الباب الرابع

دوائر التحكم الإلكتروهيدروليكية

obeikandl.com

obeikandl.com

دوائر التحكم الإلكتروهيدروليكية

٤ / ١ – التحكم فى تشغيل الأسطوانات :

كما سبق وأشرنا إلى أنه يوجد نوعان رئيسيان من الأسطوانات وهما :

١ – الأسطوانات الأحادية الفعل.

٢ – الأسطوانات الثنائية الفعل.

وعادة فإن الصمامات الاتجاهية المستخدمة للتحكم فى الأسطوانات الأحادية الفعل تختلف عن المستخدمة فى التحكم فى الأسطوانات الثنائية الفعل، وسوف نتناول ذلك بالتفصيل فى الفقرات التالية.

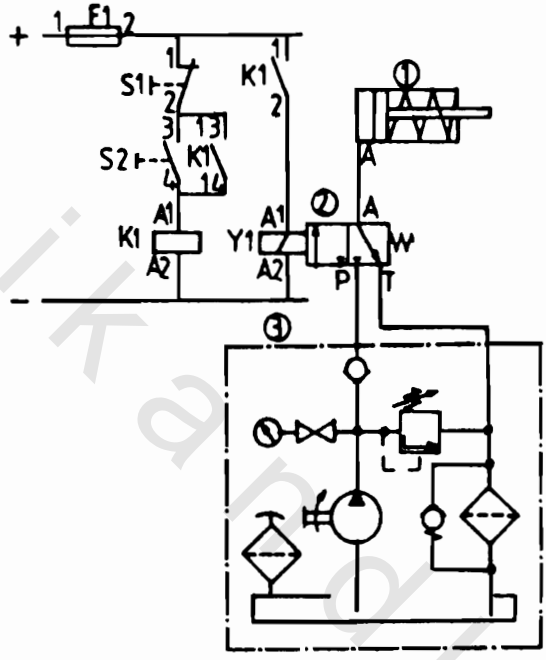
٤ / ١ / ١ – التحكم فى الأسطوانة الأحادية الفعل :

تحتوى المخططات الإلكتروهيدروليكية على عناصر هيدروليكية وأخرى كهربية، وجمع هذه العناصر معاً فى مخطط واحد يجعل هذه المخططات معقدة، لذلك اتفق على تقسيم هذه المخططات إلى دائرة هيدروليكية ودائرة تحكم كهربية، والشكل (٤ – ١) يعرض مخططاً إلكتروهيدروليكياً للتحكم فى أسطوانة أحادية الفعل.

محتويات المخطط الإلكتروهيدروليكى :

أسطوانة أحادية الفعل	1
صمام اتجاهى 3/2 بملف وياى	2
وحدة القدرة الهيدروليكية	3
مصهر حماية	F1
ضاغط عودة الأسطوانة	S1
ضاغط ذهاب الأسطوانة	S2
كونتاكتور كهربى	K1

أما الشكل (٤ – ٢) فيعرض الدائرة الهيدروليكية ودائرة التحكم الكهربية للتحكم فى أسطوانة أحادية الفعل، وبمقارنة الشكلين (٤ – ١، ٤ – ٢) يتضح أن طريقة تقسيم المخططات الإلكتروهيدروليكية لدوائر هيدروليكية ودوائر تحكم كهربية تساعد على تبسيط هذه المخططات وسهولة فهمها.

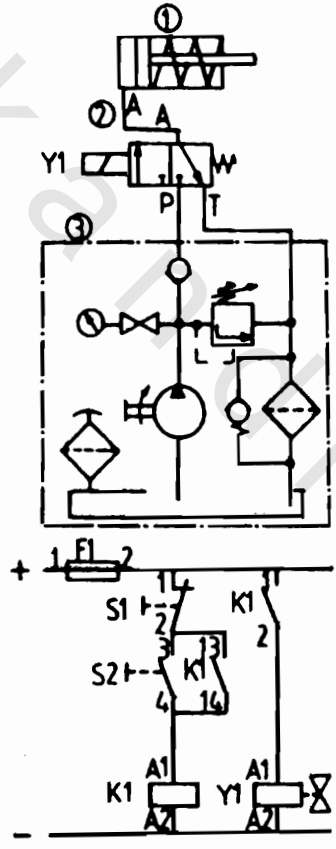


شكل (٤ – ١)

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 تغلق الريشة 4 - S2/3 فيكتمل مسار تيار بوبينة الكونتاكتور K1 فتتمغنط وينعكس حالة ريش الكونتاكتور فتغلق الريشة المفتوحة 14 - K1/1، فيحدث إمساك ذاتى لمسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1 حتى بعد إزالة الضغط على الضاغط S2، وفى نفس الوقت تغلقه الريشة المفتوحة 2 - K1/1، فيكتمل مسار التيار للملف، فيتغير وضع التشغيل للصمام 2 من الوضع الابتدائى الأيمن للوضع الثانوى الأيسر فيمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة الهيدروليكية 3

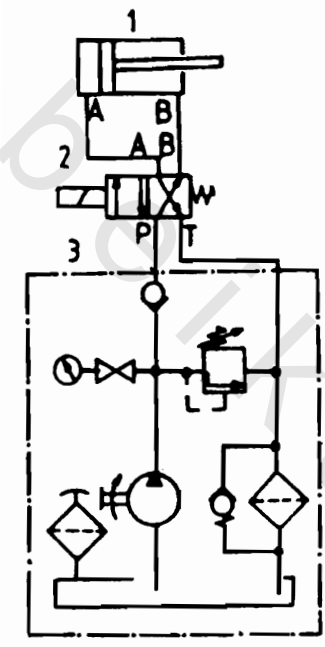
عبر المسار P → A، فتتقدم الأسطوانة 1 للأمام وصولاً لنهاية شوط الذهاب، ويظل الوضع هكذا إلى أن يقوم المشغل بالضغط على الضاغط S1، فتفتح الريشة المغلقة S1/1 - 2 فينقطع مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1، وتعود جميع ريش الكونتاكتور لوضعها الطبيعى أى تعود الريش المفتوحة مفتوحة، وأيضاً المغلقة مغلقة مرة أخرى، فينقطع مسار التيار عن الملف Y1، فيعود الصمام 2 لوضعه الابتدائى الأيمن، ويمر الزيت المضغوط من خلف مكبس الأسطوانة 1 عبر المسار P → A للخزان، وتتراجع الأسطوانة للخلف وصولاً لنهاية شوط العودة.



شكل (٤ - ٢)

٤ / ١ / ٢ – التحكم فى الأسطوانة ثنائية الفعل :

الشكل (٤ – ٣) يعرض الدائرة الهيدروليكية ودائرة التحكم الكهربية للتحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل، مستخدماً صمام 4/2 بملف كهربى وياى إرجاع.

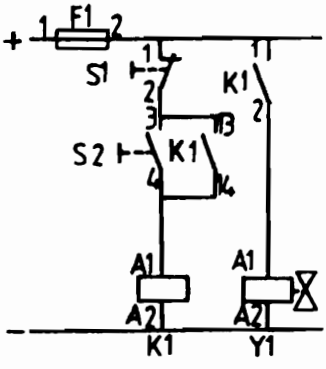


محتويات الدائرة الهيدروليكية :

أسطوانة ثنائية الفعل	1
صمام 4/2 بملف وياى	2
وحدة القدرة الهيدروليكية	3

محتويات دائرة التحكم الكهربية :

مصهر حماية دائرة التحكم	F1
ضاغط العودة (التراجع)	S1
ضاغط الذهاب (التقدم)	S2
كونتاكتور كهربى	K1
ملف الصمام الاتجاهى	Y1



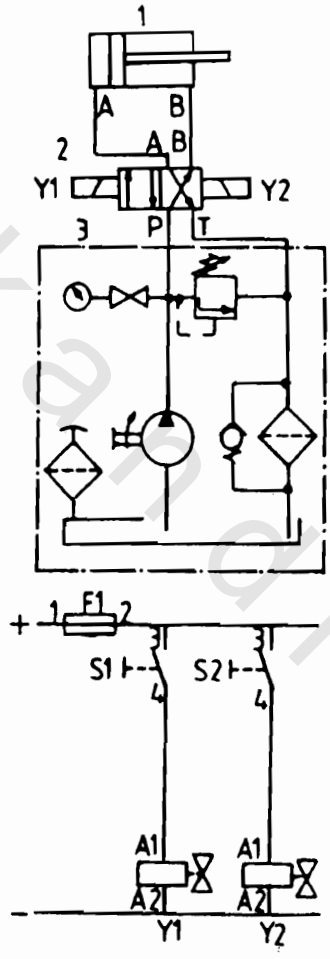
شكل (٤ – ٣)

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S2 تغلق الريشة S2 / 4 - 3 فيكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1 فتتمغنط البوبينة وتغلق الريشة -K1/13 ,K1 /1-2 14، فيحدث إمساك ذاتى لمسار تيار البوبينة K1 حتى بعد إزالة الضغط على الضاغط S2، وفى نفس الوقت يكتمل مسار التيار للملف Y1 فتتمغنط ويتغير وضع التشغيل للصمام 2 من الوضع الأيمن للوضع الأيسر فينفتح المساران P → A, P → T، فتتقدم الأسطوانة 1 للأمام، ويظل الوضع هكذا إلى أن يقوم المشغل بالضغط على الضاغط S1، فتفتح الريشة المغلقة S1 /1-2، فينقطع مسار التيار عن الملف Y1،

فيعود الصمام 2 لوضعه الأيمن بفعل الياى فتفتح المسارات $P \rightarrow B, A \rightarrow T$، وتتراجع الأسطوانة 1 للخلف مرة أخرى.

أما الشكل (٤ – ٤) فيعرض الدائرة الهيدروليكية ودائرة التحكم الكهربية للتحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل مستخدماً صمام 4/2 بملفين كهربيين.



شكل (٤ – ٤)

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

أسطوانة ثنائية الفعل	1
صمام 4/2 بملفين	2
وحدة القدرة الهيدروليكية	3

محتويات دائرة التحكم الكهربية :

مصهر حماية دائرة التحكم	F1
ضاغط الذهاب (التقدم)	S1
ضاغط العودة (التراجع)	S2
ملف الذهاب للصمام	Y1
ملف العودة للصمام	Y2

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S1 تغلق الريشة 4 - 3 / S1، فيكتمل مسار التيار للملف Y1، ويتغير وضع التشغيل للصمام 2 من الوضع الأيمن للوضع الأيسر فتفتح المسارات $A \rightarrow T, P \rightarrow B$، فتتقدم الأسطوانة 1 للأمام وصولاً لنهاية شوط الذهاب، وتظل الأسطوانة متقدمة حتى بعد إزالة الضغط عن الضاغط S1 (لأن الصمامات ذات موضعى التشغيل والمزودة بملفين كهربيين تعمل كقلابات R - S أى تحتفظ بآخر حالة لها) .

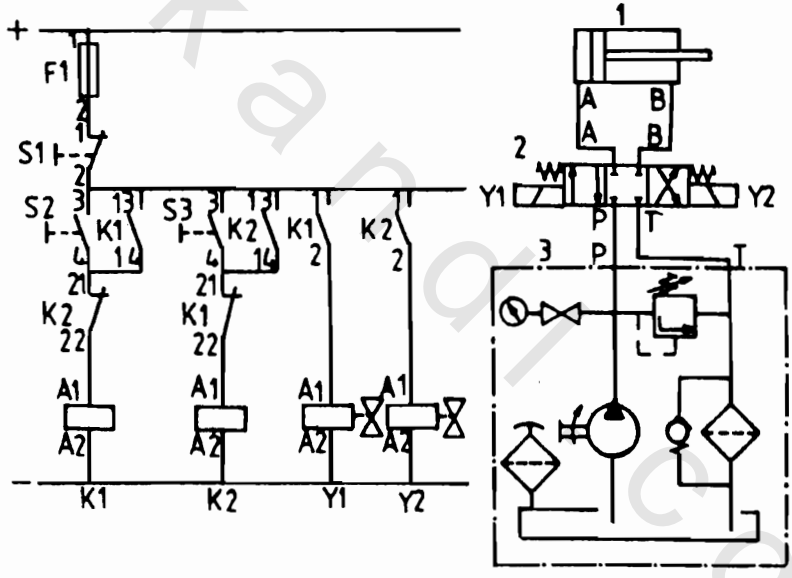
وعند الضغط على الضاغط تغلق الريشة 4 - 3 / S2، فيكتمل مسار التيار للملف Y2، فيعود الصمام 2 للوضع الابتدائى الأيمن فتفتح المسارات $A \rightarrow T, P \rightarrow B$، فتتراجع الأسطوانة 1 للخلف وصولاً لنهاية شوط العودة، وتظل الأسطوانة متراجعة للخلف حتى بعد إزالة الضغط عن الضاغط S2.

obeikandl.com

ملاحظة :

يتضح من دائرتى التحكم المعروضتين فى الشكلين (٤ – ٣، ٤ – ٤) أن الصمام 4/2 ذا الملف والياى يحتاج لوصول تيار كهربى بصفة مستديمة للملفه حتى نحافظ على تقدم الأسطوانة للأمام أمام الصمام 4/2 ذى الملفين، فيحتاج وصول نبضة كهربية فقط لملف الذهاب حتى تتقدم الأسطوانة للأمام، وهذا هو الفرق الجوهرى بين الصمامين.

أما الشكل (٤ – ٥) فيعرض الدائرة الهيدروليكية ودائرة التحكم الكهربية للتحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل لإيقافها فى أى نقطة فى شوط الذهاب أو العودة.



شكل (٤ – ٥)

محتويات الدائرة الهيدروليكية :

أسطوانة ثنائية الفعل	1
صمام 4/3 بملفين كهربيين ويايى إرجاع	2

وحدة القدرة الهيدروليكية	3

محتويات دائرة التحكم الكهربية :

مصهر حماية دائرة التحكم من القصر	F1
ضاغط الإيقاف	S1
ضاغط الذهاب (التقدم)	S2
ضاغط العودة (الذهاب)	S3
ملف الذهاب	Y1
ملف العودة	Y2
كونتاكتورات كهربية	K1 , K2

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S2 تغلق الريشة 4 - 3 / S2، فيكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1 فتتمغنط وتنعكس حالة ريش تلامس الكونتاكتور فتغلق الريش المفتوحة وتفتح الريش المغلقة، وبالتالى تغلق الريش - K1 /1 - 2, K1 /13 - 14، فيحدث إمساك ذاتى لمسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1 حتى بعد إزالة الضغط عن S2، وكذلك يكتمل مسار التيار للملف Y1، فيتغير وضع التشغيل للصمام 2 من الوضع المركزى (المكتوب عليه رموز الفتحات) إلى وضع التشغيل الأيسر المجاور للملف Y1، فتفتح المسارات P → A, B → T، فتتقدم الأسطوانة 1 للأمام وأثناء تقدم الأسطوانة يمكن إيقافها عند أى نقطة فى شوط الذهاب، وذلك بالضغط على الضاغط S1 فتفتح الريشة 2 - 1 / S1، فينقطع مسار التيار عن بوبينة K1، وتباعاً ينقطع مسار التيار عن Y1 ويعود الصمام لوضعه المركزى بفعل يای الإرجاع الأيمن.

obeikandl.com

وعند الضغط على الضاغط S3 تغلق الريشة 4 - 3 / S3، ويكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K2، فتغلق الريشة K2/13-14، 2 - 1 / K2، فيحدث إمساك ذاتى لمسار التيار لهذه البوبينة حتى بعد إزالة الضغط على S2، وتباعاً يكتمل مسار التيار للبوبينة Y2، فيتغير وضع التشغيل للصمام 2 من الوضع المركزى للوضع الأيمن المجاور للملف Y2 فتفتح المسارات A → T, P → B، فتتراجع الأسطوانة 1 للخلف، ويمكن إيقاف الأسطوانة فى أى وضع فى شوط العودة بالضغط على الضاغط S1.

ملاحظة:

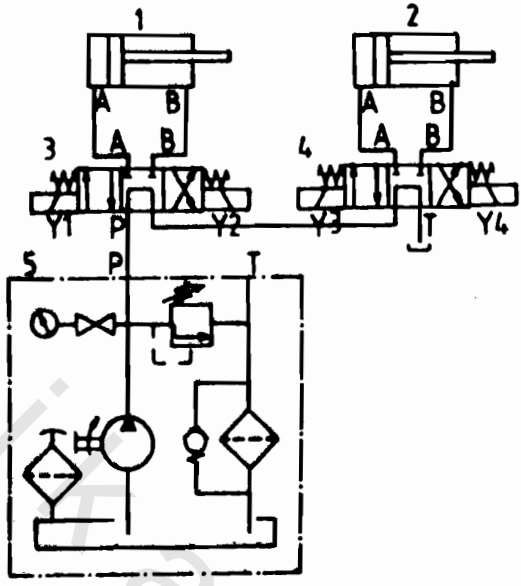
يوجد ربط كهربى بين الكونتاكتور K1 , K2 لمنع تشغيل الكونتاكتورين فى آن واحد معاً، ويتم ذلك بوضع ريشة مغلقة من K1 فى مسار بوبينة K2 والعكس بالعكس.

٤ / ١ / ٣ - التحكم فى أسطوانتين يعملان على التوالى أو التوازى:

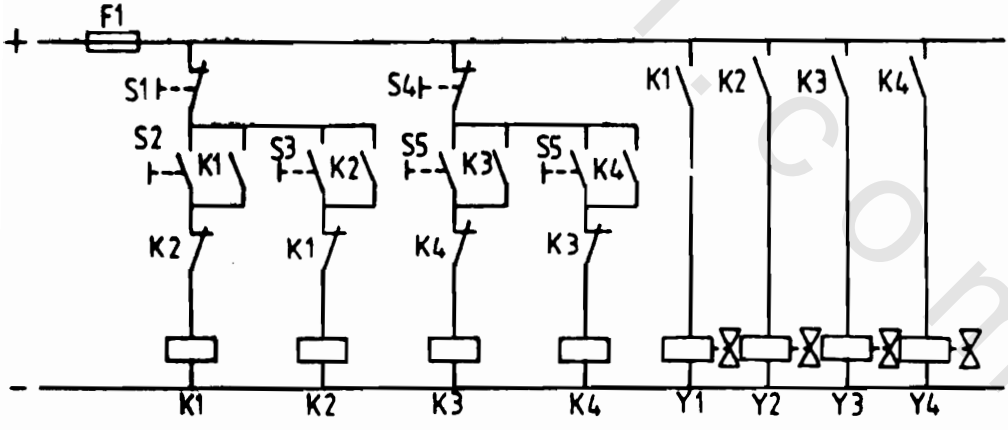
معظم الآلات العاملة بالنظم الهيدروليكية وتحتوى على أسطوانتين أو أكثر، بينما تحتوى هذه الآلات على وحدة قدرة هيدروليكية واحدة، ونتيجة لذلك يقع المصمم فى حيرة من أمره هل يوصل صمامات التحكم لهذه الأسطوانات على التوالى أم على التوازى؟

وللخروج من هذه الحيرة يجب أولاً التعرف على خواص كل من توصيل التوالى وتوصيل التوازى.

والشكل (٤ - ٦) يعرض دائرة هيدروليكية ودائرة التحكم الكهربى للتحكم فى الأسطوانتين 2 , 1 بتوصيل صمامات التحكم على التوالى.



الدائرة الهيدروليكية



شكل (٤ – ٦)

محتويات الدائرة الهيدروليكية:

أسطوانة ثنائية الفعل	1 , 2
صمام 4/3 بملفين ويايين	3 , 4
وحدة القدرة الهيدروليكية	5

محتويات دائرة التحكم الكهربية:

ضاغط إيقاف الأسطوانة 1	S1
ضغط الذهاب للأسطوانة 1	S2
ضاغط العودة للأسطوانة 1	S3
ضاغط إيقاف الأسطوانة 2	S4
ضاغط الذهاب للأسطوانة 2	S5
ضاغط العودة للأسطوانة 2	S6
كونتاكتورات كهربية	K1 ... K4
ملفات الصمامات 4 , 3	Y1 ... Y4

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1، وتباعاً يعمل Y1، فتتقدم الأسطوانة 1 للأمام ويمكن إيقاف الأسطوانة 1 بالضغط على S1، وكذلك عند الضغط على الضاغط S3 يعمل K2، وتباعاً يعمل Y2، فتتراجع الأسطوانة 2 للخلف، وعند الضغط على الضاغط S2 يعمل K3، وتباعاً يعمل Y3، فتتقدم الأسطوانة 2 للأمام، وعند الضغط على S4 تتوقف الأسطوانة 2، وعند الضغط على الضاغط S6 يعمل K4، وتباعاً يعمل Y4، وتتراجع الأسطوانة 2 للخلف.

ملاحظات:

١ – دائرة التحكم الكهربية مصممة على أنه لا يمكن عكس حركة الأسطوانات إلا بعد إيقافها أولاً بواسطة ضواغط الإيقاف.

obeikandl.com

٢ – فى التوصيل المتتالى يقسم الضغط الخارج من المضخة على الأسطوانتين، وشرط عمل الأسطوانات تحقق الشرط التالى:

$$P.\ A1 > FL1 + FL2$$

حيث إن P هو ضغط التشغيل، A1 مساحة مكبس الأسطوانة 1، FL1 هو قوة حمل الأسطوانة 1، FL2 هو قوة حمل الأسطوانة 2.

٣ – النسبة بين سرعة الذهاب للأسطوانتين نحصل عليها من العلاقة التالية:

$$\frac{V1}{V2} = \frac{A3}{A2}$$

حيث إن V1 سرعة ذهاب الأسطوانة 1، V2 سرعة ذهاب الأسطوانة 2، A3 مساحة مكبس الأسطوانة 2، A2 المساحة الحلقية لمكبس الأسطوانة 1.

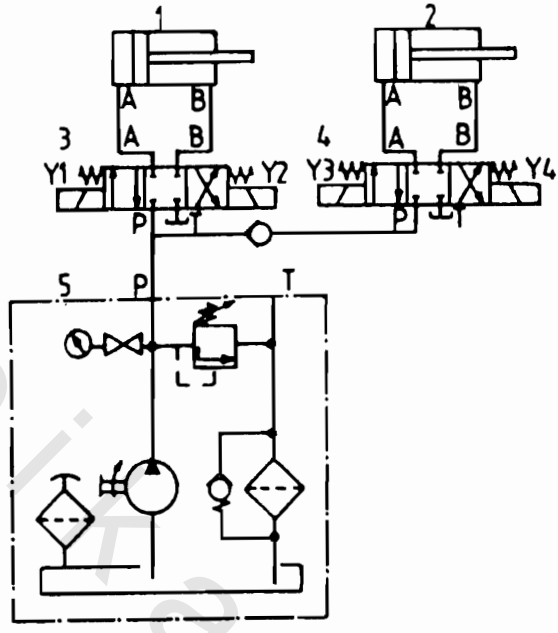
أما الشكل (٤ – ٧) فيعرض الدائرة الهيدروليكية للتحكم فى أسطوانتين ثنائيتى الفعل يتم التحكم فيها باستخدام صمامين 3 / 4 موصلين معاً على التوازى مع وحدة القدرة الهيدروليكية، علماً بأن دائرة التحكم الكهربية فى هذه الحالة لا تختلف عن المستخدمة فى الشكل (٤ – ٦).

ملاحظات:

– عند تقسيم الصمامات على التوازى ينقسم تدفق المضخة على الأسطوانات، ففى الحالة التى نحن بصددها لتشغيل الأسطوانة 2 , 1 فى آن واحد يلزم تحقيق الشروط التالية:

١ – أن يكون تدفق المضخة كافٍ للحفاظ على ضغط التشغيل اللازم للأسطوانتين.

٢ – أن يكون حمل الأسطوانتين متساوٍ، فإذا لم يكن كذلك ستعمل الأسطوانة الأقل حملاً فى البداية ثم بعد وصولها لنهاية الشوط تعمل الأسطوانة الأكبر حملاً وهكذا.



