

유압회로 (Hydraulic Circuits)

유압 회로의 개요

- ❖ 유압회로 설계란 유압기기를 어떻게 조합하여 계획된 목적에 맞는 유압회로를 어떻게 만들 것 인가를 결정하는 것
- ❖ 사용하는 유압기기의 성능이 아무리 좋다고 하더라도 그 조합이 적합하지 않으면 유압장치로서의 충분한 성능을 발휘할 수 없다
- ❖ 계획된 목적에 적합한 회로는 일반적으로는 여러 가지가 되는 경우가 보통인데 이들 회로 가운데 가장 적절한 회로의 선정은 매우 중요한 일

유압 회로 선정 기준

- ❖ 어느 회로가 에너지 손실이 가장 적고, 효율이 좋은가 ?
- ❖ 어느 회로가 조작성, 내구성, 경제성, 안전성등에서 뛰어난가 ?

기본회로 및 보조회로

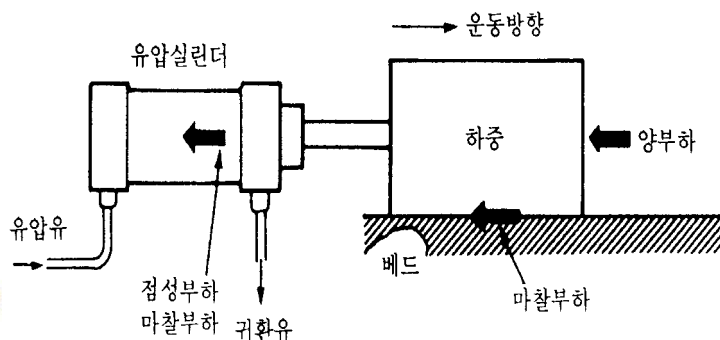
- ❖ 실제의 기계장치의 유압회로는 매우 복잡한 것처럼 보인다. 그러나 이들의 회로를 분석해 보면, 몇 개의 기본적인 회로와 보조적인 회로와의 조합으로 되어 있다.
- ❖ 기본회로 : 압력제어, 속도제어, 방향제어, 유압모터 제어회로 등
- ❖ 보조회로 : 충격흡수, 발열방지, 안전화, 축압기 또는 필터회로 등



유압회로 (Hydraulic Circuits)

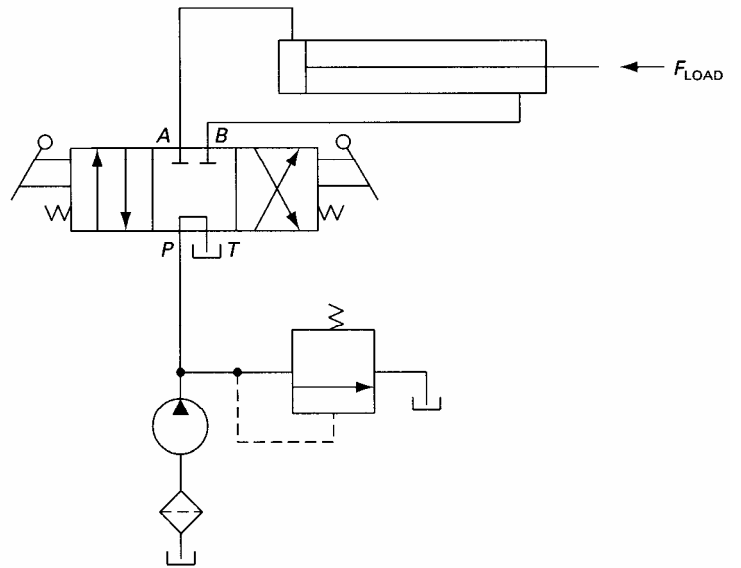
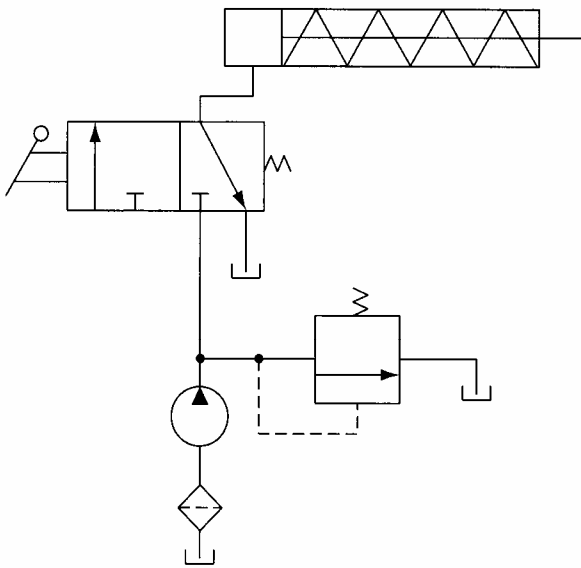
부하의 종류

- ❖ 부하의 종류 : 양(+)의 부하, 음(-)의 부하, 관성, 점도, 스프링, 마찰부하 등
- ❖ 양의 부하 : 유압실린더의 피스톤이 움직이는 방향과 반대 방향으로 가해지는 힘
→ 유압실린더로 하중을 움직일 때, 하중은 양의 부하
- ❖ 음의 부하 : 피스톤이 움직이는 방향과 부하의 방향이 같은 경우
- ❖ 관성부하 : 물체가 가속 또는 감속 될 때에 생기는 저항
- ❖ 점성부하 : 점성에 의한 유체저항
- ❖ 스프링 부하 : 스프링에 의해 부하의 변위에 비례한 크기의 부하
- ❖ 마찰부하 : 마찰저항에 의한 것



유압회로 (Hydraulic Circuits)

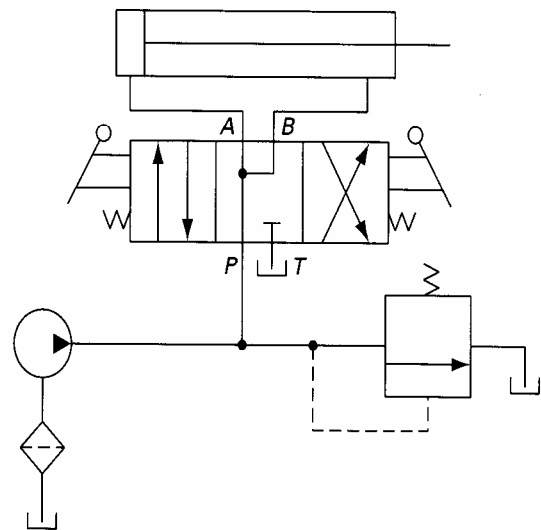
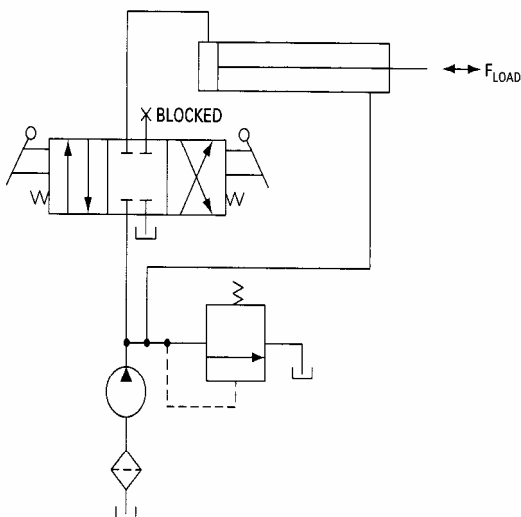
단동/복동 유압실린더



