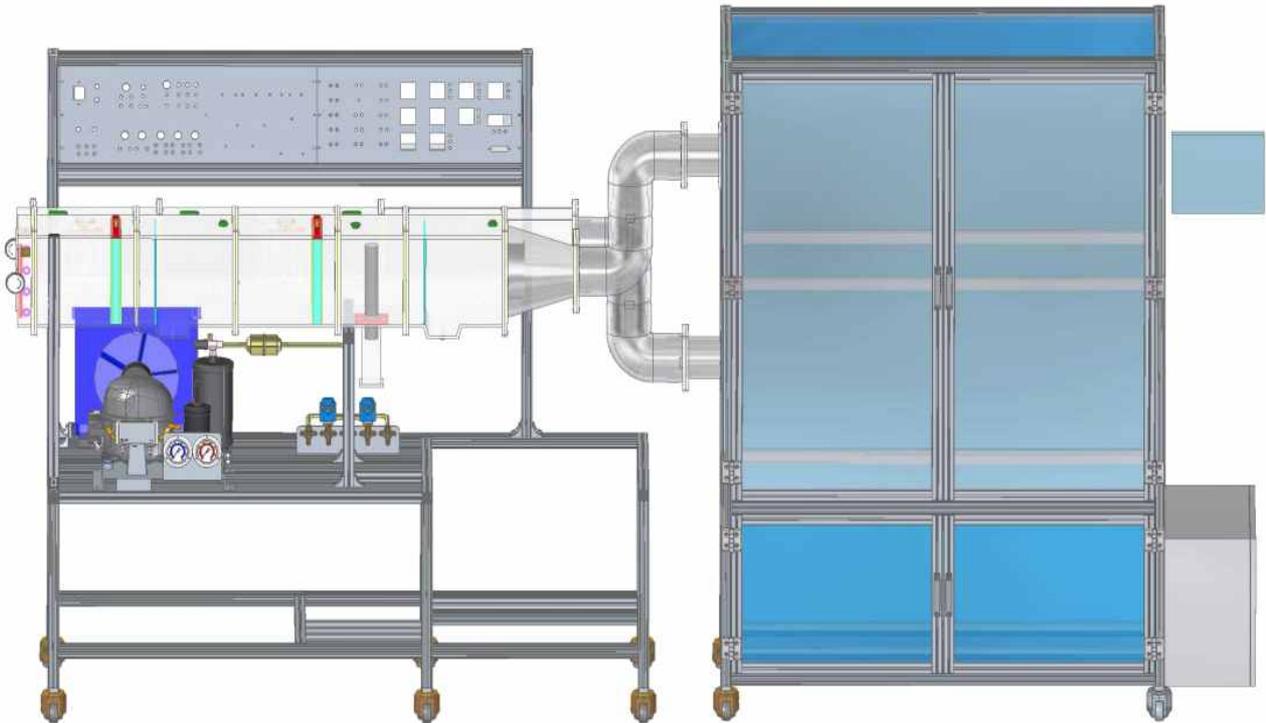


Model : KTE-1000SF

스마트팜 환경제어 실험장비 매뉴얼

Smart Farm Air Handling Experiment Equipment



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

< 목 차 >

1. 스마트팜 환경제어 실험장비	
1-1. 개요	1
1-2. 스마트팜 환경제어 실험장비 구성	2
2. 스마트팜 환경제어 실험장비 구성품 세부 설명	
2-1. 스마트팜 환경제어 실험장비 기계장치부	4
2-2. 스마트팜 환경제어 실험장비 제어판넬 및 조작부	13
3. 스마트팜 환경제어 실험장비 성능실험과 진단	
3-1. 소프트웨어 설치	19
3-2. Psy-Chart 프로그램 사용법	41
3-2-1. 프로그램 설치 및 실행	41
3-2-2. 프로그램 구성	43
3-2-3. 프로그램 활용 및 습공기 선도 작도	44
3-3. 습공기 선도 작도 실무 관련 지식	46
3-3-1. 공기의 성질	46
3-3-2. 습공기 선도 작도 실무 관련지식	49
3-3-3. 습공기 선도의 구성	51
3-3-4. 습공기 선도의 기본 변화와 계산	52
4. 스마트팜 환경제어 실험장비 운전 회로 구성과 시운전	
4-1. 릴레이 회로 구성하기	60
4-2. 전자접촉기 회로 구성하기	63
4-3. 냉동기의 온도 스위치의 온도 설정 작업하기	66
4-4. 혼합 냉각 공기조화 시스템 실험	72
4-5. 공기조화의 혼합 냉각 재열 실험	86
4-6. 혼합 가열 증발냉각(순환수)가습(Humidity) 공기조화 시스템 실험	94
4-7. 예냉 혼합 냉각(Cooling) 공기조화 시스템 실험	101
4-8. 혼합 냉각 바이패스(By-Pass) 공기조화 시스템 실험	111
4-9. 예열 혼합 가습(순환수) 가열 공기조화 시스템 실험	121
◎ 장비 사용 시 주의사항	129

1. 스마트팜 환경제어 실험장비

1-1. 개요

스마트팜 환경제어 실험장비는 **공기조화 환경제어장치**와 **재배기** 부분으로 구성되어 있다.

공기조화(air conditioning)란 실내의 온습도 · 기류 · 박테리아 · 먼지 · 냄새 · 유독 가스 등의 조건을 실내에 있는 사람 또는 물품에 대하여 가장 좋은 조건으로 유지하는 것을 말한다.

공기조화(이하, 공조라고 약칭한다)는 그 대상에 따라 보건용과 공업용의 2종류로 나눌 수 있다.

보건용 공조(comfort air conditioning) 또는 일반 공조란 실내 인원에 대하여 쾌적한 환경을 만드는 것을 목적으로 하는 것이며, 주택 · 사무실 · 백화점 · 호텔 · 병원 등의 공기조화가 이것에 속한다.

공업용 또는 산업용 공조(industrial air conditioning)는 실내에서 생산 또는 조립되는 물품 또는 실내에서 운전되는 기계에 대하여 가장 적당한 실내조건을 유지하고, 부차적으로는 실내 인원의 쾌적성 유지도 목적으로 한다. 각종 공장, 창고, 전화국 또는 전산기실의 공조는 이것에 속한다.

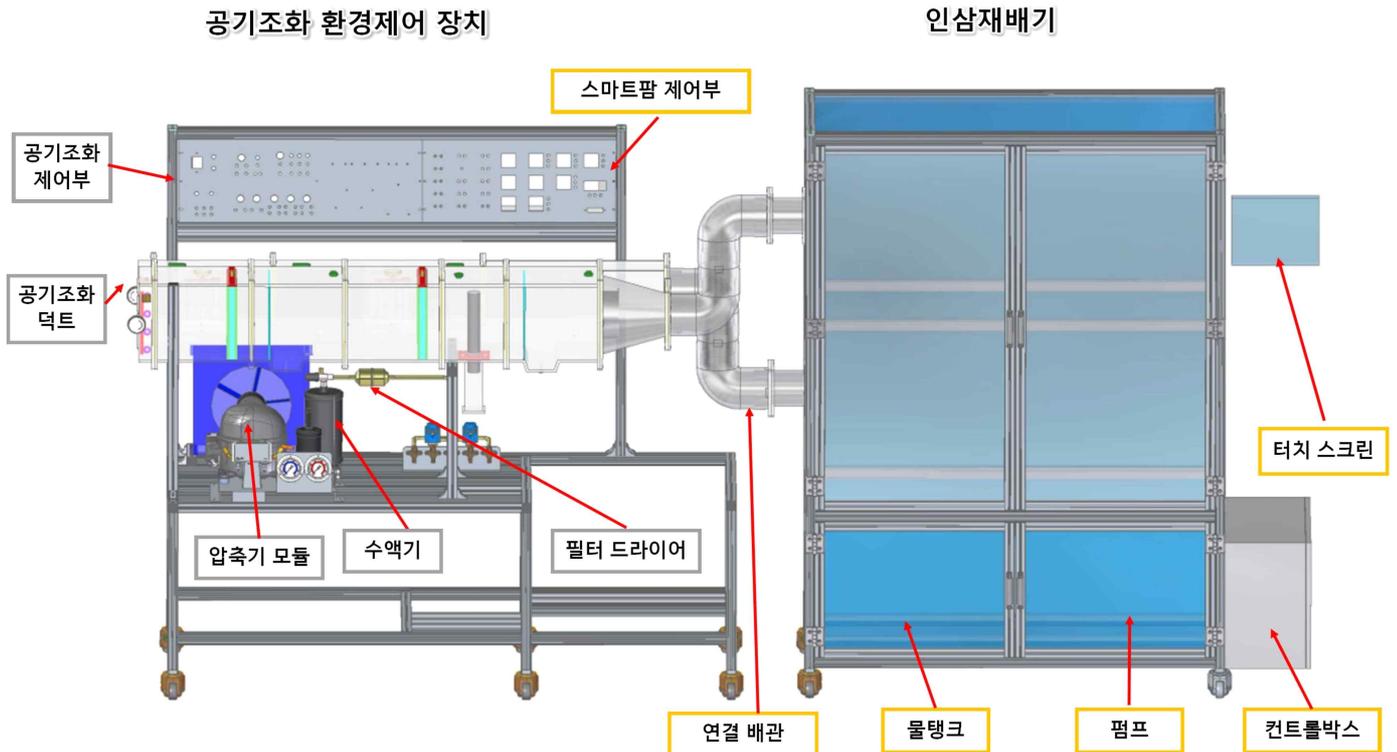
공기조화에서 공기의 온도 조절이란 공기의 냉각과 가열을 의미하며, 습도의 조절은 공기의 감습과 가습을, 기류의 조절은 기류의 속도, 실내압의 조절을 의미한다. 또한 공기의 청정도는 공기 중의 먼지, 세균, 냄새 및 유해가스를 제거하여 깨끗한 상태로 유지하는 것을 말하며, 특히 상기의 온도, 습도, 기류 및 청정도를 공기조화의 중요 4요소로 취급한다. 공기조화는 사용 목적에 따라 보건용 공기조화와 산업용 공기조화로 분류된다.

공기조화기(AHU : Air Handling Unit)란 도입된 공기를 에어 필터(air-filter)로 통과시켜 먼지 및 불순물을 제거하여 깨끗이 하고, 온수나 증기를 열원으로 하는 가열 코일, 냉동기에서 얻은 냉열원에 의한 냉각 코일에 통과시켜 공기를 가열 또는 냉각한다. 또한 필요에 따라 감습, 가습을 통하여 습도 조절을 한 공기를 실내로 보내는 송풍기 등을 일체로 조립한 기계를 공기조화기(air-conditioner)라 한다.

흐름도의 구성은 외기→혼합공기→필터1→예냉기→예열기→필터2→송풍기→가습기→재냉기→재열기→실내→환기 및 배기로 이루어진다. (환기의 방식은 송풍기만을 설치하고 배기구 설치. 압입식으로 제2종 환기의 방식을 취한다) 예냉기와 재냉기의 구성은 R-404A 냉매를 쓰는 냉동기로 구성된다.

예열기와 재열기는 220V를 사용하는 전기식 재열기를 사용한다. 장비의 시퀀스 제어 실습을 함께 할 수 있으며 예열과 예냉, 재냉과 재열 및 가습은 실내부하와 세팅의 값에 따라 자동으로 제어할 수 있다. 실험장비의 운전 중 각 상태점의 온도를 측정하고 측정값을 디지털 수치로 나타내어 습 공기선도를 작도할 수 있다.

1-2. 스마트팜 환경제어 실험장비 공기조화부 구성



(MODEL : KTE-1000SF)

(1) 자동 제어관 : N.F.B, Toggle Switch, 전류/전압계, 부저, 램프(Red, Green, Yellow), 고압/저압계, 마그네틱 컨택터, 8 pin과 11 pin 릴레이, 온도 스위치, 푸쉬 버튼 스위치 등으로 구성되어 있으며, 기본적인 시퀀스 자동제어 회로를 이용하여 공기조화 자동, 수동제어를 할 수 있다.

(2) 공기조화 덕트부 : 스마트팜 환경제어 실험장비(KTE-1000SF)의 덕트부는 투명 아크릴 재질로 제작되었으며, 흐름도의 구성은 외기 → 혼합공기1 → 필터1 → 예냉기 → 예열기 → 혼합공기2 (댐퍼 방식으로 Open/Close 조절 가능) → 필터2 → 가습기 → 재냉기 → 재열기 → 송풍기(Blower Fan) → 실내 → 환기 및 배기로 이루어진다. 환기의 방식은 송풍기만을 설치하고 배기구 설치, 압압식으로 제2종 환기의 방식을 취한다. 실내(챔버)에 온도 제어기와 습도 제어기가 부착되어 있어, 점점 제어 방식으로 냉방, 난방, 가습 등의 실습을 할 수 있다.

(3) 공기조화 기계장치부 : 압축기, 응축기, 수액기, 필터-드라이어, 액면계, 전자밸브, 수동 팽창 밸브, 예냉기, 재냉기, 액분리기로 구성되어 있는 냉각 장치부와 예열기(히터 0.5 kW), 재열기

(히터 0.5 kW), 가습기로 구성되어 있다. 냉각 장치부와 히터, 가습기를 통해 공기조화 기본 회로를 구성하여, 운전 실습을 수행할 수 있다.

(4) 데이터 저장 장치 프로그램 : KTE-DA100(Software) 프로그램은 온도, 습도 값을 측정한다. 온도, 습도 값은 외부, MIX(혼합공기), 예냉, 예열, 가습기, 재냉, 재열, 공조 챔버에서 측정되며, 엑셀 파일로 1초 이상 셋팅값 이상 단위로 저장된다. 공기조화 실험 장비는 온도 측정 포인트 8개, 습도 측정 포인트 8개가 부착되어 있으며 엑셀 파일로 저장된다.

(5) KTE-DA100(PCB) : 적용되는 사양은 Pentium4 이상, Window 98 이상, RAM 256MB 이며, 온도, 압력 값을 RS232 통신 케이블을 이용하여, PC에 전송되며, PC에 설치된 KTENG system 프로그램으로 화면 출력, 온도, 습도 값을 확인할 수 있다.

2. 스마트팜 환경제어 실험장비 구성품 세부 설명

2-1. 스마트팜 환경제어 실험장비 공기조화 기계장치부

1. 압축기 모듈

제품명: CM01



압축기 모듈

(1) CM0101: 스테인리스 브라켓

2T SUS 플레이트

스테인리스 브라켓은 압축기, 저압/고압 압력게이지, 서비스 밸브와 압축기 받침대, 프로파일(3030) 테이블을 연결하여, 플레어너트로 배관 연결 실습을 할 수 있도록 구성되었다.

(2) CM0102: 스테인리스 브라켓 고정볼트

M6*18 육각 * 4EA

(3) CM0103: 압축기

냉매 404A, 1/2HP, 단상220V, 50/60hz * 1EA

압축기는 표준 냉동 실험 기계장치의 증발기에서 피 냉각 물체로부터 열을 흡수하여 증발한 저온, 저압의 기체냉매를 흡입 압축하여 압력을 상승시켜 분자 간의 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.

(4) CM0104: 압축기 고정볼트

M6*36 육각 * 4EA

(5) CM0105: 컨트롤 박스 세부요소

컨덴서 300vac, 연결선, PCB * 1SET

(6) CM0108: 액분리기

1/2HP용, 원입형, 정체식, VERTICAL TYPE, SUS 플레이트 부착 포함 * 1EA

Test Pressure : 1.3Mpa Capacity : 0.6L

액분리기는 임시적으로 오일-액 냉매 혼합물을 수용하는 저장탱크 역할을 해주며, 이 혼합물이 압축기에 안전할 비율로 돌아가는 기능을 한다. 액 분리기는 그 사이즈가 알맞게 선정되었을 때는 정상 운전 조건하에서 약 65%가 채워져 있을 때마다, 장시간 운전정지 중이거나 초기 기동 중에 액 분리기는 완전히 비웠다가 거의 채울 수 있어야 한다. 액 분리기에 잡혀있는 냉동 오일은 내부 오일회수 오리피스를 통해 증기상태의 냉매가 돌아간다. 액분리기는 가급적 압축기에 가까이 하되 바이패스 라인이나 Suction 라인에 설치한다.

(7) CM0109: 액분리기 고정볼트

M6*18 육각 * 3EA

(8) CM0110: 저압게이지

범위 -1~35kgf/cm2 브라켓 포함 * 1EA

(9) CM0111: 고압게이지

범위 -1~15kgf/cm2 브라켓 포함 * 1EA

(10) CM0114: 흡입서비스 밸브

3/8인치 삼방밸브, 브라켓에 견고하게 고정 설치 * 1EA

(11) CM0115: 토출서비스 밸브

3/8인치 삼방밸브, 브라켓에 견고하게 고정 설치 * 1EA

(12) CM0116: 서비스밸브 고정볼트

M6*18 육각 * 4EA

(13) CM0117: 서비스밸브-액분리기 배관

3/8인치 굽힘 동관 * 1EA

(14) CM0118: 액분리기-압축기 배관

3/8인치 굽힘 동관 * 1EA

(15) CM0119: 압축기 토출 배관

3/8인치 굽힘 동관 * 1EA

(2) 압력계



고·저압 압력계가 있으며 고압측 압력계는 보통 1~35kg/cm² 눈금까지 표시되며 저압측 압력계는 760mmHg.v~15kg/cm²까지 표시된다.

(3) 냉매충전니플



냉동장치의 고압측 배관에 1개, 저압측 배관에 2개가 부착되어 냉동장치의 기밀시험, 진공시험, 냉매충전, 냉매 이송시에 매니폴드게이지 사용을 위해서 사용된다

(4) 응축기(Condenser)

(5) 액면계(Sight glass)

※ 제원(specification)

- Model : psg-3s

- Size : 3/8" (in/out)



냉동장치의 액관 중 응축기(수액기)쪽에 설치 적정 냉매 량이 충전되었는지의 여부와 냉매의 건조 상태를 색의 변화로 확인한다. 적정 냉매량이 충전되고 응축상태가 양호해지면 거품상태가 없어지고 맑은 액 냉매 상태로 지나가게 된다. 거품이 보여도 움직이지 않을 때와 입구 측에만 기포가 있고 출구 측에는 안보이거나 기포가 연속적이 아니고 때때로 보일 때는 적정 냉매 량이 충전된 것으로 본다.

(6) 수액기(Liquid receiver)

※ 제원(specification)

- Cap. : 3/4Hp
- Design press. : 22kgf/cm²G
- 내압시험 : 33kgf/cm²G
- 기밀압력 : 22kgf/cm²G



- ① 수액기의 보편적인 크기는 NH₃ 냉동장치에 있어서는 충전냉매의 80%를 회수할 수 있는 크기로 하고 프레온 냉동장치에 있어서는 충전량 전부를 회수할 수 있는 크기로 제작한다.
- ② 수액기는 만액시켜서는 안되며 직경의 75% 정도가 이상적이다.
- ③ 응축기 하부에 설치하며 수액기 상부와 응축기 상부 사이에는 적당한 굵기의 균압관을 설치하여 준다.
- ④ 직경이 서로 다른 두 대의 수액기를 병렬로 설치할 경우 수액기 상단을 일치시킨다.
- ⑤ 액면계는 파손을 방지하기 위하여 금속제 보호 커버를 씌우게 되어 있으며 파손시 냉매의 분출을 막기 위하여 수동 및 자동밸브(solenoid valve)를 설치해 준다.
- ⑥ 불의의 사고시 위험을 방지하기 위해 수액기 상부에 안전밸브를 설치해 준다.

(7) 필터 드라이어(Filter drier)

※ 제원(specification)

- Model : cd35-3838
- 내압시험: 33kgf/cm²G
- 설계압력: 22kgf/cm²G
- 기밀압력: 22kgf/cm²G
- 사용온도: 120℃ 이하
- In/Out Screen : 80/120mesh



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.

(8) 전자밸브



※ 제원(specification)

- Model : NR1
- Size : 3/8"(Welding type)
- Coil : 2B09 9w

전원투입 여부에 개·폐되어 냉매의 흐름을 통제한다. 펌프다운 운전시 온도스위치와 직렬로 연결되어, 온도스위치 접점의 단힘, 열림에 따라 배관 전자밸브가 개·폐되어 펌프다운 운전한다.

(9) 팽창밸브



※ 제원(specification)

- Model : ASB20
- Capacity Range : 0.5 ~ 1.5tons
- Te : 0°F(-10℃)
- Press. Drop : 125psig
- Capacity : 1.48ton

고온·고압의 액체 냉매를 증발기에서 증발되기 쉽도록 저온·저압의 액체 냉매로 단열 팽창시킨다. 응축 액화된 냉매는 좁은 곳을 통해서 급히 넓은 곳으로 방출되면(교축작용) 냉매는 압력으로부터 해방되어 증발하기 시작한다. 아울러 증발기에서 충분한 열을 흡수할 수 있도록 적정량을 조절해준다.

(10) 예열기

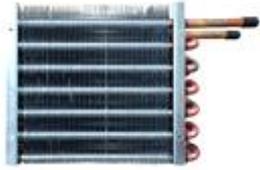


※ 제원(specification)

- Model : 전기Heater
- Capacity : AC220V× 1kw
- Qe : 860kcal/h

외부 유입 공기를 1차적으로 가열하여 초기 실내 유입 공기를 가열하는 역할을 한다. 가열 범위는 약 600℃까지 조절 가능하며 안전을 위하여 50℃ 이내로 한다.

(11) 예냉기



※ 제원(specification)

- Model : EV-15
- Surface Area : 1.5m²
- Fin pitch : 2.5mm
- Pipe pitch :
- Tube : 3/8" × 7step × 3row × 165EL

외부 유입 공기를 1차적으로 냉각하여 실내 유입 공기를 냉각하는 역할을 한다.

(12) 송풍기



※ 제원(specification)

- Capacity : 680 ~ 765m³/h, 400 ~ 450CFM
- Size : Φ222mm × 60mm

실내로 유입되는 공기를 불어 넣는 역할을 하며 송풍량을 조절할 수 있다.

(13) 가습기



※ 제원(specification)

- Model : DEH-C450
- Elec. : AC220V × 60Hz × 30w
- Head : 1000mm
- Q : 13 l /min
- Max Cap. : 2.5 l /min
- Max Head : 2500mm

실내로 유입되는 공기의 습도를 조절하는 역할을 한다.

(14) 재열기

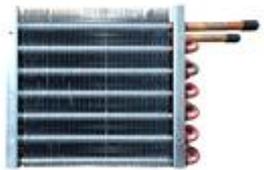


※ 제원(specification)

- Model : 전기Heater
- Capacity : AC220V× 1kw
- Qe : 860kcal/h

1차적으로 예열되어 가슴을 한 공기를 2차적으로 재가열하는 역할을 한다.

(15) 재냉기



※ 제원(specification)

- Model : EV-15
- Surface Area : 1.5m²
- Fin pitch : 2.5mm
- Pipe pitch :
- Tube : 3/8"× 7step× 3row× 165EL

1차적으로 예냉된 공기가 가슴기를 통과한 후 감습과 실내의 공기를 냉각하는 역할을 한다.

(16) 습도 컨트롤러



· 습도 인디케이터 설명

- (1) OUT 1 : 온도 컨트롤, OUT 2 : 습도 컨트롤
- (2) PRG/reset : 편차 설정
- (3) SEL : 습도 값 설정

(17) 습도 컨트롤러 설정 방법



I. 습도 값 설정

- ① 제어판 전원 ON
- ② 습도 컨트롤러 습도 값 확인
- ③ OUT 1, OUT 2 중, OUT 2의 빨간 램프 점멸 확인
- ④ 우측에 있는 버튼 중 SEL 버튼을 3초 이상 누름



- ⑤ 화면 표시창에 'SE 1' 이 표시되면, SEL 버튼을 한 번 더 눌러, 'SE 2' 로 선택한다.



- ⑥ 맨 우측에 화살표 표시 버튼 ('▲' , '▼')을 눌러, 설정하고자 하는 습도를 설정한다.
- ⑦ 설정 습도 값을 설정한 후, SEL 버튼을 3초 이상 눌러, 설정을 완료 한다.



II. 습도 값 OFF SET 설정

- ① 우측에 있는 버튼 중 PRG/reset 버튼을 3초 이상 누른다.

Chamber Humidity



- ② 'EU 1' 기호가 뜨면, 우측에 화살표 버튼 (▲)을 한 번 더 눌러, 'EU 2' 로 설정한다.
- ③ 'EU 2' 확인 후, SEL 버튼을 눌러 설정한다.

Chamber Humidity



- ④ 'EU 2' 로 설정한 상태에서
- ⑤ SEL 버튼을 2회 누르면, 'dF 2' 버튼을 확인한다.

Chamber Humidity



- ⑥ 맨 우측에 화살표 표시 버튼 ('▲' , '▼')을 눌러, 설정하고자 하는 OFFSET 값을 설정한다.
- ⑦ 설정 OFFSET 값을 설정한 후, SEL 버튼을 3초 이상 눌러, 설정을 완료 한다.

Chamber Humidity



- ⑧ SEL 버튼을 눌러 모든 설정을 완료한다.

2-2. 스마트팜 환경제어 실험장비 공기조화부 제어 패널 및 조작부

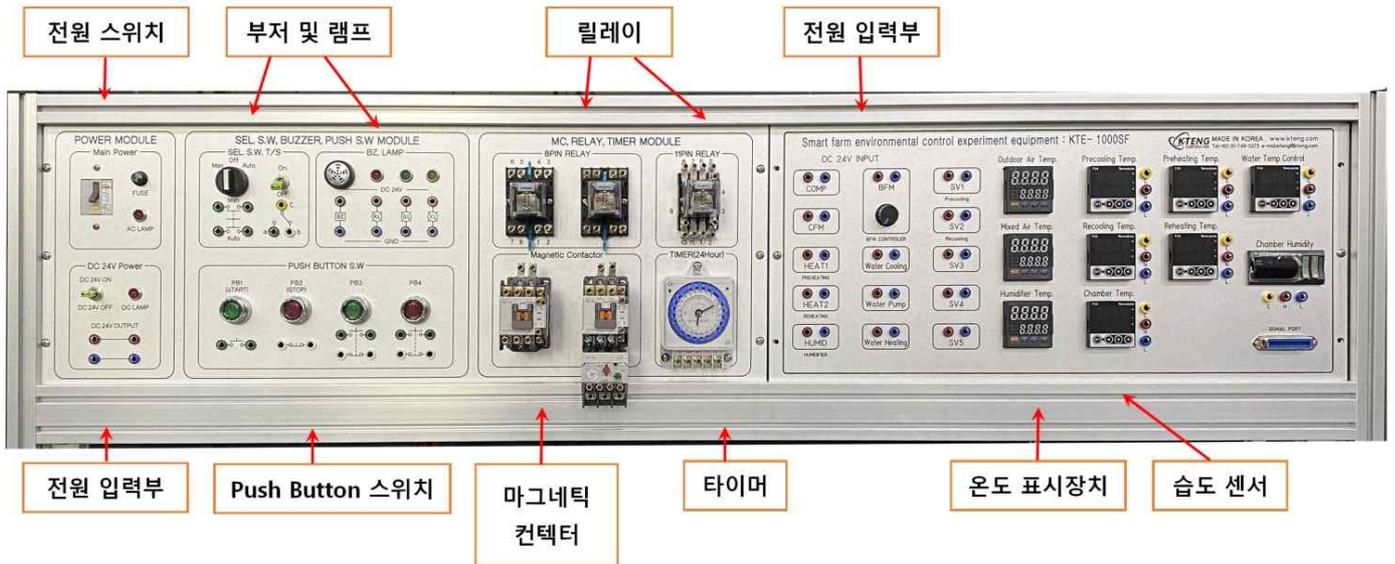


그림. 자동제어 장치

- 예열과 재열을 온도 세팅값에 따라 자동제어 시퀀스회로의 실험·실습이 가능하다
- 예냉과 재냉을 온도 세팅값에 따라 자동제어 시퀀스회로의 실험·실습이 가능하다
- 가습온도 세팅값에 자동제어 시퀀스 회로의 실험 실습이 가능하다
- 송풍기의 풍량을 사용자의 임의의 변환이 가능하다
- 외기와 냉기의 혼합을 조정할 수 있다
- 실내에 유입되는 송풍 속도를 알 수 있다
- 상기의 모든 온도 세팅은 사용자의 선호에 따라 조정할 수 있으며, 실내의 부하에 따라 자동운전이 가능하다
- 운용되는 장치는 사용자의 안전을 위해 DC 24V로 실험·실습이 가능하다

(1) 과전류 차단기(NFB)

과전류 차단기(N.F.B)는 압축기 모터, 응축기 팬모터, 증발기 팬모터에 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.



그림. 메인전원부



그림. 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 장치와 DA100장치에 DC 전압이 인가된다.

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

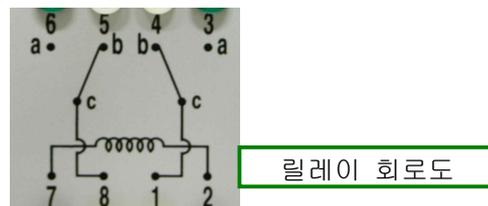
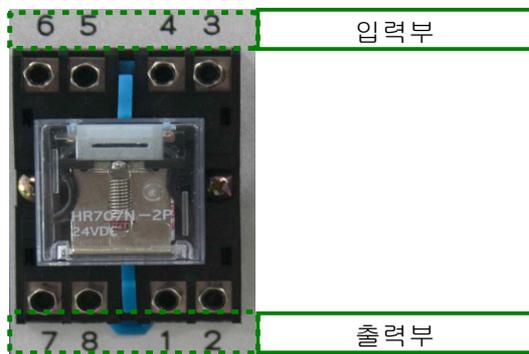
DC 전압계(DC Volt Meter)와 DC 전류계(DC Am Meter)는 냉동 교육장치의 압축기 모터, 응축기 팬모터, 증발기 팬모터를 제어하는 릴레이의 전원 공급을 위한 SMPS의 DC 24V 전압, 전류를 측정하며 SMPS의 ON/OFF를 판단할 수 있다.

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

(3) 릴레이(Relay)

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

- 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.



릴레이 회로도

(4) 부저, 램프

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

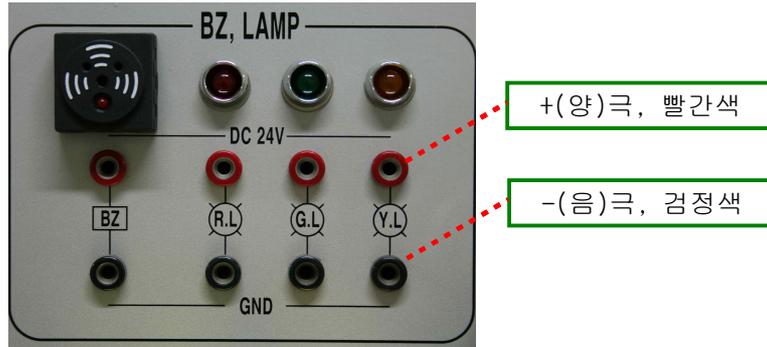


그림. 부저, 램프

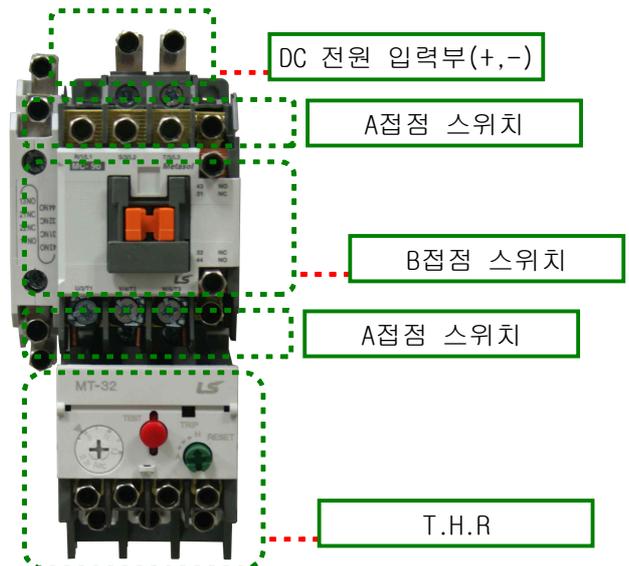
(5) 마그네틱 콘택터(M/C)

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

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

(6) 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 기구부 내에 온도 보상용 Bi-metal을 채용하여 주위온도가 -10℃~60℃ 범위 내에서는 이상 없이 사용될 수 있는 온도 보상용 제품입니다.

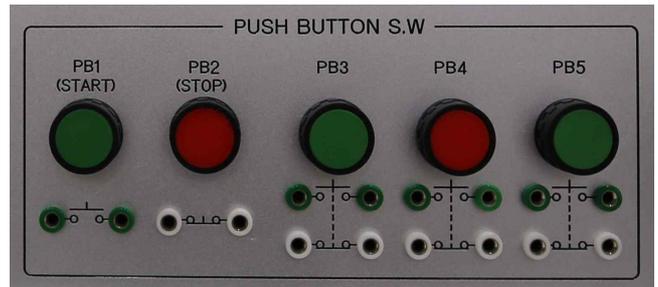


(7) 토글 스위치(Toggle Switch)

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.



(8) 온도 측정용 디지털 온도계(Temp Meter)/습도계(Humidity Meter)

온도 측정용 디지털 온도계(Temp Meter)는 장치가 운전될 때 성능테스트를 위해서는 정해진 온도 측정 부위의 온도를 측정하고 측정부의 온도 측정치로 습, 공기선도 (Pressure - enthalpy Diagram)를 작도하여 냉동 교육장비의 성능테스트를 실시한다. 이때 디지털 온도계는 각부의 온도 측정을 위하여 필요하다.

습도계는 챔버(chamber)내의 습도를 조절하기위해서 가습기의 동작을 “ON” or “OFF” 제어하는 기능으로 공조부하를 적절하게 운영하기 위한 계측기다.

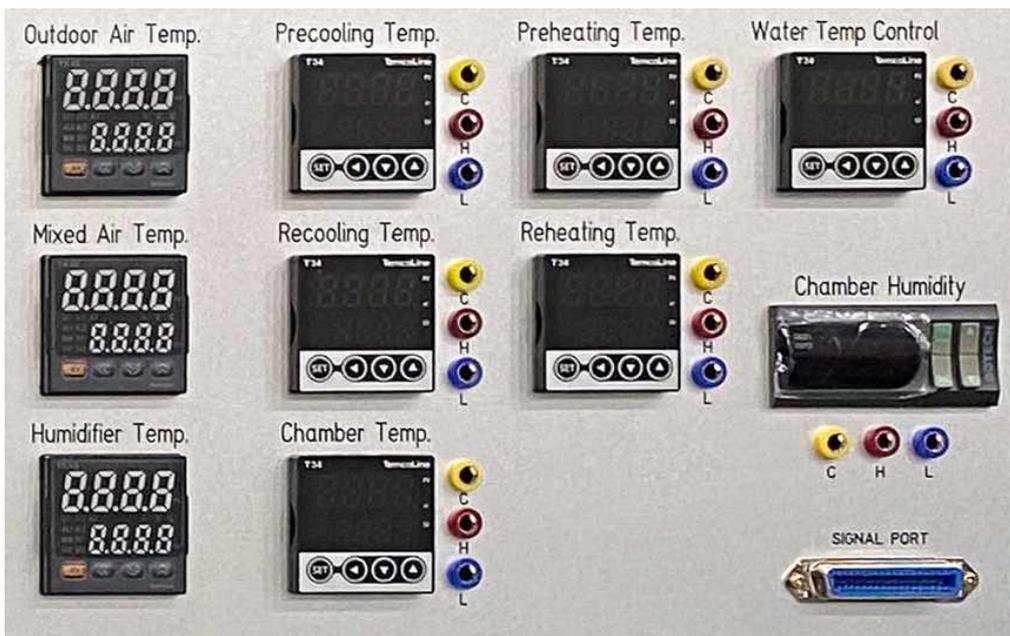


그림. 온도, 습도 스위치

※ 온도 설정을 통하여 장비의 ON, OFF를 하고자 사용되는 부품으로

- ① 온도 값 선택을 눌러 원하는 값을 선택한다.
- ② 온도 값 올리기 또는 내리기를 통해 값을 입력한다.
- ③ 편차 값 입력을 통해 편차 값을 입력한다.
- ④ com에 + 전원을 입력한다.
- ⑤ 제어하고자 하는 장비에 따라 H 또는 L에 장비 +극을 연결한다.
- ⑥ 설정 온도 값보다 온도 하락 시 COM -> L 라인 접점 연결
- ⑦ 설정 온도 값보다 온도 상승 시 COM -> H 라인 접점 연결

※ 습도컨트롤러 설정방법은(17)에서 설명한 내용참조

(9) 장비 전원 입력부



그림. DC 전원 입력부

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

(10) 타이머(Timer)

- 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. Min, Sec 타이머

3. 스마트팜 환경제어 실험장비 성능실험과 진단

3-1. 소프트웨어 설치

(1) USB TO SERIAL 설치

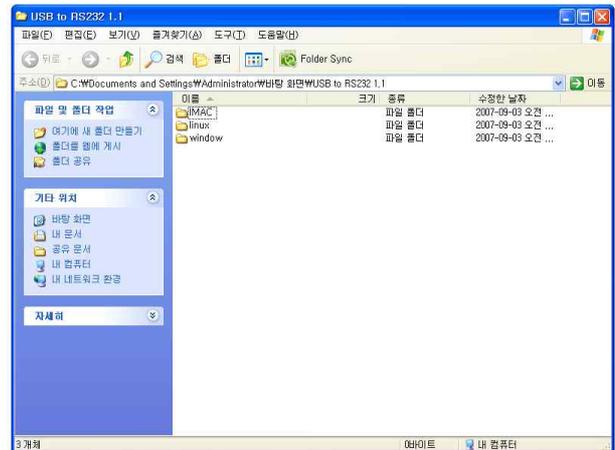
- 통신방법은 컴퓨터와 RS232 프로토콜을 사용하여 통신을 합니다.
- 만약, 데스크탑 컴퓨터가 있다면 후면에 Serial 포트에 연결하여 사용하면 USB To Serial 설치가 필요 없습니다.
- 노트북 또는 시리얼 포트가 없는 데스크탑 컴퓨터를 사용한다면 USB 포트를 사용하여 데이터를 획득하여야 하기 때문에 아래와 같은 설치 과정이 필요합니다.

① 드라이버 설치 CD를 CD-ROM에 넣습니다.

② CD-ROM DIRECTORY를 읽으면 다음과 같은 화면이 나타납니다.

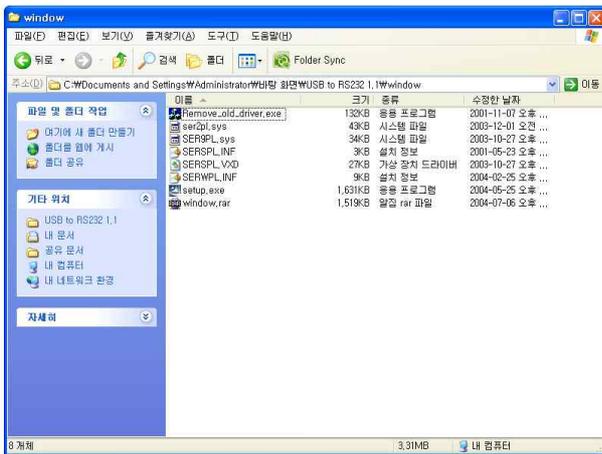


③ 다음의 화면에서 window 폴더를 더블클릭합니다.



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

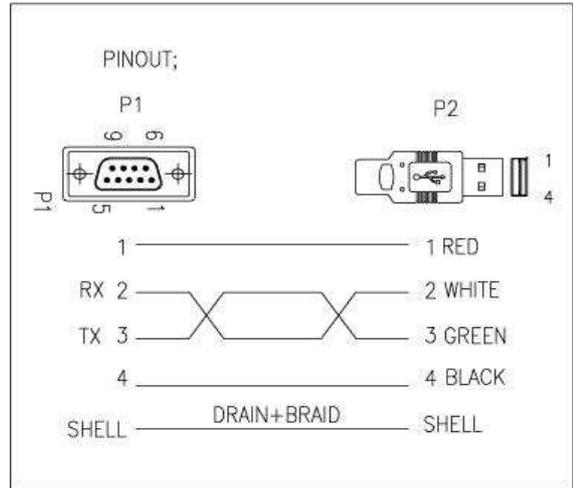
⑤ Next를 클릭하여 프로그램을 설치합니다.



⑥ 설치가 완료되면 다음의 화면이 나타납니다.

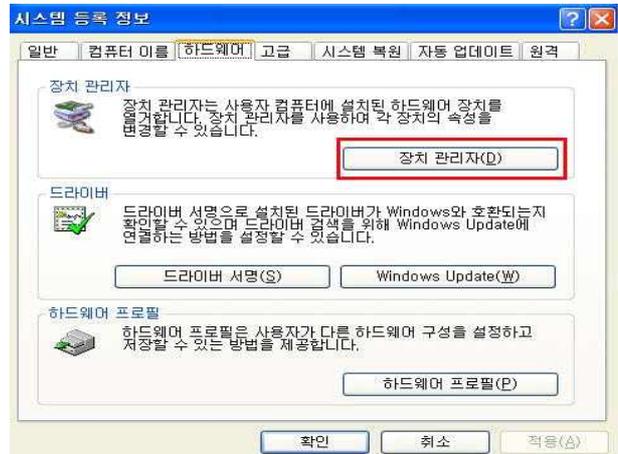


⑦ USB TO SERIAL PORT 배선도



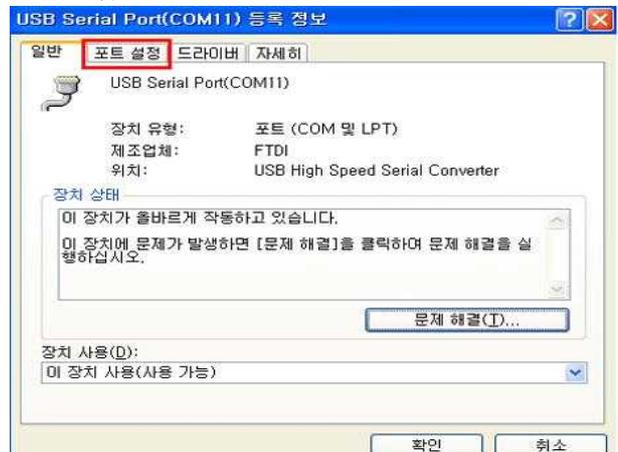
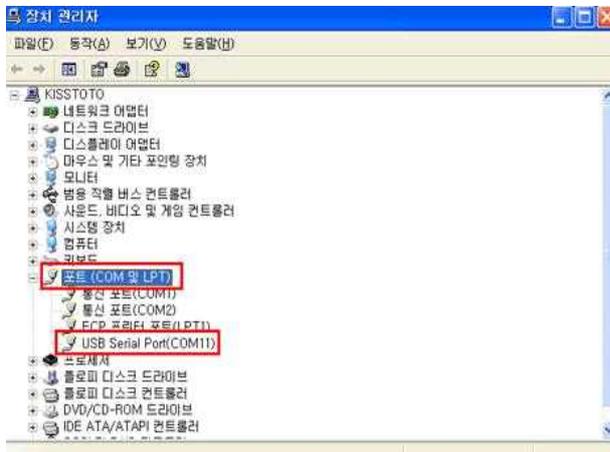
⑧ 통신포트 설정방법
시작 클릭 // 설정 // 제어판으로 들어갑니다.
제어판에서 시스템을 두 번 클릭합니다.

⑨ 하드웨어 탭을 클릭합니다.

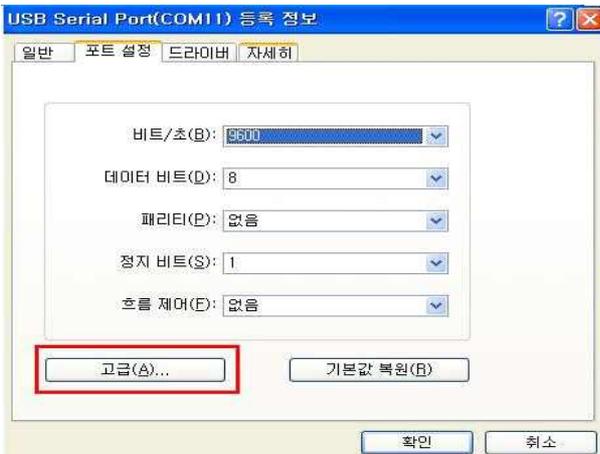


⑩ 장치 관리자를 클릭합니다.

