

세 부 규 격 서

번호	1	품명	스마트 전기기기 실습장비	신청학과		전기과	
		설치장소	한길관 E0218 (전동기제어실습실)	수량	5 System	단위	System

가. Features (특징)

1. 교육을 목적으로 한 실험·실습장 이여야 한다. (회전기기 - 1/4 hp로 설계)
2. 전동기·발전기류는 실제 플랜트에서 쓰이는 대형기계의 특성(속도, 토크, 기동, 부하등)을 그대로 갖추고 있으며 각 고정자를 비롯한 회전자, 콘덴서, 브러쉬, 슬립링등의 부품 소자들이 노출 부착되어 회로의 구성과 결선이 용이하며, 관련 부품의 기능과 동작상태를 쉽게 파악할 수 있어야 한다.
3. 모든 전동기·발전기의 회전기기들은 하우징의 전후부가 개방되어 내부회로의 구성 및 동작상태가 관찰이 용이하므로 학생들의 이해력을 도와 학습효과를 극대화 할 수 있어야 한다.
4. 직류 전동기/발전기는 직권, 분권 및 복권 구성이 가능하도록 전기자, 분권계자 직권계자 권선의 접속단자가 모듈 표면에 설계되어 직류 전동기/발전기에서 직권, 분권, 복권 구성이 가능해야 한다.
5. 각 모듈들은 교육용 장비인 점을 고려하여 오결선·오동작으로 부터의 보호장치 장착되어 있어 기기 보호 기능이 가능해야 한다.
6. 제공되는 운용 소프트웨어는 윈도우 환경 하에서 작동하며, 프로그램 상에서 AC/DC 전압계, AC/DC 전류계 1Ø전력계, 3Ø전력계, 8채널 오실로스코프기능 등을 갖추어야 한다. 소프트웨어를 이용하여 사용자가 원하는 형태로 변형가능 할 수 있으며, 외부 신호 입력에 의해 전기 기기등을 제어 할 수 있도록 확장 가능 해야 한다.
7. 운용 소프트웨어를 이용하여 계측된 정보를 윈도우창에 디스플레이가 가능하며, 데이터를 저장하여 원하는 그래프를 그릴 수 있어야 한다.
8. 4-상한 동력계/전원공급장치의 토크, 속도 지시계는 디지털화하여 처리하도록 해야하며, 동력계는 4상한 제어를 할 수 있어야 한다.
9. 전원공급장치는 3 상 5선 스타결선방식으로 고정 가변직류전압, 고정 가변교류 (삼상, 단상) 전압공급이 가능하여야 하며, 고정 삼상 정격출력의 총전류 및 부하량까지 동시 측정이 가능하여야 한다.
10. 이 시스템은 전동기/발전기 분해조립이 가능하여 권선의 형태, 회전기의 형태 등을 관찰가능 해야 하며 전동기/발전기의 커플링은 타이밍 벨트로 연결하여 기기의 내부를 쉽게 파악할 있도록 특수하게 제작되어 있어야 한다.
11. 전동기/발전기까지 조립이 가능한 장비로써 별도의 장비 사용 없이 손으로 조립이 가능해야한다.
12. 학생들은 본 장비를 사용함으로써 전동기/발전기의 구조와 동작에 관한 Hands-on Experience를 익힐 수 있어야 한다.
13. 소프트웨어
 - 1) 동시에 최대 15개 메타를 디스플레이 할 수 있는 윈도우 창.
 - 2) 8개 메타를 동시에 동작시킬 수 있음.
 - 3) 모든 메타를 사용자가 원하는 범위로 디스플레이를 조절가능.
 - 4) 디스플레이 창을 사용자가 원하는 모양으로 변화가능.
 - 5) AC/DC 전류계, AC/DC 전압계, 1Ø 전력계, 3Ø전력계, 8-채널 오실로스코프, 토크-속도계 등의 여러 가지 메타를 디스플레이 할 수 있음.
 - 6) 측정 데이터를 저장하여 사용자가 원하는 그래프로 표현 할 수 있으며, 저장 데이터는 ASCII형태의 데이터로 변형 가능하여 사용자가 원하는 형태의 데이터로 변환이 가능.
 - 7) 오실로스코프는 동시에 8개의 파형을 디스플레이 할 수 있으며, 8개의 파형을 모두 다른 색으로 나타

낼 수 있어야 한다. 각각의 채널은 독립적인 수평선으로 제어 할 수 있으며, 자동적으로 범위를 조절 할 수 있어야 한다.