유압회로 (Hydraulic Circuits)

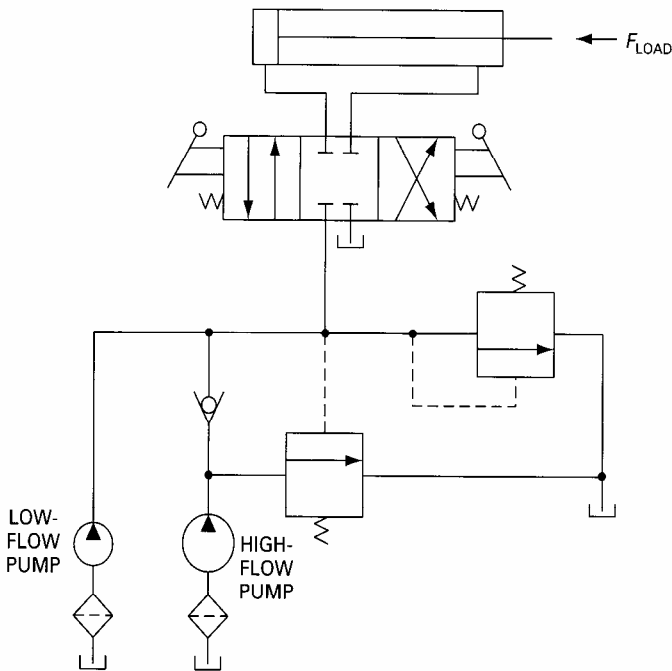
재생회로

- ❖ 실린더 전진 속도 상승
- ❖ $Q_t = Q_p + Q_r$
- ❖ $V = Q_p / A_r$



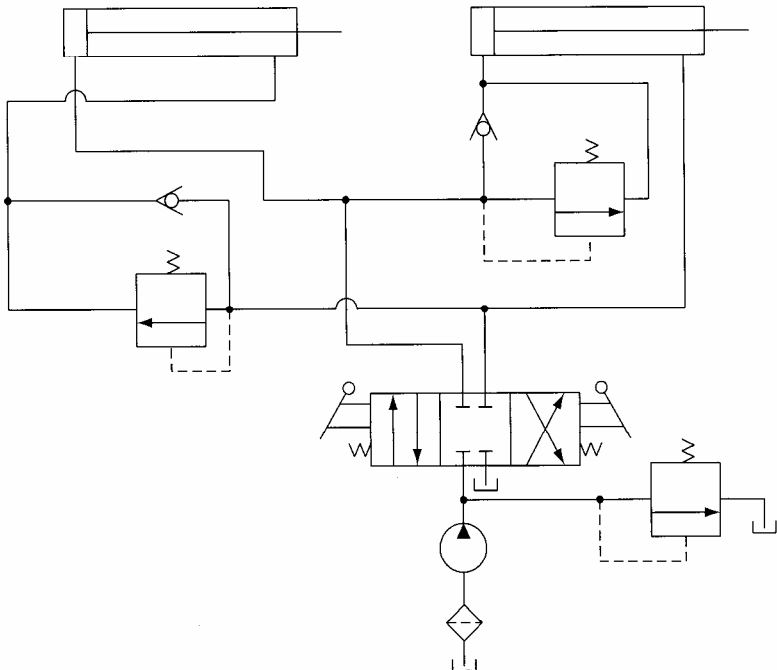
유압회로 (Hydraulic Circuits)

이중 펌프 시스템



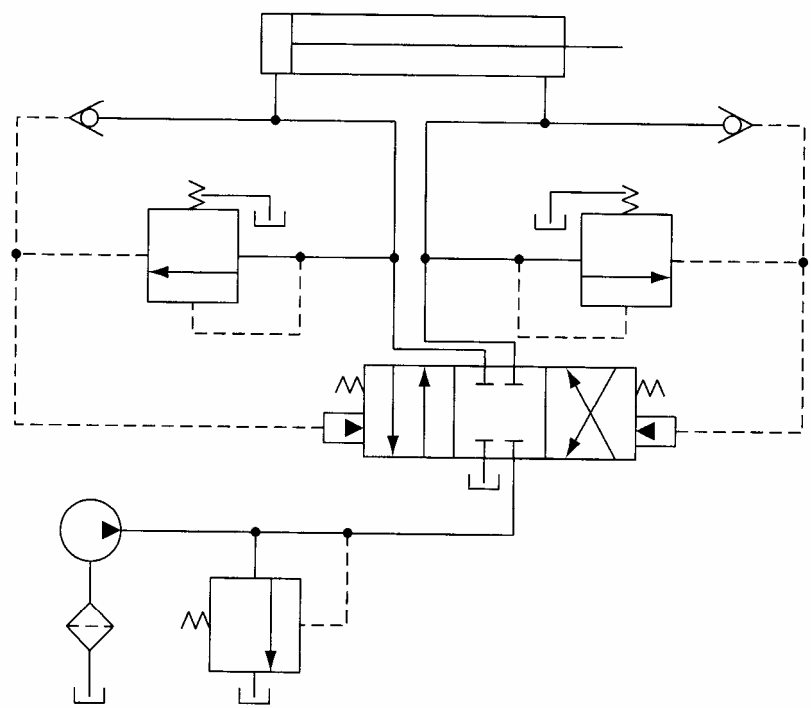
유압회로 (Hydraulic Circuits)

유압실린더 순서회로



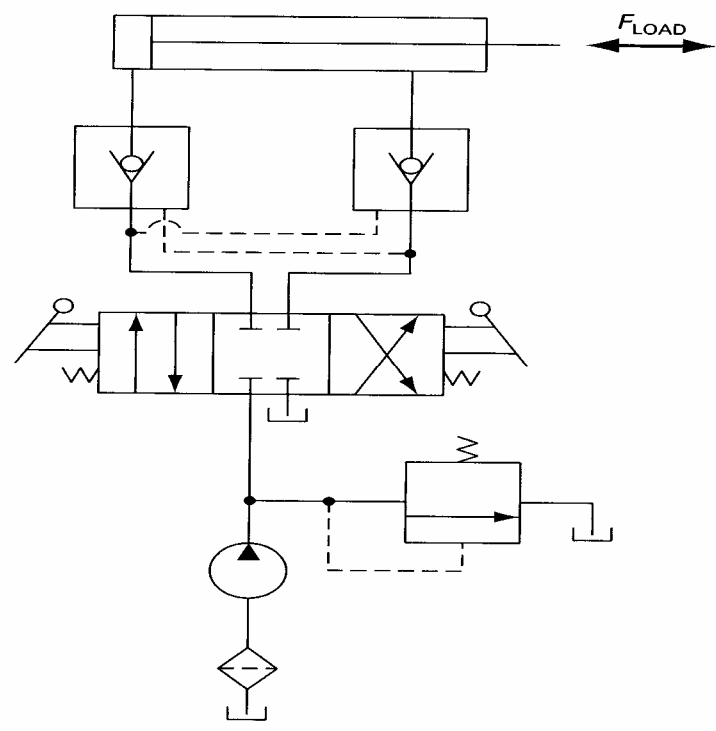
유압회로 (Hydraulic Circuits)

