدات القدرة الهيدروليكية :

هناك تصميمات مختلفة لوحدات القدرة الهيدروليكية . وفى الشكل (٣ ـ ١) عرض لثلاث دوائر مختلفة لوحدات القدرة الهيدروليكية علماً بأن كل العناصر المكونة لوحدات القدرة الهيدروليكية سبق وأن تناولناها فى البابين الأول ، والثانى .

وفيما يلى العناصر المكونه لوحدة القدرة الموضحة بالشكل أ :

1 : مضخة هيدروليكية .

2 : صمام تصريف المضخة عند وصول الضغط للضغط المعاير عليه الصمام .

3 : محبس يدوى .

4 : مبين ضغط .

5 : مرشح الملء والتنفيس .

6 : مرشح السحب .

7: مرشح الراجع .

8 : صمام لارجعى يعمل كمسار بديل لمرشح الراجع عند انسداده .

9 : مبرد .

10 : الخزان .

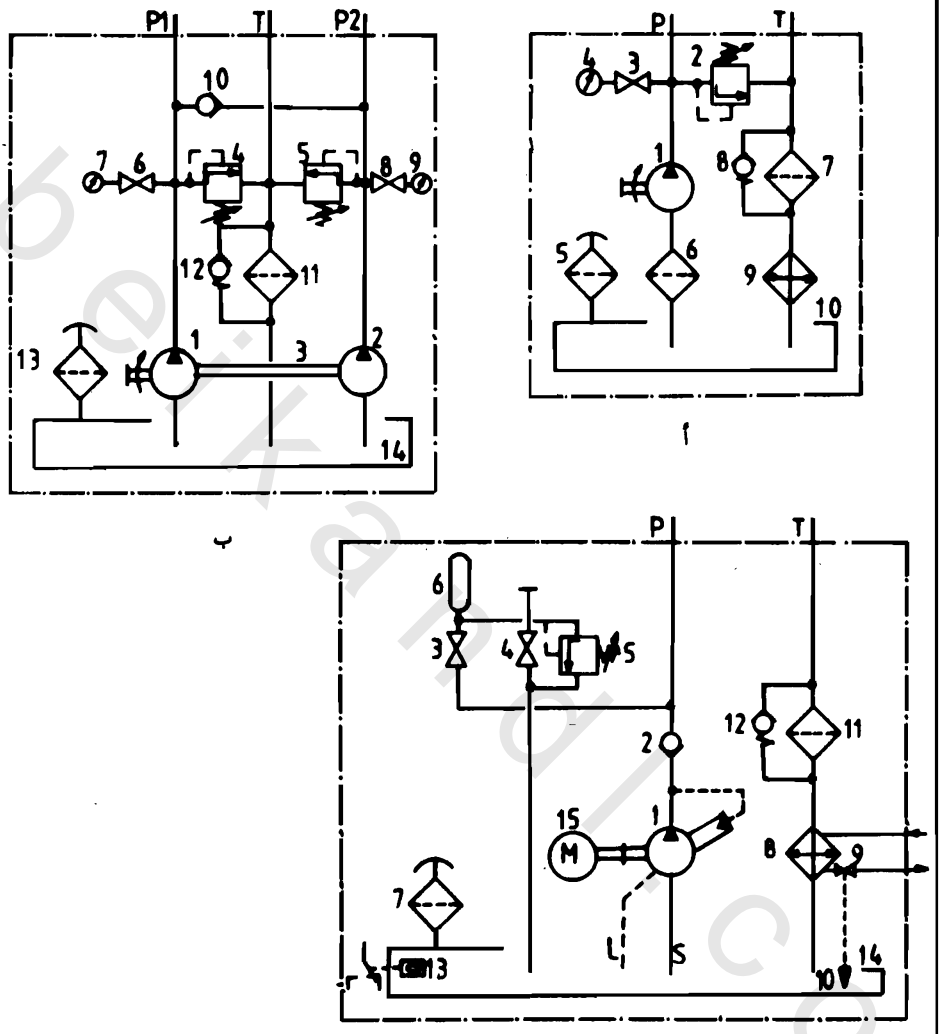
وفيما يلى العناصر المكونة لوحدة القدرة الموضحة بالشكل ب :

1 : مضخة ذات ضغط عالٍ HP، وحجم منخفض LV .

2 : مضخة ذات ضغط منخفض LP وحجم عالٍ HV.

3 : وصلة ميكانيكية .

4 : صمام تصريف المضخه 1 .


P1
T
P2
10
7
6
4
5
8
9
12
11
13
1
3
2
14
ب
P
T
4
3
2
L
1
8
7
5
6
9
10
أ
P
T
6
3
4
5
12
11
2
15
M
1
8
9
7
L
S
13
14
10
جـ

الشكل (٣ ـ ١)

5 : صمام تصريف المضخه 2 .

6 : محبس يدوى للتحكم فى تشغيل العداد 7 .

7 : مبين ضغط لقياس ضغط المضخه 1 .

8 : محبس يدوى للتحكم فى تشغيل العداد 9.

9 : مبين 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 كهربى يتحكم فى تدفق سائل التبريد للمبرد ـ ذاتياً ـ عند ارتفاع حرارة الزيت .

10 : محبس درجة حرارة الزيت الهيدروليكى .

11 : مرشح الزيت الراجع .

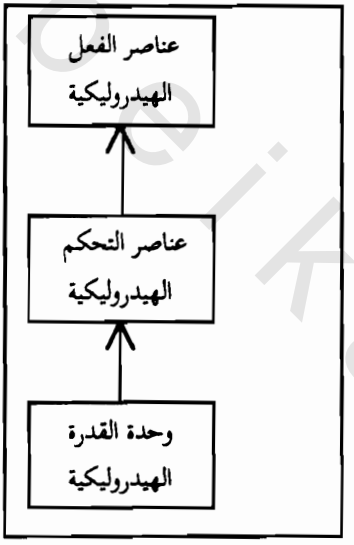
12 : صمام لارجعى يعمل كمسار بديل عند انسداد المرشح 11 .

13 : عوامة كهربيةموصلة بدائرة إنذار تعمل عند نقص مستوى الزيت .

14 : الخزان.

15 : محرك كهربى .

٢/٣ – التحكم فى تشغيل الاسطوانات :



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

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

١ ـ وحدة القدرة الهيدروليكية . **بالشكل (٣ ـ ٢)**

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

٣ ـ عناصر الفعل مثل الاسطوانات والمحركات.

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

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

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

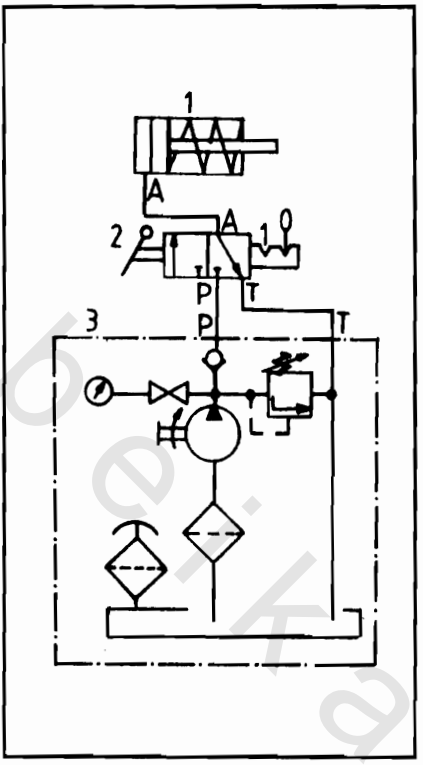
1 ـ أسطوانة أحادية الفعل .

2 ـ صمام 3/2 بذراع تشغيل وياى .

3 ـ وحدة القدرة الهيدروليكية .

فكرة عمل الدائرة الهيدروليكية :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 2 على وضع1 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 → 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 T ← A وصولاً لخزان وحدة القدرة ، وتتراجع الاسطوانة للخلف بفعل ياى إرجاع الاسطوانة .



الشكل (٣ ـ ٣)

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

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

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

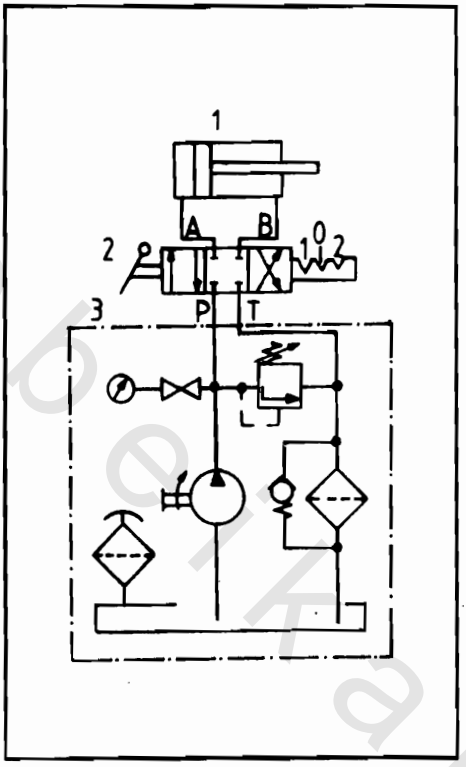
1 ـ أسطوانة ثنائية الفعل .

2 ـ صمام اتجاهى 4/2 بذراع تشغيل بموضعين .

3 ـ وحدة القدرة الهيدروليكية .

فكرة عمل الدائرة الهيدروليكية :

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



الشكل (٣ ـ ٤)

من الوضع الابتـــدائى الأيمن للوضع الثانوى الأيسر ، فيمر الزيت المضغوط القادم من وحدة القدرة 3 فى المسار p ← A دافعاً مكبس الاسطوانة للأمام ، بينما يعود الزيت الراجع من أمام مكبس الاسطوانة من الفتحة B للاسطوانة ليمر فى المسار B ← T فى الصمام 2 وصولاً لخزان وحدة القدرة 3 ، وعند إعادة ذراع الصمام 2 لوضع (o) يعود الصمام لوضع التشغيل الابتدائى الأيمن ، فيمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة 3 مروراً بالمسار p ← T ووصولاً للفتحة B للاسطوانة 1 فتتراجع الاسطوانة للخلف ، بينما يعود الزيت الراجع من خـــلف المكبس فى المسار A ← T (للصمام 2) وصولاً لخزان وحدة القدرة .

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

ومحتويات الدائرة الهيدروليكية هى :

1 . اسطوانة ثنائية الفعل

2 . صمام 4/3 بذراع تشغيل

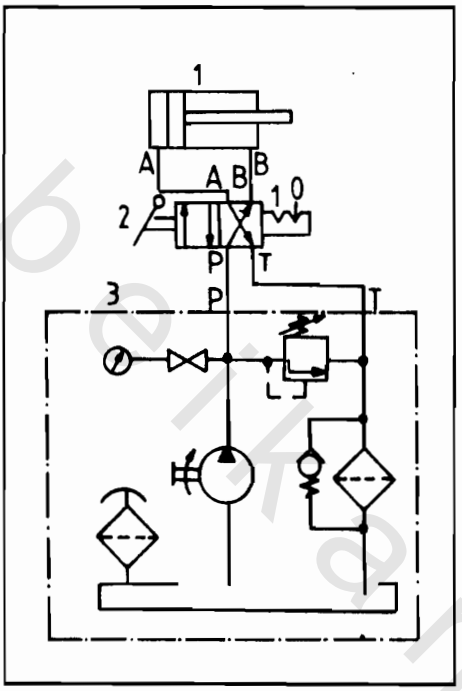
3 . وحدة القدرة الهيدروليكية

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 ← p دافعاً مكبس الاسطوانة 1 للأمام ، بينما يعود الزيت الراجع من أمام مكبس الاسطوانة فى المسار A ← B و صولاً للخزان .

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



الشكل (٣ ـ ٥)

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

٣/٢/٣ ـ التوصيل المتتالى للصمامات الاتجاهية :

فى الشكل (٣ ـ ٦) دائرة هيدروليكية توضح طريقة التوصيل المتتالى لعدد 2 صمام اتجاهى 4/3 بذراع تشغيل .

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

اسطوانة ثنائية الفعل . 2 و1

صمام 4/3 بذراع تشغيل . 4و3

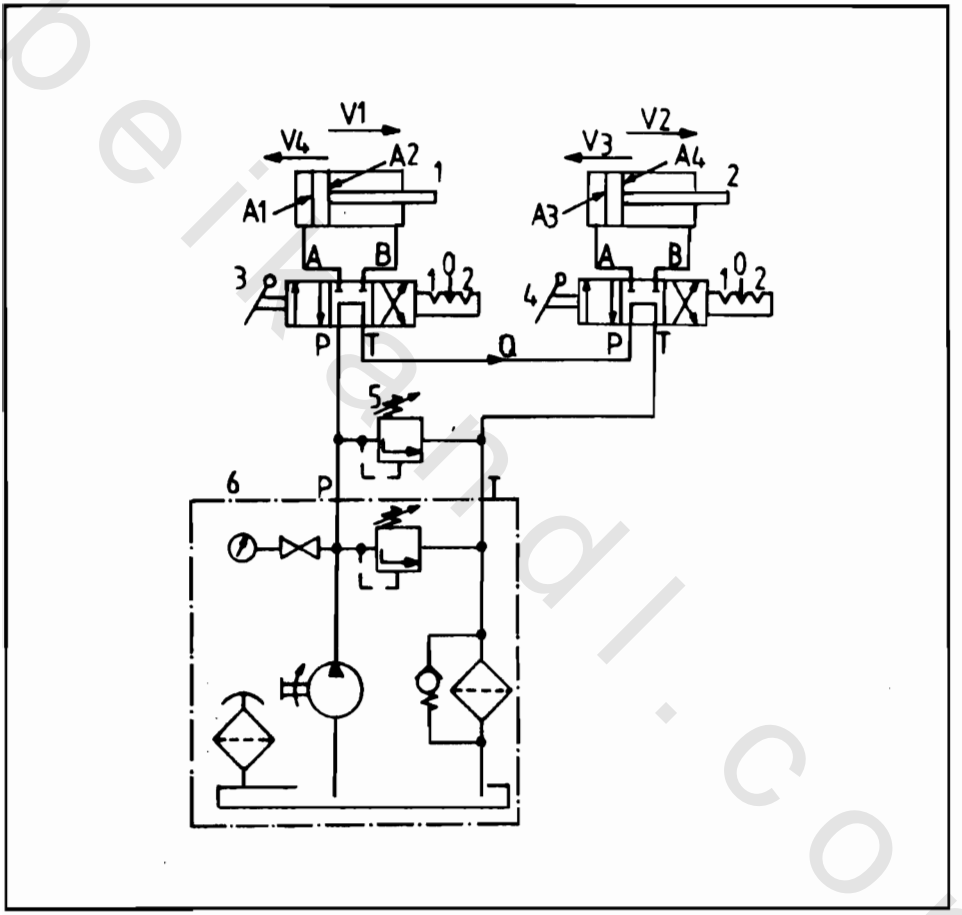
صمام تصريف مباشر . 5

وحدة القدرة الهيدروليكية . 6

فكره تشغيل الدائرة :

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

$$P. A1 > F1 + F2$$



الشكل (٣ ـ ٦)

obeikandl.com

حيث إن :

حمل الأسطوانة 1 عند الذهاب F_1 .

حمل الاسطوانة 2 عند الذهاب F_2 .

مساحة مكبس الاسطوانة 1 A_1 .

ضغط التشغيل لوحدة القدرة P .

والعلاقة التالية تعطى النسبه 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 :

سرعة الاسطوانة الأولى عند الذهاب V1 .

سرعة الاسطوانة الثانية عند الذهاب V2 .

معدل تدفق الزيت الهيدروليكى الخارج من الاسطوانه 1 Q .

والداخل إلى الاسطوانة 2 .

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

$$P.A_2 > F_3 + F_4$$

حيث إن :

حمل الاسطوانة 1 عند العودة F3 .

حمل الاسطوانة 2 عند العودة F4 .

ضغط التشغيل لوحدة القدرة P .

والعلاقة التالية تعطى النسبة بين سرعة الاسطوانة الأولى إلى سرعة الاسطوانة

obeikandl.com

الثانية عند العودة .

$$\frac{V3}{V4} = \frac{\frac{Q}{A1}}{\frac{Q}{A4}} = \frac{A4}{A1}$$

حيث إن :

V3 هى سرعة الاسطوانة الأولى عند العودة ، V4 هى سرعة الاسطوانة الثانية عند العودة ، Q هو معدل تدفق الزيت الهيدروليكى 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 المعاير عليه وحدة القدرة الهيدروليكية بواسطة صمام تصريف الضغط الخاص بها .