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



⑫ 포트 설정을 클릭



⑬ 고급 클릭



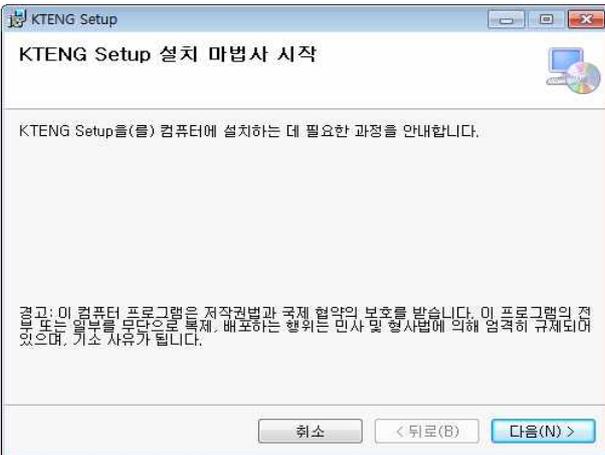
⑭ 사용하는 장치에 맞게 포트 변경 후 확인을 클릭하면 종료

(2) KTE-DA100 설치 및 메뉴 설명

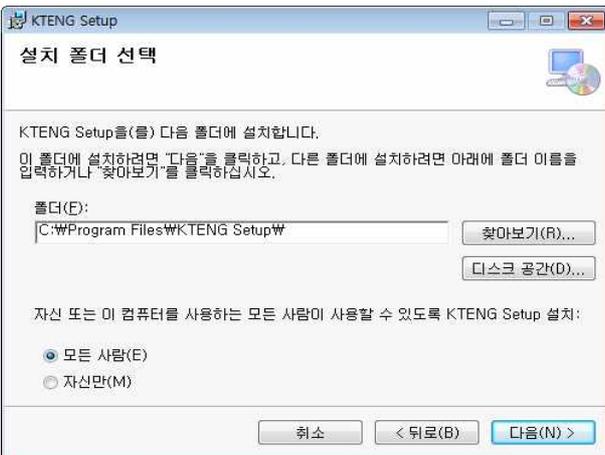
1) KTE-DA100 설치



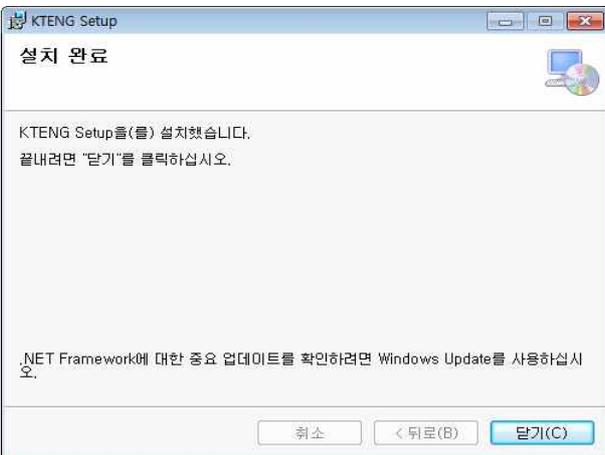
① 설치 CD를 CD-ROM에 넣고, 탐색기 실행 후 CD를 열면 아래 그림과 같이 파일들이 보임. 파일 중 KTENG Setup를 실행합니다.



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.



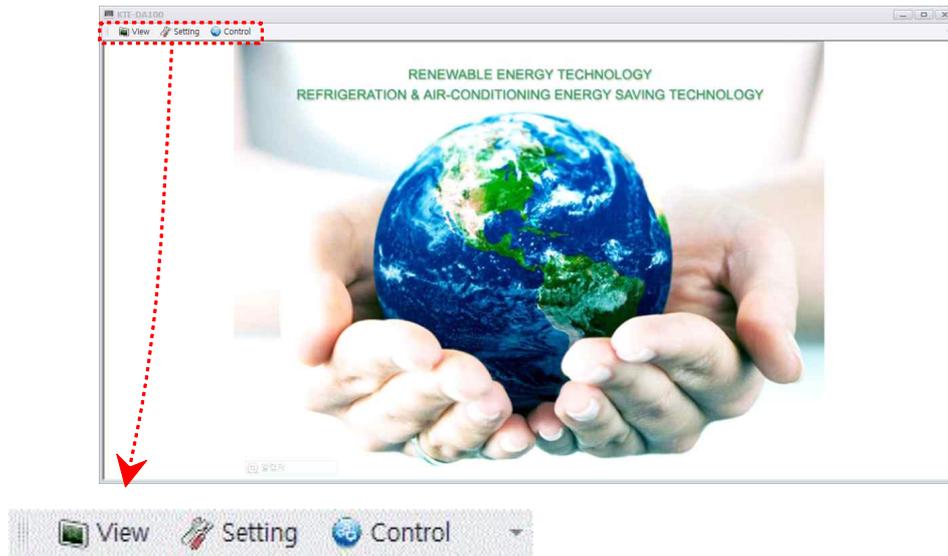
④ 설치 완료 창이 뜨면 "닫기(C)" 버튼을 눌러 설치를 완료 합니다.

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-1000SF	스마트팜 환경제어 실험장비	KTE-1000AHU	공기조화 실험장비

2) Main Menu 구성

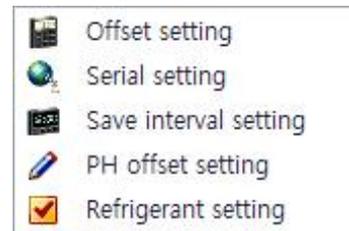


① View

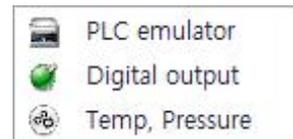


(냉동장비 11종, 태양열/지열 5종, 태양광/풍력 4종)

② Setting



③ Control



(2) Setting

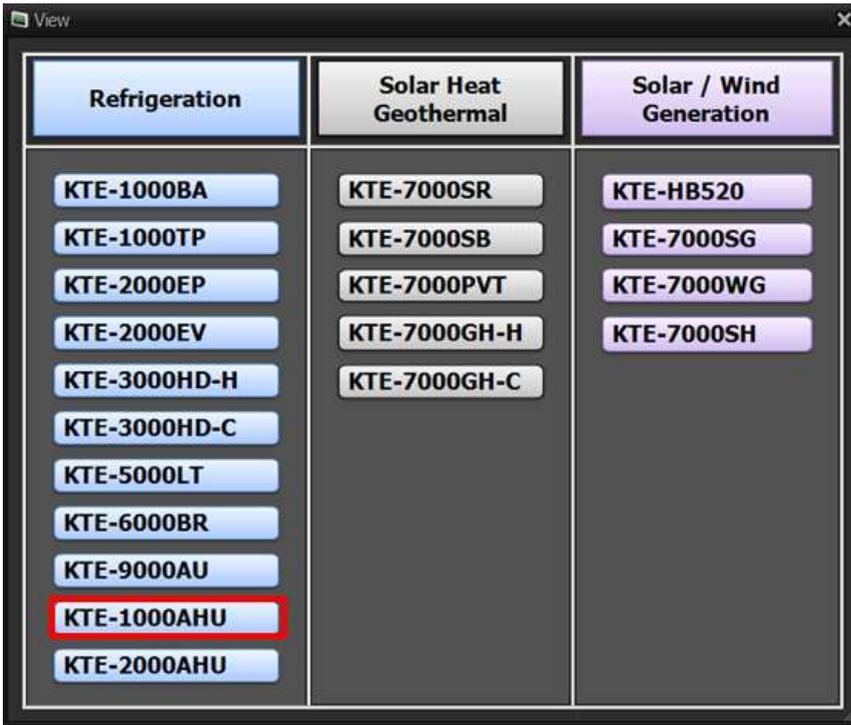
Menu	Explain
Offset Setting	온도, 압력, 전압 초기화 설정
Serial Setting	컴퓨터와 하드웨어간의 통신 포트 설정
Save Interval Setting	데이터 수집 시간 간격 설정
PH Offset Setting	PH선도 이미지 선도 온도, 엔탈피 범위 설정
Refrigerant Setting	냉매 선택

(3) Control

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

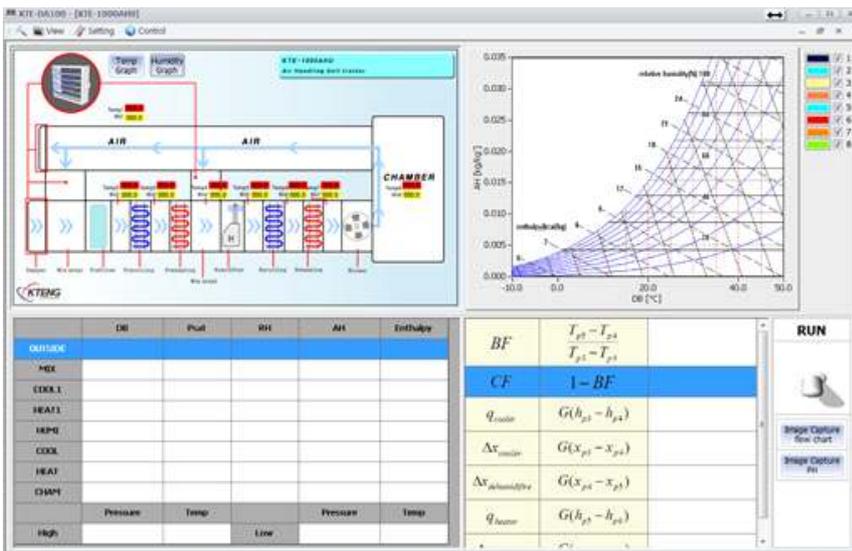
(3) 데이터 수집 장치 활용(Model : KTE-DA100)

① 전용 프로그램 선택



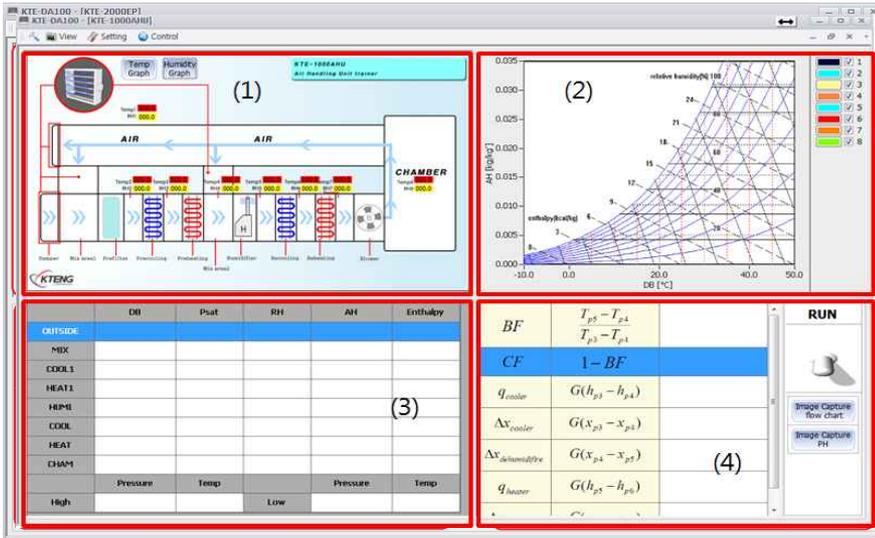
(1) 프로그램을 실행시 View 창이 활성화 됨

(2) View창에서 원하는 장비명을 선택
(Refrigeration - KTE-1000AHU 클릭)
: 스마트팜 환경제어 실험장비 (KTE-1000SF)의 공기조화 환경제어 장치는 공기조화 실습장비 (KTE-1000AHU)와 동일한 시스템으로 작동됩니다.



(3) KTE-1000AHU (공기조화 실습장비) 메인창이 활성화 됨

i) 프로그램 메인화면 구성



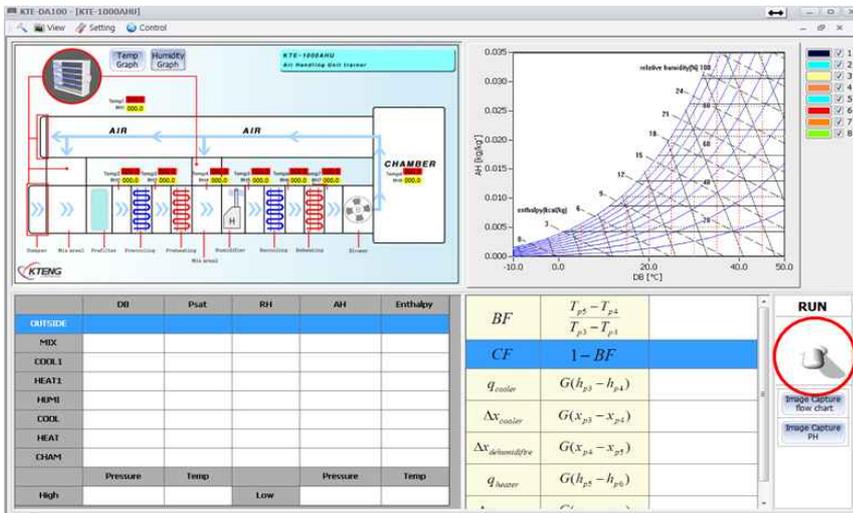
(1) Diagram 표시 - 공기조화 실습 장치

(2) 습공기 선도 표시 영역

(3) 온도, 습도, 엔탈피 측정

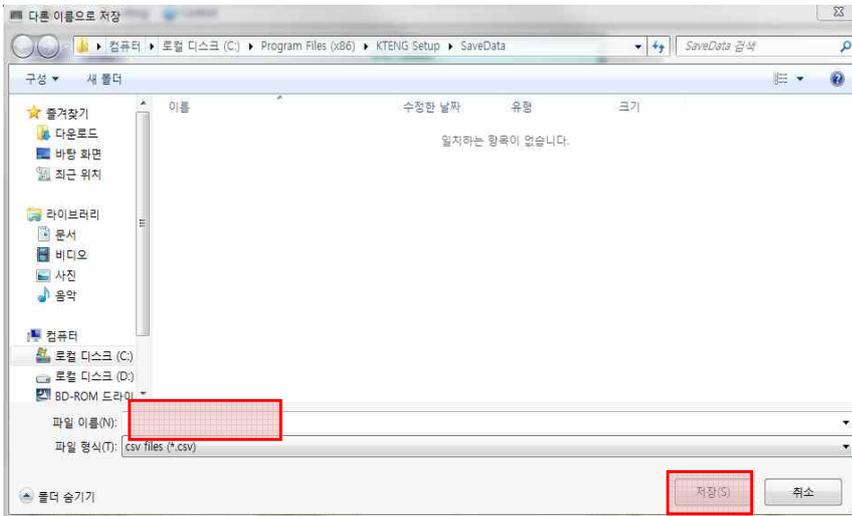
(4) 성능(BF, CF, q, x) 표시 영역, 운전스위치, 이미지 캡처 버튼

ii) 운전 및 데이터 저장



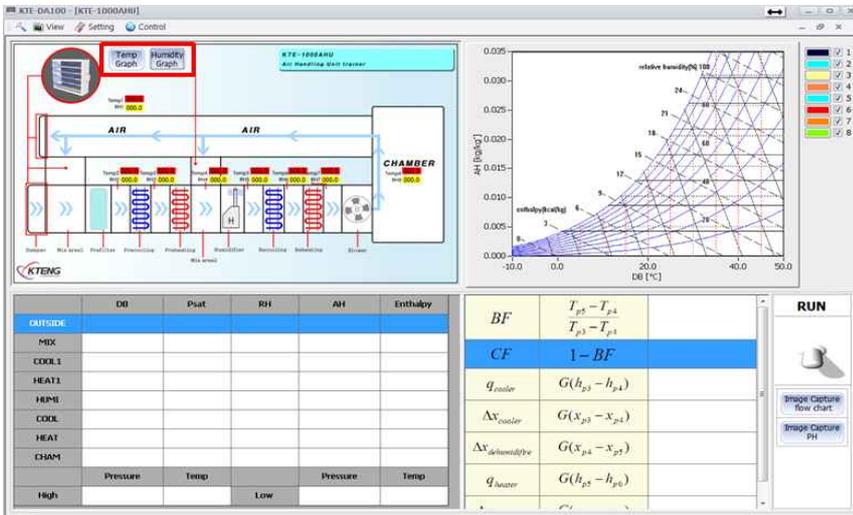
(1) 프로그램 실행과 데이터를 실시간으로 저장하기 위해서는 오른쪽 하단의 RUN Toggle S/W를 위로 올림

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

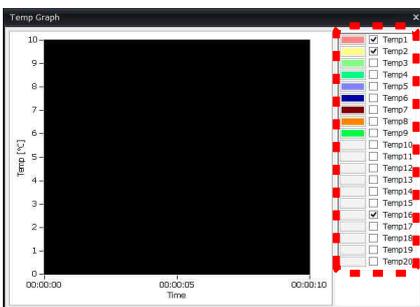
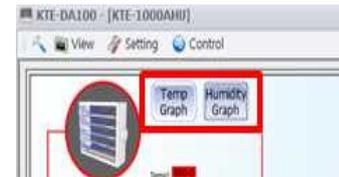


(2) 데이터 저장
파일명을 입력하라는
대화 창이 활성화 되면
파일 이름을 입력하고
저장 버튼을 클릭하여
데이터를 실시간
저장으로 저장 할 수
있음(엑셀파일로 압력,
온도, 엔탈피 및
계산값을 저장)

iii) 그래프 보기



(1) 실시간으로 온도,
습도 위치에 따른
그래프를 보기 위해서는
Diagram 왼쪽 상단
해당 아이콘 클릭

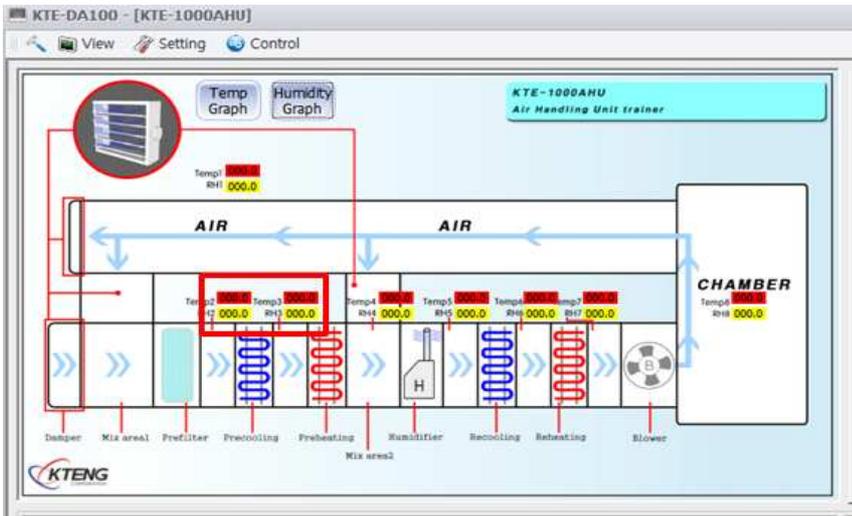


Temperature Realtime Graph



Humidity Realtime Graph

(2) 온도, 습도 포인트별
체크를 통해 원하는
위치와 값을 실시간
그래프로 볼 수 있다

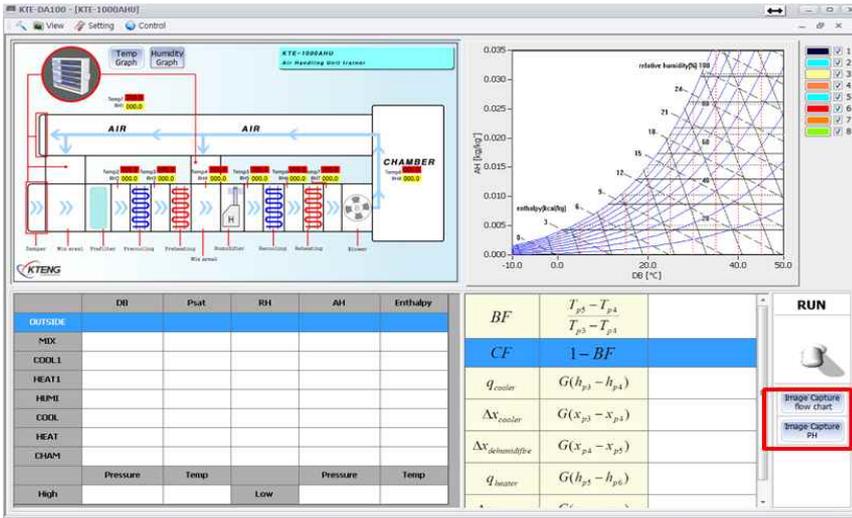


(3) 개별 온도/압력값의 그래프 보기는 모니터상 디스플레이 되는 부분을 더블 클릭시에 하단의 그래프와 같은 창이 뜬



(4) 실시간으로 온도를 확인할 수 있다

iv) 캡처 기능



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

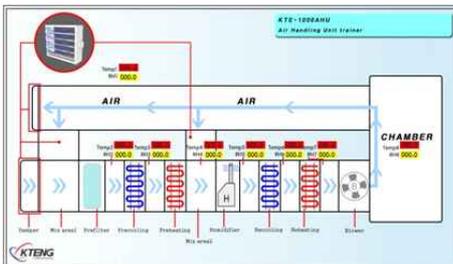
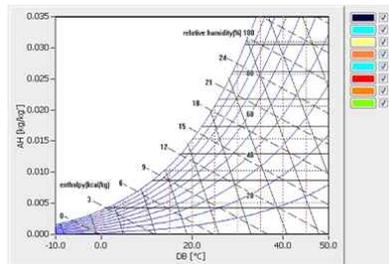


Diagram 캡처(Flow Chart)

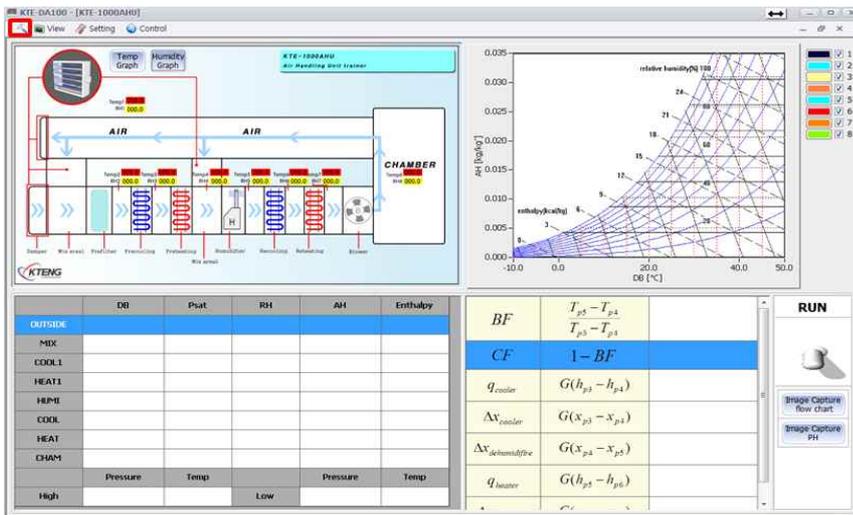


PH 선도 캡처

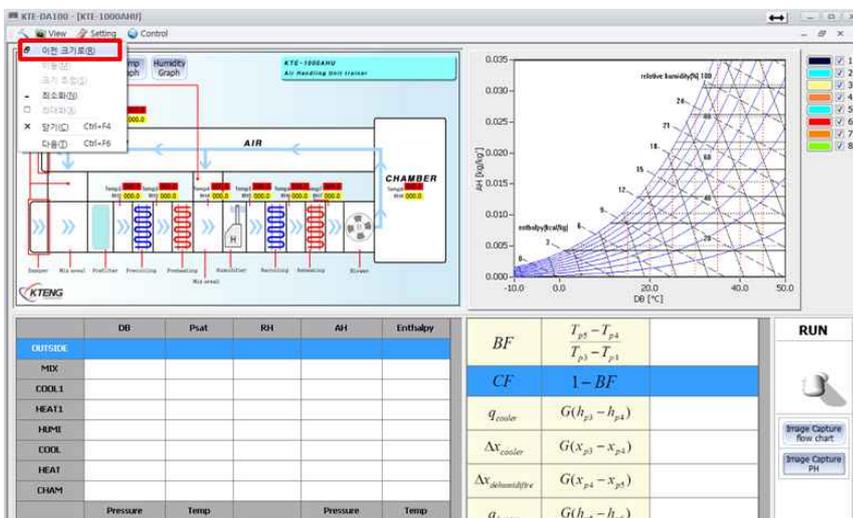
(2) 선택시 화면
 - Diagram(Flow Chart) 캡처
 - 습공기 선도 캡처

② 데이터 수집 장치 기능

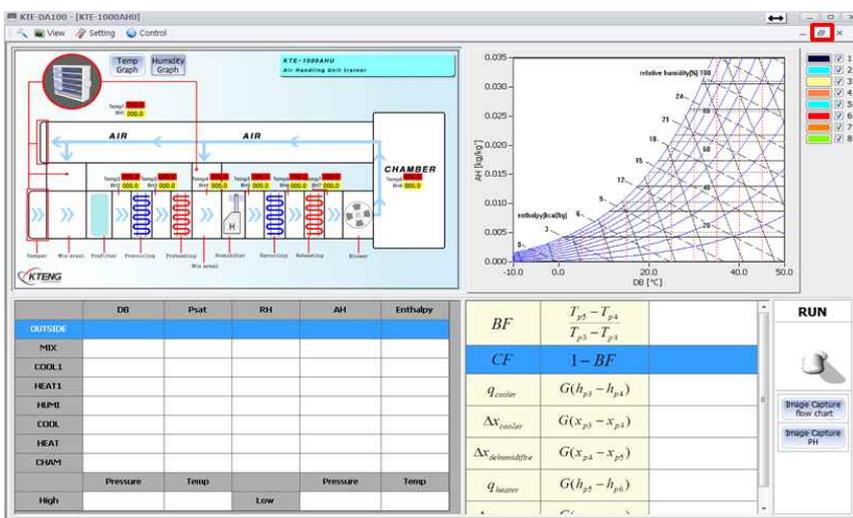
i) 도구



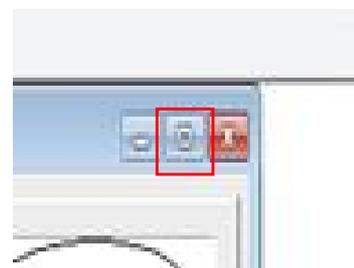
(1) 도구모음에서
클릭

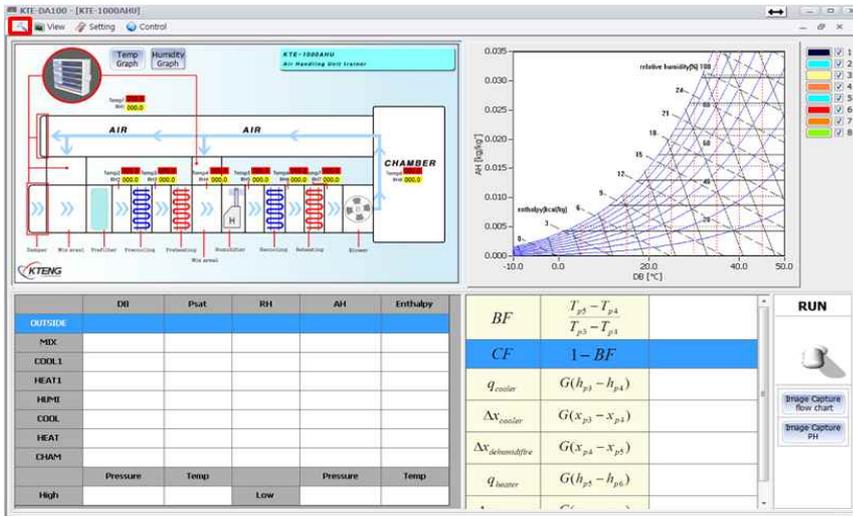


(2) 이전 크기로 (R) 클릭
시 이동이 가능한 창으로
활성화 됨

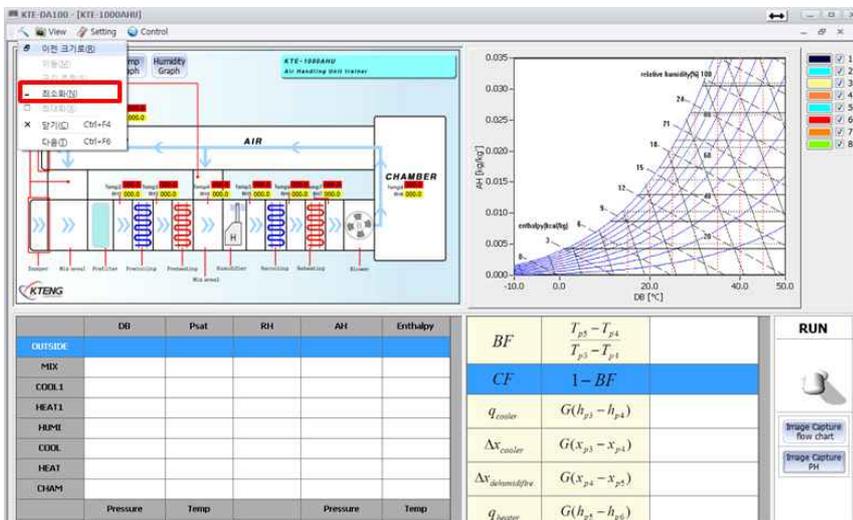


(3) 우측 상단의 전체창
버튼 클릭하면 풀 화면
으로 돌아가짐

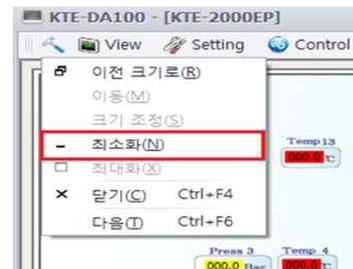




(4)  클릭



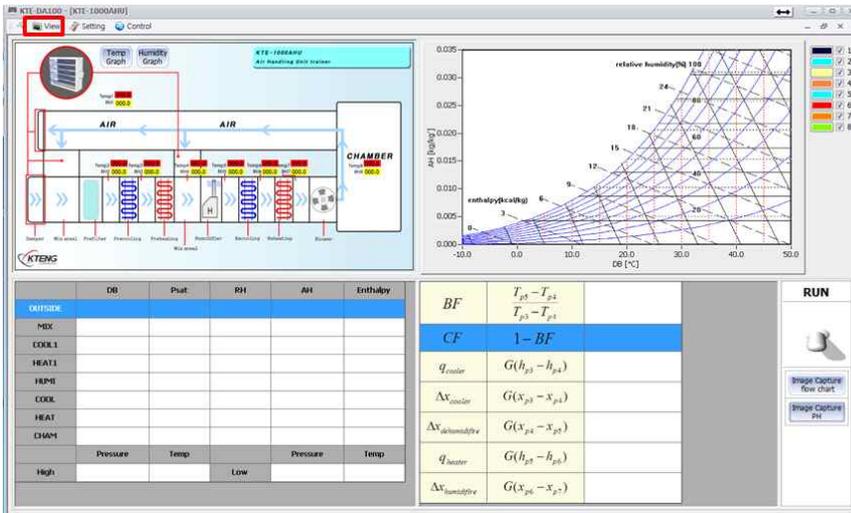
(5) 최소화(N) 클릭시 좌측 하단으로 최소화창만 나타남



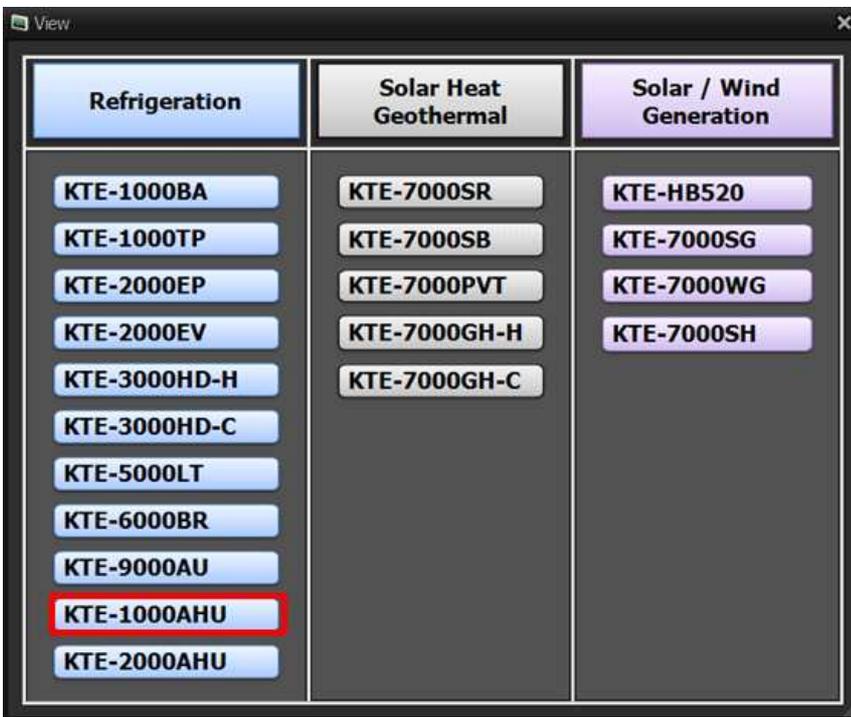
(6) 전체화면 버튼 클릭하면 기존화면으로 돌아가짐

ii) View

(1) 도구모음에서 View
클릭

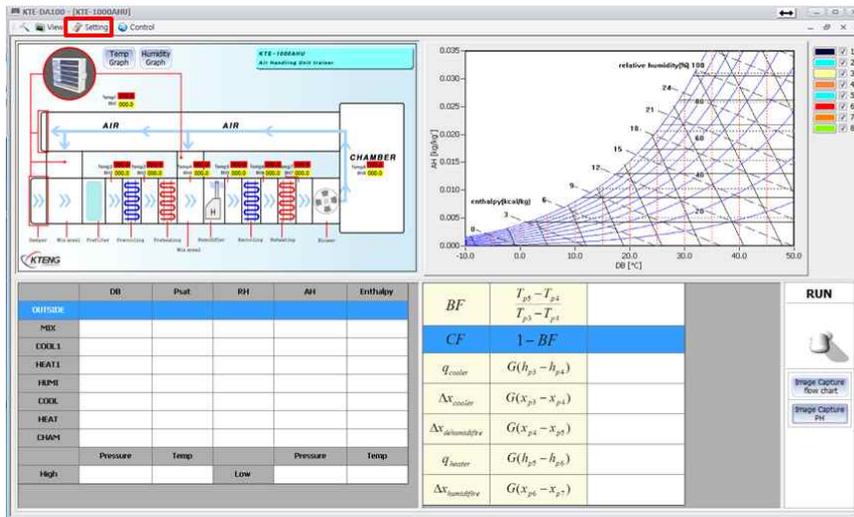


(2) View를 클릭하면
메인화면으로 나와지며
원하는 장비명을 클릭
하여 실장비와 연동되는
프로그램 창을 띄울 수
있음

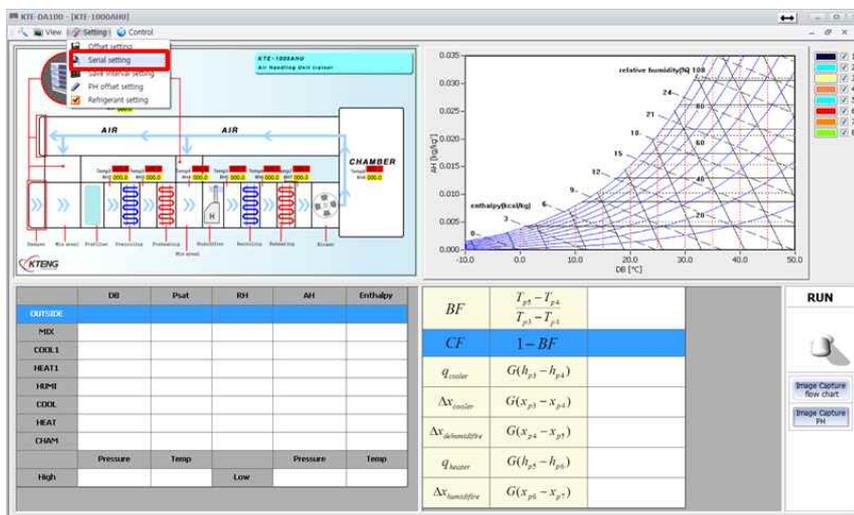


: 스마트팜 환경제어
실험장비 (KTE-1000SF)의
공기조화 환경제어 장치는
공기조화 실습장비
(KTE-1000AHU)와 동일한
시스템으로 작동됩니다.

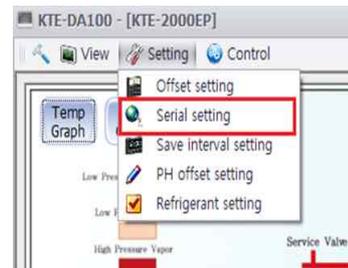
iii) Setting
a) Serial setting



(1) Setting 클릭



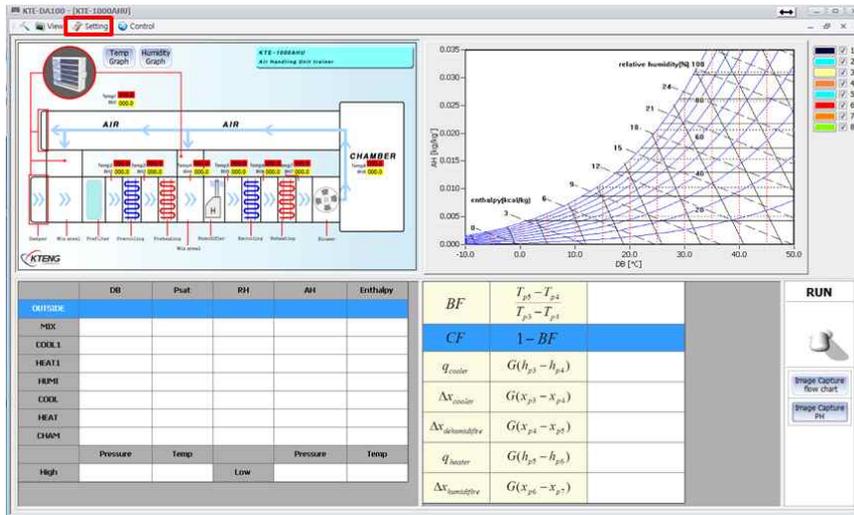
(2) Serial setting 클릭



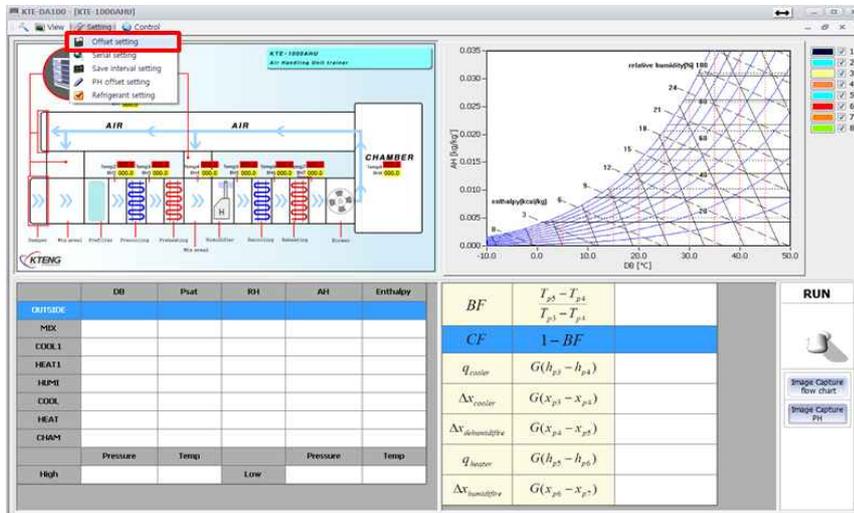
(3) 포트 위치에 따라 COM번호가 달라진다. COM번호를 선택하고 OK 클릭

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

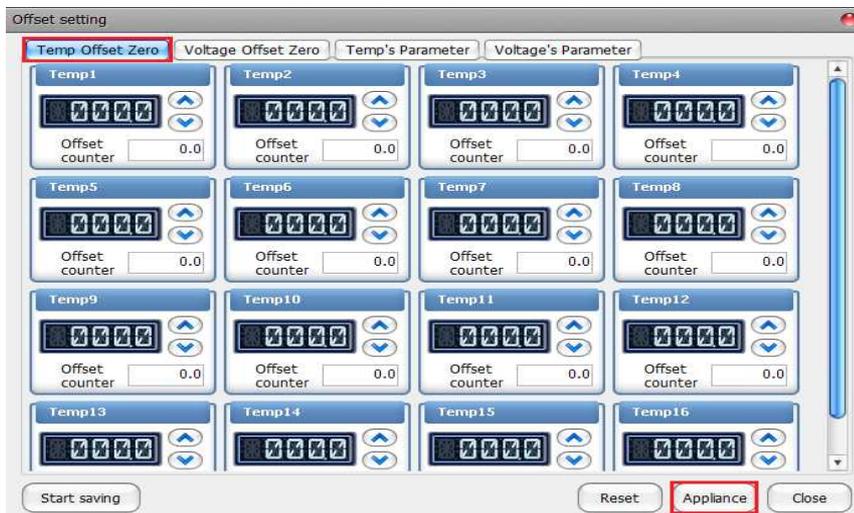
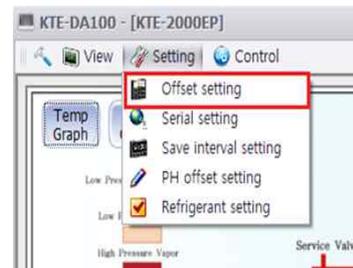
b) Offset setting



(1) 도구모음에서 Setting 클릭



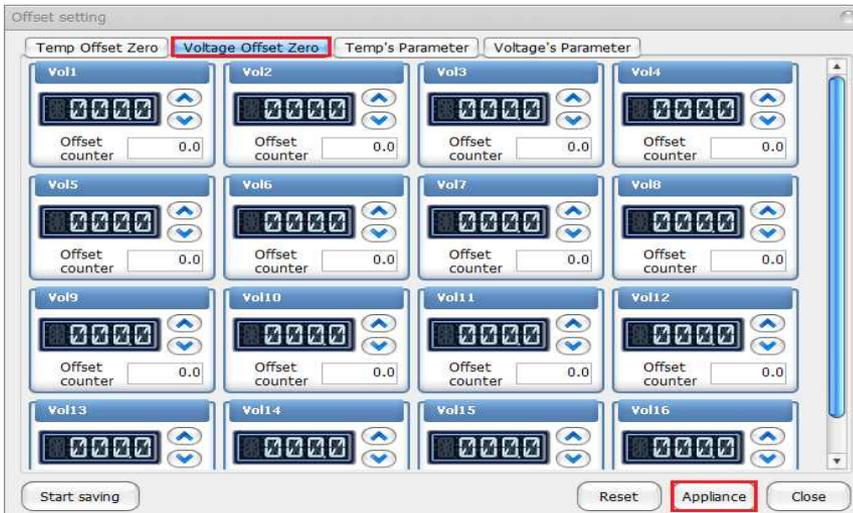
(2) Offset setting 클릭 시 아래와 같은 창이 뜬



(3) Temp Offset Zero는 온도를 보정하는 기능

 : 방향키를 눌러 온도 값을 보정
 : 방향키를 눌러 온도 값을 보정
 Offset counter 0.0 : 온도 보정 정도값을 나타냄
 보정값을 적용하기 위해서는 "Application" 클릭 후 "Close" 클릭

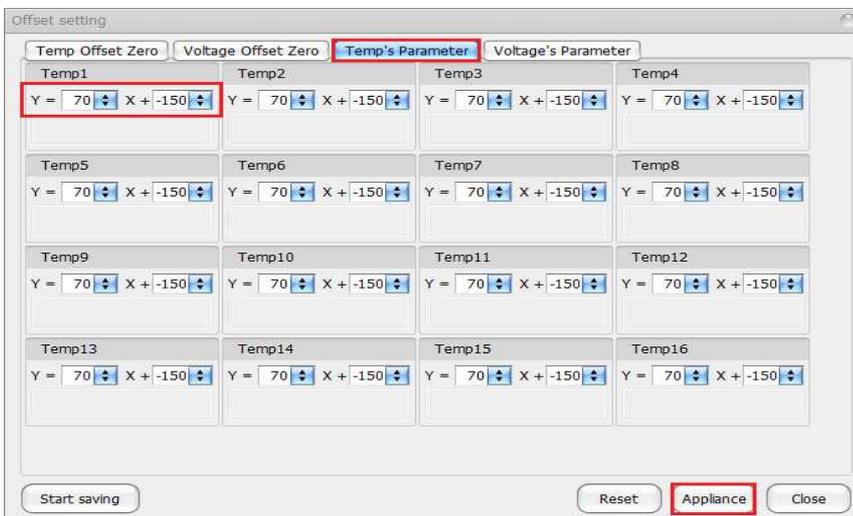
*참고: Temp 번호는 16번까지 있고 각 센서별로 번호로 나뉜다.