자동실린더 왕복시스템



유압회로 (Hydraulic Circuits)

파일럿 체크밸브를 이용한 고정실린더



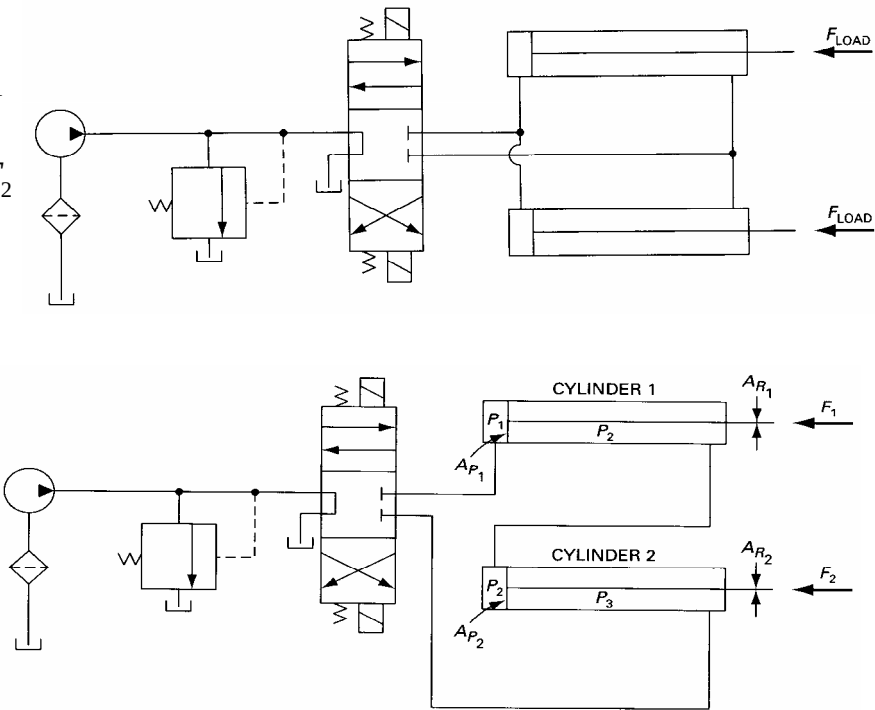
유압회로 (Hydraulic Circuits)

병렬연결/직렬연결 실린더

$$p_1A_{p1} - p_2(A_{p1} - A_{R1}) = F_1$$

$$p_2A_{p2} - p_3(A_{p2} - A_{R2}) = F_2$$

$$p_1A_{p1} = F_1 + F_2$$



유압회로 (Hydraulic Circuits)

유압기호(ANSI)

도시되어 있는 기호들은 미국국립표준협회(ANSI)의 사양과 일치한다. 기본기호들은 어떠한 조합으로도 결합될 수 있으나, 여기서는 모든 조합을 나타내려고 시도하지는 않았다.

관로와 관로기능	
관로, 작동	
관로, 파일럿(L > 20W)	
관로, 누설(L > 5W)	
연결부	
관로, 유연	
관로, 결합	

펌프

펌프, 단일 고정 용량형	
펌프, 단일 가변 용량형	

모터와 실린더

모터, 회전, 고정 용량형	
----------------	--



유압회로 (Hydraulic Circuits)

유압기호(ANSI)

관로, 통과		모터, 회전, 가변 용량형	
유동방향 유압 공압		모터, 요동	
저장탱크로 가는 관로 유체면 상부 유체면 하부		실린더, 단동	
통기 매니폴드로 가는 관로		실린더, 복동	
플러그 또는 플러그 연결		실린더, 편로드	
교축, 고정		실린더, 양로드	
교축, 가변		실린더, 양쪽 쿠션	



유압회로 (Hydraulic Circuits)

유압기호(ANSI)

부대장치		기본 밸브기호(계속)	
회전방향 (축 정면의 화살표)		밸브, 단일 유동경로, 정상개방	
부품 구획		밸브, 최대압력(릴리프)	
저장탱크, 통기		기본 밸브기호, 다중 유동경로	
저장탱크, 기압		중립위치 폐쇄형 유동경로	
압력계		다중 유동경로 (화살표는 유동방향을 나타낸다.)	
온도계		밸브 예	
유량계(유량)		무부하밸브, 내부누설, 원격작동형	
전기모터		감속밸브, 정상개방	
어류물레이터, 스프링형		순서밸브, 직동형, 외부누설	
어류물레이터, 기체형		감압밸브	
필터 또는 스트레이너		체크밸브가 내장된 카운터 밸런스밸브	
히터			
냉각기			



유압회로 (Hydraulic Circuits)

유압기호(ANSI)

온도 제어기		체크밸브가 내장된 온도 및 압력 보상형 유량제어	
증압기		방향밸브, 2위치, 3연결	
압력 스위치		방향밸브, 3위치, 4연결	
기본 밸브기호			
체크밸브		밸브, 무한위치 결정 (수평바에 의하여 나타냄)	
수동 차단밸브			
기본 밸브사각형			
밸브, 단일 유동경로, 정상폐쇄			

작동방법		작동방법	
압력보상기		레버	
멈춤		파일럿 압력	
수동		솔레노이드	
기계적		솔레노이드 제어, 파일럿 압력 작동형	
페달 또는 트레들(treadle)		스프링	
푸시버튼		서보	

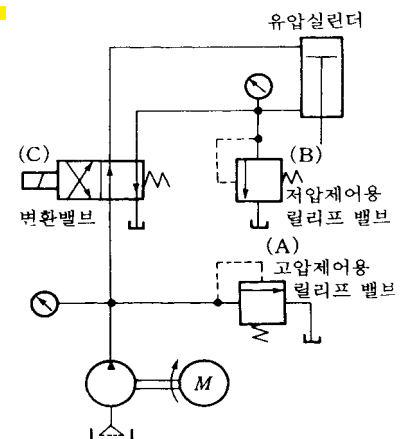


유압회로 (Hydraulic Circuits)

