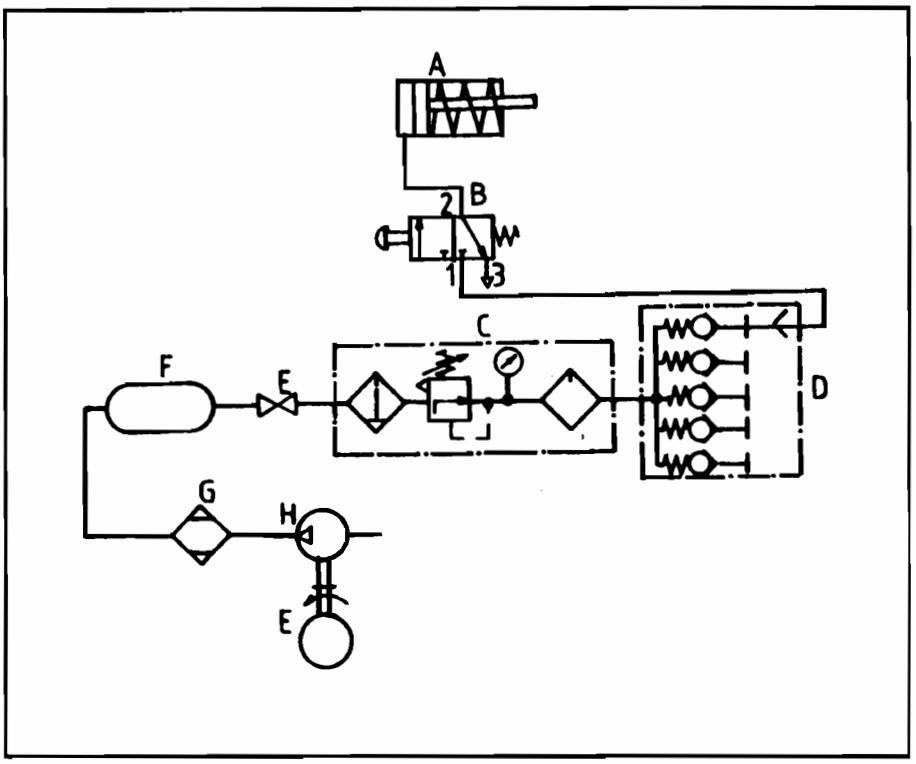
الباب الثالث

الدوائر الأساسية

٣-١ التحكم المباشر في الأسطوانات :

يستخدم التحكم المباشر في الأسطوانات صغيرة الحجم وذلك باستخدام الصمامات الاتجاهية التي تعمل بوسيلة يدوية . فالشكل ٣-١ يعرض الدائرة الهوائية للتحكم في أسطوانة أحادية الفعل .



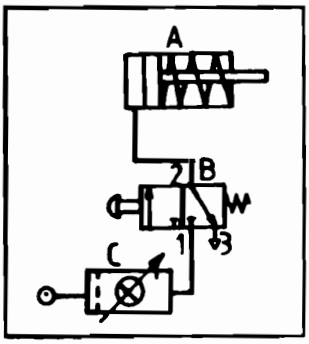
الشكل ٣-١

محتويات الدائرة الهوائية :

أسطوانة أحادية الفعل	A
صمام 3/2 بضاغط تشغيل وياي إرجاع (صمام قدرة)	B
وحدة الخدمة وتتكون من مزيتة وعداد ضغط ومنظم ضغط ومرشح	C
موزع بوصلات سريعة	D
محبس يدوي	E
خزان الهواء المضغوط	F
مجفف الهواء المضغوط	G
ضاغط هوائي	H
محرك كهربي	E

نظرية التشغيل :

عند الضغط على ضاغط الصمام يتغير وضع التشغيل للصمام من الوضع الابتدائي (الأيمن) إلى الوضع الثانوي (الأيسر) ، ليمر الهواء المضغوط القادم من خزان الهواء المضغوط F وبالمحبس اليدوي E ، ثم مروراً بوحدة الخدمة C ، ثم عبر الوصلة السريعة المستخدمة بالموزع D ، ثم مروراً بالمسار 2 ← 1 للصمام B ، ووصولاً للأسطوانة A ، فتتقدم الأسطوانة إلى الأمام ، وبمجرد تحرير الضاغط اليدوي للصمام B يعود الصمام لوضع التشغيل الابتدائي (الأيمن) بفعل ياي الإرجاع ، فيمر الهواء المضغوط القادم من خلف الأسطوانة A عبر المسار 3 ← 2 للصمام B ، فتتراجع الأسطوانة للخلف بفعل ياي الإرجاع الخاص بها . وعادة تبسط الدائرة الهوائية لتصبح كما بالشكل ٣-٢ . وفيما يلي محتويات الدائرة الهوائية المختصرة :



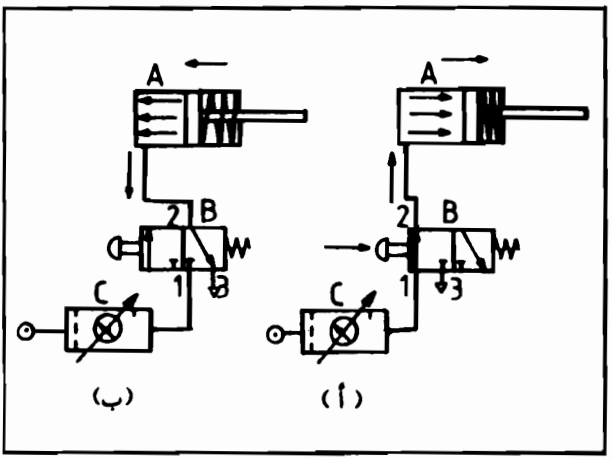
الشكل ٣ - ٢

أسطوانة أحادية الفعل A

صمام 3/2 بضاغط وياي B

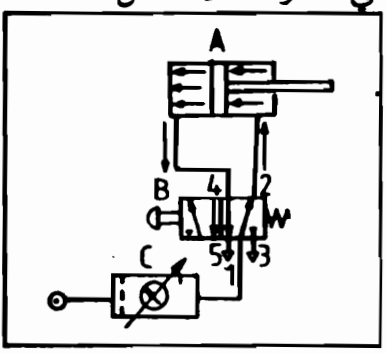
وحدة الخدمة (رمز مختصر) C

وفي الشكل ٣-٣ حالتان مختلفتان للدائرة الهوائية المعروضة بالشكل السابق . ففي الشكل أ الدائرة الهوائية أثناء الضغط على الضاغط اليدوي للصمام B . وفي الشكل ب الدائرة الهوائية لحظة تحرير ضاغط الصمام B .



الشكل ٣ - ٣

وفي الشكل ٣-٤ الدائرة الهوائية للتحكم في أسطوانة ثنائية الفعل .



الشكل ٣ - ٤

محتويات الدائرة الهوائية :

أسطوانة ثنائية الفعل A

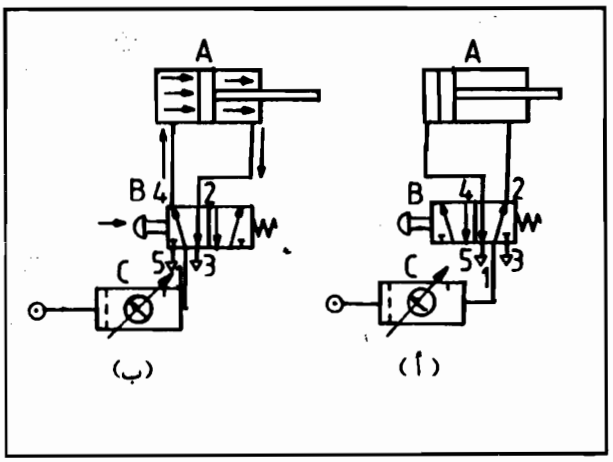
صمام 5/2 بضاغط يدوى وياي B

وحدة الخدمة C

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط اليدوي للصمام B ، يتغير وضع التشغيل لهذا الصمام من الوضع الابتدائي (الأيمن) إلى الوضع الثانوي (الأيسر) ، فيمر الهواء المضغوط من وحدة الخدمة C عبر المسار 4 → 1 ، فيندفع مكبس الأسطوانة A للأمام ، بينما يعود هواء العادم من فتحة غرفة عمود المكبس عبر المسار 3 → 2 ، وبمجرد إزالة الضغط عن ضاغط الصمام B ، يعود الصمام لوضعه الابتدائي (الأيمن) ، فيمر الهواء المضغوط في المسار 2 → 1 ، ويمر هواء العادم في المسار 5 → 4 ، فتتراجع الأسطوانة A للخلف .

والشكل ٣-٥ يعرض حالتين مختلفتين للدائرة الهوائية السابقة . ففي الشكل أ الدائرة الهوائية أثناء الضغط على الضاغط اليدوي للصمام B . وفى الشكل ب الدائرة الهوائية أثناء تحرير الضغط على الضاغط اليدوي للصمام B .



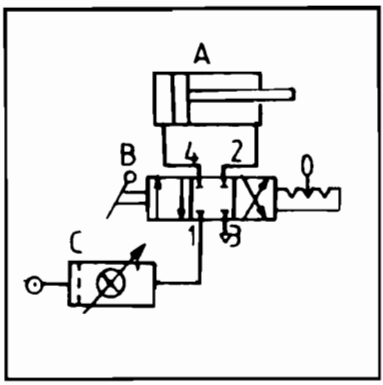
الشكل ٣ - ٥

والشكل ٣-٦ يعرض الدائرة الهوائية للتحكم في أسطوانة ثنائية الفعل ،

بحيث يمكن إيقافها في نقط بينية في مشوار الذهاب أو العودة .

محتويات الدائرة الهوائية :

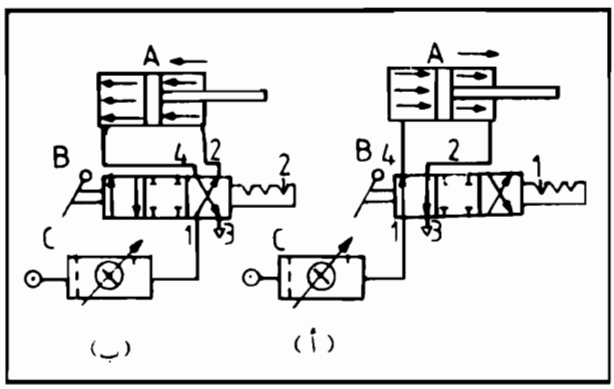
أسطوانة ثنائية الفعل	A
صمام 4/3 بذراع تشغيل	B
وحدة الخدمة	C



الشكل ٣-٦

في الشكل ٣-٧ حالتان مختلفتان لتشغيل الدائرة الهوائية السابقة . ففي الشكل أ الدائرة الهوائية أثناء وضع ذراع التشغيل على الوضع 1 . وفي الشكل ب الدائرة الهوائية أثناء وضع ذراع التشغيل على الوضع 2 .

علماً بأنه بمجرد إعادة ذراع التشغيل للصمام على وضع O ، تتوقف الأسطوانة عند آخر نقطة وصلت إليها .