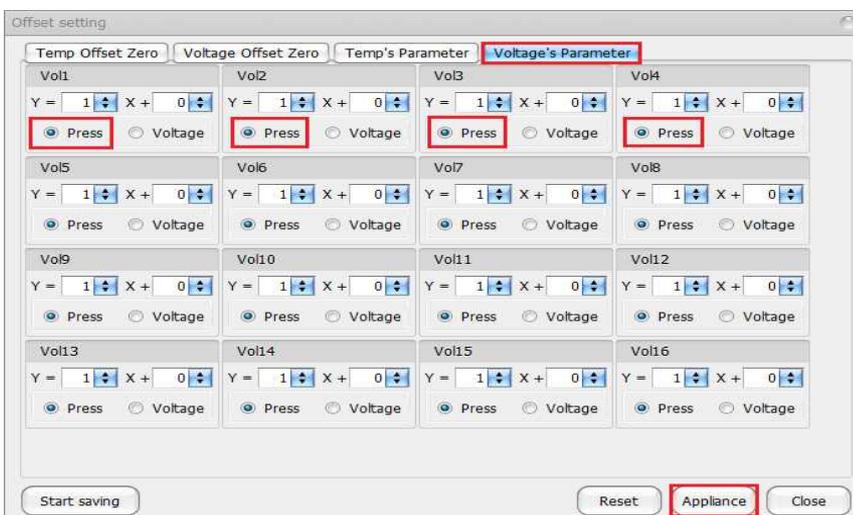
(4) Voltage Offset Zero는 전압을 보정할 수 있는 부분이다.

↑
↓ : 방향키를 눌러 전압 값을 보정

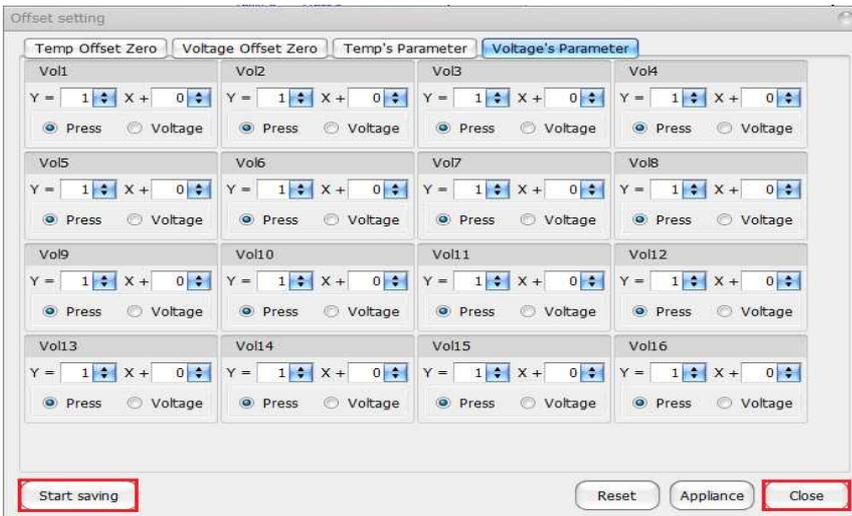
Offset counter 0.0 : 전압 보정 정도값을 나타냄
보정값을 적용하기 위해서는 "Application" 클릭 후 "Close" 클릭



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

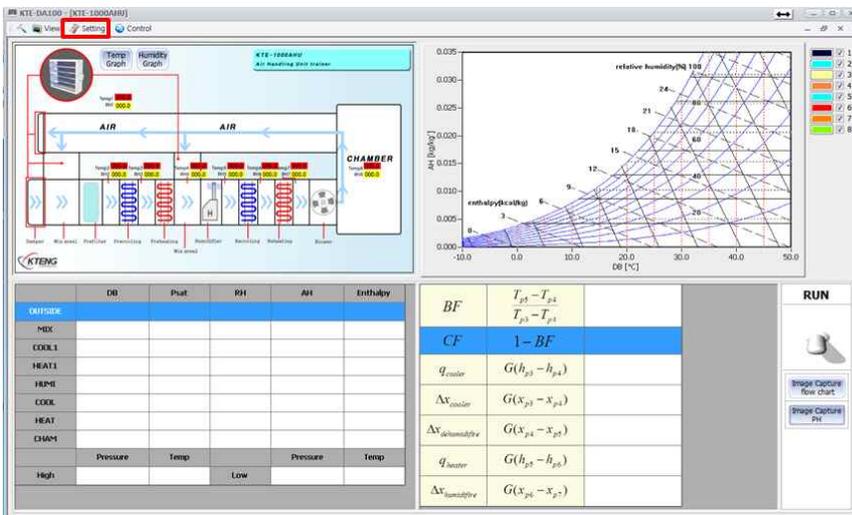


(6) Voltage's Parameter는 입력값 변환을 위한 수식값을 입력하는 기능을 갖고 있으며 Pressure, Voltage 선택하여 설정 적용은 "Application" 클릭 후 "Close" 클릭

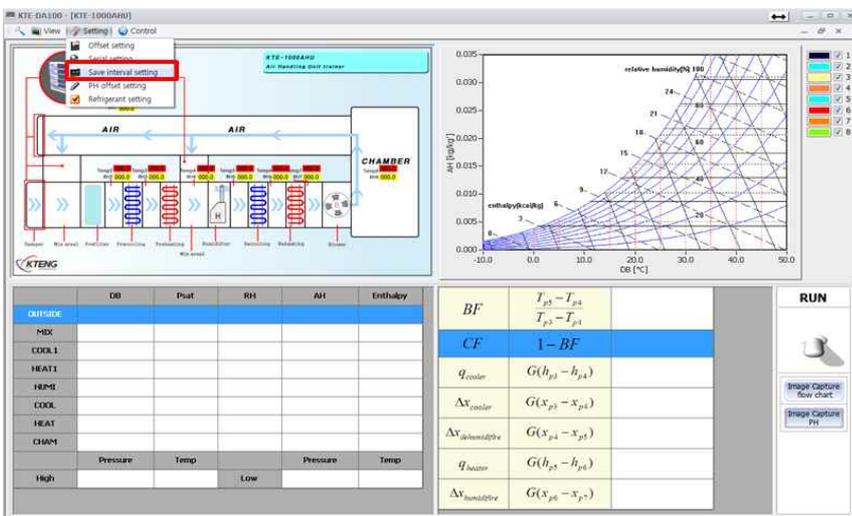


(8) 설정값을 저장(Start Saving) 하고서 왼쪽 화면에서 Close 클릭

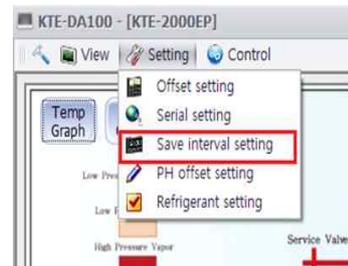
c) Save interval setting

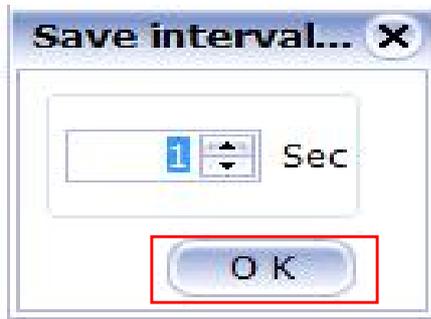


(1) Setting 클릭



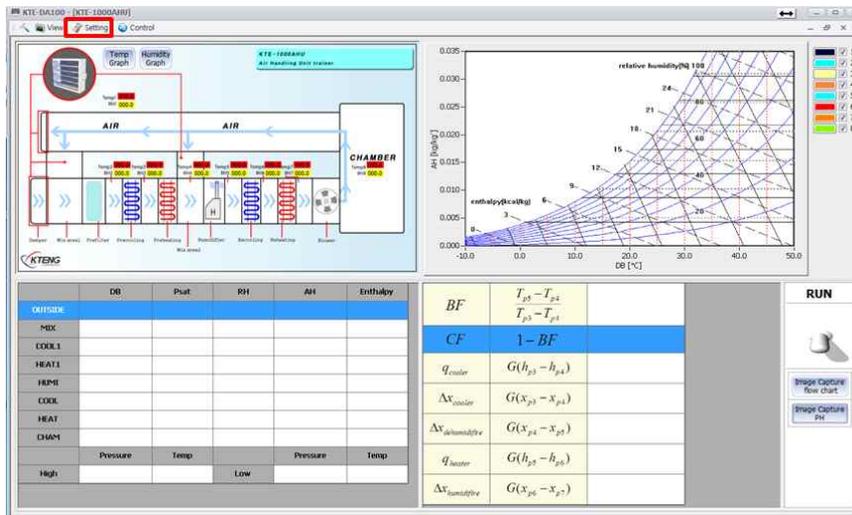
(2) Save interval setting 클릭



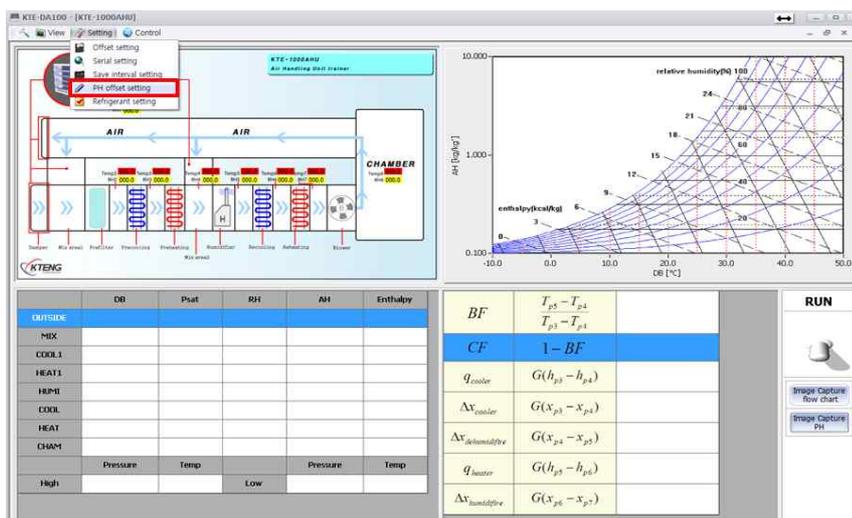


(3) Save interval setting은 데이터 저장 시간 간격을 설정하는 기능으로 엑셀파일로 시간 간격에 맞춰 저장 가능. (단, 단위는 초(Sec)라서 1분을 설정할 경우는 60Sec로 설정한다)

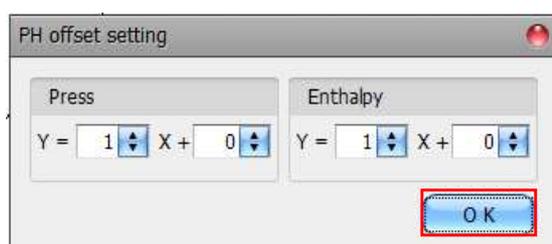
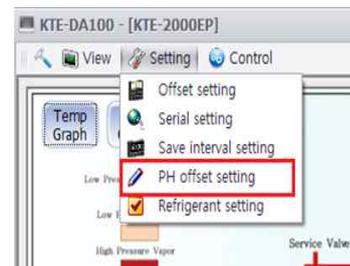
d) PH offset setting



(1) Setting 클릭

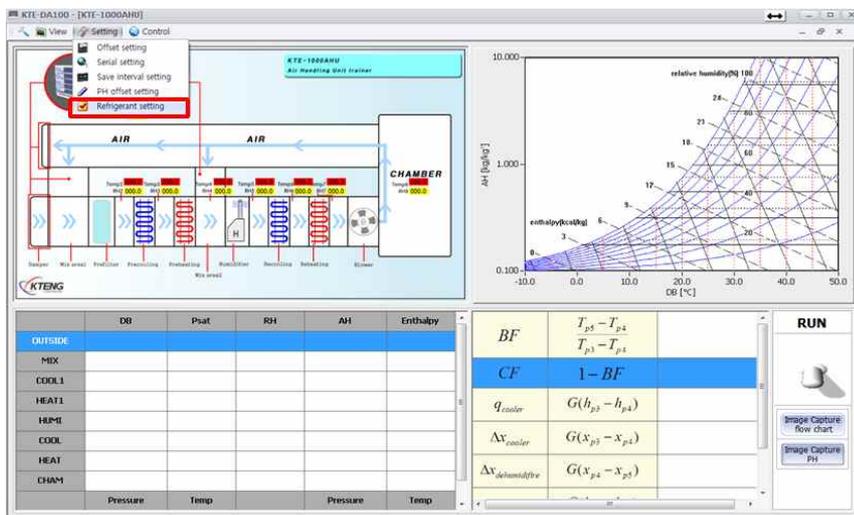


(2) PH offset setting 클릭

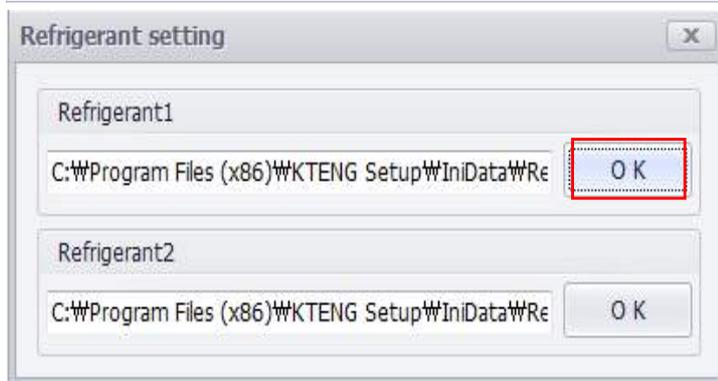
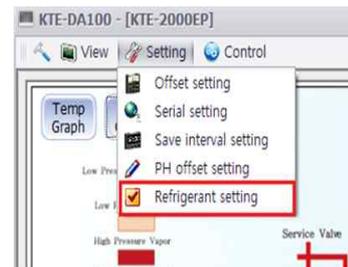


(3) 메인 화면에 있는 PH선도표의 Press, Enthalpy의 축 값을 조정하는 기능

e) Refrigerant setting

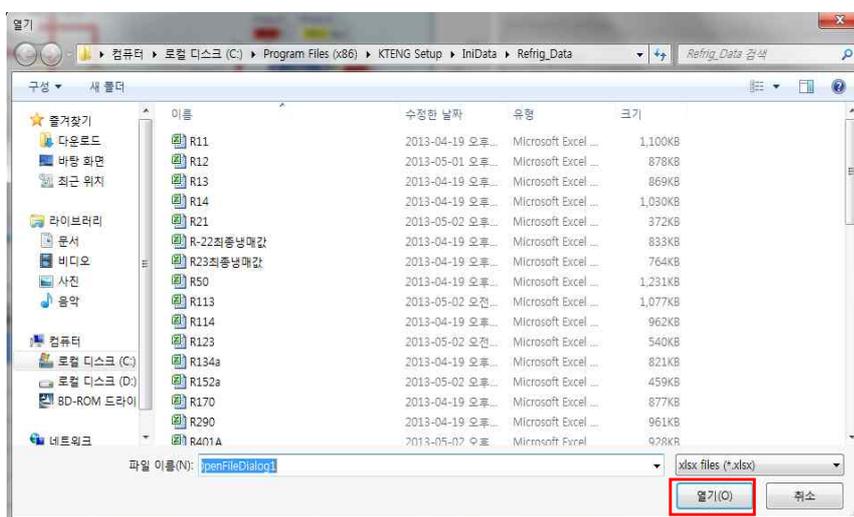


(2) Refrigerant setting
클릭



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

“OK” 클릭



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

※ SAVE DATA By DA100

1. DB

2. RH

P-h Diagram Of Model KTE-1000AHU

	DB1	DB2	DB3	DB4	DB5	DB6	DB7	DB8	RH1	RH2	RH3	RH4	RH5	RH6	RH7	RH8
	°C	%	%	%	%	%	%	%	%							
2019-04-15 16:14	22.6	22	24	23.7	21.9	23.6	24.1	20.5	9.6	11.1	11.3	12.4	14.5	13.6	13	-0.8
2019-04-15 16:14	22.6	22.1	24	23.7	21.9	23.7	24.1	20.4	9.6	11.1	11.3	12.3	14.6	13.6	13	-0.8
2019-04-15 16:14	22.6	22.1	23.9	23.9	21.9	23.7	24.2	20.4	9.6	11	11.4	12.3	14.5	13.6	13	-0.8
2019-04-15 16:14	22.6	22	23.9	24	21.9	23.8	24.3	20.5	9.6	11.1	11.3	12.3	14.5	13.6	12.9	-0.8
2019-04-15 16:14	22.5	22.1	23.9	23.9	21.9	23.7	24.2	20.5	9.6	11.1	11.3	12.3	14.5	13.6	12.9	-0.8
2019-04-15 16:14	22.6	22.1	23.9	23.9	21.9	23.7	24.3	20.4	9.6	11.1	11.3	12.3	14.5	13.6	12.9	-0.8

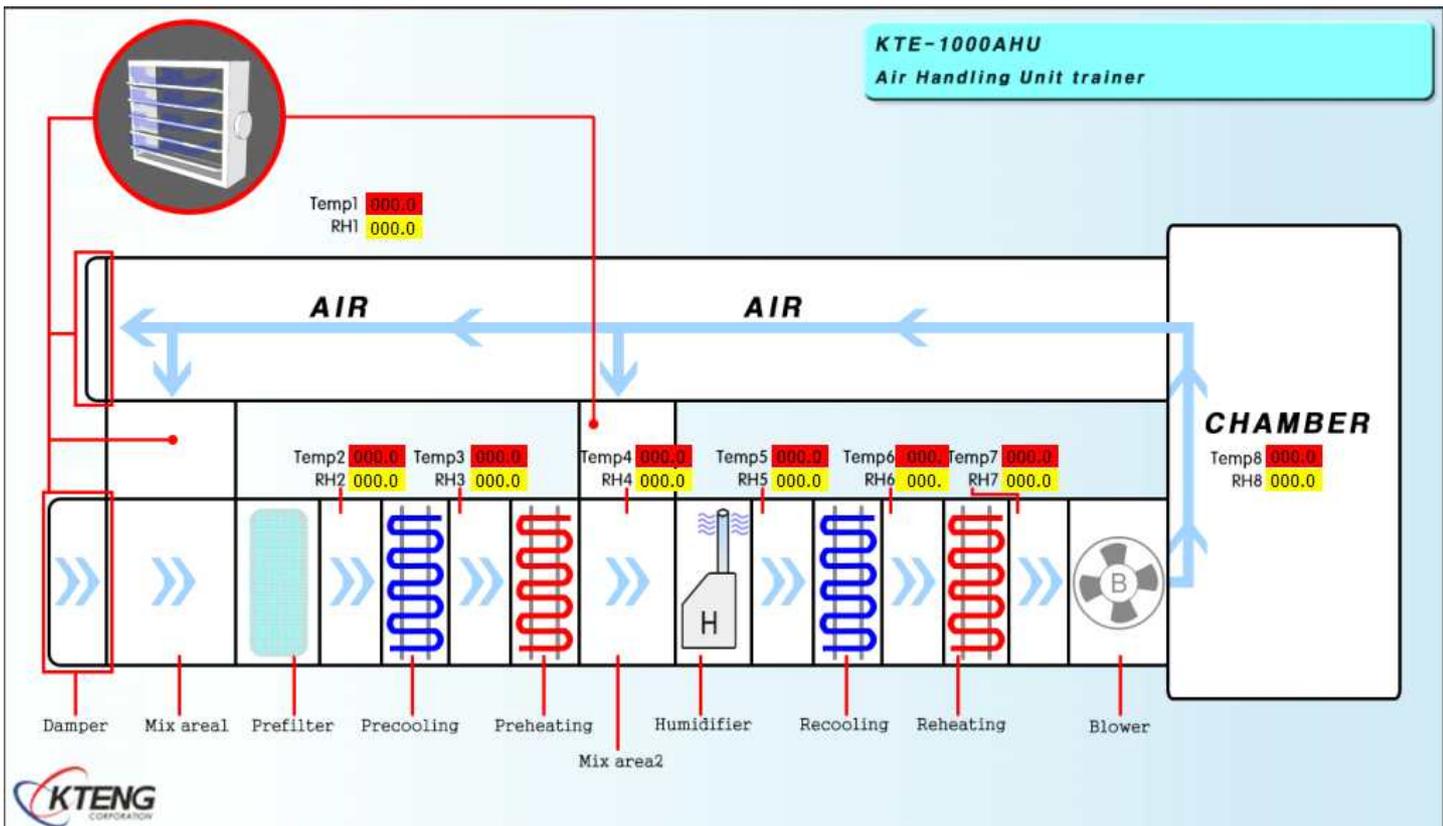
■ Measurement Point

1. DB (Dry Bulb Temperature °C)

- DB 1 : Outside
- DB 2 : MIXED AIR 1
- DB 3 : Pre-Cooling
- DB 4 : Pre-Heating
- DB 5 : Humidifier
- DB 6 : Re-Cooling
- DB 7 : Re-Heating
- DB 8 : Chamber

2. RH (Relatively Humidity %)

- RH 1 : Outside
- RH 2 : MIXED AIR 1
- RH 3 : Pre-Cooling
- RH 4 : Pre-Heating
- RH 5 : Humidifier
- RH 6 : Re-Cooling
- RH 7 : Re-Heating
- RH 8 : Chamber



3-2. Psy-Chart 프로그램 사용법

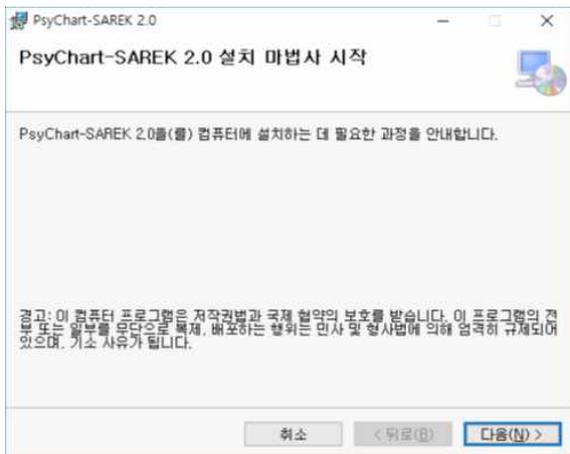
3-2-1. 프로그램 설치 및 실행

◆ 습공기 선도 프로그램은 .NET 플랫폼 환경에서 개발되었기 때문에 다음과 같은 환경에서 설치되고 실행 할 수 있습니다.

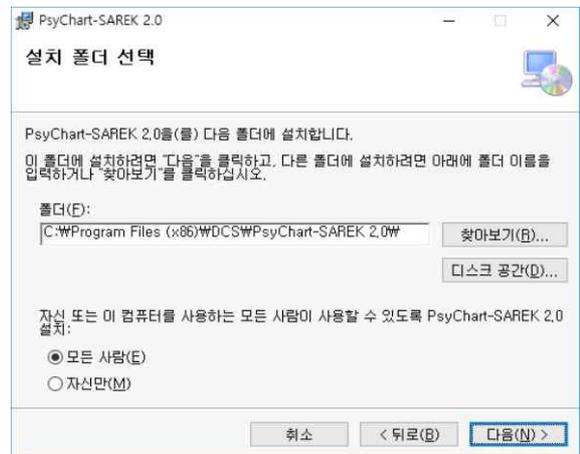
- 설치 환경 지원 운영체제

- Windows XP SP3
- Windows Server 2003 SP2
- Windows Vista SP1 이상
- Windows 7
- Windows 7 SP1
- Windows 10

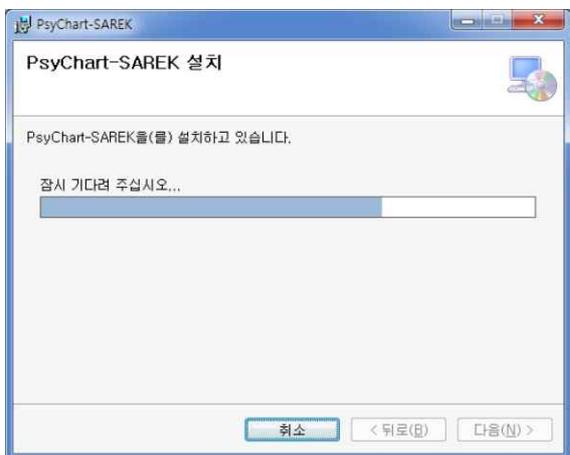
- 하드웨어 최소 권장 요구 사항 : Pentium 1 GHz 이상, RAM 512 MB 이상



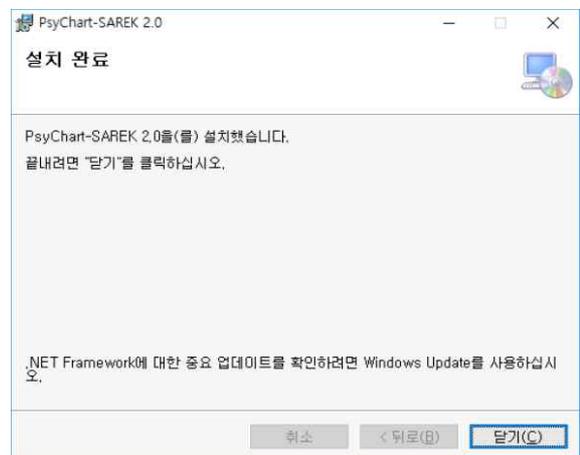
① 다운로드 받은 파일의 압축을 풉니다.



② Setup.exe를 실행합니다.



③ 설치 중

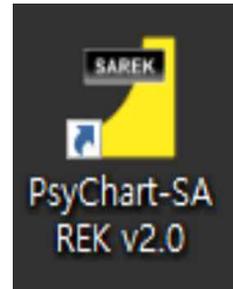


④ 설치 완료

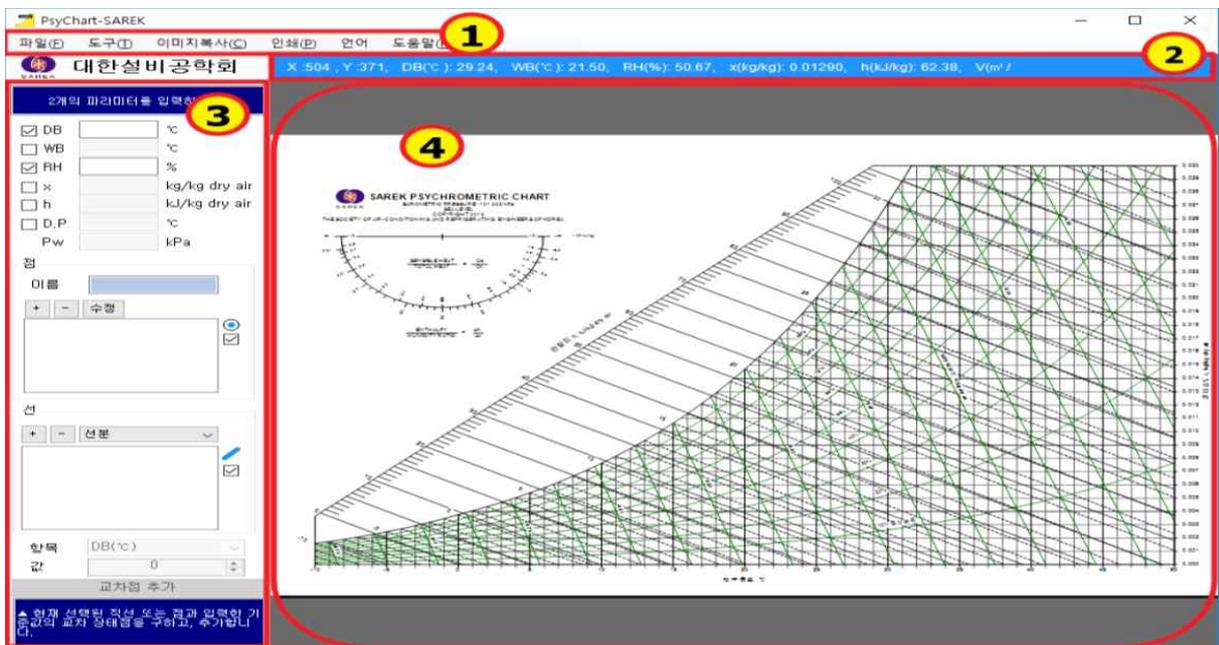
◆ 프로그램 실행



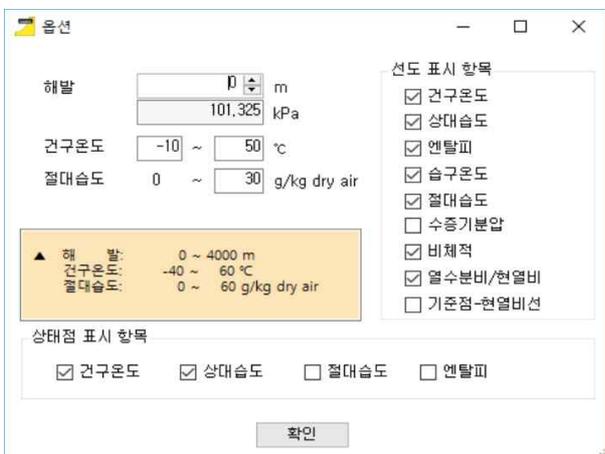
시작 메뉴



바로 가기 아이콘

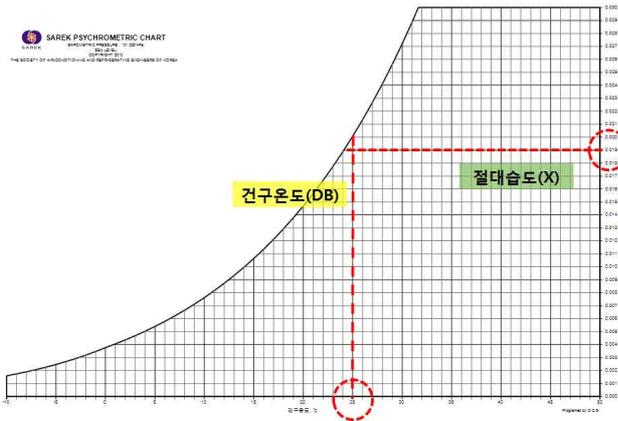


- ① 도구 및 설정
- ② 습공기 선도 내 좌표 위치
- ③ 온도 습도 값 입력 / 좌표 위치
- ④ 습공기 선도

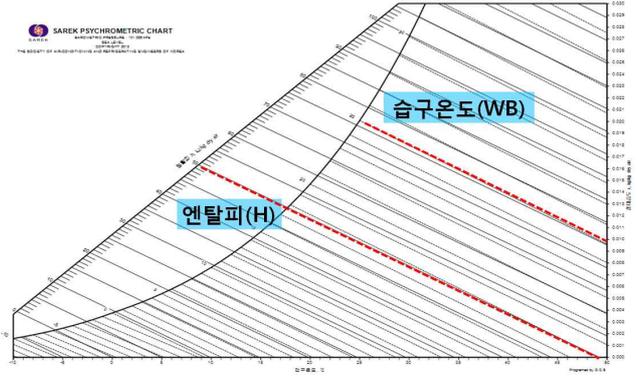


- ① 옵션 내 입력 값 설정
- ② 해발 고도 설정 및 건구 온도 범위 설정 가능
- ③ 습공기 선도 상 표시될 항목 유저 설정 가능
- ④ 상태점 표시 항목 설정 가능

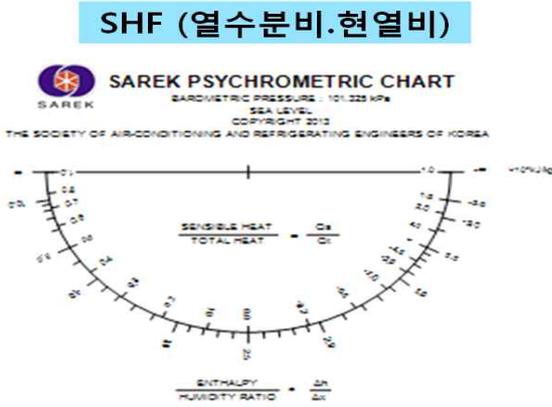
3-2-2. 프로그램 구성



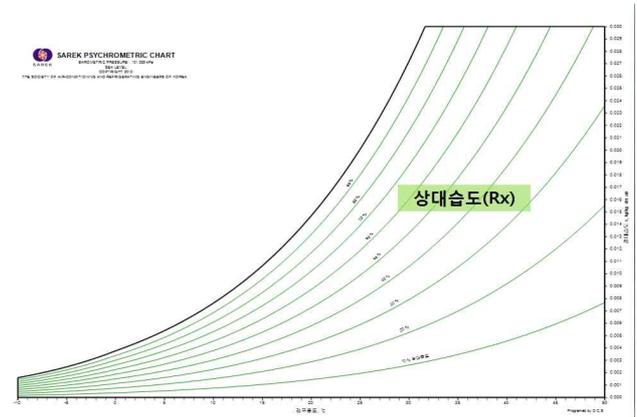
- 건구온도 (DB), 절대습도 (X) 표시



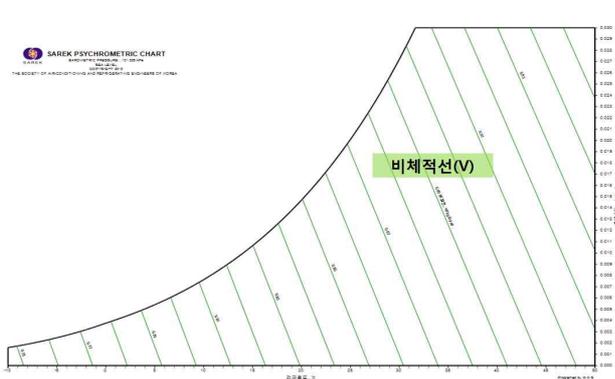
- 엔탈피 (H), 습구온도 (WB)



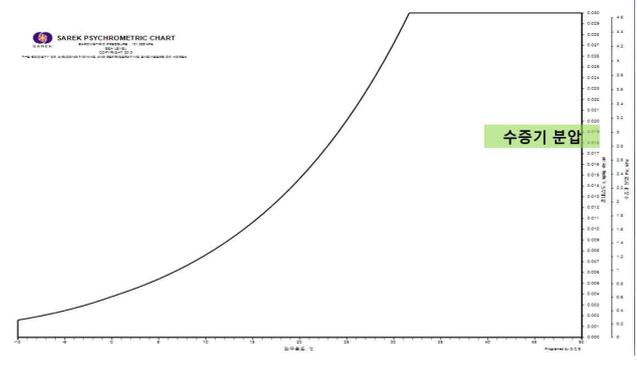
- SHF (열수분비, 현열비)



- 상대습도 (Rx)



- 비체적선 (v)



- 수증기 분압

3-2-3. 프로그램 활용 및 습공기 선도 작도

① 상태점 입력

2개의 파라미터를 입력하세요.

<input checked="" type="checkbox"/> DB	<input type="text" value="24.00"/>	°C
<input type="checkbox"/> WB	<input type="text" value="17.07"/>	°C
<input checked="" type="checkbox"/> RH	<input type="text" value="50.00"/>	%
<input type="checkbox"/> x	<input type="text" value="0.00930"/>	kg/kg dry air
<input type="checkbox"/> h	<input type="text" value="47.81"/>	kJ/kg dry air
<input type="checkbox"/> D.P	<input type="text" value="12.98"/>	°C
<input type="checkbox"/> Pw	<input type="text" value="1.493"/>	kPa

- 상태점 계산
- DA100 프로그램에서 측정된 DB (건구온도)와 RH (상대습도)를 입력한다.

② 습공기 선도 상 표시 입력

점

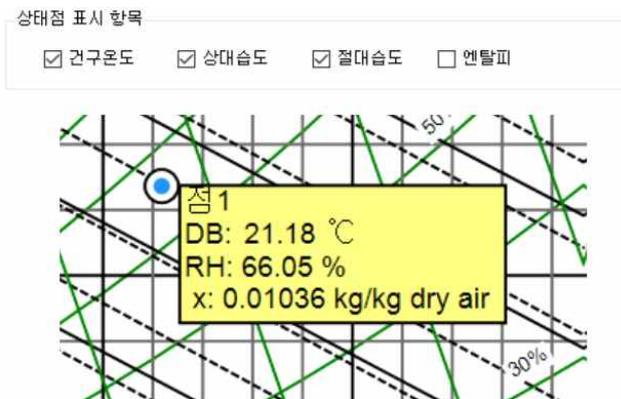
이름

+ - 수정

1
24.00 °C
50.00 %

- 습공기 선도 상 표시될 상태점 입력
- 건구 온도 : 24 °C, 상대 습도 : 50.00 %

③ 습공기 선도 표시



- 옵션에서 선택한 상태점 표시 항목만 표시
- 건구온도 (DB), 상대습도 (RH), 절대습도 (x)

④ 선 추가

점

이름

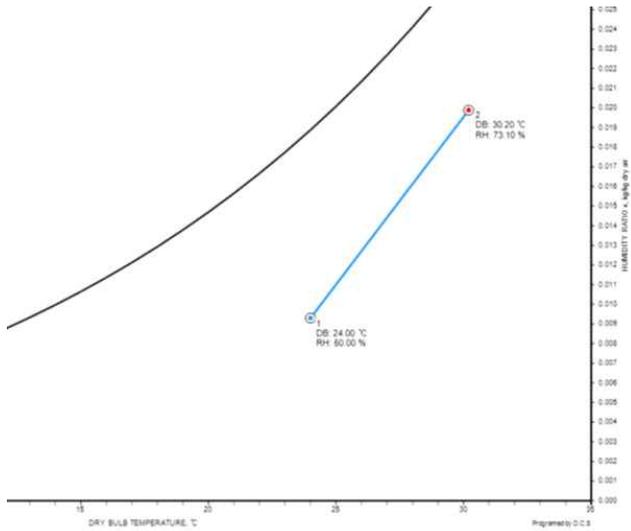
+ - 수정

선

+ - 선분

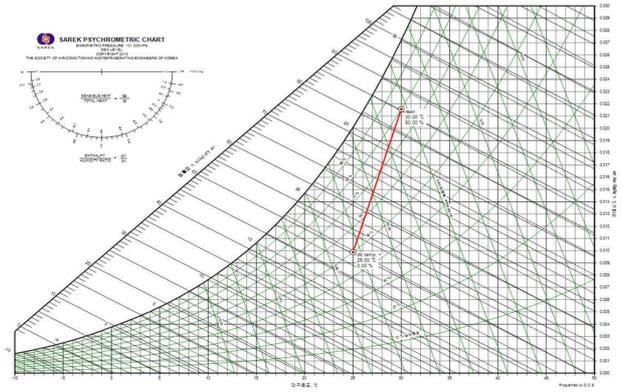
- 실시간으로 측정되는 데이터 이용, 점 추가
- 이를 점을 선택하고, 선을 작도

⑤ 가열 가습 시 습공기 선도 작도



- 1번 상태 : DB 24 °C, RH 50 %
- 2번 상태 : DB 30.2 °C, RH 73.10 %
- 상태 변화 : 가열 가습

⑥ 습공기 선도 확인



- 실험 중 상태가 변화함에 따라, 온도, 습도 값을 입력하여 선을 연결한다.

3-3. 습공기 선도 작도 실무

3-3-1 공기의 성질

공기는 일종의 혼합기체이며, 주성분인 산소와 질소 외에 소량의 CO₂, Ar 등 비활성기체를 포함되어 있으며, 때와 장소에 따라 수증기, 탄화수소, SO₂, CO, NH₃ 등의 기체 또는 먼지, 꽃가루, 미생물, 염화물 등의 무기질, 타르 성분 등의 고형물을 포함하고 있으며, 이들을 제거한 건조공기는 지상 20(km)이하에서는 그 성분이 일정한 비율로 존재한다.

대기 중에는 이들 공기의 구성물질 이외에 자연이나 인간이 발생하는 먼지나 가스, 증기 등도 포함되어 있다. 그러나 공기조화의 이론적인 계산에서는 건조공기와 수증기의 혼합물을 공기로 삼고 있다.

수증기를 포함하지 않는 공기를 건조공기(dry air)라고 하고 수증기를 포함하고 있는 공기를 습공기라고 한다.

표 1-1 건조공기

구 분		조 건
조 성	부 피(V%)	N ₂ (78.03), O ₂ (20.99), CO ₂ (0.03), 기타(0.95)
	중 량(W%)	N ₂ (75.51), O ₂ (23.15), CO ₂ (0.04), 기타(1.30)
평균분자량(m_a)		28.964 kg · m, kg ° K
기체상수(R_a)		29.27 kg · m, kg ° K
비중량(γ_a)		1.293 kg/Nm ³ (20°C 일 때=1.2kg/Nm ³)
비체적(V_a)		0.7733 Nm ³ /kg (20°C 일 때=0.83kg/Nm ³)

1) 건공기

① 상태식

$$Pa Va \times 10^4 = Ra Ta$$

여기서 Pa : 건공기의 압력, $Pa, kg/cm^2$

Va : 건조공기의 비체적, m^3/kg

Ra : 건조공기의 기체 상수, $0.28kJ/kgk.m/kg, k$

Ta : 건조공기의 절대온도, k

- 표준상태, $0^\circ C, 101.325 kPa = 760 mmHg = 1.0332 kg/cm^2$ 에서

$$Va : \frac{1.0332}{(10^4 \times 273 \times 29.27)} \approx 1.293 [kg/m^3]$$

- 온도 $t^\circ C$, 압력 $P mmHg$ 의 건공기의 비중량은

$$\gamma_a : \frac{1.293 P}{(1 + 0.00367 t)} \times 760 [kg/m^3]$$

② 엔탈피(enthalpy)

건공기의 정압비열은 1기압 전후의 압력에서는 -100 ~ 100℃의 범위에서는 거의 일정하게 취급한다. 0℃인 건공기의 엔탈피는 0 kJ/kg으로 이를 기준으로하여 임의 온도 t의 엔탈피는 $ha = C_{pa} \cdot t = 1.006t [kJ/kg \text{ dry air}] = 0.240t [kcal/kg \text{ dry air}]$

여기서 ha : 건공기 1kg의 엔탈피, C_{pa} : 건공기의 정압비열

2) 습공기의 용어

① 건구온도 (dry bulb temperature : DB, t)

온도계의 감온부가 건조상태로 측정된 공기의 온도, 주위의 복사열을 받지 않게 측정하여야 오차를 방지 할수 있다.

② 습구온도 (wet bulb temperature : WB, t)

온도계의 감온부를 습윤으로 싸서 감온부를 습윤 상태로 측정한 온도, 측정시 감온부를 5m/s 이상의 기류에 두지 않으면 정확한 습구온도를 얻을 수 없다. 습구온도는 단열 포화 온도와 같다.

③ 노점온도 (dew-point temperature : DP, t)

수증기를 함유한 습공기가 일정 온도 이하로 냉각하면 여분의 수증기가 응축되며 미세한 물방울이 된다. 이 때의 온도를 노점온도라하며 어느 습공기의 수증기 분압에 대한 수증기의 포화 온도이다.

④ 상대습도 (relative humidity : RH, Φ)

습공기의 수증기 분압과 그 온도에 대한 포화공기의 수증기 분압의 비를 백분율로 표시한 값이다.

$$RH = \frac{\text{습공기의 수증기 분압}}{\text{포화공기의 수증기 분압}} \times 100$$

⑤ 절대습도 (absolute humidity : x)

건공기 1kg을 포함하는 습공기 중의 수증기량 x(kg)을 말한다. 단위는 [kg/kg dry air]으로 표시한다.

- 절대습도 x[kg/kg dry air] : 습공기 (1+x)kg 가운데 1kg의 건조공기와 x kg의 수증기가 혼합된 것이다.

⑥ 비교습도 (percentage humidity : Ψ)

어떤 습공기의 절대 습도와 같은 온도인 포화 공기의 절대습도와의 비를 백분율로 표시한 값

$$\text{비교습도} = \frac{\text{어떤 습공기의 절대습도}}{\text{같은 온도 포화공기의 절대습도}} \times 100$$

⑦ 비체적 (비용적)

건공기 1kg과 수증기 x kg을 함유한 습공기(1+x)kg의 체적이 비체적이며 V 로 나타낸다.

⑧ 비엔탈피

습공기의 비엔탈피는 0℃의 건공기와 물이 비엔탈피를 기준점으로 하여 건공기 1kg당의 kJ로 표시, 절대습도 x(kg/kg dry air)의 습공기의 엔탈피는, 건공기 1kg의 비엔탈피와 x kg의 수증기 비엔탈피의 합이다.