조압(調壓) 회로 -2

❖ 최대압력 제한회로

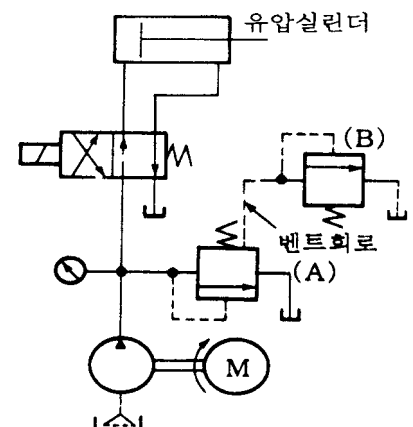
- 릴리프 밸브를 2개 사용하여 상이한 두 종류의 회로압력을 설정하는 회로
- 가압행정 : 고압제한용 릴리프 밸브(A)
- 귀환행정 : 저압제한용 릴리프 밸브 (B)로 제어
- 동력의 소비와 유량의 상승도 적고, 펌프나 그 밖의 기기의 보수면에서 유리



조압(調壓) 회로 -3

❖ 압력원격 조작회로

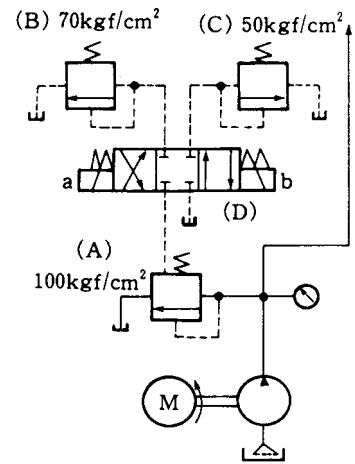
- 릴리프 밸브의 설정압력을 먼 곳에서 제어하고자 할 때 사용
- 릴리프 밸브 (A)의 벤트회로에 파일럿 릴리프 밸브 (B)를 달고, 이 파일럿 릴리프 밸브를 조작하여 회로압력의 원격조작



유압회로 (Hydraulic Circuits)

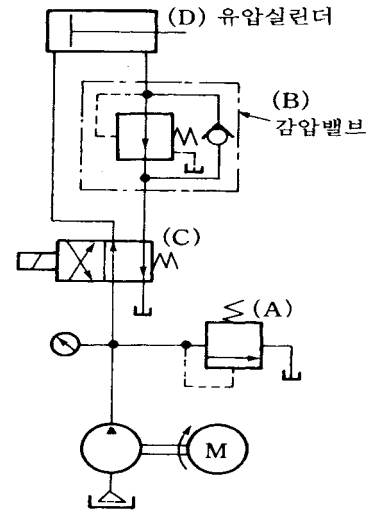
조압(調壓) 회로 -4

- ❖ 최고압력 다단변환회로
 - 회로의 압력을 두 종류 또는 그 이상의 설정 압력으로 다단 변환하는 회로
 - 릴리프 밸브의 설정압력을 (A) = 100[bar], (B) = 70[bar], (C) = 50[bar]로 변환 가능



감압 회로

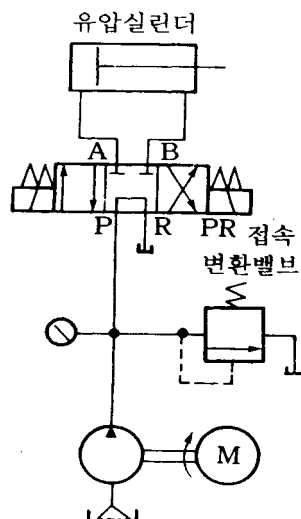
- ❖ 감압밸브를 사용하여 주회로압(1차압)의 변화에 상관 없이 회로의 일부 압력을 1차압 보다 낮은 2차압으로 유지하는 회로
- ❖ 그림에서 실린더가 후퇴 시 감압밸브(B)에 의하여 압력 설정



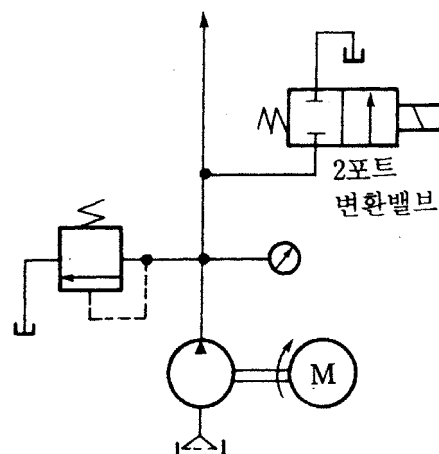
유압회로 (Hydraulic Circuits)

언로드 회로 (Unload)

- ❖ 반복하여 작동하고 있을 때나 작동중에 일을 하고 있지 않을 때는 정용량형 유압펌프의 송출량을 릴리프 밸브로 기름탱크에 귀환 시키는 것은 동력손실이나 유온상승 등의 점에서 좋지 않다. 이런 이유로, 펌프송출량을 저압으로 기름탱크에 되돌려 보내고, 유압펌프를 무부하 운전시키는 회로



PR접속 변환밸브에 의한 회로



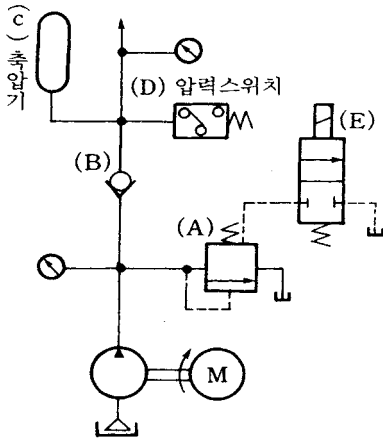
2포트 변환밸브에 의한 회로



유압회로 (Hydraulic Circuits)

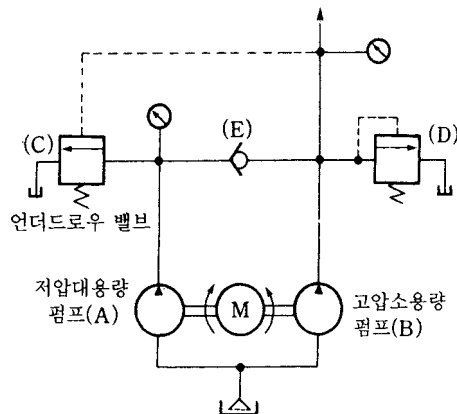
축압기, 압력스위치를 사용한 회로

- ❖ 부하의 저항에 의하여 **압력스위치(D)가 작동** → 2포트 2위치 전자변환밸브 (E)가 열림
→ 릴리프 밸브 (A)의 벤트회로를 열어서 릴리프 밸브를 언로드
- ❖ 축압기 (C)와 체크 밸브 (B)는 펌프가 무부하 운전시 압유공급



Hi-Lo 회로

- ❖ 급속이송(저압 대용량)시 → 양 펌프의 합계유량이 유압실린더에 공급
절삭이송이나 가압행정(고압 소용량) 시 → 회로압력이 상승하므로 언로드 밸브 (C)가 작동하여 펌프 (A)는 무부하 운전을 한다.



