

Model : KTE-7000GH

지열 히트펌프 실험장치 매뉴얼

GEOHERMAL HEAT PUMP EXPERIMENTAL EQUIPMENT



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

목 차

1. 지열 히트펌프 냉난방 실험장비	
1-1. 개요	1
1-2. 지열 히트펌프 냉난방 실험장비 이미지	2
1-3. 지열 히트펌프 냉난방 실험장비 기계장치부	4
1-4. 지열 히트펌프 냉난방 실험장비 제어장치부	8
2. DA100 소프트웨어를 활용한 지열 히트펌프 성능분석	
2-1. 소프트웨어 설치	11
2-2. DA100 프로그램을 이용한 지열 히트펌프 난방 성능 모니터링 실습	17
2-3. DA100 프로그램을 이용한 지열 히트펌프 냉방 성능 모니터링 실습	21
2-4. DA100 프로그램 설정 방법	24
2-5. DA100 프로그램 제어 방법	31
3. 지열 히트펌프 냉난방 시스템의 성능 실험과 진단	
3-1. 정지우선 자기유지회로 구성 표준 냉동기 운전하기 (시퀀스제어)	35
4. 지열 히트펌프 시퀀스 실습	
4-1. 지열 히트펌프 사방밸브 냉매 흐름방향 전환 회로 구성 운전	59
4-2. 온도 자동제어기를 이용한 냉난방 운전 실험 실습	62
4-3. 지열 히트펌프 저압압력 자동제어(L.P.S)를 이용한 냉난방 운전 실험, 실습	68
4-4. 정지우선 자기유지회로 구성 사방밸브 히트펌프 냉난방 운전하기	75
4-5. 지열 히트펌프 사방밸브 제어 냉난방 수동제어회로(자기유지회로) 구성 운전	78
4-6. 지열 히트펌프 사방밸브 제어 냉난방 온도 압력 자동제어 회로 구성 운전	81

1. 지열 히트펌프 냉난방 실험장비

1-1. 개요

지열히트펌프 시스템은 지중순환회로 내에서 연중 비교적 일정한 온도를 유지하면서 순환하는 냉매를 증발·응축시켜 필요한 열에너지를 얻는 장치로서 지중순환회로와 냉매회로로 구성되어 있다.

지열 히트펌프 실험 장치는 증기 압축식 기준 냉동사이클을 구성하여 냉동시스템의 구성 실무와 각종 기초적인 냉동·장고 자동제어운전 실험, 실습은 물론 사방밸브의 작동을 통해 난방과 냉방의 전환 작용에 대한 성능을 경험할 수 있도록 한다.

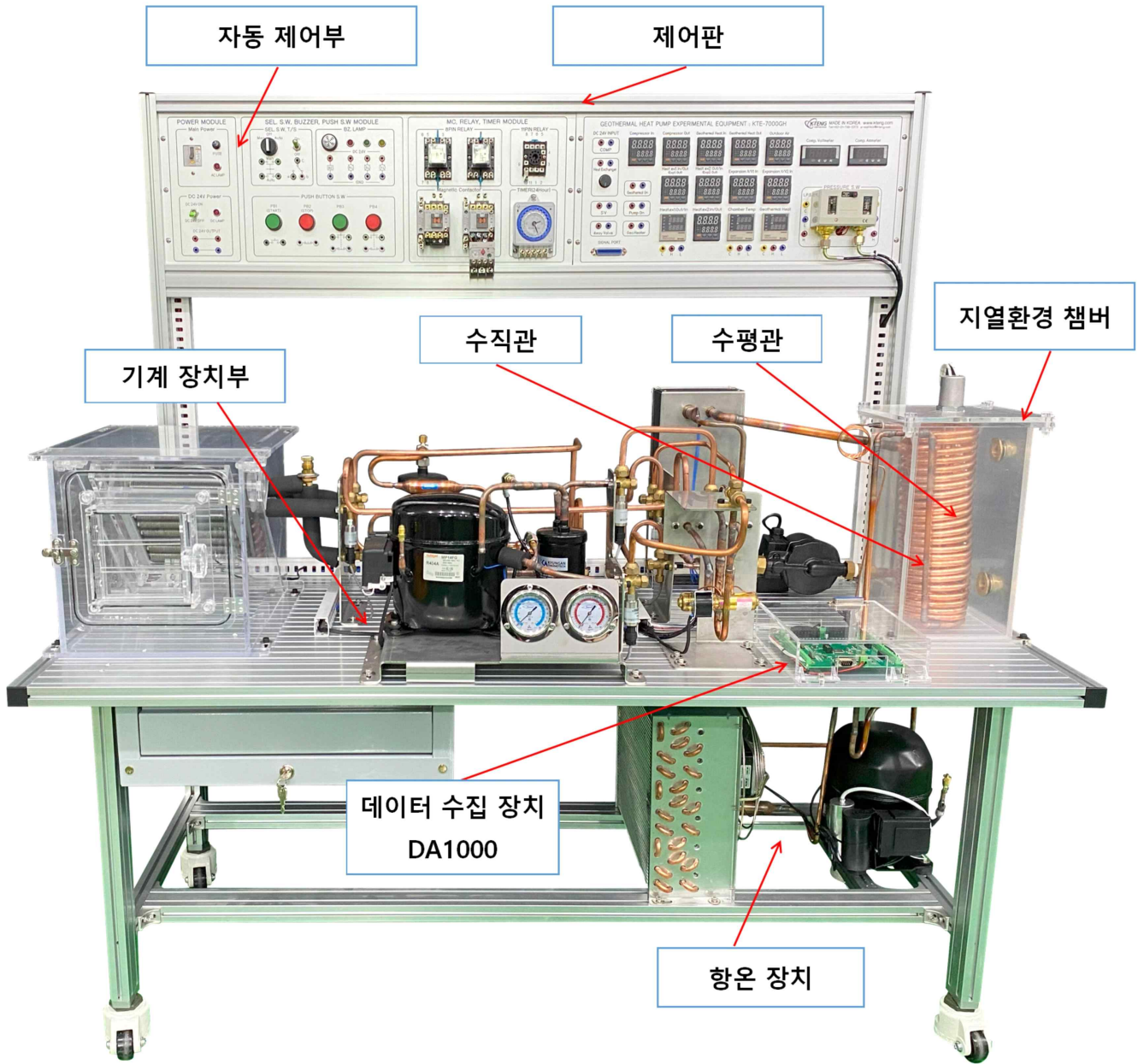
특히, 팽창기는 수동팽창밸브를 부착하여 조정함으로서 증발압력을 운전 중에 임의로 변화시킬 수 있다. 그러므로 교과서 중심(이론적인 교육)의 이론적인 냉동사이클을 기준으로 응축온도변수(응축압력변수), 증발온도변수(증발압력변수), 과열압축, 습압축, 건조포화압축, 과냉각 등 다양한 변수로 운전하여 실제적인 기준 냉동사이클에 성능을 검증, 비교분석 할 수 있도록 한다.

기준 냉동사이클의 운전 중에 다양한 변화(변수)에 대한 P-h선도 작도를 수기와 프로그램을 활용하여 작도하는 경험을 할 수 있다. 기준 냉동사이클의 성능은 냉매량, 외기온도, 운전시간, 증발압력, 응축압력 등에 따라서 수시로 변화하고, 특히 수동 팽창밸브의 개도 조정으로 증발압력 변화는 성능변수에 큰 영향을 미칠 것이다.

자동제어 장치는 열·냉동시스템을 비롯한 이공계에서 필수적으로 전수해야할 각종제어의 기초 실무와 기기의 성능과 조정 작업에 필요한 실무를 경험할 수 있도록 한다. 또한 각종 제어기기를 활용하여 기준 냉동사이클 운전에서 필요한 기초적인 회로 구성부터 응용회로를 직접 빠른 시간에 바나나 잭으로 구성 운전 실험·실습을 경험함으로써 복잡한 열·냉동시스템의 자동제어 회로의 이해와 실무능력을 갖출 수 있도록 한다.

또한, 계속되는 에너지 위기 속에서 중요한 에너지원으로 인정받고 있는 지열시스템을 실험실 규모의 장치로 운전, 성능측정을 통하여 지열히트펌프의 작동원리를 이해하고 지열히트펌프에 대한 적응력을 높일 수 있는 장치이다.

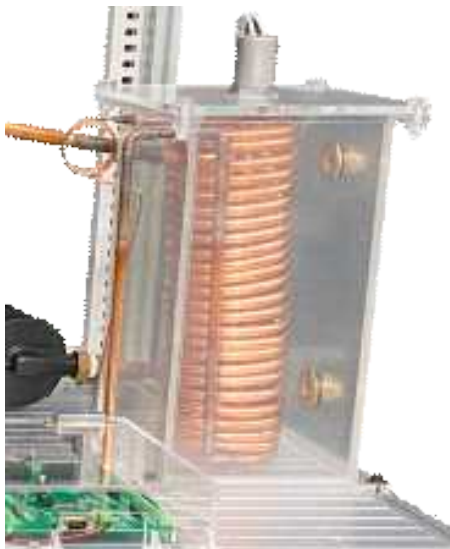
1-2. 지열 히트펌프 냉난방 실험장비 이미지



지열 히트펌프 냉난방 실험장비 [KTE-7000GH]

- (1) 자동 제어부 : 타이머, 릴레이, N.F.B, 토글스위치, 전류·전압측정기, 부저, 램프(빨강, 녹색, 주황), 고·저압력스위치, 마그네틱 컨택터, 전원입력부, 온도스위치, 푸쉬버튼, 토글스위치로 구성되며 냉동기에 장치를 다양한 운전회로로 운전시킨다.
- (2) 기계 장치부 : 압축기, 판형열교환기, 수액기, 필터드라이어, 사이트 글라스, 솔레노이드 밸브, 팽창밸브, 판형열교환기, 사방밸브, 액분리기, 고·저 압력게이지, 체크밸브로 구성되며 자동제어부에서 구성된 회로대로 운전된다.

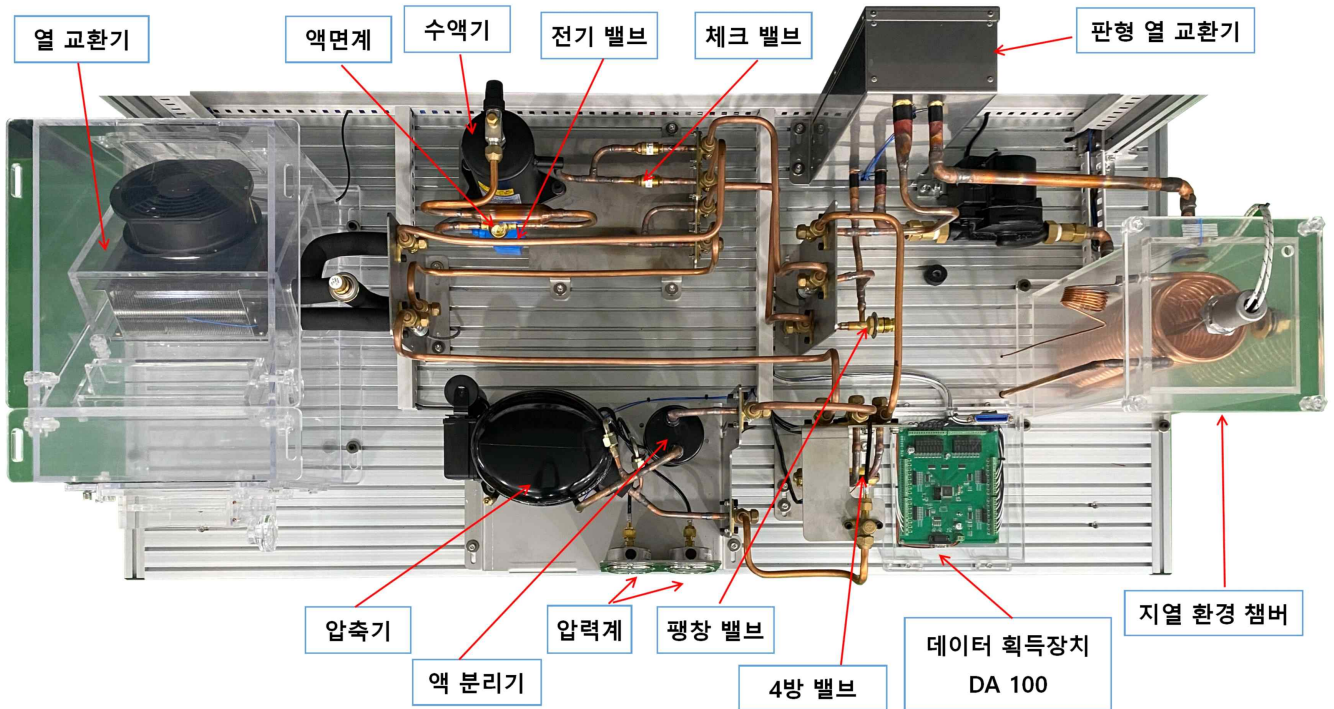
- (3) 지열 환경부 : 지열환경챔버, 냉동기와 히터로 구성된 항온조, 수직 및 수평관, 유량계, 슬레노이드 밸브, 열매체 순환펌프, 온도제어기로 구성되며 제어판에서 지열환경챔버의 온도와 열매체 순환펌프를 운전한다.
- (4) 소프트 웨어부 : KTE-DA100(소프트웨어)는 사이클의 각 부 온도, 압력, 엔탈피, 열교환량을 실시간 표시, 엑셀 파일 저장, 자료를 그래프로 분석할 수 있다.
- (5) 하드 웨어부 : KTE-DA100(하드웨어), 컴퓨터(팬티엄4급 이상, 운영체제 윈도우98 이상, 메모리 256M 이상, 하드공간 100MB 이상), S.M.P.S, T-Type 열전대와 압력센서로 구성되어 각부의 온도, 압력, 엔탈피, 열교환량, COP 값을 기계장치에서 컴퓨터로 인터페이스 되도록 한다.



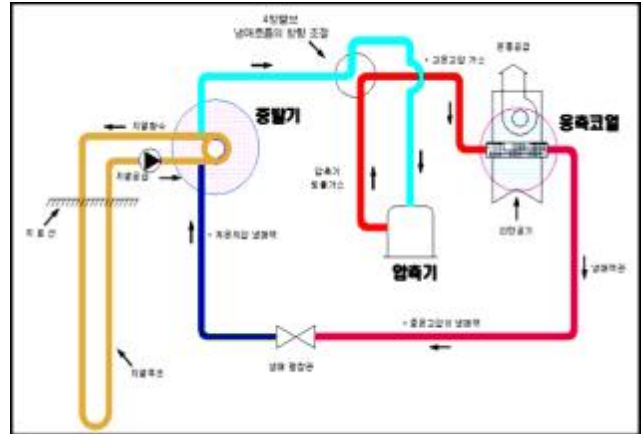
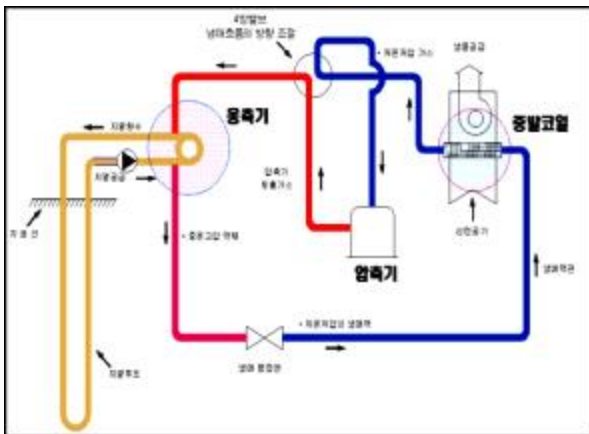
- ① 지열환경챔버
(Geothermal Environment Chamber)
- ② 수평관(Horizontal Pipe)
- ③ 수직관(Vertical Pipe)
- ④ 제어판넬(Control Panel)
- ⑤ 유량계(Flow meter)
- ⑥ 항온장치(Refrigerant & Heating Part)

- ① 지열 챔버 순환펌프
: 지열 챔버, 항온 수조 순환
- ② 수직/수평 전환 스위치
: 수직, 수평 열교환기 전환
- ③ 지열-열교환기 순환펌프
: 지열 환경 챔버와 기계장치부의
판형 열교환기 순환

1-3. 지열 히트펌프 냉난방 실험장비 기계장치부



지열 히트펌프 냉난방 실험장비 [KTE-7000GH]



■ 냉방시

압축기 → 판형 열교환기 → 수액기 → 필터드라이어 → 사이트그라스 → 전자밸브 → 수동 팽창밸브 → 판형 열교환기 → 압축기

■ 난방시

압축기 → 사방밸브 → 판형 열교환기 → 수액기 → 필터드라이어 → 사이트그라스 → 전자밸브 → 수동 팽창밸브 → 판형 열교환기 → 압축기

(1) 압축기(Compressor)



[그림 1.1.4] Compressor

※ Specification

- Model : P-12TN(ACC)
- 1/2HP
- 용도 : 중 · 고온용
- 증발기온도 : $-25^{\circ}\text{C} \sim 10^{\circ}\text{C}$
- Motor Type : CSR
- Cooling Capacity : 1,588kcal/h
- Refrigerant : R-22
- 단상 220V
- Controller 포함

압축기 및 모터(Motor Compressor)는 표준 냉동 실험기계장치의 증발기에서 피 냉각 물체로부터 열을 흡수하여 증발한 저온, 저압의 기체냉매를 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.

(2) 충전니플(Nipple)



[그림 1.1.5] Nipple

충전 니플은 압축기 토출과 흡입 측 고 · 저압 배관에 부착하여 표준 냉동 장치의 기밀시험, 진공시험, 냉매충전, 냉매 이송 시에 매니폴드게이지와 사용되는 필수 부품이다.

(3) 열교환기(Heat Exchanger)



[그림 1.1.6] Heat Exchanger

응축기는 압축기에서 토출된 고온, 고압 냉매가스 열을 상온의 공기 중에 방출하여 응축시키는 작용을 한다. 압축기에서 토출된 고온고압의 기체냉매를 주위의 공기나 냉각수에 열 교환시켜 기체냉매의 열을 방출하여 응축 액화하는 장치이다. 뜨거운 바람이 나오는 곳으로 응축기는 실외기 속에 있는 기기로서 압축기에서 나온 냉매가스가 냉매액체로 변하게 한다. 액체상태로 만들어주는 이유는 상태변화시 잠열을 이용하기 위함이다. 증발기에서 열을 많이 빼기 위해서는 액체상태에서 기체상태로 변화할 때 즉, 잠열을 이용할 때 최고의 성능이 생긴다.

(4) 수액기(Receiver)



[그림 1.1.6] Liquid Receiver

수액기는 응축기에서 액화된 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) 필터드라이어(Filter Drier)



[그림 1.1.7] Filter Drier

필터드라이어는 냉동장치의 냉매계통 중에 수분과 이 물질이 존재하게 되면 냉동 장치에 여러 가지 악영향을 미치게 되므로 이를 예방하기 위해 팽창밸브와 수액기 사이의 액관에 설치, 계통 중의 수분과 이 물질을 제거한다.

(6) 전자밸브(Solenoid V/V)



[그림 1.1.8] Solenoid V/V

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

(7) 팽창밸브(Expansion V/V)



[그림 1.1.9] Expansion V/V

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 압력으로부터 해방되어 증발하기 시작한다. 아울러 증발기에서 충분한 열을 흡수할 수 있도록 적정량을 조절해준다.

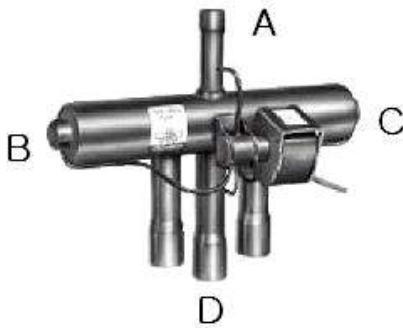
(8) 판형열교환기



[그림 1.1.10] Evaporator

열교환기는 온도가 서로 다른 매체를 근접시켜 매체 열을 서로 나누어 가지도록 하는(상호 교환하는) 장치를 통칭한다. 판형 열교환기는 열판을 이용하여 열교환이 이루어지게 만든 구조이다. 근접한 열판 사이로 한쪽 면은 뜨거운 매체를 다른 면은 차가운(덜 뜨거운) 매체를 통과시켜 뜨거운 매체의 열이 차가운 매체로 전달되도록 설계 되어있다.

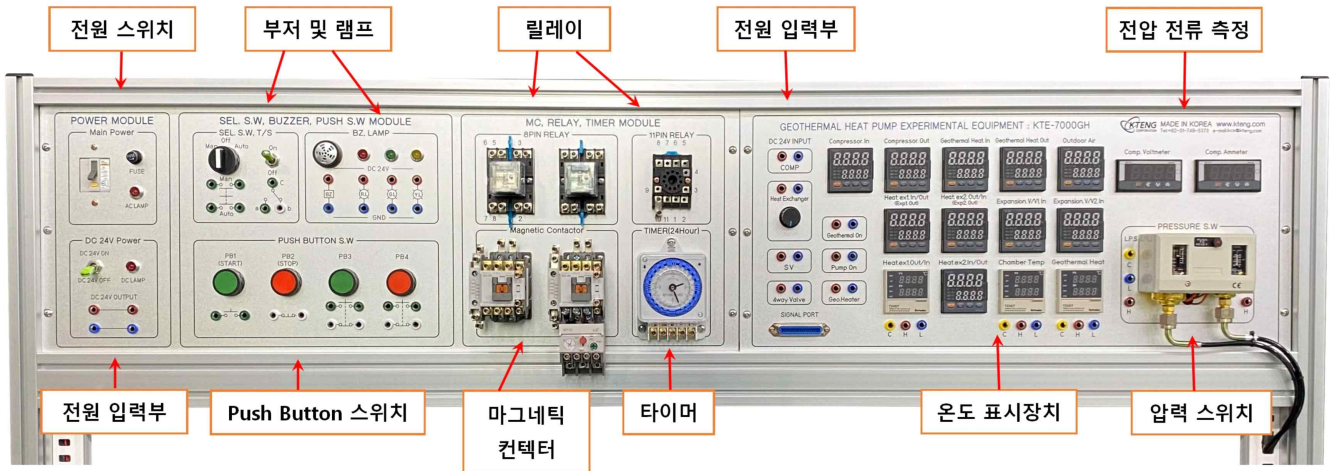
(9) 4-Way V/V



4way valve는 기본적으로 고·저압이 인가되지 않는 상태에서는 작동하지 않습니다. 물론 방향을 조절하는 Solenoid valve는 신호에 따라 작동하지만 실제 4way valve내의 방향변화는 없습니다. 다시말해 고저압이 인가 되는 조건에서만 작동하도록 설계되어있습니다. 그림에서 보듯이 4way valve의 솔레노이드밸브에는 세관이 A,B,C,D부분과 연결되어 있습니다. 4way valve몸통 내부에는 D라인을 기준으로 우측과 좌측라인 한개만을 연결시킬 수 있는 크기의 캡이 있으며, 좌우측으로 움직이도록 설계되었습니다. 원리는(4way valve 그림에서 A는 항상 고압측이고, D는 저압측입니다.) 사이클이 작동하는 상태에서 솔레노이드밸브에 의해 세관 A&B, C&D가 연결되게 되면, 4way valve몸체 내부는 B영역은 고압, C영역은 저압이 인가되어 위에서 언급하였던 캡은 압력차에 의해 C영역으로 밀착됩니다. 이때 4way valve내의 유로는 A-B, C-D가 됩니다. 반대로 세관 A&C, B&D가 연결되게 되면 유로는 A-C, B-D가 되어 사이클 내부의 방향을 바꾸어줍니다.

[그림 1.1.11] 4Way-valve

1-4. 지열 히트펌프 냉난방 실험장비 제어장치부

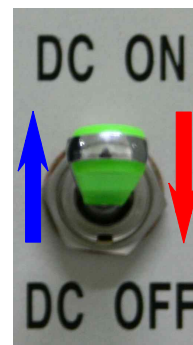


- | | |
|----------------------------|------------------------|
| ① N.F.B | ⑨ DC Power , DC Output |
| ② Selector S/W, Toggle S/W | ⑩ On/Off Switch |
| ③ Buzzer | ⑪ M.C |
| ④ Lamp | ⑫ Timer |
| ⑤ 8 Pin Relay | ⑬ Signal Port |
| ⑥ 11Pin Relay | ⑭ Low Pressure Switch |
| ⑦ DC Input | ⑮ High Pressure Switch |
| ⑧ Temp. Display | ⑯ Temp. Controller |

(10) 메인전원



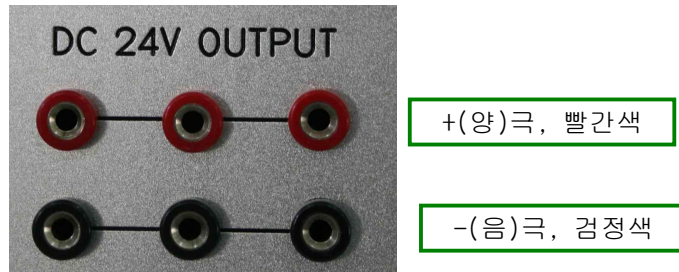
메인전원부



TOGGLE Switch

표준 냉동 실험장치 제어판후면에 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 장치에 DC 24V가 인가된다.

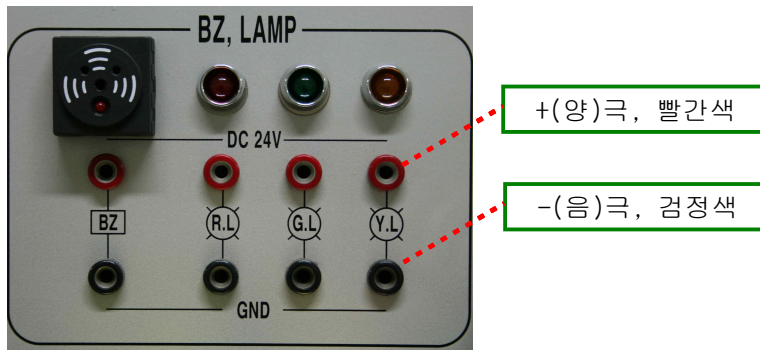
(11) 전압 전류 측정



DC 24V 출력부

장비에 사용되는 DC 24V 전압 출력부로 바나나 잭 중 (+)는 빨간색, (-)는 검정색에 꽂는다.

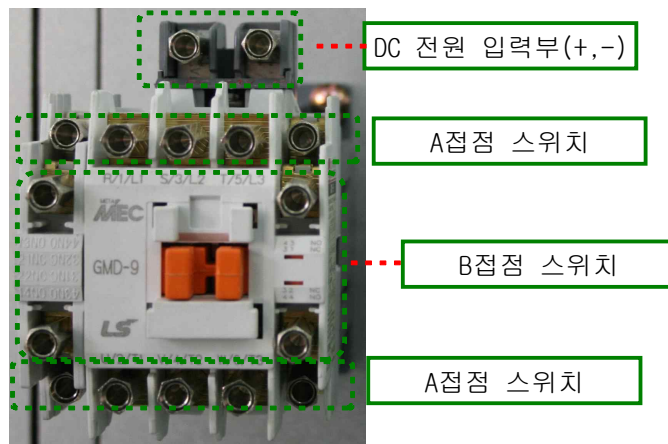
(12) 부저, 램프



부저, 램프

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

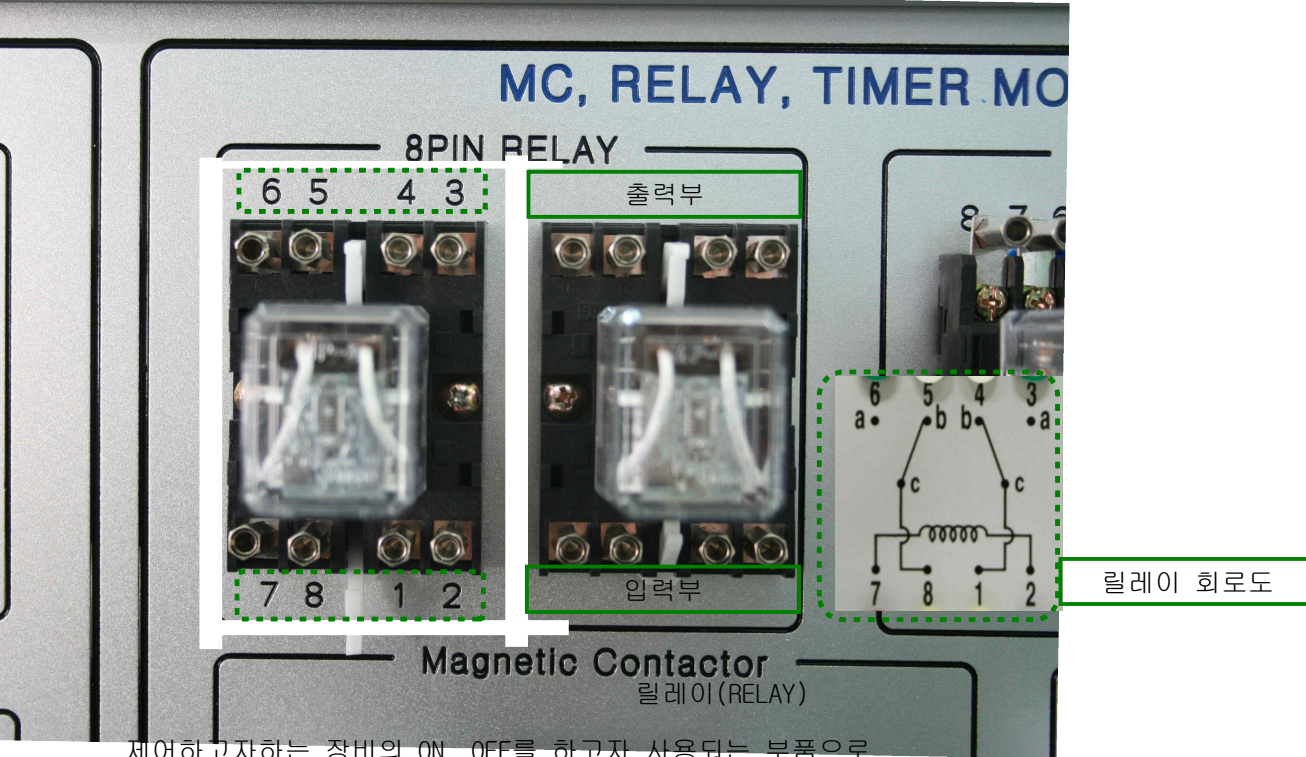
(13) 마그네틱컨택터(M/C)



마그네틱 컨택터(M/C)

제어하고자하는 장비의 ON, OFF를 하고자 사용되는 부품으로

- ① DC 전원 입력부에 빨간색으로 +를, 검정색으로 -를 입력한다.
- ② A접점 스위치는 전원이 인가되는 스위치이고 B접점 스위치는 전원이 차단되는 스위치이다.



