



전기 · 전자
전문 교과 교육과정



Contents

전기·전자 전문 교과 교육과정	1
1. 교과 교육과정의 목표와 구조, 편성·운영의 방향	1
1-1. 교과 교육과정의 목표	1
1-2. 교과 교육과정의 구조	2
1-3. 교과 교육과정 편성·운영의 방향	3

[과목별 교육과정]

전문 공통 과목

1. 성공적인 직업생활	4
--------------------	---

기초 과목

1. 전기 회로	11
2. 전기 기기	20
3. 전기 설비	28
4. 자동화 설비	38
5. 전기·전자 기초	46
6. 전자 회로	52
7. 전기·전자 측정	59
8. 디지털 논리 회로	65



Contents

실무 과목

1. 수력 발전 설비 운용	73
2. 화력 발전 설비 운용	82
3. 원자력 발전 설비 운용	100
4. 송변전 배전 설비 운용	116
5. 전기 기기 제작	136
6. 내선 공사	154
7. 외선 공사	177
8. 자동 제어 기기 제작	194
9. 자동 제어 시스템 운용	204
10. 전기 철도 시공 운용	224
11. 철도 신호 제어 시공 운용	248
12. 전자 부품 생산	261
13. 전자 부품 개발	270
14. 전자 기기 소프트웨어 개발	282
15. 전자 기기 개발	294
16. 정보 통신 기기 개발	315
17. 정보 통신 기기 소프트웨어 개발	326
18. 반도체 개발	334
19. 반도체 제조	344
20. 반도체 재료 제조	364
21. 디스플레이 생산	374
22. 디스플레이 장비 부품 개발	386
23. 로봇 하드웨어 개발	396
24. 로봇 소프트웨어 개발	413

전기·전자 전문 교과 교육과정

1. 교과 교육과정의 목표와 구조, 편성·운영의 방향

1-1. 교과 교육과정의 목표

전기·전자 산업 분야의 시장에서 우리나라는 강자로 군림해 오고 있다. 특히 반도체, 스마트폰, 디스플레이 장치, TV, 에어컨, 냉장고 등에서 기술을 선도해 나가고 있다. 그러나 이 분야만큼 기술 경쟁이 치열한 분야도 없다. 이러한 환경에서 살아남기 위해서는 끊임없는 기술 개발과 혁신이 필요하며, 이를 위해서는 연구·개발 기술자의 전문 지식과 산업 현장 생산 기술자의 숙련된 기능이 필요하다. 특히 기업에서는 그 어느 때보다도 창조성과 전문성은 물론 실험 및 체험을 통해 논리적인 문제 해결 능력을 갖춘 기술자가 필요한 실정이다.

전기·전자 분야는 기술의 복합화 추세에 따라 어느 한 분야의 뛰어난 전문 기술뿐만 아니라 그 주변 기술에도 어느 정도 정통할 만큼 복합 기술과 적응력을 갖춘 기술자를 필요로 하고 있다.

전기·전자 분야의 경력 개발은 분야에 따라 다르기는 하지만, 일반적으로 전기·전자 관련 초급 기술자로부터 관리자에 이르기까지 고등학교에서 배운 지식과 기술을 바탕으로 산업 현장에서 직무 능력을 갖추며 경력 개발을 하게 된다.

따라서 전기·전자 분야의 교육은 빠르게 변화하고 있는 산업 현장의 환경에 적용할 수 있는 실천적 직무 능력을 가지면서 담당 업무에 창의적이고 능동적으로 문제 해결력을 가진 기술인 양성을 목표로 한다.

이러한 목표를 달성하기 위하여 전기·전자 기술에 관한 기초 지식과 산업체에서 요구하는 직무 능력과 소양을 갖추도록 한다. 또 취업과 창업 등을 통하여 자아를 실현하고, 전문 분야에 종사하면서 전기·전자 산업의 발전에 기여할 수 있는 유능한 기술 인력을 양성하도록 한다.

전기·전자 교과의 교육과정은 해당 분야인 수력 발전 설비 운용, 화력 발전 설비 운용, 원자력 개발 발전 설비 운용, 송·변전·배전 설비 운용, 전기 기기 제작, 내선 공사, 외선 공사, 자동 제어 기기 제작, 자동 제어 시스템 운용, 전기 철도 시공 운용, 철도 신호 제어 시공 운용, 전자 부품 생산, 반도체 개발, 반도체 제조, 디스플레이 생산, 전자 기기 소프트웨어 개발, 전자 기기 기구,

정보 통신 기기 개발, 정보 통신 기기 소프트웨어 개발, 로봇 하드웨어 개발, 로봇 소프트웨어 개발 등에 관련된 산업 분야에서 현장 적응 능력이 우수한 기능 인력 양성에 초점을 두고 있다. 이를 위한 세부적인 목표는 다음과 같다.

- 가. 전기·전자에 관련된 기초 지식, 기술, 태도 역량을 강화하여 산업 현장의 직무를 수행할 수 있도록 한다.
- 나. 전기·전자 산업 분야의 직무 수행에 필요한 기술적 사고력과 문제 해결력을 기르도록 한다.
- 다. 전기·전자 산업 분야의 직무 수행에 필요한 직업윤리 의식과 평생 학습 능력을 함양한 기술인을 양성하여 국가의 산업 발전에 기여할 수 있도록 한다.

1-2. 교과 교육과정의 구조

구분	기준 학과	전문 공통 과목	기초 과목	실무 과목	인력 양성 유형(진로)
전기·전자 교과	전기과	성공적인 직업생활	전기 회로 전기 기기 전기 설비 자동화 설비 전기·전자 기초	수력 발전 설비 운용 화력 발전 설비 운용 원자력 발전 설비 운용 송변전 배전 설비 운용 전기 기기 제작 내선 공사 외선 공사 자동 제어 기기 제작 자동 제어 시스템 운용 전기 철도 시공 운용 철도 신호 제어 시공 운용	내선 공사 시공원 외선 공사 시공원 발전 장치 조작원 송·변전 배전 설비 조작원 전기·전자 제품 및 부품 제조원 전기·전자 설비 유지·보수원 전기 철도 시공원 전기 철도 유지·보수원
	전자과		전자 회로 전기·전자 측정 디지털 논리 회로* 공업일반* 기초제도*	전자 부품 생산 전자 부품 개발 전자 기기 소프트웨어 개발 전자 기기 개발 정보 통신 기기 개발 정보 통신 기기 소프트웨어 개발 반도체 개발 반도체 제조 반도체 재료 제조 디스플레이 생산 디스플레이 장비 부품 개발 로봇 하드웨어 개발 로봇 소프트웨어 개발	전기·전자 제품 및 부품 제조원 전기·전자 설비 유지·보수원 사무기기 설치 및 수리원 가전제품 설치 및 수리원 컴퓨터 설치 및 수리원
창의적 체험 활동	자유 활동, 동아리 활동, 봉사 활동, 진로 활동				
현장 실습	산업체 견학 → 산업체 체험 학습 → 현장 실습				

* 는 다른 교과군(또는 기준학과)에 편성된 과목임을 의미함.

1-3. 교과 교육과정 편성·운영의 방향

전기·전자 교과의 교육과정은 앞에서 제시한 인력 양성과 교육 목표를 구체적으로 구현하기 위하여 관련 산업 현장에서 기본적으로 필요로 하는 기초 지식을 함양하기 위한 기초 과목과 전문 기술을 습득하기 위한 실무 과목으로 구분하여 국가직무능력표준(NCS)을 기반으로 편성·운영 하도록 한다.

- 가. 전기·전자 분야의 직무를 효율적이고 창조적으로 수행하는 데 필요한 지식, 기술, 태도를 배양하도록 한다.
- 나. 기초 과목은 실무 과목을 학습하는 데 필요한 기본적인 지식과 기초 실습에 관련된 내용으로 구성하며 학생의 학력 수준과 학과 특성을 고려하여 내용을 구성한다.
- 다. 실무 과목은 NCS 능력단위의 내용을 기반으로 구성된 과목으로, 산업 현장의 직무를 수행하는데 필요한 내용으로 구성한다.
- 라. 학과별 인력 양성 유형을 구현하고 학생의 취업 역량을 제고할 수 있도록 교육과정을 구성하며, 필요에 따라 이 교과군의 교육과정에서 다루지 않은 국가직무능력표준(NCS)이나 타 교과(군)의 기초과목 및 실무과목도 검토하여 교육과정에 편성한다.

[전문 공통 과목]

1. 성공적인 직업생활

1. 성격 및 목표

가. 성격

‘성공적인 직업생활’은 교과군과 관계없이 선택할 수 있는 전문 공통 과목으로, 노동 시장에 성공적으로 이행하기 위해 고등학교 재학 중에 학습해야 할 필요가 있는 직업기초능력, 일과 산업의 이해, 취업과 창업, 산업 안전, 근로관계, 직업윤리 등을 학습하는 기초적인 성격의 과목이다. 따라서 ‘성공적인 직업생활’은 특성화 고등학교나 산업 수요 맞춤형 고등학교, 또는 전문 교과를 주로 교육하는 고등학교의 어느 학과에서나 편성할 수 있다.

나. 목표

미래의 직업생활에서 요구하는 기초적이고 실천적인 지식을 습득하고, 직업인으로서의 기본자세를 갖추어 성공적인 직업생활을 준비할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역	내용 영역 요소
일과 직업생활	<ul style="list-style-type: none">• 일과 직업의 가치• 직업생활의 의미• 생애 발달과 직업적 성공

내용 영역	내용 영역 요소
기업과 산업 활동	<ul style="list-style-type: none"> • 기업과 기업 활동 • 제조업과 제품 생산 활동 • 서비스업과 서비스 생산
직업 능력 개발과 평생 학습	<ul style="list-style-type: none"> • 직업기초능력의 종류와 향상 • 전공별 직무 수행 능력 탐색 • 경력 개발과 평생 학습의 의미
취업과 창업	<ul style="list-style-type: none"> • 합리적인 의사 결정과 취업 • 취업 계획 수립과 구직 활동 • 창업과 기업가 정신
근로관계와 산업 안전	<ul style="list-style-type: none"> • 근로관계와 법 • 고용 서비스와 사회 제도 • 산업 안전과 재해 예방 • 협력적인 노사 관계
직업윤리와 직업사회	<ul style="list-style-type: none"> • 사회 문제와 직업윤리 • 미래의 직업 사회

나. 영역별 성취기준

1) 일과 직업생활

가) 일과 직업의 가치

- 일과 직업의 의미를 설명할 수 있다.
- 일과 직업이 자신의 삶에서 어떠한 가치가 있는지 설명할 수 있다.

나) 직업생활의 의미

- 직업생활이 내용, 성격, 장소, 방식 등에 따라 다양한 모습으로 나타날 수 있음을 설명할 수 있다.
- 다양한 직업생활의 의미와 중요성을 개인적·사회적 측면에서 설명할 수 있다.

다) 생애 발달과 직업적 성공

- 생애 발달의 일반적인 과정과 특성을 설명할 수 있다.
- 생애 발달의 과정 속에서 직업적 성공을 위해 필요한 것을 설명할 수 있다.

2) 기업과 산업 활동

가) 기업과 기업 활동

- 기업의 의미와 특징을 설명할 수 있다.

- 기업의 종류를 이해하고, 형태별 특징을 설명할 수 있다.
- 기업 경영과 관련한 제반 활동을 이해하고, 이들 간의 관계를 설명할 수 있다.

나) 제조업과 제품 생산 활동

- 제조업의 의미와 특징에 대하여 설명할 수 있다.
- 제품의 생산 방식과 생산 체제를 설명할 수 있다.

다) 서비스업과 서비스 생산

- 서비스업의 의미와 특징에 대하여 설명할 수 있다.
- 서비스의 생산 방식과 생산 체제를 설명할 수 있다.

3) 직업 능력 개발과 평생 학습

가) 직업기초능력의 종류와 향상

- 직업기초능력의 개념을 설명할 수 있다.
- 직업기초능력의 종류를 파악하고 성공적인 직업생활에 미치는 영향을 설명할 수 있다.
- 미래의 성공적인 직업생활을 위한 효과적인 직업기초능력 향상 방법을 탐색할 수 있다.

나) 전공별 직무 수행 능력 탐색

- 직무 수행 능력의 개념과 의미를 설명할 수 있다.
- 전공별 요구되는 직무 수행 능력을 파악하고, 이를 향상시키기 위한 방법을 탐색할 수 있다.

다) 경력 개발과 평생 학습의 의미

- 직업 세계의 변화에 따른 경력 개발의 필요성과 의미를 설명할 수 있다.
- 전공별 경력 개발 경로를 탐색하고, 평생 학습의 의미와 중요성을 설명할 수 있다.

4) 취업과 창업

가) 합리적인 의사 결정과 취업

- 합리적인 의사 결정 방법을 통해 자신의 경력 개발 경로를 수립할 수 있다.
- 자신의 경력 개발 경로에서 취업의 의미를 설명할 수 있다.

나) 취업 계획 수립과 구직 활동

- 취업 계획을 수립하는 절차와 방법을 설명할 수 있다.
- 이력서 및 자기 소개서 작성, 면접 준비 등 효과적인 구직 활동을 위한 방법을 탐색하고 실천할 수 있다.

다) 창업과 기업가 정신

- 창업의 의미와 과정을 설명하고 창업의 조건과 다양한 사례를 탐색할 수 있다.
- 기업가 정신의 개념과 의미를 설명할 수 있다.

5) 근로관계와 산업 안전

가) 근로관계와 법

- 근로관계법의 종류와 기본 원리를 설명할 수 있다.
- 「근로기준법」에 따른 근로 계약 체결의 의미를 설명할 수 있다.
- 근로 계약 관계에서 권익의 침해와 차별에 대한 시정 방법을 설명할 수 있다.

나) 고용 서비스와 사회제도

- 고용 서비스의 의미와 중요성을 설명할 수 있다.
- 고용 보험 제도의 종류별 특징을 이해하고, 신청 절차를 설명할 수 있다.

다) 산업 안전과 재해 예방

- 안전사고의 형태와 원인을 알고 안전 수칙 및 사고형태별 안전 대책을 설명할 수 있다.
- 산업 재해의 개념을 알고 예방 원칙과 대책에 대해 설명할 수 있다.
- 산업 재해의 종류를 알고 산업 재해 처리 방법에 대해 설명할 수 있다.

라) 협력적인 노사 관계

- 노사 관계의 의미와 중요성을 설명할 수 있다.
- 노동조합과 사용자 단체의 역할과 사회적 책임을 설명할 수 있다.
- 상생의 노사 문화 형성의 중요성을 이해할 수 있다.

6) 직업윤리와 직업 사회

가) 사회문제와 직업윤리

- 급격한 사회 변동에서 발생하는 사회 문제에 따른 직업윤리의 중요성을 설명할 수 있다.
- 직업생활과 관련된 책임과 의무를 적극적으로 실천한 사례를 통해 윤리적 의사 결정의 중요성을 설명할 수 있다.
- 직업생활과 관련된 윤리적 쟁점들을 해결할 수 있는 개인 윤리적 방안과 사회 윤리적 방안을 탐구할 수 있다.

나) 미래의 직업 사회

- 최근의 직업 사회 변화 동향을 탐색할 수 있다.
- 미래 사회 변화의 특징을 이해하고, 이를 통해 미래의 직업생활을 전망할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 기본적인 개념과 원리를 바탕으로 변화하는 직업 세계를 이해할 수 있도록 한다. 직업기초 능력, 일과 산업의 이해, 산업 안전, 근로관계, 직업윤리 등을 학습하는 기초 과목이지만, 다양한 전공 학생들의 성취수준, 취업 희망 분야 및 교육 환경 등을 고려하여 기본적인 개념과 원리를 효율적으로 학습할 수 있도록 지도한다.
- 나. ‘일과 직업생활’ 영역에서는 학생이 희망하는 일과 직업생활의 의미를 이해할 수 있도록 다양한 직업 현장과 연계된 소재를 활용한다. 학생이 생각하는 직업적 성공을 이룬 사람과의 인터뷰, 사례 조사 등을 통해 자신의 삶에서 일과 직업적 성공이 무엇인지 탐색해 볼 수 있도록 지도한다.
- 다. ‘기업과 산업 활동’ 영역에서는 기업의 의미와 특징, 기업의 종류와 형태별 특징을 이해하고, 제조업과 서비스업의 특징과 생산 체제를 파악할 수 있도록 지도한다. 전공과 관련한 기업과 부서를 선택하여 견학이나 체험 활동 등을 통해 기업 경영과 관련한 제반 활동을 효율적으로 학습할 수 있도록 한다.
- 라. ‘직업 능력 개발과 평생 학습’ 영역에서는 학생이 몸으로 체득할 수 있도록 다양한 직업 현장과 연계된 소재를 활용하여 직업기초능력별 적용 및 향상 방법을 실습하도록 한다. 전공과 적합한 경력 개발 계획 설계를 통해 기업에서 요구하는 기본 소양을 갖추고 평생 학습의 의미와 중요성을 학습할 수 있도록 지도한다.
- 마. ‘취업과 창업’ 영역에서는 학생이 희망하는 기업의 구직 정보 등을 분석하고, 이에 기초한 자기소개서 및 이력서 작성, 면접 준비, 관련 직업 자격 탐색 등을 실습해 볼 수 있도록 지도한다. 창업의 다양한 사례를 통해 창업의 의미, 기업가 정신의 개념과 의미를 학습할 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘근로관계와 산업 안전’ 영역에서는 직업 현장에서 당면하게 되는 다양한 사례에 기초하여 근로관계법, 고용 서비스와 고용 보험 제도, 차별 시정 제도, 상생의 노사 문화 형성의 중요성을 효율적으로 학습할 수 있도록 지도한다. 산업별 안전사고의 특성과 예방 대책, 재해 예방을 위한 대책을 다양한 직업 현장의 사례를 통한 체득 중심의 활동에 중점을 두어 지도한다.
- 사. ‘직업윤리와 직업 사회’ 영역에서는 다양한 직업생활에서 당면하게 되는 다양한 윤리적 문제 상황을 설정하고, 이를 해결하기 위한 개인 및 사회 윤리적 방안과 이를 실천할 수 있는 구체적인 실행계획을 수립하도록 지도한다.

- 아. 이 과목에서는 직업 현장의 소재와 핵심 지식을 이해할 수 있도록 지도하고, 이 과목과 관련된 일반 과목, 전공 기초 과목, 전공 실무 과목과의 통합 수업을 통하여 ‘몸으로 익히고 마음으로 느끼는 수업’이 되도록 지도한다.
- 자. 학생들이 취업 후 직장 생활에서 직면할 수 있는 다양한 상황에 적극적으로 대처할 수 있도록 다양한 사회적인 현안과 연계하여 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 평가는 단순하고 지엽적인 문제보다는 원리의 이해, 응용, 종합적인 사고와 실용적인 측면에 중점을 두고 실시한다.
- 2) 개념의 이해와 관련 지식의 단순한 습득 정도보다는 구체적인 상황에서의 문제해결능력과 관계 지식을 체득하였는지에 중점을 두고 평가한다.
- 3) 수행 평가는 사전에 평가 방법을 안내하여 학생들이 스스로 계획하여 수행하도록 하되, 일부 특정 내용이나 영역에 치우치지 않도록 한다.
- 4) 관찰, 견학, 조사, 토론 학습에 대한 평가는 수업 시간을 이용하여 학생들이 작성한 보고서와 태도, 발표력 등을 평가하되, 학생의 자기 평가를 병행하도록 한다.
- 5) 주제에 대한 핵심 내용 파악 및 요점 정리 능력을 통하여 주어진 과제에 능동적으로 적응할 수 있는 능력을 기를 수 있도록 평가한다.
- 6) 미래 직업인으로서 갖추어야 할 올바른 직업관을 확립하여 자아실현은 물론 산업 발전에 기여할 수 있는 능력을 기를 수 있도록 평가한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
일과 직업생활	직업생활의 다양한 모습을 활용하여 일과 직업이 자신의 삶에서 어떠한 가치가 있는지 설명하고, 직업적 성공을 위해 무엇이 필요한지 설명할 수 있다.	직업생활의 다양한 모습을 활용하여 일과 직업의 의미, 그리고 생애 발달의 과정에서 직업적 성공의 의미를 설명할 수 있다.	직업생활의 다양한 모습을 활용하여 일과 직업의 의미, 그리고 생애 발달의 특성을 설명할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
기업과 산업 활동	기업의 의미와 형태별 특징을 구체적으로 설명하고, 제조업과 제품 생산 활동, 서비스업과 서비스 생산의 의미와 특징, 생산 방식과 생산 체계를 구체적으로 설명할 수 있다.	기업의 의미와 형태별 특징을 설명하고, 제조업과 제품 생산 활동, 서비스업과 서비스 생산의 의미와 특징을 예를 들어 설명할 수 있다.	기업의 의미와 형태별 특징을 이해하고, 제조업과 제품 생산 활동, 서비스업과 서비스 생산의 의미와 특징을 설명할 수 있다.
직업 능력 개발과 평생 학습	직업기초능력과 전공별 직무수행능력 향상 방법을 탐색하여 구체적인 실천 계획을 수립하고, 구체적인 경력 개발 경로를 설정하여 자신에게 적합한 경력 개발 계획 수립을 통해 평생 학습의 중요성을 설명할 수 있다.	다양한 직업기초능력의 종류와 특징, 전공별 요구되는 직무수행능력의 종류와 특징을 설명하고, 그들의 향상 방법을 탐색하여 자신에게 적합한 경력 개발 계획을 수립할 수 있다.	직업기초능력, 직무수행능력 및 경력 개발의 중요성을 설명하고, 전공별 관련 정보를 수집하여 실천 계획과 경력 개발 계획을 수립할 수 있다.
취업과 창업	합리적인 의사 결정 방법을 통해 자신의 경력 개발 경로를 수립하고, 효과적인 구직과 창업 활동을 위한 방법을 실천할 수 있다.	합리적인 의사 결정 방법을 통해 자신의 경력 개발 경로를 수립하고, 취업과 창업 계획을 수립하는 절차와 방법을 설명할 수 있다.	자신의 경력 개발 경로에서 취업과 창업이 갖는 의미를 확인하고, 취업과 창업 계획을 수립하는 절차와 방법을 설명할 수 있다.
근로관계와 산업 안전	근로관계 법, 고용 서비스와 고용 보험 제도를 구체적으로 설명하고, 산업안전, 재해 예방을 위한 방법을 사례와 연계하여 설명하며, 상생의 노사 문화 형성의 중요성을 구체적으로 설명할 수 있다.	근로관계 법, 고용 서비스와 고용 보험 제도의 의미와 중요성을 이해하고, 산업 안전, 재해 예방을 위한 방법을 예를 들어 설명하며, 노사관계의 의미와 중요성을 구체적으로 설명할 수 있다.	근로관계 법, 고용 서비스와 고용 보험 제도의 의미와 중요성을 이해하고, 산업 안전, 재해 예방을 위한 방법, 노사 관계의 의미와 중요성을 설명할 수 있다.
직업윤리와 직업 사회	직업생활에서 발생할 수 있는 윤리적 문제와 쟁점들을 구체적인 사례를 들어 제시하고, 이를 해결할 수 있는 방법을 합리적으로 설명하며, 미래 직업생활의 변화를 일상생활과 관련지어 구체적으로 예를 들어 설명할 수 있다.	직업생활에서 발생할 수 있는 윤리적 문제와 쟁점들을 제시하고 이를 해결할 수 있는 방안을 설명하며, 미래 직업생활의 변화를 구체적으로 설명할 수 있다.	성공적인 직업생활을 위한 조건으로서 직업윤리와 윤리적 의사 결정의 중요성을 설명하고, 미래 직업생활의 변화를 설명할 수 있다.

* S(Superior) 등급: 새로운 아이디어를 활용하여 실행하거나 새로운 예를 만들어 설명할 수 있는 수준

A(Advanced) 등급: 타인에게 설명하면서 실행하거나 예를 들어 비교하면서 설명할 수 있는 수준

P(Pass) 등급: 필요지식을 모두 이해하고 스스로 실행할 수 있는 수준

[기초 과목]

1. 전기 회로

1. 성격 및 목표

가. 성격

현대 사회에 있어서 전기는 인간의 생활 수준을 향상시키고 산업 발전의 원동력이 되는 중요한 자원이다. 그리고 전기 산업은 기술 발전의 속도가 매우 빠르고, 다른 산업과의 연계성과 그 파급 효과가 매우 크다. 이러한 전기 산업의 특성과 변화에 잘 적응하려면 전기에 대한 기초적인 개념과 이론을 확실하게 이해해야만 한다. 전기 회로 과목은 전기, 자기, 직류 회로, 교류 회로에 관한 지식과 기술을 습득할 수 있는 내용으로 구성하였으며 전기 분야를 전공하는 학생이 선택, 이수할 수 있다.

나. 목표

전기 회로 과목은 전기 분야의 직무 수행에 필요한 기술적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러, 산업 현장의 직무를 수행할 수 있는 지식과 기술을 습득할 수 있는 내용으로 구성된 기초 과목이며, 과목의 목표는 다음과 같다.

- 1) 전기 산업의 중요성과 역할을 인식하고, 이에 필요한 전기에 관련된 기초적인 지식과 기술을 습득할 수 있다.
- 2) 전기 산업 분야의 직무 수행에 필요한 기술적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러 산업 현장의 직무를 효과적으로 수행할 수 있다.
- 3) 전기, 자기, 직류 회로, 교류 회로 등에 관한 기초 지식과 기술을 습득하여 관련 직무에 활용할 수 있다.

2. 내용

가. 내용 체계

전기 회로 과목의 내용은 앞에서 제시한 과목의 성격과 목표를 달성시키고, 전기과 교육에 대한 국가, 사회 및 개인의 요구에 충실하게 부응한다는 기본 원칙에 따라 다음과 같은 내용 체계로 구성되었다.

내용 영역	내용 영역 요소
전기	<ul style="list-style-type: none"> • 전기의 역사 • 전기에서 사용되는 단위계 • 물질의 구조 • 정전기 현상 • 전기장과 전위 • 직류와 교류 • 회로 소자 • 회로 상수
자기	<ul style="list-style-type: none"> • 자기의 역사 • 자석의 근원 • 자석의 종류와 특징 • 자기장 • 전류의 자기 작용
직류 회로	<ul style="list-style-type: none"> • 전기 회로 • 전기 저항 • 전류의 발열 작용 • 전력과 전력량 • 전류의 화학 작용과 전지
교류 회로	<ul style="list-style-type: none"> • 교류 회로의 기초 • R, L, C 교류 회로 • R-L-C 직렬 회로 • R-L-C 병렬 회로 • 교류 전력 • 3상 교류 • 비사인파 교류 회로

나. 영역별 성취기준

1) 전기

가) 전기의 역사

- 전기의 어원에 대하여 설명할 수 있다.
- 전기의 역사를 세계와 우리나라로 구분하여 설명할 수 있다.

나) 전기에서 사용되는 단위계

- 국제 단위계에 대하여 설명할 수 있다.
- 전기에서 많이 사용되는 단위계와 단위의 표기 방법을 제시할 수 있다.

다) 물질의 구조

- 원자와 전기의 관계에 대하여 설명할 수 있다.
- 물질을 도체, 부도체, 반도체 및 초전도체로 구분하여 설명할 수 있다.

라) 정전기 현상

- 정전기의 발생 원리를 설명할 수 있다.
- 대전의 종류와 대전 서열에 대하여 설명할 수 있다.
- 전하의 종류와 특성에 대하여 설명할 수 있다.
- 물질의 정전 유도에 대하여 정의할 수 있다.
- 정전기에 대한 쿨롱의 법칙을 정의할 수 있다.
- 일상생활에서 정전기 현상을 활용한 전기 제품의 실례와 정전기에 의한 피해 사례를 열거할 수 있다.

마) 전기장과 전위

- 전기장에 대한 정의와 전기력선의 성질에 대하여 설명할 수 있다.
- 전기장의 세기와 방향을 벡터도로 나타내고 설명할 수 있다.
- 전위를 정의할 수 있고, 전기장 내에서의 등전위면을 설명할 수 있다.

바) 직류와 교류

- 직류와 교류를 구분하여 설명할 수 있다.

사) 회로 소자

- 회로 소자인 저항기, 코일, 커패시터의 종류와 특성에 대하여 설명할 수 있다.
- 코일 및 커패시터의 접속 방법과 이들에 축적되는 에너지(전자 에너지와 정전 에너지)에 대하여 설명할 수 있다.
- 저항기, 코일 및 커패시터의 용량 판별법 등에 대하여 설명할 수 있다.

아) 회로 상수

- 저항, 인덕턴스, 커패시턴스의 정의와 각각의 특징에 대하여 설명할 수 있다.

2) 자기

가) 자기의 역사

- 자기의 역사에 대하여 설명할 수 있다.

나) 자석의 근원

- 자기 쌍극자에 대하여 설명할 수 있다.
- 자성체에 대하여 설명할 수 있다.

다) 자석의 종류와 특징

- 자석을 영구 자석과 전자석으로 구분하여 설명할 수 있다.
- 자석의 특징을 설명할 수 있다.

라) 자기장

- 자기장에 대한 정의를 내릴 수 있고, 자기력선의 특징을 열거하여 설명할 수 있다.
- 자기장의 세기와 방향을 벡터도로 나타내고 설명할 수 있다.
- 자기에 대한 쿨롱의 법칙을 설명하고, 2개의 자하 사이에서 발생하는 자기력에 대하여 설명할 수 있다.

마) 전류의 자기 작용

- 전류에 의해 생성되는 자기장을 자침을 이용하여 설명할 수 있다.
- 앙페르의 법칙에 대하여 설명할 수 있다.
- 자기장 중에 놓인 도체에 작용하는 힘의 크기를 플레밍의 법칙으로 설명할 수 있다.
- 코일에 전류가 흐를 때 기전력이 발생하는 전자 유도 작용에 대하여 설명할 수 있다.
- 자기 유도 작용(패러데이 및 렌츠의 법칙)에 대하여 설명할 수 있다.
- 자기 인덕턴스와 상호 인덕턴스에 대하여 설명할 수 있다.
- 코일의 접속에 대하여 설명할 수 있다.

3) 직류 회로

가) 전기 회로

- 전류의 정의와 세기를 전하의 특성을 이용하여 설명할 수 있다.
- 저항기, 건전지 및 스위치의 심벌을 이용하여 전기 회로도를 그리고, 전류, 전압 및 기전력의 크기 등을 분석할 수 있다.

- 저항의 직렬, 병렬 및 직·병렬 회로도를 보고 합성 저항, 전압 강하 및 전류의 크기를 계산할 수 있다.
- 저항의 직렬, 병렬 및 직·병렬 회로를 각각 구성하고 회로에 전압계와 전류계를 접속하여 전압, 전류의 크기를 측정할 수 있다.
- 옴의 법칙에 대하여 설명할 수 있다.
- 전기 회로에서 발생하는 전압 강하에 대하여 설명할 수 있다.
- 전기 회로에 전압이 가해져 있음에도 두 점 사이의 전위차가 0이 되는 전위의 평형 상태를 설명할 수 있다.
- 키르히호프의 전류 법칙과 전압 법칙을 정의하고, 간단한 폐회로망의 전류와 전압의 크기를 계산할 수 있다.

나) 전기 저항

- 물질들이 가지고 있는 고유한 전기 저항의 크기를 정의할 수 있다.
- 고유 저항의 역수인 전도율에 대하여 설명할 수 있다.
- 온도 변화에 따라 물질의 고유 저항값이 변화하는 현상을 설명할 수 있다.
- 절연 저항, 전해질 저항, 접지 저항 및 접촉 저항 등에 대하여 설명할 수 있다.

다) 전류의 발열 작용

- 전류의 발열 작용과 줄의 법칙에 대하여 설명할 수 있다.
- 전선의 허용 전류에 대하여 설명할 수 있다.
- 펠티에와 제베크 효과에 대하여 설명할 수 있다.

라) 전력과 전력량

- 부하에 전원을 연결하여 전류를 흘릴 때 발생하는 전력과 전력량에 대하여 설명할 수 있다.

마) 전류의 화학 작용과 전지

- 전해액에 전류가 흐를 때 나타나는 화학 작용에 대하여 설명할 수 있다.
- 전지의 원리를 정의할 수 있다.
- 전지의 종류를 1차 전지와 2차 전지로 구분하여 설명할 수 있다.

4) 교류 회로

가) 교류 회로의 기초

- 사인파 교류의 발생 원리에 대하여 설명할 수 있다.
- 사인파 교류 전압과 전류를 파형으로 나타내고 주파수와 주기를 정의할 수 있으며, 위상 관계를 설명할 수 있다.

- 사인파 교류의 크기를 나타내는 순시값, 평균값 및 실효값의 의미를 알고, 관계식을 활용하여 각각의 크기를 구할 수 있다.
- 오실로스코프를 사용하여 교류 전압의 파형을 측정할 수 있다.

나) R-L-C 교류 회로

- 사인파 교류를 복소수로 표시할 수 있다.
- 회로 소자인 저항기에 교류 전원이 가해진 회로에서 회로에 흐르는 전류와 전압의 크기와 위상 특성에 대하여 설명할 수 있다.
- 회로 소자인 코일에 교류 전원이 가해진 회로에서 전압과 전류의 크기와 위상 관계, 주파수 특성에 대하여 설명할 수 있다.
- 회로 소자인 커패시터에 교류 전원이 가해진 회로에서 전압과 전류의 크기와 위상 관계, 주파수 특성에 대하여 설명할 수 있다.

다) R-L-C 직렬 회로

- 임피던스와 어드미턴스를 정의하고 설명할 수 있다.
- R-L 직렬 회로에 전원이 공급되었을 때 전압, 전류의 크기와 위상 관계를 해석할 수 있다.
- R-C 직렬 회로에 전원이 공급되었을 때 전압, 전류의 크기와 위상 관계를 해석할 수 있다.
- L-C 직렬 회로에 전원이 공급되었을 때 전압, 전류의 크기와 위상 관계를 해석할 수 있다.
- R-L-C 직렬 회로에 전원이 공급되었을 때 전압, 전류의 크기를 측정할 수 있고, 위상 관계를 분석할 수 있다.
- R-L-C 직렬 회로에 전원이 공급되었을 때 직렬 공진 조건을 제시할 수 있다.
- R-L-C 직렬 회로에 전원이 공급되었을 때 공진 주파수와 공진 곡선에 대하여 설명할 수 있다.

라) R-L-C 병렬 회로

- 어드미턴스를 정의하고 설명할 수 있다.
- R-L 병렬 회로에 전원이 공급되었을 때 전압, 전류의 크기와 위상 관계를 해석할 수 있다.
- R-C 병렬 회로에 전원이 공급되었을 때 전압, 전류의 크기와 위상 관계를 해석할 수 있다.
- L-C 병렬 회로에 전원이 공급되었을 때 전압, 전류의 크기와 위상 관계를 해석할 수 있다.
- R-L-C 병렬 회로에 전원이 공급되었을 때 전압, 전류의 크기를 측정할 수 있고, 위상 관계를 분석할 수 있다.

마) 교류 전력

- 회로 소자인 저항기, 코일 및 커패시터에 교류 전원이 공급되었을 때 전압, 전류 및 전력과의 상호 관계를 해석할 수 있다.

- 임피던스 부하 회로에 교류 전원이 공급되었을 때 평균 전력과 역률에 대하여 해석할 수 있다.
- 교류 회로에서 발생하는 전력을 피상 전력, 유효 전력 및 무효 전력으로 구분하여 설명할 수 있다.

바) 3상 교류

- 3상 교류의 발생 원리를 정의할 수 있다.
- 3상 교류의 크기를 표기할 수 있다.
- 3개의 단상 교류를 Y결선이나 Δ 결선하여 3상 교류 회로를 구성하고, 각각의 전원 및 부하 특성에 대하여 설명할 수 있다.
- 평형 3상 교류 회로의 결선 방식에 대하여 전압과 전류의 크기 및 위상 관계를 설명할 수 있다.
- 평형 3상 회로에서 Y결선과 Δ 결선을 등가적으로 서로 변환시킬 수 있다.
- 3상 부하에서 소비되는 전력을 계산할 수 있다.
- 전력계를 이용하여 3상 교류 전력의 크기를 측정할 수 있다.

사) 비사인파 교류 회로

- 비사인파를 정의하고 종류를 들어 설명할 수 있다.
- 비사인파의 성분을 분석하여 수식으로 나타내고 설명할 수 있다.
- 비사인파 교류의 순시값에 대한 실효값의 크기를 구할 수 있으며, 왜형률을 계산할 수 있다.
- 저항, 코일 및 콘덴서로 구성된 비사인파 회로망을 해석할 수 있다.
- 비사인파 회로에서 전압과 전류의 실효값 및 소비 전력을 계산할 수 있다.

3. 교수·학습

- 신기술의 개발로 인하여 교육 내용이 현실에 적합하지 않거나, 학교 실정에 적합하지 않을 경우에는 재편성하여 지도할 수 있다.
- “전자 회로”, “전기 기기”, “전기 설비” 과목과 연계하여 지도한다.
- 전기 및 기구 사용에 대한 안전 교육을 충분히 실시하여야 한다.
- 각종 미디어를 활용하여 실물, 동작 원리에 대한 영상 자료, 모형 학습 자료 등을 수업에 활용하고, 토론, 발표 수업도 병행하여 지도한다.
- 직류 회로와 교류 회로의 개념과 원리에 중점을 두어 상호 관련성과 차이점을 이해할 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 전기 회로 과목의 평가는 인지적, 정의적, 운동 기능적 영역 중에서 어느 특정 영역이나 내용에 치우치지 않도록 각 영역과 내용을 적절히 안배하고, 지도한 내용이 균형 있게 평가될 수 있도록 한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 내용의 평가를 지양하고 기본적인 개념이나 원리의 이해, 문제 해결 능력, 실천적 태도 등에 중점을 두어 평가한다.
- 3) 학습자 개인의 연구 발표, 소집단 토의와 발표에 대해서도 개인별, 조별 평가를 병행한다.
- 4) 평가 방법은 정기 고사에 의한 평가 방법에서 탈피하여 수행평가 중심의 다양한 평가 방법을 적용한다.
- 5) 전기 회로에 대하여 학생들이 꼭 알아야 할 전기와 자기, 직류 회로, 교류 회로 등에 관한 기초 지식과 응용 능력의 평가에 주안점을 둔다.
- 6) ‘전기’ 영역에서는 전하와 전하에 의한 전자기적인 현상들에 대한 지식과 기술을 가지고 있는지를 평가한다.
- 7) ‘자기’ 영역에서는 자기장, 전류에 의한 자기 현상들에 대한 지식과 기술을 가지고 있는지를 평가한다.
- 8) ‘직류 회로’ 영역에서는 전기 회로, 전기 저항, 전류의 발열 작용과 화학 작용 등에 대한 지식과 기술을 가지고 있는지를 평가한다.
- 9) ‘교류 회로’ 영역에서는 전기 회로 상수 R , L , C 에 대한 기본 원리와 회로 소자를 이용하여 기본 회로를 구성하고 분석할 수 있으며, 각종 측정 장비로 전류, 전압, 전력 등을 측정할 수 있는 지식과 기술을 가지고 있는지를 평가한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
전기	전기의 역사, 물질의 구조, 정전기 현상, 전기장과 전위, 직류와 교류, 회로 소자, 회로 상수 등에 대하여 구체적인 예를 제시하여 설명할 수 있다.	전기의 역사, 물질의 구조, 정전기 현상, 전기장과 전위, 직류와 교류, 회로 소자, 회로 상수 등에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	전기의 역사, 물질의 구조, 정전기 현상, 전기장과 전위, 직류와 교류, 회로 소자, 회로 상수 등에 대하여 설명할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
자기	자기의 역사, 자석의 근원, 자석의 종류와 특징, 자기장, 전류의 자기 작용 등에 대하여 구체적인 예를 제시하여 설명할 수 있다.	자기의 역사, 자석의 근원, 자석의 종류와 특징, 자기장, 전류의 자기 작용 등에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	자기의 역사, 자석의 근원, 자석의 종류와 특징, 자기장, 전류의 자기 작용 등에 대하여 설명할 수 있다.
직류 회로	전기 회로, 전기 저항, 전류의 발열 작용, 전력과 전력량, 전류의 화학 작용과 전지 등에 대하여 구체적인 예를 제시하여 설명할 수 있다.	전기 회로, 전기 저항, 전류의 발열 작용, 전력과 전력량, 전류의 화학 작용과 전지 등에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	전기 회로, 전기 저항, 전류의 발열 작용, 전력과 전력량, 전류의 화학 작용과 전지 등에 대하여 설명할 수 있다.
교류 회로	교류 회로의 기초, R, L, C 교류 회로, R-L-C 직렬 회로, R-L-C 병렬 회로, 교류 전력, 3상 교류, 비사인파 교류 회로 등에 대하여 구체적인 예를 제시하여 설명할 수 있다.	교류 회로의 기초, R, L, C 교류 회로, R-L-C 직렬 회로, R-L-C 병렬 회로, 교류 전력, 3상 교류, 비사인파 교류 회로 등에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	교류 회로의 기초, R, L, C 교류 회로, R-L-C 직렬 회로, R-L-C 병렬 회로, 교류 전력, 3상 교류, 비사인파 교류 회로 등에 대하여 설명할 수 있다.