شكل (٤ – ٧)

٤ / ٢ – الدوائر الهيدروليكية ذات الضغوط المختلفة:

فى الشكل (٤ – ٨) دائرة هيدروليكية للتحكم فى أسطوانة تلسكوبية تعمل عند ضغط تشغيل عند الذهاب يختلف عن ضغوط التشغيل عند العودة، وكذلك دائرة التحكم الكهربية.

محتويات الدائرة الهيدروليكية:

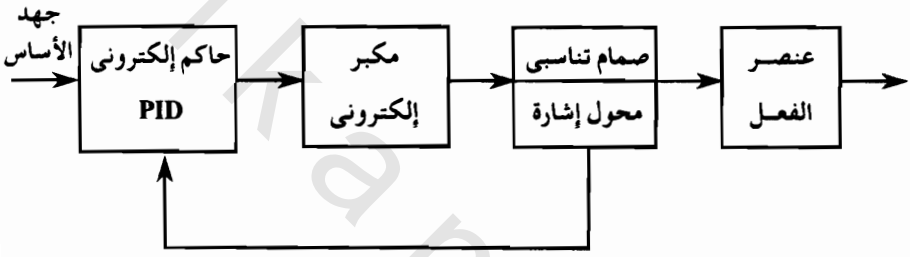
أسطوانة تلسكوبية	1
صمام 4/3 سابق التحكم بملفين وياين	2
صمام 4/3 مباشر بملفين وياين	3
صمام تصريف ضغط مباشر	4 , 5
صمام تصريف ضغط سابق التحكم	6

الحاكم الإلكترونى PID والذي يحتوى علي مقارن Compartor يقوم بمقارنة الإشارة المرتدة مع إشارة الأساس، وفى حالة وجود أى فرق يتغير خرج PID ، وتباعاً يتغير خرج المكبر الإلكترونى فتتغير قيمة الإشارة الكهربية التى تصل لبوبينة الصمام التناسبى فيتغير تدفق الصمام التناسبى، وبهذا النظام يمكن الوصول للأداء المطلوب لعنصر الفعل مهما تغيرت ظروف التشغيل الخارجية مثل الأحمال.

٣ - نظم ذات صمامات تناسبية بمحولات إشارة.

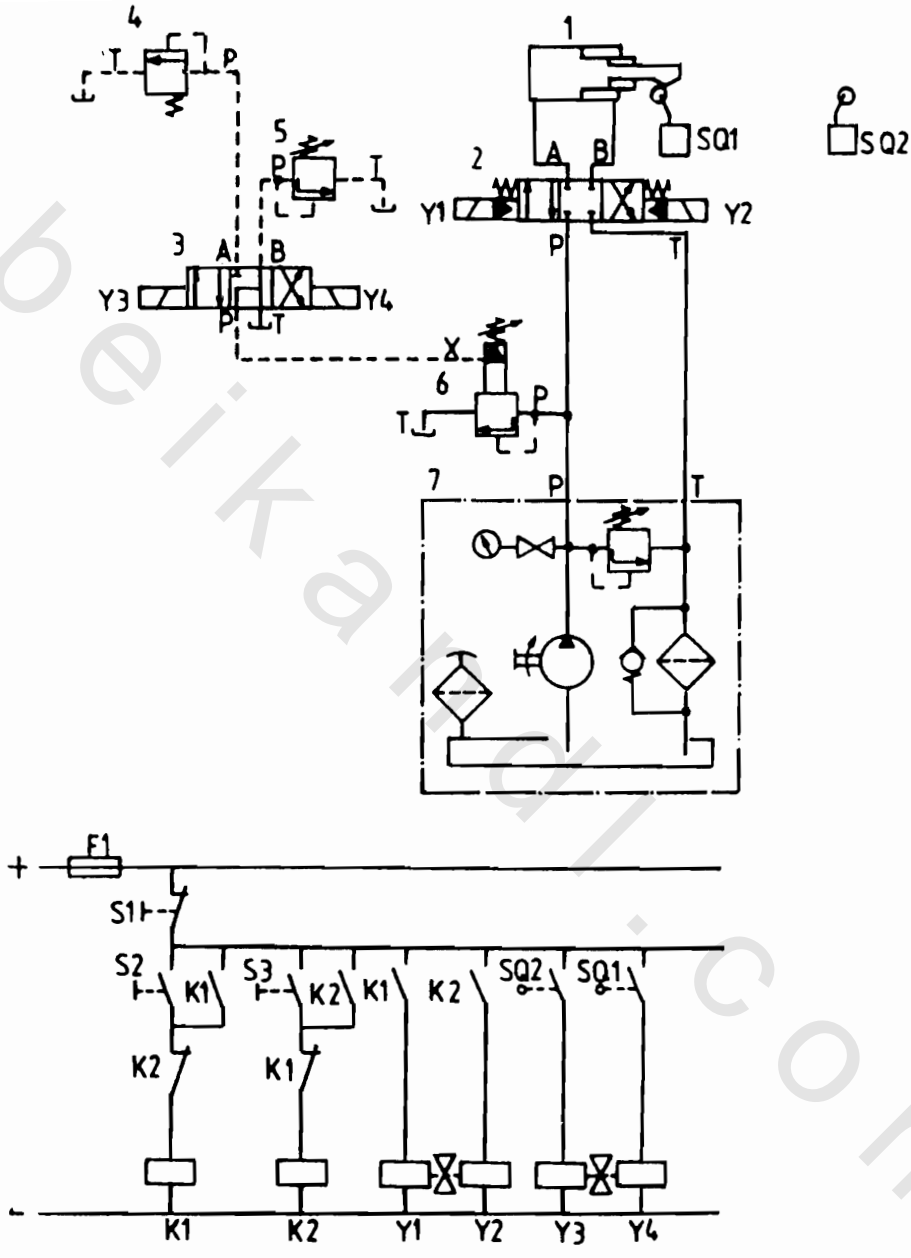
System With Valve - Integrated Feed - back Transducer

الشكل (٢ - ٨) يعرض المخطط البلوكى لهذا النظام



شكل (٢ - ٨)

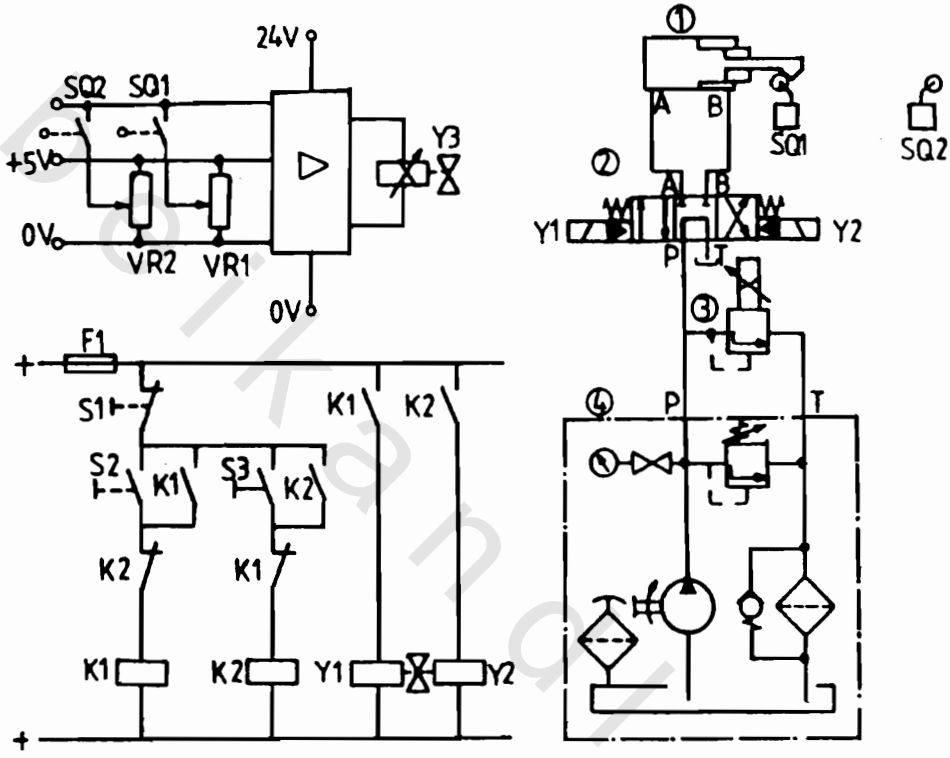
يحتوى الصمام التناسبى المستخدم فى هذا النظام على محول تفاضلى متغير خطى LVDT ، يثبت العنصر المنزلق للصمام، حيث يقوم هذا المحول بتحويل الإزاحة الخطية للعنصر المنزلق لإشارة كهربية (لمعرفة تركيب ونظرية عمل LVDT انظر الفقرة ٣ - ٣ - ٥) تصل إلى الحاكم الإلكترونى PID لمقارنتها مع إشارة الأساس، وفي حالة وجود أى اختلاف يقوم الحاكم PID بتغيير خرجه فيتغير خرج المكبر الإلكترونى وبالتالى تتغير إشارة التشغيل الكهربية لبوبينة الصمام التناسبى فيتغير وضع العنصر المنزلق،وتباعاً يتغير تدفق الصمام. ويستخدم هذا النظام عادة بدلا من نظام الدائرة المفتوحة خصوصا إذا كان من الصعوبة تثبيت محول إشارة على عنصر الفعل، ويمكن تحسين أداء نظام الدائرة المغلقة باستخدام صمامات تناسبية بمحولات إشارة كما هو واضح من الشكل (٢ - ٩) ويسمى هذا النظام بنظام الدائرة المغلقة المزدوجة.



شکل (٤ – ٨)

obeikandl.com

ويمكن استبدال صمام تصريف الضغط سابق التحكم، والصمام الاتجاهى 3، وصمامات تصريف الضغط المباشر 5 , 4 باستخدام صمام تصريف ضغط تناسبى وهذا موضح بالشكل (٤ – ٩).



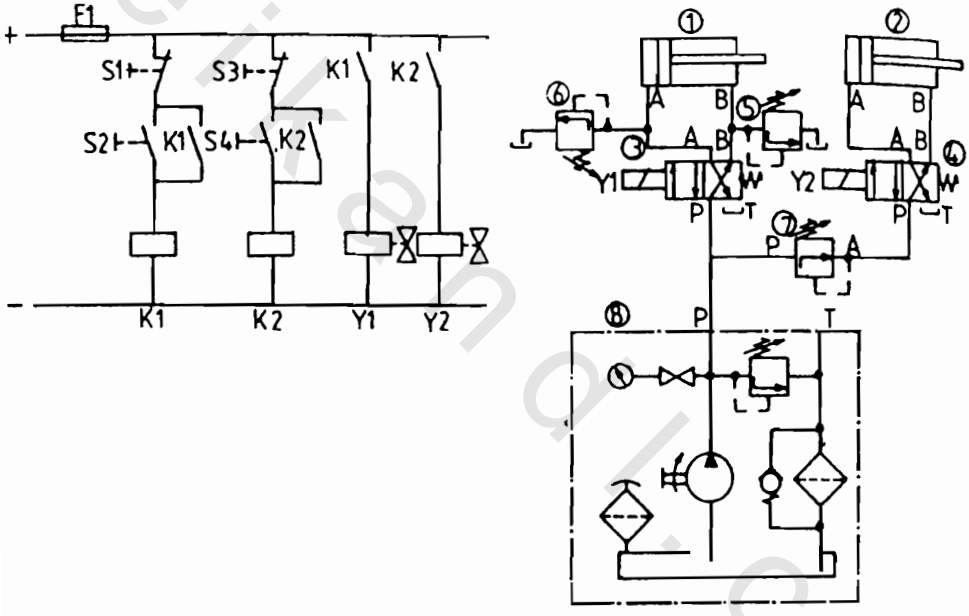
شكل (٤ – ٩)

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1، وتباعاً يعمل Y1، فتتقدم الأسطوانة 1، وعند الوصول لنهاية شوط الذهاب SQ2 تغلق الريشة المفتوحة له فيصل جهد الأساس VR2 للمكبر الإلكترونى، فيصبح الضغط المعاير عليه صمام تصريف الضغط التناسبى P2. وعند الضغط على الضاغط S3 يعمل K2، وتباعاً يعمل Y2، فتتراجع الأسطوانة 1، وعند الوصول لنهاية شوط العودة SQ1 تغلق الريشة المفتوحة له فيصل جهد الأساس VR1 للمكبر الإلكترونى، فيصبح الضغط المعاير عليه صمام

تصريف الضغط التناسبى P1، ويمكن إيقاف الأسطوانة فى شوط الذهاب أو العودة بواسطة الضاغط S1.

وفى الشكل (٤ – ١٠) دائرة هيدروليكية ودائرة تحكم كهربية للتحكم فى تشغيل الأسطوانتين 1, 2 بحيث إن ضغط تشغيل الأسطوانة 1 عند الذهاب يحدد بالضغط المعاير عليه الصمام 5، وعند العودة يحدد بالضغط المعاير عليه الصمام 6، أما ضغط الذهاب والعودة للأسطوانة 2 فيحدد بالضغط المعاير عليه صمام تنظيم الضغط 7.



شكل (٤ – ١٠)

التعريف بضواغط التشغيل الكهربية :

ضاغط العــودة للأسطوانة 1	S1
ضاغط الذهاب للأسطوانة 1	S2

ضاغط العودة للأسطوانة 2 S3

ضاغط الذهاب للأسطوانة 2 S4

٤ / ٣ - طرق منع التقدم والتراجع الجبرى للأسطوانات :

عند استخدام صمام 4/3 بوضع مركزى مغلق الفتحات، يمكن إيقاف الأسطوانات فى أى نقطة بينية فى شوط الذهاب أو العودة (انظر الشكل ٤ - ٥)، ولكن يعاب على ذلك أنه إذا توقفت الأسطوانة لمدة طويلة عند أى نقطة بينية، فإن الأسطوانة يمكن أن تتراجع جبرياً أو تتقدم جبرياً تحت تأثير الأحمال الخارجية، ويعتمد ذلك على طبيعة الأحمال، وذلك نتيجة للتسرب الداخلى للصمامات الاتجاهية المنزلقة.

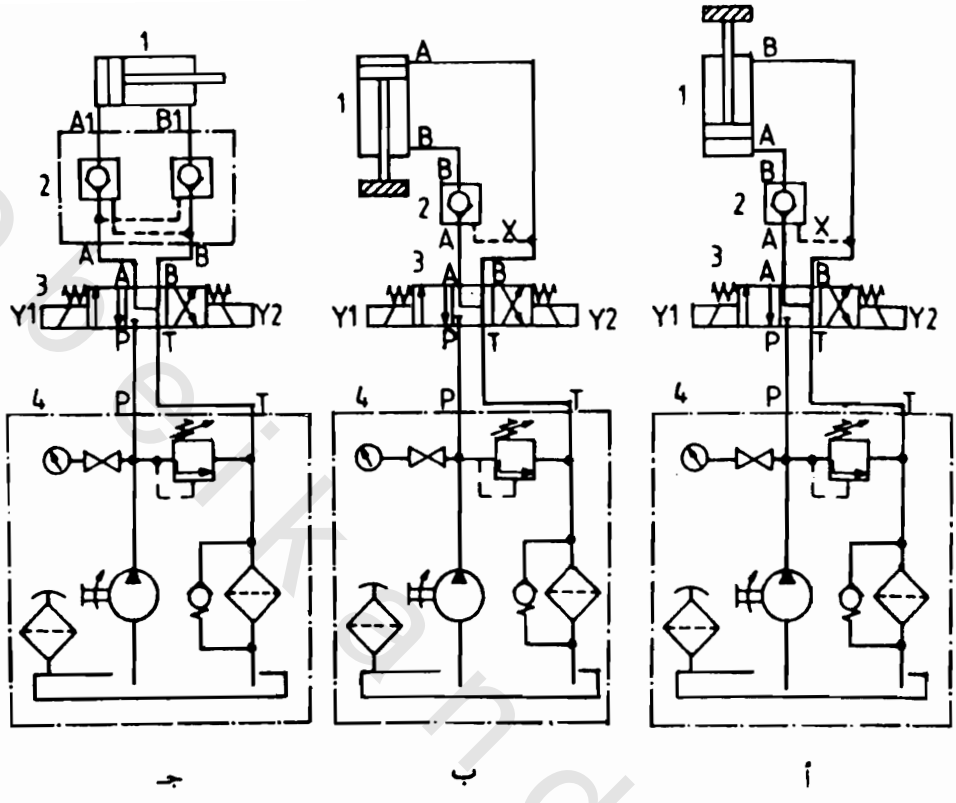
وفى الفقرات التالية نتناول الطرق المختلفة لمنع التقدم والتراجع الجبرى للأسطوانات.

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

الشكل (٤ - ١١) يعرض ثلاث دوائر هيدروليكية للتحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل تدفع حمل خارجى لأعلى (الشكل أ) ولأسفل (الشكل ب) وغير محدد الاتجاه (الشكل ج)، ويلاحظ أنه استخدم صمام لارجعى بإشارة تحكم خارجية فى الشكل (أ)، والشكل (ب)، واستخدم صمام لا رجعى مزدوج فى الشكل (جـ).

ففى الشكل (أ) فإن الصمام اللارجعى 2 يمنع مرور الزيت الهيدروليكى فى المسار A → B إلا عند وصول إشارة ضغط لوصلة التحكم X، أى أن الأسطوانة 1 لن تتراجع للخلف إلا عند وصول تيار كهربى للملف Y2 للصمام 3.

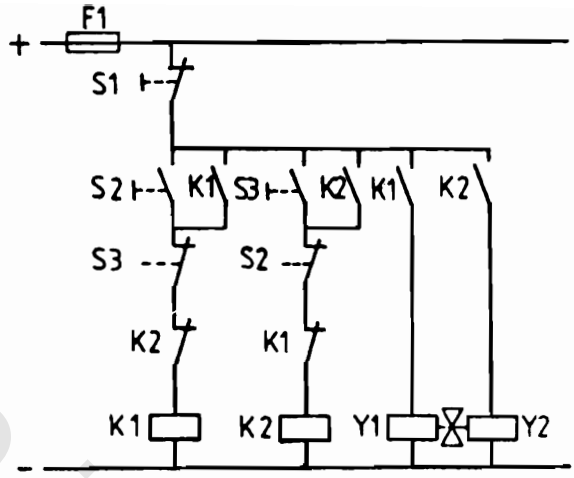
وفى الشكل (ب) فإن الصمام اللارجعى 2 يمنع مرور الزيت الهيدروليكى فى المسار A → B إلا عند وصول إشارة ضغط لوصلة التحكم X أى أن الأسطوانة 1 لن تتقدم للأمام ولأسفل إلا عند وصول تيار كهربى للملف Y2 للصمام 3.



شكل (٤ – ١١)

وفى الشكل (جـ) فإن الصمام اللارجعى المزدوج 2 يمنع تراجع الأسطوانة للخلف تحت تأثير الأحمال، وذلك لأن الصمام اللارجعى الأيسر يمنع مرور الزيت فى المسار A → B إلا عند وصول إشارة ضغط لوصلة التحكم له، وهذا لن يحدث إلا عندما يكون الصمام الاتجاهى 3 على الوضع الأيسر، وكذلك فإن الصمام اللارجعى المزدوج 2 يمنع تقدم الأسطوانة الجبرى تحت تأثير الأحمال وذلك لأن الصمام اللارجعى الأيمن يمنع مرور الزيت فى المسار B→B1 إلا عند وصول إشارة ضغط لوصلة التحكم له، وهذا لن يحدث إلا عندما يكون الصمام الاتجاهى 3 على الوضع الأيمن.

والشكل (٤ – ١٢) يعرض دائرة التحكم الكهربية المستخدمة فى التحكم فى الدوائر الهيدروليكية الثلاثة المعروضة بالشكل (٤ – ١١).



شكل (٤ – ١٢)

التعريف بضواغط التشغيل :

ضاغط الإيقاف	S1
ضاغط الذهاب	S2
ضاغط العودة	S3

ملاحظة :

عادة تستخدم صمامات اتجاهية 4/3 بوضع مركزى عائم أى A,B → T للحصول على الأداء الأمثل للصمامات اللارجعية ذات وصلات التحكم الخارجية .

٤ / ٣ / ٢ – منع التراجع والتقدم الجبرى بصمامات معاكسة الوزن :

يتكون صمام معاكسة الوزن من صمام لارجعى موصل بالتوازى مع صمام تتابعى، بحيث إن اتجاه التدفق فى الصمام اللارجعى عكس اتجاه التدفق فى الصمام التتابعى . والشكل (٤ – ١٣) يعرض دائرتين هيدروليكيتين للتحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل تدفع حمل خارجى لأعلى الشكل (أ) ولأسفل الشكل (ب) مستخدما صمام معاكسة الوزن 2 لمنع التراجع الجبرى للأسطوانة بالشكل (أ) ولمنع التقدم الجبرى للأسطوانة بالشكل (ب) وعادة يضبط الصمام التتابعى لصمام

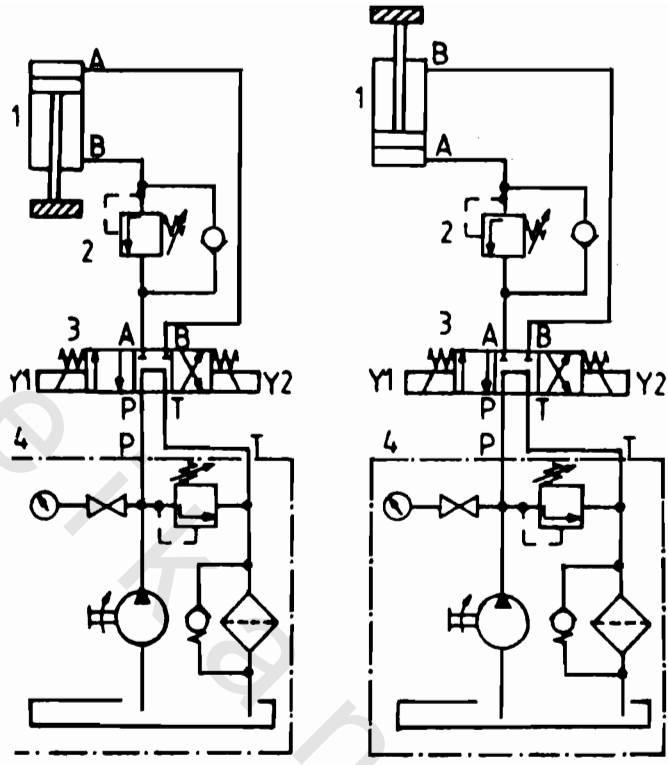
معاكسة الوزن عند ضغط أكبر من الضغط الناجم عن الوزن الخارجي وبذلك يمنع التراجع أو التقدم الجبرى للأسطوانة بفعل الأوزان الخارجية.

نظرية عمل الدائرة الهيدروليكية بالشكل(أ):

عند وصول تيار كهربى للملف Y1 يمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة عبر المسار P→ A للصمام الاتجاهى 3، ثم عبر الصمام اللارجعى لصمام معاكسة الوزن 2 وصولا للفتحة A للأسطوانة، ويعود الزيت الراجع من الأسطوانة عبر المسار B→T للصمام 3 وصولا للخزان، وتتقدم الأسطوانة لأعلى، وعند انقطاع التيار الكهربى عن الملف Y1 يعود الصمام الاتجاهى 3 للوضع المركزى فتتوقف الأسطوانة عند آخر نقطة وصلت لها، ولا يمكن للأسطوانة أن تتراجع تحت تأثير الوزن الخارجي لأن الصمام التتابعى لصمام معاكسة الوزن يمنع مرور الزيت الهيدروليكى، أما عند وصول تيار كهربى للملف Y2 يمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة عبر المسار P→ B للصمام الاتجاهى 3، وصولاً للفتحة B للأسطوانة، بينما يعود الزيت الراجع من الأسطوانة بعد وصول ضغطه للضغط المعاير عليه الصمام التتابعى لصمام معاكسة الوزن 2 عبر الصمام التتابعى ثم عبر المسار A→T للصمام الاتجاهى 3 للخزان فتتراجع الأسطوانة للخلف.