제어하고자하는 장비의 ON, OFF를 하고자 사용되는 부품으로

- ① 전원 입력부에 빨간색에는 +, 검정색에는 -를 연결한다.
- ② 출력부를 통해 제어하고자하는 장치에 +극으로 연결한다.

2. DA100 소프트웨어를 활용한 지열 히트펌프 성능분석

2-1. 소프트웨어 설치

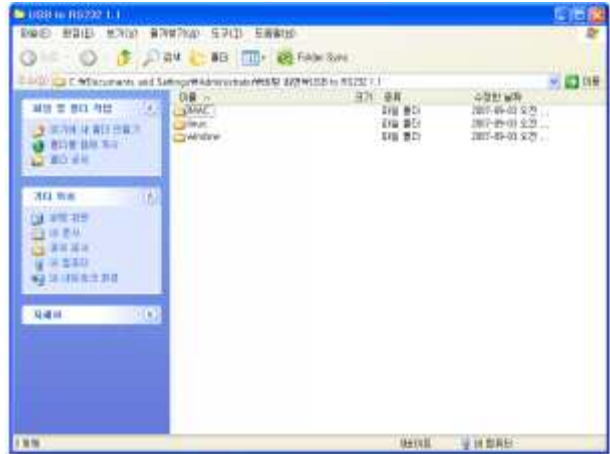
1) USB TO SERIAL 설치

- 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.

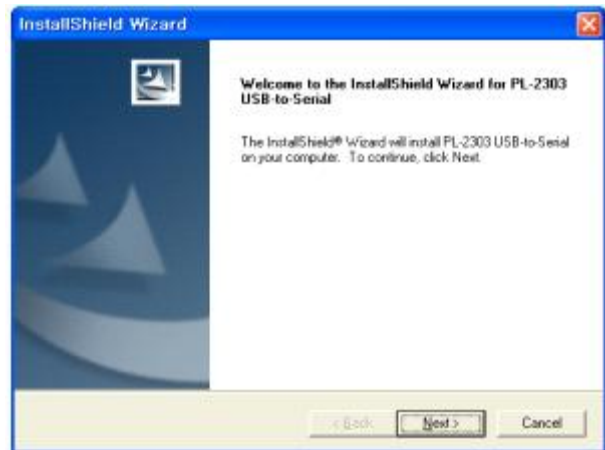
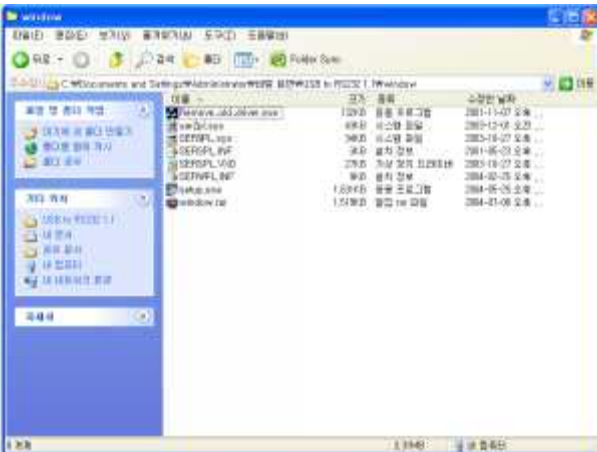


- ③ 다음의 화면에서 window 폴더를 더블클릭합니다.



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

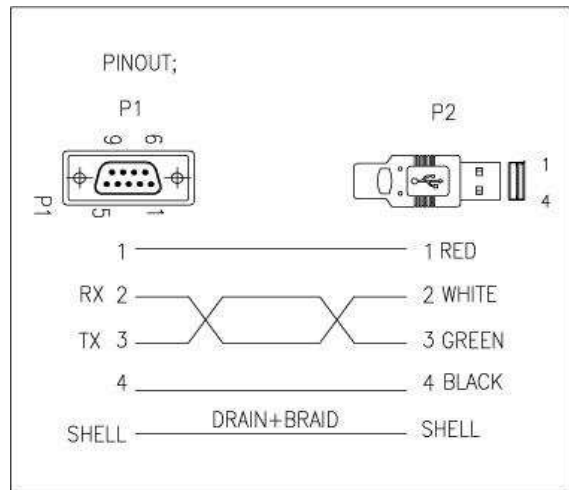
- ⑤ Next를 클릭하여 프로그램을 설치합니다.



⑥ 설치가 완료되면 다음의 화면이 나타납니다.



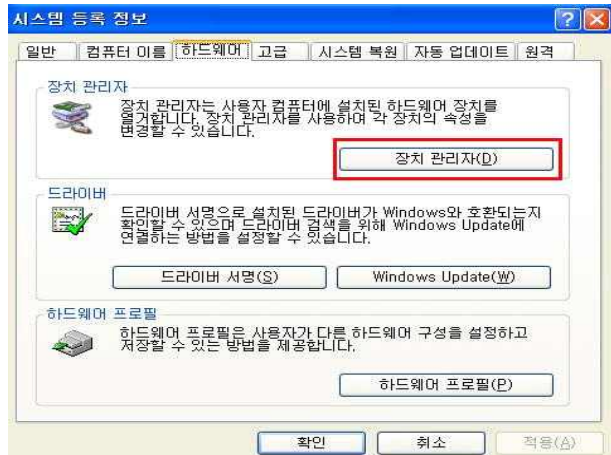
⑦ USB TO SERIAL PORT 배선도



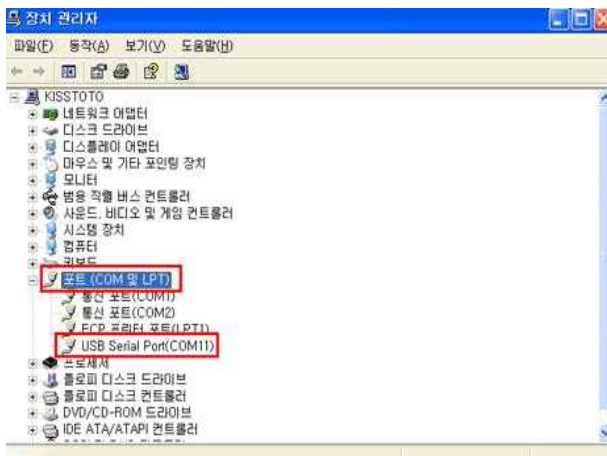
⑧ 통신포트 설정방법
시작클릭 // 설정 // 제어판으로 들어갑니다.
제어판에서 시스템을 두번 클릭합니다.



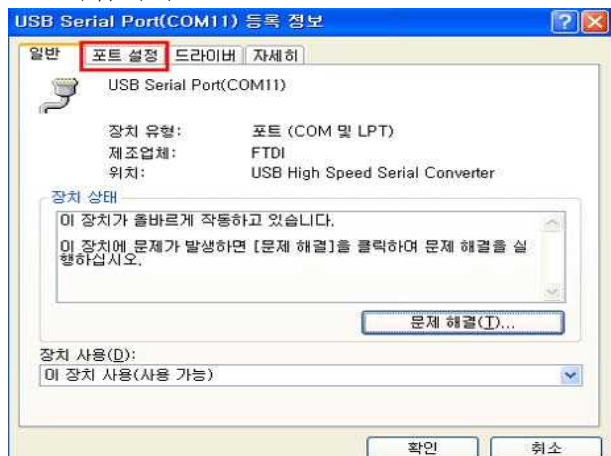
⑨ 하드웨어 탭을 클릭합니다.



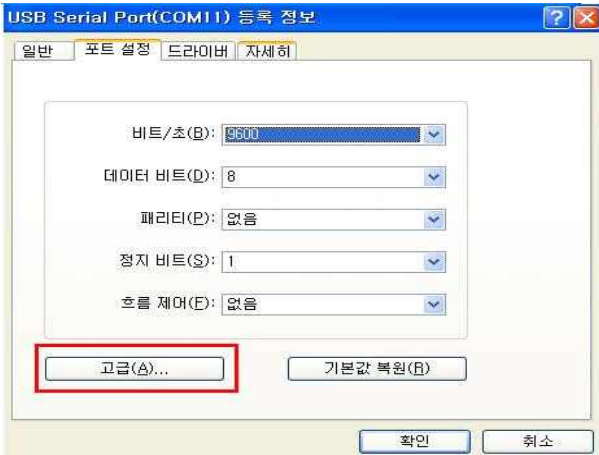
⑩ 장치 관리자를 클릭합니다.



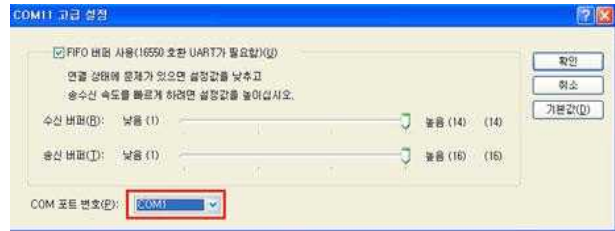
⑪ 포트부분을 두 번 클릭하면 그림과 같이 USB SERIAL PORT 보입니다. USB SERIAL PORT 마우스 오른쪽 클릭 후 속성으로 들어갑니다.



⑫ 포트설정을 클릭



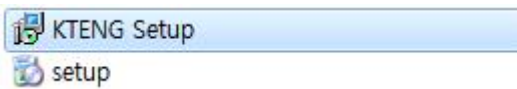
⑬ 고급 클릭



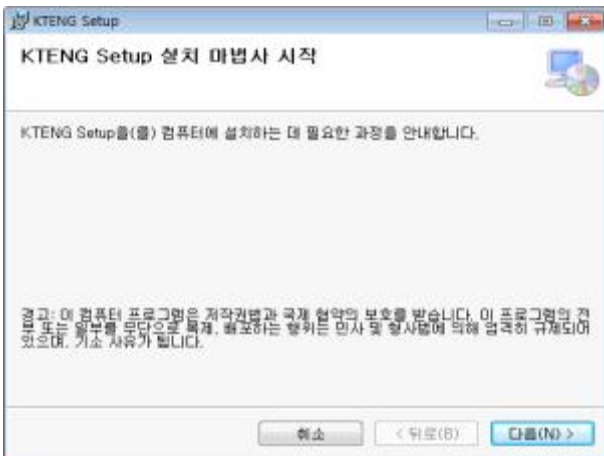
⑭ 사용하는 장치에 맞게 포트 변경 후 확인을 클릭하면 종료

2) KTE-DA100 설치 및 메뉴 설명

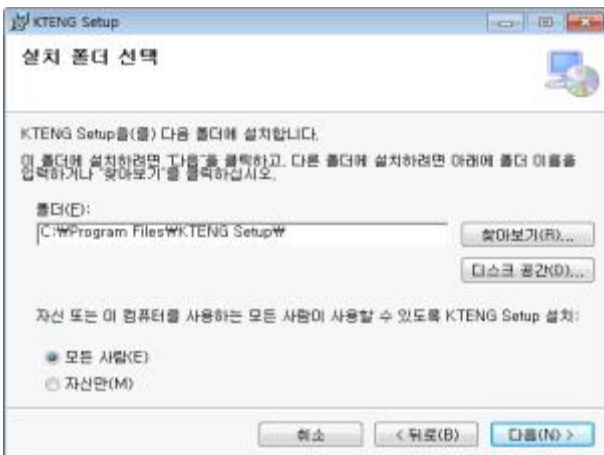
1) KTE-DA100 설치



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

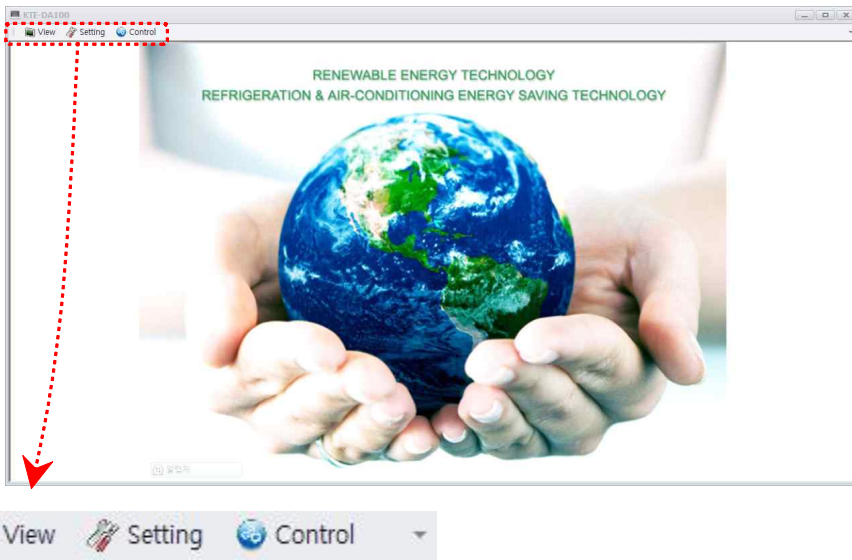
⑤ 바탕화면 또는 시작-프로그램에서 KTENG System 프로그램을 실행시키면 아래와 같은 메인 화면이 나타납니다.



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

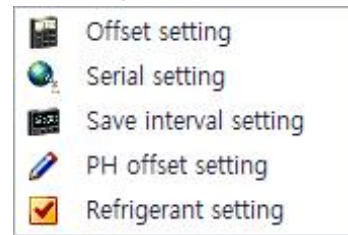


① View

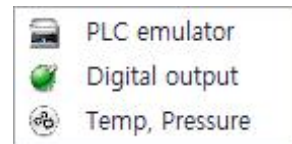


(냉동장비 11종, 태양열/지열 5종, 태양광/풍력 4종)

② Setting



③ Control



[1] Setting

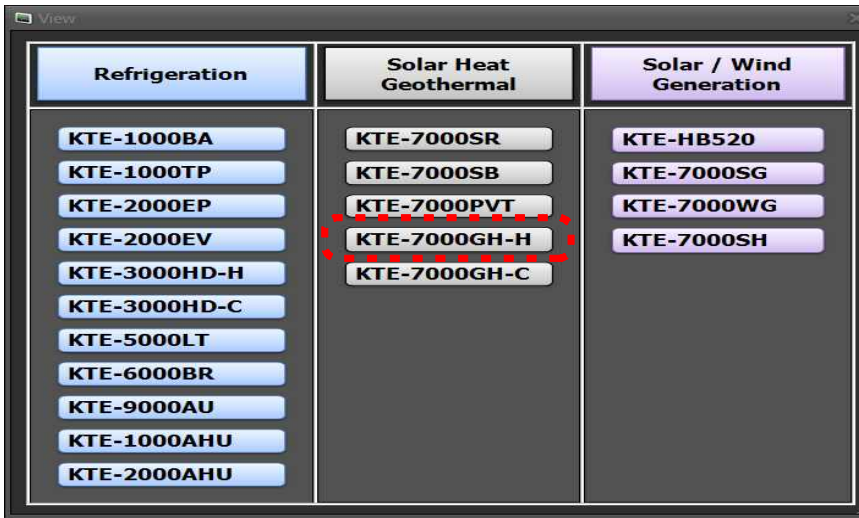
Menu	Explain
Offset Setting	온도, 압력, 전압 초기화 설정
Serial Setting	컴퓨터와 하드웨어간의 통신 포트 설정
Save Interval Setting	데이터 수집 시간 간격 설정
PH Offset Setting	PH선도 이미지 선도 온도, 엔탈피 범위 설정
Refrigerant Setting	냉매 선택

[2] Control

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

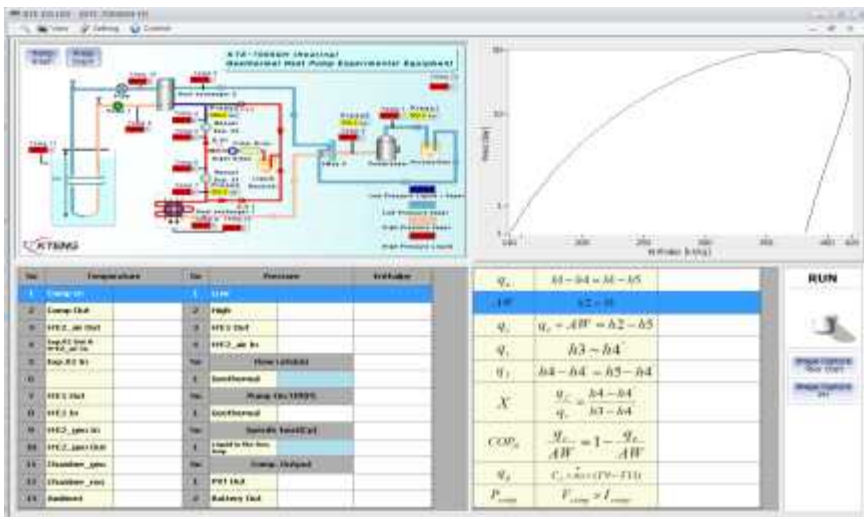
2-2 DA100 프로그램을 이용한 지열 히트펌프 난방 성능 모니터링 실습

2-2-1 전용 프로그램 선택



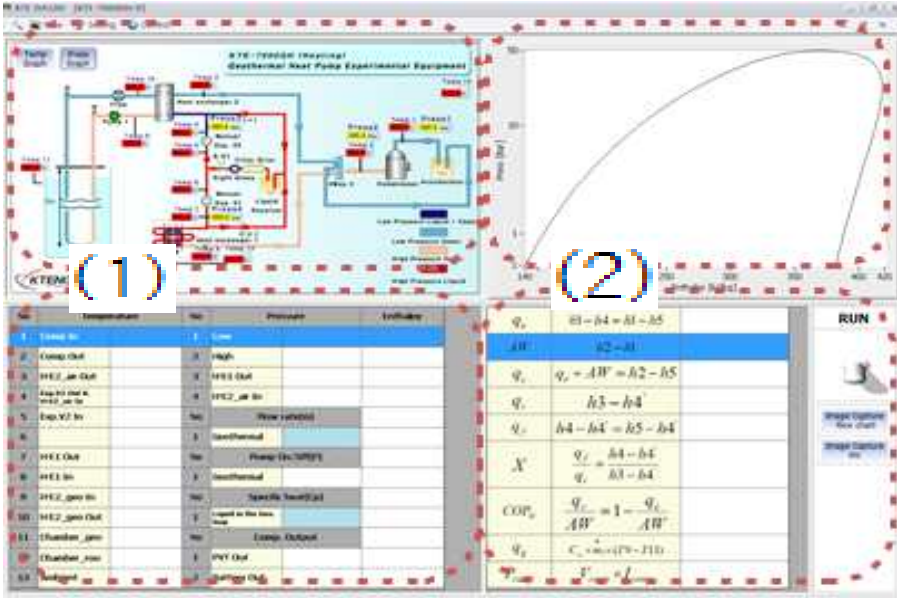
(1) 프로그램 실행하면, 왼쪽 화면이 나옴.

(2) 이 화면에서 “Solar Heat Geothermal” 의 “KTE-7000GH-H” 선택



(3) 선택 시 왼쪽 화면이 나옴

2-2-2 전용 프로그램 메인화면



(1)

(2)

(3)

(4)

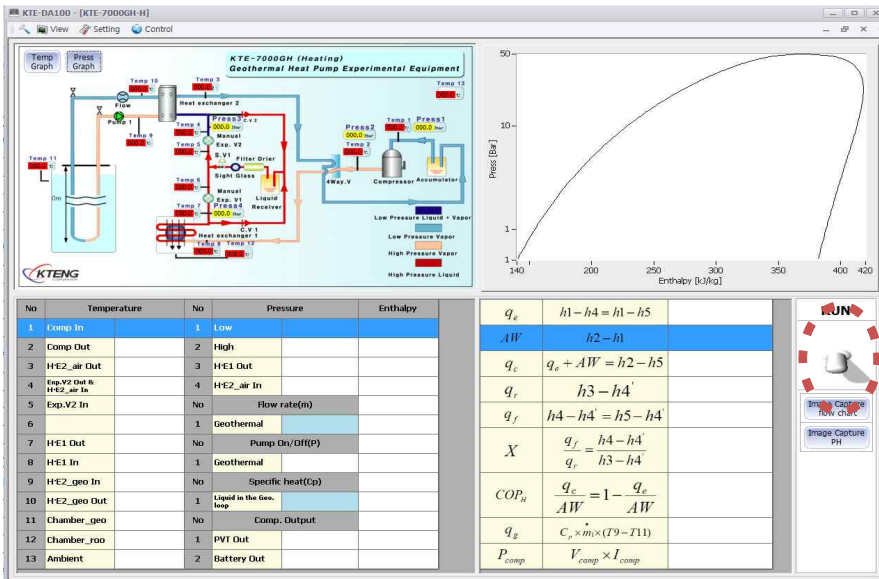
(1) Diagram 표시 영역 및 실시간 온도, 압력 표시

(2) 온도, 압력, 유량 등 텍스트 표현

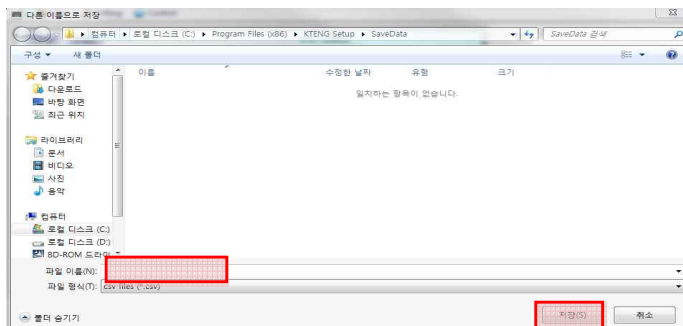
(3) PH 선도 표시 영역

(4) 열량, 성능계수, 소비전력 표시 영역, 운전스위치, 이미지 캡처 버튼

2-2-3 데이터 저장

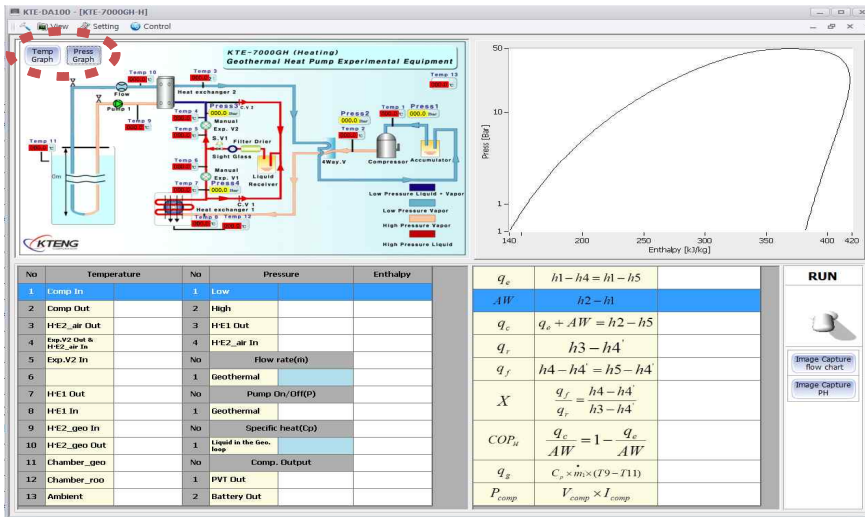


(1) 데이터 수집 시작 - 오른쪽 하단의 RUN Toggle S/W를 위로 올림

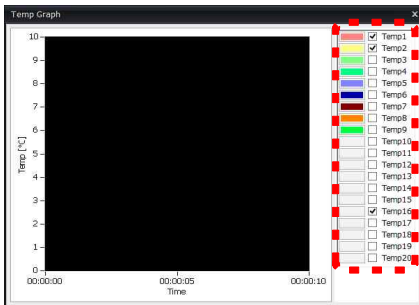


(2) 데이터 저장 파일명을 입력하라는 대화 메시지가 뜬 파일이름 입력 후 저장 클릭

2-2-4 그래프 보기



(1) Temp Graph 보기



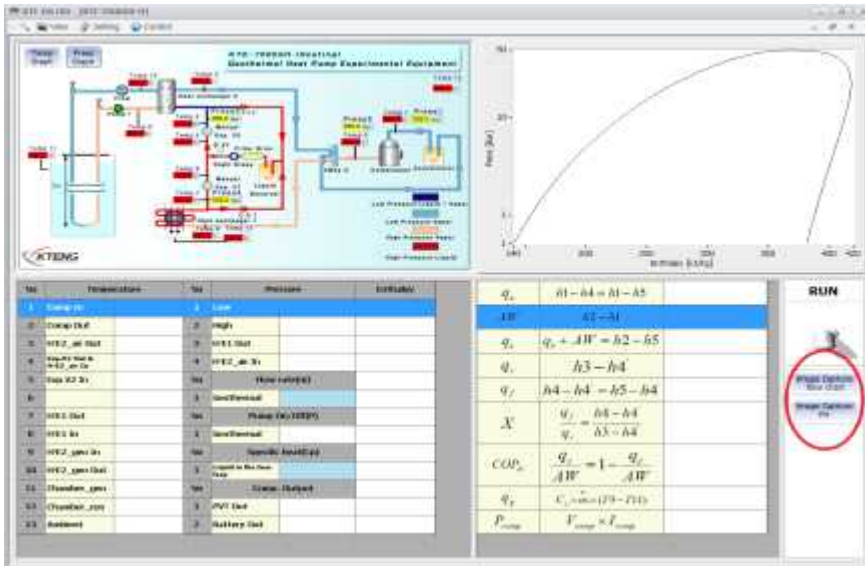
Temperature Realtime Graph



Voltage Data Graph

- (2) 선택시 화면
 - 온도/압력 개수에 맞게 선택하여 실시간 볼 수 있음

2-2-4 캡처 기능



- (1) 이미지 캡처
 - (2) 선택 시 화면
 - Diagram(Flow Chart)
- 캡처
- PH 선도 캡처

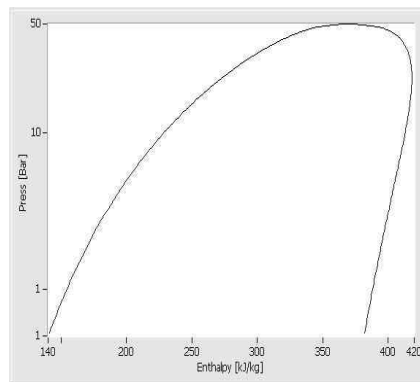
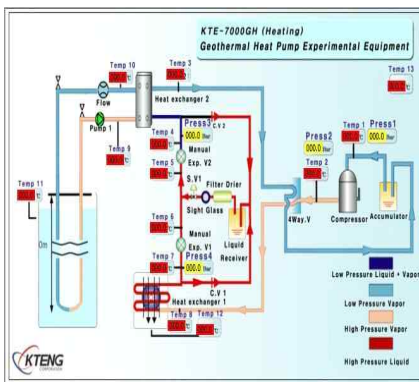


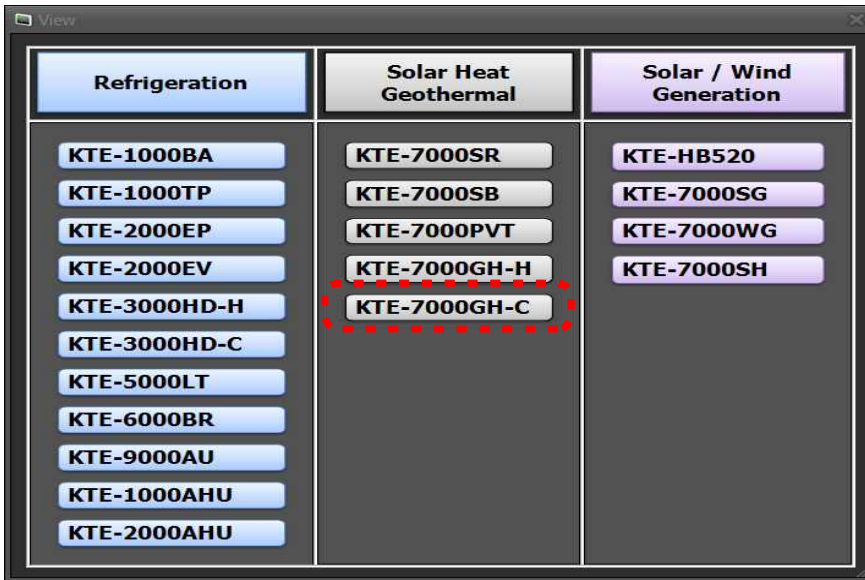
Diagram 캡처(Flow Chart)

PH 선도 캡처

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

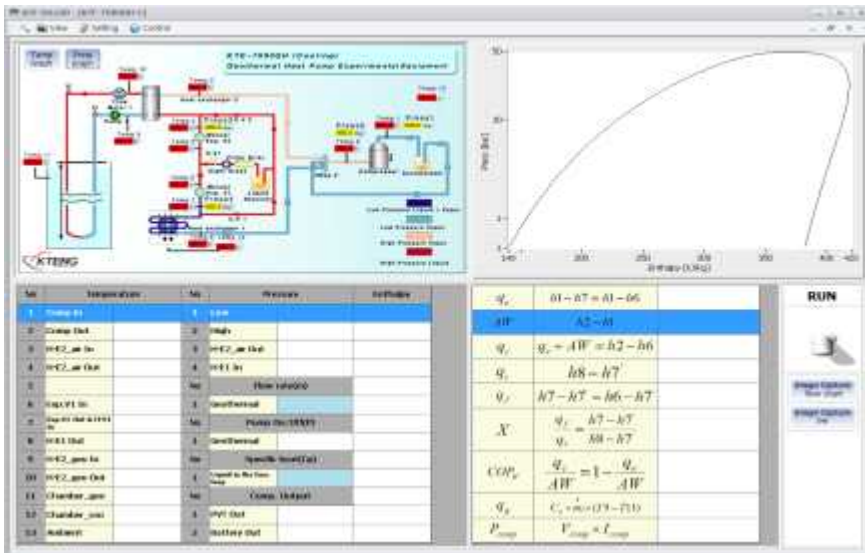
2-3. DA100 프로그램을 이용한 지열 히트펌프 냉방 성능 모니터링 실습