2. 전기 기기

1. 성격 및 목표

가. 성격

전기는 일상생활에서만 뿐만 아니라 모든 산업 현장에서 널리 이용되고 있다. 특히, 산업 현장에서 전기 에너지를 동력 에너지로 변환시키는 장치인 전기 기기가 널리 이용되고 있으며, 과학 기술의 발전과 더불어 새로운 전기 장치나 소재, 전력용 반도체 소자 등이 개발되면서 전기 기기도 그 구조나 성능이 크게 개선되고 있고, 새로운 용도로도 광범위하게 활용되고 있다. 이와 같은 전기 기기 과목은 직류기, 동기기, 변압기, 유도 전동기, 전기 기기 응용에 관한 지식과 기술을 습득할 수 있는 내용으로 구성하였으며, 전기 분야를 전공하는 학생들이 선택, 이수할 수 있다.

나. 목표

“전기 기기” 과목은 산업 현장에서 중요한 위치를 차지하고 있는 직류기, 동기기, 변압기, 유도 전동기 및 전기 기기 응용 등에 관련된 지식과 신기술을 조화롭게 익힐 수 있도록 하여 산업 현장에서 보다 합리적이고 능동적으로 관련 지식과 기술을 습득할 수 있는 내용으로 구성되었으며, 과목의 목표는 다음과 같다.

- 1) 산업 현장에서 동력원으로 많이 사용되는 발전기와 전동기의 원리와 구조를 알고, 전자 유도 법칙과 플레밍의 법칙, 그리고 렌츠의 법칙을 적용하여 작동 원리를 설명할 수 있다.
- 2) 변압기와 유도 전동기의 구조를 서로 비교하여 유도기의 원리와 구조적 차이점을 알고 설명할 수 있다.
- 3) 전력 변환 기기의 원리와 구조, 기본적인 이론 및 전동기 속도 제어에 관한 기초 지식과 기술을 관련 직무에 활용할 수 있다.

2. 내용

가. 내용 체계

전기 기기 과목의 내용은 앞에서 제시한 과목의 성격과 목표를 최대한 달성시키기 위하여 다음과 같은 내용 체계로 구성되었다.

내용 영역	내용 영역 요소
직류기	<ul style="list-style-type: none"> • 직류 발전기의 원리와 구조 • 직류 발전기의 이론 • 직류 발전기의 종류와 특성 • 직류 전동기의 이론 • 직류 전동기의 종류와 특성 • 직류 전동기의 운전 • 직류기의 정격, 손실 및 효율 • 특수 직류기
동기기	<ul style="list-style-type: none"> • 동기기의 원리와 구조 • 동기 발전기의 이론 • 동기 발전기의 특성 • 동기 발전기의 병렬 운전 • 동기 전동기의 이론 • 동기 전동기의 특성
변압기	<ul style="list-style-type: none"> • 변압기의 원리와 구조 • 변압기의 기본 이론 • 변압기의 정격과 특성 • 변압기의 결선과 운전 • 특수 변압기
유도 전동기	<ul style="list-style-type: none"> • 유도 전동기의 원리와 구조 • 유도 전동기의 이론 • 유도 전동기의 종류와 특성 • 유도 전동기의 운전과 시험
전기 기기 응용	<ul style="list-style-type: none"> • 전력용 반도체 소자 • 전력 변환 기기 • 전동기의 속도 제어

나. 영역별 성취기준

1) 직류기

가) 직류 발전기의 원리와 구조

- 직류 발전기의 원리에 대하여 설명할 수 있다.
- 직류 발전기의 구조를 알고 설명할 수 있다.
- 직류 발전기의 전기자 권선법을 알고 제작할 수 있다.

나) 직류 발전기의 이론

- 직류기의 유도 기전력에 대하여 설명할 수 있다.
- 직류 발전기의 전기자 반작용에 대하여 설명할 수 있다.
- 직류 발전기의 정류 작용에 대하여 설명할 수 있다.

다) 직류 발전기의 종류와 특성

- 직류 발전기의 종류를 열거하고 설명할 수 있다.
- 직류 발전기의 특성을 알고 설명할 수 있다.
- 직류 발전기의 병렬 운전에 대하여 설명할 수 있다.

라) 직류 전동기의 이론

- 직류 전동기의 원리에 대하여 설명할 수 있다.
- 직류 전동기의 역기전력에 대하여 설명할 수 있다.
- 직류 전동기의 속도, 토크, 출력에 대하여 설명할 수 있다.
- 직류 전동기의 전기자 반작용에 대하여 설명할 수 있다.

마) 직류 전동기의 종류와 특성

- 직류 전동기의 분류 기준을 이해하고 종류를 설명할 수 있다.
- 직류 전동기의 특성을 알고 설명할 수 있다.

바) 직류 전동기의 운전

- 직류 전동기의 기동에 대하여 설명할 수 있다.
- 직류 전동기의 속도 제어에 대하여 설명할 수 있다.
- 직류 전동기의 제동에 대하여 설명할 수 있다.

사) 직류기의 정격, 손실 및 효율

- 직류기의 정격에 대하여 설명할 수 있다.
- 직류기의 손실과 효율에 대하여 설명할 수 있다.

- 직류기의 전압 변동률과 속도 변동률에 대하여 설명할 수 있다.

아) 특수 직류기

- 직류 스테핑 전동기에 대하여 설명할 수 있다.
- 직류 서보 전동기에 대하여 설명할 수 있다.

2) 동기기

가) 동기기의 원리와 구조

- 동기 발전기의 원리에 대하여 설명할 수 있다.
- 동기 발전기의 구조에 대하여 설명할 수 있다.
- 동기 발전기의 전기자 권선법에 대하여 설명할 수 있다.

나) 동기 발전기의 이론

- 동기 발전기의 유도 기전력에 대하여 설명할 수 있다.
- 동기 발전기의 전기자 반작용에 대하여 설명할 수 있다.
- 동기 발전기의 등가 회로에 대하여 설명할 수 있다.
- 동기 발전기의 출력에 대하여 설명할 수 있다.

다) 동기 발전기의 특성

- 동기 발전기의 특성 곡선에 대하여 설명할 수 있다.
- 동기 발전기의 전압 변동률에 대하여 설명할 수 있다.

라) 동기 발전기의 병렬 운전

- 동기 발전기의 병렬 운전 조건에 대하여 설명할 수 있다.
- 동기 발전기의 병렬 운전 방법에 대하여 설명할 수 있다.

마) 동기 전동기의 이론

- 동기 전동기의 원리에 대하여 설명할 수 있다.
- 동기 전동기의 등가 회로에 대하여 설명할 수 있다.
- 동기 전동기의 전기자 반작용에 대하여 설명할 수 있다.

바) 동기 전동기의 특성

- 동기 전동기의 입력, 출력 및 토크에 대하여 설명할 수 있다.
- 동기 전동기의 기동법에 대하여 설명할 수 있다.
- 동기 전동기의 특징과 용도에 대하여 설명할 수 있다.
- 동기 조상기에 대하여 설명할 수 있다.

3) 변압기

가) 변압기의 원리와 구조

- 변압기의 자기 회로에 대하여 설명할 수 있다.
- 변압기의 원리에 대하여 설명할 수 있다.
- 변압기의 구조에 대하여 설명할 수 있다.

나) 변압기의 기본 이론

- 이상 변압기에 대하여 설명할 수 있다.
- 실제 변압기에 대하여 설명할 수 있다.
- 변압기의 여자 전류와 철손에 대하여 설명할 수 있다.
- 변압기의 벡터도를 그리고 설명할 수 있다.
- 변압기의 등가 회로에 대하여 설명할 수 있다.

다) 변압기의 정격과 특성

- 변압기의 정격에 대하여 설명할 수 있다.
- 변압기의 전압 변동률에 대하여 설명할 수 있다.
- 변압기의 손실과 효율에 대하여 설명할 수 있다.

라) 변압기의 결선과 운전

- 변압기의 극성에 대하여 설명할 수 있고, 판별할 수 있다.
- 변압기의 3상 결선 방법의 종류와 장단점을 설명할 수 있다.
- 변압기의 병렬 운전에 대하여 설명할 수 있다.
- 변압기를 시험하고 유지·보수할 수 있다.

마) 특수 변압기

- 3상 변압기에 대하여 설명할 수 있다.
- 단권 변압기의 원리에 대하여 설명할 수 있다.
- 누설 변압기에 대하여 설명할 수 있다.
- 계기용 변성기에 대하여 설명할 수 있다.

4) 유도 전동기

가) 유도 전동기의 원리와 구조

- 유도 전동기의 원리에 대하여 설명할 수 있다.
- 유도 전동기의 구조에 대하여 설명할 수 있다.

나) 유도 전동기의 이론

- 유도 전동기와 변압기를 비교하여 설명할 수 있다.
- 회전수와 슬립에 대하여 설명할 수 있다.
- 유도 기전력에 대하여 설명할 수 있다.
- 유도 전동기의 등가 회로에 대하여 설명할 수 있다.
- 유도 전동기의 벡터도를 그리고 설명할 수 있다.
- 유도 전동기의 손실과 효율에 대하여 설명할 수 있다.

다) 유도 전동기의 종류와 특성

- 단상 유도 전동기의 종류와 특성에 대하여 설명할 수 있다.
- 유도 전동기의 속도 특성에 대하여 설명할 수 있다.
- 유도 전동기의 출력 특성에 대하여 설명할 수 있다.
- 비례 추이에 대하여 설명할 수 있다.

라) 유도 전동기의 운전과 시험

- 유도 전동기의 기동 방법에 대하여 설명할 수 있다.
- 유도 전동기의 속도 제어 방법에 대하여 설명할 수 있다.
- 유도 전동기의 제동 방법에 대하여 설명할 수 있다.
- 유도 전동기를 시험하고 유지·보수할 수 있다.

5) 전기 기기 응용

가) 전력용 반도체 소자

- 전력용 반도체 소자의 종류와 특징에 대하여 설명할 수 있다.

나) 전력 변환 기기

- 정류기의 원리와 구조, 기본적인 이론 및 응용 분야에 대해 실례를 들어 설명할 수 있다.
- 인버터의 원리와 구조, 기본적인 이론 및 응용 분야에 대해 실례를 들어 설명할 수 있다.
- 주파수 컨버터의 원리와 구조, 기본적인 이론 및 응용 분야에 대해 실례를 들어 설명할 수 있다.
- 초퍼의 원리와 구조, 기본적인 이론 및 응용 분야에 대해 실례를 들어 설명할 수 있다.

다) 전동기의 속도 제어

- 직류 전동기의 속도 제어에 관한 기본적인 이론을 학습하고 제어 회로를 구성할 수 있다.
- 유도 전동기의 속도 제어에 관한 기본적인 이론을 학습하고 제어 회로를 구성할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 신기술의 개발로 인하여 교육 내용이 현실에 적합하지 않거나, 학교 실정에 적합하지 않을 경우에는 재편성하여 지도할 수 있다.
- 나. “전기 회로”, “전자 회로”, “전기 설비” 과목과 연계하여 지도한다.
- 다. 각종 미디어를 활용하여 실물, 동작 원리에 대한 영상 자료, 모형 학습 자료 등을 수업에 활용하고, 토론과 발표 수업을 병행하여 지도한다.
- 라. 발전기와 전동기의 동작 특성에 대한 실습을 할 때에는 회전 부분에서 협착 사고가 발생하지 않도록 안전 교육을 충분히 실시하여야 한다.
- 마. ‘변압기’ 영역에서는 변압기를 제작하는 실습을 모듈식 실습으로 구성하여 변압기만을 제작하는 것이 아니라 변압기가 들어간 장치, 예를 들면 정류기, 휴대 전화 충전기 등과 같은 실생활과 밀접하게 관련되는 제품을 만들어 볼 수 있도록 한다.
- 바. 유도 전동기 실습에서는 선풍기와 같이 실생활과 밀접하게 관련 있는 전동기 응용 제품을 만들어 볼 수 있는 모듈식 실습 지시서를 개발하여 흥미를 유발시킬 수 있는 다양한 교수·학습 방법을 적용하도록 한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 이론과 실습을 적절히 안배하여, 지도한 내용이 균형 있게 평가될 수 있도록 한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 내용의 평가를 지양하고 기본적인 개념이나 원리의 이해, 문제 해결 능력, 실천적 태도 등에 중점을 두어 평가한다.
- 3) 학습자 개인의 연구 발표, 소집단 토의와 발표에 대해서도 개인별, 조별 평가를 병행한다.
- 4) 평가 방법은 지필 평가 방법에서 탈피하여 수행평가 중심의 다양한 평가 방법을 적용한다.
- 5) ‘직류기’ 영역에서는 직류기의 원리와 구성, 종류 및 용도에 대한 지식과 기술을 가지고 있는지를 평가한다.
- 6) ‘동기기’ 영역에서는 동기기의 원리와 구조, 동기 발전기와 동기 전동기에 관련된 이론과 특징들에 대한 지식과 기술을 가지고 있는지를 평가한다.
- 7) ‘변압기’ 영역에서는 변압기의 원리와 구조, 기본 이론에 대하여 학습하고, 정격과 특성, 결선과 운전, 특수 변압기 등에 대한 지식과 기술을 가지고 있는지를 평가한다.

- 8) ‘유도 전동기’ 영역에서는 유도 전동기의 원리와 구조에 대한 지식과 기술을 가지고 있는지를 평가한다.
- 9) ‘전기 기기 응용’ 영역에서는 반도체 소자의 종류와 특징, 전력 변환 기기, 전동기 속도 제어 등에 관련된 이론과 특징들에 대한 지식과 기술을 가지고 있는지를 평가한다.
- 10) “전기 기기” 과목의 성격을 고려하여 타당한 평정 기준과 척도 등에 의한 세부 평가 기준을 마련하여 실시한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
직류기	직류기의 원리와 구성, 종류 및 용도에 대하여 구체적인 사례를 제시하여 설명할 수 있다.	직류기의 원리와 구성, 종류 및 용도에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	직류기의 원리와 구성, 종류 및 용도에 대하여 설명할 수 있다.
동기기	동기기의 원리와 구조, 동기 발전기와 동기 전동기에 관련된 이론과 특징들에 대하여 구체적인 사례를 제시하여 설명할 수 있다.	동기기의 원리와 구조, 동기 발전기와 동기 전동기에 관련된 이론과 특징들에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	동기기의 원리와 구조, 동기 발전기와 동기 전동기에 관련된 이론과 특징들에 대하여 설명할 수 있다.
변압기	변압기의 원리와 구조, 기본 이론에 대하여 학습하고, 정격과 특성, 결선과 운전, 특수 변압기 등에 대하여 구체적인 사례를 제시하여 설명할 수 있다.	변압기의 원리와 구조, 기본 이론에 대하여 학습하고, 정격과 특성, 결선과 운전, 특수 변압기 등에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	변압기의 원리와 구조, 기본 이론에 대하여 학습하고, 정격과 특성, 결선과 운전, 특수 변압기 등에 대하여 설명할 수 있다.
유도 전동기	유도 전동기의 원리와 구조를 알고, 종류별로 구분하여 특징을 구체적인 사례를 제시하여 설명할 수 있다.	유도 전동기의 원리와 구조를 알고, 종류별로 구분하여 특징을 구체적으로 설명할 수 있다.	유도 전동기의 원리와 구조를 알고, 종류별로 구분하여 특징을 설명할 수 있다.
전기 기기 응용	반도체 소자의 종류와 특징, 전력 변환 기기, 전동기 속도 제어 등에 대하여 구체적인 사례를 제시하여 설명할 수 있다.	반도체 소자의 종류와 특징, 전력 변환 기기, 전동기 속도 제어 등에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	반도체 소자의 종류와 특징, 전력 변환 기기, 전동기 속도 제어 등에 대하여 설명할 수 있다.

3. 전기 설비

1. 성격 및 목표

가. 성격

전력은 국가 경제의 활력을 유지하고 인간의 생활 수준을 향상시키는 데 필수적인 자원으로서, 공급 부족 시 막대한 사회적 피해가 발생하기 때문에 수요에 맞추어 적기에 공급되어야 한다. 또한, 전력 수요는 국민 소득, 국가 경제, 기온 등에 따라 수시로 변동하는 특성을 가지고 있는 반면, 전력을 공급하는 설비의 건설에는 막대한 재원이 장기간 투입되어야 하며, 건설 추진 과정상의 불확실성이 매우 크기 때문에 장기적인 전력 수요 전망에 근거한 계획적인 전기 설비 건설이 중요하다. 이와 같이 전기 설비 분야는 산업은 물론 국가 경제와 유기적으로 연결되어 있으며, 전기 분야를 전공하는 학생들은 학문적 또는 실용적 변화에 잘 적응할 수 있도록 전기 설비에 관한 기초적인 개념과 이론을 확실하게 이해해야만 한다.

“전기 설비” 과목은 전기 분야를 전공하는 학생이 이수할 수 있는 교과이며, 발전 설비, 송·배전 설비, 수·변전 설비, 배선 설비, 조명 설비, 동력 설비, 그리고 전기 관계 법규 등을 이론과 실습을 통하여 익힐 수 있는 내용으로 구성된 과목이다.

나. 목표

“전기 설비”는 국가 산업을 유지하는 데 기본이 되는 과목이며, 국가 경제와 유기적으로 연결되어 있다. 따라서 전기를 전공하는 학생들은 학문적 또는 산업 현장의 기술 변화에 잘 적응할 수 있도록 전기 설비에 관한 지식과 기술을 효과적으로 습득하여야 한다. 이를 위한 “전기 설비” 과목의 목표는 다음과 같다.

- 1) 전기가 만들어져서 수용가에 공급되는 과정과 공급된 전기를 활용하는 전기 설비에 관련된 지식과 기술을 습득할 수 있다.

- 2) 발전 설비, 송·배전 설비, 수·변전 설비, 배선 설비, 조명 설비, 동력 설비, 전기 설비의 시험과 검사, 그리고 전기 관계 법규에 관한 기초 지식과 기술을 습득하여 관련 직무에 활용할 수 있다.
- 3) 전기 설비 분야의 직무 수행에 필요한 기술적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러 산업 현장의 직무를 원활하게 수행할 수 있다.

2. 내용

가. 내용 체계

“전기 설비” 과목의 내용은 앞에서 제시한 과목의 성격과 목표를 최대한 달성시키기 위하여 다음과 같은 내용 체계로 구성되었다.

내용 영역	내용 영역 요소
전기 설비의 개요	<ul style="list-style-type: none"> • 전기 설비의 정의 • 전기 설비의 분류
전선과 허용 전류	<ul style="list-style-type: none"> • 전선의 종류와 용도 • 전선의 접속 • 전선의 허용 전류
발전 설비	<ul style="list-style-type: none"> • 수력 발전 • 화력 발전 • 원자력 발전 • 신·재생 에너지 발전
송·배전 설비	<ul style="list-style-type: none"> • 송전 설비 • 변전 설비 • 배전 설비
수·변전 설비	<ul style="list-style-type: none"> • 수변·전 설비의 개요 • 수변·전 설비 용량 • 수변·전 설비의 구성
배선 설비	<ul style="list-style-type: none"> • 배선 설비의 개요 • 간선 설계와 시공 • 분기 회로 설계와 시공 • 배선 설계와 시공
조명 설비	<ul style="list-style-type: none"> • 조명 설비의 개요 • 광원의 종류와 조명 기구 • 조명 설비의 설계와 시공

내용 영역	내용 영역 요소
동력 설비	<ul style="list-style-type: none"> • 동력 설비의 개요 • 동력 설비의 구성 • 전동기 선정과 용량 산정 • 전동기 부하의 간선 설계
전기 설비의 시험과 검사	<ul style="list-style-type: none"> • 전기 설비 시험과 검사의 개요 • 절연 저항의 측정 • 절연 내력 시험 • 접지 저항의 측정
전기 관계 법규	<ul style="list-style-type: none"> • 전기 법규의 개요 • 전기사업법 • 전기공사업법 • 전기 설비 기술 기준

나. 영역별 성취기준

1) 전기 설비의 개요

가) 전기 설비의 정의

- 전기 설비를 정의할 수 있다.

나) 전기 설비의 분류

- 전기 설비를 분류할 수 있다.

2) 전선과 허용 전류

가) 전선의 종류와 용도

- 전선의 종류와 용도에 대하여 설명할 수 있다.

나) 전선의 접속

- 전선의 직선 접속을 할 수 있다.
- 전선의 분기 접속을 할 수 있다.
- 전선의 종단 접속을 할 수 있다.
- 전선과 기구 단자와의 접속에 대하여 설명할 수 있다.

다) 전선의 허용 전류

- 전선의 허용 전류에 대하여 설명할 수 있다.
- 절연 전선과 케이블의 허용 전류에 대하여 설명할 수 있다.

3) 발전 설비

가) 수력 발전

- 수력 발전의 개요에 대하여 설명할 수 있다.
- 수력 발전소의 종류와 구성 요소에 대하여 설명할 수 있다.

나) 화력 발전

- 화력 발전의 개요에 대하여 설명할 수 있다.
- 화력 발전소의 종류와 구성 요소에 대하여 설명할 수 있다.

다) 원자력 발전

- 원자력 발전의 개요에 대하여 설명할 수 있다.
- 원자력 발전소의 종류와 구성 요소에 대하여 설명할 수 있다.

라) 신·재생 에너지 발전

- 신·재생 에너지원에 대하여 설명할 수 있다.
- 태양광 발전, 풍력 발전, 연료 전지 등에 대하여 설명할 수 있다.

4) 송·배전 설비

가) 송전 설비

- 송전 계통의 개요에 대하여 설명할 수 있다.
- 송전 방식의 종류와 특징을 제시할 수 있다.
- 가공 송전 선로에 대하여 설명할 수 있다.
- 지중 송전 선로에 대하여 설명할 수 있다.

나) 변전 설비

- 변전 선로의 구성에 대하여 설명할 수 있다.
- 보호 계전 방식에 대하여 설명할 수 있다.

다) 배전 설비

- 배전 선로를 정의하고 설명할 수 있다.
- 부하 용량 산정과 전기 방식 선정에 대하여 설명할 수 있다.
- 간선과 분기 회로에 대하여 설명할 수 있다.

5) 수·변전 설비

가) 수·변전 설비의 개요

- 수·변전 설비의 개요에 대하여 설명할 수 있다.

나) 수·변전 설비 용량

- 수·변전 설비 용량을 산출하는 방법에 대하여 설명할 수 있다.

다) 수·변전 설비의 구성

- 수전 설비의 구성 형태에 대하여 설명할 수 있다.
- 수·변전 설비의 구성 기기와 정격 선정에 대하여 설명할 수 있다.

6) 배선 설비

가) 배선 설비의 개요

- 배선 설비의 개요에 대하여 설명할 수 있다.

나) 간선 설계와 시공

- 간선을 정의하고 분류할 수 있다.
- 간선 계통을 결정할 수 있다.
- 부하 용량을 산정할 수 있다.
- 간선에 설치할 과전류 차단기 용량, 간선의 전선 굵기 및 기구의 용량을 산정하여 간선 회로를 구성할 수 있다.

다) 분기 회로 설계와 시공

- 분기 회로를 정의하고 종류를 제시할 수 있다.
- 부하 산정 기준에 따라 분기 회로 수를 결정할 수 있다.
- 분기 회로의 전선 굵기를 산정할 수 있다.
- 분기 회로 시설에 필요한 개폐기 및 과전류 차단기를 시설할 수 있다.
- 분기 회로의 종류에 따라 수구를 설치할 수 있다.

라) 배선 설계와 시공

- 시설 장소별로 배선 방법을 결정할 수 있다.
- 전선관 배선 공사를 할 수 있다.
- 몰드 및 덕트 배선 공사를 할 수 있다.
- 케이블 및 트레이 공사를 할 수 있다.

7) 조명 설비

가) 조명 설비의 개요

- 조명의 개요에 대하여 설명할 수 있다.
- 조명에 관한 기본 용어들에 대하여 설명할 수 있다.

나) 광원의 종류와 조명 기구

- 발광과 방전의 원리를 설명할 수 있다.
- 백열등, 방전등, LED 전구 등의 구조와 특성에 대하여 설명할 수 있다.
- 조명 기구에 대하여 설명할 수 있다.

다) 조명 설비의 설계와 시공

- 조명 설비 설계 순서를 설명할 수 있다.
- 조명 설비를 설계할 수 있다.

8) 동력 설비

가) 동력 설비의 개요

- 동력 설비의 종류를 제시하고 설명할 수 있다.

나) 동력 설비의 구성

- 동력 설비의 구성도를 제시하고 설명할 수 있다.
- 동력 간선에 대하여 설명할 수 있다.
- 동력 분기 회로에 대하여 설명할 수 있다.

다) 전동기 선정과 용량 산정

- 전동기의 선정 방법에 대하여 설명할 수 있다.
- 전동기의 용량을 산정할 수 있다.

라) 전동기 부하의 간선 설계

- 전동기 부하에 대한 간선과 분기 회로를 설계할 수 있다.

9) 전기 설비의 시험과 검사

가) 전기 설비 시험과 검사의 개요

- 전기 설비의 검사 방법을 제시하고 설명할 수 있다.
- 전기 설비의 검사 종류를 열거하고 설명할 수 있다.

나) 절연 저항의 측정

- 절연 저항의 측정 기준과 방법을 설명할 수 있다.
- 옥내 배선의 선 간 절연 저항을 측정할 수 있다.
- 옥내 배선의 선로와 대지 간 절연 저항을 측정할 수 있다.
- 옥내 전기 설비의 누전 시 조치 방법에 대하여 설명할 수 있다.
- 수·변전 설비의 절연 저항을 측정할 수 있다.

다) 절연 내력 시험

- 절연 내력 시험 전압 및 인가 시간에 대하여 설명할 수 있다.
- 절연 내력 시험 전압의 발생에 대하여 설명할 수 있다.
- 절연 내력 시험 방법에 대하여 설명할 수 있다.

라) 접지 저항의 측정

- 접지 저항의 측정 기준에 대하여 설명할 수 있다.
- 접지 저항의 측정 방법에 대하여 설명할 수 있다.

10) 전기 관계 법규

가) 전기 법규의 개요

- 전기 관계 법령 체제에 대하여 설명할 수 있다.
- 전기 사업에 관한 법령과 그 필요성에 대하여 설명할 수 있다.
- 전기 설비 안전 관리에 관한 법령과 그 필요성에 대하여 설명할 수 있다.

나) 전기사업법

- 전기사업법을 제정한 목적을 설명할 수 있다.
- 전기사업법에 대하여 설명할 수 있다.
- 전기 사업과 전기 설비를 분류하고 설명할 수 있다.
- 전기 공급의 업무와 전기 설비의 안전 관리 등에 대하여 설명할 수 있다.

다) 전기공사업법

- 총칙에 관한 사항에 대하여 설명할 수 있다.
- 전기 공사업 등록에 관한 사항에 대하여 설명할 수 있다.
- 도급 및 하도급에 관한 사항에 대하여 설명할 수 있다.
- 시공 및 기술 관리에 관한 사항에 대하여 알고 설명할 수 있다.

라) 전기 설비 기술 기준

- 전기 설비 기술 기준의 제정 목적에 대하여 설명할 수 있다.
- 전기 설비 기술 기준의 내용에 대하여 설명할 수 있다.
- 충직에 관한 내용에 대하여 설명할 수 있다.
- 전선로에 관한 내용을 설명할 수 있다.
- 전기 사용 장소의 시설을 그 필요성과 이용의 측면에서 설명할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 현장에서 적용되고 있는 전기 분야의 직무에 관련된 지식이나 사례를 제시하거나 최근의 신문과 전문 잡지를 활용한 수업 보조 자료의 개발 등을 통하여 지도한다.
- 나. 전기 설비는 전기 안전사고에 노출될 수 있으므로 실습을 계획하고 운영하는 데 있어서 전기 및 공구 취급에 대한 안전 교육을 충분히 실시하여 안전사고가 발생하지 않도록 지도해야 한다.
- 다. 발전이나 송·배전에 관한 지식은 그 내용이 광범위하여 고등학교 단계의 학생들이 학습하는 데 많은 어려움이 있다. 따라서 학생들의 수준을 고려하여 현장에서 활용할 수 있는 직무 중심의 내용으로 재편성하여 지도하거나 기본적인 개념과 원리를 실습과 연계시켜 지도하는 등 현장 적응력을 향상시킬 수 있는 직무 중심의 지도가 필요하다.
- 라. 수·변전 설비에 관련된 지식과 기능을 효율적으로 학습하기 위해서는 현장을 직접 견학하거나 관련 이미지나 동영상 자료 등을 수업 시간에 제시하여 학습 효과를 높이도록 지도하는 것이 필요하다.
- 마. 실습을 필요로 하는 학습 영역에서는 각종 실습 재료나 도구 취급 시 타박상이나 찰과상을 입을 수 있고, 전기를 사용하는 기계 및 기구들에 의한 감전의 염려가 있다. 따라서 항상 실습에 임하기 전에 안전 및 유의 사항을 주지시키고, 기계나 기구의 사용법을 사전에 충분히 익힐 수 있도록 지도한다.
- 바. 실습이 끝나면 학생들이 그 시간에 설정된 실습 단원의 관계 지식과 기능을 충분히 이해하고 학습 목표를 얼마나 달성하였는가를 발표나 보고서를 통하여 확인하여야 한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 이론과 실습을 적절히 안배하여, 지도한 내용이 균형 있게 평가될 수 있도록 한다.
- 2) 목표 지향 평가가 이루어질 수 있도록 하며, 영역별로 달성할 목표를 세부적으로 분석하고 이원 목적 분류표를 작성하여 활용한다.
- 3) 학습자 개인의 연구 발표, 소집단 토의와 발표에 대해서도 개인별, 조별 평가를 병행한다.
- 4) 평가 방법은 정기 고사에 의한 평가 방법에서 탈피하여 수행평가 중심의 다양한 평가 방법을 적용한다.
- 5) ‘전기 설비의 개요’ 영역에서는 전기 설비를 정의하고 분류 할 수 있는지를 평가한다.
- 6) ‘전선과 허용 전류’ 영역에서는 전선을 종류별로 구분하여 용도를 설명할 수 있는지와 전선의 단선 접속, 연선 접속, 단말 접속 등을 할 수 있는지를 평가하고, 전선의 허용 전류에 대하여 알고 있는지를 평가한다.
- 7) ‘발전 설비’ 영역에서는 각종 발전 방식의 구성 요소와 기능 등에 대하여 알고 있는지를 평가한다.
- 8) ‘송·배전 설비’ 영역에서는 설비의 구성도와 각각의 구성 기기들의 기능을 알고 있는지를 평가한다.
- 9) ‘수·변전 설비’ 영역에서는 수·변전 설비의 도면 구성 및 각종 기기들의 기능과 특징을 이해하고 설명할 수 있는지를 평가한다.
- 10) ‘배선 설비’ 영역에서는 간선과 분기 회로를 설계하고 시공할 수 있는지와 각종 배관 배선 공사들을 시행할 수 있는지를 평가한다.
- 11) ‘조명 설비’ 영역에서는 조명 설비의 종류와 특징을 설명하고, 조명 설계와 시공을 할 수 있는지를 평가한다.
- 12) ‘동력 설비’ 영역에서는 동력 설비의 구성 요소를 제시하고 전동기의 선정과 용량을 산정할 수 있는지와 전동기 부하의 간선을 설계할 수 있는지를 평가한다.
- 13) ‘전기 설비의 시험과 검사’ 영역에서는 절연 저항 측정, 절연 내력 시험, 접지 저항 등을 측정할 수 있는지를 평가한다.
- 14) ‘전기 관계 법규’ 영역에서는 전기 설비 기술 기준, 전기사업법 및 전기 관계 법규에서 규정하고 있는 기준을 정확하게 이해하고 있는지의 여부를 평가한다.
- 15) “전기 설비” 과목의 성격을 고려하여 타당한 평정 기준과 척도 등에 의한 세부 평가 기준을 마련하여 실시한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
전기 설비의 개요	전기 설비를 정의하고 항목별로 구분하여 구체적인 사례를 제시하면서 설명할 수 있다.	전기 설비를 정의하고 항목별로 구분하여 구체적 설명할 수 있다.	전기 설비를 정의하고 항목별로 분류할 수 있다.
전선과 허용 전류	전선의 종류와 용도, 전선의 접속 방법, 전선의 허용 전류에 대하여 구체적인 사례를 제시하여 설명할 수 있다.	전선의 종류와 용도, 전선의 접속 방법, 전선의 허용 전류에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	전선의 종류와 용도, 전선의 접속 방법, 전선의 허용 전류에 대하여 설명할 수 있다.
발전 설비	수력 발전, 화력 발전, 원자력 발전, 신·재생 에너지 발전에 대하여 구체적인 사례를 제시하여 설명할 수 있다.	수력 발전, 화력 발전, 원자력 발전, 신·재생 에너지 발전에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	수력 발전, 화력 발전, 원자력 발전, 신·재생 에너지 발전에 대하여 설명할 수 있다.
송·배전 설비	송전 설비, 변전 설비, 배전 설비의 개요와 구성에 대하여 구체적인 사례를 제시하여 설명할 수 있다.	송전 설비, 변전 설비, 배전 설비의 개요와 구성에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	송전 설비, 변전 설비, 배전 설비의 개요와 구성에 대하여 설명할 수 있다.
수·변전 설비	수·변전 설비의 개요와 구성 설비에 대하여 구체적인 사례를 제시하여 설명할 수 있다.	수·변전 설비의 개요와 구성 설비에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	수·변전 설비의 개요와 구성 설비에 대하여 설명할 수 있다.
배선 설비	배선 설비의 개요, 간선 설계와 시공, 분기 회로의 설계와 시공, 배선 설계와 시공 방법에 대하여 구체적인 사례를 제시하여 설명할 수 있다.	배선 설비의 개요, 간선 설계와 시공, 분기 회로의 설계와 시공, 배선 설계와 시공 방법에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	배선 설비의 개요, 간선 설계와 시공, 분기 회로의 설계와 시공, 배선 설계와 시공 방법에 대하여 설명할 수 있다.
조명 설비	조명 설비의 개요, 조명 설비의 종류와 특징, 조명 설계와 시공 방법에 대하여 구체적인 사례를 제시하여 설명할 수 있다.	조명 설비의 개요, 조명 설비의 종류와 특징, 조명 설계와 시공 방법에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	조명 설비의 개요, 조명 설비의 종류와 특징, 조명 설계와 시공 방법에 대하여 설명할 수 있다.
동력 설비	동력 설비의 개요, 동력 설비의 구성, 전동기 선정과 용량 산정, 전동기 부하의 간선 설계 방법에 대하여 구체적인 사례를 제시하여 설명할 수 있다.	동력 설비의 개요, 동력 설비의 구성, 전동기 선정과 용량 산정, 전동기 부하의 간선 설계 방법에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	동력 설비의 개요, 동력 설비의 구성, 전동기 선정과 용량 산정, 전동기 부하의 간선 설계 방법에 대하여 설명할 수 있다.
전기 설비의 시험과 검사	전기 설비의 시험과 검사의 개요, 절연 저항 측정, 절연 내력 시험, 접지 저항 측정 등에 대하여 구체적인 사례를 제시하여 설명할 수 있다.	전기 설비의 시험과 검사의 개요, 절연 저항 측정, 절연 내력 시험, 접지 저항 측정 등에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	전기 설비의 시험과 검사의 개요, 절연 저항 측정, 절연 내력 시험, 접지 저항 측정 등에 대하여 설명할 수 있다.
전기 관계 법규	전기 법규의 개요, 전기사업법, 전기공사업법, 전기 설비 기술 기준에 대하여 구체적인 사례를 제시하여 설명할 수 있다.	전기 법규의 개요, 전기사업법, 전기공사업법, 전기 설비 기술 기준에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	전기 법규의 개요, 전기사업법, 전기공사업법, 전기 설비 기술 기준에 대하여 설명할 수 있다.

4. 자동화 설비

1. 성격 및 목표

가. 성격

제품을 생산하는 제조업체의 생산 설비는 대다수가 자동화 설비로 구성되어 있으며, 이러한 자동화 설비는 생산성 향상과 원가 절감, 안정성 측면에서 모든 산업 분야에 걸쳐 광범위하게 적용되고 있다. 특히 산업 기술의 발달에 따른 자동화 설비 기술의 발전은 특정 산업 분야뿐만 아니라 일반적인 생산 산업 분야에서도 자동화 설비 비중을 크게 하고 있다.

“자동화 설비” 과목은 자동화 설비의 개요, 시퀀스 제어, 전기 공기압 제어, PLC 제어, 마이크로프로세서 제어 등에 관한 지식과 기술을 습득할 수 있는 내용으로 구성된 과목이다.

나. 목표

“자동화 설비” 과목은 자동화 설비 분야의 직무 수행에 필요한 기술적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러, 산업 현장의 직무를 원활히 수행할 수 있는 지식과 기술을 습득할 수 있는 내용으로 구성되어 있다. “자동화 설비” 과목의 목표는 다음과 같다.

- 1) 자동화의 필요성과 목적을 설명하고, 구체적인 자동화 사례를 제시하여 설명할 수 있다.
- 2) 시퀀스 제어, 전기 공기압 제어, PLC 제어, 마이크로프로세서 제어에 대하여 설명할 수 있다.
- 3) 시퀀스 제어 회로, 공기압 제어 회로, PLC 제어 회로, 마이크로프로세서 제어 회로를 구성하고 제어할 수 있다.

2. 내용

가. 내용 체계

“자동화 설비” 과목의 내용은 앞에서 제시한 과목 목표를 최대한 달성시키기 위하여 다음과 같은 내용 체계로 구성되었다.