الشكل ٣-٧

نظرية التشغيل :

عند وضع ذراع التشغيل للصمام B على وضع 1 ، يتغير وضع الصمام من الوضع المركزي إلى وضع التشغيل (الأيسر) ، فيمر الهواء المضغوط من وحدة الخدمة عبر المسار 4 → 1 ، ويعود هواء العادم من الأسطوانة عبر المسار 3 → 2 ، فتتقدم الأسطوانة A للأمام (الشكل أ) . وبمجرد إعادة ذراع التشغيل للصمام B للوضع O ، يعود الصمام من وضع التشغيل الأيسر إلى الوضع المركزي ، فتتوقف الأسطوانة في الحال في آخر وضع لها . وعند وضع ذراع تشغيل الصمام B على وضع 2 ، يتغير وضع الصمام B من الوضع المركزي إلى وضع التشغيل الأيمن ، فيمر الهواء المضغوط في المسار 2 → 1 ، ويمر هواء العادم من الأسطوانة عبر المسار 3 → 4 ، فتتراجع الأسطوانة A للخلف (الشكل ب) . وبمجرد إعادة ذراع تشغيل الصمام B إلى وضع O ، يعود الصمام لوضع التشغيل المركزي له ، فتتوقف الأسطوانة في الحال في آخر وضع لها وهكذا .

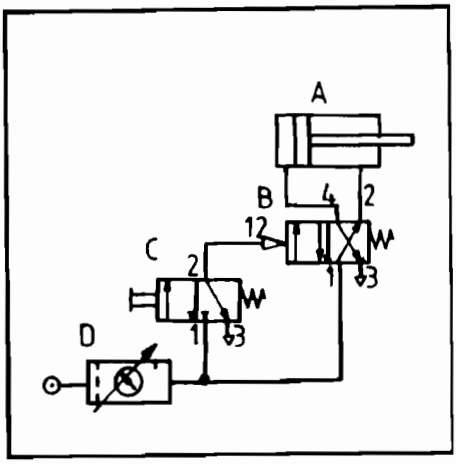
٣-٢ التحكم الغير مباشر في الأسطوانات

ويستخدم التحكم الغير مباشر في الأسطوانات ذات الحجم الكبير حيث يوضع صمام القدرة بجوار الأسطوانة مباشرة ، بينما يتم التحكم في صمام القدرة من بعد بواسطة صمام إشارة صغير وبذلك نقلل من طول خطوط الهواء الكبيرة الحجم .

والشكل ٣-٨ يعرض الدائرة الهوائية للتحكم في أسطوانة ثنائية الفعل من بعد بواسطة صمام إشارة بذراع تشغيل .

محتويات الدائرة الهوائية :

أسطوانة ثنائية الفعل A



الشكل ٣-٨

صمام قدرة 4/2 يعمل بإشارة ضغط B

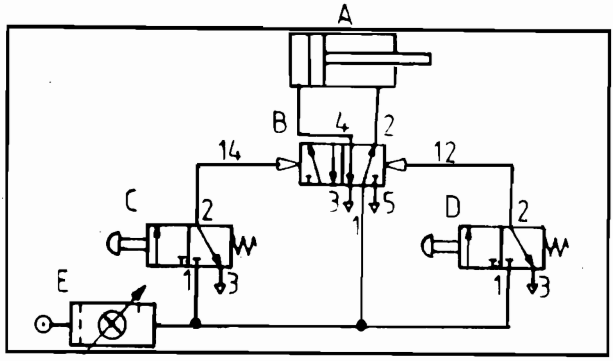
صمام إشارة 3/2 يعمل بذراع تشغيل وياي إرجاع C

وحدة الخدمة D

نظرية التشغيل :

عند التشغيل اليدوي للصمام C ، يتغير وضع التشغيل للصمام من الوضع الابتدائي الأيمن إلى وضع التشغيل الأيسر، فيمر الهواء المضغوط من وحدة الخدمة D ، عبر المسار 2 → 1 للصمام C ، ووصولاً لمدخل التحكم 12 للصمام B ، فيتغير وضع التشغيل لهذا الصمام من الوضع الابتدائي الأيمن إلى وضع التشغيل الأيسر فيمر هواء المصدر عبر المسار 4 → 1 ، ويمر هواء العادم عبر المسار 3 → 2 ، فتتقدم الأسطوانة A للأمام وصولاً لنهاية شوط الذهاب ، وعند إعادة صمام الإشارة C لوضعه الابتدائي يعود الصمام لوضعه الابتدائي الأيمن فينقطع وصول إشارة الضغط لمدخل التحكم 12 للصمام B ، وتباعاً يعود الصمام لوضعه الابتدائي الأيمن ، فيمر الهواء المضغوط عبر المسار 2 → 1 ، ويمر هواء العادم عبر المسار 3 → 4 ، فتتراجع الأسطوانة A للخلف .

والشكل ٣-٩ يعرض الدائرة الهوائية للتحكم في أسطوانة ثنائية الفعل من بعد، بواسطة صمامي إشارة يعملان بضاغط تشغيل وياي إرجاع .



الشكل ٣ ـ ٩

محتويات الدائرة الهوائية :

أسطوانة ثنائية الفعل .	A
صمام قدرة 5/2 يعمل بإشارتى ضغط .	B
صمام إشارة بضاغط وياى .	C,D
وحدة الخدمة .	E

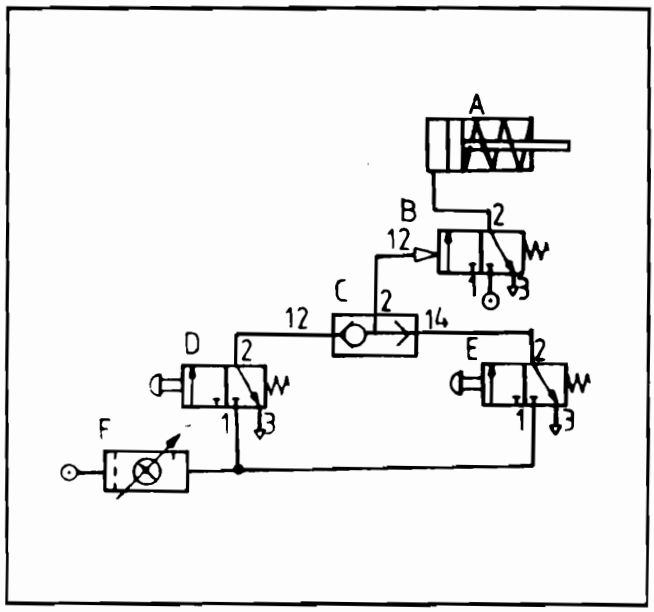
نظرية التشغيل :

عند الضغط على ضاغط صمام الإشارة C ، يمر الهواء المضغوط من وحدة الخدمة E عبر المسار 2 ← 1 لهذا الصمام ليصل إلى مدخل الإشارة 14 للصمام B فيتغير وضع التشغيل للصمام من الوضع الأيمن إلى الوضع الأيسر فيمر الهواء المضغوط عبر المسار 4 ← 1ويمر هواء العادم عبر المسار 3 ← 2 فتتقدم الأسطوانة للأمام . وعند إزالة الضغط عن ضاغط صمام الإشارة c لايحدث تغير فى وضع الصمام B . والسبب فى ذلك يرجع إلى أن الصمام B يعمل كقلاب أى يحافظ على آخر وضع له . ولكن عند الضغط على ضاغط صمام الإشارة D يمر الهواء المضغوط عبر المسار 2 ← 1، لهذا الصمام وصولاً

لمدخل الإشارة 12 للصمام B ، فيتغير وضع التشغيل لهذا الصمام من الوضع الأيسر إلى الوضع الأيمن ليمر الهواء المضغوط عبر المسار 2 ← 1 ، و يمر هواء العادم عبر المسار 5 ← 4، فتتراجع الأسطوانة A للخلف وصولاً لنهاية شوط العودة وهكذا .

٣ ـ ٣ التحكم فى الأسطوانات من مكانين مختلفين :

أحياناً يلزم الأمر تشغيل الأسطوانات من مكانين مختلفين . فالشكل ٣ـ١٠ يعرض الدائرة الهوائية للتحكم فى أسطوانة أحادية الفعل من مكانين مختلفين فى شوط الذهاب .



الشكل ٣ ـ ١٠

محتويات الدائرة الهوائية

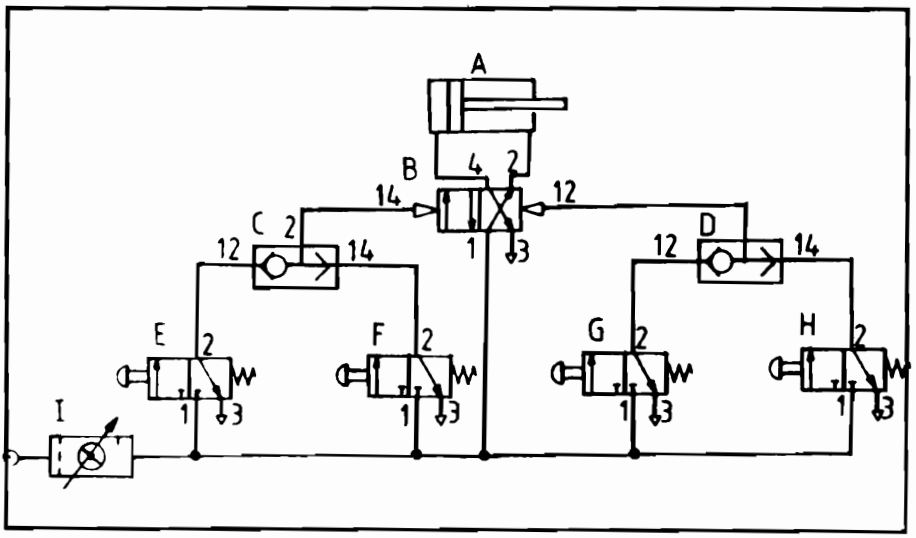
أسطوانة أحادية الفعل .	A
صمام قدرة 3/2 بإشارة ضغط وياى إرجاع .	B
صمام ترددى (بوابة أو) .	C
صمام إشارة 3/2 بضاغط وياى .	C,D
وحدة الخدمة .	F

نظرية التشغيل :

عند الضغط على ضاغط صمام الإشارة D يمر الهواء المضغوط من وحدة الخدمةF مروراً بالمسار 2 ← 1 لهذا الصمام ووصولاً للمدخل 12 للبوابة C فتخرج إشارة ضغط من الفتحة 2 للبوابة لتصل لمدخل التحكم 12 للصمام B ، فيتغير وضع التشغيل للصمام من الوضع الابتدائى (الأيمن) إلى الوضع (الأيسر) فيمر الهواء المضغوط عبر المسار 2 ← 1، فتتقدم الأسطوانة A للأمام ، وبمجرد تحرير ضاغط صمام الإشارة D تنقطع إشارة الضغط التى تصل للمدخل 12 للبوابة C، وتنقطع تباعاً إشارة الضغط التى تخرج من البوابة لمدخل التحكم 12 للصمام B، فيعود الصمام لوضعه الابتدائى بفعل ياى الإرجاع ، فيخرج هواء العادم من الأسطوانة A عبر المسار 3 ← 2 للصمام B فتتراجع الأسطوانة A للخلف . وعند الضغط على ضاغط صمام الإشارة E تصل إشارة ضغط للمدخل 14 للبوابه C ، فتخرج إشارة ضغط من البوابة من الفتحة 2 لتصل لمدخل التحكم 12 للصمام B، فتتقدم الأسطوانة A للأمام ، وبمجرد تحرير ضاغط صمام الإشارة E تنقطع إشارة الضغط التى تصل للمدخل 14 للبوابتة ،

فتنقطع تباعاً إشارة الضغط التى تخرج من البوابة لمدخل التحكم 12 للصمام B، فيعود الصمام لوضعه الابتدائى الأيمن فتتراجع الأسطوانة A للخلف .