⑨ 수증기 분압

혼합기체에서 각 성분만으로 전체 체적을 채웠다고 가정할 때 예상되는 압력을 분압이라 한다. 각 성분의 분압의 총합은 혼합기체의 압력과 같다. 습공기는 건공기와 수증기와 수증기의 혼합기체로 생각 할 수 있고, 이 때의 수증기의 분압은 $p_w(\text{mmHg})$ 로 표시된다.

⑩ 포화공기 (saturated air)

공기중에 포함될수 있는 수증기 양에는 한계가 있다. 이것은 온도와 압력에 따라 다른데 이 한계까지 수증기를 포함시킨 공기를 포화공기라 하고 이때의 수증기압을 포화수증기압이라 한다.

⑪ 단열포화온도

기류중에 물방울을 분무하면 공기와 물방울 사이에 열전달과 물질이동(증발 또는 응축)이 일어나서 수온과 공기의 온도 및 습도는 변한다. 그러나 물방울의 증발과 공기로부터의 열전달이 평형을 이루는 상태에서는 수온은 변화하지 않고 공기는 가습이 되는데, 공기온도는 점점 수온에 근접하게 되며 포화상태가 되면 수온과 같아진다.

이를 단열포화온도라 하며 입구공기 온도와 습도에 의해서 결정된다.

⑫ 현열비(Sensible Heat Factor : SHF), 감열비

전열량에 대한 현열량의 비로서 실내로 취출되는 공기의 상태변화를 나타낸다.

⑬ 열분수비(Moisture Ratio : U)

수분량(절대습도)의 변화량에 따른 전열량의 변화량이다.

* 표준공기 : 표준기압, 20℃ 건공기(비중량 : $1.2\text{kg}/\text{m}^3$, 정압비열 : $1.006\text{kJ}/\text{kg dry air k}$)

3) 습공기 상대치에 대한 관계식

$$P_w = \frac{xP}{(0.622 + x)} \quad P_{ws} : \text{설비공학 편람 식 2.29, 2.30 참조}$$

$$x = \frac{M_w P_w}{(M_a(P - P_w))} = 0.622 \times \frac{P_w}{(P - P_w)}$$

$$x_s = 0.622 \times \frac{P_{ws}}{(P - P_{ws})}$$

$$\Phi = \frac{P_w}{P_{ws}} \times 100$$

$$\Psi = \frac{x}{x_s} \times 100 = \Phi \frac{(P - P_w)}{(P - P_{ws})}$$

$$V = \frac{T(R_a + xR_w)}{P} = R_a T \frac{(1 + 1.6078x)}{P}$$

$$C_p = C_{pa} + xC_{pw}$$

$$h = t C_{pa} + x(t C_{pw} + r_0) = 1.0006t + x(1.86t + 2.501)$$

여기서

P : 대기압, 해발 0m의 표준기압, 101.325 [kPa], 1.0332[kg/cm²]

P_w, P_{ws} : $\frac{\text{수증기}}{\text{포화수증기분압}} = [\text{kPa}]$

x_s : 포화공기의 절대습도

x : 절대습도, [kg/kg dry air]

M_a : 건조공기의 분자량(28.964)

M_w : 수증기의 분자량(18.015)

R_a : 건조공기의 기체 상수, 0.287 [kJ/kg K]

R_w : 수증기의 기체 상수, 0.462 [kJ/kg K]

Φ : 상대습도, [%]

Ψ : 비교습도, [%]

V : 비체적, [m³/kg dry air]

T : 절대온도, [K]

t : 건구온도, [°C]

h : 엔탈피, [kJ/kg dry air]

C_p : 정압비열, [kJ/kg dry air K]

C_{pa} : 건조공기의 정압비열, 1.006 [kJ/kg dry air K]

C_{pw} : 수증기 정압비열, 1.86 [kJ/kg K]

r_0 : 0°C의 물의 증발열, 2,501 [kJ/kg]

3-3-2. 습공기 선도 작도 실무 관련 지식

습공기 선도는 노점온도(D.T: dewpoint temperature), 건구온도(D.B: dry bulb temperature), 상대습도(R.H: relative humidity), 습구온도(W.B: wet bulb temperature), 절대습도(S.H: specific humidity) 포화도(%), 엔탈피(I) (kcal/kg), 건조공기(dry air), 현열 감열비(SHF), 습공기(moist air), 비체적(v)(m³/kg), 절대습도(χ)(kg/kg), 수증기분압(P_w) 현열, 잠열, 습공기 엔탈피, 열수분비(U) 등을 알 수 있다.

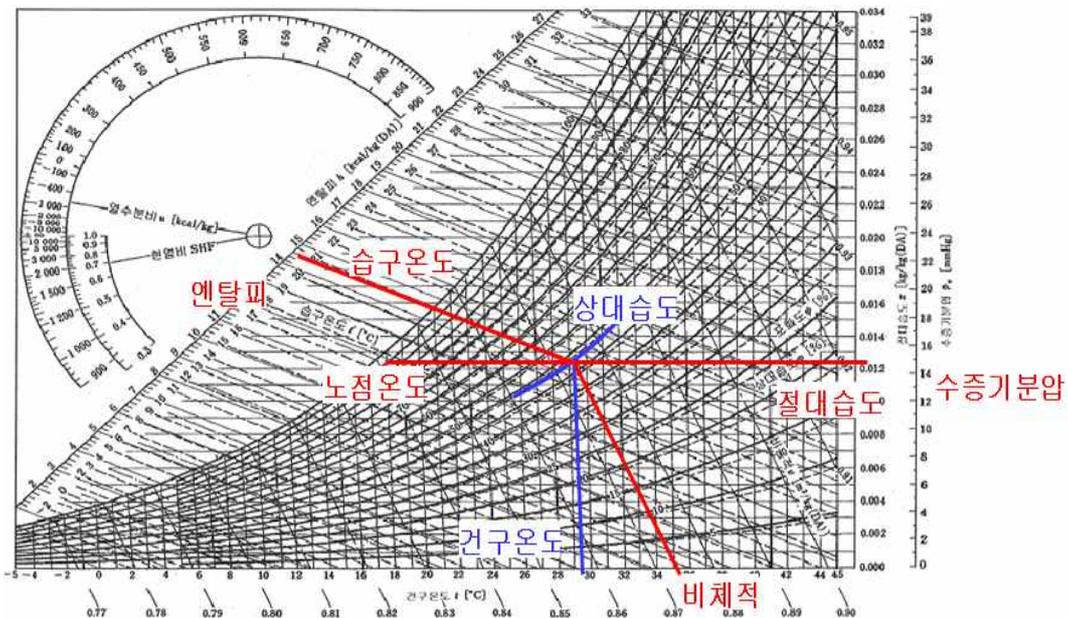


그림 1-5 습공기 h-i 선도(ASHRAE)

습공기 상태 변화를 나타내면 다음과 같다.

가열 : 습공기를 가열하면 절대습도가 일정한 상태에서 건구온도가 증가하며, 상대습도는 감소한다.

냉각 : 습공기를 냉각하면 포화상태에 도달하기 전까지는 절대습도가 일정하고 건구온도가 감소하지만 포화상태에 도달한 후부터는 절대습도 도 감소한다.

가습 : 온도가 일정한 상태에서 가습만하는 경우는 실제적으로는 거의 이용하지 않으며 이론상 가습량을 나타낸다.

감습 : 온도가 일정한 상태에서 절대습도와 상대습도가 감소한다.

냉각감습 : 노점온도 이하로 냉각하면 감습도 이루어진다.

가열가습 : 가열기 온수분무사용, 가열기 증기분무사용하여 가열가습한다.

단열혼합 : 이종의 공기를 열의 출입이 없이 혼합할 때의 혼합공기상태를 말한다.

단열변화 : 입구공기의 습구온도와 같은 수온의 물을 단열 분무하면 습구 온도선을 따라 변화한다.

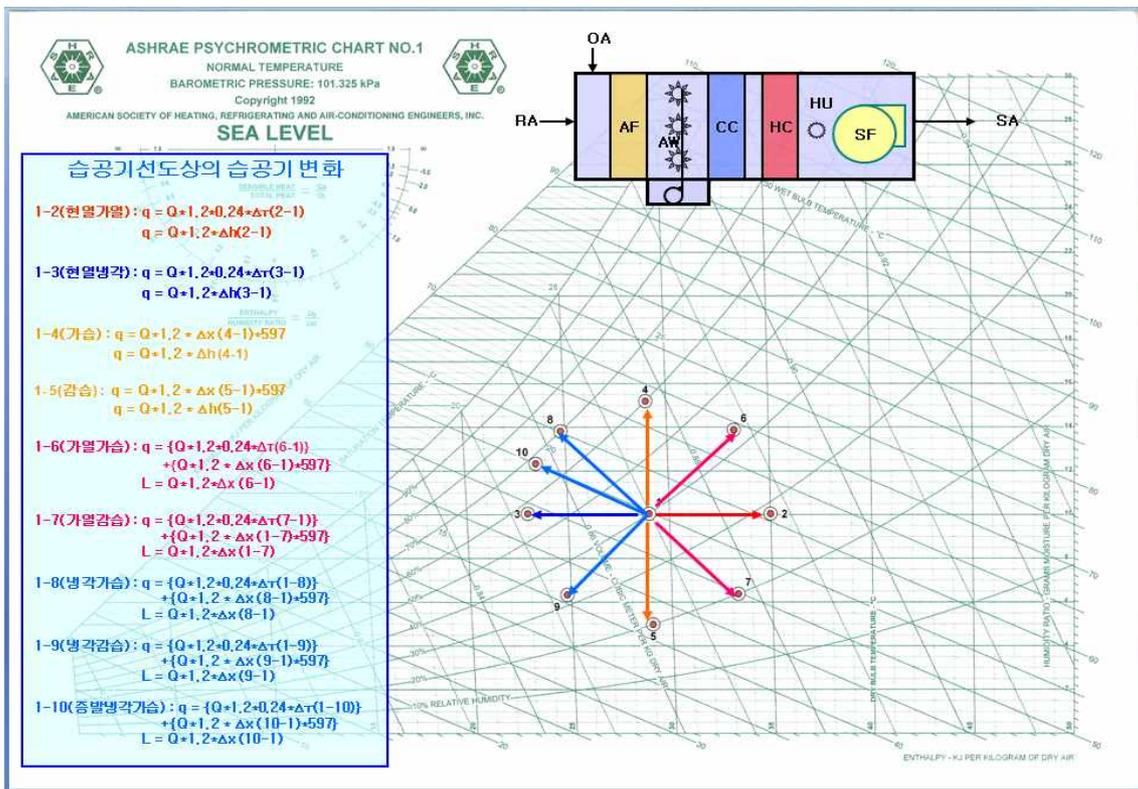


그림 1-6 공기선도의 실제 변화

공기선도상의 실제 변화에서 1→2 가열, 1→3 냉각, 1→4 가습, 1→5 감습, 1→6 가열가습, 1→7 가열감습, 1→8 냉각가습, 1→9 냉각감습, 1→10 증발냉각감습을 나타내고 있으며, 그에 따른 열량 및 가습량은 그림 1-6에 나타낸 식과 같이 나타낼 수 있다.

3-3-3. 습공기 선도의 구성

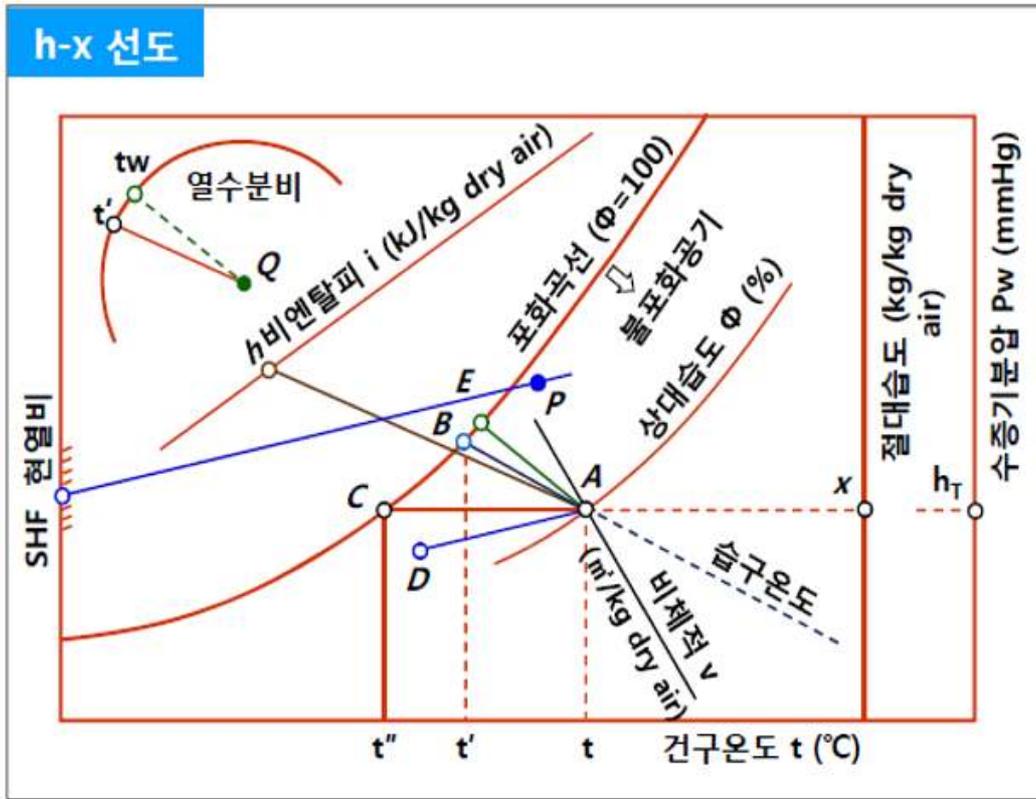


그림 1-7 습공기 선도 구성

$$\text{열수분비}(u) = \frac{\text{엔탈피 변화량}}{\text{절대습도 변화량}} = \frac{dh}{dx}, \quad \text{현열비}(SHF) = \frac{\text{현열비}}{\text{전열비}}$$

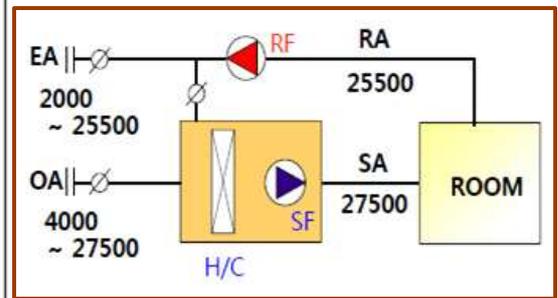
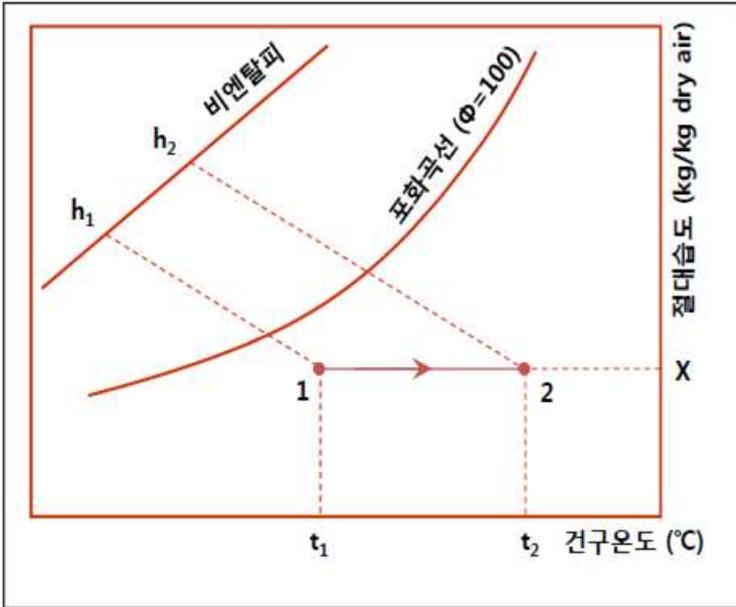
3-3-4. 습공기 선도의 판독

습공기 선도

상태량 과정	건구 온도 t	습구 온도 t'	노점 온도 t''	절대 습도 x	상대 습도	엔탈피 i	비체 적	변화
P→A	↓	↓	=	=	↑	↓	↓	냉각
P→B	↓	=	↑	↑	↑	=	↓	냉각 거습
P→C	=	↑	↑	↑	↑	↑	↑	거습
P→D	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	가열 거습
P→E	↑	↑	=	=	↓	↑	↑	가열
P→F	↑	=	↓	↓	↓	=	↑	가열 건습
P→G	=	↓	↓	↓	↓	↓	↓	건습
P→H	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	냉각 건습

3-3-5. 습공기 선도의 기본 변화와 계산

(1) 가열



o 상태변화 : 공기중의 절대 습도 변화가 없고 온도만 상승하는 경우로서 상대습도는 낮아지게 된다.

o 가열량 계산

$$q(W) = \frac{1.2 \times 0.24}{0.86} \times V \times (t_2 - t_1)$$

0.24: 정압비열[kcal/kg dry air °C], 1.2: 비체적[m³/kg dry air]

o [문제] 리턴공기 10 °C를 20°C로 가열 공급시 열량은 얼마인가?

(단, 가열코일 용량의 안전율은 10%로 한다.)

$$\begin{aligned} q &= \frac{1.2 \times 0.24}{0.86} \times 27,500 \times (20 - 10) \times 1.1 \\ &= 0.335 \times 27,500 \times (20 - 10) \times 1.1 \\ &= 101.337 [W] \end{aligned}$$

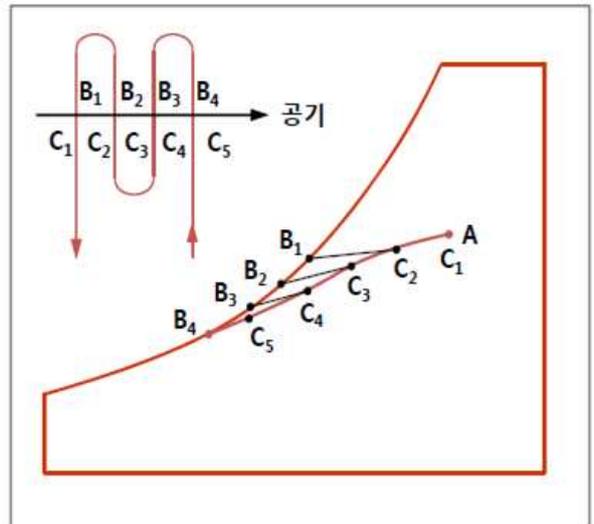
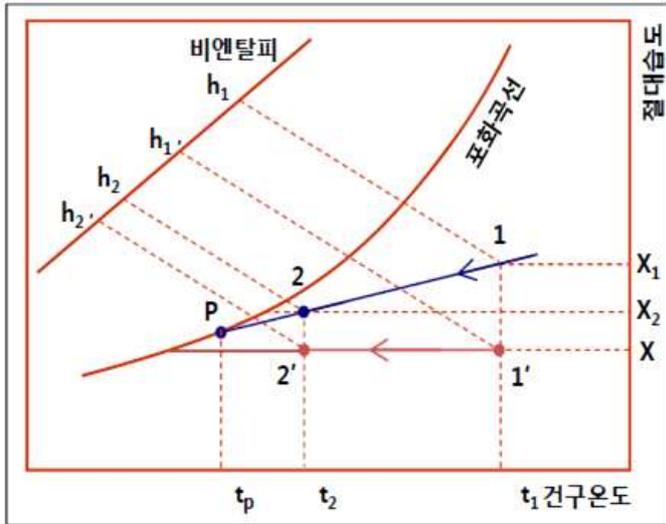
(2) 냉각

o 상태변화

- 1) 1 - 2: 코일의 표면온도가 공기의 이슬점보다 높은 경우로서 절대습도 무변, 상대습도 증가
- 2) 1-2: 코일의 표면온도가 공기의 이슬점보다 낮은 경우, 제습냉각이며 절대습도 감소
- 3) P점 : 장치노점온도, 평균 표면온도(코일의 토출 온도 2는 1-P선상에 위치)

코일의 열수에 따라 각 열의 평균 표면온도가 변하므로 실용 계산에서는 전체적인 평균 표면 온도를 사용하여 1-2로 직선의 연결선상의 상대습도 100% 점을 적용한다.

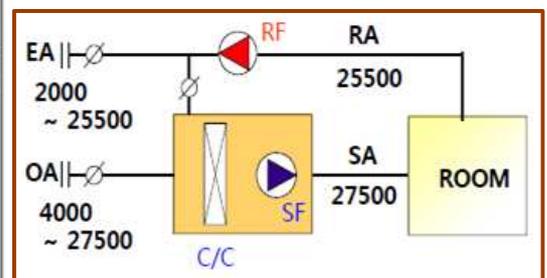
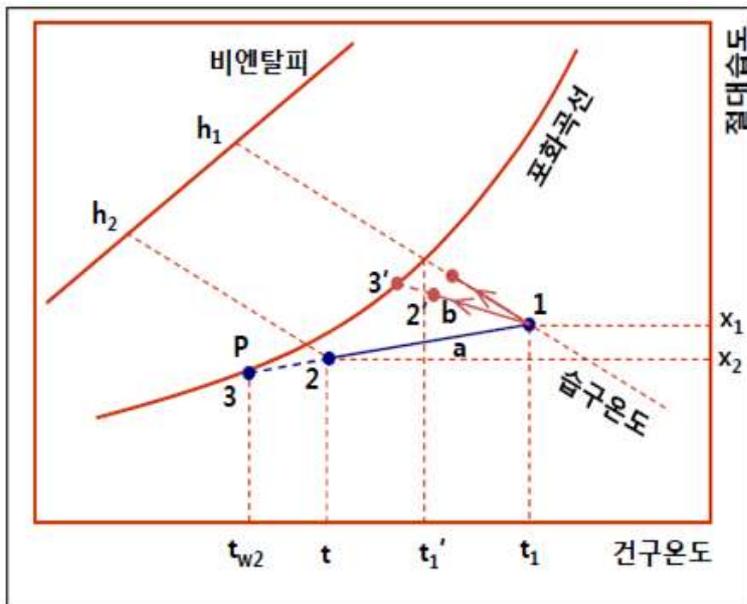
4) Bypass Factor : $\frac{\text{선분}(2-P)}{\text{선분}(1-P)}$ 로 나타내며, 코일의 열수, 통과공기의 속도에 변화



o 상태 변화

- 1) 1' - 2' : 코일의 표면온도가 공기의 이슬점보다 높은 경우로서 절대습도 무변, 상대습도 증가
- 2) 1 - 2 : 코일의 표면온도가 공기의 이슬점보다 낮은 경우, 제습 냉각이며 절대습도 감소
- 3) P 점 : 장치노점온도, 평균 표면온도(코일의 토출온도 2는 1-P 선상에 위치
코일의 열수에 따라 각 열의 평균온도가 변하므로 실용 계산에서는 전체적인 평균 표면 온도를 사용하여 1-2로 직선의 연결선상의 상대습도 100% 점을 적용한다.
- 4) Bypass Factor : 선분(2-P)거리/선분(1-P)로 나타내며, 코일의 열수, 통과 공기의 속도에 변화

(3) 냉각(Air Washer)



o 상태 변화 : 물방울과 공기의 직접접촉으로 열전달과 물질이동이 동시 발생으로 온도와 습도가 변화

- 1) 감습냉각: 공기의 이슬점보다 낮은 온도의 물을 분무하는 경우(그림의 a선)
공기중의 수증기는 물방울의 표면에 응축되어 물방울과 함께 떨어짐으로 공기는 감습
- 2) 가습냉각: 공기의 이슬점보다 높은 온도의 물을 분무하는 경우(그림의 b선)

물방울의 일부가 증발하여 공기의 온도는 하강하고 절대습도는 상승

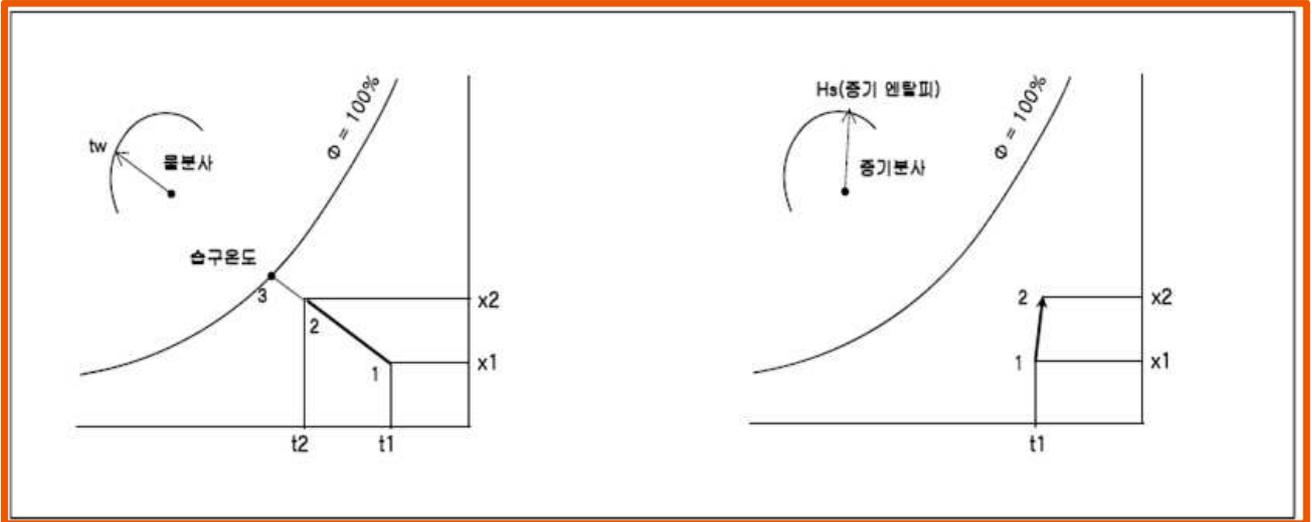
o 열전달량 : $q = L \times C_w \times (t_{w2} - t_{w1})$, L : 분무수량[kg/h], C_w : 1, t_{w2}, t_{w1} : 입출구수온[°C]

o [문제] 냉각전 공기의 엔탈피 82.1[kJ/kg], 냉각 후 공기의 엔탈피 69.1[kJ/kg] 때 냉각코일 용량 안전율을 10%이면 이때 코일 냉각시 열량을 계산하시오.

$$q = 0.334 \times 27,500 \times (82.1 - 69.1) \times 1.1$$

$$= 131,345 [W] \quad * \left(0.334 = \frac{1.2}{(4.186 \times 0.86)} \right)$$

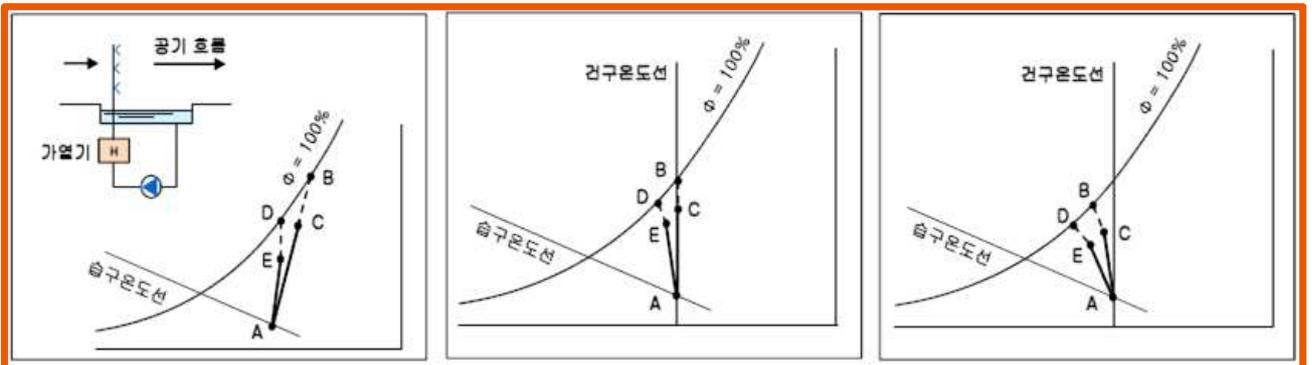
(4) 가습일반



o 상태 변화 : 물방울과 공기의 직접접촉으로 열전달과 물질이동이 동시 발생으로 온도와 습도가 변화

- 1) 단열가습: 분무수를 냉각/가열 없이 순환시키면 공기온도와 수온차에 의한 열전달과 증발에 의한 냉각이 평형을 이루는 수온에 도달하는 과정으로 1-2 변화
- 2) 증기가습: 열수분비 정상에서 변화하며, 일반적으로 공조에서는 1°C 미만으로 건구온도 선상 적용

(5) 가습(Air Washer)



o 상태 변화 : 분무수의 수량, 온도에 따라 공기는 가습과 동시에 건구온도가 상승 또는 하강

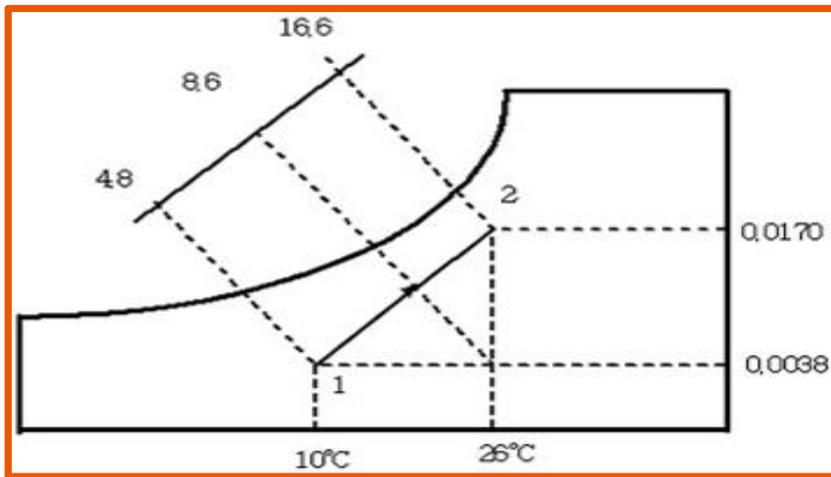
- 1) 가열가습: 온수의 온도가 공기의 건구온도 보다 높고, 공기량에 비해 분무수량이 충분히 많을 경우(좌측, 점A: 입구공기의 상태, 점B: 분무수온일 때, 출구공기는AB선상의 점 C)
- 2) 등온가습: 분무수의 온도가 공기의 건구온도와 같고, 또 이 온도가 일정하게 유지되는 경우 (중간, 공기상태 A를 통과하여 건구온도 선상을 포화곡선을 향하여 이동)

3) 냉각가습: 분무수의 온도가 공기의 건구온도 보다 낮고, 습구온도 보다 높으며 수온이 일정한 경우(우측 그림, C와 같이 냉각 가습되는 상태)

4) 분무수의 온도가 변화하는 경우

앞의 1),2),3)에서는 분무수의 온도가 분무 낙하 중 일정하여 변화하지 않는 경우를 생각하였다. 그러나, 실제 에어와셔에서는 분무수량이 충분히 크지 않으면 낙하 중 수온이 변화한다. 수온은 상부 그림의 점 B에서 D쪽으로 변화하고, 공기의 출구상태는 각각 C점에서 E점으로 이동된다.

5) [문제] 조건: 건구온도 10°C, 절대습도 0.0038[kg/kg'], 공기량 1000[kg/h]일 때 건구온도 26°C, 절대습도 0.017[kg/kg']fh 가열, 가습 할 때 필요한 열량 및 가습수량, SHF를 구하시오.

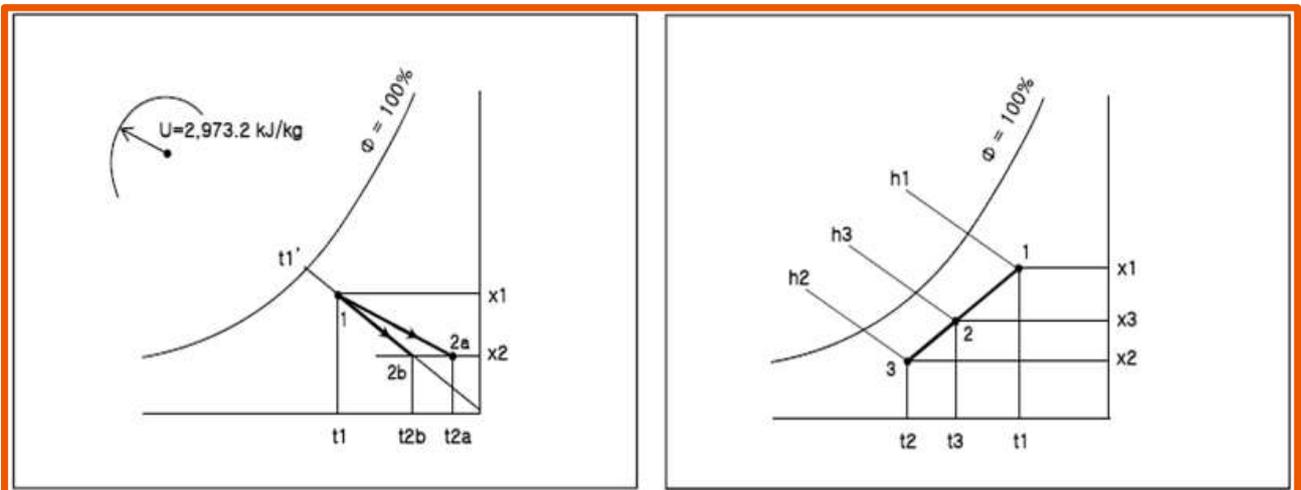


- 열량 $qt = G \cdot (h_2 - h_1) = 1,000 \times (16.6 - 4.8) = 11,800 [kcal/h] / 860 = 13.72 [kW/h]$

- 수분량 $L = G \cdot (x_2 - x_1) = 1,000 \times (0.017 - 0.0038) = 13.2 [kg/h]$

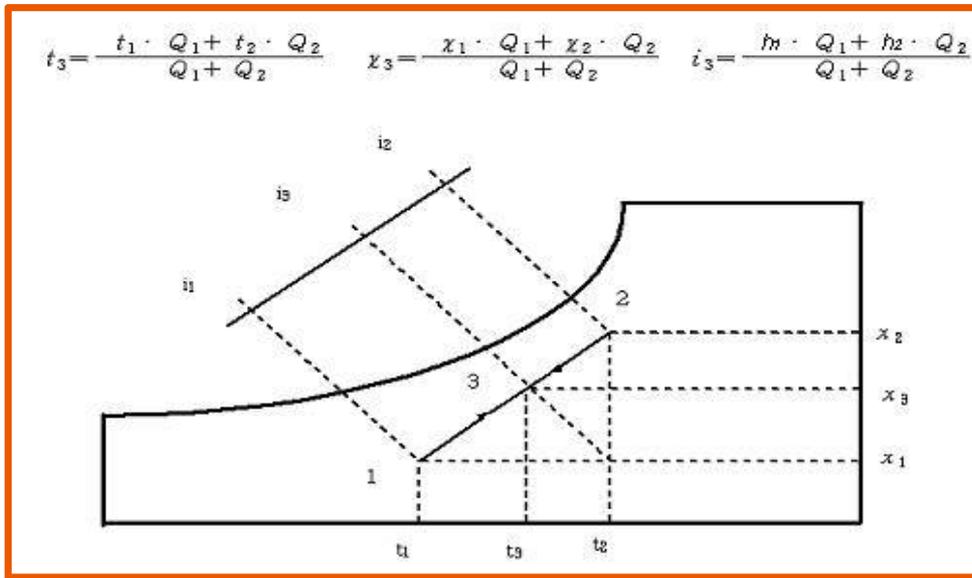
- 현열비 $SHF = \frac{q_s}{q_s + q_L} = \frac{8.6 - 4.8}{16.6 - 4.8} = 0.332$

(6) 감습(화학 감습) 및 혼합

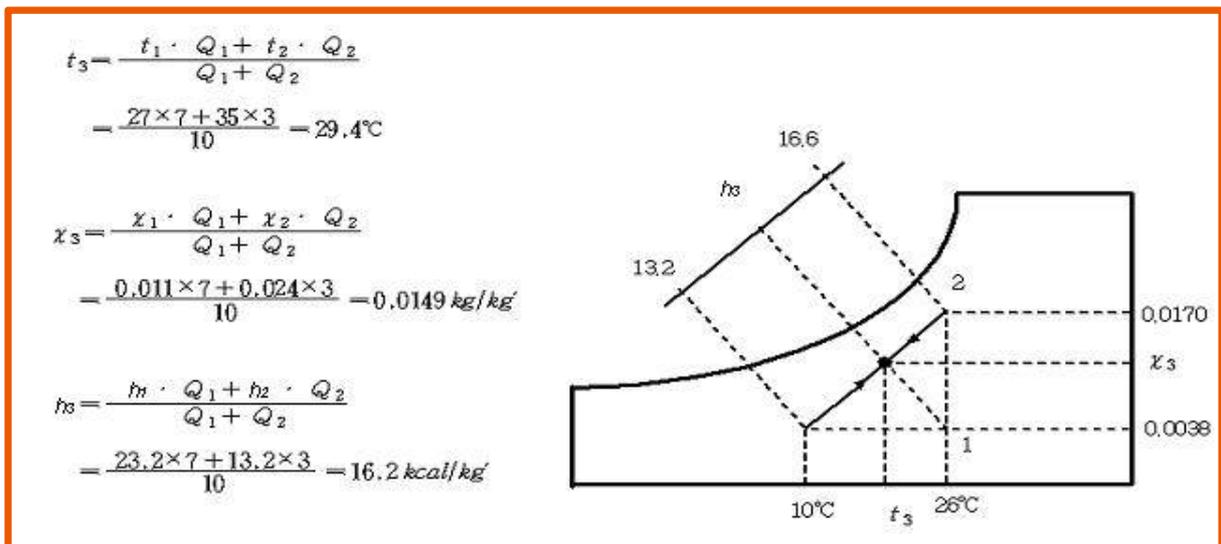


- 화학흡수 : 실리카겔 등의 고체흡착, 염화리튬 등의 액체흡수(좌측 그림)
- 상태변화 : 고체흡착 : 흡착열로 열수분비상 가열(1→2a)(좌측 그림)
액체흡수 : 습구온도 일정선상을 따라 변화(좌측 그림)
- 상태변화 : 점 1, 점 2를 연결한 선상에 점 3점은 혼합비에 따라서 결정(우측 그림)
$$\frac{\text{선분}(1-3)}{\text{선분}(2-3)} = \frac{G_2}{G_1}$$
- 단열혼합 : 외기를 2, 외풍량을 Q_2 실내환기를 1, 실내풍량을 Q_1 이라면 혼합공기 3의 온도, 습도 및 엔탈피는 다음과 같다.

[혼합식]



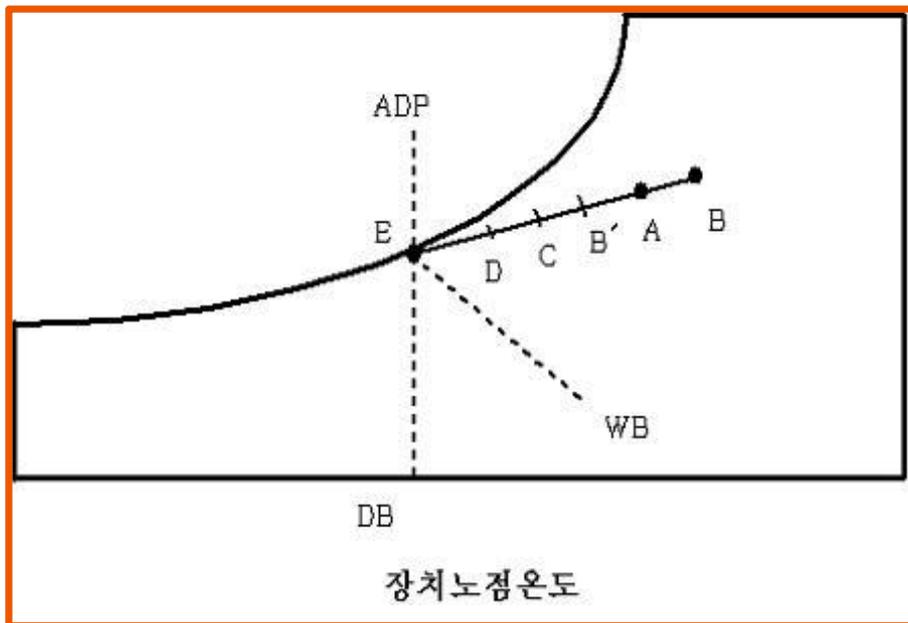
- [문제] 조건: 건구온도 27°C , 절대습도 0.011(kg/kg), 공기량 700kg/h, 건구온도 35°C , 절대습도 0.024(kg/kg), 공기량 300kg/h 를 혼합할 경우 t3, h3, X3를 구하라



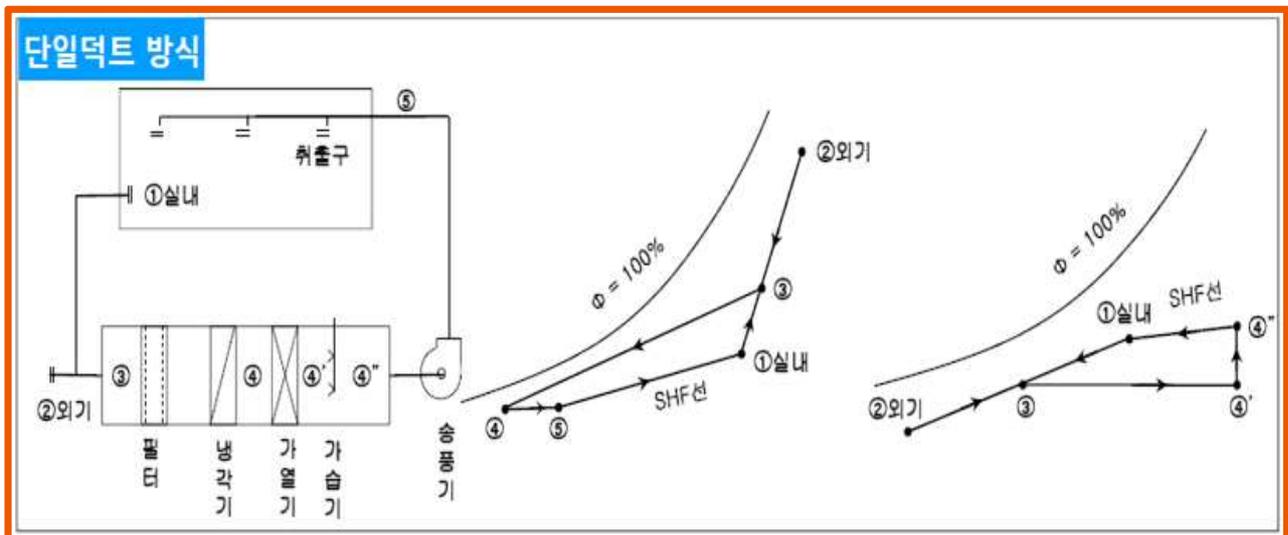
(7) 장치노점온도 (apparatus dew point : ADP)

공기가 냉수를 분무하는 공기세정기 또는 냉각코일을 통과하는 경우 충분히 물방울과 접촉하여 100% 열교환을 하게 되면 어떤 포화상태가 된다. 이 온도를 코일의 장치노점온도 (apparatus dew point, ADP)라고 한다.

SHF가 일정한 경우 B의 상태인 실내공기를 A상태로 냉방을 하는 경우에는 B-A의 연장선상인 B-A=A-B'인 점B'상태로 송풍하면 된다. (SHF 선상에서 벗어나면 설계조건에 적합하지않은 상태가 된다) 이 경우 B'공기보다 'C', 'C'보다는 D의 공기를 송풍하는 것이 공기량이 적게 든다. 더욱이 그 극한은 E의 상태이며, 이 공기를 송풍하는 경우는 최소공기량으로 될 수 있다. 점 E에서는 건구온도, 습구온도 및 노점온도가 같게 되며, 이 온도를 장치노점온도(ADP)라고 한다.



