

Model : KTE-5000LT

이원냉동(초저온 냉동) 시스템 실험장비



Korea Technology Institute of Energy Convergence
Korea Technology Engineering Co.,Ltd.

◀ 차 례 ▶

1. 초저온 이원 냉동 실험장비	
1-1. 개요	1
1-2. 초저온 이원 냉동 실험장비의 구성	2
2. 초저온 이원 냉동 실험장비 구성품 세부 설명	
2-1. 초저온 이원 냉동 실험장비 기계 장치부	3
2-2. 초저온 이원 냉동 실험장비 제어 판넬 및 조작부	7
3. 초저온 이원 냉동 실험장비 성능시험과 진단	
3-1. 소프트웨어 설치 및 설정	13
3-2. 폴리에르 (P-h) 선도 자동 작도 프로그램의 활용법	32
3-3. 이원 냉동 시스템 실험 및 성능 분석	42
4. 초저온 이원 냉동 실험장비의 자동운전 실험	
4-1. 스위치 회로 구성하기	51
4-2. 전기, 전자 기초 회로 구성하기	55
4-3. 릴레이 회로 구성하기	62
4-4. 전자접촉기 회로 구성하기	65
4-5. 서머 릴레이 구성하기	68
4-6. 온도 스위치의 온도 설정 작업하기	72
4-7. 이원 냉동 시스템의 수동제어 회로 구성 운전	78
4-8. 이원 냉동 시스템의 1원측 냉동기 온도 자동제어 회로 구성 운전	81
4-9. 이원 냉동 시스템의 2원측 냉동기 온도 자동제어 회로 구성 운전	84
5. 고장 및 대책	
5-1. 전원이 인가되지 않을 때	87
5-2. 기타 부품에 이상이 있을 때	87
6. 장비 사용 시 주의사항	88
7. 제품 보증 및 A/S 절차	89

1. 초저온 이원 냉동 실험장비

1-1. 개요

저온냉동(2원 냉동)기의 실무에 필요한 온도, 압력 분포의 분석과 성능테스트는 물론 자동제어를 실험, 실습함으로써 1원측 냉동기의 운전제어, 2원측 냉동기의 운전제어를 실험, 실습 자가 직접경험하게 하여 연구와 학습기대효과를 향상시킨다. 2원 냉동 시스템의 도입은 초저온(-40° C ~ -70° C)을 짧은 시간에 얻기 위한 시스템으로써 고온 냉매(R-404a)와 저온 냉매(R-23)를 조합해서 1차측 냉동기의 증발기를 이용하여 2차측 냉동기의 응축기열을 방출하는데 활용, 결국 2차측 냉동기의 증발기가 초저온까지 내려가게 되는 시스템으로써 자동제어와 시스템의 이해는 물론 제어동작 및 회로설계능력이 필수적이다.

2원 냉동 장치는 목적하는 바가 초저온이므로 실제로는 거의 은폐시켜서 발포재로 단열 처리되므로 원리와 기능 그리고 자동제어 실험, 실습이 어렵고 한계가 있다. 그러므로 전기 및 자동제어를 쉽게 이해하고 실험, 실습할 수 있는 시스템이 필요하다.

위와 같은 목적달성을 위해 2원냉동 실험장치는 자동제어 판넬에 부착된 각종 제어기기를 활용하여 실험, 실습대상 회로도에 대해 피교육자가 직접 바나나잭으로 구성 후 냉동장치를 운전해 보고 냉동장치의 각부 온도, 압력 변화를 확인하며 운전 상태를 점검하여 2원냉동기의 성능테스트를 할 수 있다.

상기와 같이 본 실험, 실습장치는 2원 냉동 자동제어 냉동운전과 점검을 제어 판넬과 냉동장치를 상호 관련시켜서 회로를 구성하여 운전되어지는 원리 및 기능을 습득한다. 또한 실무 교육의 효과로 인해 냉열의 활용 기술과 방법을 연구 분석하고 실무를 위한 실습을 통하여 냉열 산업분야에 다양하게 응용할 수 있는 응용력을 길러주어 저온 냉열 산업 기술 발전에 기여 할 수 있을 것이다.

1-2. 구성

(1) 자동 제어판 : N.F.B, Toggle Switch, 전류/전압계, 부저, 램프(Red, Green, Yellow), 고압/저압계, 마그네틱 콘택터, 8,11 pin 릴레이, 온도 스위치, 푸쉬 버튼 등으로 구성되어 있으며, 기본적인 시퀀스 자동제어 회로를 이용한 냉동 시스템을 운전할 수 있다.

(2) 기계 냉동부 : 1원축 압축기, 응축기(팬 모터 포함), 수액기, 필터-드라이어, 액면계, 전자밸브, 수동 팽창 밸브, 캐스케이드, 2원축 압축기, 캐스케이드, 수액기, 필터-드라이어, 액면계, 전자밸브, 증발기(팬 모터 포함), 초저온 챔버, 액분리기, 저압/고압 게이지로 구성되어 있으며, 초저온 냉동 시스템을 운전할 수 있는 제어판이 구성되어 있다.

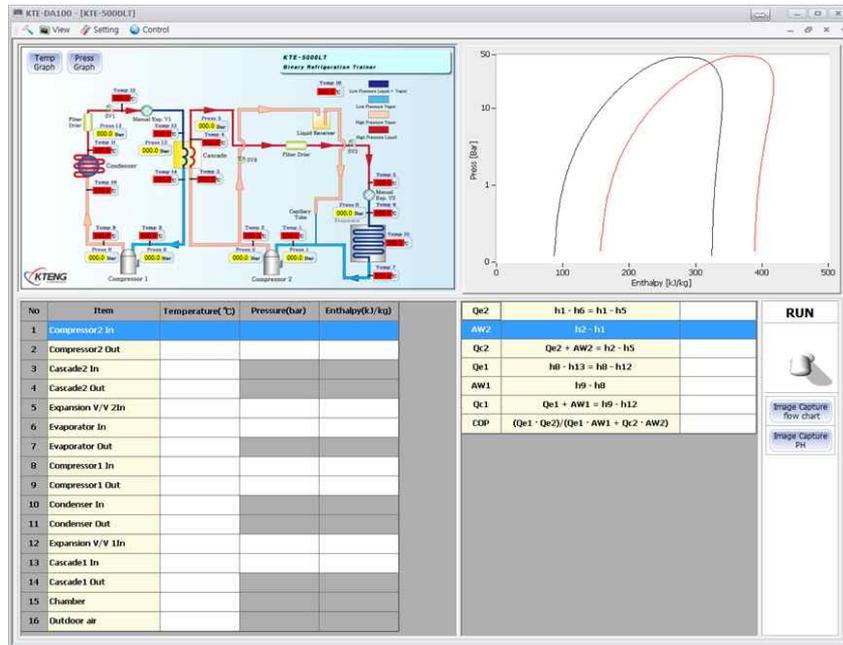


[그림 1-1] 초저온 이원 냉동 실험 장치

(3) 데이터 저장 장치 프로그램 : KTE-DA100(Software) 프로그램은 온도, 압력을 계측하고, 냉매에 따라 계측된 온도, 압력 값을 통하여 엔탈피 값도 저장한다. 실시간으로 열교환량(Q_e , Q_c), 압축일(A_w), 냉동성능계수(COP) 값을 계산하며, 엑셀 파일로 값이 저장된다. 초저온 이원냉동 실험장비(KTE-5000LT)는 온도 계측 포인트 16개, 압력 계측 포인트 8개가 부착되어 있다.

(4) KTE-DA100(PCB) : 적용되는 사양은 Pentium4이상, Window 98 이상, RAM 256MB 이며, 온도, 압력 값을 RS232 통신 케이블을 이용하여, PC에 전송되며, PC에 설치된 KTENG system 프로그램으로 화면 출력, 온도, 압력, 엔탈피 값을 확인할 수 있으며, 실시간으로 P-h 선도가 자동 작도된다.

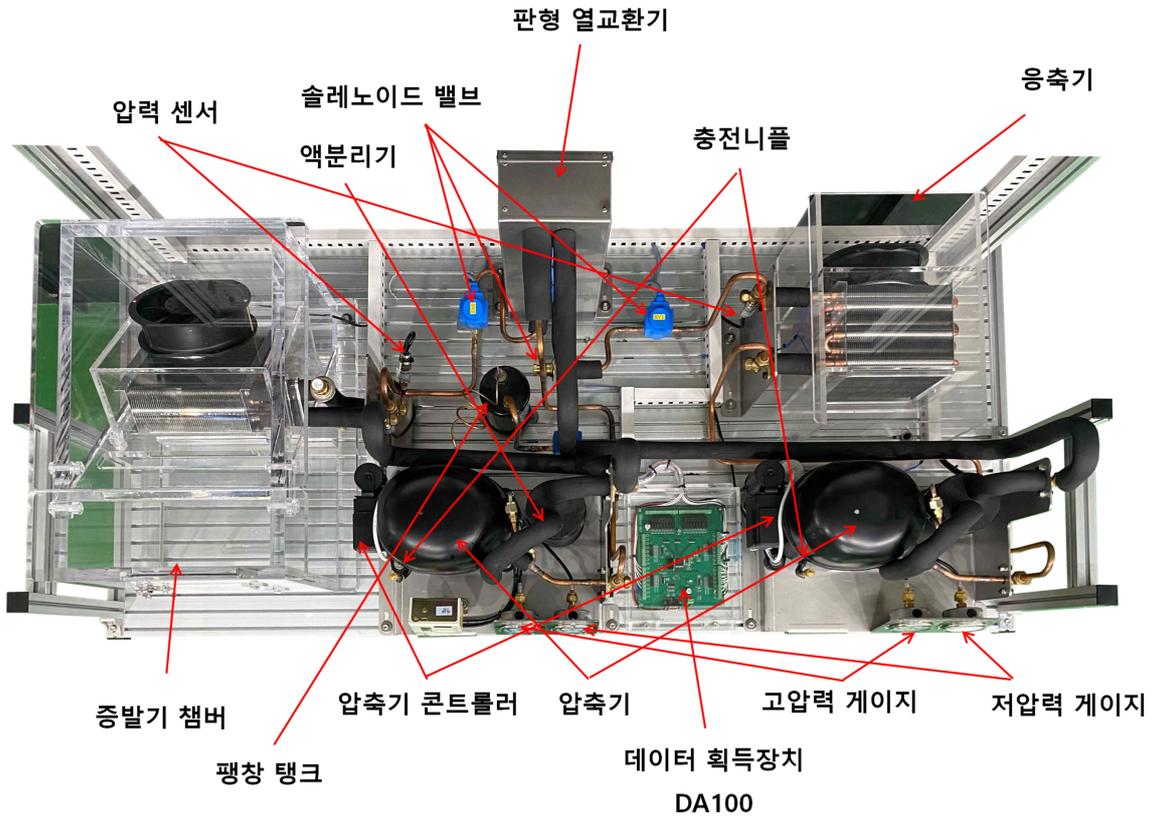
(5) Cycle diagram



Refrigeration system	측정 포인트	비고
Refrigeration system of lower temperature side (저온측)	Temp 1, Press 1	2원측 압축기 입구
	Temp 2, Press 2	2원측 압축기 출구
	Temp 3	캐스케이드2(응축기) 입구
	Temp 4	캐스케이드2(응축기) 출구
	Temp 5, Press 5	팽창 밸브2 입구
	Temp 6, Press 6	증발기(초저온 챔버) 입구
	Temp 7	증발기(초저온 챔버) 출구
Refrigeration system of high temperature side (고온측)	Temp 8, Press 8	1원측 압축기 입구
	Temp 9, Press 9	1원측 압축기 출구
	Temp 10	응축기 입구
	Temp 11	응축기 출구
	Temp 12, Press 12	팽창 밸브1 입구
	Temp 13, Press 13	캐스케이드1(증발기) 입구
	Temp 14	캐스케이드1(증발기) 출구
Ambient	Temp 15	초저온 챔버 (내부)
	Temp 16	외기 온도

2. 초저온 이원냉동 실험장비 구성품 세부 설명

2-1. 초저온 이원냉동 실험장비 기계 장치부



(1) 압축기(Compressor) 및 모터(Motor)



※ 사양

- Application : 고온용 / AC
- Motor Type : 왕복동식
- Refrigerant : R-404A (1원축)
- Oil : POE(22)
- Single phase 208-230V, 60Hz / 200-220V, 50Hz



※ 사양

- Application : High / AC
- Motor Type : 왕복동식
- Refrigerant : R-23 (2원축)
- Oil : POE(22)
- Single phase 220-240V, 50-60Hz

압축기 및 모터(Motor Compressor)는 냉동 실험기계장치의 증발기에서 피 냉각 물체로부터 열을 흡수하여 증발한 저온, 저압의 기체 냉매를 흡입 압축하여 압력을 상승시켜 분자간의 거리를 가깝게 하고, 온도를 상승시켜 상온의 응축기에서 쉽게 액화할 수 있도록 한다. 다시 말하면 저열원(증발기)에서 냉매가 증발하면서 얻은 열을 고온, 고압으로 하여 고열원(응축기)으로 보내는 역할을 한다. 또한 압축의 힘으로 냉매를 냉동기 내에 순환시키는 역할도 한다.

이원 냉동 시스템은 -50 ℃ 이하의 저온에서 쓰이는 장치로서 이단 압축식보다 전력 소비가 적은 것이 장점이다. 본 장비에서는 고온측에 R-404a를, 저온측에 저온측성이 좋은 R-23(비등점 -82℃) 사용하며 고온측의 냉동기로 저온측 냉동기의 응축기를 냉각하도록 구성되어 있다.

(2) 응축기 (Condenser)



※ 사양

크기 : 470(W) × 372(H) × 160(D)mm

모터 : AC220V 50/60Hz 4P 80W

용량 : 1.5HP



응축기는 압축기에서 토출된 고온, 고압 냉매 가스 열을 상온의 공기 중에 방출하여 응축시키는 작용을 한다. 압축기에서 토출된 고온 고압의 기체 냉매를 주위의 공기나 냉각수에 열 교환시켜 기체 냉매의 열을 방출하여 응축 액화하는 장치이다. 뜨거운 바람이 나오는 곳으로 응축기는 실외기 속에 있는 기기로서 압축기에서 나온 냉매 가스가 냉매 액체로 변하게 한다. 액체 상태로 만들어주는 이유는 상태변화 시 잠열을 이용하기 위함이다. 증발기에서 열을 많이 빼기 위해서는 액체 상태에서 기체 상태로 변화할 때 즉, 잠열을 이용할 때 최고의 성능이 생긴다.

(3) 충전니플 (Nipple)



충전 니플은 기계 압축기 토출측과 흡입측 고, 저압 배관에 부착하여 냉동 실험기계 냉동 장치의 기밀시험, 진공시험, 냉매충전, 냉매이송 시에 매니폴드 게이지 사용을 위해서 반드시 필요하다.

(4) 수액기 (Liquid Receiver)



수액기는 응축기에서 액화한 냉매를 팽창밸브로 보내기 전에 일시 저장하는 용기이다. 수액기의 액 저장량은 냉동장치의 운전 상태 변화에 따라 증발기 내의 냉매량이 변화하여도 항상 액이 수액기 내에 잔류하여 장치의 운전을 원활하게 할 수 있는 용량이 필요하다. 또한 냉동장치를 수리하거나 장기간 정지 시 장치 내의 냉매를 회수(펌프다운)하는 역할을 한다.

(5) 필터 드라이어 (Filter drier)



필터 드라이어는 냉동장치의 냉매계통 중에 수분과 이물질이 존재하게 되면 냉동 장치에 여러 가지 악영향을 미치게 되므로 이를 예방하기 위해 팽창밸브와 수액기 사이의 액 관에 설치, 계통 중의 수분과 이물질을 제거한다.

(6) 전자 밸브 (Solenoid Valve)



주배관용 전자밸브는 전원 투입 여부에 개, 폐되어 냉매의 흐름을 통제한다. 펌프다운 운전 시 온도 스위치와 직렬로 연결되어, 온도 스위치 접점의 닫힘, 열림에 따라 주배관용 전자밸브가 개, 폐되어 펌프다운 운전을 진행될 수 있도록 한다.

(7) 수동팽창밸브 (Manual Expansion Valve)



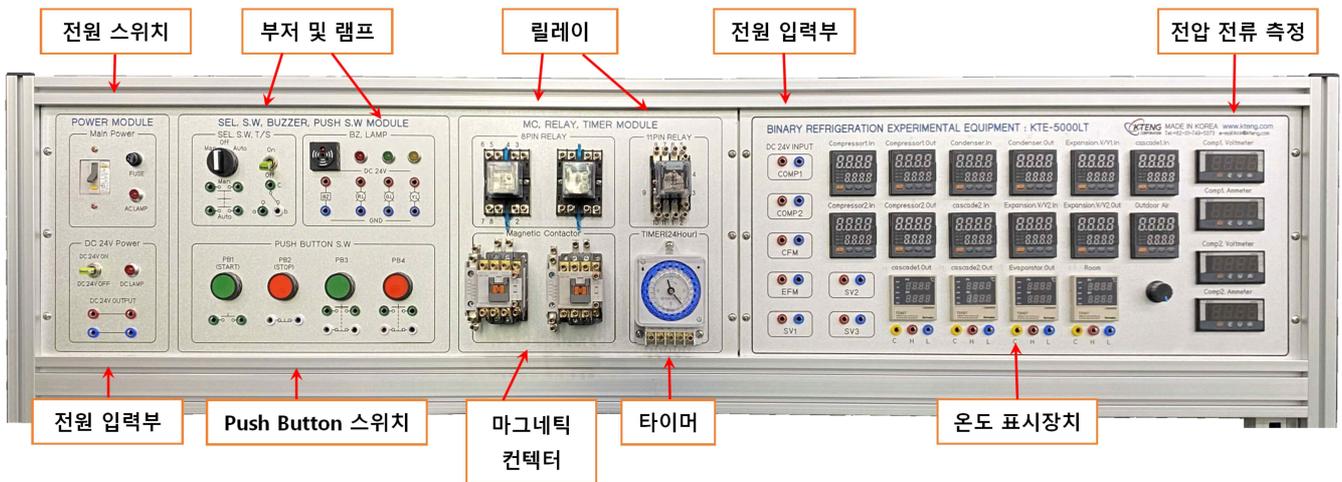
수동식 팽창밸브는 고온, 고압의 액체 냉매를 증발기에서 증발되기 쉽도록 저온, 저압의 액체 냉매로 단열 팽창시킨다. 응축 액화된 냉매는 좁은 곳을 통해서 급히 넓은 곳으로 방출되면 냉매는 압력으로 부터 해방되어 증발하기 시작한다. 아울러 증발기에서 충분한 열을 흡수할 수 있도록 적정량을 조절해준다.

(8) 판형 열교환기 (Heat Exchanger Plate Type-Cascade)



2원 냉동 방식에서 저온측의 열을 고온측으로 이동시키기 위하여 저온측 응축기와 고온측 증발기를 조합시킨 열교환기 이다. 2원측 냉매 R-23 (저온측, 비등점 $-82\text{ }^{\circ}\text{C}$)는 응축기 역할을 하며, 1원측 냉매 R-404a (고온측, 비등점 $-46.5\text{ }^{\circ}\text{C}$)는 증발기 역할을 한다. 1원측의 냉매를 증발시켜 그 증발열로 2원측을 응축을 시켜야 한다.

2-2. 초저온 이원냉동 실험장비 제어 관널 및 조작부

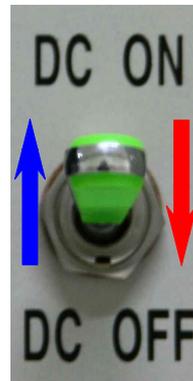


[그림 1-2] 자동제어 장치

(1) 과전류 차단기(NFB)



[그림 1-3] 메인전원부



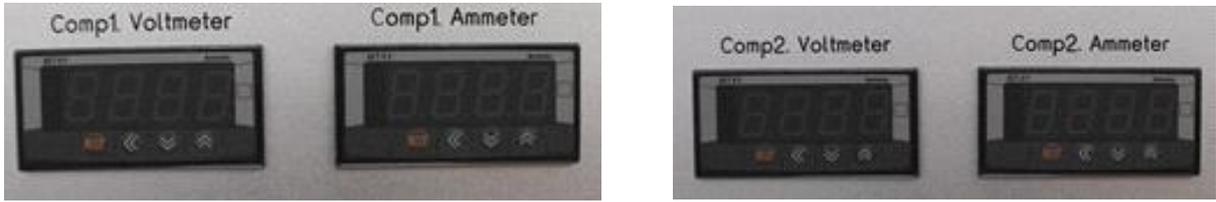
[그림 1-4] TOGGLE Switch

과전류 차단기(N.F.B)는 압축기 모터, 응축기 웬모터, 증발기 웬모터에 과부하나 배선상의 단락 사고 등에 의한 과전류로부터 배선 및 장치를 보호하는 것으로서 회로를 자동으로 차단함으로써 운전이 정지되고 차단 시 퓨즈와 같이 교체할 필요가 없이 핸들 조작만으로 즉시 간단하게 전원을 투입할 수 있다.

실험장비 제어판 후면에 전원 코드를 꽂은 후, 장비에 전원을 인가할 때 사용되는 부품으로 NFB는 원 전원을 인가하게 되며, 전원이 인가되면 AC LAMP가 켜진다. 토글스위치를 ON으로 하면 표준 냉동 실험 장치와 DA100장치에 DC 전압이 인가된다.

(2) DC 전압계(Volt Meter)와 DC 전류계(Am Meter)

DC 전압계(DC Volt Meter)와 DC 전류계(DC Am Meter)는 냉동교육장치의 압축기 모터, 응축기 웬모터, 증발기 웬모터를 제어하는 릴레이의 전원 공급을 위한 SMPS의 DC 24V 전압, 전류를 측정하며 SMPS의 ON/OFF를 판단할 수 있다.

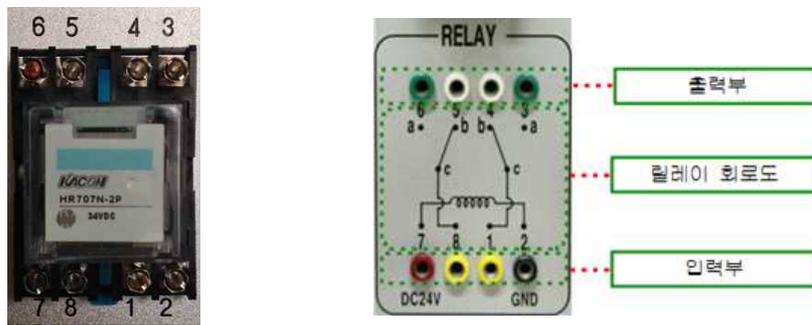


[그림 1-5] DC 전압, 전류 측정 부

장비에 사용되는 전압과 전류의 측정을 위해 설치된 장비로 바나나 잭 중 (+)는 빨간색, (-)는 검정색에 꽂는다.

(3) 릴레이(Relay)

이원 냉동 실험장치의 압축기 모터, 응축기 팬모터, 전자밸브, 증발기 팬모터 등을 시퀀스 제어할 수 있다.

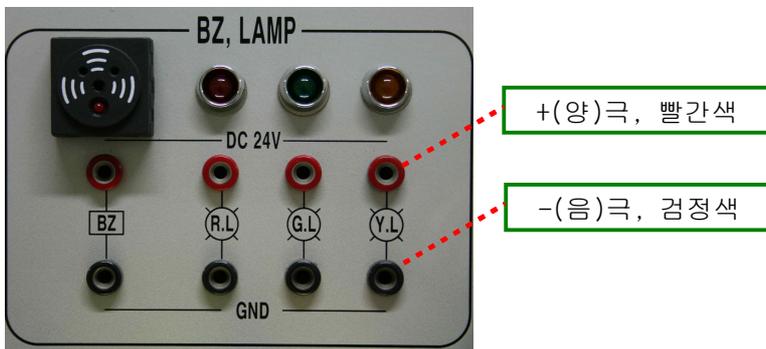


[그림 1-6] Relay

① DC 전원 입력부에 빨간색에는 +를, 검정색에는 -를 투입 한다.

② DC 전원 입력부에 전원이 인가되면 1,3번 과 8,6번 A접점은 닫히게 되어 전기가 흐르고, 그와 동시에 1,4번과 8,5번 B접점 스위치는 열리게 되어 전기가 차단된다.

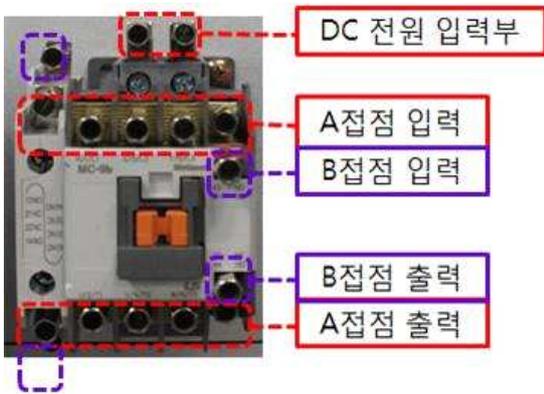
(4) 부저, 램프



장비 중 작동유무와 이상 발생을 표시하기 위해 설치된 장비로 바나나 잭 중 (+)는 빨간색, (-)는 검정색에 꽂는다.

[그림 1-7] 부저, 램프

(5) 마그네틱 컨택터(M/C)



[그림 1-8] 마그네틱 컨택터(M/C)

이원 냉동 실험장치의 압축기 모터, 응축기 팬모터, 전자벨브, 증발기 팬모터 등을 시퀀스 제어 할 수 있다.

- ① DC 전원 입력부에 빨간색에는 +를, 검정색에는 -를 투입 한다.
- ② DC 전원 입력부에 전원이 인가되면 A접점 스위치는 닫히게 되어 전기가 흐르고, B접점 스위치는 열리게 되어 전기가 차단된다.

(6) 토글 스위치(Toggle Switch)

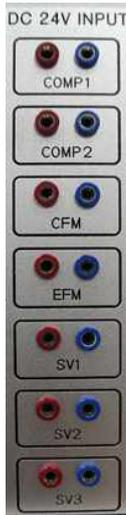
토글스위치는 수동 작동 “C” 접점회로를 구성하기 위한 스위치로서 수동 및 자동운전 전환스위치, 운전, 정지의 전환스위치 등 다양하게 사용되어 진다. 동작 또는 정지, 장비 ON/OFF를 하기 위해 사용되는 부품

- ① PB1은 동작 버튼(A접점)
- ② PB2는 정지 버튼(B접점)
- ③ 토글 스위치는 C에 바나나 잭을 꽂아 a 또는 b 선택을 통해 장비를 켜거나 정지시킨다.



[그림 1-9] Push Button Switch와 Toggle Switch

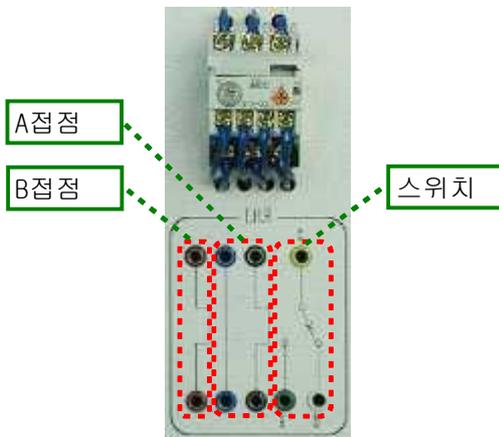
(7) 장비 전원 입력부



각 부품에 전원을 입력해주는 부품(빨간색 +극, 검정색 -를 연결한다.)

[그림 1-11] DC 전원 입력부

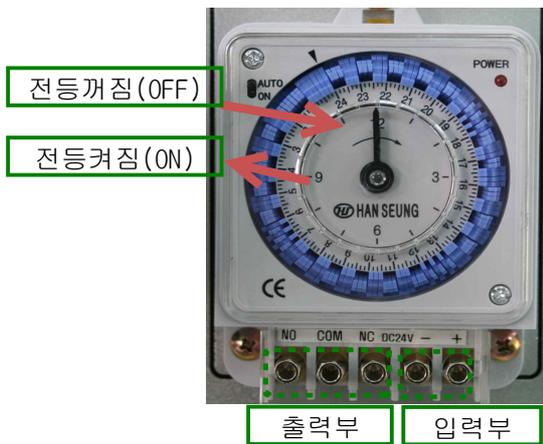
(8) 열동계전기



열동계전기의 동작은 내부에 설치되어있는 Bi-metal 특성에 따라 동작되도록 되어 있습니다. 즉, 주위온도가 변화됨에 따라 그 특성이 변화하게 됩니다. 이렇게 되면 사용자는 온도에 따라 특성을 보상해주어야 하는 불편함이 있습니다. 열동계전기는 주위온도 변화에 따라 보상이 될 수 있도록 기구부내에 온도보상용 Bi-metal을 채용하여 주위온도가 -10℃~60℃ 범위 내에서는 이상 없이 사용될 수 있는 온도 보상용 제품입니다.

[그림 1-12] 열동계전기

(9) 타이머



타이머의 입력부는 (+)단자와 (-)단자를 구분하여 입력한다.

AUTO : 조정판의 위치에 On, Off에 따라 점, 소등을 한다.

ON : 조정판의 위치에 관계없이 계속 점등을 한다.

핀 1개당 10분으로 최소 ON/OFF 가능 시간은 20분이다.

출력부를 통해 개·폐회로를 구성한다.

[그림 1-13] Min, Sec 타이머

(10) 제어판 전원 연결부 상세

Steps	Activity	Reference
1	파워 케이블을 연결한다.	
2	바나나 잭으로 연결한다.	작동방법, 시운전방법 페이지 참고
3	이원 냉동 운전 자동제어 실습	실습과제명 참고
4	DC 24V, 메인 파워 전원을 켜다.	

(11) DA100 소프트웨어 운전

Steps	Activity	Reference
1	파워 케이블을 연결한다.	
2	RS232 통신 케이블과 USB 컨버터를 사용하여 DA100 기판과 PC와 통신한다.	
3	DC 24V, 메인 파워 전원을 켜다.	
4	PC에 KTENG Setup을 설치하면 바탕화면에 KTENG System 아이콘을 더블클릭하여 실행시킨다.	
5	설치 방법과 전송 출력 방법등은 DA100 소프트웨어 설치 및 상세 페이지를 참고	-

3. 초저온 이원 냉동 실험장비 성능시험과 진단

3-1. 소프트웨어 설치 및 설정

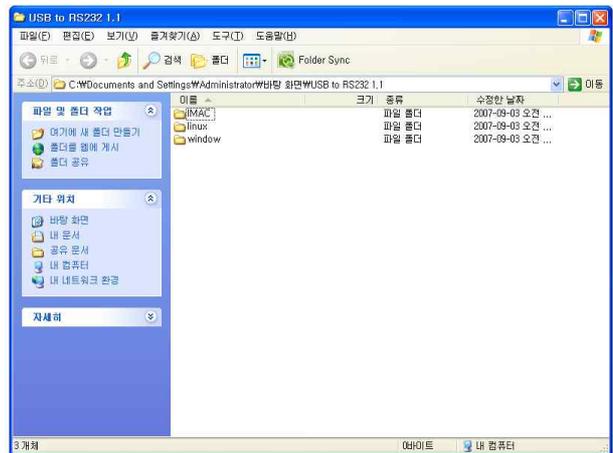
(1) USB TO SERIAL 설치

- 통신방법은 컴퓨터와 RS232 프로토콜을 사용하여 통신을 합니다.
- 만약, 데스크탑 컴퓨터가 있다면 후면에 Serial 포트에 연결하여 사용하면 USB To Serial 설치가 필요 없습니다.
- 노트북 또는 시리얼 포트가 없는 데스크탑 컴퓨터를 사용한다면 USB 포트를 사용하여 데이터를 획득하여야하기 때문에 아래와 같은 설치 과정이 필요합니다.

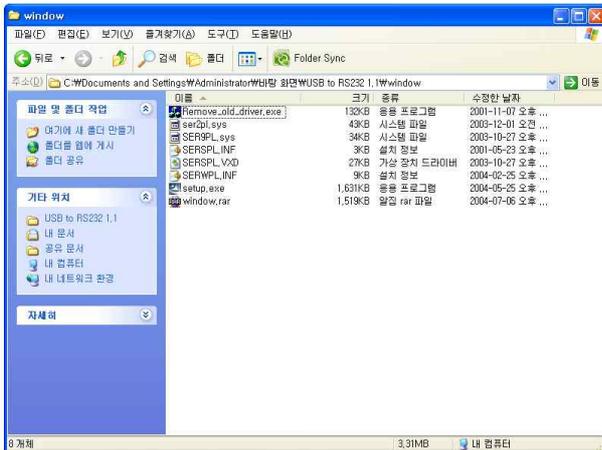
- ① 드라이버 설치 CD를 CD-ROM에 넣습니다.
- ② CD-ROM DIRECTORY를 읽으면 다음과 같은 화면이 나타납니다.



- ③ 다음의 화면에서 window 폴더를 더블클릭합니다.



- ④ Window 폴더에 들어가면 다음의 파일이 나타납니다. 여기에서 setup.exe를 실행시키면 설치가 진행됩니다.



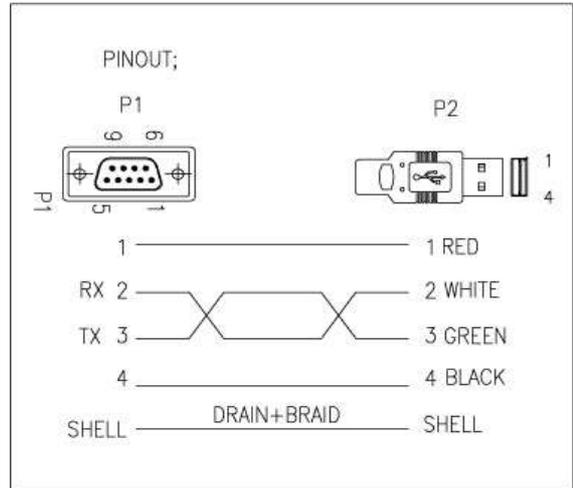
- ⑤ Next를 클릭하여 프로그램을 설치합니다.



⑥ 설치가 완료되면 다음의 화면이 나타납니다.



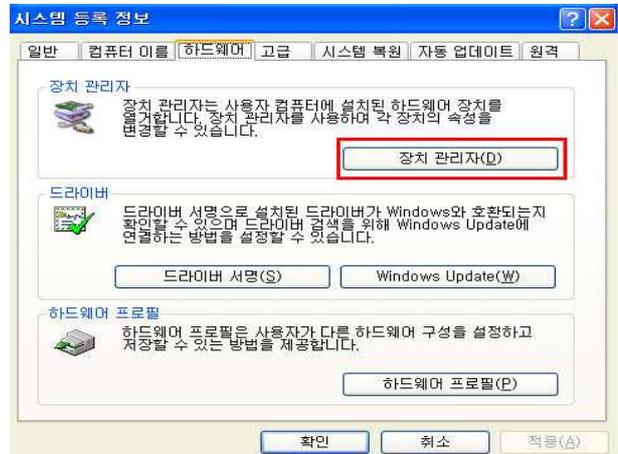
⑦ USB TO SERIAL PORT 배선도



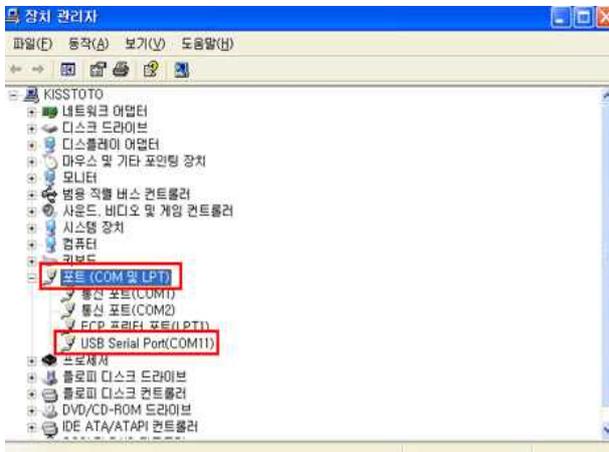
⑧ 통신포트 설정방법
시작클릭 // 설정 // 제어판으로 들어갑니다.
제어판에서 시스템을 두 번 클릭합니다.