والشكل ٣ ـ ١١ يعرض الدائرة الهوائية للتحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل من مكانين مختلفين فى شوطى الذهاب والعودة .



الشكل ٣ – ١١

محتويات الدائرة الهوائية :

أسطوانة ثنائية الفعل .	A
صمام قدرة 4/2 يعمل بإشارتى ضغط .	B
صمام ترددى (بوابة أو) .	C,D
صمام إشارة 3/2 يعمل بضاغط وياى .	E,F,G,H
وحدة الخدمة	I

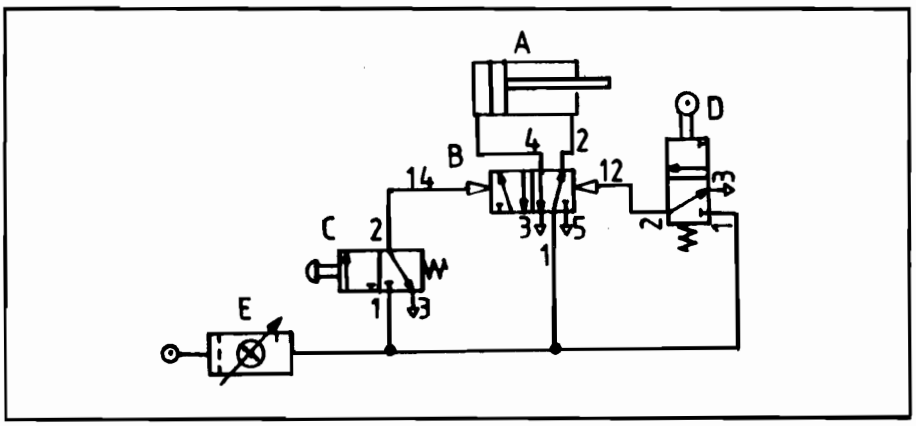
نظرية التشغيل :

عند الضغط على ضاغط صمام الإشارة E ، أو ضاغط صمام الإشارة F ، تصل إشارة ضغط هوائية لمدخل التحكم 14 للصمام B ، فيتغير وضع التشغيل للصمام من الوضع الأيمن إلى الوضع الأيسر فتتقدم الأسطوانة A للأمام .

وعند الضغط على ضاغط صمام الإشارة G ، أو ضاغط صمام الإشارة H تصل إشارة ضغط هوائية، لمدخل التحكم 12 للصمام B ، فيتغير وضع التشغيل للصمام من الوضع الأيسر إلى الوضع الأيمن فتتراجع الأسطوانة A للخلف .

٣-٤ التحكم فى الأسطوانات بصمامات نهاية المشوار الهوائية :

الشكل ٣ ـ ١٢ يعرض الدائرة الهوائية للتحكم فى أسطوانة مستخدماً صمام نهاية مشوار هوائى للعودة الذاتية .



الشكل٣ ـ ١٢

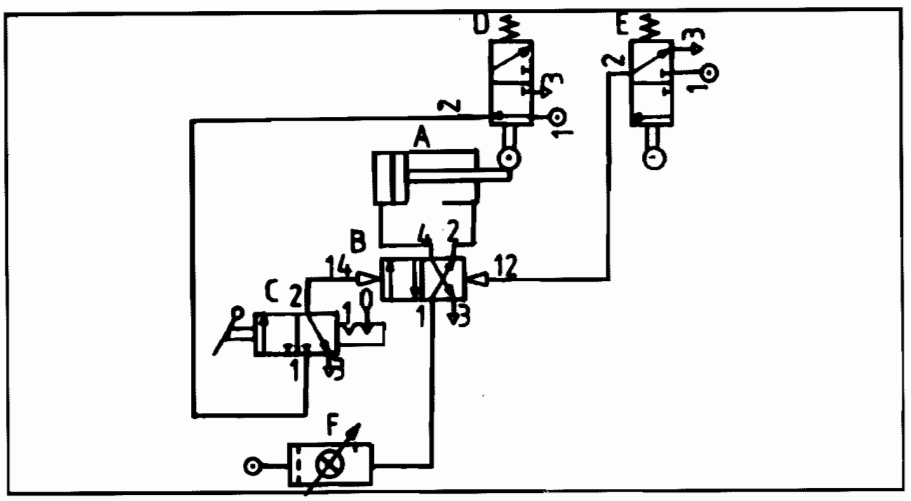
محتويات الدائرة الهوائية :

أسطوانة ثنائية الفعل .	A
صمام قدرة 5/2 بإشارتى ضغط .	B
صمام إشارة 3/2 بضاغط ويای .	C
صمام نهاية مشوار 3/2 ببكرة ويای	D
وحدة الخدمة	E

نظرية التشغيل :

عند الضغط على ضاغط صمام الإشارة C تصل إشارة ضغط لمدخل التحكم 14 لصمام القدرة B ، فتتقدم الأسطوانة A للأمام ، وعند وصولها لمكان تثبيت صمام نهاية المشوار D تصل إشارة ضغط لمدخل التحكم 12 ، لصمام القدرة B فتتراجع الأسطوانة A للخلف .

والشكل ٣ ـ ١٣ يعرض الدائرة الهوائية للتحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل لتتحرك حركة ترددية مستخدماً صمامات نهايات مشوار هوائية .



الشكل٣ ـ ١٣

محتويات الدائرة الهوائية :

أسطوانة ثنائية الفعل .	A
صمام قدرة 4/2 بإشارتى ضغط .	B
صمام إشارة 3/2 بذراع تشغيل وياى	C
صمام نهاية مشوار 3/2 بيكرة وياى	D, E
وحدة الخدمة	F

نظرية التشغيل :

عند التشغيل اليدوى لصمام الإشارة C بشرط تراجع الأسطوانة A للخلف تمر إشارة ضغط عبر المسار 2 ← 1 لصمام نهاية المشوار D ، ثم تمر بالمسار 2← 1 لصمام الإشارة C، لتصل إلى مدخل التحكم 14 لصمام القدرة B فيتغير وضع التشغيل للصمام إلى الوضع الأيسر ، فتتقدم الأسطوانة A للأمام وصولاً لمكان تثبيت صمام نهاية المشوار E فتصل إشارة ضغط عبر المسار 2← 1 لهذا الصمام لتصل لمدخل التحكم 12 للصمام B ، فيعود الصمام لوضع التشغيل الأيمن فتتراجع الأسطوانة A للخلف وصولاً لصمام نهاية المشوار D ، فتصل إشارة ضغط عبر المسار 2 ← 1 لكلا الصمامين C , D لمدخل التحكم 14 للصمام B ، فتتقدم الأسطوانة A للأمام وتظل الأسطوانة تتحرك حركة ترددية ذهاباً وإياباً إلى أن يعاد ذراع تشغيل الصمام C للوضع الابتدائى فتتراجع الأسطوانة A للخلف ثم تسكن .

٣ ـ ٥ تقليل سرعة الأسطوانات :

يمكن تقليل سرعة الأسطوانات باستخدام صمامات الخنق . وهناك ثلاثة

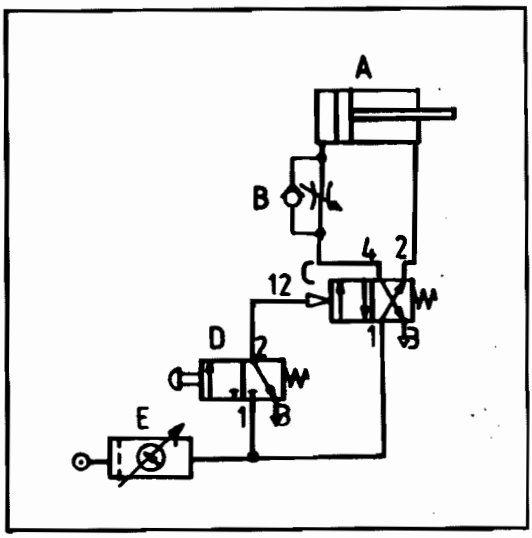
طرق لتقليل سرعة الأسطوانات وهى :

١ ـ خنق الهواء الداخل .

٢ ـ خنق هواء العادم . ٣ ـ خنق هواء المصدر .

٣ ـ ٥ ـ ١ خنق الهواء الداخل :

الشكل ٣ ـ ١٤ يعرض دائرة هوائية لتقليل سرعة أسطوانة فى الذهاب بخنق الهواء الداخل .

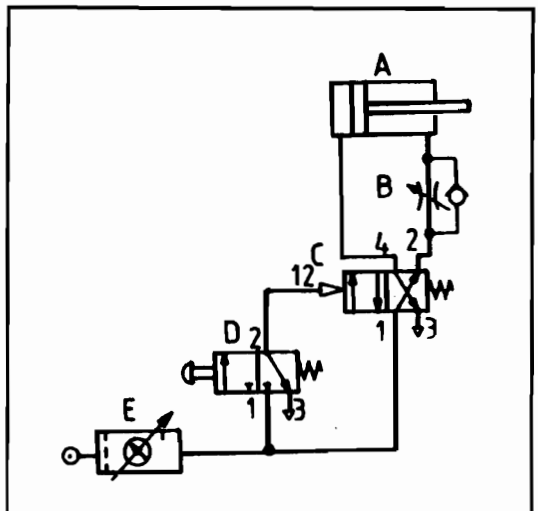


الشكل ٣ـ ١٤

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط اليدوى لصمام الإشارة D يمر الهواء المضغوط من وحدة الخدمة E ومروراً بالمسار 2 → 1 للصمام D ، وصولاً لمدخل التحكم 12 للصمام C، فيتغير وضع التشغيل للصمام للوضع الأيسر فيمر الهواء المضغوط عبر المسار 4 → 1للصمام C، ومروراً بالصمام الخانق للصمام الخانق اللارجعى B ، ووصولاً للأسطوانة A، فتتقدم الأسطوانة A ببطء نتيجة لخنق الهواء الداخل لها، بينما يعود هواء العادم من الأسطوانة عبر المسار 3 → 2 للصمام C . وبمجرد تحرير ضاغط الصمام D تنقطع إشارة الضغط عن مدخل التحكم 12 للصمام C، فيعود الصمام C لوضعه الابتدائي بفعل ياي الإرجاع وتتراجع الأسطوانة A للخلف بالسرعة العادية.