8) Time base와 trigger의 제어는 윈도우상에서 제어 할 수 있어야 한다.

14. 시뮬레이션 프로그램은 전기기기의 장비들을 화면상에 가상의 3D로 구축하여 실습할 수 있어야 하며, 마우스로 실제 모양의 장비를 배치하고 조작 및 제어할 수 있어야 한다.

15. 기존의 보유 장비와 호환 연계가 가능하여야 하며, 기존 스테이션에 장착되어 진동으로 인한 소음이 수업 진행에 방해되지 않아야 한다.

16. 모든 전기기기는 학생들이 운반하기에 적당한 크기인 (308(H)X291(H)X490(D)mm, 24kg)이하로 한다.

나. Specification (세부규격)

1. 직류 전동기/발전기 (DC Motor/Generator) : 5 ea

1) 직권, 분권 및 복권 구성이 가능하도록 전기자, 분권계자 직권계자 권선의 접속단자가 모듈 표면에 제공 됨.

2) 전동기 출력 : 175W

3) 발전기 출력 : 120W

4) 전부하 속도 : 1800RPM

5) 전부하 전동기 전류 : 2.8 A

6) 전부하 발전기 전류 : 1 A

7) Stator : Laminations - 4 Salient Poles

Stacking - 35mm

Turns per Coil - 79(Series), 950(Shunt)

Connections - Series(Series), Parallel(Shunt)

Wire Size - N_o. 19(Series), N_o. 29(Shunt)

Resistance - 1.7Ω(Series), 265Ω(Shunt)

8) DC Rotor : Laminations - 25 Slots

Stacking - 35mm

Commutator - 75 Segments

Poles - 4

Type of Winding - Wave

Turns per Coil - 16

Wire Size - N_o. 25

Coil Pitch - 1-7

Commutator Pitch - 1-38

Resistance (Rotor + Brushes) - 8Ω

9) 표면판 : 경화 투명수지 또는 플라스틱.

10) 전동기 속도조절, 발전기 출력조절용 분권계자저항보호 회로차단기가 모듈 표면에 제공됨.

11) 타이밍벨트를 결속할 수 있도록 샤프트부에 Geared Pulley 설치

2. 농형 유도전동기 (Squirrel Cage Induction Motor) : 2 ea

1) Delta 또는 Star결선 실습이 가능하도록 고정자권선 각 상의 접속단 모듈 표면에 제공됨.

2) 원동기에 의한 기동시에는 삼상비동기 발전기의 기능을 갖는다.

3) 타이밍 벨트가 체결될 수 있도록 Geared Pulley가 샤프트부에 설치됨

4) 출 력 : 175 W

5) 전부하 속도 : 1670 rpm

6) 전부하 전류 : 1.2 A

7) Stator : Laminations - 36 Slots

Stacking - 35mm

Poles : 4

Poles : 3

Phase Sequence : 1-2-3

Type of Winding : LAP

Coil Pitch : 1-8

Turns per Coil : 43

Connections : Series

Wire Size - N_o 24

Resistance - 12.5Ω/Phase

8) Squirrel Cage Rotor : Laminations - 45 Closed Slots

Stacking - 35mm

Aluminium Conductor Bars, Short-Circuiting

Endrings, and Cooling Fins Molded within The Laminations.

3. 권선형 유도전동기 (Wound Rotor Induction Motor) : 2 ea

1) Delta 또는 Star결선 실습이 가능하도록 고정자권선 각 상의 접속단자가 모듈 표면에 제공됨.

2) 권선형유도전동기, 이상기, 단상가변 커플링 변압기, 삼상변압기, Selsyn제어, 주파수 변환기 또는 비 동기형 유도발전기의 기능을 포함한다.

3) 삼상가감저항기를 이용한 속도제어 가능.

4) 내부관찰이 용이한 Cut away(전후부)된 벨하우징 구조.

5) 회전 속도계, 제동기, 프리징 스위치 및 관성휠을 직접 모듈표면에 노출되어 있는 Shaft 선단부에 접 착시킬 수 있는 구조.