٣/٢/٤ ـ توصيل الصمامات الاتجاهية على التوازى :

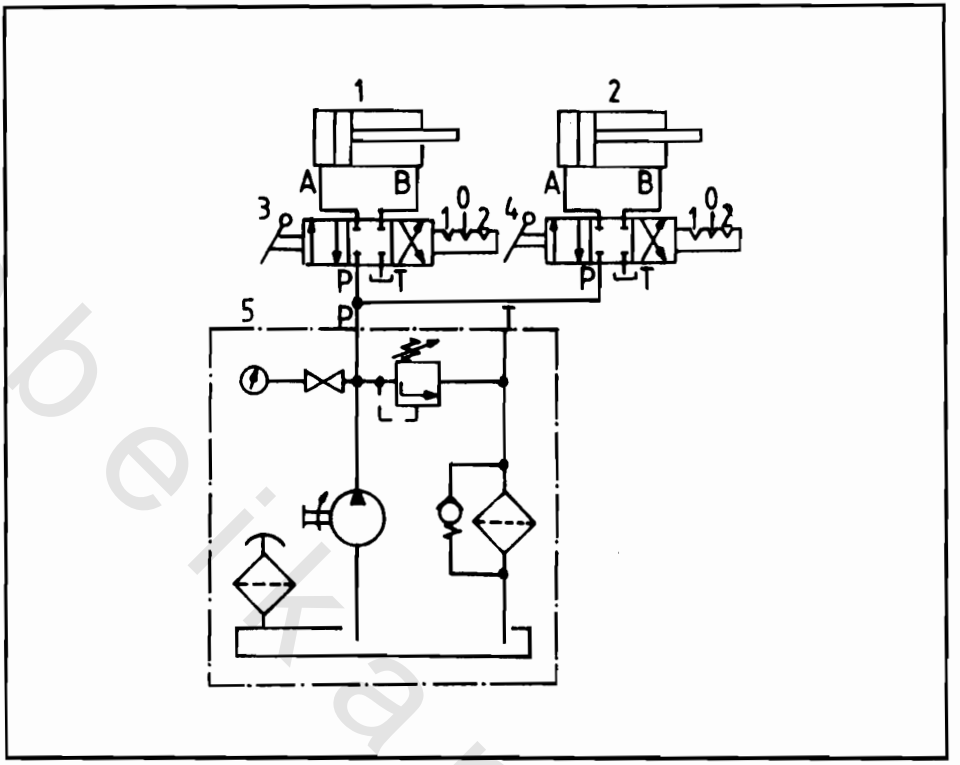
فى الشكل (٣ ـ ٧) دائرة هيدروليكية بسيطة توضح طريقة توصيل صمامين اتجاهيين 4/3 على التوازى .

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

اسطوانة ثنائية الفعل .	2 و1
صمام 4/3 بذراع تشغيل .	4و3
وحدة القدرة الهيدروليكية .	5,

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 فى آن واحد ، لكن لتحقيق ذلك يلزم تحقق الشرطين الآتيين :



الشكل (٣ ـ ٧)

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

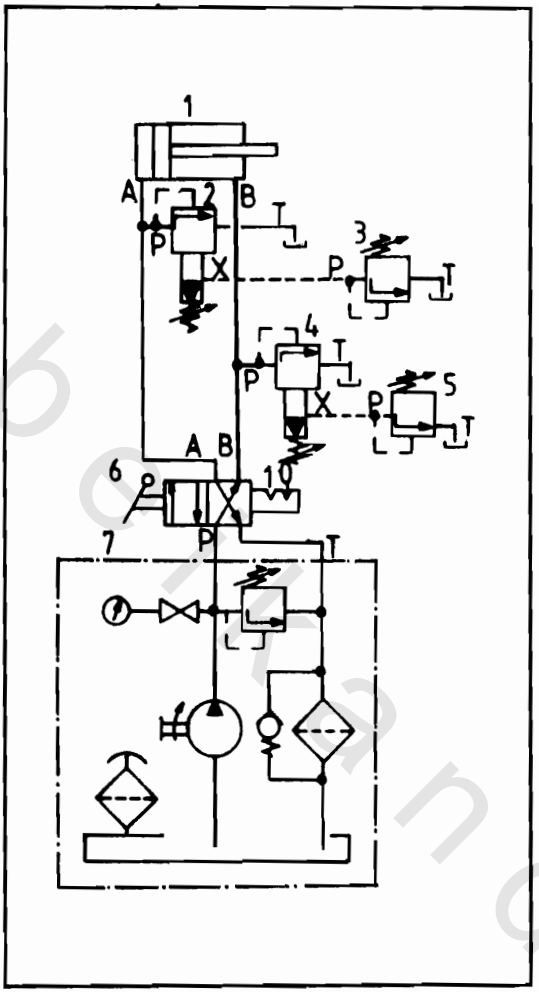
٢ ـ أن يكون حمل الاسطوانتين متساوياً ، فإن لم يكن كذلك فإن ضغط المضخة سيتحدد تبعاً للاسطوانة ذات الحمل الأقل ، وبالتالى تتقدم الاسطوانة ذات الحمل الأقل أولاً ، وعند وصولها لنهاية الشوط يرتفع ضغط المضخة حتى يصل للقيمة اللازمة لتحريك الاسطوانة الثانية فتتقدم هى الأخرى .

ملاحظة :

لاتوجد علاقة ثابتة بين سرعة الاسطوانة الأولى والاسطوانة الثانية فى هذه الحالة.

٣/٣ ـ الدائرة الهيدروليكية ذات الضغوط المختلفة :

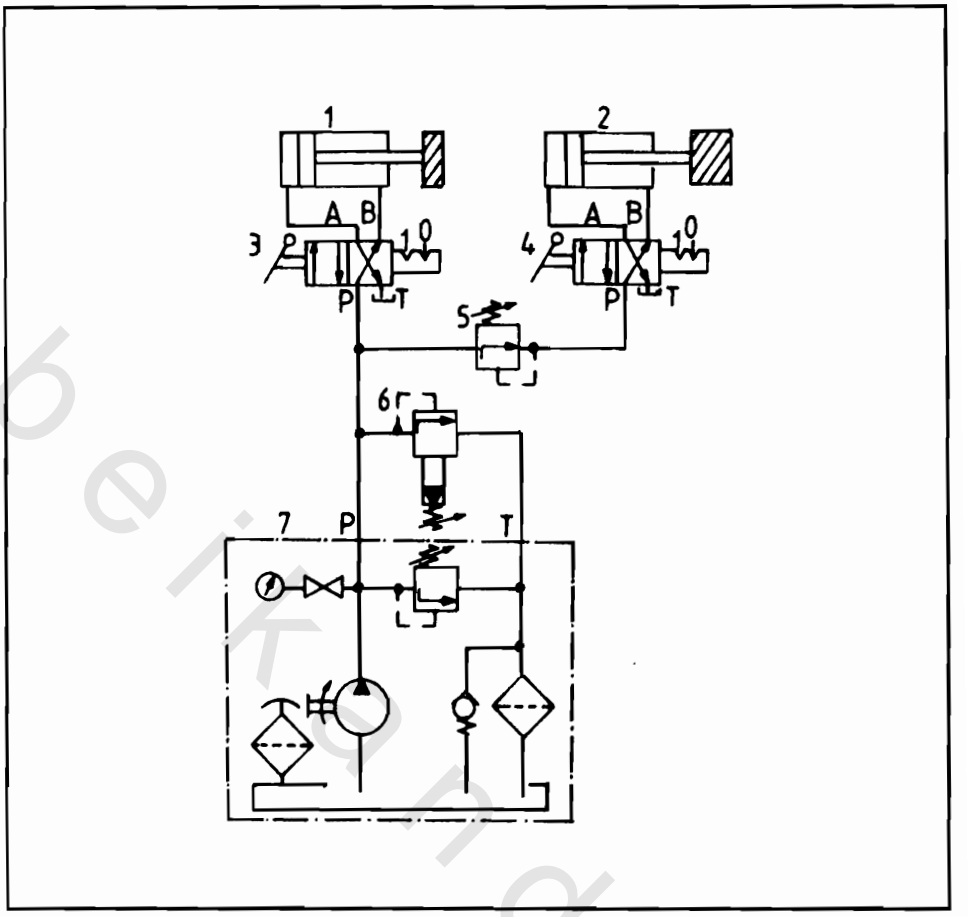
إن أهم العناصر الهيدروليكية للحد من زيادة ضغط الدائرة الهيدروليكية عن حد معين هو صمامات تصريف الضغط المباشر ، وكذلك صمامات تصريف الضغط سابقة التحكم ، وهى عادة ما تكون بلا فائدة إلى أن يزداد ضغط السائل الهيدروليكى للحد المعايرة عليه .



الشكل ٣ ـ ٨

والشكل (٣ ـ ٨) يعرض دائرة هيدروليكية تعمل عند ضغطى تشغيل ، الضغط الأول هو ضغط الدائرة عند شوط الذهاب للاسطوانة ، ويتم تحديده بواسطة صمام تصريف الضغط سابق التحكم 2 والذى يمكن التحكم فيه من بعد بواسطة صمام تصريف الضغط المباشر 3 أما الضغط الثانى فهو ضغط الدائرة عند شوط العودة للاسطوانة ويتم تحديدة بواسطة صمام تصريف الضغط سابق التحكم 4 ، والذى يمكن التحكم فيه من بعد بواسطة صمام تصريف الضغط المباشر 5.

والشكل (٣ ـ ٩) يعرض دائرة هيدروليكية أخرى تعمل عند ضغطى تشغيل، الضغط الأول : هو ضغط تشغيل الاسطوانة 1 ، وهو الضغط المعاير عليه صمام تصريف الضغط سابق التحكم 6 ، والضغط الثانى : هو ضغط تشغيل الاسطوانة 2 ، وهو الضغط المعاير عليه صمام تقليل الضغط بدون فتحة تصريف 5 .



الشكل (٣ ـ ٩)

ملاحظة :

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

٣/ ٤ ـ 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 فى شوط الذهاب أو العودة تتراجع الاسطوانة جبرياً إذا تعرضت لقوة دفع فى اتجاه شوط عودتها ، وتتقدم الاسطوانة جبرياً إذا تعرضت لقوة مؤثرةفى اتجاه ذهاب الاسطوانة ، والسبب فى ذلك هو التسربات التى تحدث فى الصمامات المنزلقة .

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

١ – باستخدام الصمامات اللارجعية .

٢ – باستخدام صمامات معاكسة الوزن .

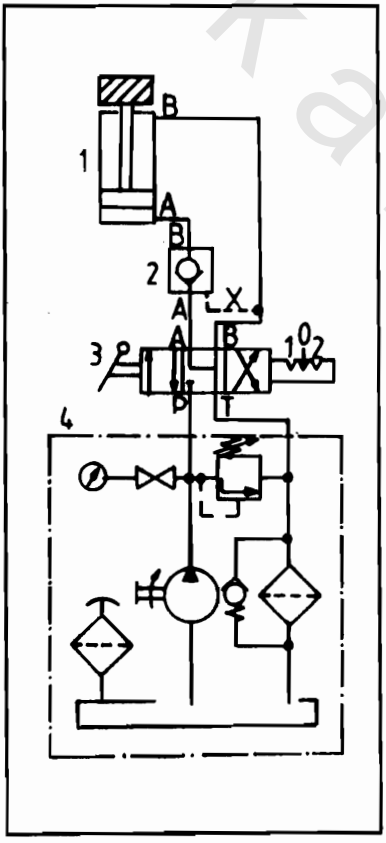
٣ – باستخدام الصمامات اللارجعيةوصمامات معاكسة الوزن معاً .

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

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

محتويات الدائرة :

اسطوانة ثنائية الفعل.	1
صمام لارجعى بإشارةتحكم.	2
صمام بذراع تشغيل .	3
وحدة القدرة الهيدروليكية .	4



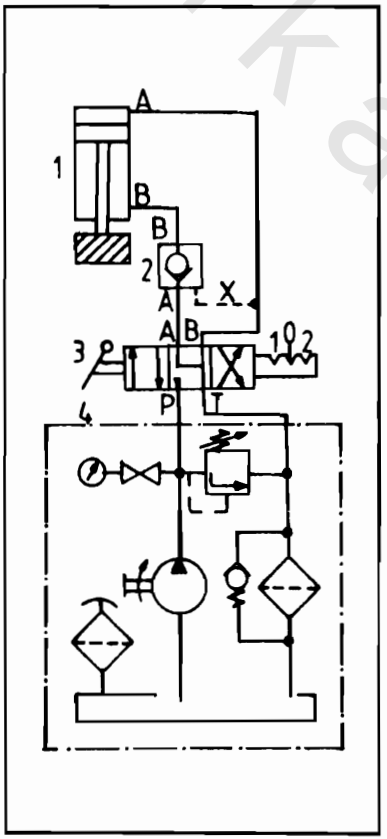
الشكل (٣ – ١٠)

فكرة تشغيل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على الوضع (1) يمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة الهيدروليكية 4 مروراً بالمسار P ← A للصمام 3 ثم مروراً بالصمام اللارجعى 2 فى المسار A ← B وصولاً للاسطوانة 1 فيندفع مكبس الاسطوانة 1 لأعلى بينما يعود الزيت الراجع من الاسطوانة عبر المسار B ← T للصمام 3 ، ووصولاً للخزان ، وعند إعادة ذراع تشغيل الصمام 3 لوضع (0) تتوقف الاسطوانة فى الحال.

ولكن لا يحدث للاسطوانة تراجع بفعل الثقل الخارجى ، وذلك لأن الصمام اللارجعى يمنع مرور الزيت الهيدروليكى فى الاتجاه A ← B إلا عند وصول ضغط للفتحة وهذا لن يحدث إلا عند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 علي الوضع 2 لإعادة الاسطوانة للخلف .

وفى الشكل (٣ – ١١) دائرة هيدروليكية أخري للتحكم فى اسطوانة دفع ثقل لأسفل مستخدماً صماما لارجعياً بإشارة تحكم ،لمنع التقدم الجبرى للاسطوانة علماً بأن محتويات هذه الدائرة لا تختلف عن السابقة .



الشكل (٣ – ١١)

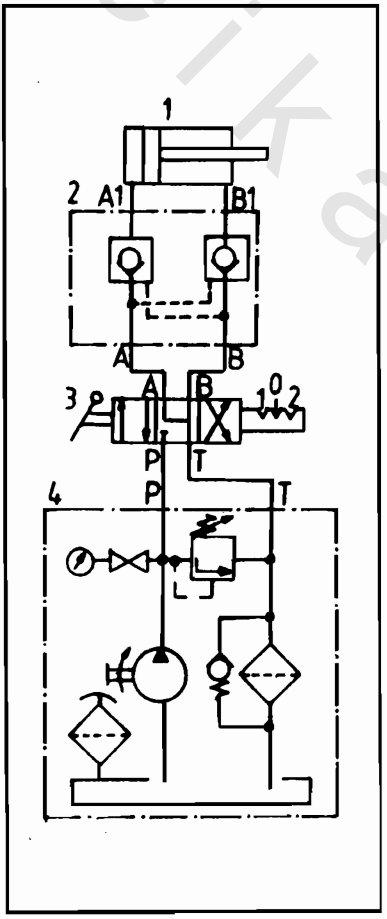
فكرة تشغيل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على الوضع 2 يمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة الهيدروليكية 4 مروراً بالمسار P ← B للصمام 3 وصولاً للاسطوانة 1 فيندفع مكبس الأسطوانة لأسفل ، ويعود الزيت الراجع من الاسطوانة عبر الصمام اللارجعى فى المسار B ← A (وذلك نتيجة لوصول ضغط للفتحة X) ثم بعد ذلك مروراً بالمسار A ← T للصمام 3 وصولاً للخزان،

obeikandl.com

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

وفى الشكل (٣ – ١٢) دائرة هيدروليكية للتحكم فى اسطوانة ثنائية الفعل تتعرض لأحمال غير ثابتة الاتجاه مستخدماً صماماً لارجعياً مزدوجا لمنع التقدم والتراجع الجبرى للاسطوانة .



الشكل (٣ – ١٢)

محتويات الدائرة :

أسطوانة ثنائية الفعل	1
صمام لارجعى مزدوج	2
صمام 4/3 بوضع تعادل عائم	3
صمام تصريف ضغط سابق التحكم	4
وحدةقدرة هيدروليكية	5

فكرة تشغيل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (1) يمر الزيت المضغوط فى المسار P ← A ثم عبر الصمام اللارجعى

الأيسر للصمام المزدوج 2 فى الاتجـــاه A1 ← A وصولا للاسطوانة 1 ،فتتقـــدم الاسطوانة للأمام ويعود الزيت الراجع من الاسطوانةعبر الصمام اللارجعى الأيمن للصمام اللارجعى المزدوج 2 فى الاتجاه B ← B1 (نتيجة لوصول إشارة ضغط لفتحة التحكم الخاصة بالصمام اللارجعى الأيمن) ثم عبر الصمام الاتجاهى 3 فى المسار T ← B وصولاً للخزان .

وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع 2 يمر الزيت المضغوط فى المسار P ← B ثم عبر الصمام اللارجعى الأيمن فى الاتجاه B1 ← B وصولاً للاسطوانة 1 ، فتتراجع الاسطوانة للخلف ، ويعود الزيت الراجع من الاسطوانة عبر الصمام اللارجعى الأيسر فى المسار A ← A1 (نتيجة لوصول إشارة ضغط لفتحة التحكم الخاصة بالصمام اللارجعى الأيسر) ، ثم عبر الصمام الاتجاهى 3 فى المسار T ← A وصولاً للخزان .

علماً بأنه فى وقت التوقف أى أثناء توقف الاسطوانة فى أى موضع فإنه لايمكن 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 ← B1 ، 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 ← A1 وهذا لا يمكن حدوثه بدون وصول إشارة ضغط لفتحة التحكم للصمام اللارجعى الأيسر.

ملاحظات :

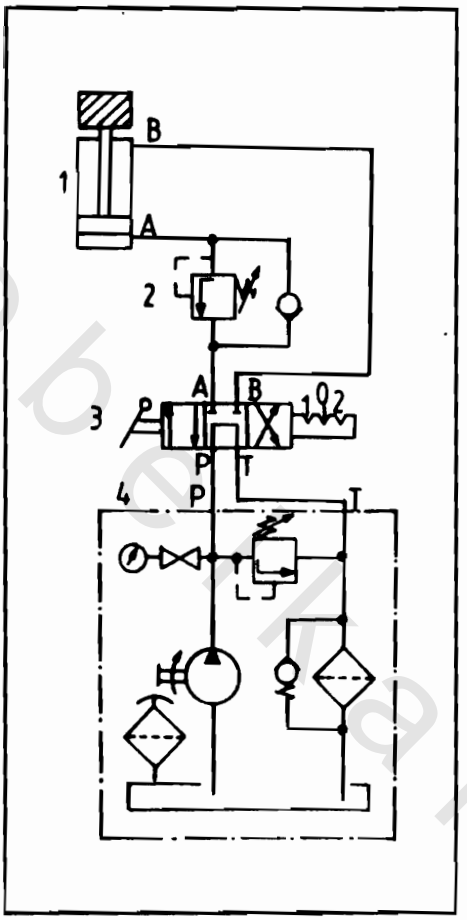
١ – عند استخدام صمامات لارجعية لمنع التقدم والتراجع الجبرى للاسطوانات يجب استخدام صمام اتجاهى 4/3 بوضع مركزى (تعادل) عائم متصل بالخزان .

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)يعـــــرض دائرة هيـدروليكيـة للتـحكم فى اسطوانة ترفع ثقـلاً لأعلي مستخدماً صمام معاكسة الوزن لمنع التراجع الجبرى للاسطوانة .



الشكل (٣ ـ ١٣)

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

اسطوانة ثنائية الفعل 1

صمام معاكسة الوزن 2

صمام 4/3 بذراع تشغيل بوضع تعادل تتابعى . 3

وحدة قدرة هيدروليكية 4

فكرة تشغيل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (1) يمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة الهيدروليكية عبر المسار A ← P للصمام 3 ثم عبر الصمام اللارجعى لصمام معاكسة الوزن 2 وصولاً للاسطوانة 1 فتتقدم الاسطوانة لأعلي ، ويعود الزيت الراجع من الاسطوانة عبر المسار B ← T للصمام 3 وصولاً للخزان ، ويمكن إيقاف الاسطوانة عند أى موضع بإعادة ذراع تشغيل الصمام الاتجاهى 3 على وضع (0) .

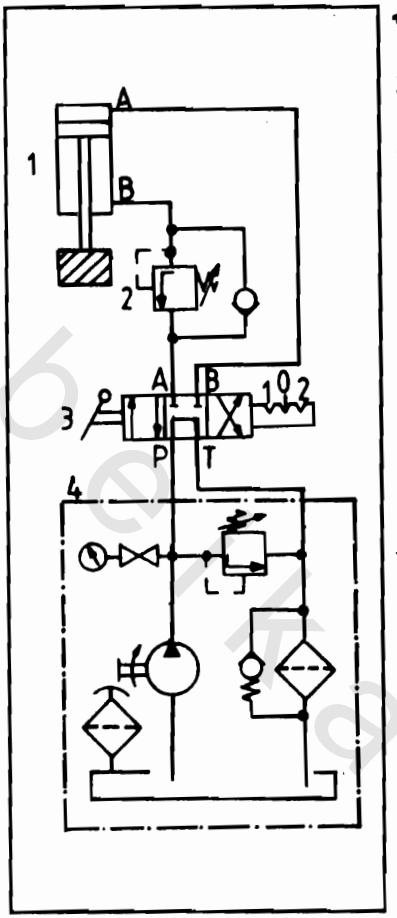
وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (2) يمر الزيت المضغوط عبر المسار B ← P ووصولاً للاسطوانة 1 فيزداد الضغط أمام مكبس الاسطوانة حتي يصل الضغط الخارج من الاسطوانة إلي الضغط اللازم لفتح الصمام التتابعى لصمام معاكسة الوزن 2 ، فتتراجع الاسطوانة لأسفل ويمر الزيت الراجع من الاسطوانة عبر

المسار T ← A فى الصمام الاتجاهى 3 وصولاً للخـزان ، لذلك يقـال إن مكبس الاسطوانة ممسوك هيدروليكيا بين قوتين الأولي ناتجه عن الضغط القادم من وحدة القدرة الهيدروليكية والقوة الثانية : ناتجة عن الضغط العكسى 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 للثقل الخارجى حتي يمنع تراجع الاسطوانةوقت الراحـة (أثناء التوقف) .

والشكل (٣ – ١٤) يعـرض دائرة هيدروليكية للتحكم فى اسطوانة تدفع ثقلاً لأسفل مستخدمةً صمام معاكسة الوزن ، لمنع التقدم الجبرى للاسطوانة .



الشكل (٣ ـ ١٤)

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

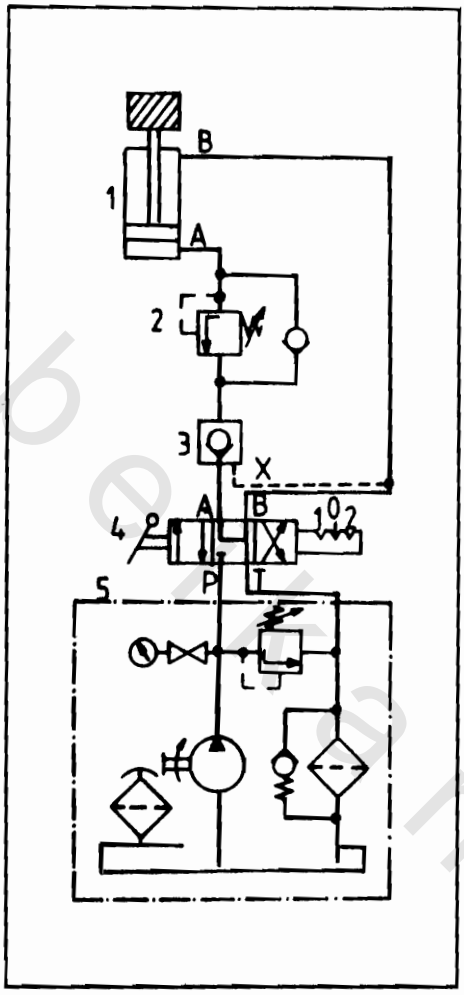
ملاحظات :

١ – الفرق بين الدائرة الهيدروليكية للتحكم فى اسطوانة تدفع ثقلاً لأعلى مستخدمةً صمام معاكسة الوزن ، ومثيلتها التى تتحكم فى اسطوانة تدفع ثقلاً لأسفل هو مكان صمام معاكسة الوزن ، ففى الدائرة الأولي وصل صمام معاكسة الوزن بالفتحة A ، وفى الدائرة الثانية وصل صمام معاكسة الوزن بالفتحة B للاسطوانة.

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 ..



الشكل (٣ ـ ١٥)

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

1 أسطوانة ثنائية الفعل

2 صمام معاكسة الوزن

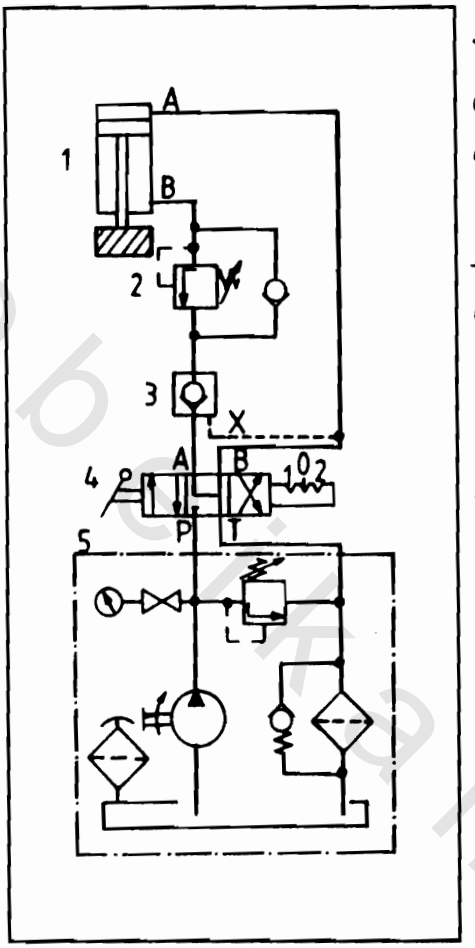
3 صمام لارجعى بإشارة تحكم

4 صمام 4/3 بذراع تشغيل وبوضع تعادل عائم

5 وحدة القدرة الهيدروليكية

فكرة تشغيل الدائرة:

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



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 المعاير عليه الصمام التتابعى الخاص بصمام معاكسة الوزن 2 .

أما الشكل (٣ – ١٦) فيعرض دائرة هيدروليكية أخرى ، لمنع التقدم الجبرى لاسطوانة بفعل وزن خارجى ، وهى لا تختلف عن المبينة فى الشكل (٣ – ١٥) فيما عدا أن الصمام اللارجعى ذو إشارة التحكم 3 وكذلك صمام معاكسة الوزن 2 يوصلان بالطرف B للاسطوانة بدلاً من الطرف A .

الشكل (٣ ـ ١٦)

ملاحظة :

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

٣/٥ – التشغيل التتابعى للاسطوانات :

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

ذلك وهما :

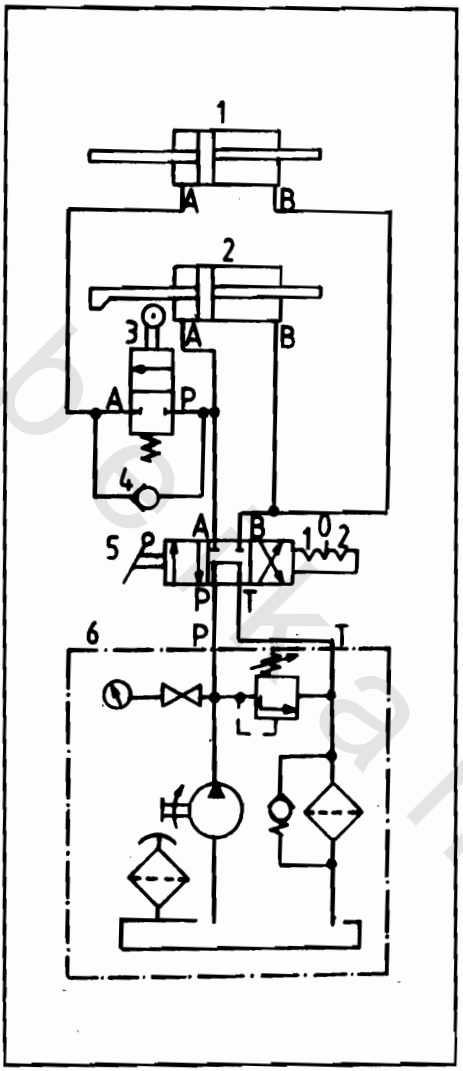
١ – باستخدام صمامات نهايات المشوار ذات البكرات .

٢ – باستخدام الصمامات التتابعية .

وسوف نتناول ذلك فى الفقرات التالية :

٣/٥/١ – التشغيل التتابعى المعتمد على الموضع :

الشكل (٣ – ١٧) يعرض دائرة هيدروليكية بسيطة لتشغيل الاسطوانتين 1,2 بالتتابع عند الذهاب ، فعند وضع ذراع تشغيل الصمام 5 على الوضع (1) تتقدم الاسطوانة 2 إلى اليمين حتى تضغط الكامة المثبتة على ذراع الاسطوانة على بكرة الصمام 3 فيتغير وضع تشغيل الصمام ، ويتدفق الزيت الهيدروليكى عبر المسار A ← P للصمام 3 فتتقدم الاسطوانة 1 لليمين .

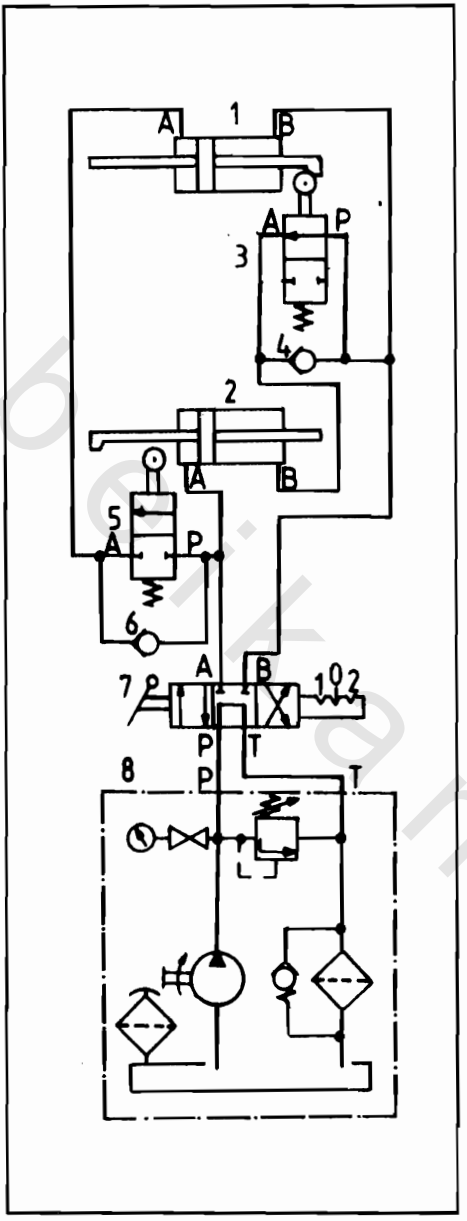


الشكل (٣ ـ ١٧)

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 الوضع (1)

تتقدم الاسطوانة 2 لليمين حتى تضغط على بكرة الصمام 5 فيمر السائل الهيدروليكى خلال المسار P ← A للصمام 5 فتتقدم الاسطوانة 1 لليمين وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 7 على الوضع 2 تتراجع الاسطوانة 1 لليسار حتى تضغط على بكرة الصمام 3 فيمر السائل الهيدروليكى خلال المسار P ← A لهذا الصمام ، فتتراجع الاسطوانة 2 لليسار أيضا .



الشكل (٣ ـ ١٨)

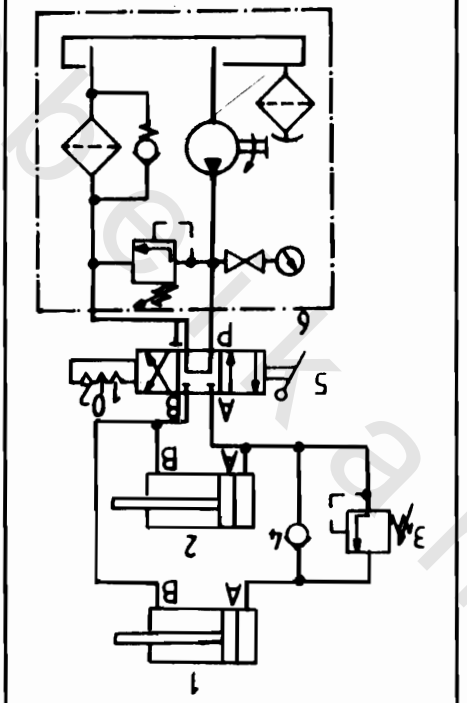
٣/٥/٢ - التشغيل التتابعى المعتمد على الضغط :

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 التتابعى 3 على إمرار الزيت الهيدروليكى وصولاً للفتحة A للاسطوانة 1 فتتقدم الاسطوانة 1 للأمام .