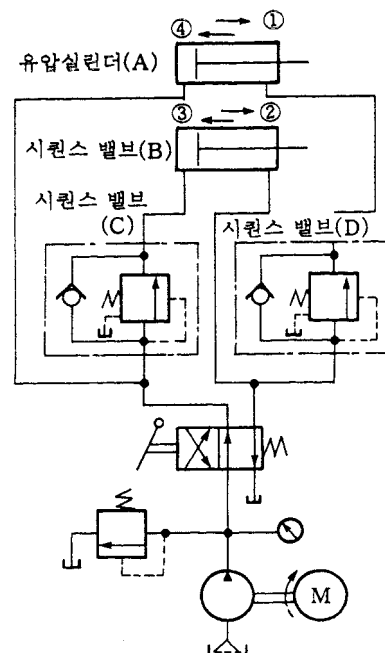
유압회로 (Hydraulic Circuits)

시퀀스(Sequence) 회로

- ❖ 동일한 유압원을 이용하여 여러 가지의 기계조작을 미리 정해진 순서에 따라 자동적으로 작동시키는 회로
- ❖ 기계장치의 자동화의 기본회로

시퀀스 밸브에 의한 회로-1

- ❖ 1→2의 순으로 실린더가 전진, 3→4의 순으로 후퇴
- ❖ 이 회로는 공작물의 고정, 그 절삭, 분해 등 비교적 간단한 순차 작동장치에 적합



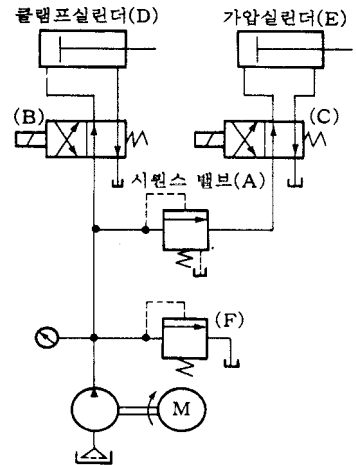
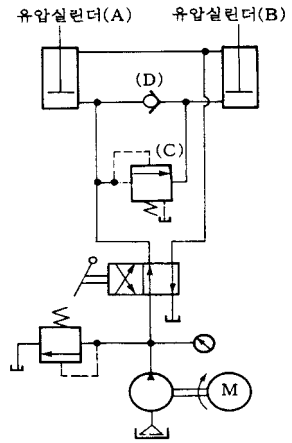
유압회로 (Hydraulic Circuits)

시퀀스 밸브에 의한 회로-2

두 개의 실린더 (A), (B)의 부하행정이 시퀀스 밸브 (C)에 의하여 순차 작동
귀환행정은 체크 밸브(D)를 이용하여 실린더에서의 흐름을 자유흐름으로 하여 양 실린더를 동시에 작동

시퀀스 밸브와 전자 변환밸브에 의한 회로

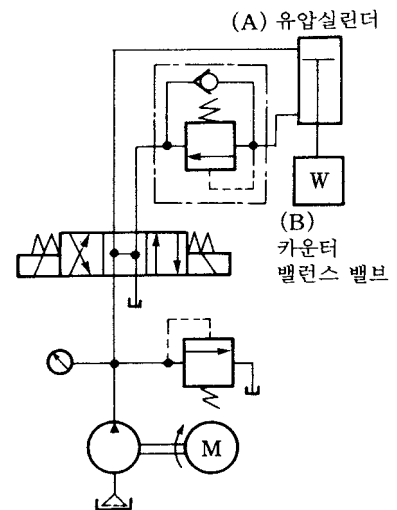
- ❖ 가공물을 클램프 실린더 (D)로 클램프하고, 가압실린더 (E)로 가압 시키고자 할 경우 등에 사용하는 회로
- ❖ 유압원에서의 압유는 실린더 (D)에 공급되고, 부하압력이 시퀀스 밸브 (A)의 설정 압력에 이르면 압유는 실린더 (E)에 유입하여 작동을 시작한다.
- ❖ 가압작업이 끝나면 먼저 전자변환밸브 (C)가 변환되고, 이어 전자변환밸브 (B)가 변환되어 클램프가 해제된다.



유압회로 (Hydraulic Circuits)

카운터 밸런스 (counter balance) 회로

- ❖ 카운터 밸런스 밸브를 사용한 회로
- ❖ 실린더의 부하가 급히 감소하더라도 피스톤이 급진하는것을 방지 또는 수직램이 자동 낙하하는 것을 방지 → 탱크의 귀환쪽에 일정한 배압을 유지시키는 역할



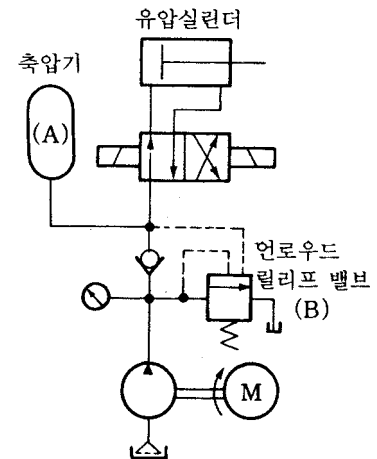
유압회로 (Hydraulic Circuits)

축압기(accumulator) 회로

- ❖ 유압회로에 축압기를 사용하면, 압력 유지, 서지압의 흡수, 또는 유압의 에너지를 축적하여 동력을 절약하거나, 사이클 시간을 단축할 수가 있다. 이들 회로를 축압기회로라 한다.

압력유지회로 (클램프 회로)

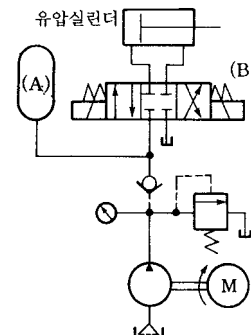
- ❖ 바이스의 죄임용에 축압기를 사용한 회로
- ❖ 죄임이 끝나서 펌프에서의 압유가 축압기 (A)에 축적된 후에는 언로드 볼이 릴리프 밸브(B)가 열려 펌프는 저압의 상태에서 무부하 운전 되고, 실린더는 축압기의 압력으로 유지



유압회로 (Hydraulic Circuits)

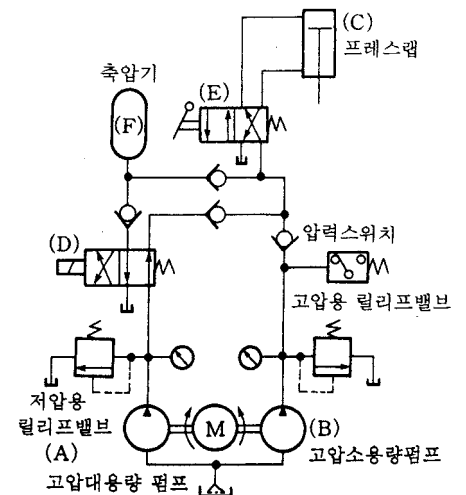
압력완충 회로

- ❖ 유압펌프의 송출구 가까이에 비교적 소용량의 축압기 (A)를 달고, 클로즈드 센터형 4포트 변환밸브 (B)가 변환시 발생하는 서지압을 축압기로 흡수시켜 충격을 완화하는 회로 → 충격에 의한 진동, 소음, 배관의 풀림 등을 방지



사이클 시간 단축회로

- ❖ 축압기에 축적된 유압에너지를 이용하여 사이클시간을 단축하는 회로
- ❖ 프레스 램 (C)가 하강단에 오면, 회로압력의 상승하여 압력스위치가 작동하고, 전자변환밸브 (D)를 변환 → 저압대용량펌프(A)가 축압기 (F)를 축압 → 고압소용량펌프 (B)는 램을 가압
- ❖ 수동변환밸브 (E)를 조작하면 양 펌프와 축압기와의 압유에 의하여 램은 급속히 귀환하고, 사이클시간은 단축



유압회로 (Hydraulic Circuits)

증압회로

유압장치에서, 조작사이클의 일부에 있어서 짧은 행정 또는 순간적으로 고압을 필요로 할 경우, 보통 증압기 (intensifier or booster)를 사용하고 있다.