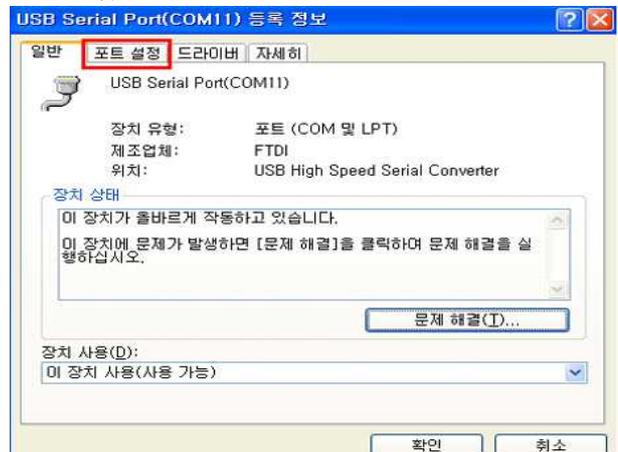
⑨ 하드웨어 탭을 클릭합니다.



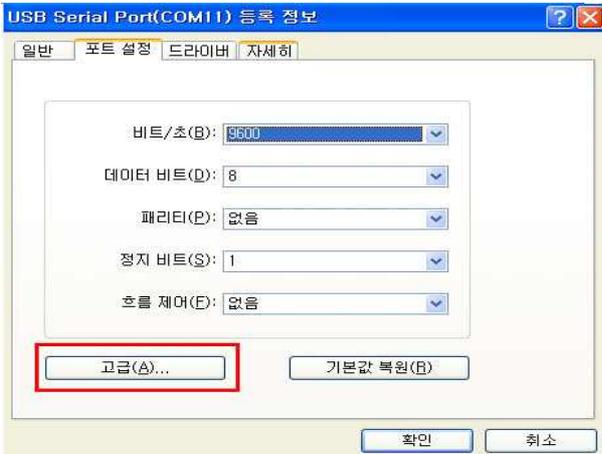
⑩ 장치 관리자를 클릭합니다.



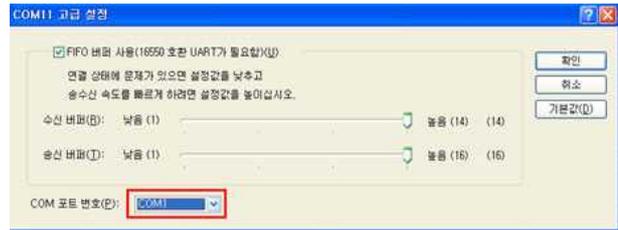
⑪ 포트부분을 두 번 클릭하면 그림과 같이 USB SERIAL PORT 보입니다. USB SERIAL PORT 마우스 오른쪽 클릭 후 속성으로 들어갑니다.



⑫ 포트설정을 클릭



⑬ 고급 클릭



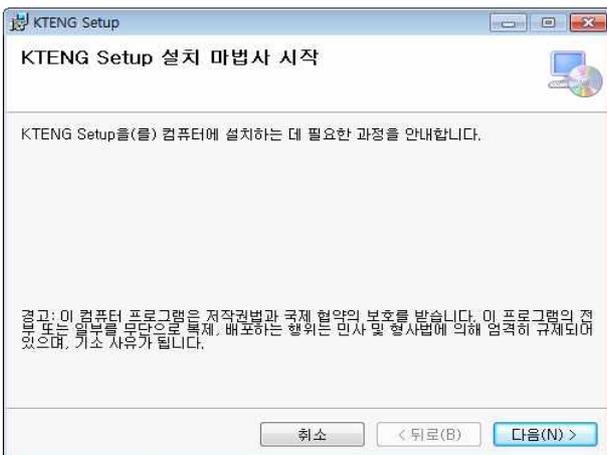
⑭ 사용하는 장치에 맞게 포트 변경 후 확인을 클릭하면 종료

(2) KTE-DA100 설치 및 메뉴 설명

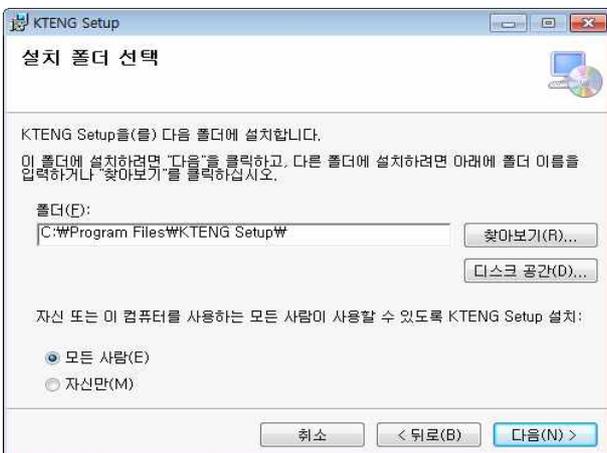
1) KTE-DA100 설치



① 설치 CD를 CD-ROM에 넣고, 탐색기 실행 후 CD를 열면 아래 그림과 같이 파일들이 보임. 파일 중 KTE-DA100 Setup를 실행합니다.



② 설치 마법사 시작 화면이 나오면 "다음(N) >" 버튼을 누릅니다.

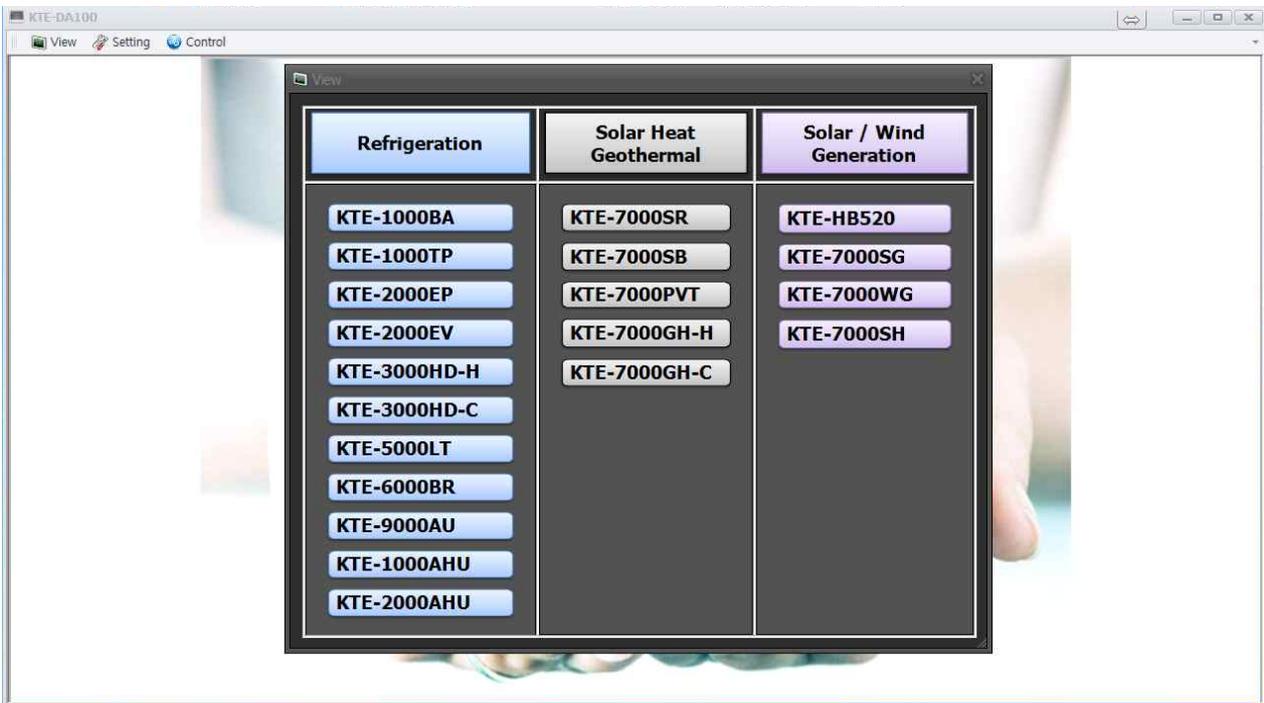


③ 설치 폴더 선택 창에서는 설치 위치를 바꿀 수 있습니다. 설치 위치를 변경하고자 할 경우, '찾아보기(R)' 버튼을 눌러 위치를 선택한 후 "다음(N)>" 버튼을 누릅니다.



④ 설치완료 창이 뜨면 "닫기(C)" 버튼을 눌러 설치를 완료 합니다.

⑤ 바탕화면 또는 시작-프로그램에서 KTENG System 프로그램을 실행시키면 아래와 같은 메인 화면이 나타납니다.



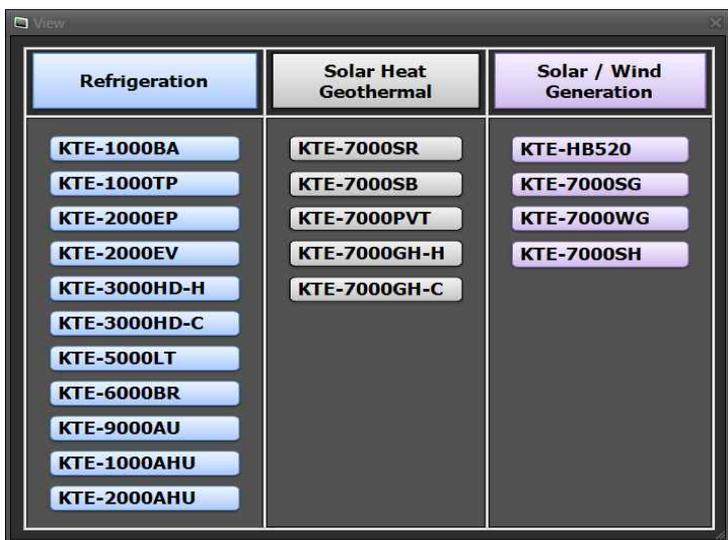
모델명	장비명	모델명	장비명
KTE-1000BA	표준 냉동 실험장비	KTE-7000SR	태양열 복사 에너지 실험장비
KTE-1000TP	온도, 압력, 제상, 동력 자동제어 냉동 실험장비	KTE-7000SB	태양열 온수 보일러 실험장비
KTE-2000EP	증발압력 병렬제어(E.P.R제어) 냉동 실험장비	KTE-7000PVT	PVT 성능 실험장비
KTE-2000EV	냉매 병렬 밸브제어 냉동 실험장비	KTE-7000GH-H	지열 히트 펌프 실험장비
KTE-3000HD-H	사방밸브 제어 히트 펌프 실험장비	KTE-7000GH-C	지열 히트 펌프 실험장비
KTE-3000HD-C	사방밸브 제어 히트 펌프 실험장비	KTE-HB520	하이브리드 전력변환 실험장비

KTE-5000LT	초저온 냉열(이원 냉동) 실험장비	KTE-7000SG	태양광 발전 실험장비
KTE-6000BR	브라인 냉동(빙축 냉동) 실험장비	KTE-7000WG	풍력발전 실험장비
KTE-9000AU	차량용 냉 난방 실험장비	KTE-7000SH	태양광 이용 수소 연료전지 실험장비
KTE-1000AHU	자동제어 전용 공기조화 실험장비		
KTE-2000AHU	Lab view 프로그램 제어 공기조화 실험장비		

2) Main Menu 구성

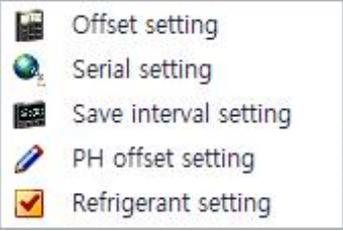


① View

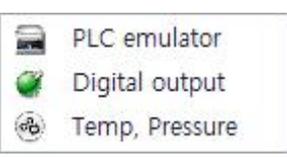


(냉동장비 11종, 태양열/지열 5종, 태양광/풍력 4종)

② Setting



③ Control



(3) Setting

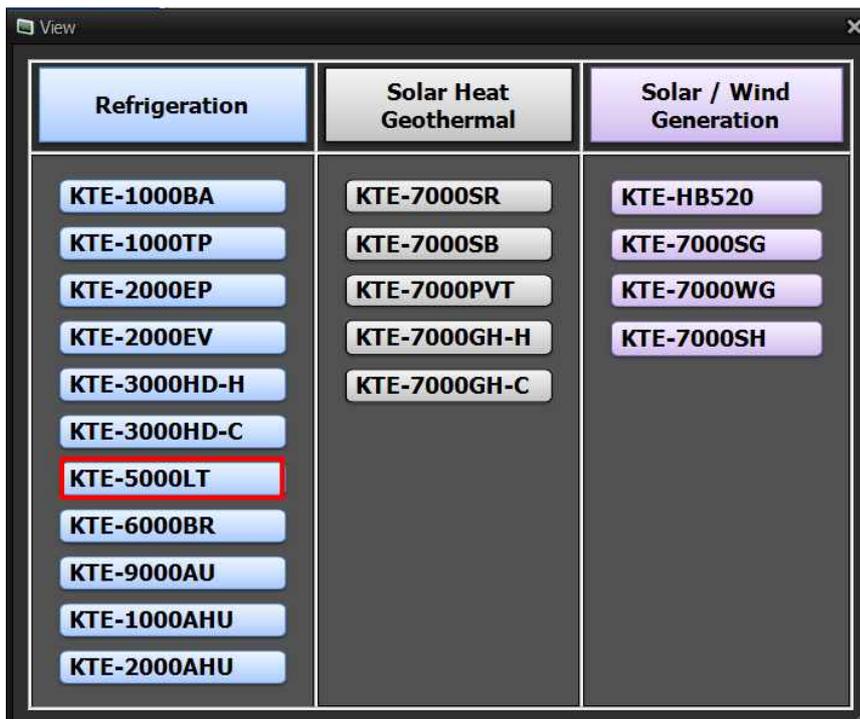
Menu	Explain
Offset Setting	온도, 압력, 전압 초기화 설정
Serial Setting	컴퓨터와 하드웨어간의 통신 포트 설정
Save Interval Setting	데이터 수집 시간 간격 설정
PH Offset Setting	PH선도 이미지 선도 온도, 엔탈피 범위 설정
Refrigerant Setting	냉매 선택

(4) Control

Menu	Explain
PLC emulator	PLC 프로그램 이용 제어
Digital output	컴퓨터 이용 하드웨어 제어
Temp, pressure	컴퓨터 이용 온도, 압력 제어

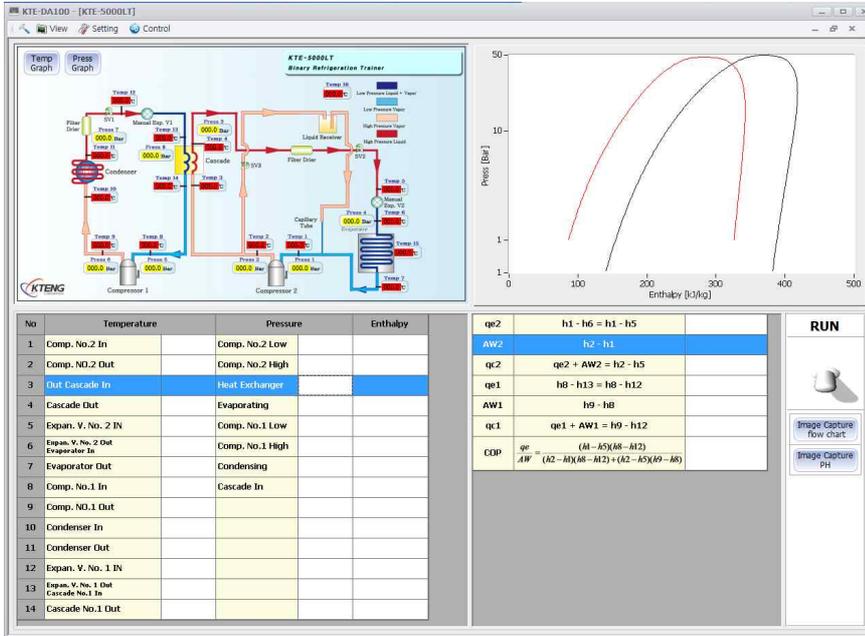
(5) 데이터 수집 장치 활용(Model : KTE-DA100)

1) 전용 프로그램 선택



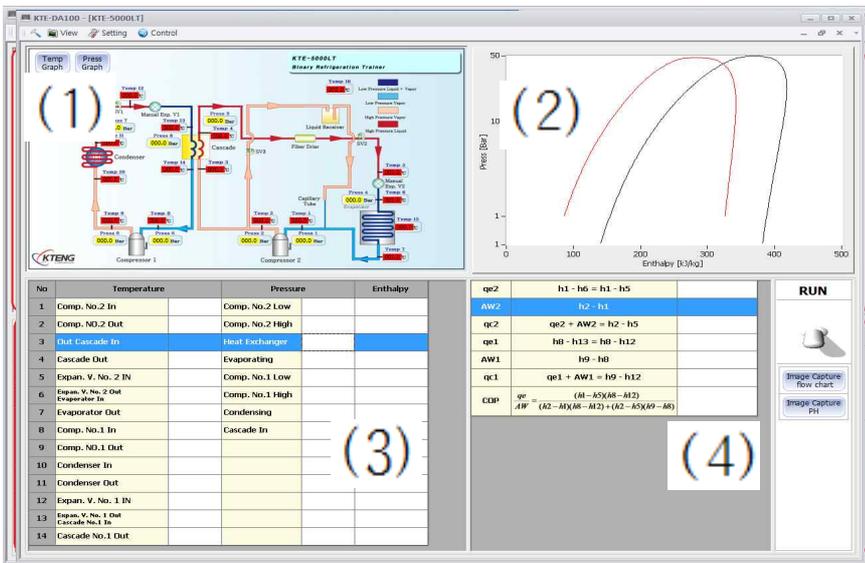
① 프로그램을 실행시 View 창이 활성화 됨

② View창에서 원하는 장비명을 선택
(Refrigeration - KTE-5000LT 클릭)



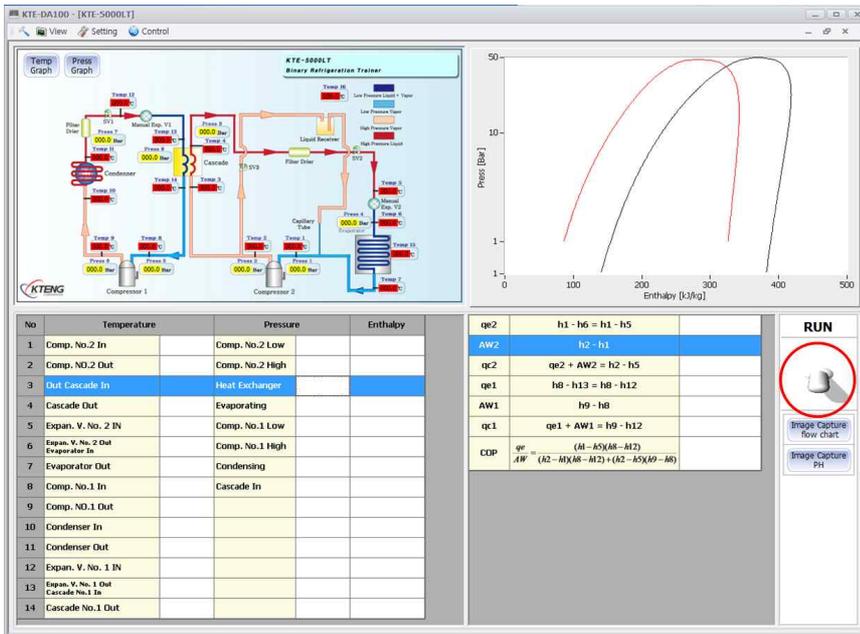
③ KTE-5000LT
(초저온 냉열(이원 냉동) 실험장비)메인 창이 활성화됨

2) 프로그램 메인화면 구성



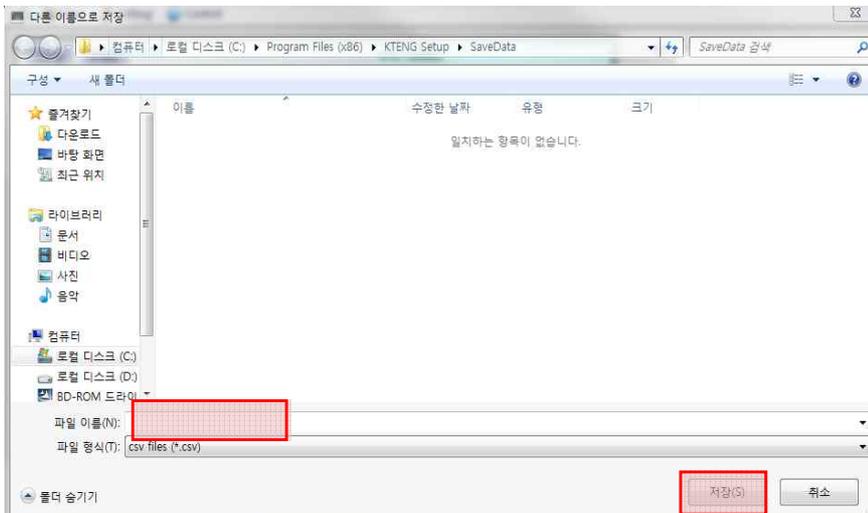
- ① Diagram 표시 영역 및 실시간 온도·압력 그래프
- ② PH 선도 표시 영역
- ③ 온도·압력 텍스트 표현
- ④ 성능(qe, AW, qr, qf, x, y, COP) 표시 영역, 운전스위치, 이미지 캡처 버튼

3) 운전 및 데이터 저장



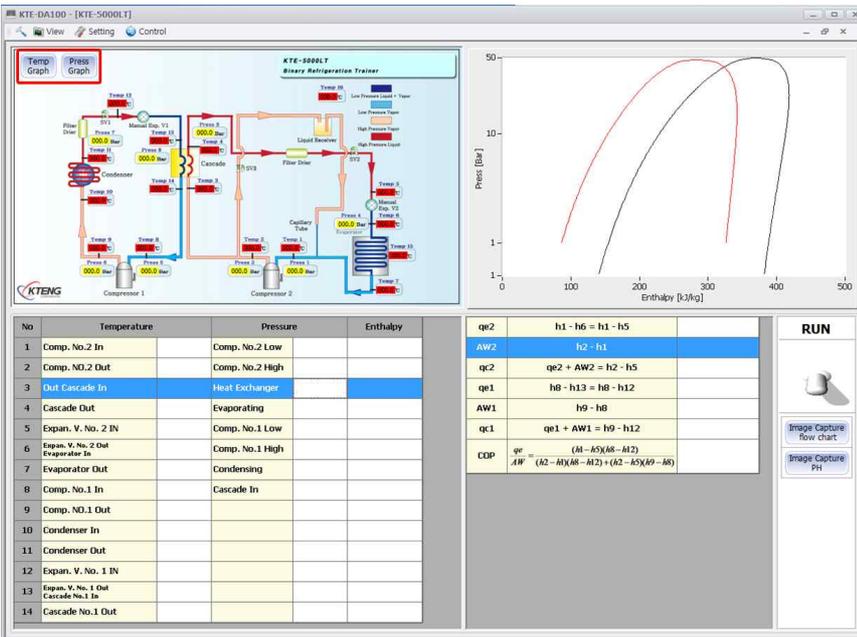
① 프로그램 실행과 데이터를 실시간으로 저장하기 위해서는 오른쪽 하단의 RUN Toggle S/W를 위로 올림

※ 저장파일명을 먼저 지정하는 이유는 컴퓨터가 부득이한 사정(정전 등)으로 인해 데이터를 받지 못할 경우, 사고 직전까지는 데이터를 저장하기 위함임.

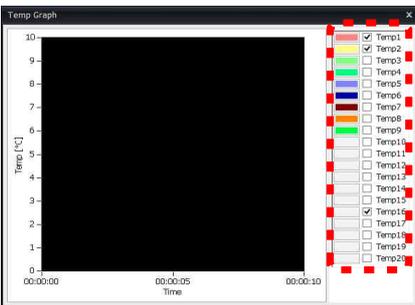
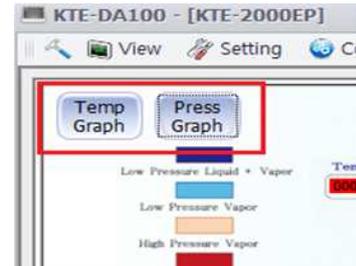


② 데이터 저장 파일명을 입력하라는 대화 창이 활성화 되면 파일이름을 입력하고 저장 버튼을 클릭하여 데이터를 실시간 저장으로 저장 할 수 있음(엑셀파일로 압력, 온도, 엔탈피 및 계산값을 저장)

4) 그래프 보기



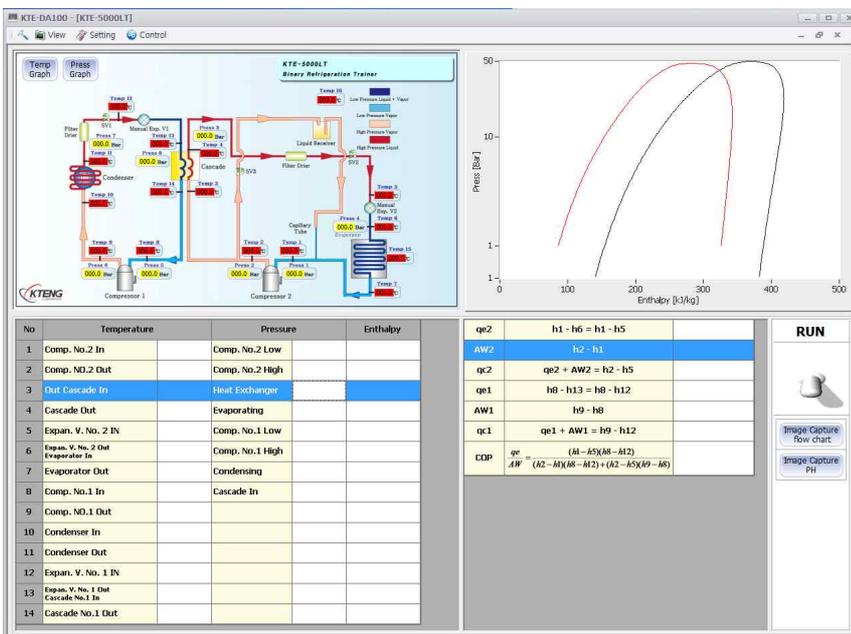
① 실시간으로 온도, 압력 위치에 따른 그래프를 보기 위해서는 Diagram 왼쪽 상단 해당 아이콘 클릭



② 온도, 압력 포인트별 체크를 통해 원하는 위치와 값을 실시간 그래프로 볼 수 있다

Temperature Realtime Graph

Pressure Realtime Graph

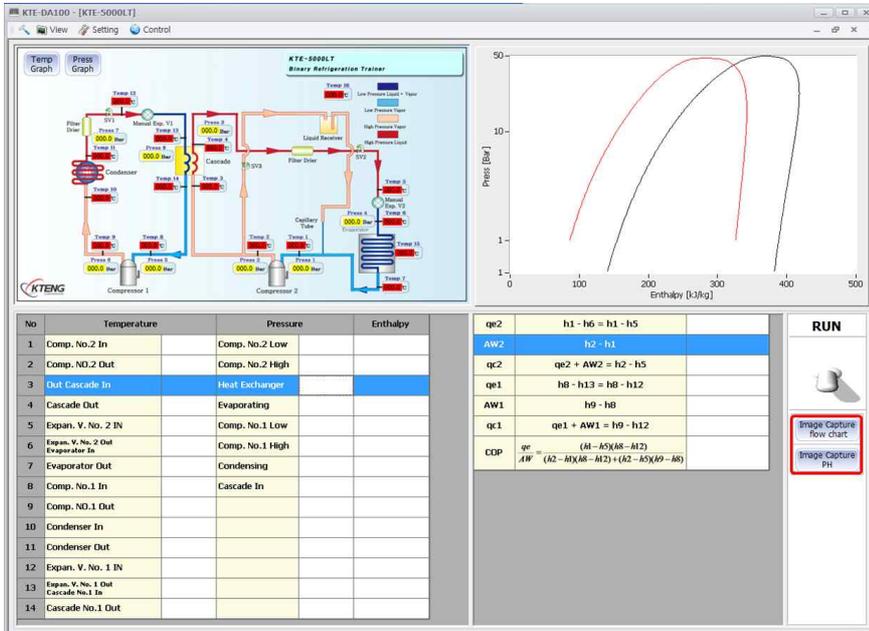


③ 개별 온도/압력값의 그래프 보기는 모니터상 디스플레이 되는 부분을 더블 클릭시에 하단의 그래프와 같은 창이 뜬다



④ 실시간으로 온도를 확인할 수 있다

5) 캡처 기능



① 우측 하단의 Image Capture flow chart와 Image Capture PH를 눌러 이미지를 그림파일 (*.jpg)로 저장

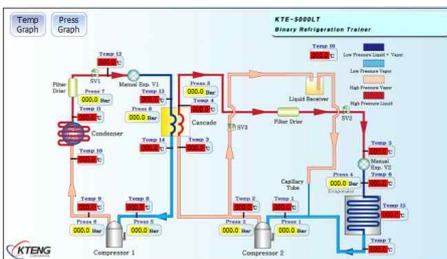
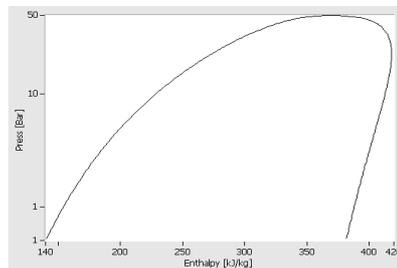


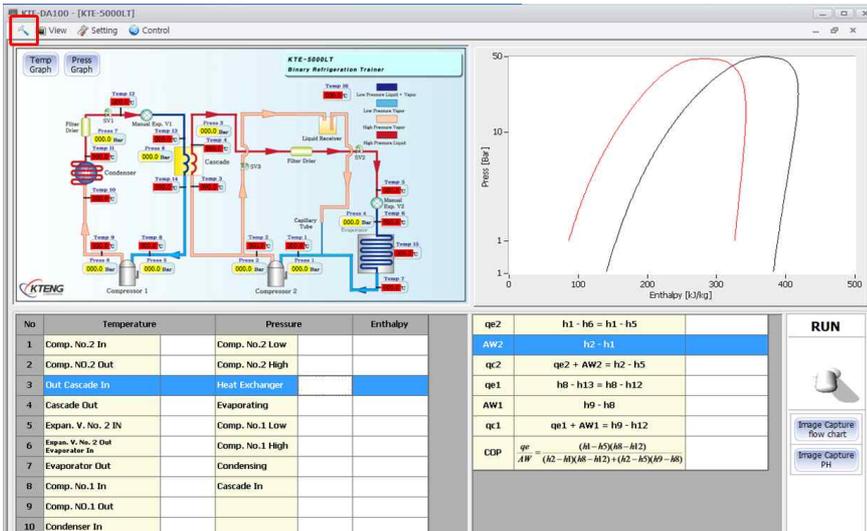
Diagram 캡처(Flow Chart)