(8) 공기선도상의 공조프로세스



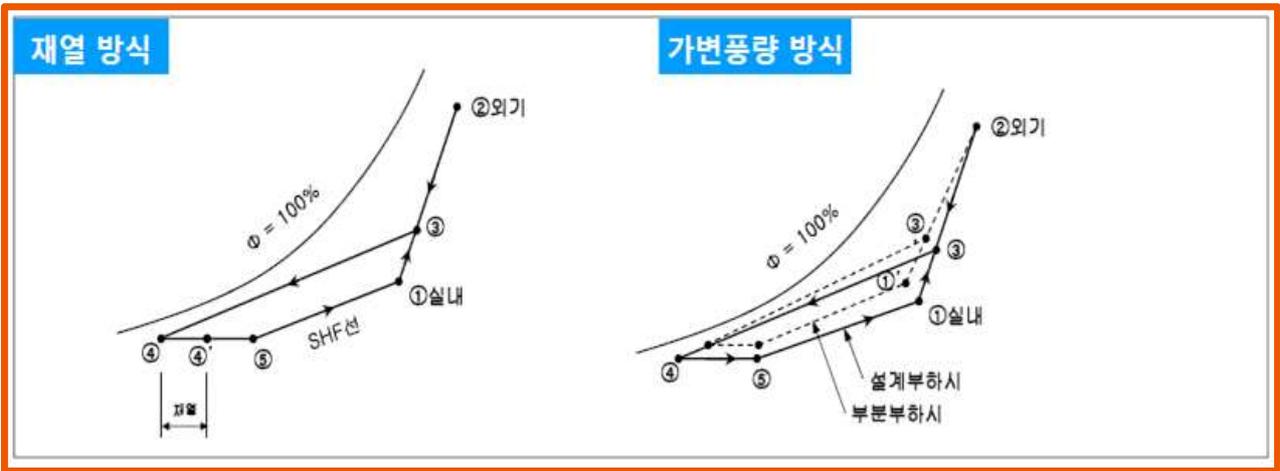
○ 냉방시

공조기 내의 공기 냉각기에서 외기 2와 실내에서 환기 1과의 혼합 공기 3을 냉각 감습한 후 송풍기와 덕트에서 현열취득 정도만큼 온도 상승(4-5)한 공기를 실내에 취출한다. 이때 상태점 5는 냉방시의 SHF선상에 있어야 한다.

○ 난방시

공조기내의 공기가 가열기로 외기 2와 실내에서 환기 1과의 혼합공기 3을 4까지 가열하고 가습기에 의해 4 “까지 가습(증기 가습)한 후 스르내에 송풍한다.

* 송풍기 동력에 의한 현열 취득과 덕트에서 현열 손실은 존재하지만 그림에서는 생략하고 있다.



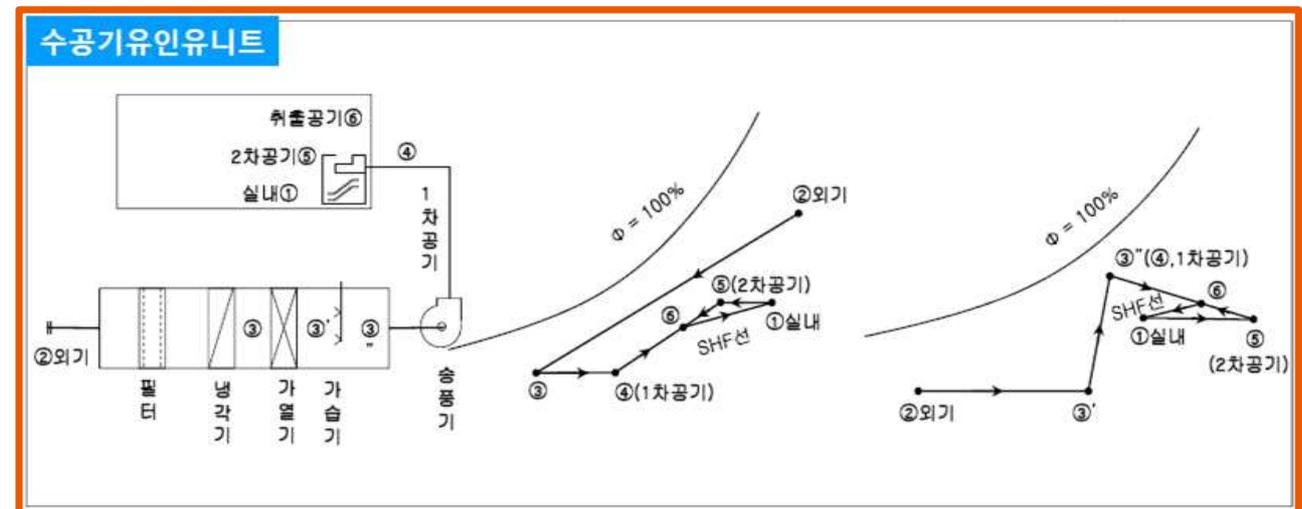
○ 재열 방식

현열비 SHF가 적어, SHF선이 포화공기선과 교차할 수 없는 경우에 공조기에서 일단 외기와 환기와의 혼합 공기를 냉각 감습한 후 가열기로 재열(4-4')할 필요가 있다.

크린룸 등 정밀 제어를 요하는 실의 취출구 전단, 또는 공조기에서 냉각 코일 후단에 설치하여 사용

○ 가변풍량 방식

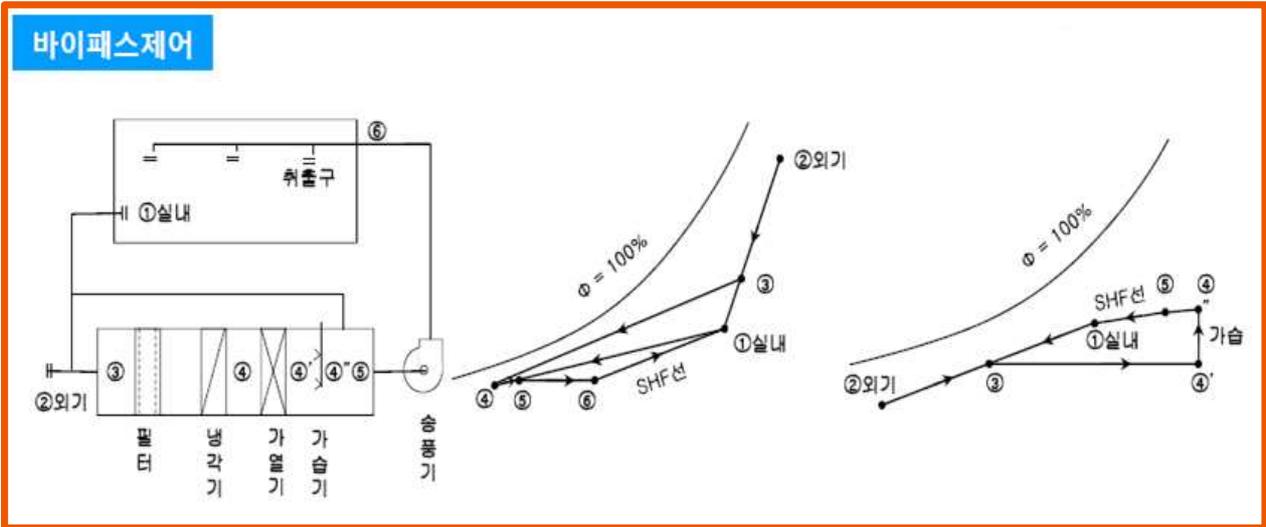
일반 공조 방식에는 송풍량을 일정하게, 온실에 대한 송풍온도가 변하고 있지만 냉방시에 실온이 저하할 때 송풍량을 감소하고 조정할 수 있는 것이 가변풍량방식(VAV방식)이다.



o 수공기유인 유니트

중앙공조기에서 취입하는 외기를 처리한 후 그 공기(일차공기라 한다.)를 실내에 설치한 유인 유닛에 보내고 노즐에서 고속으로 취출해서 실내 공기를 유인, 혼합하여 실내에 취출한다.

- 유인유닛 내 코일에 냉수(하계)혹은 온수(동계)를 통과하고 냉각 혹은 가열한 유인 공기(이차 공기라 한다,)를 일차 공기와 혼합한 방식과
- 유인유닛내 코일에 보통 냉수를 통과시키고 일차 공기를 미리 냉각 감습(하기)혹은 가열가습(동기)하여 보내는 방식 등이 있다.



o 바이패스 제어방식

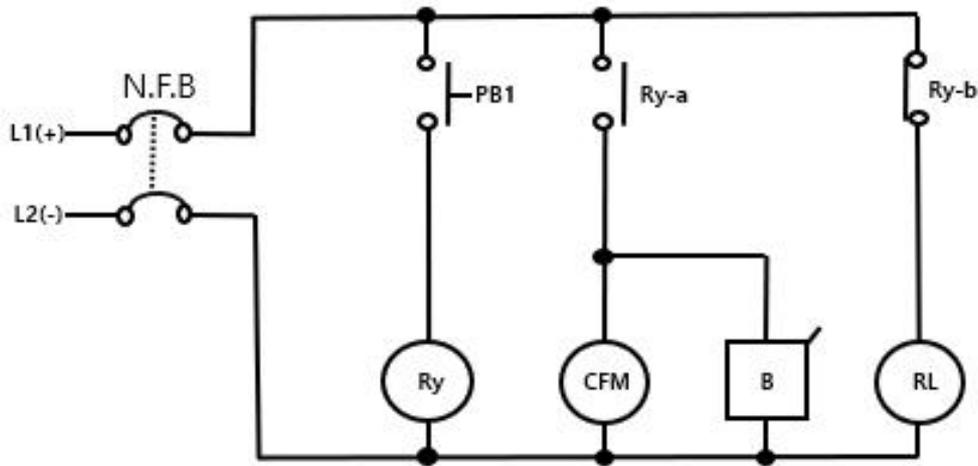
공조기 주위에 바이패스 덕트를 설치하고 실내에서 환기의 일부를 공조기에 통과하여 바이패스 되고 공조기에서 처리한 공기와 혼합하여 실내에 송풍하는 방식

- 송풍량에 비하여 열부하가 작고 크린룸과 항온항습 장치 등에 사용할 수 있다.
- 처리 공기와 바이패스 공기의 혼합한 상태 5는 바이패스 풍량의 변화에 따라서 4-1(냉방시) 혹은 4'-1(난방시)의 선상으로 이동하게 된다.

4. 스마트팜 환경제어 실험장비 운전회로 구성과 운전

작업과제명	4-1. 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 운전 회로의 동작을 설명할 수 있다.		
장비 및 공구	재료명	규격	수량
스마트팜 환경제어 실험장비 (KTE-1000SF)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175mm · 150mm · .5~6mm ² · 300A 600V	1 1 1 조별1

1. 제어 회로도



L1, L2 : Line Voltage

N.F.B : Molded circuit breaker

B : Buzzer

Ry : Relay

RL : Red lamp

CFM : Condenser fan motor

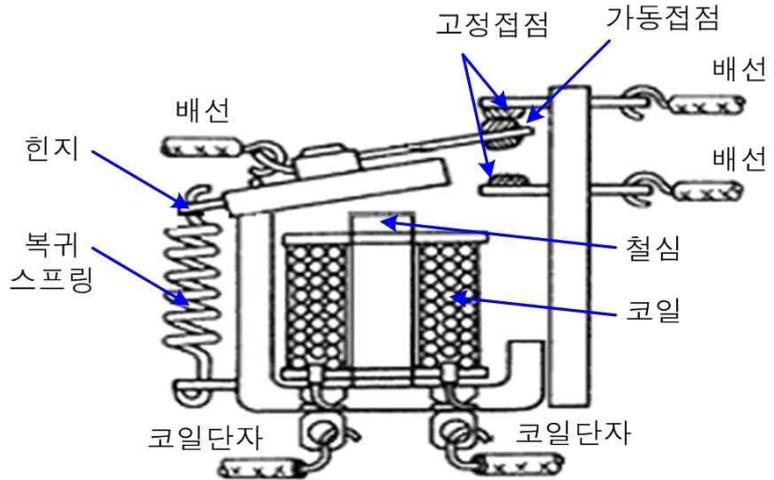
PB1 : Push button switch 1

그림.1 릴레이 회로도

2. 릴레이



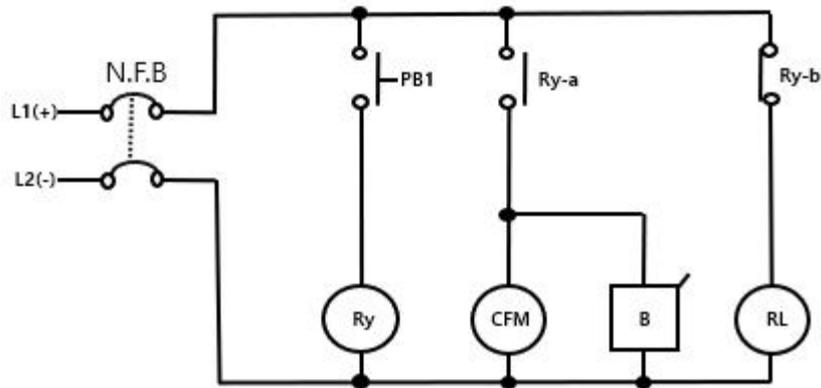
그림.2 릴레이



[그림.3 릴레이 내부 명칭

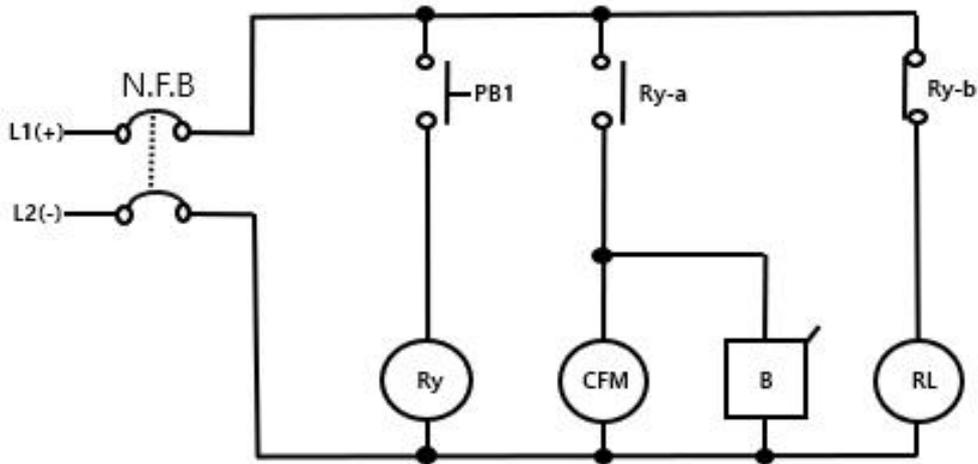
- (1) 전기회로에서 회로를 두 개로 나누어 한쪽에서 신호를 만들고 그 신호에 따라 다른 쪽 회로의 작동을 제어, 즉 회로를 열거나 닫을 필요가 있다. 이때 사용하는 전자부품이 계전기이며 일종의 전기 스위치라 할 수 있다.

3. 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	4-1. 릴레이 회로 구성하기	소요시간
		4



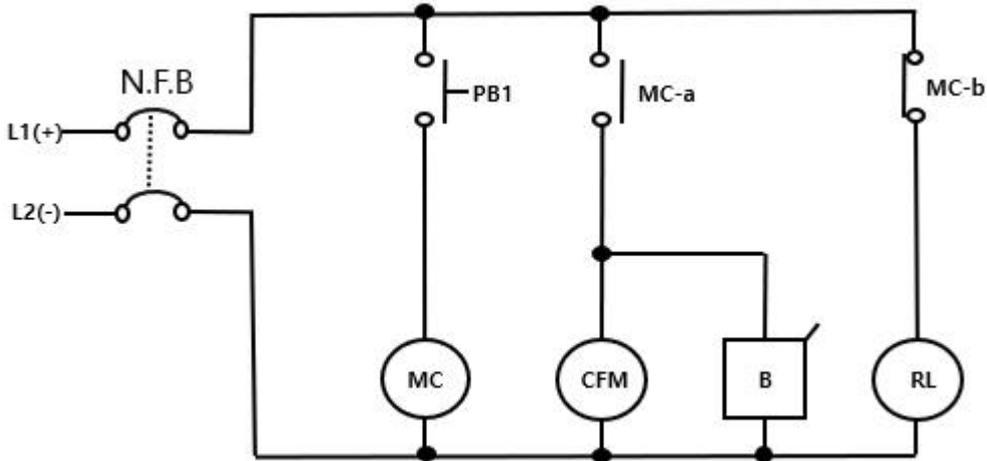
· 요구 사항

1. 실험장비, 공구, 재료를 준비.점검한다.
2. 실험장비, 공구, 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“a”“b”접점을 설명할 수 있다.
6. 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				작품 평가	작업 평가	시간 평가	총점

작업과제명	4-2. 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
스마트팜 환경제어 실험장비 (KTE-1000SF)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175mm · 150mm · .5~6mm ² · 300A 600V	1 1 1 조별1

1. 제어 회로도



L1, L2 : Line Voltage

MC-b : Magnetic contactor “b” contact

N.F.B : Molded circuit breaker

B : Buzzer

CFM : Condenser fan motor

PB1 : Push button switch 1

MC : Magnetic contactor coil

RL : Red lamp

MC-a : Magnetic contactor “a” contact

[그림 3-34] 전자접촉기 회로도

2. 전자접촉기(MC : Magnetic Contactor)



그림.1 전자접촉기

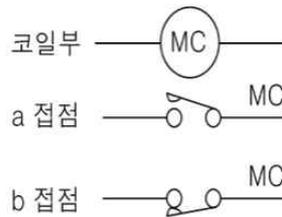


그림.2 회로도

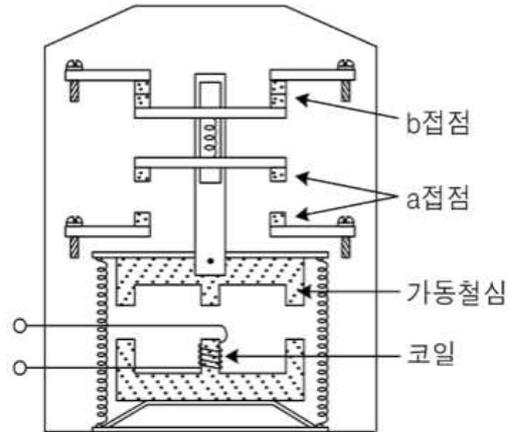
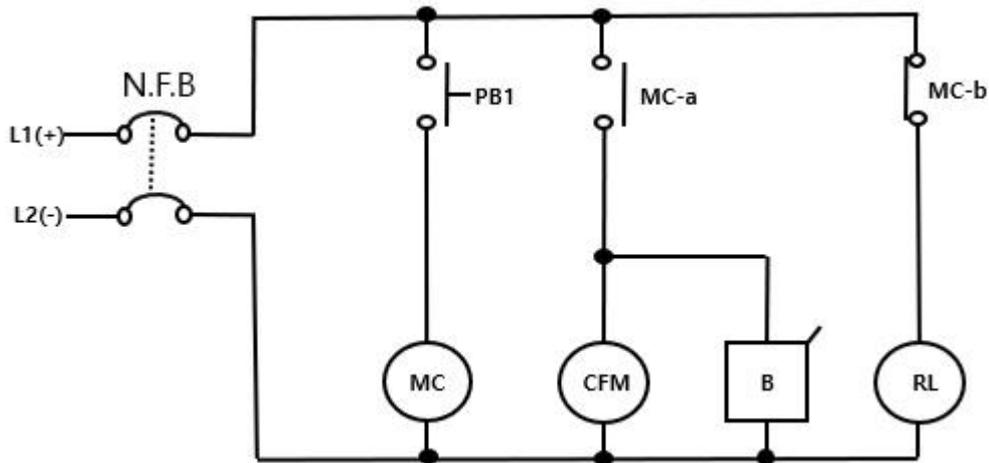


그림.3 내부구조

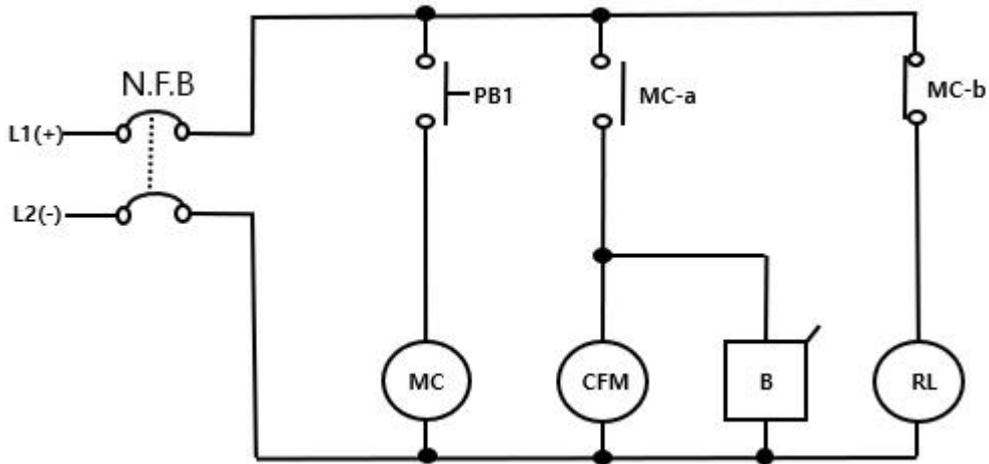
(1) 전자접촉기의 동작원리는 전자계전기의 동작원리와 동일하다. 즉, 전자력에 의한 흡인력을 이용하여 접촉부를 동작시키며, 주로 주회로 전류와 같이 대전류의 개폐나 전동기의 빈번한 시동, 정지 등의 제어에 사용된다. 고압 전자접촉기는 차단기와 같이 고압 주회로의 개폐에 사용된다. 전자접촉기에는 대전류 개폐용인 주접점과 회로용(소전류용)인 보조접점이 있다.

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	4-2. 전자접촉기 회로 구성하기	소요시간
		4



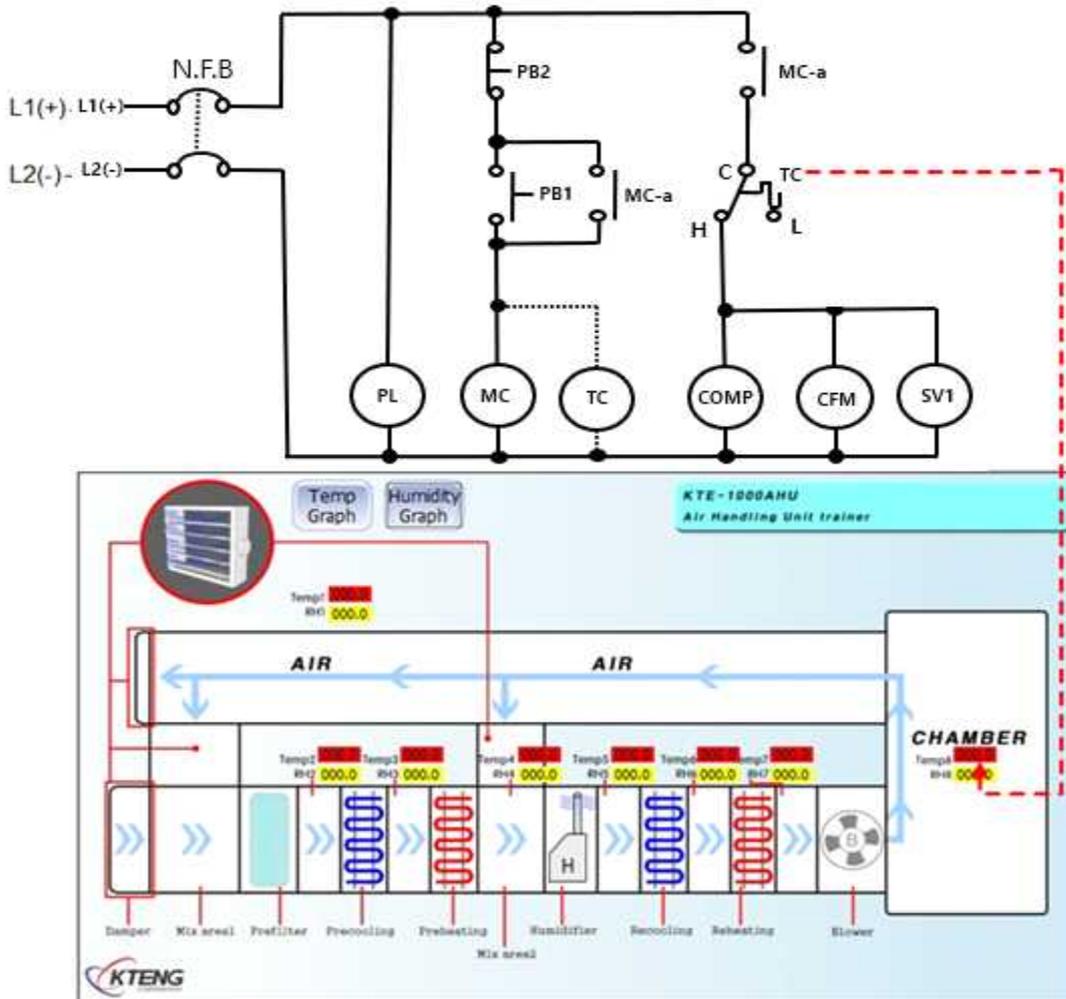
· 요구 사항

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			
	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	4-3. 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	
스마트팜 환경제어 실험장비 (KTE-1000SF)	· 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 : Line Voltage

CFM : Condenser fan motor

N.F.B : Molded circuit breaker

SV1 : Solenoid valve 1

COMP : Compressor motor

TC : Chamber inner Temp' switch

MC-a : Magnetic contactor "a" contact

실험순서	온도설정	온도편차	In Temp	Out Temp	실제 온도점	조정내용
1	10	6				
2	8	4				
3	5	6				
4	0	4				
5	-2	6				

챔버 내부의 저온 제어 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, 응축기 팬 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.

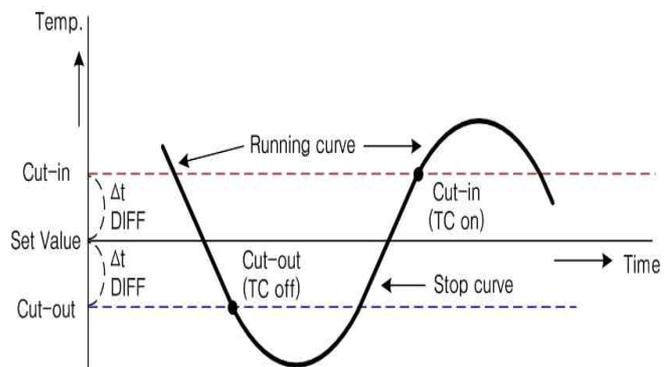
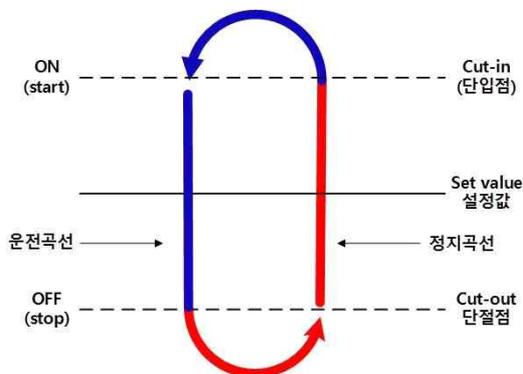
CUT-IN (정지 → 운전) point = 설정 온도 + 편차

CUT-OUT (운전 → 정지) point = 설정 온도 - 편차

ex) 설정 온도 2°C, 편차 3°C,

CUT-IN point $2 + 3 = 5[°C]$, CUT-OUT point $2 - 3 = -1[°C]$.

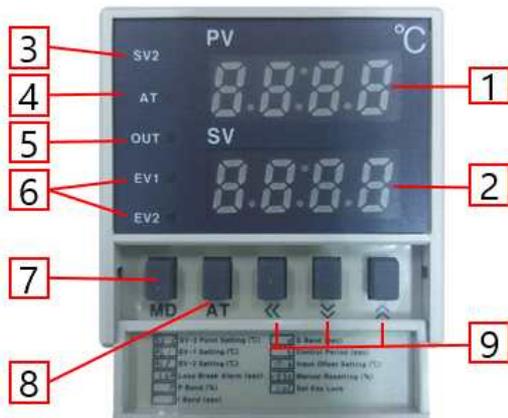
* 온도 제어 운전/정지 곡선



2. 온도 제어 회로도를 통해 냉방 시스템 운전하기

- ① NFB 전원을 인가하면 PL (전원램프)가 켜지는지 확인한다. PB1을 눌러 MC에 전원이 인가되는지 확인한다.
- ② PB 1을 누르면 동작되는 과정을 설명한다. Mc-a 가 작동되어 TC1 (챔버 내부 온도조절기)의 전원이 인가되며, 설정된 온도 값에 따라 Comp, CFM, SV1 (전자밸브1)이 작동한다.
- ③ PB 1을 누를 시 Mc-a 에 의해 인가된 TC(온도조절기)에서 L접점이 닫혀있는 상태이다.
- ④ PB 1을 떼면, TC(온도 조절기)의 H 접점에 전원이 인가된다. 따라서 H 접점과 연결된 Comp1, CFM이 작동하며, SV1(전자밸브1)가 열린다.
- ⑤ TC(온도 조절기) L 접점에 전원이 인가되면 Comp와 CFM은 작동이 꺼지고, SV1(전자밸브1)는 닫힌다.
- ⑥ TC(온도 조절기)는 챔버 내부 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 Comp과 CFM이 작동하며 SV1(전자밸브1)이 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 Comp과 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

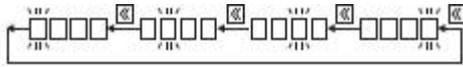
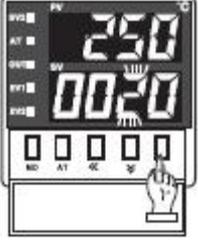
* 설정값 변경 순서



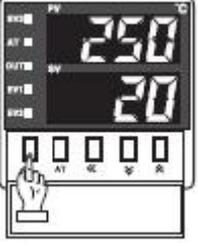
① 운전상태에서 설정치를 변경할 경우에는 《 키를 누릅니다.
SV표시부에 끝자리가 깜빡입니다.




② 자리수 이동키《 키를 누르면 차례로 깜빡이는 자리가 이동합니다.

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

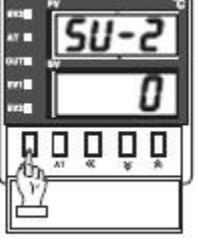


④ 설정이 종료되면 MD키를 누릅니다.
깜빡임이 중지하며 설정치 변경이 종료되고 운전상태로 복귀합니다.

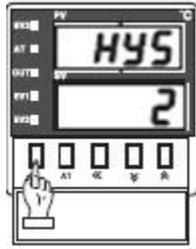
* 편차값 변경 순서



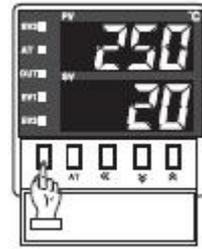
① 운전상태에서 MD키를 3초간 누르고 있으면 설정모드로 진입합니다.



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°C로 설정되어 있으며 1~100°C 범위에서 1°C간격으로 조정 가능합니다.



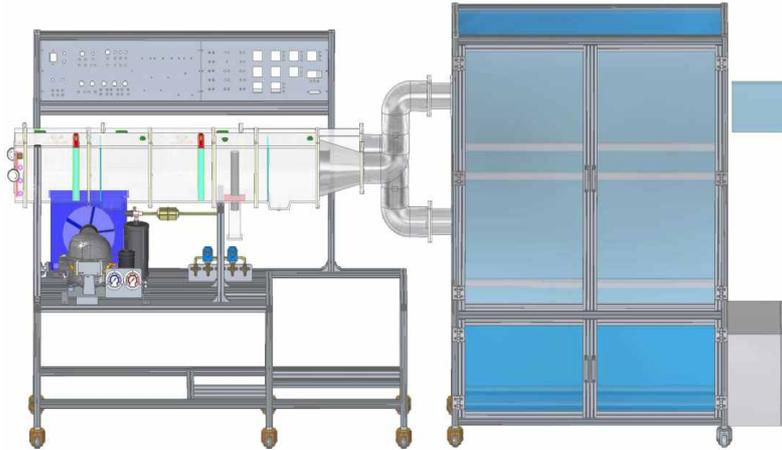
④ 편차값 조정이 끝나면 MD키를 누릅니다. 설정값이 저장되고 운전상태로 복귀합니다.

※ 주의: 편차값 조정시 [설정값 ± 편차값/2] 가 운전범위로 설정 됨

ex) 설정온도 10 , 편차값 4 , 저온제어 경우: $10 + 2 = 12$ [°C] 에서 운전시작

$10 - 2 = 8$ [°C] 에서 운전정지

작업과제명	4-3. 온도스위치의 온도 설정 작업하기	소요시간
		8



스마트폼 환경제어 실험장비 KTE-1000SF

· 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 실패선하고 운전한다.

평가 기준	평가 항목		배점	득점	비 고			
	평가 기준	작품평가 (70점)			바나나 잭 사용 회로 구성 동작	20		
실패선 회로 구성 동작			20					
실패선 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	4-4. 혼합 냉각 공기조화 시스템 실험			소요시간
목 표	① 공기조화기의 냉동 시스템의 사양에 대하여 알아본다. ② 공기조화의 이론적 배경을 설명하고, 간단한 회로 구성을 통해 실험을 수행한다. ③ 실험 수행 후 성능 검증 방법을 토의한다.			
사 용 장 비		공구 및 재료명	규 격	수량
· 스마트팜 환경제어 실험장비(KTE-1000SF)		· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175mm · 150mm · 0.5~6mm2 · 300A 600V	1 1 1 조별1
제 어 회 로 도				
<p>1. 공기조화 시스템 사양</p> <p>(1) 냉각부</p> <p>① Compressor</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacity : R-22, 3/4 HP, 중온용 - 전기 사양 : 단상 220V, 60 Hz, 16W - Control Box 포함 : 릴레이, 컨덴서 내장 <p>② Pressure guage</p> <ul style="list-style-type: none"> - High side : 1~35kg/cm² - Low side : 30inHg~15kg/cm² <p>③ Condenser</p> <ul style="list-style-type: none"> - Model : IS-4425 YSB - Surface Area : 47m² (12step× 4row× 345EL× 3/8") - 응축열량 : 1175kcal/h - 냉매 접속관 3/8" in/out) - Fan & motor : 220V, 60Hz, 0.47A <p>④ Expansion valve</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacity Range : 0.5 ~ 1.5 tons - Te : 0°F(-10°C) - Press. Drop : 125psig - Capacity : 1.48ton <p>⑤ Pre/Re Cooler</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fin & Tube : 2.5M/M× 3/8"× 7Step× 3Row× 165EL - Surface Area : 1.5m² 				

(2) 가열부

- ① Pre/Re heater
 - Type : "M"
 - Capacity : AC 220V× 1phase× 1kw
- ② Blower & Motor
 - Type : Axial Fan (propeller type)
 - Power : AC220V× 60hz× 1phase
 - Fan & Motor : 12CMM× 225Ø × 1550RPM

(3) 가습부

- ① Pump for a humidity
 - Type : 수중 펌프
 - Head : 1000mm
 - Max Head : 2500mm
 - Max Capacity : 16 ℓ /min
 - Min Capacity : 13 ℓ /min
 - Power : Ac220V× 60hz× 30w× 1phase
- ② Heater for Humidify water
 - Type : 전기식
 - Capacity : AC220V× 1phase× 1.5kw

(4) 공기 조화 덕트 구성

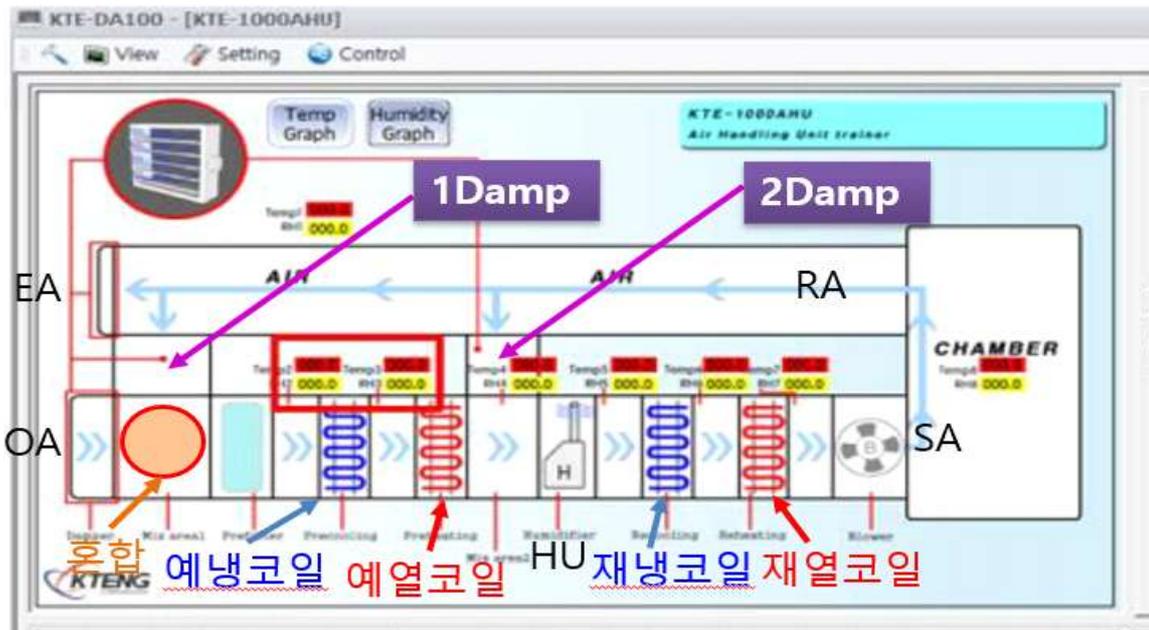


그림.1 덕트 구성도

(5) 운전 조건

- ① 냉매 증발 압력 : 1.9kg/cm²G (Te : -15°C)
- ② 냉매 응축 압력 : 11kg/cm²G (Tc : 30°C)
- ③ 압축기 흡입가스 온도 (ΔT) : 5°C
- ④ 팽창 밸브 직전 냉매 온도 : 25°C
- ⑤ 공조실 온도설정 : 15°C, 편차 : 2°C
- ⑥ 취출 공기 온도 : 10°C 설정 (Compressor 정지 기동)
- ⑦ 외기온도 : 31°C

(6) 운전 순서

- ① 바나나 잭으로 회로를 구성한다.
- ② Dry bulb temp. controller의 설정온도를 15°C로 맞춘다.
- ③ 가습장치의 수조에는 물이 충분한지를 확인한다
- ④ 가열부의 전기히터 및 냉각부가 작동 시에는 반드시 Blower가 가동되어야 한다.
- ⑤ N.F.B를 on 한다.
- ⑥ T/S.W를 on 하여 Dx-coil 및 공기조화기를 운전한다.
- ⑦ 각 상태점을 측정한다.

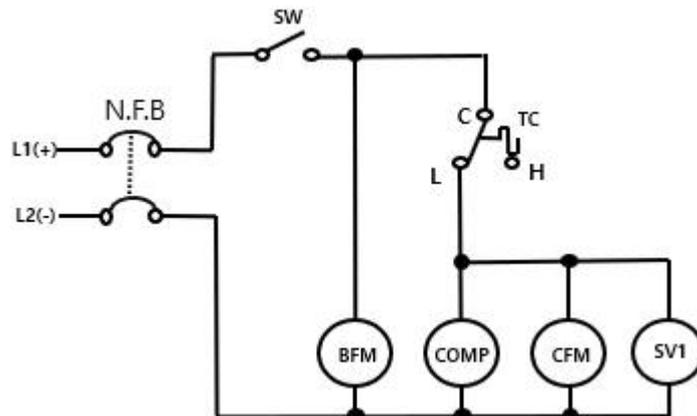


그림.2 혼합->냉각 운전 회로도 1

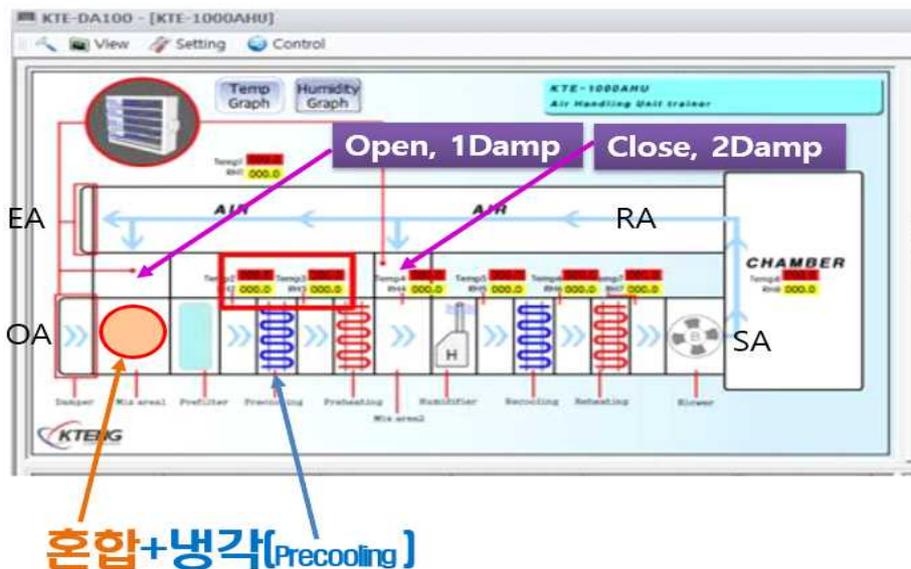


그림.3 혼합->냉각 운전

(7) 측정 및 운전 방법

- ① 가동 시 송풍기(Blower Fan)은 덕트 내에 공기가 순환할 수 있도록 항상 작동시킨다.
- ② 송풍기(Blower Fan)는 다양한 부하 실험이 가능하도록 송풍팬의 속도 조절기를 부착하여 팬 속도를 제어할 수 있다.
- ③ 챔버는 공기조화 실험이 가능하도록 내부에 온도와 습도센서가 부착되어 있다.
- ④ 챔버 내에 온도센서와 습도센서를 통하여 혼합, 예냉, 혼합, 재냉의 작동을 수행한다.
- ⑤ 기동 전에 각 상태점의 온도를 기록하고 최초 기동 시 기동전류를 측정하고 운전 전류도 측정 기록한다.
- ⑥ 설정 온도까지 계속 운전하면서 매 1sec 마다 Program 온도 Sheet에 예시된 각 상태점의 온도를 측정 기록한다.
- ⑦ 증발 온도(압력) : 설정 온도(공조실)보다 15°C 정도 낮게 설정한다.
- ⑧ 운전 회로 : 공조실 온도 자동 운전 회로로 구성한다.
- ⑨ 응축팬 제어 : 응축 온도 자동 운전 회로로 구성한다.

[혼합->냉각 운전 회로도 1을 적용]

- ① 회로도 1을 참고하여 전원 회로를 구성한다.
- ② 장치 덕트 1 Damp를 “Open”한다.
- ③ 장치 덕트 2 Damp를 “Close”한다.
- ④ OA(급기)30%와 EA(배기)30%, RA(환기)70%비율로 Damp 개도를 제어한다.
- ⑤ 이 때 냉각장치는 냉동기가 작동하며 설정 온도제어로 운전을 제어한다.
- ⑥ 실내 온도, 압력, 습도변화는 프로그램의 데이터 저장파일에 실시간 저장된다.
- ⑦ 데이터는 저장된 파일의 수치 변화를 실시간 비교 분석하여 공조장치의 실험 결과를 파악 할 수 있다

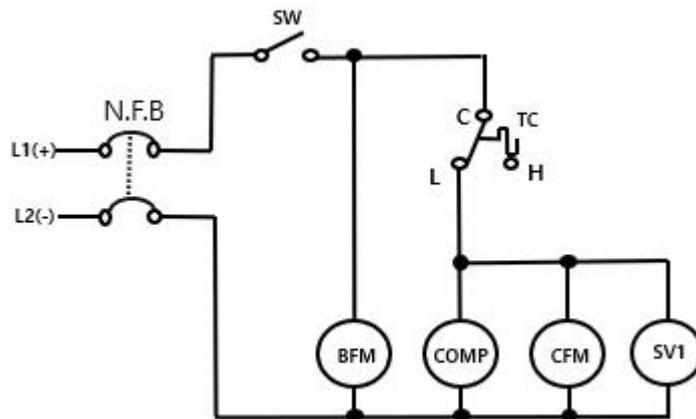


그림.4 혼합->냉각 운전 회로도 2

[혼합->냉각 운전 회로도 2을 적용]

- ① 회로도 2을 참고하여 전원 회로를 구성한다.
- ② 장치 덕트 1 Damp를 “Open”한다.
- ③ 장치 덕트 2 Damp를 “Close”한다.
- ④ OA(급기)30%와 EA(배기)30%, RA(환기)70%비율로 Damp 개도를 제어한다.