또 공기압을 유압으로 변환하여 큰 힘을 얻고자 할 경우도 있다. 이와 같은 경우의 회로를 증압회로라 한다.

그림 7.19는 증압기 (A)의 피스톤면적비에 따른 증압을 하게 하는 회로를 나타낸 것으로서, 시퀀스 밸브(B)의 설정압력까지는 펌프송출량으로 실린더 (C)의 급속이송을 하고 부하를 받아서 시퀀스 밸브가 열리면, 축압기는 고압압송을 시작한다.

이 회로는 고압압송이 연속적으로 가능하고, 사이클시간이 긴 경우라든가, 증압된 필요유량이 큰 경우에 사용된다.

그림 7.20은 공기압을 유압으로 압력변환하여 증압하는 회로를 나타낸 것이다.



유압회로 (Hydraulic Circuits)

어큐물레이터의 정의

어떤 동적인 힘에 대항하는 외부의 근원에 의한 압력을 받고 있는 비압축성 유체의 위치에너지를 저장하는 장치

어큐물레이터의 기능

- 1. 보조 동력원 2. 누설 보충기 3. 비상동력원 4.유압 완충기

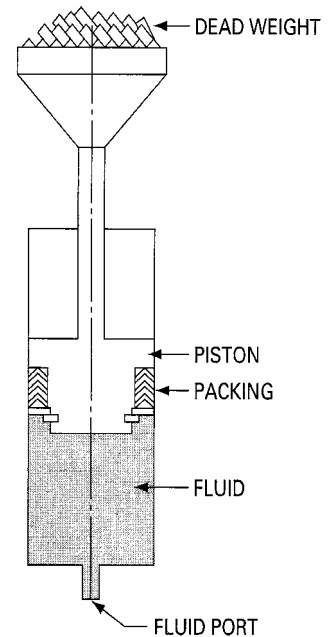
어큐물레이터의 종류

- 1. 중량형 2. 스프링형 3. 기체형



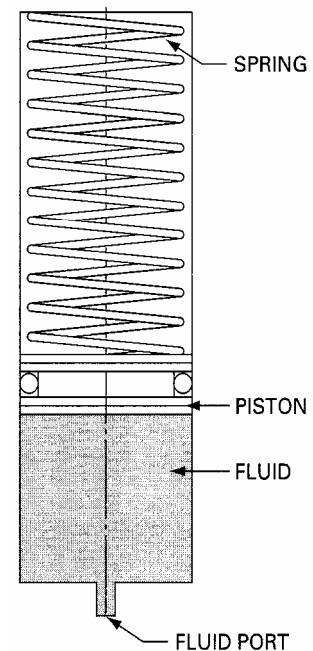
중량형 어큐물레이터

- 가장 오래된 형태
- 누설방지 패킹이 결합된 피스톤
- 출력에 관계없이 일정압력 유지
- 단점 : 크기가 크고 무거움(이동형 부적합)



스프링형 어큐물레이터

- 중량 부하형과 유사
- 스프링이 에너지원
- 스프링의 치수와 사전 스프링 부하에 의존
- 낮은 압력의 비교적 작은 양의 오일 이송에 적합
- 고회전 응용분야 사용 불가(스프링 탄성 손실)



기체형 어큐물레이터

- 유공압 어큐물레이터
- 보일의 법칙에 따라 작동

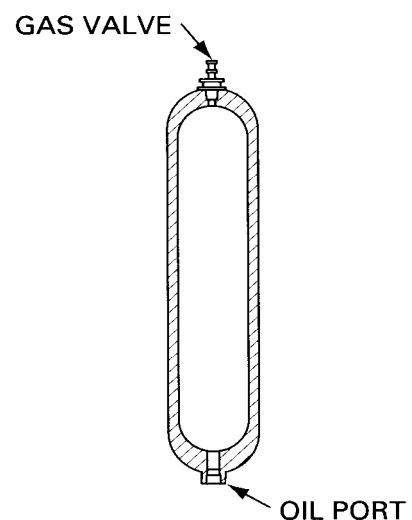
기체형 어큐물레이터의 종류

- 비 분리형
- 분리형



비 분리형 어큐물레이터

- 바닥에 오일 포트, 상부에 기체충전 밸브
- 물리적 칸막이 없어 기체가 직접 밀어냄
- 기체가 쉘의 꼭대기에 제한되도록 수직으로 설치
- 장점 : 큰 부피의 오일을 다룰 수 있음
- 단점 : 기체가 오일속에 흡수, 압축성 발생
- 오일속의 기체가 캐비테이션 발생, 펌프 손상
- 고속 펌프 사용 금지



- 비 분리형 어큐물레이터



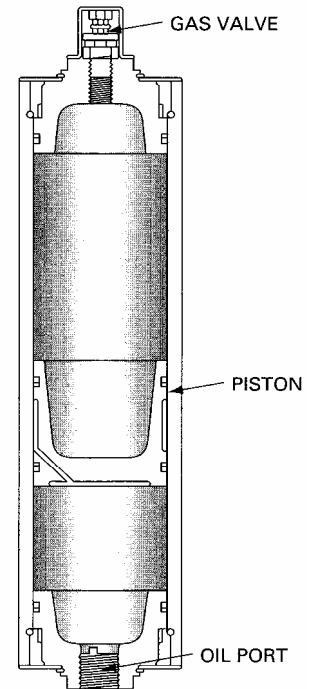
유압회로 (Hydraulic Circuits)

분리형 어큐뮬레이터

- 기체와 오일 사이에 물리적 가로막
- 종류: 피스톤형, 다이어프램형, 블래더형

피스톤형

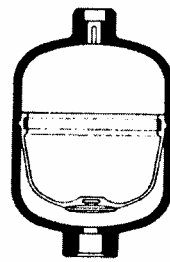
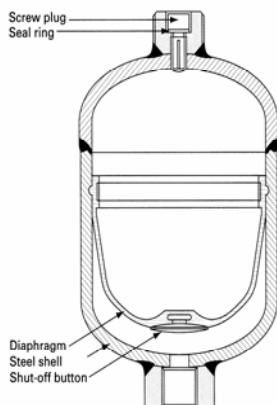
- 자유롭게 부유하는 피스톤을 포함한 실린더로 구성
- 피스톤이 가로막이 역할
- 장점 : 적합한 O-링 실을 활용함으로써 고온 또는 저온 시스템의 유체에 사용 가능
- 단점 : 고가, 크기 제한, 마찰(저압시), 누설(충전요)
- 피스톤 관성과 실의 마찰로 인해 압력 진동완충장치 또는 충격 완충장치로 사용 불가