والشكل ٣-١٥ يعرض دائرة هوائية لتقليل سرعة أسطوانة في العودة بخنق الهواء الداخل .



الشكل ٣-١٥

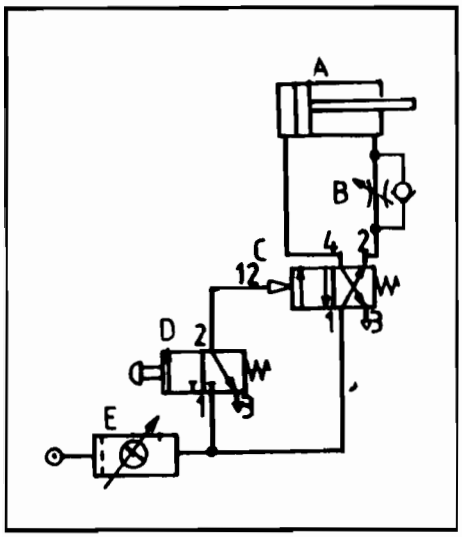
محتويات الدائرة الهوائية لاتختلف عن الحالة السابقة.

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط اليدوي للصمام D يمر الهواء المضغوط عبر المسار 2 → 1 لهذا الصمام وصولاً لمدخل التحكم 12 للصمام C ، فيتغير وضع التشغيل للصمام C من الوضع الابتدائي الأيمن لوضع التشغيل الأيسر، فيمر الهواء المضغوط عبر المسار 4 → 1 ، وصولاً للأسطوانة A ، ويعود هواء العادم من الأسطوانة عبر الصمام اللارجعي للصمام الخانق اللارجعي B ومروراً بالمسار 3 → 2 للصمام C ، فتتقدم الأسطوانة C بالسرعة المعتادة ، وبمجرد إزالة الضغط على الضاغط اليدوي للصمام D ، تنقطع إشارة الضغط عن مدخل التحكم 12 للصمام C ، فيعود هذا الصمام لوضع التشغيل الابتدائي له فيمر الهواء المضغوط عبر المسار 2 → 1 ، للصمام C ومروراً بالصمام الخانق للصمام الخانق اللارجعي B ، وصولاً للأسطوانة A ، بينما يمر هواء العادم من الأسطوانة A بالمسار 3 → 4 للصمام C ، فتتراجع الأسطوانة A ببطء .

٣-٥-٢ خنق هواء العادم :

الشكل ٣-١٦ يعرض دائرة هوائية لتقليل سرعة أسطوانة في الذهاب بخنق هواء العادم .



الشكل ٣ - ١٦

محتويات الدائرة الهوائية لاتختلف عن الدائرة السابقة .

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط اليدوي للصمام D يتغير وضع التشغيل للصمام للوضع الأيسر ، فتصل إشارة ضغط لمدخل التحكم 12 للصمام C ، فيتغير وضع التشغيل لهذا الصمام ، فتتقدم الأسطوانة A ببطء نتيجة لمرور هواء العادم الراجع من الأسطوانة في الصمام الخانق للصمام الخانق اللارجعي B .

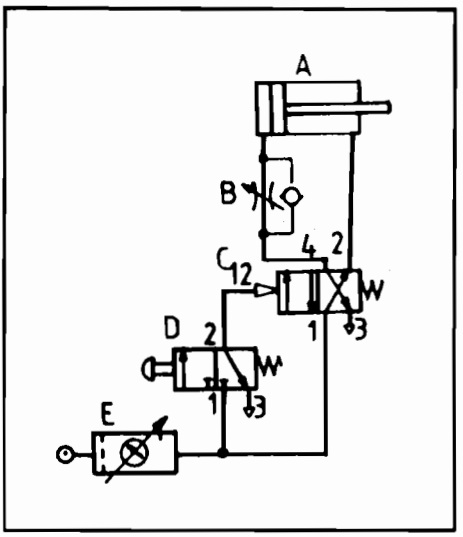
أما عند إزالة الضغط على الضاغط اليدوي للصمام D ، يعود الصمام لوضع التشغيل الابتدائي الأيمن له ، فتنقطع إشارة الضغط عن مدخل التحكم للصمام C ، فيعود الصمام C لوضعه الابتدائي الأيمن ، فتتراجع الأسطوانة A بالسرعة المعتادة نتيجة لمرور الهواء الداخل في الصمام اللارجعي للصمام الخانق اللارجعي B .

والشكل ٣-١٧ يعرض دائرة هوائية لتقليل سرعة أسطوانة في العودة بخنق هواء العادم .

علماً بأن محتويات الدائرة لاتختلف عن الدائرة السابقة .

نظرية التشغيل :

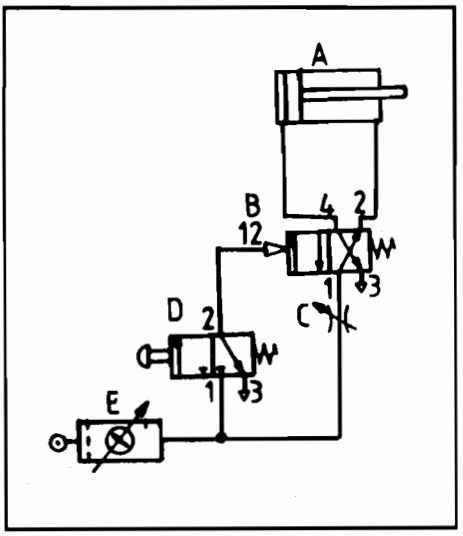
عند الضغط على الضاغط D تتقدم الأسطوانة A بالسرعة المعتادة نتيجة لمرور الهواء الداخل عبر الصمام اللارجعي للصمام الخانق اللارجعي B، وعند إزالة الضغط عن الضاغط D تتراجع الأسطوانة A بسرعة منخفضة نتيجة لخنق هواء العادم عند مروره بالصمام الخانق للصمام الخانق اللارجعي B .



الشكل ٣ – ١٧

٣–٥–٣ خنق هواء المصدر :

وتستخدم هذه الطريقة لتقليل سرعة الأسطوانات عند الذهاب والعودة في آن واحد بنفس المعدل . والشكل ٣–١٨ يعرض الدائرة الهوائية لتقليل سرعة الأسطوانة في الذهاب والعودة بخنق هواء المصدر .



الشكل ٣–١٨

محتويات الدائرة الهوائية :

A أسطوانة ثنائية الفعل

صمام قدرة 4/2 بإشارة ضغط وباي إرجاع B

صمام خانق قابل للمعايرة C

صمام إشارة بضاغط يدوي وياي D

وحدة الخدمة E

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط اليدوي للصمام D تصل إشارة ضغط لمدخل التحكم 12 للصمام B فيتغير وضع التشغيل للصمام B للوضع الأيسر ، فتتقدم الأسطوانة A للأمام بسرعة بطيئة نتيجة لخنق هواء المصدر بواسطة الصمام الخانق C ، وعند إزالة الضغط عن الضاغط اليدوي للصمام D ، يعود الصمام لوضع التشغيل الابتدائي الأيمن له ، فتنقطع إشارة الضغط عن مدخل التحكم 12 للصمام B ، فيعود الصمام لوضعه الابتدائي الأيمن فتتراجع الأسطوانة A للخلف بسرعة بطيئة نتيجة لخنق هواء المصدر بواسطة الصمام الخانق القابل للمعايرة C .

٣-٦ زيادة سرعة الأسطوانات:

يمكن زيادة سرعة الأسطوانات الهوائية باستخدام صمامات التصريف السريعة لتقصير مسار هواء العادم . ففي الشكل ٣-١٩ دائرة هوائية لزيادة سرعة أسطوانة في الذهاب .

محتويات الدائرة الهوائية :

أسطوانة ثنائية الفعل A

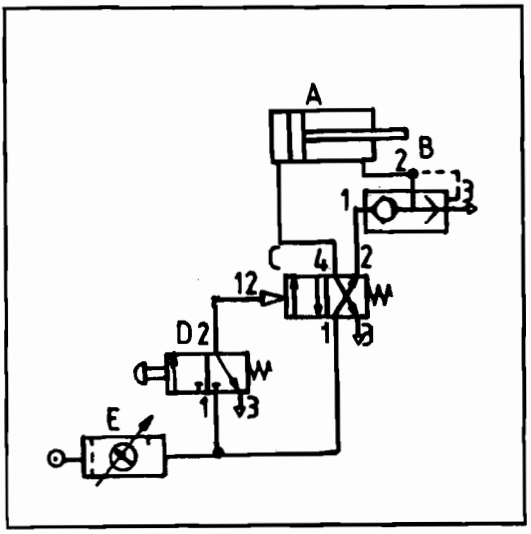
صمام تصريف سريع B

صمام قدرة 4/2 بإشارة ضغط وياي إرجاع C

صمام إشارة 3/2 بضاغط وياي D

وحدة الخدمة E

نظرية التشغيل :

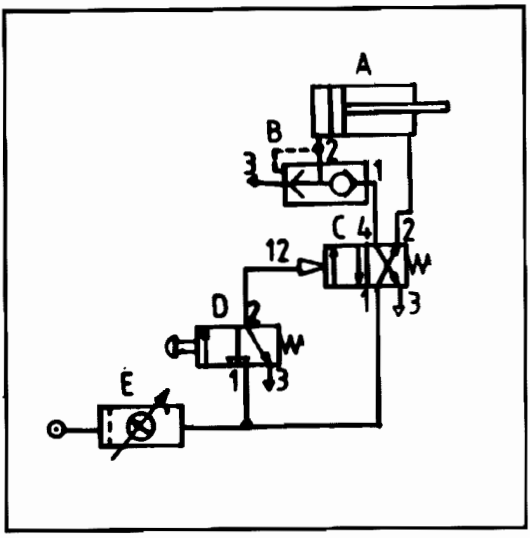


الشكل ٣-١٩

عند الضغط على ضاغط تشغيل الصمام الاتجاهي D يتغير وضع التشغيل للصمام لوضع التشغيل الأيسر ، فتصل إشارة ضغط لمدخل التحكم 12 للصمام C ، فيتغير وضع التشغيل للصمام C هو الآخر للوضع الأيسر ، فيمر الهواء المضغوط في المسار 4 → 1 ، وصولاً للأسطوانة A ، بينما يخرج هواء العادم بسرعة في المسار 3 → 2 لصمام التصريف السريع B ، فتتقدم الأسطوانة A بسرعة . وعند إزالة الضغط عن ضاغط الصمام الاتجاهي D تنقطع إشارة الضغط عن مدخل التحكم 12 للصمام C ، فيعود الصمام لوضعه الابتدائي ، ويمر الهواء المضغوط في المسار 2 → 1 للصمام C ، ثم مروراً بالمسار 2 → 1 لصمام التصريف السريع B وصولاً للأسطوانة A ، بينما يعود هواء العادم من الأسطوانة مروراً بالمسار 3 → 4 للصمام C ، فتتراجع الأسطوانة A بالسرعة المعتادة .