نظرية عمل الدائرة الهيدروليكية بالشكل (ب):

عند وصول تيار كهربى للملف Y1، يمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة عبر المسار P→A للصمام الاتجاهى 3، ثم عبر الصمام اللارجعى لصمام معاكسة الوزن 2 وصولا للفتحة B للأسطوانة، فتتراجع الأسطوانة لأعلى بينما يعود الراجع من الأسطوانة عبر المسار B→T للصمام الاتجاهى 3. وعند انقطاع التيار الكهربى عن Y1 تتوقف الأسطوانة عند آخر نقطة وصلت إليها. وعند وصول تيار كهربى للملف Y2 يمر الزيت المضغوط عبر المسار P→B للصمام الاتجاهى 3 وصولا للفتحة A للأسطوانة، ويعود الزيت الراجع من الأسطوانة عند وصول ضغطه للضغط المعاير عليه الصمام التتابعى لصمام معاكسة الوزن عبر الصمام التتابعى، ثم عبر المسار A→T للصمام الاتجاهى 3 وتتقدم الأسطوانة 1 لأسفل.



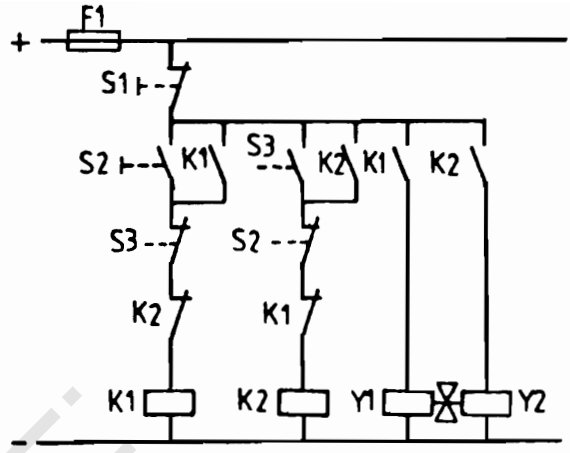
ب أ

شكل (٤ – ١٣)

والشكل (٤ – ١٤) يعرض دائرة التحكم الكهربية المستخدمة فى التحكم فى الدائرة الهيدروليكية المبينة بالشكل (٤ – ١٣أ)، أو الدائرة الهيدروليكية بالشكل (٤ – ١٣ب).

التعريف بضواغط التشغيل:

ضاغط الإيقاف	S1
ضاغط الذهاب	S2
ضاغط العودة	S3



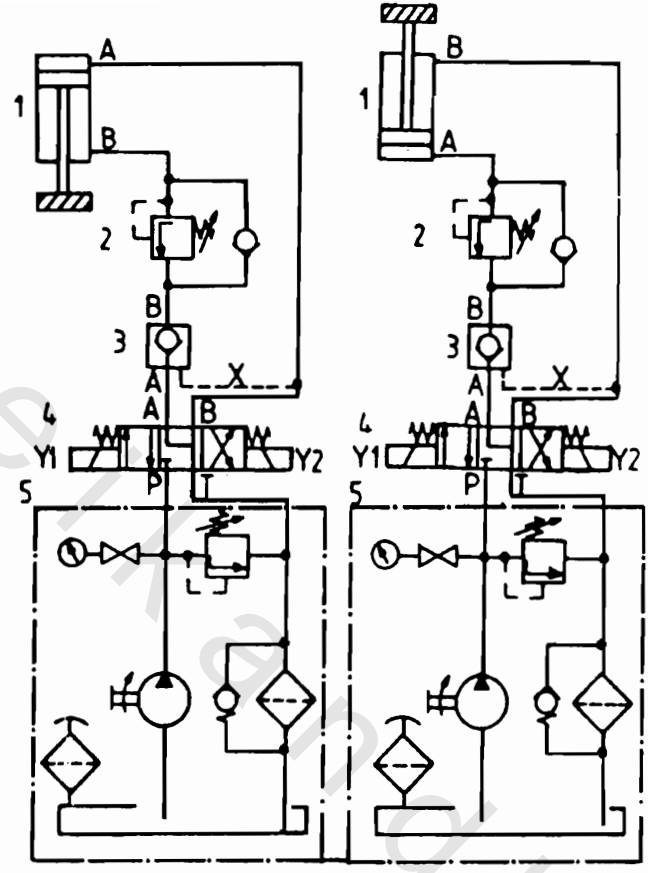
شكل (٤ – ١٤)

٤ / ٣ / ٣ – منع التراجع والتقدم الجبرى مستخدما صمامات معاكسة الوزن والصمامات اللارجعية :

يمكن دمج الطريقتين السابقتين معا للحصول على الوضع الأمثل لمنع التراجع والتقدم الجبرى للأسطوانات بفعل الأوزان الخارجية، فالشكل (٤ – ١٥) يعرض دائرتين هيدروليكيتين للتحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل تدفع حمل خارجى لأسفل (الشكل أ)، ولأعلى (الشكل ب) مستخدما صمامًا لارجعيًا بإشارة تحكم خارجية 3، وصمام معاكسة وزن 2 لمنع التراجع الجبرى للأسطوانة (بالشكل أ)، ولمنع التقدم الجبرى للأسطوانة (بالشكل ب).

ملاحظة :

يفضل استخدام الصمامات اللارجعية لمنع التقدم أو التراجع الجبرى للأسطوانات تحت تأثير الأحمال غير محددة القيمة. أما صمامات معاكسة الوزن فيفضل استخدامها لمنع التقدم أو التراجع الجبرى للأسطوانة تحت تأثير الأحمال المحددة القيمة.



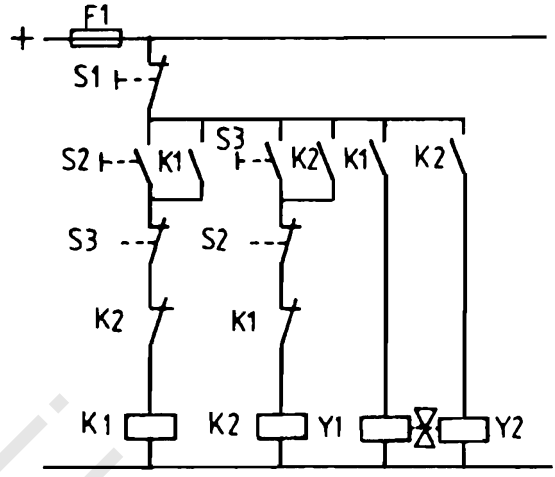
ب أ

شكل (٤ – ١٥)

والشكل (٤ – ١٦) يعرض دائرة التحكم الكهربية المستخدمة فى التحكم فى الدوائر الهيدروليكية الموضحة بالشكل (٤ – ١٥).

التعريف بضواغط التشغيل:

ضاغط الإيقاب	S1
ضاغط الذهاب	S2
ضاغط العودة	S3



شكل (٤ – ١٦)

٤ / ٤ – التشغيل التتابعى للأسطوانات :

أحيانا يلزم الأمر تشغيل بعض الأسطوانات الهيدروليكية بالتتابع على سبيل المثال تقدم، أو تراجع أسطوانة قبل أخرى، **ويتم ذلك باستخدام إحدى الطريقتين الآتيتين :**

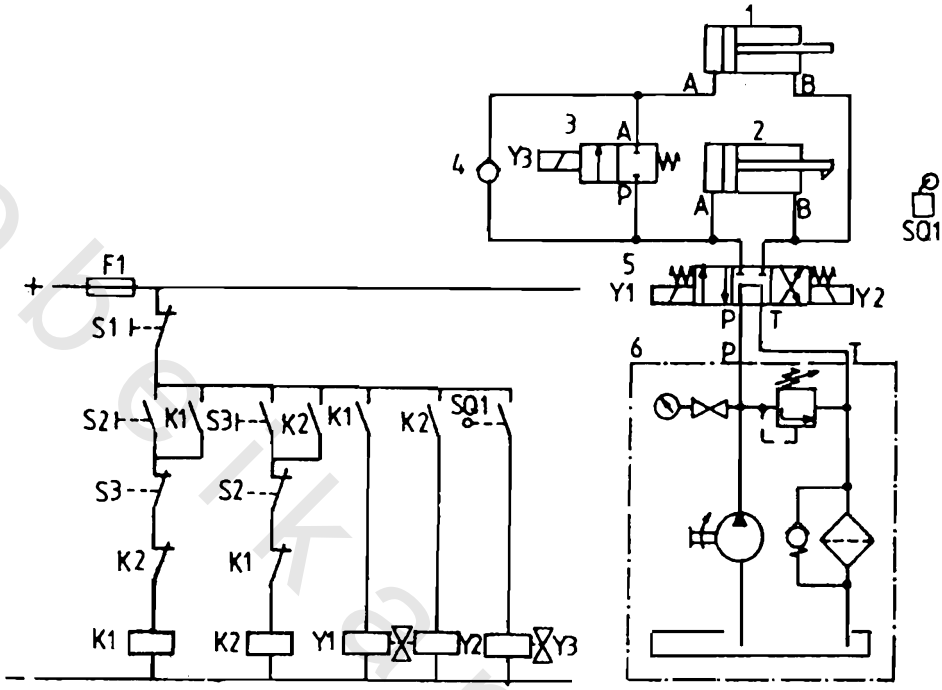
١ – التشغيل التتابعى المعتمد على الموضع.

٢ – التشغيل التتابعى المعتمد على الضغط.

٤ / ٤ / ١ – التشغيل التتابعى المعتمد على الموضع :

الشكل (٤ – ١٧) يعرض الدائرة الهيدروليكية ودائرة التحكم الكهربية لتشغيل الأسطوانتين 1,2 بالتتابع عند الذهاب باستخدام مفتاح نهاية المشوار SQ1.

obeikandl.com



شكل (٤ – ١٧)

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1، وتباعاً يعمل Y1 فيتغير وضع التشغيل للصمام 5 من الوضع الأيسر فتتقدم الأسطوانة 2 للأمام، وعند وصولها لمفتاح نهاية المشوار SQ1 يعمل Y3، فيتغير وضع التشغيل للصمام 3 من الوضع الابتدائى الأيمن للوضع الأيسر فتتقدم الأسطوانة1 .

وعند الضغط على الضاغط S3 تغلق الريشة المفتوحة لهذا الضاغط، بينما تفتح الريشة المغلقة له، وبالتالى ينقطع مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1، ويكتمل مسار تيار بوبينة الكونتاكتور K2، وتباعاً يعمل Y2، فيتغير وضع التشغيل للصمام 5 من الوضع الأيسر للوضع الأيمن له، فتتراجع الأسطوانة 2 للخلف وفى نفس

اللحظة تتراجع الأسطوانة 1 للخلف؛ نتيجة لمرور الزيت المضغوط من خلف مكبس الأسطوانة 1 عبر الصمام اللارجعى 4.

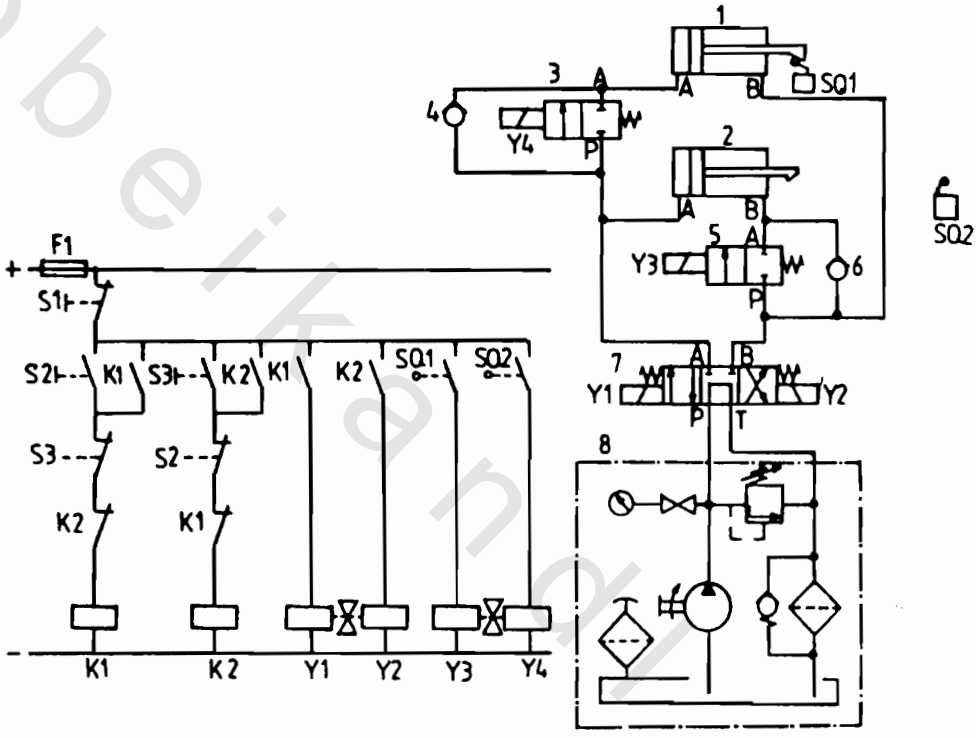
وفى الشكل (٤ – ١٨) الدائرة الهيدروليكية ودائرة التحكم الكهربية لتشغيل الأسطوانتين 1,2 بالتتابع عند الذهاب وعند العودة باستخدام مفاتيح نهاية المشوار الكهربية SQ1, SQ2.

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1، وتباعاً يعمل Y1، فيتغير وضع التشغيل للصمام 7 من الوضع المركزى للوضع الأيسر فتتقدم الأسطوانة 2 للأمام، وعند وصولها لمكان مفتاح نهاية المشوار SQ2 يعمل Y4، فيتغير وضع التشغيل للصمام 3 للوضع الأيسر فتتقدم الأسطوانة 1 هى الأخرى للأمام.

وعند الضغط على الضاغط S3 ينقطع التيار الكهربى عن K1، وتباعاً عن Y1، بينما يعمل Y2 فيتغير وضع التشغيل للصمام 7 من الوضع الأيسر للوضع الأيمن فتتراجع الأسطوانة 1 للخلف أولاً، وعند وصولها لمكان مفتاح نهاية المشوار SQ1 يعمل Y3، فيتغير وضع التشغيل للصمام 5 من الوضع الأيمن للوضع الأيسر فتتراجع الأسطوانة2 هى الأخرى للخلف.

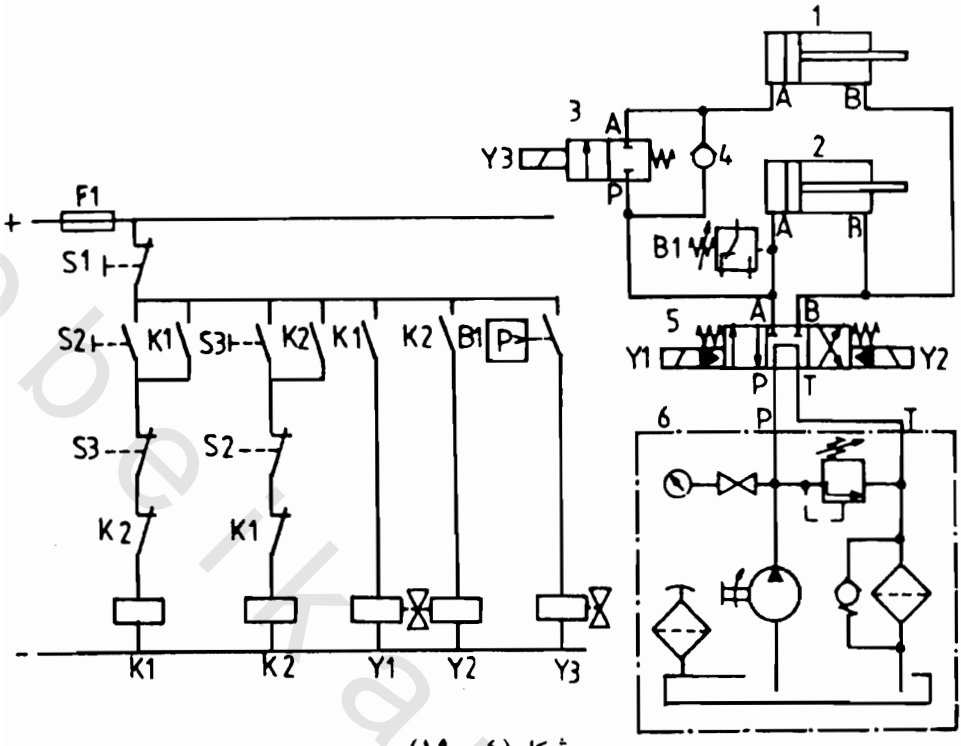
أى أنه عند التقدم تتقدم الأسطوانة 2 أولاً، ثم تتقدم الأسطوانة 1 بعد ذلك، وعند التراجع تتراجع الأسطوانة 1 أولاً ثم تتراجع الأسطوانة 2 بعد ذلك.



شكل (٤ – ١٨)

٤ / ٤ / ٢ – التشغيل التتابعى المعتمد على الضغط :

الشكل (٤ – ١٩) يعرض الدائرة الهيدروليكية ودائرة التحكم الكهربية لتشغيل الأسطوانتين 1,2 بالتتابع عند الذهاب باستخدام مفتاح الضغط B1.

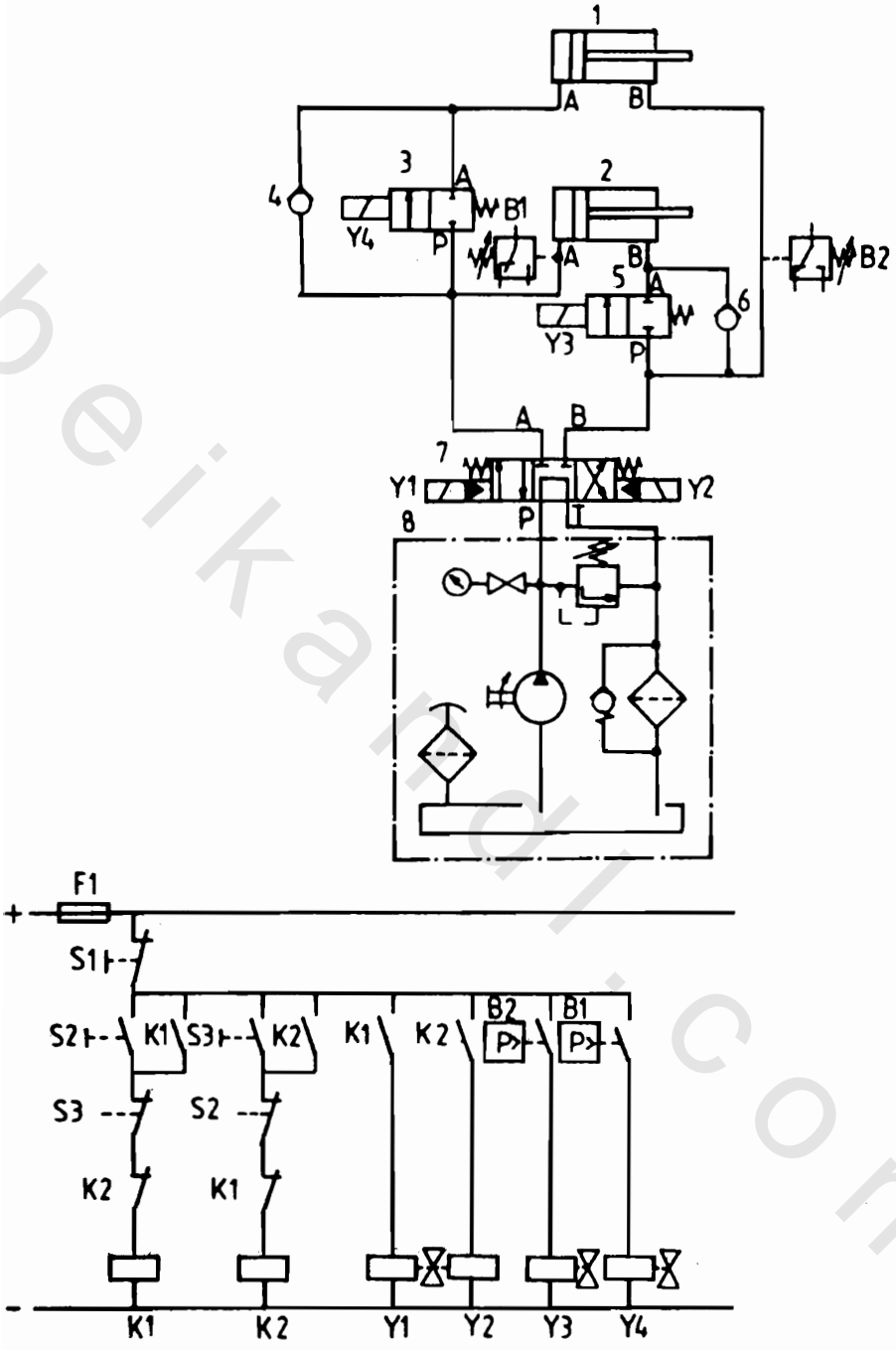


شكل (٤ – ١٩)

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغطS2 يعملK1 ، وتباعاً يعمل Y1، فيتغير وضع التشغيل للصمام5 من الوضع المركزى للوضع الأيسر فتتقدم الأسطوانة 2 للأمام ، وعند وصول الأسطوانة 2 لنهاية شوط الذهاب يزداد الضغط خلف مكبس الأسطوانة 2 وصولا للضغط المعاير عليه مفتاح الضغط B1 فتغلق ريش مفتاح الضغط المفتوحة فيعمل Y3، فيتغير وضع التشغيل للصمام 3 إلى الوضع الأيسر فتتقدم الأسطوانة 1 للأمام. وعند الضغط على الضاغط S3 ينقطع التيار الكهربى عن K1، وتباعاً عن Y1، بينما يكتمل مسار التيار الكهربى لبوبينة K2، فيتغير وضع التشغيل للصمام 5، من الوضع الأيسر إلى الوضع الأيمن فتتراجع الأسطوانتين 1,2 معا للخلف فى آن واحد .

والشكل (٤ – ٢٠) يعرض الدائرة الهيدروليكية ودائرة التحكم الكهربية لتشغيل الأسطوانتين 1,2 بالتتابع عند الذهاب والعودة باستخدام مفاتيح الضغط B1, B2



شكل (٤ – ٢٠)

obeikandl.com

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1، وتباعا يعمل Y1، فيتغير وضع التشغيل للصمام 7 من الوضع المركزى للوضع الأيسر فتتقدم الأسطوانة 2 للأمام، وعند الوصول لنهاية شوط الذهاب يزداد الضغط خلف مكبس الأسطوانة 2 فيعمل مفتاح الضغط B1 على غلق ريشته المفتوحة فيعمل الملف Y4، فيتغير وضع التشغيل للصمام 3 للوضع الأيسر فتتقدم الأسطوانة 1 هى الأخرى للأمام.

وعند الضغط على الضاغط S3 تغلق الريشة المفتوحة للضاغط، بينما تفتح الريشة المغلقة له فينقطع مسار التيار للبوبينة K1، بينما يكتمل مسار تيار بوبينة الكونتاكتور K2، وتباعًا يعمل Y2، فيتغير وضع التشغيل للصمام 7 للوضع الأيمن فتتراجع الأسطوانة 1 أولاً وعند وصولها لنهاية شوط العودة يزداد الضغط أمام مكبس الأسطوانة فيعمل مفتاح الضغط B2 على غلق ريشته المفتوحة فيعمل Y3، ويتغير وضع التشغيل للصمام 5 للوضع الأيسر فتتراجع الأسطوانة 2 للخلف هى الأخرى بعد ذلك.