2-3-1 전용 프로그램 선택



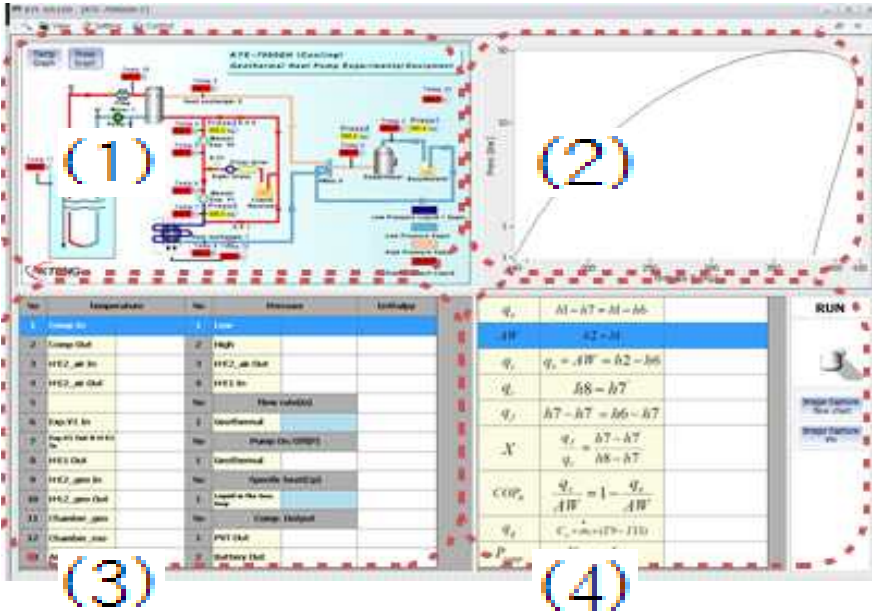
(1) 프로그램을 실행하면, 왼쪽 화면이 나옴

(2) 이 화면에서 “Solar Heat Geothermal” 의 “KTE-7000GH-C” 선택



(3) 선택시 왼쪽 화면이 나옴

2-3-2 전용 프로그램 메인화면



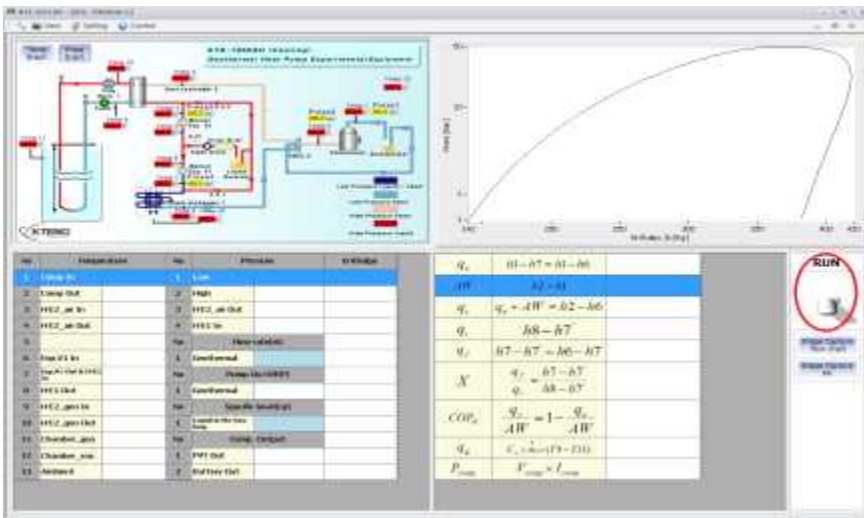
(1) Diagram 표시 영역 및 실시간 온도, 압력 표시

(2) 온도, 압력, 유량 등 텍스트 표현

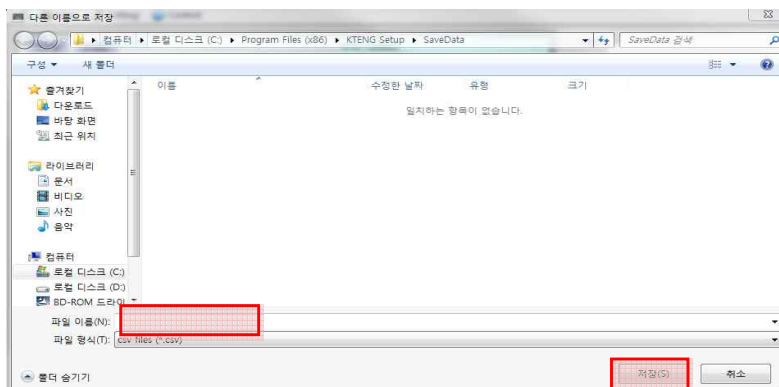
(3) PH 선도 표시 영역

(4) 열량, 성능계수, 소비전력 표시 영역, 운전스위치, 이미지 캡처 버튼

2-3-3 데이터 저장

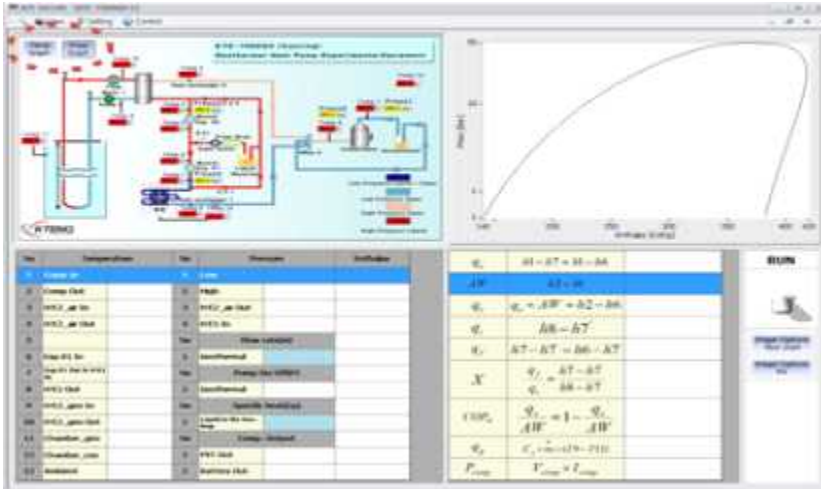


(1) 데이터 수집 시작 - 오른쪽 하단의 RUN Toggle S/W를 위로 올림



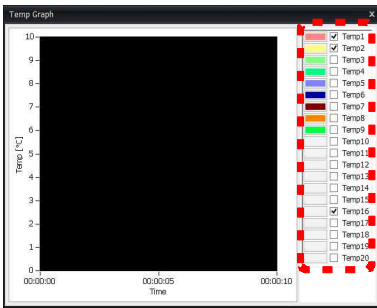
(2) 데이터 저장 파일명을 입력하라는 대화 메시지가 뜬. 파일이름 입력 후 저장 클릭

2-3-4 그래프 보기

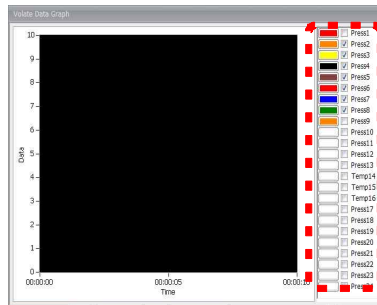


(1) Temp Graph 보기

(2) Diagram 왼쪽 상단 해당 아이콘 클릭



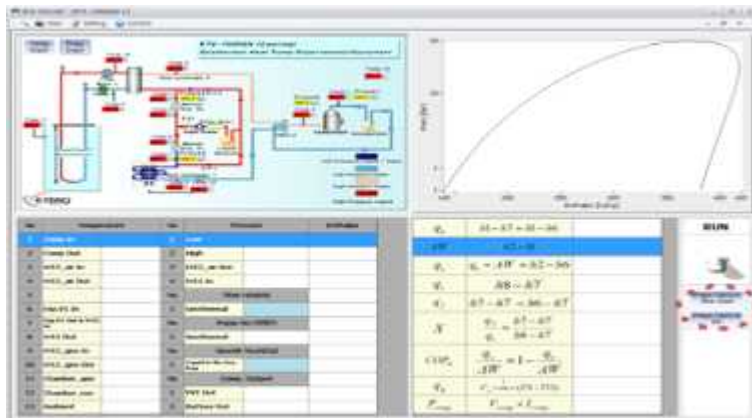
Temperature Realtime Graph



Voltage Data Graph

(3) 선택시 화면
- 온도/압력 개수에 맞게 선택하여 실시간 볼 수 있음

2-3-5 캡처 기능



(1) 이미지 캡처

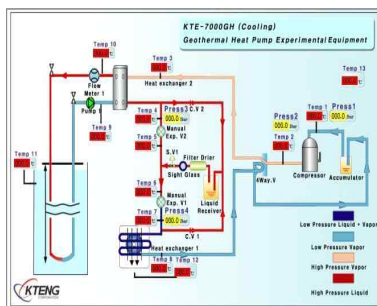
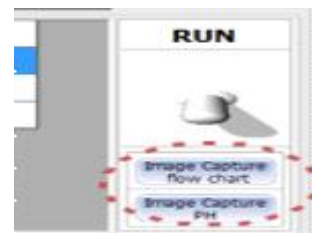
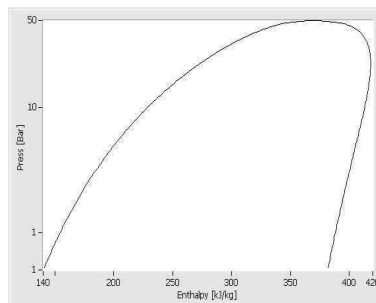


Diagram 캡처(Flow Chart)

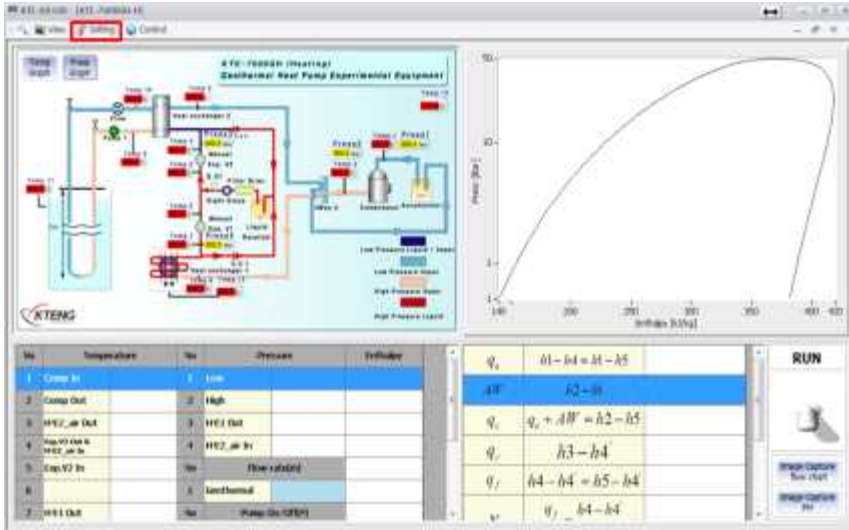


PH 선도 캡처

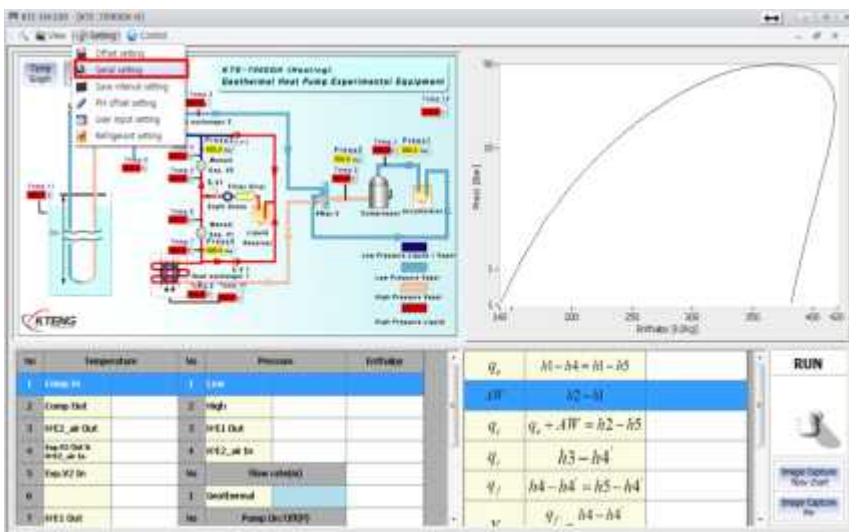
(2) 선택시 화면
- Diagram(Flow Chart) 캡처
- PH 선도 캡처

2-4. DA100 프로그램 설정 방법

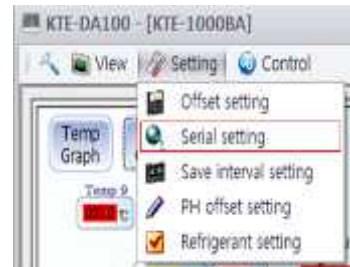
① Serial setting



(1) Setting 클릭



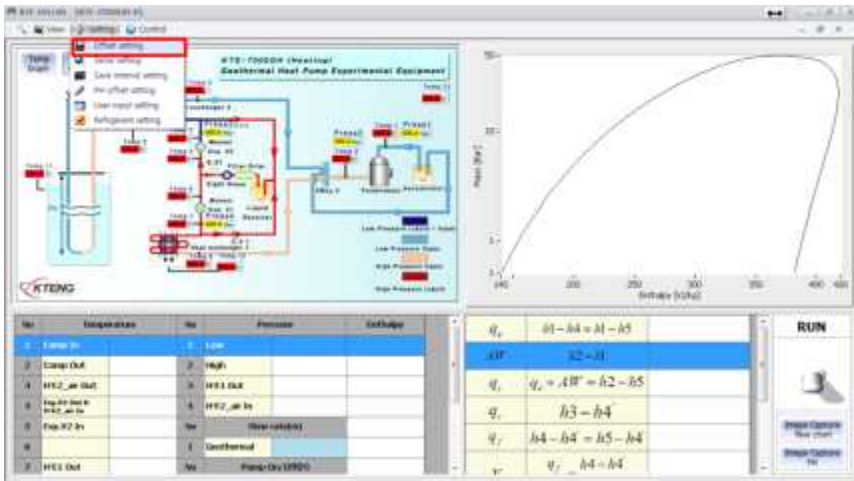
(2) Serial setting 클릭



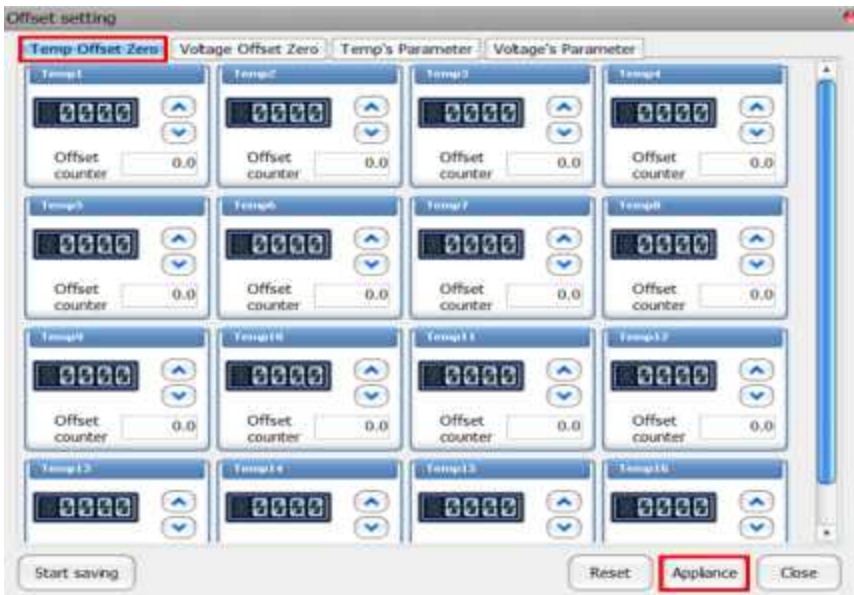
(3) 포트 위치에 따라 COM번호가 달라진다. COM번호를 선택하고 OK 클릭

※포트 번호 확인은 Use to serial 설치에서 확인

② Offset setting



(1) Offset setting
클릭 시 아래와 같은 창이 뜬다

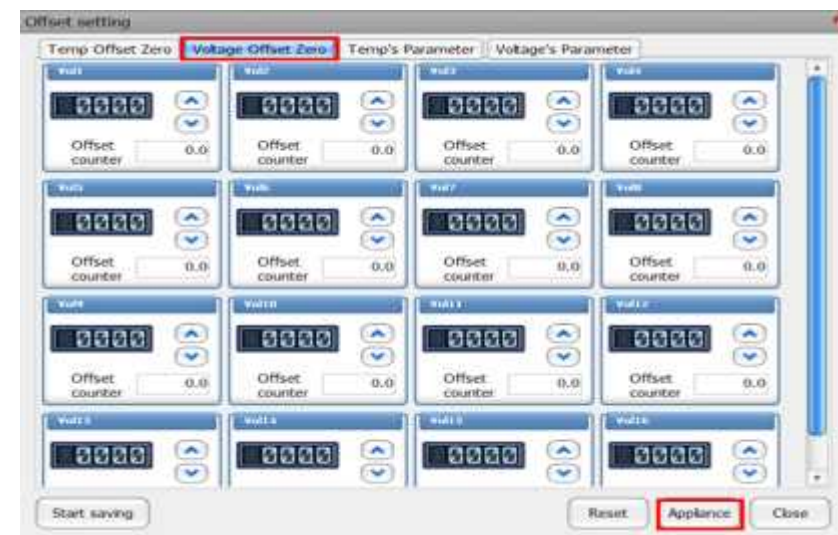


(2) Temp Offset Zero는 온도를 보정하는 기능

↑
↓ : 방향키를 눌러 온도 값을 보정

Offset counter 0.0 : 온도 보정 정도값을 나타냄
보정값을 적용하기 위해서는 "Appliance" 클릭 후 "Close" 클릭

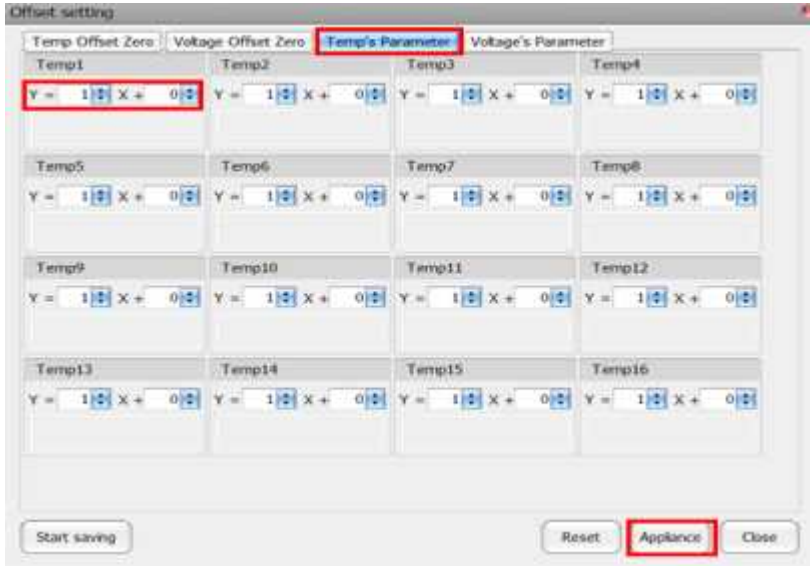
*참고: Temp 번호는 16번까지 있고 각 센서별로 번호로 나뉜다.



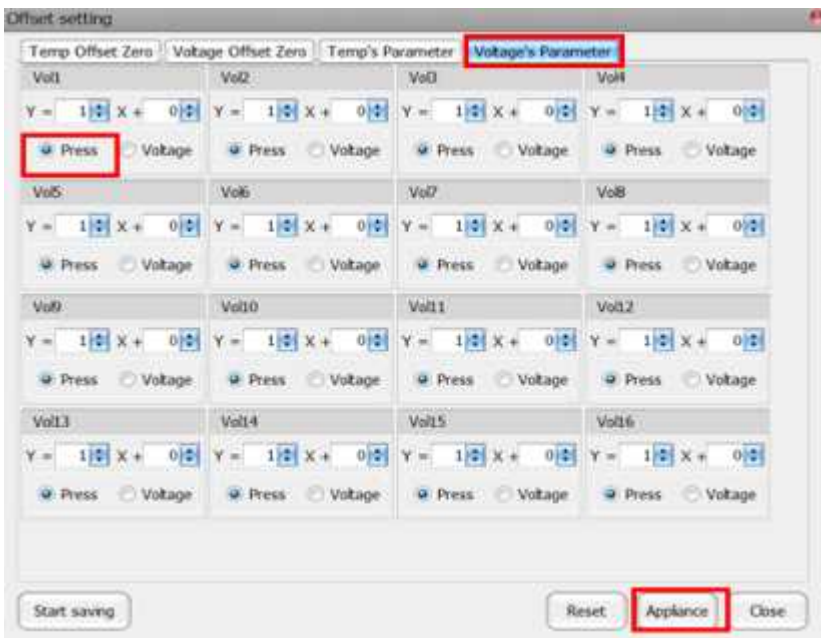
(3) Voltage Offset Zero는 전압을 보정하는 기능

↑
↓ : 방향키를 눌러 전압 값을 보정

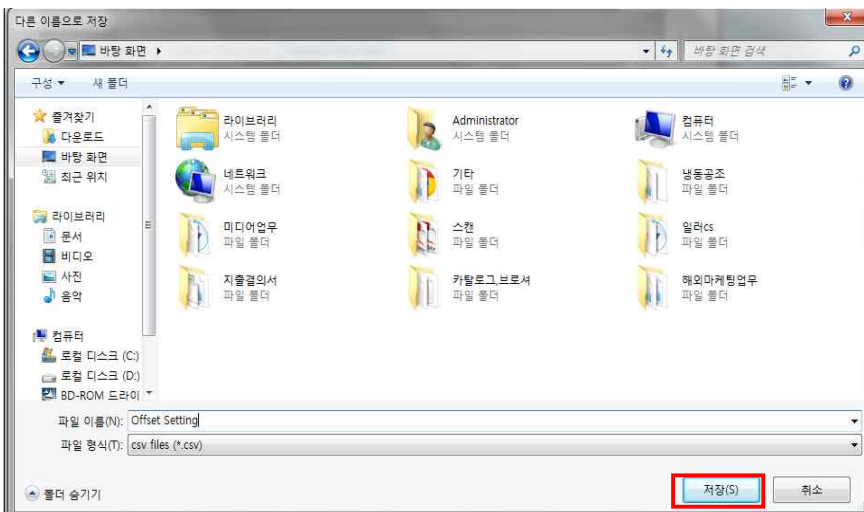
Offset counter 0.0 : 전압 보정 정도값을 나타냄
보정값을 적용하기 위해서는 "Appliance" 클릭 후 "Close" 클릭



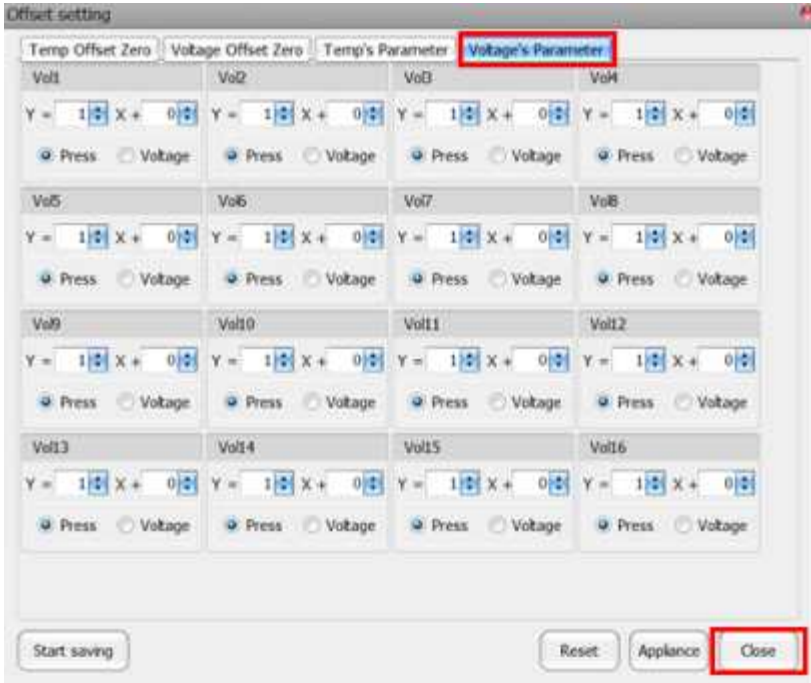
(4) Temp`s Parameter 는 온도를 전송출력 해주는 기능이다. Temp 1부터 Temp 16번까지 “Y=70x-150” 을 입력한 후 “Appliance” 키를 클릭한 후 “Close” 를 누른다.



(5) Voltage`s Parameter 는 입력값 변환을 위한 수식값을 입력하는 기능을 갖고 있으며 Pressure, Voltage 선택하여 설정 적용은 “Appliance” 클릭 후 "Close" 클릭(5) 설정값을 저장하기 위해서는 Start Saving 클릭 왼쪽 화면에서 파일 명 입력 후 저장

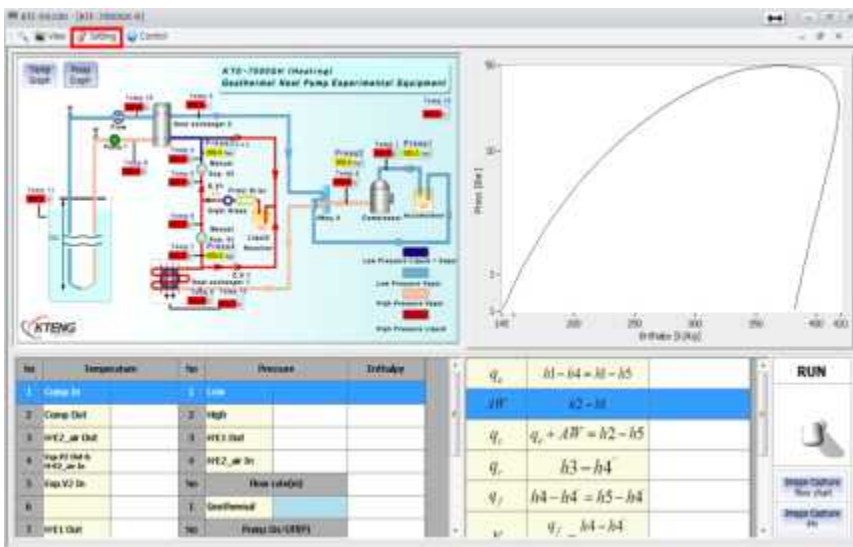


(5) 설정값을 저장하기 위해서는 Start Saving 클릭 왼쪽 화면에서 파일 명 입력 후 저장



(6) 저장을 하고서 왼쪽 화면에서 Close 클릭

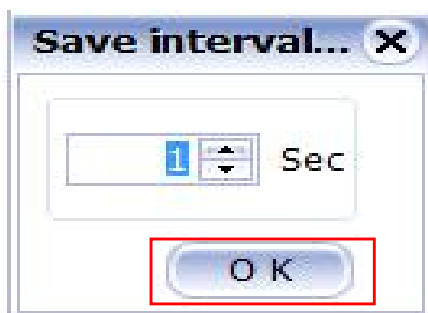
③ Save interval setting



(1) Setting 클릭



(2) Save interval setting 클릭



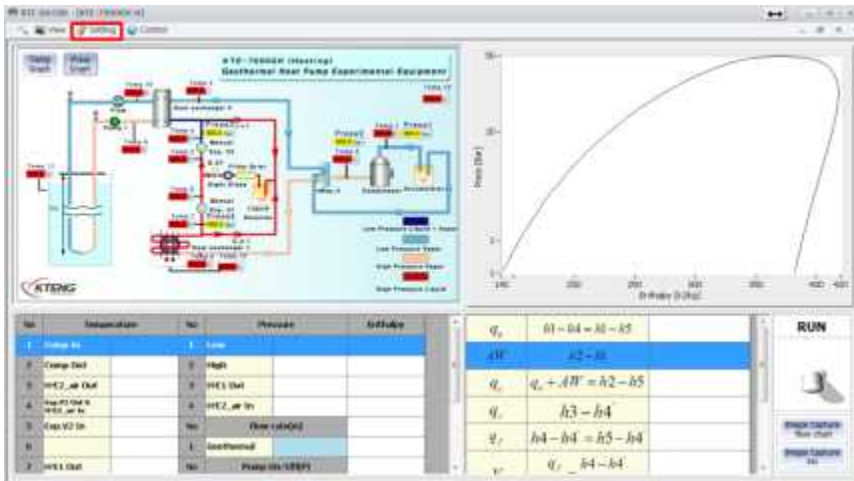
(3) Save interval setting

은 데이터 저장 시간 간격을 설정하는 기능으로 엑셀파일로 시간간격에 맞춰 저장 가능.

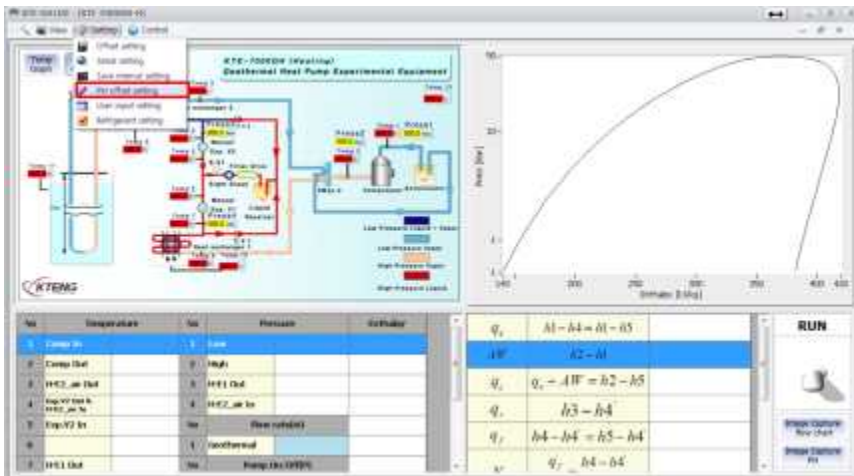
(단위는초(Sec)라서 1분을 설정 할 경우는 60Sec로 설정 한다)

④ PH offset setting

(1) Setting 클릭



(2) PH offset setting 클릭

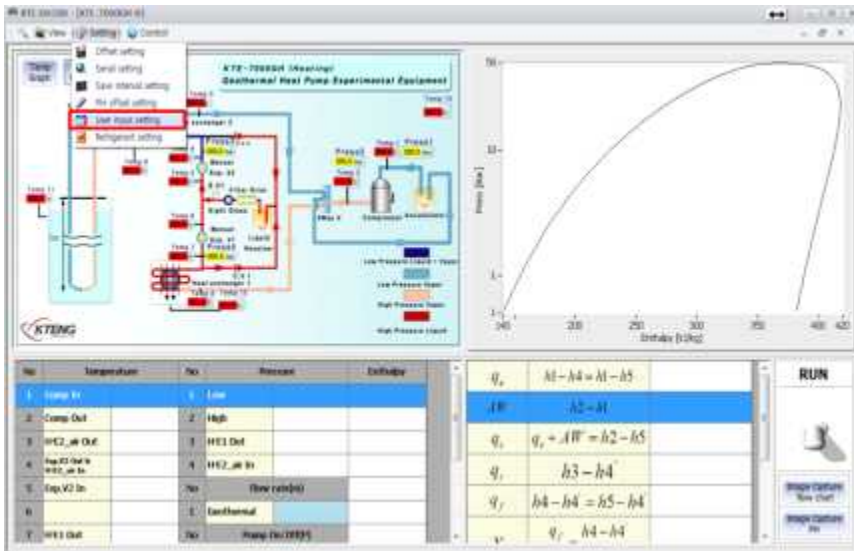


PH offset setting

Press	Enthalpy
Y = 1 X + 0	Y = 1 X + 0
OK	

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

⑤ User Input setting



(1) User Input Setting 클릭

The 'User input setting' dialog box for KTE-7000GH-H is shown. It contains a table with the following items:

No	KTE-7000GH-H	사용자 입력
1	Geothermal [m1]	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Liquid In the Geo. loop [Cp1]	<input checked="" type="checkbox"/>

At the bottom right of the dialog box is a button labeled '설정' (Settings).