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

ملاحظة :

الصمام اللارجعى 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 المعاير عليها الصمام التتابعى 4 فيقوم بإمرار الزيت الهيدروليكى للفتحة A للاسطوانة 2 فتتقدم الاسطوانة 2 هى الأخرى .

وعند وضع ذراع التشغيل للصمام7 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 فتتراجع الاسطوانة 1 هى الأخرى .

الشكل (٣ ـ ١٩)

ملاحظة :

الصمام اللارجعى 5 يعمل كمسار للزيت الراجع من الاسطوانة 1 عند الذهاب .والصمام اللارجعى 3 يعمل كمسار للزيت الراجع من الاسطوانة 2 عند العودة.

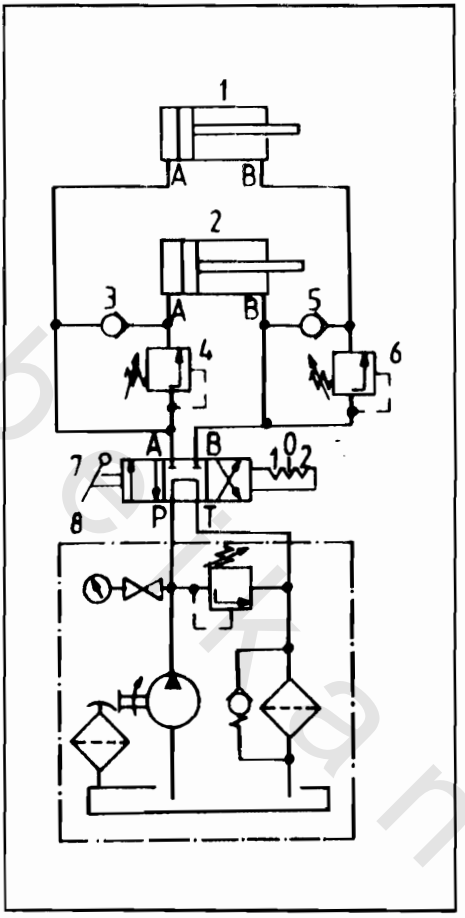
٦/٣ - تقليل سرعة الاسطوانات :

يمكن تقليل سرعة الاسطوانات الهيدروليكية وذلك إما فى شوط الذهاب أو شوط العودة باستخدام الصمامات الخانقة أو الصمامات الخانقة اللارجعية ، ويوجد ثلاث طرق لتقليل سرعة الاسطوانات فى شوطى الذهاب أو العودة وهى كما يلى :

١ - خنق تدفق الزيت الداخل للاسطوانة .

٢ - خنق تدفق الزيت الراجع من الاسطوانة .

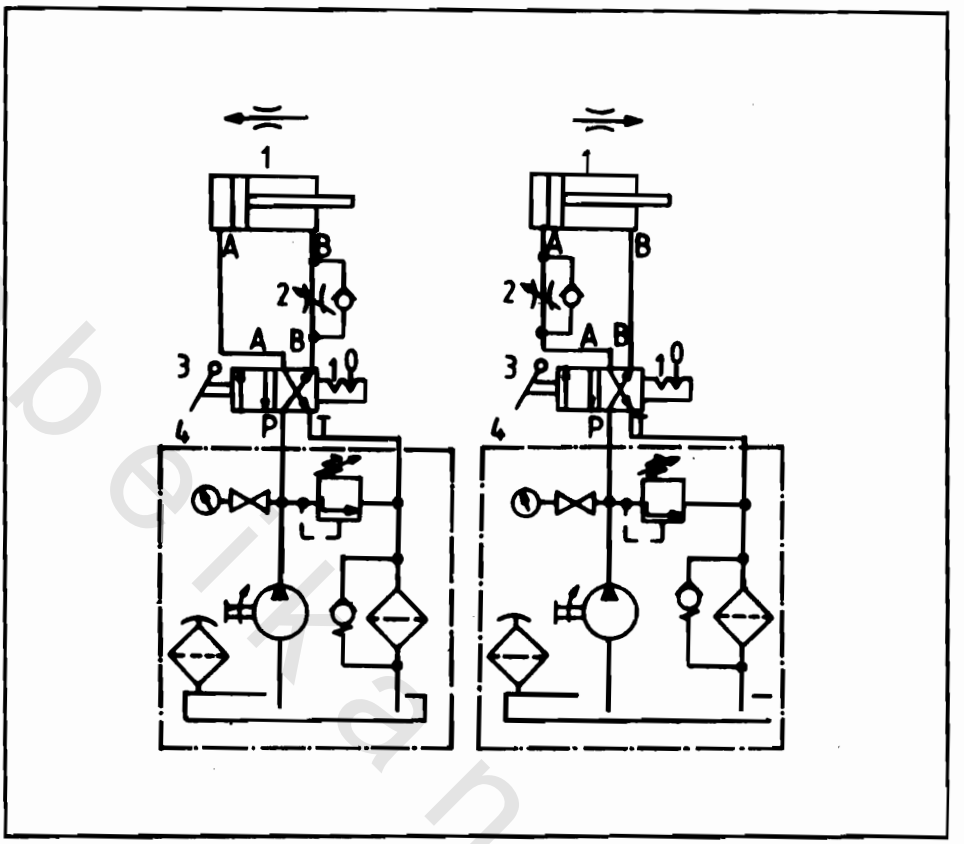
٣ - خنق تدفق زيت المصدر .



الشكل (٣ ـ ٢٠)

١/٦/٣ - خنق تدفق الزيت الداخل :

يمكن تقليل سرعة الاسطوانات فى 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 ـ 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 ← A للصمام 3 ثم مروراً بالصمام الخانق للصمام الخانق اللارجعى 2 وصولاً للفتحة A للاسطوانة فتتقدم الاسطوانة ببطء نتيجة لخنق تدفق الزيت الداخل ، ويعود الراجع من الفتحة B للاسطوانة عبر المسار B ← T للصمام 3 وصولاً للخزان .

أما عند إعادة ذراع تشغيل الصمام 3 لوضع (0) يعود الصمام لوضعه الابتدائى الأيمن فيمر الزيت من وحدة القدرة عبر المسار P ← B للصمام 3 وصولاً للفتحة B للاسطوانة ، فتتراجع الاسطوانة للخلف ويعود الراجع من الفتحة A للاسطوانة عبر الصمام اللارجعى للصمام اللارجعى الخانق 2 ثم عبر المسار A ← T 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 ← A للصمام 3 وصولاً للاسطوانة 1، فتتقدم الاسطوانة 1 للامام بينما يعود الزيت الراجع من الاسطوانة عبر الصمام اللارجعى للصمام اللارجعى الخانق 2 ومروراً بالمسار B ← T فى الصمام 3 وصولاً للخزان .

وعند إعادة ذراع تشغيل الصمام 3 لوضع (0) يعود الصمام لوضعه الابتدائى الأيمن فيمر الزيت من وحدة القدرة الهيدروليكية 4 عبر المسار P ← A للصمام 3 مروراً بالصمام الخانق فى الصمام الخانق اللارجعى 2 ووصولا للاسطوانة فتتراجع الاسطوانة ببطء نتيجة لخنق الزيت الداخل ويعود الزيت الراجع من الاسطوانة عبر المسار A ← T للصمام 3 وصولاً للخزان .

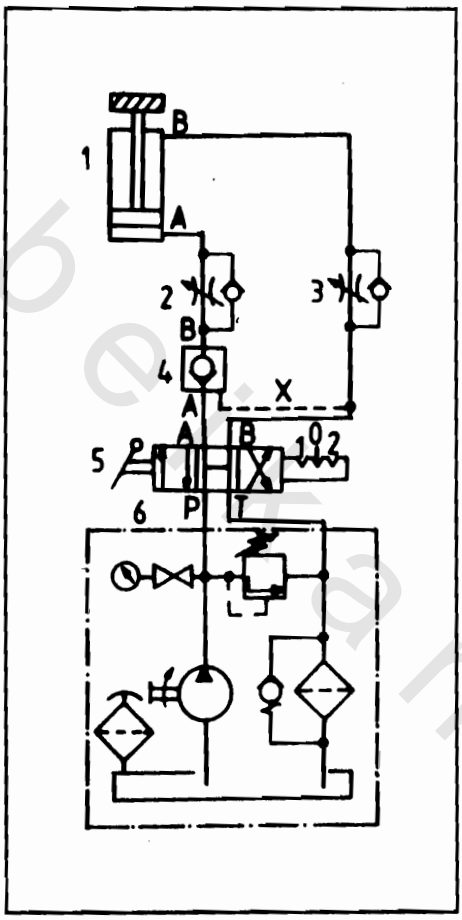
والشكل (٣ – ٢٢) يعرض دائرة هيدروليكية بسيطة ، لتقليل سرعة الاسطوانة فى شوطى الذهاب والعودة بخنق تدفق الزيت الداخل .

فكرة تشغيل الدائرة :

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 فتتراجع الاسطوانة ببطء.

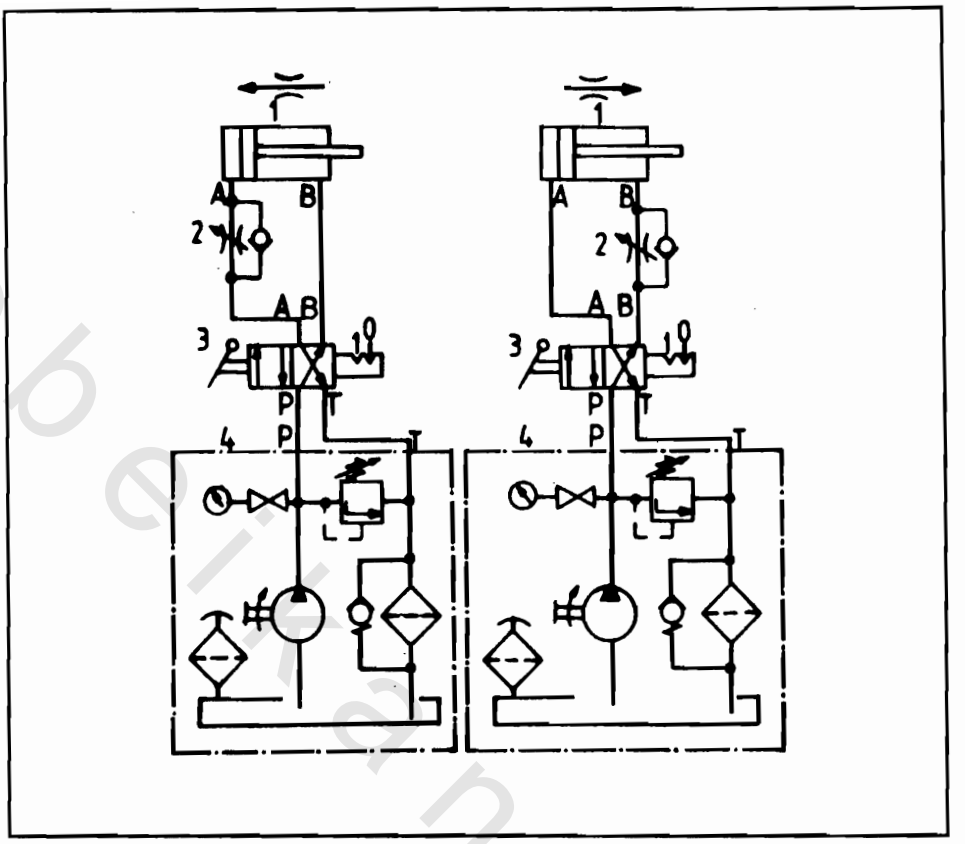
٣ – يقوم الصمام اللارجعى ذو وصلة التحكم 4 بمنع التراجع الجبرى للاسطوانة تحت تأثير الوزن المثبت ، على الاسطوانة أثناء التوقف .



الشكل (٣ – ٢٢)

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) .



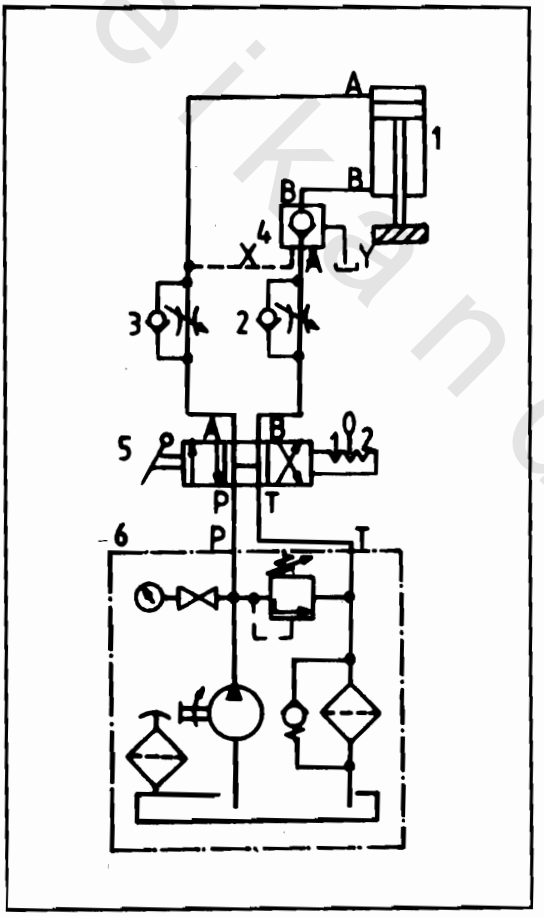
الشكل (٣ - ٢٣)

فكرة تشغيل الدائرة الموضحة بالشكل أ :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (1) يمر الزيت المضغوط عبر المسار A ← P وصولاً للاسطوانة ، بينما يقوم الصمام الخانق للصمام الخانق اللارجعى 2 بخنق تدفق الزيت الراجع من الاسطوانة ، فتتقدم الاسطوانة ببطء وعند وضع ذراع تشغيل الصمام3 على وضع (0) يمرر الزيت المضغوط من وحدة القدرة 4 عبر المسار B ← P للصمام 3 ، ثم عبر الصمام اللارجعى للصمام الخانق اللارجعى 2 وصولاً للاسطوانة فترجع الاسطوانة بالسرعة الطبيعية حيث يعود الزيت الراجع من الاسطوانة عبر المسار T ← A للصمام 3 وصولاً للخزان .

فكرة تشغيل الدائرة الموضحة بالشكل ب :

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



الشكل (٣ – ٢٤)

وفى الشكل (٣ – ٢٤) دائرة هيدروليكية بسيطة لتقليل سرعة الاسطوانة 1فى شوطى الذهاب والعودة بخنق تدفق الزيت الراجع .

فكرة تشغيل الدائرة :

١ – يقوم الصمام اللارجعى الخانق القابل للمعايرة 3 بخنق تدفق الزيت الراجع من الاسطوانة عند تراجع الاسطوانة لأعلي ، فتتراجع الاسطوانة ببطء .

٢ – يقوم الصمام اللارجعى الخانق القابل للمعايرة 2 بخنق تدفق الزيت الراجع عند تقدم الاسطوانة لأسفل فتتقدم الاسطوانة ببطء .

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 الخانق اللارجعى القابل للمعايرة 2 ، لذلك يلزم استخدام هذا النوع أى المزود بوصلة تصريف خارجية .

٣/٦/٣ – خنق تدفق زيت المصدر :

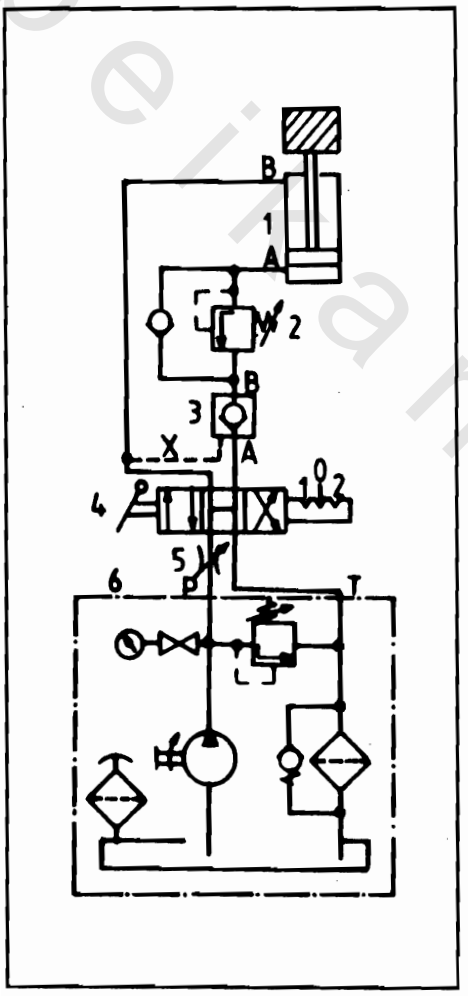
الشكل (٣ – ٢٥) يعرض دائرة هيدروليكية بسيطة لتقليل سرعة الاسطوانة 1 فى الذهاب والعودة بخنق تدفق زيت المصدر القادم من وحدة القدرة الهيدروليكية 6 قبل مروره بالصمام 4 بواسطة الصمام الخانق القابل للمعايرة 5.