وفي الشكل ٣-٢٠ دائرة هوائية أخرى لزيادة سرعة أسطوانة في شوط العودة. علماً بأن محتويات الدائرة الهوائية لاتختلف عن الحالة السابقة .

نظرية التشغيل :



الشكل ٣-٢٠

عند الضغط على ضاغط الصمام D يتغير وضع التشغيل للصمام للوضع الأيسر ، فتصل إشارة ضغط لمدخل التحكم 12 للصمام C ، فيتغير وضع التشغيل للصمام للوضع الأيسر، فيمر الهواء المضغوط في المسار 4 → 1 للصمام C ، ثم مروراً بالمسار 2 → 1 لصمام التصريف B ، وصولاً للأسطوانة A ، فتتقدم الأسطوانة بالسرعة المعتادة ، وبمجرد إزالة الضغط عن ضاغط الصمام D ، يعود الصمام لوضع التشغيل الأيمن فتنقطع إشارة الضغط عن مدخل التحكم 12 للصمام C ، فيعود الصمام C هو الآخر لوضع التشغيل الأيمن له بفعل الياي ، فيمر الهواء المضغوط في المسار 2 → 1 وصولاً للأسطوانة A ، بينما يمر هواء العادم من الأسطوانة في المسار 3 → 2 لصمام التصريف السريع B ، فتتراجع الأسطوانة A بسرعة كبيرة .

٣-٧ التحكم في الأسطوانات باستخدام المؤقتات الزمنية الهوائية :

في الشكل ٣-٢١ دائرة هوائية للتحكم في أسطوانة ثنائية الفعل تتقدم لمدة زمنية مقدارها T ثم تعود ذاتياً .

محتويات الدائرة الهوائية :

أسطوانة ثنائية الفعل A

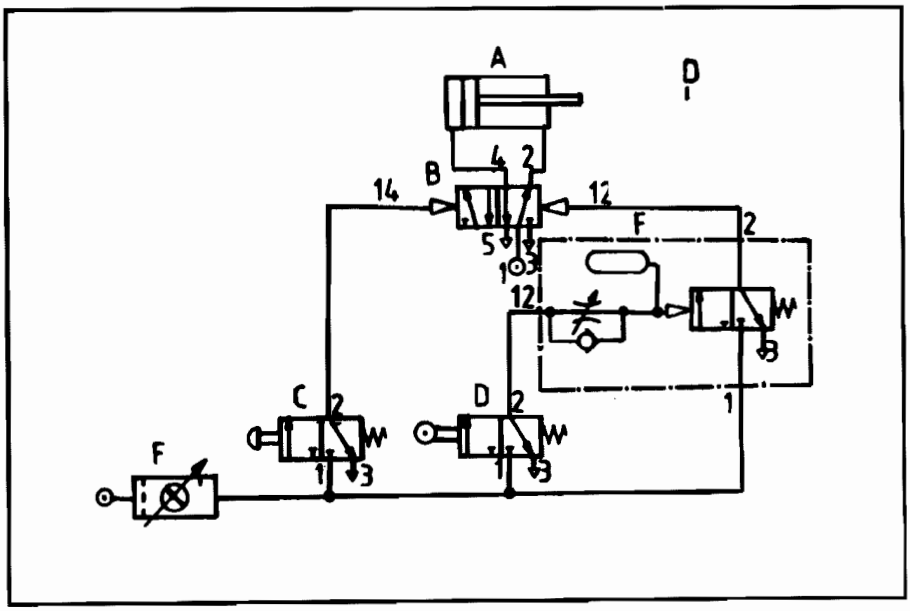
صمام قدرة 5/2 يعمل بإشارتي ضغط B

صمام إشارة 3/2 يعمل بضاغط وياي C

صمام نهاية مشوار 3/2 ببكرة وياي D

مؤقت زمني هوائي E

وحدة الخدمة F



الشكل ٣-٢١

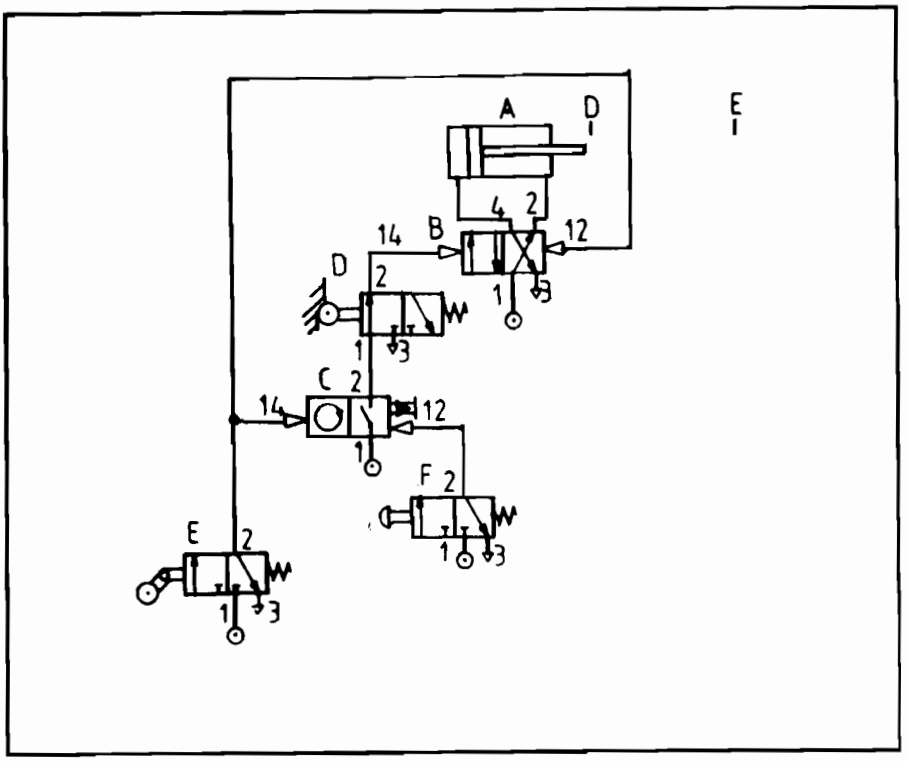
نظرية التشغيل :

عند الضغط على ضاغط الصمام C ، تصل إشارة ضغط لمدخل التحكم 14

للصمام B ، فتتقدم الأسطوانة A للأمام وصولاً لمكان صمام نهاية المشوار D ، فتصل إشارة ضغط لمدخل التحكم 12 للمؤقت الزمني E ، وبعد مرور الزمن المعاير عليه المؤقت الزمني يتغير وضع التشغيل له ، فتمر إشارة ضغط عبر المسار 2 → 1 للمؤقت الزمني ، وصولاً لمدخل التحكم 12 للصمام B ، فيتغير وضع التشغيل للصمام B إلى الوضع الأيمن ، فتتراجع الأسطوانة A للخلف .

٣-٨ التحكم في الأسطوانات باستخدام العدادات الهوائية :

الشكل ٣-٢٢ يعرض الدائرة الهوائية للتحكم في أسطوانة ثنائية الفعل للحصول على حركة ترددية لعدد معين من المرات .



الشكل ٣ - ٢٢

محتويات الدائرة الهوائية :

أسطوانة ثنائية الفعل	A
صمام 4/2 بإشارتي ضغط	B
عداد هوائي تنازلي	C
صمام نهاية مشوار 3/2 ببكرة وياي	D
صمام نهاية مشوار 3/2 ببكرة خاملة وياي	E
صمام إشارة بضاغط وياي	F

ملاحظة :

صمام نهاية المشوار 3/2 ذي البكرة الخاملة (E) Idle Return Roller يختلف عن صمام نهاية المشوار 3/2 ذي البكرة العادية D في أن **الأول** إذا تعرضت بكرته الخاملة لضغط ميكانيكي مستمر تخرج نبضة ضغط من مخرج الصمام 2 للحظة وتختفي بعد ذلك ، في حين أن **الثاني** إذا تعرضت بكرته لضغط ميكانيكي مستمر تخرج إشارة ضغط مستمرة من مخرج الصمام 2 ، وتختفي لحظة إزالة الضغط الميكانيكي عن بكرة الصمام D .

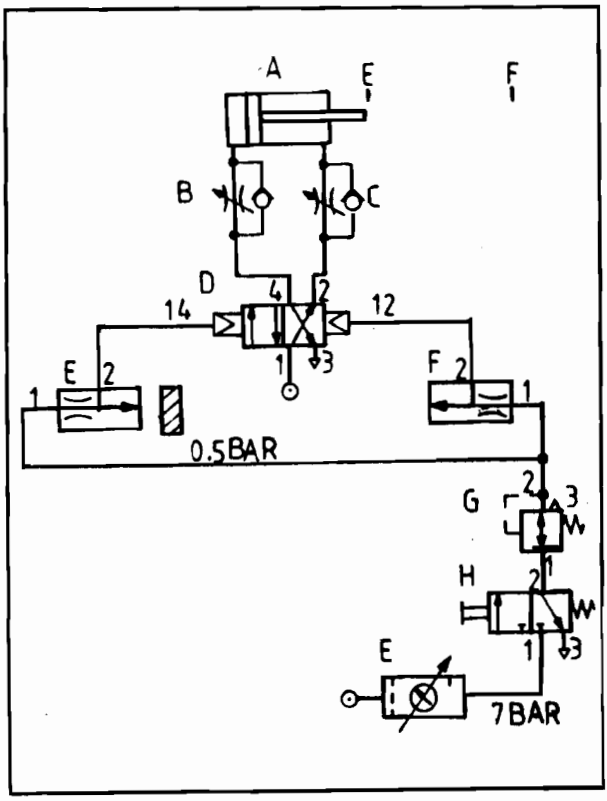
نظرية التشغيل :

في البداية يتم تحميل العداد بالعدد المطلوب بواسطة وسيلته اليدوية ، وبعد تحميل العداد تمر إشارة ضغط عبر المسار 2 → 1 للعداد C ، ثم عبر المسار 2 → 1 لصمام نهاية المشوار D (حيث تكون بكرته تحت تأثير ضغط من الكامة المثبتة على عمود الأسطوانة A) لتصل لمدخل التحكم 14 للصمام B ،

فتتقدم الأسطوانة للأمام وصولاً لمكان صمام نهاية المشوار E ، فتصل نبضة ضغط لكلٍّ من مدخل التحكم 14 للعداد (فيقل العدد المحمل به العداد بمقدار 1) وكذلك لمدخل التحكم 12 للصمام B ، فتتراجع الأسطوانة A للخلف وصولاً لصمام نهاية المشوار D ، فتصل إشارة ضغط لمدخل التحكم 14 للصمام B ، فتتقدم الأسطوانة A للأمام ، وصولاً لصمام نهاية المشوار E ، فتصل إشارة ضغط لمدخل التحكم 14 للعداد (فيقل العدد المحمل به العداد بمقدار 1) وكذلك للمدخل 12 للصمام B ، فتتراجع الأسطوانة A للخلف ، وهكذا حتى يعود العدد المحمل به العداد للصفر في هذه الحالة ينقطع مرور الهواء المضغوط في المسار 2 ← 1 ، للعداد وتتوقف الأسطوانة A . الجدير بالذكر أنه يمكن إعادة العدد المحمل به العداد سابقاً بمجرد الضغط على ضاغط الصمام F ، فتصل إشارة ضغط للمدخل 12 للعداد، فيحمل العداد بالعدد السابق ، والذي سبق وأن حمل به بالوسيلة اليدوية للعداد .

