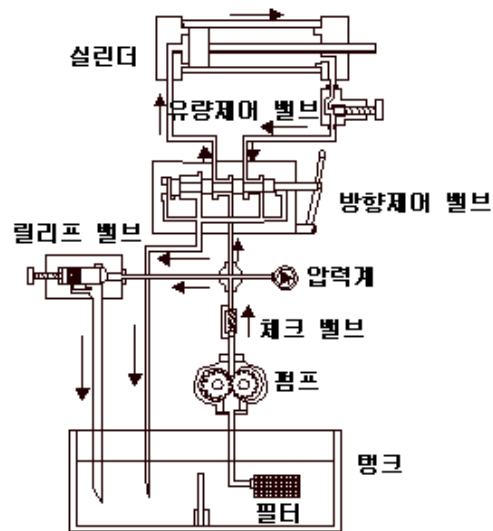


<공유압기능사_유압회로>

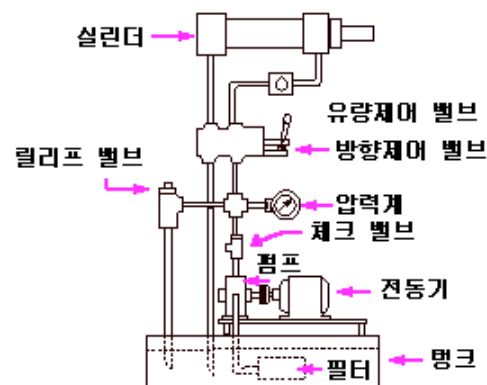
일반적으로 사용되고 있는 유압 장치의 회로가 매우 복잡하게 보이나 회로를 분석하면 몇 개의 기본 회로의 조합이라는 것을 알 수 있다.

(1) 단면 회로도: 기기와 관로의 단면도를 가지고 유압유가 흐르는 회로를 알기 쉽게 나타낸 회로도로서 기기의 작동을 설명하는데 편리하다.



[단면 회로도]

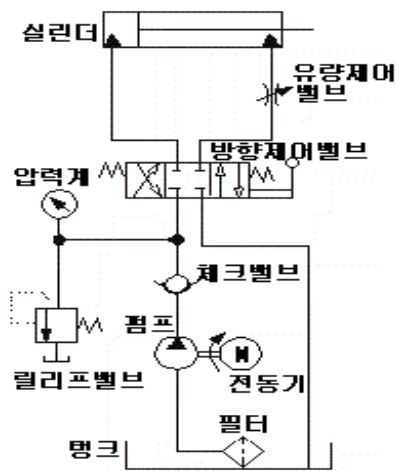
(2) 총식 회로도: 기기의 외형도를 배치한 회로도로서 과거에는 견적도 승인도 등으로 널리 사용한다.



[총식 회로도]

<공유압기능사_유압회로>

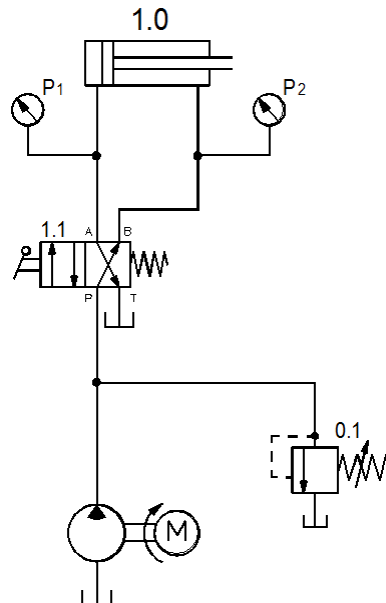
(3) 기호 회로도: 유압 기기 제어와 기능을 기호로 간단히 표시하여 배관, 회로, 작동 해석 등에 사용되며, 설계, 제작, 판매 등에 편리하다.



[기호 회로도]

PART 1. 기본회로

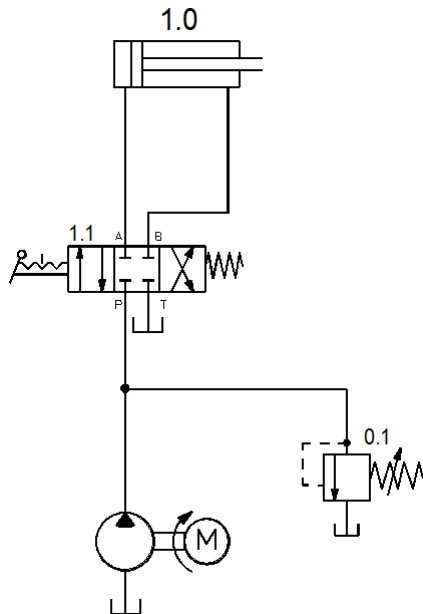
1. 복동 실린더의 제어



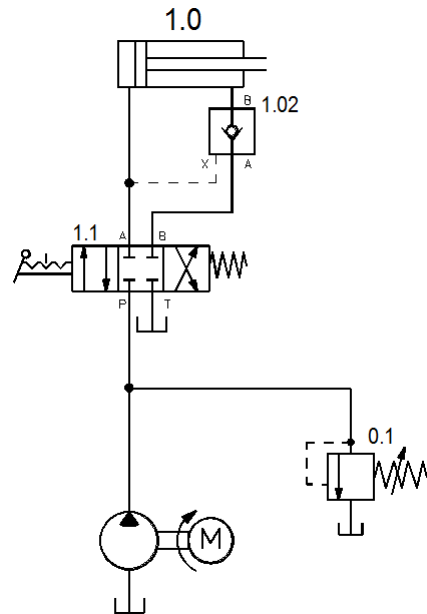
그림의 회로도에서 1.1 밸브를 스위칭 시키면 P는 A로, B는 T로 연결되어 1.0 실린더는 전진 운동을 하게 되고, 1.1 밸브를 원 위치시키면 실린더는 후진 운동을 하게 된다. 전·후진 운동을 할 때 형성되는 압력 P_1 , P_2 는 각각 운동할 때 작용하는 총 부하의 크기에 의하여 결정되고, 운동을 마치고 나면 0.1 밸브에 의하여 설정된 시스템의 최고 압력으로 된다.