ويعاب علي هذه الطريقة أنه لا يمكن ضبط سرعة العودة وأيضاً سرعة الذهاب كلاً على حدة فكلتاهما تعتمد على معايرة الصمام الخانق 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 :

فى بعض التطبيقات الهيدروليكية يلزم الأمر الحصول على سرعة منتظمة وناعمة للاسطوانات بغض النظر عن الحمل ، كما هو الحال فى آلات الورش وذلك للحصول علي 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 جانبى 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 يلى :

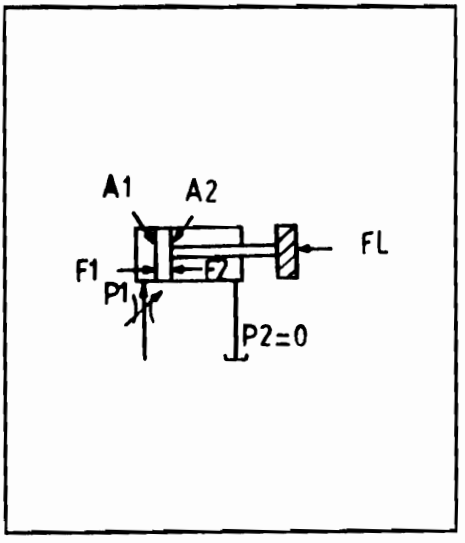
أ – تنظيم تدفق الزيت الداخل Meter in Flow Control

ب – تنظيم تدفق الزيت الراجع Meter out Flow Control

جـ – تنظيم تدفق الزيت المستنزف Bleed off Flow Control

١/٧/٣ – تنظيم تدفق الزيت الداخل :

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



الشكل (٣ – ٢٦)

فـفى 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.

F_1 القوة الناشئة من الضغط الواقع على المكبس.

F_2 القوة الناشئة من الضغط الواقع علي المساحة الحلقية للمكبس .

F_L قوة الحمل .

وفيما يلى المعادلات الرياضية المستنتجة من التحصيل الاتجاهى للقوى :

$$F_1 = F_2 + F_L$$

$$P_1A_1 = P_2A_2 + F_L$$

وحيث إن قيمة الضغط P_2 تقريباً تساوى صفراً وبالتالى فإن : $P_1A_1 = F_L$

فإذا كانت القوة F_L فى اتجاه حركة الاسطوانة وذلك بوضع الاسطوانة رأسياً لأسفل يصبح الحمل سالباً وبالتالى فإن : $P_1 A_1 = - F_L$

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

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

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

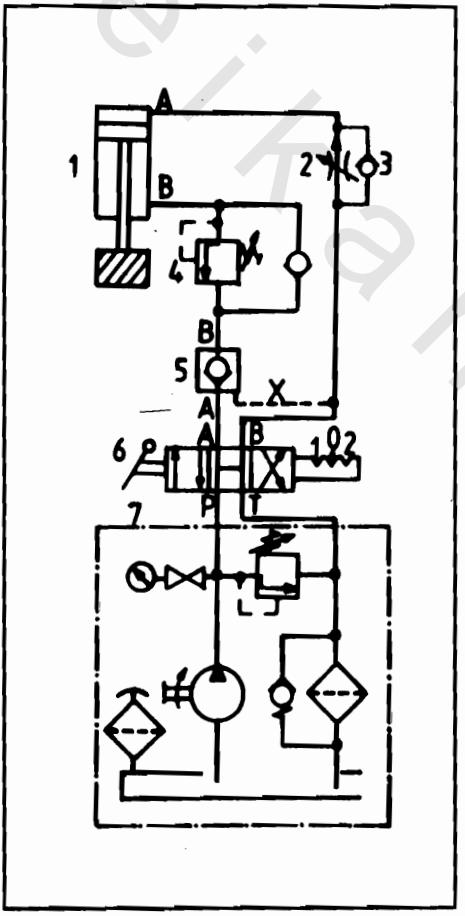
والشكل (٣ ـ ٢٧) يعرض دائرة هيدروليكية بسيطة لتنظيم حركة اسطوانة ثنائية الفعل باستخدام صمام تنظيم تدفق مزدوج بتعويض ضغط لتنظيم تدفق الزيت الداخل .

فكرة تشغيل الدائرة الهيدروليكية :

عندوضع ذراع تشغيل الصمام 6 على وضع (2) يتدفق الزيت المضغوط من وحدة القدرة الهيدروليكية 4 عبر المسار P → 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 التتابعى لصمام معاكسة الوزن 4 ،وذلك عند وصول الضغط أمام المكبس للضغط المعاير عليه الصمام التتابعى ، فينتج عن ذلك ضغط معاكس أمام المكبس ، وبذلك يحدث مسك هيدروليكى للمكبس ، ثم يمر الزيت بعد ذلك فى الصمام اللارجعى ذى وصلة التحكم، حيث إن الصمام سيكون مفتوحاً

نتيجة لوصول ضغط لوصلة التحكم x ثم أخيراً يمر الزيت عبر المسار B → T للصمام 3 وصولاً للخزان ، فتتقدم الاسطوانة ببطئ 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 → 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 T → B للصمام 6 وصولاً للخزان ، وبالتالى تتراجع الاسطوانة بالسرعة المعتادة .



الشكل (٣ – ٢٧)

ملاحظات :

١ ـ صمام تنظيم التدفق بتعويض الضغط لايقوم بتنظيم تدفق الزيت المار فيه إلا عند المرور فى اتجاه السهم فقط .

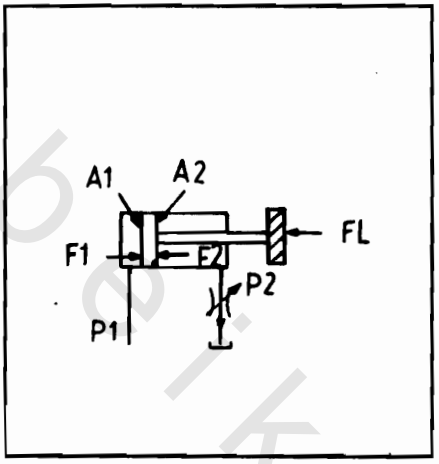
٢ ـ صمام معاكسة الوزن 4 يمنع حدوث تسارع للاسطوانة عند النزول بفعل الثقل الخارجى .

٣ ـ صمام معاكسة الوزن 4 والصمام اللارجعى ذو إشارة التحكم 5 يقومان بمنع التقدم الجبرى للاسطوانة عند التوقف .

٤ ـ تستخدم طريقة تنظيم الزيت الداخل عادة فى تنظيم حركة الاسطوانات ذات الأحمال الثابتة مثل الروافع .

٢/٧/٣ تنظيم تدفق الزيت الراجع :

من أجل معرفة خواص هذا النوع من التنظيم سنستنتج العلاقة بين P_1 مع F_L ففى الشكل (٣ ـ 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 .

F_L قوة الحمل .

وفيما يلى المعادلات الرياضية المستنتجة من التحصيل الاتجاهى للقوى:

$$F_1 = F_2 + F_L$$

$$P_1A_1 = P_2A_2 + F_L$$

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

$$P_1 A_1 = P_2 A_2 - F_L$$

$$P_1A_1 + F_L = P_2 A_2$$

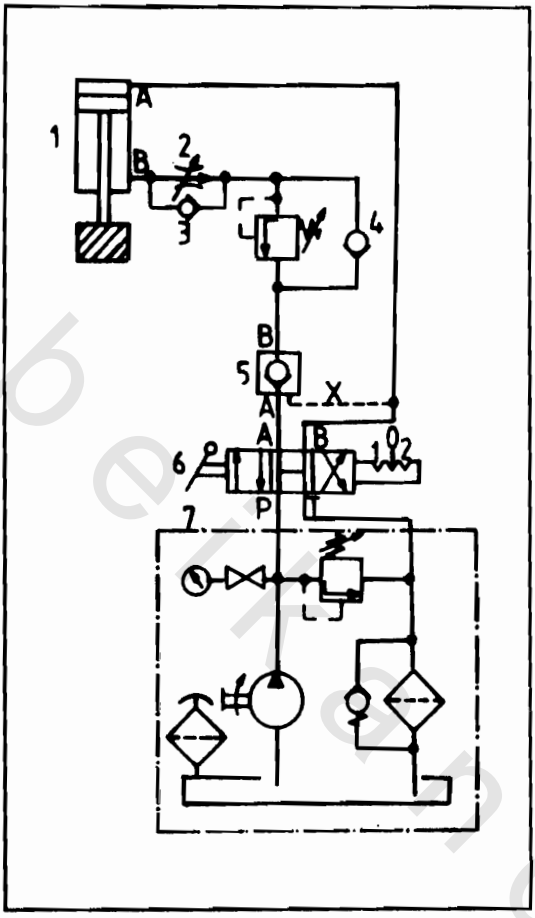
$$P_2 = \frac{P_1 A_1 + F_L}{A_2}$$

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

obeikandl.com

كبر الإجهادات الميكانيكية على موانع التسريب للاسطوانة .

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



الشكل (٣ ـ ٢٩)

فكرة تشغيل الدائرة الهيدروليكية :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 6 على وضع (2) يمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة 7 عبر المسار P ← B للصمام نفسه ، وصولاً للفتحة A للاسطوانة 1، بينما يعود الزيت الراجع من الاسطوانة من الفتحة B عبر صمام تنظيم التدفق المزدوج بتعويض الضغط ، والقابل للمعايرة 2، وعند وصول الضغط للضغط المعاير عليه الصمام التتابعى لصمام معاكسة الوزن 4 ، يفتح الصمام التتابعى لإمرار الزيت الراجع ، وبعد ذلك يمر الزيت الراجع عبر الصمام اللارجعى 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 والارتجاف .

أما عند وضع ذراع تشغيل الصمام 6 على وضع (1) يمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة 7 عبر المسار P ← A للصمام نفسه ثم عبر الصمام اللارجعى 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 ← P للصمام 3 ، وصولاً للخزان فتتراجع الاسطوانة 1 بالسرعة المعتادة .

ملاحظات :

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

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

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

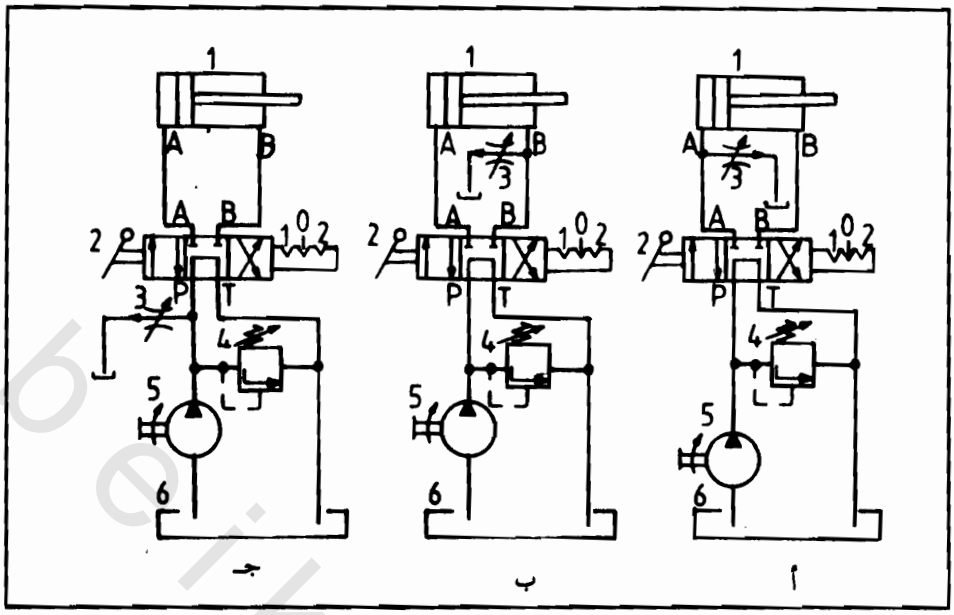
٣/٧/٣ ـ تنظيم تدفق الزيت المستنزف :

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 ـ ٣٠) يعرض ثلاث دوائر هيدروليكية ، لتنظيم سرعة اسطوانة مستخدماً طريقة الاستنزاف .

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



الشكل (٣ ـ ٣٠)

سطوانة عند العـودة باسـتنزاف الزيت الداخل أيضـاً ، وفى (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 :

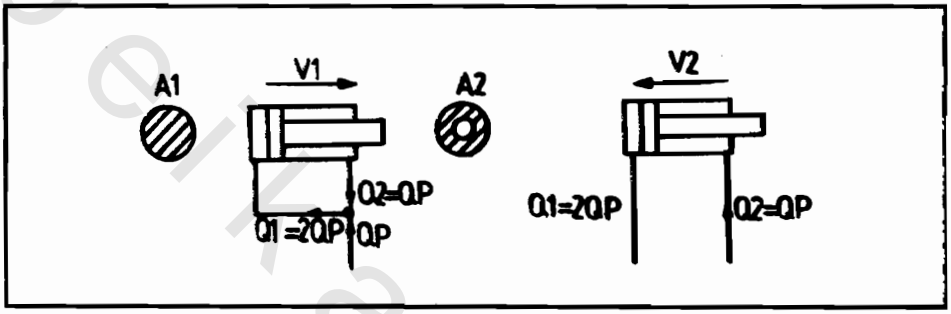
فى أى دائرة هيدروليكية فإن حاصل ضرب الضغط فى معدل التدفق يحدد القدرة الهيدروليكية الداخلة للدائرة .

وعادة فإن الحاجة للقوة العظمى والسرعة العظمى للاسطوانات لايجتمعان معاً، وهناك تغييرات كثيرة فى الدائرة الهيدروليكية يمكن عملها لزيادة السرعة فى الوقت الذى لانحتاج 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 . وفى

الفقرات التالية ، سنتناول أهم الطرق المستخدمة لزيادة سرعة الاسطوانات .

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

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



الشكل (٣ ـ ٣١)

حيث إن :

مساحة مكبس الاسطوانة .	A_1
المساحة الحلقية للمكبس .	A_2
سرعة الاسطوانة عند الذهاب .	V_1
سرعة الاسطوانة عند العودة .	V_2
تدفق المضخة .	Q_p
التدفق الداخل أو الخارج من غرفة المكبس .	Q_1
التدفق الداخل أو الخارج من غرفة العمود .	Q_2

وعادة ما تستخدم اسطوانات لها مساحة مكبس ضعف المساحة الحلقية للمكبس أى أن : $A_1 = 2\,A_2$

وتبعاً فإن : $Q_1 = 2\,Q_2$

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

$$V_1 = \frac{Q_1}{A_1} = \frac{2Q_p}{A_1} \qquad (١)$$

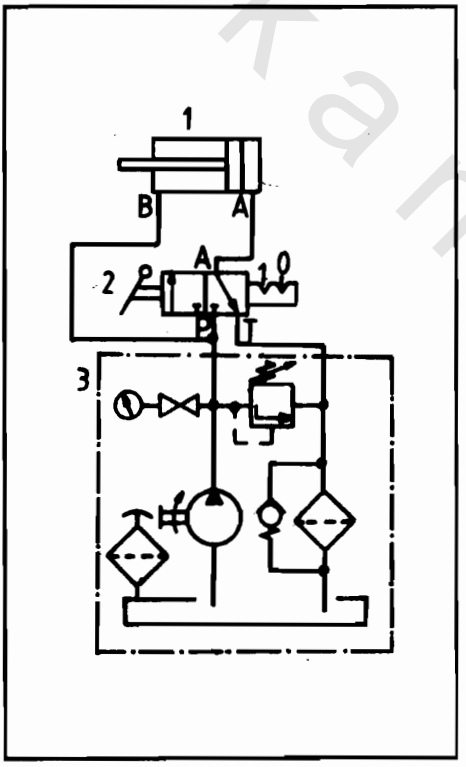
وعند العودة فإن :

$$V_2 = \frac{Q_2}{A_2} = \frac{Q_p}{\frac{A_1}{2}} = \frac{2Q_p}{A_1} \qquad (٢)$$

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 الطبيعى ، فإن قوة الدفع فى الذهاب ستقل للنصف مقارنة بالوضع الطبيعى أيضاً ؛ وذلك لأن القدرة الهيدروليكية التى تدخل الاسطوانة ثابتة .

وفى الشكل (٣ ـ ٣٢) دائرة استرجاعية بسيطة .