- ⑤ 이 때 냉각장치는 냉동기가 작동하며 설정 온도제어로 운전을 제어한다.
- ⑥ 실내 온도, 압력, 습도 변화는 프로그램의 데이터 저장 파일에 실시간 저장 된다.
- ⑦ 데이터는 저장된 파일의 수치 변화를 실시간 비교 분석하여 공조장치의 실험 결과를 파악할 수 있다
- ⑧ 예냉 및 냉각의 2중 냉각 시스템으로 빠른 냉각시간 내에 챔버 내의 온도를 강하 시킬 수 있다.

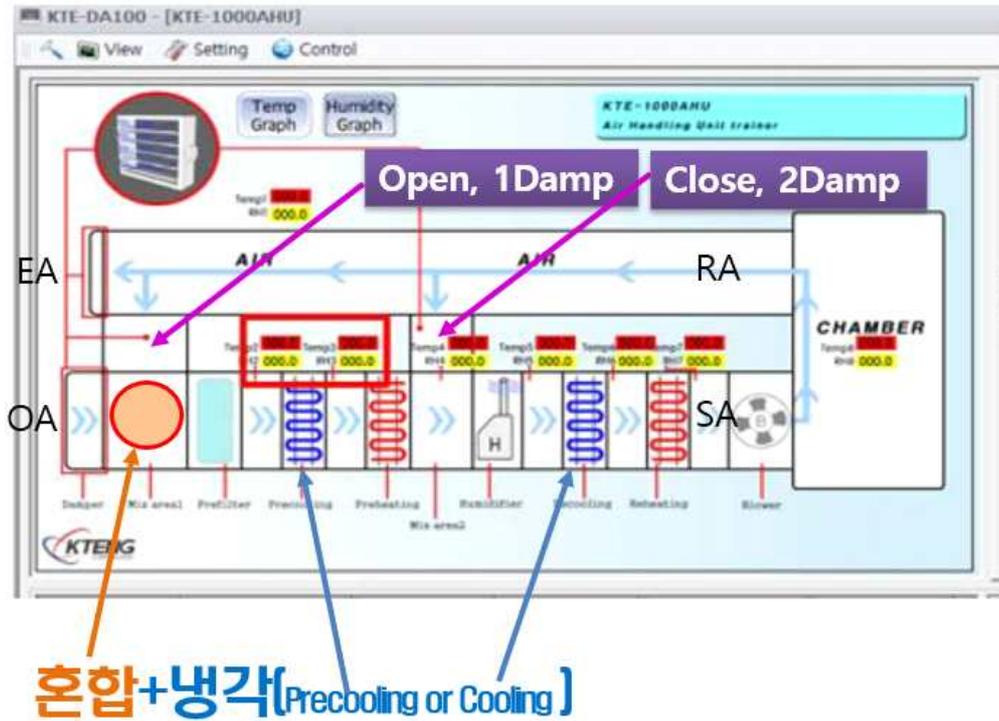


그림. 4 혼합->2중 냉각 운전

[데이터 저장 파일 내용 : 예]

표 1 데이터 저장파일

	°C	kPa	kPa	%	%							
2022-06-22 14:47	26.8	16.7	12.3	13.9	15.9	12.5	13.9	20	3.6	1.5	54.5	88.4
2022-06-22 14:51	26.9	19.9	20.2	20	19.7	18	19.1	18.4	3.6	2.3	54.5	89.6
2022-06-22 14:55	27.7	15.5	9.6	10.2	13	2	4	9.5	3.8	1.2	53	44.6
2022-06-22 15:00	27.9	13	6.7	6.8	10.2	-1	0.6	6.4	3.8	1	52	38.5
2022-06-22 15:05	28	11.3	5.8	5.8	9	-4	-1	4.6	3.8	0.9	51.7	38.3
2022-06-22 15:10	28	10.6	5	4.9	7.8	-6.1	-1.7	3.6	3.8	0.9	51.5	37.9
2022-06-22 15:11	28.4	10.1	5	4.8	7.6	-6.6	-2.2	3.4	3.9	0.8	51.5	37.7
2022-06-22 15:11	28.4	10.1	5	4.8	7.6	-6.6	-2.2	3.4	3.9	0.8	51.5	37.7

표 3 혼합->냉각 운전시의 공기 상태 변화 Sheet

상태	건구온도	상대습도	절대습도	엔탈피
1 → 3				
2 → 3				
3 → 4				
5 → 2				

※ 혼합->냉각 습공기 선도에서 각 상태 변화를 기록하시오.

(10) 성능 검증 방법

공조실(Room)의 온도를 15°C로 설정하고 시스템을 운전하면서 Dx-Coil 의 공기 입구 측과 출구 측의 온도차를 측정하고 풍량을 측정하여 공기 냉각부하와 Dx-Coil 시스템의 부하를 비교 검토 한다.

<공조 시스템>

그림.7 혼합 → 냉각 선도에서 각 상태별 위치의 값을 대입 성능을 확인한다. 조건은 다음과 같다.

현열 7,000[kg/h], 잠열3,000[kg/h], DB: 31[°C], 일 때, RH: 65[%], $h_1 = 78.45 [kJ/kg \text{ dry air}]$

$x_1 = 0.01847 [kg'/kg \text{ dry air}]$, DB: 15[°C], 일 때, RH: 55[%], $h_2 = 29.79 [kJ/kg \text{ dry air}]$

$x_2 = 0.00581 [kg'/kg \text{ dry air}]$, DB: 10[°C], 일 때, RH: 55[%], $h_5 = 20.58 [kJ/kg \text{ dry air}]$

$x_5 = 0.00417 [kg'/kg \text{ dry air}]$, 이다.

A. 혼합공기 3의 엔탈피(h_3) : [kJ/kg]

$$h_3 = \frac{v_1 h_1 + v_2 h_2}{v_1 + v_2} = [kJ/kg]$$

여기서 v_1 : OA공기량[kg/h], v_2 : RA공기량[kg/h]

$$h_3 = (\quad) = (\quad) [kJ/kg]$$

B. 혼합공기 3의 절대습도(x_3) : [kg/kg']

$$x_3 = \frac{v_1 x_1 + v_2 x_2}{v_1 + v_2} = [kg/k'g]$$

여기서 v_1 : OA공기량[kg/h], v_2 : RA공기량[kg/h]

$$x_3 = (\quad) = (\quad) [kg/kg']$$

C. 혼합공기 3의 온도(t_3) : [°C]

$$t_3 = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2}{v_1 + v_2} = [°C]$$

여기서 v_1 : OA공기량[kg/h], v_2 : RA공기량[kg/h]

$$t_3 = (\quad) = (\quad) [°C]$$

D. 3에서 5까지 냉각되는데 필요한 열량(q_c) : [kW]

$$q_c = G(h_3 - h_5) = [kW]$$

여기서 G : 공기량 [kg/h]

$$q_c = () \times () = () [kW]$$

E. 냉각 코일에서 제거되는 수분량(L) : [kg/h]

$$L = G(x_3 - x_5) = [kg/h]$$

$$L = () \times () = () [kg/h]$$

F. 냉각 시 엔탈피 변화량(q_h) : [kW],[kJ/kg]

$$q_h = G(h_3 - h_5) = [kJ/h]$$

$$q_h = () \times () = () [kW],[kJ/kg]$$

H. SHF(현열비) (SHF) :

$$SHF = \frac{\text{현열}}{\text{현열} + \text{잠열}} = \frac{q_t}{q_t + q_L} = \frac{()}{() + ()} = ()$$

여기서 q_t : 현열, q_L : 잠열

$$I. \text{열수분비 (U)} U = \frac{h_2 - h_5}{x_2 - x_5} = \frac{\Delta_h \text{전열량}}{\Delta_x \text{절대습도}} = () [kg/h]$$

<냉동 시스템>

A. 압축기의 압축일에 상당하는 열당량(AW) : [kJ/kg]

$$AW = \text{압축기 출구 냉매의 엔탈피}(h_2) - \text{압축기 입구 냉매 엔탈피}(h_1)$$

$$= () \text{kJ/kg} - () \text{kJ/kg}$$

$$= () \text{kJ/kg}$$

B. 응축기에서 방출하는 열량(q_c) : [kJ/kg]

$$Q_c = \text{응축기 입구 냉매의 엔탈피}(h_2) - \text{응축기 출구 엔탈피}(h_3)$$

$$= () \text{kJ/kg} - () \text{kJ/kg}$$

$$= () \text{kJ/kg}$$

C. 증발기의 냉동량(냉동효과 q_e) : [kJ/kg]

$$r = \text{증발기 출구 가스 냉매의 엔탈피}(h_1) - \text{팽창밸브 직전 냉매액의 엔탈피}(h_{4,5})$$

$$= () \text{kJ/kg} - () \text{kJ/kg}$$

$$= () \text{kJ/kg}$$

D. 증발잠열(LH) : kJ/kg

$$LH = \text{증발기 출구 가스 냉매 엔탈피}(h_6) - \text{증발온도 선상의 포화액점의 엔탈피}(h_{\text{포액}})$$

$$= () \text{kJ/kg} - () \text{kJ/kg}$$

$$= () \text{kJ/kg}$$

E. 후레쉬 가스 발생량(F) : kJ/kg

$$F = \text{증발기 입구 냉매의 엔탈피}(h_{4,5}) - \text{증발온도 선상의 포화액점의 엔탈피}(h_{\text{포액}})$$

$$= () \text{kJ/kg} - () \text{kJ/kg}$$

F. 건조도 (X) :

$$\begin{aligned} X &= \text{후레쉬 가스량}(F) / \text{증발잠열}(LH) \\ &= (\quad) \text{kJ/kg} / (\quad) \text{kJ/kg} \\ &= (\quad) \end{aligned}$$

G. 냉매 순환량(G) : kg/h

$$G = 3320 \text{ kcal/h} / \text{냉동효과}(q_e) \text{ kcal/kg} = (\quad) \text{kg/h}$$

H. 압축기 흡입가스(냉매증기)의 체적(V) : [m³/h]

$$\begin{aligned} V &= \text{냉매 순환량}(G) \text{ kg/h} \times \text{압축기흡입증기의 비체적}(v) \text{ m}^3/\text{kg} \\ &= G \cdot v = (\quad) \text{kg/h} \times (\quad) \text{m}^3/\text{kg} = (\quad) \text{m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

I. 압축비

$$\begin{aligned} &= \text{토출 압력(절대압력)} / \text{흡입 압력(절대압력)} \\ &= (\quad) \text{kg/cm}^2 / (\quad) \text{kg/cm}^2 = (\quad) \end{aligned}$$

J. 압축기의 소요일의 열당량 : kJ/h

$$\begin{aligned} &= \text{냉매 순환량}(G) \text{ (kg/h)} \times \text{압축 일량}(AW) \text{ (kJ/kg)} \\ &= (\quad) \text{kg/h} \times (\quad) \text{kJ/kg} \\ &= (\quad) \text{kJ/h} \end{aligned}$$

K. 압축기의 소요동력(HP, Kw) : 1kw=860kcal/h , 1hp=632kcal/h

$$\begin{aligned} &= \text{소요일의 열당량(kJ/h)} / 860 \text{ kcal/h} = (\quad) \text{kw} \\ &= \text{소요일의 열당량(kJ/h)} / 632 \text{ kcal/h} = (\quad) \text{hp} \end{aligned}$$

L. 이론적인 성적 계수 (COP) : Coefficient of Performance

$$\begin{aligned} &= \text{압축 일량에 대한 냉동효과} \\ &= \frac{\text{냉동효과}(q_e)}{\text{압축일량}(AW)} = \frac{(\quad) \text{kJ/kg}}{(\quad) \text{kJ/kg}} = (\quad) \end{aligned}$$

M. 냉동능력(시간당) : RT = 3320kcal/h = 3320 x 4.186 = kJ/h

$$\begin{aligned} &= \text{냉동효과}(q_e) \times \text{냉매 순환량}(G) \div 3320 \text{ kcal/h} \\ &= (\quad) \text{kJ/kg} \times (\quad) \text{kg/h} \div 3320 \text{ kcal/h} \\ &= (\quad) \text{RT} \end{aligned}$$

※ 1냉동톤(RT) : 0°C의 물 1ton을 24시간에 0°C의 얼음이 되게 하는 능력(열량)

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{얼음의 응고잠열}(79.68 \text{ kcal/kg}) \times 1000 \text{ kg}}{24 \text{ hour}} = 3320 \text{ kcal/h} \\ &= 3320 \times 4.186 = 13,897.52 \text{ [kJ/h]} \end{aligned}$$

※ 단위환산

$$\begin{aligned} 1 \text{ kw} &= 860 \text{ kcal/h} , 1 \text{ hp} = 632 \text{ kcal/h} \\ 1 \text{ kcal/h} &= 4.186 \text{ kJ/h} \\ 1 \text{ kW} &= 860 \times 4.186 = 3,600 \text{ kJ} \end{aligned}$$

[해석] 표 3 혼합->냉각 운전시의 공기 상태 변화

상태	건구온도	상대습도	절대습도	엔탈피
1 → 3	하락	하락	하락	하락
2 → 3	상승	상승	상승	상승
3 → 4	하락	하락	하락	하락
5 → 2	상승	상승	상승	상승

※ 혼합->냉각 습공기 선도에서 각 상태 변화를 기록하시오.

[해석] (10) 성능 검증 방법

공조실(Room)의 온도를 15°C로 설정하고 시스템을 운전하면서 Dx-Coil 의 공기 입구 측과 출구 측의 온도차를 측정하고 풍량을 측정하여 공기 냉각부하와 Dx-Coil 시스템의 부하를 비교 검토 한다.

[해석] <공조 시스템>

그림.7 혼합 → 냉각 선도에서 각 상태별 위치의 값을 대입 성능을 확인한다. 그림.7 혼합 → 냉각 선도에서 각 상태별 위치의 값을 대입 성능을 확인한다. 조건은 다음과 같다.

현열 7,000[CMH], 잠열3,000[CMH], DB: 31[°C], 일 때, RH: 65[%], $h_1 = 78.45[kJ/kg \text{ dry air}]$

$x_1 = 0.01847[kg/kg \text{ dry air}]$, DB: 15[°C], 일 때, RH: 55[%], $h_2 = 29.79[kJ/kg \text{ dry air}]$

$x_2 = 0.00581[kg/kg \text{ dry air}]$, DB: 10[°C], 일 때, RH: 55[%], $h_5 = 20.58[kJ/kg \text{ dry air}]$

$x_5 = 0.00417[kg/kg \text{ dry air}]$, 이다.

A. 혼합공기 3의 엔탈피(h_3) : [kJ/kg]

$$h_3 = \frac{v_1 h_1 + v_2 h_2}{v_1 + v_2} = \frac{3 \times 78.45 + 7 \times 29.27}{3 + 7} = 44.024[kJ/kg]$$

여기서 v_1 : OA공기량[kg/h], v_2 : RA공기량[kg/h]

$$h_3 = (44.024) [kJ/kg]$$

B. 혼합공기 3의 절대습도(x_3) : [kg/kg']

$$x_3 = \frac{v_1 x_1 + v_2 x_2}{v_1 + v_2} = \frac{3 \times 0.01847 + 7 \times 0.00581}{3 + 7} = 0.009608[kg/kg']$$

여기서 v_1 : OA공기량[kg/h], v_2 : RA공기량[kg/h]

$$x_3 = (0.009608) [kg/kg']$$

C. 혼합공기 3의 온도(t_3) : [°C]

$$t_3 = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2}{v_1 + v_2} = \frac{3 \times 30 + 7 \times 15}{3 + 7} = 19.5[°C]$$

여기서 v_1 : OA공기량[kg/h], v_2 : RA공기량[kg/h]

$$t_3 = (19.5) [°C]$$

D. 3에서 5까지 냉각되는데 필요한 열량(q_c) : [kW]

$$q_c = G(h_3 - h_5) = \left[\frac{V_o}{0.83} (h_3 - h_5) \right] / 3600 = [kW]$$

여기서 G : 공기량 [kg/h]

$$q_c = \left[\left(\frac{10,000}{0.83} \times (44.024 - 20.58) \right) \right] / 3600 = (78.46) [kW]$$

E. 냉각 코일에서 제거되는 수분량(L) : [kg/h]

$$L = G(x_3 - x_5) = \left[\frac{V_o}{0.83} \times (x_3 - x_5) \right] [kg/h]$$

$$L = \left(\frac{10,000}{0.83} \right) \times (0.009608 - 0.00417) = (65.51) [kg/h]$$

F. 환기 시 엔탈피 변화량은(q_h) : [kW],[kJ/kg]

$$q_h = G(h_2 - h_5) = \left[\frac{V_o}{0.83} (h_2 - h_5) \right] / 3600 = [kg/h]$$

$$q_h = \left[\left(\frac{10,000}{0.83} \right) \times (29.79 - 20.58) \right] / 3,600 = (30.82) [kW],[kJ/kg]$$

H. SHF(현열비) (SHF) :

$$SHF = \frac{\text{현열}}{\text{현열} + \text{잠열}} = \frac{q_t}{q_t + q_L} = \frac{(7,000)}{(7,000) + (3,000)} = (0.7)$$

여기서 q_t : 현열, q_L : 잠열

$$I. \text{ 열수분비 (U)} U = \frac{h_2 - h_5}{x_2 - x_5} = \frac{\Delta_h \text{ 전열량}}{\Delta_x \text{ 절대습도}} = \frac{29.79 - 20.58}{0.00581 - 0.00417} = 5615.85 [kg/h]$$

[해석] <냉동 시스템>

냉동시스템의 조건은 다음과 같다.

$$h_1 = 1661.84 [kJ/kg] \quad h_2 = 1896.26 [kJ/kg] \quad h_3 = 594.41 [kJ/kg] \quad h_4 = 535.81 [kJ/kg]$$

$$h_5 = 535.81 [kJ/kg] \quad h_6 = 1619.98 [kJ/kg] \quad h_{\text{포화액}} = 300.93 [kJ/kg]$$

$$P_e = 0.31 [MPa] \quad P_c = 1.175 [MPa] \quad v = 0.785 [m^3/kg]$$

A. 압축기의 압축일에 상당하는 열당량(AW) : [kJ/kg]

$$\begin{aligned} AW &= \text{압축기 출구 냉매의 엔탈피}(h_2) - \text{압축기 입구 냉매 엔탈피}(h_1) \\ &= (1896.26) \text{ kJ/kg} - (1661.84) \text{ kJ/kg} \\ &= (234.42) \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

B. 응축기에서 방출하는 열량(q_c) : [kJ/kg]

$$\begin{aligned} Q_c &= \text{응축기 입구 냉매의 엔탈피}(h_2) - \text{응축기 출구 엔탈피}(h_3) \\ &= (1896.26) \text{ kJ/kg} - (594.41) \text{ kJ/kg} \\ &= (1301.85) \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

C. 증발기의 냉동량(냉동효과 q_e) : [kJ/kg]

$$\begin{aligned} r &= \text{증발기 출구 가스 냉매의 엔탈피}(h_1) - \text{팽창밸브 직전 냉매액의 엔탈피}(h_4,5) \\ &= (1661.84) \text{ kJ/kg} - (535.81) \text{ kJ/kg} \\ &= (1126.03) \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

D. 증발잠열(LH) : kJ/kg

$$\begin{aligned} LH &= \text{증발기 출구 가스 냉매 엔탈피}(h_6) - \text{증발온도선상의 포화액점의 엔탈피}(h_{\text{포액}}) \\ &= (1619.98) \text{ kJ/kg} - (200.93) \text{ kJ/kg} \\ &= (1419.05) \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

E. 후레쉬 가스 발생량(F) : kJ/kg

$$\begin{aligned} F &= \text{증발기 입구 냉매의 엔탈피}(h_{4.5}) - \text{증발온도 선상의 포화액점의 엔탈피}(h_{\text{포액}}) \\ &= (535.81) \text{ kJ/kg} - (300.93) \text{ kJ/kg} = (234.88) \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

F. 건조도 (X) :

$$\begin{aligned} X &= \text{후레쉬 가스량}(F) / \text{증발잠열}(LH) \\ &= (234.88) \text{ kJ/kg} / (1419.05) \text{ kJ/kg} \\ &= (0.1655) \end{aligned}$$

G. 냉매 순환량(G) : kg/h

$$G = 3320 \text{ kcal/h} / \text{냉동효과}(q_e:1126.03) \text{ kcal/kg} = (2.95) \text{ kg/h}$$

H. 압축기 흡입가스(냉매증기)의 체적(V) : [m³/h]

$$\begin{aligned} V &= \text{냉매 순환량}(G) \text{ kg/h} \times \text{압축기흡입증기의 비체적}(v) = 0.0785 \text{ m}^3/\text{kg} \\ &= G \cdot v = (2.95) \text{ kg/h} \times (0.0785) \text{ m}^3/\text{kg} = (0.232) \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

I. 압축비

$$\begin{aligned} &= \text{토출 압력(절대압력)} / \text{흡입 압력(절대압력)} \\ &= (1.175) \text{ MPa} / (0.31) \text{ MPa} = (3.79) \end{aligned}$$

J. 압축기의 소요일의 열당량 : kJ/h

$$\begin{aligned} &= \text{냉매 순환량}(G) \text{ (kg/h)} \times \text{압축 일량}(AW) \text{ (kJ/kg)} \\ &= (2.95) \text{ kg/h} \times (234.42) \text{ kJ/kg} \\ &= (691.54) \text{ kJ/h} \end{aligned}$$

K. 압축기의 소요동력(HP, Kw) : 1kw=860kcal/h , 1hp=632kcal/h

$$\begin{aligned} &= \text{소요일의 열당량(kJ/h)} / 860 \text{ kcal/h} = (0.27) \text{ kw} \\ &= \text{소요일의 열당량(kJ/h)} / 632 \text{ kcal/h} = (0.37) \text{ hp} \end{aligned}$$

L. 이론적인 성적 계수 (COP) : Coefficient of Performance

$$\begin{aligned} &= \text{압축 일량에 대한 냉동효과} \\ &= \frac{\text{냉동효과}(q_e)}{\text{압축일량}(AW)} = \frac{(1126.03) \text{ kJ/kg}}{(234.42) \text{ kJ/kg}} = (4.8) \end{aligned}$$

M. 냉동능력(시간당) : RT = 3320kcal/h = 3320 x 4.186 = kJ/h

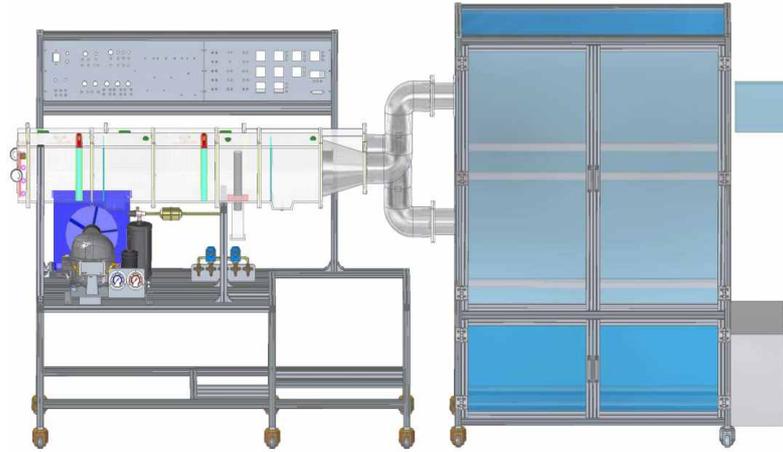
$$\begin{aligned} &= \text{냉동효과}(q_e) \times \text{냉매 순환량}(G) \div 3320 \text{ kcal/h} \\ &= (1126.03) \text{ kJ/kg} \times (2.95) \text{ kg/h} \div 3320 \text{ kcal/h} \\ &= (1.0) \text{ RT} \end{aligned}$$

※ 1냉동톤(RT) : 0°C의 물 1ton을 24시간에 0°C의 얼음이 되게 하는 능력(열량)

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{얼음의 응고잠열}(79.68 \text{ kcal/kg}) \times 1000 \text{ kg}}{24 \text{ hour}} = 3320 \text{ kcal/h} \\ &= 3320 \times 4.186 = 13,897.52 \text{ [kJ/h]} \end{aligned}$$

※ 단위환산

$$\begin{aligned} &1 \text{ kw} = 860 \text{ kcal/h} , 1 \text{ hp} = 632 \text{ kcal/h} , 1 \text{ kcal/h} = 4.186 \text{ kJ/h} , 1 \text{ kW} = 860 \times 4.186 = 3,600 \text{ kJ} \\ &1 \text{ W} = 3.6 \text{ J} , 1 \text{ W} = 0.86 \text{ Kcal} , \text{ 표준공기의 비체적} = 0.83 \text{ m}^3/\text{kg dry air} \end{aligned}$$



스마트팜 환경제어 실험장비(KTE-1000SF)

• 요구사항

1. 스마트팜 환경제어 실험장비(KTE-1000SF)를 준비하고 간단한 운전.점검 한다.
2. 실험장치, 공구, 재료를 사용하여 바나나 잼으로 회로를 구성하여 운전한다.
3. 관련 회로의 동작을 이해하고 설명한다.
 - (1) 스위치(PB, TS)의 on, off할 때 동작되는 과정을 설명한다.
 - (2) 혼합공기를 만들기 위해 RA용 템퍼와 OA용 템퍼를 조정한다.
 - (3) RA와 OA의 풍량을 측정한다.
 - (4) 냉각 제어용 온도 스위치를 설정하고 셋팅한다.
4. 운전 중 온도분포를 분석하고 전기적인 점검을 실시한다.
5. 위 실험 데이터 값은 절대적인 실험 데이터 값이 아닌, 교육기관에서 실습 및 실험을 수행하기 위한 참고 자료이다.

		평가항목	배점	득점	비고			
평가기준	작품평가 (70점)	공기 조화의 냉각 시스템 이해	20					
		바나나 잼 사용 회로 구성 동작	20					
		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

실험과제	4-5. 공기조화의 혼합 -> 냉각 -> 재열 실험			소요시간
목 표	① 공기조화기의 혼합 -> 냉각 -> 재열 실험을 수행한다. ② 공기조화의 이론적 배경을 설명하고, 간단한 회로 구성을 통해 실험을 수행한다. ③ 실험 수행 후 성능 검증 방법을 토의한다.			
사 용 장 비		공구 및 재료명	규 격	수량
· 스마트팜 환경제어 실험장비(KTE-1000SF)		· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175mm · 150mm · 0.5~6mm ² · 300A 600V	1 1 1 조별1
제 어 회 로 도				
<p>1. 시스템 사양</p> <p>(1) 냉각부</p> <p>① Compressor</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacity : R-404a, 3/4 HP, 중온용 - 전기 사양 : 단상 220V, 60 Hz, 16W - Control Box 포함 : 릴레이, 컨덴서 내장 <p>② Pressure gauge</p> <ul style="list-style-type: none"> - High side : 1~35kg/cm² - Low side : 30inHg~15kg/cm² <p>③ Condenser</p> <ul style="list-style-type: none"> - Model : IS-4425 YSB - Surface Area : 47m² (12step× 4row× 345EL× 3/8") - 응축열량 : 1175kcal/h - 냉매 접속관 3/8" in/out) - Fan & motor : 220V, 60Hz, 0.47A <p>④ Expansion valve</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacity Range : 0.5 ~ 1.5 tons - Te : 0°F(-10°C) - Press. Drop : 125psig - Capacity : 1.48ton <p>⑤ Pre/Re Cooler</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fin & Tube : 2.5M/M× 3/8"× 7Step× 3Row× 165EL - Surface Area : 1.5m² 				

(2) 가열부

- ① Pre/Re heater
 - Type : "M"
 - Capacity : AC 220V× 1phase× 1kw
- ② Blower & Motor
 - Type : Axial Fan (propeller type)
 - Power : AC220V× 60hz× 1phase
 - Fan & Motor : 12CMM× 225Ø × 1550RPM

(3) 가습부

- ① Pump for a humidity
 - Type : 수중 펌프
 - Head : 1000mm
 - Max Head : 2500mm
 - Max Capacity : 16 ℓ /min
 - Min Capacity : 13 ℓ /min
 - Power : Ac220V× 60hz× 30w× 1phase
- ② Heater for Humidify water
 - Type : 전기식
 - Capacity : AC220V× 1phase× 1.5kw

(4) 공기 조화 덕트 구성

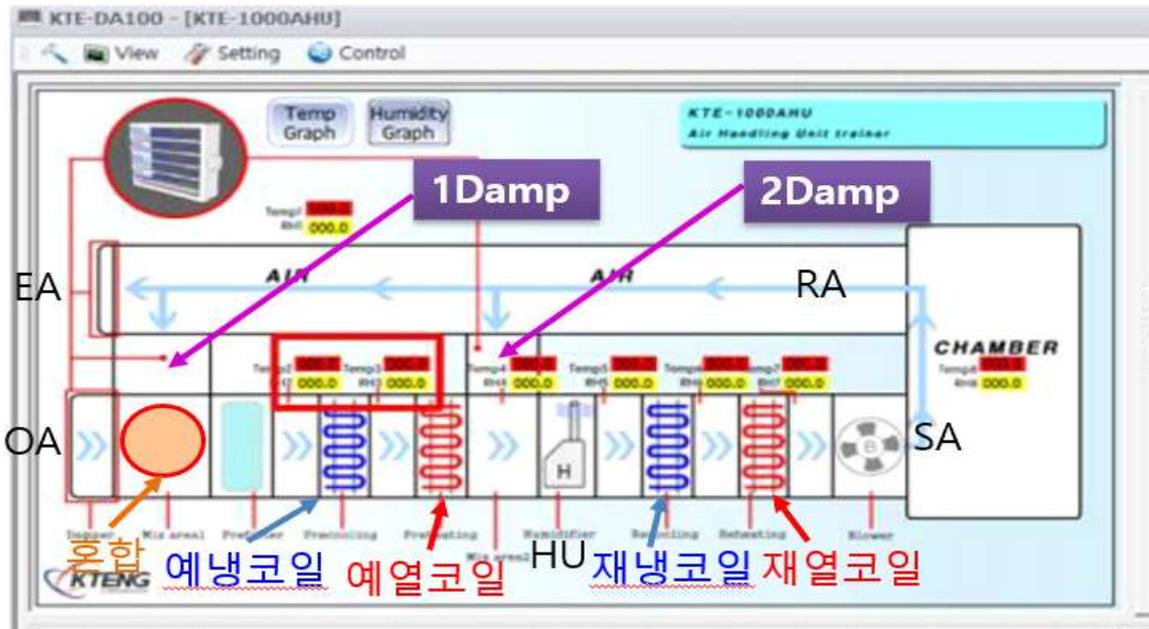


그림. 1 덕트 구성도

(5) 운전 조건

① Ambient Condition

- Dry Temp : 31 °C
- Wet Bulb Temp : 27.5 °C
- Relative Humidity : 65%

② Air Conditioning Room

- Dry Temp : 26 °C
- Relative Humidity : 55 %

③ 취출 공기 온도 ; 20 °C

④ Return Air Temp : 28 °C

⑤ Heating Coil Capacity : 1 kW

⑥ 표준 공기 밀도 : $\frac{1.2}{4.186 \times 0.860} = 0.334 [W], (1.2kg/m^3)$

⑦ 외기 도입량 : 송풍량의 25 %로 도입한다. (댐퍼 개도율 : 1/4)

⑧ 환기량 및 배기량 : 환기량이 송풍량의 75 %가 되게끔 배기 댐퍼를 조절한다.

(6) Duct Specification

표 1 Volume (CMM)

외 기		배 기		환 기		급 기	
개도율 (%)	풍 량 (CMM)	개도율 (%)	풍 량 (CMM)	개도율 (%)	풍 량 (CMM)	개도율 (%)	풍 량 (CMM)
Close	0	Close	0	Open	xx	.	3.5
25% Open	0.7	25% Open	0.5	75%	xx	.	4
50% Open	1.9	50% Open	2.0	50	xx	.	4.2
75% Open	3.1	75% Open	3.1	25	xx	.	4.4
100% Open	4.5	100% Open	4.6	0	xx	.	4

※ 풍속계를 사용하여 각 측정점에서 풍속을 측정하여 다음식으로 계산한다.

$$Q = A \cdot V$$

여기서 Q : 풍량(m³/min), A : 단면적(m²), V : 풍속(m/sec)

- 각 측정점은 9포인트를 기준으로 풍량계(별도 구매)를 이용하여 수치를 읽었으며, 평균값을 구한 값이다.

- 외기와 배기의 오차 범위는 배기 댐퍼를 조절함으로써 외기와 배기의 풍량비를 적절히 조절한다.

표 2 Free Area (m^2)(참고 사항 : 실험실습 현장측정 연습)

개도율	외기/급기 Duct	환기/배기 Duct
Close	0	0
25% Open	0.014	0.005
50% Open	0.028	0.009
75% Open	0.041	0.014
100% Open	0.055	0.018

- . 외기/급기 Duct Size : 234mm× 234mm
- . 환기/배기 Duct Size : 134mm× 134mm

(7) 혼합 → 냉각 → 재열(참고 사항 : 실험실습 현장측정 연습)

표 3 덕트 개도율

개도율	외기/급기 Duct	환기/배기 Duct
Close	0	0
25% Open	0.014	0.005
50% Open	0.028	0.009
75% Open	0.041	0.014
100% Open	0.055	0.018

- OA : 외기 도입 공기
- RA : 실내 리턴 공기
- SA : 챔버 취출 공기
- EW : 배출 공기
- H : 재열 코일

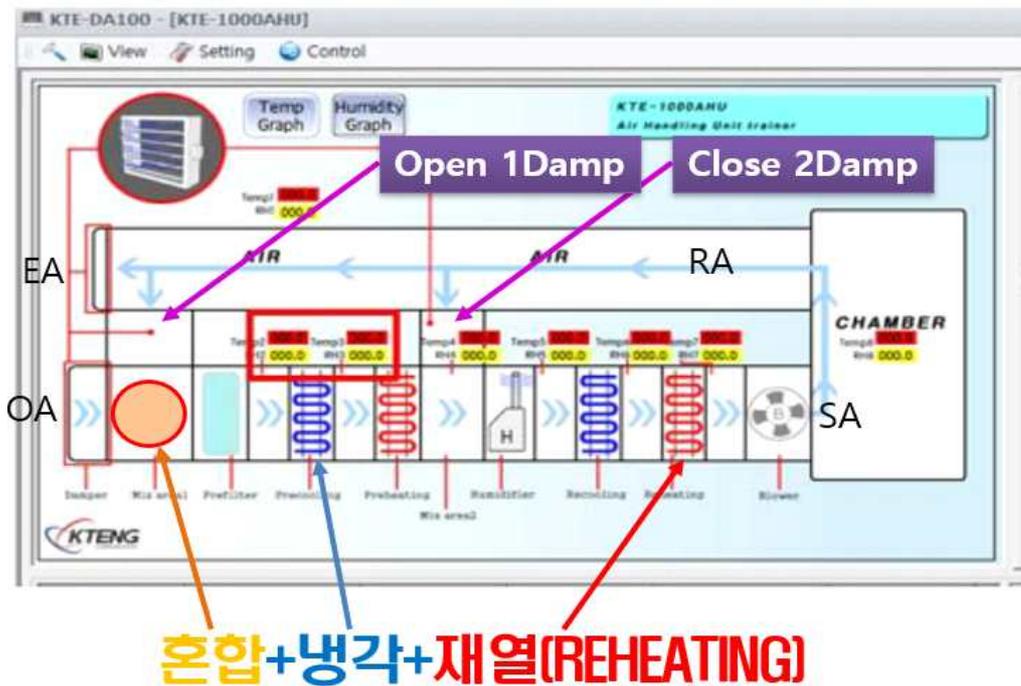


그림. 2 혼합 → 냉각 → 재열 운전

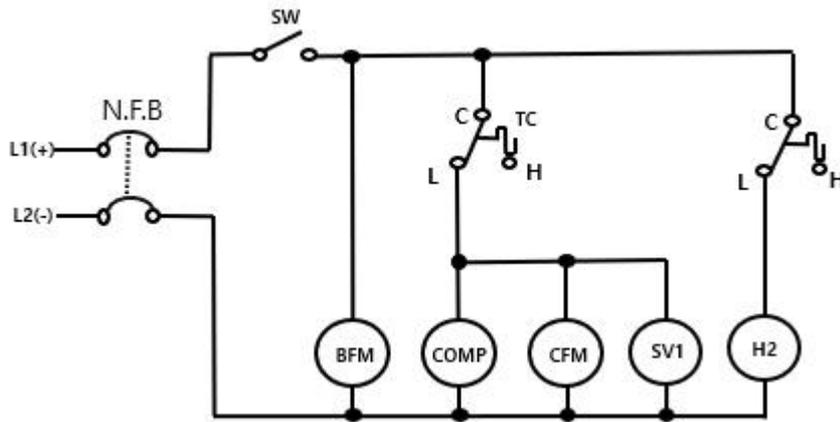


그림. 3 혼합 -> 냉각 -> 재열 운전 회로도

[혼합->냉각->재열 운전 회로도 적용]

- ① 회로도 그림. 3을 참고하여 전원 회로를 구성한다.
- ② 장치 덕트 1 Damp를 "Open"한다.
- ③ 장치 덕트 2 Damp를 "Close"한다.
- ④ OA(급기)25%와 EA(배기)25%, RA(환기)75%비율로 Damp 개도를 제어한다.
- ⑤ 이 때 냉각장치는 냉동기가 작동하며 설정 온도제어로 운전을 제어한다.
- ⑥ 재열 히팅코일은 온도제어 한다.
- ⑦ 실내 온도, 압력, 습도변화는 프로그램의 데이터 저장파일에 실시간 저장된다.
- ⑧ 데이터는 저장된 파일의 수치 변화를 실시간 비교 분석하여 공조장치의 실험 결과를 파악 할 수 있다

혼합+냉각+재열(REHEATING)

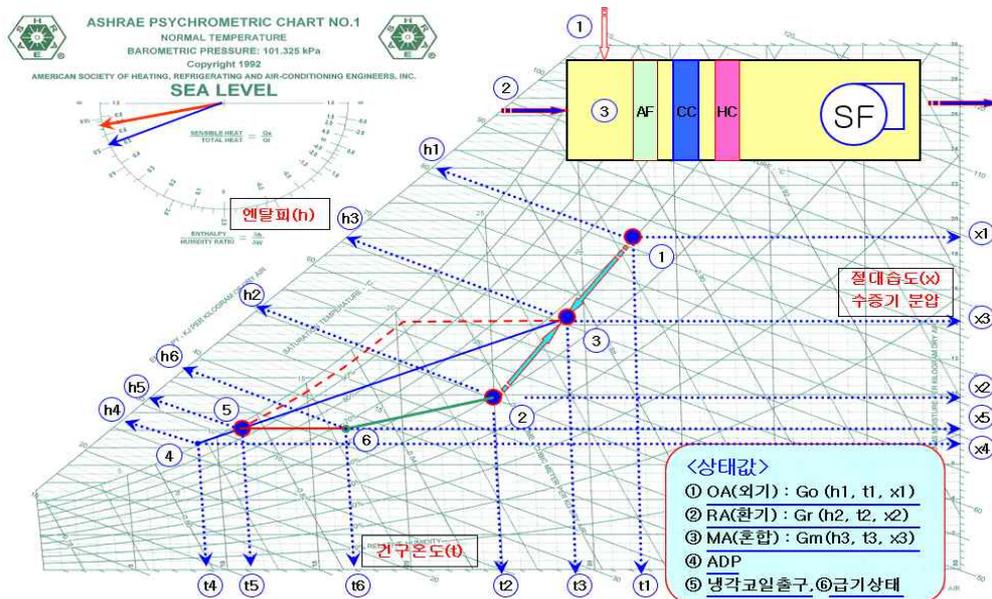


그림. 4 혼합 -> 냉각 -> 재열 습공기선도

1 → 3 ← 2 과정은 외부의 도입 공기와 실내의 리턴 공기 혼합되는 과정이다.

- 5 → 6 재열코일로 가열과정이다.
- 3 → 5 냉각을 하면서 습도가 낮아지는 과정이다.
- 6 → 2 급기된 공기가 챔버를 통하여 환기 하는 과정이다.

표 4 혼합 -> 냉각 -> 재열 운전시의 공기상태 변화

상태	건구온도	상대습도	절대습도	엔탈피
1 → 3				
2 → 3				
3 → 5				
5 → 6				
6 → 2				

(10) 성능 검증 방법

공조실(Room)의 온도를 26°C로 설정하고 시스템을 운전하면서 Dx-Coil 의 공기 입구 측과 출구 측의 온도차를 측정하고 풍량을 측정하여 공기 냉각부하와 Dx-Coil시스템의 부하를 비교 검토 한다.

<공조 시스템>

그림.7 혼합 → 냉각 선도에서 각 상태별 위치의 값을 대입 성능을 확인한다.

A. 혼합공기 3의 엔탈피(h_3) : [kJ/kg]

$$h_3 = \frac{v_1 h_1 + v_2 h_2}{v_1 + v_2} = [kJ/kg]$$

여기서 v_1 : OA공기량[kg/h], v_2 : RA공기량[kg/h]

$h_3 = (\quad) = (\quad)$ [kJ/kg]

B. 혼합공기 3의 절대습도(x_3) : [kg/kg’]

$$x_3 = \frac{v_1 x_1 + v_2 x_2}{v_1 + v_2} = [kg/kg’]$$

여기서 v_1 : OA공기량[kg/h], v_2 : RA공기량[kg/h]

$h_3 = (\quad) = (\quad)$ [kg/kg’]

C. 혼합공기 3의 온도(t_3) : [°C]

$$t_3 = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2}{v_1 + v_2} = [°C]$$

여기서 v_1 : OA공기량[kg/h], v_2 : RA공기량[kg/h]

$h_3 = (\quad) = (\quad)$ [°C]

D. 3에서 5까지 냉각되는데 필요한 열량(q_c) : [kW]

$$q_c = G(h_3 - h_5) = [kW]$$

여기서 G : 공기량 [kg/h]

$$q_c = (\quad) \times (\quad) = (\quad) [\text{kW}]$$

E. 냉각 코일에서 제거되는 수분량(L) : [kg/h]

$$L = G(x_3 - x_5) = [kg/h]$$

$$L = (\quad) \times (\quad) = (\quad) [\text{kg/h}]$$

F. 냉각 시 엔탈피 변화량은(q_h) : [kW],[kJ/kg]

$$q_h = G(h_3 - h_5) = [kg/h]$$

$$q_h = (\quad) \times (\quad) = (\quad) [\text{kW}, [\text{kJ}/\text{kg}]]$$

G. 재열시의 엔탈피 변화량은(q_r) : [kW],[kJ/kg]

$$q_r = G(h_6 - h_5) = [kg/h]$$

$$q_r = (\quad) \times (\quad) = (\quad) [\text{kW}, [\text{kJ}/\text{kg}]]$$

h. 재열시의 온도 변화량 (Δt_{rh}) : [°C]

$$\Delta t_{rh} = t_6 - t_5 = [^\circ\text{C}]$$

$$\Delta t_{rh} = (\quad) - (\quad) = (\quad) [^\circ\text{C}]$$

i. 환기시의 습도 상승량(L_r) : [kg/h]

$$L_r = G(x_2 - x_6) = [kg/h]$$

$$L_r = (\quad) \times (\quad) = (\quad) [\text{kg/h}]$$

j. 환기시의 온도 상승량 (Δt_r) : [°C]

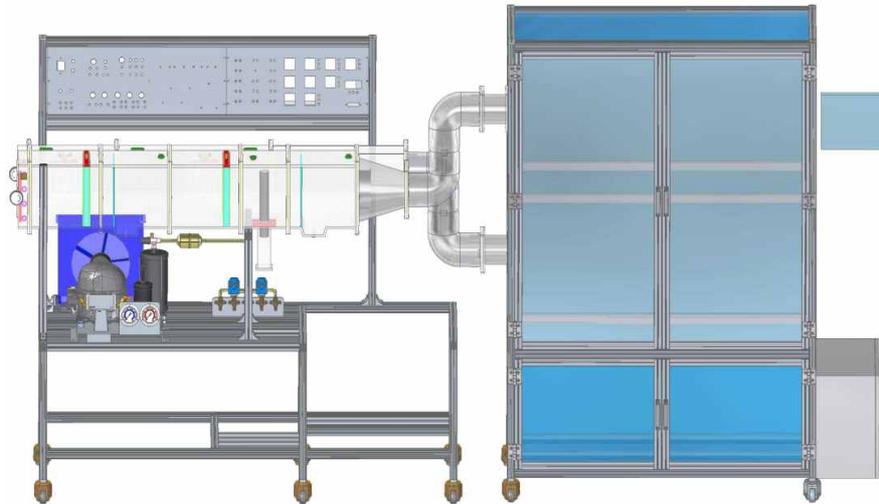
$$\Delta t_r = t_2 - t_6 = [^\circ\text{C}]$$

$$\Delta t_r = (\quad) - (\quad) = (\quad) [^\circ\text{C}]$$

k. SHF(현열비) (SHF) :

$$SHF = \frac{\text{현열}}{\text{현열} + \text{잠열}} = \frac{q_t}{q_t + q_L} = \frac{(\quad)}{(\quad) + (\quad)} = (\quad)$$

여기서 q_t : 현열, q_L : 잠열



스마트팜 환경제어 실험장비(KTE-1000SF)

· 요구사항

1. 스마트팜 환경제어 실험장비(KTE-1000SF)를 준비하고 간단한 운전.점검 한다.
2. 실험장치, 공구, 재료를 사용하여 바나나 잭으로 회로를 구성하여 운전한다.
3. 관련 회로의 동작을 이해하고 설명한다.
 - (1) 스위치(PB, TS)의 on, off할 때 동작 되는 과정을 설명한다.
 - (2) 혼합공기를 만들기 위해 RA용 템퍼와 OA용 템퍼를 조정한다.
 - (3) RA와 OA의 풍량을 측정한다.
 - (4) 냉각 제어용 온도 스위치를 설정하고 셋팅한다.
4. 운전 중 온도분포를 분석하고 전기적인 점검을 실시한다.
5. 위 실험 데이터 값은 절대적인 실험 데이터 값이 아닌, 교육기관에서 실습 및 실험을 수행 하기 위한 참고 자료이다.