복동 실린더는 후진 운동 속도가 전진 운동 속도 보다 수압 면적이 작기 때문에 더 빠르다. 만약 수압 면적의 비가 2 : 1인 복동 실린더를 사용하면 후진 운동 속도가 전진 운동 속도 보다 2배 더 빠르게 된다. 그러므로 후진 운동을 할 때 1.1 밸브의 A에서 T로 귀환되는 유압유의 양은 P에서 B로 흐르는 펌프 토출량의 2배가 되므로 배관 직경의 크기를 결정할 때 이점을 고려하여야 한다.

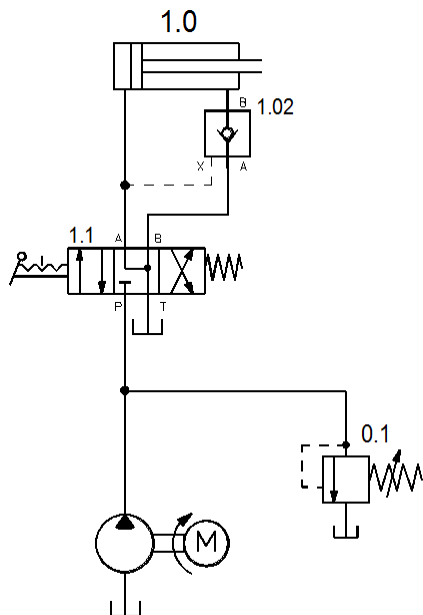
2. 복동 실린더의 중간정지



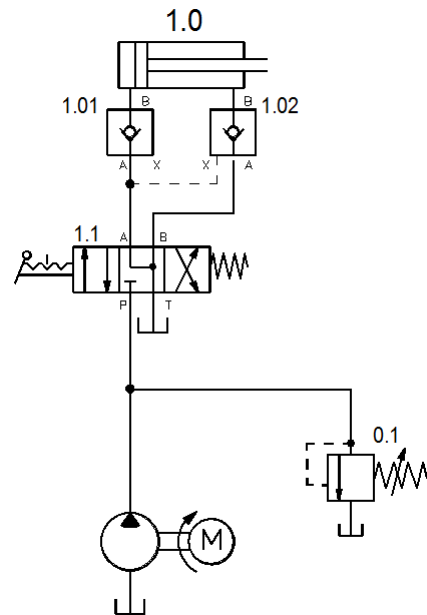
[복동 실린더의 중간정지 I]



[복동 실린더의 중간정지 II]



[복동 실린더의 중간정지 III]



[복동 실린더의 중간정지 IV]

그림 I 과 같이 차단 중립 위치를 가진 4/3-way 밸브를 이용하여 실린더를 중간 정지시키는 것은 유압 방향 제어 밸브가 거의 모두 슬라이드 형식의 구조를 갖고 있어 내부 누설이 발생되기 때문에 제한된 조건에서만 사용된다. 즉, 실린더가 중간에 멈추어 있는 시간이 짧아야 하고 실린더에 큰 부하가 작용하지 않고 있어야 한다. 그러므로 실린더를 정확한 위치에서 장시간 정지 시키기 위해서는 그림 II와 같이 파일럿 작동형 체크 밸브를 사용하여야 한다.

그림 II와 III은 실린더를 전진 운동 시에 임의의 위치에서 정지시키기 위한 회로도이다. 그림 II는 차단 중립 위치를 가진 4/3-way 밸브를 이용한 것이고, 그림 III은 ABT 접속형의 4/3-way 밸브를 이용한 것이다.

<공유압기능사_유압회로>

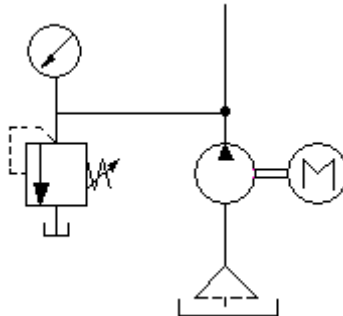
그림 Ⅱ과 같이 차단 중립 위치를 가진 밸브와 파일럿 작동형의 체크 밸브를 같이 사용하면 실린더를 전진 운동시키다가 정지시키기 위하여 1.1 밸브를 중립 위치로 하면, 1.02 파일럿 작동형 체크 밸브의 X와 A 라인에 압력이 존재하여 파일럿 작동형 체크 밸브가 기능을 발휘할 수 없게 된다. 그러므로 파일럿 작동형 체크 밸브는 항상 그림 Ⅲ과 같이 ABT 접속형의 밸브와 같이 사용해야만 기능을 발휘할 수 있게 된다.

그림 Ⅲ은 실린더가 전진 운동을 하는 도중에 중간 정지하기 위한 회로도이다. 그러나 그림 Ⅲ과 같이 파일럿 작동형 체크 밸브를 하나만 사용하면 실린더의 내부 누설이 발생되거나 부하의 방향이 불규칙한 경우에는 문제가 발생되게 된다. 즉, 실린더에 후진 운동 방향의 힘이 작용하면 실린더는 힘이 작용하는 방향으로 움직이게 된다. 그러므로 실린더를 중간 정지시키고자 할 경우에는 항상 파일럿 작동형 체크 밸브를 2개를 사용하는 것이 바람직하다.