6) 탐색코일을 통해 여러 위치에서의 자속 Distribution이 Osc.로 관찰됨.

7) 출 력 : 175 W

8) 전부하 속도 : 1500 rpm

9) 회전자 전압 : 104Vac 3-Phase

10) 전부하 전류 : 1.3 A

11) Stator : Laminations - 36 Slots

Stacking - 35mm

Poles - 4

Phases - 3

Phase Sequence - 1-2-3

Type of Winding - Lap

Coil Pitch - 1-8

Turns per Coil - 43

Connections - Series

Wire Size - N_o 24

Resistance - 12.5Ω/Phase

12) Three-Phase Wound-Rotor : Laminations - 24 Slots

Stacking - 35mm
Poles - 4
Phases - 3
Phase Sequence - 1-2-3
Type of Winding - Lap
Coil Pitch - 1-6
Turns per Coil - 33
Connections - Series-Star
Wire Size - N_o 23
Resistance - 3.9Ω/Phase

4. 동기기 (Synchronous Motor/Generator) : 2 ea

- 1) 산업용 대전력 동기기의 특징을 나타내기 위하여 농형댐퍼와 돌극권선을 갖춘 회전자로 장치.
- 2) 삼상동기콘덴서 또는 발전기의 기능이 포함됨.
- 3) 벨하우징의 전후부가 Cut away 되어 있어 내부동작상태 관찰이 용이.
- 4) 모듈표면판의 가변저항기 및 제어스위치와 연결된 슬립링과 브러쉬를 통하여 돌극(Salient Pole)권선에 가변직류여자가 공급됨.

- 5) 출 력 : 175 W
- 6) 회전자 유도전압 : 120 V
- 7) 속 도 : 1800 rpm
- 8) 전부하 전류 : 0.8A(M), 0.33A(G)

9) Stator : Laminations - 36 Slots

Stacking - 35mm
Poles - 4
Phases - 3
Phase Sequence - 1-2-3
Type of Winding - Lap
Coil Pitch - 1-8
Turns per Coil - 43
Connections - Series
Wire Size - N_o 24
Resistance - 12.5Ω/Phase

10) Synchronous Rotor : Laminations - 45 Closed Slots

Stacking - 35mm
Aluminium Conductors Bars.
Short-Circuiting Endrings. And Cooling Fins Molded
Within The Laminations.

* DC Inductor

Laminations - Cruciform
Stacking - 35mm
Poles - 4
Coils - 2
Turns per Coil - 1250
Connections - Series

Wire Size - N. 29

Resistance - 125Ω

5. 콘덴서 기동전동기 (Capacitor Start Motor) : 2 ea

- 1) 분상 전동기로도 사용이 가능하고 스위치, 기동권선 등의 접속 단자가 표면판에 부착됨.
- 2) 출 력 : 175 W
- 3) 전부하 속도 : 1715 RPM
- 4) 전부하 전류 : 4.6 A
- 5) 기동권선은 회로차단기에 의해서 과부하로부터 보호됨.
- 6) 타이밍벨트를 걸 수 있도록 샤프트부에 기어폴리 설치.
- 7) 벨하우징의 전후부는 내부가 관찰될 수 있도록 개방됨.

6. 콘덴서 운전전동기 (Capacitor Run Motor) : 2 ea

- 1) 여러가지 전동기의 연결구성이 가능하도록 권선의 접속단자가 표면판에 부착됨.
- 2) 출 력 : 175 W
- 3) 전부하 속도 : 1715 RPM
- 4) 전부하 전류 : 2.8 A
- 5) 타이밍벨트를 걸 수 있도록 샤프트부에 기어폴리가 설치됨.