내용 영역	내용 영역 요소
자동화 설비의 개요	<ul style="list-style-type: none"> • 자동화의 정의 • 자동화의 역사 • 자동화의 필요성과 목적 • 자동화 기술과 적용 사례
시퀀스 제어	<ul style="list-style-type: none"> • 시퀀스 제어의 개요 • 시퀀스 제어 접점의 종류 • 시퀀스 제어용 기기 • 시퀀스도 작성 방법 • 시퀀스 제어 기본 회로 • 시퀀스 제어 회로 실습
전기 공기압 제어	<ul style="list-style-type: none"> • 전기 공기압 제어의 개요 • 전기 공기압 제어의 구성 요소 • 전기 공기압 제어 회로 실습
PLC 제어	<ul style="list-style-type: none"> • PLC의 개요 • PLC의 구성 요소 • PLC 프로그램 명령어 • PLC 프로그래밍 • PLC 제어 회로 실습
마이크로프로세서 제어	<ul style="list-style-type: none"> • 마이크로프로세서의 개요 • 마이크로프로세서의 종류와 특징 • 마이크로프로세서의 제어 • 마이크로프로세서의 프로그래밍 • 마이크로프로세서 제어 회로 실습

나. 영역별 성취기준

1) 자동화 설비의 개요

가) 자동화의 정의

- 자동화를 정의하고 설명할 수 있다.

나) 자동화의 역사

- 자동화가 어떻게 시작되었는가에 대하여 설명할 수 있다.
- 자동화의 변천 과정을 설명할 수 있다.
- 자동화의 현재와 미래를 예측하여 설명할 수 있다.

다) 자동화의 필요성과 목적

- 자동화의 필요성에 대하여 설명할 수 있다.
- 자동화의 목적에 대하여 설명할 수 있다.

라) 자동화 기술과 적용 사례

- 자동화 기술에 대하여 열거하고 설명할 수 있다.
- 자동화 기술을 적용한 실제 사례를 제시하고 설명할 수 있다.

2) 시퀀스 제어

가) 시퀀스 제어의 개요

- 시퀀스 제어를 정의할 수 있다.
- 시퀀스 제어를 사례를 들어 설명할 수 있다.

나) 시퀀스 제어 접점의 종류

- 접점의 종류를 유접점과 무접점으로 구분하여 설명할 수 있다.
- 유접점의 종류를 a접점, b접점, c접점으로 구분하여 설명할 수 있다.
- 무접점 회로에 사용되는 회로 소자로 다이오드, 트랜지스터, IC, LED, 저항 등의 기능과 특징을 설명할 수 있다.
- 접점의 종류를 조작 방식과 작동 방식 등으로 구분하여 설명할 수 있다.

다) 시퀀스 제어용 기기

- 시퀀스 제어용 기기의 종류를 제시하고, 구조와 특징을 설명할 수 있다.

라) 시퀀스도 작성 방법

- 시퀀스도 작성 방법에 대하여 설명할 수 있다.
- 시퀀스도를 작성하고, 기기 식별 문자를 표기할 수 있다.

마) 시퀀스 제어 기본 회로

- 전자 계전기(relay)와 플리커 계전기(flicker relay)를 활용하여 자기 유지 회로, 인터록 회로, 우선 회로 등을 구성하고, 작동 과정을 설명할 수 있다.
- 타이머(timer)를 활용하여 제어 회로를 구성하고, 작동 과정을 설명할 수 있다.

- 카운터(counter)를 활용하여 제어 회로를 구성하고, 작동 과정을 설명할 수 있다.
- 온도 계전기를 활용하여 제어 회로를 구성하고, 작동 과정을 설명할 수 있다.
- 전자 접촉기 회로를 구성하고 설명할 수 있다.
- 전자 개폐기 회로를 구성하고 설명할 수 있다.
- 다이오드, 트랜지스터, IC 등을 활용한 무접점 시퀀스 회로를 구성하고 설명할 수 있다.

바) 시퀀스 제어 회로 실습

- 산업 현장에서 활용되는 전등, 전열, 전동기 등과 같은 부하들을 제어하는 시퀀스 제어 회로를 구성하고 설명할 수 있다.

3) 전기 공기압 제어

가) 전기 공기압 제어의 개요

- 전기 공기압 시스템을 정의하고, 구성 요소에 대하여 설명할 수 있다.
- 전기 제어 신호의 흐름과 공기압 제어 신호의 흐름에 대하여 설명할 수 있다.

나) 전기 공기압 제어의 구성 요소

- 스위치, 감지기, 액추에이터의 종류를 제시하고, 각각의 특징을 설명할 수 있다.
- 제어 밸브의 종류와 구조, 기능 등을 알고 제어할 수 있다.

다) 전기 공기압 제어 회로 실습

- 공기압 실린더의 속도 조절 방법에 대하여 설명할 수 있다.
- 논리 제어 회로의 종류와 각각의 회로에 적용할 수 있는 밸브에 대하여 설명할 수 있다.
- 전기 공기압 실린더 제어 회로를 구성하고 설명할 수 있다.

4) PLC 제어

가) PLC의 개요

- PLC의 정의와 활용 분야에 대하여 설명할 수 있다.
- PLC의 장단점을 시퀀스 제어 방식과 비교하여 설명할 수 있다.
- PLC 하드웨어의 구조에 대하여 설명할 수 있다.
- PLC 소프트웨어의 구조에 대하여 설명할 수 있다.

나) PLC의 구성 요소

- PLC의 구성 기기에 대하여 설명할 수 있다.
- PLC의 주요 모듈을 제시하고 분류할 수 있다.
- PLC의 규격을 이해하고, 용도에 따라 적합한 제품을 선정할 수 있다.

다) PLC 프로그램 명령어

- PLC 프로그래밍 언어에 대하여 설명할 수 있다.
- PLC 프로그램의 명령어를 제시하고 설명할 수 있다.
- PLC의 기본 명령어 회로도를 작성하고 설명할 수 있다.

라) PLC 프로그래밍

- PLC의 프로그래밍 순서를 제시하고 설명할 수 있다.
- PLC 프로그램 편집 방법을 설명할 수 있다.

마) PLC 제어 회로 실습

- PLC를 활용하여 유접점 시퀀스 제어 회로를 구성하고 작동시킬 수 있다.
- PLC로 전기 공기압 회로를 구성하고 작동시킬 수 있다.

5) 마이크로프로세서 제어

가) 마이크로프로세서의 개요

- 마이크로프로세서의 기본 원리에 대하여 설명할 수 있다.
- 마이크로프로세서의 구성 요소와 기능에 대하여 설명할 수 있다.

나) 마이크로프로세서의 종류와 특징

- 마이크로프로세서의 종류와 특징을 설명할 수 있다.

다) 마이크로프로세서의 제어

- AVR용 코드 비전 C 컴파일러나 PIC용 C 컴파일러 등과 같은 각종 마이크로컨트롤러의 컴파일러를 설치하고 활용할 수 있다.
- USB_ISP 드라이버를 설치하고 활용할 수 있다.

라) 마이크로프로세서의 프로그래밍

- 마이크로프로세서의 프로그램 언어에 대하여 설명할 수 있다.
- 마이크로프로세서의 프로그램을 작성하고 설명할 수 있다.

마) 마이크로프로세서 제어 회로 실습

- ATmega8535나 PIC을 활용하여 LED, cds, 적외선 센서, 스텝 전동기, DC 전동기 등을 제어하는 회로를 구성하고, 프로그래밍하여 작동시킬 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 기술의 발달로 인하여 교육 내용이 현실에 적합하지 않거나, 학교 실정에 적합하지 않을 경우에는 재편성하여 지도할 수 있다.
- 나. “전기 회로”, “전자 회로”, “디지털 논리 회로”, “전기 설비” 과목과 연계하여 지도한다.
- 다. ‘자동화 설비의 개요’ 영역에서는 자동화의 의미, 자동화의 역사, 자동화의 필요성과 목적, 자동화 기술과 적용 사례 등에 대하여 실물이나 동작 원리에 대한 영상 자료, 모형 학습 자료 등과 같은 각종 미디어 자료를 수업에 활용하여 이해를 돕도록 지도하며, 토론과 발표 수업을 병행하여 지도한다.
- 라. ‘시퀀스 제어’, ‘전기 공기압 제어’, ‘PLC 제어’, ‘마이크로프로세서 제어’ 영역에서는 교사의 시범을 통하여 학생들이 제어 회로들을 이해하게 하고, 다양한 교수·학습 방법들을 적용하여 학생들의 다양한 창의력을 이끌어 내고 잠재적 능력을 발굴하도록 지도한다.
- 마. 실습을 할 때에는 전기 사용에 따른 감전 사고 위험과 기계 및 기구들에 의한 인체 손상의 위험이 있다. 따라서 실습에 임하기 전에 안전 및 유의 사항을 주지하고, 전기와 기계 및 기구의 사용법을 사전에 충분히 익힐 수 있도록 지도한다.
- 바. 실습이 끝나면 학생들이 그 시간에 학습한 내용의 관계 지식과 기능을 충분히 이해하고, 학습 목표를 얼마나 달성하였는가를 발표나 보고서를 통하여 확인하여야 한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 이론과 실습을 적절히 안배하여, 지도한 내용이 균형 있게 평가될 수 있도록 한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 내용의 평가를 지양하고, 기본적인 개념이나 원리의 이해, 문제 해결 능력, 실천적 태도 등에 중점을 두어 평가한다.
- 3) 학습자 개인의 연구 발표, 소집단 토의와 발표에 대해서도 개인별, 조별 평가를 병행한다.
- 4) 평가는 정기 고사에 의한 평가 방법에서 탈피하여 수행평가 중심의 다양한 평가 방법을 적용한다.
- 5) ‘자동화 설비의 개요’ 영역에서는 자동화의 정의, 자동화의 역사, 자동 제어의 필요성과 목적, 자동화 기술과 적용 사례 등에 대한 지식들을 가지고 있는지를 평가한다.

- 6) ‘시퀀스 제어’ 영역에서는 시퀀스 제어의 개요, 시퀀스 제어 접점의 종류, 시퀀스 제어용 기기, 시퀀스도 작성 방법, 시퀀스 제어 기본 회로, 시퀀스 제어 회로 실습 등에 대한 지식과 기술을 가지고 있는지를 평가한다.
- 7) ‘전기 공기압 제어’ 영역에서는 전기 공기압 제어의 개요, 전기 공기압 제어의 구성 요소, 전기 공기압 제어 회로 실습 등에 대한 지식과 기술을 가지고 있는지를 평가한다.
- 8) ‘PLC 제어’ 영역에서는 PLC의 개요, PLC의 구성 요소, PLC 프로그램 명령어, PLC 프로그래밍, PLC 제어 회로 실습 등에 대한 지식과 기술을 가지고 있는지를 평가한다.
- 9) ‘마이크로프로세서 제어’ 영역에서는 마이크로프로세서의 개요, 마이크로프로세서의 종류와 특징, 마이크로프로세서의 제어, 마이크로프로세서의 프로그래밍, 마이크로프로세서 제어 회로 실습 등에 대한 지식과 기술을 가지고 있는지를 평가한다.
- 10) “자동화 설비” 과목의 성격을 고려하여 타당한 평정 기준과 척도 등에 의한 세부 평가 기준을 마련하여 실시한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
자동화 설비의 개요	자동화의 정의, 자동화의 역사, 자동 제어의 필요성과 목적, 자동화 기술과 적용 사례 등에 대하여 구체적인 사례를 제시하여 설명할 수 있다.	자동화의 정의, 자동화의 역사, 자동 제어의 필요성과 목적, 자동화 기술과 적용 사례 등에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	자동화의 정의, 자동화의 역사, 자동 제어의 필요성과 목적, 자동화 기술과 적용 사례 등에 대하여 설명할 수 있다.
시퀀스 제어	시퀀스 제어의 개요, 시퀀스 제어 접점의 종류, 시퀀스 제어용 기기, 시퀀스도 작성 방법, 시퀀스 제어 기본 회로, 시퀀스 제어 회로 실습 등에 대하여 구체적인 사례를 제시하여 설명할 수 있다.	시퀀스 제어의 개요, 시퀀스 제어 접점의 종류, 시퀀스 제어용 기기, 시퀀스도 작성 방법, 시퀀스 제어 기본 회로, 시퀀스 제어 회로 실습 등에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	시퀀스 제어의 개요, 시퀀스 제어 접점의 종류, 시퀀스 제어용 기기, 시퀀스도 작성 방법, 시퀀스 제어 기본 회로, 시퀀스 제어 회로 실습 등에 대하여 설명할 수 있다.
전기 공기압 제어	전기 공기압 제어의 개요, 전기 공기압 제어의 구성 요소, 전기 공기압 제어 회로 실습 등에 대하여 구체적인 사례를 제시하여 설명할 수 있다.	전기 공기압 제어의 개요, 전기 공기압 제어의 구성 요소, 전기 공기압 제어 회로 실습 등에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	전기 공기압 제어의 개요, 전기 공기압 제어의 구성 요소, 전기 공기압 제어 회로 실습 등에 대하여 설명할 수 있다.
PLC 제어	PLC의 개요, PLC의 구성 요소, PLC 프로그램 명령어, PLC 프로그래밍, PLC 제어 회로 실습 등에 대하여 구체적인 사례를 제시하여 설명할 수 있다.	PLC의 개요, PLC의 구성 요소, PLC 프로그램 명령어, PLC 프로그래밍, PLC 제어 회로 실습 등에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	PLC의 개요, PLC의 구성 요소, PLC 프로그램 명령어, PLC 프로그래밍, PLC 제어 회로 실습 등에 대하여 설명할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
마이크로프로세서 제어	마이크로프로세서의 개요, 마이크로프로세서의 종류와 특징, 마이크로프로세서의 제어, 마이크로프로세서의 프로그래밍, 마이크로프로세서 제어 회로 실습 등에 대하여 구체적인 사례를 제시하여 설명할 수 있다.	마이크로프로세서의 개요, 마이크로프로세서의 종류와 특징, 마이크로프로세서의 제어, 마이크로프로세서의 프로그래밍, 마이크로프로세서 제어 회로 실습 등에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	마이크로프로세서의 개요, 마이크로프로세서의 종류와 특징, 마이크로프로세서의 제어, 마이크로프로세서의 프로그래밍, 마이크로프로세서 제어 회로 실습 등에 대하여 설명할 수 있다.

[기초 과목]

5. 전기·전자 기초

1. 성격 및 목표

가. 성격

전기 에너지는 깨끗하고 편리한 청정 에너지로서 인류가 찾아낸 가장 이상적인 에너지이다. 현대 생활에서 전기는 공기나 물과 같이 한 순간도 없어서는 안 될 필수 요소로, 인간의 삶을 편리하게 해 줄 뿐만 아니라 산업의 원동력으로서 산업 발전에 필요한 중요 자원이다. 이와 같은 전기 에너지에 대한 기초 지식을 다루고 있는 “전기·전자 기초” 과목은 모든 교과군의 학생들이 일상생활이나 직업생활을 영위하는 데 필요한 전기 회로, 전자 회로, 전기 설비, 전기 기기, 전기 설비의 안전 관리 등에 관한 기초적인 지식과 기술을 습득할 수 있는 내용으로 구성된 과목이다.

나. 목표

“전기·전자 기초” 과목은 모든 교과군의 학생들이 전기·전자에 관한 기초 지식을 습득하여 일상 생활에서뿐만 아니라 직업생활에서 직무에 활용할 수 있는 능력을 기를 수 있는 내용으로 구성되어 있으며, 과목의 목표는 다음과 같다.

- 1) 모든 교과군의 학생들이 전기·전자에 관련된 기초 이론과 기술을 습득하여 일상생활 및 직업생활에서 관련 직무에 활용할 수 있는 능력을 기를 수 있다.
- 2) 전기·전자에 관한 일반적인 지식을 학습하여 일상생활 공간에서 전기의 유용성을 인식함은 물론, 자신의 전공 분야에 대한 시각을 넓히고 이를 적용할 수 있다.
- 3) 전기 회로, 전자 회로, 전기 설비, 전기 기기, 전기 설비의 안전 관리 등에 대한 기초 지식을 습득하여 관련 직무에 활용할 수 있다.

2. 내용

가. 내용 체계

“전기·전자 기초” 과목의 내용은 앞에서 제시한 과목 목표를 최대한 달성시키기 위하여 다음과 같은 내용 체계로 구성되었다.

내용 영역	내용 영역 요소
전기 회로	<ul style="list-style-type: none"> • 전기와 자기 • 직류 회로 • 교류 회로 • 전기·전자 측정
전자 회로	<ul style="list-style-type: none"> • 전자 회로 소자 • 기본 전자 회로 • 디지털 논리 회로
전기 설비	<ul style="list-style-type: none"> • 전기 설비의 개요 • 수·변전 설비 • 배선 설비 • 조명 설비 • 시퀀스 제어
전기 기기	<ul style="list-style-type: none"> • 직류 전동기 • 유도 전동기 • 변압기
전기 설비의 안전 관리	<ul style="list-style-type: none"> • 전기 사고의 종류와 예방 대책 • 전기 설비의 안전 관리

나. 영역별 성취기준

1) 전기 회로

가) 전기와 자기

- 전하, 전기력선, 전기장에 대하여 설명할 수 있다.
- 정전 용량과 커패시터에 대하여 설명할 수 있다.
- 자기에 대하여 설명할 수 있다.
- 전류의 자기 작용(앙페르의 법칙)에 대하여 설명할 수 있다.
- 전자기력에 대하여 설명할 수 있다.
- 전자 유도 작용(패러데이의 법칙, 렌츠의 법칙)에 대하여 설명할 수 있다.

나) 직류 회로

- 전류와 전압에 대하여 설명할 수 있다.
- 전류와 전압의 측정 방법에 대하여 설명할 수 있다.
- 옴의 법칙에 대하여 설명할 수 있다.
- 저항의 접속에 대하여 설명할 수 있다.
- 줄열에 대하여 설명할 수 있다.
- 전력과 전력량에 대하여 설명할 수 있다.

다) 교류 회로

- 직류와 교류에 대하여 설명할 수 있다.
- R, L, C 회로에 대하여 설명할 수 있다.
- 단상 교류 회로의 전력과 역률에 대하여 설명할 수 있다.
- 3상 교류 기전력의 발생에 대하여 설명할 수 있다.
- 3상 교류 회로의 전압, 전류, 전력에 대하여 설명할 수 있다.

라) 전기·전자 측정

- 테스터의 사용법을 설명할 수 있다.
- 절연 저항계의 사용법을 설명할 수 있다.

2) 전자 회로

가) 전자 회로 소자

- 반도체 소자의 종류를 열거하고, 특징과 용도 등을 설명할 수 있다.

나) 기본 전자 회로

- 정류 회로의 개념을 알고 설명할 수 있다.
- 인버터 회로의 개념을 알고 설명할 수 있다.
- 사이클로 컨버터 회로의 개념을 알고 설명할 수 있다.
- 초파 회로의 개념을 알고 설명할 수 있다.

다) 디지털 논리 회로

- 디지털 논리 회로의 특징을 아날로그 회로와 비교하여 설명할 수 있다.
- 논리 회로의 종류를 열거하고, 각각의 특성을 설명할 수 있다.
- 논리 대수를 활용한 논리 회로 간소화 방법을 설명할 수 있다.
- 조합 논리 회로와 순서 논리 회로에 대하여 설명할 수 있다.

3) 전기 설비

가) 전기 설비의 개요

- 전기 설비의 종류를 제시하고 설명할 수 있다.
- 전압의 종류에 대하여 설명할 수 있다.
- 전선을 종류별로 제시하고, 용도를 설명할 수 있다.
- 전로의 절연과 접지에 대하여 설명할 수 있다.

나) 수·변전 설비

- 수·변전 설비의 개요에 대하여 설명할 수 있다.
- 전기 공급 방식과 공급 전압에 대하여 설명할 수 있다.
- 수전 설비 용량 산정에 대하여 설명할 수 있다.
- 수전 설비 구성 기기에 대하여 설명할 수 있다.

다) 배선 설비

- 배선 설비의 개요에 대하여 설명할 수 있다.
- 간선을 정의하고 설계할 수 있다.
- 분기 회로를 정의하고 설계할 수 있다.

라) 조명 설비

- 조명 설비의 개요와 용어들을 설명할 수 있다.
- 광원의 종류를 열거하고, 특징을 설명할 수 있다.
- 옥내 조명을 설계할 수 있다.

마) 시퀀스 제어

- 시퀀스 제어 회로의 개요에 대하여 설명할 수 있다.
- 시퀀스 제어 회로를 제시하고 작동 과정을 설명할 수 있다.

4) 전기 기기

가) 직류 전동기

- 직류 전동기의 원리와 구조를 알고 설명할 수 있다.
- 직류 전동기의 종류와 특징에 대하여 설명할 수 있다.

나) 유도 전동기

- 유도 전동기의 원리와 구조를 알고 설명할 수 있다.
- 유도 전동기의 특성을 알고 설명할 수 있다.

- 3상 유도 전동기의 기동과 속도 제어에 대하여 설명할 수 있다.
- 단상 유도 전동기의 종류를 열거하고, 각각의 특징을 설명할 수 있다.

다) 변압기

- 변압기의 원리와 구조를 알고 설명할 수 있다.
- 변압기의 특성에 대하여 설명할 수 있다.
- 변압기의 결선법에 대하여 설명할 수 있다.
- 단권 변압기의 원리와 용도에 대하여 설명할 수 있다.

5) 전기 설비의 안전 관리

가) 전기 사고의 종류와 예방 대책

- 누전의 정의와 누전 예방 대책에 대하여 설명할 수 있다.
- 합선의 정의와 합선 예방 대책에 대하여 설명할 수 있다.
- 감전의 정의와 감전 예방 대책에 대하여 설명할 수 있다.

나) 전기 설비의 안전 관리

- 전기 설비 취급 시 유의 사항을 설명할 수 있다.
- 전기 설비 안전 점검에 필요한 계측기(회로 시험기, 절연 저항계, 접지 저항계, 클램프 전류계, 검전기 등)의 사용법을 설명할 수 있다.
- 배전용 개폐기들의 안전 관리 요령에 대하여 설명할 수 있다.
- 분전반의 안전 관리 요령에 대하여 설명할 수 있다.
- 조명 설비의 안전 관리 요령에 대하여 설명할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 교수·학습 내용은 관련 기술의 발달, 학생들의 학업 성취도, 지역 사회와의 관계 및 학교 특성에 따라 재구성하여 지도할 수 있다.
- 나. 전기·전자에 관한 일반적인 사항을 파악할 수 있도록 지도한다.
- 다. 전기·전자의 기본적인 이론과 원리를 이해하여 현장에서 적용할 수 있도록 지도한다.
- 라. 교수·학습 방법을 교사 중심에서 학생이 주도적으로 학습에 참여하는 학습자 주도형의 교수·학습이 되도록 구안하여 적용한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) “전기·전자 기초” 과목의 평가는 인지적, 정의적, 운동 기능적 영역 중에서 어느 특정 영역이나 내용에 치우치지 않도록 각 영역과 내용을 적절히 안배하고, 지도한 내용이 균형 있게 평가될 수 있도록 한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 내용의 평가를 지양하고 기본적인 개념이나 원리의 이해, 문제 해결 능력, 실천적 태도 등에 중점을 두어 평가한다.
- 3) 학습자 개인의 연구 발표, 소집단 토의와 발표에 대해서도 개인별, 조별 평가를 병행한다.
- 4) 평가는 정기 고사에 의한 평가 방법에서 탈피하여 수행평가 중심의 다양한 평가 방법을 적용한다.
- 5) “전기·전자 기초” 과목의 성격을 고려하여 타당한 평정 기준과 척도 등에 의한 세부 평가 기준을 마련하여 실시한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
전기 회로	전기와 자기, 직류 회로, 교류 회로, 전기·전자 측정 등에 대하여 구체적인 사례를 제시하여 설명할 수 있다.	전기와 자기, 직류 회로, 교류 회로, 전기·전자 측정 등에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	전기와 자기, 직류 회로, 교류 회로, 전기·전자 측정 등에 대하여 설명할 수 있다.
전자 회로	전자 회로 소자, 기본 전자 회로, 디지털 논리 회로 등에 대하여 구체적인 사례를 제시하여 설명할 수 있다.	전자 회로 소자, 기본 전자 회로, 디지털 논리 회로 등에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	전자 회로 소자, 기본 전자 회로, 디지털 논리 회로 등에 대하여 설명할 수 있다.
전기 설비	전기 설비의 개요, 수·변전 설비, 배선 설비, 조명 설비 등에 대하여 구체적인 사례를 제시하여 설명할 수 있다.	전기 설비의 개요, 수·변전 설비, 배선 설비, 조명 설비 등에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	전기 설비의 개요, 수·변전 설비, 배선 설비, 조명 설비 등에 대하여 설명할 수 있다.
전기 기기	직류 전동기, 유도 전동기, 변압기 등에 대하여 구체적인 사례를 제시하여 설명할 수 있다.	직류 전동기, 유도 전동기, 변압기 등에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	직류 전동기, 유도 전동기, 변압기 등에 대하여 설명할 수 있다.
전기 설비의 안전 관리	전기 사고의 종류와 예방 대책, 전기 설비의 안전 관리 등에 대하여 구체적인 사례를 제시하여 설명할 수 있다.	전기 사고의 종류와 예방 대책, 전기 설비의 안전 관리 등에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	전기 사고의 종류와 예방 대책, 전기 설비의 안전 관리 등에 대하여 설명할 수 있다.

6. 전자 회로

1. 성격 및 목표

가. 성격

“전자 회로” 과목은 특성화 고등학교 및 마이스터 고등학교 학생들에게 기초적인 전자 회로의 동작 및 용도 등을 습득하게 하여 간단한 응용 전자 회로를 해석하고, 고장을 수리할 수 있는 능력을 기르기 위한 기초 과목이다.

이수해야 할 내용은 반도체 소자와 집적 회로, 직류 전원 회로, 증폭 회로, 발진 및 펄스 회로, 변복조 회로, 인터페이스 회로, 신호 변환 회로 등으로 구성되어 있다.

나. 목표

“전자 회로” 과목은 전자 산업 분야의 직무 수행에 필요한 기초 전자 회로의 동작 원리를 이해하고, 소자를 이용한 각종 전자 회로를 구성하고 응용하는 소양과 적용력을 습득할 수 있도록 구성된 과목으로, 과목의 목표는 다음과 같다.

- 1) 전자 소자의 중요성과 각 소자별 특징을 이해하고, 응용 회로를 해석하여 고장을 수리할 수 있다.
- 2) 전자 소자의 특성과 동작의 이해를 바탕으로 기초적인 전자 회로를 이해하고, 간단한 전자 회로를 설계할 수 있다.
- 3) 전자 회로는 각종 전자 기기 및 자동화 장치의 동작과 기능을 결정짓는 중요한 요소이므로, 전자 기본 회로에 대한 동작 원리를 이해하고 다른 전자 회로에 응용할 수 있는 능력을 기를 수 있다.

2. 내용

가. 내용 체계

“전자 회로” 과목의 내용은 앞에서 제시한 과목의 성격과 목표를 달성시키고, 전자를 전문으로 하는 특성화 고등학교 학생들의 실무 능력을 기르기 위해 다음과 같은 내용 체계로 구성되었다.

내용 영역	내용 영역 요소
반도체 소자와 집적 회로	<ul style="list-style-type: none"> 반도체 소자 집적 회로
직류 전원 회로	<ul style="list-style-type: none"> 정류 회로 평활 회로 정전압 안정화 회로 스위칭 모드 전원 회로
증폭 회로	<ul style="list-style-type: none"> 트랜지스터 증폭 회로 연산 증폭기 회로
발진 및 펄스 회로	<ul style="list-style-type: none"> 발진 회로 펄스 회로
변복조 회로	<ul style="list-style-type: none"> 아날로그 변복조 회로 디지털 변복조 회로 펄스 변복조 회로
인터페이스 회로	<ul style="list-style-type: none"> 입력 인터페이스 출력 인터페이스 TTL과 CMOS 사이의 인터페이스 포토크플러를 이용한 인터페이스
신호 변환 회로	<ul style="list-style-type: none"> D/A 변환 회로 A/D 변환 회로

나. 영역별 성취기준

1) 반도체 소자와 집적 회로

가) 반도체 소자

- 반도체 소자의 종류에 대하여 이해하고, 반도체를 이용한 전자 회로 소자의 종류와 특성에 대하여 설명할 수 있다.
- 각 반도체 소자별로 구조와 동작을 이해하고 용도에 맞추어 활용할 수 있다.
- 또한 반도체 소자를 이용한 간단한 회로를 제시하고, 동작 원리를 설명할 수 있다.

나) 집적 회로

- 집적 회로의 종류와 특징을 이해하고, 집적 회로의 제조 공정을 설명할 수 있다.
- 또한 집적 회로를 이용한 전자 회로를 제시하고, 동작 원리를 설명할 수 있다.

2) 직류 전원 회로

가) 정류 회로

- 정류의 개념과 전원 회로의 기본이 되는 정류 회로에 대해 설명할 수 있다.
- 또한 정류 회로에 대한 구성 요소와 동작 원리를 이해하여 활용할 수 있고, 실험·실습을 통해 출력 전압과 파형을 관찰하여 특성을 이해할 수 있다.

나) 평활 회로

- 평활의 개념 및 평활 회로에 사용되는 L, C의 기능과 리플 잡음이 전자 회로에 미치는 영향을 설명할 수 있다.

다) 정전압 안정화 회로

- 전압 안정화 회로의 필요성에 대하여 설명할 수 있고, 직류 전원의 특성 및 전압 안정화 회로의 구성과 동작을 이해할 수 있다.
- 반도체를 이용한 직류 전압 안정화 회로를 구성할 수 있다.

라) 스위칭 모드 전원 회로

- 스위칭 모드 전원 회로의 장단점과 스위칭 방식의 기본 구성 및 컨버터의 원리를 설명할 수 있다.
- 스위칭 모드 전원 회로의 리플 잡음의 크기와 이를 줄일 수 있는 대책에 대해 설명할 수 있다.

3) 증폭 회로

가) 트랜지스터 증폭 회로

- 트랜지스터 증폭 회로의 회로 구성과 동작 원리에 대하여 이해하고, 실험·실습 시 올바른 동작 원리를 적용하여 트랜지스터 증폭 회로를 구성할 수 있다.

나) 연산 증폭기 회로

- 연산 증폭기 회로의 회로 구성과 동작 원리에 대하여 이해하고, 실험·실습 시 올바른 동작 원리를 적용하여 연산 증폭기 회로를 구성할 수 있다.

4) 발진 및 펄스 회로

가) 발진 회로

- 발진 회로의 종류별 특성을 이해하여, 간단한 발진 회로를 구성할 수 있다.
- 실험·실습을 통해 발진 파형을 측정하고 식에 의한 값과 비교하며, 동작 특성을 관찰할 수 있다.

나) 펄스 회로

- 펄스 회로의 특성을 이해하여 이를 구성할 수 있다.
- 실험·실습을 통해 펄스 발생 회로의 파형을 측정하고 식에 의한 값과 측정값을 비교하며, 동작 특성을 관찰할 수 있다.

5) 변복조 회로

가) 아날로그 변복조 회로

- 아날로그 변복조 회로에 대한 동작 원리를 설명하고, 실험을 통해 아날로그 변복조 회로를 구성할 수 있다.
- 단계별로 회로의 주요 부분의 입출력 신호를 측정하여 아날로그 변복조 회로를 이해하고 활용할 수 있다.

나) 디지털 변복조 회로

- 디지털 변복조 회로에 대한 동작 원리를 설명하고, 실험을 통해 디지털 변복조 회로를 구성할 수 있다.
- 단계별로 회로의 주요 부분의 입출력 신호를 측정하여 디지털 변복조 회로를 이해하고 활용할 수 있다.

다) 펄스 변복조 회로

- 펄스 변복조 회로에 대한 동작 원리를 설명하고, 실험을 통해 펄스 변복조 회로를 구성할 수 있다.
- 단계별로 회로의 주요 부분의 입출력 신호를 측정하여 펄스 변복조 회로를 이해하고 활용할 수 있다.

6) 인터페이스 회로

가) 입력 인터페이스

- 입력 인터페이스 회로의 구성 요소와 역할을 이해하여, 간단한 회로를 통해 설명할 수 있다.

나) 출력 인터페이스

- 출력 인터페이스 회로의 구성 요소와 역할을 이해하여, 간단한 회로를 통해 설명할 수 있다.

다) TTL과 CMOS 사이의 인터페이스

- TTL 회로의 신호와 CMOS 회로와의 상호 인터페이스 회로의 동작 원리를 이해하고 설명할 수 있다.

라) 포토커플러를 이용한 인터페이스

- 포토커플러를 이용한 인터페이스 회로의 동작 원리를 이해하여 이를 활용할 수 있는 능력을 기를 수 있다.

7) 신호 변환 회로

가) D/A 변환 회로

- 디지털 신호와 아날로그 신호 변환 회로의 회로 구성과 동작 원리를 이해할 수 있다.
- 실험·실습을 통해서 회로를 구성하고 단계별로 회로의 주요 부분의 입출력 신호를 측정하여 이론과 실험·실습 측정값을 비교하여 실무에 적용할 수 있다.

나) A/D 변환 회로

- 아날로그 신호와 디지털 신호 변환 회로의 회로 구성과 동작 원리를 이해할 수 있다.
- 실험·실습을 통해서 회로를 구성하고 단계별로 회로의 주요 부분의 입출력 신호를 측정하여 이론과 실험·실습 측정값을 비교하여 실무에 적용할 수 있다.

3. 교수·학습

가. 기본적인 개념과 원리를 중심으로 변화하는 산업 사회를 이해할 수 있도록 지도의 비중을 달리한다.

나. 학생의 성취수준 및 요구, 학교의 실정, 지역 사회의 여건 등을 고려하여 지도의 비중을 달리한다.

다. “전자 회로”는 전자 소자를 이용하여 기본적인 전자 회로를 구성하고, 그 회로의 특성을 이해할 수 있도록 구성한 과목이다. 이것은 전자·통신과와 관련된 교과목의 기초가 되는 교과로 볼 수 있으므로 여러 교과와 연계하여 지도할 필요가 있다. 교과 내용 중 전자 회로의

동작과 설계 능력 면에서 실무 과목과 밀접한 관계가 있으므로 상호 보완적으로 지도하여 전자 이론과 회로에 대하여 이해하고, 이를 응용하여 회로를 설계하고 분석하는 능력을 길러야 한다.

- 라. 각 회로의 주요 부분을 수시로 측정하여 결과를 미리 확인하도록 지도한다. 전자 회로의 원리와 동작을 이해하기 위해서는 실험·실습 과정이 필요하다. 회로를 구성하고 단계별 회로의 주요 부분의 입출력 신호를 측정하여 이론과 실험·실습 측정값을 비교하는 과정이 있어야 한다. 실험·실습 시에는 구성한 전자 회로의 부분 동작 등을 확인하고 이론적인 값과 측정값과의 차이 및 발생 원인 등을 관찰할 수 있도록 하여 창의적 사고 및 문제 해결 능력을 기를 수 있도록 한다.
- 마. 영역에 따라 창의성과 자기 주도적 문제 해결 능력 향상을 위한 수행 중심의 과제를 개발하여 실습 과제로 제시한다. “전자 회로” 과목의 내용은 이론 중심으로 제시된 부분이 대부분을 차지하고 있어 학생들의 수준에서 볼 때 흥미와 학습의 자발성을 유도하기에는 어느 정도 한계가 있으나, “전자 회로” 과목은 이론·실습 통합 과목이므로 학생들의 창의성과 자기 주도적 문제 해결 능력 향상을 위한 수행 중심의 과제를 개발하여 제시할 필요가 있다.
- 바. 트랜지스터 증폭 회로 지도 시 전압, 전류, 전력 증폭에 관한 원리와 활용에 대하여 지도하여 문제 해결 능력을 기를 수 있도록 한다. 실험·실습을 통해서 회로를 구성하고 단계별 회로의 주요 부분의 신호를 측정하여 이론과 실험·실습 측정값을 비교하여 실무에 적용할 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 이론 영역의 경우 전자 회로를 구성하는 소자와 기본이 되는 회로의 동작 원리를 이해하고 활용할 수 있는 능력을 평가한다. 단순 암기 사항 평가는 지양하고 원리에 대한 적용력을 평가하도록 하며, 영역별 학습 목표와 그에 대한 기초 지식을 중심으로 평가한다.
- 2) 실습의 평가는 수행 과정과 결과에 대하여 기술적 능력, 사회적 능력, 언어적 능력, 학습 능력, 인성적 능력 등을 다양하게 평가한다.
- 3) 학습자 개인의 연구 발표, 소집단 토의 및 발표에 대하여 개인별 평가와 조별 평가를 병행한다.
- 4) ‘반도체 소자와 집적 회로’ 영역에서는 반도체의 물리적 성질과 여러 반도체 소자들의 특성 평가 및 최신의 반도체 기술 발전에 관한 내용도 평가한다.

- 5) '직류 전원 회로' 영역에서는 전원 회로의 기본 동작 원리와 부가 회로 기능의 이해도 평가 및 실습을 통한 제작·활용 과정도 평가한다.
- 6) '증폭 회로' 영역에서는 트랜지스터의 특성, 각종 증폭 회로의 동작 원리, 연산 증폭기의 활용도를 평가한다.
- 7) 전반적인 회로의 경우 회로의 동작 과정에 따른 회로 해석 과정을 수행평가할 수 있다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
반도체 소자와 집적 회로	반도체 소자와 집적 회로의 구조, 종류, 특성에 대하여 예를 들어 구체적으로 설명할 수 있다.	반도체 소자와 집적 회로의 구조, 종류, 특성에 대하여 설명할 수 있다.	반도체 소자와 집적 회로의 구조, 종류, 특성에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.
직류 전원 회로	직류 전원 회로의 구조를 그림으로 그리고, 각 단계의 역할에 대하여 구체적으로 설명할 수 있다.	직류 전원 회로의 구조를 그림으로 그리고, 각 단계의 역할에 대하여 설명할 수 있다.	직류 전원 회로의 구조를 그림으로 그리고, 각 단계의 역할을 부분적으로 설명할 수 있다.
증폭 회로	증폭 회로를 구성하고 회로 해석 과정에 맞게 회로를 해석하면서 설명할 수 있다. 연산 증폭기의 특성 파라미터에 대하여 식이나 그래프를 사용하여 구체적으로 설명하고 계산할 수 있다.	증폭 회로를 구성하고 회로를 해석할 수 있다. 연산 증폭기의 특성 파라미터에 대하여 설명하고 계산할 수 있다.	도움을 받아 증폭 회로를 구성하고 부분적으로 회로를 해석할 수 있다. 연산 증폭기의 특성 파라미터에 대하여 부분적으로 설명하고 계산할 수 있다.
발진 및 펄스 회로	발진의 개념과 발진이 일어나는 조건을 발진회로를 그리면서 설명하고 계산할 수 있다. 펄스의 명칭과 펄스 회로에 따른 입력 펄스와 출력 펄스 응답에 대하여 회로를 구분하고 특성 파형을 그리면서 설명할 수 있다.	발진의 개념과 발진이 일어나는 조건을 설명하고 계산할 수 있다. 펄스의 명칭과 펄스 회로에 따른 입력 펄스와 출력 펄스 응답에 대하여 설명할 수 있다.	발진의 개념과 발진이 일어나는 조건을 부분적으로 설명하고 계산할 수 있다. 펄스의 명칭과 펄스 회로에 따른 입력 펄스와 출력 펄스 응답에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.
변복조 회로	주파수 변조의 예와 변복조 회로 구성에 대하여 예를 들면서 구체적으로 설명할 수 있다.	주파수 변조의 예와 변복조 회로 구성에 대하여 설명할 수 있다.	주파수 변조의 예와 변복조 회로 구성에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.
인터페이스 회로	인터페이스의 필요성과 트랜스듀서에 대하여 구체적인 예를 들면서 설명할 수 있다.	인터페이스의 필요성과 트랜스듀서에 대하여 설명할 수 있다.	인터페이스의 필요성과 트랜스듀서에 대하여 부분적으로 설명할 수 있다.
신호 변환 회로	아날로그 신호를 디지털 신호로 변환할 때의 표본화 회로에 대하여 구체적인 회로와 파형을 그리면서 설명하고 계산할 수 있다.	아날로그 신호를 디지털 신호로 변환할 때의 표본화 회로에 대하여 설명하고 계산할 수 있다.	아날로그 신호를 디지털 신호로 변환할 때의 표본화 회로에 대하여 부분적으로 설명하고 계산할 수 있다.