그림 Ⅳ은 2개의 파일럿 작동형 체크 밸브를 사용한 중간 정지 회로도이다. 이 때에 2개의 파일럿 작동형 체크 밸브를 이용하면 배관이 복잡해지므로 더블 파일럿 작동형 체크 밸브를 이용하는 것이 더 바람직하다.

PART 2. 유압회로

1. 유압설정회로

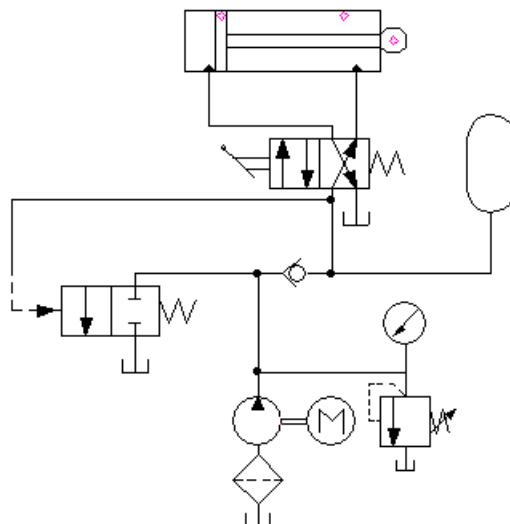


모든 유압회로의 기본으로, 회로내의 압력을 설정 압력으로 조정하는 회로이다. 압력 설정회로는 안전측면에 서도 필수적인 회로이며, 압력이 설정 압력 이상일 때에는 릴리프 밸브가 열려 탱크에 작동유를 귀환시킨다.

2. 무부하 회로

(1) 축압기에 의한 무부하 회로

누유가 되면 축압기로부터 유압유가 보급되고, 회로 압력이 떨어지게 되어 개폐 밸브가 닫혀 펌프로부터 유압유가 회로에 보내어져 조작단 압력을 자동적으로 조절하면서 실린더의 힘에 의한 가공물에 더 이상 또는 더 이하 의 압력을 허용하지 않게 된다.



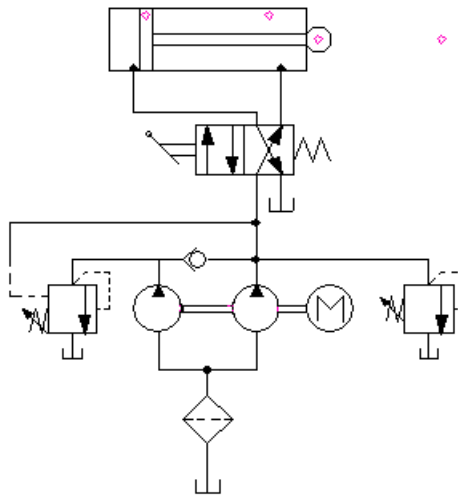
- 펌프로부터 실린더에 압유를 송입시키는 것과 동시에 압유는 축압기에도 송입되어 축압
- 체크 밸브는 회로압력이 쉽게 떨어지는 경우가 없이 작동을 함과 동시에 개폐밸브를 열어 펌프는 무부하 운전이 가능

<공유압기능사_유압회로>

- 가공물에 흔적을 방지
- 유체의 압축성을 이용한 것으로 작동유의 약점을 보충

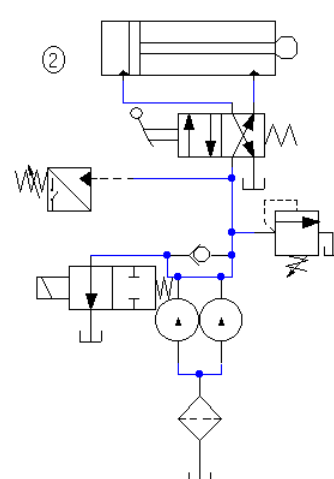
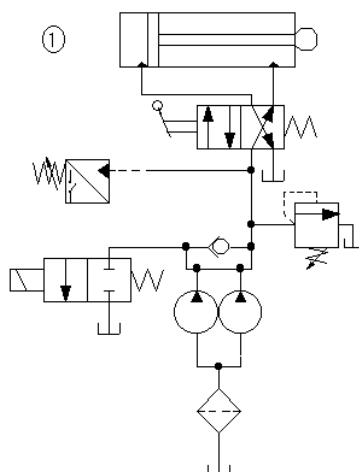
(2) Hi-Lo에 의한 무부하 회로

피스톤을 급격히 전진시키려면 저압 대용량의 펌프가 필요하다. 또한 실린더에서 큰 힘을 얻고자 할 때에는 고압 소용량의 펌프가 필요하게 된다. 즉, 고압 소용량과 저압 대용량의 펌프를 동시에 사용한 회로가 사용되는데 이 회로가 하이 로(Hi-lo) 회로이다.



(3) 압력스위치와 전자밸브에 의한 무부하 회로

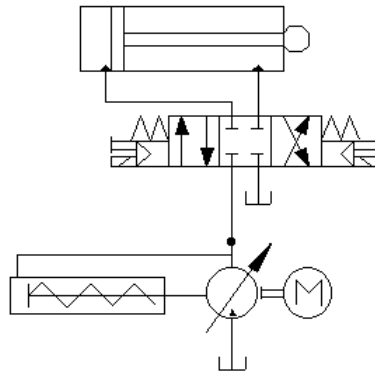
① 회로는 압력스위치를 사용하여 전기적 신호에 따라 솔레노이드 밸브를 전환시키는 방법이고, ② 회로는 하이 로(Hi-Lo)회로와 똑같은 기능을 갖는 회로이다. 다만 파일럿 회로를 전기적으로 바꾼 것에 불과하다.