7. 만능전동기 (Universal Motor) : 2 ea

- 1) 정류자 막대와 브러쉬가 외부에 노출됨.
- 2) 각 권선의 접속단자가 표면판에 부착됨.
- 3) 출 력 : 175 W
- 4) 전부하 속도 : 1800 RPM
- 5) 전부하 전류 : 3.0 A

8. 가변저항기 (Variable Resistance) : 2 ea

- 1) 저항기 : 9개
- 2) 21단계의 단상 가변부하를 나타낼 수 있도록 병렬 연결됨.
- 3) 평형, 불평형 삼상 델타 또는 스타부하를 나타낼 수 있도록 3개의 저항군으로 구성
- 4) 각 상은 0.1A씩 7 단계의 증가부하변환을 하여 총 21 단계의 등가부
- 5) 3개의 저항군에는 각각 2개씩의 4mm 바나나 소켓이 부착됨.
- 6) 각 부하는 토글 스위치로 단락시킨다.
- 7) Power : 252 W
- 8) Resistance : 57-3600 Ohms
- 9) 최대 전류(단상) : 2.1 A
- 10) 정 도 : 5 %

9. 가변 인덕턴스 (Variable Inductance) : 2 ea

- 1) 평형, 불평형 삼상델타 또는 스타부하를 나타낼 수 있도록 3개의 부하군으로 구성
- 2) 유도기(인덕터) : 9개
- 3) 21단계의 단상 가변부하 (0.1 A 씩)
- 4) 최대 전류(단상) : 2.1 A
- 5) 정밀도 : 5 %

10. 가변 콘덴서 (Variable Capacitance) : 2 ea

- 1) Capacitor : 9개
- 2) 21단계의 단상 가변부하 (0.1 A 씩)
- 3) 최대 전류(단상) : 2.1 A
- 4) Capacitance : 0.73-46.2 μ F

11. 단상 변압기 (Single Phase Transformer) : 2 ea

- 1) 3개의 개별 권선이 서로 1 차 또는 2 차 권선으로 사용됨.
- 2) 다양한 Tap 즉, 서로 다른 여러가지의 입력, 출력전압과 함께 사용됨.
- 3) 단권변압기의 특성실험 가능.
- 4) 변압기의 위상제어, 배전변압기, 개방 및 폐쇄 델타변압기 구성, 델타-델타, 스타-델타, 스타-스타, 델타-델타, 삼상-2상, 3상-6상, Zig-Zag의 변압기 결선실험이 가능.
- 5) 코일1 정격 : 120 Vac/0.5 A
- 6) 코일2 정격 : 208 Vac/0.3 A
- 7) 코일3 정격 : 120 Vac/0.5 A

12. 교류 전압계 (AC Voltmeter) : 1 ea

- 1) 삼상전압을 동시에 측정하기 위하여 3개의 65mm 판넬형 전압계로 구성.
- 2) 측정범위 : 0 - 100/250 V
- 3) 정 도 : 2 %

13. 단상 전력계 (Single Phase Wattmeter) : 1 ea

- 1) 최대전압 : 150 V
- 2) 최대전류 : 10 A
- 3) 정 도 : 2 %
- 4) 계기형식 : 100mm 판넬형
- 5) 측정범위 : 0 - 750 W

14. 전기동력계 (Electrodynamometer) : 11 ea

- 1) 회전자 : 농형회전자
- 2) 원동기와 타이밍벨트로 동력 결합
- 3) 고정자 계자의 자속크기를 변화시킬 수 있도록 가변리액터를 표면판에 설치
- 4) 선형스케일 크기 : 14 inch
- 5) 토오크 범위 : -0.3 to +3.0N.m
- 6) 속도 : 0 - 5000 rpm

15. 전기식 회전속도계 (Analog Tachometer) : 6 ea

- 1) 측정범위 : 0-2500 r/min
- 2) 회전방향 : cw/ccw
- 3) 발전기 출력 : Signal ; 7 Vdc/100 r/min, Impedance ; 12.5 kohms
- 4) 계기 출력 : Signal ; 2 Vdc/1000 r/min, Impedance ; 3.5 kohms

16. 4-상한 동력계/전원공급장치 (Four-Quadrant Dynamometer/Power Supply) : 1 ea

- 1) 동력계 마그네틱 토크 : 0 to 3 N@m (0 to 27 lbf@in)