ويمكن إيقاف الأسطوانتين عند أى لحظة بالضغط على الضاغط S1.

٤ / ٥ - طرق تقليل سرعة الأسطوانات:

يمكن تقليل سرعة الأسطوانات الهيدروليكية وذلك إما فى شوط الذهاب أو شوط العودة باستخدام:

١ – صمامات خانقة قابلة للمعايرة.

٢ – صمامات لارجعية خانقة قابلة للمعايرة.

علمًا بأنه يوجد ثلاثة طرق لتقليل سرعة الأسطوانات فى شوط الذهاب أو العودة وهى:

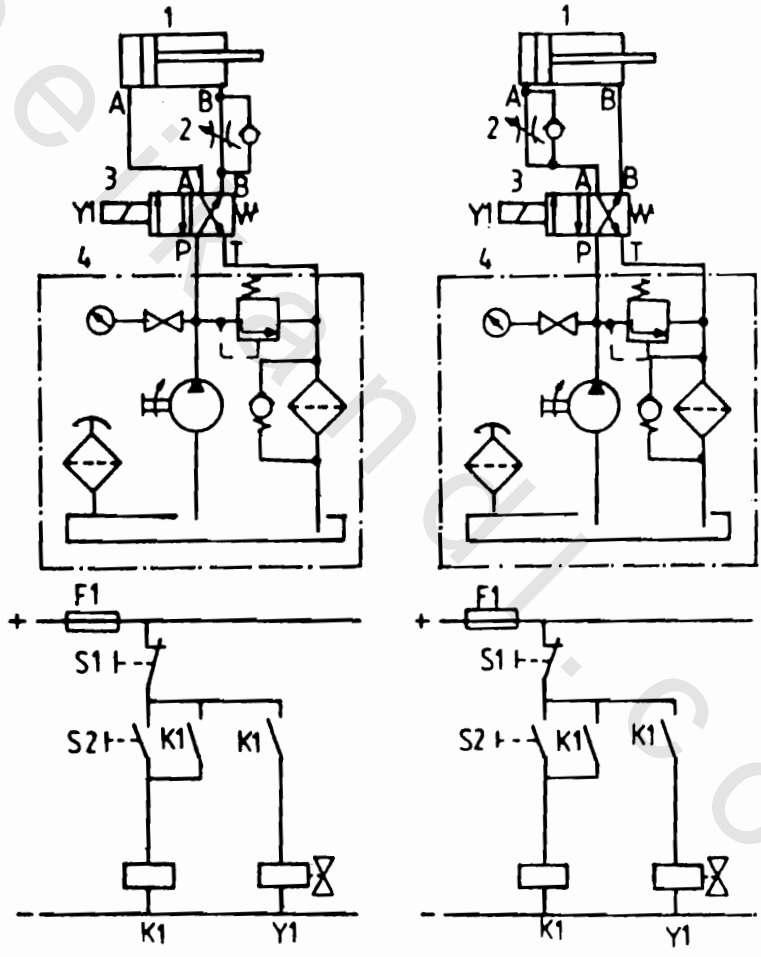
١ – خنق تدفق الزيت الداخل.

٢ – خنق تدفق الزيت الراجع.

٣ – خنق تدفق زيت المصدر .

٤ / ٥ / ١ – خنق تدفق الزيت الداخل :

الشكل (٤ – ٢١) يعرض الدوائر الهيدروليكية ودوائر التحكم الكهربية لتقليل سرعة أسطوانة عند الذهاب بخنق تدفق الزيت الداخل (الشكل أ)، ولتقليل سرعة أسطوانة عند العودة بخنق تدفق الزيت الداخل (الشكل ب) .



ب أ

شكل (٤ – ٢١)

نظرية تشغيل الشكل (أ):

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1، وتباعًا يعمل Y1، فيتغير وضع التشغيل للصمام 3 من الوضع الابتدائى للوضع الثانوى الأيسر، فيمر الزيت الهيدروليكى من وحدة القدرة عبر المسار P → A للصمام 3 ثم عبر الصمام الخانق للصمام اللارجعى الخانق 2 وصولاً للفتحة A للأسطوانة، بينما يعود الزيت الراجع من الفتحة B للأسطوانة عبر المسار A → T للصمام 3 وصولاً للخزان، وتتقدم الأسطوانة ببطء. وعند الضغط على الضاغط S1 ينقطع التيار الكهربى عن K1 وتباعًا عن Y1، ويعود الصمام 3 لوضع التشغيل الابتدائى الأيمن له فيمر الزيت الهيدروليكى من وحدة القدرة 4 عبر المسار P → B للصمام 3 وصولاً للفتحة B للأسطوانة، بينما يمر الزيت الراجع من الأسطوانة من الفتحة A عبر الصمام اللارجعى للصمام اللارجعى الخانق 2 ثم عبر المسار A → T للصمام 3 وصولاً للخزان فتتراجع الأسطوانة للخلف بالسرعة المعتادة.

نظرية تشغيل الشكل (ب):

لا تختلف نظرية تشغيل الشكل (ب) عن نظرية تشغيل الشكل (أ) عدا أنه عند تقدم الأسطوانة يمر الزيت الهيدروليكى الراجع من الأسطوانة عبر الصمام اللارجعى الخانق 2، وبذلك تتقدم الأسطوانة بالسرعة المعتادة، أما عند تراجع الأسطوانة يمر الزيت الهيدروليكى الداخل للأسطوانة عبر الصمام الخانق للصمام اللارجعى الخانق 2، وبذلك تتراجع الأسطوانة ببطء.

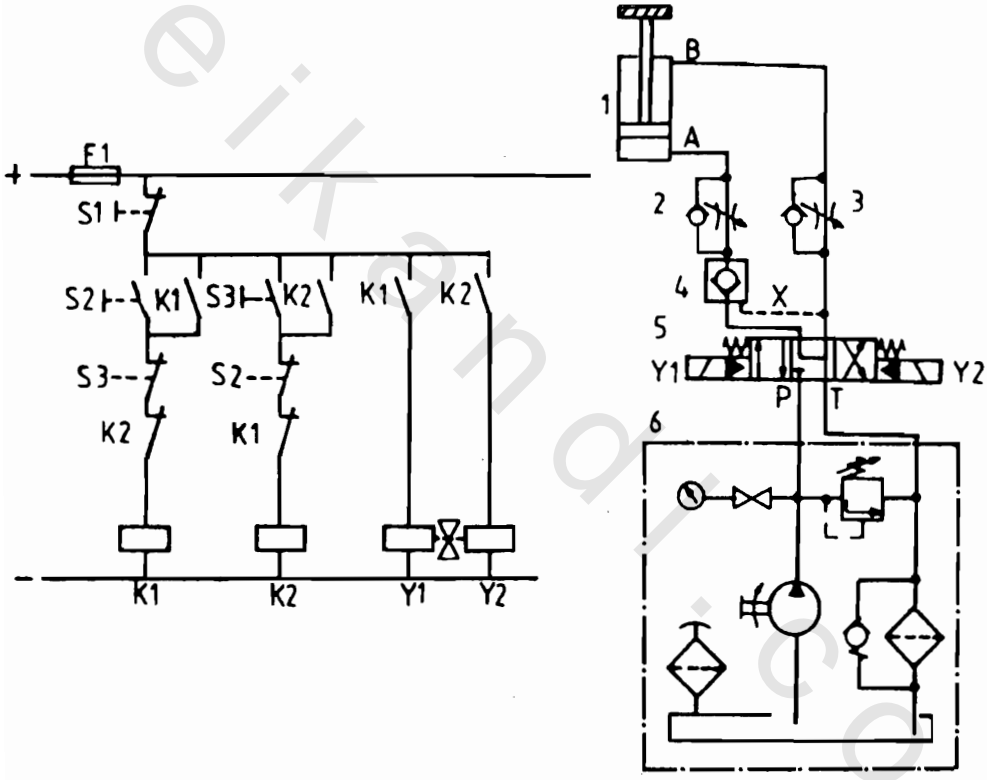
ملاحظة:

الفرق بين الشكل (أ) والشكل (ب) هو وضع الصمام اللارجعى الخانق القابل للمعايرة.. ففى الشكل (أ) يكون فى الجانب الأيسر، وفى الشكل (ب) يكون فى الجانب الأيمن. وفى الشكل (٤ – ٢٢) دائرة هيدروليكية ودائرة تحكم كهربية لتقليل سرعة أسطوانة ثنائية الفعل محملة بحمل خارجى فى شوطى الذهاب والعودة بخنق تدفق الزيت الداخل.

فكرة عن الدائرة الهيدروليكية :

١ – سرعة الذهاب يتم التحكم فيها بواسطة الصمام اللارجعى الخانق القابل للمعايرة 2، أما سرعة العودة فيتم التحكم فيها بواسطة الصمام اللارجعى الخانق القابل للمعايرة 3.

٢ – يستخدم الصمام اللارجعى ذو وصلة التحكم لمنع التراجع الجبرى للأسطوانة عند توقفها لمدة طويلة فى وضع خلاف وضع التراجع التام.



شكل (٤ – ٢٢)

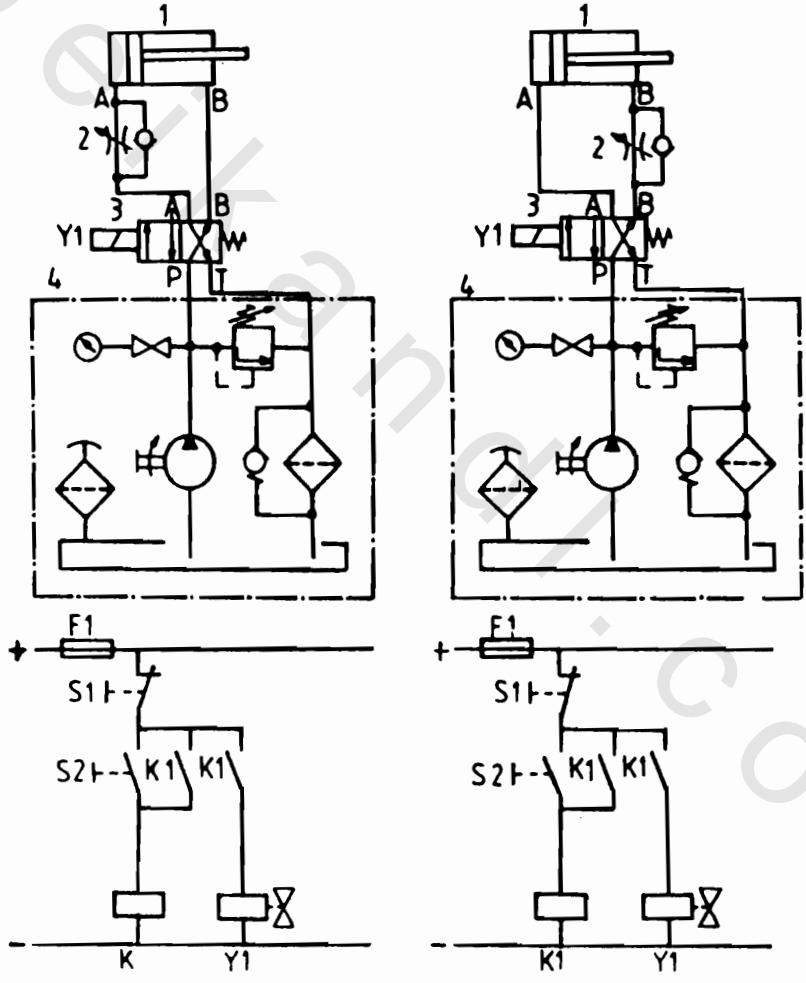
التعريف بضواغط التشغيل :

ضاغط إيقاف الأسطوانة S1

ضاغط الذهاب	S2
ضاغط العودة	S3

٤ / ٥ / ٢ – خنق تدفق الزيت الراجع :

الشكل (٤ – ٢٣) يعرض الدوائر الهيدروليكية ودوائر التحكم الكهربية لتقليل سرعة أسطوانة ثنائية الفعل عند الذهاب بخنق تدفق الزيت الراجع (الشكل أ)، وعند العودة بخنق تدفق الزيت الراجع (الشكل ب).



ب أ

شكل (٤ – ٢٣)

نظرية تشغيل الشكل (أ):

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1، وتباعًا يعمل Y1، فيتغير وضع التشغيل للصمام 3 للوضع الأيسر، فيمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة عبر المسار P → A للصمام 3 وصولاً للفتحة A للأسطوانة، بينما يمر الزيت الراجع عبر الصمام الخانق للصمام الخانق اللارجعى القابل للمعايرة 2، ثم بعد ذلك فى المسار B→T للصمام 3 وصولاً للخزان فتتقدم الأسطوانة ببطء. وعند الضغط على الضاغط S1 ينقطع مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1، وتباعًا ينقطع التيار الكهربائى عن Y1، ويعود الصمام 3 لوضعه الابتدائى الأيمن فيمر الزيت المضغوط عبر المسار P → B ثم عبر الصمام اللارجعى للصمام الخانق اللارجعى القابل للمعايرة 2 وصولاً للفتحة B للأسطوانة، ويعود الزيت الراجع من الأسطوانة عبر المسار A → T للصمام 3 وتتراجع الأسطوانة للخلف بالسرعة المعتادة.

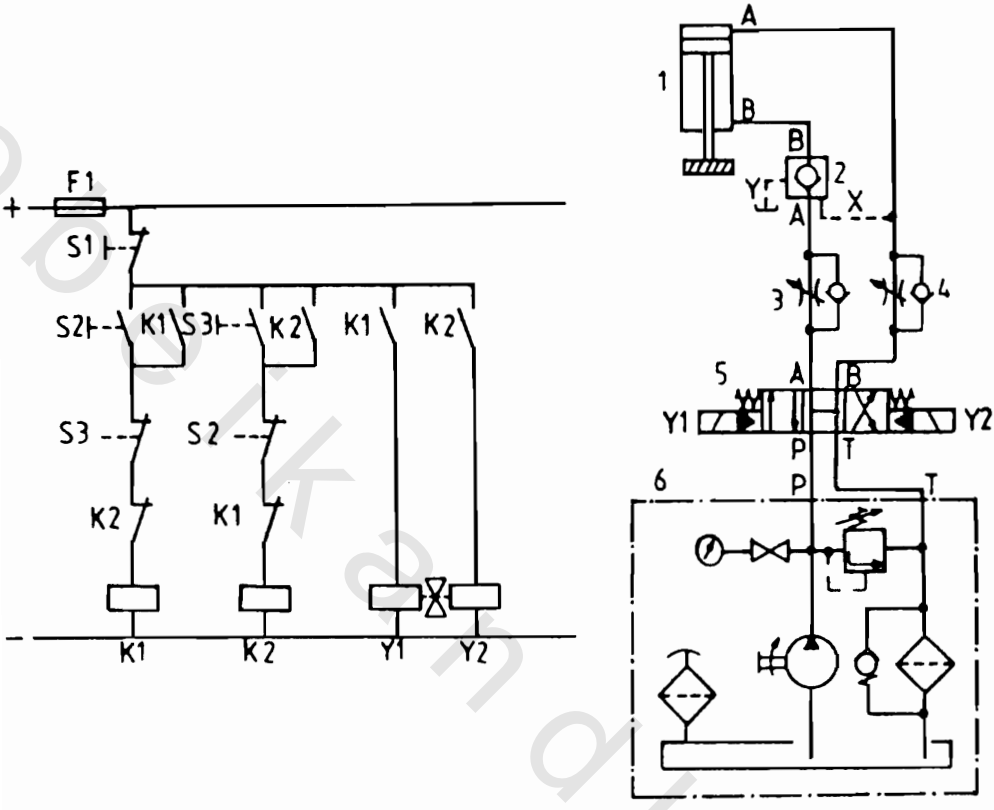
نظرية تشغيل الشكل (ب):

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1، وتباعًا يعمل Y1، فيتغير وضع التشغيل للصمام 3 للوضع الأيسر، فيمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة عبر المسار P → A للصمام 3 ثم عبر الصمام اللارجعى للصمام الخانق اللارجعى القابل للمعايرة 2 وصولاً للفتحة A للأسطوانة، بينما يعود الزيت الراجع من الأسطوانة من الفتحة B عبر المسار B→T للصمام 3، وتتقدم الأسطوانة بالسرعة المعتادة. وعند الضغط على الضاغط S1 ينقطع مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1، وتباعًا ينقطع التيار الكهربى عن Y1، ويعود الصمام 3 لوضعه الابتدائى الأيمن، فيمر الزيت المضغوط عبر المسار P → B للصمام 3 وصولاً للفتحة B للأسطوانة، ويعود الزيت الراجع من الأسطوانة من الفتحة A عبر الصمام الخانق للصمام الخانق القابل للمعايرة 2، ثم عبر المسار A → T للصمام 3 وصولاً للخزان فتتراجع الأسطوانة للخلف بسرعة بطيئة.

ملاحظة:

الفرق بين الشكل (أ) والشكل (ب) هو وضع الصمام اللارجعى الخانق القابل للمعايرة. ففى الشكل (أ) يكون على الجانب الأيمن، وفى الشكل (ب) يكون على الجانب الأيسر، وفى الشكل (٤ – ٢٤) دائرة هيدروليكية لتقليل سرعة

أسطوانة ثنائية الفعل فى شوطى الذهاب والعودة بخنق تدفق الزيت الراجع، علما بأن الأسطوانة محملة بوزن خارجى.



شكل (٤ – ٢٤)

فكرة عن الدائرة الهيدروليكية:

١ – سرعة الذهاب يتم التحكم فيها بواسطة الصمام اللارجعى الخانق القابل للمعايرة 3، وأما سرعة العودة فيتم التحكم فيها بواسطة الصمام اللارجعى الخانق القابل للمعايرة 4.

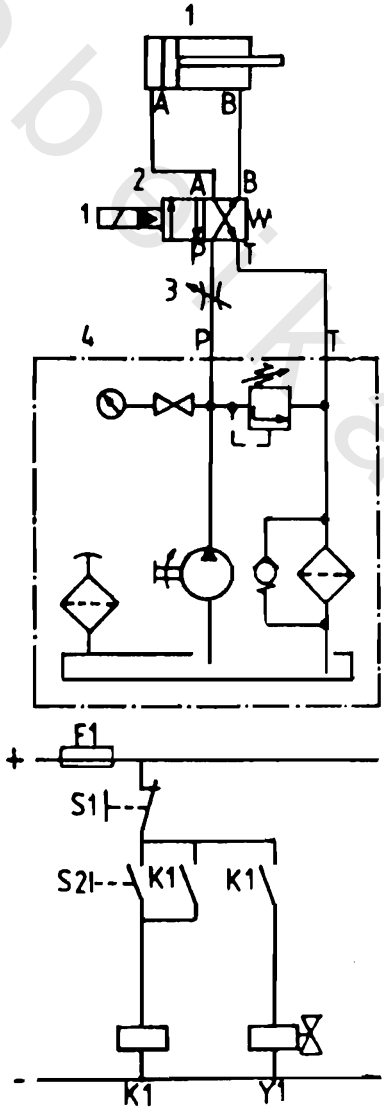
٢ – لمنع التقدم الجبرى للأسطوانة تحت تأثير الثقل الخارجى يستخدم صمام لارجعى بوصلة تحكم خارجية وبوصلة تصريف، وسبب اختيار هذا النوع بدلاً من الصمام اللارجعى ذى وصلة التحكم الخارجية هو وجود ضغط مرتفع عند الفتحة A له نتيجة لوجود الصمام اللارجعى القابل للمعايرة 3.

التعريف بضواغط التشغيل :

ضاغط الإيقاف	S1
ضاغط الذهاب	S2
ضاغط العودة	S3

٤ / ٥ / ٣ - خنق تدفق زيت المصدر :

الشكل (٤ - ٢٥) يعرض دائرة هيدروليكية ودائرة تحكم كهربية لتقليل سرعة الأسطوانة فى اتجاهى الذهاب والعودة بخنق تدفق زيت المصدر. وتستخدم هذه الطريقة عندما لا يلزم الأمر ضبط سرعة الذهاب وضبط سرعة العودة كل على حدة.



شكل (٤ - ٢٥)

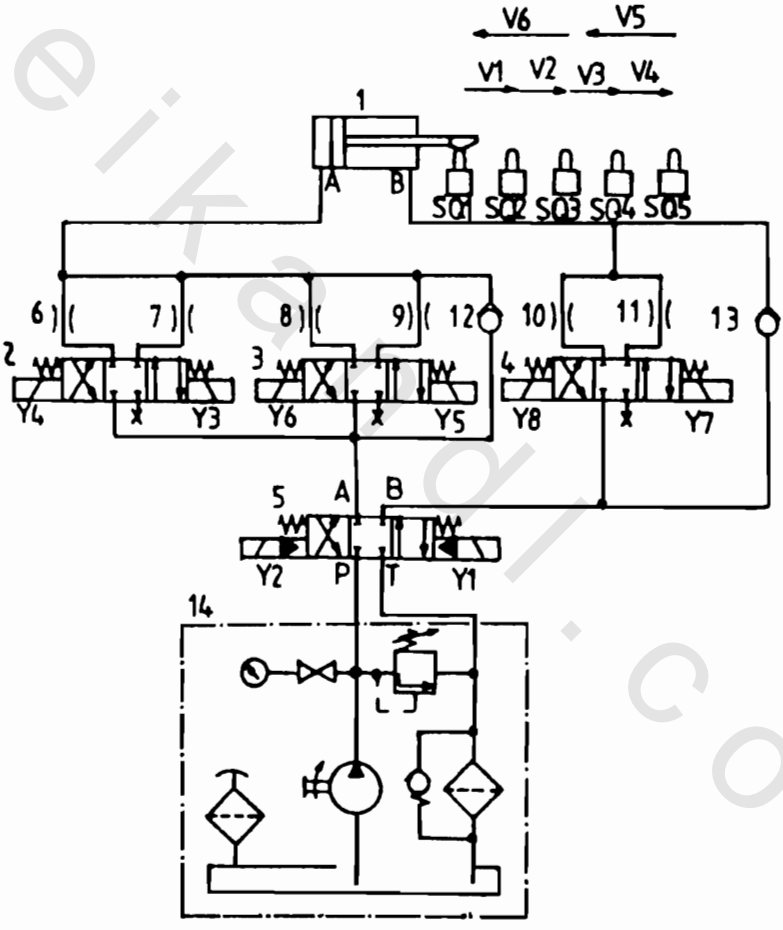
نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1، وتباعًا يعمل Y1، ويتغير وضع التشغيل للصمام 2 للوضع الأيسر، فيمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة 4 عبر الصمام الخانق القابل للمعايرة 3، ثم عبر المسار P → A وصولاً للفتحة A للأسطوانة ويعود الزيت الراجع من الفتحة B عبر المسار B→T، وتتقدم الأسطوانة بسرعة بطيئة. وعند الضغط على الضاغط S1 ينقطع التيار الكهربائى عن K1، وتباعًا عن Y1 ويعود وضع التشغيل للصمام 2 للوضع الابتدائى الأيمن، فيمر الزيت المضغوط من وحدة القدرة 4 عبر الصمام الخانق القابل للمعايرة

3، ثم عبر المسار P → B وصولاً للفتحة B للأسطوانة، ويعود الزيت الراجع من الفتحة A عبر المسار A → T، وتتراجع الأسطوانة بسرعة بطيئة.