<공유압기능사_유압회로>

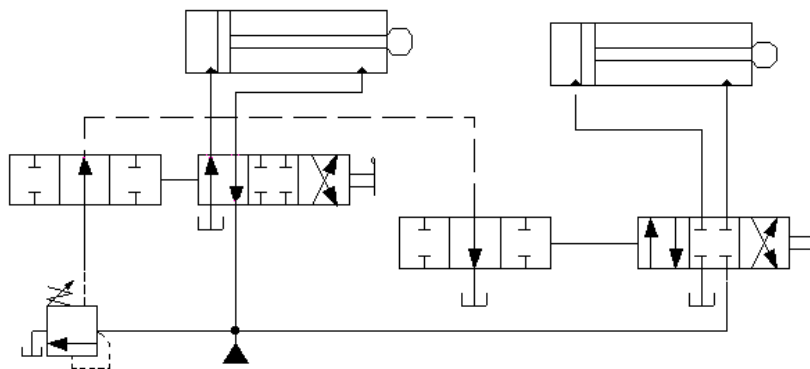
(4) 압력 보상 가변 용량형 펌프에 의한 무부하 회로

이 회로는 펌프의 송출압에 따라 송출량을 보상하는 가변 용량형 펌프를 사용하여, 펌프의 동력을 경감시키는 회로이다.



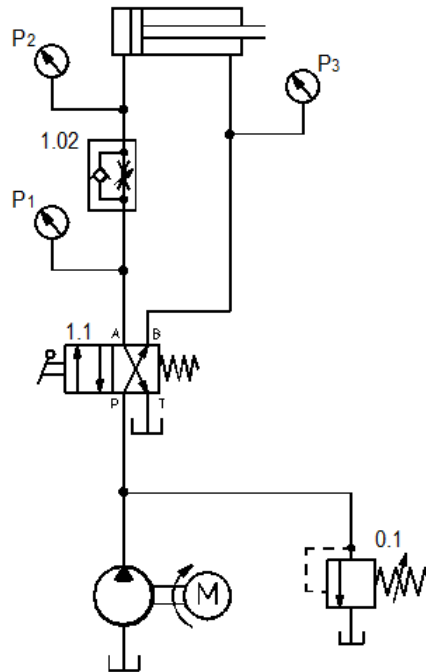
(5) 다수의 실린더를 무부하 시키는 회로

이 회로는 두(2) 개 이상의 실린더에 한(1) 개의 펌프로부터 유압유를 공급할 경우에 이용하는 것으로 한 개의 유압실린더만을 무부하로 할 수는 없다.



3. 속도 제어 회로

(1) 미터 인(Meter-in) 회로



그림은 실린더로 공급되는 유량을 조절하여 실린더의 전진 운동 속도를 제어하는 미터 인 속도 제어 방법이다. 실린더의 후진 운동 속도도 함께 제어하기 위해서는 또 하나의 일 방향 유량 제어 밸브를 피스톤 로드 쪽에 설치하여 피스톤 로드 쪽으로 공급되는 유량을 제어하여야 한다.

그림에서 P_1 , P_2 의 압력은 0되고, P_3 의 압력은 압력 릴리프 밸브로 설정된 유압 시스템의 최고 압력 P_{max} 가 된다. 전진 운동을 위하여 누름 버튼을 눌러 4/2-way 방향 제어 밸브를 작동시키면 P_1 의 압력은 유량 제어 밸브의 저항으로 인하여 P_{max} 에 근접하는 아주 높은 압력이 되고, P_2 의 압력은 실린더에 작용하는 외력인 부하와 내부 저항에 의하여 결정되는 값을 갖는다. 그리고 P_3 의 압력은 배관 저항만 작용하기 때문에 아주 낮은 압력이 된다.

유량 제어 밸브의 단면적을 줄여주면 줄여 줄수록 저항이 커지기 때문에 P_1 의 압력은 높아져서 압력 릴리프 밸브의 크래킹 압력을 초과하여 설정된 유압 시스템의 최고 압력 P_{max} 에 거의 도달하게 된다. P_1 의 압력이 높아지면 높아질수록 압력 릴리프 밸브가 많이 열리게 되어 탱크로 귀환되는 유량이 증가하기 때문에 실린더의 속도는 감소하게 된다.

유량 제어 밸브를 통하여 실린더로 공급되는 유량은 유량 제어 밸브 양단의 압력 차이 $\Delta P(\Delta P = P_1 - P_2)$ 에 의하여 영향을 받게 된다. 그러므로 실린더에 작용하는 부하가 변하면 P_2 의 압력도 변하게 되어 ΔP 가 변하게 되므로 실린더의 속도가 변하게 된다. 그러므로 균일한 속도를 얻기 위해서는 압력 보상형 유량 제어 밸브를 이용하여 속도를 제어하여야 한다.