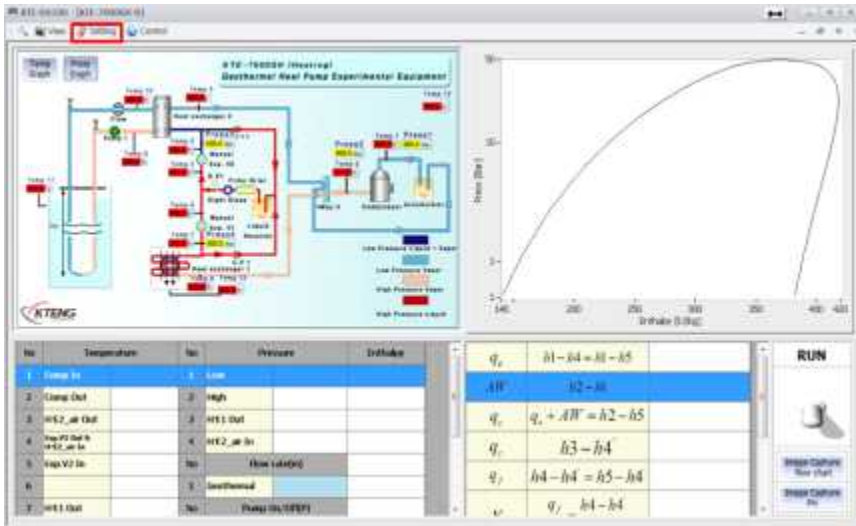
(2) 사용자 입력 항목 모두 체크 후 설정 클릭
-> 유량 값 및 비열 값 입력

The 'User Input 값' (User Input Values) dialog box is shown. It contains a table with the following sections:

No	Flow rate(m)	
1	Geothermal	<input type="text"/>
No	Pump On/Off(P)	
1	Geothermal	<input type="text"/>
No	Specific heat(Cp)	
1	Liquid in the Geo. loop	<input type="text"/>

(3) User Input 값에서 항목 별 확인한 후 파랑 색 바탕으로 활성화 됨
-> 숫자와 단위를 직접 입력할 수 있음

⑥ Refrigerant setting



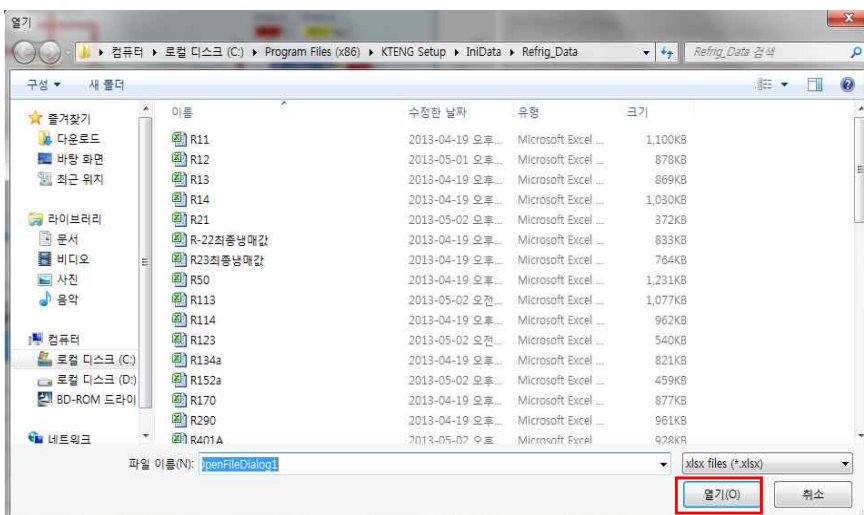
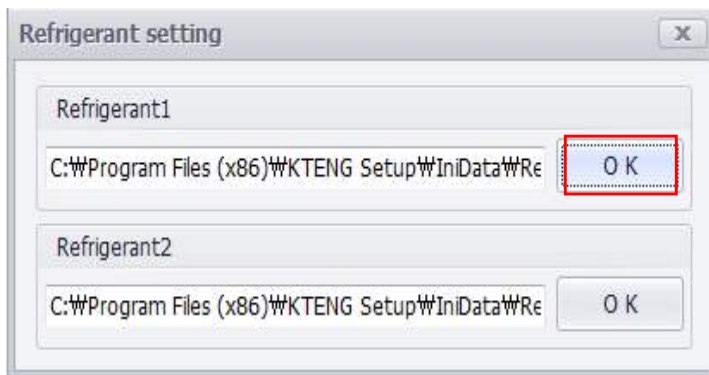
(1) Setting 클릭



(2) Refrigerant setting 클릭



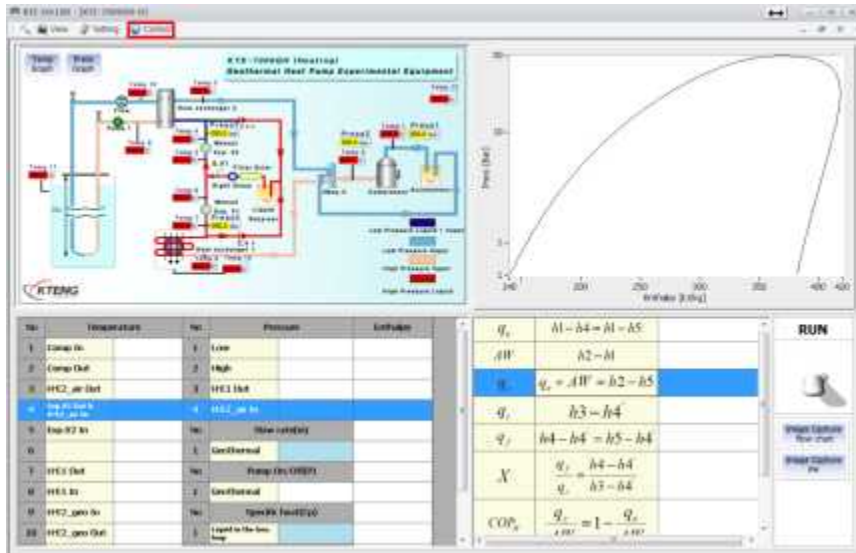
(2) Refrigerant setting
 은 냉매를 선정하는 기능
 - 1원 냉동 사이클은 Refrigerant 1만 선정
 - 2원 냉동 사이클은 Refrigerant1을 선정하고 Refrigerant2를 선정하여 프로그램에 적용 할 수 있음. "OK" 클릭



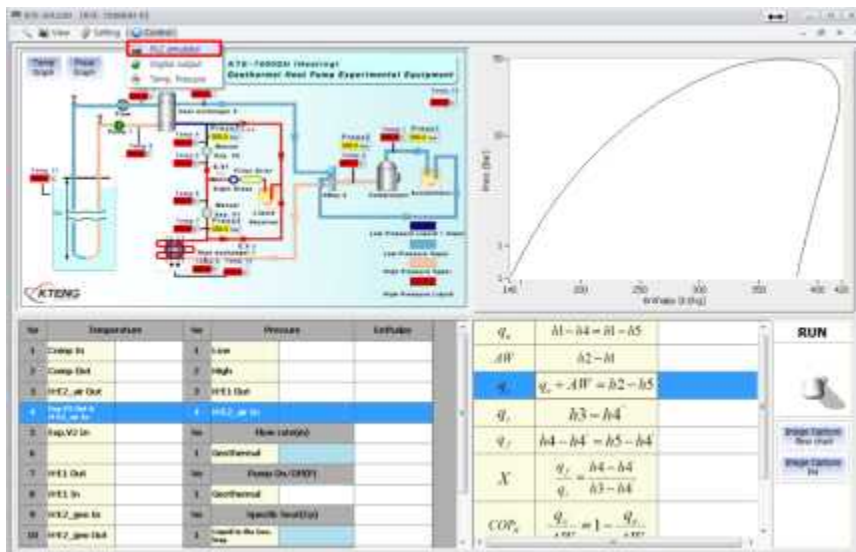
(3) 냉매 선정 창이 활성화되고 이때, 원하는 냉매의 종류를 선택하여 "열기" 클릭하면 프로그램에 적용됨

2-5. DA100 프로그램 제어 방법

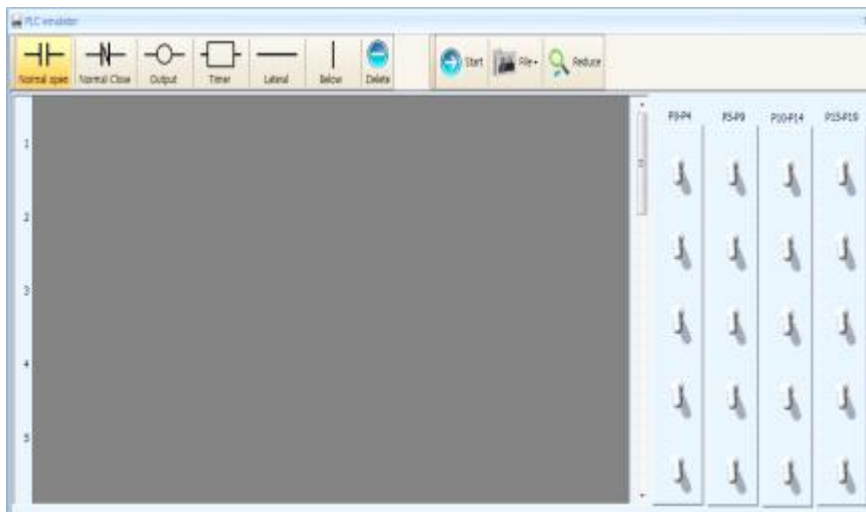
① PLC emulator



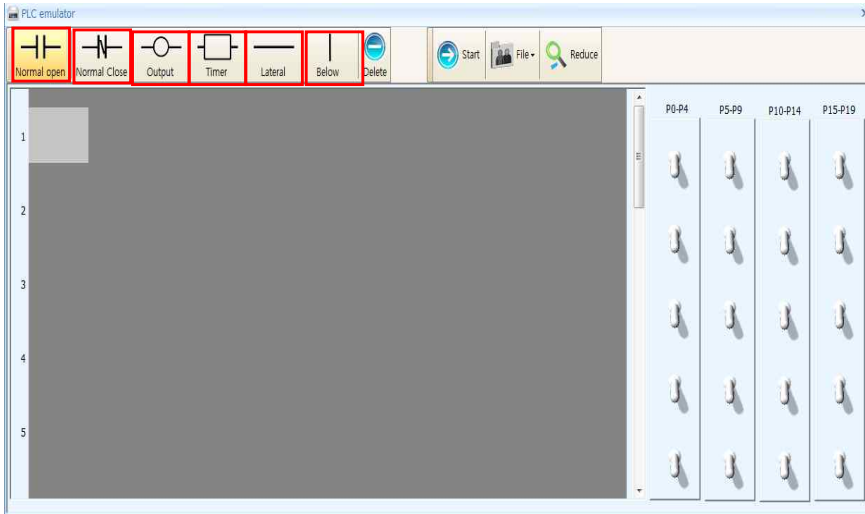
(1) 도구 모음에서 Control 클릭













(2) PLC를 이용하여 전 장비에 대해 간단한 ON/OFF 및 타이머 제어를 할수 있는 기능

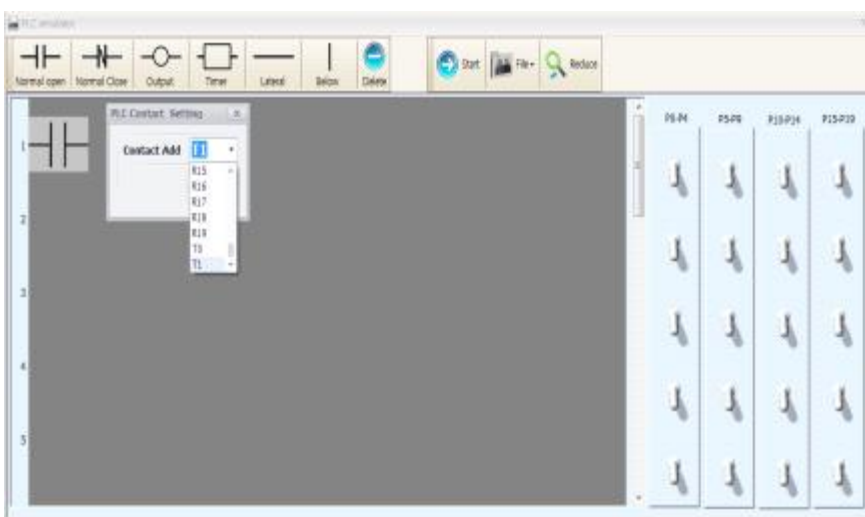


(3) "PLC emulator" 클릭시 왼쪽과 같은 시각창이 활성화 됨

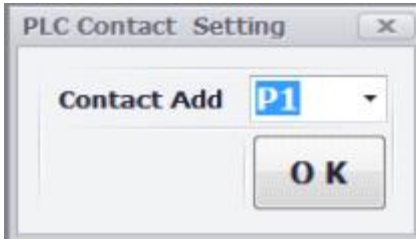


(4) 사용 방법은 영역을 먼저 선택한 후에 명령어를 넣어 프로그래밍

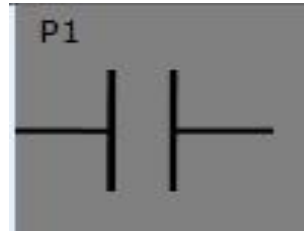
명령어	설명
	평상시 열린 접점
	평상시 닫힌 접점
	코일(부하)
	타이머
	수평 연장선
	수직 연장선
	삭제
	시작
	이전 작업파일 열기
	화면 축소



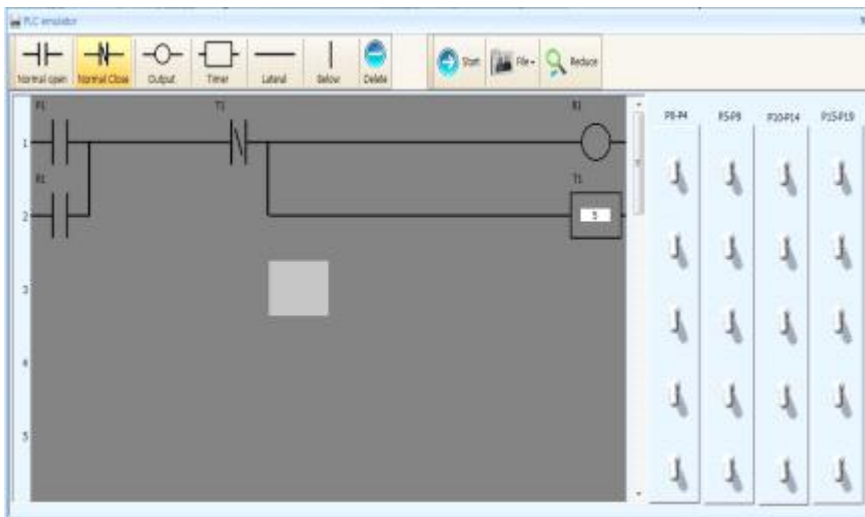
(5) 기호를 더블 클릭하면 P,R,T를 설정할수 있음
 P : 누름버튼
 R : 릴레이
 T : 타이머



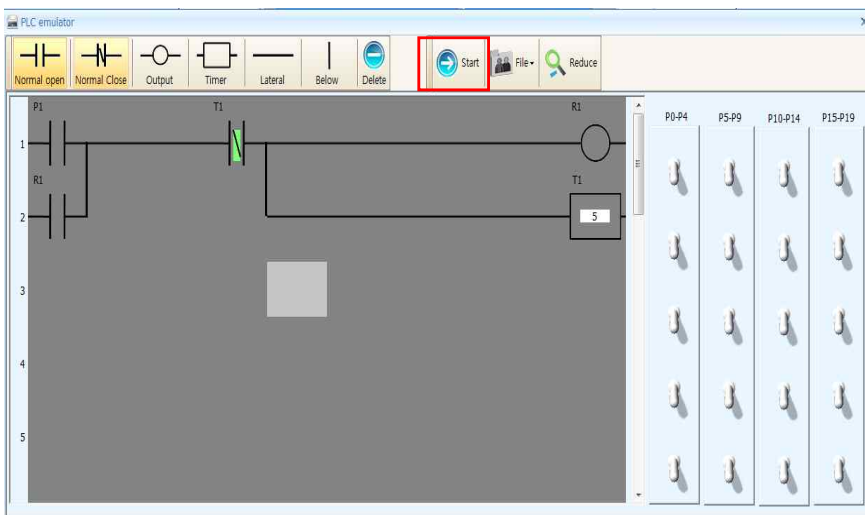
- P1 설정하고 "OK" 클릭



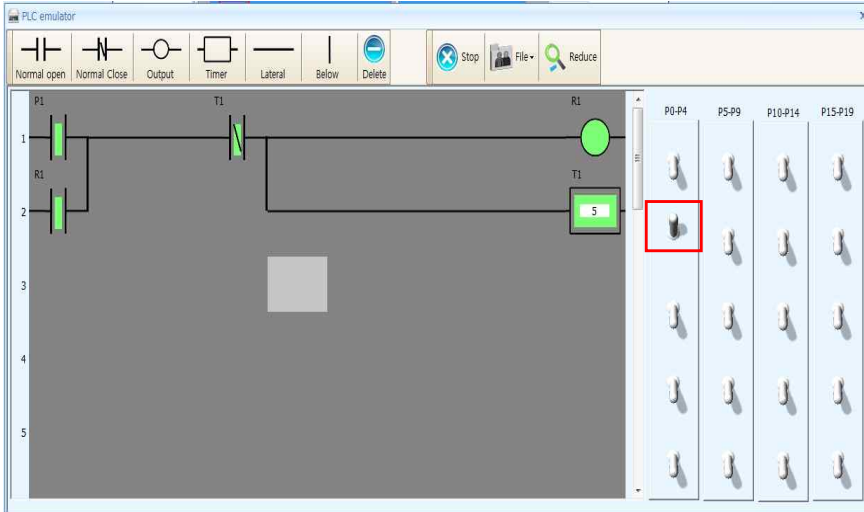
- 기호 상단 왼쪽에 접점번호 나타남



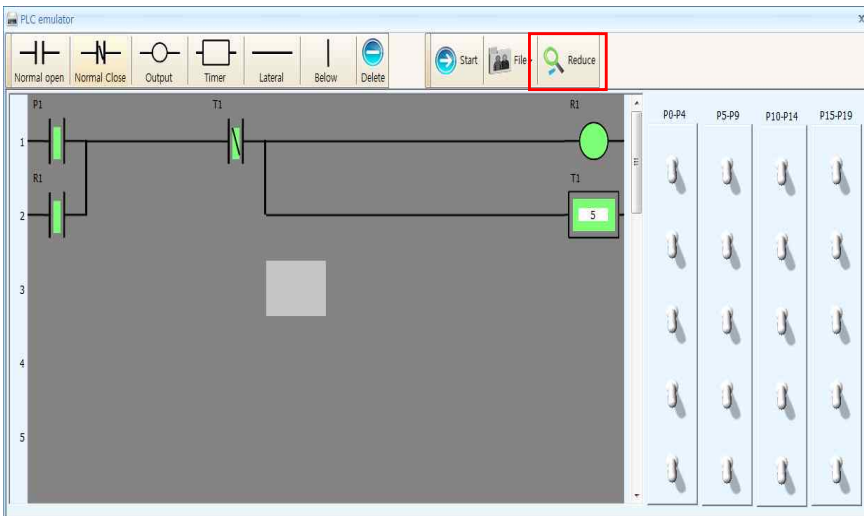
(6) 명령어를 이용해서 그린 예시임



(7) Start를 클릭하면 T1-B접점이 붙어 있다는 표시가 나타남



(8) P1을 누르고 떼어내면 R1이 여자되어 R1의 a접점이 닫혀 자기유지가 되고 동시에 T1 또한 여자되면서 설정시간 (Sec) 후 T1의 b접점이 열리면서 R1에 공급되던 전원이 차단되면서 원상태로 돌아오게 됨



(9) Reduce를 클릭



(10) Reduce를 클릭하면 왼쪽 화면이 나옴 다시 PLC참 보이기를 클릭시 원상복귀됨

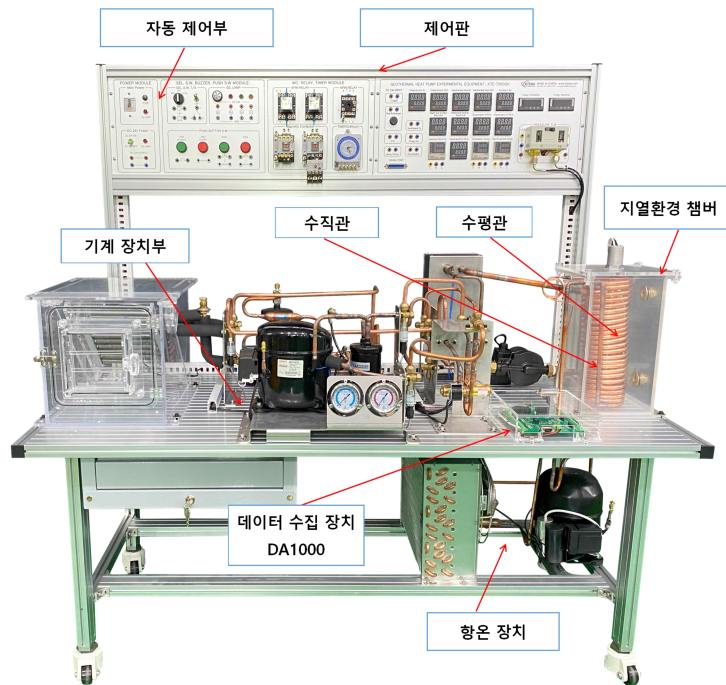
3. 지열 히트펌프 냉난방 시스템의 성능 실험과 진단

실험명	3-1. 지열 히트펌프 냉난방 시스템의 성능분석과 진단	소요시간
		각 24
실험방법	(1) 시스템과 부속품, 열교환기를 이해하고, 회로를 구성하여 운전 실험한다. (2) 실험 자료를 이용하여 그래프를 작도하고 원인과 결과를 분석한다. (3) 측정된 온도 압력 값으로 P-h 선도를 작도하고, 실험 과제별로 그래프 작도와 분석, 고찰, 결론의 실험 보고서를 작성하고 발표한다.	

실험장치 및 공구, 프로그램	재료명	규격	수량
· 지열히트펌프 냉난방 실험장비 (KTE-7000GH) · 냉동시스템의 성능진단 프로그램(KTE-DA100) · 냉매선도 자동작도 프로그램 (Coolpack) · 컴퓨터 또는 노트북 · 냉매충전 및 회수기 셋(냉매저울포함)	· 실험지도서	· KTE-7000GH	1
	· 냉매 R-22	· 10Kg	1
	· 드라이버 셋	· +, -	1
	· 후크메타기	· 300A 600V	1

성능실험 장치와 방법

(1) 성능 실험 시스템과 구성



- 1) 자동 제어부 : 타이머, 릴레이, N.F.B, 토글스위치, 전류·전압측정기, 부저, 램프(빨강, 녹색, 주황), 고·저압력스위치, 마그네틱 컨택터, 전원입력부, 온도스위치, 푸쉬버튼, 토글스위치로 구성되며 냉동기에 장치를 다양한 운전회로로 운전시킨다.

- 2) 기계 장치부 : 압축기, 판형열교환기, 수액기, 필터드라이어, 사이트 글라스, 솔레노이드 밸브, 팽창밸브, 권형열교환기, 사방밸브, 액분리기, 고저 압력게이지, 체크밸브로 구성되며 자동제어부에서 구성된 회로대로 운전된다.
- 3) 지열 환경부 : 지열환경챔버, 냉동기와 히터로 구성된 항온조, 수직 및 수평관, 유량계, 솔레노이드 밸브, 열매체 순환펌프, 온도제어기로 구성되며 제어판에서 지열환경챔버의 온도와 열매체 순환펌프를 운전한다.
- 4) 소프트 웨어부 : KTE-DA100(소프트웨어)는 사이클의 각 부 온도, 압력, 엔탈피, 열교환량을 실시간 표시, 엑셀 파일 저장, 자료를 그래프로 분석할 수 있다.
- 5) 하드 웨어부 : KTE-DA100(하드웨어), 컴퓨터(펜티엄4급 이상, 운영체제 윈도우98 이상, 메모리 256M 이상, 하드공간 100MB 이상), S.M.P.S, T-Type 열전대와 압력센서로 구성되어 각부의 온도, 압력, 엔탈피, 열교환량, COP 값을 기계장치에서 컴퓨터로 인터페이스 되도록 한다.

(2) 성능실험 변수의 선택

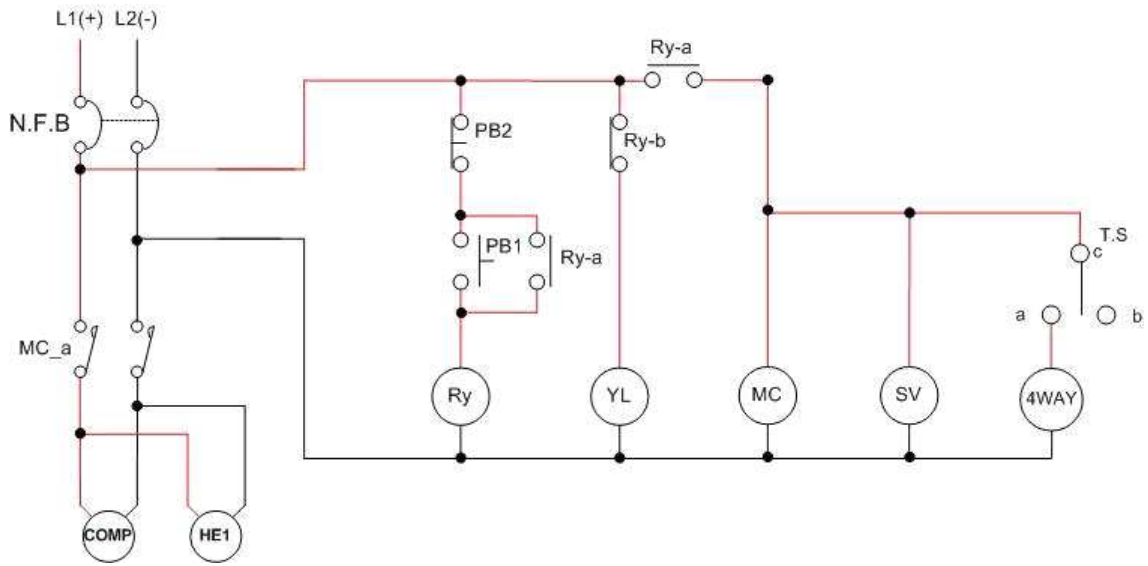
1) 기계장치부

운전회로	냉매 충전량	응축부하	증발부하	증발압력
수동운전(A-1)	다량 충전(A-2)	과 응축(A-3)	과열 압축(A-4)	고(A-5)
온도제어 운전(B-1)	적정량 충전(B-2)	적정(B-3)	건조 압축(B-4)	중(B-5)
펌프다운 운전(C-1)	소량 충전(C-2)	응축 불량(C-3)	습 압축(C-4)	저(C-5)

2) 지열환경부

지중 열매체 유량	지열환경 온도	열매체 종류	열교환기별
적음(A-6)	낮음(A-7)	물(A-8)	수직(A-9)
보통(B-6)	보통(B-7)	글리콜+물(B-8)	수평(B-9)
많음(C-6)	높음(C-7)	에탄올+물(C-8)	

(3) 기계장치부 운전 회로도



- | | | |
|---------------------|-------------------|-------------------|
| L1, L2 : 라인전압 | SV : 전자밸브 | PB : 누름버튼 스위치 |
| N.F.B : 과전류차단기 | YL : 황색램프 | TS : 토글 스위치 |
| MC-a : 전자접촉기 “a” 접점 | Ry-a : 릴레이 “a” 접점 | 4way valve : 사방밸브 |
| HE1 : 1번 열교환기 웬모터 | Ry-b : 릴레이 “b” 접점 | MC : 전자접촉기 코일 |
| COMP : 압축기용 모타 | Ry : 릴레이 코일 | |

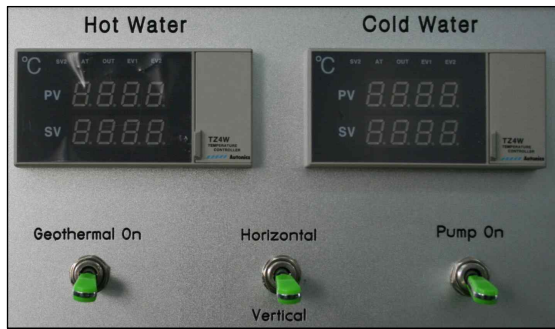
- 1) 기계장치부 N.F.B 전원을 인가
- 2) 기계장치부 제어판에 바나나 잭으로 회로 구성
- 3) 지열환경부 온도, 유량, 열교환기 형태 설정
- 4) 기계장치부 제어판의 토글스위치를 ON(a접점, 난방), OFF(b접점, 냉방)로 냉난방 설정
- 5) 기계장치부 제어판의 DC 24V Power ON시 전원램프만 불이 들어옴
- 6) 기계장치부 제어판의 PB1를 누르면 MC에 전원이 인가되고 MC_a 접점은 닫힘 상태로 되어 냉동기장치 동작 운전

※ 주의사항

히트펌프 운전중 냉난방을 전환할 경우 압력차에 의해 사방밸브가 파손될 우려가 있으므로 냉동기 운전을 정지한 후 냉난방 전환할 것

(4) 지열환경부 운전

- 1) 지열환경부 Main power N.F.B 전원을 인가
- 2) 지열환경온도 설정



① Hot Water : 히트펌프의 난방 운전시 지열 환경챔버의 온도를 유지 시키기 위함.

◁ 키를 누르면 SV의 숫자가 깜빡 거림
▽, △ 키를 눌러 온도 설정

② Cold Water : 히트펌프의 냉방 운전시 지열 환경챔버의 온도를 유지 시키기 위함.

◁ 키를 누르면 SV의 숫자가 깜빡 거림
▽, △ 키를 눌러 온도 설정

※ SV : 설정온도, PV : 현재온도

3) Geothermal On : 지열환경챔버내 물의 온도를 맞추기 위한 동작 스위치.

On 시킬 경우 향온조의 물을 냉각 또는 가열시키고, 순환펌프에 의해 향온조의 물을 지열 환경챔버 내부로 공급하여 지열환경챔버 내부 물의 온도를 설정온도로 유지

4) Horizontal or Vertical 선택 : 토글 스위치를 이용하여 수직(VERTICAL) 또는 수평(HORIZONTAL) 열교환기를 선택.