		평가항목	배점	득점	비고			
평가기준	작품평가 (70점)	공기 조화의 냉각 시스템 이해	20					
		바나나 잭 사용 회로 구성 동작	20					
		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. 혼합 가열 증발냉각(순환수)가습(Humidity) 공기조화 시스템 실험		소요시간
목 표	① 공기조화기의 Heating 시스템의 사양에 대하여 알아본다. ② 공기조화의 이론적 배경을 설명하고, 간단한 회로 구성을 통해 실험을 수행한다. ③ 실험 수행 후 성능 검증 방법을 토의한다.		
사 용 장 비		공구 및 재료명	규 격
· 스마트팜 환경제어 실험장비(KTE-1000SF)		· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175mm · 150mm · 0.5~6mm2 · 300A 600V 1 1 1 조별1
제 어 회 로 도			
1. 공기조화 시스템 사양 (1) 가열부 ① Pre/Re heater - Type : "M" - Capacity : AC 220V× 1phase× 1kw ② Blower & Motor - Type : Axial Fan (propeller type) - Power : AC220V× 60hz× 1phase - Fan & Motor : 12CMM× 225Ø × 1550RPM (2) 가습부 ① Pump for a humidity - Type : 수중 펌프 - Head : 1000mm - Max Head : 2500mm - Max Capacity : 16 ℓ /min - Min Capacity : 13 ℓ /min - Power : Ac220V× 60hz× 30w× 1phase ② Heater for Humidify water - Type : 전기식 - Capacity : AC220V× 1phase× 1.5kw			

(3) 공기 조화 덕트 구성

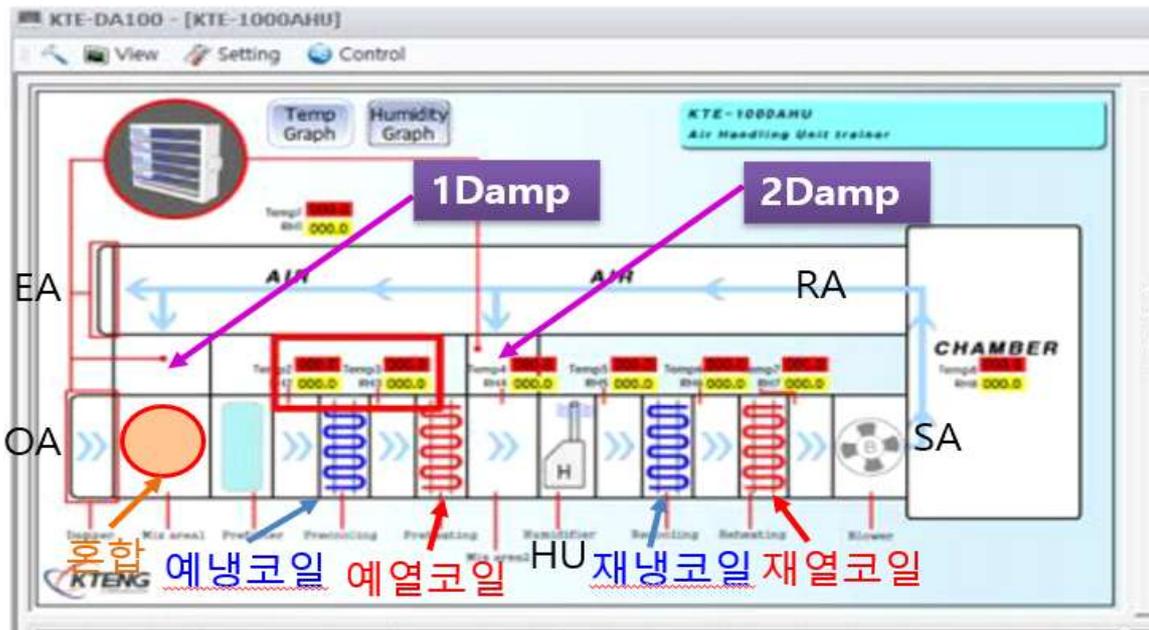


그림.1 덕트 구성도

(4) 운전 순서

- ① 바나나 잭으로 회로를 구성한다.
- ② Dry bulb temp. controller의 설정온도를 15°C로 맞춘다.
- ③ 가습장치의 수조에는 물이 충분한지를 확인한다
- ④ 가열부의 전기히터 및 냉각부가 작동 시에는 반드시 Blower가 가동되어야 한다.
- ⑤ N.F.B를 on 한다.
- ⑥ T/S.W를 on 하여 Heating coil 및 공기조화기를 운전한다.
- ⑦ 각 상태점을 측정한다.

(5) 회로도 구성 방법

- ① “POWER M”GND OUT PUT 와 TERMINAL BASE M“BFM”“-”단자와 연결 한다.
- ② 계속“BFM” “-”단자, “HEATER 2” “-”단자에서 가습기 “POMP” “-” 단자와 연결하여 “-”단자쪽의 구성을 완료한다.
- ③ “POWER M”DC 24V OUT PUT 단자와 S.W MODULE“TOGGLE S.W”의 “C”접점과 연결하고 “a”접점으로부터 BFM“-”단자와 연결한다.
- ④ “Relative Humidify”“COM”단자로부터“Humidify water temp”“COM”단자로 연결하고 “H”단자로부터“Heater 2”“+”단자로 연결한다.
- ⑤ “BFM”“+”단자에서“THERMO METER M”의 “Relative Humidify”“COM”단자와 연결하고 “on”단자로부터 “Pump”“+”단자와 연결한다.
- ⑥ 디지털 온도-습도 스위치“Relative Humidify”“Humidify water temp”“Reheating”의 온도와 습도를 설정한 후에 토글스위치를 “on”하여 공기 혼합, 가열, 순환수 분무 가습 운전한다.

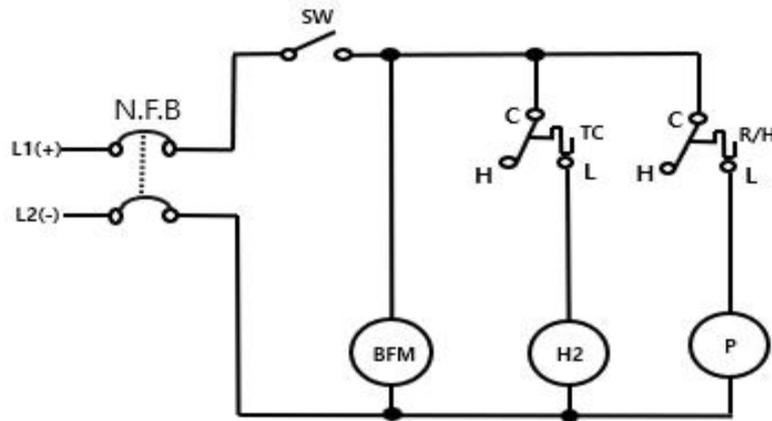


그림.2 혼합->가열->가습(순환수) 운전 회로도

(6) 측정 및 운전 방법

- ① 가동 시 송풍기(Blower Fan)은 덕트 내에 공기가 순환할 수 있도록 항상 작동시킨다.
- ② 송풍기(Blower Fan)는 다양한 부하 실험이 가능하도록 송풍팬의 속도 조절기를 부착하여 팬 속도를 제어할 수 있다.
- ③ 챔버는 공기조화 실험이 가능하도록 내부에 온도와 습도센서가 부착되어 있다.
- ④ 챔버 내에 온도센서와 습도센서를 통하여 혼합, 가열, 가습의 작동을 수행한다.
- ⑤ 기동 전에 각 상태점의 온도를 기록하고 최초 기동 시 기동전류를 측정하고 운전 전류도 측정 기록한다.
- ⑥ 설정 온도까지 계속 운전하면서 매 1sec 마다 Program 온도 Sheet에 예시된 각 상태점의 온도를 측정 기록한다.
- ⑦ 챔버 내의 온도 : 설정 온도 22°C 정도로 설정한다.
- ⑧ 운전 회로 : 공조실 온도 자동 운전 회로로 구성한다.
- ⑨ 가습기 펌프 제어 : 챔버내의 설정 가습량(RH)에 따라 자동 운전 회로로 구성한다.

[혼합->가열->가습(순환수) 운전 회로도 적용]

- ① 회로도를 참고하여 전원 회로를 구성한다.
- ② 장치 덕트 1 Damp를 "Open"한다.
- ③ 장치 덕트 2 Damp를 "Close"한다.
- ④ OA(급기)30%와 EA(배기)30%, RA(환기)70%비율로 Damp 개도를 제어한다.
- ⑤ RA와 OA가 3 : 7로 혼합되어 공급된다.
- ⑥ 이 때 Heating 장치는 공조기가 작동하며 설정 온도제어로 운전을 제어한다.
- ⑦ 챔버내 습도는 습도조절기 설정 습도제어로 운전을 제어한다.
- ⑧ 챔버 온도, 습도변화는 프로그램의 데이터 저장파일에 실시간 저장된다.
- ⑨ 데이터는 저장된 파일의 수치 변화를 실시간 비교 분석하여 공조장치의 실험 결과를 파악 할 수 있다

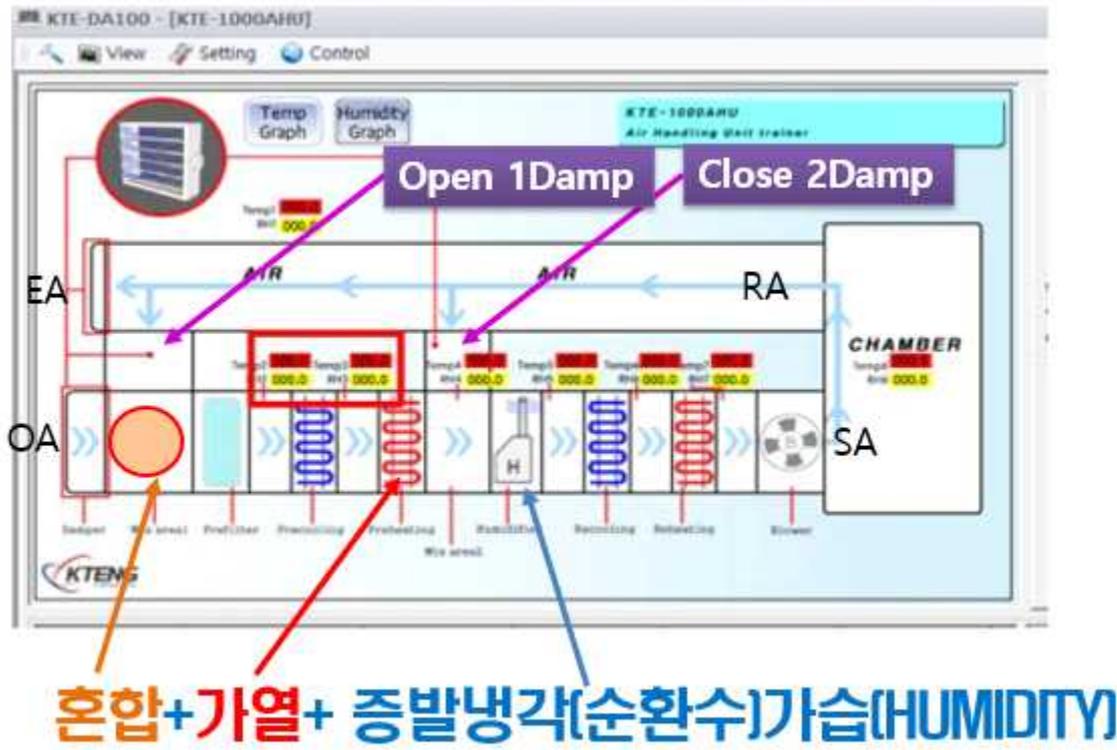


그림.3 혼합->가열->가습(순환수) 운전

(7) 혼합 → 가열 → 가습(순환수)

- OA : 외기도입공기
- EA : 배기
- RA : 실내리턴공기
- SA : 급기
- H2 : 가열코일

- 1 → 3 ← 2 과정은 외부의 도입 공기와 실내의 리턴 공기 혼합되는 과정이다.
- 3 → 4 과정은 혼합공기가 히터로 가열되어 건구온도가 높아지는 과정
- 4 → 5 가열코일 지난 공기가 가습 되어 SA가 챔버로 공급되는 과정이다.

표 1 혼합 → 가열 → 가습(순환수)상태의 습공기선도 변화 Sheet

상태	건구온도	상대습도	절대습도	엔탈피
1 → 3				
2 → 3				
3 → 4				
4 → 5				
5 → 2				

[해석] 표 2 혼합 → 가열 → 가습(순환수)상태의 습공기선도 변화

상태	건구온도	상대습도	절대습도	엔탈피
1 → 3	상승	하락	상승	상승
2 → 3	하락	상승	하락	하락
3 → 4	상승	하락	변화무	상승
4 → 5	하락	상승	상승	변화무
5 → 2	하락	상승	하락	하락

혼합+가열+증발냉매순환수가습(HUMIDITY)

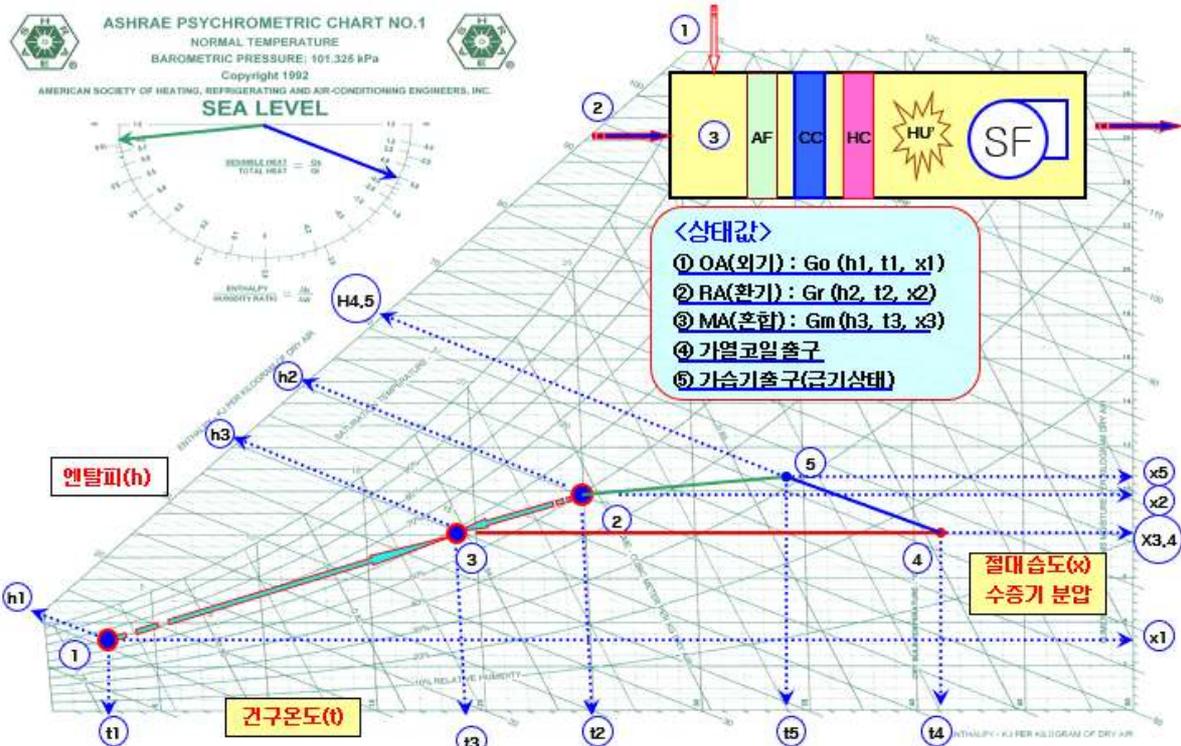


그림.4 혼합->가열->가습(순환수) 습공기선도

(10) 성능 검증 방법

공조실(Room)의 온도를 22°C로 설정하고 시스템을 운전하면서 Heating Coil 의 공기 입구 측과 출구 측의 온도차를 측정하고 가습기를 통과한 공기의 가습부하와 Heating Coil 시스템의 부하를 비교 검토 한다.

<공조 시스템>

그림.4 혼합 → 가열 → 가습 선도에서 각 상태별 위치의 값을 대입 성능을 확인한다.

A. 혼합공기 3의 엔탈피(h_3) : [kJ/kg]

$$h_3 = \frac{v_1 h_1 + v_2 h_2}{v_1 + v_2} = [kJ/kg]$$

여기서 v_1 : OA공기량[kg/h], v_2 : RA공기량[kg/h]

$$h_3 = (\quad) = (\quad) [kJ/kg]$$

B. 혼합공기 3의 절대습도(x_3) : [kg/kg']

$$x_3 = \frac{v_1 x_1 + v_2 x_2}{v_1 + v_2} = [kg/kg']$$

여기서 v_1 : OA공기량[kg/h], v_2 : RA공기량[kg/h]

$$h_3 = (\quad) = (\quad) [kg/kg']$$

C. 혼합공기 3의 온도(t_3) : [°C]

$$t_3 = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2}{v_1 + v_2} = [°C]$$

여기서 v_1 : OA공기량[kg/h], v_2 : RA공기량[kg/h]

$$h_3 = (\quad) = (\quad) [°C]$$

D. 가열시 3에서 4까지 가열되는데 필요한 열량(q_h) : [kW]

$$q_h = G(h_3 - h_4) = [kW]$$

여기서 G : 공기량[kg/h]

$$q_h = (\quad) \times (\quad) = (\quad) [kW]$$

E. 가습기에서 가습 되는 수분량(L) : [kg/h]

$$L = G(x_5 - x_4) = [kg/h]$$

$$L = (\quad) \times (\quad) = (\quad) [kg/h]$$

F. 리턴공기(RA)의 엔탈피 변화량은(q_{hr}) : [kW],[kJ/kg]

$$q_{hr} = G(h_5 - h_2) = [kJ/h]$$

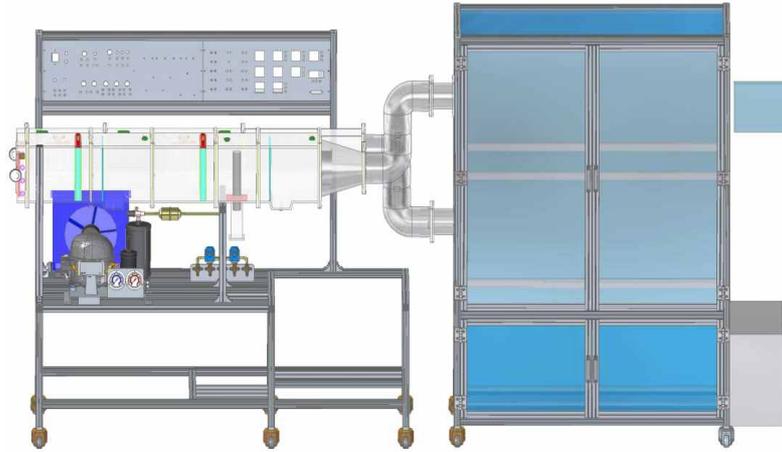
$$q_{hr} = (\quad) \times (\quad) = (\quad) [kW],[kJ/kg]$$

G. SHF(현열비) (SHF) :

$$SHF = \frac{\text{현열}}{\text{현열} + \text{잠열}} = \frac{q_t}{q_t + q_L} = \frac{(\quad)}{(\quad) + (\quad)} = (\quad)$$

여기서 q_t : 현열, q_L : 잠열

H. 열수분비 (U) $U = \frac{h_5 - h_4}{x_5 - x_4} = \frac{\Delta_h \text{전열량}}{\Delta_x \text{절대습도}} = (\quad) [kg/h]$



스마트팜 환경제어 실험장비(KTE-1000SF)

• 요구사항

1. 스마트팜 환경제어 실험장비(KTE-1000SF)를 준비하고 간단한 운전.점검 한다.
2. 실험장치, 공구, 재료를 사용하여 바나나 잭으로 회로를 구성하여 운전한다.
3. 관련 회로의 동작을 이해하고 설명한다.
 - (1) 스위치(PB, TS)의 on, off할 때 동작되는 과정을 설명한다.
 - (2) 혼합공기를 만들기 위해 RA용 템퍼와 OA용 템퍼를 조정한다.
 - (3) RA와 OA의 풍량을 측정한다.
 - (4) 냉각 제어용 온도 스위치를 설정하고 셋팅한다.
4. 운전 중 온도, 습도 분포를 분석하고 전기적인 점검을 실시한다.
5. 위 실험 데이터 값은 절대적인 실험 데이터 값이 아닌, 교육기관에서 실습 및 실험을 수행하기 위한 참고 자료이다.

		평가항목	배점	득점	비고			
평가기준	작품평가 (70점)	공기 조화의 냉각 시스템 이해	20					
		바나나 잭 사용 회로 구성 동작	20					
		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

실험과제	4-7. 예냉 혼합 냉각(Cooling) 공기조화 시스템 실험		소요시간	
목 표	① 공기조화기의 OA를 예냉하여 RA와 혼합하고 또다시 냉각시키는 회로 구성 운전을 할 수 있다. ② 공기조화의 이론적 배경을 설명하고, 간단한 회로 구성을 통해 실험을 수행한다. ③ 실험 수행 후 성능 검증 방법을 토의한다.			
사 용 장 비		공구 및 재료명	규 격	수량
· 스마트팜 환경제어 실험장비(KTE-1000SF)		· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175mm · 150mm · 0.5~6mm2 · 300A 600V	1 1 1 조별1
제 어 회 로 도				
1. 공기조화 시스템 사양 (1) 냉각부 ① Compressor - Capacity : R-22, 3/4 HP, 중온용 - 전기 사양 : 단상 220V, 60 Hz, 16W - Control Box 포함 : 릴레이, 컨덴서 내장 ② Pressure guage - High side : 1~35kg/cm ² - Low side : 30inHg~15kg/cm ² ③ Condenser - Model : IS-4425 YSB - Surface Area : 47m ² (12step× 4row× 345EL× 3/8") - 응축열량 : 1175kcal/h - 냉매 접속관 3/8" in/out) - Fan & motor : 220V, 60Hz, 0.47A ④ Expansion valve - Capacity Range : 0.5 ~ 1.5 tons - Te : 0°F(-10°C) - Press. Drop : 125psig - Capacity : 1.48ton ⑤ Pre/Re Cooler - Fin & Tube : 2.5M/M× 3/8"× 7Step× 3Row× 165EL - Surface Area : 1.5m ²				

(2) 공기 조화 덕트 구성

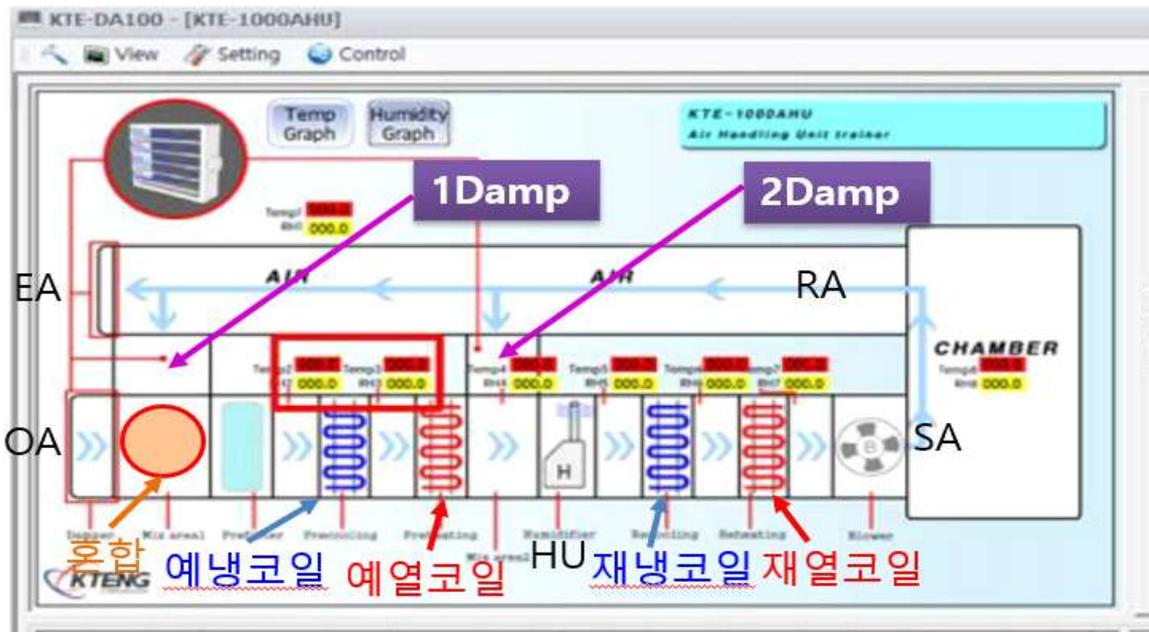


그림.1 덕트 구성도

(3) 운전 조건

- ① 냉매 증발 압력 : $1.9\text{kg/cm}^2\text{G}$ (T_e : -15°C)
- ② 냉매 응축 압력 : $11\text{kg/cm}^2\text{G}$ (T_c : 30°C)
- ③ 압축기 흡입가스 온도 (ΔT) : 5°C
- ④ 팽창 밸브 직전 냉매 온도 : 25°C
- ⑤ 공조실 온도설정 : 15°C , 편차 : 2°C
- ⑥ 취출 공기 온도 : 10°C 설정 (Compressor 정지 기동)

(4) 운전 순서

- ① 바나나 잭으로 회로를 구성한다.
- ② Dry bulb temp. controller의 설정온도를 15°C 로 맞춘다.
- ③ 가습장치의 수조에는 물이 충분한지를 확인한다
- ④ Heating Coil부의 전기히터 및 냉각부 Cooling Coil의 작동 시에는 반드시 Blower가 가동되어야 한다.
- ⑤ N.F.B를 on 한다.
- ⑥ T/S.W를 on 하여 Dx-coil 및 공기조화기를 운전한다.
- ⑦ 예냉 Cooling Coil에서 예냉된 공기가 혼합되어 냉각 Cooling Coil에서 재냉 된다.
- ⑧ 각 상태점을 측정한다.

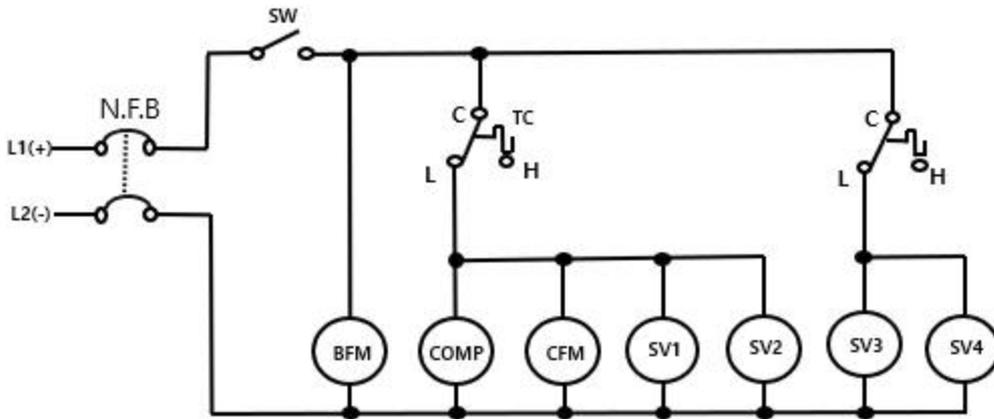


그림.2 예냉->혼합->냉각 운전 회로도

L1, L2 : Line Voltage	SW : Switch
N.F.B : No fuse circuit breaker	CFM : Condenser Fan Motor
COMP : Compressor Motor	BFM : Blower Fan Motor
SV1 : Solenoid Valve1	TC1 : Temp. Controller1
SV2 : Solenoid Valve2	TC2 : Temp. Controller2

(5) 회로도 구성 방법

- ① “POWER M” GND OUT PUT 와 TERMINAL BASE M “BMF” “-”단자와 연결 한다.
- ② 계속 “BFM” “-”단자와 “COMP”“-”단자, “CFM”“-”단자, “SV1”“-” 단자, “SV2” “-”단자, “SV3”“-”단자, “SV4”“-”단자와 연결한다.
- ③ “BFM” “+”단자와 “Precooling”“COM”단자와 연결하고 “L” 단자에서 “COMP” “+”단자, “CFM”“+”단자, “SV1”“+” 단자, “SV2”“+”단자와 연결한다.
- ④ “Precooling”“COM”단자와 “Recooling”“COM” 단자와 연결하고 “L”단자에서 “SV3” “+” 단자, “SV4” “+” 단자로 연결한다.
- ⑤ 디지털 온도.습도 스위치를 설정하고 토글스위치를 “on”하여 운전한다.

(6) 측정 및 운전 방법

- ① 가동 시 송풍기(Blower Fan)은 덕트 내에 공기가 순환할 수 있도록 항상 작동시킨다.
- ② 송풍기(Blower Fan)는 다양한 부하 실험이 가능하도록 송풍팬의 속도 조절기를 부착하여 팬 속도를 제어할 수 있다.
- ③ 챔버는 공기조화 실험이 가능하도록 내부에 온도와 습도센서가 부착되어 있다.
- ④ 챔버 내에 온도센서와 습도센서를 통하여 혼합, 예냉, 혼합, 재냉의 작동을 수행한다.
- ⑤ 기동 전에 각 상태점의 온도를 기록하고 최초 기동 시 기동전류를 측정하고 운전 전류도 측정 기록한다.
- ⑥ 설정 온도까지 계속 운전하면서 매 1sec 마다 Program 온도 Sheet에 예시된 각 상태점의 온도를 측정 기록한다.

- ⑦ 증발 온도(압력) : 설정 온도(공조실)보다 15°C 정도 낮게 설정한다.
- ⑧ 운전 회로 : 공조실 온도 자동 운전 회로로 구성한다.
- ⑨ 응축팬 제어 : 응축 온도 자동 운전 회로로 구성한다.

[예냉->혼합->냉각 운전 회로도 적용]

- ① 회로도 1을 참고하여 전원 회로를 구성한다.
- ② 장치 덕트 1 Damp를 “Open”한다.
- ③ 장치 덕트 2 Damp를 “Close”한다.
- ④ OA(급기)30%와 EA(배기)30%, RA(환기)70%비율로 Damp 개도를 제어한다.
- ⑤ 이 때 냉각장치는 냉동기가 작동하며 설정 온도제어로 운전을 제어한다.
- ⑥ 실내 온도, 압력, 습도변화는 프로그램의 데이터 저장파일에 실시간 저장된다.
- ⑦ 데이터는 저장된 파일의 수치 변화를 실시간 비교 분석하여 공조장치의 실험 결과를 파악 할 수 있다.

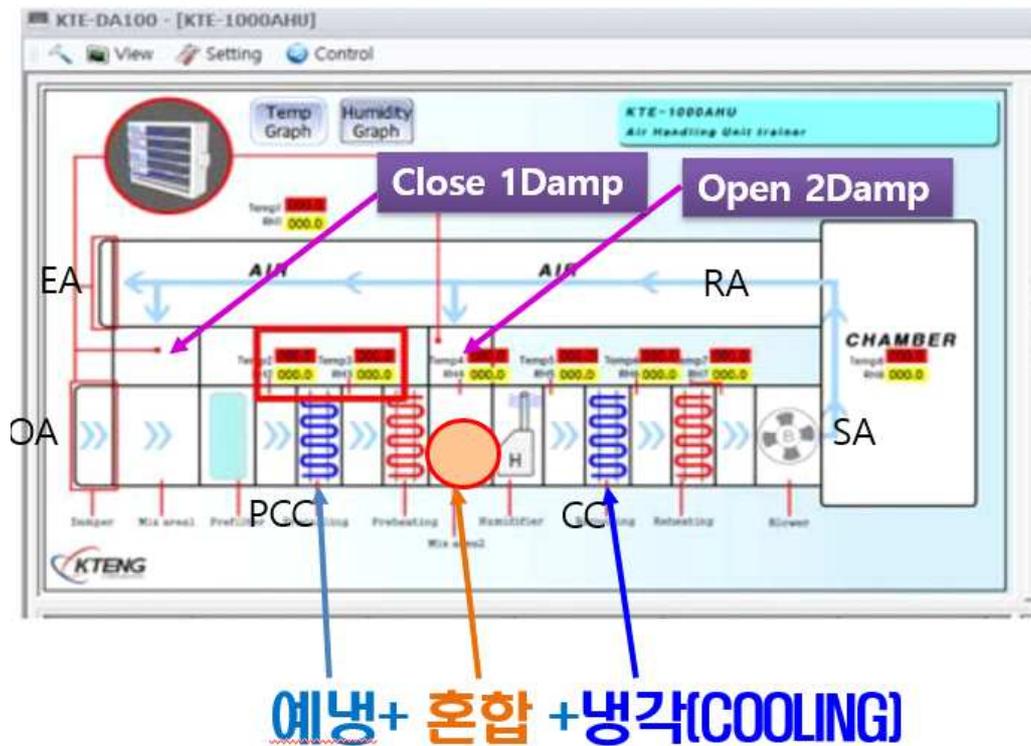


그림.3 예냉->혼합->냉각 운전

[해석] 표 3 예냉 → 혼합 → 냉각상태의 습공기선도 변화

상태	건구온도	상대습도	절대습도	엔탈피
1 → 3	하락	상승	하락	하락
2 → 4	상승	상승	상승	상승
3 → 4	하락	하락	하락	하락
4 → 6	하락	상승	하락	하락

예냉+혼합+냉각(COOLING)

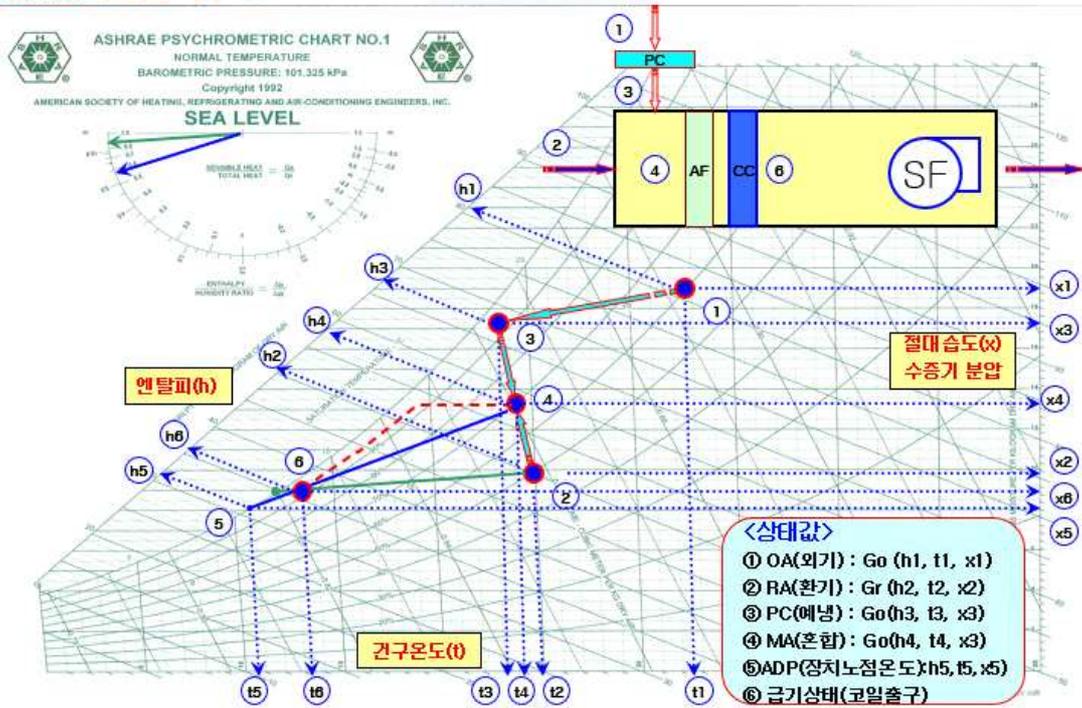


그림.4 예냉->혼합->냉각 습공기선도

(10) 성능 검증 방법

공조실(Room)의 온도를 15°C로 설정하고 시스템을 운전하면서 Dx-Coil 의 공기 입구 측과 출구 측의 온도차를 측정하고 풍량을 측정하여 공기 냉각부하와 Dx-Coil 시스템의 부하를 비교 검토 한다.

<공조 시스템>

그림.7 혼합 → 냉각 선도에서 각 상태별 위치의 값을 대입 성능을 확인한다.

A. 혼합공기 4의 엔탈피(h_3) : [kJ/kg]

$$h_4 = \frac{v_1 h_1 + v_2 h_2}{v_1 + v_2} = [kJ/kg]$$

여기서 v_1 : OA공기량[kg/h], v_2 : RA공기량[kg/h]

$$h_3 = (\quad) = (\quad) [kJ/kg]$$

B. 혼합공기 4의 절대습도(x_3) : [kg/kg']

$$x_4 = \frac{v_1 x_1 + v_2 x_2}{v_1 + v_2} = [kg/k'g]$$

여기서 v_1 : OA공기량[kg/h], v_2 : RA공기량[kg/h]

$$h_3 = (\quad) = (\quad) [kg/kg']$$

C. 혼합공기 4의 온도(t_3) : [°C]

$$t_4 = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2}{v_1 + v_2} = [°C]$$

여기서 v_1 : OA공기량[kg/h], v_2 : RA공기량[kg/h]

$$h_3 = (\quad) = (\quad) [°C]$$

D. 4에서 6까지 냉각되는데 필요한 열량(q_c) : [kW]

$$q_c = G(h_4 - h_6) = [kW]$$

여기서 G : 공기량[kg/h]

$$q_c = (\quad) \times (\quad) = (\quad) [kW]$$

E. 냉각 코일에서 제거되는 수분량(L) : [kg/h]

$$L = G(x_4 - x_6) = [kg/h]$$

$$L = (\quad) \times (\quad) = (\quad) [kg/h]$$

F. 예냉 시 엔탈피 변화량은(q_h) : [kW],[kJ/kg]

$$q_h = G(h_1 - h_3) = [kJ/h]$$

$$q_h = (\quad) \times (\quad) = (\quad) [kW],[kJ/kg]$$

G. 냉각 시 엔탈피 변화량은(q_h) : [kW],[kJ/kg]

$$q_h = G(h_4 - h_6) = [kJ/h]$$

$$q_h = (\quad) \times (\quad) = (\quad) [kW],[kJ/kg]$$

H. SHF(현열비) (SHF) :

$$SHF = \frac{\text{현열}}{\text{현열} + \text{잠열}} = \frac{q_t}{q_t + q_L} = \frac{(\quad)}{(\quad) + (\quad)} = (\quad)$$

여기서 q_t : 현열, q_L : 잠열

<냉동 시스템>

A. 압축기의 압축일에 상당하는 열당량(AW) : [kJ/kg]

$$\begin{aligned} AW &= \text{압축기 출구 냉매의 엔탈피}(h_2) - \text{압축기 입구 냉매 엔탈피}(h_1) \\ &= (\quad) \text{kJ/kg} - (\quad) \text{kJ/kg} \\ &= (\quad) \text{kJ/kg} \end{aligned}$$

B. 응축기에서 방출하는 열량(q_c) : [kJ/kg]

$$\begin{aligned} Q_c &= \text{응축기 입구 냉매의 엔탈피}(h_2) - \text{응축기 출구 엔탈피}(h_3) \\ &= (\quad) \text{kJ/kg} - (\quad) \text{kJ/kg} \\ &= (\quad) \text{kJ/kg} \end{aligned}$$

C. 증발기의 냉동량(냉동효과 q_e) : [kJ/kg]

$$\begin{aligned} r &= \text{증발기 출구 가스 냉매의 엔탈피}(h_1) - \text{팽창밸브 직전 냉매액의 엔탈피}(h_{4,5}) \\ &= (\quad) \text{kJ/kg} - (\quad) \text{kJ/kg} \\ &= (\quad) \text{kJ/kg} \end{aligned}$$

D. 증발잠열(LH) : kJ/kg

$$\begin{aligned} LH &= \text{증발기 출구 가스 냉매 엔탈피}(h_6) - \text{증발온도선상의 포화액점의 엔탈피}(h_{\text{포액}}) \\ &= (\quad) \text{kJ/kg} - (\quad) \text{kJ/kg} \\ &= (\quad) \text{kJ/kg} \end{aligned}$$

E. 후레쉬 가스 발생량(F) : kJ/kg

$$\begin{aligned} F &= \text{증발기 입구 냉매의 엔탈피}(h_{4,5}) - \text{증발온도 선상의 포화액점의 엔탈피}(h_{\text{포액}}) \\ &= (\quad) \text{kJ/kg} - (\quad) \text{kJ/kg} \end{aligned}$$

F. 건조도 (X) :

$$\begin{aligned} X &= \text{후레쉬 가스량}(F) / \text{증발잠열}(LH) \\ &= (\quad) \text{kJ/kg} / (\quad) \text{kJ/kg} \\ &= (\quad) \end{aligned}$$

G. 냉매 순환량(G) : kg/h

$$G = 3320 \text{ kcal/h} / \text{냉동효과}(q_e) \text{ kcal/kg} = (\quad) \text{kg/h}$$

H. 압축기 흡입가스(냉매증기)의 체적(V) : [m³/h]

$$\begin{aligned} V &= \text{냉매 순환량}(G) \text{ kg/h} \times \text{압축기흡입증기의 비체적}(v) \text{ m}^3/\text{kg} \\ &= G \cdot v = (\quad) \text{kg/h} \times (\quad) \text{m}^3/\text{kg} = (\quad) \text{m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

I. 압축비

$$= \text{토출 압력(절대압력)} / \text{흡입 압력(절대압력)}$$

$$= (\quad) \text{ kg/cm}^2 / (\quad) \text{ kg/cm}^2 = (\quad)$$

J. 압축기의 소요일의 열당량 : kJ/h

$$= \text{냉매 순환량G(kg/h)} \times \text{압축 일량AW(kJ/kg)}$$

$$= (\quad) \text{ kg/h} \times (\quad) \text{ kJ/kg}$$

$$= (\quad) \text{ kJ/h}$$

K. 압축기의 소요동력(HP, Kw) : 1kw=860kcal/h , 1hp=632kcal/h

$$= \text{소요일의 열당량(kJ/h)} / 860 \text{ kcal/h} = (\quad) \text{ kw}$$

$$= \text{소요일의 열당량(kJ/h)} / 632 \text{ kcal/h} = (\quad) \text{ hp}$$

L. 이론적인 성적 계수 (COP) : Coefficient of Performance

$$= \text{압축 일량에 대한 냉동효과}$$

$$= \frac{\text{냉동효과}(q_e)}{\text{압축일량}(AW)} = \frac{(\quad) \text{ kJ/kg}}{(\quad) \text{ kJ/kg}} = (\quad)$$

M. 냉동능력(시간당) : RT = 3320kcal/h = 3320 x 4.186 = kJ/h

$$= \text{냉동효과}(q_e) \times \text{냉매 순환량(G)} \div 3320 \text{ kcal/h}$$

$$= (\quad) \text{ kJ/kg} \times (\quad) \text{ kg/h} \div 3320 \text{ kcal/h}$$

$$= (\quad) \text{ RT}$$

※ 1냉동톤(RT) : 0°C의 물 1ton을 24시간에 0°C의 얼음이 되게 하는 능력(열량)

$$= \frac{\text{얼음의 응고잠열}(79.68 \text{ kcal/kg}) \times 1000 \text{ kg}}{24 \text{ hour}} = 3320 \text{ kcal/h}$$

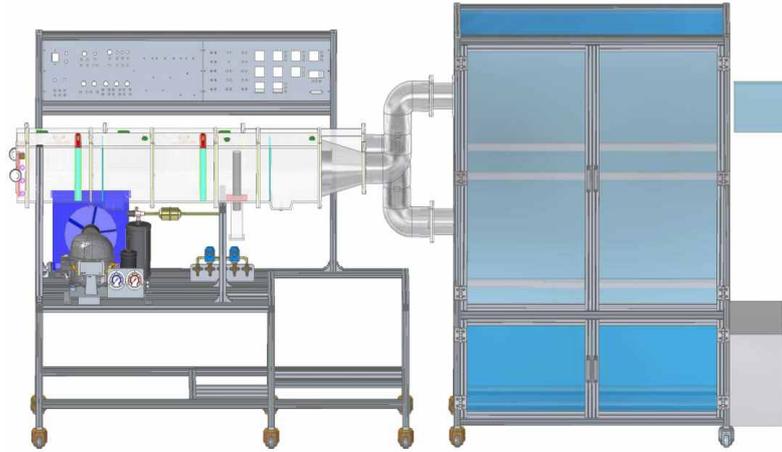
$$= 3320 \times 4.186 = 13,897.52 \text{ [kJ/h]}$$

※ 단위환산

1kw=860kcal/h , 1hp=632kcal/h

1kcal/h = 4.186 kJ/h

1kW = 860 x 4.186 = 3,600 kJ



스마트팜 환경제어 실험장비(KTE-1000SF)

· 요구사항

1. 스마트팜 환경제어 실험장비(KTE-1000SF)를 준비하고 간단한 운전.점검 한다.
2. 실험장치, 공구, 재료를 사용하여 바나나 잭으로 회로를 구성하여 운전한다.
3. 관련 회로의 동작을 이해하고 설명한다.
 - (1) 스위치(PB, TS)의 on, off할 때 동작되는 과정을 설명한다.
 - (2) 혼합공기를 만들기 위해 RA용 템퍼와 OA용 템퍼를 조정한다.
 - (3) RA와 OA의 풍량을 측정한다.
 - (4) 냉각 제어용 온도 스위치를 설정하고 셋팅한다.
4. 운전 중 온도분포를 분석하고 전기적인 점검을 실시한다.
5. 위 실험 데이터 값은 절대적인 실험 데이터 값이 아닌, 교육기관에서 실습 및 실험을 수행하기 위한 참고 자료이다.