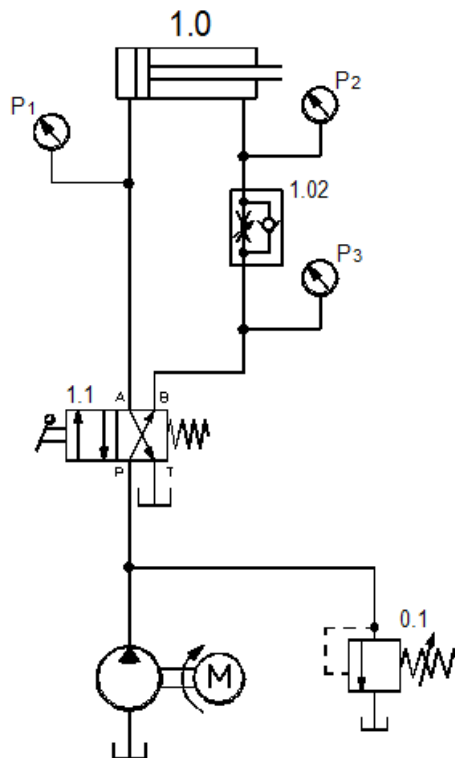
미터 인 속도 제어 방법은 실린더에 운동 방향과 같은 방향의 부하가 작용하게 되면 속도 제어의 능력을 상

<공유압기능사_유압회로>

실하게 된다. 즉, 실린더가 전진 운동을 할 때 잡아 끄는 힘이 작용하게 되면 P_3 의 압력이 거의 0이기 때문에 피스톤 쪽에 진공이 형성되면서 실린더는 이 힘에 의하여 속도 조절 능력을 상실한 상태로 움직이게 된다. 그러므로 미터 인 방법으로 실린더의 속도를 제어하려고 하면 잡아 끄는 힘에 저항할 수 있도록 P_3 의 압력을 적당하게 유지할 수 있도록 카운터 밸런스(counter balance)회로를 추가해 주어야만 한다.

미터 인 방법으로 속도를 제어하면 유량 제어 밸브의 저항으로 인하여 발생된 열에 의하여 실린더가 과열될 수 있게 되는 단점이 있다.

(2) 미터 아웃(Meter-out) 회로



미터 아웃 속도 제어 방법은 그림과 같이 실린더로부터 배출되는 유량을 조절하여 실린더의 속도를 제어하는 것이다.

실린더를 전진 운동시키고자 방향 제어 밸브를 전환시키면 P_1 의 압력은 압력 릴리프 밸브로 설정된 시스템의 최고 압력인 P_{max} 에 아주 근접한 높은 압력이 되며, P_3 의 압력은 배관 저항만 걸리므로 0에 가까운 아주 낮은 압력이 된다. 유량 제어 밸브의 단면적을 줄여 주면 P_2 의 압력이 증가하고, 이에 따라 P_1 의 압력도 따라서 높아지게 된다. 그러면 압력 릴리프 밸브가 더 많이 열리게 되어 탱크로 귀환되는 유량이 더 증가하게 되고 실린더의 속도는 감소하게 된다.

미터 아웃 속도 제어는 실린더의 피스톤 양쪽에 모두 압력이 유지되고 있는 상태로 실린더가 움직이게 되므로 실린더에 작용하는 부하의 방향이 바뀌거나 부하의 크기가 갑자기 변화되어도 실린더가 유압적으로 클램프되어 있으므로 미터 인 방법보다 더 안정되게 된다. 그리고 유량 제어 밸브의 저항에 의하여 발생된 열도 탱크로 옮겨지므로 실린더가 과열되는 현상이 발생되지 않는다. 그러나 미터 아웃 속도 제어는 P_2 의 압력이

<공유압기능사_유압회로>

경우에 따라서는 우리가 설정한 유압 시스템의 최고 압력 P_{max} 를 초과하게 되므로 주의하여야 한다.

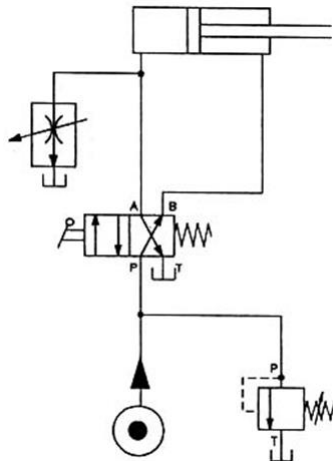
유압 실린더가 전진 운동을 할 때 유압 실린더는 다음과 같은 힘의 평형상태를 유지하면서 움직이게 된다.

$$P_1 \cdot A_1 = P_2 \cdot A_2 + F_r + F_{ext}$$

그러므로 위의 식을 정리하면 다음의 결과를 얻는다.