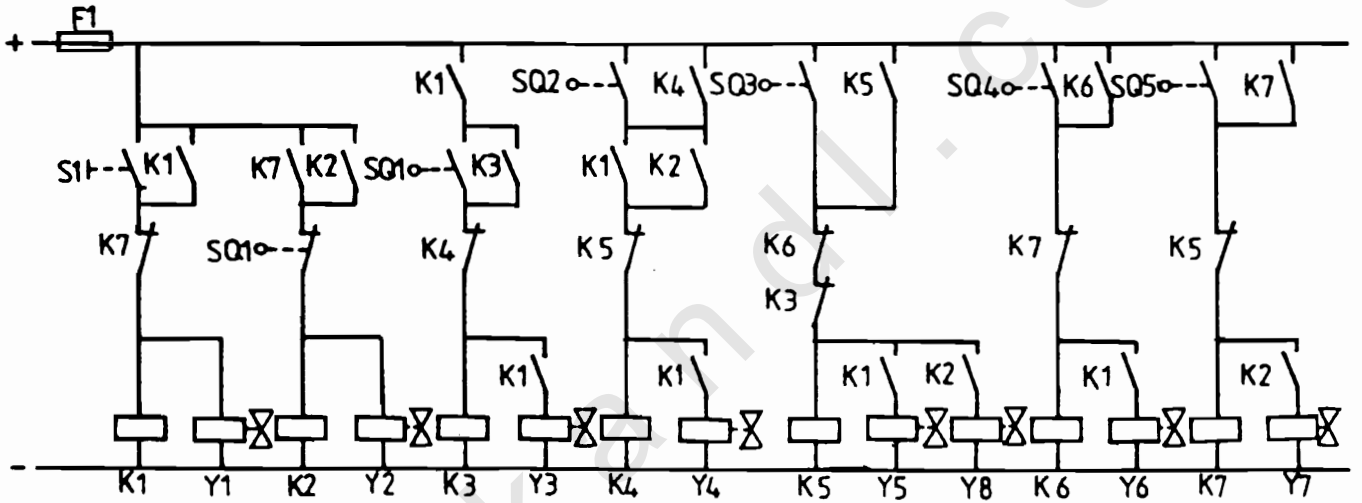
٤ / ٥ / ٤ - تقليل سرعة الأسطوانة باستخدام الصمامات التناسبية:

الشكل (٤ - ٢٦) يعرض الدائرة الهيدروليكية للتحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل للحصول على أربع سرعات مختلفة عند الذهاب وهى: V1, V2, V3, V4 وعلى سرعتين عند العودة وهما V5, V6.



شكل (٤ - ٢٦)

وفى الشكل (٤ - ٢٧) دائرة التحكم الكهربية المستخدمة فى التحكم فى الدائرة الهيدروليكية المبينة بالشكل السابق.



شکل (٤-٢٧)

obeikandl.com

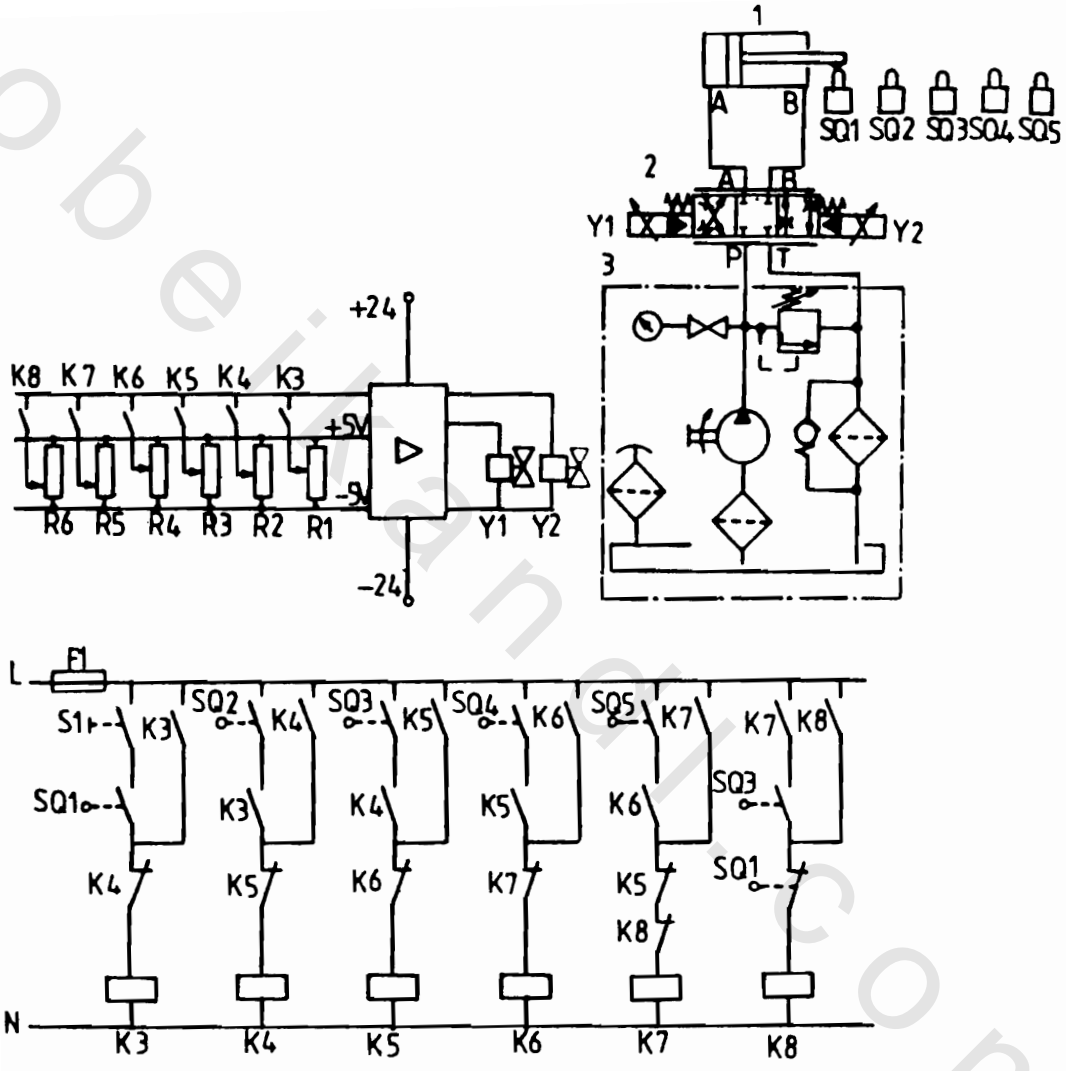
نظرية التشغيل :

عند الضغط على S1 يعمل (K1,Y1)، وتباعا يعمل (K3,Y3)، فتتقدم الأسطوانة بسرعة V1، وعند وصول الأسطوانة للمفتاح SQ2 يعمل (K4,Y4)، وتباعا يفصل (K3,Y3)، فتتقدم الأسطوانة بسرعة V2وعند وصول الأسطوانة للمفتاح SQ3 يعمل (K5,Y5)، وتباعاً يفصل (K4,Y4)، وتتقدم الأسطوانة بسرعة V3وعند وصول الأسطوانة للمفتاح SQ4 يعمل (K6,Y6)، وتباعاً يفصل (K5,Y5)، وتتقدم الأسطوانة بسرعة V4، وعند وصول الأسطوانة للمفتاح SQ5يعمل K7، وتباعا يفصل (K1,Y1,K6,Y6)، وتباعا يعمل (K2,Y2)، وأخيراً يعمل Y7، وتتراجع الأسطوانة بسرعة V5، وعند وصول الأسطوانة للمفتاح SQ3 يعمل (K8,Y8)، وتباعاً يفصل (K7,Y7)، وتتراجع الأسطوانة بسرع V6إلى أن تصل الأسطوانة لنهاية شوط العودة .

ملاحظة :

يختلف معدل الخنق للصمامات الخانقة 6:11 فالصمام الخانق 6 له خنق يناسب السرعة V1، والصمام الخانق 7 له سرعة تناسب السرعة V2 وهكذا .

أما الشكل (٤ – ٢٨) فيعرض الدائرة الهيدروليكية ودائرة التحكم الكهربية ومخطط التوصيل للمكبر الإلكتروني للوصول لنفس الأداء المشروح فى الحالة السابقة، ولكن باستخدام صمام تناسبى .


1
A
B
SQ1 SQ2 SQ3 SQ4 SQ5
2
A
B
Y1
Y2
P
T
3
L
+24
K8 K7 K6 K5 K4 K3
+5V
-5V
R6 R5 R4 R3 R2 R1
Y1 Y2
-24
L
F1
S1
K3
SQ2
K4
SQ3
K5
SQ4
K6
SQ5
K7
K7
K8
SQ1
K3
K4
K5
K6
K7
SQ3
SQ1
K4
K5
K6
K7
K5
K8
N
K3
K4
K5
K6
K7
K8

شكل (٤-٢٨)

نظرية التشغيل :

عند الضغط على S1 يعمل K3 فيصل جهد الأساس الأول من خلال المقاومة R1 للمكبر الإلكترونى، فتتقدم الأسطوانة بسرعة V1، وعندما تصل الأسطوانة للمفتاح SQ2 يعمل K4 ويفصل K3، فيصل جهد الأساس الثانى عبر المقاومة R3 للمكبر الإلكترونى، فتتقدم الأسطوانة بسرعة V2، وعندما تصل الأسطوانة للمفتاح SQ3 يعمل KS ويفصل K4، فيصل جهد الأساس الثالث عبر المقاومة R3 للمكبر الإلكترونى، فتتقدم الأسطوانة بسرعة V3، وعندما تصل الأسطوانة للمفتاح SQ4 يعمل K6، ويفصل K5، فيصل جهد الأساس الرابع عبر المقاومة R4 للمكبر الإلكترونى فتتقدم الأسطوانة بسرعة V4، وعندما تصل الأسطوانة للمفتاح SQ5 يعمل K7، ويفصل K6، فيصل جهد الأساس الخامس عبر المقاومة R5 للمكبر الإلكترونى، وتتراجع الأسطوانة بسرعة V5، وعندما تصل الأسطوانة للمفتاح SQ3 يعمل K8، ويفصل K7، فيصل جهد الأساس السادس عبر المقاومة R6 للمكبر الإلكترونى، فتتراجع الأسطوانة بسرعة V6 حتى تصل الأسطوانة للمفتاح SQ1 فتتوقف الأسطوانة.

ملاحظات :

١ – إذا كان جهد الأساس موجبًا يعمل Y1 فتتقدم الأسطوانة للأمام، وإذا كان جهد الأساس سالبًا يعمل Y2 فتتراجع الأسطوانة للخلف.

٢ – لقد تم استبدال الصمام التناسبى ومكبره الإلكترونى بدلا من:

عدد 3 صمام 4/3 مباشرين.

عدد 1 صمام 4/3 سابق التحكم.

عدد 6 صمامات خانقة.

عدد 2 صمام لارجعى.

عدد 1 كونتاكتور.

ولذلك فإن استخدام الصمام التناسبى فى هذه الحالة أوفر من الناحية الاقتصادية.

٤ / ٦- طرق تنظيم وتنعيم حركة الأسطوانات :

بعض التطبيقات الهيدروليكية تحتاج لسرعة منتظمة وناعمة بغض النظر عن الأحمال كما هو الحال فى آلات الورش، وذلك للحصول على تشطيب جيد للشغلات، ولتحقيق ذلك يستخدم صمامات تحكم فى التدفق بتعويض للضغط مزدوجة أو ثلاثية. ويعتمد معدل تدفق الزيت فيها على معايرتها، ولا يتأثر بتغير الأحمال، وذلك لثبوت فرق الضغط على جانبى هذه الصمامات وهذا بالطبع لا يتحقق عند استخدام الصمامات الخانقة اللارجعية.

وهناك عدة طرق مختلفة لتوصيل صمامات تنظيم التدفق بتعويض للضغط كما يلى:

أ – تنظيم تدفق الزيت الداخل.

ب – تنظيم تدفق الزيت الخارج.

ج – تنظيم تدفق الزيت المستنزف.

٤ / ٦ / ١ – تنظيم تدفق الزيت الداخل :

تستخدم هذه الطريقة عادة فى الروافع المختلفة مثل روافع السيارات والشكل (–٢٩٤) يعرض دائرة هيدروليكية لتنظيم حركة أسطوانة ثنائية الفعل باستخدام صمام تنظيم تدفق مزدوج 2 لتنظيم تدفق الزيت الداخل.

نظرية التشغيل :

عند الضغط على S2 يعمل K1، وتباعا يعمل Y1 فيتغير وضع التشغيل للصمام 6من الوضع المركزى إلى الوضع الأيسر، فيمر الزيت الهيدروليكى عبر المسار P→A للصمام 6، ثم عبر المسار A→ B للصمام اللارجعى ذى وصلة التحكم 5، ثم عبر الصمام اللارجعى لصمام معاكسة الوزن 4 وصولاً للفتحة B للأسطوانة، بينما يعود الزيت الراجع من الأسطوانة من الفتحة A عبر الصمام

اللارجعى 3 ثم عبر المسار B → T للصمام 6 وصولا للخزان فتتراجع الأسطوانة بالسرعة المتعادة.

وعند الضغط على الضاغط S3 يعمل K2 ويفصل K1، وتباعا يعمل Y2، بدلا من Y1 فيمر الزيت المضغوط عبر المسار B → P فى الصمام 6، ثم عبر صمام تنظيم التدفق 2 وصولا للفتحة A للأسطوانة، بينما يعود الزيت الراجع بعد وصول الضغط للضغط المعاير عليه الصمام التتابعى لصمام معاكسة الوزن 4 عبر الصمام التتابعى ثم عبر الصمام اللارجعى ذى وصلة التحكم الخارجية 5 فى المسار B→A (لوصول ضغط للوصلة)، ثم عبر المسار A→T فى الصمام 6، فتتقدم الأسطوانة بسرعة منتظمة يمكن التحكم فيها بضبط صمام تنظيم التدفق المزدوج 2.

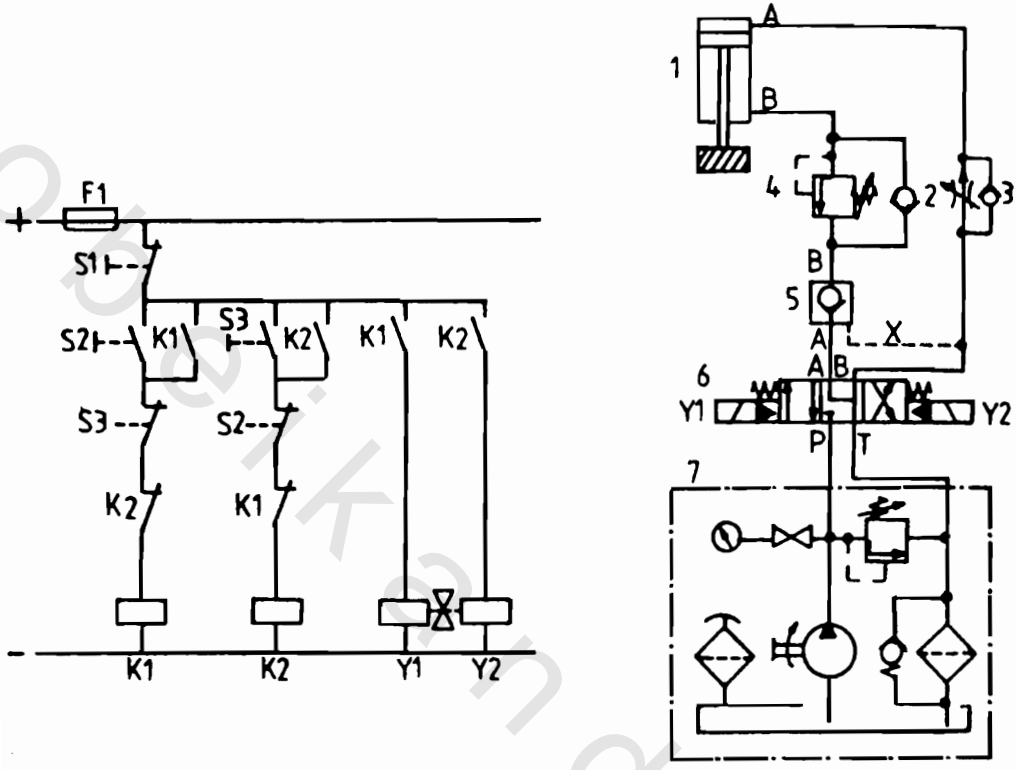
ملاحظات:

١- صمام تنظيم التدفق المزدوج لا يقوم بتنظيم تدفق الزيت الهيدروليكى إلا عند المرور فى اتجاه السهم فقط.

٢- يقوم صمام التدفق المزدوج 2 بتنظيم تدفق الزيت الداخل، بينما يقوم صمام معاكسة الوزن 4 برفع الضغط أمام مكبس الأسطوانة، وبالتالى يصبح مكبس الأسطوانة ممسوكًا هيدروليكيًا، فيتحرك بسرعة منتظمة خالية من الانزلاق الناتج عن الوزن الخارجى.

٣- صمام معاكسة الوزن 4 له وظيفتان الأولى منع التقدم الجبرى للأسطوانة عند السكون تحت تأثير الوزن الخارجى. والثانية منع الانزلاق الذى يمكن أن يحدث أثناء الحركة بفعل الوزن الخارجى.

٤- الصمام اللارجعى ذو وصلة التحكم الخارجية 5 يمنع التقدم الجبرى للأسطوانة عند السكون مهما تغيرت قيمة الوزن الخارجى.

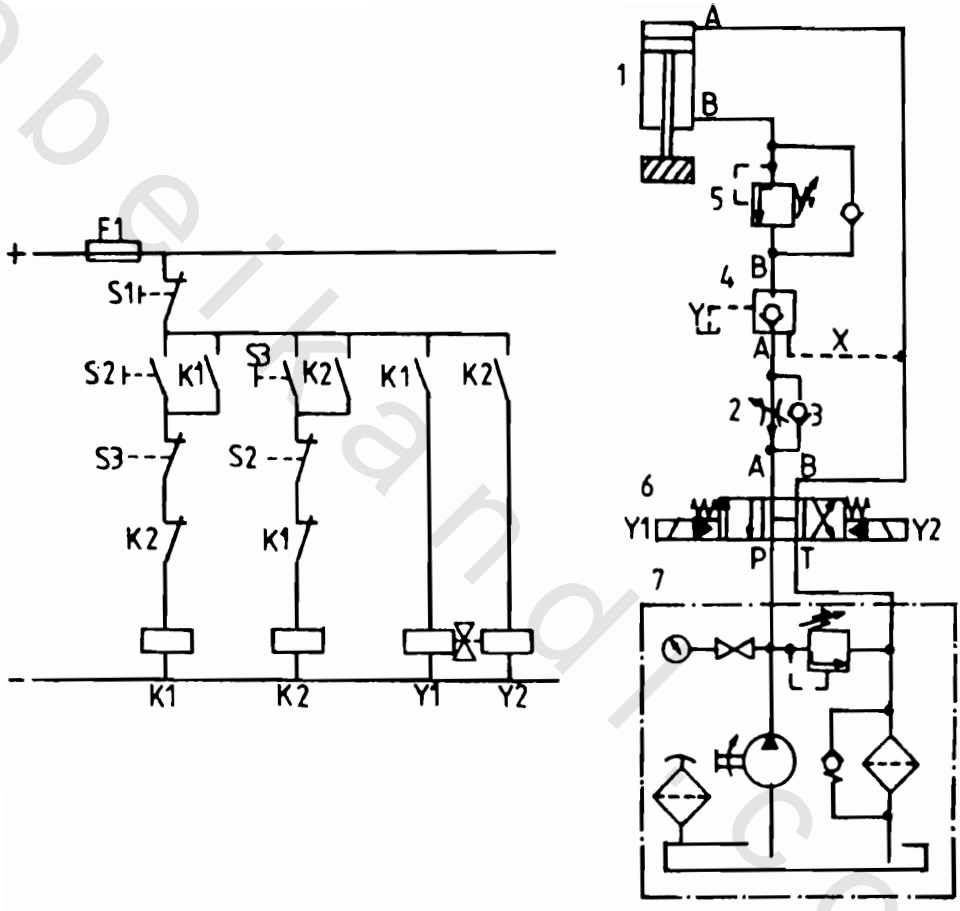


شكل (٤-٢٩)

٤ / ٦ / ٢ - تنظيم تدفق الزيت الراجع:

عادة تستخدم هذه الطريقة فى التحكم فى سرعة الأسطوانات المستخدمة فى آلات الورش مثل: المثاقيب والمخارط والفرايز والمقاشط.. إلخ للحصول على تشطيب جيد، أى الحصول على أسطح ناعمة للشغلات.

والشكل (٤-٣٠) يعرض دائرة هيدروليكية لتنظيم حركة أسطوانة ثنائية الفعل، مستخدماً صمام تنظيم تدفق مزدوج لتنظيم تدفق الزيت الراجع.


+
F1
S1
S2
K1
S3
K2
K1
K2
S3
S2
K2
K1
K1
K2
Y1
Y2
A
1
B
5
4
B
Y1
A
X
2
3
A
B
6
Y1
Y2
P
T
7

شکل (٤ – ٣٠)

ملاحظات :

١ – صمام معاكسة الوزن 5 يمنع التقدم الجبرى للأسطوانة عند السكون .

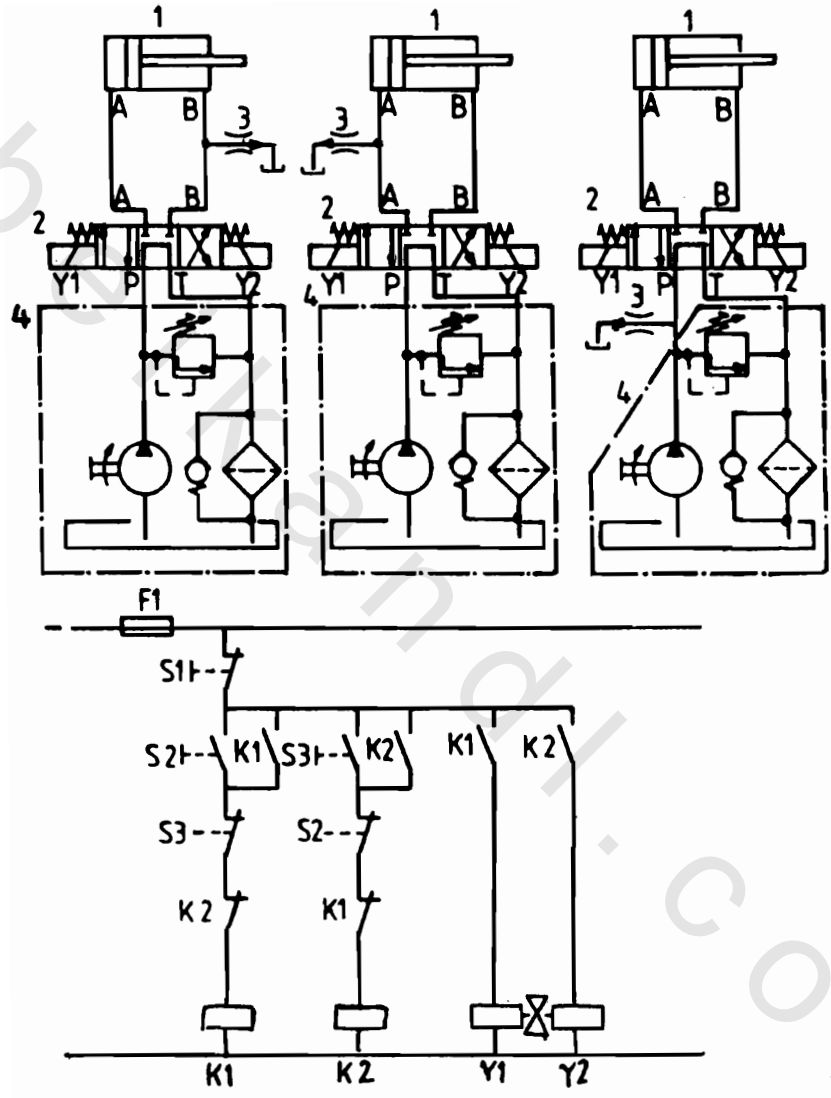
٢ – الصمام اللارجعى ذو وصلة التحكم الخارجية ووصلة التصريف الخارجية 4 يمنع أيضا التقدم الجبرى للأسطوانة . والسبب فى اختيار هذا النوع هو وجود ضغط عند الفتحة A للصمام بصفة مستديمة نتيجة لوجود صمام تنظيم التدفق المزدوج 2 .