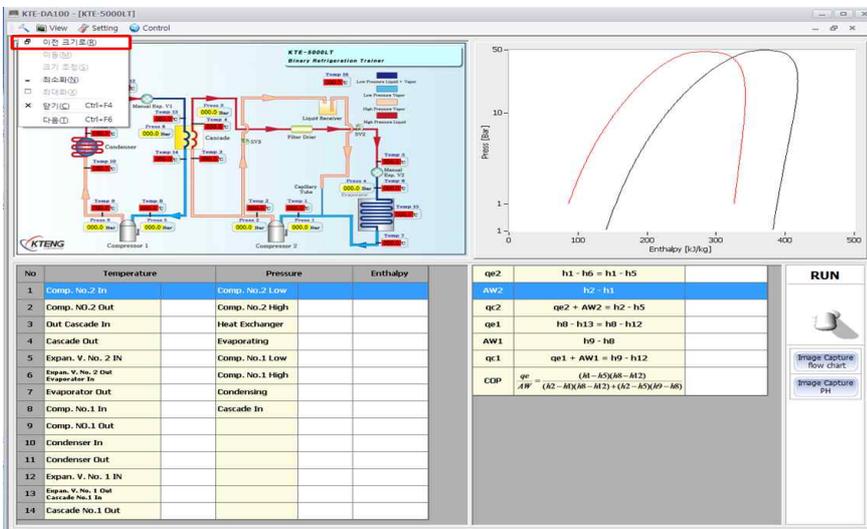
PH 선도 캡처

② 선택시 화면
- Diagram(Flow Chart) 캡처
- PH 선도 캡처

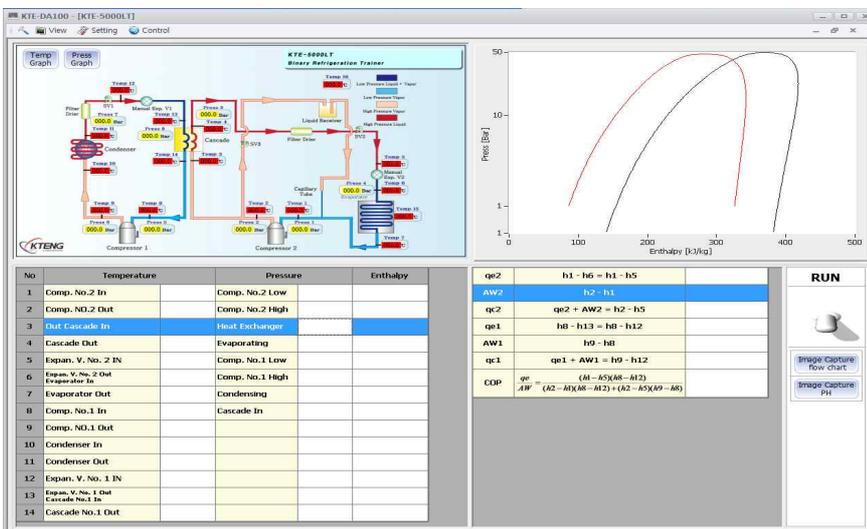
6) 도구



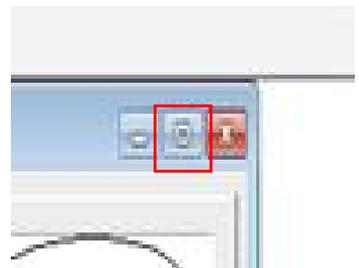
① 도구모음에서
클릭

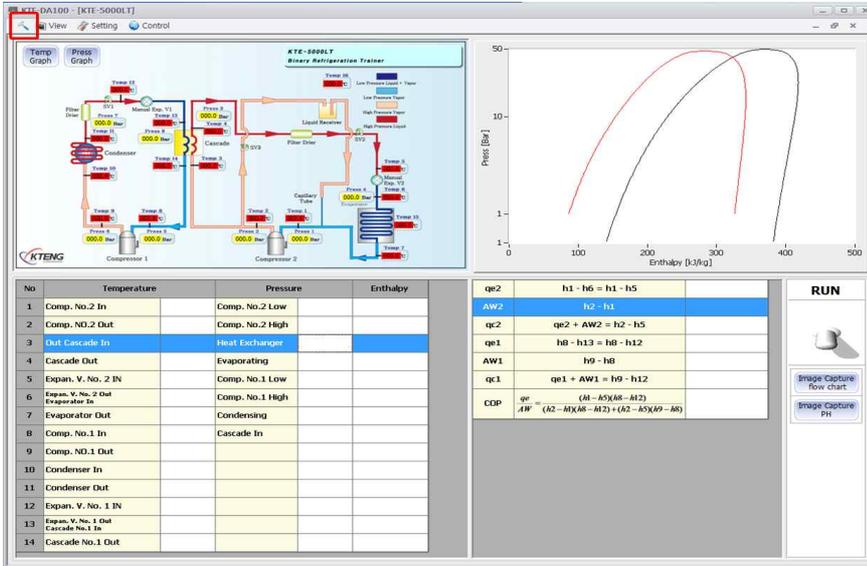


② 이전 크기로 (R) 클릭 시 이동이 가능한 창으로 활성화 됨

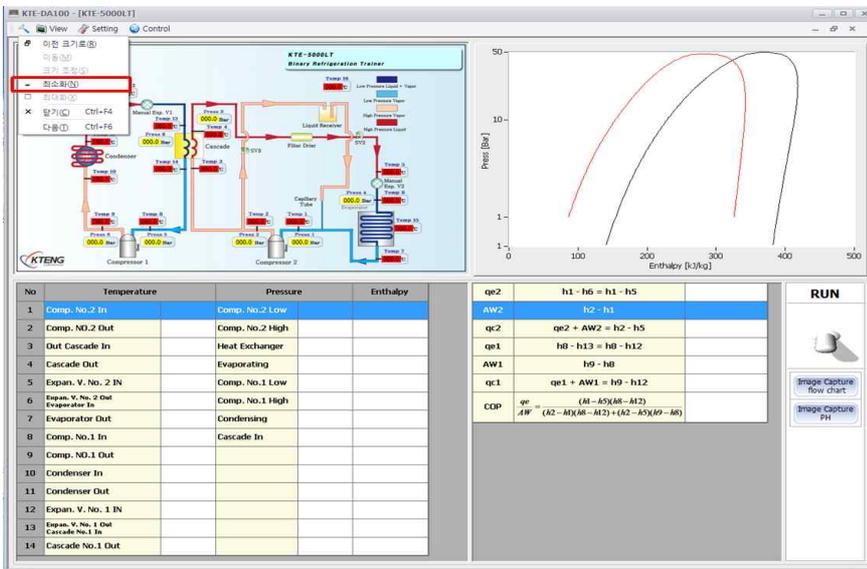


③ 우측 상단의 전체창 버튼 클릭하면 풀 화면으로 돌아가짐

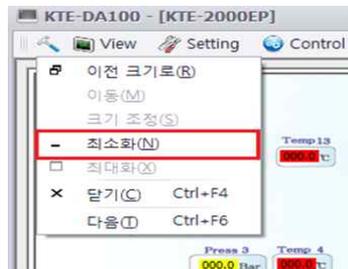




④ 클릭

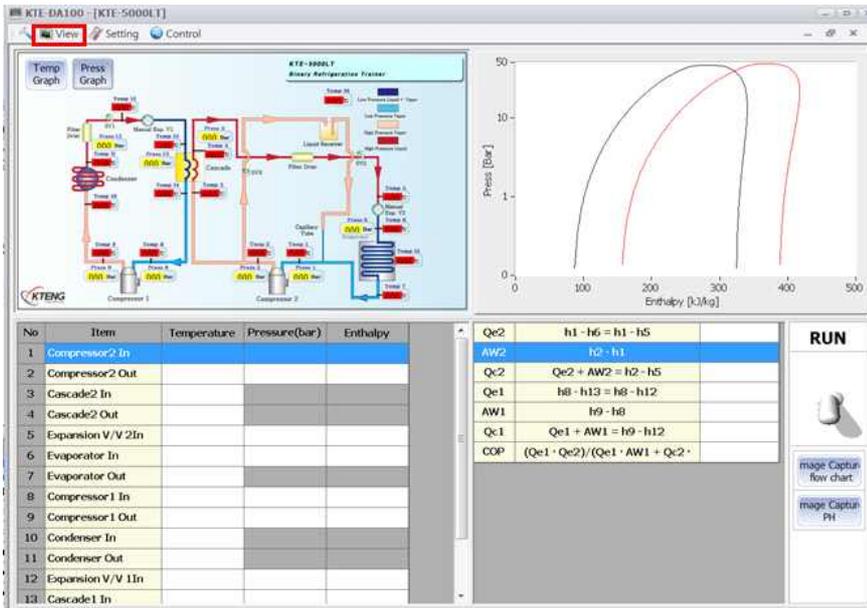


⑤ 최소화(N) 클릭 시 좌측화 단으로 최소화창만 나타남

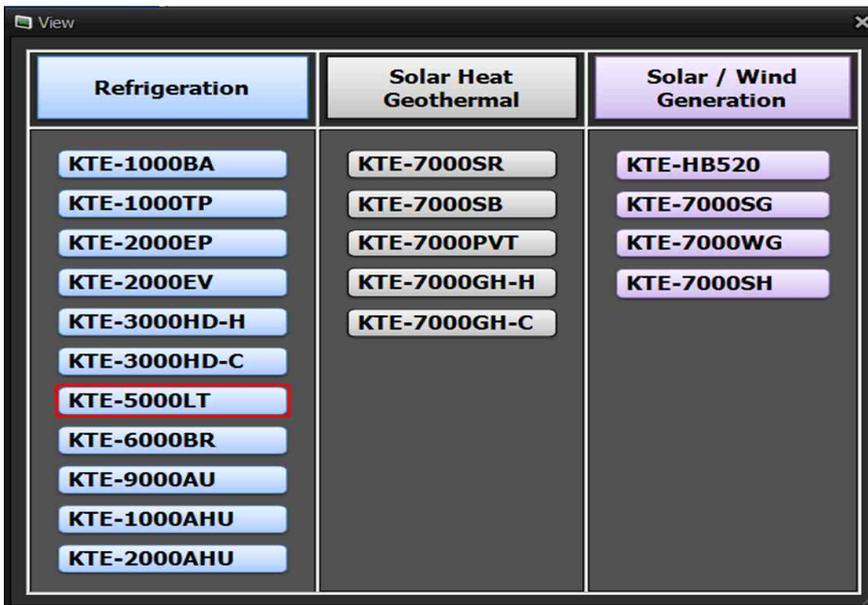


⑥ 전체화면 버튼 클릭하면 기존화면으로 돌아가짐

7) View

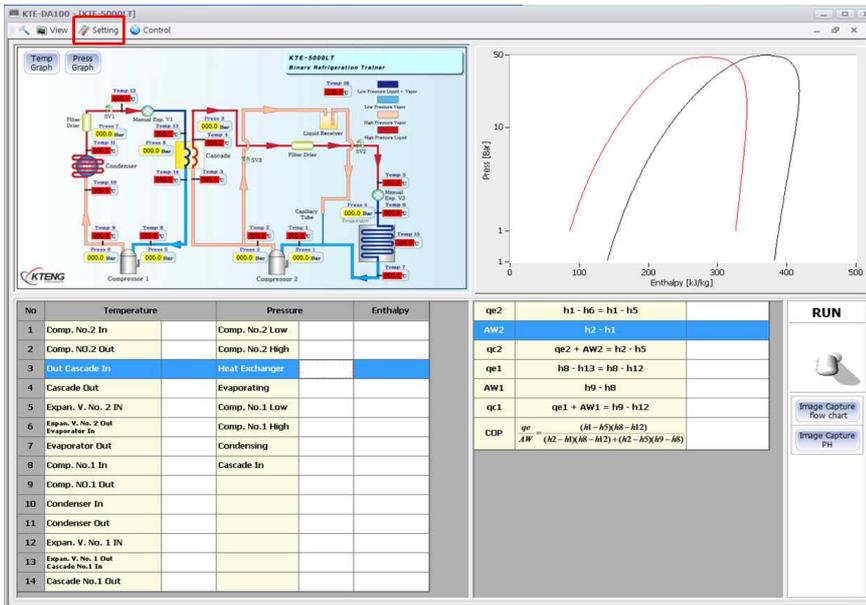


① 도구모음에서 View 클릭

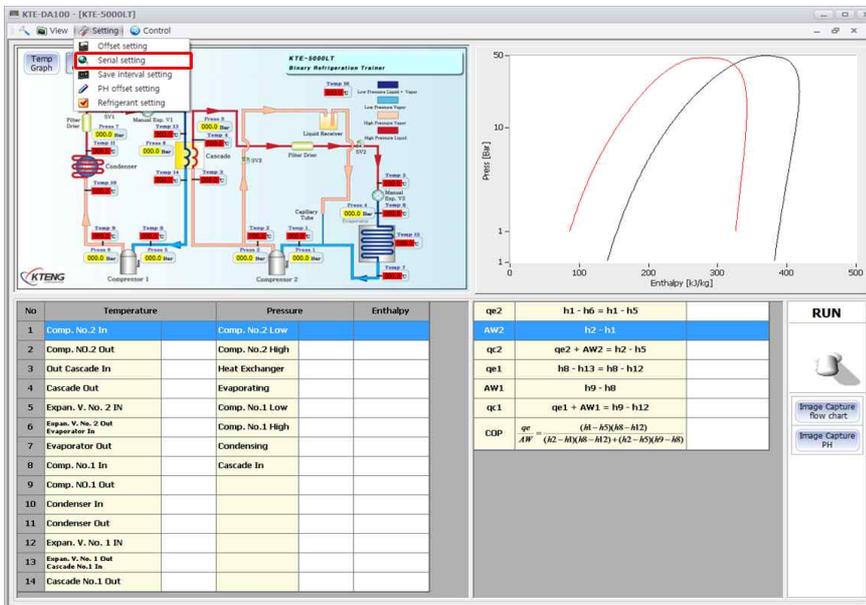


② View를 클릭하면 메인화면으로 나와지며 원하는 장비명을 클릭하여 실장비와 연동되는 프로그램 창을 띄울 수 있음

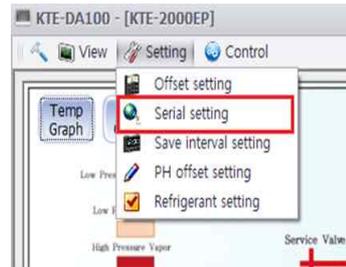
8) Serial Setting



① Setting 클릭



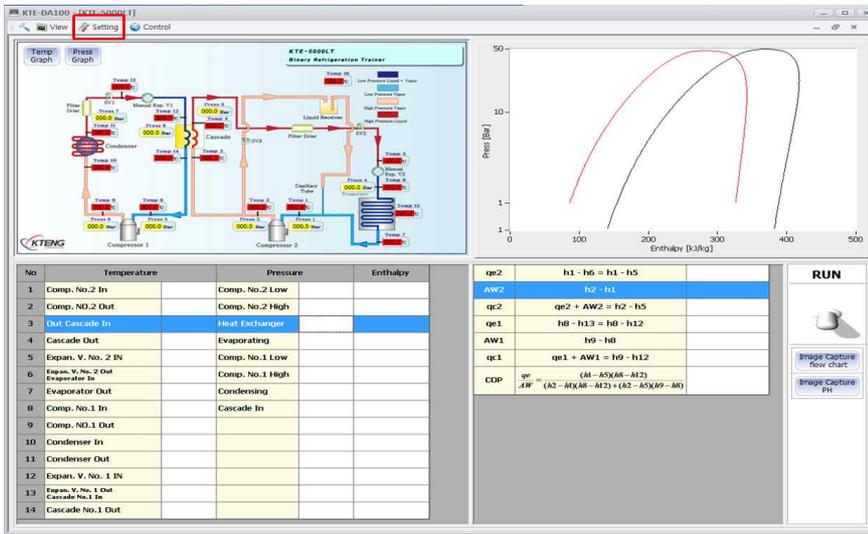
② Serial setting 클릭



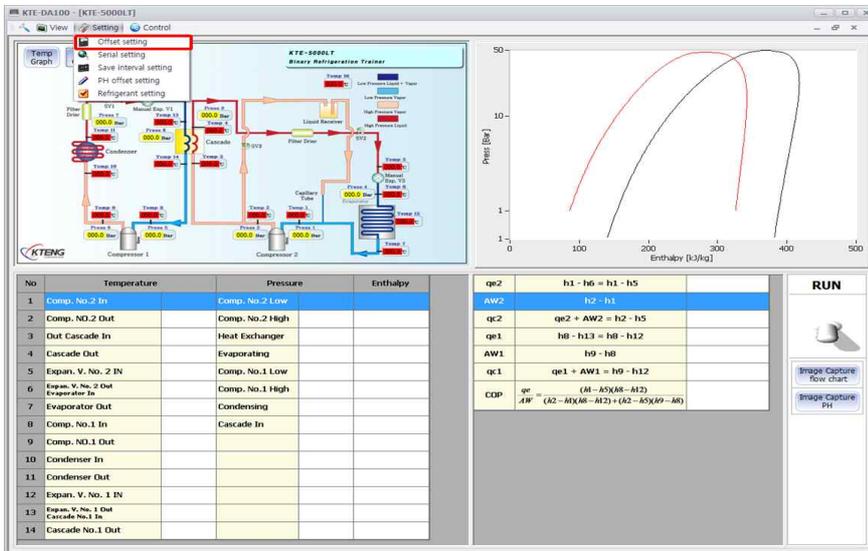
③ 포트 위치에 따라 COM번호가 달라진다. COM번호를 선택하고 OK 클릭

※ 포트 번호 확인은 Page_1-1 use to serial 설치에서 확인

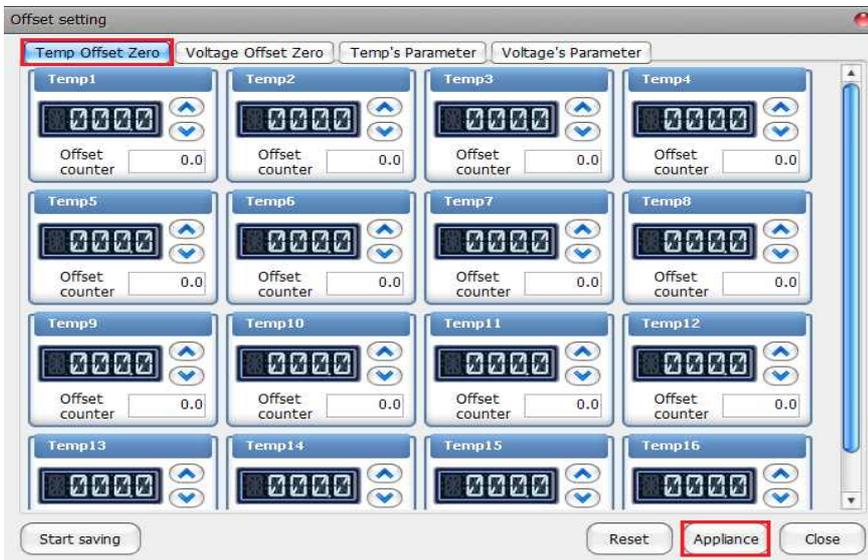
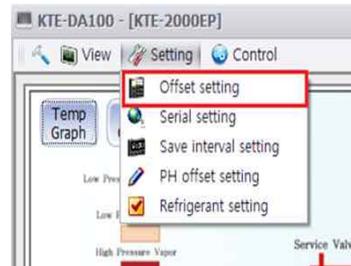
9) Offset setting



① 도구모음에서 Setting 클릭



② Offset setting 클릭 시 아래와 같은 창이 뜬다



③ Temp Offset Zero는 온도를 보정하는 기능

↑ ↓ : 방향키를 눌러 온도

값을 보정

Offset counter 0.0 : 온도 보정

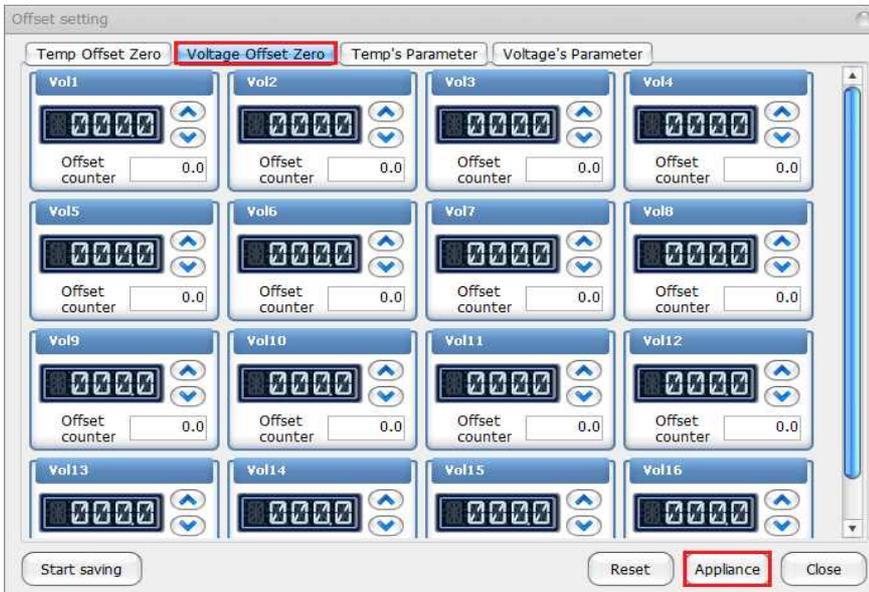
정도값을 나타냄

보정값을 적용하기 위해서는

"Application" 클릭 후

"Close" 클릭

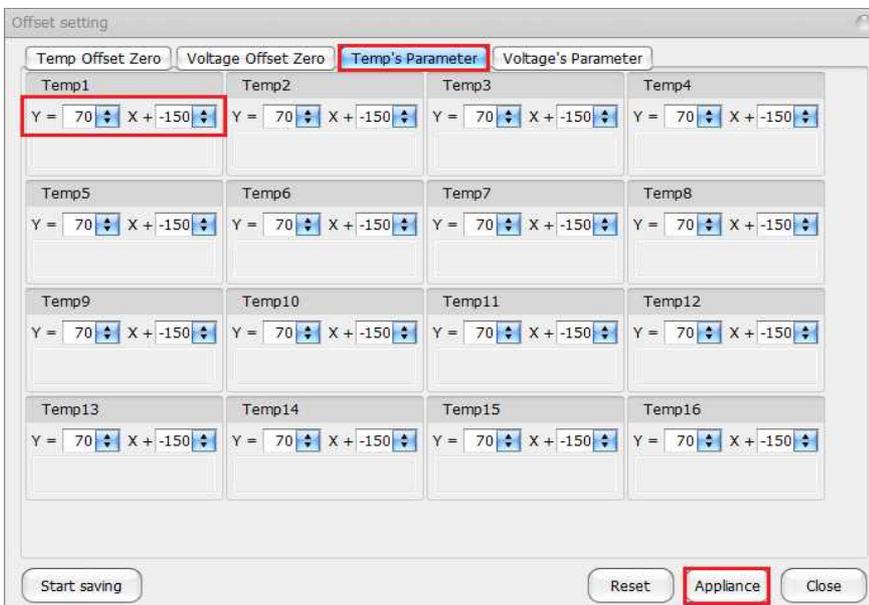
*참고: Temp 번호는 20번까지 있고 각 센서별로 번호로 나뉜다.



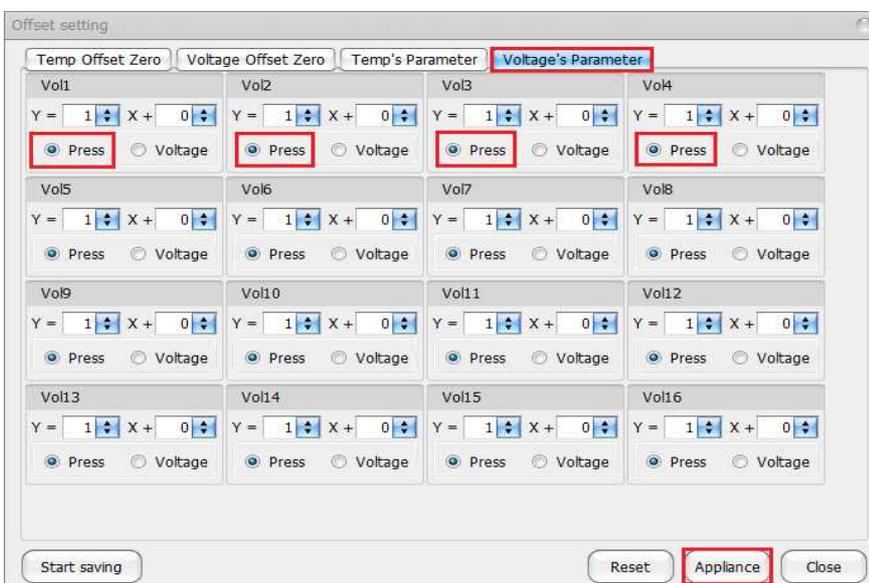
④ Voltage Offset Zero는 전압을 보정할 수 있는 부분이다.

↑ : 방향키를 눌러 전압 값을 보정

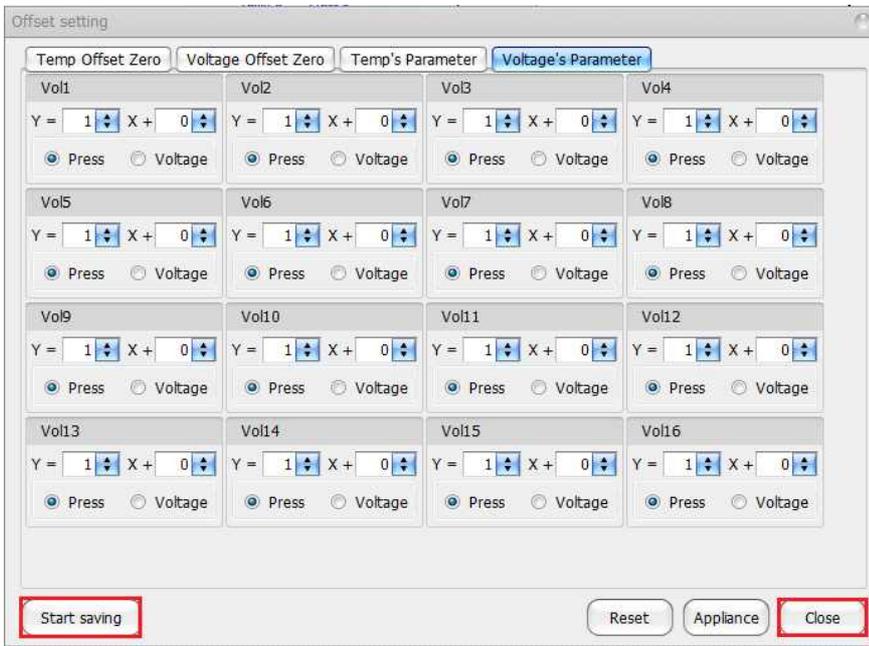
Offset counter 0.0 : 전압 보정 정도값을 나타냄
보정값을 적용하기 위해서는 "Application" 클릭 후 "Close" 클릭



⑤ Temp's Parameter는 온도계의 출력 신호를 온도로 변화하는 수식을 입력하기 위한 곳으로서 모든 항목에 $Y=70X-150$ 의 값을 입력해야한다. 적용은 "Application" 클릭 후 "Close" 를 클릭

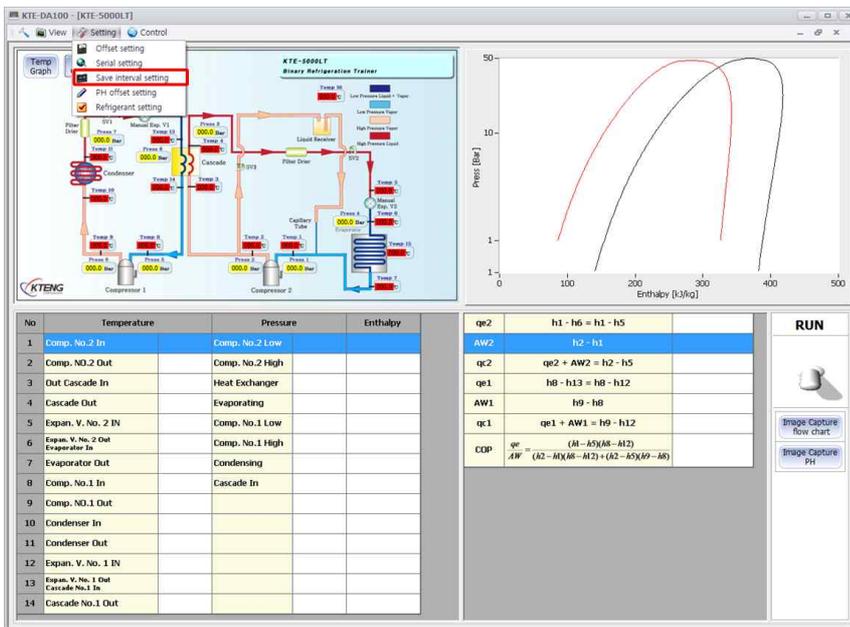


⑥ Voltage's Parameter는 입력값 변환을 위한 수식값을 입력하는 기능을 갖고 있으며 Pressure, Voltage 선택하여 설정
적용은 "Application" 클릭 후 "Close" 클릭



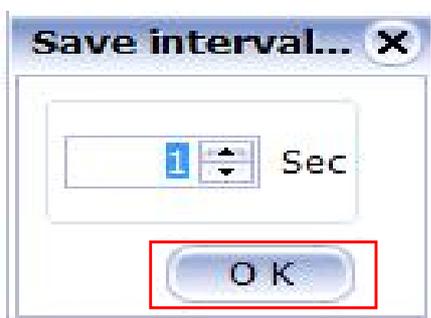
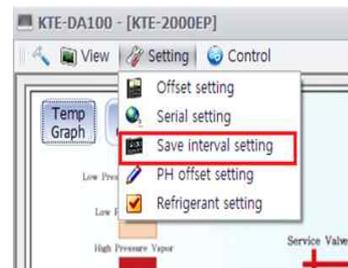
⑦ 설정값을 저장(Start Saving) 하고서 왼쪽 화면에서 Close 클릭

10) Save interval setting



① Setting 클릭

② Save interval setting 클릭



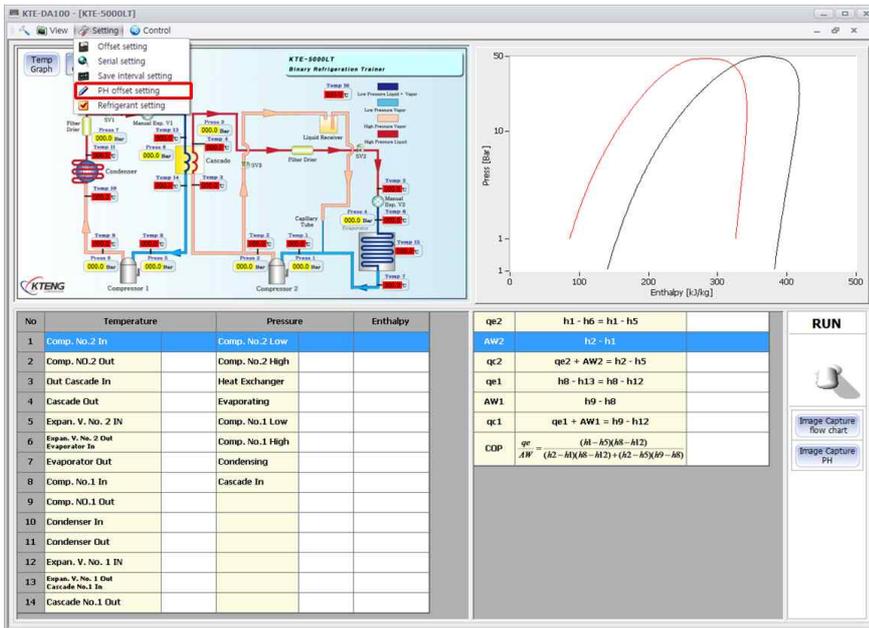
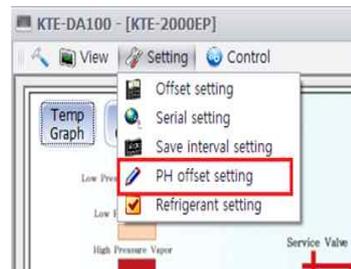
③ Save interval setting은 데이터 저장 시간 간격을 설정하는 기능으로 엑셀파일로 시간간격에 맞춰 저장 가능.
(단, 단위는 초(Sec)라서 1분을 설정 할 경우는 60Sec로 설정 한다)

11) PH offset setting

① Setting 클릭



② PH offset setting 클릭



PH offset setting

Press: $Y = 1 X + 0$

Enthalpy: $Y = 1 X + 0$

OK

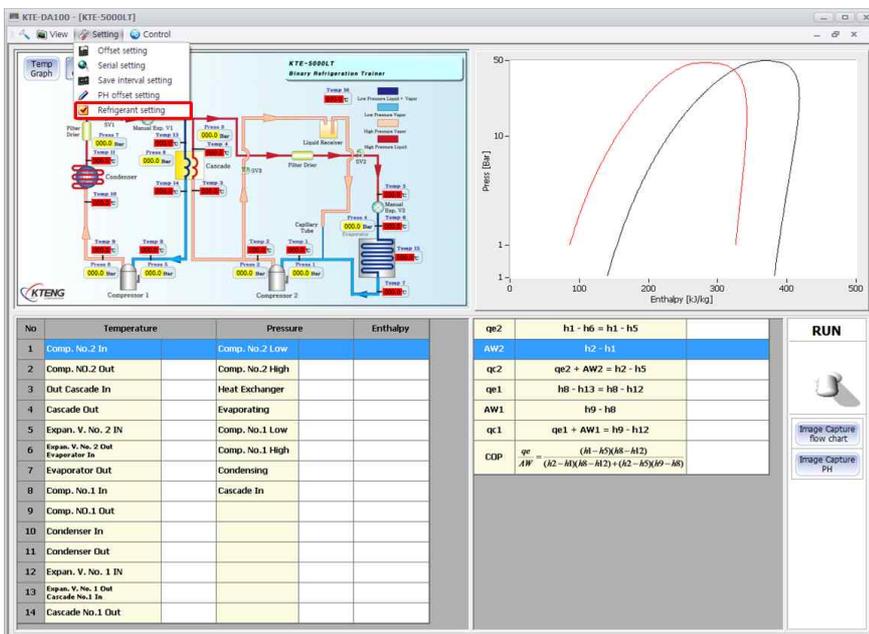
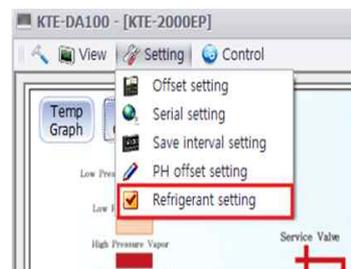
③ 메인 화면에 있는 PH선도표의 Press, Enthalpy의 축값을 조정 하는 기능

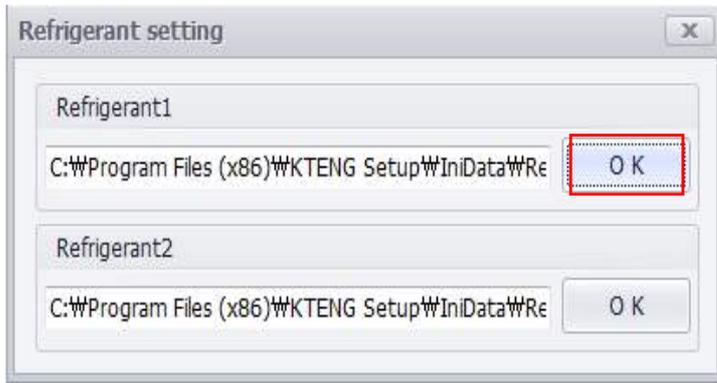
11) Refrigerant setting

① Setting 클릭

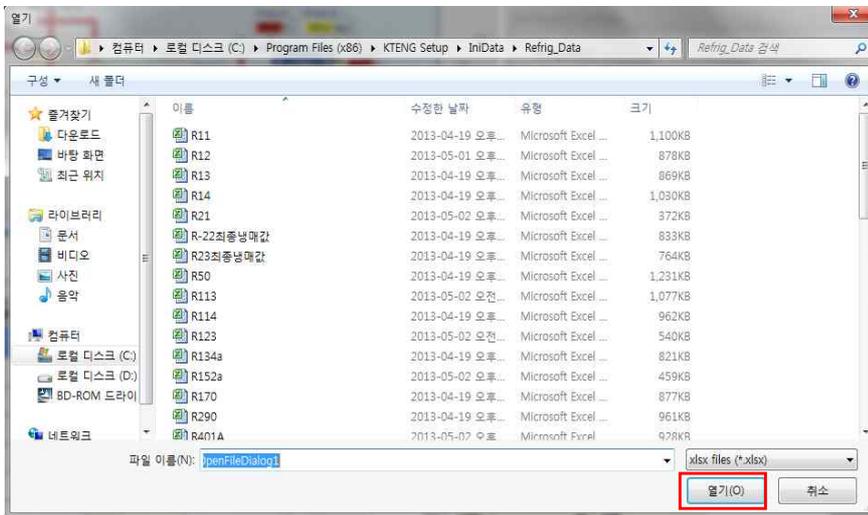


② Refrigerant setting 클릭





③ Refrigerant setting
 은 냉매를 선정하는 기능
 - 1원 냉동 사이클은
 Refrigerant 1만 선정
 - 2원 냉동 사이클은
 Refrigerant1 (R-404a)을
 선정하고 Refrigerant2
 (R-23)를 선정하여 프로그램에
 적용 할 수 있음.
 “OK” 클릭



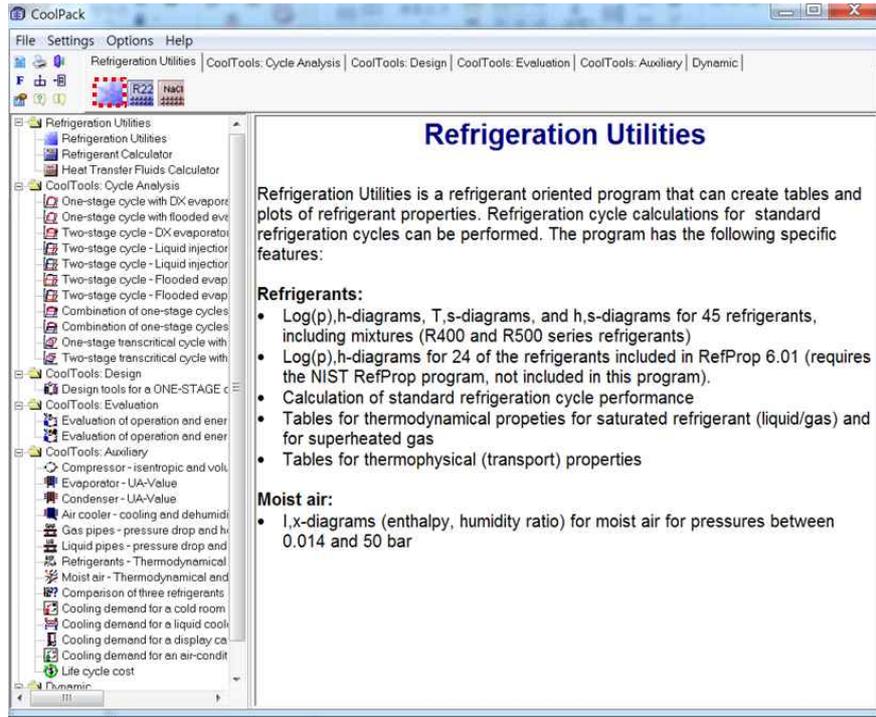
④ 냉매 선정 창이 활성화
 되고 이때, 원하는 냉
 매의 종류를 선택하여
 “열기” 클릭하면 프로
 그램에 적용됨

3-2. 폴리에르(P-h) 선도 자동작도 프로그램의 활용법 (Coolpack)