5) Pump On : 지중열교환기 내의 열매체 순환펌프가 동작되며, 판형열교환기(HE2)와 지열챔버 내의 열교환기를 순환하며 열교환함. 순환펌프 동작시 제어판 아래 유량계의 추가 올라가며 유량을 표시함.

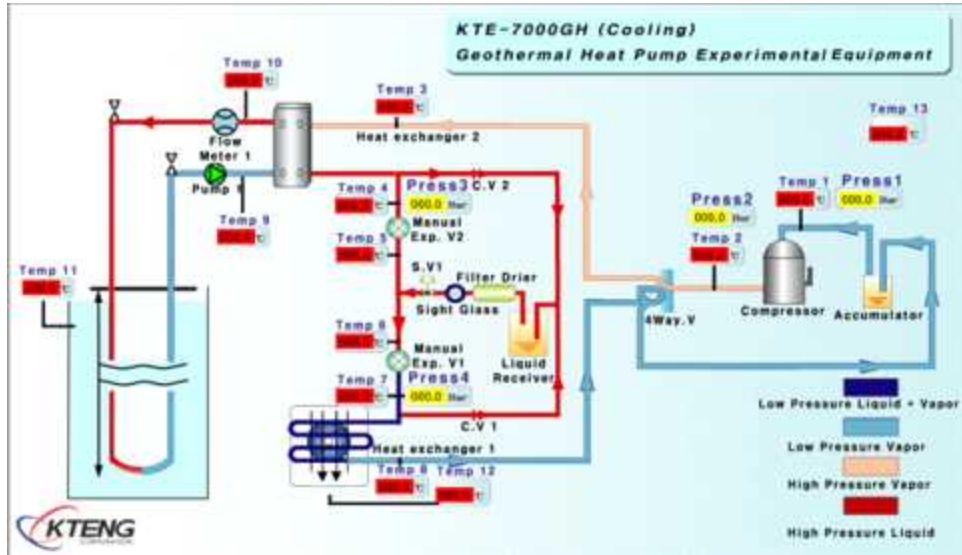
6) 소형 면적식 유량계의 니들밸브를 돌려가며 유량을 조절



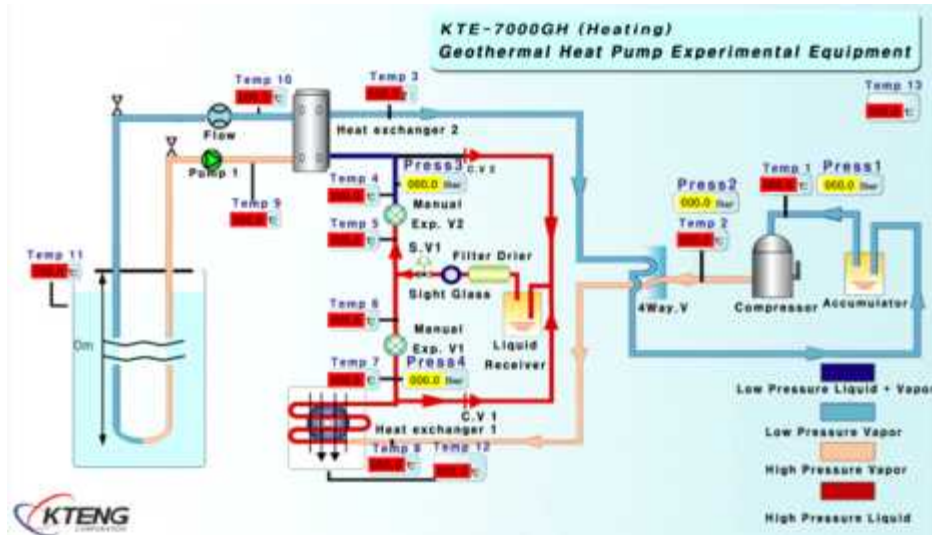
(5) 성능실험 모델 사이클 도면

1) 기계장치부(DA-100)

① Cooling mode



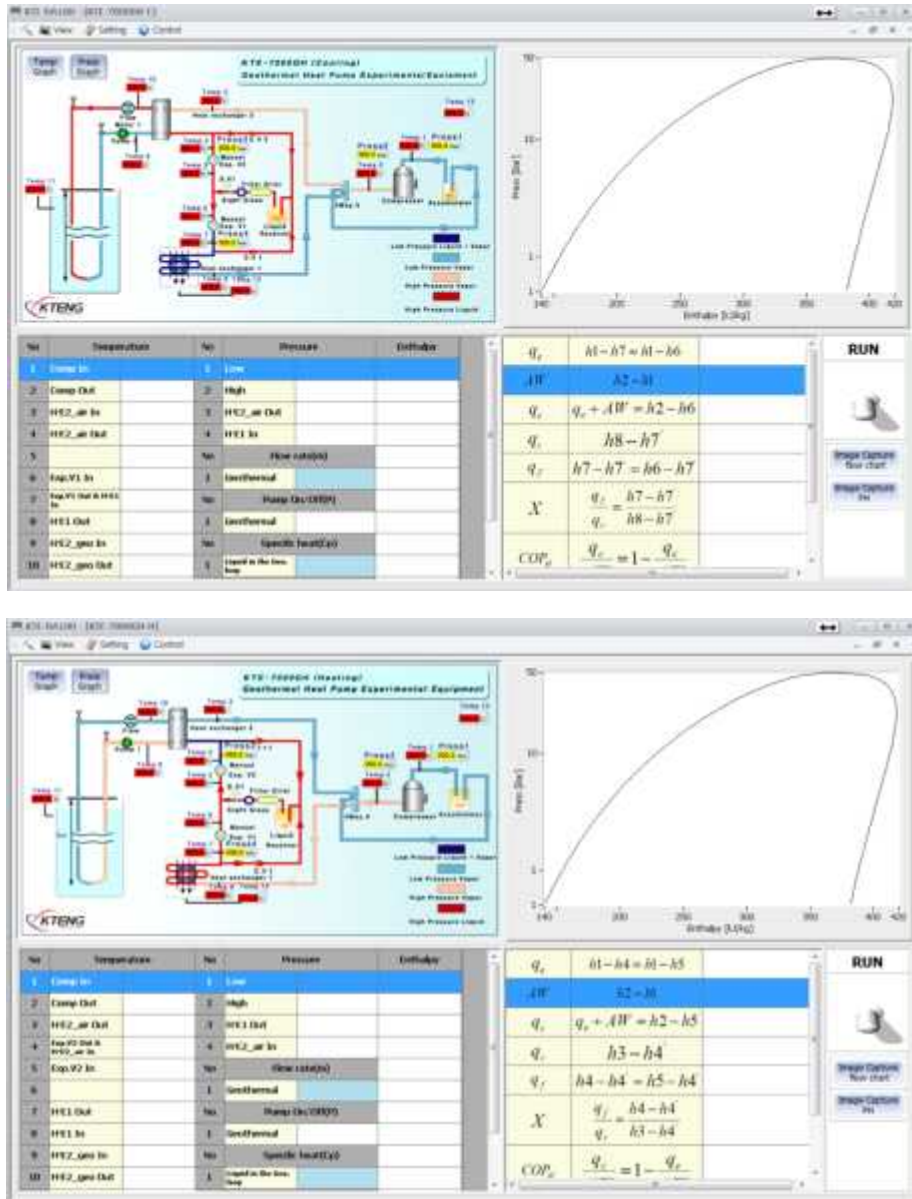
② Heating mode



③ 지열 히트펌프 냉난방 시스템의 온도, 압력 측정 위치

Measuring point	Remark
Temp 1, Press 1	Compressor in
Temp 2, Press 2	Compressor out
Temp 3	Condenser in(냉방운전), Evaporator out(난방운전)
Temp 4, Press 3	Condenser out(냉방운전), Evaporator in(난방운전)
Temp 5, Temp 6	Expansion Valve in
Temp 7, Press 4	Evaporator in(냉방운전), Condenser out(난방운전)
Temp 8	Evaporator out(냉방운전), Condenser in(난방운전)
Temp 9, Temp 10	Evaporator Room Temp.

(6) 온도, 압력, 엔탈피, 열교환량, 성능계수 자료 측정 자동저장 프로그램



- 1) RUN : 프로그램을 운전하여 측정된 자료가 실시간으로 시스템 사이클과 동반하여 표시되며 자동으로 컴퓨터에 기록이 진행된다.
- 2) STOP : RUN 버튼을 한 번 더 누르면 프로그램이 정지하여 측정된 자료의 기록이 멈추며 측정 자료가 소멸된다.
- 3) SAVE : RUN 상태에서 실시간으로 기록되는 자료가 엑셀프로그램 파일로 저장된다.
- 4) SAVE 자료저장 내용
 - ① 압축기, 응축기, 팽창밸브, 증발기 입, 출구 실시간 온도 측정자료
 - ② 압축기, 증발기 입, 출구 실시간 압력 측정자료
 - ③ 압축기, 응축기, 팽창밸브, 증발기 입, 출구 실시간 엔탈피 측정자료
 - ④ 압축기, 응축기, 팽창밸브, 증발기 실시간 열 교환 량
 - ⑤ 시스템 운전 중 실시간 건조도, 습도, 성능계수 자동계산 자료

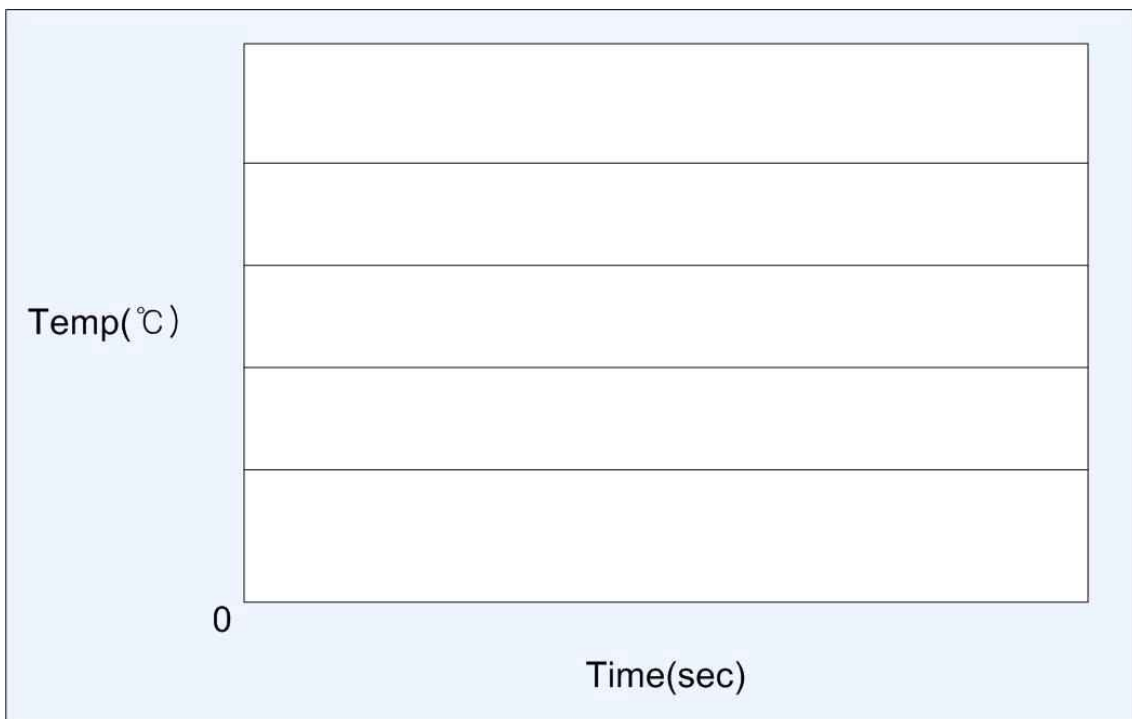
(7) 사방밸브 제어 히트펌프 냉난방 시스템의 성능실험 자료

1) 온도 측정 자료와 그래프 작도분석

① 온도측정 자료의 저장

	Comp. In	Comp. Out	Heat E. 2 In	Heat E. 2 Out	Exp. 1 In	Exp. 1 Out	Heat E. 2 In	Heat E. 2 Out
1sec								
2sec								
3sec								
·	·	·	·	·	·	·	·	·
·	·	·	·	·	·	·	·	·
·	·	·	·	·	·	·	·	·
30sec								
31sec								
32sec								
33sec								
34sec								
35sec								
36sec								
37sec								
38sec								

② 그래프 작도와 분석

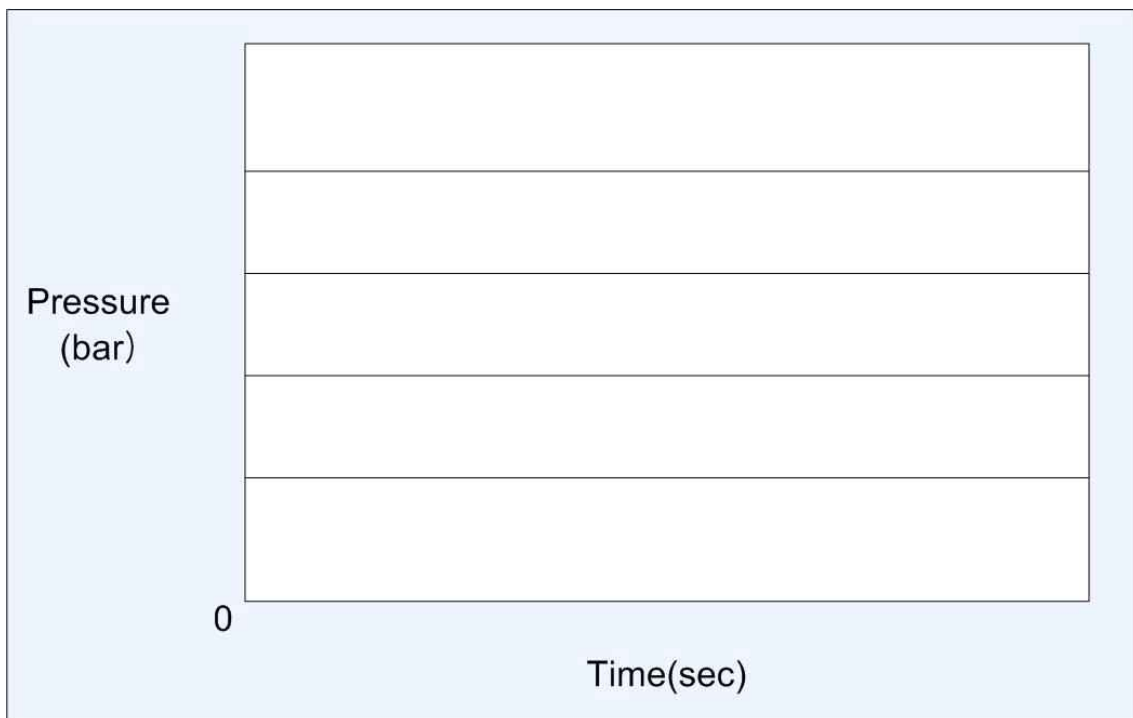


2) 압력 측정 자료

① 압력측정 자료의 저장

	Low	High	Con. 1	Eva. 1	Con. 2	Eva. 2
1sec						
2sec						
3sec						
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30sec						
31sec						
32sec						
33sec						
34sec						
35sec						
36sec						
37sec						
38sec						

② 그래프 작도와 분석

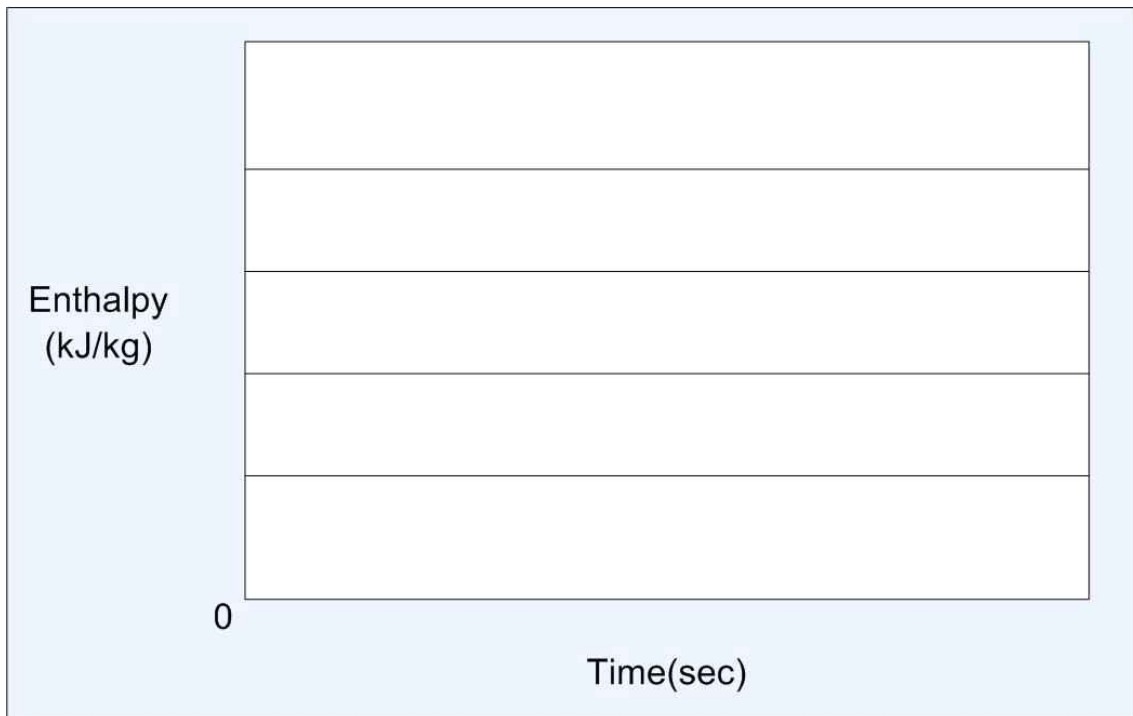


3) 엔탈피 자료

① 엔탈피 자료의 저장

	Comp. In	Comp. Out	Heat E. 2 In	Heat E. 2 Out	Exp. 1 In	Exp. 1 Out	Heat E. 2 In	Heat E. 2 Out
1sec								
2sec								
3sec								
·	·	·	·	·	·	·	·	·
·	·	·	·	·	·	·	·	·
·	·	·	·	·	·	·	·	·
30sec								
31sec								
32sec								
33sec								
34sec								
35sec								
36sec								
37sec								
38sec								

② 그래프 작도와 분석

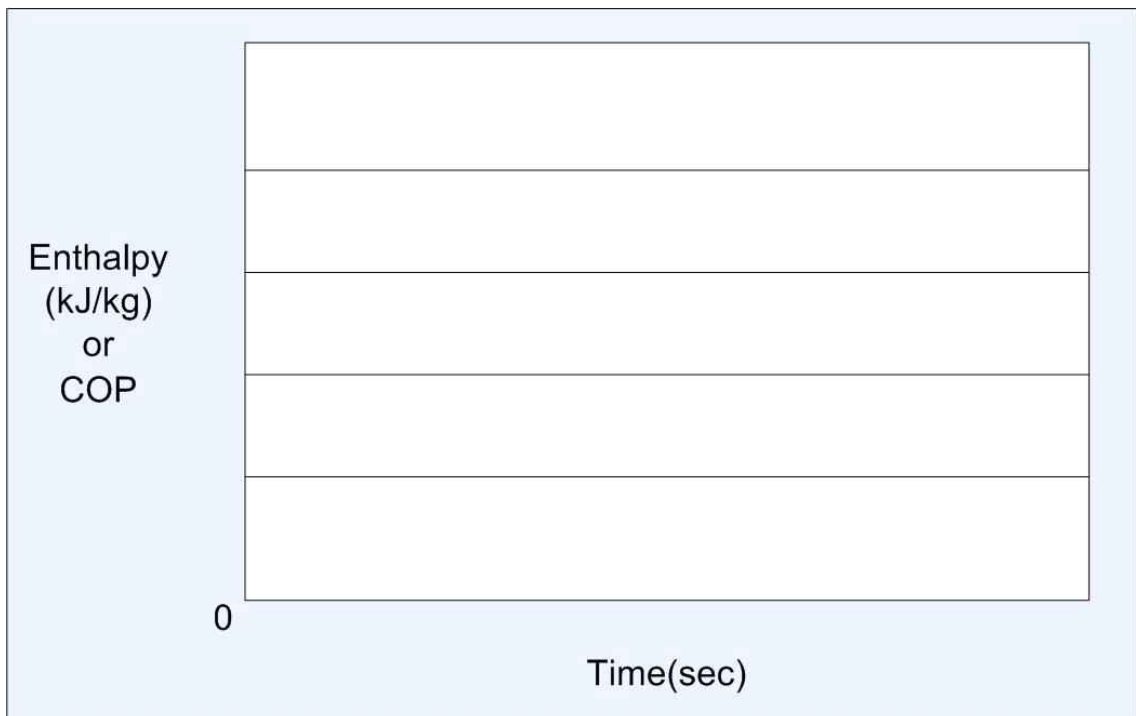


4) 열 교환량 자료

① 열 교환량 자료의 저장

	qe	AW	qc	qr	qf	x	y	COP
1sec								
2sec								
3sec								
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
30sec								
31sec								
32sec								
33sec								
34sec								
35sec								
36sec								
37sec								
38sec								

② 그래프 작도와 분석



(8) 지중 열교환 시스템의 성능 실험 자료

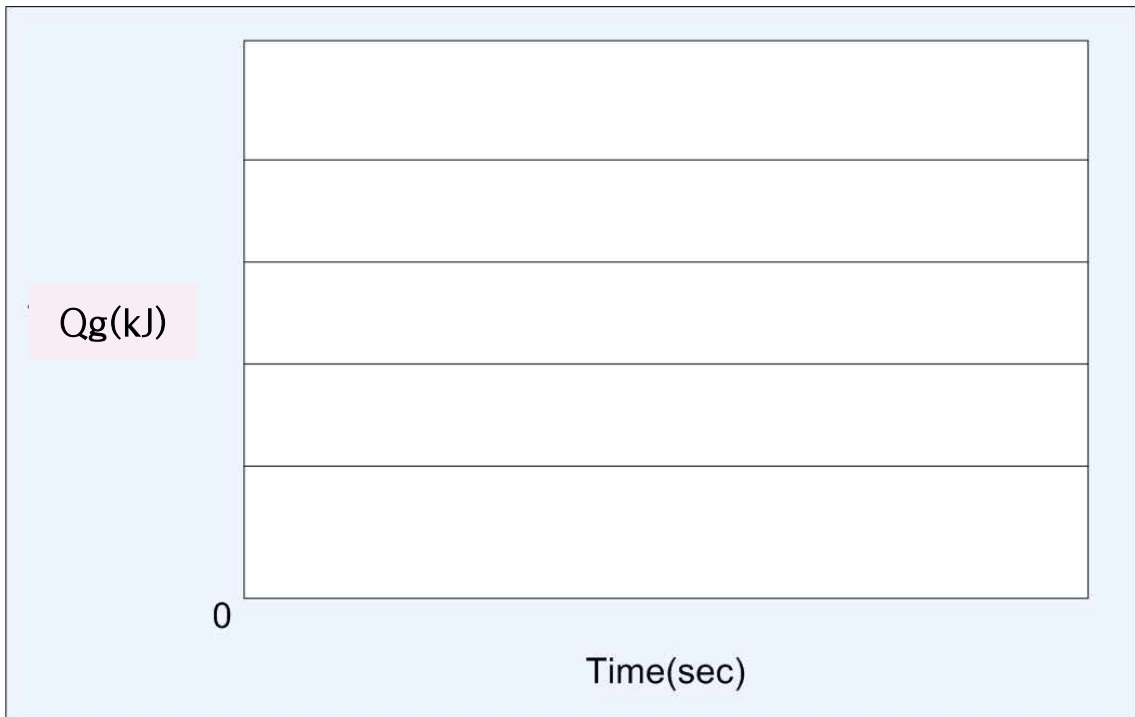
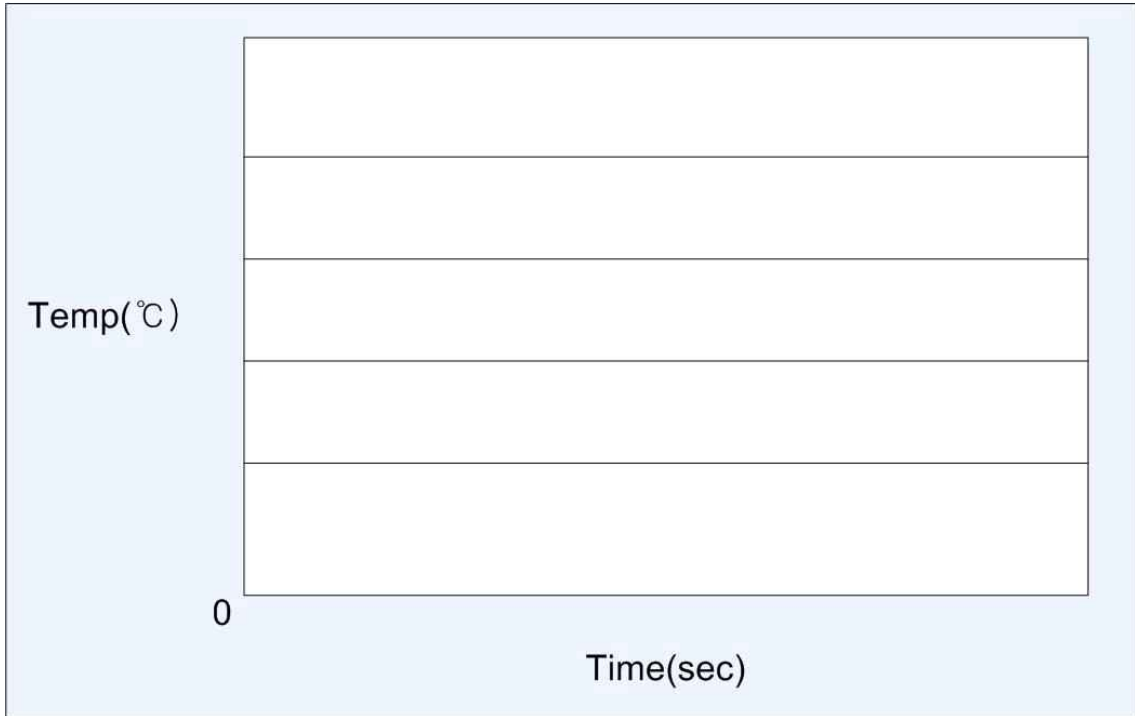
1) 측정 자료와 그래프 작도 분석

① 측정 자료의 제작

	UG	OS	HI	HO	F	HP	LP	CT	ET	Qg
1sec										
2sec										
3sec										
.
.
.
30sec										
31sec										
32sec										
33sec										
34sec										
35sec										
36sec										
37sec										
38sec										

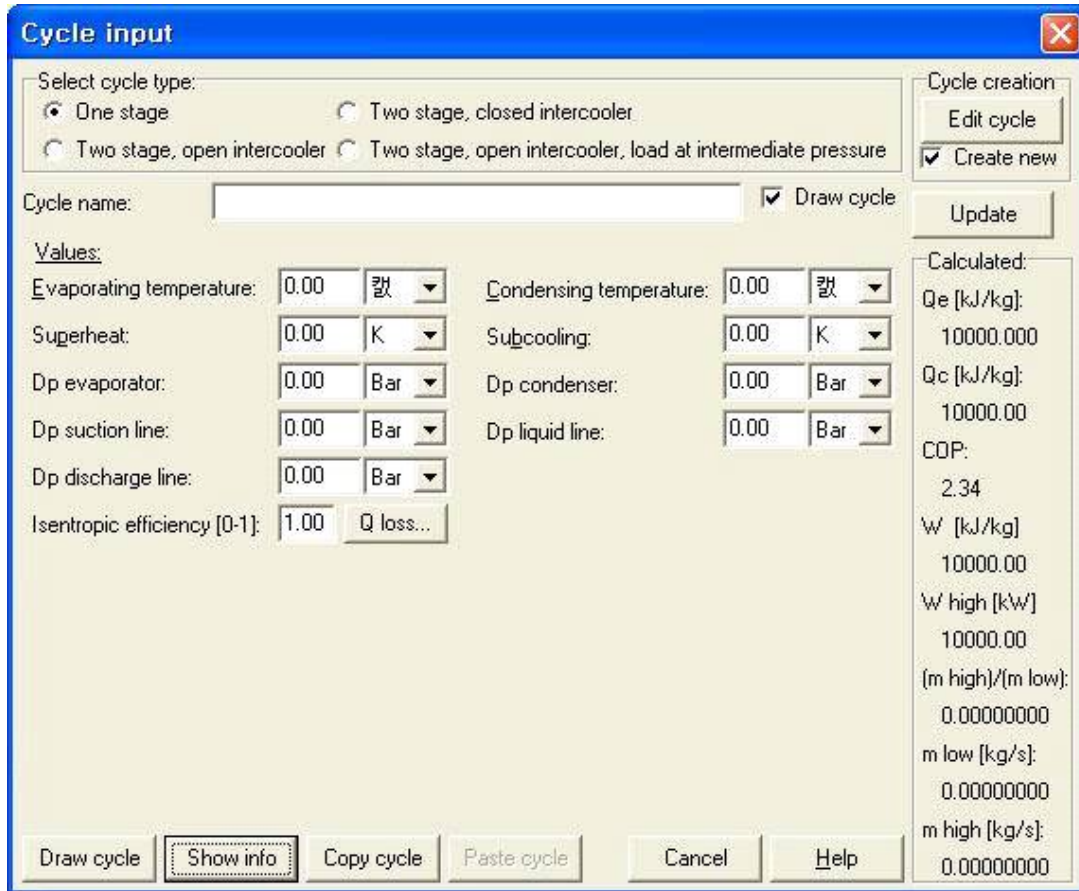
- UG : Underground or Geothermal chamber Temperature(°C)
- OS : Outside Temperature(°C)
- HI : Heat Exchanger Inlet Temperature(°C)
- HE : Heat Exchanger Outlet Temperature(°C)
- F : Volume flow(m³/h)
- HP : Compressor High Pressure(kgf/cm · g)
- LP : Compressor Low Pressure(kgf/cm · g)
- CT : Condensing Temperature(°C)
- ET : Evaporating Temperature(°C)
- Qg : Heat Quantity(kJ/s)

② 그래프 작도와 분석



(9) P-h 선도의 작도와 계산

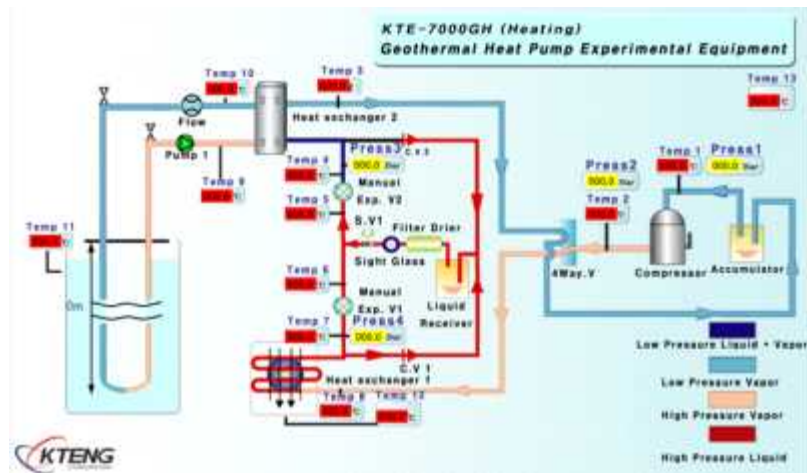
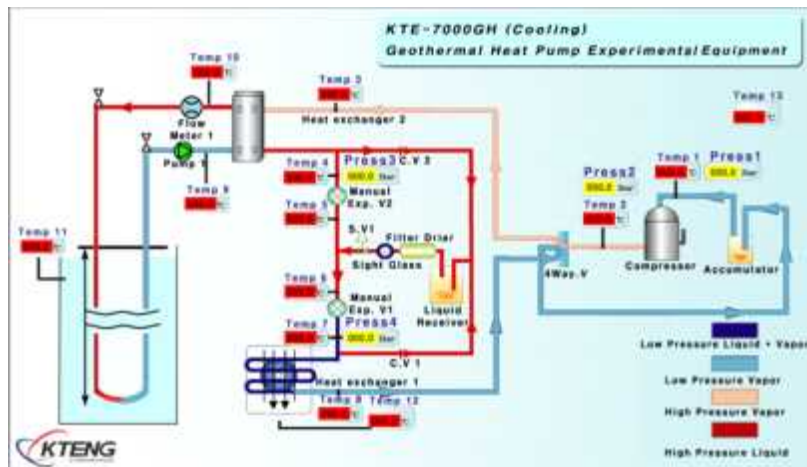
1) Utility 프로그램의 활용법



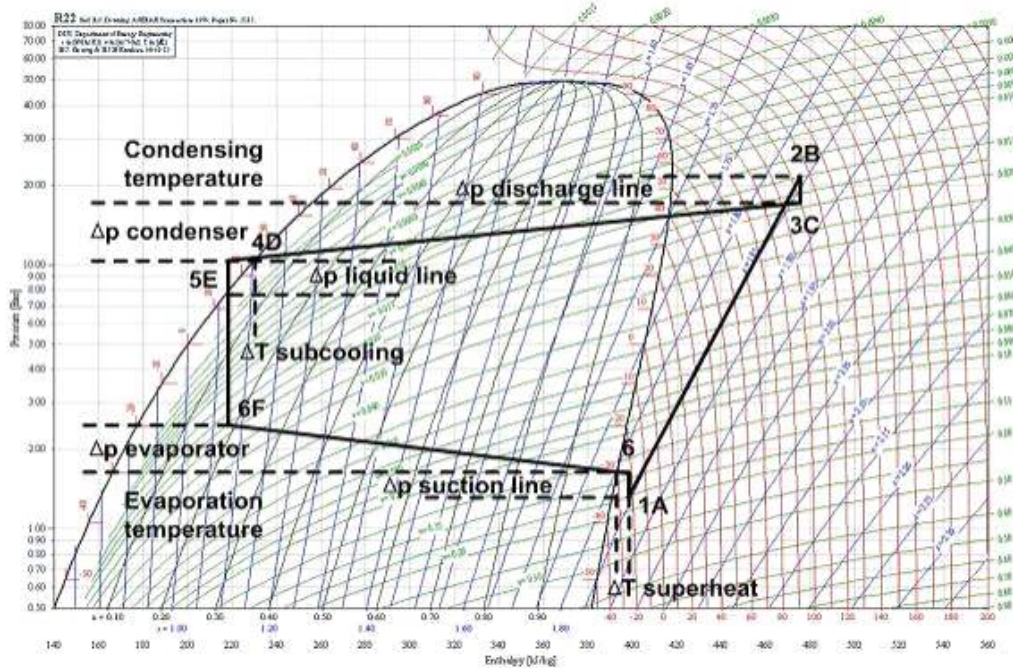
P-h 선도 자동작도 프로그램

- ① Select cycle type에서 관계되는 냉동사이클을 선택한다.
 - (가) One stage cycle : 1단 냉동사이클
 - (나) 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.