٣ – يمكن فى هذه الدائرة الاستغناء عن صمام معاكسة الوزن 5، أو الصمام اللارجعى ذو وصلة التحكم الخارجية ووصلة التصريف الخارجية 4 لأن وظيفتهما واحدة فى هذه الدائرة وهو منع التقدم الجبرى عند السكون .

٤ – طريقة تشغيل دائرة التحكم لا تختلف عن طريقة تشغيل دائرة التحكم فى الطريقة السابقة .

٤ / ٦ / ٣ – تنظيم تدفق الزيت المستنزف :

تستخدم هذه الطريقة للتحكم فى الأسطوانات التى تعمل بمعدل تدفق كبير يزيد عن 4L/min كما هو الحال فى المقاشط، ودقة هذه الطريقة تعتمد على معدل التدفق، فكلما زاد معدل التدفق ازدادت الدقة، وعلى كل حال، فإن هذه الطريقة غير منتشرة بنفس انتشار الطريقتين السابقتين . وفى الشكل (٤ – ٣١) ثلاث دوائر هيدروليكية ودائرة تحكم كهربية واحدة أما الدائرة الهيدروليكية الأولى فتقوم بتنظيم سرعة أسطوانة فى اتجاهى الذهاب و العودة بتنظيم تدفق الزيت المستنزف من المصدر مستخدما صمام تنظيم التدفق المزدوج 3 (الشكل أ)، والثانية لتنظيم سرعة أسطوانة فى اتجاه الذهاب بتنظيم تدفق الزيت المستنزف من خط الضغط AA (الشكل ب) والثالثة لتنظيم سرعة أسطوانة فى اتجاه العودة بتنظيم تدفق الزيت المستنزف من خط الضغط BB (الشكل جـ)، علما بأن دائرة التحكم الكهربية المبينة يصلح استخدامها لأى دائرة هيدروليكية من الدوائر الثلاثة .



شکل (٤ – ٣١)

٤ / ٧- طرق زيادة سرعة الأسطوانات :

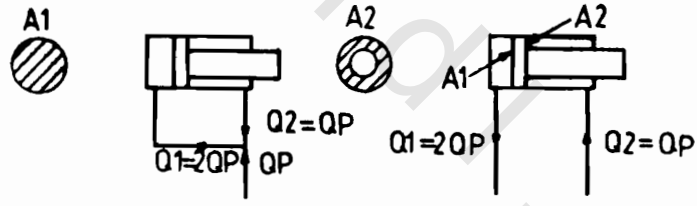
عادة فإن الحاجة للقوة العظمى والسرعة العظمى للأسطوانات لا يجتمعان معا، ففى كثير من الأحيان نحتاج لسرعة كبيرة وقوة صغيرة أو العكس، ولذلك يمكن مع ثبات القدرة الهيدروليكية الداخلة والتى تساوى حاصل ضرب القوة فى السرعة زيادة السرعة على حساب القوة أو العكس.

علما بأنه فى كثير من الأحيان تتطلب الحاجة زيادة سرعة الأسطوانة مع قوة كبيرة فى نهاية الشوط فقط كما هو الحال فى بعض المكابس الهيدروليكية.

وهناك عدة طرق لزيادة سرعة الأسطوانة ستتضح فى الفقرات التالية :

٤ / ٧ / ١- الدائرة الاسترجاعية :

الشكل (٤ – ٣٢) يبين فكرة عمل الدوائر الاسترجاعية، وهو إعادة الزيت الراجع من أمام مكبس الأسطوانة فى شوط الذهاب للدخول مرة أخرى مع الزيت القادم من المضخة إلى الأسطوانة.



شكل (٤- ٣٢)

حيث إن :

مساحة مكبس الأسطوانة	A1
المساحة الحلقية للمكبس	A2
سرعة الأسطوانة عند الذهاب	V1
سرعة الأسطوانة عند العودة	V2
تدفق المضخة	QP

التدفق الداخل أو الخارج من غرفة المكبس Q1

التدفق الداخل أو الخارج من غرفة العمود Q2

وعادة تستخدم أسطوانات لها مساحة مكبس ضعف المساحة الحلقية للمكبس.

أى أن : $A1 = 2A2$

وتابعا فإن $Q1 = 2Q2$

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

$$V1 = \frac{Q1}{A1} = \frac{2Qp}{A1}$$

وعند العودة فإن

$$V2 = \frac{Q2}{A2} = \frac{Q\,p}{\frac{A1}{2}} = \frac{2Qp}{A1}$$

من 2.1 ينتج أن :

$$V1 = V2$$

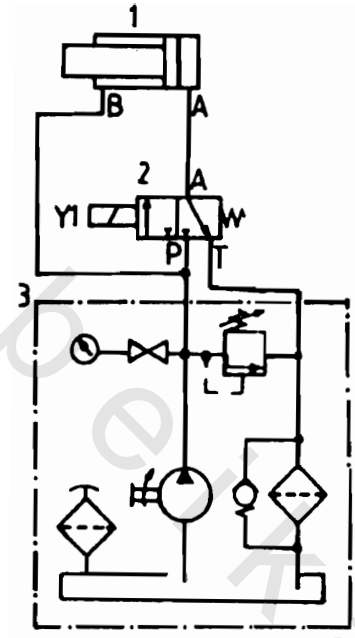
أى أن سرعة الذهاب تساوى سرعة العودة فى الدائرة الاسترجاعية، وبالطبع طالما أن سرعة الذهاب تزداد للضعف مقارنة بالوضع الطبيعى، فإن قوة الدفع فى الذهاب ستقل للنصف مقارنة بالوضع الطبيعى أيضا، وذلك لأن القدرة الهيدروليكية التى تدخل الأسطوانة ثابتة.

وفى الشكل (٤ – ٣٣) دائرة هيدروليكية بسيطة لزيادة سرعة أسطوانة ثنائية الفعل فى شوط الذهاب إلى الضعف مستخدما الطريقة الاسترجاعية وكذلك دائرة التحكم الكهربية.

نظرية التشغيل :

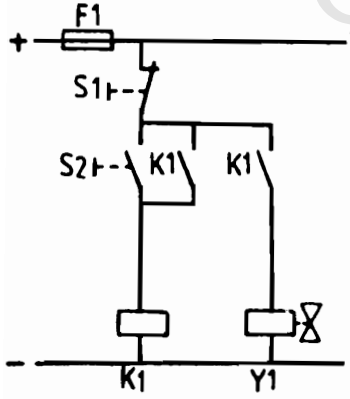
عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1 ، وتباعا يعمل Y1 ، فيتغيروضع

obeikandl.com



التشغيل للصمام 2 من الوضع الابتدائى إلى الوضع الثانوى، فيتدفق الزيت القادم من وحدة القدرة وكذلك الزيت الراجع من الأسطوانة من الفتحة B مرورا بالمسار P ← A للصمام 2 ووصولا للفتحة A للأسطوانة 2 فتتضاعف سرعة الأسطوانة فى شوط الذهاب.

وعند الضغط على الضاغط S1 ينقطع التيار الكهربى عن بوبينة K1 ، وتباعا عن Y1 ، فيعود الصمام 2 لوضع التشغيل الابتدائى (الأيمن) له، فيمر الزيت الهيدروليكى من وحدة القدرة مباشرة إلى الفتحة B، بينما يعود الزيت الراجع من الأسطوانة من الفتحة A مرورا بالمسار A ← T ثم للخزان فتتراجع الأسطوانة 1 بالسرعة المعتادة.



شكل (٤- ٣٣)

وفى الشكل (٤ - ٣٤) دائرة استرجاعية بملاشاة أتوماتيكية للاسترجاع فى نهاية شوط الذهاب، وكذلك دائرة التحكم الكهربية لها.

نظرية التشغيل:

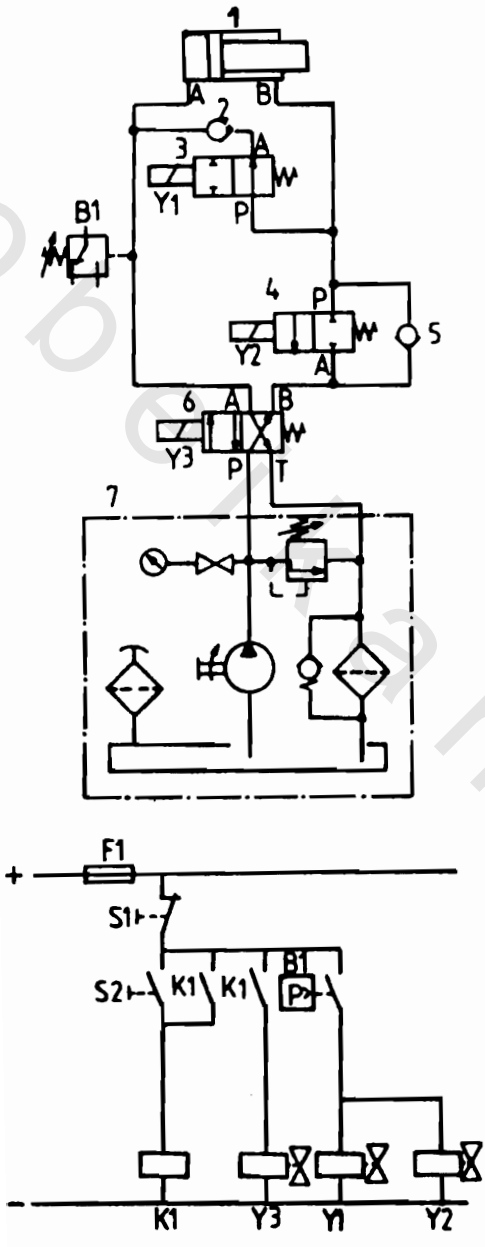
عند الضغط على الضاغط S2 يعمل k1 ، وتباعا Y3 ، فيتغير وضع التشغيل للصمام 6 من الوضع الابتدائى إلى الوضع الثانوى (الأيسر)، فيمر الزيت الهيدروليكى عبر المسار P ← A وصولا للفتحة A للأسطوانة، بينما يعود الزيت الراجع من الأسطوانة من الفتحة B مرورا بالمسار A ← P للصمام الاتجاهى 3 ثم يمر عبر الصمام اللارجعى 2 ليصل للفتحة A للأسطوانة 1، وبذلك نحصل على دورة استرجاعية فى الذهاب مما يضاعف من سرعة الأسطوانة، وعند وصول الأسطوانة لنهاية شوط الذهاب يزداد الضغط عند مدخل الأسطوانة A فيعمل مفتاح الضغط SQ1 على غلق ريشته المفتوحة فيعمل كل من Y2 , Y1 ، وبالتالى يتغير

وضع التشغيل لكلا الصمامين الاتجاهيين 3,4 للوضع الثانوى الأيسر، وبذلك تتلاشى الدورةالاسترجاعية ويعود الزيت الراجع من الأسطوانة عبر المسار P → A للصمام 4 ثم مرورا بالمسار B → T للصمام6 وصولاً للخزان.

وبهذه الطريقة تزداد قوة دفع الأسطوانة للضعف فى نهاية شوط الذهاب.

٤ / ٧ / ٢-دائرة الضغط العالى والمنخفض:

فى الشكل (٤ – ٣٥) دائرة بضغط عالٍ ومنخفض، وتستخدم هذه الدائرة وحدة قدرة هيدروليكية تحتوى على مضختين المضخة 6 بضغط عال HP وحجم صغير LV ، والمضخة 7 بضغط منخفض LP وحجم عال HV وترتبط المضختان معا ميكانيكيا مع المحرك الكهربى.

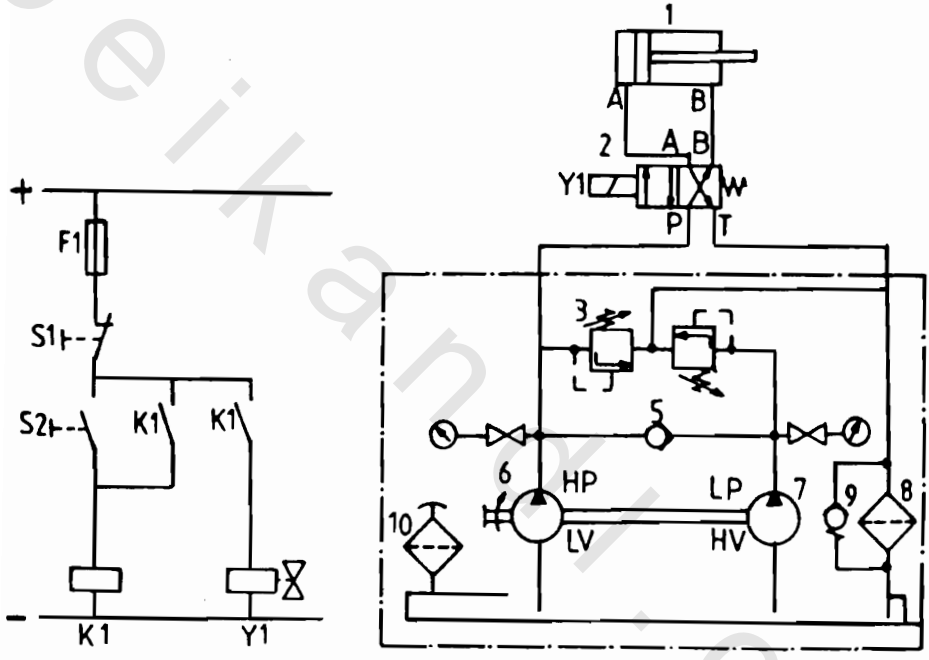


شكل (٤– ٣٤)

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1، وتباعًا يعمل Y1 ، فيتغير وضع التشغيل للصمام 2 فيمر تدفق المضختين عبر المسار P → A للصمام 2 وصولاً للفتحة A للأسطوانة 1، بينما يعود الزيت الراجع من الفتحة B للأسطوانة 1

عبر المسار B → T للصمام 2 فتتقدم الأسطوانة 1 بسرعة كبيرة نتيجة لزيادة معدل تدفق الزيت للأسطوانة. وعند وصول الأسطوانة لنهاية شوط الذهاب يزداد الضغط عند مدخل الأسطوانة A، فيعمل الصمام 4 على تصريف خرج المضخة 7 للخزان، ويقوم الصمام 5 بغلق مخرج المضخة 7 من ناحية الحمل، أما مخرج المضخة 6 فيصل للمدخل A للأسطوانة فيزداد بذلك الضغط خلف المكبس إلى أن يصل إلى الضغط المعاير عليه صمام التصريف المباشر 3، وبالتالى نحصل على قوة دفع كبيرة جداً فى نهاية شوط الذهاب.



شكل (٤- ٣٥)

وعند الضغط على الضاغط S1 ينقطع التيار الكهربى عن K1 ، وتباعًا عن Y1، ويعود الصمام 2 لوضع التشغيل الابتدائى له، فيمر خرج المضختين عبر المسار P → B للصمام 2 وصولاً للفتحة B للأسطوانة، ويعود الزيت الراجع من الأسطوانة من الفتحة A عبر المسار A → T ، فتتراجع الأسطوانة بسرعة عالية نتيجة لزيادة معدل التدفق، ولكن بمجرد وصول الأسطوانة لنهاية شوط العودة يزداد الضغط عند مدخل الأسطوانة B فيعمل الصمام 4 على تصريف خرج المضخة 7 للخزان،ويقوم الصمام 5

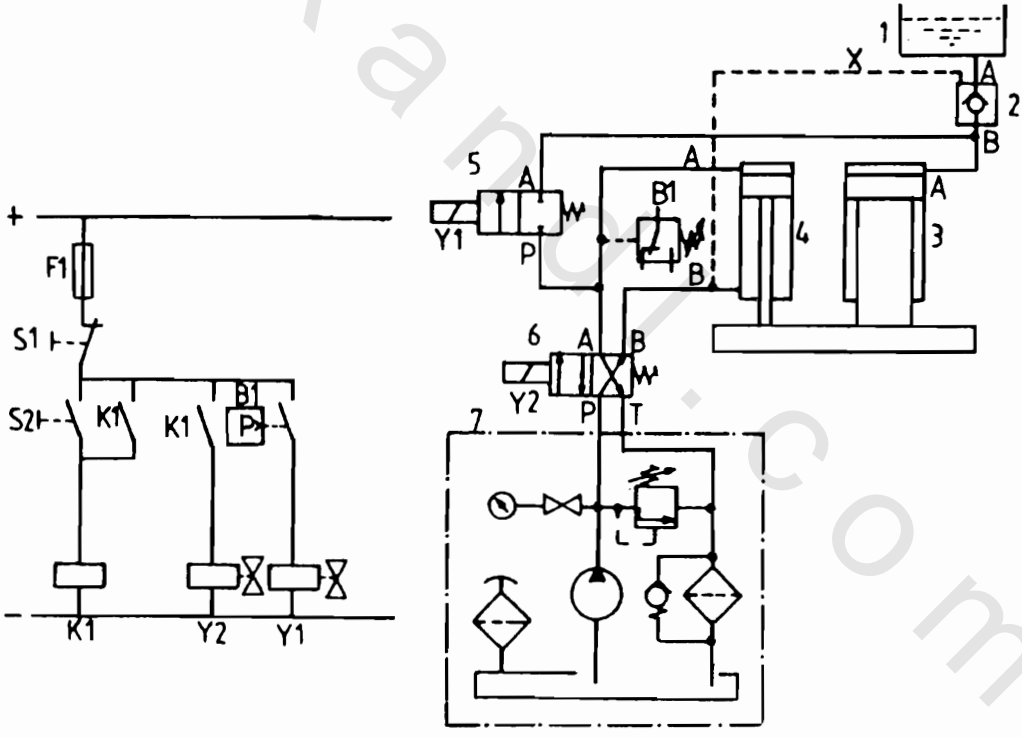
بغلق مخرج المضخة 7 من ناحية الحمل. أما خرج المضخة 6 فيصل للمدخل B للأسطوانة، فيزداد بذلك الضغط أمام المكبس إلى أن يصل إلى الضغط المعاير عليه صمام التصريف المباشر 3، وبالتالى نحصل على قوة دفع كبيرة فى نهاية شوط العودة.

ملاحظة :

الضغط المعاير عليه صمام تصريف الضغط 4 أقل من الضغط المعاير عليه صمام تصريف الضغط 3.

٤ / ٧ / ٣ - دائرة الملء المسبق للضغط :

الشكل (٤ – ٣٦) يعرض دائرة ملء مسبق وكذلك دائرة التحكم الكهربية لها.



شكل (٤– ٣٦)

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1 ، وتباعًا يعمل Y2، فيتغير وضع الصمام 6 للوضع الثانوى له فتتقدم الأسطوانة 4 وتجذب معها الأسطوانة 3 المثبتة معها ميكانيكيا، ويحدث تفريغ خلف مكبس الأسطوانة 3، فيندفع الزيت الهيدروليكى من الخزان 1 مروراً بالصمام اللارجعى 2 إلى الأسطوانة 3 عند وصول الأسطوانة لنهاية شوط الذهاب يزداد الضغط خلف مكبسها، فيعمل مفتاح الضغط B1 على غلق ريشته المفتوحة فيعمل Y1 ويتغير وضع التشغيل للصمام 5 للوضع الثانوى، فيمر تدفق المضخة إلى الفتحة A للأسطوانة 3 فيزداد الضغط خلفها وصولاً للقيمة المعاير عليها صمام تصريف وحدة القدرة الهيدروليكية.

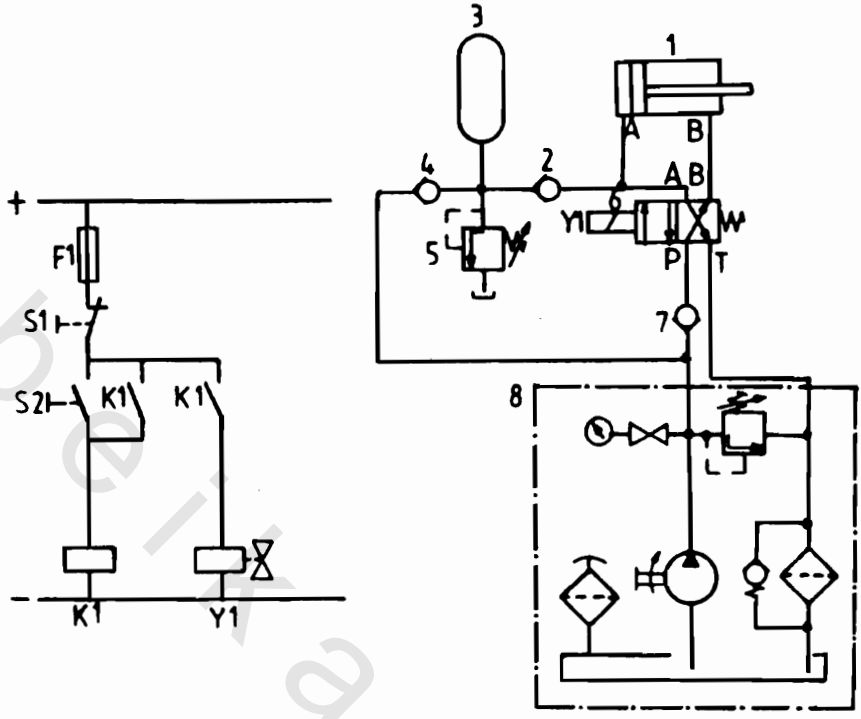
وعند الضغط على الضاغط S1 ينقطع التيار الكهربى عن K1 ، وتباعًا عن Y2، فيعود الصمام 6 لوضعه الابتدائى فتتراجع الأسطوانة 4 للخلف دافعة معها الأسطوانة 3، فيندفع الزيت الهيدروليكى من خلف مكبس الأسطوانة 3 عبر الصمام اللارجعى ذى إشارة التحكم 2 فى الاتجاه. (نتيجة لوصول إشارة ضغط للفتحة X من الفتحة B للصمام 6) إلى الخزان 1 فتتراجع الأسطوانتان بالسرعة الطبيعية.

٤ / ٧ / ٤ - دائرة المؤازرة بالمركم:

الشكل (٤ - ٣٧) يعرض دائرة مؤازرة بمركم هيدروليكى، وكذلك دائرة التحكم الكهربية

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1 ، وتباعًا يعمل Y1، فيتغير وضع التشغيل للصمام 6 للوضع الأيسر، فيمر كل من تدفق وحدة القدرة 8 والمركم الهيدروليكى 3 إلى الأسطوانة 1، فتتقدم الأسطوانة بسرعة عالية (نتيجة لزيادة معدل تدفق الزيت الهيدروليكى)، وعند وصول الأسطوانة لنهاية شوط الذهاب تعمل وحدة القدرة على رفع الضغط خلف مكبس الأسطوانة للحصول على القوة المطلوبة، وكذلك يشحن المركم فى نفس الوقت، وعند الضغط على S1 ينقطع التيار الكهربى عن K1، وتباعًا عن Y1، فتعود الأسطوانة 1 بالسرعة المعتادة نتيجة لتدفق الزيت المضغوط من وحدة القدرة 8 إلى الفتحة B للأسطوانة 1.



شكل (٤– ٣٧)

ملاحظات :

١ – عادة يعاير صمام تصريف الضغط للمركم 5 عند ضغط أقل من الضغط المعاير عليه صمام تصريف الضغط لوحدة القدرة الهيدروليكية.

٢ – يقوم الصمام اللارجعى 7 بمنع رجوع الزيت من المركم إلى وحدة القدرة فى شوط الذهاب.

٤ / ٨ – طرق تزامن الأسطوانات :

تتطلب الحاجة فى كثير من العمليات الصناعية والمعدات الهيدروليكية حركة أسطوانتين أو أكثر حركة تزامنية على سبيل المثال : روافع السيارات ذات الأسطوانتين أو الأربع الأسطوانات – والمقصود بالحركة التزامنية هى تساوى سرعة الأسطوانات مع الاتفاق فى لحظة بدء الحركة ولحظة الوقوف مهما اختلف أحمال كل أسطوانة.