		평가항목	배점	득점	비고			
평가기준	작품평가 (70점)	공기 조화의 냉각 시스템 이해	20					
		바나나 잭 사용 회로 구성 동작	20					
		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	4-8. 혼합 냉각 바이패스(By-Pass) 공기조화 시스템 실험			소요시간
목 표	① 혼합 냉각 바이패스(By-Pass) 공기조화 시스템의 실험할 수 있다. ② 혼합 냉각 바이패스(By-Pass) 공조시스템의 회로 구성을 통해 실험을 수행하고 습공기선도를 분석 할 수 있다. ③ 실험 수행 후 성능 검증 방법을 토의한다.			
사 용 장 비		공구 및 재료명	규 격	수량
· 스마트팜 환경제어 실험장비(KTE-1000SF)		· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175mm · 150mm · 0.5~6mm ² · 300A 600V	1 1 1 조별1
제 어 회 로 도				
1. 공기조화 시스템 사양 (1) 냉각부 ① Compressor - Capacity : R-22, 3/4 HP, 중온용 - 전기 사양 : 단상 220V, 60 Hz, 16W - Control Box 포함 : 릴레이, 컨덴서 내장 ② Pressure guage - High side : 1~35kg/cm ² - Low side : 30inHg~15kg/cm ² ③ Condenser - Model : IS-4425 YSB - Surface Area : 47m ² (12step× 4row× 345EL× 3/8") - 응축열량 : 1175kcal/h - 냉매 접속관 3/8" in/out) - Fan & motor : 220V, 60Hz, 0.47A ④ Expansion valve - Capacity Range : 0.5 ~ 1.5 tons - Te : 0°F(-10°C) - Press. Drop : 125psig - Capacity : 1.48ton ⑤ Pre/Re Cooler - Fin & Tube : 2.5M/M× 3/8"× 7Step× 3Row× 165EL - Surface Area : 1.5m ²				

(2) 공기 조화 덕트 구성

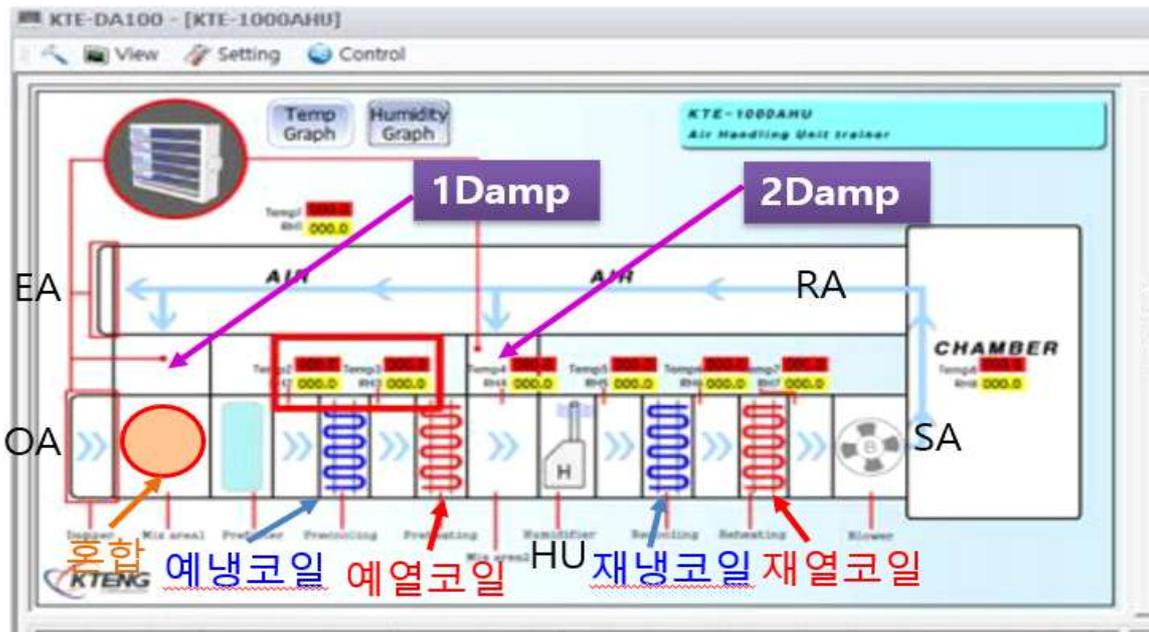


그림.1 덕트 구성도

(3) 운전 조건

- ① 냉매 증발 압력 : $1.9\text{kg/cm}^2\text{G}$ (Te : -15°C)
- ② 냉매 응축 압력 : $11\text{kg/cm}^2\text{G}$ (Tc : 30°C)
- ③ 압축기 흡입가스 온도 (ΔT) : 5°C
- ④ 팽창 밸브 직전 냉매 온도 : 25°C
- ⑤ 공조실 온도설정 : 26°C , 편차 : 2°C
- ⑥ 취출 공기 온도 : 19°C 설정 (Compressor 정지 기동)
- ⑦ 외부온도 : 32°C (하기)

(4) 운전 순서

- ① 바나나 잭으로 회로를 구성한다.
- ② Dry bulb temp. controller의 설정온도를 15°C 로 맞춘다.
- ③ 가습장치의 수조에는 물이 충분한지를 확인한다
- ④ 가열부의 전기히터 및 냉각부가 작동 시에는 반드시 Blower가 가동되어야 한다.
- ⑤ N.F.B를 on 한다.
- ⑥ T/S.W를 on 하여 Dx-coil 및 공기조화기를 운전한다.
- ⑦ 공조장치의 덕트부 2Damper를 "Open(개도 30%)하여 운전한다.
- ⑧ 각 상태점을 측정한다.

(5) 측정 및 운전 방법

- ① 가동 시 송풍기(Blower Fan)은 덕트 내에 공기가 순환할 수 있도록 항상 작동시킨다.
- ② 송풍기(Blower Fan)는 다양한 부하 실험이 가능하도록 송풍팬의 속도 조절기를 부착하여 팬 속도를 제어할 수 있다.
- ③ 챔버는 공기조화 실험이 가능하도록 내부에 온도와 습도센서가 부착되어 있다.
- ④ 챔버 내에 온도센서와 습도센서를 통하여 혼합, 예냉, 혼합, 재냉의 작동을 수행한다.
- ⑤ 기동 전에 각 상태점의 온도를 기록하고 최초 기동 시 기동전류를 측정하고 운전 전류도 측정 기록한다.
- ⑥ 설정 온도까지 계속 운전하면서 매 1sec 마다 Program 온도 Sheet에 예시된 각 상태점의 온도를 측정 기록한다.
- ⑦ 증발 온도(압력) : 설정 온도(공조실)보다 15°C 정도 낮게 설정한다.
- ⑧ 운전 회로 : 공조실 온도 자동 운전 회로로 구성한다.
- ⑨ 응축팬 제어 : 응축 온도 자동 운전 회로로 구성한다.

[혼합->냉각->바이패스(By-Pass) 운전 회로도 적용]

- ① 회로도 1을 참고하여 전원 회로를 구성한다.
- ② 장치 덕트 1 Damp를 “Open”한다.
- ③ 장치 덕트 2 Damp를 “Close”한다.
- ④ OA(급기)20%와 EA(배기)20%, RA(환기)80%비율로 Damp 개도를 제어한다.
- ⑤ 이 때 냉각장치는 냉동기가 작동하며 설정 온도제어로 운전을 제어한다.
- ⑥ 실내 온도, 압력, 습도변화는 프로그램의 데이터 저장파일에 실시간 저장된다.
- ⑦ 데이터는 저장된 파일의 수치 변화를 실시간 비교 분석하여 공조장치의 실험 결과를 파악 할 수 있다.

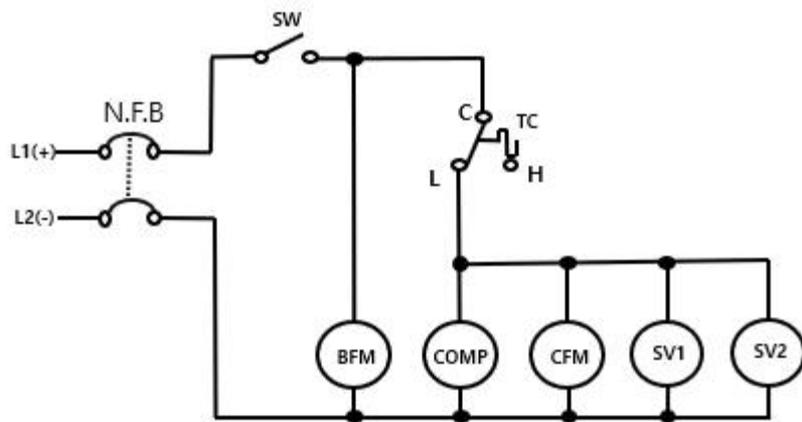


그림.2 혼합->냉각->바이패스 운전 회로도

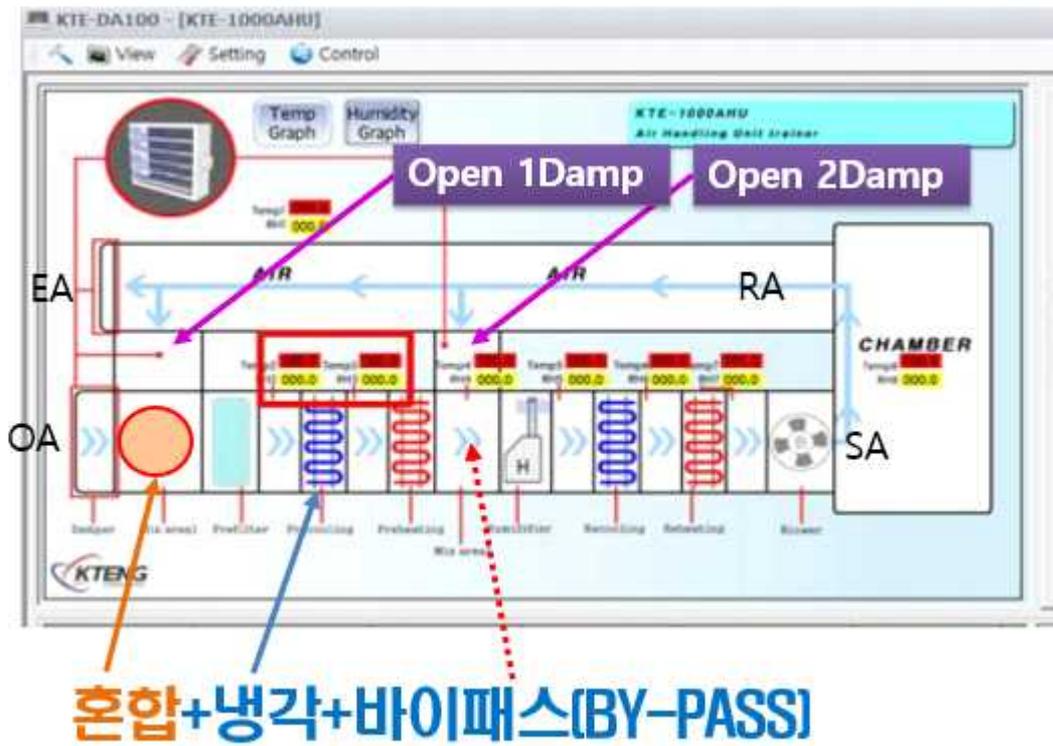


그림. 3 혼합->냉각->바이패스(By-Pass) 운전

[데이터 저장 파일 내용 : 예]

표 1 데이터 저장파일

	°C	kPa	kPa	%	%							
2022-06-22 14:47	32.8	16.7	12.3	13.9	15.9	12.5	13.9	20	3.6	1.5	54.5	88.4
2022-06-22 14:51	32.9	19.9	20.2	20	19.7	18	19.1	18.4	3.6	2.3	54.5	89.6
2022-06-22 14:55	32.7	15.5	9.6	10.2	13	2	4	9.5	3.8	1.2	53	44.6
2022-06-22 15:00	32.9	13	6.7	6.8	10.2	-1	0.6	6.4	3.8	1	52	38.5
2022-06-22 15:05	32	11.3	5.8	5.8	9	-4	-1	4.6	3.8	0.9	51.7	38.3
2022-06-22 15:10	32	10.6	5	4.9	7.8	-6.1	-1.7	3.6	3.8	0.9	51.5	37.9
2022-06-22 15:11	32.4	10.1	5	4.8	7.6	-6.6	-2.2	3.4	3.9	0.8	51.5	37.7
2022-06-22 15:11	32.4	10.1	5	4.8	7.6	-6.6	-2.2	3.4	3.9	0.8	51.5	37.7

표 3 혼합->냉각->바이패스(By-Pass) 운전시의 공기 상태 변화

상태	건구온도	상대습도	절대습도	엔탈피
1 → 3				
2 → 3				
3 → 5				
5 → 6				

※ 혼합->냉각 습공기 선도에서 각 상태 변화를 기록하시오.

(8) 성능 검증 방법

공조실(Room)의 온도를 32°C로 설정하고 시스템을 운전하면서 Dx-Coil 의 공기 입구 측과 출구 측의 온도차를 측정하고 By-Pass 풍량에 의한 온도를 측정하여 공기 냉각부하와 Dx-Coil 시스템의 부하를 비교 검토 한다.

<공조 시스템>

그림.6 혼합 → 냉각 → By-Pass 공기선도에서 각 상태별 위치의 값을 대입 성능을 확인 한다.

A. 혼합공기 3의 엔탈피(h_3) : [kJ/kg]

$$h_3 = \frac{v_1 h_1 + v_2 h_2}{v_1 + v_2} = [kJ/kg]$$

여기서 v_1 : OA공기량[kg/h], v_2 : RA공기량[kg/h]

$$h_3 = (\quad) = (\quad) [kJ/kg]$$

B. 혼합공기 3의 절대습도(x_3) : [kg/kg']

$$x_3 = \frac{v_1 x_1 + v_2 x_2}{v_1 + v_2} = [kg/k'g]$$

여기서 v_1 : OA공기량[kg/h], v_2 : RA공기량[kg/h]

$$h_3 = (\quad) = (\quad) [kg/kg']$$

C. 혼합공기 3의 온도(t_3) : [°C]

$$t_3 = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2}{v_1 + v_2} = [°C]$$

여기서 v_1 : OA공기량[kg/h], v_2 : RA공기량[kg/h]

$$h_3 = (\quad) = (\quad) [°C]$$

D. 냉각 코일에서 제거되는 수분량(L) : [kg/h]

$$L = G(x_3 - x_5) = [kg/h]$$

$$L = (\quad) \times (\quad) = (\quad) [kg/h]$$

E. 냉각 시 엔탈피 변화량은(q_h) : [kW],[kJ/kg]

$$q_h = G(h_3 - h_5) = [kg/h]$$

$$q_h = (\quad) \times (\quad) = (\quad) [kW],[kJ/kg]$$

<냉동 시스템>

A. 압축기의 압축일에 상당하는 열당량(AW) : [kJ/kg]

$$AW = \text{압축기 출구 냉매의 엔탈피}(h_2) - \text{압축기 입구 냉매 엔탈피}(h_1)$$

$$= (\quad) kJ/kg - (\quad) kJ/kg$$

$$= (\quad) kJ/kg$$

B. 응축기에서 방출하는 열량(q_c) : [kJ/kg]

$$Q_c = \text{응축기 입구 냉매의 엔탈피}(h_2) - \text{응축기 출구 엔탈피}(h_3)$$

$$= (\quad) kJ/kg - (\quad) kJ/kg$$

$$= (\quad) kJ/kg$$

C. 증발기의 냉동량(냉동효과 q_e) : [kJ/kg]

$$r = \text{증발기 출구 가스 냉매의 엔탈피}(h_1) - \text{팽창밸브 직전 냉매액의 엔탈피}(h_{4,5})$$

$$= (\quad) kJ/kg - (\quad) kJ/kg$$

$$= (\quad) kJ/kg$$

D. 증발잠열(LH) : kJ/kg

$$LH = \text{증발기 출구 가스 냉매 엔탈피}(h_6) - \text{증발온도 선상의 포화액점의 엔탈피}(h_{\text{포액}})$$

$$= (\quad) kJ/kg - (\quad) kJ/kg$$

$$= (\quad) kJ/kg$$

E. 후레쉬 가스 발생량(F) : kJ/kg

$$F = \text{증발기 입구 냉매의 엔탈피}(h_{4,5}) - \text{증발온도 선상의 포화액점의 엔탈피}(h_{\text{포액}})$$

$$= (\quad) kJ/kg - (\quad) kJ/kg$$

F. 건조도 (X) :

$$X = \text{후레쉬 가스량}(F) / \text{증발잠열}(LH)$$

$$= (\quad) kJ/kg / (\quad) kJ/kg$$

$$= (\quad)$$

G. 냉매 순환량(G) : kg/h

$$G = 3320 \text{ kcal/h} / \text{냉동효과}(q_e) \text{ kcal/kg} = (\quad) \text{ kg/h}$$

H. 압축기 흡입가스(냉매증기)의 체적(V) : [m³/h]

$$V = \text{냉매 순환량}(G) \text{ kg/h} \times \text{압축기흡입증기의 비체적}(v) \text{ m}^3/\text{kg} \\ = G \cdot v = (\quad) \text{ kg/h} \times (\quad) \text{ m}^3/\text{kg} = (\quad) \text{ m}^3/\text{h}$$

I. 압축비

$$= \text{토출 압력(절대압력)} / \text{흡입 압력(절대압력)} \\ = (\quad) \text{ kg/cm}^2 / (\quad) \text{ kg/cm}^2 = (\quad)$$

J. 압축기의 소요일의 열당량 : kJ/h

$$= \text{냉매 순환량}(G) \text{ (kg/h)} \times \text{압축 일량}(AW) \text{ (kJ/kg)} \\ = (\quad) \text{ kg/h} \times (\quad) \text{ kJ/kg} \\ = (\quad) \text{ kJ/h}$$

K. 압축기의 소요동력(HP, Kw) : 1kw=860kcal/h , 1hp=632kcal/h

$$= \text{소요일의 열당량(kJ/h)} / 860 \text{ kcal/h} = (\quad) \text{ kw} \\ = \text{소요일의 열당량(kJ/h)} / 632 \text{ kcal/h} = (\quad) \text{ hp}$$

L. 이론적인 성적 계수 (COP) : Coefficient of Performance

$$= \text{압축 일량에 대한 냉동효과} \\ = \frac{\text{냉동효과}(q_e)}{\text{압축일량}(AW)} = \frac{(\quad) \text{ kJ/kg}}{(\quad) \text{ kJ/kg}} = (\quad)$$

M. 냉동능력(시간당) : RT = 3320kcal/h = 3320 x 4.186 = kJ/h

$$= \text{냉동효과}(q_e) \times \text{냉매 순환량}(G) \div 3320 \text{ kcal/h} \\ = (\quad) \text{ kJ/kg} \times (\quad) \text{ kg/h} \div 3320 \text{ kcal/h} \\ = (\quad) \text{ RT}$$

※ 1냉동톤(RT) : 0°C의 물 1ton을 24시간에 0°C의 얼음이 되게 하는 능력(열량)

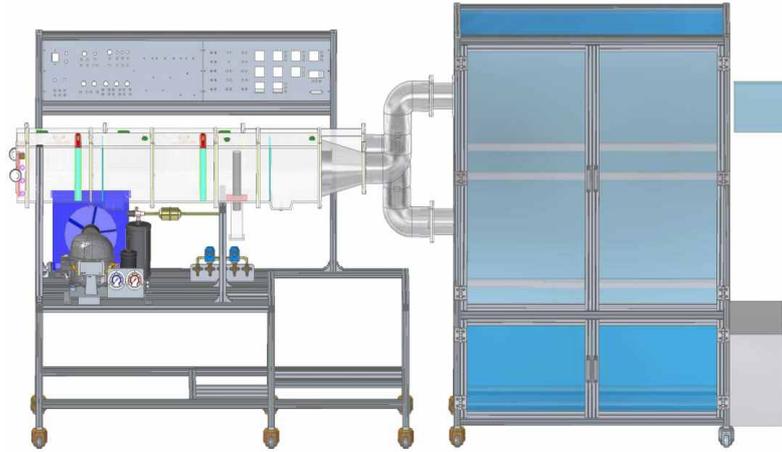
$$= \frac{\text{얼음의 응고잠열}(79.68 \text{ kcal/kg}) \times 1000 \text{ kg}}{24 \text{ hour}} = 3320 \text{ kcal/h} \\ = 3320 \times 4.186 = 13,897.52 \text{ [kJ/h]}$$

※ 단위환산

$$1 \text{ kw} = 860 \text{ kcal/h} , 1 \text{ hp} = 632 \text{ kcal/h}$$

$$1 \text{ kcal/h} = 4.186 \text{ kJ/h}$$

$$1 \text{ kW} = 860 \times 4.186 = 3,600 \text{ kJ}$$



스마트팜 환경제어 실험장비(KTE-1000SF)

· 요구사항

1. 스마트팜 환경제어 실험장비(KTE-1000SF)를 준비하고 간단한 운전.점검 한다.
2. 실험장치, 공구, 재료를 사용하여 바나나 잼으로 회로를 구성하여 운전한다.
3. 관련 회로의 동작을 이해하고 설명한다.
 - (1) 스위치(PB, TS)의 on, off할 때 동작되는 과정을 설명한다.
 - (2) 혼합공기를 만들기 위해 RA용 템퍼와 OA용 템퍼를 조정한다.
 - (3) RA와 OA의 풍량을 측정한다.
 - (4) 냉각 제어용 온도 스위치를 설정하고 셋팅한다.
4. 운전 중 온도분포를 분석하고 전기적인 점검을 실시한다.
5. 위 실험 데이터 값은 절대적인 실험 데이터 값이 아닌, 교육기관에서 실습 및 실험을 수행하기 위한 참고 자료이다.

		평가항목	배점	득점	비고			
평가기준	작품평가 (70점)	공기 조화의 냉각 시스템 이해	20					
		바나나 잼 사용 회로 구성 동작	20					
		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	4-9. 예열 혼합 가습(순환수) 가열 공기조화 시스템 실험			소요시간
목 표	① 공기조화기의 외부영입공기와 내부에서 순환되는 공기를 혼합한 후 가열하여 혼합공기의 온.습도 변화실험을 할 수 있다. ② 공기조화의 이론적 배경을 설명하고, 간단한 회로 구성을 통해 실험을 수행한다. ③ 실험 수행 후 성능 검증 방법을 토의한다.			
사 용 장 비		공구 및 재료명	규 격	수량
· 스마트팜 환경제어 실험장비(KTE-1000SF)		· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175mm · 150mm · 0.5~6mm2 · 300A 600V	1 1 1 조별1
제 어 회 로 도				
1. 공기조화 시스템 사양 (1) 가열부 ① Pre/Re heater - Type : "M" - Capacity : AC 220V× 1phase× 1kw ② Blower & Motor - Type : Axial Fan (propeller type) - Power : AC220V× 60hz× 1phase - Fan & Motor : 12CMM× 225Ø × 1550RPM (2) 가습부 ① Pump for a humidity - Type : 수중 펌프 - Head : 1000mm - Max Head : 2500mm - Max Capacity : 16 ℓ /min - Min Capacity : 13 ℓ /min - Power : Ac220V× 60hz× 30w× 1phase ② Heater for Humidify water - Type : 전기식 - Capacity : AC220V× 1phase× 1.5kw				

(3) 공기 조화 덕트 구성

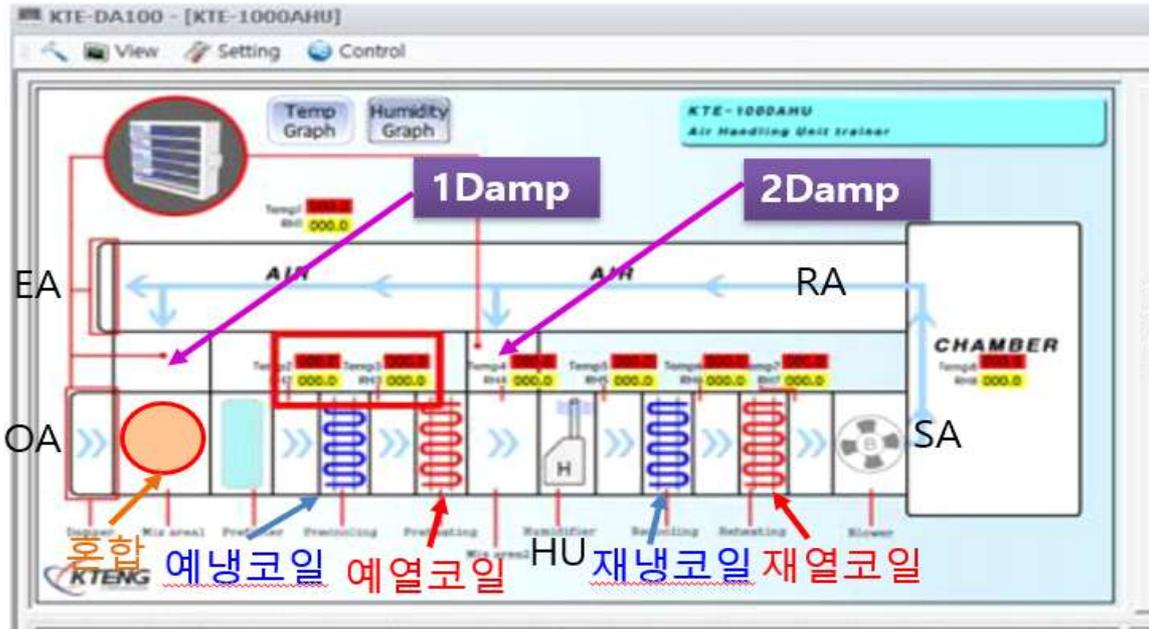


그림.1 덕트 구성도

(5) 운전 조건

- ① 냉매 증발 압력 : $1.9\text{kg/cm}^2\text{G}$ (T_e : -15°C)
- ② 냉매 응축 압력 : $11\text{kg/cm}^2\text{G}$ (T_c : 30°C)
- ③ 압축기 흡입가스 온도 (ΔT) : 5°C
- ④ 팽창 밸브 직전 냉매 온도 : 25°C
- ⑤ 공조챔버실 온도설정 : 22°C , 편차 : 2°C
- ⑥ 취출 공기 온도 : 28°C 설정 (Heater 정지 기동)

(6) 운전 순서

- ① 바나나 잭으로 회로를 구성한다.
- ② Dry bulb temp. controller의 설정온도를 15°C 로 맞춘다.
- ③ 가습장치의 수조에는 물이 충분한지를 확인한다
- ④ 가열부의 전기히터 및 냉각부가 작동 시에는 반드시 Blower가 가동되어야 한다.
- ⑤ N.F.B를 on 한다.
- ⑥ T/S.W를 on 하여 Dx-coil 및 공기조화기를 운전한다.
- ⑦ 각 상태점을 측정한다.

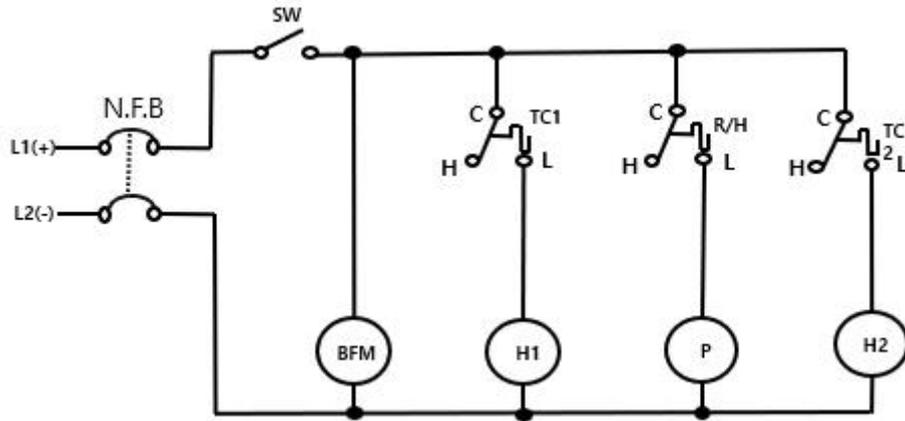


그림.2 예열->혼합->가습->가열 운전 회로도

L1, L2 : Line Voltage

SW : Switch

N.F.B : No fuse circuit breaker

P : Pump

TC1 : Temp. Controller1

BFM : Blower Fan Motor

TC2 : Temp. Controller2

H1 : Heater1

R/H : Relative Humidifier

H2 : Heater2

(7). 회로도 구성 방법

- ① “POWER M” GND OUT PUT 와 TERMINAL BASE M “BMF” “-” 단자와 연결 한다.
- ② 계속 “BFM” “-” 단자에서 “HEATER 1” “-” 단자, “PUMP” “-” 단자, “HEATER 2” “-” 단자와 연결하여 “-” 단자쪽의 구성을 완료한다.
- ③ “POWER M” DC 24V OUT PUT 단자와 S.W MODULE “TOGGLE S.W” 의 “C” 접점과 연결하고 “a” 접점으로부터 BFM “-” 단자와 연결한다.
- ④ “BFM” “+” 단자에서 “THERMO METER M” 의 “Preheating” “COM” 단자와 연결하고 “H” 단자로부터 “HEATER 1” “+” 단자로 연결한다.
- ⑤ “Preheating” “COM” 단자와 “Relative Humidify” “COM” 단자와 연결하고 “H” 단자로부터 “PUMP” “+” 단자로 연결한다.
- ⑥ “Relative Humidify” “COM” 단자와 “Reheating” “COM” 단자를 연결하고 “H” 단자로부터 “Heater 2” “+” 단자로 연결한다.
- ⑦ 디지털 온도·습도 스위치를 설정한 후에 토글스위치를 “on”하여 공기 혼합, 예열, 순환수 분무, 가열 운전한다.

(7) 측정 및 운전 방법

- ① 가동 시 송풍기(Blower Fan)은 덕트 내에 공기가 순환할 수 있도록 항상 작동시킨다.
- ② 송풍기(Blower Fan)는 다양한 부하 실험이 가능하도록 송풍팬의 속도 조절기를 부착하여 팬 속도를 제어할 수 있다.
- ③ 챔버는 공기조화 실험이 가능하도록 내부에 온도와 습도센서가 부착되어 있다.
- ④ 챔버 내에 온도센서와 습도센서를 통하여 예열 혼합, 가습, 가열의 작동을 수행한다.
- ⑤ 기동 전에 각 상태점의 온도를 기록하고 최초 기동 시 기동전류를 측정하고 운전 전류도 측정 기록한다.
- ⑥ 설정 온도까지 계속 운전하면서 매 1sec 마다 Program 온도 Sheet에 예시된 각 상태점의 온도를 측정 기록한다.
- ⑦ 운전 회로 : 공조실 온도 자동 운전 회로로 구성한다.
- ⑧ 공조실 습도는 습도조절기의 자동제어 회로로 구성한다.
- ⑨ 예열히터는 공조실 온도 자동 운전 회로로 구성한다.
- ⑩ 가열히터는 공조실 온도 자동 운전 회로로 구성한다.

[혼합->냉각 운전 회로도 1을 적용]

- ① 회로도를 참고하여 전원 회로를 구성한다.
- ② 장치 덕트 1 Damp를 “Close”한다.
- ③ 장치 덕트 2 Damp를 “Open”한다.
- ④ OA(급기)10%와 EA(배기)10%, RA(환기)90%비율로 Damp 개도를 제어한다.
- ⑤ 이 때 냉각장치는 냉동기가 작동하며 설정 온도제어로 운전을 제어한다.
- ⑥ 실내 온도, 압력, 습도변화는 프로그램의 데이터 저장파일에 실시간 저장된다.
- ⑦ 데이터는 저장된 파일의 수치 변화를 실시간 비교 분석하여 공조장치의 실험 결과를 파악 할 수 있다

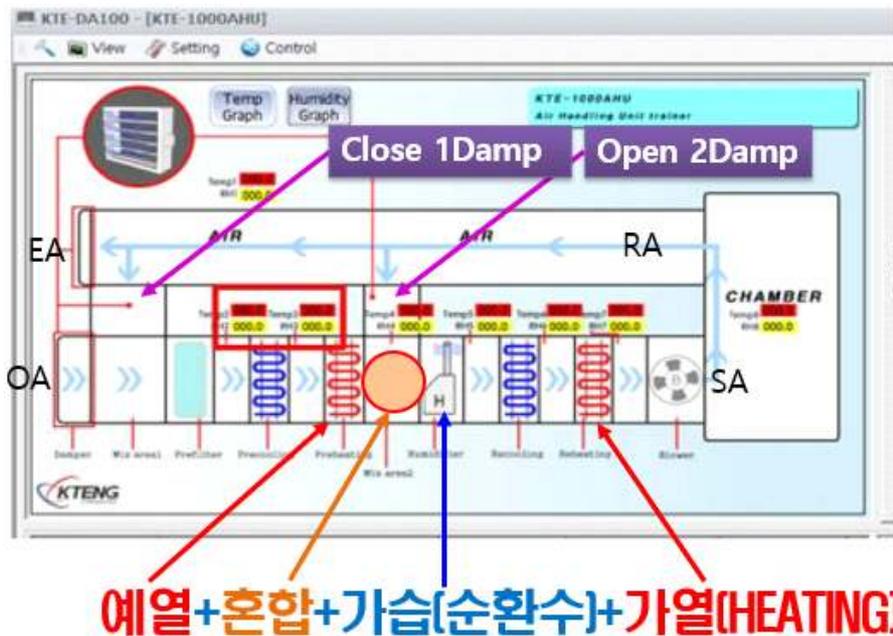


그림.3 예열->혼합->가습->가열 운전

(8) 예열->혼합->가습->가열

OA : 외기도입공기 RA : 실내리턴공기
 HC : 가열코일 PHC : 예열코일

- 1 → 2 외부 도입 공기가 예열되는 과정이다.
- 2 → 4 ← 3 외부 도입되어 예열된 공기와 실내의 리턴 공기 혼합되는 과정이다.
- 4 → 5 혼합된 공기를 가습하는 과정이다.
- 5 → 6 가습된 공기가 가열하는 과정이다

예열+혼합+가습(순환수)+가열(HEATING)

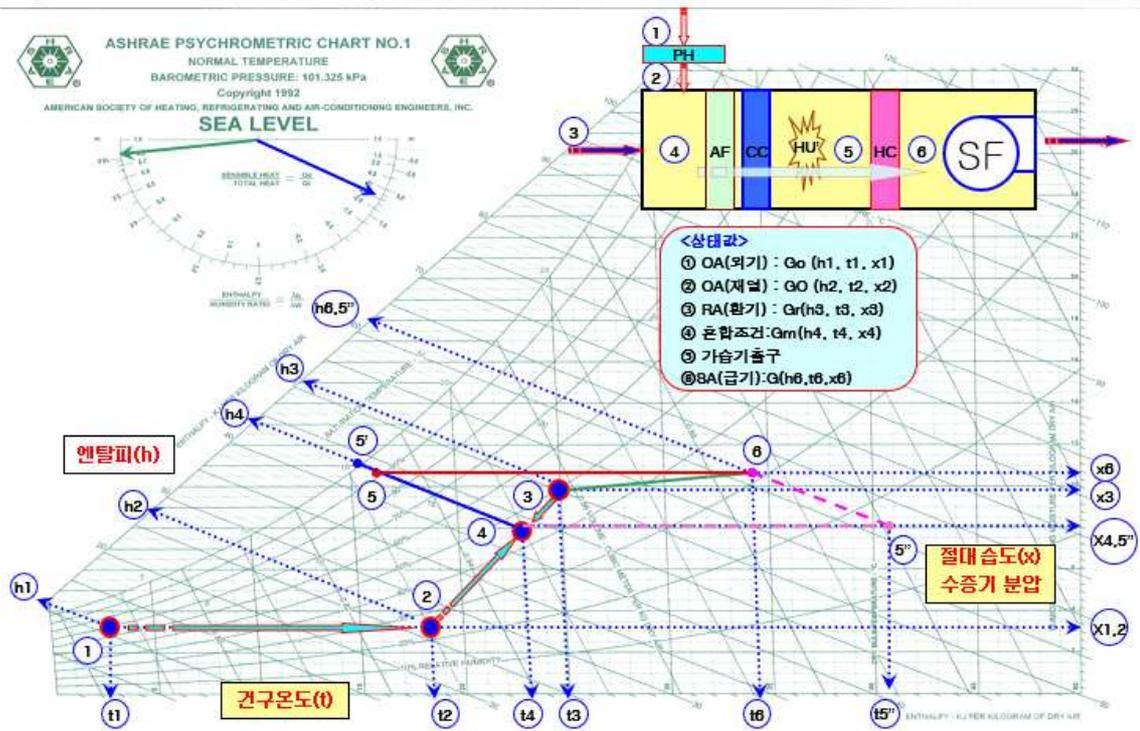


그림.7 예열->혼합->가습->가열 습공기 선도

표 3 예열->혼합->가습->가열된 공기 상태 변화(Sheet)

상태	건구온도	상대습도	절대습도	엔탈피
1 → 2				
2 → 4				
3 → 4				
4 → 5				
5 → 6				

※ 혼합->냉각 습공기 선도에서 각 상태 변화를 기록하시오.

[해석] 표 3 예열->혼합->가습->가열된 공기 상태 변화(Sheet)

상태	건구온도	상대습도	절대습도	엔탈피
1 → 2	상승	상승	변화무	상승
2 → 4	상승	하락	상승	상승
3 → 4	하락	상승	하락	하락
4 → 5	하락	상승	상승	변화무
5 → 6	상승	하락	변화무	상승

(9) 성능 검증 방법

공조실(Room)의 온도를 22°C로 설정하고 시스템을 운전하면서 Preheating-Coil 의 공기 입구 측과 출구 측의 온도차를 측정하고 혼합된 공기를 가습한 후 재열부하인 Heating-Coil 시스템의 부하를 비교 검토 한다.

<공조 시스템>

그림.7 예열->혼합->가습->가열 선도에서 각 상태별 위치의 값을 대입 성능을 확인한다.

A. 혼합공기 4의 엔탈피(h_4) : [kJ/kg]

$$h_4 = \frac{v_1 h_1 + v_2 h_2}{v_1 + v_2} = [kJ/kg]$$

여기서 v_1 : OA공기량[kg/h], v_2 : RA공기량[kg/h]

$$h_4 = (\quad) = (\quad) [kJ/kg]$$

B. 혼합공기 4의 절대습도(x_4) : [kg/kg']

$$x_4 = \frac{v_1 x_1 + v_2 x_2}{v_1 + v_2} = [kg/kg']$$

여기서 v_1 : OA공기량[kg/h], v_2 : RA공기량[kg/h]

$$h_4 = (\quad) = (\quad) [kg/kg']$$

C. 혼합공기 4의 온도(t_4) : [°C]

$$t_4 = \frac{v_1 t_1 + v_2 t_2}{v_1 + v_2} = [°C]$$

여기서 v_1 : OA공기량[kg/h], v_2 : RA공기량[kg/h]

$$h_4 = (\quad) = (\quad) [°C]$$

D. 1에서 2까지 예열되는데 필요한 열량(q_h) : [kW]

$$q_h = G(h_2 - h_1) = [kW]$$

여기서 G : 공기량[kg/h]

$$q_c = (\quad) \times (\quad) = (\quad) [kW]$$

E. 가습기에서 가습되는 수분량(L) : [kg/h]

$$L = G(x_5 - x_4) = [kg/h]$$

$$L = (\quad) \times (\quad) = (\quad) [kg/h]$$

F. 가열 시 엔탈피 변화량(q_{rh}) : [kW],[kJ/kg]

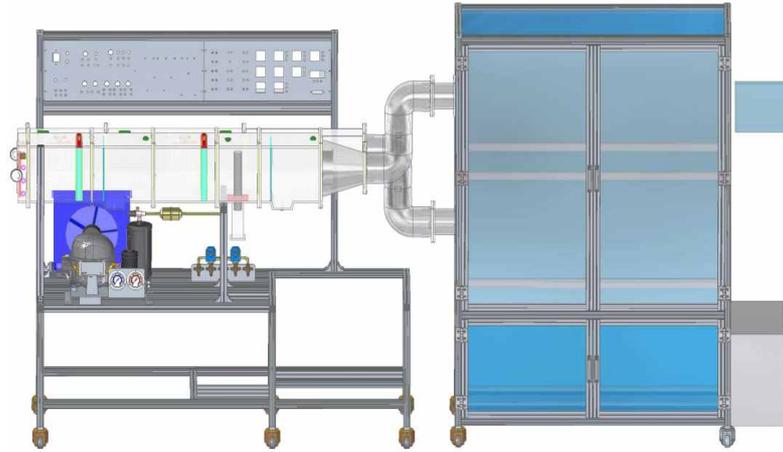
$$q_{rh} = G(h_6 - h_5) = [kg/h]$$

$$q_h = (\quad) \times (\quad) = (\quad) [kW],[kJ/kg]$$

G. SHF(현열비) (SHF) :

$$SHF = \frac{\text{현열}}{\text{현열} + \text{잠열}} = \frac{q_t}{q_t + q_L} = \frac{(\quad)}{(\quad) + (\quad)} = (\quad)$$

여기서 q_t : 현열, q_L : 잠열



스마트팜 환경제어 실험장비(KTE-1000SF)

· 요구사항

1. 스마트팜 환경제어 실험장비(KTE-1000SF)를 준비하고 간단한 운전.점검 한다.
2. 실험장치, 공구, 재료를 사용하여 바나나 잭으로 회로를 구성하여 운전한다.
3. 관련 회로의 동작을 이해하고 설명한다.
 - (1) 스위치(PB, TS)의 on, off할 때 동작되는 과정을 설명한다.
 - (2) 혼합공기를 만들기 위해 RA용 템퍼와 OA용 템퍼를 조정한다.
 - (3) RA와 OA의 풍량을 측정한다.
 - (4) 냉각 제어용 온도 스위치를 설정하고 셋팅한다.
4. 운전 중 온도분포를 분석하고 전기적인 점검을 실시한다.
5. 위 실험 데이터 값은 절대적인 실험 데이터 값이 아닌, 교육기관에서 실습 및 실험을 수행하기 위한 참고 자료이다.

		평가항목	배점	득점	비고			
평가기준	작품평가 (70점)	공기 조화의 냉각 시스템 이해	20					
		바나나 잭 사용 회로 구성 동작	20					
		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

◎ 장비 사용 시 주의사항

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.

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.

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.)

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.

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