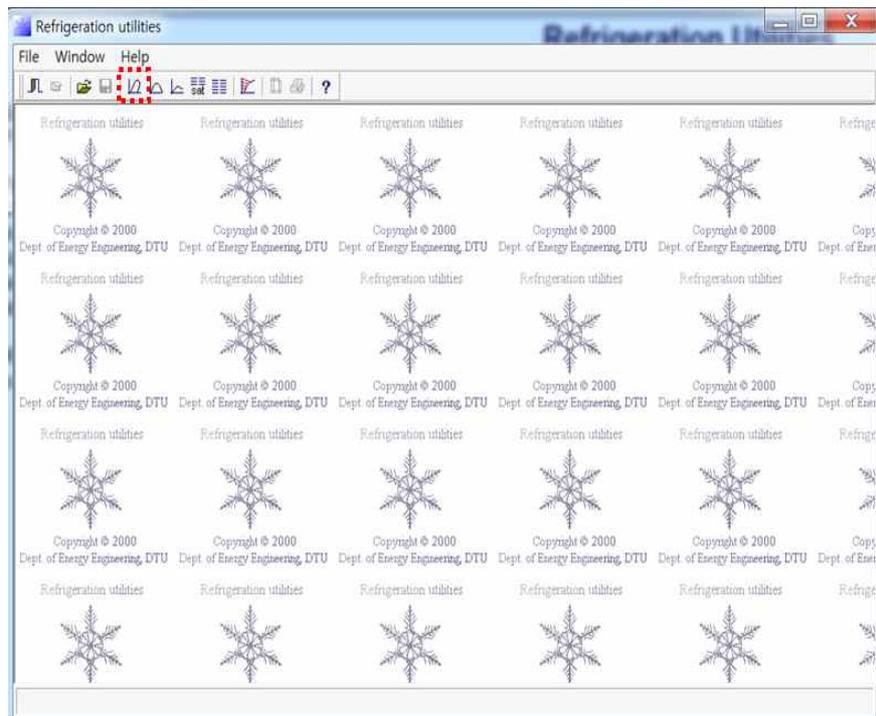
※ 본 매뉴얼은 표준 냉동 실험 기준으로 일원축 실험 수행 시 해당

1) 사용 방법

① Refrigeration Unitilities를 선택

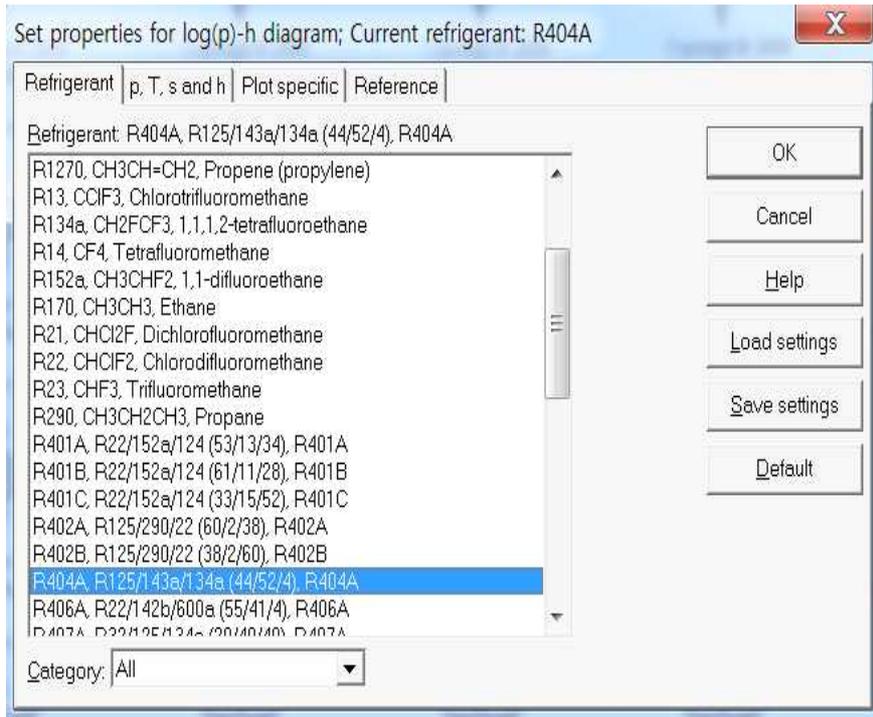


② P-h 선도 아이콘 선택



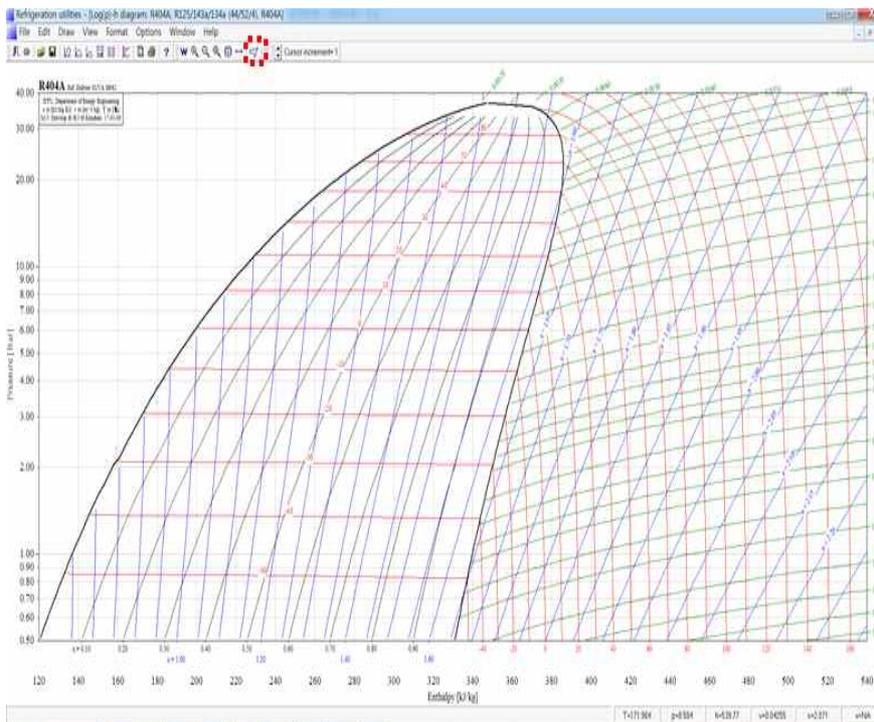
③ 해당 냉매 선택

- R-404a (표준냉동), R-404a (이원냉동 1원축), R-23 (이원냉동 2원축)

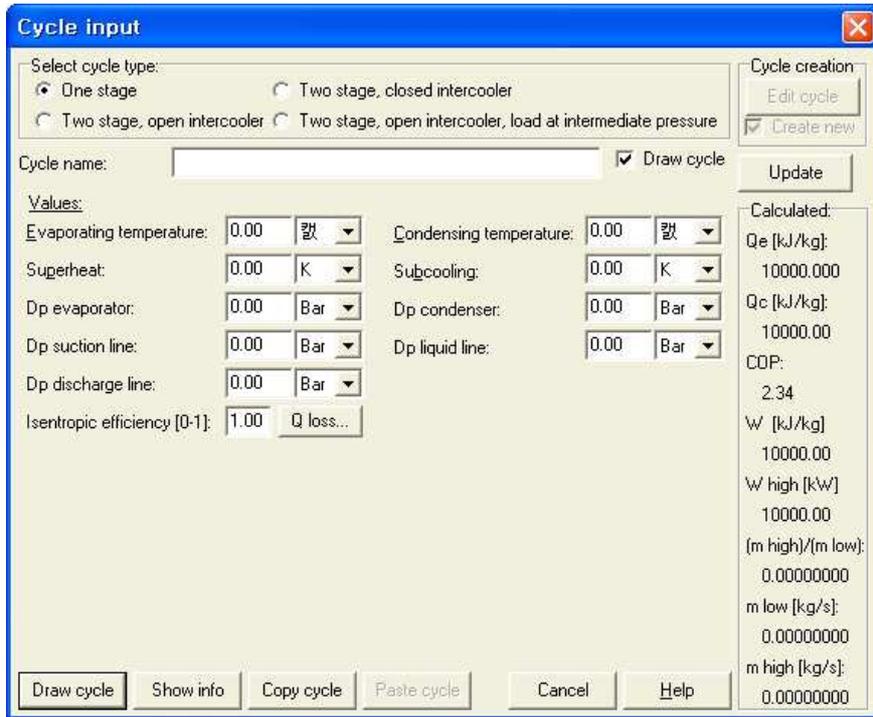


④ 해당 냉매 선택

- Cycle을 선택하여 계측 값을 입력

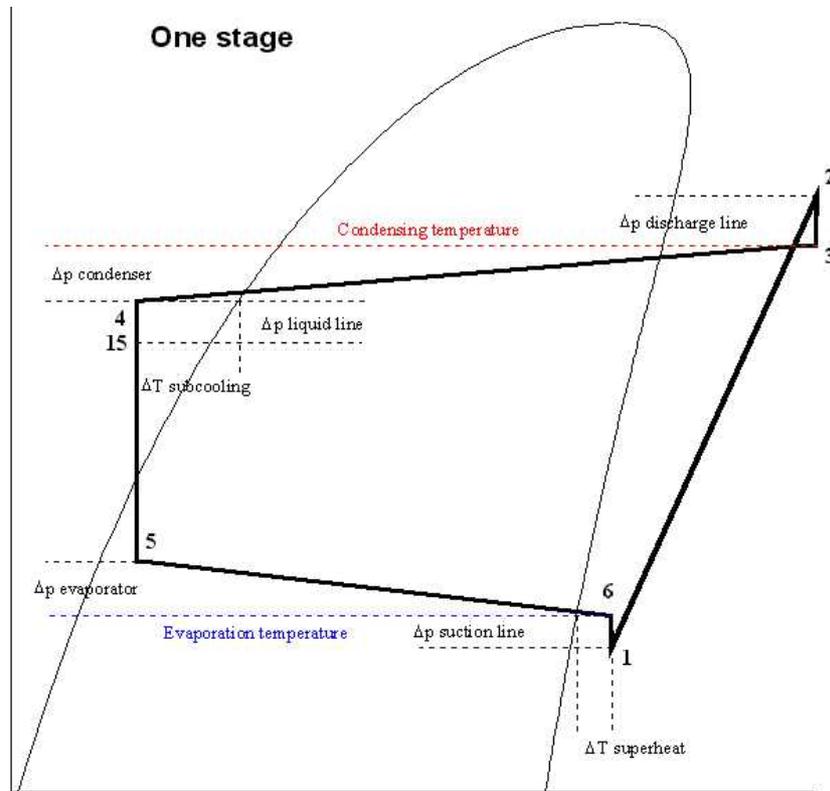


⑤ Cycle input

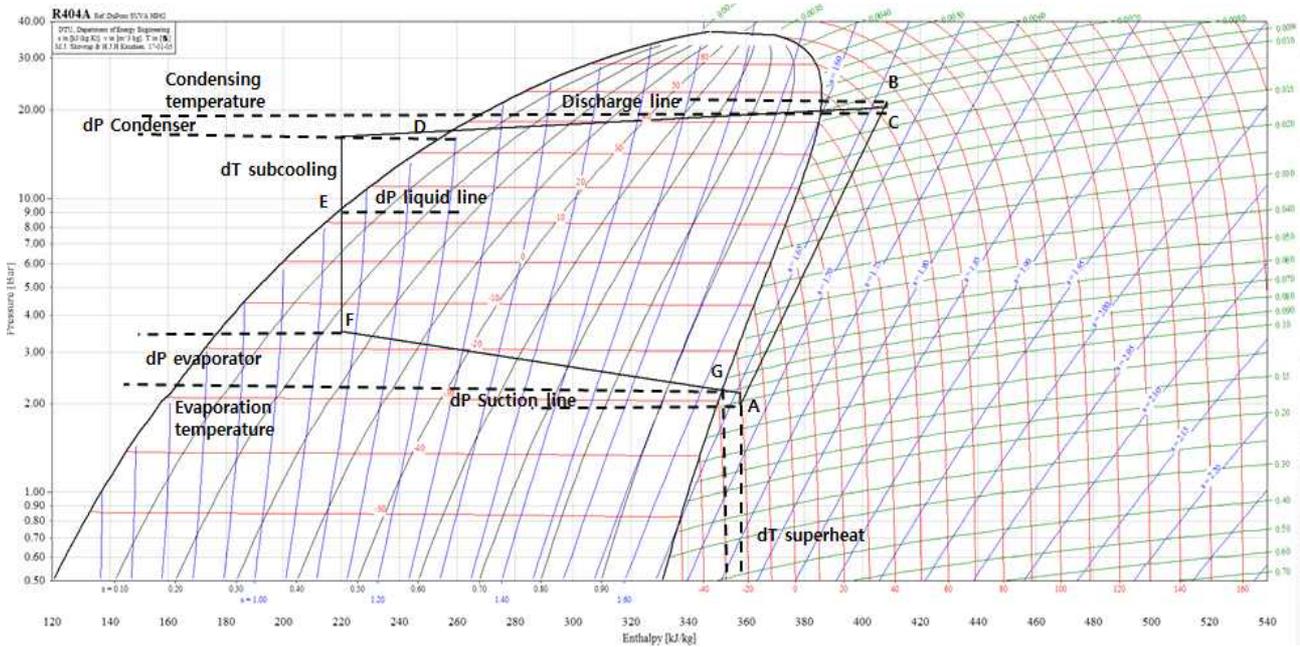


* 프로그램 활용 설명

- ① Select cycle type에서 관계되는 냉동사이클을 선택한다.
 - One stage cycle : 1단 냉동사이클
 - Two stage cycle : 2단 팽창 냉동사이클
- ② Evaporating Temperature : 운전 중 증발온도 또는 증발압력을 입력한다
- ③ Condensing Temperature : 운전 중 응축온도 또는 응축압력을 입력한다.
- ④ Superheat : 증발기 출구측에서 압축기 입구측까지 냉매의 과열온도를 입력한다.
- ⑤ Sub Cooling : 응축기 출구점(또는 p-h선도상에서 포화액선상)에서 팽창밸브 직전까지의 과냉온도를 입력한다.
- ⑥ DP Evaporator : 팽창밸브 출구점(또는 증발기 입구점)과 증발기 출구 점까지의 압력차(또는 온도차)를 입력한다.
- ⑦ DP Condenser : 응축기 입구 점에서 팽창밸브 입구 점까지의 압력 또는 온도차를 입력한다.
- ⑧ DP Suction line : 증발기 출구점에서 압축기 입구 점까지의 압력 또는 온도차를 입력한다.
- ⑨ DP Liquid line : 팽창밸브 입구점에서 단열팽창후의 압력 또는 온도차를 입력한다.
- ⑩ DP Discharge line : 압축기 출구점에서 응축기 입구점까지의 압력 또는 온도차를 입력한다.
- ⑪ P-h 선도표



2) P-h diagram



[그림 3-1] P-h diagram

(6) P-h선도의 작도

1) Data 정리 Table

[표 3-1] Data 정리 Table

Data point	Table1	Table2	Table3	Table4	Table5	비고
Evaporation Temperature						
Superheat						
DP Evaporator						
DP Suction line						
DP Discharge						
Condensing Temperature						
Sub Cooling						
DP Condenser						
DP Liquid Line						

2) 열량계산 및 성능 기록 Table

[표 3-2] 열량계산 및 성능 기록 Table

Oper Station	Compression Ratio	Refrigerating Effect		condensation Capacity		COP	Work by Compressor
		KJ/kg	Kcal/kg	KJ/kg	Kcal/kg		Kcal/kg
Table1							
Table2							
Table3							
Table4							
Table5							

(7) P-h 선도 자동작도 실행 (예시)

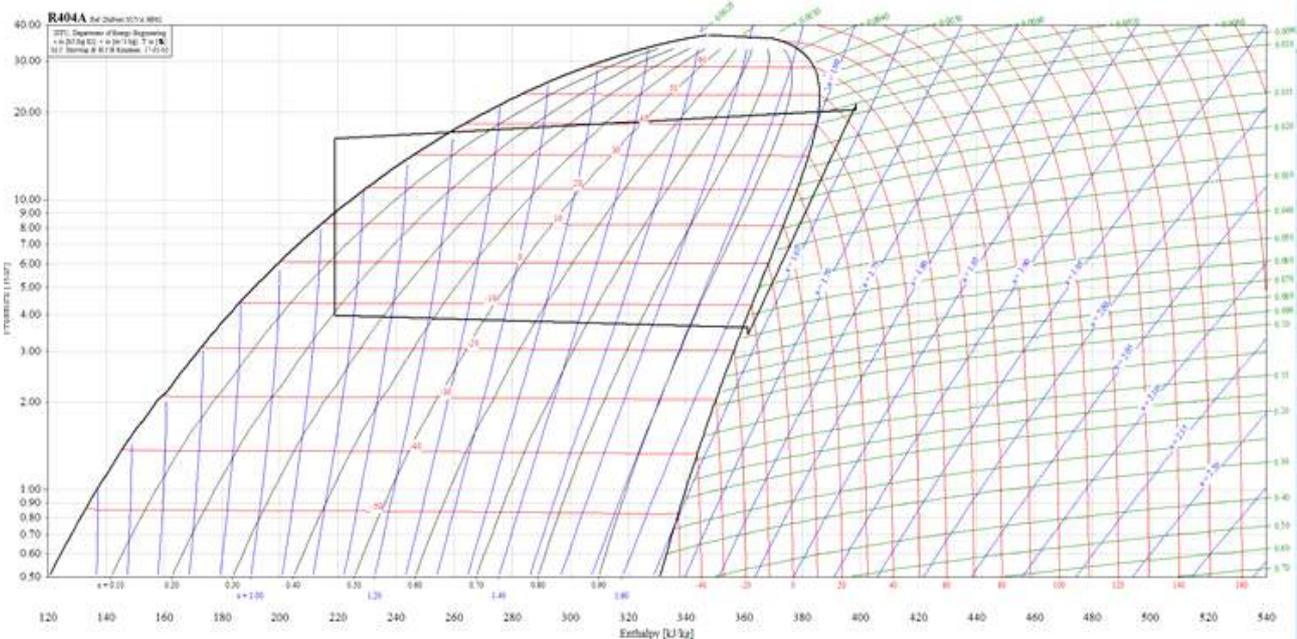
1) 측정 온도 정리

[표 3-3] 측정 온도 정리

NO	Data point	Table1	Table2	Table3	Table4	비 고
1	Evaporation Temp	-15°C	-20°C	-21°C	-28.4°C	
2	Superheat	2 ° K	1 ° K	1 ° K	8.2 ° K	
3	Dp Evaporator	2 ° K	3 ° K	4.2 ° K	11.9 ° K	
4	Dp Suction line	0.2Bar	0.2Bar	0.2Bar	0.2Bar	
5	Dp Discharge line	2 ° K	2 ° K	1.3 ° K	1.9 ° K	
6	Condensing Temp	45°C	44°C	45°C	45°C	
7	Sub Cooling	22 ° K	20 ° K	21.5 ° K	21.3 ° K	
8	Dp Condenser	10 ° K	10 ° K	10 ° K	10 ° K	
9	Dp Liquid line	26 ° K	29 ° K	30 ° K	28.7 ° K	

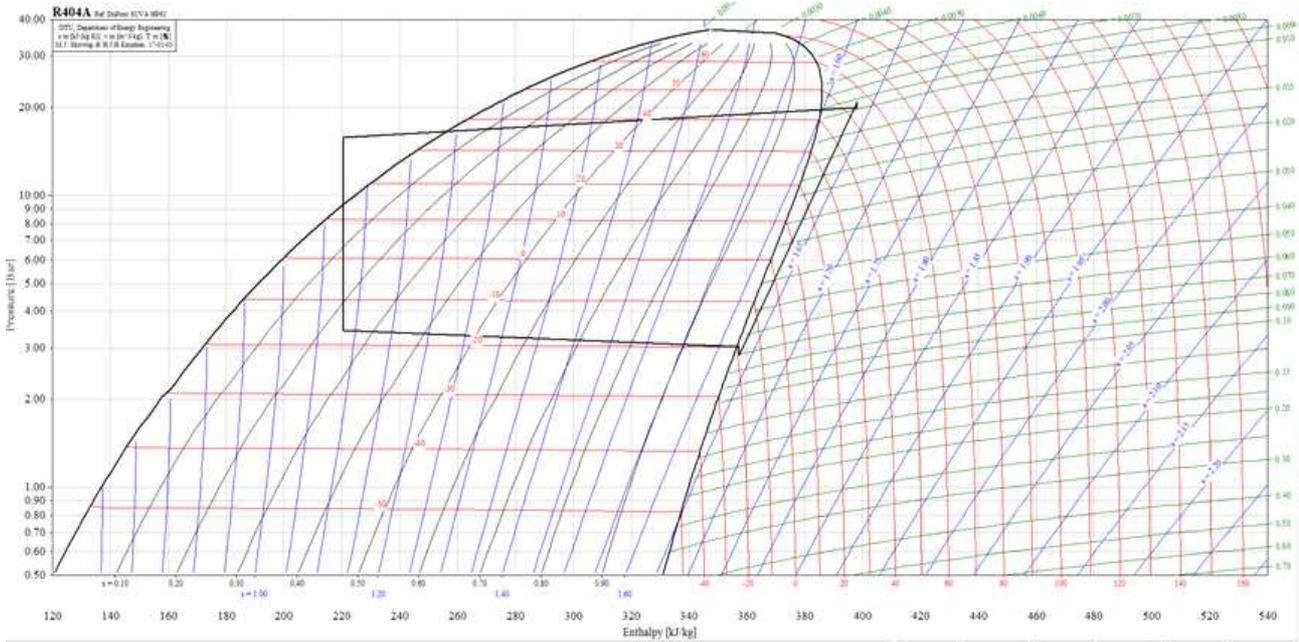
2) P-h 자동작도 프로그램의 실행 결과

- Table 1의 P-h 선도 작도 실행 결과



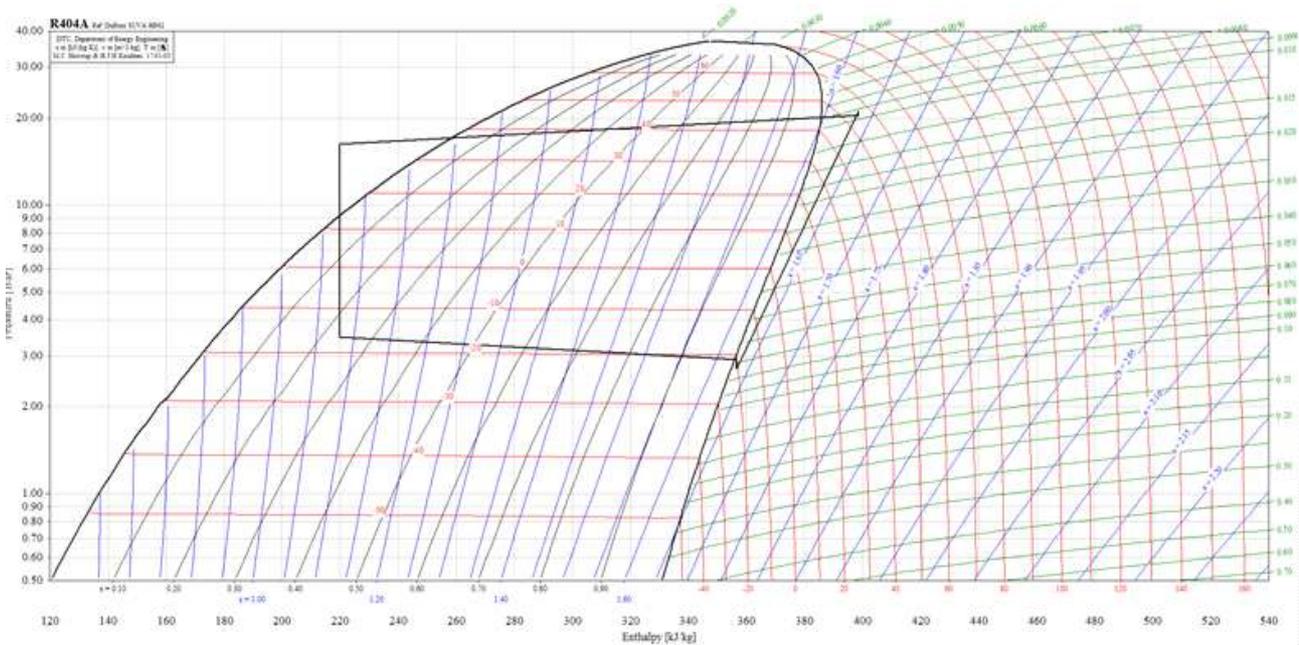
[그림 3-2] 표 3-3의 Table 1의 P-h 선도 작도

- Table 2의 P-h선도 작도 실행 결과



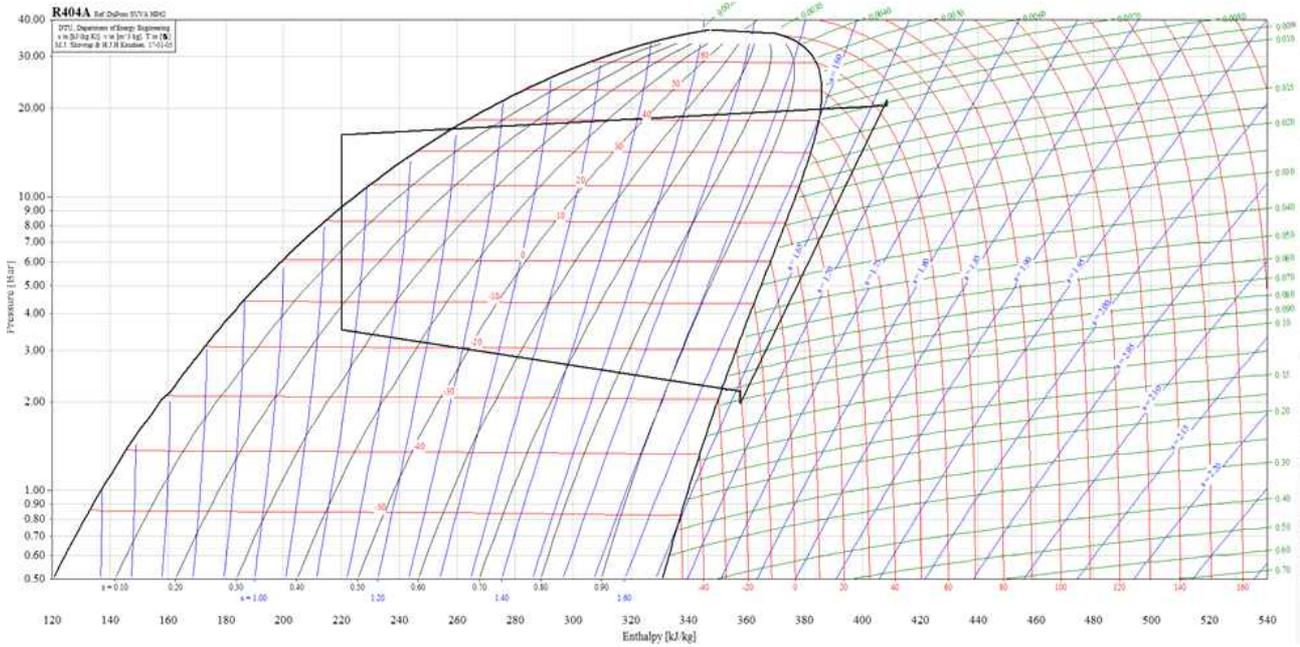
[그림 3-3] 표 3-3의 Table 2의 P-h 선도 작도

- Table 3의 P-h선도 작도 실행 결과



[그림 3-4] 표 3-3의 Table 3의 P-h 선도 작도

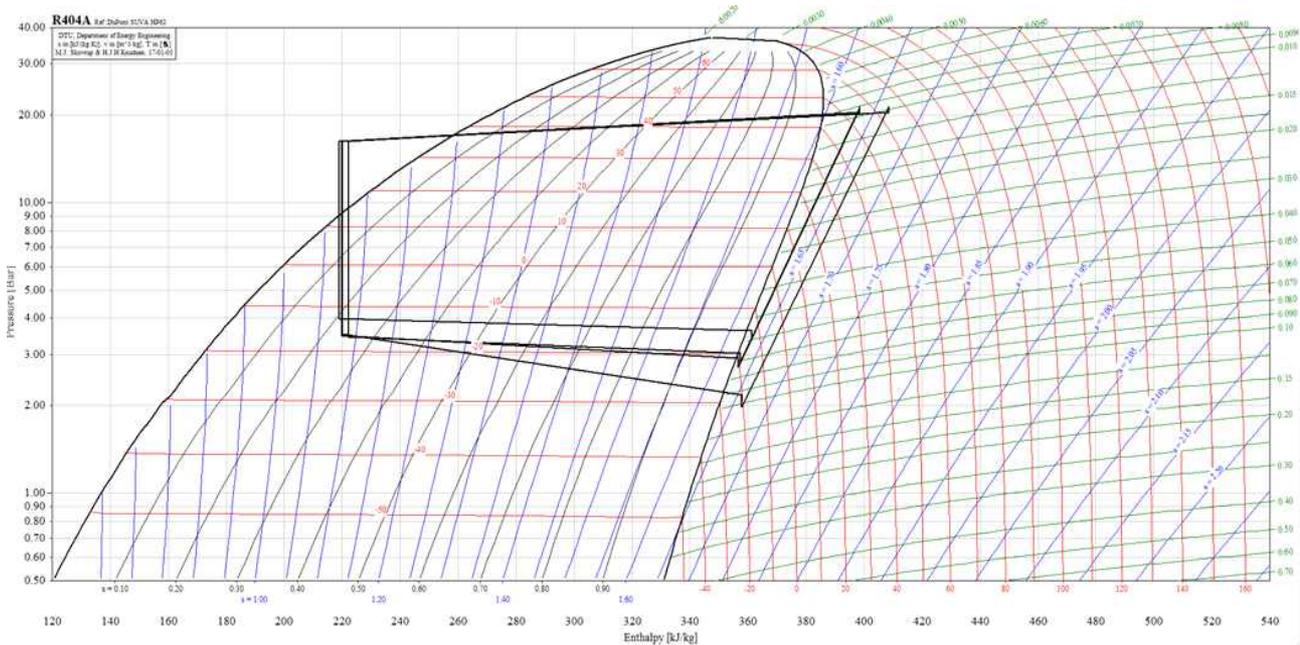
- Table 4의 P-h선도 작도 실행 결과



[그림 3-5] 표 3-3의 Table 4의 P-h 선도 작도

3) P-h선도의 중복작도와 합성 예

- 종합 P-h 선도의 합성 작도



[그림 3-6] 표 3-3의 Table 1,2,3,4의 종합 작도

4) 열량계산 및 성능 기록 Table

[표 3-4] 열량계산 및 성능 기록 Table

Oper Station	Compression Ratio	Refrigerating Effect		condensation Capacity		COP	Work by Compressor
		KJ/kg	Kcal/kg	KJ/kg	Kcal/kg		Kcal/kg
Table1							
Table2							
Table3							
Table4							
Table5							

(8) 2월 냉동기의 운전 중 P-h선도 작도와 계산 (테이블 예시)

0. 온도, 압력 측정과 P-h선도 작도

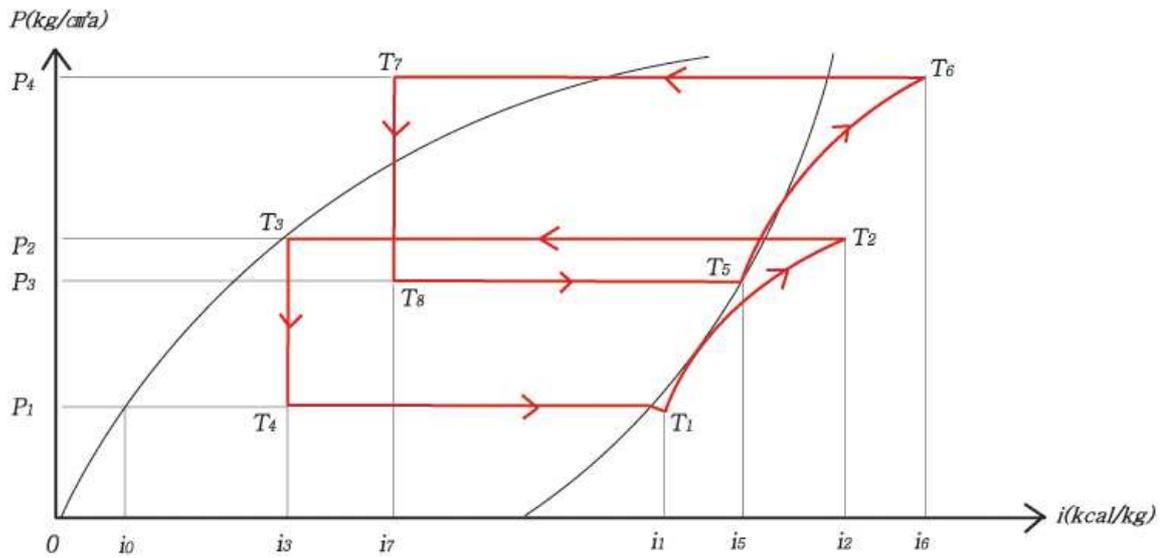
- 온도 측정 테이블

시간	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	비고
10초									
20초									
30초									
40초									
50초									
60초									
70초									
80초									
90초									
100초									

- 압력 측정 테이블

시간	P1	P2	P3	P4	비고
10초					
20초					
30초					
40초					
50초					
60초					
70초					
80초					
90초					
100초					

- 이원 냉동 온도 선도



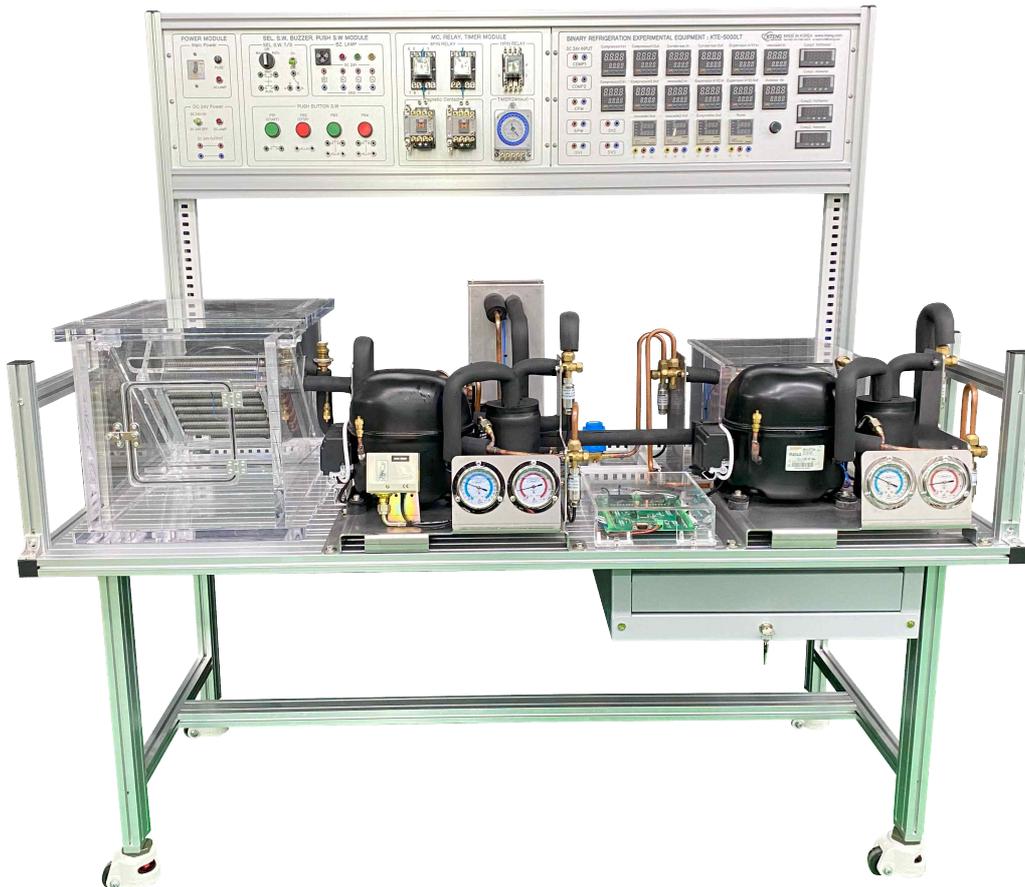
- T1 : 2차측 냉동기 증발기 출구 (2차측 냉동기 압축기 입구)
- T2 : 2차측 냉동기 압축기 출구 (가스케이드 응축기 입구)
- T3 : 가스케이드 응축기 출구 (2차측 냉동기 팽창밸브 입구)
- T4 : 2차측 냉동기 팽창밸브 출구 (증발기 입구)
- T5 : 가스케이드 응축기 출구 (1차측 냉동기 압축기 흡입)
- T6 : 1차측 냉동기 압축기 토출 (응축기 입구)
- T7 : 1차측 냉동기 응축기 출구 (1차측 냉동기 팽창밸브 입구)
- T8 : 가스케이드 응축기 입구 (1차측 냉동기 팽창밸브 출구)

실험 과제	3-3. 이원 냉동 시스템 실험 및 성능 분석	소요시간
실험 목적	(1) 초저온 이원 냉동 실험을 수행한다. (2) 1원측 증발기 출구 온도(-20℃) 설정, 2원측 증발기 출구 온도를 설정하여 실험을 수행한다. (3) 실험 자료를 저장하여 그래프로 나타내어 분석할 수 있다. (4) 목표로 하는 온도와 압력 값을 측정, 조정하여 보정할 수 있다. (5) 실험목적, 방법, 고찰, 결론을 정리하여 발표할 수 있다.	