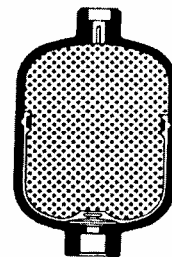
유압회로 (Hydraulic Circuits)

다이어프램형

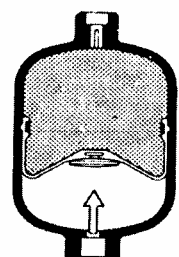
- 다이어프램이 탄성적인 가로막이 역할
- 장점 : 무게 대 부피비가 적음
- 탑재 응용에 가능



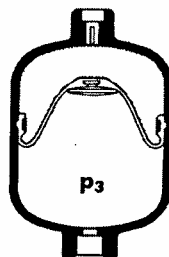
a) without nitrogen charge



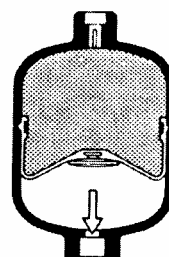
b) with nitrogen, charged to pre-charge pressure p_1



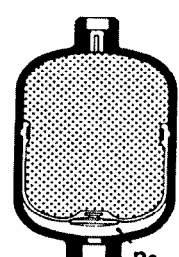
c) inlet of fluid for storage



d) charged to maximum operating pressure p_3



e) discharge of fluid

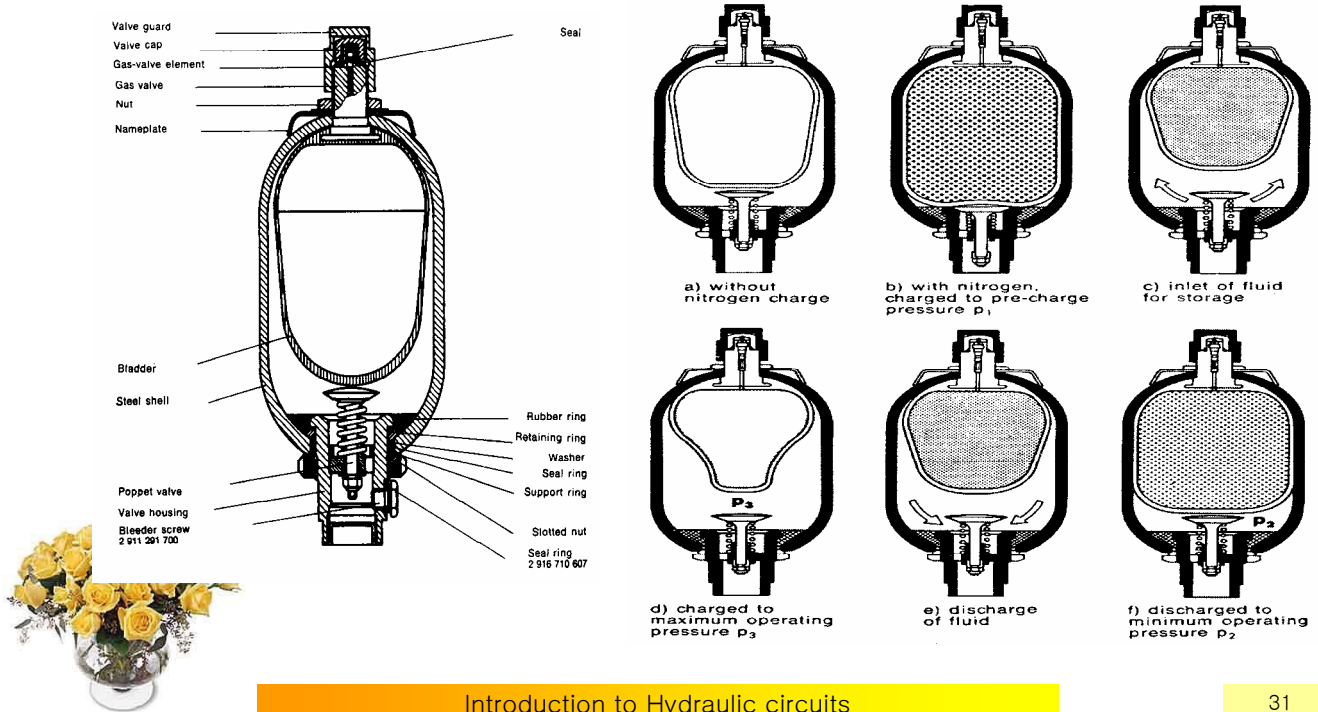


f) discharged to minimum operating pressure p_2



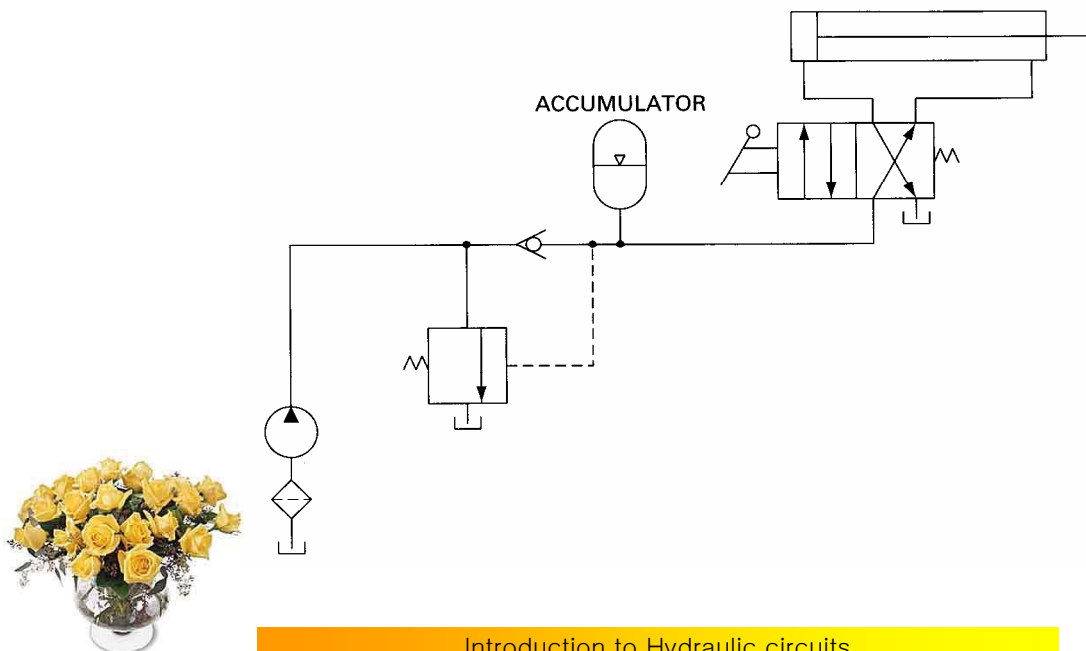