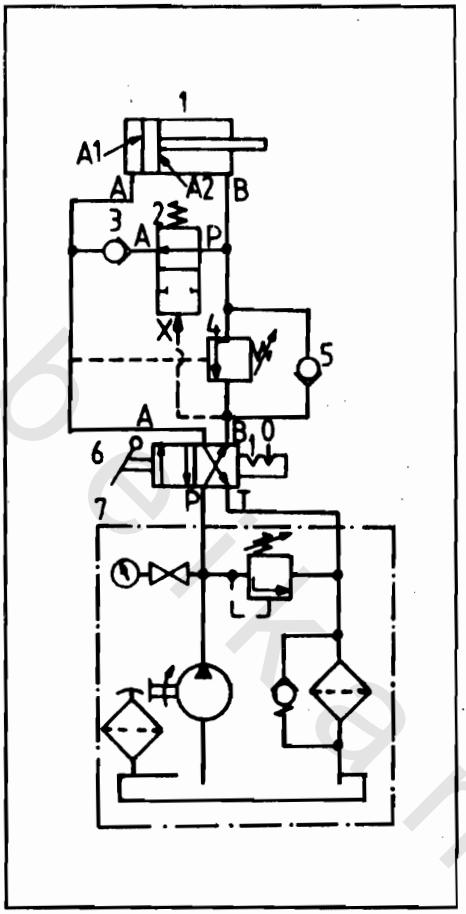


الشكل (٣ ـ ٣٢)

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 (o) يعود الصمام لوضع التشغيل الابتدائى (الأيمن) فتعود الاسطوانة للخلف بالسرعة المعتادة.

obeikandl.com



الشكل (٣ ـ ٣٣)

وفى الشكل (٣ ـ 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 → A وصولاً للاسطوانة ويمر الزيت الراجع من الاسطوانة فى المسار A → 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 ، وبالتالى فإن القوة تساوى $F_R = P (A_1 - A_2)$ وعند ملاشاة الدورة الاسترجاعية فإن الضغط أمام المكبس سيساوى صفراً لاتصال غرفة عمود المكبس بالخزان ، وبالتالى تصبح القوة مساوية $F_n = PA_1$ 6 وحيث إن $A_1 = 2\ A_2$ فإن $F_n = 2F_R$.

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

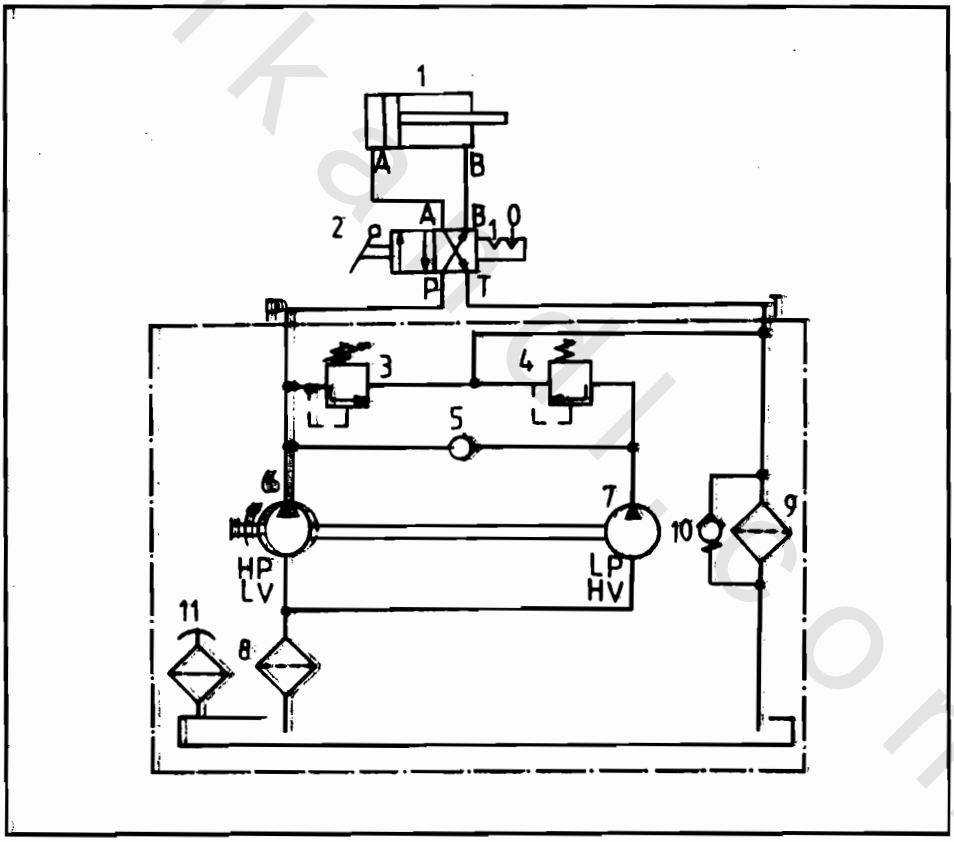
للصمام 6 ثم عبر الصمام اللارجعى 5 ، وصولاً للاسطوانة ، ويعود الزيت الراجع من الاسطوانة عبر المسار A ← P للصمام 6 وصولاً للخزان ، فتتراجع الاسطوانة للخلف بالسرعة الطبيعية .

ملاحظة :

وضع تشغيل الصمام2 سيتغير نتيجة لوصول إشارة ضغط إليه أثناء تراجع الاسطوانة للخلف ، وبالتالى ينقطع الاتصال بين الفتحة B والفتحة A للاسطوانة فى شوط العودة .

٢/٨/٣ ـ دائرة الضغط العالى والمنخفض High - Low Circuit :

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



الشكل (٣ ـ ٣٤)

فى هذه الدائرة وحدة قدرة هيدروليكية تحتوى 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 7 , 6 عبر المسار P ← A 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 الفتحه A للاسطوانة فيزداد بذلك الضغط خلف المكبس إلى أن يصل للقيمة المعاير 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 (o) يعود الصمام لوضعه الابتدائى الأيمن فيمر خرج المضختين عبر المسار P ← B لهذا الصمام ، وصولاً للفتحة B للاسطوانة ، فتتراجع 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 :

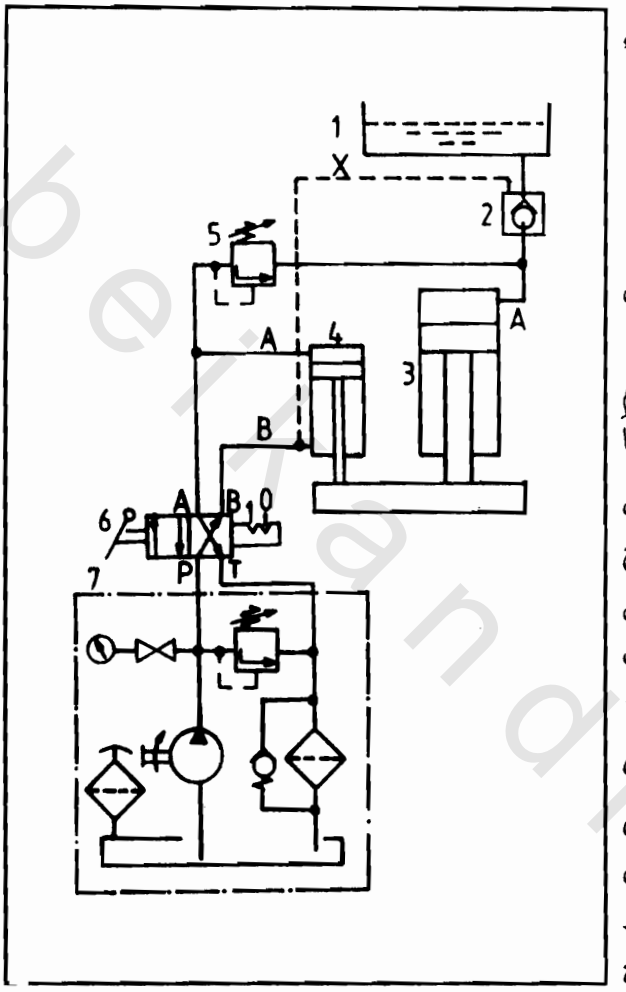
١ ـ يتم ضبط كلا من صمام تصريف 4 وصمام التصريف 3 على ضغوط مختلفة فالصمام 4 يضبط على ضغط منخفض والصمام 3 يضبط على ضغط عالٍ.

٢ ـ 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 .



الشكل (٣ ـ ٣٥)

نظرية تشغيل الدائرة :

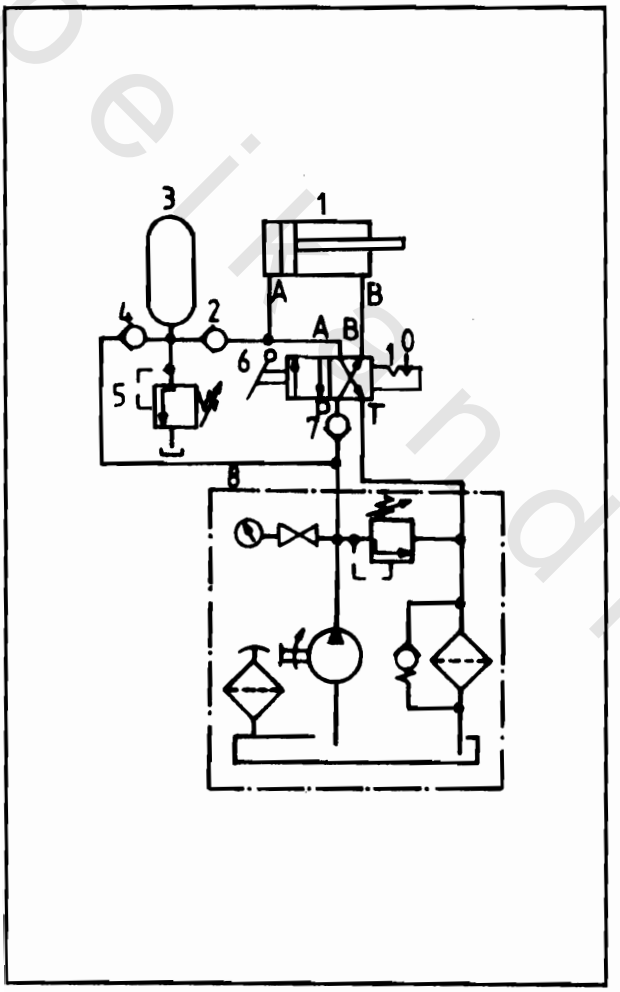
عند وضع ذراع تشغيل الصمام ، على وضع (1) تتقدم الاسطوانة 4 للامام وتتقدم الاسطوانة 3 أيضا نتيجة للربط الميكانيكى بين الاسطوانتين 4 و 3 فينتج خلخلة خلف مكبس الاسطوانة 3 فيتدفق الزيت الهيدروليكى من الخزان 1 عبر الصمام اللارجعى ذى وصلة التحكم 2 إلى الاسطوانة 3 وعند وصول الاسطوانة 4 لنهاية شوط الذهاب تكون الغرفة الموجودة خلف مكبس الاسطوانة 3 قد امتلأت بالزيت ، ويزداد ضغط المضخة حينئذ ، حتى يصل للحد الذى يسمح بعمل الصمام التتابعى 5 ، فيمر الزيت المضغوط من المضخة إلى الاسطوانة 3 ويزداد الضغط للحد المعاير عليه وحدة القدرة .

وعند إعادة ذراع تشغيل الصمام ، للوضع (0) تتراجع الاسطوانة 4 ومعها الاسطوانة 3 المتصلة معها ميكانيكياً ، ويعود الزيت الهيدروليكى من خلف مكبس الاسطوانة 3 عبر الصمام اللارجعى 2

(نتيجة لوصول اشارة ضغط للفتحة x) إلي 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 .



الشكل (٣ ـ ٣٦)

٣/٨/٤ - دائرة المؤازرة بالمركم Ac-cumulator Circuit

الشكل (٣ - ٣٦) يعرض دائرة مؤازرة بمحرك هيدروليكى .

obeikandl.com

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 → B وصولاً للاسطوانة1، فتتقدم الأسطوانة 1 بسرعة عالية ، وعند وصول الاسطوانة لنهاية شوط الذهاب يرتفع ضغط وحدة القدرة ، وصولاً للضغط المعاير عليه صمام التصريف الخاص بها، وبالتالى تزداد قوة دفع الاسطوانة فى نهاية الشوط .

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

٩/٣ - تزامن حركة الاسطوانات

Cylinders Synchronizing Circuits

أحيانا 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 التوازى مع ربطهم ميكانيكياً .

٢ - التزامن بتوصيل الاسطوانات على التوالى .

٣ - التزامن باستخدام المراكم المتماثلة .

٤ - التزامن باستخدام صمامات تنظيم التدفق المزدوجة .

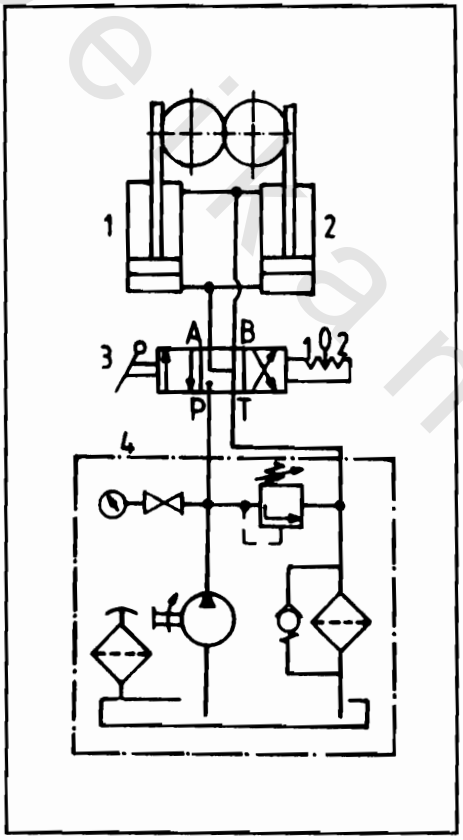
٥ - التزامن باستخدام المحركات الهيدروليكية .

٦ - التزامن باستخدام صمامات التزامن .

٧ – التزامن باستخدام قناطر التوحيد الهيدروليكية .

٨ – التزامن باستخدام صمامات تقسيم التدفق .

٣/٩/١ – التزامن بتوصيل الاسطوانات على التوالى أو على التوازى :

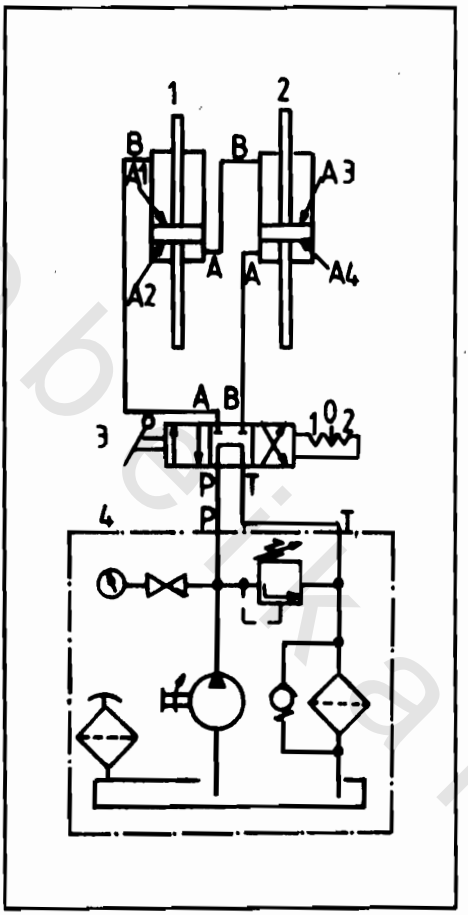


الشكل (٣ – ٣٧)

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

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

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



الشكل (٣ – ٣٨)

٣/٩/٢ – التزامن باستخدام المراكم المتماثلة :

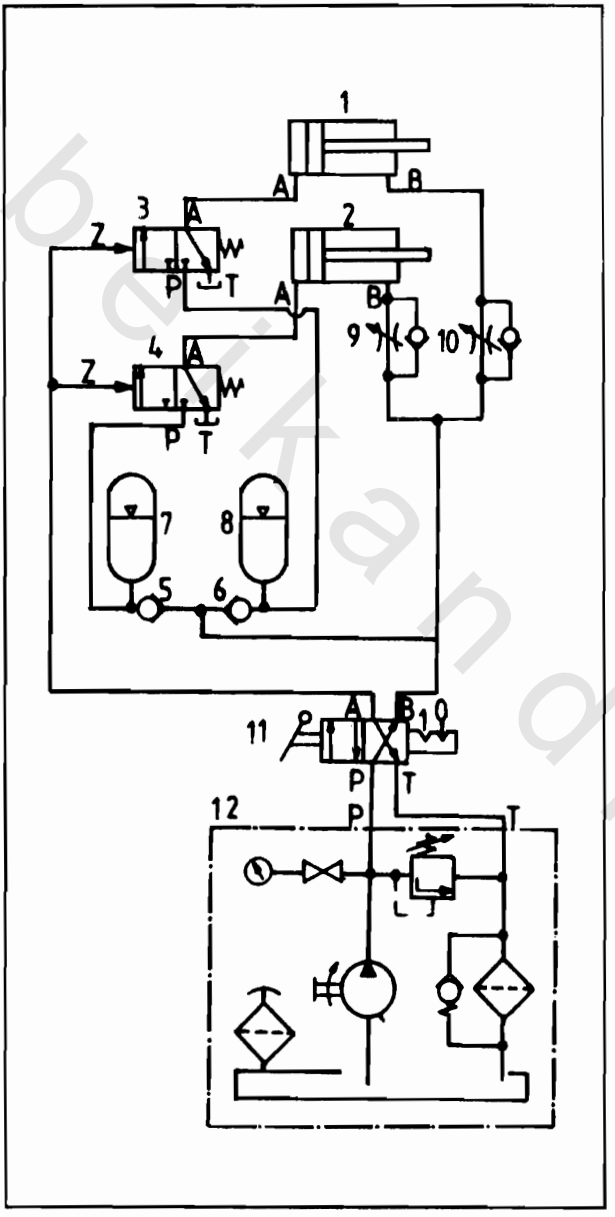
فى الشكل (٣ – ٣٩) دائرة هيدروليكية بسيطة لعمل تزامن بين الاسطوانتين 1,2 فى شوط الذهاب فقط وذلك باستخدام مركمين متماثلين .