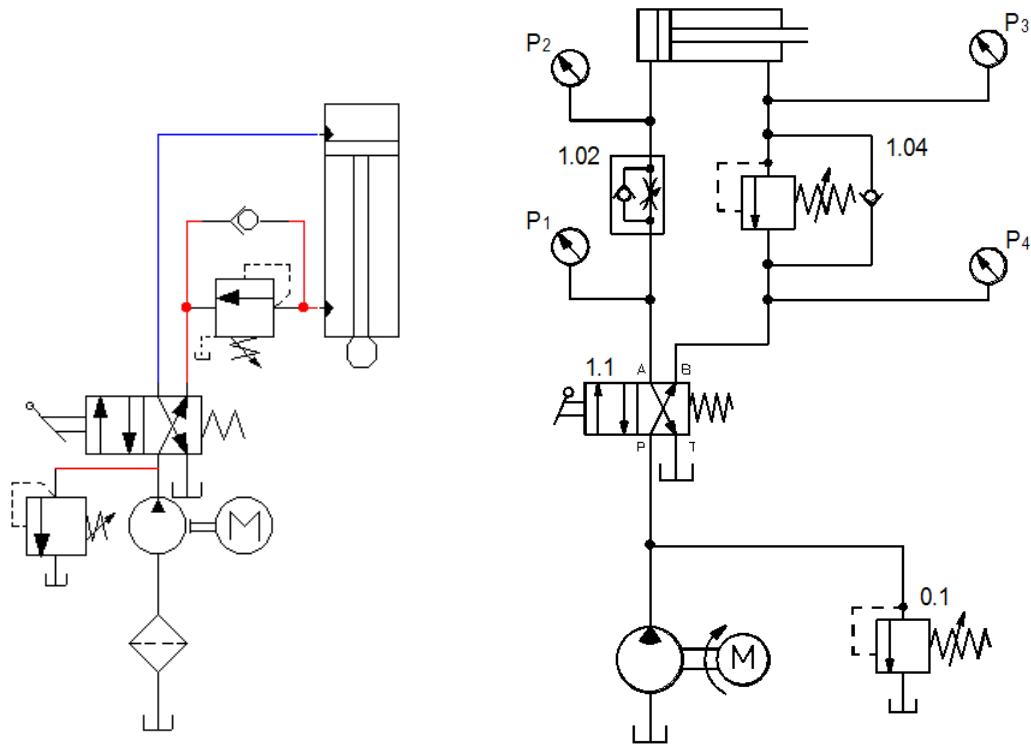
실린더가 전진 운동을 할 때 피스톤 로드 쪽에 형성되는 압력 P_2 는 실린더의 피스톤 쪽과 피스톤 로드 쪽의 수압 면적의 비에 크게 영향을 받게 된다. 낮은 압력을 이용하는 경우에는 이 수압 면적의 비가 크지 않지만, 높은 압력을 이용하거나 실린더의 행정 거리가 긴 경우에는 피스톤 로드의 직경이 커지게 되므로 수압 면적의 비가 커지게 된다. 만약 수압 면적의 비가 3:1이고, 200 bar의 압력을 이용한다고 하면 P_2 의 압력은 600 bar 까지도 높게 올라갈 수 있다. 그러므로 미터 아웃 방법은 증압된 P_2 의 압력이 우리가 허용할 수 있는 정도여야 하기 때문에 높은 압력을 사용할 때는 미터 아웃 방법 대신에 미터 인 방법을 사용하는 것이 더 바람직하다.

(3) 블리드 오프 회로



블리드 오프 속도 제어 방법은 그림과 같이 실린더로 공급되는 유량의 일부를 유량 제어 밸브를 통하여 탱크로 귀환시키는 것이다. 이 블리드 오프 방법은 펌프의 토출 압력이 실린더에 작용하는 부하의 압력과 같아서 압력 릴리프 밸브로 설정된 최고 압력에 도달하지 못하므로 시스템의 효율은 앞의 두 방법보다 좋은 장점이 있다. 그러나 부하 변동이 심한 경우에는 실린더의 속도가 불안하므로 많이 이용되지는 않는다.

(4) 카운터 밸런스 회로



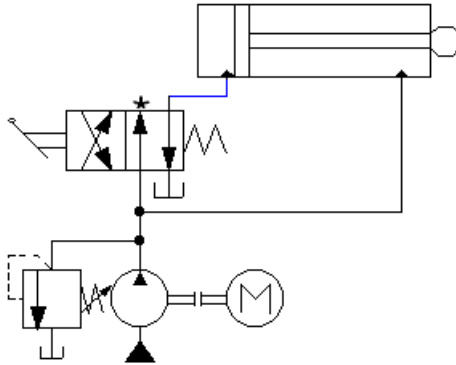
카운터 밸런스 회로는 실린더 포트에 카운터 밸런스 밸브를 직렬로 연결하여 일정한 배압을 유지시켜, 자중에 의한 자유낙하를 방지하거나 부하가 급격히 감소되더라도 피스톤이 급강하 되지 않도록 제어하는 회로이다.

미터 인 방법은 압력이 증압 되는 문제가 없어 높은 압력 조건에서도 사용될 수 있는 장점이 있다. 그러나 이 방법은 운동 방향과 일치하는 부하가 작용하게 되면, 즉 전진 운동 시에 피스톤 로드를 잡아 끄는 힘이 작용하게 되면 P_3 의 압력이 0에 가깝기 때문에 속도 제어 능력을 상실하게 된다. 그러므로 미터 인 방법으로 실린더의 속도를 제어하려고 하면 P_3 의 압력을 적절한 수준으로 유지시켜 주어야만 한다. P_3 의 압력을 적절하게 유지시키는 것을 카운터 밸런스라고 하며, 카운터 밸런스 압력을 유지시키는 데는 그림과 같이 압력 릴리프 밸브가 사용된다.

카운터 밸런스 압력(P_3)을 너무 높게 유지하면 유압 시스템의 효율이 저하되므로, 가급적이면 이 압력은 낮게 유지하는 것이 바람직하다.

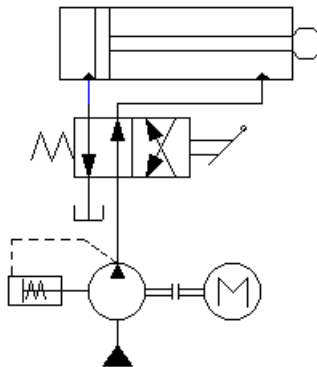
<공유압기능사_유압회로>

(5) 차동 회로



차동 회로는 일명 재생회로라 하며 수압면적이 넓은 피스톤 측에 펌프의 송출량과 로드 측에서 귀환하는 유압유가 함유해서 유입되게 하여 피스톤 속도를 빠르게 하는 회로이다. 그러나 가압력은 약해져 소형 프레스에 간혹 사용된다.