ويوجد عدة طرق مستخدمة لتحقيق ذلك وهى كما يلى :

١ – التزامن بتوصيل الأسطوانات على التوازى مع الربط الميكانيكى بينهم .

٢ – التزامن بتوصيل الأسطوانات 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 .

٤ / ٨ / ١ – التزامن بتوصيل الأسطوانات على التوازى :

الشكل (٤ – ٣٨) يعرض دائرة هيدروليكية لعمل تزامن بين الأسطوانتين 1,2 ، وذلك بتوصيلهما على التوازى مع عمل ربط ميكانيكى بين الأسطوانتين، حيث يشكل ذراعا الأسطوانتين على شكل جريدتين مسننتين، وتربط الجريدتان معًا بترسين صغيرين، وتستخدم هذه الطريقة فى الأسطوانات المتجاورة والتى تتحرك فى نفس الاتجاه والتى لها نفس الحجم . وفى نفس الشكل دائرة التحكم الكهربية .

التعريف بضواغط التشغيل :

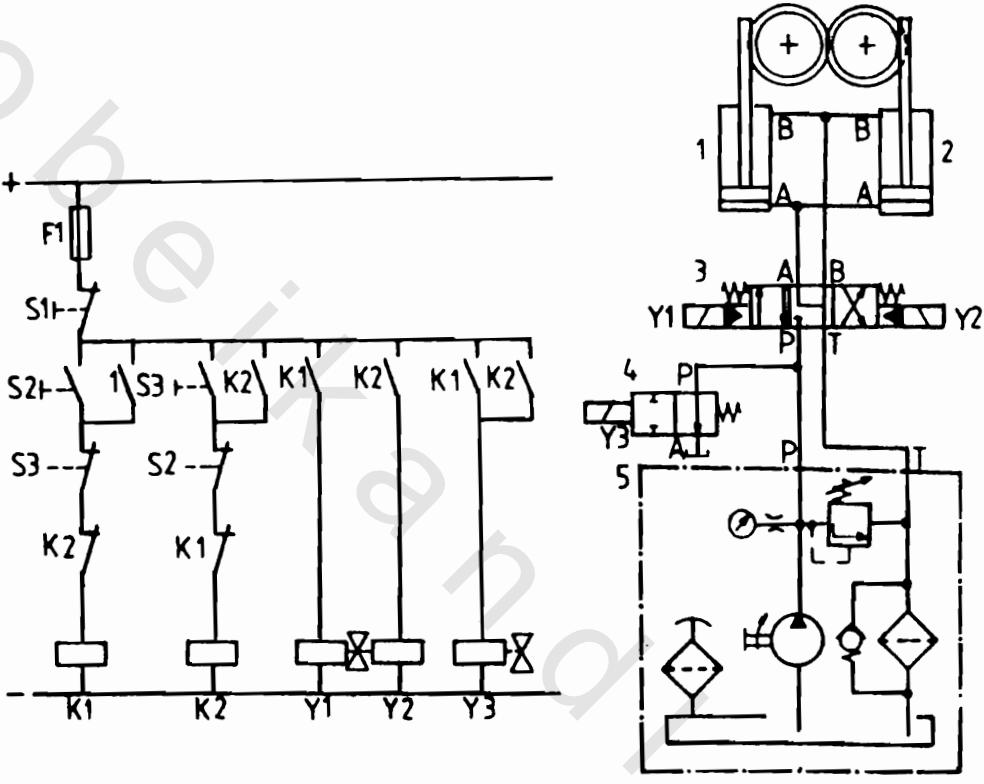
ضاغط إيقاف الأسطوانة	S1
ضاغط الذهاب	S2
ضاغط العودة	S3

ملاحظة :

الصمام الاتجاهى 2/2 رقم 4 يسمى صمام منع تحميل وحدة القدرة الهيدروليكية، حيث يقوم هذا الصمام بإمرار خرج وحدة القدرة كليًا للخزان فى وقت الراحة، ولكن أثناء تقدم أو تراجع الأسطوانات يتغير وضع التشغيل لهذا

obeikandl.com

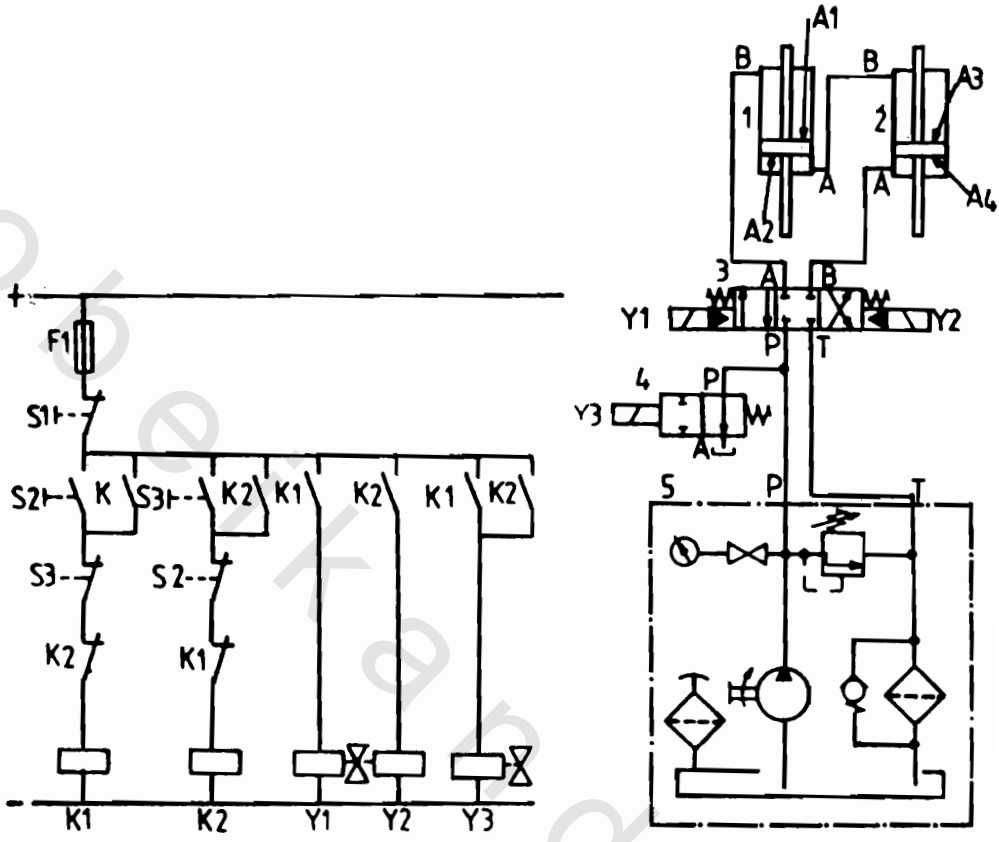
الصمام ليسمح بوصول خرج وحدة القدرة للمستخدم (للأسطوانتين 1,2) وعادة يستخدم صمام اللاتحميل مع الصمامات الاتجاهية 4/3 ، والتى لها وضع مركزى به فتحة مصدر (P) مغلقة.



شكل (٤- ٣٨)

٤ / ٨ / ٢ - التزامن بتوصيل الأسطوانات على التوالى:

الشكل (٤ - ٣٩) يعرض دائرة هيدروليكية لعمل تزامن للأسطوانتين 1,2 بتوصيلهما على التوالى، ويشترط لتحقيق شروط التزامن عدم حدوث تسرب للزيت الهيدروليكى المتدفق من الأسطوانة 1 إلى الأسطوانة 2 عبر الوصلة BA ، ويشترط أيضًا تساوى المساحات A2, A3 ، ولذلك يفضل استخدام هذه الطريقة مع الأسطوانات ذات الذراعين والمتساوية فى الحجم، وفى الشكل نفسه دائرة التحكم الكهربية.



شكل (٤- ٣٩)

ملاحظـة:

الصمام الاتجاهى 2/2 رقم 4 يسمى بصمام منع التحميل، ويقوم بإعادة خرج وحدة القدرة الهيدروليكية أثناء وقت الراحة.

التعريف بضواغط التشغيل :

ضاغط إيقاف الأسطوانتين	S1
ضاغط الذهاب	S2
ضاغط العودة	S3

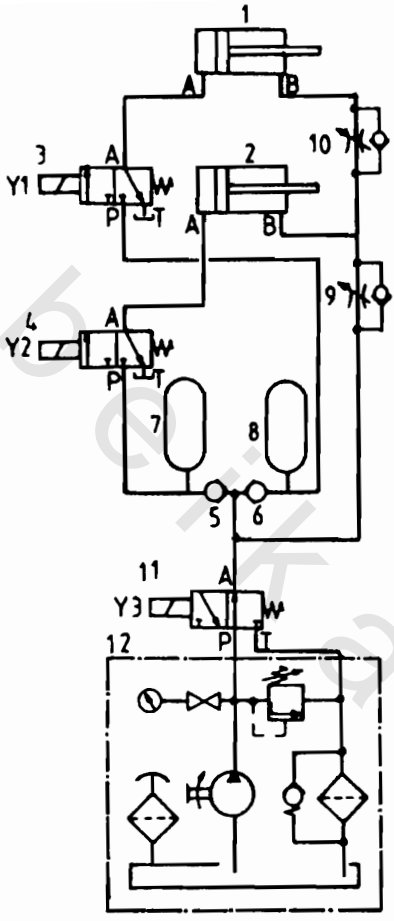
٤ / ٨ / ٣ - التزامن باستخدام المراكم المتزامنة :

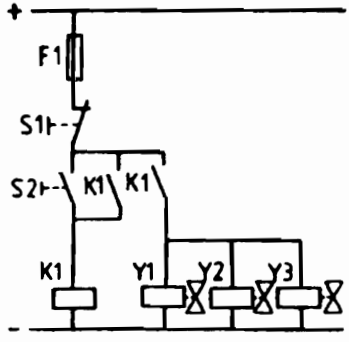
فى الشكل (٤ - ٤٠) دائرة هيدروليكية بسيطة لعمل تزامن بين الأسطوانتين 1,2 فى شوط الذهاب فقط، وذلك باستخدام مراكم متماثلة وفى الشكل نفسه دائرة التحكم الكهربية.

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1، وتباعًا يعمل كل من Y1, Y2, Y3 فيمر السائل الهيدروليكى القادم من المركمين 7,8 عبر المسار P → A فى كل من الصمام 3,4، فيحدث تزامن بين الأسطوانتين فى شوط الذهاب ويمكن ضبط عملية التزامن بالاستعانة بالصمامات الخانقة اللارجعية القابلة للمعايرة 9,10 والتى تخنق تدفق الزيت الراجع.

أما عند الضغط على الضاغط S1 ينقطع التيار الكهربى عن K1، وتباعًا عن كل من Y1, Y2, Y3 ، فتتراجع الأسطوانتان معًا نتيجة لتدفق السائل الهيدروليكى من وحدة القدرة عبر المسار P → A للصمام 11 ثم مروراً بالصمام اللارجعى لكلا الصمامين 9,10 وصولاً للأسطوانتين 1,2، بينما يعود الزيت الراجع إلى الخزان مباشرة، وفى نفس الوقت يشحن المركمان وصولاً للضغط المعاير عليه وحدة القدرة الهيدروليكية.





شكل (٤- ٤٠)

ملاحظة :

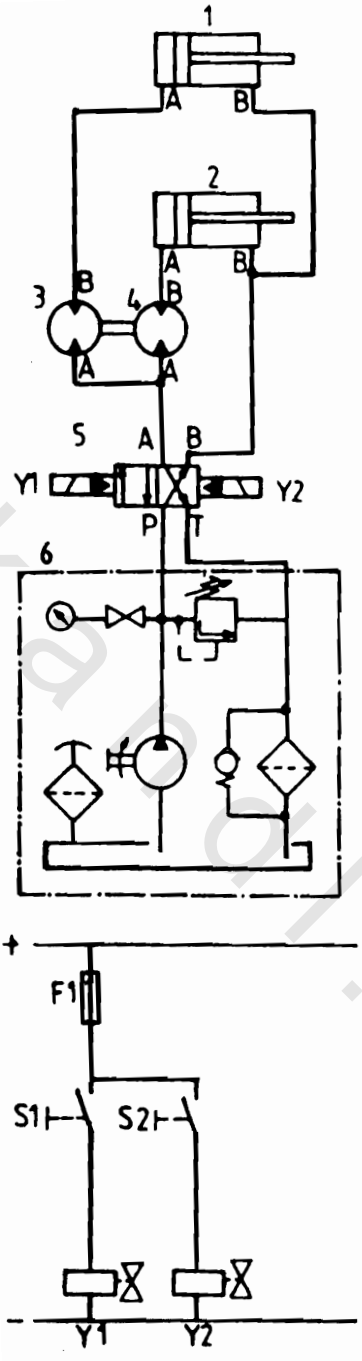
يحدث تزامن بين الأسطوانتين باستخدام المراكم المتزامنة وذلك نتيجة لتساوى أحجام المراكم، وكذلك تساوى ضغوطها، ولذلك فإن ضغط وحجم السائل الهيدروليكى الخارج منها سيكون ثابتًا.

٤ / ٨ / ٤ - التزامن باستخدام المحركات الهيدروليكية :

الشكل (٤ - ٤١) يعرض دائرة هيدروليكية لعمل تزامن بين الأسطوانتين 2 , 1 باستخدام محركين هيدروليكيين متماثلين فى الحجم 4 , 3 ، ومرتبطين معًا ميكانيكيًا، ولذلك فإن ضغط وحجم السائل الهيدروليكى الخارج من المحركين سيكون ثابتًا، وبالتالى تتحقق الشروط اللازمة لحدوث التزامن وهو تساوى الحجم المتدفق لكلا الأسطوانتين، وكذلك ضغط التشغيل لهما، وفى نفس الشكل دائرة التحكم الكهربية.

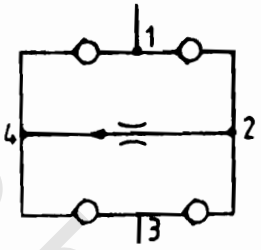
نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S1 تصل نبضة كهربية للملف Y1، فيتغير وضع التشغيل للصمام 5 للوضع الأيسر، فيمر الزيت الهيدروليكى المضغوط من وحدة القدرة الهيدروليكية عبر المسار P → A للصمام 5، ثم يقسم تدفق وحدة القدرة بالتساوى على المحركين 4 , 3 نتيجة لارتباطهما ميكانيكيًا معًا، وبالتالى يصبح الضغط عند مخرج المحركين 4 , 3 متساويًا فيحدث تزامن بين الأسطوانتين 2 , 1 فى شوط الذهاب، ويعود الزيت الراجع من الأسطوانتين عبر المسار B → T للصمام 5 وصولاً للخزان. وعند الضغط على الضاغط S2 تصل نبضة كهربية للملف Y2، فيتغير وضع التشغيل للصمام 5 للوضع الأيمن، فيمر الزيت الهيدروليكى من وحدة القدرة عبر المسار P → B للصمام 5 وصولاً للأسطوانتين 2 , 1 ، بينما يعود الزيت الراجع من الأسطوانتين عبر المحركين، وكذلك فرق الضغط بين مدخل ومخرج كل محرك) ويمر الزيت الراجع بعد ذلك عبر المسار A → T للصمام 5 وصولاً للخزان، فيحدث تزامن فى شوط العودة للأسطوانتين.



شکل (٤-٤١)

٤ / ٨ / ٥- التزامن باستخدام قناطر التوحيد :



شكل (٤ - ٤٢)

فى البداية سنلقى الضوء على قناطر التوحيد الهيدروليكية المستخدمة فى أغراض التزامن، وتتكون دائرة التوحيد من أربعة صمامات لارجعية وصمام تنظيم تدفق مزدوج بتعويض للضغط وتوصل هذه العناصر بالطريقة الموضحة بالشكل (٤ - ٤٢).

نظرية عمل قنطرة التوحيد الهيدروليكية :

عند دخول الزيت المضغوط للمدخل 1، يمر فى المسار 2 ← 1 ، ثم 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، مروراً بصمام تنظيم التدفق المزدوج ثم المسار 1← 4 ليخرج من الفتحة 1.

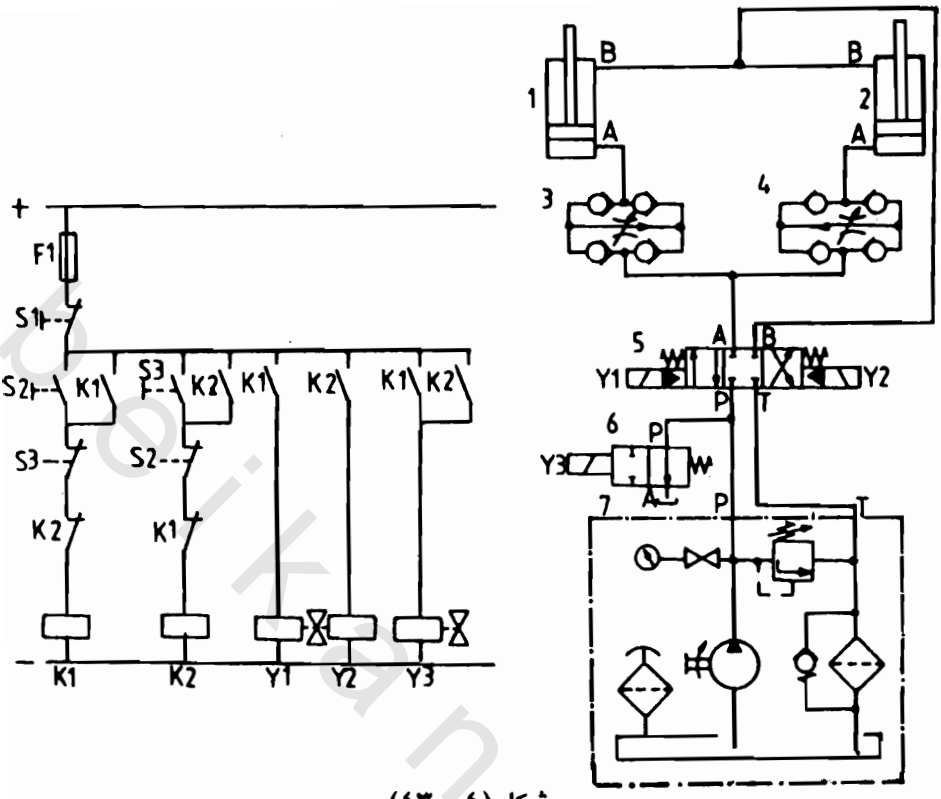
ويلاحظ أنه بغض النظر عن اتجاه تدفق الزيت الهيدروليكى فإنه لابد أن يمر فى صمام تنظيم التدفق المزدوج فى الاتجاه 4 ← 2 ، وهو اتجاه عمل الصمام.

وفى الشكل (٤ - ٤٣) دائرة هيدروليكية لعمل تزامن فى شوطى الذهاب والعودة للأسطوانتين 2 , 1 ، مستخدمًا قنطرتى التوحيد 4 , 3 ، وفى نفس الشكل دائرة التحكم الكهربية.

وتقوم دائرتا التوحيد 4 , 3 بتنظيم تدفق الزيت الهيدروليكى الداخل عند تقدم الأسطوانتين، وكذلك بتنظيم تدفق الزيت الهيدروليكى الراجع عند تراجع الأسطوانتين، وبذلك يحدث تزامن فى شوطى الذهاب والعودة.

التعريف بضواغط التشغيل :

ضاغط إيقاف الأسطوانتين	S1
ضاغط الذهاب للأسطوانتين	S2
ضاغط العودة للأسطوانتين	S3



شكل (٤ – ٤٣)

ملاحظة :

الصمام 6 هو صمام منع تحميل المضخة وقت الراحة، حيث يسمح بإعادة تدفق المضخة كليًا أثناء توقف الأسطوانات للخزان.

٤ / ٨ / ٦ – التزامن باستخدام صمامات تقسيم التدفق:

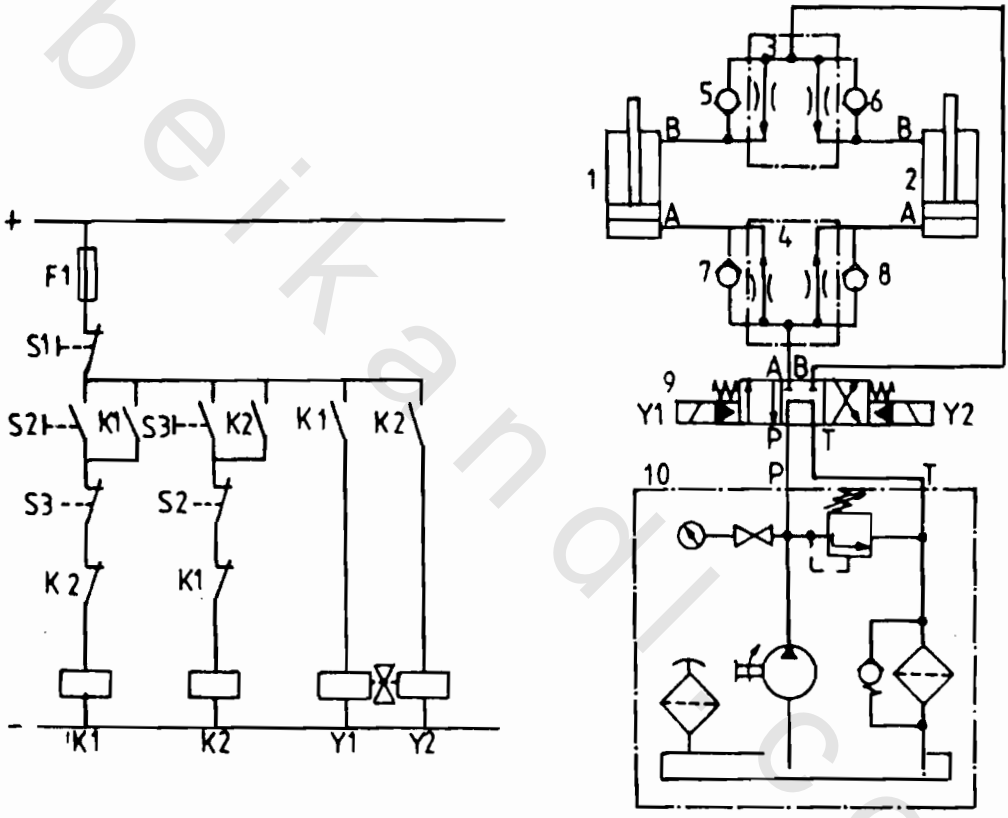
الشكل (٤ – ٤٤) يعرض دائرة هيدروليكية لعمل تزامن بين الأسطوانتين 2 , 1 فى شوطى الذهاب والعودة، مستخدمًا صمامى تقسيم التدفق 4 , 3 ، حيث يقوم صمام تقسيم التدفق بتقسيم التدفق بين مستخدمين بالتساوى بغض النظر عن أحمال كل مستخدم، وفى الشكل نفسه دائرة التحكم الكهربية.

فكرة عن عمل الدائرة :

أثناء شوط الذهاب للأسطوانتين 2 , 1 يقوم صمام تقسيم التدفق 4 بتقسيم

تدفق وحدة القدرة تقسيمًا متساويًا على الأسطوانتين، ويقوم الصمامان اللارجعيان 5 , 6 بعمل مسار بديل لصمام تقسيم التدفق 3.

وعند شوط العودة يقوم صمام تقسيم التدفق بتقسيم تدفق وحدة القدرة تقسيمًا متساويًا على الأسطوانتين 2, 1 ، ويقوم الصمامان اللارجعيان 8 , 7 بعمل مسار بديل لصمام تقسيم التدفق 4 فى هذا الشوط.