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 الهيدروليكى من كلا المركمين المتماثلين 7,8 عبر المسار P → 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 الإبتدائى الأيمن ، فتتراجع الاسطوانتان 1,2معاً ، وفى نفس الوقت ويشحن المركمان 7,8 فى آن واحد وصولاً للضغط المعاير عليه وحدة القدرة الهيدروليكية، علماً بأنه يمكن ضبط التزامن ، وذلك بالاستعانة بالصمامات الخانقة اللارجعية 10,9 .



الشكل (٣ – ٣٩)

ملاحظة :

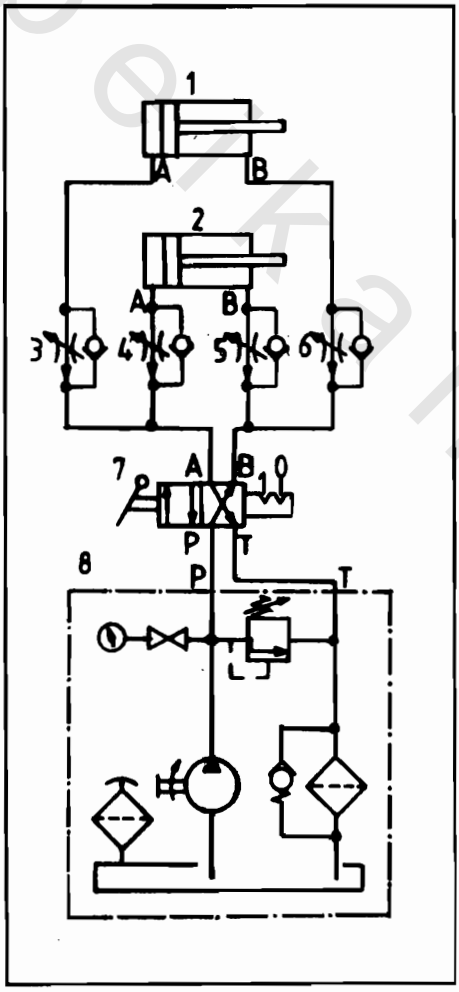
للحصول على أداء جيد لعملية التزامن يلزم عدم حدوث أى تسربات فى الصمامات المستخدمة .

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 الهيدروليكى الخارج من الاسطوانتين .

وتحتاج هذه الدائرة إلي زيت نظيف خالٍ من الشوائب من أجل الحصول على أداء جيد لصمامات تنظيم التدفق المزدوجة وبذلك يتحقق التزامن فى شوطى الذهاب والعودة علماً بان تنظيم سرعة الاسطوانتين فى الذهاب والعودة يتم بتنظيم تدفق الزيت الراجع منهما .

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



الشكل (٣ – ٤٠)

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

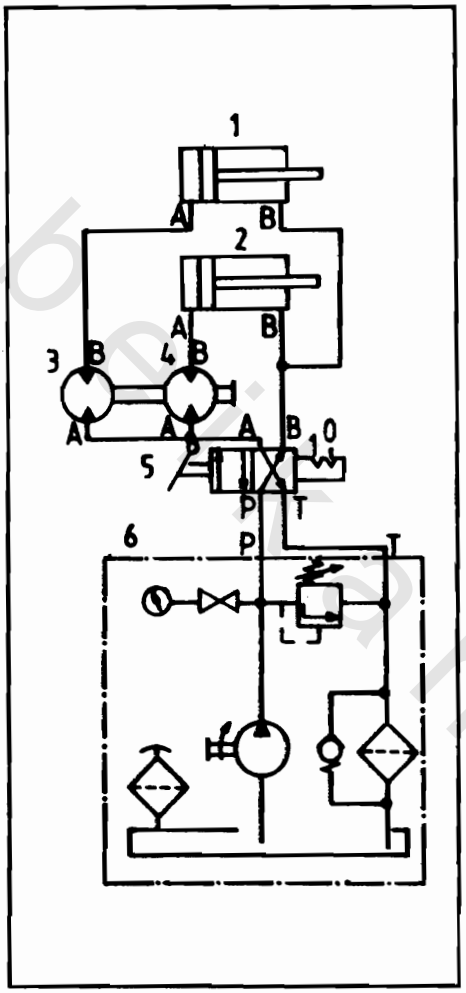
ملاحظة :

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

obeikandl.com

٣ /٩/ ٤ – التزامن باستخدام المحركات الهيدروليكية :

الشكل (٣ – ٤١) يعرض دائرة هيدروليكية بسيطة لعمل تزامن بين الأسطوانتين 1,2 بإستخدام محركين هيدروليكيين متماثلين فى الحجم 3,4 ومرتبطين معاً ميكانيكياً ، وبذلك فإن حجم وضغط الزيت الهيدروليكى الداخل والخارج من المحركين سيكون متساوياً وبالتالى تتحقق شروط التزامن وهى تساوى الحجم المتدفق لكلا الأسطوانتين وكذلك ضغط التشغيل لهما .

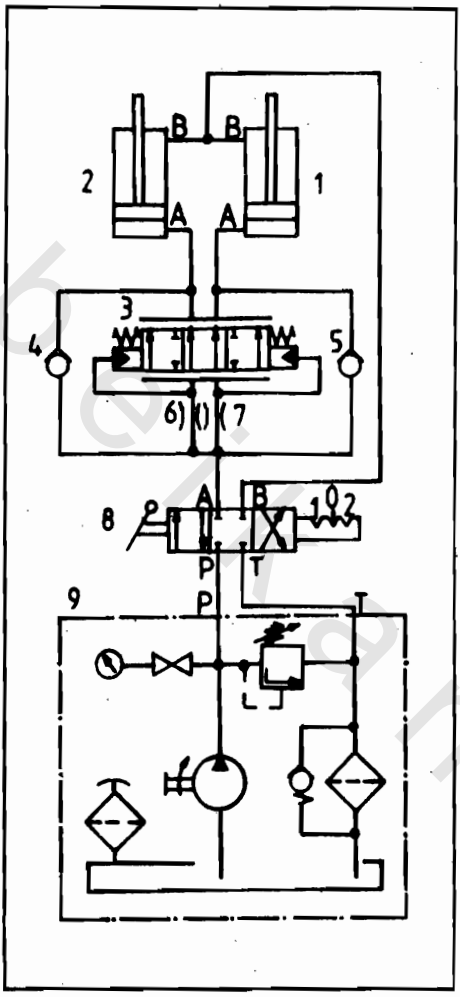


الشكل (٣ – ٤١)

٣ /٩/ ٥ – التزامن بإستخدام صمام التزامن :

صمام التزامن المستخدم فى التزامن هو صمام 4/3 يعمل بإشارتى ضغط وله عدد لا نهائى من مواضع التشغيل وبالتالى يعمل كصمام اتجاهى وصمام خانق فى آن واحد تماماً مثل الصمامات المؤازرة أو الصمامات التناسبية (إذا أردت معرفة المزيد من هذا الموضوع بادر بإقتناء كتاب التحكم الإليكتروهيدروليكى وتطبيقاته العملية) .

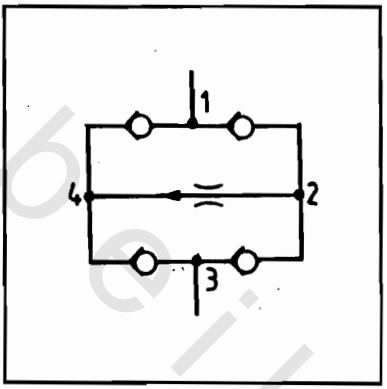
والشكل (٣ – ٤٢) يعرض دائرة هيدروليكية لعمل تزامن بين الاسطوانتين 1,2 فى شوط الذهاب حيث يقسم تدفق وحدة القدرة فى مسارين واحد لكل اسطوانة وكل مسار يمر خلال صمام خانق (الصمامات الخانقة هى 6,7) وبعد ذلك يمرر التدفق خلال صمام التزامن 3 ذو التغير اللانهائى للتدفق والذى يعمل بضغوط مخارج الصمامات الخانقه 7 و 6 فإذا ازداد التدفق فى الصمام الخانق 6 عند التدفق فى الصمام الخانق 7 نتيجة لزيادة الحمل علي الاسطوانة 1 فإن ضغط السائل الهيدروليكى عند مخرج الصمام 7 سيكون أكبر من الضغط عند مخرج الصمام 6 وبالتالى فإن وضع تشغيل صمام التزامن 3 يتحرك جهة اليسار للوضع الذى يسمح بخنق تدفق الزيت المار للاسطوانة 2 للمحافظة على التزامن ، وهكذا .



الشكل (٣ – ٤٢)

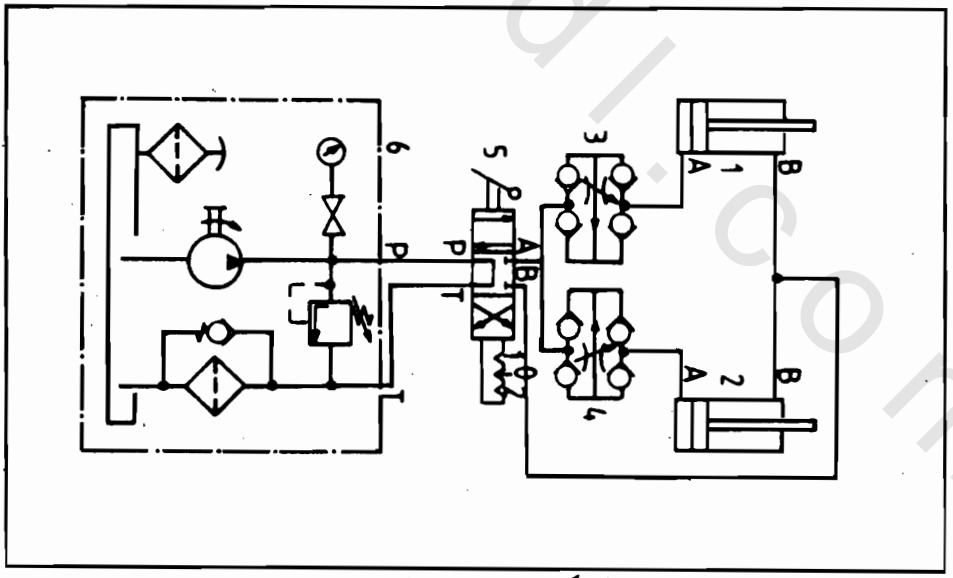
٦/٩/٣ - التزامن باستخدام قناطر التوحيد الهيدروليكية :

فى البداية سنلقى الضوء على قناطر التوحيد الهيدروليكية المستخدمة فى 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 فى المسار 1 ← 2 ثم فى المسار 4 ← 2 مروراً بصمام تنظيم التدفق المزدوج ، ثم فى المسار 3 ← 4 ليخرج من المخرج 3 . وعند دخول الزيت المضغوط للمدخل 3 يمر فى المسار 2 ← 3 ثم المسار 4 ← 2 ثم المسار 1 ← 4 ليخرج من الفتحة 1 ويلاحظ أنه بغض النظر عن اتجاه تدفق الزيت الهيدروليكى فإنه لابد أن يمر فى صمام تنظيم التدفق المزدوج فى الاتجاه 4 ← 2 وهو اتجاه عمل الصمام .



الشكل (٣ - ٤٣)

وفى الشكل (٣ - ٤٤) دائرة هيدروليكية لعمل تزامن فى شوطى الذهاب والعودة بين الاسطوانتين 1,2 مستخدماً قنطرتى التوحيد 3,4.

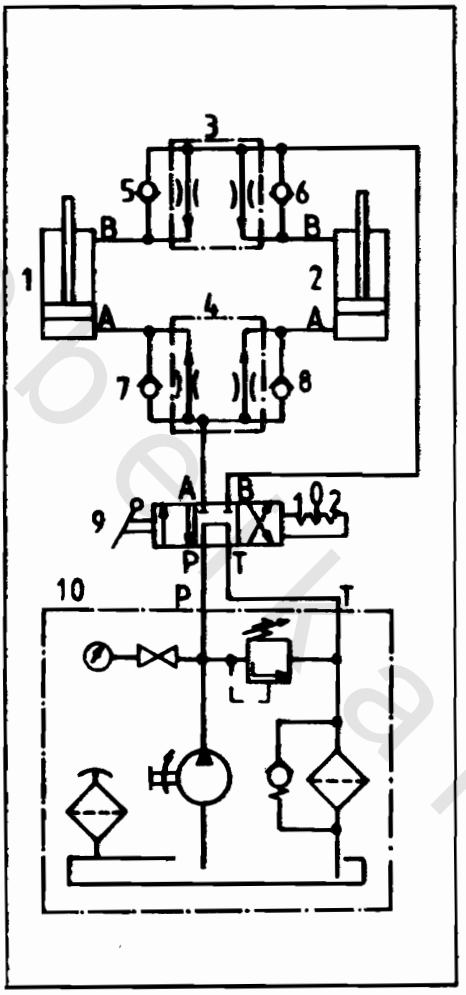


الشكل (٣ - ٤٤)

ملاحظات :

١ – تقوم قناطر التوحيد 3,4 بتنظيم تدفق الزيت الداخل للاسطوانات عند الذهاب ، وتنظيم تدفق الزيت الراجع من الاسطوانات عند العودة أى أن : عملية التزامن ستتم 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 .



الشكل (٣ – ٤٥)

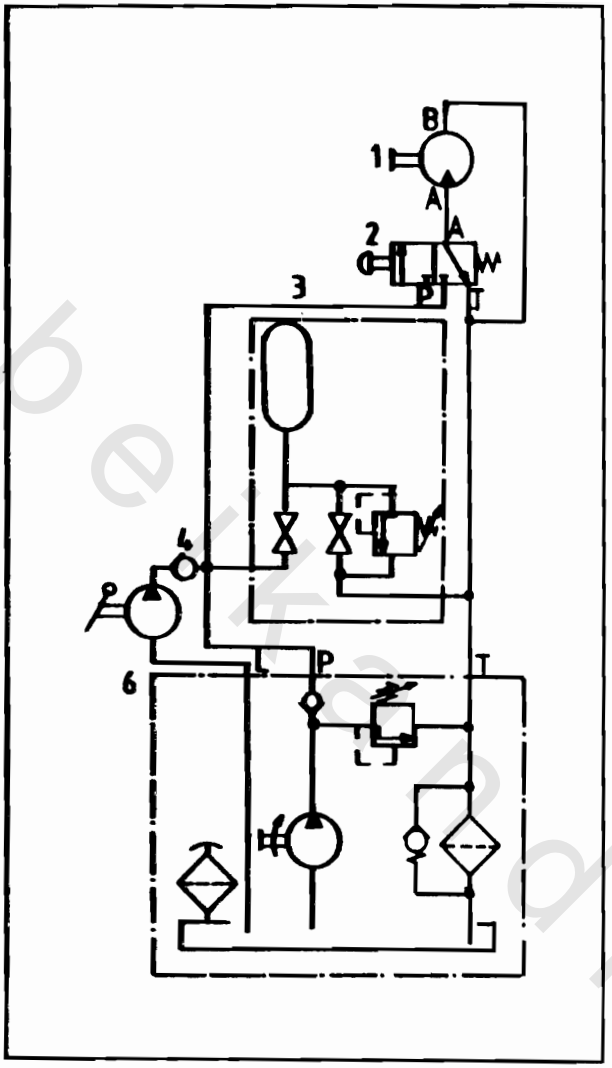
٧/٩/٣ – التزامن باستخدام صمامات تقسيم التدفق :

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 .