실험 장비명	공구 및 재료명	규격	수량
초저온 이원 냉동 실험장비 냉동시스템의 성능진단 프로그램 셋	<ul style="list-style-type: none"> · 수공구 셋 · 메니폴드게이지 · 냉매 · 기타 	<ul style="list-style-type: none"> · · · · 	

실험 장비와 실험 방법

(1) 초저온 이원 냉동 실험장치의 실제도(구성도)



※ 유의사항

1. 본 내용은 초저온 이원 냉동 장비 성능분석 실험 예제이다.
2. 본 실험을 수행한 기간은 대한민국의 겨울철 (12월)에 진행하였으며, 실험 진행 시 실험 환경은 외기 온도 10 ℃ ~ 15 ℃ 조건이었다.
3. 실험 장소 및 계절에 따라 성능계수가 차이가 있을 수 있으며, 실험 장소 환경에도 계측값의 영향을 줄 수 있다.
4. 따라서, 본 자료는 학교나 교육기관에서 교육에 사용할 참고자료 일 뿐이며, 절대적인 수치(데이터)가 아님을 유의한다.

(2) 실험 자료의 정리와 분석

1) 실험장치의 세부 설명

- ① 실험장치의 사진 : 전체사진, 부품사진 등
- ② 실험장치의 사진의 세부설명 : 기능, 역할, 제원 등
- ③ 실험데이터 저장에 대한 내용 : 사용하는 프로그램 설명 등
- ④ 시스템 모델 다이어그램 설계 및 설명
- ⑤ 시스템 사이클 도면과 온도, 압력 측정위치 표시와 설명

2) 실험방법 세부설명

- ① 실험방법과 조건을 상세히 설명한다.
- ② 성능자동측정 프로그램에 대한 설명

3) 실험전의 온도, 압력분포를 그래프로 나타내고 분석한다.

(그래프는 Fig. 1. Temperature 등 영문으로 제목을 붙인다.)

4) 실험 각 조건에서 시작부터 종료까지의 자료를 분석한다.

(압력, 온도, 엔탈피, 열 교환량, 성능계수)

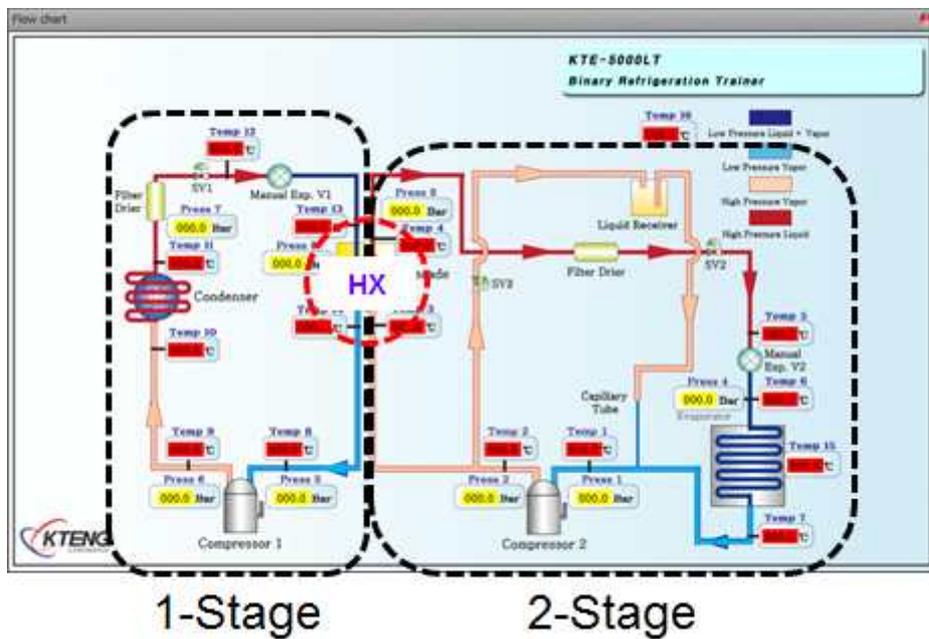
5) 실험결과 고찰은 분석 내용을 5개 항 정도로 요약한다.

6) 실험결과 결론은 고찰내용을 정리하여 원인과 결과를 3개 항 정도로 요약한다.

(3) 성능 실험 방법

- 2원축 압축기를 작동하기 전에 1원축의 증발 온도를 충분히 낮추어야 한다.
- 2원축 압축기를 먼저 작동 시키면 안되며, 1원축 증발온도 -20°C 이하 일 때 작동시킨다.
- 실험 장비 운전 전에 Calibrate를 해주어야 한다. DA100 소프트웨어에 OFFSET 설정 \rightarrow Temp parameter \rightarrow Temp1 ~ Temp16까지 $y=70x-150$ 값을 입력하여, 전송출력 되도록 한다.
- 장비 운전 시 충분한 과냉, 과열도가 나오지 않으면, DA100 프로그램에서는 COP 값이 계산되지 않는다. 잠열 반응 시 이상 운동이 되며, 포화상태에서의 건도 값을 측정하여 계산하는 것이 아니라, 과열, 과냉 시의 냉매 상에 따라 COP 값이 계산되기 때문이다.

(4) KTE- 5000LT 작동 사양



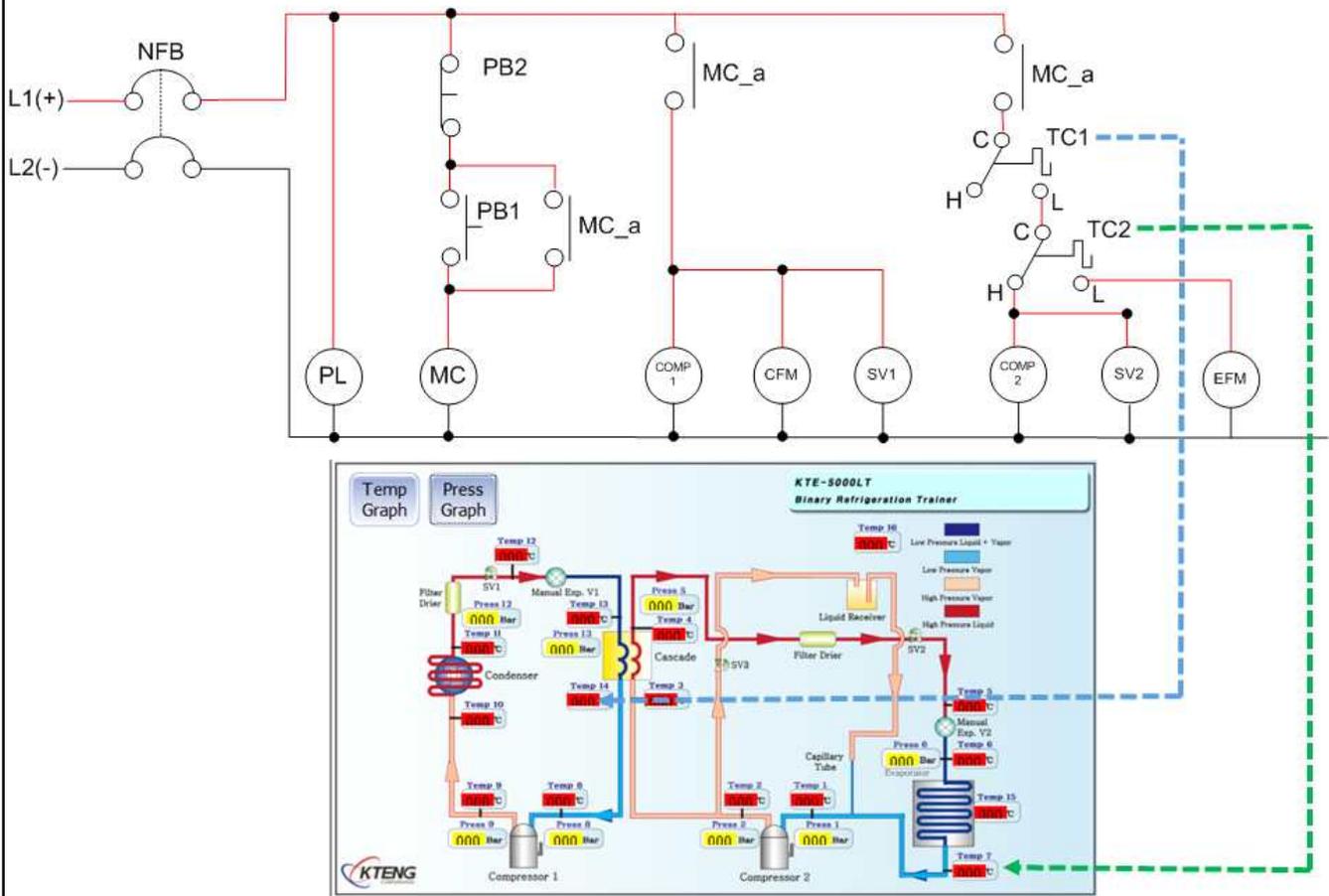
1-Stage (1원축)

- 압축기 : 1hp, 200-220V, 50-60Hz
- 응축기 : 1hp, 220-240V, 50-60Hz
- 냉매 : R-404a (냉매 충전량 : 약 1000g)
- HX : 3hp

2-Stage (2원축)

- 압축기 : 3/4hp, 200-220V, 50-60Hz
- 증발기 : 1/4hp, 220-240V, 50-60Hz
- 냉매 : R-23 (냉매 충전량 : 약 600g)

(5) 제어 회로도



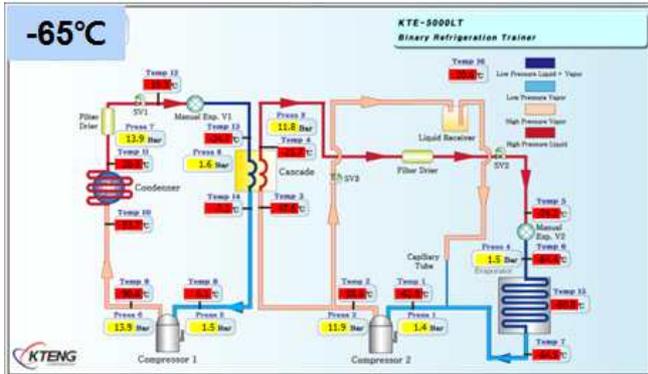
- | | |
|---------------------|--------------------------|
| L1, L2 : 라인전압 | CFM : 1원측 응축기 |
| N.F.B : 과전류차단기 | SV1 : 1원측 전자 밸브 |
| PL : 파워램프 | COMP2 : 2원측 압축기 |
| MC : 전자접촉기 코일 | SV2 : 2원측 전자 밸브 |
| MC-a : 전자접촉기 "a" 접점 | EFM : 2원측 증발기 팬모터 |
| PB1,2 : 누름버튼 스위치 | TC1 : Cascade1 출구 온도 제어기 |
| COMP1 : 1원측 압축기 | TC2 : Eva. Out 온도 제어기 |

※ 작동 및 설정 시 유의 사항

- 1) TC (온도 제어기)는 두 가지를 사용하여 제어한다.
- 2) TC1는 1원측 증발기 출구, 즉 Cascade1.Out 온도이며, -20 ℃로 설정한다.
- 3) 1원측 냉동 시스템이 -20 ℃ 이하가 되면, 2원측 압축기와 전자밸브가 열리도록 회로를 구성한다.
- 4) TC2는 2원측 증발기 출구, 즉 Evaporator Out 온도이며, -60 ℃로 설정한다.
- 5) 2원측 증발기 출구 온도 -60 ℃ 이하가 되면 2원측 압축기가 OFF 되도록 회로를 구성한다.
- 6) TC2의 온도 설정은 임의로 변경하여 실험할 수 있으며, 매뉴얼에 제시된 온도 -60 ℃는 임의로 설정된 온임을 유의한다.

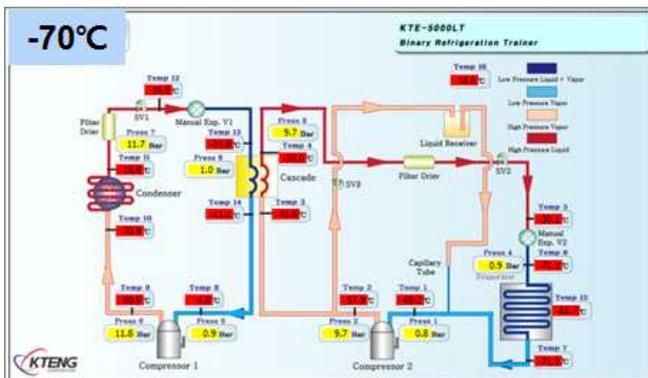
(6) 작동 상태

1) 상태 1 : -65 °C ~ -70 °C (증발온도)



Cycle	증발 압력 (bar_g)	응축 압력 (bar_g)
1원측	1.6 ~ 1.5	13.8 ~ 13.9
2원측	1.4 ~ 1.5	11.9 ~ 11.8

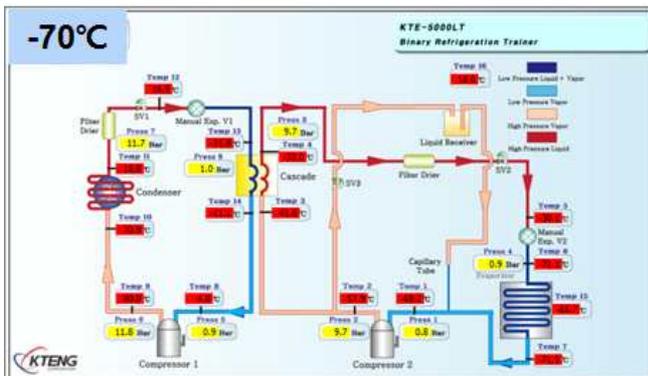
- Temp6(증발기 입구) : -64.4 °C
- 외기 온도 : 12 ~ 16 °C



Cycle	증발 압력 (bar_g)	응축 압력 (bar_g)
1원측	0.9 ~ 1.0	11.7 ~ 11.8
2원측	0.8 ~ 0.9	9.6 ~ 9.7

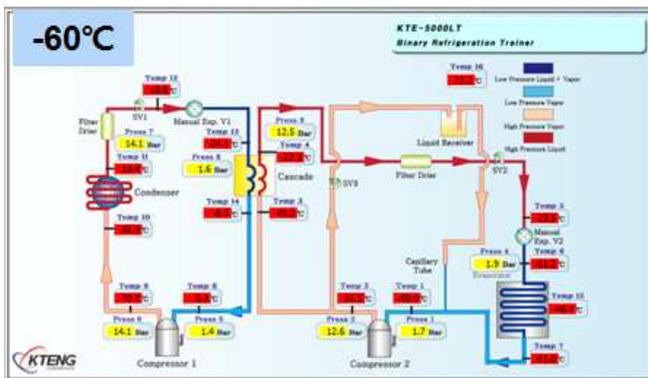
- Temp6(증발기 입구) : -71.1 °C
- 외기 온도 : 12 ~ 16 °C

2) 상태 2 : -70 °C ~ -60 °C (증발온도)



Cycle	증발 압력 (bar_g)	응축 압력 (bar_g)
1원측	0.9 ~ 1.0	11.7 ~ 11.8
2원측	0.8 ~ 0.9	9.6 ~ 9.7

- Temp6(증발기 입구) : -71.1 °C
- 외기 온도 : 12 ~ 16 °C



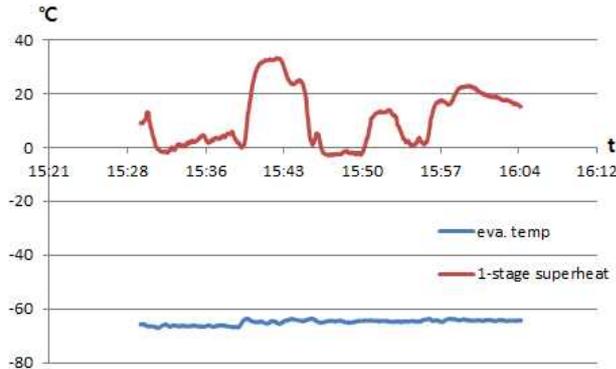
Cycle	증발 압력 (bar_g)	응축 압력 (bar_g)
1원측	1.6 ~ 1.4	1.7 ~ 1.9
2원측	14.0 ~ 14.1	12.5 ~ 12.6

- Temp6(증발기 입구) : -61.2 °C
- 외기 온도 : 12 ~ 16 °C

(7) 실험 결과

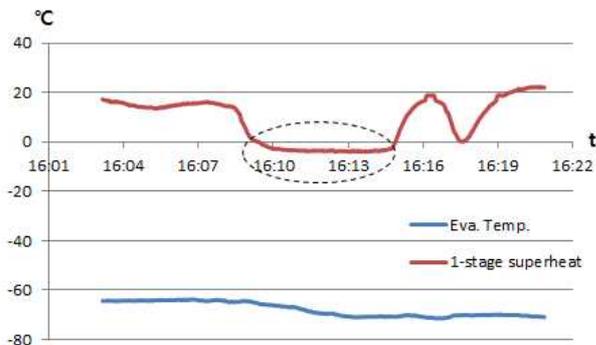
1) 결과 분석 및 준비 과정

- 초저온 챔버 내에 온도를 -65℃로 맞추어 작동 시킨다.
- 최소 20 ~ 25분 정도 상태를 유지한다.
- VRF (Variable Refrigerant Flow)를 방지하기 위해, 수동 팽창 밸브로 정밀히 조절한다.

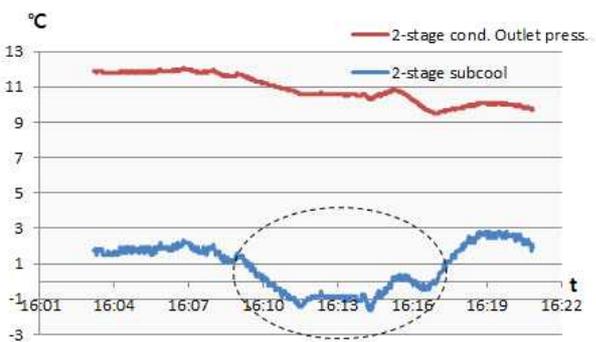


Eva. Temp	-65 °C
Superheat	18 ~ 22 °C
COP	1.17

2) -65 °C ~ -70 °C로 온도 변화

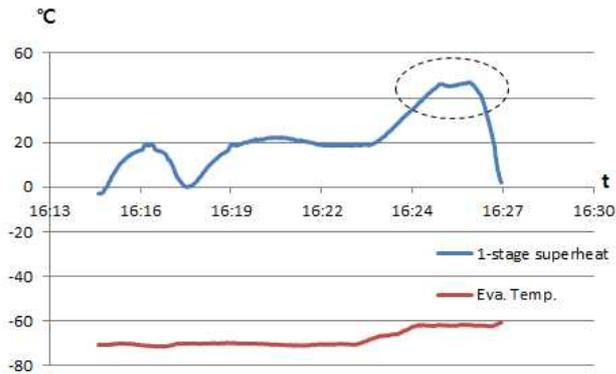


Eva. Temp	-65 °C
Superheat	18 ~ 22 °C
COP	1.17



- 초저온 운전 시 발생하는 현상 고찰
 - 1) 2원측 냉동용량이 감소하면서 1원측 과열도가 사라진다.
 - 2) 포화온도에 도달하면서 압력강하 현상이 생기게 되면서, 2원측 응축기 출구 쪽 압력강하로 인해 2원측 과냉각도가 사라진다. 그러면 캐스케이드(열교환기)에서 더 이상 열교환을 할 후 없게 된다.
- 시스템 정상 작동은 과열도가 압축기가 안전운전을 유지하도록 해준다.

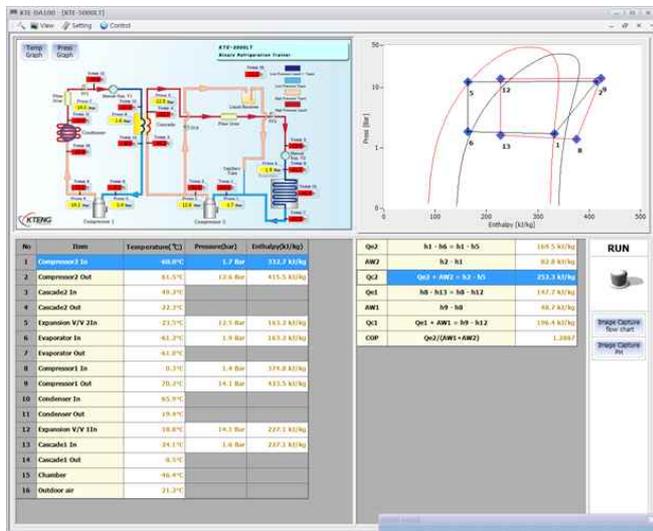
3) -70 °C ~ -60 °C로 온도 변화



- -70°C에서 60°C로 온도 변화할 때 실험 시 주의사항

1) 2원측 냉동용량이 증가면서, 1원측 과열도가 40°C까지 상승

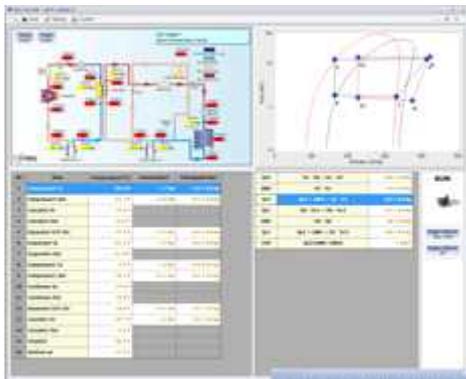
- 2원측 냉각용량 상승이 발생되면, 안전하게 압축기가 작동하기 위해서는 HVX1을 반드시 바로 열어야 한다는 것을 인지하여야 한다.



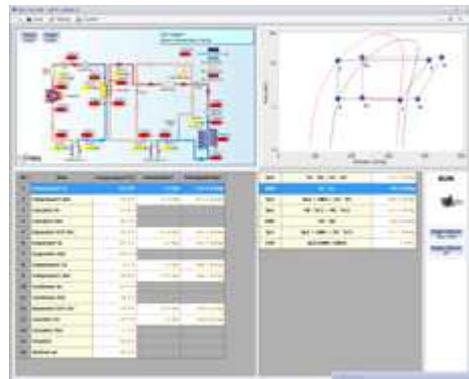
- 증발 온도 -60°C 운전 시 DA100 화면

Eva. Temp	-60 °C
Superheat	10 ~ 20 °C
COP	1.29

● 초저온 이원 냉동 실습장비 운전 시 DA100 화면 (예시)

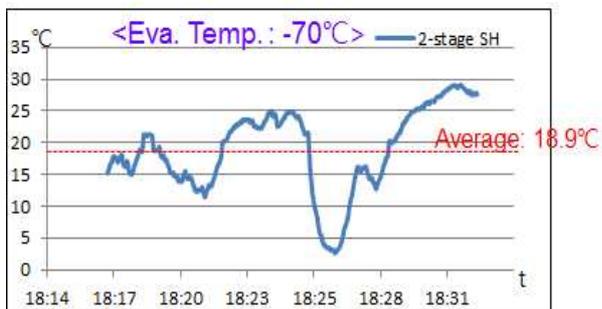
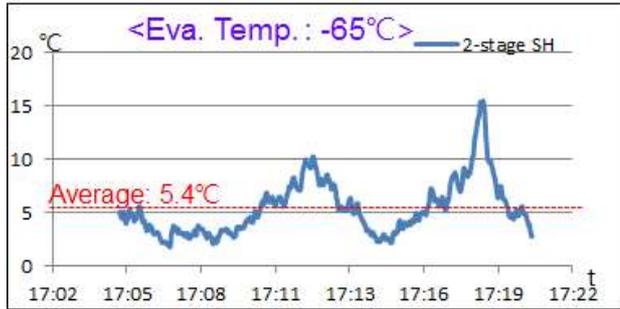
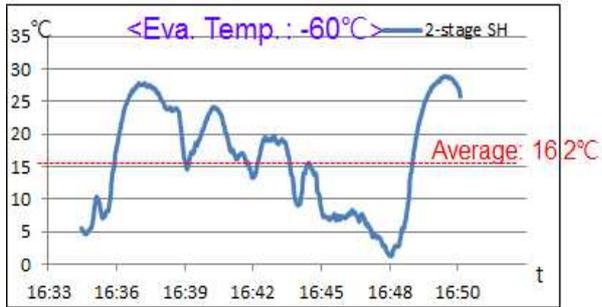


증발온도 -60 °C



증발온도 -65 °C

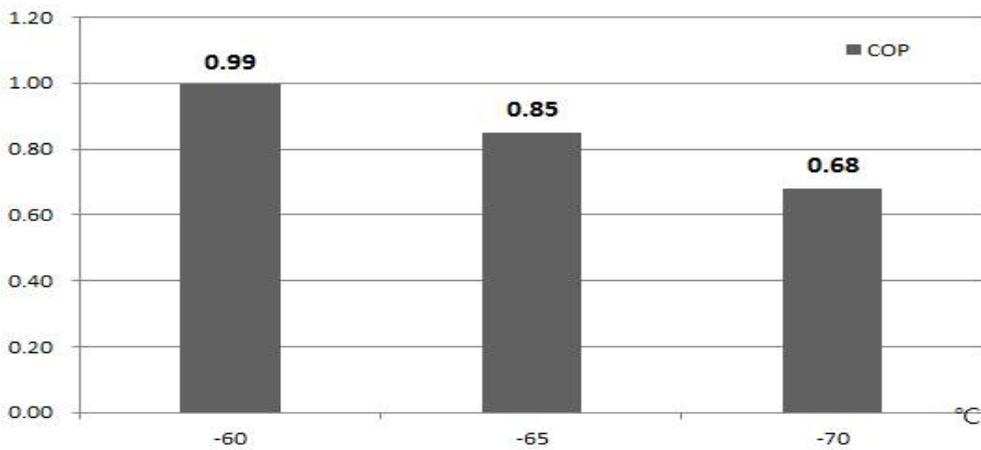
4) 2원축 과열도 분석



- 증발온도에 따라 분류 : -60°C, -65°C, -70°C
- 운전 시간 : 각 실험 60분
- 데이터 값 체크 : 약 15분 운전
- 증발온도에 따른 과열도 평균 값 분석

증발온도	- 60 °C	-65 °C	-70 °C
과열도	16.2 °C	5.4 °C	18.9 °C

● 증발온도에 따른 이원 냉동 COP 값 (예시)



- 증발 온도가 낮을수록 COP 값이 감소하는 경향을 볼 수 있다.

실험과제	3-3. 이원 냉동 시스템 실험 및 성능 분석	소요시간

· 실험방법

1. 이원 냉동 실험을 위한 제어는 온도 제어를 이용한다.
2. 2원측 냉동기를 작동하기 위해서는 1원측의 Cascade1의 온도가 -20 ℃ 이하로 떨어졌을 때, 작동시켜야 함을 유의한다.
3. 2원측 증발온도에 변화에 따라 과열도 분석, 이원 냉동 COP 결과를 분석을 한다.
4. 위 내용의 실험 결과 값은 참고사항이며, 분석 방법에 대한 설명임을 밝힌다.
5. 실험의 방법과 환경 조건에 따라 결과 값이 달라질 수 있음을 유의한다.

· 요구 사항

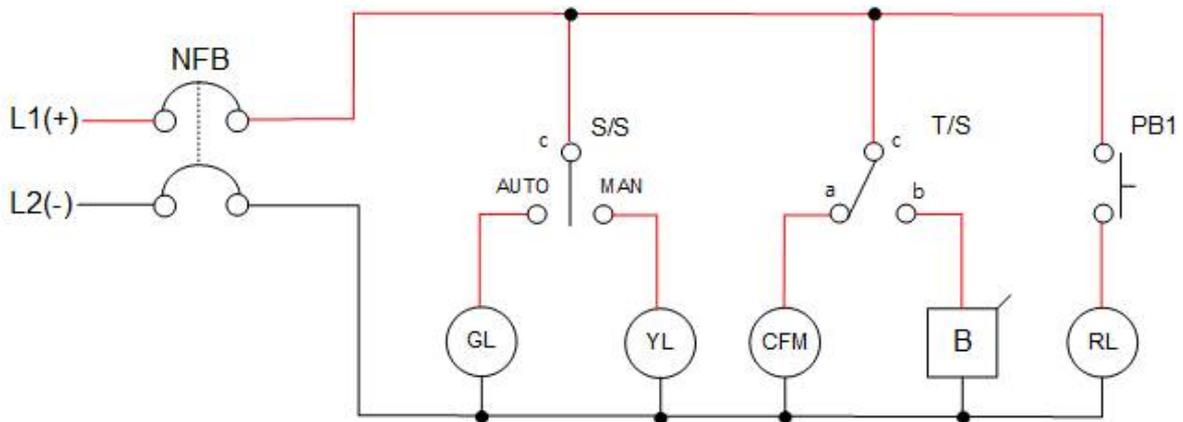
1. 측정 장비와 공구, 재료를 준비하고 전기통전과 냉매 충전 상태를 점검한다.
2. 측정 장비를 이용하여 주어진 측정방법과 조건을 만족시키고 증발기 부하 제어 운전 회로를 구성하여 운전 측정한다.
3. 증발기의 부하변동에 따른 증발능력 측정 자료를 엑셀파일로 저장하고 일정구간의 신뢰성 있는 자료를 선택 저장한다.
4. 최종 저장된 자료를 온도, 압력, 엔탈피, 열 교환량, 성능계수로 구분하여 자료를 저장한다.
5. 저장된 온도, 압력, 엔탈피, 열 교환량, 성능계수 자료를 이용하여 그래프를 작도한다.
6. 엑셀파일로 작도된 그래프를 보고 원인과 내용을 분석하여 정리한다.
7. 증발기의 부하변동에 따른 증발능력 측정 자료의 분석내용을 참고하여 고찰, 결론을 정리한다.
8. 측정과정과 정리된 자료와 분석, 고찰, 결론 내용을 이용하여 보고서를 제출하고 발표한다.

평가기준	평가항목		배점	득점	비고			
	측정평가 (50점)	측정 준비와 안전 점검 상태		10				
운전 회로 구성 동작 상태		10						
측정방법과 조건의 적절성		10						
측정자료 정리와 그래프 작도		20						
분석평가 (30점)	그래프작도내용 분석의 정확도		10					
	고찰 및 결론 내용의 정확도		20					
발표 시간평가 (20점)	· 소요시간 ()분 초과마다 ()점 감점			측정평가	분석평가	시간평가	총점	

4 초저온 이원 냉동 실험장비 자동운전 실험

작업과제명	4-1. 스위치 회로 구성하기	소요시간	
		4	
목 표	① 푸시버튼 스위치의 원리를 이해하고 운전회로를 배선할 수 있다. ② 토글스위치의 원리를 이해하고 운전회로를 배선할 수 있다. ③ 셀렉터 스위치의 원리를 이해하고 운전회로를 배선할 수 있다.		
장비 및 공구	재료명	규격	수량
· 초저온 이원 냉동 실험장치 (KTE-5000LT)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175mm · 150mm · .5~6mm ² · 300A 600V	1 1 1 조별1

1. 제어 회로도



L1, L2 : 라인전압
N.F.B : 과전류차단기
TS : 토글스위치
CFM : 응축기 웬모타

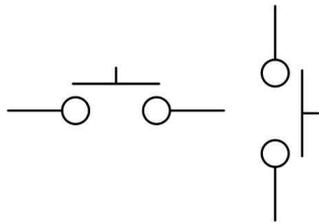
B : 부저
PB1 : A접점 누름버튼 스위치
S/S : 셀렉터 스위치
RL, GL, YL : 램프

[그림 4-1] 냉동기 스위치 회로도

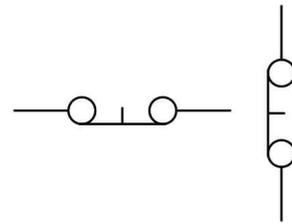
2. 푸쉬버튼 스위치



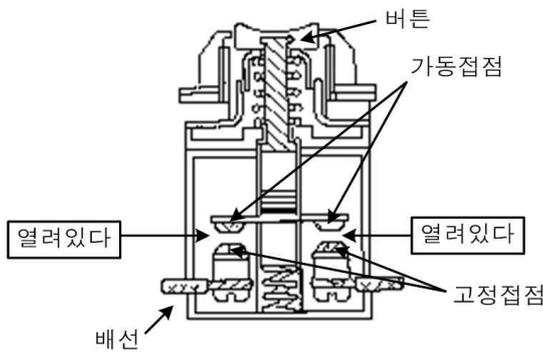
[그림 4-2] 푸쉬버튼 스위치



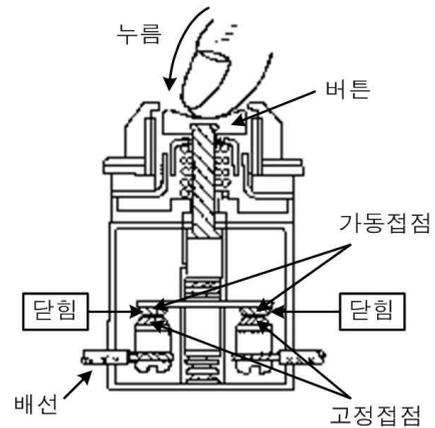
[그림 4-3] a 접점



[그림 4-4] b 접점



[그림 4-5] 스위치 복귀 상태



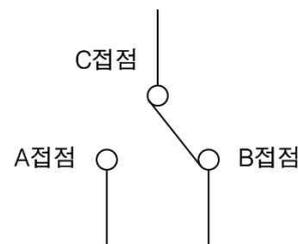
[그림 4-6] 스위치 동작 상태

(1) 제어지령용 기기로는 주로 스위치가 이용된다. 그림에 푸쉬버튼 스위치를 나타내었다. 스위치(PB :Push Button switch)는 수동으로 버튼을 누르면 접점 기구부가 개폐 동작을 하여 전기 회로(電路)를 개(開) 또는 폐(閉)시키고, 손을 떼게 되면 자동적으로 스프링의 힘에 의해서 원상태로 돌아가는 제어용 조작 스위치를 말한다.

3. 토글 스위치



[그림 4-7] 토글 스위치



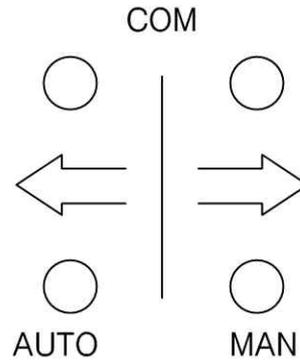
[그림 4-8] 회로도

(1) 스위치의 종류에는 푸쉬버튼(push button) 스위치 이외에도 토글(toggle) 스위치가 있다. 그림에 토글 스위치(일명 스냅 스위치라고도 함)를 나타내었다. 이들은 접점의 동작 상태에 따라 수동조작 자동복귀 접점(자동복귀접점)과 자기유지형 접점(수동접점)으로 대별된다. 푸쉬버튼 스위치는 전자에, 토글 스위치는 후자에 속하며, 각기 다른 기호(symbol)를 사용하여 접점의 특성을 명확히 구별하고 있다.