7. 전기·전자 측정

1. 성격 및 목표

가. 성격

전기·전자 분야에서 전기·전자 측정은 학습에서 나타나는 각종 전기 현상이나 특성을 계측기를 통해 가시적으로 확인할 수 있게 하여 각종 전기·전자 공학에 관한 이론을 증명할 수 있는 수단으로 활용되고 있다. 또한 높은 전압을 사용하는 변전소나 위험물 취급 공간 및 고속 운전 장소 등 사람이 접근하기 곤란한 환경에서도 각종 정보를 제공하기 때문에 안전한 유지·보수가 이루어질 수 있다.

“전기·전자 측정” 과목은 학습자에게 측정에 관한 기초적인 지식과 기능을 습득하게 하여 전공 분야에서 활용할 수 있는 능력을 길러 주는 과목으로, 측정에 관한 일반적인 이론을 바탕으로 전압, 전류 및 전력 측정, 저항, 인덕턴스 및 커패시턴스 측정, 주파수 및 파형 측정, 그 밖의 자기와 증폭기 등의 측정 등을 다루는 이론·실습 통합 과목이다.

나. 목표

“전기·전자 측정” 과목의 목표는 다음과 같다.

- 1) 전기·전자 측정에 관한 기초적인 지식과 기능을 습득하여 전공 분야에 활용할 수 있는 능력을 기를 수 있다.
- 2) 전기·전자 측정 계기를 올바르게 사용할 수 있도록 측정기의 동작 원리와 구조를 이해하고, 그 특성에 따른 측정 대상이 적합한가를 판단할 수 있다.
- 3) 측정에 관한 일반적인 이론을 바탕으로 전압, 전류 및 전력 측정, 저항, 인덕턴스 및 커패시턴스 측정, 주파수 및 파형 측정, 그리고 그 밖의 자기와 증폭기 등의 측정 기술을 습득하여 관련 직무에 활용할 수 있다.

2. 내용

가. 내용 체계

“전기·전자 측정” 과목의 내용은 앞에서 제시한 과목의 성격과 목표를 최대한 달성시키기 위하여 다음과 같은 내용 체계로 구성되었다.

내용 영역	내용 영역 요소
측정 일반	<ul style="list-style-type: none"> • 측정과 오차 • 측정 계기
전압, 전류 및 전력 측정	<ul style="list-style-type: none"> • 전압의 측정 • 전류의 측정 • 전력의 측정
저항, 인덕턴스 및 커패시턴스 측정	<ul style="list-style-type: none"> • 저항의 측정 • 인덕턴스의 측정 • 커패시턴스의 측정
주파수 및 파형 측정	<ul style="list-style-type: none"> • 주파수의 측정 • 파형의 측정
그 밖의 측정	<ul style="list-style-type: none"> • 자기의 측정 • 증폭기에 관한 측정

나. 영역별 성취기준

1) 측정 일반

가) 측정과 오차

- 측정과 오차에 대한 개념, 측정의 종류, 측정기의 구조와 동작 원리, 오차의 종류, 확대, 정도 및 감도 등을 알고 측정할 수 있다.

나) 측정 계기

- 측정 계기를 아날로그와 디지털 계기로 구분하여 원리와 종류, 측정 방법 및 측정 관계 이론을 학습하고 측정할 수 있다.

2) 전압, 전류 및 전력 측정

가) 전압의 측정

- 직류 및 교류 전압의 측정에 관한 기본 원리와 종류 및 계기의 구분, 고압과 저압의 측정 방법 및 관계 이론 등에 대하여 이해하고 전압을 측정할 수 있다.

나) 전류의 측정

- 저전류와 대전류의 측정 방법을 알고 측정할 수 있으며, 충격 전류와 고주파 전류의 측정 계기의 종류, 측정 원리와 방법 등을 알고 전류를 측정할 수 있다.

다) 전력의 측정

- 전력은 그 크기에 따라 미소 전력, 보통 전력, 대전력으로 구분할 수 있다.
- 전력의 측정 원리와 방법을 알고, 직류 전력과 교류 전력, 고주파 전력과 특수 전력 등을 측정할 수 있다.

3) 저항, 인덕턴스 및 커패시턴스 측정

가) 저항의 측정

- 저저항 측정 시 사용되는 전압 강하법이나 전위차계법, 캘빈 더블브리지법에 대하여 알 수 있고, 중저항 측정법과 고저항 측정법 및 측정 계기에 대하여 이해할 수 있다.
- 특수 저항의 측정 방법과 원리를 이해하고, 실습을 통하여 저항을 측정할 수 있다.

나) 인덕턴스의 측정

- 자기 인덕턴스와 상호 인덕턴스를 계산하는 방법을 설명할 수 있고, 측정하는 방법을 알고 측정 계기를 사용하여 인덕턴스를 측정할 수 있다.

다) 커패시턴스의 측정

- 커패시턴스의 측정 방법을 알고, 측정 계기를 사용하여 측정할 수 있다.

4) 주파수 및 파형 측정

가) 주파수의 측정

- 주파수의 분류와 표준 등 기초 사항을 설명하고, 상용 주파수의 측정에 사용되는 각종 계기의 원리와 구조, 그리고 종류에 따른 특성을 알고 이를 활용하여 주파수를 측정할 수 있다.
- 가청 주파수와 고주파의 측정을 위한 방법과 원리를 알고, 이를 활용하여 주파수를 측정할 수 있다.

나) 파형의 측정

- 파형을 분석하거나 관측하는 장치인 오실로스코프 사용법을 알고 측정할 수 있다.
- 이 밖에 여러 가지 파형을 측정할 수 있는 X-Y 기록 계기나 스펙트럼 분석기의 사용법을 알고, 실습을 통하여 파형을 측정할 수 있다.

5) 그 밖의 측정

가) 자기의 측정

- 코일에 의한 자기장을 측정하기 위한 방법과 관련 계기의 원리와 구조를 알고 자기를 측정할 수 있다.

나) 증폭기에 관한 측정

- 미약한 신호를 증폭하기 위한 증폭기의 임피던스, 이득, 주파수 특성, 일그러짐 및 잡음 등의 특성을 이해하고, 증폭기의 측정 원리와 방법을 알고 실습을 통하여 그 크기를 측정할 수 있다.

3. 교수·학습

가. 산업이 발전함에 따라 각종 설비나 기계의 운용 또는 생산 과정에서 측정 작업은 필수적인 위치를 굳히게 되었으며, 종래 단순 측정 작업에서 효율적인 품질 관리 측면까지 그 영역이 확대되고 있다. 이와 같이 측정 기술은 모든 산업 분야에서 중요한 역할을 담당하고 있으므로 측정 기술의 중요성을 인식시켜 학습 효과를 높이도록 한다.

나. 현장 실무에서 필요한 지식을 각종 매체를 통하여 지도함으로써 현장 적응력을 갖도록 하는 데 지도의 중점을 두고 측정 기술을 지도한다.

다. 실습에 사용되는 각종 계기나 측정 기구들은 매우 예민하므로 수평의 유지라든가 사용 범위의 선택에 있어 지도 교사의 지도가 필요하며, 측정 대상에 따른 적절한 측정 방법을 학습하여 다양한 지식과 판단력으로 계기의 파손이나 고압에 의한 안전사고가 일어나지 않도록 지도한다.

라. 학교의 특성, 학생의 실태 등을 고려하여 지도 내용의 정도를 선정·지도할 수 있다.

마. 각종 미디어를 활용하여 실물, 동작 원리에 대한 영상 자료, 모형 학습 자료 등을 수업에 활용하고, 토론, 발표 수업도 병행하여 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 이론과 실습을 적절히 안배하여, 지도한 내용이 균형 있게 평가될 수 있도록 한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 내용의 평가를 지양하고, 기본적인 개념이나 원리의 이해, 문제 해결 능력, 실천적 태도 등에 중점을 두어 평가한다.
- 3) 학습자 개인의 연구 발표, 소집단 토의와 발표에 대해서도 개인별, 조별 평가를 병행한다.
- 4) 평가 방법은 정기 고사에 의한 평가 방법에서 탈피하여 수행평가 중심의 다양한 평가 방법을 적용한다.
- 5) ‘측정 일반’ 영역에서는 측정과 오차의 의미를 정확하게 이해하고 있는지와 측정 계기들에 대하여 동작 원리 및 특징을 이해하고 있는가를 평가한다.
- 6) ‘전압, 전류 및 전력 측정’ 영역에서는 주어진 전기 회로를 구성하고 각종 측정 장치를 결선하여 전압, 전류 및 전력을 측정하고 설명할 수 있는가를 평가한다.
- 7) ‘저항, 인덕턴스 및 커패시턴스 측정’ 영역에서는 주어진 전기 회로를 구성하고 회로 소자의 저항, 인덕턴스, 커패시턴스를 측정하고 설명할 수 있는가를 평가한다.
- 8) ‘주파수 및 파형 측정’ 영역에서는 측정 장비를 활용하여 주파수와 파형을 측정할 수 있으며, 계측기에 나타난 파형을 보고 측정값을 정확하게 판독할 수 있는가를 평가한다.
- 9) ‘그 밖의 측정’ 영역에서는 자기와 증폭기 특성 등을 계측 장비를 활용하여 측정할 수 있는 능력을 평가한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
측정 일반	측정과 오차에 대한 종류와 개념 및 측정 계기를 구분하여 측정하는 방법 등을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 측정할 수 있다.	측정과 오차에 대한 종류와 개념 및 측정 계기를 구분하여 측정하는 방법 등을 다른 사람에게 설명하면서 측정할 수 있다.	측정과 오차에 대한 종류와 개념 및 측정 계기를 구분하여 측정하는 방법 등을 알고 측정할 수 있다.
전압, 전류 및 전력 측정	직류 및 교류 전압, 저전류와 대전류 및 전력의 크기에 따른 측정 원리와 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 측정할 수 있다.	직류 및 교류 전압, 저전류와 대전류 및 전력의 크기에 따른 측정 원리와 방법을 다른 사람에게 설명하면서 측정할 수 있다.	직류 및 교류 전압, 저전류와 대전류 및 전력의 크기에 따른 측정 원리와 방법을 알고 측정할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
저항, 인덕턴스 및 커패시턴스 측정	저저항, 중저항, 고저항 및 특수 저항의 측정 방법, 자기 및 상호 인덕턴스 측정 방법, 그리고 커패시턴스의 측정 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 측정할 수 있다.	저저항, 중저항, 고저항 및 특수 저항의 측정 방법, 자기 및 상호 인덕턴스 측정 방법, 그리고 커패시턴스의 측정 방법을 다른 사람에게 설명하면서 측정할 수 있다.	저저항, 중저항, 고저항 및 특수 저항의 측정 방법, 자기 및 상호 인덕턴스 측정 방법, 그리고 커패시턴스의 측정 방법을 알고 측정할 수 있다.
주파수 및 파형 측정	주파수의 종류에 따른 측정 방법, 파형을 분석하는 계측기의 사용 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 측정할 수 있다.	주파수의 종류에 따른 측정 방법, 파형을 분석하는 계측기의 사용 방법을 다른 사람에게 설명하면서 측정할 수 있다.	주파수의 종류에 따른 측정 방법, 파형을 분석하는 계측기의 사용 방법을 알고 측정할 수 있다.
그 밖의 측정	코일에 의한 자기장의 측정 방법과 증폭기를 이용한 측정 원리와 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 측정할 수 있다.	코일에 의한 자기장의 측정 방법과 증폭기를 이용한 측정 원리와 방법을 다른 사람에게 설명하면서 측정할 수 있다.	코일에 의한 자기장의 측정 방법과 증폭기를 이용한 측정 원리와 방법을 알고 측정할 수 있다.

[기초 과목]

8. 디지털 논리 회로

1. 성격 및 목표

가. 성격

“디지털 논리 회로” 과목은 특성화 고등학교 및 마이스터 고등학교의 전자과 학생들이 디지털 논리 회로 분야를 이해하기 위한 기초 과목이다.

이수해야 할 내용은 디지털 시스템, 논리 소자, 정보의 표현, 논리 회로 설계, 조합 논리 회로, 순서 논리 회로, 디지털 논리 회로의 응용 등으로, 디지털 논리 회로에 관한 개념에서부터 설계와 제작에 이르기까지 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

“디지털 논리 회로”는 디지털 논리 회로의 개념과 원리 학습을 통해 논리 회로를 설계할 수 있는 능력을 기를 수 있게 구성된 과목으로, 과목의 목표는 다음과 같다.

- 1) 디지털 시스템의 개념과 특징을 설명할 수 있다.
- 2) 디지털 논리 회로에 필요한 논리 소자의 종류와 동작 원리를 학습하고, 프로그램이 가능한 논리 소자를 이용하여 논리 회로를 작성할 수 있다.
- 3) 진수의 변환과 연산 및 디지털 코드를 학습함으로써 디지털 시스템에서 정보를 표현하는 방법을 설명할 수 있다.
- 4) 불 대수의 개념을 토대로 논리식과 진리표를 작성하여 복잡한 논리식을 간소화하는 방법을 습득한 후, 간단한 디지털 논리 회로를 설계할 수 있다.
- 5) 조합 논리 회로의 개념을 이해하고, 다양한 조합 논리 회로의 분석을 통해 새로운 논리 회로를 설계하고 제작할 수 있다.

- 6) 순서 논리 회로의 개념을 이해하고, 다양한 순서 논리 회로의 분석을 통해 새로운 논리 회로를 설계하고 제작할 수 있다.
- 7) 디지털 논리 회로의 기초가 되는 마이크로프로세서와 임베디드 시스템 지식을 응용하여 다양한 디지털 논리 회로를 설계하고 제작할 수 있다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역	내용 영역 요소
디지털 시스템	<ul style="list-style-type: none"> • 디지털 시스템의 개요 • 디지털 시스템의 특징
논리 소자	<ul style="list-style-type: none"> • 메모리의 개요 • 롬(ROM)과 램(RAM) • 논리 게이트
정보의 표현	<ul style="list-style-type: none"> • 진수의 변환 • 진수의 연산 • 디지털 코드
논리 회로 설계	<ul style="list-style-type: none"> • 불 대수 • 논리식과 진리표 • 논리식의 간소화 • 논리 회로도 작성
조합 논리 회로	<ul style="list-style-type: none"> • 조합 논리 회로의 개요 • 가산기와 감산기 • 병렬 가산기 • 인코더와 디코더 • 멀티플렉서와 디멀티플렉서 • 비교기 • 코드 변환기
순서 논리 회로	<ul style="list-style-type: none"> • 순서 논리 회로의 개요 • 플립플롭 • 레지스터 • 비동기식 카운터 • 동기식 카운터
디지털 논리 회로의 응용	<ul style="list-style-type: none"> • 마이크로프로세서 • 임베디드 시스템

나. 영역별 성취기준

1) 디지털 시스템

가) 디지털 시스템의 개요

- 아날로그 신호와 디지털 신호의 차이점을 설명할 수 있다.
- 신호의 변환 과정을 설명할 수 있다.

나) 디지털 시스템의 특징

- 디지털 시스템의 장단점을 설명할 수 있다.
- 디지털 집적 회로의 종류를 구조에 따라 분류할 수 있다.
- TTL과 CMOS의 특성을 비교하여 설명할 수 있다.

2) 논리 소자

가) 메모리의 개요

- 메모리의 종류와 특징을 설명할 수 있다.

나) 롬(ROM)과 램(RAM)

- 롬(ROM)과 램(RAM)의 구조 및 동작 원리를 설명할 수 있다.
- 롬(ROM)과 램(RAM)의 종류와 특징에 대해 설명할 수 있다.

다) 논리 게이트

- 불 대수의 기본 연산인 AND, OR, NOT 게이트를 설명할 수 있다.
- 불 대수의 기타 연산인 NAND, NOR, XOR, XNOR 게이트를 설명할 수 있다.

3) 정보의 표현

가) 진수의 변환

- 2진수와 8진수, 10진수, 16진수 사이의 변환을 수행할 수 있다.

나) 진수의 연산

- 2진수에서 사칙 연산을 할 수 있다.
- 디지털 시스템에서 보수의 개념과 보수를 이용하여 계산할 수 있다.

다) 디지털 코드

- BCD 코드로 표현한 자료끼리 계산할 수 있다.
- 3초과 코드의 표현 방법을 설명할 수 있다.
- 그레이 코드의 상호 변환 방법을 설명할 수 있다.

4) 논리 회로 설계

가) 불 대수

- 불 대수의 기본 정리와 기본 법칙의 원리를 설명할 수 있다.

나) 논리식과 진리표

- 최소항과 최대항의 의미를 알고 표현할 수 있다.
- 논리곱의 합형을 표현할 수 있다.
- 논리합의 곱형을 표현할 수 있다.

다) 논리식의 간소화

- 불 대수를 활용하여 논리식을 간소화할 수 있다.
- 카르노도를 활용하여 논리식을 간소화할 수 있다.

라) 논리 회로도 작성

- 디지털 논리 회로의 시스템을 분석하여 변수를 정의할 수 있다.
- 진리표를 작성하여 논리식을 세울 수 있다.
- 복잡한 논리식을 간소화할 수 있다.
- 간단한 디지털 논리 회로도를 작성할 수 있다.

5) 조합 논리 회로

가) 조합 논리 회로의 개요

- 조합 논리 회로의 구성을 설명할 수 있다.
- 조합 논리 회로의 설계 과정을 제시할 수 있다.

나) 가산기와 감산기

- 반가산기와 전가산기의 구조와 원리를 설명할 수 있다.
- 반감산기와 전감산기의 구조와 원리를 설명할 수 있다.

다) 병렬 가산기

- 병렬 가산기의 구조와 원리를 설명할 수 있다.
- BCD 가산기의 구조와 원리를 설명할 수 있다.

라) 인코더와 디코더

- 인코더의 구조와 원리를 설명할 수 있다.
- 디코더의 구조와 원리를 설명할 수 있다.

마) 멀티플렉서와 디멀티플렉서

- 멀티플렉서의 구조와 원리를 설명할 수 있다.
- 디멀티플렉서의 구조와 원리를 설명할 수 있다.

바) 비교기

- 반비교기의 진리표를 나타내고 동작을 설명할 수 있다.
- 전비교기의 진리표를 나타내고 동작을 설명할 수 있다.

사) 코드 변환기

- BCD 코드-3초과 코드 변환기의 동작 원리를 설명할 수 있다.
- 2진-그레이 코드 변환기의 동작 원리를 설명할 수 있다.
- 그레이-2진 코드 변환기의 동작 원리를 설명할 수 있다.

6) 순서 논리 회로

가) 순서 논리 회로의 개요

- 순서 논리 회로의 구성을 설명할 수 있다.
- 플립플롭의 종류를 설명할 수 있다.

나) 플립플롭

- RS 래치의 개념과 특성을 설명할 수 있다.
- 클럭형 RS 래치의 개념과 특성을 설명할 수 있다.
- JK 플립플롭의 개념과 특성을 설명할 수 있다.
- D 플립플롭의 개념과 특성을 설명할 수 있다.
- T 플립플롭의 개념과 특성을 설명할 수 있다.
- 비동기 입력의 개념과 동작 원리를 설명할 수 있다.

다) 레지스터

- 레지스터의 구조와 종류를 설명할 수 있다.
- 시프트 레지스터와 순환 레지스터를 설명할 수 있다.
- 직렬 레지스터와 병렬 레지스터의 종류와 특징을 설명할 수 있다.

라) 비동기식 카운터

- 비동기식 3비트 2진 상향 카운터의 동작 원리를 설명할 수 있다.
- 비동기식 3비트 2진 하향 카운터의 동작 원리를 설명할 수 있다.

마) 동기식 카운터

- 동기식 3비트 2진 상향 및 하향 카운터의 동작 원리를 설명할 수 있다.
- 동기식 5진 링 카운터의 동작 원리를 설명할 수 있다.

7) 디지털 논리 회로의 응용

가) 마이크로프로세서

- 마이크로프로세서의 개념과 구조를 설명할 수 있다.
- 마이크로프로세서의 동작 원리를 설명할 수 있다.

나) 임베디드 시스템

- 임베디드 시스템의 개념과 구조를 설명할 수 있다.
- 임베디드 시스템의 응용 사례를 설명할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 디지털 논리 회로의 기초 이론을 바탕으로 조합 논리 회로와 순서 논리 회로 등의 동작 원리를 습득하여 디지털 응용 회로를 설계·제작할 수 있도록 실무 중심으로 지도한다.
- 나. 학습자의 성취수준 및 전공 영역의 내용에 따라 관련 분야의 비중을 달리하여 지도한다.
- 다. 직업 능력을 극대화하기 위해 실습을 통해 다양한 수업 프로그램을 개발하여 적용하도록 한다.
- 라. ‘디지털 시스템’ 영역은 디지털과 아날로그의 개념을 이해하고, 각 시스템의 특징을 이해할 수 있도록 지도한다.
- 마. ‘논리 소자’ 영역은 메모리의 종류와 개념을 이해한 후, 기억 소자와 논리 게이트의 종류와 동작 원리를 설명할 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘정보의 표현’ 영역은 디지털 신호에서의 정보의 표현 방법을 이해하고, 진수의 변환과 연산, 디지털 코드의 해석이 가능하도록 지도한다.
- 사. ‘논리 회로 설계’ 영역은 불 대수를 이해한 후, 진리표와 논리식을 토대로 간단한 논리 회로도를 작성할 수 있도록 지도한다.
- 아. ‘조합 논리 회로’ 영역은 조합 논리 회로의 특성과 응용 가능한 논리 회로의 동작 원리를 이해하고, 응용 회로를 설계·제작할 수 있도록 지도한다.

- 자. ‘순서 논리 회로’ 영역은 순서 논리 회로의 특성과 응용 가능한 논리 회로의 동작 원리를 이해하고, 응용 회로를 설계·제작할 수 있도록 지도한다.
- 차. ‘디지털 논리 회로의 응용’ 영역은 논리 회로의 기초가 되는 마이크로프로세서와 임베디드 시스템 지식을 응용하여 다양한 디지털 논리 회로를 설계하고 제작할 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 디지털 시스템의 기본 개념, 회로 해석 능력, 회로의 설계 및 제작 능력 등을 종합적으로 평가한다.
- 2) 단순한 지식이나 개념 위주의 평가를 지양하고, 직무 능력과 실용적인 면에 중점을 두어 평가한다.
- 3) 지필평가, 수행평가, 실기 능력 평가 등의 다양한 평가 방식을 적용하고, 평가 내용도 기재 활용 능력, 보고서, 포트폴리오, 프레젠테이션, 컴퓨터 응용 능력 등 실무 적용 능력을 종합적으로 평가한다.
- 4) ‘디지털 시스템’ 영역은 디지털과 아날로그의 개념을 이해하며, 각 시스템의 특징을 이해하고 있는지를 평가한다.
- 5) ‘논리 소자’ 영역은 메모리의 종류와 개념을 이해하며 기억소자와 논리 게이트의 종류와 동작 원리를 설명할 수 있는지를 평가한다.
- 6) ‘정보의 표현’ 영역은 디지털 신호에서의 정보의 표현 방법과 함께 진수의 변환과 연산, 디지털 코드에 대해 이해하는지를 평가한다.
- 7) ‘논리 회로 설계’ 영역은 불 대수를 이해한 후, 진리표와 논리식을 토대로 간단한 논리 회로도를 작성할 수 있는지를 평가한다.
- 8) ‘조합 논리 회로’ 영역은 조합 논리 회로의 특성을 이해하고, 응용 가능한 논리 회로를 설계하고 제작하는 직무 능력을 중심으로 평가한다.
- 9) ‘순서 논리 회로’ 영역은 순서 논리 회로의 특성을 이해하고, 응용 가능한 논리 회로를 설계하고 제작하는 직무 능력을 중심으로 평가한다.
- 10) ‘디지털 논리 회로의 응용’ 영역은 마이크로프로세서와 임베디드 시스템의 개념과 구조를 이해하고, 마이크로프로세서의 동작 원리와 임베디드 시스템의 응용 사례를 들어 설명할 수 있는지를 평가한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
디지털 시스템	디지털 시스템의 개요와 특징을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명할 수 있다.	디지털 시스템의 개요와 특징을 다른 사람에게 설명할 수 있다.	디지털 시스템의 개요와 특징을 설명할 수 있다.
논리소자	메모리의 개요, 롬(ROM)과 램(RAM), 논리 게이트의 종류와 특징을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명할 수 있다.	메모리의 개요, 롬(ROM)과 램(RAM), 논리 게이트의 종류와 특징을 다른 사람에게 설명할 수 있다.	메모리의 개요, 롬(ROM)과 램(RAM), 논리 게이트의 종류와 특징을 설명할 수 있다.
정보의 표현	진수끼리의 변환과 2진수의 사칙연산을 수행하고, 디지털 코드의 종류와 용도를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명할 수 있다.	진수끼리의 변환과 2진수의 사칙연산을 수행하고, 디지털 코드의 종류와 용도를 다른 사람에게 설명할 수 있다.	진수끼리의 변환과 2진수의 사칙연산을 수행하고, 디지털 코드의 종류와 용도를 설명할 수 있다.
논리 회로 설계	불 대수, 논리식과 진리표를 사용하여 논리식을 간소화하는 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 논리 회로도 작성할 수 있다.	불 대수, 논리식과 진리표를 사용하여 논리식을 간소화하는 방법을 다른 사람에게 설명하면서 논리 회로도 작성할 수 있다.	불 대수, 논리식과 진리표를 사용하여 논리식을 간소화할 수 있다.
조합 논리 회로	조합 논리 회로의 구성, 가산기와 감산기, 병렬 가산기, 인코더와 디코더, 멀티플렉서와 디멀티플렉서, 비교기, 코드 변환기의 구조와 원리를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 간단한 조합 논리 회로를 설계할 수 있다.	조합 논리 회로의 구성, 가산기와 감산기, 병렬 가산기, 인코더와 디코더, 멀티플렉서와 디멀티플렉서, 비교기, 코드 변환기의 구조와 원리를 다른 사람에게 설명하면서 간단한 조합 논리 회로를 설계할 수 있다.	조합 논리 회로의 구성, 가산기와 감산기, 병렬 가산기, 인코더와 디코더, 멀티플렉서와 디멀티플렉서, 비교기, 코드 변환기의 구조와 원리를 설명할 수 있다.
순서 논리 회로	순서 논리 회로의 구성, 플립플롭, 레지스터, 비동기식 및 동기식 카운터의 구조와 원리를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 간단한 순서 논리 회로를 설계할 수 있다.	순서 논리 회로의 구성, 플립플롭, 레지스터, 비동기식 및 동기식 카운터의 구조와 원리를 다른 사람에게 설명하면서 간단한 순서 논리 회로를 설계할 수 있다.	순서 논리 회로의 구성, 플립플롭, 레지스터, 비동기식 및 동기식 카운터의 구조와 원리를 설명할 수 있다.
디지털 논리 회로의 응용	마이크로프로세서와 임베디드 시스템의 개념과 구조를 이해하고, 마이크로프로세서의 동작 원리와 임베디드 시스템의 활용성을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 회로를 응용할 수 있다.	마이크로프로세서와 임베디드 시스템의 개념과 구조를 이해하고, 마이크로프로세서의 동작 원리와 임베디드 시스템의 활용성을 다른 사람에게 설명하면서 회로를 응용할 수 있다.	마이크로프로세서와 임베디드 시스템의 개념과 구조를 이해하고, 마이크로프로세서의 동작 원리와 임베디드 시스템의 활용성을 설명할 수 있다.

[실무 과목]

1. 수력 발전 설비 운용

1. 성격 및 목표

가. 성격

“수력 발전 설비 운용” 과목은 전기·전자 교과군의 기준 학과인 전기과 학생들에게 수력 발전 설비를 운용하는 데 필요한 기술을 습득시켜 수력 발전 설비의 고장을 사전에 예방하는 능력을 기르기 위한 내용으로 구성된 과목으로서, 학습해야 할 내용은 수력 발전 설비 운전, 수계 운영, 수력 발전 설비 점검, 수력 발전 안전 보건 관리, 수력 발전 환경 관리 등이며, 수력 발전 설비의 운전부터 점검 및 관리에 필요한 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

수력 발전 설비를 운전하고, 설비의 점검, 관리 등을 통하여 최상의 운전 상태를 유지함으로써 설비 고장을 예방할 수 있는 능력을 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력 단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
수력 발전 설비 운전 (1901020103_14v2)	<ul style="list-style-type: none">• 주 기기 운전하기• 보조 기기 운전하기• 송·변전 설비 운전하기• 시송전 운전하기

내용 영역(능력 단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
수계 운영 (1901020104_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 저수지 운영 계획하기 • 홍수 조절하기 • 용수 공급하기 • 수문 자료 통계 분석하기
수력 발전 설비 점검 (1901020105_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 법정 검사 수검하기 • 정기 점검하기 • 특별 점검하기 • 댐, 수로 설비 점검하기
수력 발전 안전 보건 관리 (1901020109_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 댐 안전 관리하기 • 발전 설비 안전 관리하기 • 공사 안전 보건 관리하기 • 대정전 시 안전 관리하기
수력 발전 환경 관리 (1901020110_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 수질 환경 관리하기 • 폐기물 관리하기 • 유류 관리하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 수력 발전 설비 운전

수력 발전 설비의 구조, 특성과 계통을 확인하고, 운전 절차를 검토하여 안정적인 운전을 수행할 수 있다.

가) 주 기기 운전하기

- 주 기기의 구조와 특성을 확인하여 운전에 적용할 수 있다.
- 운전 절차서에 따라 기동·정지를 수행할 수 있다.
- 주 기기의 운전 점검을 사전에 확인하여 정상적으로 운전할 수 있다.
- 계기와 보호 장치에 의해 기기의 정상 작동 여부를 확인할 수 있다.
- 고장 발생 또는 비상시 운전 상황을 점검하여 운전 절차서에 따라 안전 조치 후 대책을 수립할 수 있다.

나) 보조 기기 운전하기

- 보조 기기의 구조와 특성을 확인하여 운전에 적용할 수 있다.
- 보조 절차서에 따라 기동 또는 정지를 수행할 수 있다.
- 보조 기기의 운전 조건을 사전에 확인하여 정상적으로 운전할 수 있다.
- 기기 간 상호 연계성을 확인하여 안정적으로 운전할 수 있다.

- 고장 발생 또는 비상시 운전 상황을 점검하고, 운전 절차서에 따라 안전 조치 후 대책을 수립할 수 있다.

다) 송·변전 설비 운전하기

- 송·변전 설비의 구조와 특성을 확인하여 운전에 적용할 수 있다.
- 운전 절차서에 따라 송·변전 설비를 운전할 수 있다.
- 송·변전 설비의 현장 상황과 운전 조건을 사전에 확인하여 정상적으로 운전할 수 있다.
- 설비 고장 발생 또는 비상시 운전 절차서에 따라 안전 조치를 할 수 있다.
- 전기 안전에 관한 규정을 확인하고 정상 운전할 수 있다.
- 전력구·맨홀·관로의 점검 주기를 확인하고, 점검 방법에 의한 점검과 판정을 시행할 수 있다.

라) 시송전 운전하기

- 전력 계통 정전 시 대처를 위해 시송전 절차서를 작성할 수 있다.
- 전력 계통 정전 시 시송전 절차서에 따라 운전할 수 있다.
- 지역별 광역 정전 시 시송전 절차서에 따라 비상 운전할 수 있다.

2) 수계 운영

수자원을 효율적으로 활용하기 위하여 수력 발전, 용수 공급, 홍수 조절을 통한 상·하류 댐, 저수지의 연계 관리 등을 수행할 수 있다.

가) 저수지 운영 계획하기

- 저수지 유입량을 산출하기 위하여 댐 상류 지역의 강우량과 수위를 측정할 수 있다.
- 측정된 유입량을 확인하여 발전 방류량을 조절할 수 있다.
- 측정된 유입량을 확인하여 계절별 적정 수위로 조절할 수 있다.
- 관계 법령과 외부적 환경을 고려하여 적정 수위로 조절할 수 있다.

나) 홍수 조절하기

- 기상 정보를 확인하여 강우량을 예측할 수 있다.
- 상·하류 강우량과 유입량을 확인하여 방류 여부를 결정하고, 홍수 통제소에 승인을 요청할 수 있다.
- 댐 수문 방류에 따른 피해 예방을 위하여 지역 주민과 행락객에게 사전 대피를 통보할 수 있다.
- 적정 수위 조절로 댐의 안전도 유지와 상·하류 지역의 침수 피해를 예방할 수 있다.

다) 용수 공급하기

- 댐 통합 협의회 심의를 위한 월별, 분기별, 연간 댐별 용수 공급 계획서를 작성하여 제출할 수 있다.
- 심의 결과에 따라 발전 방류와 연계하여 용수를 공급할 수 있다.
- 이수적인 측면(각종 용수 공급)과 치수적인 측면(홍수 조절)을 고려하여 용수 공급을 할 수 있다.

라) 수문 자료 통계 분석하기

- 과거의 각종 수문 자료를 검토하여 종합적 통계 분석을 할 수 있다.
- 수문 자료를 검토하여 저수지 운영, 홍수 조절, 용수 공급 등을 위한 자료로 활용할 수 있다.
- 종합적 통계 분석을 활용하여 장·단기 발전 운영 계획을 수립할 수 있다.
- 종합적 통계 분석에 따라 관련 수계의 발전소 신·증설을 위한 자료로 활용할 수 있다.

3) 수력 발전 설비 점검

발전 설비의 정상 운전과 고장 예방을 위하여 법정 검사, 정기 점검, 특별 점검, 댐·수로 설비 점검 등을 수행할 수 있다.

가) 법정 검사 수검하기

- 관련 법령에 의한 검사 대상 기기와 검사 주기 등을 확인하여 법정 검사 계획을 수립할 수 있다.
- 시험과 검사 절차서에 따라 검사 준비(시험 장비, 시험 요원, 시험 점검표 등)를 할 수 있다.
- 댐, 수로·발전 설비, 보호 계전기 등 전기사업법령에서 규정한 전기 사업용 전기 설비에 대하여 수검을 위한 해당 설비의 조작을 할 수 있다.
- 법정 검사 결과(부품 교환 후 재검사, 성능 보완 후 재검사)에 대한 대응 방안을 마련할 수 있다.

나) 정기 점검하기

- 정비 절차서에 따라 정기 점검 계획을 수립할 수 있다.
- 점검 시기별로 전반적인 설비 점검표를 작성할 수 있다.
- 점검 결과에 따라 규정치와 측정치의 일치 여부를 확인하고, 이상 발생 시 응급조치와 관련 기기 파급 영향을 최소화할 수 있다.
- 점검 결과에 따라 설비별 운전 상태의 추이(trend)를 분석하여 고장 원인(노후 열화, 점검 정비 불량 등)을 확인할 수 있다.

- 점검 결과에 따라 기기의 노후화된 부품 교체 계획을 수립할 수 있다.

다) 특별 점검하기

- 천재지변이나 동·하절기에 중점 점검 대상물을 선정하여 특별 점검 계획을 수립할 수 있다.
- 정부, 지자체 등 관계 기관 요청에 따라 특별 점검 계획을 수립할 수 있다.
- 특별 점검 계획에 따라 시설 보안 확보를 위해 특별 점검을 시행할 수 있다.
- 특별 점검 시행 결과에 따른 정비 계획서와 보고서를 작성할 수 있다.

라) 댐, 수로 설비 점검하기

- 댐, 부속 설비의 구조와 특성을 확인하여 설비를 안정적으로 유지할 수 있다.
- 댐 변위 추이(trend)와 부속 설비 노후도를 분석하여 정비 계획을 수립할 수 있다.
- 설비별 정밀 진단을 통하여 종합 보수와 대체 계획을 수립할 수 있다.
- 정비 완료 후 기술 평가를 하고, 개선 사항을 도출할 수 있다.

4) 수력 발전 안전 보건 관리

수력 발전소에서 인명 보호와 설비 안전을 위하여 재해 방지 계획을 수립하고, 댐, 발전 설비, 공사, 대정전 시 안전에 대처하는 업무를 수행할 수 있다.

가) 댐 안전 관리하기

- 댐 안전 관리를 위해 안전 보건 관리 계획서를 작성할 수 있다.
- 작업자에게 인명 보호와 설비 안전을 위한 교육을 할 수 있다.
- 안전 보건 관리에 수반되는 안전 관련 제반 법규를 준수하고 조치를 수립할 수 있다.
- 안전 확보를 위해 절차서를 개발할 수 있다.
- 개발된 절차서에 따라 작업 환경을 개선하고 안전을 확보할 수 있다.
- 안전 위해 개소를 확인하여 안전 조치를 취할 수 있다.
- 홍수로 인한 재해 발생 방지와 경감을 위해 홍수 기간 중 예비 방류, 수문 조작 등 홍수 조절을 할 수 있다.
- 수문 조작에 필요한 기기의 점검과 예비 전원 확보를 위한 조치를 할 수 있다.
- 댐의 기능을 양호한 상태로 유지하기 위하여 수시로 유지·보수를 실시할 수 있다.

나) 발전 설비 안전 관리하기

- 설비 안전 관리를 위해 안전 보건 관리 계획서를 작성할 수 있다.
- 설비 안전성 확보를 위해 정기적인 안전 점검과 안전 진단을 실시할 수 있다.
- 안전 보건 관리에 수반되는 안전 관련 제반 법규를 준수하고 안전 조치를 할 수 있다.
- 안전 위해 개소를 확인하여 안전 조치를 하거나 필요시 설비 개선을 할 수 있다.

다) 공사 안전 보건 관리하기

- 공사 안전 보건 관리를 위해 안전 보건 관리 계획서를 작성할 수 있다.
- 공사 수행 시 안전 확보를 위하여 시설물을 안전 규칙 기준에 맞게 설치할 수 있다.
- 공사 안전 보건 관리를 위해 안전 작업 허가서·통보서를 작성할 수 있다.
- 안전사고 방지를 위하여 안전 작업 수칙을 준수할 수 있다.
- 안전 관련 규정과 관련 법령을 준수하고, 안전 보건 관리에 대한 평가를 할 수 있다.

라) 대정전 시 안전 관리하기

- 대정전 시 재해 발생 방지와 경감을 위한 긴급 조치를 할 수 있다.
- 송·수전 및 소내 전력 계통 복구 절차를 수행할 수 있다.
- 대정전 시 필요한 기기의 점검과 예비 전원 확보를 위한 조치를 취할 수 있다.
- 대정전 시 관련 법령과 규정에 따라 필요한 조치를 할 수 있다.
- 전력 계통 비상 상황에 대비하기 위하여 복구 계획의 이행 가능 여부를 주기적으로 점검할 수 있다.
- 지역별 세부 복구 절차에 따라 부하 공급 절차를 수행할 수 있다.

5) 수질 발전 환경 관리

환경을 위한 목적이나 목표를 설정하고 발전 설비의 최적 운영·관리를 위하여 수질 환경, 폐기물, 유류를 관리할 수 있다.

가) 수질 환경 관리하기

- 수질 환경 절차서와 지침서의 작성, 시행, 관리를 할 수 있다.
- 수질 오염에 관한 관련 법령을 준수하기 위하여 오염 방지 시설을 파악하여 조치를 할 수 있다.
- 주변 지역에 수질 환경으로 인한 민원이 발생하지 않도록 적절한 조치를 할 수 있다.
- 수질 환경의 법적 허용치 이내를 유지하기 위하여 근원적인 조치를 할 수 있다.
- 수질 환경 관리를 위하여 유속별, 수심별 시료를 채취하여 분석할 수 있다.