فصمام تقسيم التدفق 4 يقوم بتقسيم تدفق وحدة القدرة بالتساوى علي 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

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



الشكل (٣ ـ ٤٦)

٣/١٠ - 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 الكهربية كما أن المحركات الهيدروليكية أحجامها صغيرة مقارنة بأحجام المحركات الكهربية التى لها نفس القدرة .

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

الشكل (٣-٤٦) يعرض دائرة هيدروليكية للتحكم فى محرك يستخدم كبادئ حركة آلة احتراق داخلى خاصة بوحدة توليد كهربية ومن المعروف أن القدرة المطلوبة لبدء حركة آله 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 هيدروليكى 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 :

محرك هيدروليكى ثابت الحجم ويدور فى اتجاه واحد	1
صمام اتجاهى 3/2 بضاغط تشغيل وياى إرجاع	2
مركم هيدروليكى بمرفقاته	3
صمام لارجعى	4
مضخة هيدروليكية يدوية	5
وحدة قدرة هيدروليكية	6

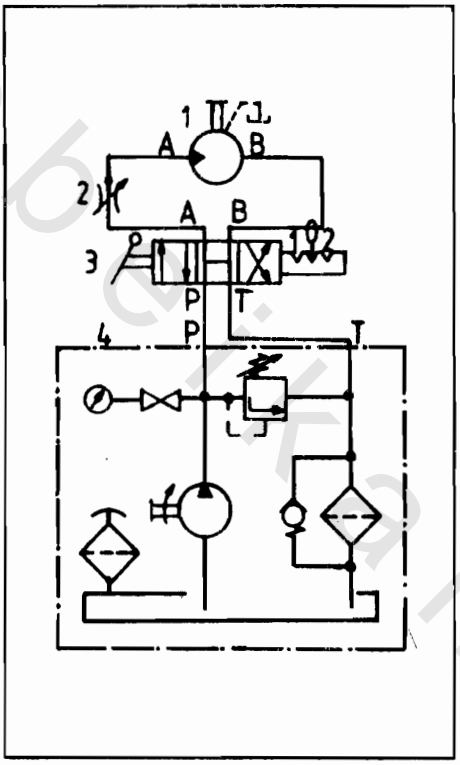
نظرية تشغيل الدائرة :

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 P → A 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 الهيدروليكى 1 ، فيدور المحرك بعزم القصور الذاتى له حتى يقف وفى نفس الوقت تقوم وحدة القدرة الهيدروليكية 6 بشحن المركم الهيدروليكى ويلاحظ أن المركم الهيدروليكى يصاحبه محبسان يدويان ، وصمام تصريف ضغط مباشر فالمحبس 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 المعاير عليها هذا الصمام .

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

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



الشكل (٣ ـ ٤٧)

نظرية تشغيل الدائرة :

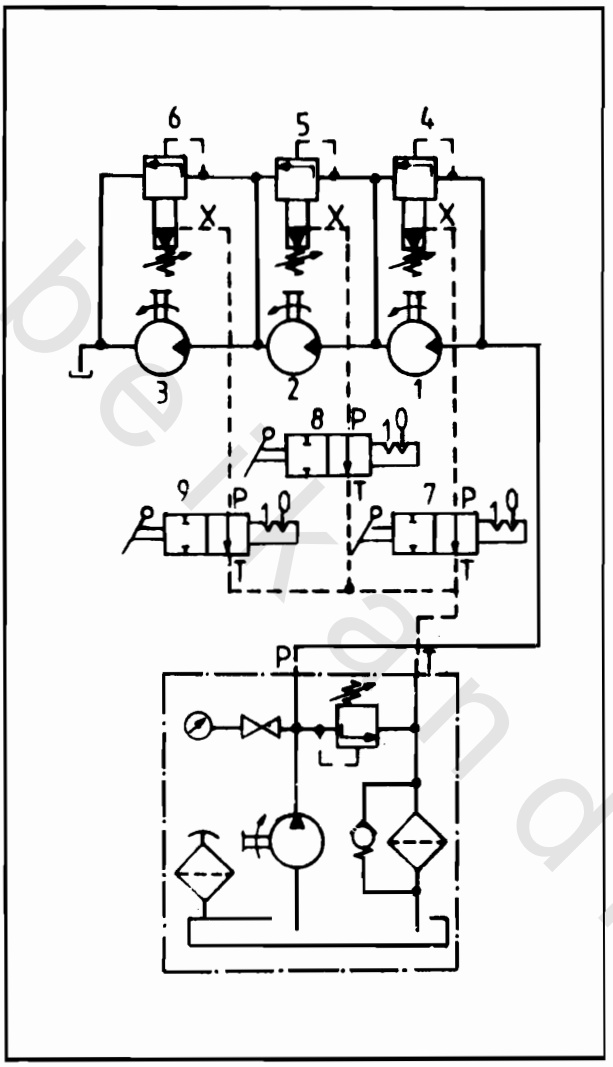
عند وضع ذراع تشغيل الصمام 3 على وضع (1) فإن المحرك سوف يدور فى اتجاه عقارب الساعه ويمكن ضبط سرعة المحرك عند أى سرعة بواسطة معايرة صمام تنظيم التدفق المزدوج والقابل للمعايرة 2 .

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 إلي أن يتوقف طبيعياً ، وذلك لعمل قصر بين مدخل المحرك A مع مخرج المحرك B .

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

بالشكل (٣ - ٤٨) دائرة هيدروليكية يوصل فيها ثلاثة محركات هيدروليكية بالتوالى معاً وهى 1,2,3 ويمكن التحكم فى تشغيل وإيقاف المحركات الثلاثة بواسطة ثلاثة صمامات اتجاهية 2/2 وهى 7,8,9 وثلاثة صمامات تتابعية سابقة التحكم ، وهى 4,5,6 فعندما تكون الصمامات الإتجاهية على وضع (0) تكون المحركات الثلاثة 1,2,3 فى 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 ـ ٤٨)

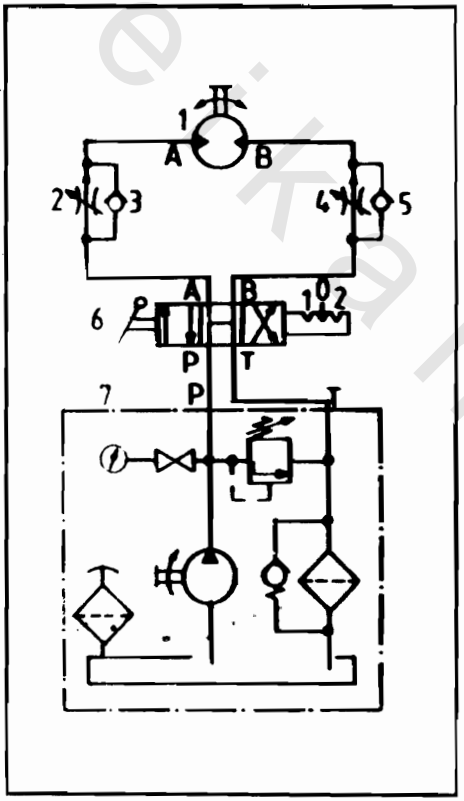
وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 8 على وضع (1) ينقطع اتصال وصلة التحكم للصمام التتابعى سابقة التحكم 5 مع الخزان فيعود الصمام التتابعى مفتوحاً وبالتالى يمر تدفق وحدة القدرة عبر المحرك 2 فيدور المحرك ، ويقوم الصمام التتابعى 5 فى هذه الحالة بحماية المحرك من الأحمال الزائدة ، وكذلك يقوم بعمل فرملة للمحرك عند إيقاف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

ملاحظات :

١ – يجب أن يكون ضغط وحدة القدرة الهيدروليكية مساوياً مجموع ضغوط المحركات الثلاثة حتى تتمكن من إدارة المحركات الثلاثة معاً فى آن واحد .

٢ – تعتبر هذه الطريقة اقتصادية لإدارة مجموعة من المحركات وتستخدم هذه الطريقة فى تشغيل أوناش السفن وبعض الاستخدامات الأخرى .

٣/١٠/٤ – تنظيم سرعة المحركات ذات الاتجاهين :



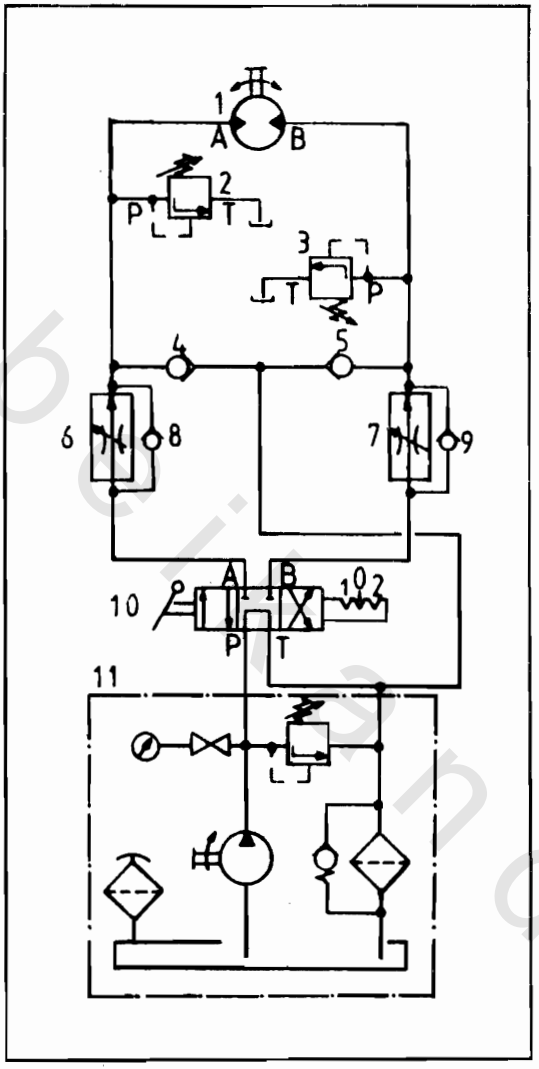
الشكل (٣ ـ ٤٩)

الشكل (٣ – ٤٩) يعرض دائرة هيدروليكية لتنظيم سرعة محرك هيدروليكى يدور فى اتجاهين .

نظرية تشغيل الدائرة :

عند وضع ذراع تشغيل الصمام 6 على وضع (1) يدور المحرك فى إتجاه عقارب الساعة ويمكن تنظيم سرعة المحرك فى هذه الحالة بمعايرة صمام تنظيم التدفق المزدوج القابل المعايرة 2 وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 6على وضع (0) يدور المحرك بحرية تحت تأثير عزم القصور الذاتى للحمل إلى أن يتوقف طبيعياً وذلك نتيجة لحدوث اتصال بين مدخل ومخرج المحرك 1 معاً بواسطة وضع التعادل للصمام الاتجاهى 6 .

وعند وضع ذراع تشغيل الصمام 6 على وضع (2) يدور المحرك 1 عكس عقارب



الشكل (٣ ـ ٥٠)

الساعة ويمكن تنظيم سرعة المحرك بمعايرة صمام تنظيم التدفق المزدوج والقابل للمعايرة 4. وفى الشكل (٣ – ٥٠) دائرة هيدروليكية أخرى لتنظيم سرعة محرك هيدروليكى يدور فى اتجاهين ويدير أحمال لها عزم قصور ذاتى كبير .حيث يستخدم صمام تصريف الضغط المباشر 2 لتصريف الضغط الزائد عند دوران المحرك بعزم القصور الذاتى عكس عقارب الساعة أما صمام تصريف الضغط المباشر 3 فيستخدم لتصريف الضغط الزائد عند دوران المحرك بعزم القصور الذاتى مع عقارب الساعة والصمام اللارجعى 4 يستخدم لإمداد خط السحب المتصل بالفتحة A للمحرك بالزيت الهيدروليكى عند دوران المحرك بعزم القصور الذاتى جهة اليمين ، أما الصمام اللارجعى 5 فيستخدم لإمداد خط السحب المتصل بالفتحة B للمحرك بالزيت الهيدروليكى عند دوران المحرك بعزم القصور الذاتى جهة اليسار ، وصمام تنظيم التدفق المزدوج والقابل للمعايرة يستخدم للتحكم فى سرعة المحرك عند دورانه جهة اليمين ، أما صمام تنظيم التدفق المزدوج والقابل للمعايرة 7 فيستخدم للتحكم فى 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 .

٣/١٠/٥ - 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 هيدروليكى يدور فى اتجاهين وهناك عدة تصميمات لوسائل الإدارة الهيدروستاتيكية هى كالاتى :

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

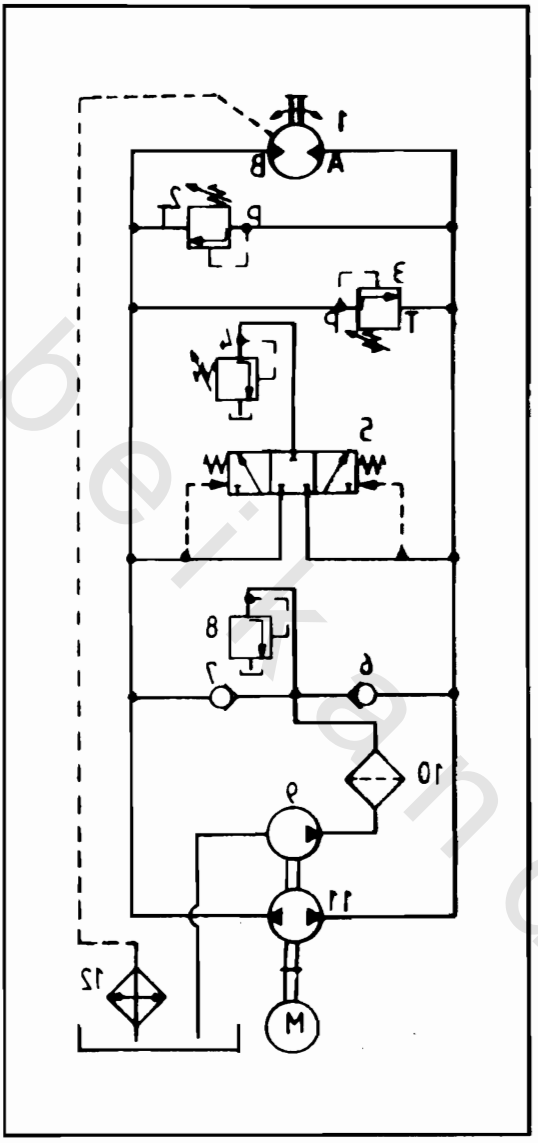
وفى الشكل (٣ - ٥١) دائرة مغلقة لوسيلة إدارة هيدروستاتيكية من النوع الأول (ثابتة العزم) وتتكون الدائرة المغلقة من مضخة بمخرجين متغيرة الحجم الهندسى 11 ومحرك باتجاهين ثابت الحجم الهندسى 1 ويوجد بعض العناصر الهيدروليكية للوصول للأداء الأمثل لهذه الدائرة المغلقة مثل :

أ ـ عناصر الحماية من ارتفاع الضغط عن الحد الآمن ، ويستخدم فى 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 الاتجاهى 3/3 رقم 5 مع صمام تصريف الضغط المباشر 4 حيث يقوم الصمام الاتجاهى 5 بتوصيل جانب الدائرة المغلقة ذات الضغط العالى بصمام تصريف الضغط 4 لتصريف الضغط الزائد إلى الخزان .

وتصمم هذه الدائرة باستبدال 25% من الزيت المار فيها بزيت آخر من الخزان مرشح ومبرد ، وذلك باستخدام مضخة التعزيز 9 والمرتبطة ميكانيكيا مع المضخة الرئيسية حيث تقوم مضخة التعزيز بضخ الزيت الهيدروليكى من الخزان إلى خط الضغط المنخفض من خلال الصمامات اللارجعية 6,7 فإذا كان خط الضغط الأيسر هو خط الضغط المنخفض يمر تدفق مضخة التعزيز عبر الصمام اللارجعى 6 بينما يكون الصمام اللارجعى 7 مغلقاً بسبب الضغط الزائد فى الخط الأيمن .



الشكل (٣ ـ ٥١)

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 فى هذه الدائرةغير أنه يتم استبدال 25% من زيت هذه الدائرة بواسطة المضخة 9 (مضخة التعزيز) من خزان معد لذلك لتبريد وترشيح زيت الدائرة المغلقة .

obeikandl.com

obeikandl.com