شكل (٤- ٤٤)

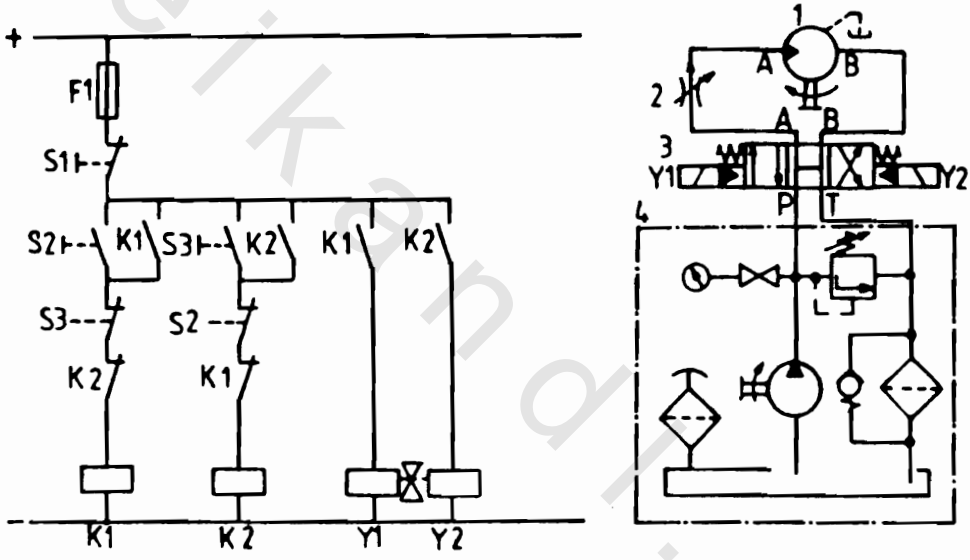
٤ / ٩ - التحكم فى المحركات الهيدروليكية:

تمتاز المحركات الهيدروليكية بالمدى الواسع من السرعات والعزوم الأمر الذى لا يمكن تحقيقه بسهولة بالمحركات الكهربية. وكذلك فإن أحجام المحركات الهيدروليكية صغيرة الحجم مقارنة بأحجام المحركات الكهربية التى لها نفس القدرة.

ولا يوجد مشكلة لو تعرضت المحركات الهيدروليكية لفرملة كاملة، وهذا بالطبع لا يوجد فى المحركات الكهربية. هذه الأسباب جعلت مصممو الآلات يفضلون استخدام المحركات الهيدروليكية فى كثير من التطبيقات. وفى الفقرات التالية سنتناول طرق التحكم فى المحركات الهيدروليكية.

٤ / ٩ / ١ - التحكم فى المحركات الهيدروليكية ذات الاتجاه الواحد:

فى الشكل (٤ - ٤٥) دائرة هيدروليكية لتنظيم سرعة محرك هيدروليكى اتجاه واحد ثابت السرعة، وكذلك دائرة التحكم الكهربية.



شكل (٤- ٤٥)

نظرية التشغيل:

أثناء فترة الراحة وتوقف المحرك الهيدروليكى 1، فإن كل خرج المضخة يعود للخزان.

وعند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1 ، وتباعًا يعمل Y1، فيتغير وضع التشغيل للصمام 3 للوضع الأيسر فيدور المحرك بسرعة منتظمة بغض النظر عن الحمل، ويمكن تغيير سرعة المحرك بتغيير معايرة صمام تنظيم التدفق المزدوج 2.

وعند الضغط على الضاغط S3 ينقطع التيار الكهربى عن K1 ، وتباعًا عن Y1، بينما يعمل K2 وتباعًا Y2، فيتغير وضع التشغيل للصمام 3 من الوضع الأيسر إلى الوضع الأيمن فيتوقف المحرك بفرملة نتيجة لانعكاس اتجاه تدفق الزيت الهيدروليكى فى المحرك. أما عند الضغط على الضاغط S1 ينقطع التيار الكهربى عن K2 ، وتباعًا عن Y2، ويدور المحرك بعزم القصور الذاتى له إلى أن يقف، **ولذلك يمكن تعريف ضواغط التشغيل على النحو التالى:**

ضاغط إيقاف المحرك بعزم القصور الذاتى	S1
ضاغط تشغيل المحرك	S2
ضاغط إيقاف المحرك بفرملة	S3

وفى الشكل (٤ – ٤٦) دائرة هيدروليكية يوصل فيها ثلاثة محركات ثابتة السرعة تعمل فى اتجاه واحد على التوالى، وكذلك دائرة التحكم الكهربية.

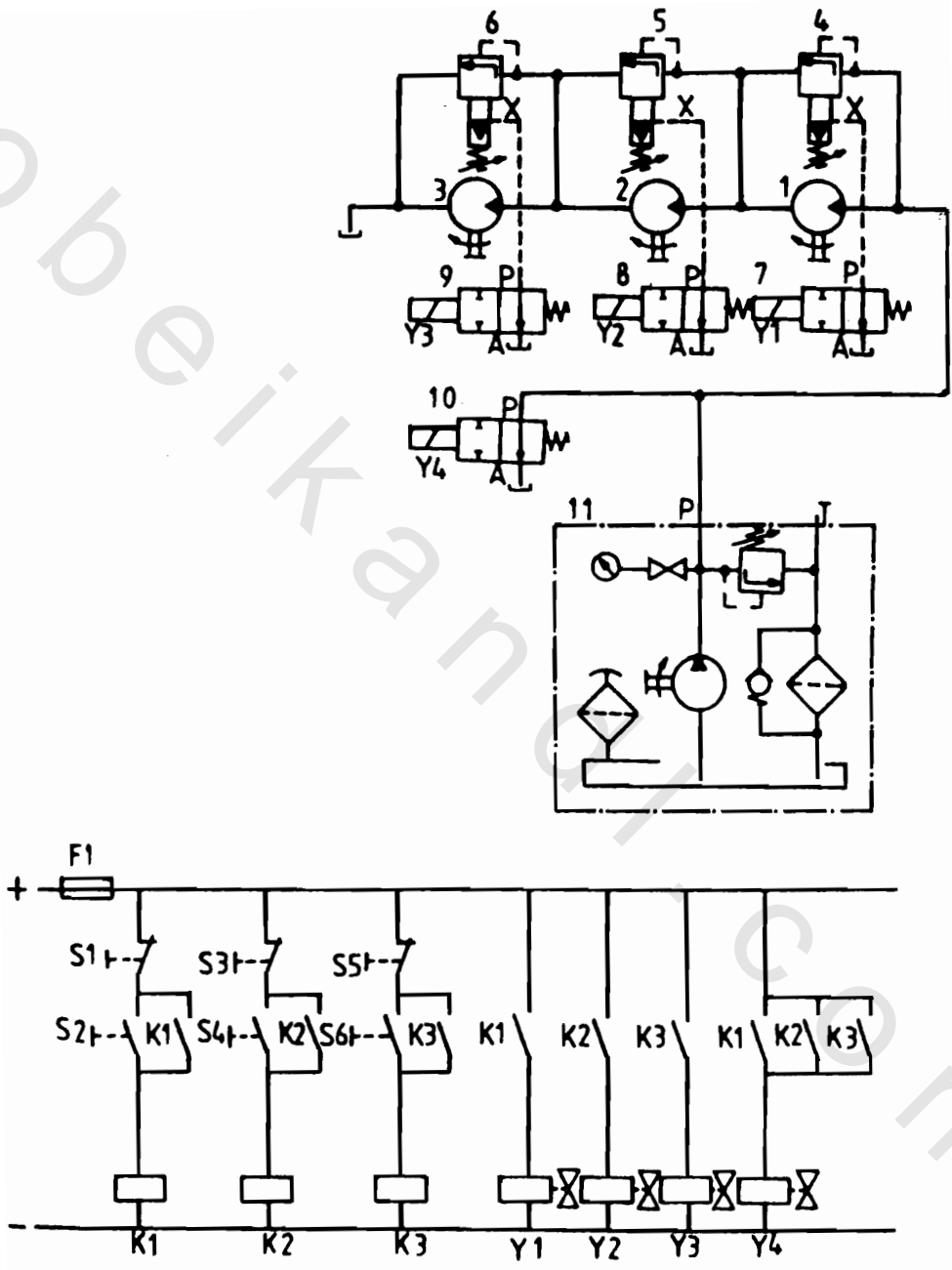
نظرية التشغيل:

فى الوضع الطبيعى تكون الصمامات التتابعية سابقة التحكم 6 , 5 , 4 فى وضع توصيل نتيجة لوصل خط التحكم لهم بالخزان من خلال الصمامات الاتجاهية , 8 , 7 9 وبذلك تتساوى ضغوط مداخل ومخارج المحركات نتيجة للمسارات البديلة الموجودة.

وبالتالى تكون المحركات متوقفة ويعود خرج المضخة كليا للخزان بواسطة صمام منع التحميل 10.

وعند الضغط على الضاغط S2 مثلا يعمل K1، وتباعًا يعمل Y4 ، Y1 ، فيتغير وضع التشغيل للصمام 7 ، وينتقل للوضع الأيسر فينقطع اتصال الوصلة X للصمام التتابعى 4 بالخزان، فيغلق الصمام التتابعى 4. وفى نفس الوقت يتغير وضع التشغيل للصمام 10 فينتقل الصمام للوضع الأيسر ليسمح بوصول خرج المضخة إلى المحركات الهيدروليكية فيدور المحرك 1.

وبنفس الطريقة يمكن إدارة المحرك 2 بالضغط على الضاغط S4، وكذلك إدارة المحرك 3 بالضغط على الضاغط S6.


6
5
4
X
X
X
3
2
1
9
P
8
P
7
P
Y3
A
Y2
A
Y1
A
10
P
Y4
A
11
P
T
F1
+
S1
S3
S5
S2
K1
S4
K2
S6
K3
K1
K2
K3
K1
K2
K3
K1
K2
K3
Y1
Y2
Y3
Y4

شكل (٤-٤٦)

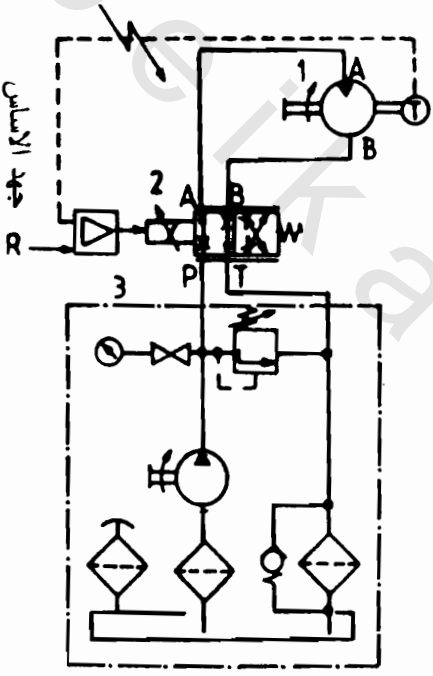
بينما يمكن إيقاف المحرك 1 بالضغط على الضاغط S1، وإيقاف المحرك 2 بالضغط على الضاغط S3 وإيقاف المحرك 3 بالضغط على الضاغط S5.

ملاحظات:

١ – يمكن إدارة محرك واحد أو أكثر من محرك فى أى لحظة.

٢ – تستخدم طريقة توصيل المحركات الهيدروليكية على التوالى فى هندسة السفن.

٣ – للصمامات التتابعية وظيفة أخرى وهى فرملة المحركات عند التوقف، وذلك لأنها تعمل مسار بديل لمرور الزيت الهيدروليكى بدلا من المرور عبر المحركات.

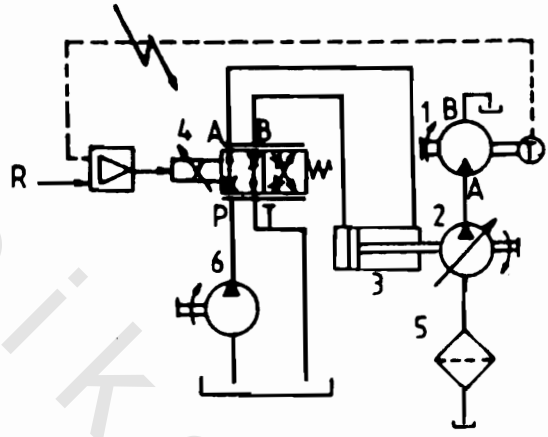


شكل (٤– ٤٧)

وفى الشكل (٤ – ٤٧) الدائرة الإلكتروهيدروليكية للتحكم فى سرعة محرك هيدروليكى وذلك بتنظيم تدفق الزيت الهيدروليكى باستخدام الصمام التناسبى 2 حيث يتم التحكم فيه بواسطة مكبر إلكترونى بمدخلين أحدهما: الجهد الأساسى وهو الجهد المقابل للسرعة المطلوبة، والثانى: هو الجهد العكسى (المرتد) والقادم من مولد تاكو مرتبط ميكانيكيا مع المحرك الهيدروليكى، ومن خواص هذا المولد أنه يحول السرعة الدورانية لجهد كهربى يتناسب خطيا مع السرعة.

وفى الشكل (٤ – ٤٨) الدائرة الإلكتروهيدروليكية للتحكم فى سرعة محرك هيدروليكى، وذلك بالتحكم فى الحجم الهندسى للمضخة المستخدمة، وهى مضخة مكبسية محورية ذات قرص مائل حيث يتم التحكم فى تدفقها بالتحكم فى زاوية ميل القرص المائل لها بواسطة أسطوانة مثبتة بالقرص المائل ويتم التحكم فى الأسطوانة بواسطة الصمام التناسبى 4، والذى يتم التحكم فيه بواسطة مكبر إلكترونى له مدخلان، **الأول** لجهد الأساس وهو الجهد المقابل للسرعة المطلوبة.

والثانى: هو الجهد العكسى والقادم من مولد تاكو مرتبط ميكانيكيا مع المحرك الهيدروليكى، ويلاحظ أنه تم تغذية الصمام التناسبى 4 بالزيت الهيدروليكى من مضخة هيدروليكية صغيرة الحجم الهندسى وثابتة الحجم 6.



شكل (٤- ٤٨)

٤ / ٩ / ٢ - التحكم فى دائرة المحركات الهيدروليكية ذات الاتجاهين:

الشكل (٤ - ٤٩) يعرض دائرة هيدروليكية لتنظيم سرعة محرك هيدروليكى يدور فى اتجاهين وكذلك دائرة التحكم الكهربية له.

التعريف بضواغط التشغيل:

ضاغط إيقاف المحرك بعزم القصور الذاتى له S1

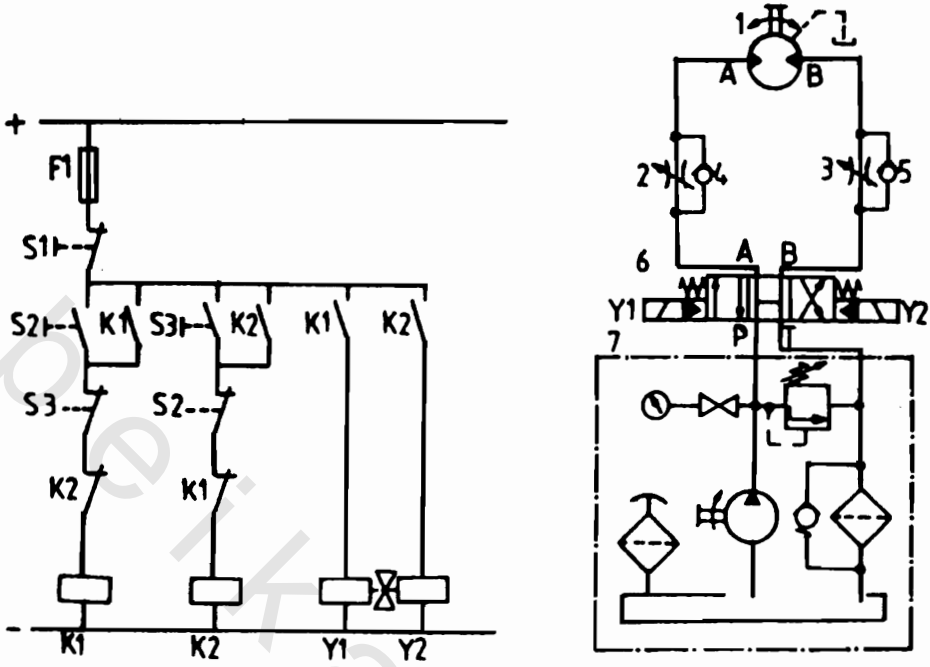
ضاغط دوران المحرك مع اتجاه عقارب الساعة S2

ضاغط دوران المحرك مع عكس اتجاه عقارب الساعة S3

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S1 يعمل K1، وتباعًا يعمل Y1، وينتقل الصمام 6 لوضع التشغيل الأيسر له، ويدور المحرك فى اتجاه عقارب الساعة، ويمكن تنظيم سرعته بواسطة صمام تنظيم التدفق المزدوج 2.

obeikandl.com



شكل (٤- ٤٩)

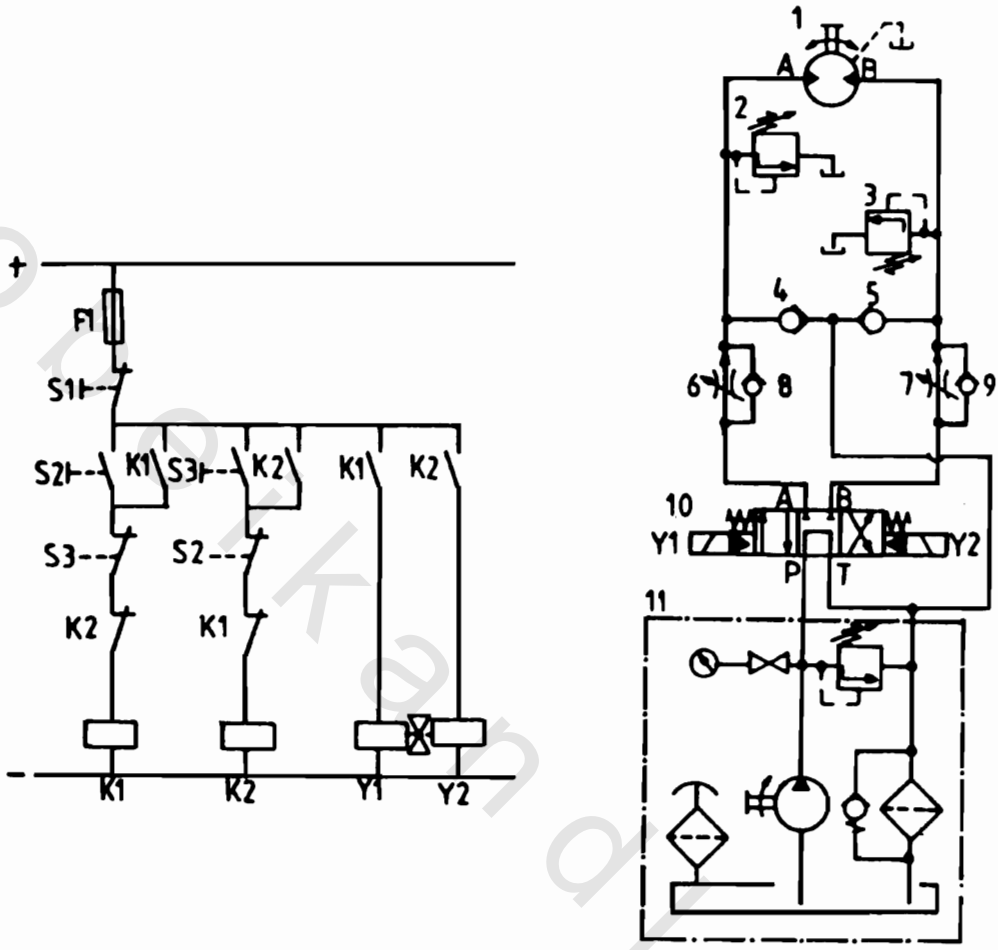
أما عند الضغط على الضاغط S1 ينقطع التيار الكهربى عن K1، وتباعًا عن Y1، ويدور المحرك بحرية بتأثير عزم القصور الذاتى للحمل حتى يتوقف.

وعند الضغط على الضاغط S3 يعمل K2، وتباعًا ويعمل Y2 وينتقل الصمام 6 لوضع التشغيل الأيمن له ويدور المحرك فى عكس اتجاه عقارب الساعة، ويمكن تنظيم سرعته بواسطة صمام تنظيم التدفق المزدوج 3.

ملاحظة:

الصمام اللارجعى 4 يعمل مسار بديل لصمام تنظيم التدفق المزدوج 2 عند دوران المحرك فى عكس اتجاه عقارب الساعة، أما الصمام اللارجعى 5 يعمل مسار بديل لصمام تنظيم التدفق المزدوج 3 عند دوران المحرك فى اتجاه عقارب الساعة.

وفى الشكل (٤ - ٥٠) دائرة هيدروليكية أخرى لتنظيم سرعة محرك هيدروليكى يدير أحمالاً ذات عزم قصور ذاتى كبير فى اتجاهين متضادين وكذلك دائرة التحكم الكهربية.



شكل (٤- ٥٠)

التعريف بضواغط التشغيل:

ضاغط إيقاف المحرك بفرملة S1

ضاغط دوران المحرك مع اتجاه عقارب الساعة S2

ضاغط دوران المحرك مع عكس اتجاه عقارب الساعة S3

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S2 يعمل K1، وتباعًا يعمل Y1، ويتغير وضع التشغيل للصمام 10 للوضع الأيسر ويدور المحرك فى اتجاه عقارب الساعة، ويمكن تنظيم سرعة المحرك بواسطة صمام تنظيم التدفق المزدوج 6.

وعند الضغط على الضاغط S1 ينقطع التيار الكهربى عن K1, Y1، ويعود الصمام 10 لوضعه المركزى ويتوقف المحرك بفرملة ولكن عزم القصور الذاتى الكبير للمحرك يحاول إدارة المحرك، فيزداد الضغط عند الفتحة B، وذلك لأن المحرك يعمل كمضخة، وهذا الضغط كافى لإحداث تلفيات فى مواسير خط الضغط، لذلك فإن صمام تصريف الضغط المباشر 3 يقوم بتصريف الضغط الزائد إلى الخزان.

وفى نفس الوقت يحدث تفريغ شديد فى خط السحب للمحرك، وتحدث ظاهرة تعرف بالتكهيف Cavitation. أى خروج رغاوى من المضخة تعمل على تآكل خط الطرد وأيضًا العضو الدوار للمضخة الأمر الذى يؤدى لحدوث تآكل فى خط السحب إذا لم تستخدم وسيلة لإعادة إمداد خط السحب بالزيت الهيدروليكى، ويستخدم فى ذلك الصمام اللارجعى 4، حيث يسمح هذا الصمام بإمرار الزيت الهيدروليكى لخط السحب عند حدوث تفريغ شديد فى هذا الخط.

وعند الضغط على الضاغط S3 يعمل K2، وتباعًا يعمل Y2، ويدور المحرك فى عكس اتجاه عقارب الساعة، ويمكن تنظيم سرعة المحرك بواسطة صمام تنظيم التدفق المزدوج 7.

وعند الضغط على الضاغط S1 ينقطع التيار الكهربى عن K2، وكذلك Y2، ويعود الصمام الاتجاهى 10 لوضعه المركزى، فيتوقف المحرك بفرملة ولكن عزم القصور الذاتى الكبير للمحرك يحاول إدارة المحرك فيزداد الضغط عند الفتحة A للمحرك، ويقوم صمام تصريف الضغط المباشر 2 بتصريف الضغط الزائد من الفتحة A إلى الخزان، وكذلك ينخفض الضغط عند الفتحة B للمحرك فيقوم الصمام اللارجعى 5 بإمداد الزيت الهيدروليكى من وحدة القدرة إلى الفتحة B لرفع الضغط.