나) 폐기물 관리하기

- 폐기물 관리 절차서와 지침서 작성, 시행, 관리를 할 수 있다.
- 공사 현장을 청결히 유지하기 위하여 작업 종료 전 청소를 시행할 수 있다.
- 공사 시행 중 발생된 사업장 폐기물을 처리하기 위하여 발생 즉시 관련 법규에 따라 분리 수거할 수 있다.
- 폐기물은 지정한 위치에 운반, 보관하며, 폐기물 처리업체에 위탁하여 처리할 수 있다.
- 관련 법령에 따라 사후 관리를 위하여 처리 결과를 기록, 유지할 수 있다.

다) 유류 관리하기

- 설비와 기기에 사용되는 유류의 관리 기준을 정하고, 관리 계획서를 작성할 수 있다.
- 환경에 중대한 영향을 미칠 수 있는 잠재적 비상 상황과 사고를 확인하기 위하여 비상 사태 대비, 대응에 대한 절차를 수립할 수 있다.
- 유류 교체, 보충, 여과 등 기기의 유지 관리를 위한 조치를 수행하고, 관리 대장을 작성할 수 있다.
- 유류의 유출과 분출 등으로 재산상의 손상 또는 인명 피해가 발생되거나, 타 설비의 손상을 유발시키는 사고가 발생되지 않도록 관련 절차를 수립할 수 있다.
- 유류 관리 기준 이내로 유지하기 위하여 제조사, 관계 기관 전문가와 협조할 수 있다.
- 유류의 저장과 취급을 위하여 위험물 취급 관계 법령이나 안전 수칙을 준수할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 수력 에너지를 이용하여 전기를 생산하는 발전 설비의 안전한 운전과 유지·보수를 수행하며, 수자원의 효율적인 운영·관리 등을 통하여 최상의 운전 상태를 유지함으로써 설비 고장을 예방할 수 있는 능력을 기를 수 있도록 지도한다.
- 나. 학생의 성취수준 및 요구, 학교의 실정, 지역 사회의 여건 등을 고려하여 지도의 비중을 달리하여 지도한다.
- 다. ‘수력 발전 설비 운전’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 문제 기반 학습법 등을 활용하여 주기기 운전, 보조 기기 운전, 송변전 설비 운전, 시송전 운전 등에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 라. ‘수계 운영’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 문제 기반 학습법 등을 활용하여 저수지 운영 계획, 홍수 조절, 용수 공급, 수문 자료 통계 분석 등에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 마. ‘수력 발전 설비 점검’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 문제 기반 학습법 등을 활용하여 법정 검사 수검, 정기 점검, 특별 점검, 댐, 수로 설비 점검 등에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘수력 발전 안전 보건 관리’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 문제 기반 학습법 등을 활용하여 댐 안전 관리, 발전 설비 안전 관리, 공사 안전 보건 관리, 대정전 시 안전 관리 등에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

사. ‘수력 발전 환경 관리’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 문제 기반 학습법 등을 활용하여 수질 환경 관리, 폐기물 관리, 유류 관리 등에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 목표 지향 평가가 이루어질 수 있도록 하며, 영역별로 달성할 목표를 세부적으로 분석하여 평가 방법과 내용을 계획한다.
- 2) 평가자는 작업 영역 성취기준에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위하여 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용한다.
- 3) 실무 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 4) 평가 방법은 정기 고사에 의한 평가 방법에서 탈피하여 수행평가 중심의 다양한 평가 방법을 적용한다.
- 5) ‘수력 발전 설비 운전’ 영역에서는 서술형 시험, 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 점검표, 피평가자 점검표, 구두 발표 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 점검표, 피평가자 점검표, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
- 6) ‘수계 운영’ 영역에서는 서술형 시험, 논술형 시험, 평가자 질문, 평가자 점검표, 피평가자 점검표, 구두 발표 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 점검표, 피평가자 점검표, 구두 발표 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
- 7) ‘수력 발전 설비 점검’ 영역에서는 서술형 시험, 논술형 시험, 평가자 질문, 평가자 점검표, 피평가자 점검표, 구두 발표 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고 문제해결 시나리오, 서술형 시험, 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 점검표, 피평가자 점검표, 구두 발표 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
- 8) ‘수력 발전 안전 보건 관리’ 영역에서는 서술형 시험, 논술형 시험, 평가자 질문, 평가자 점검표, 피평가자 점검표, 구두 발표 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 점검표, 피평가자 점검표, 구두 발표 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.

- 9) ‘수력 발전 환경 관리’ 영역에서는 서술형 시험, 논술형 시험, 평가자 질문, 평가자 점검표, 피평가자 점검표, 구두 발표 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 점검표, 피평가자 점검표, 구두 발표 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
수력 발전 설비 운전	수력 발전 설비에 대한 운전하기를 독자적으로 실시하고 고장 발생 또는 비상시 운전 상황을 점검하여 안전 조치를 한 후 대책을 수립하는 직무를 다른 사람에게 구체적인 예를 들어 설명하면서 수행할 수 있다.	수력 발전 설비에 대한 운전하기를 실시하고, 고장 발생 또는 비상시 운전 상황을 점검하여 안전 조치를 한 후 대책을 수립하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	수력 발전 설비에 대한 운전하기를 실시하고, 고장 발생 또는 비상시 운전 상황을 점검하여 안전 조치를 할 수 있다.
수계 운영	저수지에 대한 운영 계획을 독자적으로 수립하고, 홍수 조절하기, 용수 공급하기, 수문 자료 통계 분석하기 직무를 다른 사람에게 구체적인 예를 들어 설명하면서 수행할 수 있다.	저수지에 대한 운영 계획을 수립하고, 홍수 조절하기, 용수 공급하기, 수문 자료 통계 분석하기 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	저수지에 대한 운영 계획을 수립하고, 홍수 조절하기, 용수 공급하기, 수문 자료 통계 분석하기 직무를 수행할 수 있다.
수력 발전 설비 점검	법정 검사 계획을 독자적으로 수립하고, 정기 점검하기, 특별 점검하기, 댐, 수로 설비 점검하기 직무를 다른 사람에게 구체적인 예를 들어 설명하면서 수행할 수 있다.	법정 검사 계획을 수립하고, 정기 점검하기, 특별 점검하기, 댐, 수로 설비 점검하기 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	법정 검사 계획을 수립하고, 정기 점검하기, 특별 점검하기, 댐, 수로 설비 점검하기 직무를 수행할 수 있다.
수력 발전 안전 보건 관리	댐 안전 관리를 위해 안전 보건 관리 계획서를 독자적으로 작성하고, 발전 설비 안전 관리하기, 공사 안전 보건 관리하기, 대정전 시 안전 관리하기 직무를 다른 사람에게 구체적인 예를 들어 설명하면서 수행할 수 있다.	댐 안전 관리를 위해 안전 보건 관리 계획서를 작성하고, 발전 설비 안전 관리하기, 공사 안전 보건 관리하기, 대정전 시 안전 관리하기 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	댐 안전 관리를 위해 안전 보건 관리 계획서를 작성하고, 발전 설비 안전 관리하기, 공사 안전 보건 관리하기, 대정전 시 안전 관리하기 직무를 수행할 수 있다.
수력 발전 환경 관리	설비와 기기에 사용되는 유류의 관리 기준을 정하고, 관리 계획을 독자적으로 수립하고 수질 환경 관리하기, 폐기물 관리하기, 유류 관리하기 직무를 다른 사람에게 구체적인 예를 들어 설명하면서 수행할 수 있다.	설비와 기기에 사용되는 유류의 관리 기준을 정하고, 관리 계획을 수립하고 수질 환경 관리하기, 폐기물 관리하기, 유류 관리하기 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	설비와 기기에 사용되는 유류의 관리 기준을 정하고, 관리 계획을 수립하고 수질 환경 관리하기, 폐기물 관리하기, 유류 관리하기 직무를 수행할 수 있다.

[실무 과목]

2. 화력 발전 설비 운용

1. 성격 및 목표

가. 성격

“화력 발전 설비 운용” 과목은 전기·전자 교과군의 전기과 학생들에게 화력 발전에 대한 주 설비 운전, 보조 설비 운전, 환경 설비 운전, 전기 제어 설비 운전, 설비 정비, 환경 관리, 안전 보건 관리 등에 관련된 화력 발전 설비 운용 기술을 습득시켜, 화력 발전 설비의 고장을 사전에 예방하는 능력을 기르기 위한 내용으로 구성된 과목이다.

학습해야 할 내용은 화력 발전 주 설비 운전, 화력 발전 보조 설비 운전, 화력 발전 환경 설비 운전, 화력 발전 전기 제어 설비 운전, 화력 발전 설비 정비, 화력 발전 환경 관리, 화력 발전 안전 보건 관리 등으로, 화력 발전 설비의 운전부터 점검 및 관리에 필요한 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

연료를 사용하여 전기를 생산하고 안정적으로 공급하기 위하여 발전 설비를 운전·점검·유지·정비·진단과 보전을 할 수 있는 능력을 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력 단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
화력 발전 주 설비 운전 (1901020202_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 보일러 운전하기 • 증기 터빈 발전기 운전하기 • 가스 터빈 발전기 운전하기
화력 발전 보조 설비 운전 (1901020203_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 터빈 보조 설비 운전하기 • 보일러 보조 설비 운전하기 • 연료 설비 운전하기 • 수처리 설비 운전하기 • 회처리 설비 운전하기
화력 발전 환경 설비 운전 (1901020204_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 탈황 설비 운전하기 • 탈질 설비 운전하기 • 집진 설비 운전하기 • 폐수 처리 설비 운전하기
화력 발전 전기 제어 설비 운전 (1901020205_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 고·저압 전기 설비 운전하기 • 직류 전원 설비 운전하기 • 비상 전원 설비 운전하기 • 중앙 제어 설비 운전하기 • 현장 제어 설비 운전하기
화력 발전 설비 정비 (1901020206_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 정비 계획 수립하기 • 경상 정비하기 • 계획 예방 정비하기 • 돌발 고장 정비하기 • 예비품 관리하기
화력 발전 환경 관리 (1901020207_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 대기 환경 관리하기 • 수질 환경 관리하기 • 폐기물 처리하기 • 소음 환경 관리하기
화력 발전 안전 보건 관리 (1901020210_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 보건 위생 관리하기 • 설비 안전 관리하기 • 공정 안전 관리하기 • 재해 예방 관리하기 • 화재 방호 관리하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 화력 발전 주 설비 운전

보일러, 터빈 및 발전기의 구조 및 특성과 계통을 확인하고, 운전 절차를 준수하여 안정적인 운전을 수행할 수 있다.

가) 보일러 운전하기

- 발전 정지 상황(O/H 혹은 주말 정지)을 고려하여 기동 계획을 수립할 수 있다.
- 보일러의 구조와 특성을 확인하고, 보일러 운전 절차서에 따라 개별 기기, 전 설비를 안정적으로 운전할 수 있다.
- 보일러 본체와 보조 기기의 운전 상태에 따라 계속 운전 혹은 비상 정지에 대해 판단할 수 있다.
- 보일러 본체와 부속 설비[급수 펌프, 급수 제어 계통, 통풍기, 통풍 제어 계통, 미분기(경유 펌프), 연료 제어 계통, 주 증기, 재열 증기 온도 제어 계통]의 정상 작동 여부를 점검할 수 있다.
- 운전 상황(누수, 진동, 압력, 온도, 마모 등)을 점검하여 필요시 정상화할 수 있다.
- 보일러 본체와 보조 설비들의 현장 운전 상황을 파악하기 위해 중앙 제어실 보일러 제어반에 설치된 현장 정보 알림 요소[지시계, 연속기록기, 경보창 및 HTL(historical trend log)]들의 운전 상황을 종합하여, 필요한 조작과 현장 지시 사항을 구분하여 즉시 이행할 수 있다.
- 보일러 운전 핵심 요소인 급수 계통, 통풍 계통, 연료 계통, 수증기 온도를 보일러 운전 상황에 따라 자동 또는 수동 교체 운전을 할 수 있다.
- 파트너 설비인 터빈 운전 사항을 점검하여 터빈의 운전 방식(전력 계통 추종 운전 혹은 보일러 추종 운전)을 결정할 수 있다.
- 보일러의 비정상 운전 상황 발생 시 안전 조치를 취하고, 운전 절차서에 따라 정지할 수 있다.
- 중앙 제어실 보일러 제어반에 설치된 다수의 현장 정보 알림 요소들이 운전 기준치를 초과하여 운전되지 않게 항상 감시하고, 운전 기준치 초과 운전에 따른 고장 정지 유발 시, 원인 분석과 조치 후 재기동할 수 있다.
- 고장 내용에 따라 관련 부서와 협의 후 조치할 수 있다.

나) 증기 터빈 발전기 운전하기

- 발전 정지 상황(O/H 혹은 주말 정지)을 고려하여 기동 계획을 수립할 수 있다.
- 증기 터빈 발전기의 구조와 특성을 확인하고, 운전 절차서에 따라 개별 기기와 전체 설비를 안정적으로 운전할 수 있다.

- 증기 터빈 발전기 본체와 보조 설비의 운전 상태에 따라 계속 운전 혹은 비상 정지에 대해 판단할 수 있다.
- 연계 설비(증기와 복수 계통, 윤활유 공급 장치, 냉각수 공급 장치, 발전기 냉각 장치와 수소 밀봉 장치 등)의 정상 작동 여부를 확인할 수 있다.
- 증기 터빈과 보조 설비, 발전기와 보조 장치의 전기 설비 정상 작동 여부를 점검할 수 있다.
- 운전 상황(누유, 진동, 축 팽창, 압력, 온도, 마모 등)을 점검하여 필요시 정상화할 수 있다.
- 터빈 본체와 보조 설비들의 현장 운전 상황을 확인하기 위해 중앙 제어실 터빈 제어반에 설치된 현장 정보 알림 요소(지시계, 연속 기록기, 경보창과 HTL)들의 운전 상황을 종합 분석하고, 필요한 조작과 현장 지시 사항을 구분하여 이행할 수 있다.
- 발전기 전압, 주파수, 위상을 자동 또는 수동으로 조정하여 전력 계통과 병렬 운전을 할 수 있다.
- 파트너 설비인 보일러의 운전 사항을 점검하여 터빈의 운전 방식(전력 계통 추종 운전 혹은 보일러 추종 운전)을 결정할 수 있다.
- 증기 터빈 발전기의 비정상 운전 상황 발생 시 안전 조치를 취하고, 운전 절차서에 따라 정지할 수 있다.
- 중앙 제어실 터빈 제어반에 설치된 다수의 현장 정보 알림 요소들이 운전 기준치를 초과하여 운전되지 않게 항상 감시하고, 운전 기준치 초과 운전에 따른 고장 정지 유발 시, 원인 분석과 조치 후 재기동할 수 있다.
- 설비의 고장 내용에 따라 관련 부서와 협의 후 조치할 수 있다.

다) 가스 터빈 발전기 운전하기

- 발전 정지 상황(O/H 혹은 주말 정지)을 고려하여 기동 계획을 수립할 수 있다.
- 가스 터빈의 구조 및 특성을 확인하고, 운전 절차서에 따라 안정적으로 운전할 수 있다.
- 가스 터빈 발전기 본체와 보조 기기의 운전 상태에 따라 계속 운전 혹은 비상 정지에 대해 판단할 수 있다.
- 연계 설비(연료 공급 장치, 공기 압축기, 윤활유 공급 장치, 발전기 냉각 장치와 수소 밀봉 장치 등)의 정상 작동 여부를 파악할 수 있다.
- 운전 상황(누유, 진동, 축 팽창, 압력, 온도, 마모 등)을 점검하여 필요시 정상화할 수 있다.
- 발전기 전압, 주파수, 위상을 자동 또는 수동으로 조정하여 전력 계통과 병렬 운전을 할 수 있다.
- 가스 터빈 발전기의 비정상 운전 상황 발생 시 안전 조치를 취하고, 운전 절차서에 따라 정지할 수 있다.
- 배열 회수 보일러의 상태를 확인하고 연계 운전할 수 있다.
- 설비의 고장 내용에 따라 관련 부서와 협의 후 조치할 수 있다.

2) 화력 발전 보조 설비 운전

발전소의 안정적인 운전을 위하여 터빈 보조 설비, 보일러 보조 설비, 연료 설비, 수처리 설비, 회처리 설비의 운전을 수행할 수 있다.

가) 터빈 보조 설비 운전하기

- 터빈 보조 설비의 구조와 특성을 확인하여 설비를 안정적으로 운전할 수 있다.
- 터빈 보조 설비의 구조와 특성을 확인하고, 운전 절차서에 따라 안정적으로 운전할 수 있다.
- 터빈 보조 설비의 운전 조건을 사전에 확인하여 정상적으로 작동할 수 있다.
- 타 계통 연관 설비의 상호 연계성을 검토하여 안정적으로 운전할 수 있다.
- 운전 상태 점검 결과를 정상 운전값과 비교하여 상황에 적합한 조치를 할 수 있다.
- 설비의 고장 내용에 따라 관련 부서와 협의, 조치할 수 있다.

나) 보일러 보조 설비 운전하기

- 보일러 보조 설비(통풍 계통, 급수 계통, 연료 계통, 공기 예열기, 회처리 계통 등)의 구조와 특성을 확인하여 설비를 안정적으로 운전할 수 있다.
- 보일러 보조 설비의 구조와 특성을 확인하고 운전 절차서에 따라 안정적으로 운전할 수 있다.
- 보일러 보조 설비의 운전 조건을 사전에 확인하여 정상적으로 작동할 수 있다.
- 타 계통 연관 설비의 상호 연계성을 확인하여 안정적으로 운전할 수 있다.
- 보일러 보조 설비와 관련되는 탈황 설비, 집진 설비, 탈질 설비의 계통은 연소 가스 통로의 상호 연계성을 확인하고 안정적으로 운전할 수 있다.
- 운전 상태 점검 결과에 따라 주어진 절차에 맞게 조치를 할 수 있다.
- 설비의 고장 내용에 따라 관련 부서와 협의, 조치할 수 있다.

다) 연료 설비 운전하기

- 연료 설비(하역기, 컨베이어 벨트, 석탄 혼합 설비, 상하탄기, 석탄 분배 장치, LNG, 유류 등)의 구조와 특성을 확인하여 설비를 안정적으로 운전할 수 있다.
- 연료 설비의 구조와 특성을 파악하고, 운전 절차서에 따라 안정적으로 운전할 수 있다.
- 연료 설비(연료 하역기, 양하탄기, 운탄 설비 등)의 운전 조건을 사전에 확인하여 정상적으로 작동할 수 있다.
- 연료 종류별 성상에 따라 적절히 혼합하여 최적 연소 조건으로 운전할 수 있다.
- 운전 상태 점검 결과에 따라 주어진 절차에 맞게 조치를 할 수 있다.
- 화재, 누유, 누기, 폭발, 누설 등에 대한 예방 조치와 운전을 할 수 있다.
- 설비의 고장 내용에 따라 관련 부서와 협의하여 조치할 수 있다.

라) 수처리 설비 운전하기

- 보일러와 터빈의 발전 용수 수요에 따라 수처리 계통을 기동 또는 정지할 수 있다.
- 수처리 계통에 이상 발생 시 절차서에 따라 설비를 정지할 수 있다.
- 수처리 계통을 구성하는 필터와 이온 교환 수지를 역수세 또는 재생할 수 있다.

마) 회처리 설비 운전하기

- 회처리 계통을 구성하는 저회(bottom ash), 비회(fly ash) 계통도를 확인하고 운전할 수 있다.
- 보일러 운전 상태에 따라 절차서를 준수하여 회처리 계통을 기동 또는 정지할 수 있다.
- 회처리 계통 이상 발생 시 절차서에 따라 비상 대처할 수 있다.

3) 화력 발전 환경 설비 운전

발전 설비의 운영에 따른 환경 오염을 방지하기 위해 시설된 탈황 설비, 탈질 설비, 집진 설비와 폐수 처리 설비의 운전을 수행할 수 있다.

가) 탈황 설비 운전하기

- 발전 연료의 연소 원리와 연료 성상에 따른 환경 규제값 이내로 운전할 수 있다.
- 대기환경보전법령에 따른 황산화물 배출 규제값을 확인하여 운전할 수 있다.
- 탈황 계통의 설비 구성을 알고, 설비별 기능을 점검할 수 있다.
- 습식·건식 탈황법에 대하여 확인하고 운전할 수 있다.
- 습식 석회석·석고법 탈황 공정의 원리를 확인하고 운전할 수 있다.
- 보일러 운전 상태에 따라 탈황 설비를 운전할 수 있다.
- 탈황 계통 각 설비의 정상 운전 여부와 연속 측정 장치(CMS)의 수치를 확인하여 조치할 수 있다.

나) 탈질 설비 운전하기

- 보일러 배기 가스의 성분과 탈질 원리를 확인하여 운전할 수 있다.
- 암모니아 주입 계통의 설비 구성과 정상 운전 여부를 확인할 수 있다.
- 촉매의 특징을 알고 설치 상태를 확인할 수 있다.
- 제매기의 기능과 운전 방법을 절차서에 따라 운전할 수 있다.
- 탈질 설비 기동 전 점검 사항과 기동과 정상 정지, 비상 정지를 절차서에 따라 운전할 수 있다.

다) 집진 설비 운전하기

- 집진 설비의 원리와 특성을 확인하고 운전할 수 있다.
- 기동·정지 절차를 확인하고, 정상 운전 상태 여부를 점검할 수 있다.

- 점검 결과에 따라 운전 절차에 맞게 조치할 수 있다.
- 운전 전 점검과 조치 사항을 절차서에 따라 확인하고 운전할 수 있다.

라) 폐수 처리 설비 운전하기

- 수질 환경 기준과 폐수 배출 허용 기준을 환경보존법령에 따라 준수할 수 있다.
- 수질 오염이 환경에 미치는 영향을 확인할 수 있다.
- 수질 오염 성분을 확인하고, 약품 처리 설비를 운전할 수 있다.
- 공정 배수, 생활 배수와 우수를 구분하고, 배출 총량제에 따라 처리 방법을 확인하여 운전할 수 있다.
- 폐수 처리 계통의 설비 구성과 기능을 확인하고, 절차서에 따라 운전할 수 있다.
- 환경 계측기 수치를 확인하고, 설비를 정상 작동 상태로 운전할 수 있다.

4) 화력 발전 전기 제어 설비 운전

발전소 내에 시설된 고·저압 전기 설비, 직류 전원 설비, 비상 전원 설비와 계측 제어 설비를 운전할 수 있다.

가) 고·저압 전기 설비 운전하기

- 발전소 내의 전력 계통 단선도, 보호 장치의 기능과 특성을 확인하고 운전할 수 있다.
- 각 기기별 보호 계전기의 설정 기준을 확인하고, 정상 상태로 운전할 수 있다.
- 고·저압 계통의 정지기와 회전기로 구분하고, 원리와 기능을 확인하여 운전을 할 수 있다.
- 고·저압 계통의 정지기와 회전기를 구분하고, 원리와 기능을 확인하고 정상 운전 상태 여부를 점검할 수 있다.
- 발전기 계통 병입 후 일정 부하가 되면 소내 소비 전력을 기동 변압기에서 보조 변압기로 절체할 수 있다.
- 정상 기동 운전을 위한 소내 전기 설비 가압 절차와 조작 순서를 확인할 수 있다.
- 발전 설비의 비정상 운전 시 차단기의 동작 상태를 확인하고, 안정적인 정지를 위한 전원을 확보할 수 있다.
- 대형 회전 기기의 연속·제한 운전 조건을 준수하여 운전할 수 있다.

나) 직류 전원 설비 운전하기

- 축전지의 종류, 원리와 기능을 확인할 수 있다.
- 축전지의 용량과 상시와 비상시 대상 부하(전원 공급처)를 확인하여 운전할 수 있다.
- 축전지의 상태를 점검하여 절차에 따라 부동 충전, 균등 충전 운전을 할 수 있다.
- 충전기의 원리와 기능, 정상 운전 상태 여부를 확인하여 운전할 수 있다.
- 직류 배전반, 분전반의 위치와 조작 요령, 직류 계통 접지 여부를 확인하여 운전할 수 있다.

다) 비상 전원 설비 운전하기

- 비상 전원 설비의 설치 목적과 필요성을 확인하고 운전할 수 있다.
- 비상 전원의 종류와 비상 전원 공급 계통의 도면을 확인하여 운전할 수 있다.
- 정전압 교류 전원 계통의 정상 운전 상태 여부를 확인하여 조치할 수 있다.
- 무정전 전원 공급 장치 계통의 정상 운전 상태 여부를 확인하고 조치할 수 있다.
- 주기적으로 비상 발전기의 보호 장치 기능 시험, 자동 기동 시험과 부하 시험을 시행하고, 후속 조치를 취할 수 있다.
- 비상시 자동 기동 여부에 따라 상태 점검과 필요시 수동 운전할 수 있다.

라) 중앙 제어 설비 운전하기

- 각 계통별 분산 제어 시스템의 기능을 확인하고 운전 조작을 할 수 있다.
- 중앙 제어실 운전 스테이션에서 자동 운전, 수동 운전, 정상 정지와 비상 정지 운전을 수행할 수 있다.
- 발전 설비의 운전 조작, 상태 감시, 제어와 보호 기능 동작 상태를 확인하고 운전할 수 있다.
- 제어실 지시 계기를 감시하여 해당 계통의 정상 또는 비정상 상태 여부를 확인할 수 있다.
- 수동 조작을 할 경우 계통 상호 연관성을 알고, 조작 결과 추이를 확인할 수 있다.
- 상태 기록계의 기록 내용을 분석하여 비정상 여부를 확인할 수 있다.

마) 현장 제어 설비 운전하기

- 현장 제어실의 보조 설비 정상 운전 여부를 주기적으로 확인하여 조치를 취할 수 있다.
- 현장 계측기(압력, 온도, 유량, 댐퍼 등)의 설치 위치를 알고 정상 동작 여부를 확인할 수 있다.
- 현장 분산 제어 설비와 PLC 시스템을 확인하고 운전 조작할 수 있다.
- 수동 조작을 할 경우 계통 상호 연관성을 알고, 조작 결과 추이를 확인할 수 있다.
- 상태 기록계의 기록 내용을 분석하여 비정상 여부를 확인할 수 있다.
- 전자 기기실의 향온, 향습 설비를 최적 상태로 운전할 수 있다.

5) 화력 발전 설비 정비

정비 계획 수립, 경상 정비, 계획 예방 정비, 돌발 고장 복구와 정비 예비품을 확보함으로써 완벽한 설비 신뢰도와 최상의 성능을 유지할 수 있다.

가) 정비 계획 수립하기

- 대상 기기별로 기기 상태와 정비 주기를 고려하여 정비 계획을 수립할 수 있다.

- 설비별 기기 정비 의뢰서와 예방 점검 정비 현황 분석 등 기기 이력을 확인하여 정비 대상 기기와 범위를 분류할 수 있다.
- 정비 계획 수립에 따라 보일러, 터빈 발전기, 보조 기기, 수처리 설비, 탈황 설비, 연료 설비 등 설비별, 기기별, 정비 항목별로 소요 예산 계획을 수립할 수 있다.
- 정비 계획 수립에 따라 기계, 전기, 계측 제어 등 발전 설비 분야별 정비 전문 업체를 통제, 관리할 수 있다.
- 정비 계획 수립에 따라 정비 대상 기기별 정비 전문 업체와 관련 전문 인력을 확보할 수 있다.
- 설비 상태와 국가 전력 수급 상황 등을 고려하여 중장기 정비 계획을 수립할 수 있다.

나) 정상 정비하기

- 정비 역무 범위, 수행 절차 등을 확인하고, 정상 정비 업무를 총괄 관리할 수 있다.
- 일일 점검, 주간 점검, 월간 점검 등 점검 정비 계획을 수립할 수 있다.
- 정상 정비 계획에 따라 정비 전문 업체를 지휘, 감독할 수 있다.
- 정상 정비 계획에 따라 설비별 필요 인력, 소요 자재, 장비와 공기구 조사 등을 할 수 있다.
- 공정별 시험, 검사 계획을 수립하고 관리할 수 있다.
- 기술 관리, 하도급 관리, 정비 책임 등에 관한 정상 정비 심의 위원회를 계획하고 관리할 수 있다.
- 관련 규정에 따라 정비 품질 향상과 안전 관리 활동을 할 수 있다.
- 환경 관리 규정을 따라 소음, 분진 관리와 폐기물을 처리할 수 있다.
- 월별, 분기별 예방 점검과 기기 정비 의뢰서 처리 현황을 분석하고, 개선 사항을 도출할 수 있다.

다) 계획 예방 정비하기

- 정비 등급, 주기와 전력 수급 사정 등을 고려하여 정비 일정 계획을 수립할 수 있다.
- 계획 예방 정비 공사 설계서와 관련 시방서를 작성할 수 있다.
- 설비별, 기기별 정비 절차서를 작성하고 수정·보완할 수 있다.
- 설계서에 따라 계약이 체결되도록 계약 부서와 협의, 조정할 수 있다.
- 계약서에 따라 주 기기 공급사 특수 분야 외국인 기술진을 효과적으로 관리할 수 있다.
- 공정 계획에 따라 기계·전기·계측 제어 설비의 계획 예방 정비 공사 공정 관리를 할 수 있다.
- 공사 계획에 따라 재고 자재 활용과 신규 자재 확보 계획을 수립할 수 있다.
- 기기별 정비 전문 업체와 하도급 업체 인력 수급 상황을 확인하고 관리할 수 있다.

- 설비별 정비 진행 상황을 파악하고, 평가 후 종합 공정을 관리할 수 있다.
- 공정별 시험과 검사 계획을 수립하고 관리할 수 있다.
- 터빈, 발전기 분해 정비에 대해 숙련된 전문 기술자를 확보하고, 관련 업무를 수행할 수 있다.
- 제반 규정을 준수하여 품질과 안전 관리 업무를 수행할 수 있다.
- 소음, 분진 관리와 폐기물 처리 등 환경 관리 업무를 확인하고 수행할 수 있다.
- 보일러 동특성 시험과 부하 추종 시험을 통해 최적 상태로 조정할 수 있다.
- 전기사업법령에 따라 보안 검사 절차를 원활하게 수행할 수 있다.
- 정비 결과 평가를 위한 성능 진단과 하자 보증 관리 업무를 수행할 수 있다.
- 정비 완료 후 기술 정산을 시행하고, 개선 사항을 도출하여 조치할 수 있다.

라) 돌발 고장 정비하기

- 돌발 고장 상황에 대비하여 설비별 필수 예비품, 특수 장비, 공기구 등을 확보할 수 있다.
- 고장 설비가 전력 수급 상황에 미치는 영향과 발전 손실을 고려하여 긴급 복구 계획을 수립할 수 있다.
- 설비 고장 등 돌발 상황 발생 시 고장 원인과 범위를 신속히 확인할 수 있다.
- 설비별, 기기별 정비 전문 업체와 전문 인력을 확보하고, 상황 발생 시 활용할 수 있다.
- 정비 절차서를 준수하여 정비 품질을 확보할 수 있고, 안전 규정 준수로 무재해를 달성할 수 있다.
- 작업 공정별 시험 검사 계획을 수립하고 관리할 수 있다.
- 정비 완료 후 기술 평가를 시행하고, 개선 사항을 도출하여 차기 계획 예방 공사에 반영할 수 있다.
- 소음, 분진 관리와 폐기물 처리 등 환경 관리 업무를 확인하고 수행할 수 있다.

마) 예비품 관리하기

- 설비별 필수 예비품을 선정하고, 사전에 확보하여 정비 업무를 원활하게 수행할 수 있다.
- 자재 창고를 주기적으로 순회 점검하여 재고 자재와 보관 상태를 확인하고 관리할 수 있다.
- 예비품별 내자, 외자별 조달 기간을 고려하여 사전에 확보할 수 있다.
- 예비품별 특성에 맞는 보관 장소를 선정하여 구분·보관할 수 있다.
- 정비 계획에 따라 재고 자재를 확인하고 신규 자재를 확보할 수 있다.
- 전체적인 자재 리스트를 작성하고, 주기적으로 자재 구매 계획을 수립할 수 있다.
- 전시, 돌발 사고 등 비상 상황에 대비하여 필수 비상 예비품을 확보할 수 있다.
- ERP시스템을 활용하여 예비품 관리 업무를 수행할 수 있다.

6) 화력 발전 환경 관리

발전 설비 운영에 따라 발생하는 대기 오염 물질, 수질 오염 물질, 폐기물과 소음·진동 등을 관리·감독할 수 있다.

가) 대기 환경 관리하기

- 대기 환경 관리 법령에 따라 분진, 질산화물, 황산화물에 대한 규제값을 준수할 수 있다.
- 대기 환경에 관한 민원 발생 시 대책을 수립하고 해결할 수 있다.
- 대기 오염 방지 설비(집진 설비, 탈질 설비, 탈황 설비 등)를 최적으로 관리할 수 있다.
- 보일러 연소 관리를 통해 대기 오염을 최소화할 수 있다.
- 대기 환경 모니터링 설비의 운영 방법을 파악하여 설비를 상시 정상적으로 운영할 수 있다.
- 지구 온실가스 문제에 대처하기 위하여 최신 기술을 도입하고 적용할 수 있다.

나) 수질 환경 관리하기

- 수질 환경 관리 관련 법령에 따라 COD, BOD, SS, 온도, 용존 산소, pH 등에 대한 기준을 알고 준수할 수 있다.
- 수질 환경에 관한 민원 발생 시 대책을 수립하고 해결할 수 있다.
- 수질 오염 방지 설비(오·폐수 처리 시설 등)를 최적으로 관리할 수 있다.
- 오·폐수 설비 관리를 통해 수질 오염을 최소화할 수 있다.
- 누유로 인한 수질, 토양 오염 예상 개소를 점검하여 조치할 수 있다.
- 수질 환경 총량제를 준수하기 위하여 재순환 기술을 적용하여 재활용할 수 있다.
- 수질 환경 모니터링 설비의 운영 방법을 확인하여 설비를 상시 정상적으로 관리할 수 있다.
- 발전소에 사용되는 냉각수를 효율적으로 관리하기 위하여 선진 기술을 적용할 수 있다.

다) 폐기물 처리하기

- 폐기물관리법령에 따라 폐기물을 분류하고, 처리 기준에 관한 내용을 설명할 수 있다.
- 폐기물(일반 폐기물, 산업 폐기물, 특정 폐기물)에 관한 민원 발생 예방 대책을 수립하고 시행할 수 있다.
- 폐기물(일반 폐기물, 산업 폐기물, 특정 폐기물)에 관한 민원 발생 시 대책을 수립하고 처리할 수 있다.
- 폐기물의 체계적 관리를 통해 폐기물 발생을 최소화하고, 규정에 따라 처리할 수 있다.
- 재활용이 가능한 폐기물은 별도로 분리하여 활용할 수 있다.

라) 소음 환경 관리하기

- 소음·진동 관련 법령에 따라 소음, 진동 등에 대한 규제 기준을 알고 준수할 수 있다.
- 소음·진동 관련 법령에 따라 소음·진동 발생 설비(회전 기기 등)가 최적으로 운영되도록 관리할 수 있다.

- 소음·진동 발생에 관한 민원 발생 예방 대책을 수립하고 시행할 수 있다.
- 소음·진동에 관한 민원 발생 시 대책을 수립하고 조치할 수 있다.
- 소음·진동 관련 법령에 따라 소음 발생을 최소화하고 규정에 맞게 처리할 수 있다.

7) 화력 발전 안전 보건 관리

산업 안전 보건에 관한 기준을 확립하고, 시설물 안전 점검과 적절한 운영·유지 관리로 산업 재해를 예방하고 쾌적한 작업 환경을 조성함으로써 근로자의 보건 위생 증진, 산업 재해 예방, 공정 안전 관리, 시설물 화재 예방과 시설물 안전 관리 업무를 수행할 수 있다.

가) 보건 위생 관리하기

- 사업장 근로자의 건강 상태를 파악하기 위해 건강 검진 실시 계획을 수립하고, 계획에 따라 검진을 실시할 수 있다.
- 근로자의 보건 위생을 관리하기 위해 교육 계획을 수립하고, 매년 계획에 따른 교육을 할 수 있다.
- 근로자의 신체적 피로와 정신적 스트레스 등을 줄일 수 있는 쾌적한 작업 환경의 조성하고 근로 조건 개선 계획을 수립하고 실시할 수 있다.
- 근로자의 의견이 반영된 보건 위생(전염병, 위생, 급식과 영양 등) 개선 계획을 수립하고 시행할 수 있다.
- 근로자의 보건 위생을 관리하기 위해 건강 증진 관련 서류를 기록, 관리, 보존할 수 있다.
- 근로자의 건강 증진을 위하여 건강 증진 대책을 수립하고 실시할 수 있다.
- 근로자의 보건 위생을 관리·유지하기 위하여 보건 위생 관리 규정을 근로자가 인지할 수 있도록 사업장에 게시하고 근로자에게 공지할 수 있다.
- 산업 안전 보건 총괄 관리 조직에 산업 보건의, 보건 관리자를 두어 보건 위생에 관한 업무를 담당하게 할 수 있다.
- 근로자의 건강을 보호하기 위하여 작업 환경 측정(유해 물질 방출, 발암성 물질 등) 결과를 해당 작업장에 공시하고, 작업 환경의 기준이 초과된 시설과 설비의 보수·개선 등 적절한 조치를 취할 수 있다.
- 근로자 건강 장애를 예방하기 위하여 사업장 내 유해 물질 방출에 대비한 적절한 조치를 강구할 수 있다.
- 발암성 물질 등 근로자에게 중대한 건강 장애를 유발할 우려가 있는 유해 인자에 대하여 작업장 내 노출 농도를 법규에 정해진 허용 기준 이하로 유지할 수 있다.
- 중대 재해 발생과 발생 위험이 급박할 경우 작업을 중지시키고 근로자를 대피시키는 등 필요한 조치를 취한 후 상부에 보고하고 대책을 강구할 수 있다.

- 근로자 위험과 건강 장애를 방지하기 위하여 건설물, 설비, 기계류 등으로부터 유해·위험 요인을 찾아내어 위험성을 판단하고, 적절한 조치를 할 수 있다.

나) 설비 안전 관리하기

- 시설물의 안전과 유지·관리를 위해 안전 유지 관리 계획을 수립·시행하고, 그 실시 결과를 행정 기관에 보고할 수 있다.
- 시설물의 안전과 유지·관리를 위해 정기적 안전 교육을 실시할 수 있다.
- 시설물의 설비별로 안전 점검표를 작성하여 절차에 따라 안전 점검을 실시할 수 있다.
- 시설물의 안전과 유지·관리를 위해 시설물 안전의 종합 관리 내용이 포함된 시설물 정보 관리 종합 시스템을 구축하여 관리, 기록, 보존할 수 있다.
- 시설물의 안전 점검과 안전 진단 시 외부 전문 대행 기관에 위탁하여 점검과 진단을 받을 수 있다.
- 시설물 안전 점검 결과 구조 안전의 중대한 결함에 대하여 시설물의 보수·보강 등 필요한 조치를 취할 수 있다.
- 근로자의 안전 의식 고취를 위해 안전 법령 요지와 안전 표지를 부착할 수 있다.
- 시설물의 안전 관리를 위해 안전 진단을 받아 안전 개선 계획을 수립, 준수하고, 산업안전보건위원회의 심의를 받아 개선 계획을 실시하여 그 결과를 행정 기관에 제출할 수 있다.