4. 셀렉터 스위치



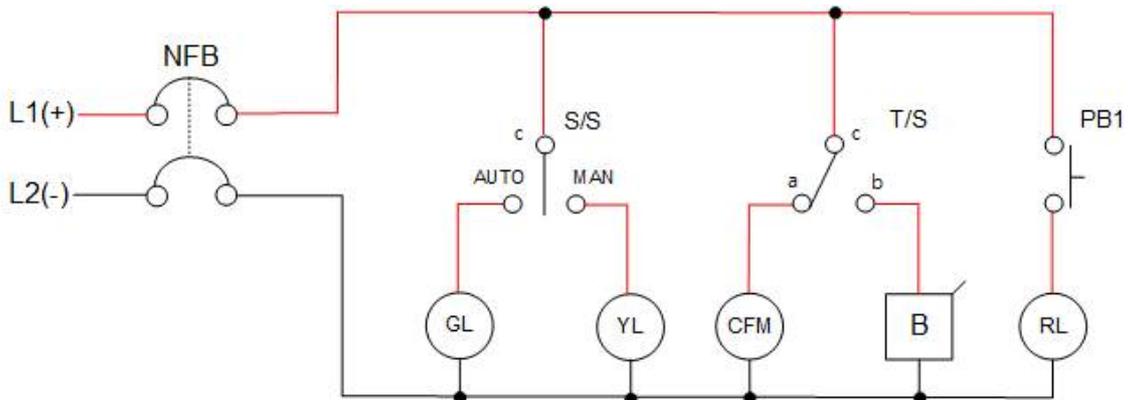
[그림 4-9] 셀렉터 스위치



[그림 4-10] 회로도

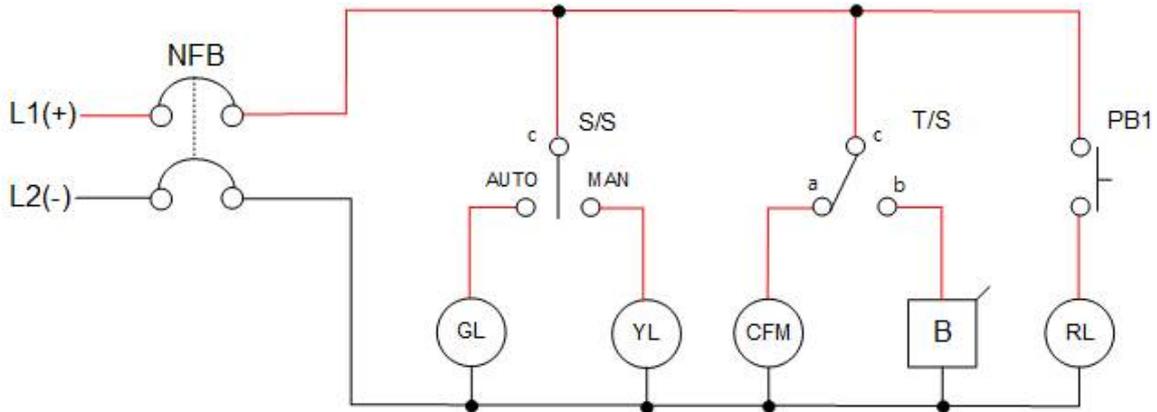
(1) 그림은 셀렉터 스위치(일명 로터리 스위치라고도 함)를 나타내었다. 조작 후 손을 떼더라도 조작 부분과 접점이 그대로 상태를 유지하고 있다. 스위치 레버를 이용해 AUTO 와 MAN 선택을 할 수 있다.

5. 각 종류별 스위치의 "a", "b"접점 회로



- (1) S/S를 AUTO로 할 때 GL 램프가 점등한다.
S/S를 MAN으로 할 때 YL 램프가 점등되고 GL 램프는 소등한다.
- (2) TS를 b로 할 때 부저가 울린다.
TS를 a로 할 때 CFM이 동작하고, 부저는 꺼진다.
- (3) a접점 푸쉬버튼 PB1을 누를 때 RL 램프가 점등한다.
PB1에서 손을 떼면 RL 램프가 소등한다.

작업과제명	4-1. 스위치 회로 구성하기	소요시간
		4



· 요구 사항

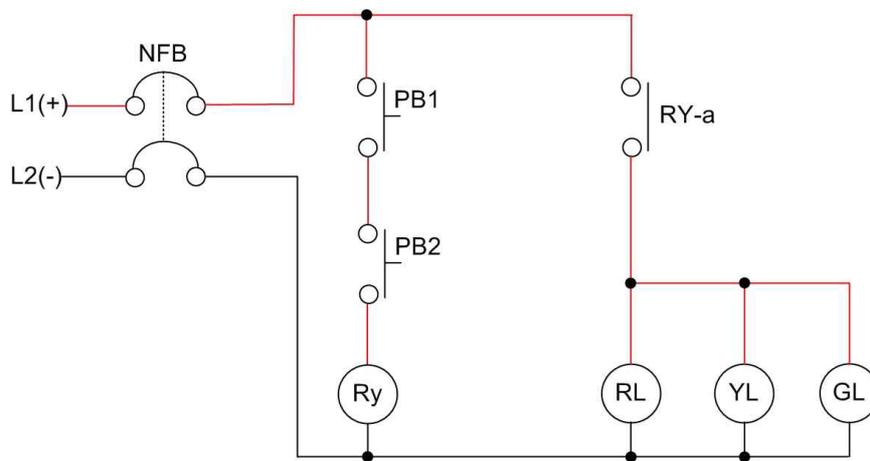
1. 실험장비, 공구, 재료를 준비·점검한다.
2. 실험장비, 공구, 재료를 사용하여 바나나 잭으로 회로를 구성하고 운전한다.
3. 회로의 동작 기능을 이해한다.
 - (1) 토글스위치를 on(a), off(b) 할 때 동작되는 과정을 설명한다.
 - (2) 푸시버튼 스위치를 누르면 동작되는 과정을 설명한다.
 - (3) 셀렉터 스위치를 AUTO, MAN 선택 할 때 동작되는 과정을 설명한다.
4. 실험장비, 공구, 재료를 사용하여 실배선하고 운전한다.

평가 기준	평가 항목		배점	득점	비 고			
	작품평가 (70점)	바나나 잭 사용 회로 구성 동작			20			
실배선 회로 구성 동작		20						
실배선 및 결선 상태		10						
회로의 이해와 설명		20						
작업평가 (10점)	작업 태도 및 안전		5					
	재료 공구 사용 및 정리 정돈		5					
시간평가 (20점)	· 소요시간()분 초과마다 ()점 감점				작품 평가	작업 평가	시간 평가	총점

작업과제명	4-2. 전기, 전자 기초 회로 구성하기	소요시간	
		10	
목 표	① AND, OR, NOT, NAND, NOR 회로를 이해하고 배선할 수 있다.		
장비 및 공구	재료명	규격	수량
· 초저온 이원 냉동 실험장치 (KTE-5000LT)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175mm · 150mm · .5~6mm ² · 300A 600V	1 1 1 조별1

< AND 회로 >

1. 제어 회로도

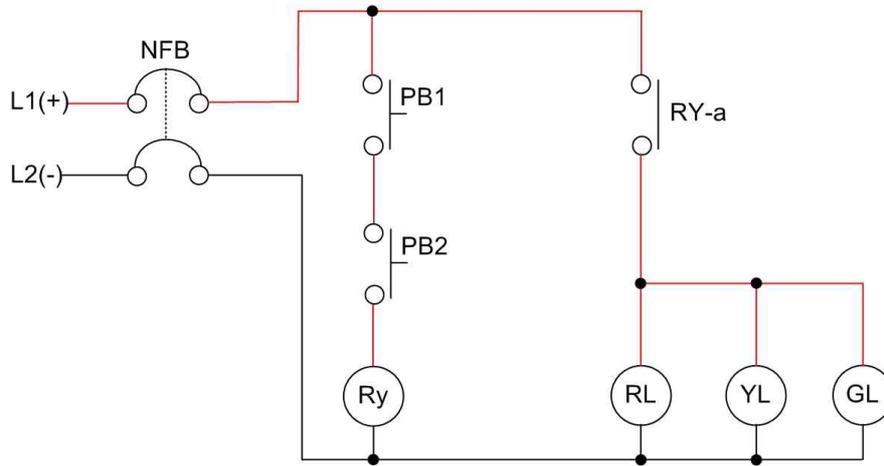


L1, L2 : 라인전압
N.F.B : 과전류차단기
Ry : 릴레이

PB : 푸쉬버튼 스위치
RL, GL, YL : 램프

[그림 4-11] AND 회로도

(1) 동작설명

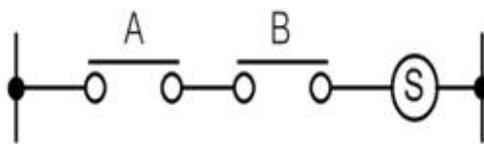
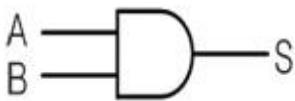


- 1) 전원투입
- 2) PB1을 누름
 - ① RL, YL, GL ON
- 3) PB2를 누름
 - ① RL, YL, GL OFF

2. AND 논리곱 연산

(1) AND gate ($\otimes = A \cdot B$)

1) 두 개의 접점 A, B가 모두 동작해야 출력되는 회로를 말한다.



A	B	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

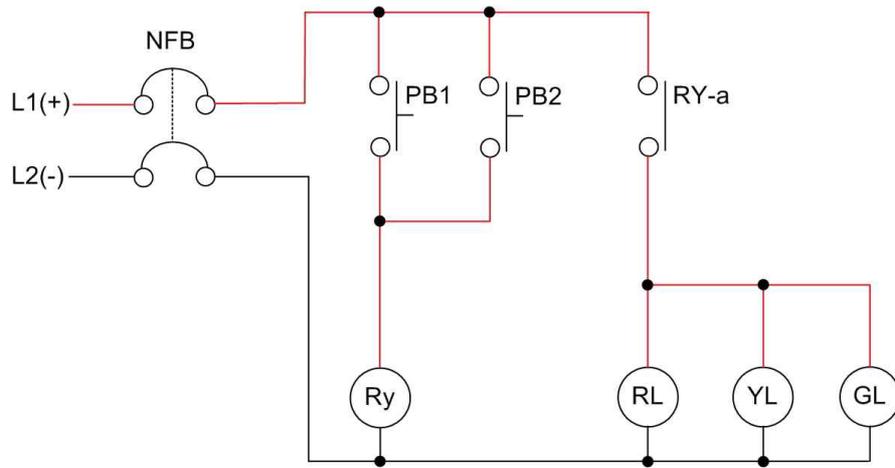
[그림 4-12] 논리회로

[그림 4-13] 시퀀스

[그림 4-14] 진리표

< OR 회로 >

1. 제어 회로도



L1, L2 : 라인전압
 N.F.B : 과전류차단기
 Ry : 릴레이

PB : 푸쉬버튼 스위치
 RL, GL, YL : 램프

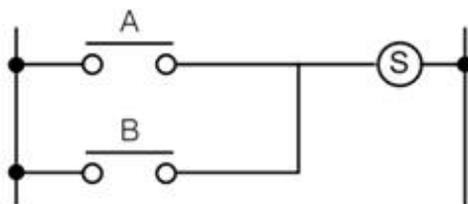
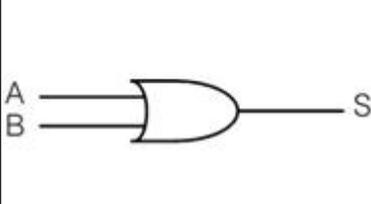
[그림 4-15] OR 회로도

- (1) 전원투입
- (2) PB1을 누름
 - 1) RL, YL, GL ON
- (3) PB2를 누름
 - 1) RL, YL, GL ON
- (4) PB1과 PB2를 같이 누를때
 - 1) RL, YL, GL ON

2. OR 논리곱 연산

(1) OR gate(\otimes) = A+B

1) 두 개의 접점 중 하나만 동작해도 출력되는 회로를 말한다.



A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

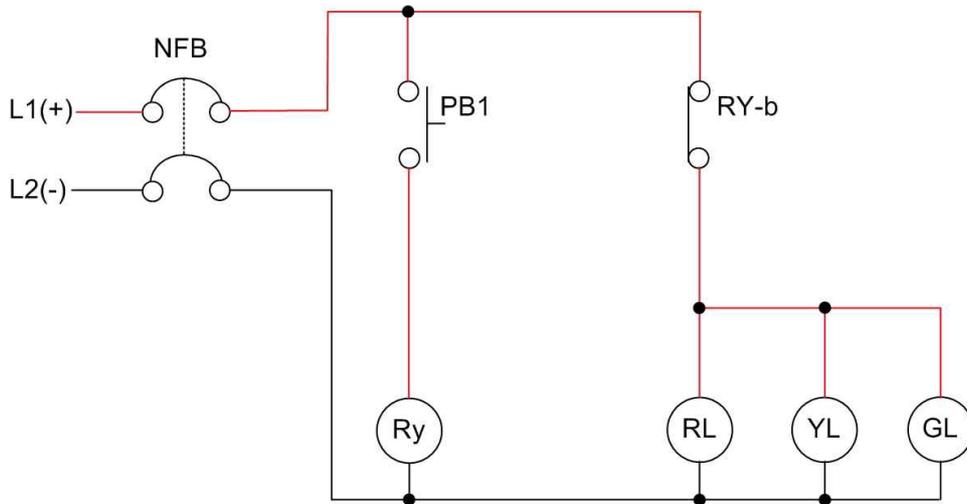
[그림 4-16] 논리회로

[그림 4-17] 시퀀스

[그림 4-18] 진리표

< NOT 회로 >

1. 제어 회로도



L1, L2 : 라인전압
 N.F.B : 과전류차단기
 Ry : 릴레이

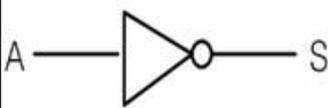
PB : 푸쉬버튼 스위치
 RL, GL, YL : 램프

[그림 4-19] NOT 회로도

- (1) 전원투입
 - 1) RL, YL, GL ON
- (2) PB1을 누름
 - 1) RL, YL, GL OFF

2. NOT 논리곱 연산

- (1) NOT gate ($\otimes = \bar{A}$)
 - 1) 입력을 부정(NOT)으로 출력하는 회로를 말한다.



[그림 4-20] 논리회로



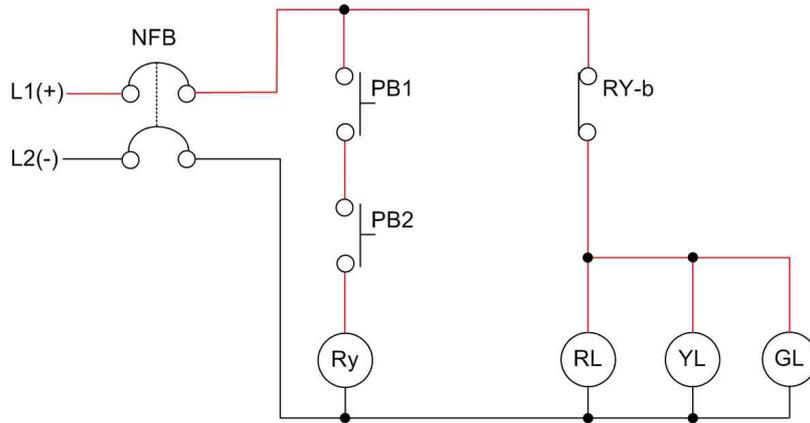
[그림 4-21] 시퀀스

A	$S = \bar{A}$
0	1
1	0

[그림 4-22] 진리표

< NAND 회로 >

1. 제어 회로도



L1, L2 : 라인전압
 N.F.B : 과전류차단기
 Ry : 릴레이

PB : 푸쉬버튼 스위치
 RL, GL, YL : 램프

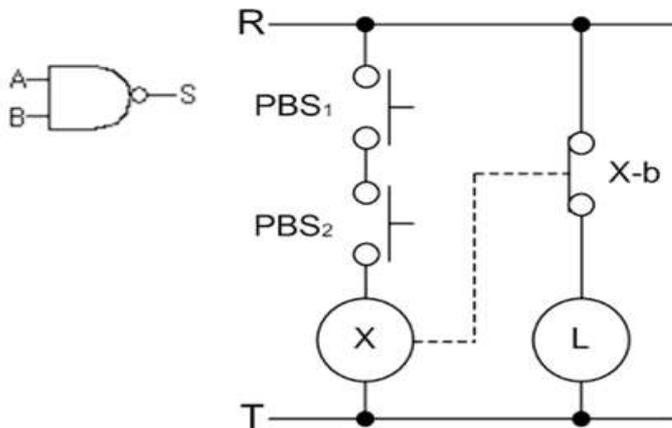
[그림 4-23] NAND 회로도

- (1) 전원투입
 - 1) RL, YL, GL ON
- (2) PB1을 누름
 - 1) RL, YL, GL OFF
- (3) PB2를 누름
 - 1) RL, YL, GL ON

2. NAND 논리곱 연산

(1) NAND gate $\overline{A \cdot B}$

1) NAND gate는 AND gate에 NOT를 취한 것으로 AND의 부정이다.



A	B	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

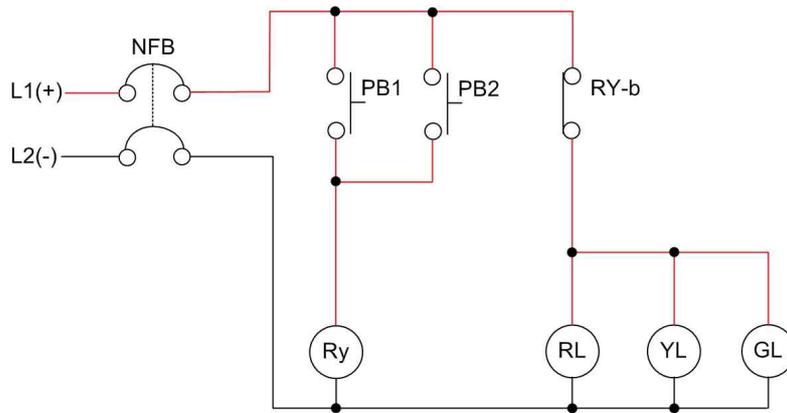
[그림 4-24] 논리회로

[그림 4-25] 시퀀스

[그림 4-26] 진리표

< NOR 회로 >

1. 제어 회로도



L1, L2 : 라인전압
N.F.B : 과전류차단기
Ry : 릴레이

PB : 푸쉬버튼 스위치
RL, GL, YL : 램프

[그림 4-27] NOR 회로도

(1) 전원투입

1) RL, YL, GL ON

(2) PB1을 누름

1) RL, YL, GL OFF

(3) PB2를 누름

1) RL, YL, GL OFF

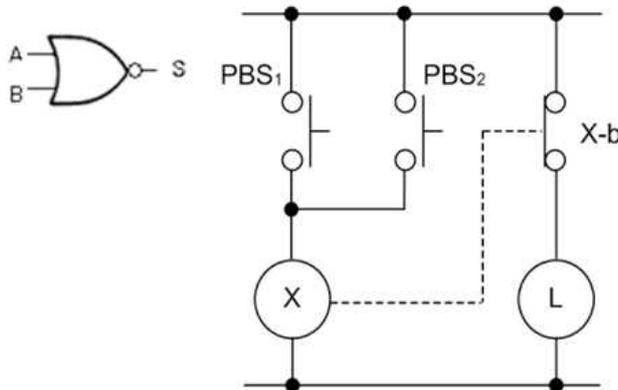
(4) PB1과 PB2를 같이 누를때

1) RL, YL, GL OFF

2. NAND 논리곱 연산

(1) NOR gate $\overline{A+B}$

1) NOR gate는 OR gate에 NOT를 취한 것으로 OR의 부정이다.



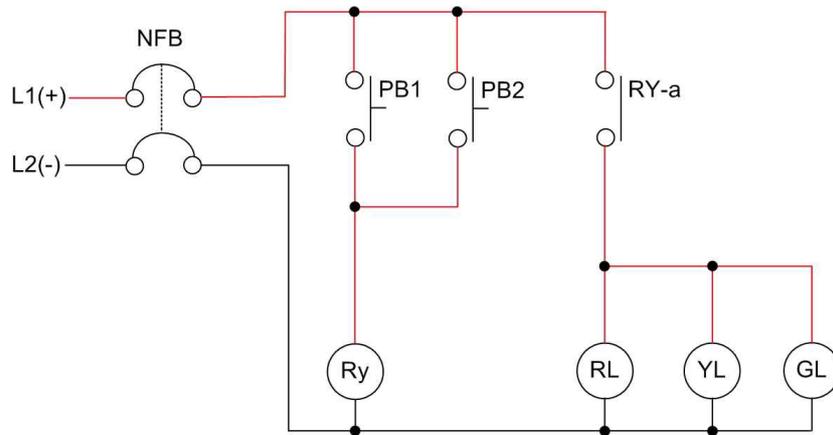
A	B	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

[그림 4-28] 논리회로

[그림 4-29] 시퀀스

[그림 4-30] 진리표

작업과제명	4-2. 전기, 전자 기초 회로 구성하기	소요시간
		각 2



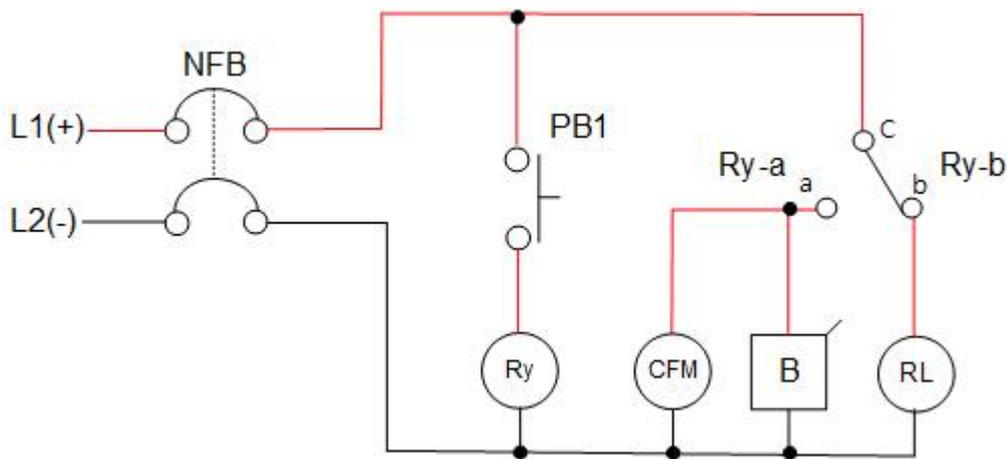
· 요구 사항

1. 실험장비, 공구, 재료를 준비·점검한다.
2. 실험장비, 공구, 재료를 사용하여 바나나 잭으로 회로를 구성하고 운전한다.
3. 회로의 동작 기능을 이해하고 설명한다.
 - (1) PB1을 누르면 동작되는 과정을 설명한다.
 - (2) PB2을 누르면 동작되는 과정을 설명한다.
 - (3) PB1과 PB2을 동시에 누르면 동작되는 과정을 설명한다.
4. 실험장비, 공구, 재료를 사용하여 실배선하고 운전한다.

평가 기준	평가 항목		배점	득점	비 고			
	평가 기준	작품평가 (70점)			바나나 잭 사용 회로 구성 동작	20		
실배선 회로 구성 동작			20					
실배선 및 결선 상태			10					
회로의 이해와 설명			20					
작업평가 (10점)		작업 태도 및 안전	5					
		재료 공구 사용 및 정리 정돈	5					
시간평가 (20점)	· 소요시간()분 초과마다 ()점 감점				작품평가	작업평가	시간평가	총점

작업과제명	4-3. 릴레이 회로 구성하기		소요시간
			4
목 표	① 릴레이(Ry)의 구조와 작동원리를 이해할 수 있다. ② 릴레이(Ry)의 접점을 활용하여 냉동장치의 부하를 동작시킬 수 있다. ③ “c” 접점 운전회로의 동작을 설명할 수 있다.		
장비 및 공구	재료명	규격	수량
• 초저온 이원 냉동 실험장치 (KTE-5000LT)	• 드라이버 • 니퍼 • 와이어스트리퍼 • 후크메타기	• #2× 6× 175mm • 150mm • .5~6mm ² • 300A 600V	1 1 1 조별1

1. 제어 회로도



L1, L2 : 라인전압

N.F.B : 과전류차단기

B : 부저

Ry : 릴레이

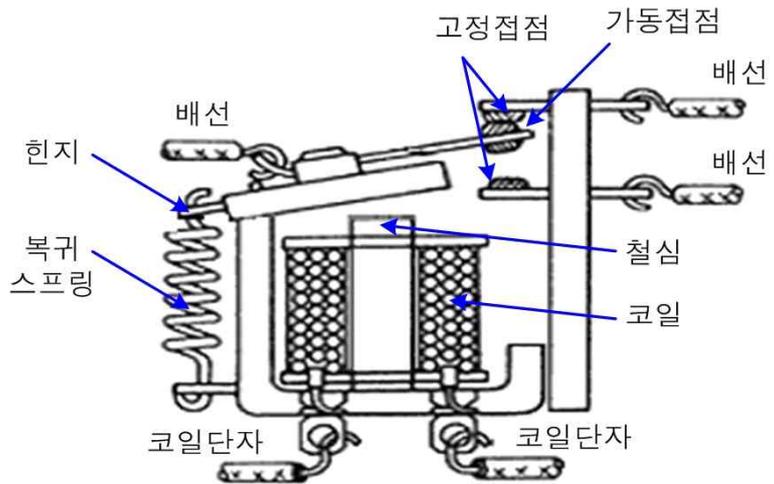
RL : 적색 램프

CFM : 응축기 웬모타

PB1 : 누름버튼 스위치

[그림 4-31] 릴레이 회로도

2. 릴레이

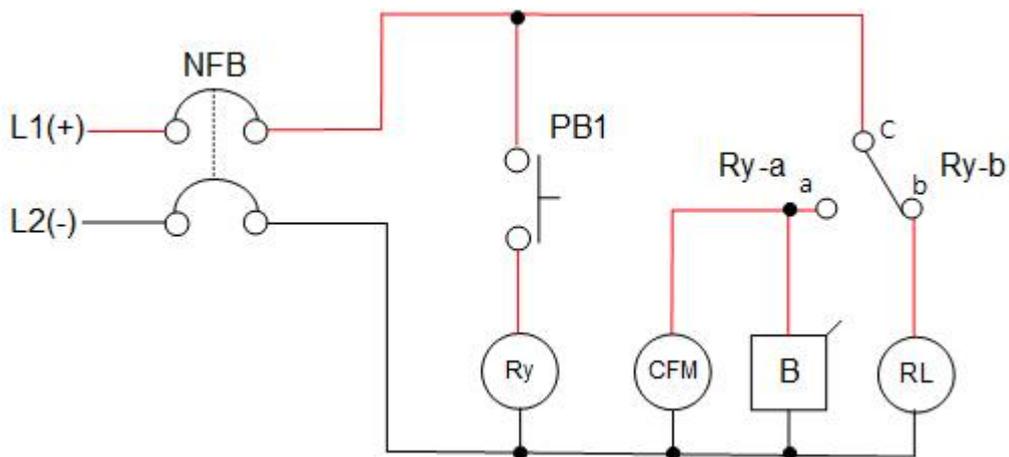


[그림 4-32] 릴레이

[그림 4-33] 릴레이 내부 명칭

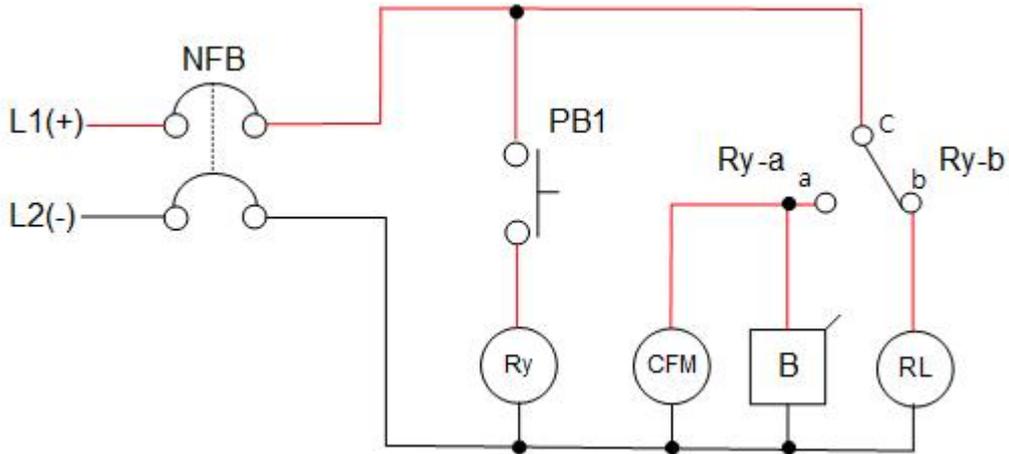
- (1) 전기회로에서 회로를 두 개로 나누어 한쪽에서 신호를 만들고 그 신호에 따라 다른쪽 회로의 작동을 제어, 즉 회로를 열거나 닫을 필요가 있다. 이때 사용하는 전자부품이 계전기이며 일종의 전기 스위치라 할 수 있다.

3. "c"접점 릴레이의 "a", "b" 접점 회로



- (1) N.F.B 스위치를 on상태로 하면 RY-b 접점이 닫혀 있으므로 R.L이 ON되고, RY-a접점이 열려있으므로 CFM과 부저가 OFF한다. (PB1는 열린상태)
- (2) PB1를 누르면 릴레이의 코일이 여자 되면서 RY-a접점이 닫히므로 CFM과 부저가 ON되고 R.L이 OFF 된다.
- (3) arbeit contact는 『일하는 접점』이라는 뜻으로 머리글자를 따서 "a" 로 표시한다.
- (4) break contact는 『열리는 접점』이라는 뜻으로 머리글자를 따서 "b" 로 표시한다.

작업과제명	4-3. 릴레이 회로 구성하기	소요시간
		4



· 요구 사항

1. 실험장비, 도구, 재료를 준비·점검한다.
2. 실험장비, 도구, 재료를 사용하여 바나나 잭으로 회로를 구성하고 운전한다.
3. 릴레이의 구조와 작동 원리를 이해한다.
4. 회로의 동작 기능을 이해하고 설명한다.
 - (1) PB1를 누르면 동작되는 과정을 설명한다.
 - (2) PB1를 놓으면 동작되는 과정을 설명한다.
5. 회로에서 “c” 접점을 설명할 수 있다.
6. 실험장비, 도구, 재료를 사용하여 실배선하고 운전한다.

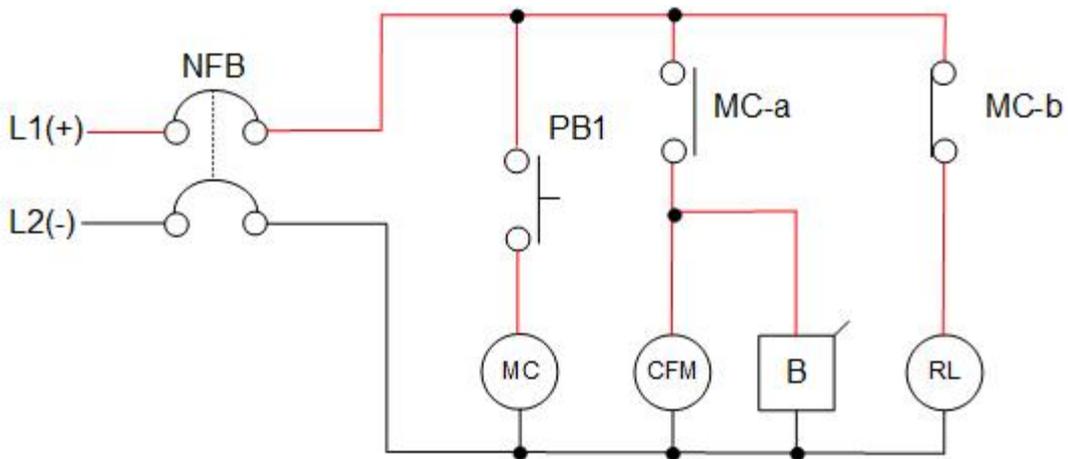
평가 기준	평가 항목		배점	득점	비 고			
	작품평가 (70점)	바나나 잭 사용 회로 구성 동작				20		
실배선 회로 구성 동작			20					
실배선 및 결선 상태			10					
회로의 이해와 설명			20					
작업평가 (10점)	작업 태도 및 안전		5					
	재료 도구 사용 및 정리 정돈		5					
시간평가 (20점)	· 소요시간()분 초과마다 ()점 감점				작품 평가	작업 평가	시간 평가	총점

작업과제명	4-4. 전자접촉기 회로 구성하기	소요시간
		4

목 표	① 전자접촉기(MC)의 구조와 작동원리를 이해할 수 있다. ② 전자접촉기(MC)의 “a” “b” 접점을 활용하여 냉동장치의 부하를 동작시킬 수 있다. ③ 전자접촉기(MC)를 이용한 “a” “b” 접점 회로의 동작을 설명할 수 있다.
-----	---

장비 및 공구	재료명	규격	수량
· 초저온 이원 냉동 실험장치 (KTE-5000LT)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175mm · 150mm · .5~6mm ² · 300A 600V	1 1 1 조별1

1. 제어 회로도



L1, L2 : 라인전압

N.F.B : 과전류차단기

CFM : 응축기 팬모터

MC : 전자접촉기 코일

MC-a : 전자접촉기 “a”접점

MC-b : 전자접촉기 “b”접점

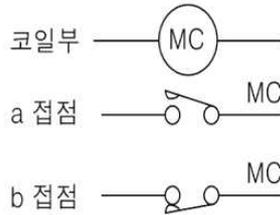
B : 부저

PB1 : 누름버튼 스위치

RL : 적색램프

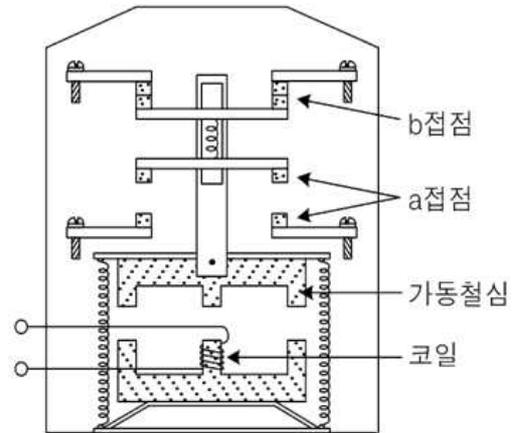
[그림 4-34] 전자접촉기 회로도

2. 전자접촉기(MC : Magnetic Contactor)



[그림 4-35] 전자접촉기

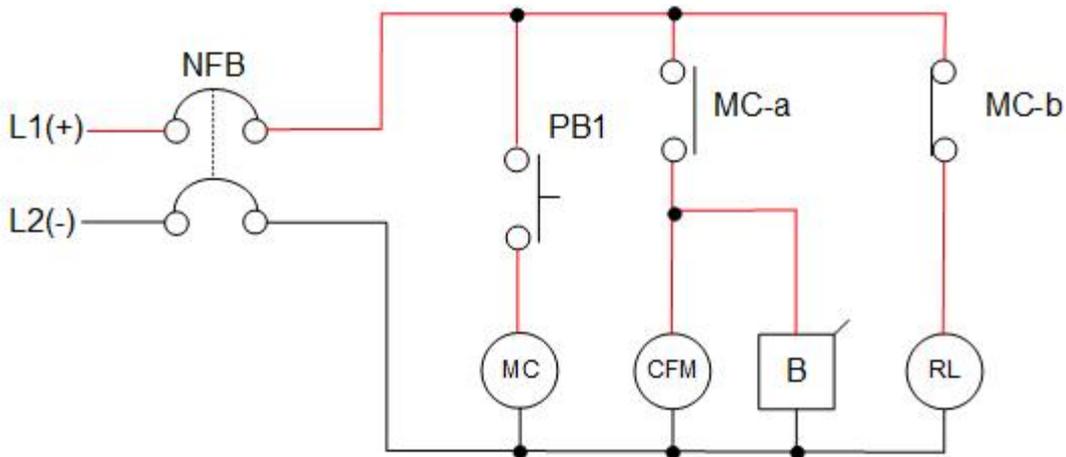
[그림 4-36] 회로도



[그림 4-37] 내부구조

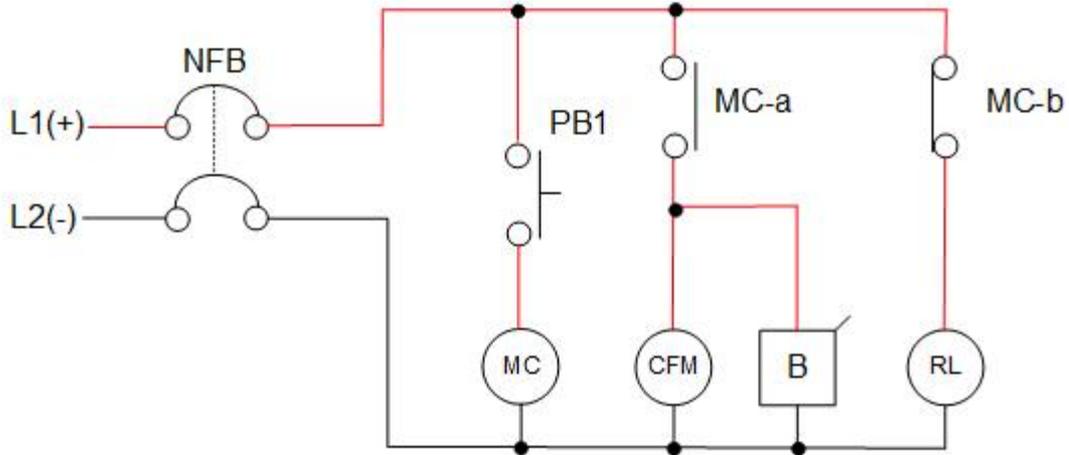
- (1) 전자접촉기의 동작원리는 전자계전기의 동작원리와 동일하다. 즉, 전자석에 의한 흡인력을 이용하여 접촉부를 동작시키며, 주로 주회로 전류와 같이 대전류의 개폐나 전동기의 빈번한 시동, 정지 등의 제어에 사용된다. 고압 전자접촉기는 차단기와 같이 고압 주회로의 개폐에 사용된다. 전자접촉기에는 대전류 개폐용인 주접점과 회로용(소전류용)인 보조접점이 있다.