٣-٩ التحكم في الأسطوانات باستخدام المجسات التقاربية :

الشكل ٣-٢٣ يعرض دائرة هوائية للتحكم في أسطوانة ثنائية الفعل للحصول على حركة ترددية باستخدام مجسات تقاربية من النوع ذي الضغط العكسى .



الشكل ٣ – ٢٣

محتويات الدائرة الهوائية :

أسطوانة ثنائية الفعل	A
صمام خانق لارجعي	B,C
صمام 4/2 سابق التحكم يعمل بإشارتي ضغط	D
مجس تقاربي من النوع ذي الضغط الخلفي	E,F
صمام تنظيم الضغط	G
صمام إشارة يعمل بذراع تشغيل وياي	H

وحدة الخدمة E

نظرية التشغيل :

عند التشغيل اليدوي للصمام H ، يتغير وضع الصمام للوضع الأيسر ، فيمر الهواء المضغوط من وحدة الخدمة في المسار 2 → 1 للصمام H ، ومروراً في المسار 2 → 1 لصمام تنظيم الضغط G ، فينخفض الضغط من 7 Bar ليصل إلى 0.5 Bar ويصل هذا الضغط المنخفض للمدخل 1 لكلا الصمامين E,F ، وحيث إن الأسطوانة في البداية تكون متراجعة للخلف ، لذلك فإن الضغط يرتد في المجس E ليخرج من الفتحة 2 له ، ليصل لمدخل التحكم 14 للصمام D ، فيتغير وضع التشغيل للصمام D للوضع الأيسر ، فتتقدم الأسطوانة A للأمام ببطء وصولاً للمجس F ، فيرتد الضغط في المجس F ، وتخرج إشارة ضغط من الفتحة 2 له لتصل لمدخل التحكم 12 للصمام D ، فتتراجع الأسطوانة A للخلف ببطء وبالتالي يرتد الضغط في المجس E ليخرج من الفتحة 2 له ، ليصل لمدخل التحكم 14 للصمام D ، فتتقدم الأسطوانة A للأمام ببطء وهكذا تظل الأسطوانة A في حركة ترددية إلى أن يعاد ذراع التشغيل للصمام H للوضع الابتدائي فتتراجع الأسطوانة A للخلف وتسكن .

٣-١٠ التشغيل التتابعي للأسطوانات

يمكن تشغيل الأسطوانات تتابعياً أي الواحدة تلو الأخرى سواء في مشوار الذهاب أو العودة بإحدى الطريقتين الآتيتين :

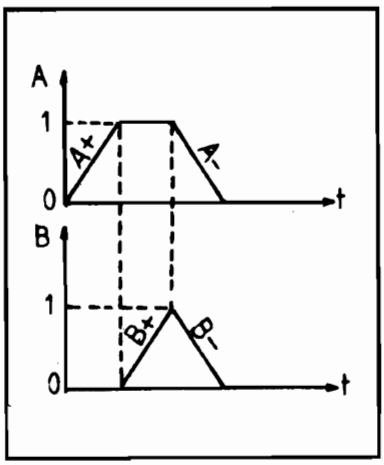
١ ـ باستخدام صمامات نهايات المشوار .

٢ ـ باستخدام الصمامات التتابعية .

٣-١٠-١ التشغيل التتابعي المعتمد على الوضع:

عندما تكون الدائرة الهوائية تحتوي على أكثر من أسطوانة فيلزم الأمر استخدام مخطط الإزاحة لمعرفة تتابع تشغيل الأسطوانات . وفي الشكل ٣-٢٤ مخطط الإزاحة لتشغيل الأسطوانتين A,B ومن مخطط الإزاحة يمكن معرفة تتابع تشغيل الأسطوانتين A,B وهو كالآتي :

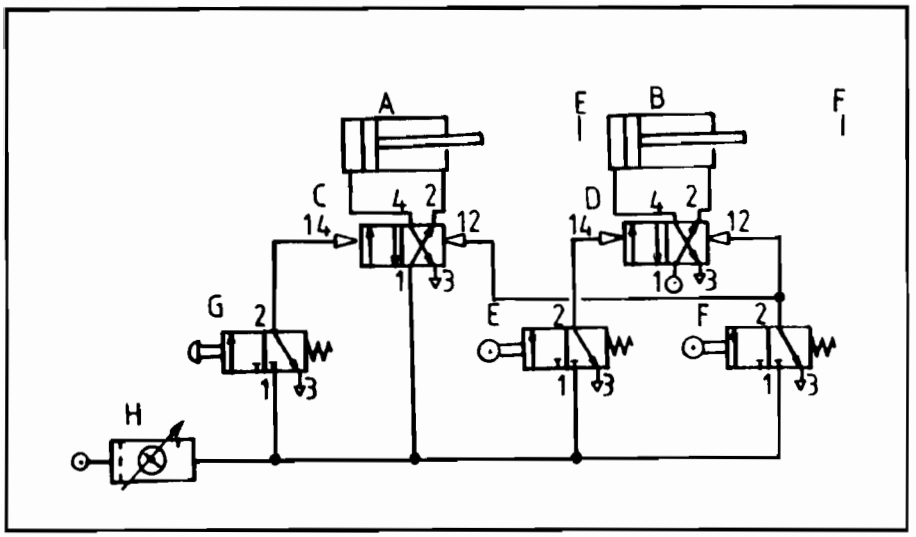
رقم الخطوة	1	2	3
نوع الحركة	A+	B+	A- , B-



الشكل ٣ - ٢٤

حيث إن A+ أي تقدم الأسطوانة A ، B+ أي تقدم الأسطوانة B ، A- أي تراجع الأسطوانة A للخلف ، B - أي تراجع الأسطوانة B للخلف .

والشكل ٣-٢٥ يبين الدائرة الهوائية لتحقيق مخطط الإزاحة السابق .



الشكل ٣-٢٥

محتويات الدائرة الهوائية :

أسطوانة ثنائية الفعل	A,B
صمام 4/2 بإشارتى ضغط	C,D
صمام نهاية مشوار ببكرة وياي	E,F
صمام 3/2 بضاغط وياي	G
وحدة الخدمة	H

نظرية التشغيل :

عند الضغط على ضاغط الصمام G يتغير وضع التشغيل لهذا الصمام للوضع الثانوي ، فتصل إشارة ضغط لمدخل التحكم 14 للصمام C ، فيتغير وضع التشغيل للصمام C للوضع الأيسر ، فتتقدم الأسطوانة A للأمام وصولاً لمكان صمام نهاية المشوار E ، فيتغير وضع التشغيل للصمام E ، فتصل إشارة

ضغط لمدخل التحكم 14 للصمام D ، فيتغير وضع التشغيل لهذا الصمام إلى الوضع الأيسر ، فتتقدم الأسطوانة B للأمام وصولاً لمكان نهاية المشوار F ، فتصل إشارة ضغط للمدخل 12 لكلا الصمامين C,D ، فيتغير وضع التشغيل لهما للوضع الأيمن فتتراجع الأسطوانتان A,B للخلف في آن واحد .

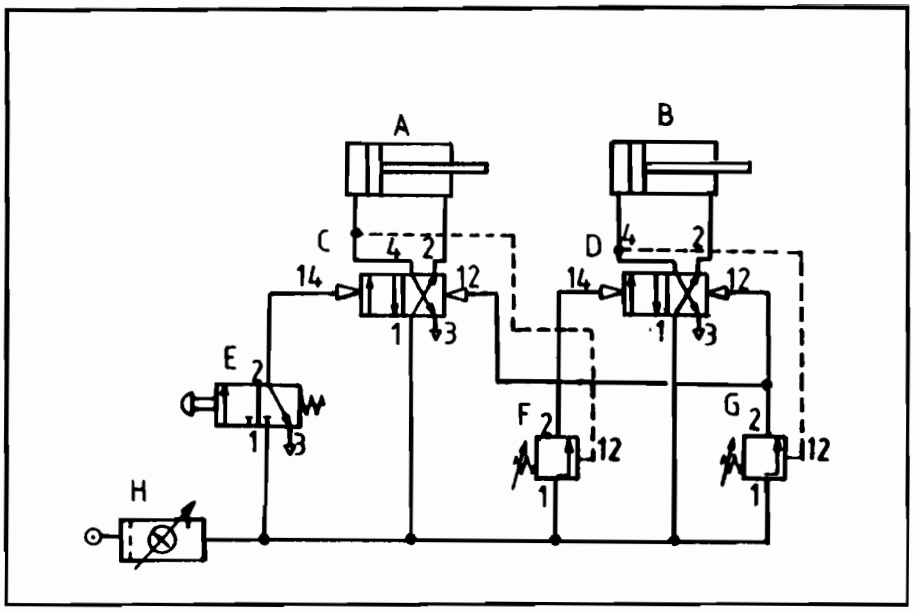
٣-١٠-٢ التشغيل التتابعي المعتمد على الضغط

في الشكل ٣-٢٦ الدائرة الهوائية لتشغيل الأسطوانتين A,B تتابعياً بالتتابع التالي :

رقم الخطوة	1	2	3
الحركة	A+	B+	A-, B-

محتويات الدائرة :

أسطوانة هوائية ثنائية الفعل	A,B
صمام 4/2 بإشارتى ضغط	C,D
صمام إشارة بضاغط يدوى وياى	E
صمام تتابعى	F,G
وحدة الخدمة	H



الشكل ٣ – ٢٦

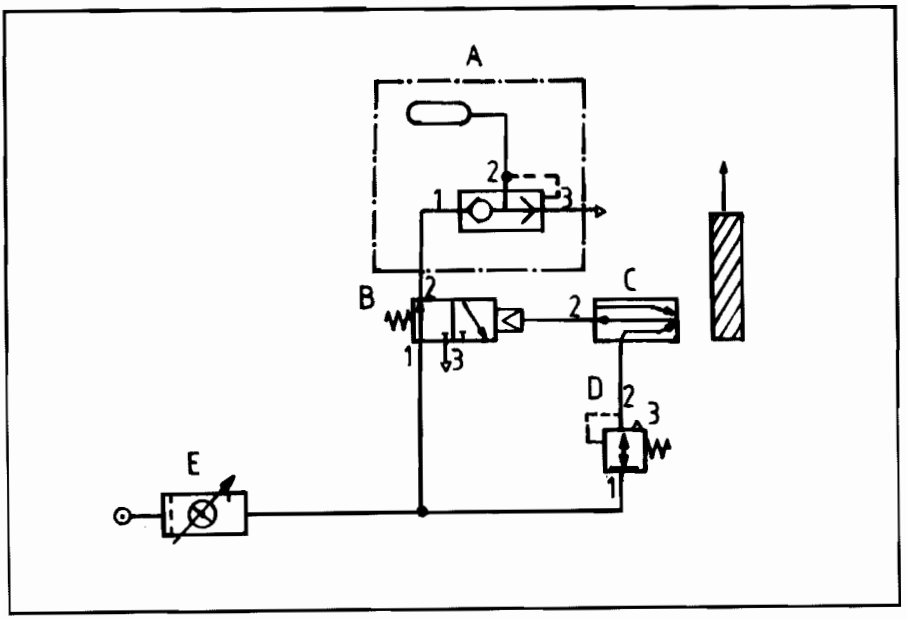
نظرية التشغيل :