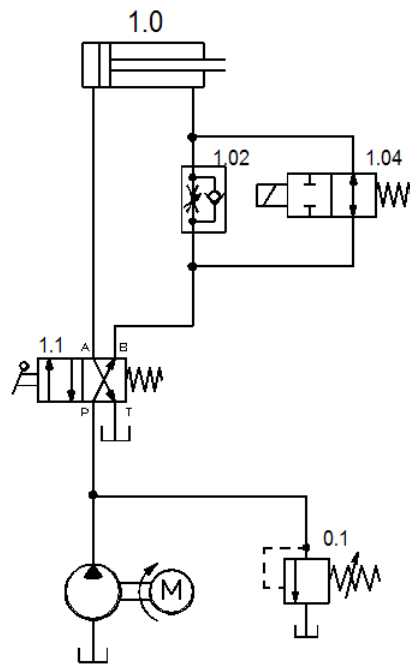
(6) 가변 용량형 펌프 회로



가변 용량형 펌프 회로는 펌프의 용량을 변화시켜 실린더 속도를 제어하는 회로이다.

<공유압기능사_유압회로>

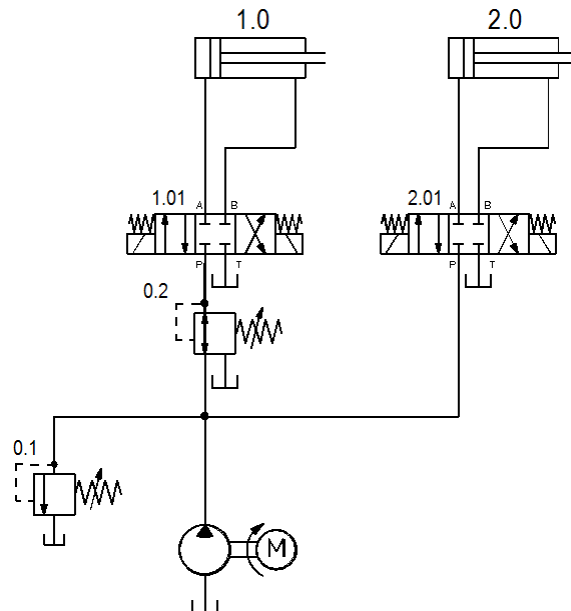
(7) 이송 속도를 변환시키는 회로



사이클 중에 급속, 저속 이송이 간헐적으로 필요할 때에 미터 아웃 회로에 유량제어밸브와 이것과 병렬로 투(2) 포트 방향 제어 밸브를 설치하면 유리하다.

4. 유압 시퀀스 회로

(1) 감압 밸브를 이용한 제어



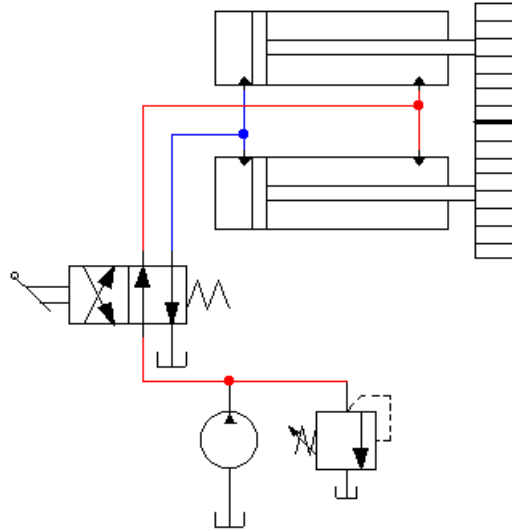
한 유압 시스템에서 서로 다른 압력을 이용하여야 하는 경우에는 감압 밸브를 이용한다. 그림의 회로는 1.0 실린더와 2.0 실린더가 서로 다른 압력에서 작동되는 경우의 제어 회로이다. 즉, 1.0 실린더는 감압 밸브 0.2에 의하여 조절된 낮은 압력으로 작동되고, 2.0 실린더에는 0.1 밸브로 설정된 높은 압력이 공급된다.

감압 밸브에는 0.2 밸브와 같이 드레인 라인이 있는 3-way 감압 밸브와 드레인 라인이 없는 2-way 감압 밸브의 두 가지가 있다. 2-way 감압 밸브는 감압 밸브를 통하여 유압유가 흐르는 상태에서는 설정된 압력보다 낮은 압력을 유지하면서 흐르나, 실린더가 운동을 완료하고 나면 감압 밸브의 구조와 반응 시간 때문에 설정된 압력 보다 높은 서지 압력이 형성되므로 3-way 감압 밸브를 사용하여야만 한다.

5. 동조 회로

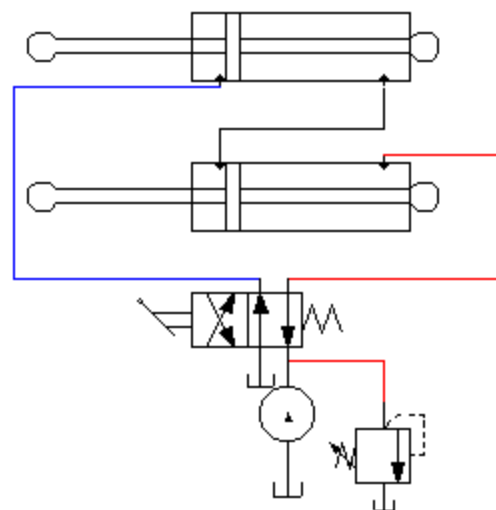
동조 회로 또는 동기회로라고 하는 것은 실린더의 전진 운동 속도와 후진 운동 속도를 같게 해주기 위한 회로이다.

(1) 래크와 피니언에 의한 동조



래크와 피니언에 의한 동조 회로는 두(2) 개의 실린더의 피스톤 로드와 래크와 각각 서로 맞물리는 두 개의 피니언을 한 개의 회전축에 붙여 기계적으로 연동시켜 구성한다.