다) 공정 안전 관리하기

- 시설물과 위험한 유해 설비에 대한 공정 안전 관리를 위하여 공정 안전 이행 능력과 비상시 대응에 대한 교육 계획을 수립하고 실시할 수 있다.
- 협력 업체를 포함한 설비의 환경 안전 관리와 환경 안전 보전을 위해 환경 안전 보건 교육 계획을 수립한 후 교육을 실시할 수 있다.
- 시설의 공정 안전 보고서 적정 여부 심사를 위해 산업안전심의위원회 수검 계획을 수립할 수 있다.
- 공정 안전 보고서의 이행 확인을 위해 공정 위험성의 이행 자체 평가와 교육 결과를 정부의 정기 심사 시 수검할 수 있다.
- 유해 설비를 별도로 선정하고 위험성 평가와 불의의 사고 결과를 분석하기 위하여 사고 조사와 관리에 대한 대책을 수립할 수 있다.
- 별도로 선정한 유해 설비의 안전 운전과 정비를 위하여 안전 운전 절차, 정비 절차와 정기 검사 절차에 대한 매뉴얼을 작성하고 준수할 수 있다.
- 별도로 선정한 유해 설비에 긴급 사항 발생 시 공정 안전 보고서의 비상시 조치 계획에 따라 이행 여부를 확인할 수 있다.

- 시설물의 안전이 근로자에게 위험이 미칠 우려가 있을 경우, 필요한 사항을 미리 확인한 후 위험 방지에 대하여 필요한 조치로 대비할 수 있다.
- 설비의 공정 안전을 준수하기 위하여 작업장 내 각종 안전 조치 등 관련 지침서를 작성하고, 준수할 수 있다.
- 시설물의 공정 안전에 불의의 재해가 발생했을 경우 근로자의 피난 행동과 대피 지침에 따라 재해 해소에 대응하고, 주기적인 교육을 실시할 수 있다.
- 설비의 공정 안전 관리를 위하여 모든 안전 작업 장비와 안전 보호구의 목록을 작성하고 관리할 수 있다.

라) 재해 예방 관리하기

- 근로자의 산업 재해 예방과 자연 재해에 의한 인명과 설비 피해 예방을 위해 산업 재해 예방 계획을 수립할 수 있다.
- 산업 재해 예방을 위하여 재해 예방 관련 서류들을 기록, 관리, 보존할 수 있다.
- 산업 재해와 피해를 최소화하기 위하여 대피 유도과 긴급 피난 요령을 수립하고, 교육을 실시할 수 있다.
- 산업 재해, 자연 재해 예방과 사후 신속 대응을 위하여 관련 매뉴얼을 구비하고, 단계별로 재난 상황에 대처할 수 있다.
- 사업장의 산업 재해 예방을 위하여 근로자의 쾌적한 작업 환경을 조성하고, 근로 조건 개선 조치를 취할 수 있다.
- 산업 재해 발생 시 발생 현황 통보를 위하여 발생 개요, 발생 원인, 보고 시기, 재해 내역, 재발 방지 계획 등을 작성할 수 있다.
- 시설물의 운영·유지 과정에서 발생하는 위험을 예방하기 위한 검사와 추락 사고, 붕괴 사고, 낙하물 사고, 천재지변 사고로 인한 위험이 있는 장소에 필요한 안전 조치를 할 수 있다.
- 유해 물질의 기준이 상 배출, 안전 의무 미이행, 중대 사고 발생 등 산업 재해 예방을 위하여 종합적인 개선 조치가 필요하다고 인정될 때에는 그 사업장의 시설, 그 밖의 사항에 관한 안전 개선 계획을 수립하고 개선을 실시할 수 있다.

마) 화재 방호 관리하기

- 소방 안전 관리를 위하여 소방 시설 유지·보수 계획을 수립하고, 계획을 이행할 수 있다.
- 화재를 예방하기 위하여 특정 소방 대상물의 화재 예방과 소방 안전을 위하여 소방 안전 교육 계획을 수립하고, 교육을 실시할 수 있다.
- 화재를 예방하기 위해서 특정 소방 대상물의 규모·용도와 수용 인원 등을 고려하여 갖추어야 하는 소방 시설 등을 화재 안전 기준에 따라 설치하고 관리할 수 있다.

- 소방 안전 관리 업무를 수행하기 위하여 자격을 갖춘 소방 안전 관리자로 하여금 업무를 담당하게 하고, 법정 기일 내에 관할 소방서에 소방 안전 관리자를 신고할 수 있다.
- 화재 예방과 인명과 재산을 보호하기 위하여 소방 시설 등이 법령에 위반될 시 필요한 조치를 취하고, 소방 안전 관리 업무를 감독할 수 있다.
- 건축물, 인공 구조물, 물품 등을 화재로부터 보호하기 위하여 자체 점검과 소방 훈련 등의 소방 안전 관리 업무를 수행할 수 있다.
- 화재 예방을 위해 그 대상물의 소방 시설을 정기적으로 자체 점검하고, 그 점검 결과를 관할 소방서에 보고할 수 있다.
- 소방 시설 등의 점검을 마친 경우 점검 사항을 점검 기록표에 기록하고, 해당 기록표를 소방 대상물에 부착할 수 있다.
- 화재 예방과 안전 관리의 효율화, 새로운 기술의 보급과 안전 의식의 고취를 위하여 직무 교육을 할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 화력 에너지를 이용하여 전기를 생산하는 발전 설비의 안전한 운전과 유지·보수를 수행하며, 수자원을 효율적인 운영·관리 등을 통하여 최상의 운전 상태를 유지함으로써 설비 고장을 예방할 수 있는 능력을 기를 수 있도록 지도한다.
- 나. 학생의 성취수준 및 요구, 학교의 실정, 지역 사회의 여건 등을 고려하여 지도의 비중을 달리하여 지도한다.
- 다. ‘화력 발전 주 설비 운전’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 문제 기반 학습법 등을 활용하여 보일러 운전, 증기 터빈 발전기 운전, 가스 터빈 발전기 운전 등에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 라. ‘화력 발전 보조 설비 운전’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 문제 기반 학습법 등을 활용하여 터빈 보조 설비 운전, 보일러 보조 설비 운전, 연료 설비 운전, 수처리 설비 운전, 회처리 설비 운전 등에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 마. ‘화력 발전 환경 설비 운전’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 문제 기반 학습법 등을 활용하여 탈황 설비 운전, 탈질 설비 운전, 집진 설비 운전, 폐수 처리 설비 운전 등에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

- 바. ‘화력 발전 전기 제어 설비 운전’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 문제 기반 학습법 등을 활용하여 고·저압 전기 설비 운전, 직류 전원 설비 운전, 비상 전원 설비 운전, 중앙 제어 설비 운전, 현장 제어 설비 운전 등에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 사. ‘화력 발전 설비 정비’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 문제 기반 학습법 등을 활용하여 정비 계획 수립, 경상 정비, 계획 예방 정비, 돌발 고장 정비, 예비품 관리 등에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 아. ‘화력 발전 환경 관리’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 문제 기반 학습법 등을 활용하여 대기 환경 관리, 수질 환경 관리, 폐기물 처리, 소음 환경 관리 등에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 자. ‘화력 발전 안전 보건 관리’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 문제 기반 학습법 등을 활용하여 보건 위생 관리, 설비 안전 관리, 공정 안전 관리, 재해 예방 관리, 화재 방호 관리 등에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 목표 지향 평가가 이루어질 수 있도록 하며, 영역별로 달성할 목표를 세부적으로 분석하여 평가 방법과 내용을 계획한다.
- 2) 평가자는 작업 영역 성취기준에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위하여 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용한다.
- 3) 실무 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성을 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 4) 평가 방법은 정기 고사에 의한 평가 방법에서 탈피하여 수행평가 중심의 다양한 평가 방법을 적용한다.
- 5) ‘화력 발전 주 설비 운전’ 영역에서는 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 일지/저널, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가와 결과 평가를 실시한다.
- 6) ‘화력 발전 보조 설비 운전’ 영역에서는 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 논술형 시험, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 일지/저널, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 일지/저널, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.

- 7) ‘화력 발전 환경 설비 운전’ 영역에서는 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 일지/저널, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 문제 해결 시나리오, 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 일지/저널, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
- 8) ‘화력 발전 전기 제어 설비 운전’ 영역에서는 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 일지/저널, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 문제 해결 시나리오, 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 일지/저널, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
- 9) ‘화력 발전 설비 정비’ 영역에서는 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 일지/저널, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 일지/저널, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
- 10) ‘화력 발전 환경 관리’ 영역에서는 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
- 11) ‘화력 발전 안전 보건 관리’ 영역에서는 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 일지/저널, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가와 결과 평가를 실시한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
화력 발전 주 설비 운전	화력 발전 주 설비에 대한 기동 계획을 독자적으로 수립하고, 고장 발생 또는 비상시 운전 상황을 점검하여 안전 조치를 한 후 대책을 수립하는 직무를 다른 사람에게 구체적인 예를 들어 설명하면서 수행할 수 있다.	화력 발전 주 설비에 대한 기동 계획을 수립하고, 고장 발생 또는 비상시 운전 상황을 점검하여 안전 조치를 한 후 대책을 수립하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	화력 발전 주 설비에 대한 기동 계획을 수립하고, 고장 발생 또는 비상시 운전 상황을 점검하여 안전 조치를 할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
화력 발전 보조 설비 운전	화력 발전 보조 설비에 대한 운전을 독자적으로 실시하고, 고장 발생 또는 비상시 운전 상황을 점검하여 안전 조치를 한 후 대책을 수립하는 직무를 다른 사람에게 구체적인 예를 들어 설명하면서 수행할 수 있다.	화력 발전 보조 설비에 대한 운전을 실시하고, 고장 발생 또는 비상시 운전 상황을 점검하여 안전 조치를 한 후 대책을 수립하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	화력 발전 보조 설비에 대한 운전을 실시하고, 고장 발생 또는 비상시 운전 상황을 점검하여 안전 조치를 한 후 대책을 수립하는 직무를 수행할 수 있다.
화력 발전 환경 설비 운전	발전 설비의 운영에 따른 환경 오염을 방지하기 위해 시설된 탈황 설비, 탈질 설비, 집진 설비와 폐수 처리 설비의 운전을 수행하는 직무를 다른 사람에게 구체적인 예를 들어 설명하면서 수행할 수 있다.	발전 설비의 운영에 따른 환경 오염을 방지하기 위해 시설된 탈황 설비, 탈질 설비, 집진 설비와 폐수 처리 설비의 운전을 수행하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	발전 설비의 운영에 따른 환경 오염을 방지하기 위해 시설된 탈황 설비, 탈질 설비, 집진 설비와 폐수 처리 설비의 운전을 수행하는 직무를 수행할 수 있다.
화력 발전 전기 제어 설비 운전	화력 발전 전기 제어 설비에 대한 기능과 특성을 주도적으로 확인하고, 법정 검사 계획을 독자적으로 수립하며, 고장 발생 또는 비상시 운전 상황을 점검하여 안전 조치를 한 후 대책 수립을 다른 사람에게 구체적인 예를 들어 설명하면서 수행할 수 있다.	화력 발전 전기 제어 설비에 대한 기능과 특성을 확인하고, 법정 검사 계획을 독자적으로 수립하며, 고장 발생 또는 비상시 운전 상황을 점검하여 안전 조치를 한 후 대책 수립을 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	화력 발전 전기 제어 설비에 대한 기능과 특성을 확인하고, 법정 검사 계획을 수립하며, 고장 발생 또는 비상시 운전 상황을 점검하여 안전 조치를 한 후 대책을 수행할 수 있다.
화력 발전 설비 정비	화력 발전 설비에 대한 정비 계획을 독자적으로 작성하고, 경상 정비하기, 계획 예방하기, 돌발 고장 정비하기, 예비품 관리하기 등의 직무를 다른 사람에게 구체적인 예를 들어 설명하면서 수행할 수 있다.	화력 발전 설비에 대한 정비 계획을 작성하고, 경상 정비하기, 계획 예방하기, 돌발 고장 정비하기, 예비품 관리하기 등의 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	화력 발전 설비에 대한 정비 계획을 작성하고, 경상 정비하기, 계획 예방하기, 돌발 고장 정비하기, 예비품 관리하기 등의 직무를 수행할 수 있다.
화력 발전 환경 관리	화력 발전 환경에 대한 대책을 독자적으로 작성하고, 대기 환경 관리하기, 수질 환경 관리하기, 폐기물 처리하기, 소음 환경 관리하기 등의 직무를 다른 사람에게 구체적인 예를 들어 설명하면서 수행할 수 있다.	화력 발전 환경에 대한 대책을 작성하고, 대기 환경 관리하기, 수질 환경 관리하기, 폐기물 처리하기, 소음 환경 관리하기 등의 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	화력 발전 환경에 대한 대책을 작성하고, 대기 환경 관리하기, 수질 환경 관리하기, 폐기물 처리하기, 소음 환경 관리하기 등의 직무를 수행할 수 있다.
화력 발전 안전 보건 관리	건강 검진 실시 계획을 독자적으로 수립하고, 보건 위생 관리하기, 설비 안전 관리하기, 공정 안전 관리하기, 재해 예방 관리하기, 화재 방호 관리하기 등의 직무를 다른 사람에게 구체적인 예를 들어 설명하면서 수행할 수 있다.	건강 검진 실시 계획을 수립하고, 보건 위생 관리하기, 설비 안전 관리하기, 공정 안전 관리하기, 재해 예방 관리하기, 화재 방호 관리하기 등의 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	건강 검진 실시 계획을 수립하고, 보건 위생 관리하기, 설비 안전 관리하기, 공정 안전 관리하기, 재해 예방 관리하기, 화재 방호 관리하기 등의 직무를 수행할 수 있다.

[실무 과목]

3. 원자력 발전 설비 운용

1. 성격 및 목표

가. 성격

“원자력 발전 설비 운용” 과목은 공업 분야 학과인 전기·전자 교과군의 학생들에게 원자력 발전의 기본 개념을 바탕으로 원자력 발전소 현장 설비 운전, 계측 제어 설비 정비 등의 설비 운영과 원자력 발전 전기 설비인 변압기, 차단기, 전동기, 전동 밸브 등에 대한 점검 및 보수 능력을 기르게 하기 위한 과목이다.

이 과목에서 이수해야 할 내용은 현장 설비 운전, 전기 설비 정비, 계측 제어 설비 정비, 변압기 정비, 차단기 정비, 전동기 정비, 전동 밸브 정비, 현장 계측 설비 정비 등 원자력 발전에 필요한 장비 운영 및 점검, 보수에 이르기까지 원자력 발전 설비에 관한 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

원자력 발전에 관한 설비 운영 이론과 기술을 습득하고 원리를 이해하며, 원자력 발전 전기 설비에 대한 분해, 점검, 보수, 조립, 시험하기까지 원자력 발전 설비의 운영과 유지·보수를 할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
현장 설비 운전 (1901020302_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 원자로 보조 설비 운전하기 • 현장 원자로 안전 설비 점검하기 • 터빈 발전기 보조 설비 운전하기 • 냉각 해수 계통 운전하기 • 방사성 폐기물 처리 설비 운전하기
전기 설비 정비 (1901020304_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 전기 설비 정비 계획 수립하기 • 전기 설비 예방 점검하기 • 전기 설비 고장 정비하기 • 전기 설비 정기·주기 시험하기 • 전기 기기 분해·점검하기
계측 제어 설비 정비 (1901020305_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 계측 제어 설비 고장 점검하기 • 계측 제어 설비 정기·주기 시험하기 • 계측 제어 설비 관리하기
변압기 정비 (1901020407_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 변압기 정비 계획 수립하기 • 변압기 외부 점검·보수하기 • 변압기 내부 점검·보수하기 • 변압기 시험하기
차단기 정비 (1901020408_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 차단기 정비 계획 수립하기 • 차단기 점검·보수하기 • 차단기 시험하기 • 패널 점검·보수하기
전동기 정비 (1901020409_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 전동기 정비 계획 수립하기 • 전동기 분해하기 • 전동기 점검·보수하기 • 전동기 조립하기 • 전동기 시험하기
전동 밸브 정비 (1901020410_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 전동 밸브 정비 계획 수립하기 • 전동 밸브 분해하기 • 전동 밸브 점검·보수하기 • 전동 밸브 조립하기 • 전동 밸브 시험하기
현장 계측 설비 정비 (1901020610_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 현장 계측 설비 정비 계획 수립하기 • 현장 계측 설비 점검하기 • 현장 계측 설비 분해하기 • 현장 계측 설비 보수하기 • 현장 계측 설비 교정하기 • 현장 계측 설비 시험하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 현장 설비 운전

발전소 안전 운전을 위하여 현장 기기의 운전 상태를 점검하고, 주 제어실 운전과 연계하여 운전 조작을 수행할 수 있다.

가) 원자로 보조 설비 운전하기

- 원자로를 기동하기 위하여 원자로 냉각재 충수와 배기 시 현장 조건을 확인하고 운전할 수 있다.
- 원자로심 잔열 제거를 위하여 잔열 제거 펌프의 기능을 확인하고, 초기 기동과 운전 상태를 점검할 수 있다.
- 화학 및 체적 제어 계통(CVCS)의 현장 운전 변수를 점검하고, 비정상 시 조치할 수 있다.
- 사용 후 연료 저장조 냉각 및 정화 계통을 점검하고 운전할 수 있다.
- 격납 용기 냉각 팬과 제어봉 구동 장치 냉각 팬의 운전 상태를 점검할 수 있다.
- 증기 발생기 습식 보관을 위하여 충수와 배수 시 관련 기기를 조작할 수 있다.

나) 현장 원자로 안전 설비 점검하기

- 비상시 추가 봉산수를 원자로 냉각재 계통에 주입하기 위하여 안전 주입 탱크 관련 연동을 확인하고, 비정상 시 조치할 수 있다.
- 격납 건물 압력을 낮추기 위하여 격납 건물 살수 계통의 기능을 확인하고, 펌프 성능을 시험할 수 있다.
- 보조 급수 계통의 기능 설비 구성을 확인하고 점검할 수 있다.
- 1차 기기 냉각수 계통 완충 탱크 수위와 관련된 연동 조건을 확인하고, 비정상 시 조치할 수 있다.
- 비상 공기 정화 계통에 냉각수를 공급하기 위하여 필수 냉각수 계통의 기능을 확인하고 점검할 수 있다.
- 비상용 디젤 발전기 기동·정지와 관련된 연동 조건을 확인하고 성능 시험을 할 수 있다.
- 안전 관련 전원 계통의 구성기기와 기능을 파악하고 전원 절체 등 현장 조치를 할 수 있다.
- 비상 공기 정화 계통의 구성 기기와 기능을 파악하고, 현장 점검과 비정상시 조치할 수 있다.

다) 터빈 발전기 보조 설비 운전하기

- 터빈 밀봉 증기 계통의 기능을 파악하고, 주요 운전 변수를 점검하여 비정상 시 조치할 수 있다.
- 발전기 냉각용 가스 조절 계통의 기능을 파악하고, 현장 운전 조작을 할 수 있다.
- 터빈 윤활유 계통의 기능을 파악하고, 현장 운전 조작을 수행할 수 있다.

- 터빈 제어유 계통 운전에 대해 확인하고, 비정상 시 조치할 수 있다.
- 발전기 고정자 냉각수 계통의 기능을 파악하고, 운전 조작을 할 수 있다.
- 발전기 밀봉유 계통의 기능을 파악하고, 운전 조작을 할 수 있다.
- 터빈 윤활유를 저장하고 이송하기 위한 관련 계통과 정화 계통을 운전할 수 있다.
- 발전소 전력 계통을 확인하고, 상분리 모선 냉각 계통을 운전할 수 있다.
- 주 변압기와 보조 변압기 운전 상태를 점검하고, 비정상 시 조치할 수 있다.

라) 냉각 해수 계통 운전하기

- 1차 기기 냉각수 열교환기와 디젤 발전기 냉각수 열교환기에 공급되는 1차 기기 냉각 해수 계통 기능을 파악하고 운전할 수 있다.
- 순환수 계통의 기능을 파악하고 운전할 수 있다.
- 순환수 계통과 1, 2차 기기 냉각 해수 계통의 취수구에 있는 이물질을 제거하기 위하여 취수구 회전망과 회전망 세척 계통의 기능을 파악하고 운전할 수 있다.
- 2차 기기 냉각수 열교환기에 공급되는 2차 기기 냉각 해수 계통의 기능을 파악하고 운전할 수 있다.
- 염소 주입 설비의 기능을 파악하고 운전 조작을 할 수 있다.
- 냉각 해수 계통의 비정상 시 조치 절차를 확인하고, 절차에 따라 조치할 수 있다.

마) 방사성 폐기물 처리 설비 운전하기

- 방사성 폐기물의 안전한 처리를 위하여 액체 폐기물 처리 계통의 주요 기기에 대한 기능을 파악하고 운전할 수 있다.
- 액체 폐기물의 발생량 저감을 위하여 액체 폐기물 증발기의 기능을 파악하고 운전할 수 있다.
- 액체 폐기물 처리 계통으로 유입되는 응축수의 양을 저감하기 위하여 응축수 방출 기준을 확인하고 관련 기기를 조작할 수 있다.
- 기체 폐기물의 발생량 저감을 위해 방사성 기체 폐기물 계통의 기능과 처리 원리를 확인하여 운전할 수 있다.
- 붕소 재생 계통의 기능을 파악하고 증발기를 운전할 수 있다.
- 고체 폐기물의 발생량 저감을 위하여 고체 폐기물 처리 방식을 확인하고, 관련 기기를 조작할 수 있다.

2) 전기 설비 정비

원자력 발전소에 설치된 전기 설비의 기능과 안전성을 확보하기 위하여 예방 점검, 정기·주기 점검 시험, 고장 정비 등을 수행할 수 있다.

가) 전기 설비 정비 계획 수립하기

- 전기 기기별로 정비 주기를 고려하여 단기·중장기 정비 계획을 수립할 수 있다.
- 전기 기기에 대한 정비 항목을 정상 정비와 계획 예방 정비로 분류할 수 있다.
- 기기 정비 이력을 파악하여 정비 대상 기기를 분류할 수 있다.
- 정비 계획에 따라 대상 기기별 자재 수급 계획, 정비 인력과 장비 투입 계획을 수립할 수 있다.
- 방사전 관리 구역에서의 작업 안전성을 고려하여 정비 계획을 수립할 수 있다.
- 정비 작업 중 발생할 수 있는 공장 반출 공사와 일반 공사 방법을 분류할 수 있다.
- 품질 관리 절차서에 따라 품질 보증·품질 관리 요건을 파악할 수 있다.

나) 전기 설비 예방 점검하기

- 설비 운전 절차와 예방 점검 절차에 따라 점검 일정표를 작성할 수 있다.
- 제작사의 매뉴얼과 지침서 또는 예방 점검 절차서를 확인할 수 있다.
- 제작사 매뉴얼, 운전 경험 등을 고려하여 점검 절차서를 작성할 수 있다.
- 점검 주기에 따라 점검 대상 기기를 구분할 수 있다.
- 점검 대상 기기에 따라 점검 항목과 점검 요청을 할 수 있다.
- 예방 점검 계획에 따라 예방 점검을 수행하고, 결과를 확인하여 정비를 할 수 있다.
- 예방 점검 결과에 따라 보고서를 작성하고, 필요에 따라 변경 요구서를 작성할 수 있다.
- 예방 점검 결과를 전산으로 기록하고 관리할 수 있다.

다) 전기 설비 고장 정비하기

- 작업 환경과 계통 조건 등을 고려하여 정비 계획서를 검토하고 작성할 수 있다.
- 작업 계획서에 따라 정비에 필요한 예비품을 확인할 수 있다.
- 구매 절차에 따라 예비품 구매 업무를 수행할 수 있다.
- 대상 기기의 성능과 품질 요건을 고려하여 예비품의 적정성을 검수할 수 있다.
- 운전 절차서에 따라 계통 영향 평가를 확인하고, 정비 절차서에 따라 해당 기기의 고장 항목을 정비할 수 있다.
- 정비 작업 조건을 확보하기 위하여 임시 변경 통지 절차를 수행할 수 있다.
- 절차서 개정 절차에 따라 해당 기기의 정비 절차서를 검토, 개정, 승인할 수 있다.

라) 전기 설비 정기·주기 시험하기

- 운전 절차서에 따라 정기·주기 시험에 대한 계획서를 확인하고 작성할 수 있다.
- 시험 계획서와 절차서에 따라 정기·주기 시험을 위한 시험 장비, 인력, 자재 등을 준비할 수 있다.
- 전기사업법과 시험 절차서, 전기 설비 제작사 매뉴얼 등에 따라 주기 시험을 수행할 수 있다.

- 원자력안전법에 따라 시험 절차를 준수하여 정기 시험을 할 수 있다.
- 시험 결과 만족·불만족에 대한 결과 보고서를 작성할 수 있다.
- 시험 결과에 대한 개선 대책을 수립할 수 있다.

마) 전기 기기 분해·점검하기

- 제작사 매뉴얼에 따라 해당 기기의 구조와 특성을 확인할 수 있다.
- 제작사 매뉴얼과 정비 경험에 따라 해당 기기의 분해·조립 절차를 작성할 수 있다.
- 안전 작업 절차서와 분해·조립 절차서에 따라 해당 기기의 충전부를 접지할 수 있다.
- 분해 절차서에 따라 분해·조립에 필요한 작업 공구를 사용하여 해당 기기를 분해할 수 있다.
- 점검 절차서에 따라 점검 장비를 사용하여 점검 항목을 점검할 수 있다.
- 점검 중 발생한 문제점을 확인하여 수리 또는 교체할 수 있다.
- 조립 절차에 따라 분해의 역순으로 조립할 수 있다.

3) 계측 제어 설비 정비

원자력 발전소에 설치된 계측 제어 설비의 기능을 확보하기 위하여 제어 설비 및 각종 계측기의 예방 점검, 고장 점검, 정기·주기 점검, 분해 점검, 검·교정, 성능 시험 등을 수행할 수 있다.

가) 계측 제어 설비 고장 점검하기

- 작업 환경과 계통 조건 등을 고려하여 작업 계획서를 작성하고 검토할 수 있다.
- 작업 계획서에 따라 정비에 필요한 예비품을 확인할 수 있다.
- 대상 기기의 성능과 품질 요건을 고려하여 예비품을 구매하고 검수할 수 있다.
- 정비 작업 조건을 확보하기 위하여 임시 변경 통지를 발행할 수 있다.
- 설계 변경 절차에 따라 설계 변경 제안서를 작성하고 검토할 수 있다.

나) 계측 제어 설비 정기·주기 시험하기

- 시험 일정에 따라 정기·주기 시험에 대한 계획을 수립할 수 있다.
- 정기·주기 시험 내용을 확인하여 시험 장비, 인력, 자재 등을 준비할 수 있다.

다) 계측 제어 설비 관리하기

- 원자력 안전법에 따라 해당 계측 제어 설비의 정기 시험을 수행할 수 있다.
- 전기사업법 또는 제어 설비 제작사 매뉴얼 등에 따라 해당 계측 제어 설비의 주기 시험을 수행할 수 있다.
- 시험 결과를 확인하고, 만족·불만족에 대한 결과 보고서를 작성할 수 있다.
- 시험 결과에 대한 개선 대책을 수립할 수 있다.

4) 변압기 정비

변압기의 성능과 기능을 유지하기 위해 정비 절차서, 도면 및 관계 법령을 토대로 정비 계획을 수립하고, 외부 점검·보수, 내부 점검·보수, 시험 등을 할 수 있다.

가) 변압기 정비 계획 수립하기

- 정비 계획 수립을 위해 장비, 인력, 자재 등을 파악할 수 있다.
- 절차서, 도면, 작업 조건을 토대로 작업 계획서, 공정표를 작성할 수 있다.
- 작성된 작업 계획서를 토대로 작업 수행 전 회의를 개최할 수 있다.
- 회의 결과에 따라 작업 범위, 업무 분장을 결정할 수 있다.
- 정비 작업 후 필요한 시험 범위, 방법을 파악할 수 있다.

나) 변압기 외부 점검·보수하기

- 정비 절차서에 따라 변압기 본체 및 부싱, 냉각 장치, 피뢰기, 단로기 등의 이상 유무를 확인하고 보수할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 고압 세척기를 사용하여 변압기 본체와 냉각 장치를 청소할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 냉각 장치의 송유 펌프, 냉각 팬, 전동기를 점검하고 보수할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 기계적·전기적인 보호 장치의 점검과 개체 시험을 수행하고, 이상 유무 여부에 따라 보수할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 권선과 절연유 온도계의 설치 상태, 동작 스위치를 점검하고, 온도계는 계측 제어팀에 교정을 의뢰할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 권선과 절연유 지시계와 스위치를 점검, 교정하고 보수할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 패널 내부의 각종 전기 장치 이상 유무를 확인하고 보수할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 계기용 변압 변류기 단자대와 계기용 변류기(current transformer), 계기용 변압기(potential transformer)를 점검하고, 이상 유무에 따라 보수할 수 있다.
- 점검·보수 결과에 따른 결과 보고서를 작성할 수 있다.

다) 변압기 내부 점검·보수하기

- 정비 절차서에 따라 변압기 절연유 배유, 건조 공기 공급, 출입구(manway) 개방을 할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 변압기 내부의 차폐판 변색, 부스바 연결부 이완 상태 및 내부 부품의 이상 유무를 확인하고, 결과에 따라 제작사에 보수를 의뢰할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 변압기 절연유 가스 분석, 절연 내력, 산가 분석을 통해 상태 판정을 하고, 결과에 따라 제작사에 보수를 의뢰할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 맨홀 조립 후 진공, 충유, 여과, 유위 조정을 할 수 있다.
- 점검·보수 결과에 따른 결과 보고서를 작성할 수 있다.

라) 변압기 시험하기

- 정비 절차서에 따라 변압기의 전기적 특성 시험 초기 조건을 확인할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 변압기의 전기적 특성 시험을 수행할 수 있다.
- 각종 정보, 트립 회로를 시험하고, 그 결과를 판정할 수 있다.
- 시험 결과에 따라 변압기의 성능을 판정하고, 결과를 기록, 보관할 수 있다.

5) 차단기 정비

차단기의 성능과 기능을 유지하기 위해 정비 절차서, 도면 및 관계 법령을 토대로 정비 계획을 수립하고, 점검·보수, 시험 등을 할 수 있다.

가) 차단기 정비 계획 수립하기

- 정비 계획 수립을 위해 장비, 인력, 자재 등을 파악할 수 있다.
- 절차서, 도면, 작업 조건을 토대로 작업 계획서, 공정표를 작성할 수 있다.
- 작성된 작업 계획서를 토대로 작업 수행 전 회의를 개최할 수 있다.
- 회의 결과에 따라 작업 범위, 업무 분장을 결정할 수 있다.
- 정비 작업 후 필요한 시험 범위, 방법을 파악할 수 있다.

나) 차단기 점검·보수하기

- 정비 절차서에 따라 점검을 위한 차단기 인출을 수행할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 육안 검사를 통하여 차단기 부품의 균열, 마모, 파손, 부식 여부를 확인하고 보수할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 측정 기구를 사용하여 차단기 부품의 치수, 외관의 이상 여부를 확인하고 보수할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 차단기의 전기적 점검을 하고 보수할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 차단기의 기계적인 점검, 조정을 수행할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 각종 코일을 점검하고 보수할 수 있다.
- 점검·보수 후 결과 보고서를 작성할 수 있다.

다) 차단기 시험하기

- 정비 절차서에 따라 차단기의 시험 초기 조건을 구성할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 차단기의 기계적인 동작 특성 시험을 수행할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 차단기의 전기적 특성 시험을 수행할 수 있다.
- 진공도 테스터를 사용하여 진공 차단기의 진공 밸브 진공도를 확인할 수 있다.
- 측정 기구를 사용하여 가스 차단기의 가스 압력을 측정할 수 있다.
- 시험 결과에 따라 차단기 성능을 판정하고, 결과를 기록, 보관할 수 있다.

라) 패널 점검·보수하기

- 정비 절차서에 따라 안전사고 예방을 위하여 패널 내부의 전원부 검전과 접지 공사를 수행할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 패널 내부 전기 설비의 과열 부위의 존재 여부를 확인하고 보수할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 부스 연결 볼트 이완 여부를 확인하고 보수할 수 있다.
- 점검·보수 후 결과 보고서를 작성할 수 있다.

6) 전동기 정비

전동기의 성능과 기능을 유지하기 위해 정비 절차서, 도면 및 관계 법령을 토대로 정비 계획을 수립하고, 점검·보수, 시험 등을 할 수 있다.

가) 전동기 정비 계획 수립하기

- 정비 계획 수립을 위해 장비, 인력, 자재 등을 파악할 수 있다.
- 절차서, 도면, 작업 조건을 토대로 작업 계획서, 공정표를 작성할 수 있다.
- 작성된 작업 계획서를 토대로 작업 수행 전 회의를 개최할 수 있다.
- 인양 설비에 대한 안전성 여부를 파악할 수 있다.
- 회의 결과에 따라 작업 범위, 업무 분장을 결정할 수 있다.
- 정비 작업 후 필요한 시험 범위, 방법을 파악할 수 있다.

나) 전동기 분해하기

- 정비 절차서에 따라 전동기 분해를 위한 초기 조건을 확인할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 분해 순서를 파악할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 전동기 분해 전의 상태를 파악하기 위하여 전기적, 기계적 상태를 측정하고 기록할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 전동기에서 회전자와 베어링을 인출할 수 있다.
- 분해 후 전동기 분해 부품을 지정 장소에 정렬, 정돈하여 망실되지 않도록 관리할 수 있다.

다) 전동기 점검·보수하기

- 정비 절차서에 따라 고정자 권선 저항 측정과 절연 저항 측정을 할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 주기적으로 고압 전동기의 절연 진단을 할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 고정자 내부의 권선 과열, 웬지 이완, 파손, 부식 여부를 확인하고 보수할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 회전자 축 저널 치수 측정을 하고, 결과에 따라 전문 업체에 보수를 의뢰할 수 있다.

- 정비 절차서에 따라 베어링 점검을 하고 교체를 할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 전동기를 세척, 건조할 수 있다.
- 점검 후 결과 보고서를 작성할 수 있다.

라) 전동기 조립하기

- 정비 절차서에 따라 전동기의 조립 순서를 파악할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 전동기 조립 전 이물질 유입 상태를 점검하여 청결 상태를 확인할 수 있다.
- 조립 순서에 따라 전동기 부품의 건전성을 확인하고, 회전자와 베어링을 정상 위치에 조립할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 전동기의 조립 검사를 수행할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 조립 후의 전기적, 기계적 상태를 조립 전과 비교할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 전동기 조립을 위한 전원 케이블을 정상적으로 결선할 수 있다.

마) 전동기 시험하기

- 정비 절차서에 따라 전동기 시험 초기 조건을 확인할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 전동기 무부하 시험, 부하 시험을 수행할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 전동기 진동 상태를 측정할 수 있다.
- 시험 판정 기준에 따라 전동기의 성능을 판정하고, 결과를 기록·보관할 수 있다.

7) 전동 밸브 정비

전동 밸브의 성능과 기능을 유지하기 위해 정비 절차서, 도면 및 관계 법령을 토대로 정비 계획을 수립하고, 분해, 점검·보수, 조립, 시험 등을 할 수 있다.

가) 전동 밸브 정비 계획 수립하기

- 정비 계획 수립을 위해 장비, 인력, 자재 등을 파악할 수 있다.
- 절차서, 도면, 작업 조건을 토대로 작업 계획서, 공정표를 작성할 수 있다.
- 작성된 작업 계획서를 토대로 작업 수행 전 회의를 개최할 수 있다.
- 회의 결과에 따라 작업 범위, 업무 분장을 결정할 수 있다.
- 정비 작업 후 필요한 시험 범위, 방법을 파악할 수 있다.

나) 전동 밸브 분해하기

- 정비 계획과 작업 일정에 따라 전동 밸브의 분해 범위를 결정할 수 있다.
- 정비 계획과 작업 일정에 따라 전동 밸브 분해를 위한 초기 조건을 확인할 수 있다.
- 정비 절차서의 분해 방법에 따라 전동기, 구동부 제어 박스, 제어 스위치를 분해할 수 있다.

- 분해 후 분해 부품을 지정 장소에 정렬, 정돈하여 망실되지 않도록 관리할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 점검 후 결과 보고서를 작성할 수 있다.

다) 전동 밸브 점검·보수하기

- 정비 절차서에 따라 밸브를 작동시키는 전동기의 외관 상태와 건전성을 점검할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 구동부와 연결된 전동 밸브의 회로 이상 여부를 점검할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 전동 밸브의 리밋 스위치와 토크 스위치를 설정할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 전동기 이상 시 전동기를 교체할 수 있다.
- 점검 후 결과 보고서를 작성할 수 있다.

라) 전동 밸브 조립하기

- 정비 절차서에 따라 구동부 조립 전 이물질 유입 상태를 점검하여 청결 상태를 확인할 수 있다.
- 정비 절차서의 조립 방법에 따라 전동기, 구동부 제어 박스, 제어 스위치를 조립할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 구동부의 전원선과 회로를 연결할 수 있다.

마) 전동 밸브 시험하기

- 정비 절차서에 따라 구동부 시험 초기 조건을 확인할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 밸브를 작동시키는 전동기의 건전성을 시험할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 구동부와 연결된 전동 밸브의 회로 이상 여부를 시험할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 밸브의 동작 시험을 하고, 시험 결과에 따라 전동 밸브의 리밋 스위치와 토크 스위치의 설정값을 조정할 수 있다.
- 시험 결과에 따라 전동 밸브의 성능을 판정하고, 결과를 기록, 보관할 수 있다.

8) 현장 계측 설비 정비

발전소 현장 계측 설비의 성능과 기능 유지에 필요한 하드웨어·소프트웨어 건전성을 확보하기 위해 매뉴얼, 정비 절차서, 도면 및 관계 법령을 토대로 정비 계획을 수립하고, 설비의 점검, 분해, 보수, 교정, 시험 등을 할 수 있다.

가) 현장 계측 설비 정비 계획 수립하기

- 정비 계획 수립을 위해 장비, 인력, 자재 등을 파악할 수 있다.
- 매뉴얼, 정비 절차서, 도면 및 작업 조건을 토대로 작업 계획서, 공정표를 작성할 수 있다.
- 작성된 작업 계획서를 토대로 작업 수행 전 회의를 개최할 수 있다.
- 회의 결과에 따라 작업 범위, 업무 분장을 결정할 수 있다.
- 정비 작업 후 필요한 시험 범위, 방법을 파악할 수 있다.

나) 현장 계측 설비 점검하기

- 현장 계측 설비의 진단 기능을 활용하여 설비의 건전성 유무를 확인할 수 있다.
- 육안 점검을 통해 하드웨어적인 구성 기기들의 열화, 변형, 소손 상태를 확인할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 시험 장비를 사용하여 제어 루프 입출력 시험을 할 수 있다.
- 시험 장비를 사용하여 현장 계측 설비의 점검 대상 품목을 분석하여 건전성을 확인할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 제어 루프 입출력 시험 결과를 확인하고, 만족·불만족을 판정할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 제어 프로그램 내에서 사용되는 상수와 변수의 설정값을 확인할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 온라인 상태에서 제어 프로그램의 정상 동작 유무를 확인할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 온라인 상태에서 프로세스 정보 발생 유무를 확인할 수 있다.

다) 현장 계측 설비 분해하기

- 정비 절차서에 따라 현장 계측 설비의 분해 범위를 결정하고 분해 작업을 할 수 있다.
- 육안 점검 및 제어 루프 입출력 시험 결과를 통해 현장 계측 설비 하드웨어 구성 기기의 건전성이 의심될 경우, 분해 범위와 방법을 결정하여 정비 대상 기기 분해 작업을 할 수 있다.
- 정비 절차서와 결정된 분해 방법에 따라 해당 설비에 맞는 공기구를 사용하여 분해 작업을 할 수 있다.
- 분해가 곤란할 경우, 정비 절차서에 따라 제작사에 기술 지원을 요청할 수 있다.