2) 냉난방 사이클



3) P-h 선도도표



4) P-h 선도의 작도

① Data Table

Data point	Table1	Table2	Table3	Table4	Table5	Remark
Evaporation Temperature						
Superheat						
DP Evaporator						
DP Suction line						
DP Discharge						
Condensing Temperature						
SubCooling						
DP Condenser						
DP Liquid Line						

② 열량 계산 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							

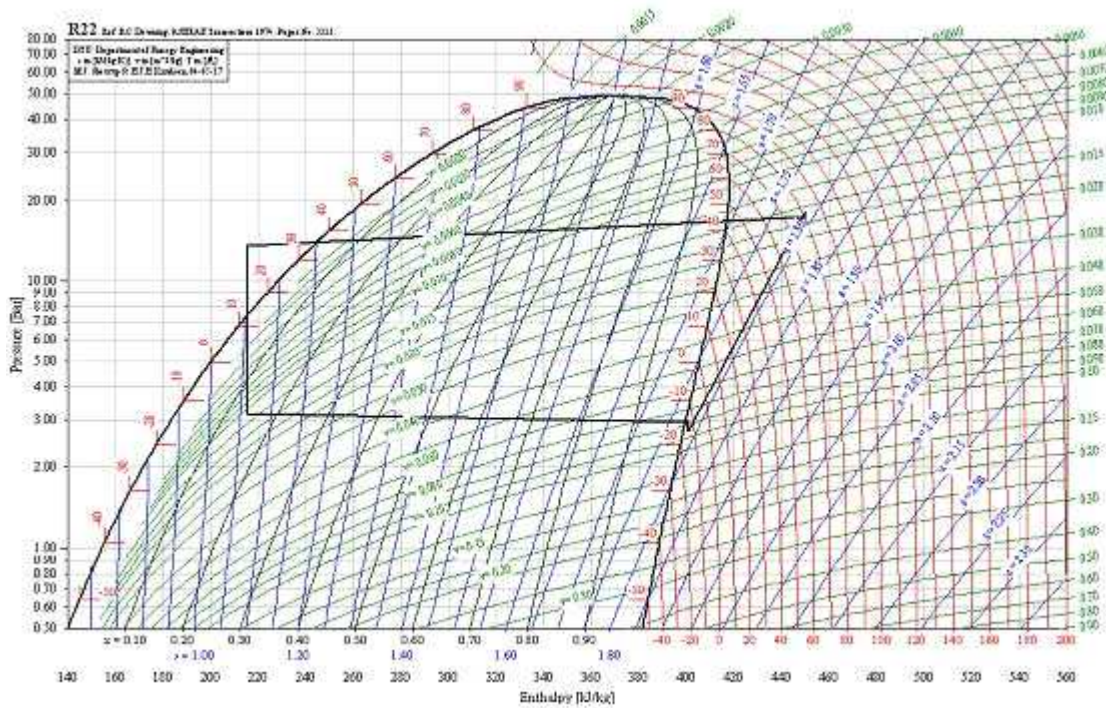
(9) P-h 선도 자동작도 실행 예

1) 측정 온도 정리

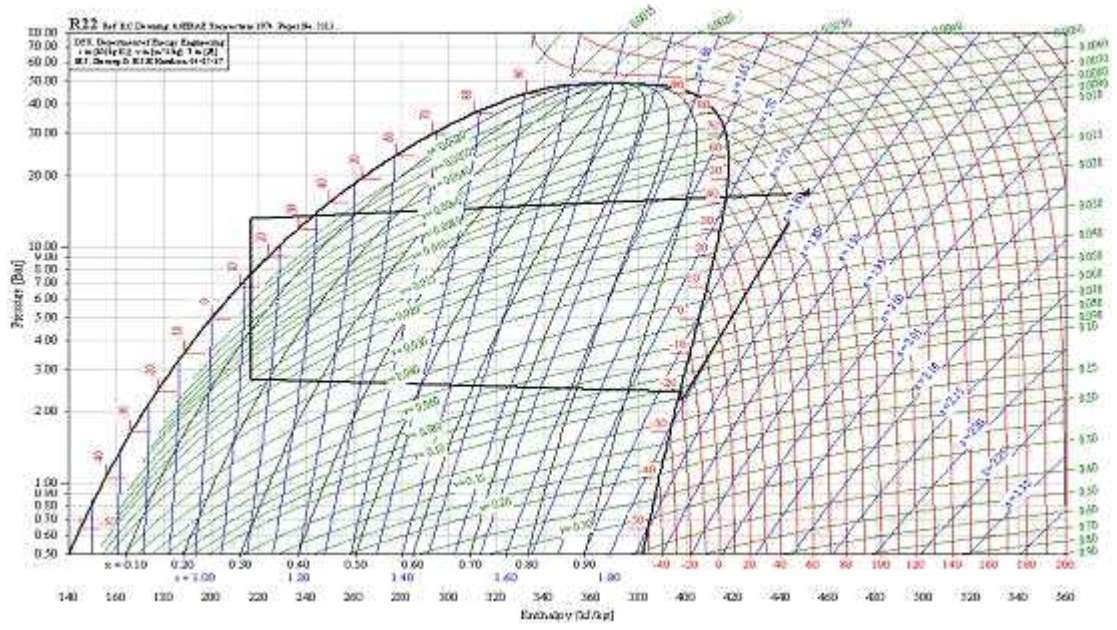
Data point	Table1	Table2	Table3	Table4	Remark
Evaporation Temp	-15°C	-20°C	-21°C	-28.4°C	
Superheat	2 ° K	1 ° K	1 ° K	8.2 ° K	
Dp Evaporator	2 ° K	3 ° K	4.2 ° K	11.9 ° K	
Dp Suction line	0.2Bar	0.2Bar	0.2Bar	0.2Bar	
Dp Discharge line	2 ° K	2 ° K	1.3 ° K	1.9 ° K	
Condensing Temp	45°C	44°C	45°C	45°C	
Sub Cooling	22 ° K	20 ° K	21.5 ° K	21.3 ° K	
Dp Condenser	10 ° K	10 ° K	10 ° K	10 ° K	
Dp Liquid line	26 ° K	29 ° K	30 ° K	28.7 ° K	

2) P-h 자동작도 프로그램의 실행 결과

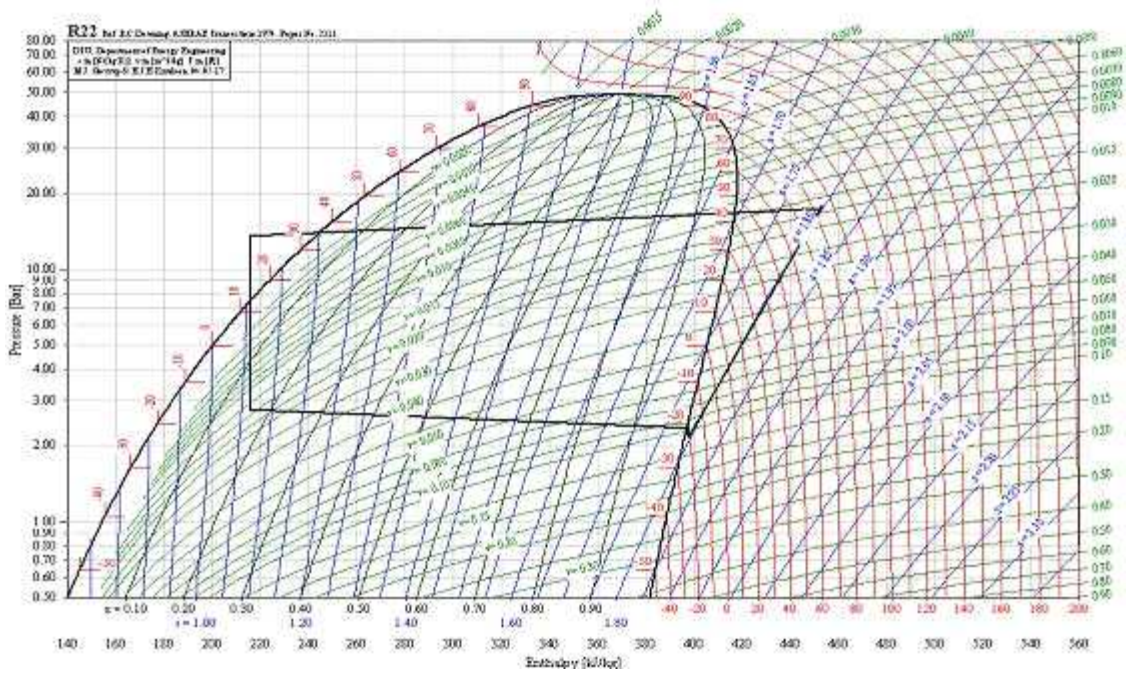
① Table 1의 P-h 선도 작도 실행 결과



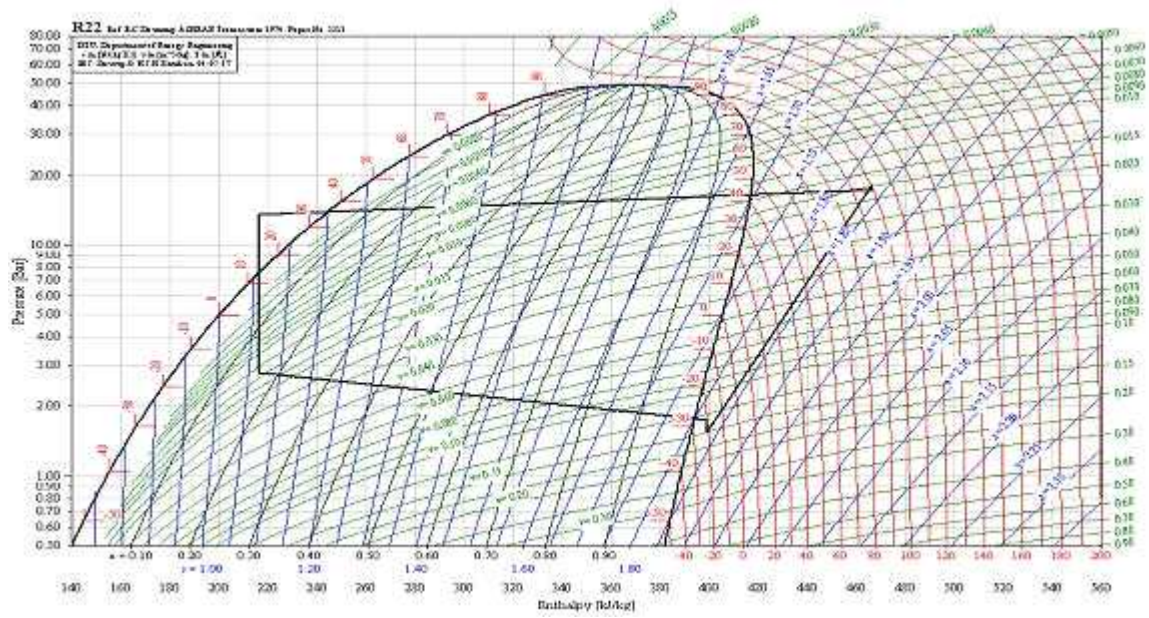
② Table 2의 P-h 선도 작도 실행 결과



③ Table 3의 P-h 선도 작도 실행 결과



④ Table 4의 P-h 선도 작도 실행 결과



3) P-h 선도의 중복 작도와 합성 예
 ① 종합 P-h 선도의 합성 작도

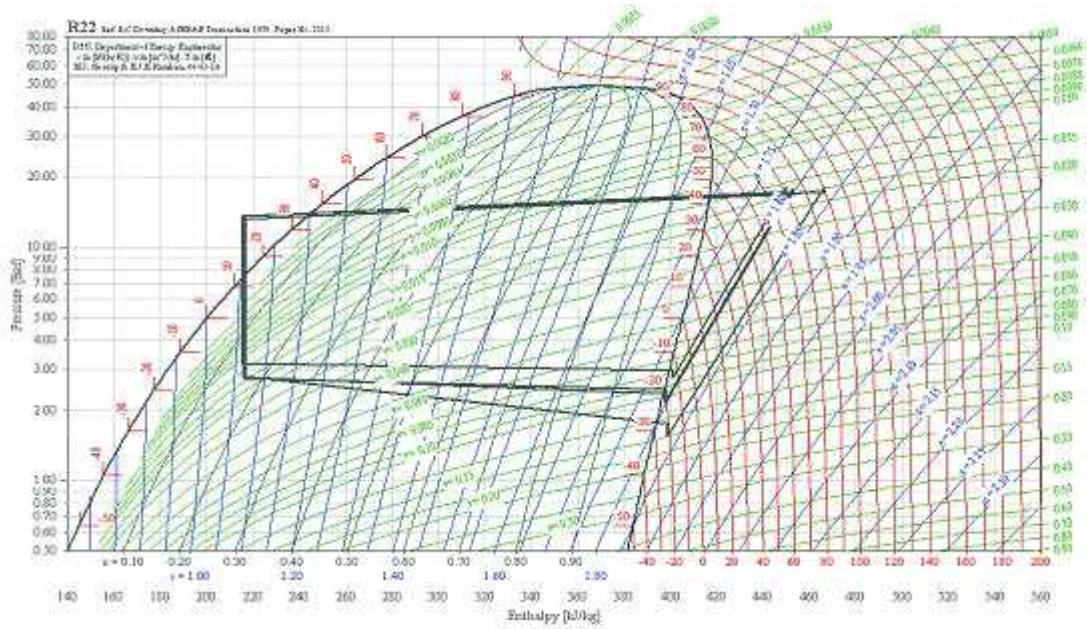


Table 1,2,3,4의 종합 작도

② 운전 성능 결과 정리 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							

(10) 지열 히트펌프 관계지식

1) 지열히트펌프의 냉난방 용량

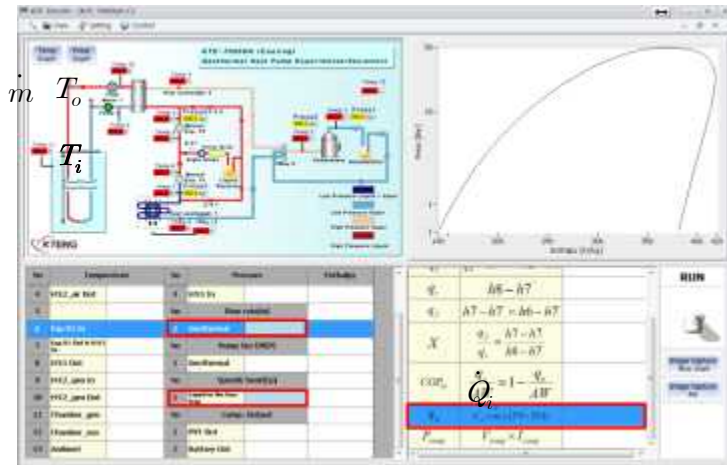
① 지중열교환기 생산열량

$$\dot{Q} = \dot{m} \times c_p \times \Delta T \text{ (kJ/s)}$$

\dot{m} : 지중순환 열매체의 질량유량(kg/s)

c_p : 지중순환 열매체의 정압비열(kJ/kg·°C)

ΔT : 열교환기의 입출구 온도차(°C)



<지열 시스템 이용 순환유체의 물리적 특성>

	Water	Ethylene Glycol	Propylene Glycol	Methanol
Molecular Weight	18.01	62.07	76.10	32.04
Specific Gravity 20/20	1.000	1.116	1.038	0.7917
Density at 20°C (kg/m ³)	998.2	1113.0	1036.5	790.9
Freezing Point(°C)	0.0	-13.0		-97.7
Normal Boiling Point(°C)	100.0	197.2	187.8	64.4
Specific Heat at 20°C (kJ/kg°C)	4.18	2.347	2.481	2.47
Viscosity at 0°C (Centipoise)	1.79	57.4	243	
Viscosity at 20°C (Centipoise)	1.01	20.9	60.5	0.6
Viscosity at 40°C (Centipoise)	0.655	9.5	18.0	
Thermal Conductivity (W/m·K)	0.58	0.29		0.21
Flash Point (°C)		115.6	107.2	14.4

② 부하측 냉난방 용량

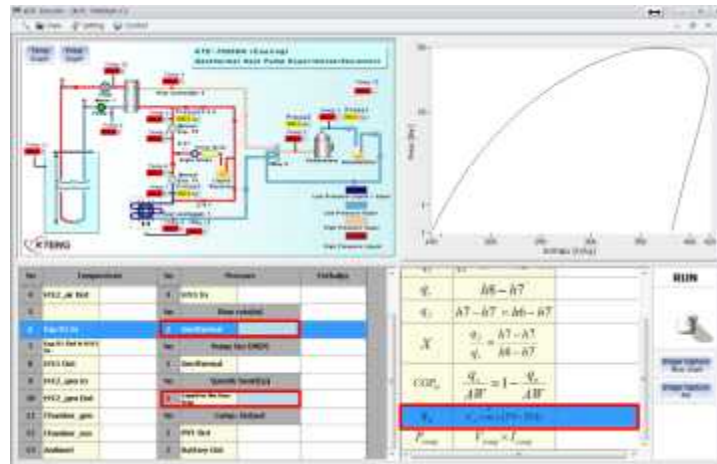
① 물 대 물 히트펌프

$$\dot{Q} = \dot{m} \times c_p \times \Delta T \text{ (kJ/s)}$$

\dot{m} : 부하측 냉온수의 질량유량(kg/s)

c_p : 부하측 냉온수의 정압비열(kJ/kg·°C)

ΔT : 부하측 열교환기의 입출구 온도차(°C)



< DA-100에서 수집한 지열히트펌프 온도 데이터 >

	Temp1	Temp2	Temp3	Temp4	Temp5	Temp6	Temp7	Temp8	Temp9	Temp10	Temp11
	Comp_In	Comp_Out	HE2_Out	HE2_In	Exp2_In	Exp1_In	HE1_In	HE1_Out	HE2	HE1	Out
1sec	28	77	66	22	25	21	-13	22	23	21	25
2sec	29	81	71	22	24	21	-13	21	23	21	26
3sec	30	84	74	23	24	21	-13	21	24	22	26
.
.
.
30sec											

< DA-100에서 수집한 지열 열교환기 온도와 유량 데이터 >

	UG	OS	HI	HO	F
1sec	17	23	18	23	0.11
2sec	17	23	18	23	0.11
3sec	17	23	18	23	0.11
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
30sec					

예 1) 실내 부하측 풍량 측정이 힘들 경우 냉방 열량 계산

- 시간당 지열히트펌프 실외열교환기 생산 열량(압축기 소비전력 : 675 W)

$$\dot{Q} = \dot{m} \times c_p \times \Delta T = 0.11 \times 4.18 \times (23 - 18) = 2.299 \text{ kJ/s}$$

$$\dot{W} = 675 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_c = \dot{Q} - \dot{W} = 2,299 - 675 = 1,624 \text{ J/s}$$

$$\text{시간당 } Q_c = 1,624 \times 3600 = 5,846 \text{ kJ/h} [= 1,399 \text{ kcal/h (0.42 RT)}]$$

※ 물의 정압비열 : 4.18 kJ/kg·°C

예 2) 실내 부하측 풍량 측정이 가능할 경우 냉방 열량 계산

- 부하측 실내 열교환기 덕트 : 정사각형(0.25m × 0.25m)

- 덕트 흡입 풍속 : 2 m/s

$$V_o(\text{공기유량}) = \text{부하측 실내열교환기 덕트의 단면적} \times \text{덕트 흡입 풍속}$$

$$= 0.25 \times 0.25 \times 2 = 1.25 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$G(\text{질량유량}) = \frac{V_o(\text{공기유량})}{v(\text{비체적})} = \frac{1.25}{0.83} = 1.51 \text{ kg/s}$$

$$\dot{Q} = 1.51 \text{ kg/s} \times 1.006 \text{ kJ/kg} \cdot \text{°C} \times (25\text{°C} - 21\text{°C}) = 6.07 \text{ kJ/s}$$

※ 공기의 정압비열 : 1.006 kJ/kg·°C

※ 실제로 실내 풍량을 정확히 측정하기는 매우 힘들.

2) 지열히트펌프의 성능계수(COP : Coefficient of Performance)

① 지열히트펌프의 냉난방 성능계수

$$COP_{HP,C} = \frac{Q_C}{W_{HP}}$$

$$COP_{HP,H} = \frac{Q_H}{W_{HP}}$$

$COP_{HP,C}$: 지열히트펌프 냉방 성능계수

$COP_{HP,H}$: 지열히트펌프 난방 성능계수

Q_C : 냉방운전시 생산된 열량

Q_H : 난방운전시 생산된 열량

W_{HP} : 지열히트펌프 운전에 사용된 전력량

② 지열히트펌프의 시스템 성능계수

$$COP_{SYS,C} = \frac{Q_C}{W_{HP} + W_P}$$

$$COP_{SYS,H} = \frac{Q_H}{W_{HP} + W_P}$$

$COP_{SYS,C}$: 지열히트펌프 냉방 성능계수

$COP_{SYS,H}$: 지열히트펌프 난방 성능계수

W_P : 지중순환펌프 운전에 사용된 전력량

2) 지열히트펌프의 성능계수(COP : Coefficient of Performance)

① 지열히트펌프의 냉난방 성능계수

$$COP_{HP,C} = \frac{Q_C}{W_{HP}}$$

$$COP_{HP,H} = \frac{Q_H}{W_{HP}}$$

$COP_{HP,C}$: 지열히트펌프 냉방 성능계수

$COP_{HP,H}$: 지열히트펌프 난방 성능계수

Q_C : 냉방운전시 생산된 열량

Q_H : 난방운전시 생산된 열량

W_{HP} : 지열히트펌프 운전에 사용된 전력량

② 지열히트펌프의 시스템 성능계수

$$COP_{SYS,C} = \frac{Q_C}{W_{HP} + W_P}$$

$$COP_{SYS,H} = \frac{Q_H}{W_{HP} + W_P}$$

$COP_{SYS,C}$: 지열히트펌프 냉방 성능계수

$COP_{SYS,H}$: 지열히트펌프 난방 성능계수

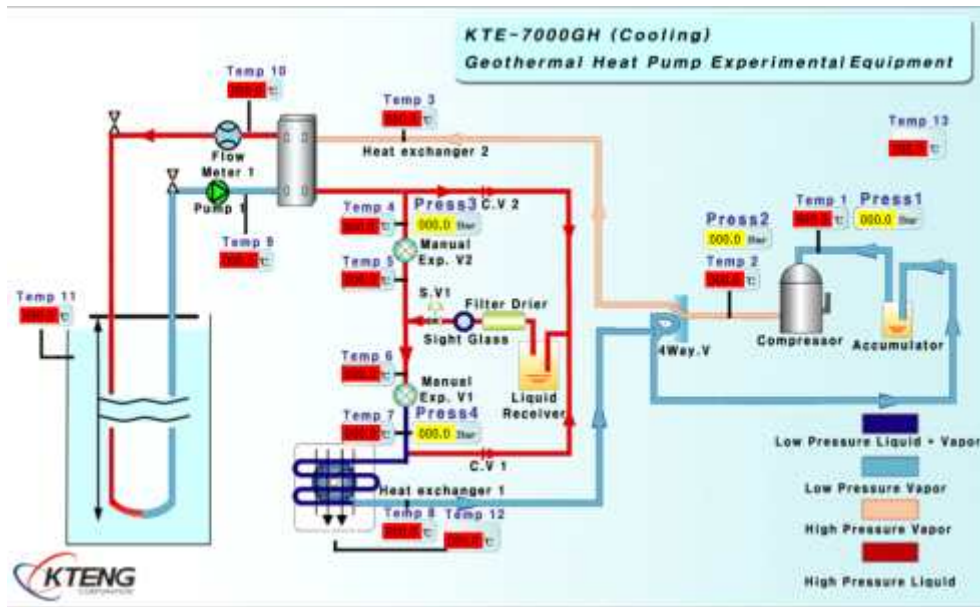
W_P : 지중순환펌프 운전에 사용된 전력량

4. 지열 히트펌프 냉난방 시스템 자동제어 실습

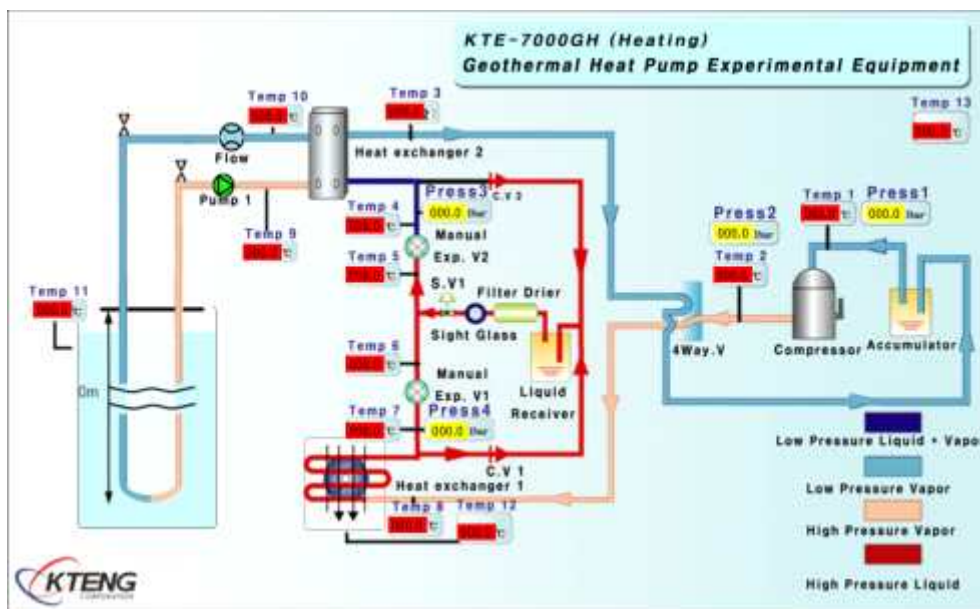
실험과제	4-1. 지열히트펌프 사방밸브 냉매 흐름방향 전환 회로 구성 운전	소요시간	
		8	
목 표	(1) 사방밸브제어에 의해 냉매의 흐름이 변환(전환)하는 원리를 이해할 수 있다. (2) 지열 히트펌프 냉·난방시스템의 부하를 수동으로 운전할 수 있는 회로를 배선할 수 있다. (3) 지열 히트펌프 냉·난방시스템의 냉방운전과 난방운전의 원리를 이해하고 냉·난방으로 교체 운전할 수 있다.		
사 용 장 비	공구 및 재료	규 격	수 량
· 지열 히트펌프 냉난방 실험장비 (KTE-7000GH)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175mm · 150mm · 0.5~6mm2 · 300A 600V	1 1 1 조별1
제 어 회 로 도			
L1, L2 : 라인전압 N.F.B : 과전류차단기 HE1 : 열교환기 1 (팬형)		SV : 전자밸브 4way valve : 사방밸브 TS : 토글 스위치 COMP : 압축기용 모터	
(1) 회로도 구성방법			
1) 지열환경챔버 온도를 설정한다.			
2) 바나나 잭으로 회로 구성			
3) N.F.B 스위치 전원을 인가한 후 DC 24V 토글 스위치 OFF(토글 스위치 ON : 난방)			
4) 지열환경챔버 제어판의 Pump On			

· 관 계 지 식

1. 사방밸브 제어식 히트펌프 냉난방 실험장비 사이클



냉방 운전 사이클



난방 운전 사이클

COMP : Compressure Motor (압축기모터 출력단자)

HE1 : Heat Exchanger1 (팬형 열교환기 1)

HE2 : Heat Exchanger2 (관형 열교환기 2) ⇒ 지열환경챔버 제어판에서 Pump 수동 운전

S.V : Solenoid Valve (주배관용 전자밸브)

4-Way.V : 4-Way Reversing Valve (사방밸브 출력단자)

과제평가	4-1. 지열히트펌프 사방밸브 냉매 흐름방향 전환 회로 구성 운전	소요시간
		8



지열 히트펌프 냉·난방 실험장비
(KTE-7000GH)

· 요구사항

1. 지열 히트펌프 냉·난방 실험장비(KTE-7000GH)를 준비하고 전기통전과 냉매충전 상태를 점검한다.
2. 실험장비, 공구, 재료를 사용하여 바나나 잭으로 회로를 구성하고 운전한다.
3. 회로의 동작 기능을 이해하고 설명한다.
 - ① N.F.B S/W를 on하면 동작되는 과정을 설명한다.
 - ② TS S/W를 난방의 위치를 절환 시 냉동사이클과 비교하여 난방원리를 설명한다.
 - ③ TS S/W를 냉방의 위치를 절환 시 냉동사이클과 비교하여 냉방원리를 설명한다.
4. 사방밸브의 역할과 기능을 설명한다.
5. 실험장비(KTE-7000GH), 공구, 재료를 사용하여 실배선하고 운전 한다.