عند الضغط على ضاغط الصمام E تصل إشارة ضغط لمدخل التحكم 14 للصمام C فيتغير وضع التشغيل للصمام للوضع الأيسر ، فتتقدم الأسطوانة A للأمام ، وعند وصول الأسطوانة لنهاية شوط الذهاب يزداد الضغط خلف الأسطوانة فتصل إشارة ضغط كافية لمدخل التحكم 12 للصمام التتابعي F ، فيقوم الصمام بإمرار الهواء المضغوط وصولاً لمدخل التحكم 14 للصمام D ، فيتغير وضع التشغيل للصمام D للوضع الأيسر، فتتقدم الأسطوانة B للأمام هي الأخرى ، وعند وصول الأسطوانة B لنهاية شوط الذهاب يزداد الضغط خلف مكبس الأسطوانة ليصل إلى الضغط المعاير عليه وحدة الخدمة ، فتصل إشارة ضغط للمدخل 12 للصمام التتابعي G فيعمل الصمام التتابعي حينئذ على إمرار إشارة ضغط لمدخل التحكم 12 للصمامين C,D ، فيعود كلا الصمامين

لوضع التشغيل الأيمن لهما فتتراجع الأسطوانتان A,B معاً للخلف .

٣-١١ التحكم في المنفاخ الهوائى : Pnumatic Ejector Control

الشكل ٣ ـ ٢٧ يعرض الدائرة الهوائية للتحكم فى المنفاخ الهوائى لقذف الشغلات بمجرد اقترابها من مجس تقاربى انعكاسى .



الشكل ٣ ـ ٢٧

محتويات الدائرة الهوائية :

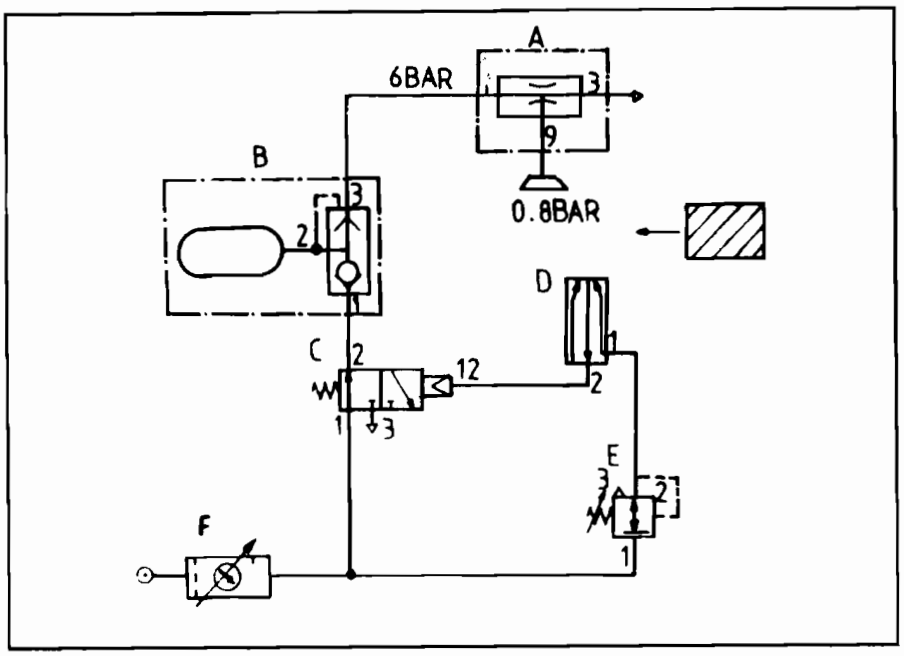
منفاخ هوائى	A
صمام اتجاهى 3/2 سابق التحكم بإشارة ضغط وياى .	B
مجس تقاربى انعكاسى .	C
صمام تنظيم ضغط .	D
وحدة خدمة .	E

نظرية التشغيل:

فى الوضع الطبيعى يمر الهواء المضغوط فى المسار 2 ← 1 للصمام الاتجاهى B ومروراً بصمام التصريف السريع للمنفاخ الهوائى A فى المسار 2 ← 1 حتى يمتلأ خزان المنفاخ الهوائى بالهواء المضغوط ، وبمجرد اقتراب شغلة من المجس التقاربى الانعكاسى C يتغير وضع التشغيل للصمام B نتيجة لوصول إشارة ضغط للمدخل 12، فينقطع الهواء المضغوط عن المنفاخ الهوائى A ، وفى هذه اللحظة ، يقوم المنفاخ بإخراج دفعة هواء كبيرة لتدفع الشغلة إلى المكان المطلوب.

٣ - ١٢ التحكم فى وحدة الرفع بالتفريغ Vacuum lifter control

الشكل ٣ ـ ٢٨ يعرض الدائرة الهوائية للتحكم فى وحدة الدفع بالتفريغ لالتقاط الشغلات بمجرد اقترابها من مجس تقاربى انعكاسى .



الشكل ٣ ـ ٢٨

محتويات الدائرة الهوائية :

A وحدة الدفع بالتفريغ وتتكون من فونية سحب تفريغ وكأس سحب

B منفاخ هوائى .

C صمام اتجاهى 3/2 سابق التحكم يعمل بإشارة ضغط وياى .

D مجس تقاربى انعكاسى .

E صمام تنظيم ضغط .

F وحدة الخدمة .

نظرية التشغيل :

فى الوضع الطبيعى يمر الهواء المضغوط فى المسار 2 → 1 للصمام الاتجاهى C ثم يمر بصمام التصريف السريع للمنفاخ الهوائى فى المسار 2 → 1 ليملأ خزان المنفاخ بالهواء المضغوط ، وبمجرد اقتراب شغلة من المجس التقاربى الانعكاسى D، تخرج إشارة هواء مضغوط من الفتحة 2 للمجس الانعكاسى D لتصل لمدخل التحكم للصمام الاتجاهى سابق التحكم C ، فيتغير وضع التشغيل للصمام . للوضع الأيمن فينقطع الهواء المضغوط عن المنفاخ الهوائى A ، وفى هذه اللحظة يقوم المنفاخ بإخراج شحنته من الفتحة 3 وصولا لوحدة الرفع بالتفريغ ، فيحدث تفريغ شديد عند الكأس قادر على التقاط الشغلة استعداداً لنقلها لمكان آخر بعناصر هوائية أخرى غير موضحة بهذا المثال.

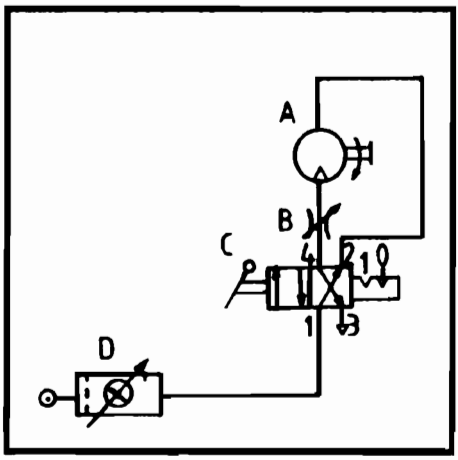
٣ ـ ١٣ التحكم فى المحركات الهوائية :

الشكل ٣ – ٢٩ يعرض دائرة هوائية للتحكم فى محرك هوائى ذى اتجاه واحد .

محتويات الدائرة الهوائية :

محرك هوائى	A
صمام خانق قابل المعايرة .	B
صمام 4/2 بذراع تشغيل .	C
وحدة الخدمة .	D

نظرية التشغيل :



الشكل ٣ ـ ٢٩

عند وضع ذراع تشغيل الصمام C على الوضع 1 يتغير وضع التشغيل للصمام للوضع الأيسر ، فيمر الهواء المضغوط عبر المسار 4 → 1 للصمام C ، ومروراً بالصمام الخانق B ، ووصولاً للمحرك A ، فيدور المحرك . وبمجرد إعادة ذراع تشغيل الصمام C على الوضع 0 يتغير وضع التشغيل للصمام C للوضع الأيمن فيتوقف المحرك بفرملة .

وفى الشكل ٣ ـ ٣٠ الدائرة الهوائية للتحكم فى محرك هوائى يدور فى اتجاهين .

محتويات الدائرة الهوائية :

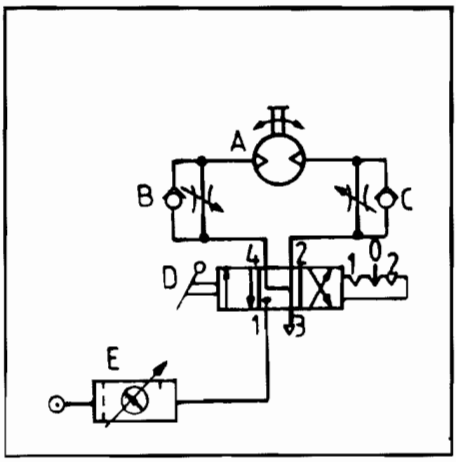
محرك هوائى ثابت السرعة ويدور فى اتجاهين	A

صمام خانق لا رجعى قابل المعايرة . B , C

صمام 4/3 بذراع تشغيل وله ثلاثة أوضاع تشغيل . D

وحدة الخدمة . E

نظرية التشغيل :



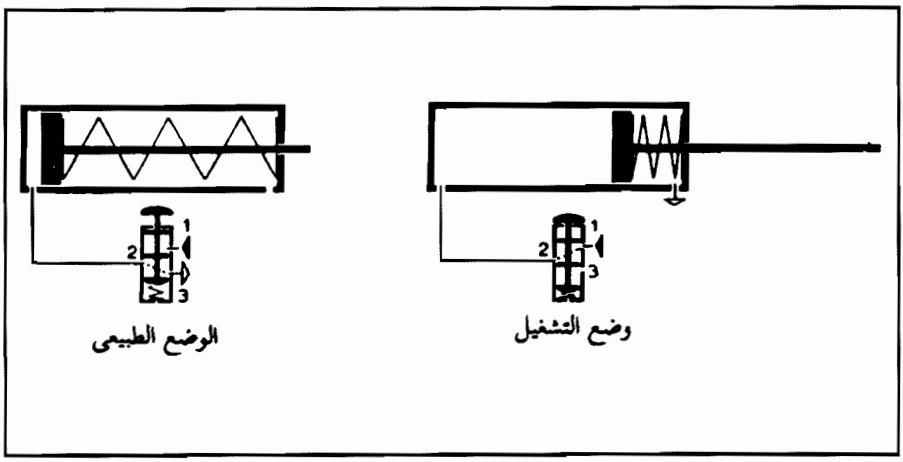
الشكل ٣-٣٠

عند وضع ذراع التشغيل للصمام D على وضع 1 يتغير وضع الصمام من الوضع المركزى للوضع الأيسر فيدور المحرك فى اتجاه عقارب الساعة، ويمكن التحكم فى سرعة المحرك بواسطة الصمام الخانق اللارجعى B ، وبمجرد إعادة ذراع التشغيل للصمام D للوضع 0 يعود الصمام للوضع المركزى ، فينقطع الهواء المضغوط عن المحرك A ، فيدور المحرك بعزم القصور الذاتى حتى يتوقف ، وعند وضع ذراع التشغيل للصمام D على الوضع 2 يتغير وضع الصمام D من الوضع المركزى إلى الوضع الأيمن فيدور المحرك فى اتجاه عكس عقارب الساعة ، ويمكن التحكم فى سرعة المحرك A بواسطة الصمام الخانق اللارجعى C والجدير بالذكر أنه لايوجد اختلاف بين الدوائر الهوائية المستخدمة للتحكم فى الأسطوانات الدوارة عن المستخدمة فى التحكم فى المحركات الهوائية ذات الاتجاهين .