블래더형

- 블래더가 탄성적인 가로막이 역할
- 장점 : 블래더가 가벼워 압력조절, 펌프 맥동, 충격완화 응용에 빠른 응답



보조 동력원으로서의 어큐뮬레이터

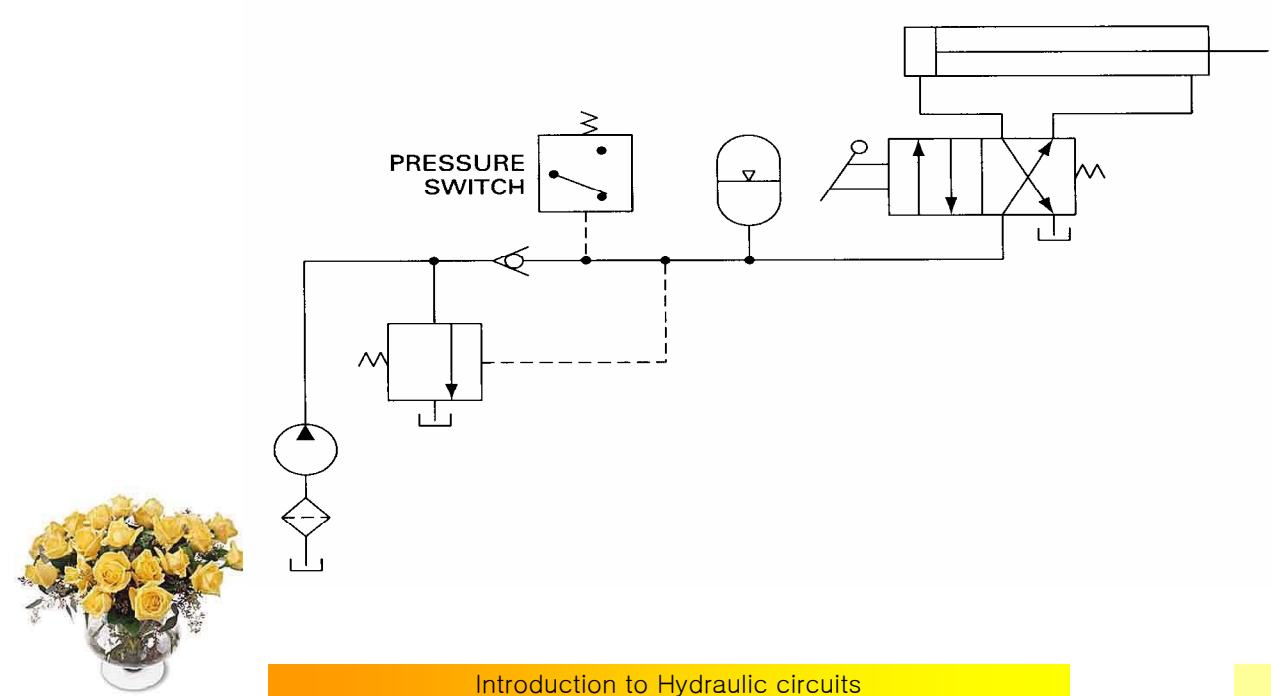
- 작업 사이클 중에 펌프에 의해 이송된 오일 저장
- 필요시 펌프를 보조하는 2차 동역원



유압회로 (Hydraulic Circuits)

누설 보충기로서의 어큐물레이터

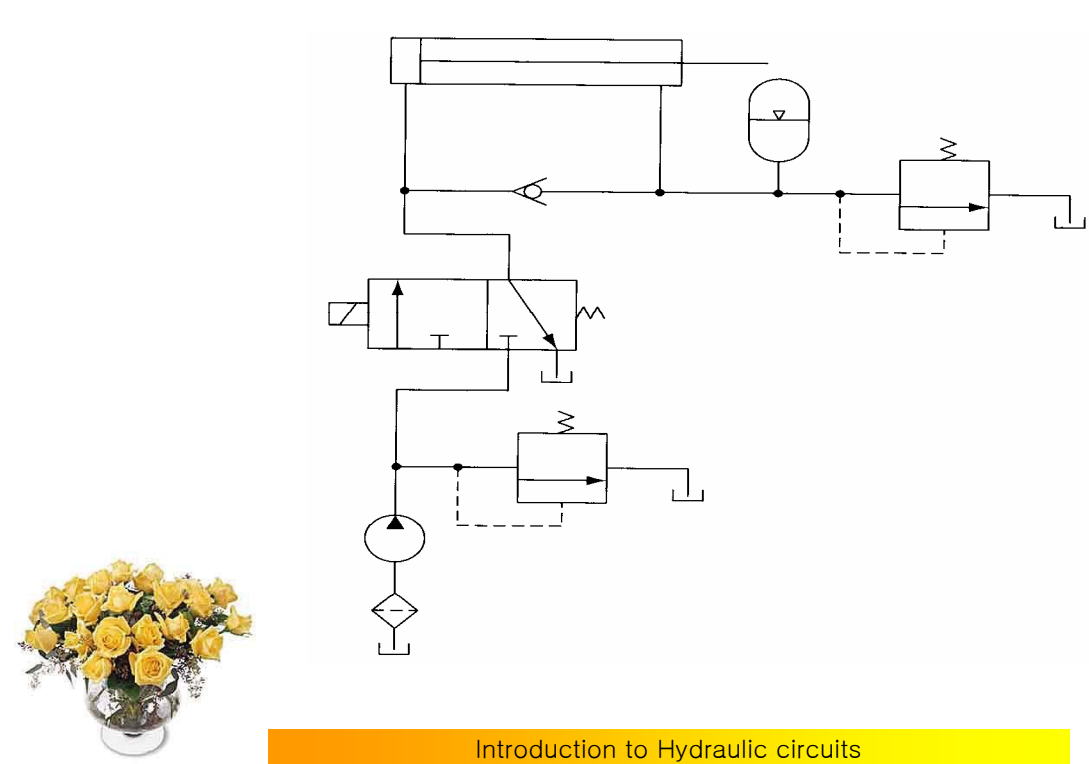
- 시스템이 작동하지 않은 상태에서 가압되고 있는 기간이 연장될 때 발생하는 내부 혹은 외부 누설을 보충



유압회로 (Hydraulic Circuits)

비상 동력원으로서의 어큐물레이터

- 펌프 또는 전력 차단시 오일 압력의 정상적인 공급을 통해 안전 확보



유압회로 (Hydraulic Circuits)

유압 완충기로서의 어큐뮬레이터

- 고압의 맥동 또는 유압 쇼크(수격작용) 감소
- 원인 : 유압유의 급속한 정지 또는 감속
- 닫힌 밸브의 위치로 부터 압력과 발생,
역전파로 인한 압력 증가
- 에너지 마찰에 의하여 소진될 때까지 관전체를 따라 전후 이동
- 급속히 닫히는 밸브 가까이 설치