- 2) 동력계 모드 Direction of Rotation : CW / CCW
- 3) 동력계 모드 속도 : 0 to 2500 r/min
- 4) 동력계 모드 Nominal Power : 350 W
- 5) 전원공급장치 직류전압 : 0 to ± 150 V
- 6) 전원공급장치 교류전압 (RMS) : 0 to 105 V
- 7) 전원공급장치 직류전류 : 0 to ± 5 A
- 8) 전원공급장치 교류전류(RMS) : 0 to 3.5 A
- 9) 전원공급장치 최대 출력 전원 : 500 W
- 10) 전원공급장치 교류 주파수 : 40 to 70 Hz
- 11) 디스플레이 (LCD) : 76 mm (3 in), monochrome, background illuminated, 240 x 160
- 12) 제어 입력 명령 입력전압 : 0 to ± 10 V
- 13) 제어 입력 써미스터 입력 : 10 k Ω , Lab-Volt type 1
- 14) 제어 출력 샤프트 엔코더 : Quadrature encoder (A-B) - 360
pulses/revolution - TTL compatible
- 15) 제어 출력 토크 대 전압비 : 0.3 N@m/V (2.655 lbf@in/V)
- 16) 제어 출력 속도 대 전압비 : 500 r/min/V
- 17) 통신 포트 : USB 2.0
- 18) 사용전원s : 120 V - 6 A - 60 Hz
- 19) 주 회로 차단기 : 10 A

17. 데이터취득운용 및 제어장치 (Data Acquisition Interface) : 2 ea

- 1) 절연전압 입력범위(Low/High Scales) : -80 to +80 V / -800 to +800 V
(소프트웨어를 이용한 사용 선택)
- 2) 절연전압 입력임피던스(Low/High Scales) : 326.6 k Ω / 3.25 M Ω
- 3) 절연전압 입력대역폭 : DC to 65 kHz (-3dB)
- 4) 절연전압 입력정밀도 : 1% (DC to 10 kHz)
- 5) 절연전압 입력절연 : 800 V
- 6) 절연전류 입력범위(Low/High Scales) : -4 to +4 A / -40 to +40 A
- 7) 절연전류 입력임피던스(Low/High Scales) : 50 m Ω / 5 m Ω
- 8) 절연전류 입력대역폭 : DC to 65 kHz (-3 dB)
- 9) 절연전류 입력정밀도 : 1% (dc to 10 kHz)
- 10) 절연전류 입력절연 : 800 V
- 11) 아날로그 입력전압범위 : -10 to +10 V
- 12) 아날로그 입력임피던스 : > 10 M Ω
- 13) 아날로그 입력대역폭 : DC to 125 kHz
- 14) 아날로그 입력측정파라미터 : 소프트웨어를 이용한 사용자 선택
- 15) 아날로그 입력 파라미터 대 전압비 : 소프트웨어를 이용한 사용자 결정
- 16) A/D 컨버터의 절연 아날로그 입력 타입 : 연속 근사
- 17) A/D 컨버터의 절연 아날로그 입력 응답 : 12 bits
- 18) A/D 컨버터의 절연 아날로그 입력 적분 비선형 : $< \pm 1.5$ LSB
- 19) A/D 컨버터의 절연 아날로그 입력 미분 비선형 : $< \pm 1$ LSB
- 20) A/D 컨버터의 절연 아날로그 입력 최대 샘플링비 : 600 ksamples/s
- 21) A/D 컨버터의 절연 아날로그 입력 FIFO 버퍼 사이즈 : 16 ksamples
- 22) 아날로그 출력전압범위 : -10 to +10 V