٣ ـ ١٤ المخططات التصويرية Picturial Diagrams

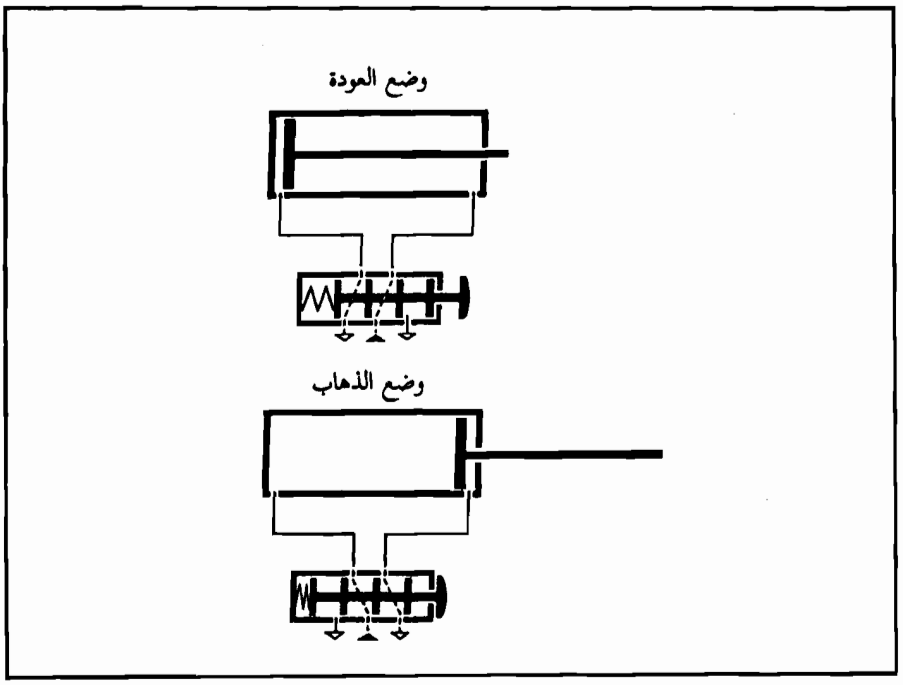
هذه المخططات توضح طريقة توصيل العناصر النيوماتيكية بشئ من التفصيل الذى يوضح فكرة عمل الدائرة النيوماتيكية بصفة عامة ، والعناصر المختلفة بصفة خاصة ، وهذه المخططات قد تفيد المبتدئ ، علماً بأن إعدادها يحتاج لجهد ووقت مقارنة بالدوائر النيوماتيكية المستخدمة للرموز النيوماتيكية .

والشكل ٣ ـ ٣١ يعرض المخطط التصويرى لدائرة نيوماتيكية بسيطة يتم التحكم فيها فى أسطوانة أحادية الفعل ، باستخدام صمام 3/2 بضاغط ويای فى الوضع الطبيعى ، وأيضاً فى وضع التشغيل ، ويلاحظ أن الصمام الاتجاهى المستخدم من النوع الانزلاقى الخطى .



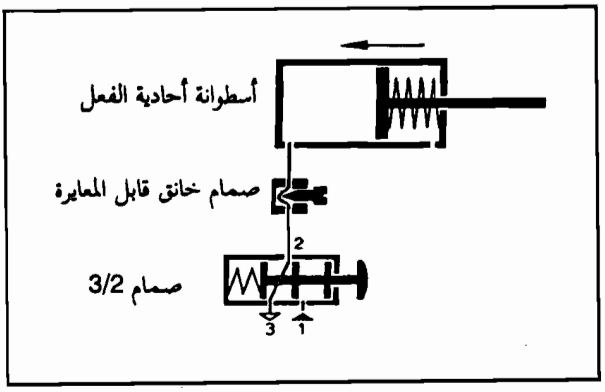
الشكل ٣- ٣١

والشكل ٣ ـ ٣٢ يعرض المخطط التصويرى لدائرة نيوماتيكية بسيطة ، يتم التحكم فيها فى أسطوانة ثنائية الفعل ، باستخدام صمام 5/2 بضاغط ويای فى وضع العودة ووضع الذهاب

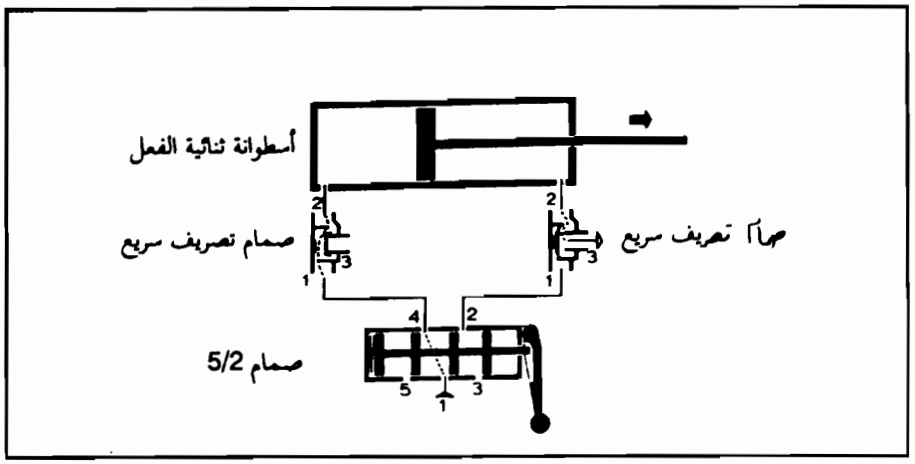


الشكل ٣-٣٢

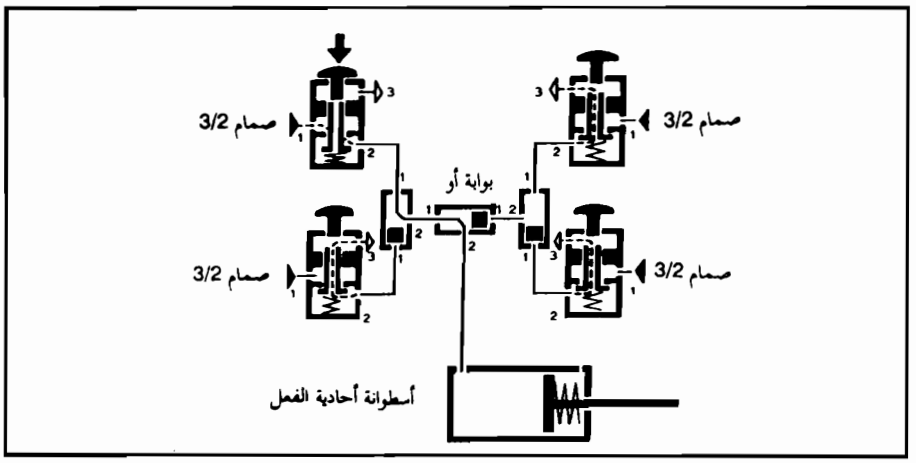
والشكل ٣ ـ ٣٣ يعرض المخطط التصويرى لدائرة نيوماتيكية بسيطة يتم التحكم فيها فى سرعة أسطوانة أحادية الفعل ، باستخدام صمام 3/2 بضاغط وياى وصمام خانق قابل المعايرة .



الشكل ٣-٣٣



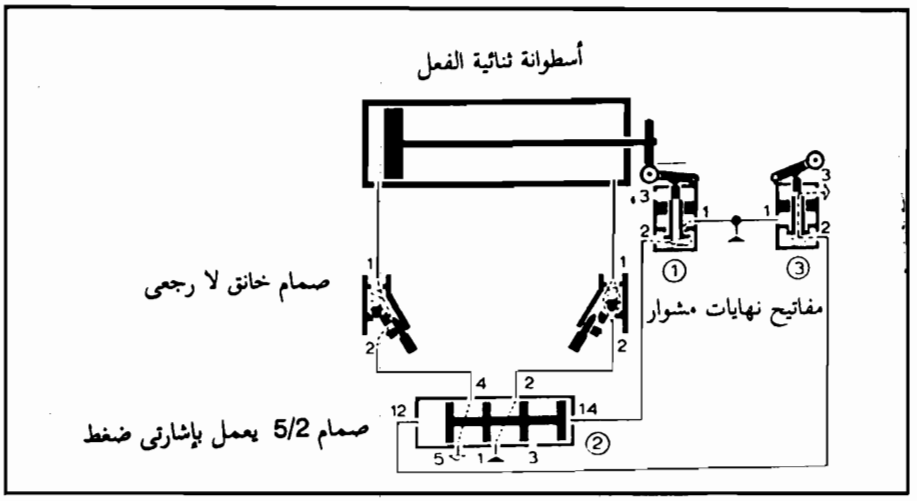
الشكل ٣-٣٤



الشكل ٣- ٣٥

والشكل ٣ ـ ٣٤ يعرض المخطط التصويرى لدائرة نيوماتيكية بسيطة يتم

التحكم فيها فى أسطوانة ثنائية الفعل تتقـدم وتتراجـع بسرعة مستخدماً صمام 5/2 بذراع تشغيل دوارة وصمامى تصريف سريع .



الشكل ٣- ٣٦

والشكل ٣ ـ ٣٥ يعرض المخطط التصويرى لدائرة نيوماتيكية بسيطة يتم التحكم فيها فى أسطوانة أحادية الفعل ، يتم تشغيلها من أربعة أماكن مختلفة باستخدام أربعة صمامات 3/2 بضاغط وياى وثلاث بوابات أو .

والشكل ٣ ـ ٣٦ يعرض المخطط التصويرى لدائرة نيوماتيكية بسيطة لتشغيل أسطوانة ثنائية الفعل حركة ترددية وذلك بالاستعانة بالصمامين 1, 3 ، وهما صمامان 3/2 يعملان كصمامى نهاية مشوار ، ويمكن التحكم فى سرعة الأسطوانة فى مشوارى الذهاب والعودة بواسطة صمامين خانقين لارجعيين .