3. “a”접점회로와 ” b”접점회로



- (1) N.F.B 스위치를 on상태로 하면 MC-b 접점이 닫혀있으므로 RL이 ON되고, MC-a접점이 열려있으므로 CFM과 부저는 OFF 한다. (PB1스위치는 열린상태)
- (2) PB1스위치를 닫으면 이젠 반대로 전자코일 MC가 여자되고 MC-a접점이 닫히므로 CFM과 부저가 ON 되고 MC-b접점이 열려서 RL은 OFF 된다.
- (3) arbeit contact는 『일하는 접점』이라는 뜻으로 머리글자를 따서 “a” 로 표시한다.
- (4) break contact는 『열리는 접점』이라는 뜻으로 머리글자를 따서 “b” 로 표시한다.

작업과제명	4-4. 전자접촉기 회로 구성하기	소요시간
		4



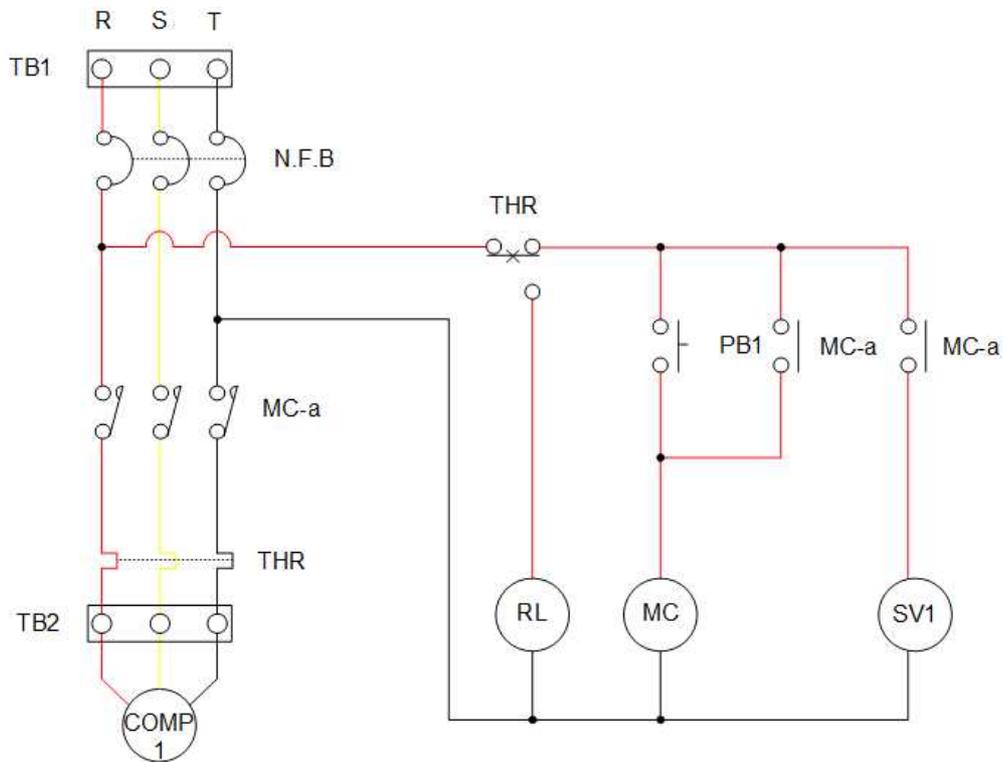
· 요구 사항

1. 실험장비, 공구, 재료를 준비·점검한다.
2. 실험장비, 공구, 재료를 사용하여 바나나 잭으로 회로를 구성하고 운전한다.
3. MC의 구조와 작동 원리를 이해한다.
4. 회로의 동작 기능을 이해하고 설명한다.
 - (1) PB1를 누르면 동작되는 과정을 설명한다.
 - (2) PB1를 놓으면 동작되는 과정을 설명한다.
5. 냉동전기 회로에서 “a” 접점과 “b” 접점을 설명할 수 있다.
6. 실험장비, 공구, 재료를 사용하여 실배선하고 운전한다.

평가 기준	평가 항목		배점	득점	비 고				
	작품평가 (70점)	바나나 잭 사용 회로 구성 동작			20				
실배선 회로 구성 동작		20							
실배선 및 결선 상태		10							
회로의 이해와 설명		20							
작업평가 (10점)	작업 태도 및 안전		5						
	재료 공구 사용 및 정리 정돈		5						
시간평가 (20점)	· 소요시간()분 초과마다 ()점 감점					작품 평가	작업 평가	시간 평가	총점

작업과제명	4-5. 서머 릴레이 구성하기	소요시간	
		4	
목 표	① 서머 릴레이(THR)의 구조와 작동원리를 이해할 수 있다. ② 서머 릴레이(THR)의 “a” “b” 접점을 활용하여 냉동장치의 부하를 동작시킬 수 있다.		
장비 및 공구	재료명	규격	수량
· 초저온 이원 냉동 실험장치 (KTE-5000LT)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175mm · 150mm · .5~6mm ² · 300A 600V	1 1 1 조별1

1. 제어 회로도

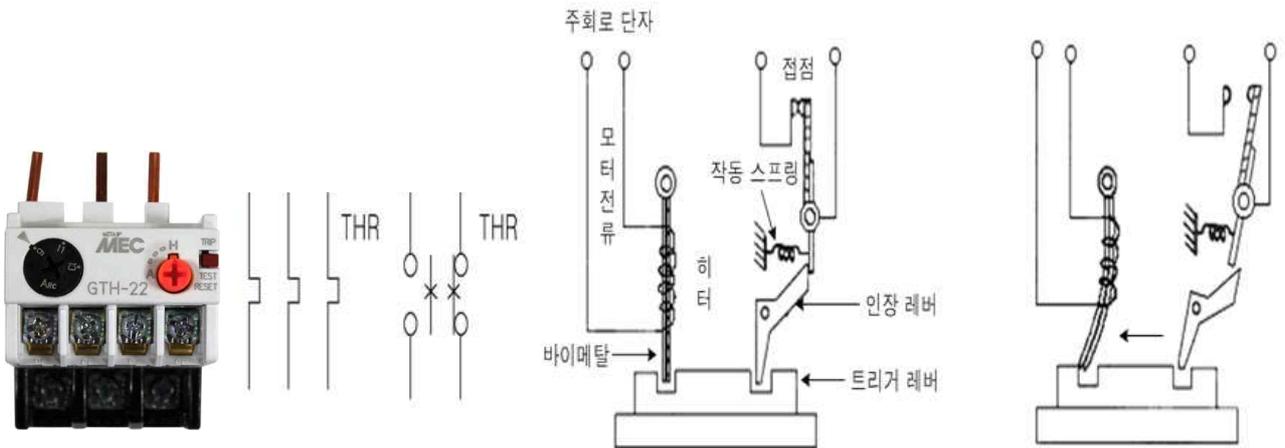


L1, L2 : 라인전압
 N.F.B : 과전류차단기
 MC : 전자접촉기 코일
 MC-a : 전자접촉기 “a” 접점
 SV1 : 전자밸브1

COMP1 : 1원축 압축기
 THR : 열동 과전류 계전기
 PB1 : 누름버튼 스위치
 RL : 적색램프

[그림 4-38] 서머 릴레이 구성 회로도

2. 서머 릴레이(THR: Thermal Relay)



[그림 4-39] 서머 릴레이

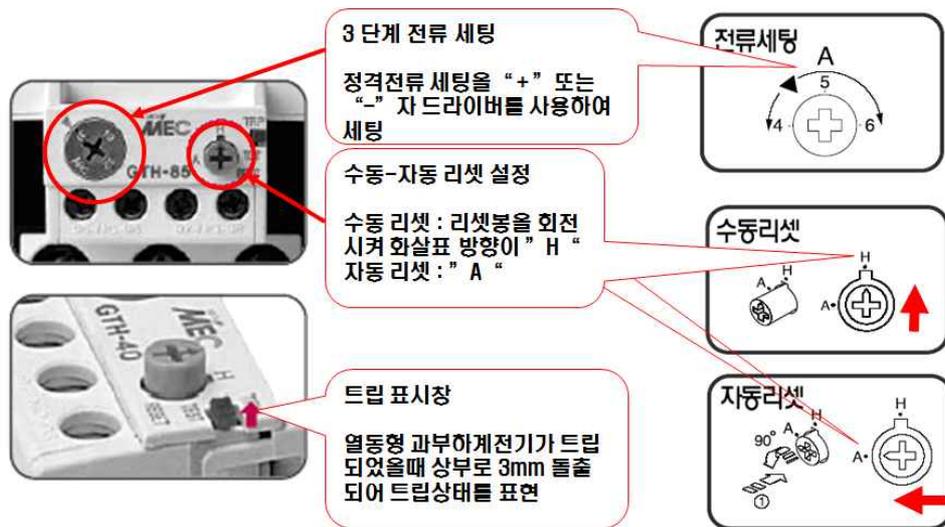
정상상태

과전류가 흘러 트립된 상태

[그림 4-40] 수동복귀접점

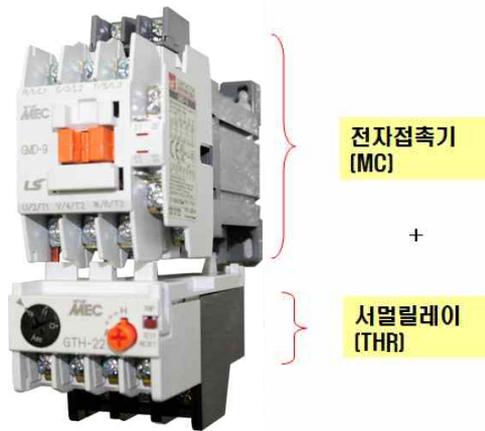
(1) 서멀 릴레이(THR : Thermal Relay)는 열동 과전류계전기라고도 부르며 설정치 이상의 전류가 흐르면 접점을 동작시키는 계전기로서, 전동기의 과부하보호에는 필수적인 부품이다. 주회로에 삽입된 히터에 과전류(모터 등의 과부하 전류)가 흐르면 바이메탈이 열을 받아서 굽어져 접점이 동작된다. 그림에 서멀 릴레이의 그림 기호와 동작 원리를 각각 나타내었다.

3. 서머 릴레이 세팅 방법



[그림 4-41] 서머 릴레이 세팅

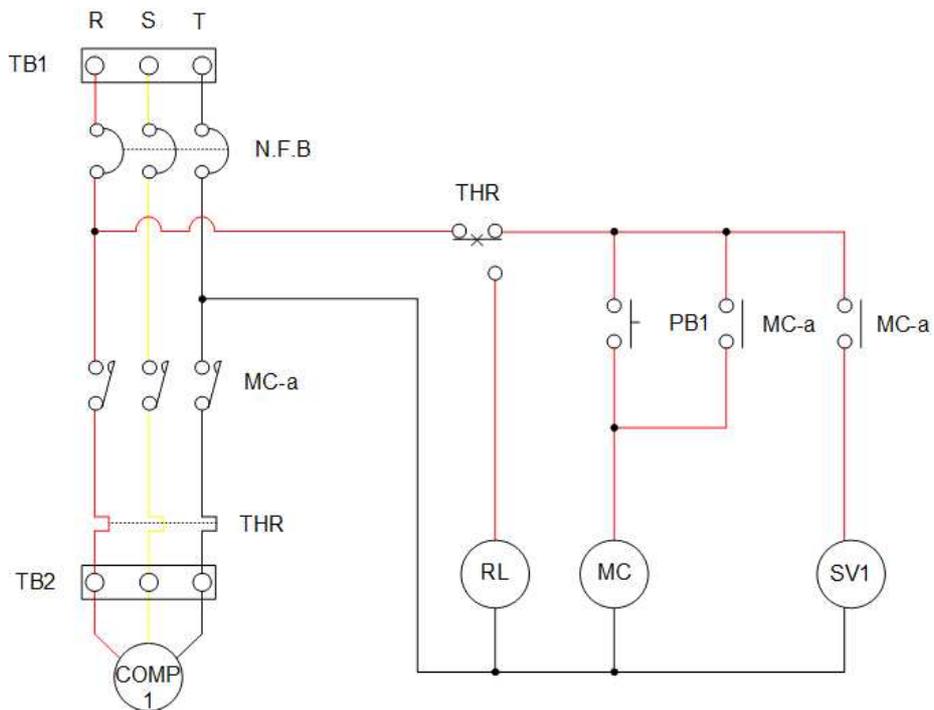
4. 전자개폐기(MS: Electromagnetic Switch)



[그림 4-42] 전자개폐기

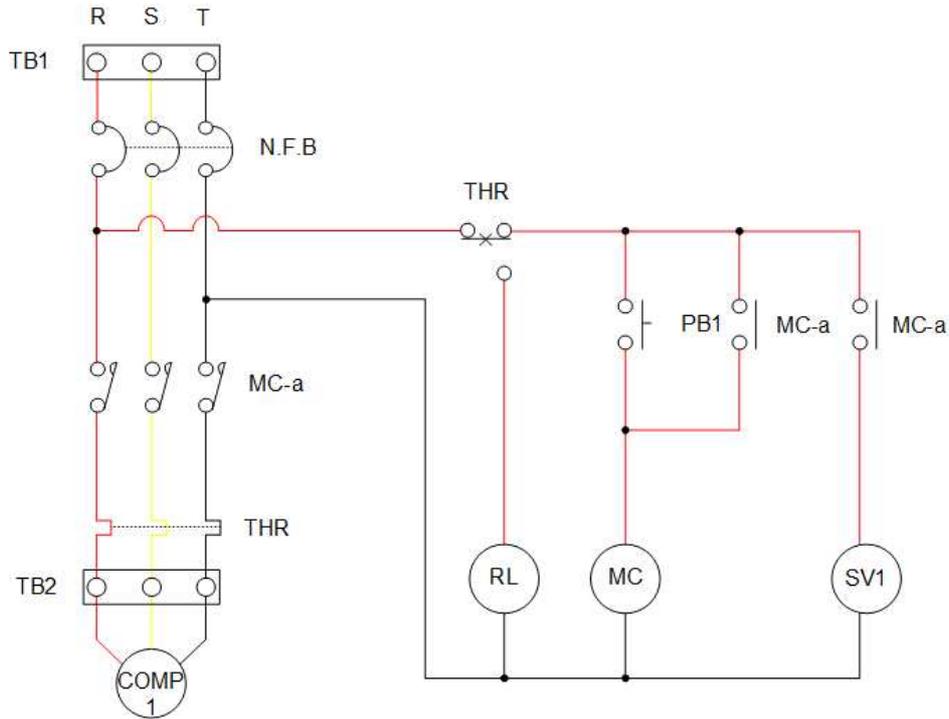
(1) 전자접속기와 서멀 릴레이를 조합하여 하나로 합친 것을 전자개폐기(MS : Electromagnetic Switch)라 하고, 마그넷 스위치라고도 한다.

5. THR 회로



- (1) 전원투입
- (2) PB1을 누르면 MC여자 되어 MC-a접점이 닫히고, MC 자기유지
 - 1) 1원측 압축기 동작, 전자밸브1 열림
- (3) THR을 강제 트립 시킬시
 - 1) MC소자되어 MC-a접점 열림
 - 2) RL 점등

작업과제명	4-5. 서머 릴레이 구성하기	소요시간
		4



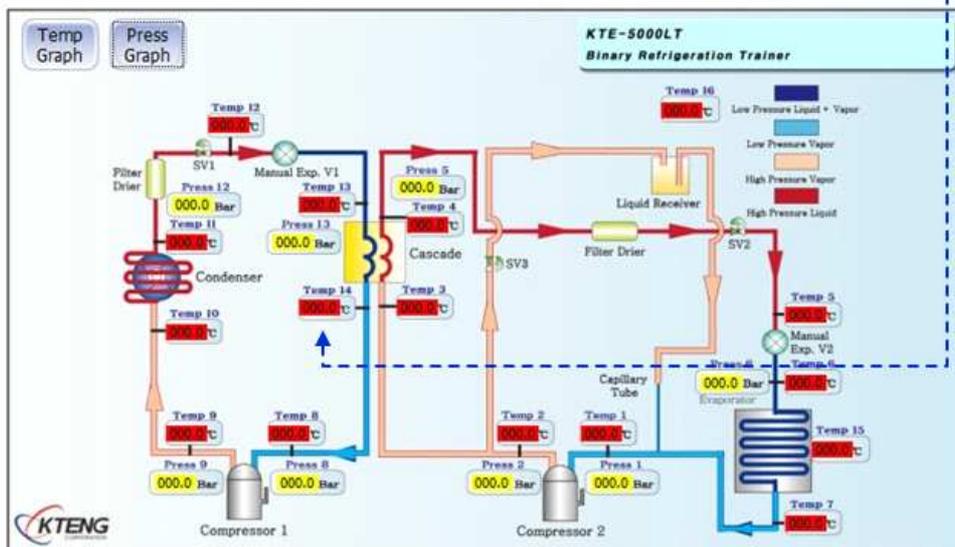
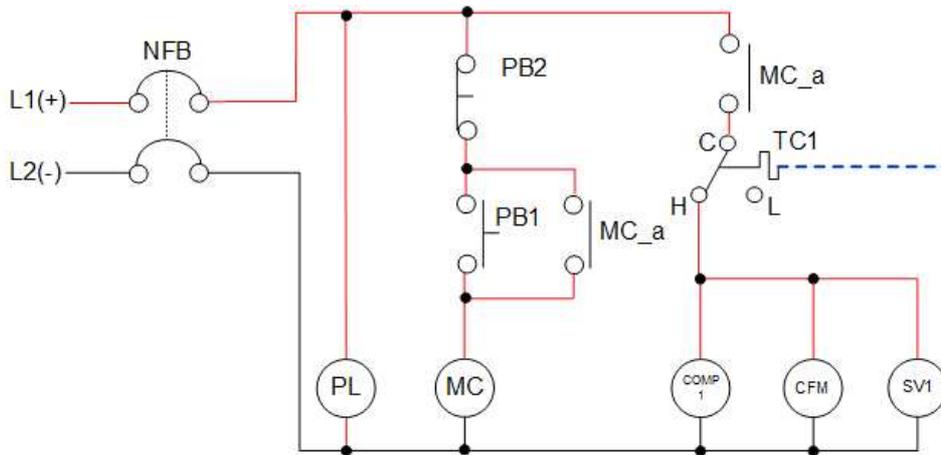
· 요구 사항

1. 실험장비, 공구, 재료를 준비·점검한다.
2. 실험장비, 공구, 재료를 사용하여 바나나 잭으로 회로를 구성하고 운전한다.
3. THR의 구조와 작동 원리를 이해한다.
4. 회로의 동작 기능을 이해하고 설명한다.
 - (1) PB1를 누르면 동작되는 과정을 설명한다.
 - (2) THR를 트립 시켰을때 동작되는 과정을 설명한다.
5. 실험장비, 공구, 재료를 사용하여 실배선하고 운전한다.

평가 기준	평가 항목		배점	득점	비 고			
	작품평가 (70점)	바나나 잭 사용 회로 구성 동작			20			
실배선 회로 구성 동작		20						
실배선 및 결선 상태		10						
회로의 이해와 설명		20						
작업평가 (10점)	작업 태도 및 안전		5					
	재료 공구 사용 및 정리 정돈		5					
시간평가 (20점)	· 소요시간()분 초과마다 ()점 감점				작품 평가	작업 평가	시간 평가	총점

작업과제명	4-6. 온도 스위치의 온도 설정 작업하기	소요시간	
		8	
목 표	① 온도스위치 저온제어의 원리를 이해하고 조정할 수 있다. ② 회로도를 보고 온도스위치 저온제어 대상 냉동장치 모타 부하와 연결시켜 구성 운전할 수 있다. ③ 냉동기의 저온제어 운전 중 온도 분포와 편차를 기록 유지하여 특성을 파악할 수 있다.		
장비 및 공구	재료명	규격	수량
· 초저온 이원 냉동 실험장치 (KTE-5000LT)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175mm · 150mm · .5~6mm ² · 300A 600V	1 1 1 조별1

1. 온도 설정 회로와 작동 원리



L1, L2 : 라인전압
 N.F.B : 과전류차단기
 COMP1 : 1원축 압축기
 MC-a : 전자접촉기 “a” 접점

CFM : 증발기 웬모터
 SV1 : 전자밸브1
 EFM : 응축기 웬모터
 TC1 : Cascade1 출구 온도스위치

실험순서	온도설정	온도편차	In Temp	Out Temp	실제 온도점	조정내용
1	10	2				
2	8	2				
3	5	2				
4	0	3				
5	-2	3				

증발기 혹은 냉동 챔버의 저온 제어 및 온도 조정 작업을 통해 냉동 시스템 자동제어운전을 수행한다. 설정 온도 값에 따라 On/Off 되는 회로를 구성하고, C, H, L 접점제어 회로 구성을 수행하여 냉동 시스템을 작동한다.

온도 설정 → 설정 온도의 Cut Out Point 도달 → Condensing Unit (1원축 압축기, 응축기 웬 모터, 전자밸브1) 정지 → 설정 온도의 Cut In Point 도달 → Condensing Unit 재가동 위 작동 순서처럼 설정 온도의 따라 냉동 시스템 자동 On/Off 운전한다.

설정 온도와 Diff(편차) 범위 내에서 On/Off 운전한다.

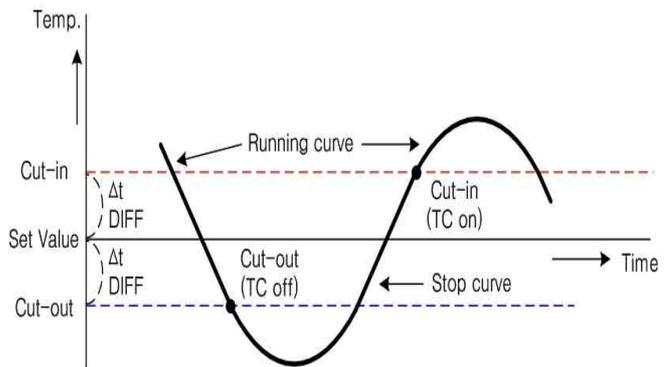
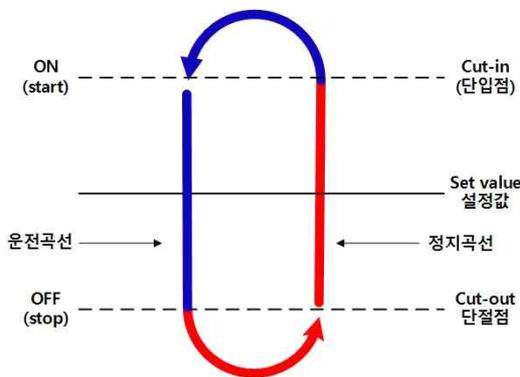
CUT-IN (정지 → 운전) point = 설정 온도 + 편차

CUT-OUT (운전 → 정지) point = 설정 온도 - 편차

ex) 설정 온도 2℃, 편차 3℃,

CUT-IN point 2 + 3 = 5[℃] , CUT-OUT point 2 - 3 = -1[℃].

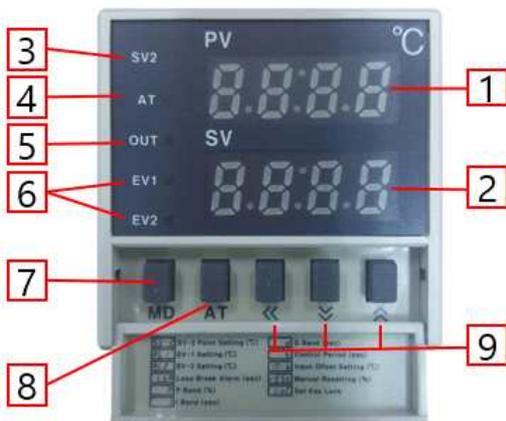
* 온도 제어 운전/정지 곡선



2. 온도 제어 회로도를 통해 냉방 시스템 운전하기

- ① NFB 전원을 인가하면 PL (전원램프)가 켜지는지 확인하다. PB1을 눌러 MC에 전원이 인가되는지 확인한다.
- ② PB 1을 누르면 동작되는 과정을 설명한다. Mc-a 가 작동되어 TC1 (Cascade1 출구 온도 조절기)의 전원이 인가되며, 설정된 온도 값에 따라 Comp1, CFM, SV1 (전자밸브1)이 작동한다.
- ③ PB 1을 누를 시 Mc-a 에 의해 인가된 TC1(온도조절기)에서 L접점이 닫혀있는 상태이다.
- ④ PB 1을 떼면, TC1(온도 조절기)의 H 접점에 전원이 인가된다. 따라서 H 접점과 연결된 Comp1, CFM이 작동하며, SV1(전자밸브1)가 열린다.
- ⑤ TC1(온도 조절기) L 접점에 전원이 인가되면 Comp1와 CFM은 작동이 꺼지고, SV1(전자밸브1)는 닫힌다.
- ⑥ TC1(온도 조절기)는 Cascade1 출구 온도 제어를 말한다. 온도 설정 값은 외기 온도 (Ambient or Outside) 이하 값으로 설정한다. 설정된 증발 온도 보다 현재 증발 온도가 높기 때문에 H접점이 작동할 수 있도록 회로를 구성한다. H접점이 작동하면 이와 연결된 Comp1과 CFM이 작동하며 SV1(전자밸브1)이 열리면서 증발 온도를 낮추는 역할을 한다. H 접점 제어를 통해 증발 온도 값이 TC1(온도조절기) 설정 온도 값 보다 낮아지면 L 접점으로 전원이 인가된다.
- ⑦ L 접점으로 전원이 인가되면 H접점과 연결된 Comp1과 CFM은 작동이 꺼지며 SV1은 닫히면서, 냉매 순환이 멈추게 된다.
- ⑧ 제어 회로도처럼 연결을 한 후 위와 같은 작동 사이클이 반복적으로 운전하는 지 확인한다.

3. 온도조절기 세팅



- ① PV: 측정값 표시부 (적색)
감지되고 있는 현재 측정수치를 표시합니다.
설정모드시 설정항목을 표시합니다.
- ② SV: 설정값 표시부 (녹색)
조작하고자 하는 설정수치를 표시합니다.
설정모드시 설정값을 표시합니다.
- ③ SV2: SV2 동작 표시램프
- ④ AT: 오토튜닝 동작램프
- ⑤ OUT: 출력동작 표시램프
- ⑥ EV1,2: EVENT 출력 표시램프
- ⑦ MD key: 모드키
3초간 누르고 있으면 설정모드로 진입합니다.
- ⑧ AT key: 오토튜닝 실행 키
- ⑨ ▲ ▼ ◀ ▶ : 설정값 조작 키

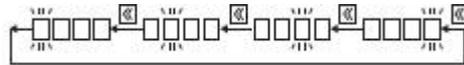
* 설정값 변경 순서



① 운전상태에서 설정치를 변경할 경우에는 《 키를 누릅니다.
SV표시부에 끝자리가 깜빡입니다.



② 자리수 이동키《 키를 누르면 차례로 깜빡이는 자리가 이동합니다.



③ 변경하고자 하는 자리가 깜빡이는 상태에서 ▲▼키를 조작하여 숫자를 설정합니다.

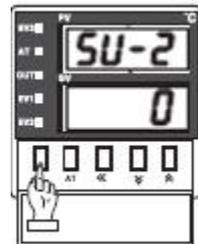


④ 설정이 종료되면 MD키를 누릅니다. 깜빡임이 중지하며 설정치 변경이 종료되고 운전상태로 복귀합니다.

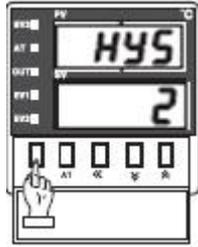
* 편차값 변경 순서



① 운전상태에서 MD키를 3초간 누르고 있으면 설정모드로 진입합니다.



② PV창에 **SU-2** 값이 표시된 것을 확인 후 다시 MD 키를 **HYS** 화면이 표시될 때까지 총 9회 누릅니다.



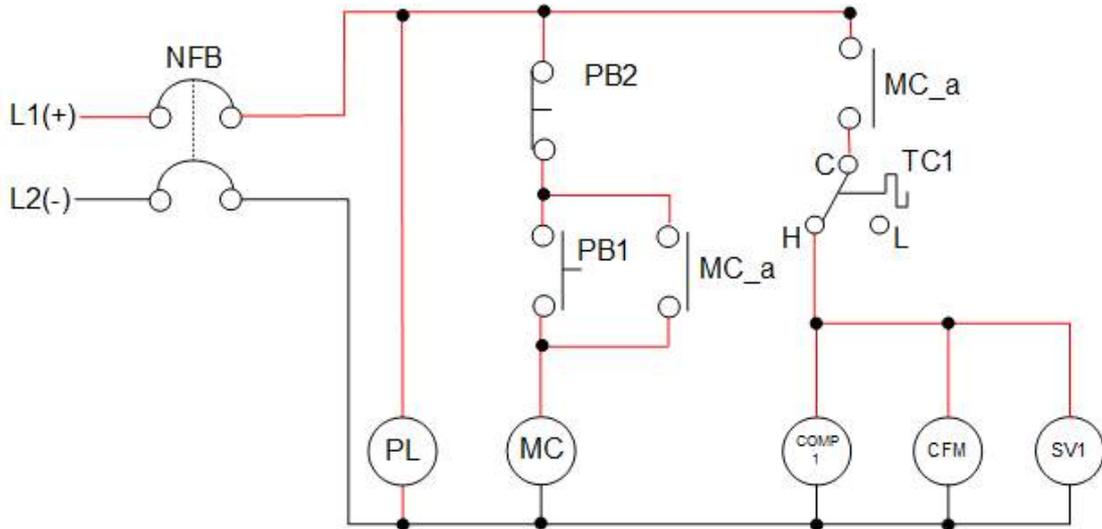
③ ▲▼키를 사용하여 원하는 편차값으로 조정합니다. 기본 2℃로 설정되어 있으며 1~100℃ 범위에서 1℃간격으로 조정 가능합니다.



④ 편차값 조정이 끝나면 MD키를 누릅니다. 설정값이 저장되고 운전상태로 복귀합니다.

※ 주의: 편차값 조정시 [설정값 ± 편차값/2] 가 운전범위로 설정 됨
 ex) 설정온도 10 , 편차값 4 , 저온제어 경우: $10 + 2 = 12$ [℃] 에서 운전시작
 $10 - 2 = 8$ [℃] 에서 운전정지

작업과제명	4-6. 온도스위치의 온도 설정 작업하기	소요시간
		8



· 요구 사항

1. 실험장비, 공구, 재료를 준비·점검한다.
2. 실험장비, 공구, 재료를 사용하여 바나나 잭으로 회로를 구성하고 운전한다.
3. 온도 스위치의 종류에 따라 원리를 이해하고 저온 자동제어 설정값에 맞는 셋팅을 할 수 있고 설명한다.
4. 회로의 동작 기능을 이해하고 설명한다.
 - (1) PB1을 누르면 동작되는 과정을 설명한다.
 - (2) 운전 중 온도 스위치가 열려서 냉동작용이 멈추는 과정을 설명한다.
 - (3) 운전 중 온도 스위치가 닫혀서 냉동작용이 진행 되는 과정을 설명한다.
 - (4) PB2를 누르면 동작되는 과정을 설명한다.
5. 온도분포 및 편차 테이블에 측정 및 조정한 자료를 기록·유지한다.
6. 실험장비, 공구, 재료를 사용하여 실배선하고 운전한다.