- 23) 아날로그 출력 동작부하임피던스 : $> 600 \Omega$ 컨버터의 아날로그 출력 타입
- 24) D/A 컨버터의 아날로그출력 타입 : Resistor string
- 25) D/A 컨버터의 아날로그출력 응답 : 12 bits
- 26) D/A 컨버터의 아날로그출력 적분 비선형 : $\leq \pm 8 \text{ LSB}$
- 27) D/A 컨버터의 아날로그출력 미분 비선형 : $-0.5 \text{ to } +0.7 \text{ LSB}$
- 28) 디지털 입력 타입 : Encoder(2 EA), Synchronization(1 EA)
- 29) 디지털 입력 신호레벨 : 0-5 V (TTL compatible)
- 30) 디지털 입력 최대 입력 주파수 : 50 kHz
- 31) 디지털 입력 임피던스 : 5 k Ω
- 32) 디지털 출력 타입 : 제어기 (6개의 DB9 컨넥터, 2개의 2-mm 바나나잭)
Synchronization (1개의 DB9 컨넥터)
- 33) 디지털 출력 신호 레벨 : 0-5 V (TTL compatible)
- 34) 디지털 출력 최대 출력 주파수 : 20 kHz (software limited)
- 35) 디지털 출력 임피던스 : 200 Ω
- 36) 컴퓨터 I/O 인터페이스 : USB 2.0 full speed via type-B receptacle
- 37) 동작전원 : 24 V - 0.4 A - 50/60 Hz
- 38) 약세사리 : 2-m USB 인터페이스 케이블(1 EA)
24-V 전원케이블(1 EA)
2-mm 바나나 플러그 테스트 리드선(3 EA)
DB9-컨넥터 제어 케이블(1 EA)
- 39) 멀티미터의 메터번호 : 18
- 40) 메터링 샘플링 윈도우 : 250 ms or user adjusted through software
(11.4 to 819 ms)
- 41) 메터링 샘플 주파수(each meter) : 7.68 kHz or user adjusted through software(1.25 kHz to 22.4 kHz)
- 42) 메터링 디스플레이 타입 : 디지털 또는 아날로그메터로 소프트웨어를 이용해 사용자가 선택
- 43) 오실로스코프 채널 : 8
- 44) 오실로스코프 수직 민감도 : 2 V/div. to 200 V/div.
- 45) 오실로스코프 시간축 : 0.1 ms/div. to 10 s/div.
- 46) 오실로스코프 샘플링 윈도우 : 20 x selected time base
- 47) 오실로스코프 샘플링 주파수 : 512 samples per measured parameter per
horizontal sweep, up to a maximum of 512 kHz
- 48) 위상 분석계 민감도 : 2 V/div. to 200 V/div., 0.05 A/div. to 5 A/div.
- 49) 위상 분석계 샘플링 윈도우 : software adjusted (2 ms to 614 ms)
- 50) 위상 분석계 샘플링 주파수(each phasor) : software adj. (10 kHz to 512 kHz)
- 51) 고조파 분석계 주파수 범위 : 1 Hz to 1400 Hz
- 52) 고조파 분석계 : 5 to 40, user selectable through software
- 53) 고조파 분석계 수직 스케일(상대적 스케일) : 0.1%/div. to 10%/div.
- 54) 고조파 분석계 수직 스케일(절대적 스케일) : 0.5 V/div. to 50 V/div. 0.01 A/div. to 1 A/div.
- 55) 고조파 분석계 수직 윈도우 : software adjusted (10 ms to 15 s)
- 56) 고조파 분석계 샘플링 주파수 : software adjusted (120 Hz to 180 kHz)
- 57) 초퍼/인버터 제어기 : 초퍼모드, 인버터모드
- 58) 초퍼/인버터 제어기 듀티 싸이클 : 0-100 %
- 59) 초퍼/인버터 제어기 스위칭 주파수 : 100 Hz to 20 kHz

다. Accessories(악세사리)