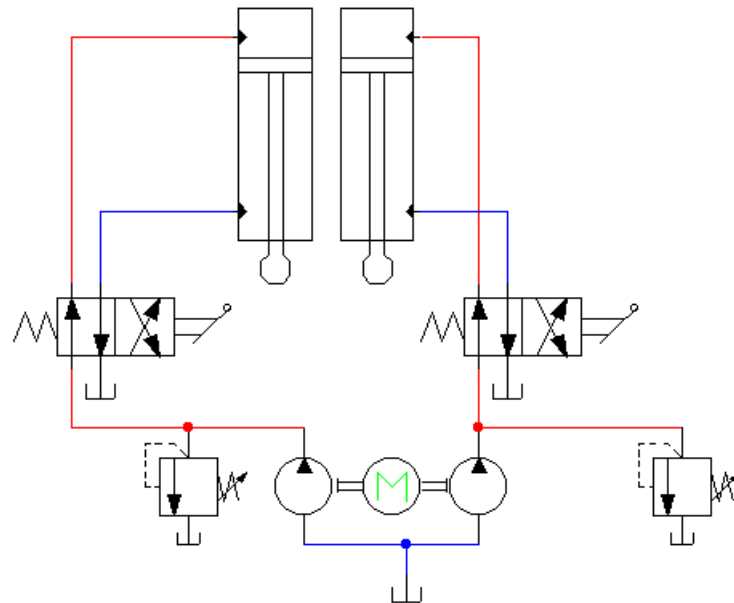
(2) 실린더의 직렬 결합에 의한 동조



실린더의 직렬 결합에 의한 동조회로는 동조오차의 누적을 보정 할 수 있는 회로로 유압실린더의 내부 누유는 작동에 악영향을 미치므로 특히 주의를 하여야 한다.

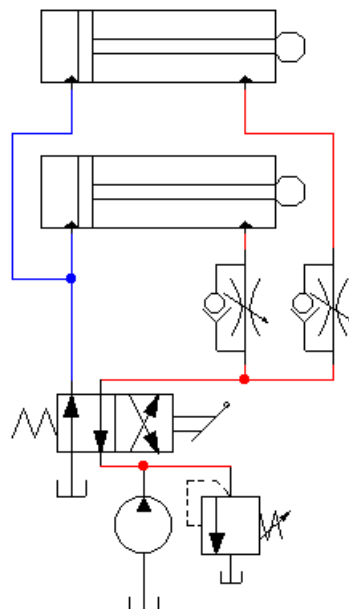
<공유압기능사_유압회로>

(3) 2개의 펌프를 사용한 동조



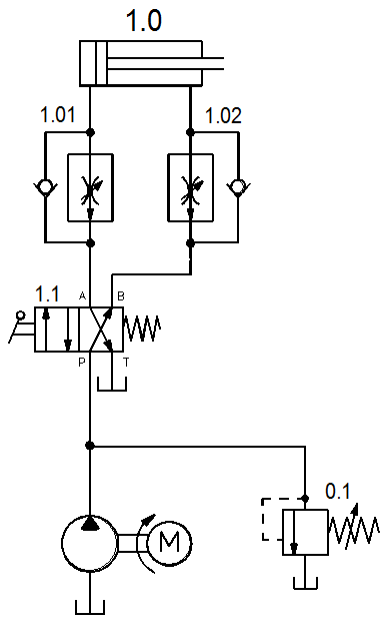
이 회로는 용량이 동일한 동일형의 두(2) 개의 펌프를 동일 축에 연결하여 동일 회전수로 회전시켜 동조시키는 회로이다. 이 회로는 각 실린더에 걸리는 하중의 차, 패킹의 마모 저항차, 누유, 펌프 특성 등이 동조에 크게 영향을 받는다.

(4) 2개의 유량 조절 밸브에 의한 동조

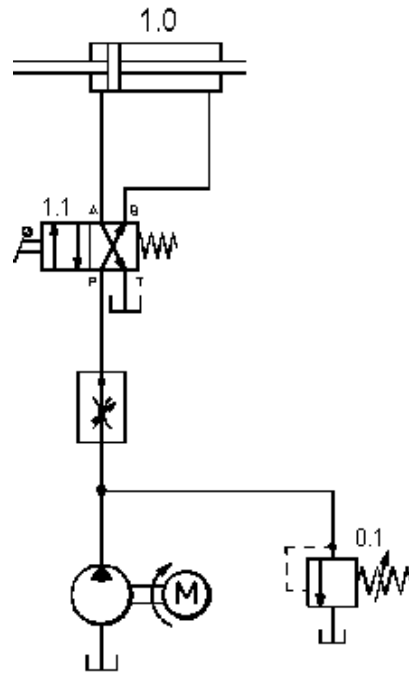


두(2) 개의 실린더에 유입 또는 유출되는 유압유 유량을 별개의 유량 제어 밸브를 사용하여 각각 유량을 제어함으로써 실린더의 운동을 동조시킬 수 있는 회로이다.

(5) 전, 후진 동기 제어



[전, 후진 동기 제어 I]



[전, 후진 동기 제어 II]

실린더의 전진 운동 속도와 후진 운동 속도를 같게 해주기 위한 동기 제어에는 여러 가지 방법이 있다.

그림 I에서 IV는 실린더의 전진 운동 속도와 후진 운동 속도를 같게 해주기 위해 사용되는 여러 가지 방법을 나타내고 있다.

그림 II는 양 로드형의 실린더를 이용하는 것이다. 유압 실린더는 수압 면적의 차이로 인해 후진 운동 속도가 전진 운동 속도보다 빠르다. 그러므로 전, 후진시의 수압 면적을 같게 해주면 속도가 같아지게 된다. 이 방법은 0.1 밸브 하나만 조절하면 되므로 속도 조절이 간편한 장점이 있으나 1.0 실린더가 큰 설치 공간을 필요로 하는 단점이 있다.