평가 기준	평가항목		배점	득점	비고				
	평가 기준	작품평가 (70점)			바나나 잭 사용 회로 구성 동작	20			작품 평가
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								

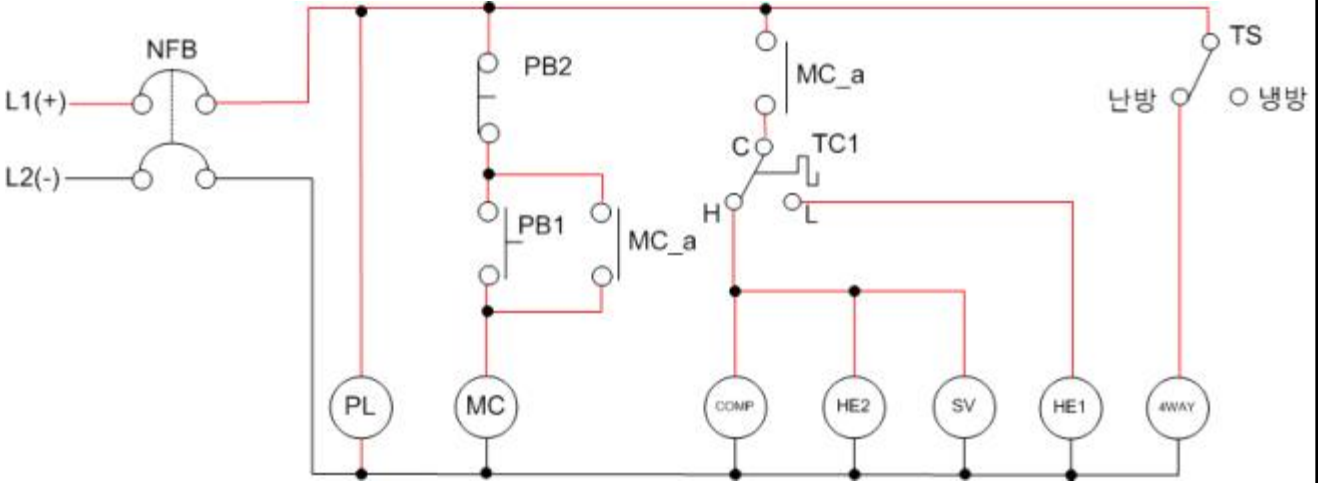
실험과제	4-2. 온도 자동제어기를 이용한 냉난방 운전 실험·실습	소요시간
		8

목 표	① 온도 자동제어기의 운전제어 회로의 동작을 이해하고 설명할 수 있다. ② 온도 자동제어기와 토글 스위치를 이용하여 냉난방 전환 및 온도제어 회로를 설계할 수 있다. ③ 사방밸브제어 히트펌프 냉·난방기를 이용하여 냉난방 온도제어 회로를 배선, 운전할 수 있다.
-----	---

사 용 장 비	공구 및 재료	규 격	수 량
· 지열 히트펌프 냉난방 실험장비 (KTE-7000GH)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175mm · 150mm · 0.5~6mm2 · 300A 600V	1 1 1 조별1

제 어 회 로 도

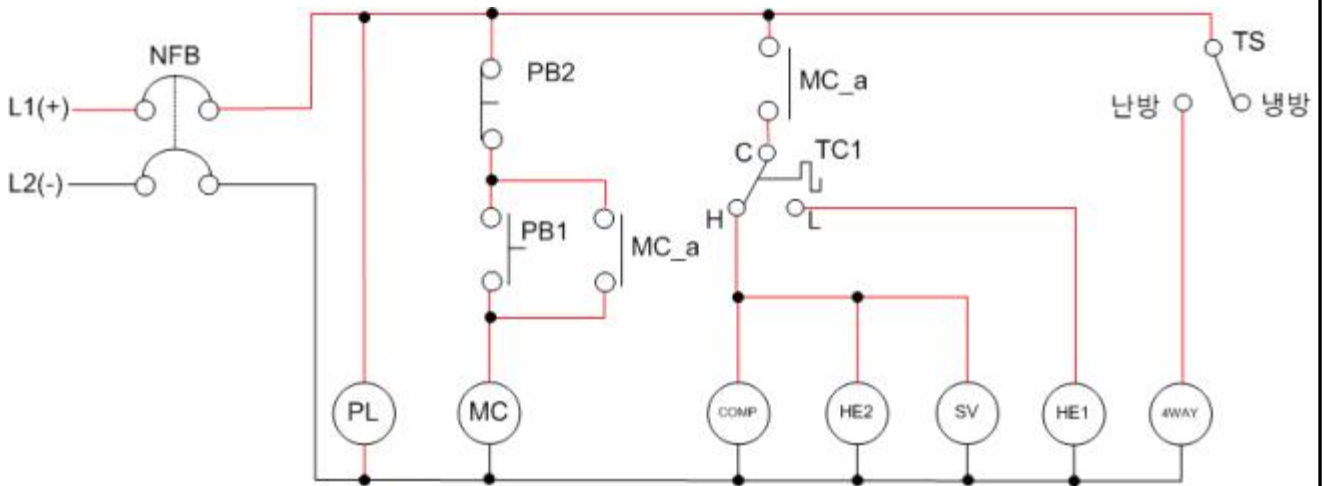
■ Heating



L1, L2 : 라인전압
 N.F.B : 과전류차단기
 TC1 : 온도 자동제어기
 COMP : 압축기

HE1 : 1번 열교환기 웬모터
 TS : 토글 스위치
 SV : 전자밸브
 4way Valve : 사방밸브

■ Cooling



열교환기1 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 (압축기 모터, 응축기 웬 모터, 전자밸브) 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.

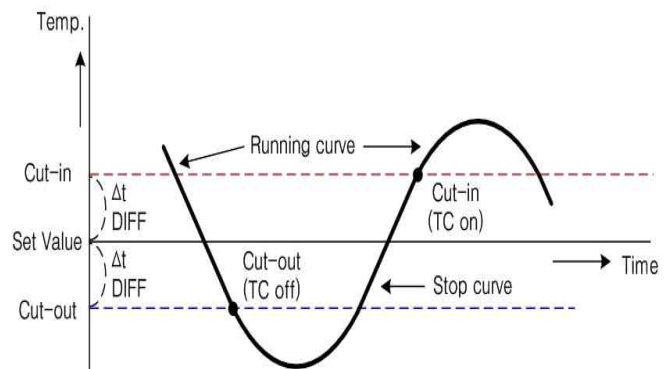
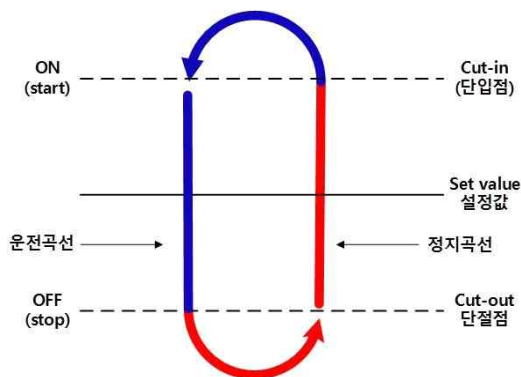
CUT-IN (정지 → 운전) point = 설정 온도 + 편차

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 냉난방 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 TC (온도조절기)의 전원이 인가되며, 설정된 온도 값에 따라 Comp, CFM, SV (열림), EFM 가 작동한다.
- ③ PB 1을 누를 시 Mc-a 에 의해 인가된 TC(온도조절기)에서 L접점이 작동되며, EFM가 작동한다.
- ④ PB 1을 떼면, TC(온도 조절기)의 H 접점에 전원이 인가된다. 따라서 H 접점과 연결된 Comp, CFM가 작동하며, SV(전자밸브)가 열린다.
- ⑤ TC(온도 조절기) L 접점에 전원이 인가되면 Comp와 CFM는 작동이 꺼지고, SV(전자밸브)는 닫히며 EFM이 작동한다.
- ⑥ TC(온도 조절기)는 증발 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 Comp와 CFM 가 작동하며 SV(전자밸브)가 열리면서 증발 온도를 낮추는 역할을 한다. H 접점 제어를 통해 증발 온도 값이 TC(온도조절기) 설정 온도 값 보다 낮아지면 L 접점으로 전원이 인가된다.
- ⑦ L 접점으로 전원이 인가되면 H접점과 연결된 Comp와 CFM는 작동이 꺼지며 SV는 닫히면서, EFM이 작동하여 증발 부하를 준다.
- ⑧ 제어 회로도처럼 연결을 한 후 위와 같은 작동 사이클이 반복적으로 운전하는 지 확인한다.

3. 온도조절기 세팅

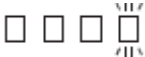


- ① PV: 측정값 표시부 (적색)
감지되고 있는 현재 측정수치를 표시합니다.
설정모드시 설정항목을 표시합니다.
- ② SV: 설정값 표시부 (녹색)
조작하고자 하는 설정수치를 표시합니다.
설정모드시 설정값을 표시합니다.
- ③ SV2: SV2 동작 표시램프
- ④ AT: 오토튜닝 동작램프
- ⑤ OUT: 출력동작 표시램프
- ⑥ EV1,2: EVENT 출력 표시램프
- ⑦ MD key: 모드키
3초간 누르고 있으면 설정모드로 진입합니다.
- ⑧ AT key: 오토튜닝 실행 키
- ⑨ ▲ ▼ ◀ ▶ : 설정값 조작 키


* 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.

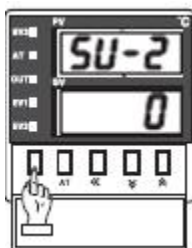


④ 설정이 종료되면 MD키를 누릅니다. 깜빡임이 중지하며 설정치 변경이 종료되고 운전상태로 복귀합니다.

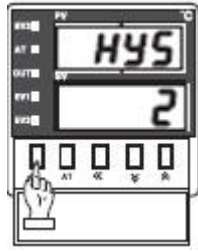
* 편차값 변경 순서



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 4회 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

과제평가	4-2. 온도 자동제어기를 이용한 냉난방 운전 실험·실습	소요시간
		8



지열 히트펌프 냉·난방 실험장비
(KTE-7000GH)

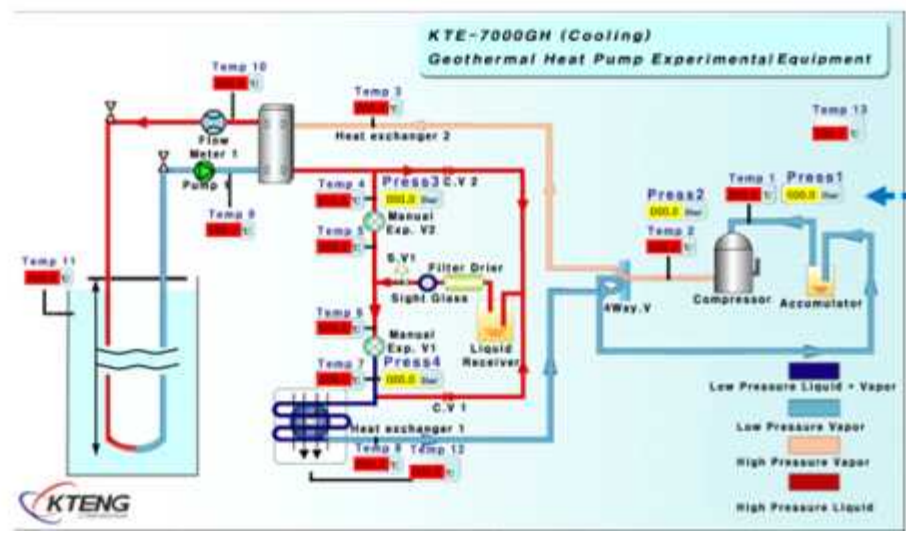
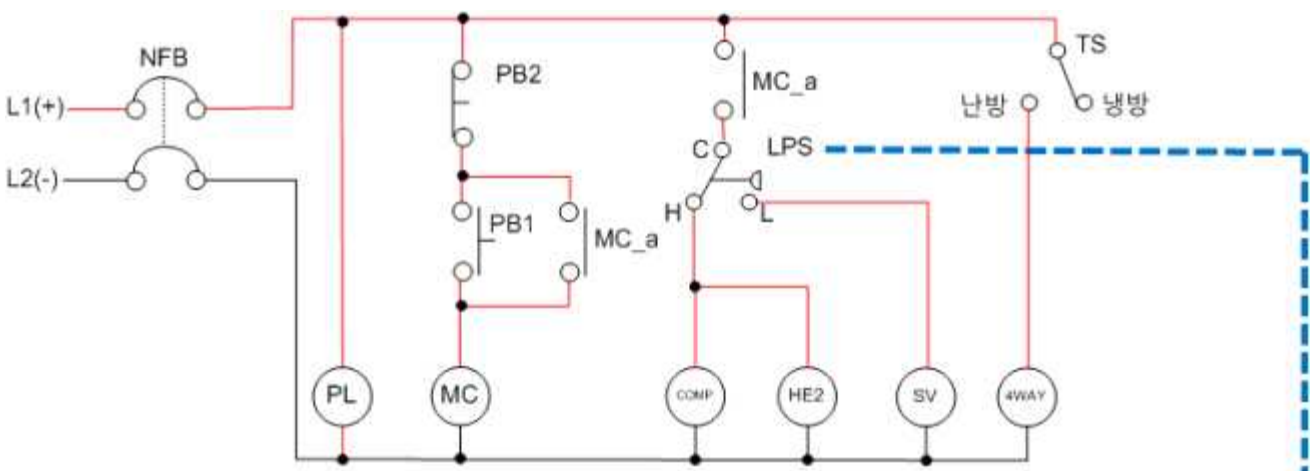
- 요구사항
- 1. 지열 히트펌프 냉·난방 실험장비(KTE-7000GH)를 준비하고 전기통전과 냉매충전 상태를 점검한다.
- 2. 실험장비, 공구, 재료를 사용하여 바나나 잭으로 회로를 구성하고 운전한다.
- 3. 온도자동제어기의 동작 기능을 이해하고 설명한다.
 - ① 온도자동제어기의 설정온도에 따른 동작되는 과정을 설명한다.
 - ② 난방 운전 중에 TS S/W를 난방으로 전환과 온도자동제어기의 난방운전 과정을 설명한다.
 - ③ 냉방 운전 중에 TS S/W를 냉방으로 전환과 온도자동제어기의 냉방운전 과정을 설명한다.
- 4. 실험장비(KTE-7000GH), 공구, 재료를 사용하여 실배선하고 운전한다.

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

실험과제	4-3. 지열 히트펌프 저압압력자동제어(LPS)를 이용한 냉난방 운전 실험·실습	소요시간
		8
목표	(1) LPS의 운전제어 회로의 동작을 이해하고 설명할 수 있다. (2) LPS와 토글 스위치를 이용하여 냉난방 전환 및 저압압력자동제어 회로를 설계할 수 있다. (3) 지열 히트펌프 냉·난방기를 이용하여 냉난방 저압압력자동제어 회로를 배선, 운전할 수 있다.	

사용장비	공구 및 재료	규격	수량
· 지열 히트펌프 냉난방 실험장비 (KTE-7000GH)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175mm · 150mm · 0.5~6mm ² · 300A 600V	1 1 1 조별1

제어 회로도



L1, L2 : 라인전압
 N.F.B : 과전류차단기
 COMP1 : 압축기
 PB : 누름스위치

CFM : 응축기 웬모터
 SV1 : 전자밸브
 LPS : 저압차단 압력스위치
 MC : 전자 접촉기

실험순서	Cut in P	D.P	Cut out P	압력게이지 눈금	조정내용
1	3	2	1		
2	3	1	2		
3	4	2	2		

LPS의 압력 조정 작업을 통해 저압제어 냉동 시스템 운전을 수행한다. 설정 압력값에 따라 On/Off 되는 회로를 구성하고, C, H, L 접점제어 회로 구성을 수행하여 냉동 시스템을 작동한다.

LPS 압력 조정 → Condensing Unit(압축기, 응축기 웬 모터) 운전(냉동작용 진행) → 고압액관 전자밸브 차단 → 고압상승, 저압하강 → 저압측 냉매, 고압측으로 회수진행 → LPS의 Cut Out Point 도달 → Condensing Unit 정지(냉동작용 중단) → 고압액관 전자밸브 열림 → 1원측 고압저하, 저압상승 → LPS의 Cut in Point 도달 → Condensing Unit 재가동

위 작동 순서처럼 설정 압력에 따라 냉동 시스템을 자동 on/off 운전한다.

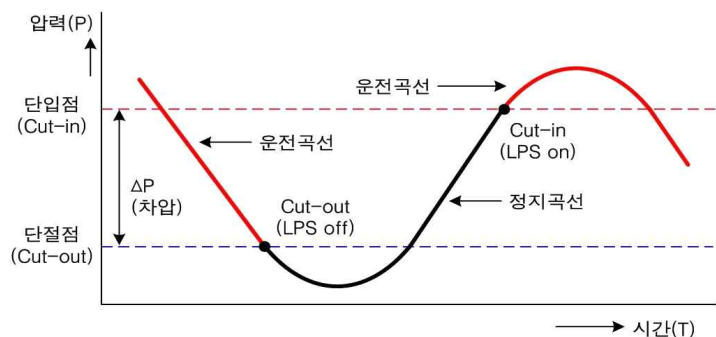
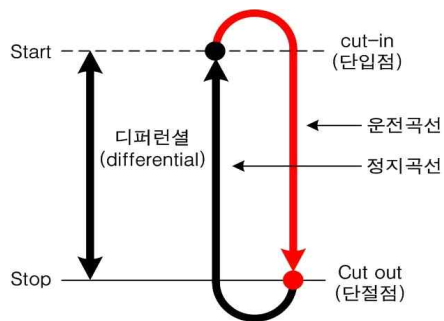
CUT-IN (정지 → 운전) POINT = 설정압력

CUT-OUT (운전 → 정지) POINT = 설정압력 - 편차

ex) 설정압력 5, 편차 3 [bar]

CUT-IN point 5 = 5[bar] , CUT-OUT point 5 - 3 = 2[bar]

* 저압 제어 운전/정지 곡선

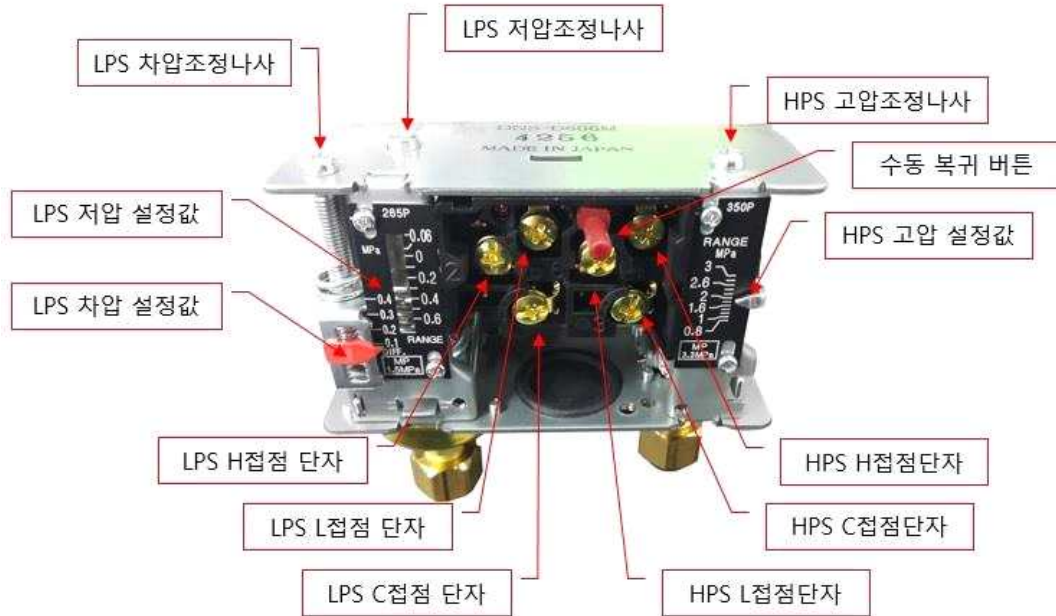


2. 압력제어 회로도를 통해 냉방 시스템 운전하기

- 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, 전자 접촉기 MC 코일에 전기가 통해 자장이 형성되어 MC 스위치 접점인 MC 접점이 닫히게 되고, PB1 스위치에서 손을 떼어도 MC_a접점을 통해 계속 전기가 흐르는 자기유지 상태를 유지한다.
- ③ 이와 동시에 회로도에서 제어기기인 저압 차단 스위치(LPS) 위에 위치한 MC 스위치 접점도 같이 닫히게 된다. 이 경우 LPS 스위치 단자에 전기가 흐르게 되는데, 현재 압축기 흡입 측의 저압압력이, LPS 설정한 단입점(cut-in) 압력보다 높을 경우 전기는 'C'단자에서 'H'단자 쪽으로 흐르고, LPS에 설정한 단절점(cut-out) 압력 보다 낮을 경우에는 전기는 'C'단자에서 'L'단자 쪽으로 흐르게 되어있다.
- ④ 저압측 압력이 단입점(cut-in) 압력보다 높아져 전기가 'H'단자 쪽으로 흐르면, 부하기기인 Comp1(압축기)와 응축기 팬모터(CFM)에 전기가 공급되어 압축기 및 응축기가 동작되고 전자밸브는 닫힌 상태로 유지되어 냉매가 흐르지 않는다.
- ⑤ 전자밸브가 닫힌 상태로 압축기와 응축기가 작동하게 되면 저압측의 냉매가 고압측으로 계속 유입되어 고압측의 압력은 점차적으로 상승하게 되고 저압측의 압력은 점점 하강하게 된다.
- ⑥ 저압측 압력이 단절점(cut-out) 압력보다 낮아져 전기가 'L'단자 쪽으로 흐르면, 압축기 및 응축기에 전기 공급이 끊어져 작동을 멈추고, 전자밸브에 전기가 공급되어 전자밸브가 열려 냉매를 흐르게 한다.
- ⑦ 전자밸브가 열려 저압측으로 냉매가 흐르면 저압측의 압력이 상승하게 된다. 압력이 상승하여 단입 접점에 도달하면 LPS 스위치 단자가 다시 'H' 단자 쪽으로 연결되어 전자밸브는 닫혀 냉매가 흐름이 중지되고 압축기와 응축기가 작동하게 된다. 따라서 이 제어 회로에 의한 냉동시스템은 압축기 입구의 저압의 변화에 따라서 LPS의 스위치는 반복해서 'H' 단자 'L' 단자의 접점이 붙었다 떨어졌다는 반복하게 된다.
- ⑧ 이러한 제어회로는, 실제적인 냉동시스템의 경우에는 사용하지 않고 다만 실험적인 차원에서 저압측의 압력부하 변동의 주기 시간을 단축시키기 위해 만들어진 것이다.
- ⑨ 'OFF'스위치인 PB2 스위치를 누르면, MC코일에 전기의 흐름이 차단되어 자기유지가 소자되고 냉동장치에 전기 공급이 차단되어 냉동시스템이 정지된다.

3. 압력스위치 세팅

* 고저압 압력 스위치 (Dual Pressure Switch)



고저압 압력 스위치는 고압차단용과 저압차단용이 합쳐진 것으로 하나의 장치에 붙어있다. 하나의 케이스에 각각 독립해서 존재하고 접점부분만 가운데 모여져 있다.

DPS는 베로우즈, 레버, 접점조정 나사 등이 2set 씩 갖추어져 있으며, 냉매 압력에 의해 압축기를 기동/정지 한다.

[고압차단측은 압축기 토출압력에 의해 작동, 저압차단측은 압축기 흡입압력에 의해 작동] 토출압력이 비정상적으로 높아졌을 때 또는 흡입압력이 비정상적으로 낮아졌을 때 접점을 차단시켜 압축기를 정지시키는데 사용한다. 즉, 토출/흡입압력중 하나가 정상이 아니면 압축기는 정지한다.

1) 내부 구조

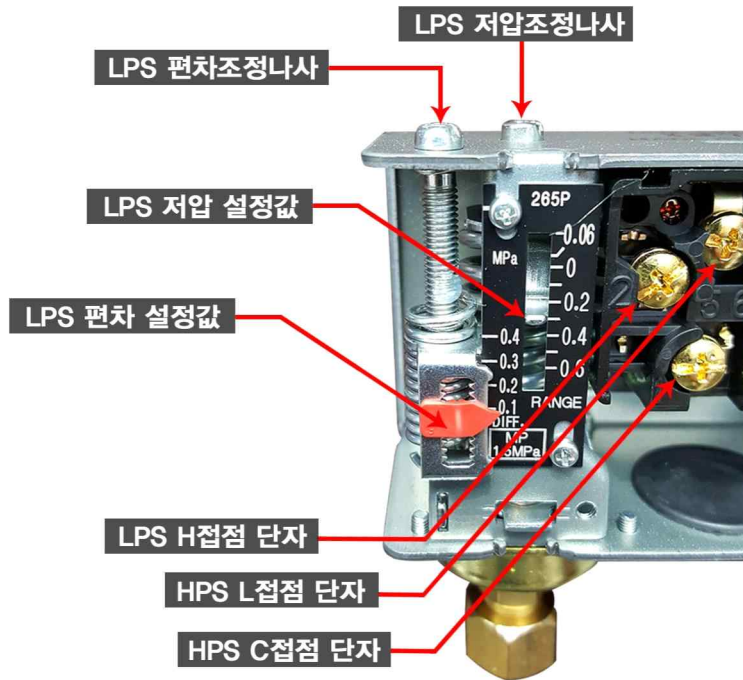
그림과 같이 DPS의 뚜껑을 열면, 좌측에 저압스위치(LPS)가 있고 우측은 수동 복귀형 고압 스위치(HPS)가 있고 접점 단자가 좌우로 각각 3개씩 있으며, LPS 하부에 있는 것은 'C' 단자, 그 위로 'A' 점점으로 'H' 단자, 그 위로 'B'점점으로 'L' 단자이다. HPS는 아래에서부터 'C' '접점단자, B점점으로 'L' 단자, 그리고 가장 위쪽은 'A' 점점으로 'H' 단자이다.

LPS는 압력 조절나사와 차압 조절나사가 있으며, HPS는 수동 복귀형으로의 차압 조절나사는 없고 압력 조절나사만 있다.

일반적으로 HPS의 고압제어를 하는 경우에는 HPS의 압력관을 압축기 출구측에 연결하여 사용하며, 접점단자는 'C' 단자에서 'L' 단자로 접점이 단혀 있는 것을 사용하며 'B'접점이다. 따라서 HPS 제어기에 압축기를 연결할 경우는 'B'접점 단자를 찾아서 접점을 연결하면 된다.

고, 저압차단 스위치는 냉동교육장치에서 운전 중에 고, 저압 설정 값에 의해 L, H 접점이 열리고 닫히면서 장비를 제어하고 보호하는 역할을 한다.

1) L.P.S. 저압 제어 방법



보이는 눈금에서 오른쪽은 셋팅 할 저압 값(RANGE)을 나타내고 왼쪽 눈금은 편차(DIFF)를 주는 눈금이다.

- ① 저압 값 조정은 드라이버(+)를 이용하여 저압조정 나사를 왼쪽 또는 오른쪽으로 돌려 원하는 값으로 설정한다.
- ② 편차 조정은 드라이버(+)를 이용하여 저압편차조정 나사를 왼쪽 또는 오른쪽으로 돌려 원하는 값으로 설정한다.
- ③ +극 전원을 com에 꽂고 원하는 제어(L or H) 방식에 따라 한쪽의 바나나 잭을 꽂은 후, 다른 쪽의 바나나 잭은 DC 전원 입력부 쪽의 Comp 빨간색에 꽂는다.
- ④ LPS-L 라인 OUT (셋팅 압력보다 압력 하락할 시 COM -> L 라인 접점 연결)
- ⑤ LPS-H 라인 OUT (셋팅 압력보다 압력 상승할 시 COM -> H 라인 접점 연결)

2) H.P.S. 고압 제어 방법



- ① 고압 값 조정은 드라이버(+)를 이용하여 고압조정 나사를 왼쪽 또는 오른쪽으로 돌려 원하는 값으로 설정한다.
- ② HPS-L 라인 OUT (셋팅 압력보다 압력 하락할 시 COM -> L 접점 연결)
- ③ HPS-H 라인 OUT (셋팅 압력보다 압력 상승할 시 COM -> H 접점 연결, RESET 수동복귀)

과제평가	4-3. 지열 히트펌프 저압압력자동제어(LPS)를 이용한 냉난방 운전 실험·실습	소요시간
		8



지열 히트펌프 냉·난방 실험장비
(KTE-7000GH)

· 요구사항

1. 지열 히트펌프 냉·난방 실험장치(KTE-7000GH)를 준비하고 전기통전과 냉매충전 상태를 점검한다.
2. 실험장비, 공구, 재료를 사용하여 바나나 잭으로 회로를 구성하고 운전한다.
3. LPS의 동작 기능을 이해하고 설명한다.
 - ① 저압압력자동제어(LPS)의 설정압력 및 편차에 따른 동작 과정을 설명한다.
 - ② 난방 운전 중에 TS S/W를 난방으로 전환과 LPS의 난방운전 과정을 설명한다.
 - ③ 냉방 운전 중에 TS S/W를 냉방으로 전환과 LPS의 냉방운전 과정을 설명한다.
 - ④ 열교환기1 부하량에 따른 LPS 동작 과정을 설명한다.
4. 실험장비(KTE-7000GH), 공구, 재료를 사용하여 실배선하고 운전한다.