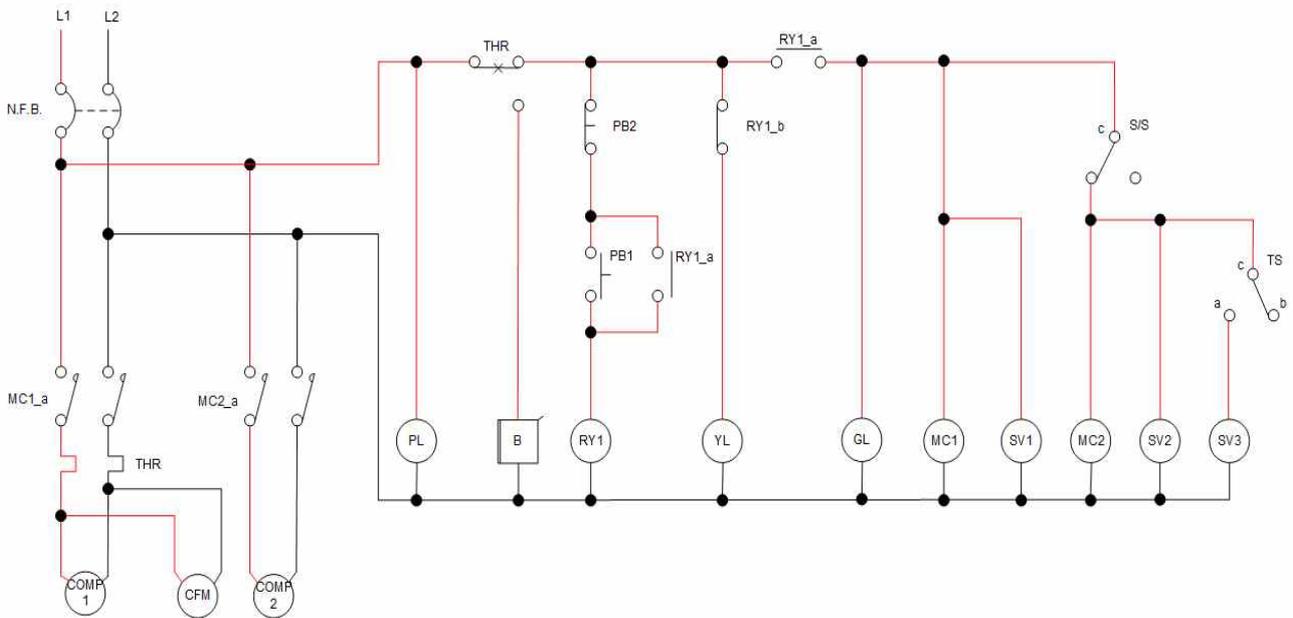
평가 기준	평가 항목		배점	득점	비 고			
	작품평가 (70점)	바나나 잭 사용 회로 구성 동작				20		
실배선 회로 구성 동작			20					
실배선 및 결선 상태			10					
회로의 이해와 설명			20					
작업평가 (10점)	작업 태도 및 안전		5					
	재료 공구 사용 및 정리 정돈		5					
시간평가 (20점)	· 소요시간()분 초과마다 ()점 감점				작품 평가	작업 평가	시간 평가	총점

작업과제명	4-7. 이원 냉동 시스템의 수동제어 회로 구성·운전	소요시간
		8

목 표	① 이원 냉동 시스템이 수동으로 운전되는 원리를 이해하고 설명할 수 있다. ② 이원 냉동 시스템의 수동제어 회로를 설계하고 설명할 수 있다. ③ 이원 냉동 시스템의 수동제어 회로를 보고 배선하고 운전할 수 있다.
-----	--

사 용 장 비	공구 및 재료명	규 격	수 량
· 초저온 이원냉동 실험장치(KTE-5000LT)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6 × 175mm · 150mm · 0.5~6mm ² · 300A 600V	1 1 1 조별1

제 어 회 로 도

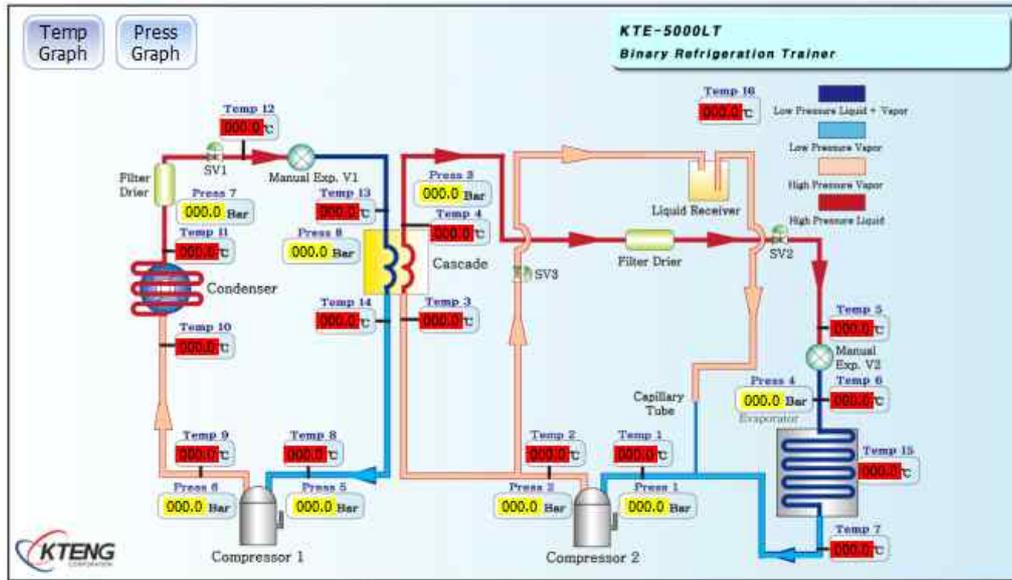


L1, L2 : 라인전압
 N.F.B : 과전류차단기
 MC-a : 전자접촉기 “a” 접점
 THR : 열동계전기
 COMP1,2 : 1, 2원축 압축기
 GL : 녹색램프

PB : 누름버튼 스위치
 SV : 전자밸브
 Ry-a : 릴레이 “a” 접점
 Ry-b : 릴레이 “b” 접점
 Ry : 릴레이 코일
 MC : 전자접촉기 코일

S/S : 셀렉터 스위치
 PL : 전원램프
 YL : 황색램프
 TS : 토글 스위치
 CFM : 응축기용 웬모타
 B : 부저

1. 2원 냉동 기계장치 전자밸브 명칭



- S.V1 : 1원측 냉동장치 주배관용 전자밸브 출력단자
- S.V2 : 2원측 냉동장치 주배관용 전자밸브 출력단자
- S.V3 : 2원측 냉동장치의 고압측 압력 상쇄용 전자밸브 출력단자

2. 수동제어 회로 시스템 운전하기

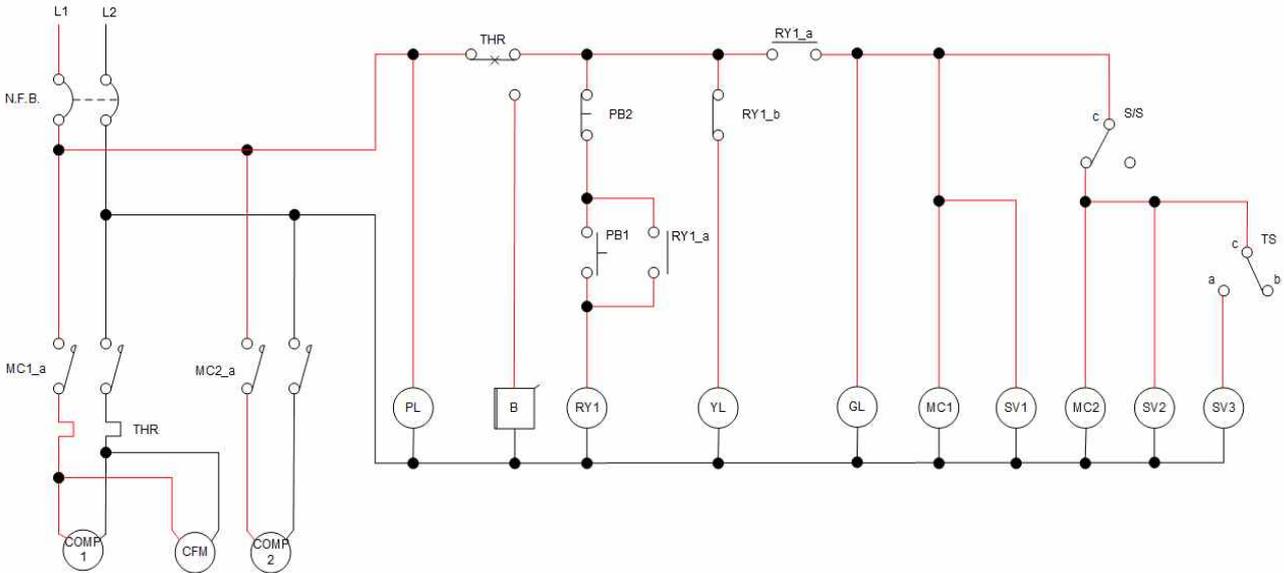
- ① 차단기 NFB를 통하여 전원이 투입되면 전원표시등(PL)이 켜진다. 그리고 PB1 스위치나 전자 접촉기 MC 스위치 등은 모두 'b' 접점이므로 전기가 흐르지 않아 다른 부하기기에는 전기가 공급되지 않는다.
- ② 'ON' 스위치인 PB1스위치를 누르면, Ry(릴레이) 코일에 전기가 흘러 자장이 형성되어 Ry 스위치 접점인 Ry_a 접점이 닫히게 되고, PB1 스위치에서 손을 떼어도 Ry_a접점을 통해 계속 전기가 흐르는 자기유지 상태를 유지한다.
- ③ Ry_a 접점이 닫히면서 연결된 GL(녹색램프)은 점등되고, 반대로 Ry_b 접점은 열리게 되어 YL(황색램프)는 소등된다.
- ④ Ry_a 접점을 통해 부하기기인 1원측 Comp1(압축기)와 응축기 웬모터(CFM), 전자밸브1에도 전기가 공급되어 Comp1(1원측 압축기) 및 응축기가 동작되고 전자밸브1은 열린 상태가 되어 냉동 운전을 시작한다.
- ⑤ 1원측 Cascade 출구온도가 -20°C 이하로 충분히 떨어졌을 때 S/S(셀렉터 스위치)를 전환하면 Comp2(2원측 압축기)와 SV2(전자밸브2)에 전원이 인가되어 2원측 냉동 운전을 시작한다. 운전 중 TS(토글 스위치)를 조작하여 SV3(전자밸브3)을 열고 닫으면 2원측 고압을 조절할 수 있다.
- ⑥ 정지 시에는 S/S(셀렉터 스위치)를 전환하여 2원측 시스템을 먼저 정지한 후 1원측 시스템이 정지되게끔 조작한다.(압축기 보호 목적)

작업과제명

4-7. 이원 냉동 시스템의 수동제어 회로 구성·운전

소요시간

8



· 요구사항

1. 초저온 이원냉동 실험장치(KTE-5000LT)를 준비하고 전기통전과 냉매충전 상태를 점검한다.
2. 실험장비, 공구, 재료를 사용하여 바나나 잭으로 회로를 구성하여 운전한다.
3. 회로의 동작 기능을 이해하고 설명한다.
 - ① TS S/W를 on하면 동작되는 과정을 설명한다.
 - ② S/S S/W를 전환할 때 동작되는 과정을 설명한다.
 - ③ PB₁을 누르면 동작되는 과정을 설명한다.
 - ④ 1원측 냉동기의 운전상태를 설명하고 2원측 냉동기의 운전시점을 이해하고 설명할 수 있다.
4. 2원측 냉동기 고압이상 상승시 토글 스위치를 조정하여 안정된 운전이 될 수 있도록 하고 작동상태를 설명할 수 있다.

평가항목		배점	득점	비고				
평 가 기 준	작품평가 (70점)	바나나 잭 사용 회로 구성 동작	20					
		실배선 회로 구성 동작	20					
		실배선 및 결선 상태	10					
		회로의 이해와 설명	20					
작업평가 (10점)	작업 태도 및 안전	5						
	재료 공구 사용 및 정리 정돈	5						
시간평가 (20점)	· 소요시간()분 초과마다 ()점 감점			작품 평가	작업 평가	시간 평가	총점	

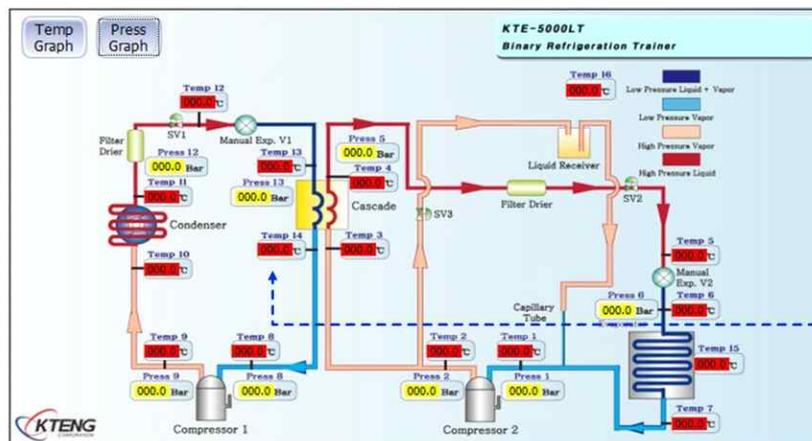
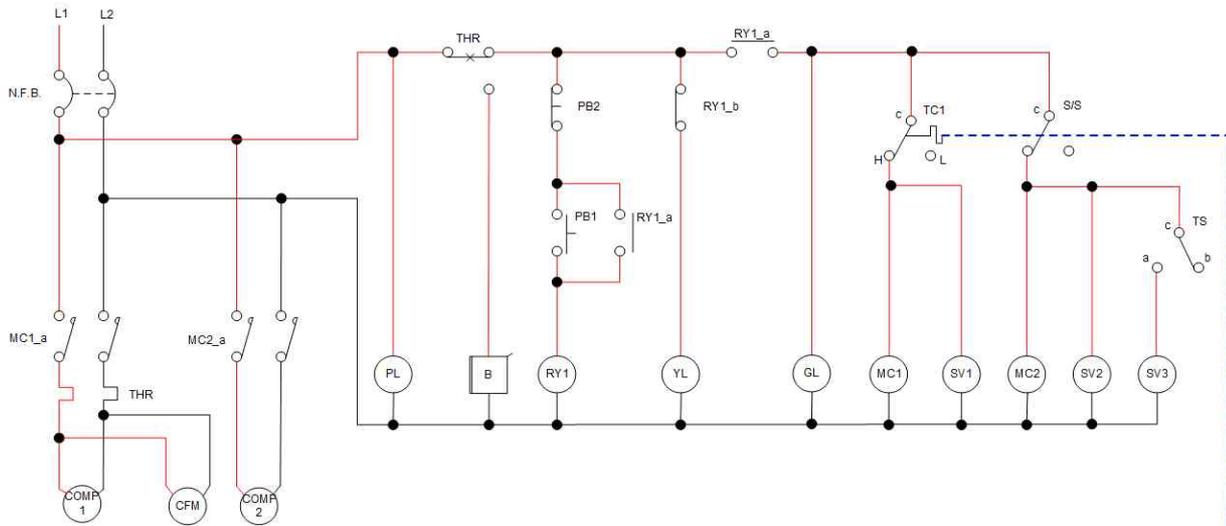
작업과제명	4-8. 이원 냉동 시스템의 1원측 냉동기 온도 자동제어 회로 구성 운전	소요시간
		8

목 표	① 1원측 냉동기의 온도자동제어 운전을 이해하고 설명할 수 있다. ② 2원측 냉동기의 수동제어 운전원리와 방법을 이해하고 설명할 수 있다. ③ 회로를 설계하고 배선, 운전할 수 있다.
-----	--

사용 장비	공구 및 재료명	규 격	수량
· 초저온 이원냉동 실험장치(KTE-5000LT)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6 × 175mm · 150mm · 0.5~6mm ² · 300A 600V	1 1 1 조별1

제 어 회 로 도

1. 제어회로도



L1, L2 : 라인전압	PB : 누름버튼 스위치	S/S : 셀렉터 스위치
N.F.B : 과전류차단기	SV : 전자밸브	PL : 전원램프
MC-a : 전자접촉기 “a” 접점	Ry-a : 릴레이 “a” 접점	YL : 황색램프
THR : 열동계전기	Ry-b : 릴레이 “b” 접점	TS : 토글 스위치
COMP1,2 : 1,2원측 압축기	Ry : 릴레이 코일	CFM : 응축기용 웬모타
GL : 녹색램프	MC : 전자접촉기 코일	TC1 : Cascade1 출구 온도스위치

2. 압력제어 회로도를 통해 시스템 운전하기

ex) Cascade1 출구측 온도스위치 세팅: -20°C , 편차값: 10°C

CUT-IN (정지 → 운전) point = 설정 온도 + 편차

CUT-OUT (운전 → 정지) point = 설정 온도 - 편차

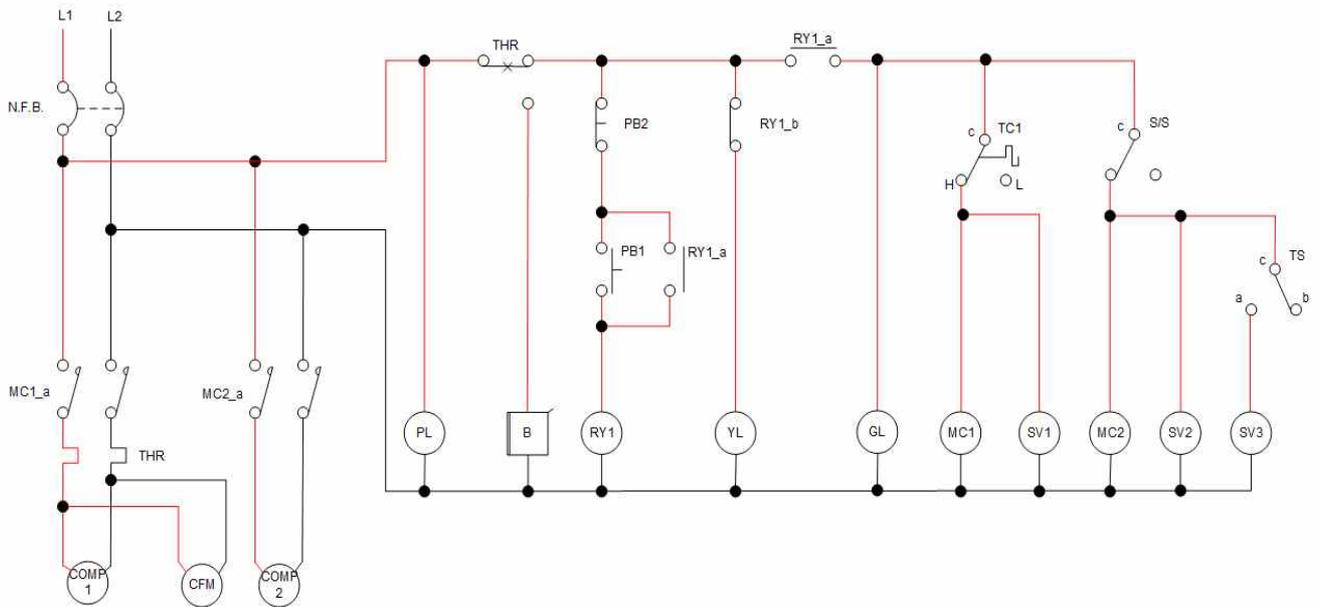
CUT-IN point(단입점) $-20 + 10 = -10[^{\circ}\text{C}]$

CUT-OUT point(단절점) $-20 - 10 = -30[^{\circ}\text{C}]$

※ 2원측 압축기 가동 중 1원측 압축기의 갑작스러운 전원차단을 방지하기 위하여 편차 값을 크게 설정 할 필요가 있음 (압축기 보호)

- ① 차단기 NFB를 통하여 전원이 투입되면 전원표시등(PL)이 켜진다. 그리고 PB1 스위치나 전자 접촉기 MC 스위치 등은 모두 ‘b’ 접점이므로 전기가 흐르지 않아 다른 부하기기에는 전기가 공급되지 않는다.
- ② 'ON'스위치인 PB1스위치를 누르면, Ry(릴레이) 코일에 전기가 흘러 자장이 형성되어 Ry 스위치 접점인 Ry_a 접점이 닫히게 되고, PB1 스위치에서 손을 떼어도 Ry_a접점을 통해 계속 전기가 흐르는 자기유지 상태를 유지한다.
- ③ Ry_a 접점이 닫히면서 연결된 GL(녹색램프)은 점등되고, 반대로 Ry_b 접점은 열리게 되어 YL(황색램프)는 소등된다.
- ④ Cascade(열교환기)1측 출구 온도센서와 연결된 스위치(TC1) 단자에 전기가 공급되어, 현재 1원측 Cascade 출구측 온도가, TC1에 설정된 단입점(cut-in) 온도보다 높을 경우 전기는 'C' 단자에서 'H' 단자 쪽으로 흐르고, TC1에 설정한 단절점(cut-out) 온도보다 낮을 경우에는 전기는 'C' 단자에서 'L' 단자 쪽으로 흐르게 되어있다.
- ⑤ 1원측 Cascade 출구온도가 단입점(cut-in) 온도보다 높아 전기가 'H' 단자 쪽으로 흐르면, 부하기기인 1원측 Comp1(압축기)와 응축기 웬모터(CFM), 전자밸브1에 전기가 공급되어 압축기 및 응축기가 동작되고 전자밸브1은 열린 상태가 되어 냉동 운전을 시작한다.
- ⑥ 셀렉터 스위치(2원측 시스템)을 조작하지 않는다면 1원측 Cascade 출구온도는 점점 떨어져 TC1에 설정된 단절점(cut-out) 온도보다 낮아져 H 단자는 열리게 되고 Comp1(1원측 압축기)와 응축기 웬모터(CFM), 전자밸브1의 작동이 정지하게 된다.
- ⑦ 만약 현 제어회로에서 2원측 냉동시스템을 가동하고자 할 때에는 반드시 1원측 Cascade 출구온도가 -20°C 이하로 떨어졌을 때 S/S(셀렉터 스위치)를 조작하여 2원측 냉동시스템을 가동하고, 정지시에는 2원측 시스템이 먼저 정지한 후 1원측이 정지되게끔 조작한다.

작업과제명	4-8. 이원 냉동 시스템의 1원측 냉동기 온도 자동제어 회로 구성 운전	소요시간
		8



· 요구사항

1. 초저온 이원냉동 실험장치(KTE-5000LT)를 준비하고 전기통전과 냉매충전 상태를 점검한다.
2. 실험장비, 공구, 재료를 사용하여 바나나 잭으로 회로를 구성하여 운전한다.
3. 회로의 동작 기능을 이해하고 설명한다.
 - ① N.F.B S/W를 on하면 동작되는 과정을 설명한다.
 - ② 1원측 냉동기의 온도자동제어 운전과정을 냉동시스템을 보고 설명한다.
 - ③ 2원측 냉동기의 수동 운전되는 시간과 상태의 과정을 설명한다.
4. 1원측이 온도자동제어 운전될 수 있도록 온도스위치를 설정 셋팅하고 2원측의 고압측압력이 25bar일때 SV3가 열리도록 토글스위치를 조작할 때 변화과정을 설명한다.

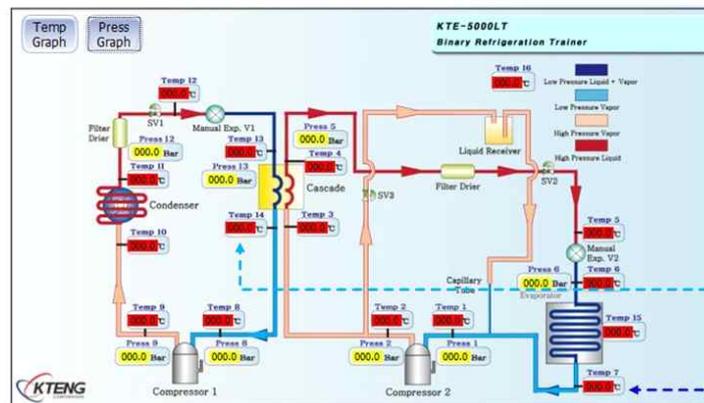
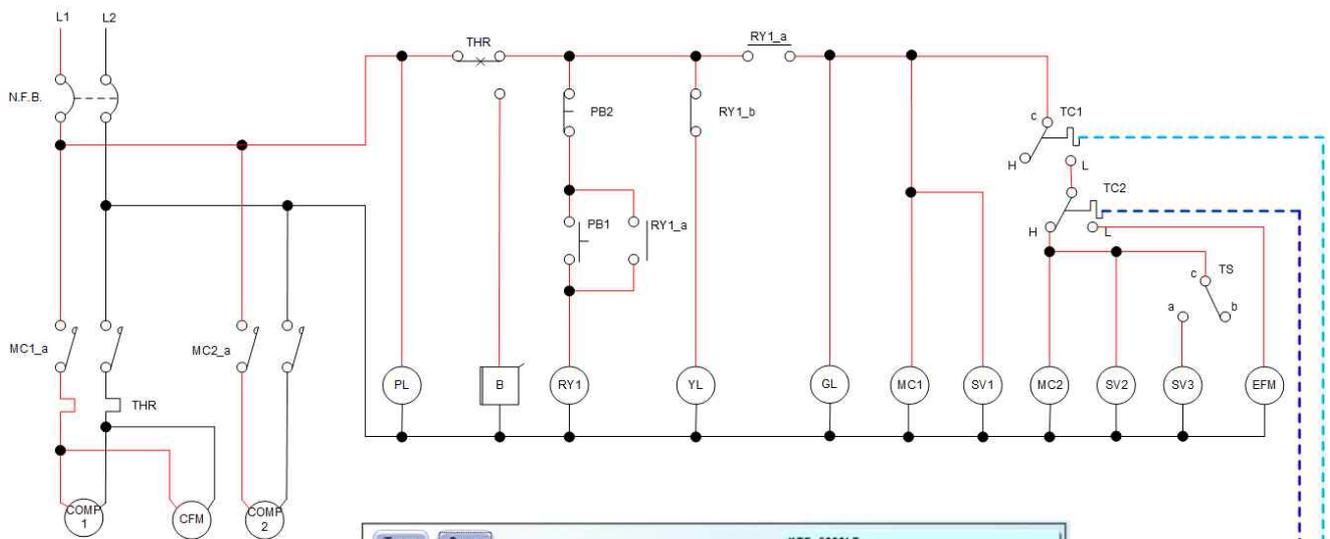
평가 기준	평가 항목		배점	득점	비 고			
	평가 기준	작품평가 (70점)			바나나 잭 사용 회로 구성 동작	20		
실배선 회로 구성 동작			20					
실배선 및 결선 상태			10					
회로의 이해와 설명			20					
작업평가 (10점)		작업 태도 및 안전	5					
		재료 공구 사용 및 정리 정돈	5					
시간평가 (20점)	· 소요시간()분 초과마다 ()점 감점				작품 평가	작업 평가	시간 평가	총점

작업과제명	4-9. 이원 냉동 시스템의 2원측 냉동기 온도 자동제어 회로 구성 운전	소요시간
		8

목 표	① 1원측 냉동기의 수동제어 운전을 이해하고 설명할 수 있다. ② 2원측 냉동기의 자동제어 운전원리와 방법을 이해하고 설명할 수 있다. ③ 이원 냉동기의 온도자동제어 운전이 원활히 진행될 수 있도록 정기적인 점검을 할 수 있다.
-----	---

사용 장비	공구 및 재료명	규 격	수량
· 초저온 이원 냉동 실험장치(KTE-5000LT)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6 × 175mm · 150mm · 0.5~6mm ² · 300A 600V	1 1 1 조별1

제 어 회 로 도



L1, L2 : 라인전압	PB : 누름버튼 스위치	TC1 : Cascade1 출구 온도스위치
N.F.B : 과전류차단기	GL : 녹색램프	PL : 전원램프
MC-a : 전자접촉기 “a” 접점	Ry-a : 릴레이 “a” 접점	YL : 황색램프
THR : 열동계전기	Ry-b : 릴레이 “b” 접점	B : 부저
COMP1,2 : 1,2원측 압축기	Ry : 릴레이 코일	CFM : 응축기용 웬 모터
HPS : 고압차단 압력스위치	MC : 전자접촉기 코일	TC2 : 증발기 출구 온도스위치
LPS : 저압차단 압력스위치	SV : 전자밸브	EFM : 증발기용 웬 모터

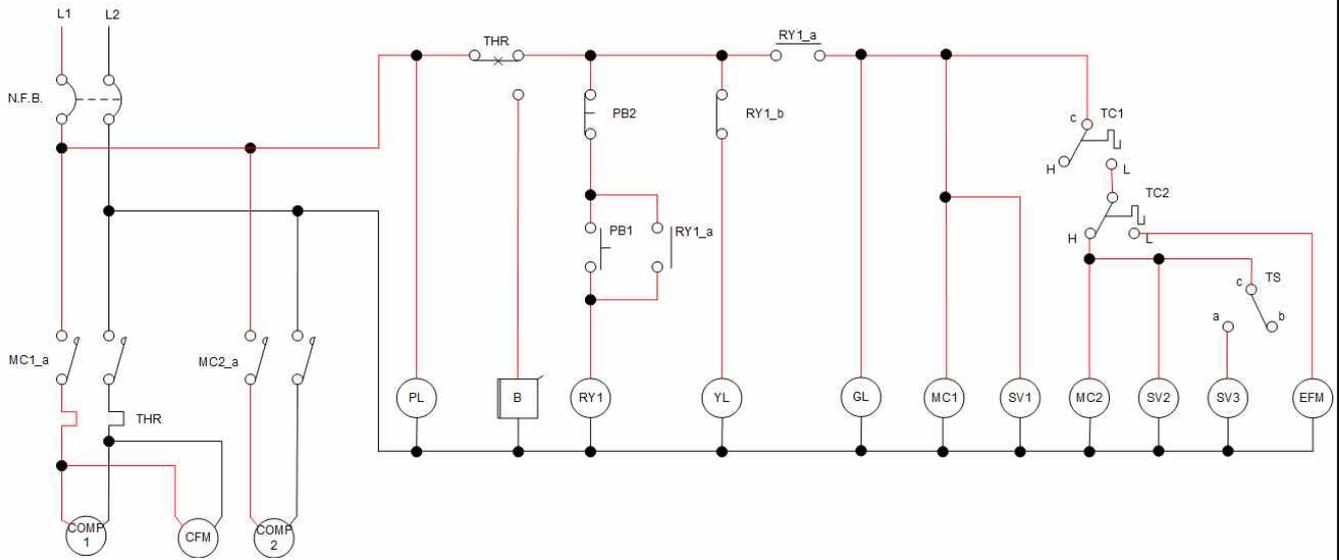
2. 압력제어 회로도를 통해 시스템 운전하기

ex) TC1: 1원측 Cascade1 출구 온도스위치 세팅: -19°C , 편차값: 1°C , L접점 연결
1원측 Cascade1 출구온도 -20°C 이하일 때 L접점 연결

ex) TC2: 2원측 증발기 출구 온도스위치 세팅: -60°C , 편차값: 5°C , H접점 연결
CUT-IN point(단입점) $-60 + 5 = -55[^{\circ}\text{C}]$
CUT-OUT point(단절점) $-60 - 5 = -65[^{\circ}\text{C}]$

- ① 차단기 NFB를 통하여 전원이 투입되면 전원표시등(PL)이 켜진다. 그리고 PB1 스위치나 전자 접촉기 MC 스위치 등은 모두 ‘b’ 접점이므로 전기가 흐르지 않아 다른 부하기기에는 전기가 공급되지 않는다.
- ② 'ON'스위치인 PB1스위치를 누르면, Ry(릴레이) 코일에 전기가 흘러 자장이 형성되어 Ry 스위치 접점인 Ry_a 접점이 닫히게 되고, PB1 스위치에서 손을 떼어도 Ry_a접점을 통해 계속 전기가 흐르는 자기유지 상태를 유지한다.
- ③ Ry_a 접점이 닫히면서 연결된 GL(녹색램프)은 점등되고 COMP1(1원측 압축기)와 SV1(전자밸브1)에 전원이 공급되어 1원측 냉동 운전을 시작한다. 반대로 Ry_b 접점은 열리게 되어 YL(황색램프)는 소등된다.
- ④ Cascade(열교환기)1측 출구 온도센서와 연결된 스위치(TC1) 단자에 전기가 공급되어, Cascade의 1원측 출구 온도가 TC1에 설정한 단절점(-20°C)보다 낮을 경우에는 전기는 'C'단자에서 'L'단자 쪽으로 흐르게 되어있다. (압축기 보호를 위한 제어)
- ⑤ TC1의 전기가 'L'단자 쪽으로 흐르면, TC2(증발기 출구 온도 스위치)에 전기가 공급되어 증발기 출구 온도가, TC2에 설정된 단입점(cut-in) 온도보다 높을 경우 전기는 'C'단자에서 'H'단자 쪽으로 흐르고, TC2에 설정한 단절점(cut-out)보다 낮을 경우에는 전기는 'C'단자에서 'L'단자 쪽으로 흐르게 되어있다.
- ⑥ 증발기 출구온도가 단입점(cut-in)보다 높아 전기가 'H'단자 쪽으로 흐르면, 2원측 Comp2(압축기)와 SV2(전자밸브2)에 전기가 공급되어 2원측 냉동 운전을 시작한다.
- ⑥ 냉동이 충분히 이루어져 증발기 출구온도가 TC2의 단절점(-65°C)이하로 떨어지면 'C'단자에서 'L'단자 쪽으로 스위치가 전환되어 Comp2,SV2에 전기 공급이 중단되고 'L' 단자와 연결된 EFM(증발기 웬 모터)에 전원이 인가되어 증발기에 부하를 가한다.

작업과제명	4-9. 이원 냉동 시스템의 2원측 냉동기 온도 자동제어 회로 구성 운전	소요시간
		8



· 요구사항

1. 초저온 이원 냉동 실험장치(KTE-5000LT)를 준비하고 전기통전과 냉매충전 상태를 점검한다.
2. 실험장비, 공구, 재료를 사용하여 바나나 잭으로 회로를 구성하여 운전한다.
3. 회로의 동작 기능을 이해하고 설명한다.
 - ① 스위치(PB, TS)를 on, off할 때 동작되어지는 과정을 설명한다.
 - ② 이원냉동시스템이 운전되어지는 과정에서 2원측 온도가 제어 운전되는 과정을 설명한다.
 - ③ 이원냉동시스템이 2원측 온도자동제어 운전될 수 있도록 온도스위치를 설정 셋팅한다.
 - ④ 이원냉동시스템이 온도자동제어 운전되는 중에 각부하의 전기적인 점검을 실시하여 이상 유·무를 판단한다.
4. 이원냉동시스템이 온도자동제어 운전 중 각부의 압력, 온도와 냉매의 압축상태를 파악한다.

평가 기준	평가 항목		배점	득점	비 고				
	작품평가 (70점)	바나나 잭 사용 회로 구성 동작			20				
실배선 회로 구성 동작		20							
실배선 및 결선 상태		10							
회로의 이해와 설명		20							
작업평가 (10점)	작업 태도 및 안전		5						
	재료 공구 사용 및 정리 정돈		5						
시간평가 (20점)	· 소요시간()분 초과마다 ()점 감점				작품 평가	작업 평가	시간 평가	총점	

5. 고장 및 대책

5-1. 전원이 인가되지 않을 때

(1) N.F.B를 On 시켜도 전원이 인가되지 않는다면, N.F.B 뒷면에 전원 코드선이 콘센트 또는 전원 입력에 설치되었는지 확인 바랍니다.



N.F.B 설치된 제어판 뒷면

AC LAMP가 켜져 있는지 확인

- (2) 뒷면 Power Cord가 꽂혀 있는지 확인
- (3) Power Cord가 전원 콘센트에 연결되었는지 확인

5-2. 기타 부품에 이상이 있을 때

(1) 기타 부품의 작동이 이상하거나 작동하지 않을 때, 당사로 A/S 신청해주시면 신속하게 처리하여 드리겠습니다.

6. 장비 사용 시 주의사항

6-1. 전원 공급

- (1) 본 실험장비는 메인전원이 단상 AC220V를 사용합니다.
- (2) 장비 동작 순서는 파워 코드가 꼽혀 있다는 전제에서 N.F.B를 켜시고 회로도를 보고 바나나잭으로 배선을 마친 후, DC 토글 스위치를 On 하십시오.
- (3) 바나나잭을 사용하여 장비 구동시 전원 공급은 DC24V를 사용하기 때문에 안전하지만 사용전력이 DC이니 +, - 단자의 혼합사용에 주의 바랍니다.
- (4) 또한 장비의 베이스 및 제어판 등이 모두 알루미늄 재질로 되어 빨간색의 +단자 연결 시 알루미늄 베이스에 닿지 않도록 주의 바랍니다.

6-2. 기계 장비

- (1) 저압측과 고압측에 설치된 충전 니플이 잘못된 사용으로 냉매가 새지 않도록 주의 하십시오.
- (2) 팽창밸브가 수동인 경우, 작동법을 정확하게 숙지하신 후 사용하시기 바랍니다.
- (3) 장비 출하 시, 자체에서 과열도와 과냉도를 $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 맞추어 보내드리나 실제 장비 설치 환경에 따라 값이 달라질 수 있습니다.
- (4) 증발기 부분의 덕트는 실험 또는 실습 시 내부 부품을 볼 수 있도록 아크릴재질로 제작되어 있으며 재질이 충격에 약하오니 사용에 주의하시기 바랍니다.
- (5) 본 실험장비는 공장에서 용접된 상태로 출하되어 임의로 해체 후 재조립 시 성능 또는 장비 이상의 문제가 발생할 수 있고 추후 A/S 요청 시 수리비가 청구될 수 있습니다.

6-3. 데이터 획득 장치와 소프트웨어

- (1) 데이터 획득 장치는 바나나잭 등으로 모두 배선 완성 후 제어판의 토글 스위치를 On하고 USB To Serial 젠더가 컴퓨터와 연결되었는지 확인 후 소프트웨어 프로그램의 RUN버튼을 눌러 사용하십시오.(※반드시 순서대로 사용하시기 바랍니다.)

6-4. 전반적인 사항

- (1) 본 장비 사용을 위해서 반드시 매뉴얼 또는 사용법을 숙지하신 후 사용하시기 바랍니다.
- (2) 장비의 해체 또는 변형 사용으로 인한 고장 발생시에는 무상 A/S기간내의 장비라 하더라도 수리비가 청구 될 수 있습니다.
- (3) 장비 사용에 있어 고장이나 이용 방법 문의에 대해서는 당사로 연락 주시면 친절히 상담해 드리겠습니다.

7. 제품 보증 및 A/S 절차

제 품 보 증 서

수리를 의뢰할 경우 구입일자가 기재된 아래 내용을 제시하시면
충분한 서비스를 받으실 수 있습니다.

모 델 명		
보증기간	1년	
구 입 일	년 월 일	
구 매 자	기관(학교)명	
	부서(학과)명	

- (1) 본 제품에 대한 품질보증은 위에 기재된 내용대로 보증혜택을 받습니다.
- (2) 무상보증 기간은 구입일로부터 산정되므로 구입일자를 기재 받으시기 바랍니다.
(구입일자 확인이 되어있지 않을 경우 제조일로부터 1년까지 위 혜택이 가능합니다.)
- (3) 구매자의 부주의로 인한 고장일 경우 협의 하에 교체부품 비용에 해당하는 수리비를 부담하여야 합니다. (예 : 입력전압 잘못 연결, 침수, 낙하, 자체임의수리 등)
- (4) 보증기간 이후의 수리를 위한 출장비, 재료비 등은 구매자가 부담하여야 합니다.

TEL : +81-31-749-5373 | FAX : +81-31-749-5376 | kteng@kteng.com | <http://www.kteng.com>

본 사 : (464-895) 경기도 광주시 오포읍 신현리 679-7번지

사업장 : (464-895) 경기도 광주시 오포읍 신현리 133-1번지

Renewable Energy / Refrigeration & Air-conditioning & Welding
Automation controls(PLC) / Robot controls / Electric & Electronics(LED lighting)
Firefighting & safety / Big data & ICT / Automobile & ship / Nano chemical



3E EDUCATION
ENGINEERING
ENVIRONMENT



주식회사 케이티엔지
TEL: 031-749-5373 | FAX: 031-749-5376
kcs@kteng.com | <http://www.kteng.com>
(12771) 경기도 광주시 오포읍 문형산길 170