1. 악세사리 1세트
2. 매뉴얼 1부
3. Motor/Generator Simulation Program 1 카피
 - 1) 본 프로그램은 M/G 시뮬레이션 프로그램으로서, 기존의 모든 M/G 및 Load, Meter등을 사용자가 원하는 구성 및 수량대로 자유자재로 불러온 후 마우스의 클릭으로 시뮬레이션이 가능한 프로그램이다.
 - 2) 각각의 모듈들은 워크스테이션에서 생성할 수 있으며, 구성 및 세팅을 마우스의 클릭으로 동작
 - 3) 각각의 모듈을 결선하는 컨넥터는 색상을 자유자재로 수정할 수 있다.
 - 4) EMS 기기들은 타이밍벨트로 서로 커플링을 한다.
 - 5) 본 프로그램내에는 데이터 취득운용시스템이 구현되어 있으며, 모든 데이터 실시간으로 측정
 - 6) 프로그램상의 모든 장비는 줌인기능과 줌아웃기능이 지원된다.
 - 7) 프로그램상에는 가상의 전원공급장치가 구현되어 있다.
 - 8) 전압, 전류, 전력, 속도, 토크, 임피던스, 저항, 리액턴스, 주파수등을 측정할 수 있는 아날로그 및 디지털 디스플레이 메터가 지원된다.
 - 9) 프로그램상에는 측정된 기록을 이용한 데이터 테이블을 작성할 수 있다.
 - 10) 프로그램상에는 기록된 데이터를 이용해 그래프로 구현할 수 있다.
 - 11) 프로그램상에는 8-채널 오실로스코프가 지원되어 파형을 관찰할 수 있다.
 - 12) AC 신호의 위상을 관찰할 수 있다.
 - 13) 디스플레이된 스크린을 출력할 수 있다.
 - 14) 구성된 장비 및 파형에 대해 저장 및 불러오기가 가능하다.
 - 15) 교재는 동일한 내용의 국문과 영문이 제공되어야 한다.
 - 16) 본 프로그램에는 다음과 같은 구성 모듈들이 구현되어 있다.
 - (1) 전원공급장치
 - (2) 데이터 취득 운용 시스템
 - (3) 원동기/동력계
 - (4) 직류 전동기/발전기
 - (5) 4극 농형 유도전동기
 - (6) 동기 전동기/발전기
 - (7) 콘덴서 시동 전동기
 - (8) 만능전동기
 - (9) 단상 변압기
 - (10) 삼상 변압기
 - (11) 저항부하
 - (12) 유도부하
 - (13) 용량부하
 - (14) 동기검정기
 - 17) 본 프로그램으로 다음과 같은 학습내용을 실습해 볼 수 있어야 한다.
 - (1) 전기회로기술
Voltage, Current, Ohm's Law Equivalent Resistance Power in DC Circuits Series and Parallel Circuits
 - (2) 교류전류
The Sine Wave Phase Angle Instantaneous Power

- (3) 교류회로의 캐패시턴스
Capacitive Reactance, Equivalent Capacitance, Capacitive Phase Shift and Reactive Power
- (4) 교류회로의 인덕턴스
Inductive Reactance, Equivalent Inductance, Inductive Phase Shift and Reactive Power
- (5) 교류회로의 전력, 위상과 임피던스
Power in AC Circuits, Vectors and Phasors in Series AC Circuits
Vectors and Phasors in Parallel AC Circuits Impedance
- (6) 삼상회로
Balanced Three-Phase Circuits, Three-Phase Power Measurement
Phase Sequence
- (7) 단상변압기
Voltage and Current Ratios, Transformer Polarity, Transformer Regulation
- (8) 특수변압기결선
The Autotransformer, Transformers in Parallel, Distribution Transformers
- (9) 삼상변압기
Three-Phase Transformer Connections, Voltage and Current Relationships
The Open-Delta Connection
- (10) 회전기기의 기초
Prime Mover Operation, Dynamometer Operation
Motor Power, Losses, and Efficiency
- (11) 직류전동기/발전기
The Separately-Excited DC Motor, Separately-Excited, Series, Shunt, and Compound DC Motors, Separately-Excited, Shunt, and Compound DC Generators
- (12) 직류전동기의 특성
Armature Reaction and Saturation Effect
The Universal Motor
- (13) 유도전동기
The Three-Phase Squirrel-Cage Induction Motor
Eddy-Current Brakes and Asynchronous Generators
Effect of Voltage on the Characteristics of Induction Motors
Single-Phase Induction Motors
- (14) 동기전동기
The Three-Phase Synchronous Motor
Synchronous Motor Pull-Out Torque
- (15) 삼상동기발전기(교류기)
Synchronous Generator No-Load Operation
Voltage-Regulation Characteristics
Frequency and Voltage Regulation
Generator Synchronization

라. 기술전수교육

1. 교육장소 : 우리학교 지정장소
2. 교육기간 : 학과와 협의
3. 교육인원 : 협의 후 인원조정 가능
4. 교육시기 : 협의 후 결정
5. 소요경비 : 교재 및 제반 교육비용은 납품업체가 부담

마. 기 타

1. 설 치 : 납품 기일 내에 해당기관 실습장에 설치 완료하여야 한다.
2. 검 수 : 납품 후 검사 및 검수 요청하여야 하며, 검사 및 검수절차에 의해 검수를 필 하여야 한다.
3. 비 용 : 시운전 및 검수에 필요한 비용은 납품업체가 부담 한다.
4. 장비보증 : 납품된 장비의 무상 하자 보증기간은 1년으로 한다.
5. 사양에 언급하지 않은 사항은 공급업체의 표준사항에 준하며 동등이상의 물품 공급이 가능하다.