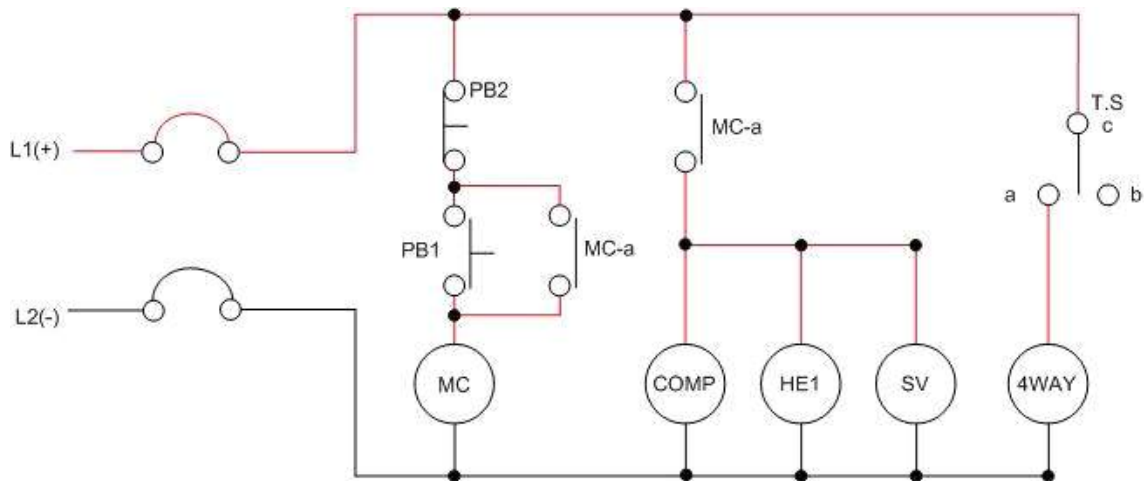
평가기준	평가항목		배점	득점	비고			
	작업평가 (10점)	작품평가 (70점)			작품평가	작업평가	시간평가	총점
	작업평가 (10점)	바나나 잭 사용 회로 구성 동작	20					
		실배선 회로 구성 동작	20					
		실배선 및 결선 상태	10					
		LPS의 이해와 설명	20					
	시간평가 (20점)	작업 태도 및 안전	5					
재료 공구 사용 및 정리·정돈		5						
	시간평가 (20점)	· 소요시간 ()분 초과마다 ()점 감점			작품평가	작업평가	시간평가	총점

실험과제	4-4. 정지우선 자기유지회로 구성 사방밸브제어 히트펌프 냉난방 운전하기	소요시간
		8

목 표	(1) 정지우선 자기유지회로의 동작원리를 이해하고 회로를 구성하여 사방밸브제어 히트펌프 냉난방기를 운전할 수 있다. (2) 정지우선 자기유지회로에 의해서 사방밸브제어 히트펌프 냉난방기의 운전, 정지되는 과정을 회로도들 보고 설명할 수 있다.
-----	---

사 용 장 비	공구 및 재료명	규 격	수량
<ul style="list-style-type: none"> 지열 히트펌프 냉난방 실험장비 (KTE-7000GH) 	<ul style="list-style-type: none"> 드라이버 니퍼 와이어스트리퍼 후크메타기 	<ul style="list-style-type: none"> #2× 6× 175mm 150mm 0.5~6mm² 300A 600V 	<ul style="list-style-type: none"> 1 1 1 조별1

제 어 회 로 도



L1, L2 : 라인전압

N.F.B : 과전류차단기

MC : 전자접촉기 코일

MC-a : 전자접촉기 "a" 접점

TS : 토글스위치

PB : 누름버튼 스위치

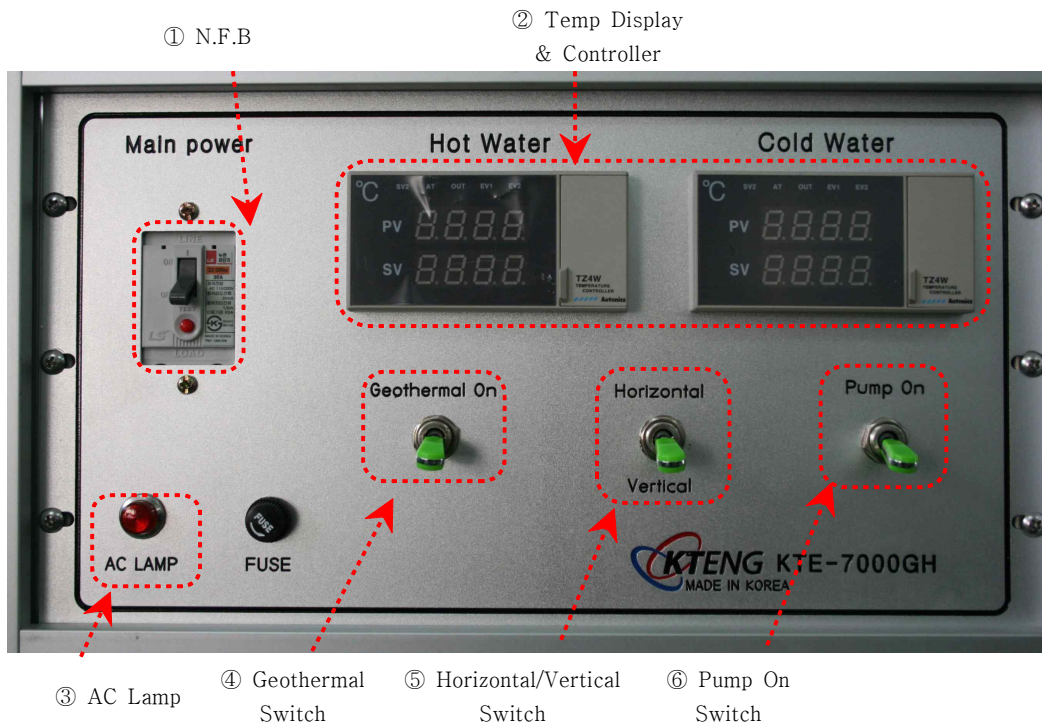
COMP : 압축기용 모터

HE1 : 1번 열교환기 팬모터

4way : 4방밸브

1. 회로도 구성 방법

- (1) 기계장치부 N.F.B 전원을 인가
- (2) 기계장치부 제어판에 바나나 잭으로 회로 구성
- (3) 지열환경챔버의 Main power ON, Geothermal On시 냉동기 및 히터 동작됨. Horizontal or Vertical 선택 후 Pump On시 순환펌프가 동작되며 제어판 아래의 유량계의 추가 올라가며 유량을 표시함.



- (4) 기계장치부 제어판의 토글스위치를 ON(a접점, 난방), OFF(b접점, 냉방)로 냉난방 설정
- (5) 기계장치부 제어판의 DC 24V Power ON시 전원램프만 불이 들어옴
- (6) 기계장치부 제어판의 PB1를 누르면 MC에 전원이 인가되고 MC_a 접점은 단함 상태로 되어 냉동기장치 동작 운전

※ 주의사항

히트펌프 운전중 냉난방을 전환할 경우 압력차에 의해 사방밸브가 파손될 우려가 있으므로 냉동기 운전을 정지한 후 냉난방 전환할 것

과제평가	4-4. 정지우선 자기유지회로 구성 사방밸브제어 히트펌프 냉난방 운전하기	소요시간
		8



지열 히트펌프 냉·난방 실험장비
(KTE-7000GH)

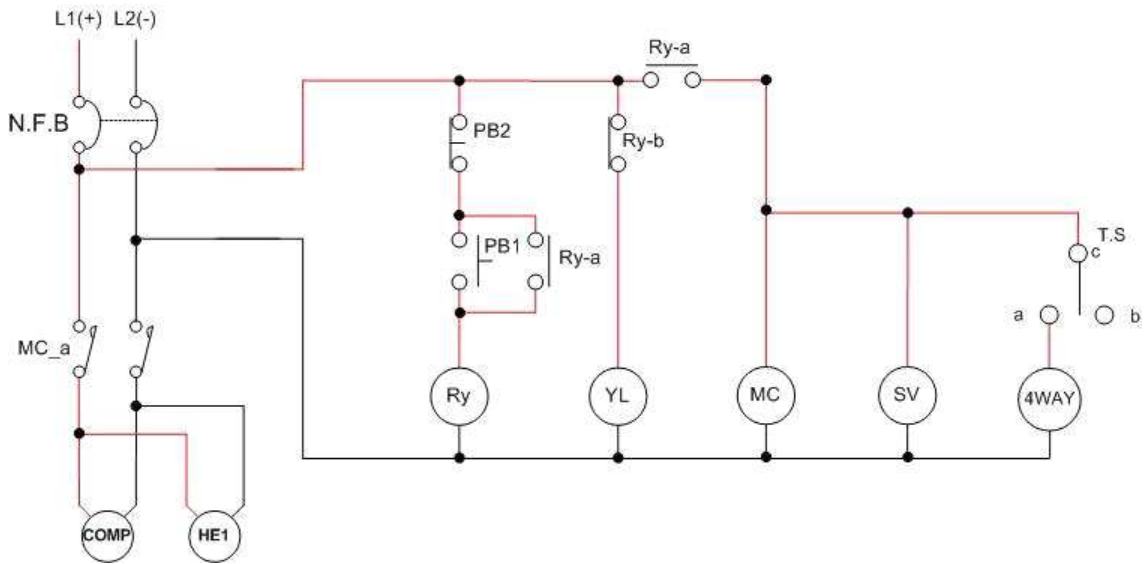
- 요구사항
- 1. 실험장치, 공구, 재료를 준비·점검한다.
- 2. 실험장치, 공구, 재료를 사용하여 바나나 잭으로 회로를 구성하고 운전한다.
- 3. 회로의 동작 기능을 설명한다.
 - (1) N.F.B S/W를 on 할때 동작되는 과정을 설명한다.
 - (2) PB1를 누를때 동작되는 과정을 설명한다.
 - (3) PB2를 누를때 동작되는 과정을 설명한다.
 - (4) 정지 우선 자기유지 회로 운전 원리를 이해하고 설명한다.
- 4. 실험장비(KTE-7000GH), 공구, 재료를 사용하여 실배선하고 운전한다.

평가 기준	평가항목		배점	득점	비고				
	평가 기준	작품평가 (70점)			바나나 잭 사용 회로 구성 동작	20			작품 평가
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								

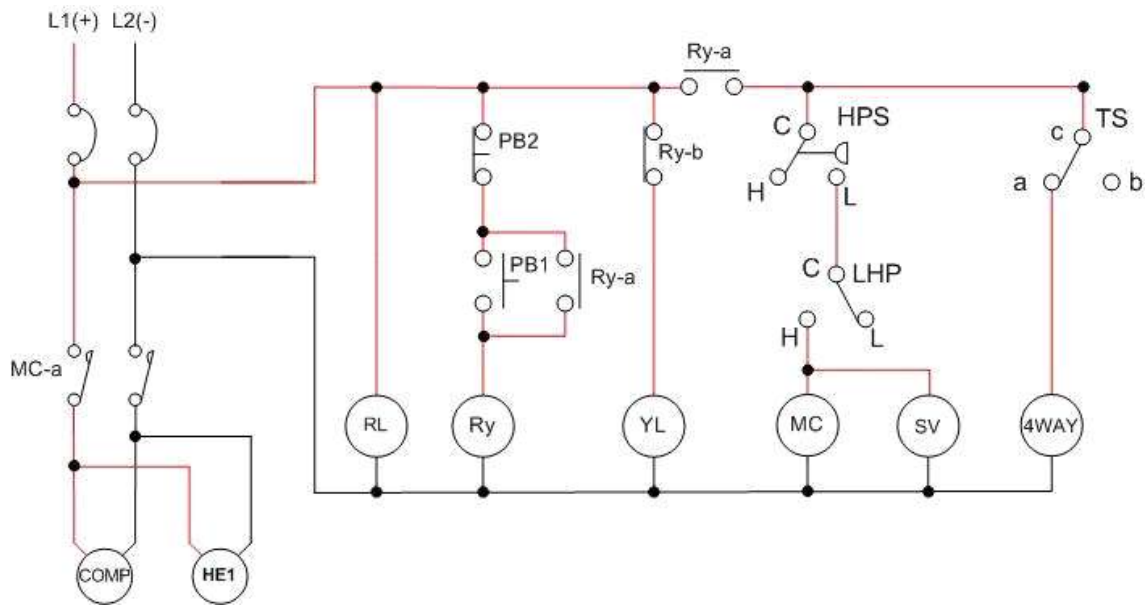
실험과제	4-5. 지열 히트펌프 사방밸브제어 냉·난방 수동제어회로 (자기유지회로) 구성·운전	소요시간
		8
목표	(1) 사방밸브제어 히트펌프 냉·난방기의 수동운전제어 회로의 동작을 이해하고 설명할 수 있다. (2) 사방밸브제어 히트펌프 냉·난방기를 이용하여 자기유지 회로를 설계할 수 있다. (3) 사방밸브제어 히트펌프 냉·난방기를 이용하여 자기유지 회로를 배선, 운전할 수 있다.	

사용장비	공구 및 재료명	규격	수량
· 지열 히트펌프 냉난방 실험장비 (KTE-7000GH)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175mm · 150mm · 0.5~6mm2 · 300A 600V	1 1 1 조별1

제 어 회 로 도



- | | | |
|---------------------|-------------------|-------------------|
| L1, L2 : 라인전압 | SV : 전자밸브 | PB : 누름버튼 스위치 |
| N.F.B : 과전류차단기 | YL : 황색램프 | TS : 토글 스위치 |
| MC-a : 전자접촉기 “a” 접점 | Ry-a : 릴레이 “a” 접점 | 4way valve : 사방밸브 |
| HE1 : 1번 열교환기 웬모터 | Ry-b : 릴레이 “b” 접점 | MC : 전자접촉기 코일 |
| COMP : 압축기용 모타 | Ry : 릴레이 코일 | |



L1, L2 : 라인전압

N.F.B : 과전류차단기

MC-a : 전자접촉기 “a” 접점

RL : 적색램프

COMP : 압축기용 모터

SV : 전자밸브

PB : 누름버튼 스위치

YL : 황색램프

Ry-a : 릴레이 “a” 접점

Ry-b : 릴레이 “b” 접점

Ry : 릴레이 코일

MC : 전자접촉기 코일

LPS : 저압차단 압력스위치

HPS : 고압차단 압력스위치

TS : 토글 스위치

4way valve : 사방밸브

HE1 : 1번 열교환기 웬모터

실험순서	Cut in P	D.P	Cut out P	압력게이지 눈금	조정내용
1	3	2	1		
2	3	1	2		
3	4	2	2		

LPS의 압력 조정 작업을 통해 저압제어 냉동 시스템 운전을 수행한다. 설정 압력값에 따라 On/Off 되는 회로를 구성하고, C, H, L 접점제어 회로 구성을 수행하여 냉동 시스템을 작동한다.

LPS 압력 조정 → Condensing Unit(압축기 모터, 응축기 웬 모터) 운전(냉동작용 진행) → 냉동시스템 고압액관 전자밸브 차단 → 냉동시스템 고압상승, 저압하강 → 저압측 냉매, 고압측으로 회수진행 → LPS의 Cut Out Point 도달 → Condensing Unit 정지(냉동작용 중단) → 냉동시스템 고압액관 전자밸브 열림 → 냉동시스템 고압저하, 저압상승 → LPS의 Cut in Point 도달 → Condensing Unit 재가동

과제평가	4-5. 지열 히트펌프 사방밸브제어 냉·난방 수동제어회로 (자기유지회로) 구성·운전	소요시간
		8



지열 히트펌프 냉·난방 실험장비
(KTE-7000GH)

· 요구사항

1. 사방밸브제어 히트펌프 냉·난방 실험장비(KTE-7000GH)를 준비하고 전기통전과 냉매충전 상태를 점검한다.
2. 실험장치, 공구, 재료를 사용하여 바나나 잭으로 회로를 구성하고 운전한다.
3. 회로의 동작 기능을 이해하고 설명한다.
 - (1) PB1를 누르면 동작되는 과정을 설명한다.
 - (2) 정상 운전 중에 TS S/W를 난방으로 전환 시 난방운전 과정을 설명한다.
 - (3) 정상 운전 중에 TS S/W를 냉방으로 전환 시 냉방운전 과정을 설명한다.
 - (4) PB2를 누르면 동작되는 과정을 설명한다.
4. 실험장비(KTE-7000GH), 공구, 재료를 사용하여 실배선하고 운전한다.

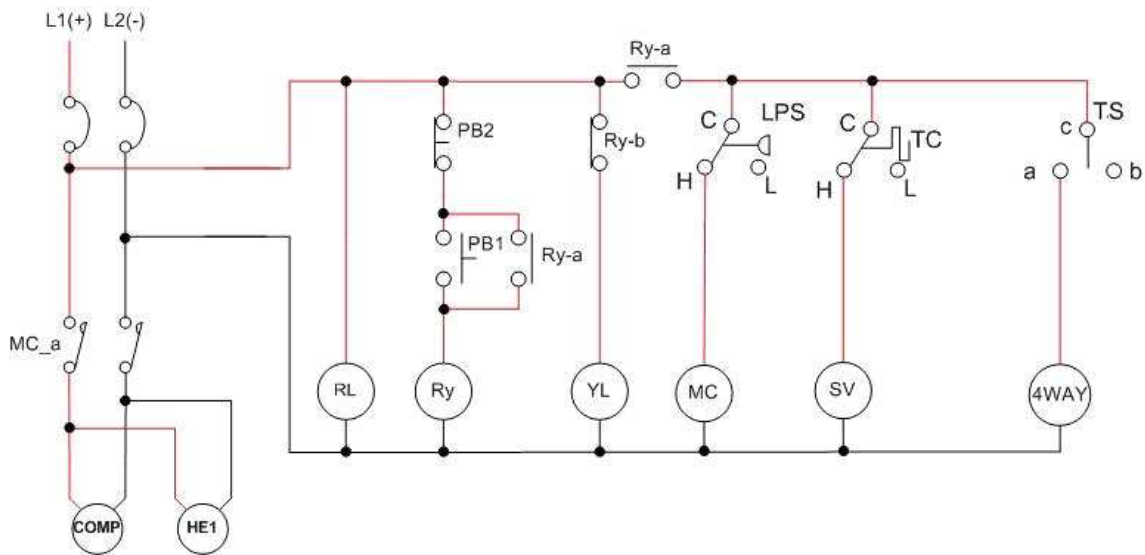
		평가항목	배점	득점	비고			
평가 기준	작품평가 (70점)	바나나 잭 사용 회로 구성 동작	20					
		실배선 회로 구성 동작	20					
		실배선 및 결선 상태	10					
		회로의 이해와 설명	20					
	작업평가 (10점)	작업 태도 및 안전	5					
		재료 공구 사용 및 정리·정돈	5					
시간평가 (20점)	· 소요시간 ()분 초과마다 ()점 감점				작품 평가	작업 평가	시간 평가	총점

실험과제	4-6. 지열 히트펌프 사방밸브제어 냉·난방 온도·압력 자동제어 회로 구성 운전	소요시간
		8

목표	<p>(1) 사방밸브제어 히트펌프 냉·난방 온도자동제어 운전원리를 이해하고 설명할 수 있다.</p> <p>(2) 사방밸브제어 히트펌프 냉·난방기를 이용하여 냉·난방 온도·압력 자동제어 회로를 설계할 수 있다.</p> <p>(3) 사방밸브제어 히트펌프 냉·난방기를 이용하여 냉·난방 온도·압력 자동제어 회로를 보고 배선할 수 있다.</p>
----	--

사용장비	공구 및 재료명	규격	수량
· 지열 히트펌프 냉난방 실험장비 (KTE-7000GH)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175mm · 150mm · 0.5~6mm ² · 300A 600V	1 1 1 조별1

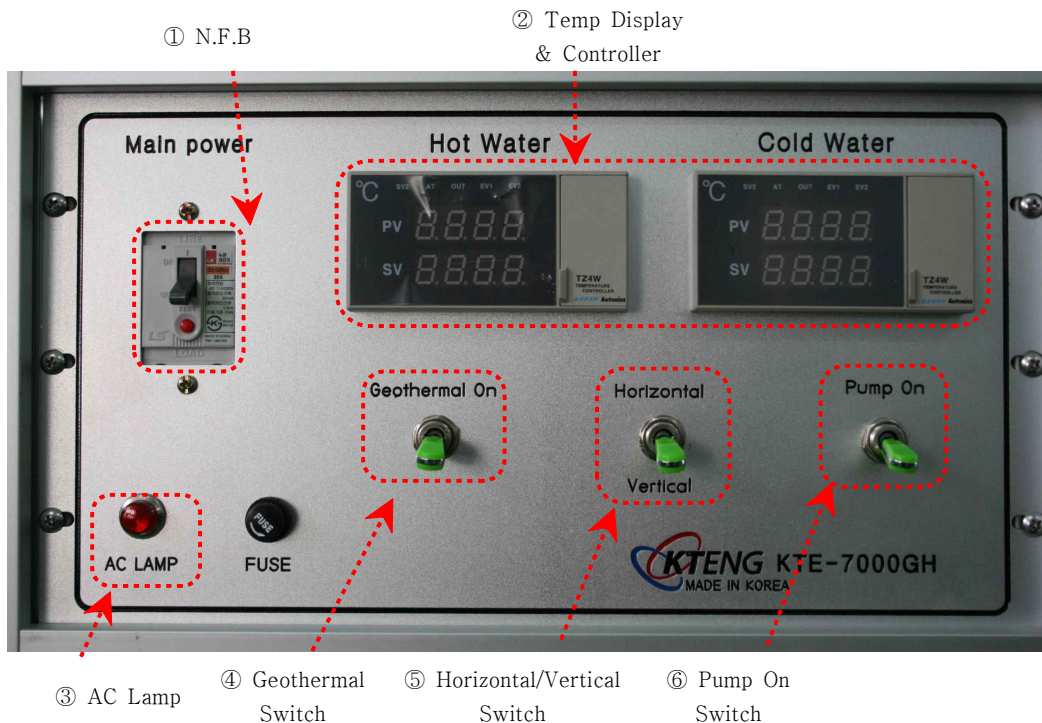
제 어 회 로 도



- | | | |
|---------------------|-------------------|-------------------|
| L1, L2 : 라인전압 | PB : 누름버튼 스위치 | LPS : 저압차단 압력스위치 |
| N.F.B : 과전류차단기 | YL : 황색램프 | TS : 토글 스위치 |
| MC-a : 전자접촉기 “a” 접점 | Ry-a : 릴레이 “a” 접점 | 4way valve : 사방밸브 |
| RL : 적색램프 | Ry-b : 릴레이 “b” 접점 | HE1 : 1번 열교환기 웬모터 |
| COMP : 압축기용 모터 | Ry : 릴레이 코일 | TC : 온도조절 스위치 |
| SV : 전자밸브 | MC : 전자접촉기 코일 | |

1. 회로도 구성 방법

- (1) 기계장치부 N.F.B 전원을 인가
- (2) 기계장치부 제어판에 바나나 잭으로 회로 구성
- (3) 지열환경챔버의 Main power ON시 AC LAMP 켜지고 Hot Water와 Cold Water의 온도제어기에 챔버내부 물의 현재온도와 설정온도가 나타나며 Geothermal On시 냉동기 및 히터 동작됨. Horizontal or Vertical 선택 후 Pump On시 순환펌프가 동작되며 제어판 아래의 유량계의 추가 올라가며 유량을 표시함.



- (4) 기계장치부 제어판의 토글스위치를 ON(a접점, 난방), OFF(b접점, 냉방)로 냉난방 설정
- (5) 기계장치부 제어판의 DC 24V Power ON시 RL 켜짐, YL 켜짐.
- (6) 기계장치부 제어판의 온도자동제어기 TC 온도 설정
- (7) 기계장치부 제어판의 저압차단 압력스위치 LPS의 압력과 편차를 설정
- (8) 기계장치부 제어판의 PB1를 누르면 자기유지회로에 의해 운전되며, YL은 꺼짐
- (9) 기계장치부 제어판의 PB2를 누르면 운전 정지되고 YL 켜짐

※ 주의사항

히트펌프 운전중 냉난방을 전환할 경우 압력차에 의해 사방밸브가 파손될 우려가 있으므로 냉동기 운전을 정지한 후 냉난방 전환할 것.

과제평가	4-6. 지열 히트펌프 사방밸브제어 냉·난방 온도·압력 자동제어 회로 구성 운전	소요시간
		8



지열 히트펌프 냉·난방 실험장비
(KTE-7000GH)

- 요구사항
- 1. 사방밸브제어 히트펌프 냉·난방 실험장비(KTE-7000GH)를 준비하고 전기통전과 냉매충전 상태를 점검한다.
- 2. 실험장치, 공구, 재료를 사용하여 바나나 잭으로 회로를 구성하고 운전한다.
- 3. 회로의 동작 기능을 이해하고 설명한다.
 - (1) PB1를 누르면 동작되는 과정을 설명한다.
 - (2) 냉방운전 중에 온도·압력스위치가 열릴 때 동작되는 과정을 설명한다.
 - (3) 냉방운전 중에 온도·압력스위치가 닫힐 때 동작되는 과정을 설명한다.
 - (4) 난방운전 중에 온도·압력스위치가 열릴 때 동작되는 과정을 설명한다.
 - (5) 난방운전 중에 온도·압력스위치가 닫힐 때 동작되는 과정을 설명한다.
 - (6) PB2를 누르면 동작되는 과정을 설명한다.
- 4. 실험장비(KTE-7000GH), 공구, 재료를 사용하여 실배선하고 운전한다.

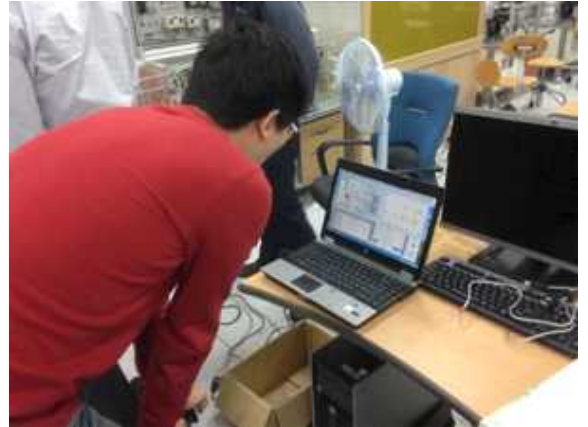
평가 기준	평가항목		배점	특점	비고			
	작품평가 (70점)	바나나 잭 사용 회로 구성 동작		20				
실배선 회로 구성 동작		20						
실배선 및 결선 상태		10						
회로의 이해와 설명		20						
작업평가 (10점)	작업 태도 및 안전		5					
	재료 공구 사용 및 정리·정돈		5					
시간평가 (20점)	· 소요시간 ()분 초과마다 ()점 감점				작품 평가	작업 평가	시간 평가	총점

- 이 책의 내용은 저작권법의 보호를 받습니다. (제C-2010-010562호)
- 발행처, 발행인, 저자의 허가 없이는 내용의 전부 혹은 일부를 어떠한 형태로든 전재할 수 없습니다.

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

냉 · 열원 신재생 에너지 분야 연수 프로그램

- KTE-101 : 표준 냉동 시스템 실험 실무
- KTE-102 : 냉매 병렬 밸브 자동제어 실험 실무
- KTE-103 : E.P.R(증발 압력 병렬 제어) 냉동 실험 실무
- KTE-104 : 히트펌프 시스템 성능 실험 실무
- KTE-105 : 초 저온 냉열(이원 냉동) 시스템 성능 실험 실무
- KTE-106 : 브라인 냉동(빙축 냉동) 시스템 성능 실험 실무
- KTE-107 : 차량용 냉난방 성능 실험 실무
- KTE-108 : 공기 조화 시스템 성능 실험 실무
- KTE-109 : 칠러 방식 공기 조화 시스템 성능 실험 실무
- KTE-201 : 태양광 · 풍력 에너지 기초 회로 구성 실습
- KTE-202 : 태양광 에너지 발전 시험 실습
- KTE-203 : 태양광 에너지 설비 구성 실습
- KTE-204 : 풍력 에너지 발전 시험 실습
- KTE-205 : 태양광 · 풍력에너지 하이브리드 발전 실습
- KTE-206 : 수소연료전지 발전 실습
- KTE-301 : 태양열 복사 에너지 측정 실무 실험
- KTE-302 : 태양열 에너지 온수 보일러 성능 실무 실험
- KTE-303 : 지열 에너지 히트펌프 냉·난방 실무 실험
- KTE-304 : 태양광-열 복합 에너지 시스템 실무 실험
- KTE-401 : LED 기초 이론 및 성능평가 실습
- KTE-402 : LED 응용 시스템 구성 실습
- KTE-403 : LED 조명설비 실습
- KTE-404 : LED 미디어 파사드 조명 실습
- KTE-405 : LED 발광특성분석 실험
- KTE-406 : OLED 단위소자 특성 평가 실험
- KTE-501 : 자동제어 PLC 기초 실습
- KTE-502 : 자동제어 PLC 중급 실습
- KTE-503 : 자동제어 PLC 고급 실습
- KTE-601 : 시퀀스 제어 실무 기초 과정
- KTE-602 : 시퀀스 제어 실무 중급 과정
- KTE-603 : 시퀀스 제어 실무 고급 과정
- KTE-701 : 자동화 기초 실험 실습
- KTE-702 : 자동화 응용 실험 실습
- KTE-711 : 로봇 기초 실험 실습
- KTE-712 : 로봇 응용 실험 실습
- KTE-801 : 스프링클러설비 점검 실습
- KTE-802 : 물분무, 포소화설비 점검 실습
- KTE-803 : 부압식 스프링클러 점검 실습
- KTE-804 : 자동화재탐지 설비 실습
- KTE-805 : 가스계소화설비 점검 실습
- KTE-806 : 제연 설비 점검 실습
- KTE-807 : 피난 설비 점검 실습
- KTE-1301 : 공압 기초 실습
- KTE-1302 : 전기공압 기초 실습
- KTE-1303 : 전기공압 중급 실습



※ 동 · 하계방학 중 교원연수가 개설되오니 연락주시면 신청서를 보내드리겠습니다.

담당 김철수 T:031-749-5373, F:031-749-5376, E:kcs@kteng.com

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