라) 현장 계측 설비 보수하기

- 현장 계측 설비의 자기 진단 정보가 존재할 경우, 정보 해소를 위한 제어 기기 교체, 설정 변경 등 예방 정비 작업을 할 수 있다.
- 육안 점검 결과 교체를 요하는 하드웨어 구성 기기에 대한 교체 작업을 할 수 있다.
- 제어 루프 입출력 시험 결과를 확인하고, 기능 저하 등 불만족 판정 항목이 있을 경우 원인 파악과 예방 정비 작업을 할 수 있다.
- 현장 계측 설비에서 사용되는 상수와 변수의 설정값 변경 작업을 할 수 있다.
- 하드웨어 재구성 및 제어 프로그램 변경 작업을 할 수 있다.
- 단위 기기 고장 시 고장 개소와 고장 원인 파악, 정비 작업 수행 조건 충족 조치, 고장 수리, 고장 교체 작업을 할 수 있다.
- 프로세스 정보 발생 시 정보 해소를 위한 조치와 수리 작업을 할 수 있다.
- 정비 계획에 따라 분해한 현장 감지기들에 대한 개별 기능 시험을 할 수 있다.
- 현장 감지기들에 대한 개별 기능 시험 결과 기능 저하 기기를 교체할 수 있다.
- 트렌드 기능과 기기 이력 관리를 활용하여, 특이한 기능 저하가 예측되는 기기를 식별하고 교체 작업을 할 수 있다.
- 수리, 교체된 기기의 이력 관리와 기능 유지·관리를 하고, 정비 주기 설정에 반영할 수 있다.

마) 현장 계측 설비 교정하기

- 정비 절차서에 따라 현장 감지기, 측정 기기, 조작 기기를 교정하고 설치 작업을 할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 현장 계측 설비의 시스템 설정값을 설정할 수 있다.
- 시험·진단 장비를 사용하여 현장 계측 설비의 응답 특성을 확인하고, 설정값과 제어 상수의 유효성을 판단할 수 있다.
- 현장 계측 설비의 응답 특성을 확인하고, 미세 조정 필요 시 허용 범위 내에서 설정값 변경 작업을 할 수 있다.
- 교정 작업 후 교정 전·후 설정값과 교정 결과를 기록, 관리할 수 있다.
- 교정이 곤란할 경우, 정비 절차서에 따라 제작사와 전문 기관에 기술 지원을 요청할 수 있다.

바) 현장 계측 설비 시험하기

- 정비 절차서에 따라 현장 계측 설비의 시험 초기 조건을 확인할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 현장 계측 설비의 성능 시험 절차를 수행할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 현장 계측 설비의 건전성을 판단할 수 있다.
- 현장 계측 설비 시험 완료 후 시험 초기 조건, 변경값, 설정값, 시험 결과를 분석하고 기록, 보관할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 원자력 설비의 점검 계획을 수립하고, 설비의 점검, 정비 등을 통하여 최상의 운전 상태를 유지함으로써 설비 고장을 예방할 수 있는 능력을 기를 수 있도록 지도한다.
- 나. 학생의 성취수준 및 요구, 학교의 실정, 지역 사회의 여건 등을 고려하여 지도의 비중을 달리하여 지도한다.
- 다. 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 라. 원자력 발전에 대한 기본 이론과 원자력 발전 설비 정비에 관한 기술을 습득하고 원리를 이해하여 학생들의 학습 전이를 향상시킬 수 있도록 한다.
- 마. ‘현장 설비 운전’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 실습, 협동 학습 등을 활용하여 발전소 안전 운전을 위하여 현장 기기의 운전 상태를 점검하고, 주 제어실 운전과 연계하여 운전 조작을 수행하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

- 바. ‘전기 설비 정비’ 영역에서는 프로젝트 실습, 협동 학습 등을 활용하여 원자력 발전소에 설치된 전기 설비의 기능과 안전성을 확보하기 위하여 예방 점검, 정기·주기 점검 시험, 고장 정비 등을 수행하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 사. ‘계측 제어 설비 정비’ 영역에서는 프로젝트 실습, 협동 학습 등을 활용하여 각종 계측 제어 설비의 고장 점검, 정기 시험, 유지·보수(관리)에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 아. ‘원자력 발전 전기 설비 정비(변압기 정비, 차단기 정비, 전동기 정비, 전동 밸브 정비)’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 문제 기반 학습 등을 활용하여 원자력 발전 전기 설비에 관련된 점검·보수, 조립, 시험 등에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 자. ‘현장 계측 설비 정비’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 문제 기반 학습 등을 활용하여 발전소 현장 계측 설비의 성능과 기능 유지에 필요한 하드웨어·소프트웨어 건전성을 확보하기 위해 매뉴얼, 정비 절차서, 도면 및 관계 법령을 토대로 정비 계획을 수립하고, 설비의 점검, 분해, 보수, 교정, 시험 등에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 제시된 학습 목표에 맞도록 평가 방법과 내용을 계획한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 직무 능력을 기른다.
- 3) 평가자는 작업 영역 성취기준에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위하여 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용한다.
- 4) 실무 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 5) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 6) 학생 스스로 학습 정도를 확인하고, 자기 주도적으로 학습 목표에 도달하는 상황을 평가한다.
- 7) ‘현장 설비 운전’ 영역에서는 서술형 시험, 논술형 시험, 평가자 질문, 평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 논술형 시험, 구두 발표 등을 통하여 결과 평가를 실시한다.

- 8) ‘전기 설비 정비’ 영역에서는 서술형 시험, 논술형 시험, 사례 연구, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 논술형 시험, 일지/저널 등을 통하여 결과 평가를 실시한다.
- 9) ‘원자력 발전 전기 설비 정비(변압기 정비, 차단기 정비, 전동기 정비, 전동 밸브 정비)’ 영역에서는 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 체크리스트, 구두 발표, 작업장 평가 등을 통하여 결과 평가를 실시한다.
- 10) ‘현장 계측 설비 정비’ 영역에서는 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 체크리스트, 구두 발표, 작업장 평가 등을 통하여 결과 평가를 실시한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
현장 설비 운전	현장 원자로 안전 설비를 점검하고, 원자로 보조 설비, 터빈 발전기 보조 설비, 냉각 해수 계통, 방사성 폐기물 처리 설비 등에 대한 운전을 구체적인 사례를 들어 주 제어실 운전과 연계하여 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	현장 원자로 안전 설비를 점검하고, 원자로 보조 설비, 터빈 발전기 보조 설비, 냉각 해수 계통, 방사성 폐기물 처리 설비 등에 대한 운전을 주 제어실 운전과 연계하여 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	현장 원자로 안전 설비를 점검하고, 원자로 보조 설비, 터빈 발전기 보조 설비, 냉각 해수 계통, 방사성 폐기물 처리 설비 등에 대한 운전을 수행할 수 있다.
전기 설비 정비	원자력 발전소에 설치된 전기 설비의 기능과 안전성을 확보하기 위하여 예방 점검, 정기·주기 점검 시험, 고장 정비 등의 작업을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 수행할 수 있다.	원자력 발전소에 설치된 전기 설비의 기능과 안전성을 확보하기 위하여 예방 점검, 정기·주기 점검 시험, 고장 정비 등의 작업을 다른 사람에게 설명하면서 할 수 있다.	원자력 발전소에 설치된 전기 설비의 기능과 안전성을 확보하기 위하여 예방 점검, 정기·주기 점검 시험, 고장 정비 등의 작업을 할 수 있다.
계측 제어 설비 정비	원자력 발전소에 설치된 계측 제어 설비의 기능을 확보하기 위하여 제어 설비 및 각종 계측기의 예방 점검, 고장 점검, 정기·주기 점검, 분해 점검, 검·교정, 성능 시험 등을 정비 절차서에 제시된 순서대로 효율적인 정비 방법 사례를 들어 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	원자력 발전소에 설치된 계측 제어 설비의 기능을 확보하기 위하여 제어 설비 및 각종 계측기의 예방 점검, 고장 점검, 정기·주기 점검, 분해 점검, 검·교정, 성능 시험 등을 정비 절차서에 제시된 순서대로 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	원자력 발전소에 설치된 계측 제어 설비의 기능을 확보하기 위하여 제어 설비 및 각종 계측기의 예방 점검, 고장 점검, 정기·주기 점검, 분해 점검, 검·교정, 성능 시험 등을 수행할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
변압기 정비	변압기의 성능과 기능을 유지하기 위해 정비 절차서, 도면 및 관계 법령을 토대로 정비 계획을 수립하고 외부 점검·보수, 내부 점검·보수, 시험 등을 정비 절차서에 제시된 순서대로 효율적인 정비 방법 사례를 들어 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	변압기의 성능과 기능을 유지하기 위해 정비 절차서, 도면 및 관계 법령을 토대로 정비 계획을 수립하고, 외부 점검·보수, 내부 점검·보수, 시험 등을 정비 절차서에 제시된 순서대로 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	변압기의 성능과 기능을 유지하기 위해 정비 절차서, 도면 및 관계 법령을 토대로 정비 계획을 수립하고 외부 점검·보수, 내부 점검·보수, 시험 등을 수행할 수 있다.
차단기 정비	차단기의 성능과 기능을 유지하기 위해 정비 절차서, 도면 및 관계 법령을 토대로 정비 계획을 수립하고, 점검·보수, 시험 등을 정비 절차서에 제시된 순서대로 효율적인 정비 방법 사례를 들어 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	차단기의 성능과 기능을 유지하기 위해 정비 절차서, 도면 및 관계 법령을 토대로 정비 계획을 수립하고, 점검·보수, 시험 등을 정비 절차서에 제시된 순서대로 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	차단기의 성능과 기능을 유지하기 위해 정비 절차서, 도면 및 관계 법령을 토대로 정비 계획을 수립하고, 점검·보수, 시험 등을 수행할 수 있다.
전동기 정비	전동기의 성능과 기능을 유지하기 위해 정비 절차서, 도면 및 관계 법령을 토대로 정비 계획을 수립하고, 전동기 분해, 조립, 시험 등을 정비 절차서에 제시된 순서대로 효율적인 정비 방법 사례를 들어 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	전동기의 성능과 기능을 유지하기 위해 정비 절차서, 도면 및 관계 법령을 토대로 정비 계획을 수립하고, 전동기 분해, 조립, 시험 등을 정비 절차서에 제시된 순서대로 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	전동기의 성능과 기능을 유지하기 위해 정비 절차서, 도면 및 관계 법령을 토대로 정비 계획을 수립하고, 전동기 분해, 조립, 시험 등을 수행할 수 있다.
전동 밸브 정비	전동 밸브의 성능과 기능을 유지하기 위해 정비 절차서, 도면 및 관계 법령을 토대로 정비 계획을 수립하고, 전동 밸브 분해, 점검·보수, 조립, 시험 등을 정비 절차서에 제시된 순서대로 효율적인 정비 방법 사례를 들어 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	전동 밸브의 성능과 기능을 유지하기 위해 정비 절차서, 도면 및 관계 법령을 토대로 정비 계획을 수립하고, 전동 밸브 분해, 점검·보수, 조립, 시험 등을 정비 절차서에 제시된 순서대로 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	전동 밸브의 성능과 기능을 유지하기 위해 정비 절차서, 도면 및 관계 법령을 토대로 정비 계획을 수립하고, 전동 밸브 분해, 점검·보수, 조립, 시험 등을 수행할 수 있다.
현장 계측 설비 정비	발전소 현장 계측 설비의 성능과 기능 유지에 필요한 하드웨어·소프트웨어 건전성을 확보하기 위해 매뉴얼, 정비 절차서, 도면 및 관계 법령을 토대로 정비 계획을 수립하고, 설비의 점검, 분해, 보수, 교정, 시험 등에 대하여 구체적인 사례를 들어 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	발전소 현장 계측 설비의 성능과 기능 유지에 필요한 하드웨어·소프트웨어 건전성을 확보하기 위해 매뉴얼, 정비 절차서, 도면 및 관계 법령을 토대로 정비 계획을 수립하고, 설비의 점검, 분해, 보수, 교정, 시험 등에 대하여 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	발전소 현장 계측 설비의 성능과 기능 유지에 필요한 하드웨어·소프트웨어 건전성을 확보하기 위해 매뉴얼, 정비 절차서, 도면 및 관계 법령을 토대로 정비 계획을 수립하고, 설비의 점검, 분해, 보수, 교정, 시험 등을 수행할 수 있다.

[실무 과목]

4. 송변전 배전 설비 운용

1. 성격 및 목표

가. 성격

“송변전 배전 설비 운용” 과목은 전기·전자 교과군의 전기과 학생들에게 송전 설비, 변전 설비, 배전 설비 등의 운용 계획을 수립하고, 점검, 정비 기술을 습득하여 설비의 고장을 예방할 수 있는 능력을 기르기 위한 내용으로 구성된 과목이다.

이 과목에서 학습해야 할 내용은 송전 운용, 변전 운용, 배전 운용, 계통 보호 협조, 송전 설비 유지 보수, 변전 설비 유지 보수, 배전 설비 유지 보수, 안전 관리 등으로, 송·변전·배전 설비의 점검 계획부터 점검 및 보수에 필요한 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

송변전 배전 설비의 운용 계획을 수립하고 점검, 정비 기술을 습득하여 설비의 고장을 예방할 수 있는 능력을 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
송전 운용 (1901030203_14v2)	<ul style="list-style-type: none">• 송전 설비 순시 점검하기• 송전 설비 감시 시스템 운용하기

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
변전 운용 (1901030204_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 변전소 운용하기 • 변전 설비 순시 점검하기 • 원격 감시 제어 장치(SCADA) 운용하기 • 변전 자동화 시스템(SAS) 운용하기
배전 운용 (1901030205_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 설비 보강 계획 수립하기 • 전력 확보하기 • 규정 전압 관리하기 • 고장 복구 체계 수립하기 • 배전 자동화 시스템(TDAS) 운용하기
계통 보호 협조 (1901030206_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 고장 해석하기 • 송전 설비 보호 협조하기 • 변전 계통 보호 협조하기 • 배전 계통 보호 협조하기 • 계통 안정화 대책 수립하기 • 보호 계전기 시험하기
송전 설비 유지 보수 (1901030207_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 송전 설비 점검 계획 수립하기 • 가공 송전 선로 점검하기 • 지중 송전 선로 점검하기 • 가공 송전 선로 보수하기 • 지중 송전 선로 보수하기
변전 설비 유지 보수 (1901030208_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 변전 설비 점검 계획 수립하기 • 주 변압기 점검하기 • 차단기 점검하기 • 기타 변전 설비 점검하기 • 변전 설비 예방 진단하기
배전 설비 유지 보수 (1901030209_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 배전 설비 점검 계획 수립하기 • 가공 배전 선로 점검하기 • 지중 배전 선로 점검하기 • 가공 배전 선로 보수하기 • 지중 배전 선로 보수하기
안전 관리 (1901030210_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 감전 사고 대처하기 • 설비 고장 대처하기 • 화재 사고 대처하기 • 사고 위험 요소 방지하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력 단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 송전 운용

가공 및 지중 설비 등의 송전 설비를 이용하여 양질의 전력을 공급하기 위하여 송전 설비 순시 점검, 송전 설비 감시 시스템 운용, 송·변전 지리 정보 시스템 운용 등을 통하여 최적의 송전 설비 운용 환경을 조성할 수 있다.

가) 송전 설비 순시 점검하기

- 송전 선로 명칭 부여 기준을 확인하고, 번호찰을 기준에 맞게 설치·운용할 수 있다.
- 송전 설비와 변전 설비의 경계점을 구분할 수 있다.
- 송전 설비 고장 사례 분석을 통하여 유사 고장 방지 대책을 수립할 수 있다.
- 순시 점검의 종류와 기준에 대해 구분하고, 항목에 따라 점검할 수 있다.
- 순시 점검 시 이상 상황을 발견하면 대책을 수립하고 실행할 수 있다.
- 순시 점검 시 신속하게 보수하기 위해 소요되는 비상용 보수 자재를 확보할 수 있다.

나) 송전 설비 감시 시스템 운용하기

- 송전 설비 감시 시스템의 운용 필요성과 성능을 파악할 수 있다.
- 가공 송전 선로 감시 시스템의 기능과 특성을 확인하여 운용할 수 있다.
- 지중 전력구 감시 시스템의 기능과 특성을 확인하여 운용할 수 있다.
- 송전 설비 감시 시스템을 이용하여 송전 설비 유지·보수 업무를 수행할 수 있다.
- 송전 설비 감시 시스템에 이상 상황 발생 시 조치할 수 있다.

2) 변전 운용

변전소의 변전 설비에 대한 운전과 순시 점검, 설비 진단, 자동화 등을 통하여 양질의 전력 공급과 최적의 변전 설비 운용 환경을 조성할 수 있다.

가) 변전소 운용하기

- 변전소의 형태와 구성에 따른 단선 결선도를 확인할 수 있다.
- 고장 시 발생하는 동작 표시기의 기능과 동작 원리를 확인하고, 고장 내용을 파악할 수 있다.
- 변전 설비의 구조와 특성에 따른 전력 계통, 제어 회로, 경보 회로를 확인할 수 있다.
- 휴전 작업 시 변전 설비의 인터로크를 고려하여 설비를 조작할 수 있다.
- 설비 고장 시 전력 계통, 급전 운용 업무 절차서와 송·변전 표준 복구 절차서에 의해 응급 복구 조작을 시행할 수 있다.

- 변압기 운전 기준을 확인하여 과부하 운전이 필요할 경우 운전 조건에 따라 조치할 수 있다.
- 규정 전압 유지를 위하여 변압기 탭(tap) 조절과 조상 설비를 운전할 수 있다.
- 변전소 보안과 안전을 위하여 출입 관리 설비와 화재 감시 설비를 운용할 수 있다.
- 변전소에 비치된 공구, 안전 장구와 예비품을 확보하여 고장 시 활용할 수 있다.

나) 변전 설비 순시 점검하기

- 무인 변전소와 유인 변전소의 특성을 확인하고, 순시 점검 시 점검 항목에 따라 점검을 시행할 수 있다.
- 휴대용·온라인 예방 진단 장비를 활용하여 순시 점검을 시행할 수 있다.
- 부분 방전 진단 장비를 활용하여 기기 상태를 점검할 수 있다.
- 열화상 측정기를 활용하여 기기의 과열 여부를 점검할 수 있다.
- 초음파 진단 측정 장비를 활용하여 기기 상태를 점검할 수 있다.

다) 원격 감시 제어 장치(SCADA) 운용하기

- SCADA 시스템의 기능과 역할을 확인하고, 변전소의 변전 설비에 대한 감시·제어·계측을 시행할 수 있다.
- 집중 감시 제어반의 구성 요소를 확인하고, 점검 및 유지·보수를 시행할 수 있다.
- 유·무인 변전소 SCADA 포인트 선정 기준을 확인하고, 기기별 포인트를 설정·운용하며, 데이터베이스를 관리할 수 있다.
- 변전 설비 신·증설 시 SCADA 연동 시험을 시행할 수 있다.
- 급전(분)소 SCADA 시스템 운용 시 고장 발생 신호와 기기별 이상 개소를 확인할 수 있다.
- 급전소 SCADA 운전 불가 시 후비 보호 시스템으로 전환하여 운용할 수 있다.

라) 변전 자동화 시스템(SAS) 운용하기

- 변전소 자동화 요소를 확인할 수 있다.
- IEC 61850을 기반으로 한 디지털 변전소의 설비 구성 요소를 확인할 수 있다.
- SA(substation automation) 보호 방식과 기술 규격을 확인하고, SCADA 포인트를 선정할 수 있다.

3) 배전 운용

변전소에서 공급된 전력을 배전망을 통해 전기 사용자에게 안정적으로 공급하기 위하여 배전 설비 보강 계획 수립, 전력 확보, 규정 전압 관리, 고장 복구 체계 수립, 배전 자동화 시스템(TDAS)을 운용할 수 있다.

가) 설비 보강 계획 수립하기

- 과년도 운전 실적과 고장 현황을 분석하여 배전용 가공 선로와 지중 케이블의 보강 계획을 수립할 수 있다.
- 주상 변압기와 지상 변압기의 용량 산정 방법을 알고, 교체 계획을 수립할 수 있다.
- 피뢰기, 가공 지선, 중성선, 접지 기구 등 내뢰 설비의 보강 계획을 수립할 수 있다.
- 배전 선로의 전압 측정과 정격 범위 내 전압을 유지하는 전압 관리 계획을 수립할 수 있다.
- 분산 전원 연계 요청 시 분산 전원 연계 선로의 전압 관리와 보호 협조 계획을 수립할 수 있다.
- off-DAS 프로그램을 활용하여 배전 선로 보호 장치의 협조 여부 확인과 보강 계획을 수립할 수 있다.
- 배전 자동화 시스템(TDAS)의 노후화 또는 성능 개선을 위하여 배전 자동화 시스템의 보강 계획을 수립할 수 있다.

나) 전력 확보하기

- 전력 확보 계획을 수립하기 위하여 전력 확보 대상 중요 행사의 범위를 확인할 수 있다.
- 행사장과 행사와 관련된 시설에 공급하는 전기 설비 대상을 확인할 수 있다.
- 행사 진행 일정을 감안하거나 관계 기관으로부터 요청이 있을 경우 전력 확보 기간을 설정할 수 있다.
- 전력 확보 계획 수립 시 각 부서별로 책임자와 책임 사항을 설정할 수 있다.
- 행사장의 공급 설비와 예비 공급 설비, 행사장 내 전기 설비에 대하여 특별 점검을 하고 보강할 수 있다.
- 행사 1일 전에 최적의 전력 공급 상태를 확보하기 위하여 행사장 공급 이외 부하는 다른 선로로 절체할 수 있다.
- 행사장에 무정전 전원 공급을 위하여 주 전원, 예비 전원, 발전기, 축전지 조명 등 4중으로 전원을 확보할 수 있다.
- 전력 확보 기간 전후로 하여 행사장과 공급 설비의 개폐기 설치 장소에 근무조를 배치할 수 있다.
- 행사장과 행정기관과의 유기적인 협력을 위하여 연락 체계와 협조 체제를 구축할 수 있다.
- 행사 대비 원활한 전력 확보를 위하여 적합한 대책반을 구성하여 상황실을 운용할 수 있다.

다) 규정 전압 관리하기

- 변전소 송출 전압은 전압 강하 5% 이내, 선로와 5% 초과 선로로 구분하여 규정 전압 범위 내로 유지할 수 있다.

- 배전 선로의 부하 특성에 맞도록 변전소 주 변압기 자동 전압 조정기(AVR)의 정정값을 요청할 수 있다.
- 배전 전압에서 특고압, 고압, 저압 등 표준 전압별로 구분하여 규정 전압 범위 내로 유지할 수 있다.
- 특고압 선로와 저압 설비의 전압강하는 각각 10% 이내로 유지할 수 있다.
- 1차 배전 선로의 전압 강하율은 최대 부하 실적을 고려하고 전압 강하 계산 프로그램을 활용하여 정기적으로 계산할 수 있다.
- 배전 선로 전압 강하율이 10% 이내일 경우 변압기 적정 탭을 선정할 수 있다.
- 전기사업법에 의거 매년 하계에 고객 전압 표본 측정 계획을 수립하여 시행할 수 있다.
- 전자식 전압 기록계는 정수 기준에 따라 적정 수량을 확보하여 운용할 수 있다.
- 고객 공급 전압에 대한 측정 결과의 기록은 영업 정보 시스템을 이용하여 3년간 보존할 수 있다.
- 고객 전압 측정 결과 부적정 전압이 발생했을 경우 원인 분석을 하고, 적합한 조치를 취할 수 있다.

라) 고장 복구 체계 수립하기

- 불시 정전 시 신속한 복구를 위하여 고장 복구 체계를 수립하여 시행할 수 있다.
- 배전 선로 고장 복구는 차단기 고장 복구, 치수 설비 우선 공급, 인접 사업소 간 연계 공급 등으로 구분할 수 있다.
- 전원측 정전 시 복구는 변전소 주 변압기 고장 복구, 변전소 전면 고장 복구 등으로 구분할 수 있다.
- 배전 선로 차단기 고장 시 부하 전환 시나리오 작성, 계통 조작용 단선도 작성, 정전 민감 고객 현황 등을 작성할 수 있다.
- 치수 설비 우선 공급 방안 수립 시 배전 계통과 해당 지역의 지형적 여건을 감안하여 시행할 수 있다.
- 대규모 설비 피해 시 인접 사업소 간 연계 방법을 수립하기 위하여 해당 선로의 부하 현황을 확인할 수 있다.
- 변전소 주 변압기 고장 정전 부하를 고려하여 타 변압기로 전환 공급하는 방법을 확인할 수 있다.
- 변전소 전면 고장 시 연계 배전 선로로 타 변전소에 100% 부하 전환토록 하는 계통 구성을 할 수 있다.
- 비상시 대비 상황실 편성표와 비상 연락망을 작성할 수 있다.
- 비상 발령 시 복구반, 복구 지원반, 홍보반, 행정반, 자재 지원반 등으로 상황실을 운용할 수 있다.

마) 배전 자동화 시스템(TDAS) 운용하기

- 배전 자동화 시스템의 핵심 구성 요소인 중앙 제어 장치, 단말 장치, 개폐 장치 및 통신망을 점검하고 운용할 수 있다.
- 배전 자동화 시스템의 기본 기능인 원격 감시, 원격 제어, 원격 계측 및 원격 설정 기능을 수행할 수 있다.
- 배전 자동화 시스템의 고압 배전 계통 관리와 온라인 감시, 표준 절차서의 작성과 갱신 등을 수행할 수 있다.
- 배전 자동화 시스템(TDAS)의 응용 기능인 온라인 단선도, 고장 처리, 보호 협조, 배전망 재구성 기능 등을 수행할 수 있다.
- 다수의 배전 사업소를 종합 관리하는 배전 센터의 배전 선로, 고장 처리, 응급 복구와 상황 전파, 원인 불명 고장에 대한 조치, 고장 처리 결과 보고 등을 수행할 수 있다.
- 휴전 및 현장 보수 작업 등에 대한 대응 절차를 확인하고, 배전 자동화 시스템을 이용하여 사전·사후 대응 조치를 수행할 수 있다.
- 배전 자동화 시스템의 점검 계획을 수립하고 점검하며, 문제점에 대하여 대응할 수 있다.

4) 계통 보호 협조

전력 계통 고장 대비를 위해 적절한 보호 계전 방식을 계획, 설치·운용하여 효과적으로 고장 구간을 차단·분리함으로써 설비 피해를 최소화하고 계통 안전을 유지할 수 있다.

가) 고장 해석하기

- 고장 계산을 위한 계통 임피던스 맵(map)을 작성할 수 있다.
- 고장 종류에 따라 고장 전류·전압을 계산할 수 있다.
- 고장 계산 프로그램을 활용하여 계산된 결과를 해석할 수 있다.

나) 송전 설비 보호 협조하기

- 해당 송전선의 고장 종류와 전압, 전류 변화 특성을 확인할 수 있다.
- 고장 종류에 알맞은 보호 계전 방식을 선정할 수 있다.
- 보호 계전기의 특성 곡선을 확인하고, 동작값과 동작 시간을 결정할 수 있다.
- 고장 보호 구간을 확인하여 전·후방 계통 보호 계전기와의 동작 보호 협조를 검토할 수 있다.
- 검토 보고서를 활용하여 모의실험을 할 수 있다.

다) 변전 계통 보호 협조하기

- 해당 변전 설비 고장 종류와 전압, 전류 변화 특성을 확인할 수 있다.
- 변전 설비에 알맞은 보호 계전 방식을 선정할 수 있다.
- 계통 구성에 따라 보호 방식 단선도를 작성할 수 있다.

- 고장 보호 구간을 확인하여 전·후방 계통 보호 계전기와의 동작 보호 협조를 검토할 수 있다.
- 검토 보고서를 활용하여 모의실험을 할 수 있다.

라) 배전 계통 보호 협조하기

- 해당 배전 선로 고장 종류와 전압, 전류 변화 특성을 확인할 수 있다.
- 보호 협조 검토를 위하여 배전 선로 회선별 단선도를 작성할 수 있다.
- 배전 선로에 알맞은 보호 계전 방식을 선정할 수 있다.
- 변전소 보호 계전기의 동작값과 동작 시간을 확인하고, 배전 선로 보호 기기를 정정할 수 있다.
- 보호 협조 검토서를 활용하여 전·후방 배전 선로 보호 기기 간의 보호 협조를 검토할 수 있다.
- 보호 협조 검토서를 활용하여 배전 자동화 시스템(DAS)과의 협조 관계를 확인할 수 있다.

마) 계통 안정화 대책 수립하기

- 국부 또는 전 계통에 대한 이상 발생 시 전력 계통 동적 특성 모의 프로그램을 활용하여 파급되는 현상을 분석할 수 있다.
- 이상 발생에 대한 파급 현상을 최소화할 수 있는 보호 방식을 수립할 수 있다.
- 계통의 급격한 발전 출력과 부하의 불균형 시 저주파수 계전기를 활용하여 계통 주파수 변화를 검토할 수 있다.
- 필요한 보호 방식의 구현을 위한 시스템을 설계할 수 있다.

바) 보호 계전기 시험하기

- 보호 계전기의 매뉴얼을 검토하여 보호 계전기와 시스템의 동작 원리, 기능을 설명할 수 있다.
- 보호 계전기 시험 장치를 연결하고, 연동 시험을 할 수 있다.
- 보호 계전기의 시험값을 확인하고, 보호 계전기 성능의 양·부를 결정할 수 있다.
- 양식에 따라 보호 계전기의 시험 결과 보고서를 작성할 수 있다.
- 불량한 보호 계전기를 확인하고, 대책을 수립할 수 있다.

5) 송전 설비 유지 보수

송전 설비에 대한 점검 계획을 수립하고, 가공 송전 선로와 지중 송전 선로 점검 및 정비를 통해 최상의 운전 상태를 유지함으로써 설비 고장을 예방할 수 있다.

가) 송전 설비 점검 계획 수립하기

- 과년도의 운전 실태를 분석하여 향후 점검 계획에 반영할 수 있다.

- 송전 설비별 점검 종류, 점검 항목, 점검 주기와 점검 방법을 확인하여 연도별 점검 계획을 수립할 수 있다.
- 고장 우려 설비 또는 노후 설비에 대하여 설비 성능 유지 계획을 수립할 수 있다.
- 과년도 고장 사례 분석을 통하여 취약 설비를 알고, 유사 고장 방지를 위한 재발 방지 해결책을 제시할 수 있다.
- 설비 점검 시 발견된 취약 사항에 대해 조치 방안을 수립하고, 구성원에게 전파할 수 있다.
- 신·증설 설비에 대한 사전 고장 예방을 위하여 하자 관리와 예방 계획을 수립할 수 있다.

나) 가공 송전 선로 점검하기

- 철탑 기초, 지지물 구조, 전선로 상태 등 주 설비를 점검할 수 있다.
- 가공 지선의 상태를 확인하여 점검과 판정을 시행할 수 있다.
- 항공 장애 등 점검 주기를 확인하고, 점검 방법에 의한 점검과 판정을 시행할 수 있다.
- 스페이서 점검 주기를 확인하고, 점검 방법에 의한 점검과 판정을 시행할 수 있다.
- 전선 접속 개소 점검 주기를 확인하고, 점검 방법에 의한 점검과 판정을 시행할 수 있다.
- 전선 접속 개소 편심 측정 주기를 확인하고, 점검 방법에 의한 점검과 판정을 시행할 수 있다.
- 접지 저항 측정 주기를 확인하고, 점검 방법에 의한 점검과 판정을 시행할 수 있다.
- 고배율 망원경 점검 주기를 확인하고, 점검 방법에 의한 점검과 판정을 시행할 수 있다.
- 송전 선로용 피뢰기, 낙뢰 표시기 점검 주기를 확인하고, 점검 방법에 의한 점검과 판정을 시행할 수 있다.
- 애자와 금구류의 점검 주기를 확인하고, 점검 방법에 의한 점검과 판정을 시행할 수 있다.
- 코로나 발생 여부를 점검하기 위하여 코로나 측정기를 사용하여 코로나 발생 여부의 점검과 판정을 시행할 수 있다.

다) 지중 송전 선로 점검하기

- 전력구, 맨홀, 관로의 점검 주기를 확인하고, 점검 방법에 의한 점검과 판정을 시행할 수 있다.
- 케이블과 접속함(접속 개소) 점검 주기를 확인하고, 점검 방법에 의한 점검과 판정을 시행할 수 있다.
- 교량 첨가 선로 점검 주기를 확인하고, 점검 방법에 의한 점검과 판정을 시행할 수 있다.
- 케이블 헤드와 피뢰기 점검 주기를 확인하고, 점검 방법에 의한 점검과 판정을 시행할 수 있다.
- 정보 회로 점검 주기를 확인하고 점검 방법에 의한 점검과 판정을 시행할 수 있다.
- 절연유 열화 측정 주기를 확인하고 점검 방법에 의한 측정과 판정을 시행할 수 있다.
- 케이블 방식층 절연 저항 측정 주기를 확인하고, 측정 방법에 의한 측정과 판정을 시행할 수 있다.

- 전력구 감시 시스템 점검 주기를 확인하고, 점검 방법에 의한 점검과 판정을 시행할 수 있다.
- 절연통 보호 장치 열화 점검 주기를 확인하고, 점검 방법에 의한 점검과 판정을 시행할 수 있다.
- 전력구 소방 시설 점검 주기를 확인하고, 점검 방법에 의한 점검과 판정을 시행할 수 있다.

라) 가공 송전 선로 보수하기

- 점검 결과 불량 사항에 대해 성능 회복을 위한 조치를 시행할 수 있다.
- 지락 또는 단락 사고 방지를 위하여 가공 송전 선로와 근접된 수목 벌채를 시행할 수 있다.
- 철탑 부지의 기초 유실을 방지하기 위하여 기초 보강을 시행할 수 있다.
- 철탑의 도괴를 방지하기 위하여 철탑 볼트 조이기를 시행할 수 있다.
- 애자의 절연 성능 확보를 위하여 활선 애자 청소를 시행할 수 있다.
- 불량 애자 검출 방법을 확인하고, 주기·측정 방법에 따라 측정할 수 있다.
- 지지물 접지 저항 측정 결과에 따라 접지 설비의 보강을 시행할 수 있다.
- 철탑의 부식을 방지하기 위하여 철탑 도장을 종류에 따라 시행할 수 있다.

마) 지중 송전 선로 보수하기

- 점검 결과 불량 사항에 대해 성능 회복을 위한 조치를 시행할 수 있다.
- 고장점 탐지 장비를 활용하여 고장점을 찾아낼 수 있다.
- 정비 주기와 방법에 따라 교통에 지장을 주는 맨홀 정비를 시행할 수 있다.
- 전력구 부대 설비의 종류를 확인하여 보수를 시행할 수 있다.
- 전력구와 관로 맨홀의 균열과 누수 발생 시 시급성을 파악하여 시공 방법에 따른 보수를 시행할 수 있다.
- 접지 저항 기준치를 초과하는 설비에 대하여 접지 설비 보강을 시행할 수 있다.

6) 변전 설비 유지 보수

변전 설비에 대한 점검 계획을 수립하고 주 변압기, 차단기 등 변전 설비를 점검하여 예방 진단 및 보수를 통한 최상의 운전 상태를 유지함으로써 설비 고장을 예방할 수 있다.

가) 변전 설비 점검 계획 수립하기

- 과년도의 운전 실태를 분석하여 향후 점검 계획에 반영할 수 있다.
- 변전 설비별 점검 종류, 점검 항목, 점검 주기와 점검 방법을 확인하여 연도별 점검 계획을 수립할 수 있다.
- 고장 우려 기기 또는 노후 설비에 대해서는 설비 성능 유지 계획을 수립할 수 있다.
- 과년도 고장 사례 분석을 통하여 취약 설비, 유사 고장 방지를 위한 재발 방지 해결책을 제시할 수 있다.

- 설비 점검 시 발견된 취약 사항에 대해 조치 방안을 수립하고, 구성원에게 전파할 수 있다.
- 고장을 예방하기 위하여 신·증설 설비에 대한 하자 관리와 과학 장비를 활용한 예방 점검 계획을 수립할 수 있다.
- 안전사고 예방을 위하여 위험 요소에 대해 사전 조사하고, 작업자 교육 계획을 수립할 수 있다.

나) 주 변압기 점검하기

- 변압기 부하시텟절환기(OLTC) 구동 원리를 확인하여 부하시텟절환기(OLTC) 진단을 시행할 수 있다.
- 변압기 고장 발생 시 오동작 또는 부동작 방지를 위하여 전기적 보호 장치와 기계적 보호 장치를 점검할 수 있다.
- 변압기 절연유의 열화 방지를 위하여 콘서베이터를 점검할 수 있다.
- 부상 절연 내력을 유지하기 위하여 부상을 점검할 수 있다.
- 변압기 본체에 설치된 기기(방열기, 팬, 모터, 오일 펌프, 온도계 등)를 점검할 수 있다.
- 피뢰기의 원리와 기능을 확인하고, 기준에 의한 점검을 시행할 수 있다.
- 변압기 보호 상태를 점검하기 위하여 PT 회로, CT 회로, 제어 회로를 점검할 수 있다.
- 절연 열화 측정기를 활용하여 변압기 절연 열화 상태를 점검할 수 있다.
- SFRA(주파수 응답 분석) 진단 원리를 확인하고, 데이터 분석을 통하여 권선형 기기(변압기, NGR, 리액터)의 권선 변형 여부를 판단할 수 있다.
- 절연유 열화 상태를 점검하기 위하여 절연 내력 시험(내압 시험, 산가 측정, 유중 가스 분석 등)을 할 수 있다.
- 점검 시 발견된 불량 사항에 대하여 매뉴얼, 취급 설명서를 참고하여 성능 복구를 시행할 수 있다.

다) 차단기 점검하기

- SF6 가스 구성 이론을 확인하고, 측정 기법을 통해 상태를 점검할 수 있다.
- 차단기의 점검 기준에 의한 외관·구조 점검을 시행할 수 있다.
- 차단기 보호 상태를 점검하기 위하여 PT 회로, CT 회로, 제어 회로를 점검할 수 있다.
- 시험 장비를 활용하여 차단기 개폐 특성 시험을 시행하고, 이상 발견 시 조치를 할 수 있다.
- 차단기의 적절한 동작 여부 확인을 위해 차단기 조작 메커니즘 점검을 시행할 수 있다.
- 절연 열화 측정기를 활용하여 차단기 절연 열화 상태를 점검할 수 있다.
- GIS 부분 방전 진단 시스템을 확인하고, 발생 현상에 대한 특징 및 원인을 분석할 수 있다.
- 온라인 부분 방전 진단 시스템을 확인하고, 이상 징후를 판단할 수 있다.
- 점검 시 발견된 불량 사항에 대하여 매뉴얼, 취급 설명서를 참고하여 성능 복구를 시행할 수 있다.

라) 기타 변전 설비 점검하기

- 피뢰기의 점검 주기 및 점검 항목을 검토하고 점검할 수 있다.
- 규정 전압을 유지하기 위하여 전력용 콘덴서와 부속 기기를 점검할 수 있다.
- 보호 배전반과 제어 회로의 점검 주기 및 점검 항목을 확인하여 점검을 시행할 수 있다.
- 감시 제어를 위하여 집중 감시 제어반, 축소형 모자이크, 디지털 축소형 패널을 점검할 수 있다.
- 제어 전원 확보를 위하여 충전기와 축전지 점검을 할 수 있다.
- 설비 안전을 위하여 옥외 모선(지지 애자, 절연화), 옥외 철구, 가공 지선 등을 점검할 수 있다.
- 고장 전류 저감을 위하여 중성점 접지 리액터를 점검할 수 있다.
- 계측과 보호를 위하여 변성기를 점검할 수 있다.
- 차단기의 정상 작동을 위하여 공기 압축 장치를 점검할 수 있다.
- 변전소 소내 전원 확보를 위하여 소내 변압기, 소내용 분전반 등을 점검할 수 있다.
- 접지선과 접지망의 점검 주기, 점검 항목, 점검 방법을 확인하고, 점검을 시행할 수 있다.
- 점검 시 발견된 불량 사항에 대하여 매뉴얼, 취급 설명서를 참고하여 성능 복구를 시행할 수 있다.

마) 변전 설비 예방 진단하기

- 부분 방전 진단 장비를 활용하여 기기 상태를 진단할 수 있다.
- 애자의 성능 확보를 위하여 불량 애자 검출과 활선 애자 청소를 할 수 있다.
- 열화상 측정기를 활용하여 기기의 과열 여부를 진단할 수 있다.
- 초음파 진단 측정 장비를 활용하여 기기 상태를 진단할 수 있다.

7) 배전 설비 유지 보수

가공 및 지중배전 설비의 점검 계획을 수립하고, 순시 점검과 설비 정비를 통하여 불량 설비와 노후 설비를 적기에 보수할 수 있다.

가) 배전 설비 점검 계획 수립하기

- 과년도의 운전 실태와 고장 사례 분석을 통하여 유사 고장 방지를 위한 설비 점검 계획을 수립할 수 있다.
- 변압기, 차단기 등 배전 설비 유형별 점검 기준에 따라 연차별 설비 점검 계획을 수립할 수 있다.
- 뇌격, 풍우, 염해, 분진, 폭설 등 자연 재해에 대한 설비 점검 계획을 수립할 수 있다.
- 정기 순시, 특별 순시, 안전 순시를 구분하여 설비 점검 계획을 수립할 수 있다.

- 유형별로 설비 점검 계획을 수립하기 위하여 점검 기간, 측정 장비, 자재, 인력을 산정할 수 있다.
- 설비 점검 시 발견된 취약 사항에 대해 조치 방안을 수립하고, 구성원에게 전파할 수 있다.
- 설비 점검과 유지·관리를 위하여 적산 제도 또는 표준 품셈을 적용하고, 유지·보수 비용을 산정할 수 있다.

나) 가공 배전 선로 점검하기

- 가공 배전 선로 점검 구역, 설비별 점검 기준, 점검 방법에 따라 설비를 점검하고 판정할 수 있다.
- 지지물(전주)의 외관 검사와 정밀 검사를 통해 지지물의 상태를 점검하고 판정할 수 있다.
- 변압기의 과부하(이용률), 탭 관리(전압 관리), 수명 등을 점검하고 판정할 수 있다.
- 배전용 개폐 장치와 차단 장치의 정상 동작 유무, 수명 상태, SF6 가스 상태, 배터리 상태 등을 점검하고 판정할 수 있다.
- 피뢰기의 설치 기준(접지선 굵기 등)과 열화 상태를 점검하고 판정할 수 있다.
- 접지 공사의 종류(제1종, 2종, 3종, 특별 3종)별 접지 저항값을 측정하고 판정할 수 있다.
- 피뢰기 접지, 가공 지선 접지, 완철 접지, 중성선 접지 등 기기별로 접지 저항값을 측정하고 판정할 수 있다.
- 애자(핀, 내장)의 점검 주기와 점검 항목을 확인하여 점검하고 판정할 수 있다.
- 4전극법과 후크온식 접지 저항 측정법의 특징을 확인하여 접지 저항을 측정하고 판정할 수 있다.

다) 지중 배전 선로 점검하기

- 월별, 연도별 설비 점검 대상을 선정하여 설비 점검과 예방 점검을 할 수 있다.
- 지중 배전 선로(맨홀, 전력구 등) 점검 주기와 방법을 확인하고 점검하여 판정할 수 있다.
- 지상 변압기 절연유 등 절연물의 상태 진단을 통해 과부하와 수명을 평가하고, 교체 시기를 판정할 수 있다.
- 지중 선로 케이블 헤드와 피뢰기 열화 상태를 점검하고 판정할 수 있다.
- 배전 설비별 접지 저항과 절연 저항을 측정하여 판정 할 수 있다.
- 케이블의 시공 상태(수트리 등), 열화 상태, 접속 상태 등을 점검하여 판정할 수 있다.
- 배전 자동화 장치(개폐기, 차단기 등)의 현장 수동 조작, 배터리 점검 등을 수행할 수 있다.
- 맨홀, 전력구 등 내부 유해 가스 측정, 작업 환경(환기, 배수 등) 개선과 안전 확보를 위한 조치를 취할 수 있다.

라) 가공 배전 선로 보수하기

- 지지물(전주 균열, 노후 전주, 건기 불량 등), 애자, 완철 등 취약 설비에 대해서 사선과 활선 작업을 통해 보강할 수 있다.

- 휴전 작업 시 감전 사고 방지를 위해 차단기 및 개폐기 인터록 등에 필요한 작업 표시, 휴전 표시, 선로 접지 등을 시행할 수 있다.
- 기기별 접지 기준을 확인하고, 접지 설비의 보강 또는 추가 신설 등 필요한 조치를 할 수 있다.
- 배전용 개폐 장치와 차단 장치의 릴레이 시험, 정정값 설정 등 필요한 조치를 할 수 있다.
- 변압기 과부하 운전 시 상별 부하 분담, 부하 이동 등 필요한 조치를 할 수 있다.
- 개폐 서지, 뇌 서지 등 이상 전압에 대한 가공 지선, 피뢰기 등 필요한 조치를 할 수 있다.
- 절연 열화 측정, 절연유 내압 시험 등 설비의 불량 여부를 분석하고 조치할 수 있다.
- 변압기, 개폐기, 케이블 등을 설비별 R, L, C회로로 등가 변환을 통해 계통을 해석할 수 있다.
- 수목 접촉, 신·중축 건물 등 충전부와 이격 거리 미달 시 필요한 조치를 시행할 수 있다.

마) 지중 배전 선로 보수하기

- 지중 배전 선로(맨홀, 전력구, 관로 등) 취약 설비를 보강할 수 있다.
- 지상 변압기, 지상 개폐기, 케이블 등 열화 진단을 통해 취약 설비를 보강할 수 있다.
- 퓨즈 용량 선정과 차단기의 종류별 보호 협조 기준값을 설정할 수 있다.
- 배전 자동화 설비의 제어함 점검, 배터리 점검, 차단기 몸체 점검을 통해 불량 유무를 확인하고 조치할 수 있다.
- 개폐기 또는 차단기 접점의 접촉 저항 측정을 통해 불량 여부를 판단하고 조치할 수 있다.
- 기기의 절연 저항을 측정하여 불량 여부를 판단하고, 성능 회복 조치를 할 수 있다.
- 기기별 접지 기준을 확인하고, 접지 설비의 보강 또는 추가 신설 등의 조치를 할 수 있다.
- 배전 자동화 설비의 유지·보수 계획을 수립하고, 주기적으로 점검하여 불량 유무를 확인하여 조치할 수 있다.

8) 안전 관리

송·변전·배전 설비 운용 중에 발생하는 감전 사고, 전기 화재, 지진 사고에 대처하고, 사고 원인 분석과 사고 위험 요소를 확인하여 전기 재해를 사전에 예방할 수 있다.

가) 감전 사고 대처하기

- 기기 접지에 의한 감전 재해 예방을 위하여 기기 외함 접지의 단선 및 탈락 여부를 확인할 수 있다.
- 기기 접지에 의한 감전 재해 예방을 위하여 대지 전압 저감 여부 및 이상 전압 발생 억제 여부를 확인할 수 있다.

- 뇌(雷)해 방지에 의한 감전 재해 예방을 위하여 뇌(雷) 전류에 의한 대지 전위 상승 여부를 확인할 수 있다.
- 등전위차 접지로 인한 감전 재해 예방을 위하여 금속재 간 전위차가 동일하게 시설되었는지 확인할 수 있다.
- 정전기로 인한 감전 재해 예방을 위하여 마찰, 박리 등에 의한 정전기를 대지로 방류하는지와 대전된 물체 사이의 전위차를 최소화하는지 여부를 확인할 수 있다.
- 지락 검출용 접지로 감전 재해 예방을 위하여 저압 전로의 보호 계전기, 누전 차단기, 누전 경보기의 동작 여부를 확인할 수 있다.
- 감전 사고 시 사고 선로 전력 계통의 전원을 차단하고, 재해자를 설비로부터 격리할 수 있다.
- 구조자 및 타인이 감전되거나 피해자가 2차적 재해를 입지 않도록 구획을 설정할 수 있다.
- 재해자의 의식 정도를 파악하고 심폐 소생술(CPR: cardio pulmonary resuscitation)을 할 수 있다.
- 재해 현장의 사진 촬영, 도면 파악과 작성, 관련 기관에 신고 또는 통보를 할 수 있다.

나) 설비 고장 대처하기

- 전기 설비 고장에 대처하기 위하여 해당 기기를 조작할 수 있도록 운전 매뉴얼을 이해할 수 있다.
- 설비 고장을 미연에 방지하기 위하여 전기 설비의 원리, 특성, 기능에 대해 이해할 수 있다.
- 전기 설비 운용 중 돌발 고장 발생 시 각 기기의 과부하, 지락, 단락, 화재, 폭발, 낙뢰, 감전 등을 파악할 수 있다.
- 설비 사고 시 사고 발생 시간, 사고 기기, 계통 파급 범위 등을 파악하고, 계통 또는 전원을 차단할 수 있다.
- 긴급 복구를 위하여 사고 범위를 파악하고 부서장에게 보고 하여 통제와 지시를 받을 수 있다.
- 자체 수습 가능 여부를 판단하고, 필요시 제작사 또는 외부 기관의 협조를 의뢰할 수 있다.

다) 화재 사고 대처하기

- 전기 화재 사고에 대처하기 위하여 통계 분석 및 전기 화재 감정에 관한 자료를 파악할 수 있다.
- 전기 화재 사고 시 과부하(과전류), 합선(단락), 접촉 불량에 의한 과열, 변색에 대한 발열 요인을 확인할 수 있다.
- 전기 화재 신고 시 누전, 전기 기기, 전기 배선, 반단선, 그라파이트에 의한 발화 요인을 확인할 수 있다.

- 정전기에 의한 대전과 방전에 의한 발화로 폭발 화재 요인을 확인할 수 있다.
- 전기 화재 사고 시 전기 파급 사고 확산의 방지를 위하여 발생 부분 전원을 차단할 수 있다.
- 화재 사고 원인 파악을 위하여 발생 시간, 목격자 파악, 발화 가능 조건 등을 파악할 수 있다.
- 원인 조사를 위하여 감식인 및 감정인과 화재 발화 지점, 화재 원인, 화재 피해 정도(인명, 재산 등)를 파악할 수 있다.

라) 사고 위험 요소 방지하기

- 전기 사고 위험 요소를 방지하기 위하여 감전 재해, 정전기 재해, 낙뢰 재해, 전자파 장애 등의 재해 요인을 분석할 수 있다.
- 감전 사고 위험 요소를 방지하기 위하여 국내 감전 사고 통계 자료 파악과 감전 방지 대책을 수립할 수 있다.
- 접지에 의한 감전 사고 예방을 위한 접지의 개념과 보호 접지 대책을 수립할 수 있다.
- 보호구에 의한 감전 사고 예방을 위한 전기 안전 장구 및 보호 장구를 활용할 수 있다.
- 성능 저하 설비 사고 예방을 위한 전기 설비의 성능 진단 및 유지·관리를 확인할 수 있다.
- 전기 설비의 내용 연수를 파악하여 돌발적인 설비 고장을 예방할 수 있다.
- 화재 사고 예방을 위한 전기 화재 발화 기구, 발화 원인 및 발화 통전 입증 흐름도(flow chart)를 이해하여 전기 화재를 예방할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 송변전 배전 설비의 점검 계획을 수립하고 설비의 점검, 정비 등을 통하여 최상의 운전 상태를 유지함으로써 설비 고장을 예방할 수 있는 능력을 기를 수 있도록 지도한다.
- 나. 학생의 성취수준 및 요구, 학교의 실정, 지역 사회의 여건 등을 고려하여 지도의 비중을 달리하여 지도한다.
- 다. ‘송전 운용’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 설비 점검 계획 수립, 송전 설비 순시 점검, 송전 설비 감시 시스템 운용 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 라. ‘변전 운용’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 변전소 운용, 변전 설비 순시 점검, 원격 감시 제어 장치(SCADA) 운용, 변전 자동화 시스템(SAS) 운용 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

- 마. ‘배전 운용’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 설비 보강 계획 수립, 전력 확보, 규정 전압 관리, 고장 복구 체계 수립, 배전 자동화 시스템(TDAS) 운용 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘계통 보호 협조’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 고장 해석, 송전 설비 보호 협조, 변전 계통 보호 협조, 배전 계통 보호 협조, 계통 안정화 대책 수립, 보호 계전기 시험 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 사. ‘송전 설비 유지 보수’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 문제 기반 학습법 등을 활용하여 설비 점검 계획 수립, 가공 송전 선로 점검, 지중 송전 선로 점검, 가공 송전 선로 보수, 지중 송전 선로 보수 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 아. ‘변전 설비 유지 보수’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 문제 기반 학습법 등을 활용하여 설비 점검 계획 수립, 주 변압기 점검, 차단기 점검, 기타 변전 설비 점검, 변전 설비 예방 진단 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 자. ‘배전 설비 유지 보수’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 문제 기반 학습법 등을 활용하여 설비 점검 계획 수립, 가공 배전 선로 점검, 지중 배전 선로 점검, 가공 배전 선로 보수, 지중 배전 선로 보수 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 차. ‘안전 관리’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 문제 기반 학습법 등을 활용하여 감전 사고 대처, 설비 고장 대처, 화재 사고 대처 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 목표 지향 평가가 이루어질 수 있도록 하며, 영역별로 달성할 목표를 세부적으로 분석하여 평가 방법과 내용을 계획한다.
- 2) 평가자는 작업 영역 성취기준에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위하여 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용한다.
- 3) 실무 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 4) 평가 방법은 정기 고사에 의한 평가 방법에서 탈피하여 수행 평가중심의 다양한 평가 방법을 적용한다.
- 5) ‘송전 운용’ 영역에서는 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 일지/저널, 구두 발표 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고 문제 해결 시나리오, 논술형 시험, 사

- 례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 일지/저널, 역할 연기 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
- 6) ‘변전 운용’ 영역에서는 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 일지/저널, 역할 연기, 구두 발표 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 문제 해결 시나리오, 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 일지/저널, 역할 연기 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
 - 7) ‘배전 운용’ 영역에서는 서술형 시험, 논술형 시험, 평가자 질문, 일지/저널, 구두 발표, 지식과 기술 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 논술형 시험, 평가자 질문, 피평가자 체크리스트, 일지/저널, 구두 발표, 지식과 기술 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
 - 8) ‘계통 보호 협조’ 영역에서는 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 일지/저널, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 사례 연구, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 일지/저널, 구두 발표 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
 - 9) ‘송전 설비 유지 보수’ 영역에서는 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 일지/저널, 구두 발표 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 문제 해결 시나리오, 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 역할 연기 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
 - 10) ‘변전 설비 유지 보수’ 영역에서는 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 일지/저널, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 문제 해결 시나리오, 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 역할 연기 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
 - 11) ‘배전 설비 유지 보수’ 영역에서는 서술형 시험, 논술형 시험, 사례 연구, 피평가자 체크리스트, 일지/저널, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고 서술형 시험, 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 일지/저널 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
 - 12) ‘안전 관리’ 영역에서는 서술형 시험, 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 일지/저널, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 일지/저널, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
송전 운용	가공 및 지중 설비 등의 송전 설비를 이용하여 양질의 전력을 공급하기 위하여 송전 설비 순시 점검, 송전 설비 감시 시스템 운용, 송·변전 지리 정보 시스템 운용 등을 통하여 최적의 송전 설비 운용 환경을 조성하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	가공 및 지중 설비 등의 송전 설비를 이용하여 양질의 전력을 공급하기 위하여 송전 설비 순시 점검, 송전 설비 감시 시스템 운용, 송·변전 지리 정보 시스템 운용 등을 통하여 최적의 송전 설비 운용 환경을 조성하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	가공 및 지중 설비 등의 송전 설비를 이용하여 양질의 전력을 공급하기 위하여 송전 설비 순시 점검, 송전 설비 감시 시스템 운용, 송·변전 지리 정보 시스템 운용 등을 통하여 최적의 송전 설비 운용 환경을 조성할 수 있다.
변전 운용	변전소의 변전 설비에 대한 운전과 순시 점검, 설비 진단, 자동화 등을 통하여 양질의 전력 공급과 최적의 변전 설비 운용 환경을 조성하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	변전소의 변전 설비에 대한 운전과 순시 점검, 설비 진단, 자동화 등을 통하여 양질의 전력 공급과 최적의 변전 설비 운용 환경을 조성하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	변전소의 변전 설비에 대한 운전과 순시 점검, 설비 진단, 자동화 등을 통하여 양질의 전력 공급과 최적의 변전 설비 운용 환경을 조성할 수 있다.
배전 운용	변전소에서 공급된 전력을 배전망을 통해 전기 사용자에게 안정적으로 공급하기 위하여 배전 설비 보강 계획 수립, 전력 확보, 규정 전압 관리, 고장 복구 체계 수립, 배전 자동화 시스템(TDAS)을 운용하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	변전소에서 공급된 전력을 배전망을 통해 전기 사용자에게 안정적으로 공급하기 위하여 배전 설비 보강 계획 수립, 전력 확보, 규정 전압 관리, 고장 복구 체계 수립, 배전 자동화 시스템(TDAS)을 운용하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	변전소에서 공급된 전력을 배전망을 통해 전기 사용자에게 안정적으로 공급하기 위하여 배전 설비 보강 계획 수립, 전력 확보, 규정 전압 관리, 고장 복구 체계 수립, 배전 자동화 시스템(TDAS)을 운용할 수 있다.
계통 보호 협조	전력 계통 고장 대비를 위해 적절한 보호 계전 방식을 계획, 설치·운용하여 효과적으로 고장 구간을 차단, 분리함으로써 설비 피해를 최소화하고 계통 안전을 유지하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	전력 계통 고장 대비를 위해 적절한 보호 계전 방식을 계획, 설치·운용하여 효과적으로 고장 구간을 차단, 분리함으로써 설비 피해를 최소화하고 계통 안전을 유지하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	전력 계통 고장 대비를 위해 적절한 보호 계전 방식을 계획, 설치·운용하여 효과적으로 고장 구간을 차단, 분리함으로써 설비 피해를 최소화하고 계통 안전을 유지할 수 있다.
송전 설비 유지 보수	송전 설비에 대한 점검 계획을 독자적으로 수립하고, 가공 송전 선로와 지중 송전 선로 점검 및 정비를 통해 최상의 운전 상태를 유지함으로써 설비 고장을 예방할 수 있는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	송전 설비에 대한 점검 계획을 수립하고, 가공 송전 선로와 지중 송전 선로 점검 및 정비를 통해 최상의 운전 상태를 유지함으로써 설비 고장을 예방할 수 있는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	송전 설비에 대한 점검 계획을 수립하고, 가공 송전 선로와 지중 송전 선로 점검 및 정비를 통해 최상의 운전 상태를 유지함으로써 설비 고장을 예방할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
변전 설비 유지 보수	변전 설비에 대한 점검 계획을 독자적으로 수립하고, 주 변압기, 차단기 등 변전 설비를 점검하여 예방 진단 및 보수를 통한 최상의 운전 상태를 유지함으로써 설비 고장을 예방할 수 있는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	변전 설비에 대한 점검 계획을 수립하고, 주 변압기, 차단기 등 변전 설비를 점검하여 예방 진단 및 보수를 통한 최상의 운전 상태를 유지함으로써 설비 고장을 예방할 수 있는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	변전 설비에 대한 점검 계획을 수립하고, 주 변압기, 차단기 등 변전 설비를 점검하여 예방 진단 및 보수를 통한 최상의 운전 상태를 유지함으로써 설비 고장을 예방할 수 있다.
배전 설비 유지 보수	가공 및 지중 배전 설비의 점검 계획을 독자적으로 수립하고 순시 점검과 설비 정비를 통하여 불량 설비와 노후 설비를 적기에 보수할 수 있는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	가공 및 지중 배전 설비의 점검 계획을 수립하고 순시 점검과 설비 정비를 통하여 불량 설비와 노후 설비를 적기에 보수할 수 있는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	가공 및 지중 배전 설비의 점검 계획을 수립하고 순시 점검과 설비 정비를 통하여 불량 설비와 노후 설비를 적기에 보수할 수 있다.
안전 관리	송·변전·배전 설비 운용 중에 발생하는 감전 사고, 전기 화재, 지진 사고에 대처하고, 사고 원인 분석과 사고 위험 요소를 확인하여 전기 재해를 사전에 예방하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	송·변전·배전 설비 운용 중에 발생하는 감전 사고, 전기 화재, 지진 사고에 대처하고, 사고 원인 분석과 사고 위험 요소를 확인하여 전기 재해를 사전에 예방하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	송·변전·배전 설비 운용 중에 발생하는 감전 사고, 전기 화재, 지진 사고에 대처하고, 사고 원인 분석과 사고 위험 요소를 확인하여 전기 재해를 사전에 예방할 수 있다.

[실무 과목]

5. 전기 기기 제작

1. 성격 및 목표

가. 성격

“전기 기기 제작” 과목은 전기·전자 교과군의 전기과 학생들에게 전기 기기 제작 준비, 전기 기기 철심 가공, 전기 기기 권선 작업, 전기 기기 함침 건조 작업, 전기 기기 기계 가공 작업, 전기 기기 회로부 조립, 전기 기기 반제품 조립, 전기 기기 완제품 조립, 전기 기기 도장 작업, 전기 기기 시험 등과 같은 전기 기기 제작 기술을 수행할 수 있는 능력을 기르기 위한 내용으로 구성된 과목이다.

따라서 전기 기기 제작에 필요한 도면 검토, 자재 소요량 산정, 생산 공정 등의 검토, 안전 관리 확인, 작업 표준과 제작도에 따라 설계 시방서에 표기된 권선의 시방서에 의한 권선 작업, 권선이 완료된 것을 기계적으로 고정하고 전기적으로 습기와 가스 등이 침투하여 부식되지 않도록 빈 공간을 절연재로 채워 권선의 절연을 확보하는 함침 건조 작업, 설계 시방서 및 도면에 의한 회로부 조립과 반제품 조립 및 완제품 조립, 제품의 성능과 특성에 대한 파악과 사용 조건에 따른 제반 기능을 시험, 평가하는 데 필요한 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있다.

나. 목표

전기 기기 제작에 필요한 준비 작업, 권선 작업, 함침 건조 작업, 회로부 조립, 반제품 및 완제품 조립, 시험 등을 할 수 있는 능력을 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
전기 기기 제작 준비 (1901050201_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 도면 검토하기 • 필요 자재 소요량 산정하기 • 생산 공정 검토하기 • 안전 관리 확인하기
전기 기기 철심 가공 (1901050202_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 재료 절단하기 • 전기 강판 타발하기 • 전기 강판 적층하기 • 다이캐스팅 작업하기
전기 기기 권선 작업 (1901050203_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 작업 시방서 확인하기 • 권선기 설정하기 • 권선 감기 형상 작업하기 • 절연지 삽입하기 • 도선 삽입하기 • 결선 작업하기 • 중간 공정 검사하기
전기 기기 함침 건조 작업 (1901050204_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 함침 방법 검토하기 • 일반 디핑 함침하기 • 진공 가압 함침하기 • 건조 작업하기
전기 기기 기계 가공 작업 (1901050205_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 도면 검토하기 • 가공기 설정하기 • 부품 가공하기 • 가공품 검사하기
전기 기기 회로부 조립 (1901050206_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 회로부 조립 도면 확인하기 • 회로부 조립 절차서 확인하기 • 회로부 조립하기 • 주 회로부 검사하기
전기 기기 반제품 조립 (1901050207_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 반제품 조립 도면 확인하기 • 반제품 조립 절차서 확인하기 • 반제품 조립하기 • 반제품 검사하기
전기 기기 완제품 조립 (1901050208_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 완제품 조립 도면 확인하기 • 완제품 조립 절차서 확인하기 • 완제품 조립하기 • 완제품 검사하기

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
전기 기기 도장 작업 (1901050209_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 기기 도장 시방 확인하기 • 기기 도장 절차서 확인하기 • 기기 도장하기 • 기기 도장 검사하기
전기 기기 시험 (1901050210_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 일반 시험하기 • 특성 시험하기 • 절연 저항 시험하기 • 부하 시험하기 • 시험 성적서 작성하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력 단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 전기 기기 제작 준비

전기 기기 제작에 필요한 도면 검토와 자재 소요량, 생산 공정 등을 수행할 수 있다.

가) 도면 검토하기

- 재료 검토를 위하여 고객이 요구하는 시방에 대한 사용 환경을 확인할 수 있다.
- 제품 제작 검토를 위하여 설계 도서에 대한 제작성을 확인할 수 있다.
- 제품에 대한 제작 일정 확보를 위하여 필요 부품 수급에 대한 양산화 계획을 수립할 수 있다.

나) 필요 자재 소요량 산정하기

- 제품 제작을 위하여 설계 도서에 표기된 도입 자재에 대한 업체 정보를 조사할 수 있다.
- 제품 제작을 위하여 설계 도서에 표기된 자체 제작 부품에 대한 정보를 조사할 수 있다.
- 제품 제작을 위하여 설계 도서에 표기된 부품의 보유 재고량을 조사할 수 있다.
- 제품 제작을 위하여 도입 업체에 대한 납품 시점을 조율할 수 있다.

다) 생산 공정 검토하기

- 설계 도서에 표기된 제품의 표준 시간을 검토하기 위하여 공정별 소요 시간을 조사할 수 있다.
- 설계 도서에 표기된 제품의 원가 확보를 위하여 공정별 소요 비용을 조사할 수 있다.
- 설계 도서에 표기된 제품의 안정적인 제작을 위하여 공정별 소요 장비를 조사할 수 있다.

라) 안전 관리 확인하기

- 기기 사고를 예방하기 위해서 기기 작동법을 확인할 수 있다.
- 기기 사고를 예방하기 위해서 기기 안전 수칙을 조사할 수 있다.

- 인명 사고를 예방하기 위해서 기기 작동법을 확인할 수 있다.
- 인명 사고를 예방하기 위해서 기기 안전 수칙을 조사할 수 있다.

2) 전기 기기 철심 가공

작업 표준과 제작도에 따라 설계된 치수에 맞추어 전기 기기의 철심을 가공할 수 있다.

가) 재료 절단하기

- 슬리팅 기계의 점검과 정비를 통하여 작업 중 발생될 수 있는 고장 원인을 최소화할 수 있다.
- 슬리팅 공정에서 발생될 수 있는 불량 요인을 없애기 위해 충분한 슬리팅 기계의 작동법을 알고, 고장 발생 시 대처할 수 있다.
- 슬리팅 공정에 대한 안전 수칙을 확인하고 작업할 수 있다.
- 작업 표준과 제작도에 따라 전기 강판의 재질과 두께를 확인할 수 있다.
- 작업 표준과 제작도에 따라 전기 강판의 소요량을 산정할 수 있다.
- 작업 표준과 제작도에 따라 전기 강판을 절단할 치수를 확인하여 작업할 수 있다.

나) 전기 강판 타발하기

- 프레스의 사전 점검과 정비를 통하여 작업 중 발생될 수 있는 고장 원인을 최소화할 수 있다.
- 프레스의 작업 중 안전 수칙을 준수하여 위험 요소를 확인하고, 사고를 예방할 수 있다.
- 작업 표준과 제작도에 따라 금형을 선별할 수 있다.
- 작업 표준과 제작도에 따라 프레스에 금형을 설치할 수 있다.
- 작업 표준과 제작도에 따라 전기 강판을 타발할 수 있다.
- 작업 표준과 제작도에 따라 단자를 타발하고, 탭핑 작업을 할 수 있다.
- 작업 표준과 제작도에 따라 프레스에서 금형을 분리할 수 있다.

다) 전기 강판 적층하기

- 작업 중 안전 수칙을 준수하여 위험 요소를 확인하고, 사고를 예방할 수 있다.
- 작업 표준과 제작도에 따라 타발된 전기 강판을 선별할 수 있다.
- 작업 표준과 제작도에 따라 적층 치공구를 설치할 수 있다.
- 작업 표준과 제작도에 따라 전기 강판을 적층할 수 있다.
- 작업 표준과 제작도에 따라 명기된 치수 확인하여 불량 유무를 판단할 수 있다.
- 작업 표준과 제작도에 따라 적층 치공구를 분리할 수 있다.

라) 다이캐스팅 작업하기

- 다이캐스팅기의 사전 점검과 정비를 통하여 작업 중 발생될 수 있는 고장 원인을 최소화할 수 있다.
- 다이캐스팅기의 작업 중 안전 수칙을 준수하여 위험 요소를 확인하고, 사고를 예방할 수 있다.
- 작업 표준과 제작도에 따라 금형을 선별할 수 있다.
- 작업 표준과 제작도에 따라 다이캐스팅기에 금형을 설치할 수 있다.
- 작업 표준과 제작도에 따라 다이캐스팅에서 금형을 분리할 수 있다.

3) 전기 기기 권선 작업

작업 표준과 제작도에 따라 설계 시방서에 표기된 권선의 시방에 대하여 작업을 할 수 있다.

가) 작업 시방서 확인하기

- 설계 시방서에 따라 절연 등급별 동선의 특성을 확인할 수 있다.
- 작업 표준과 제작 도면에 따라 동선의 동량을 산정할 수 있다.
- 권선의 안정적인 사용을 위하여 권선 지름별 허용 전류를 산정할 수 있다.
- 설계 시방서에 따라 절연 등급별 절연지의 특성을 확인할 수 있다.
- 제작 도면에 따라 절연지의 치수를 산정할 수 있다.

나) 권선기 설정하기

- 안전한 권선기의 사용을 위하여 사용 시 위험 요소를 확인하고, 사고를 예방할 수 있다.
- 바깥지름 마이크로미터를 사용하여 도선 재료의 바깥지름을 측정하여 설계 시방서와 대조할 수 있다.
- 설계 시방서에 근거하여 권선기의 도선 재료의 규격과 시방을 설정할 수 있다.
- 코어 적층에 따른 보빈 사이즈를 설정할 수 있다.

다) 권선 감기 형상 작업하기

- 권형에 보빈을 견고하게 부착하고, 2차 권선을 권선 작업 도면에 의해 권선 작업을 할 수 있다.
- 권선 작업 도면에 의해 권선 시작 부분과 끝 부분을 단부 절연물과 면 테이프로 견고하게 고정시켜 기계적으로 권선을 안정시키는 작업을 할 수 있다.
- 권선의 리드 인출 부분은 권선 작업 도면에 의해 면 테이프와 주름 테이프로 감겨진 권선이 움직이지 않게 기계적으로 견고하게 고정해서 배선이 용이하게 리드 인출 작업을 할 수 있다.
- 저압 권선 위에 고압 권선을 권선 작업 도면에 의해 권선 작업할 수 있다.

- 고압 권선의 탭 인출 위치와 방향을 권선 작업 도면에 의해 정확히 인출하는 작업을 할 수 있다.

라) 절연지 삽입하기

- 절연 유지를 위하여 설계 시방서에 근거하여 절연지의 치수를 산정할 수 있다.
- 절연 유지를 위하여 절연지 절단기를 사용하여 절연지를 치수에 맞게 절연할 수 있다.
- 절연 유지를 위하여 작업이 끝난 후에는 다음 작업을 위해 가지런히 적치할 수 있다.
- 절연 유지를 위하여 작업된 코어를 준비하여 절단된 절연지를 슬롯에 삽입할 수 있다.
- 절연 유지를 위하여 절연지를 삽입할 때 슬롯면에 밀착되게 삽입할 수 있다.
- 작업이 끝난 후에는 다음 작업을 위해 가지런히 적치할 수 있다.

마) 도선 삽입하기

- 동작 성능 유지를 위하여 극수별, 상별에 따른 권선 삽입 방법에 대하여 파악할 수 있다.
- 코어에 권선 삽입을 위하여 설계 시방서에 따른 삽입 방법을 검토 할 수 있다.
- 동작 성능 유지를 위하여 절연지 작업된 코어에 도선을 극수 상별에 맞게 삽입할 수 있다.
- 동작 성능 유지를 위하여 권선 삽입 시 코어의 결선 위치를 고려하여 한 위치를 선정하여 일정하게 작업할 수 있다.
- 동작 성능 유지를 위하여 권선 삽입 시 도선 피막이 상하지 않게 작업 할 수 있다.

바) 결선 작업하기

- 상별 회전 방향을 확보하기 위하여 결선 작업을 할 수 있다.
- 제품의 성능 확보를 위하여 결선 작업 공정에 대한 작업 공정을 확인할 수 있다.
- 제품의 성능 확보를 위하여 설계 시방서에 근거하여 리드선을 선정할 수 있다.
- 제품의 성능 확보를 위하여 설계 시방서 상의 회로도에 근거하여 권선과 리드선을 서로 연결할 수 있다.
- 제품의 성능 확보를 위하여 서로 연결된 부분을 납땜 할 수 있다.
- 제품의 성능 확보를 위하여 서로 연결된 부분을 전기 용접 할 수 있다.
- 제품의 성능 확보를 위하여 서로 접합한 부분에는 튜브를 이용하여 절연 처리 할 수 있다.
- 제품의 성능 확보를 위하여 절연 처리 후 아마사 실을 사용하여 묶음 작업을 할 수 있다.

사) 중간 공정 검사하기

- 완제품 조립 시 품질 확보를 위하여 작업된 권선품에 대해서 검사 설비를 사용하여 시험할 수 있다.
- 완제품 조립 시 품질 확보를 위하여 합격품에 대해서는 다음 작업 공정을 위해서 적치할 수 있다.

- 완제품 조립 시 품질 확보를 위하여 불합격품에 대해서는 어느 공정에서 불량 요인이 발생 했는지 원인을 조사하여 수리할 수 있다.
- 완제품 조립 시 품질 확보를 위하여 시험 설비의 사용 방법과 활용 능력을 확인할 수 있다.

4) 전기 기기 함침 건조 작업

권선이 완료된 것을 기계적으로 고정하고 전기적으로 습기와 가스 등이 침투하여 부식되지 않도록 빈 공간을 절연재로 채워 권선의 절연을 확보할 수 있다.

가) 함침 방법 검토하기

- 제품 절연 유지를 위하여 절연 등급별 절연물을 선정할 수 있다.
- 제품 절연 유지를 위하여 함침 방법을 선정할 수 있다.
- 제품 절연 유지를 위하여 함침 방법에 따른 함침 시간을 선정할 수 있다.
- 제품 절연 유지를 위하여 함침 방법에 따른 함침 온도를 선정할 수 있다.
- 제품 절연 유지를 위하여 함침기의 사용 방법을 검토할 수 있다.
- 제품 절연 유지를 위하여 함침기의 사전 점검 및 정비를 통하여 사고 예방을 할 수 있다.

나) 일반 디핑 함침하기

- 절연 확보를 위하여 권선품을 건조실에 넣고 예열할 수 있다.
- 절연 확보를 위하여 권선품의 가열 온도를 설정할 수 있다.
- 절연 확보를 위하여 권선품의 가열 시간을 설정할 수 있다.
- 절연 확보를 위하여 절연물 점도 검사를 할 수 있다.
- 절연 확보를 위하여 사용이 완료된 운반 설비에 대한 안전과 가동 상태를 예방, 점검할 수 있다 .

다) 진공 가압 함침하기

- 절연 확보를 위하여 권선품을 건조실에 넣고서 예열 시킬 수 있다.
- 절연 확보를 위하여 절연물 비중을 검사할 수 있다.
- 절연 확보를 위하여 용도별 밸브의 잠금·열림을 할 수 있다.
- 절연 확보를 위하여 진공 함침기 전원 스위치를 조작할 수 있다.
- 절연 확보를 위하여 절연물을 권선품이 있는 곳으로 이동할 수 있다.
- 절연 확보를 위하여 권장되는 시간과 수치에 의해 진공 공기압을 주입하고, 밸브를 조작할 수 있다.
- 절연 확보를 위하여 공정도에 따라 절연물과 권선품의 처리 및 보관을 할 수 있다.
- 절연 확보를 위하여 진공 함침기의 진공도를 작업 표준에 의해 확인할 수 있다.
- 절연 확보를 위하여 작업 표준에 의해 절연물의 점도를 확인할 수 있다.

- 절연 확보를 위하여 완성된 권선은 진공 함침기에 넣고 절연물을 투입할 수 있다.
- 절연 확보를 위하여 작업 표준에 의해 권선에 묻은 절연물을 진공 흡입으로 완전 제거함으로써 권선 내부에 절연물이 유로를 막는 일이 없도록 절연물 제거 작업을 할 수 있다.

라) 건조 작업하기

- 작업 표준에 의해 권선을 기계적으로 안정되게 하기 위해 예비 건조를 함으로써 권선 내부에 있는 수분을 제거할 수 있다.
- 작업 표준에 의해 권선을 전기적으로 안정되게 하기 위해 예비 건조를 함으로써 권선 내부에 있는 수분을 제거할 수 있다.
- 중신 조립이 완료된 권선은 작업 표준에 의해 2차 건조를 통해 권선 내부에 있는 수분을 완전히 제거하여 권선 내부의 절연을 확보할 수 있다.
- 2차 건조가 완료되면 반드시 권선 간 절연 정도를 절연 저항계로 점검할 수 있다.

5) 전기 기기 기계 가공 작업

전기 기기 기계 가공 작업이란 설계 시방서 및 도면에 근거하여 각 부품의 단위로 가공 기계, 치공구를 이용하여 각 부품이 최종 완제품으로 조립이 될 수 있도록 필요한 형태로 만드는 행위를 말하며, 이러한 과정을 파악할 수 있다.

가) 도면 검토하기

- 제품 품질 확보를 위하여 가공이 필요한 부품을 선정하여 가공품의 재질에 따라 가공 설비를 결정할 수 있다.
- 제품 품질 확보를 위하여 가공이 필요한 부품을 선정하여 가공품의 가공 정도에 따라 가공 설비를 결정할 수 있다.
- 제품 품질 확보를 위하여 선정된 부품의 가공 부위를 확인하고, 가공 방법과 순서를 결정할 수 있다.
- 제품 품질 확보를 위하여 결정된 방법과 순서에 따른 설비를 결정할 수 있다.

나) 가공기 설정하기

- 부품 정밀도 가공을 위하여 가공기의 사용 시 위험 요소를 확인하고, 사고를 예방할 수 있다.
- 표면 치수 정밀도 확정을 위하여 밀링기의 표면 좌표를 확인하고, 설계 시방서와 대조하여 조정할 수 있다.
- 가공 부품의 치수 조절을 위하여 선반기의 설정 좌표를 확인하고, 설계 시방서와 대조하여 조정할 수 있다.

- 가공 부품의 치수 조절을 위하여 절단기의 표면 좌표를 확인하고, 설계 시방서와 대조하여 조정할 수 있다.
- 부품 정밀도 가공을 위하여 몰드 재료별 열 특성을 파악하여 사출기의 온도를 조정할 수 있다.

다) 부품 가공하기

- 불량 저감을 위하여 설계 도면을 검토하고, 도면에서 요구하는 가공 공차를 규정값 이내에서 가공할 수 있다.
- 불량 저감을 위하여 가공 시작점을 결정하고 항상 일정한 방법으로 가공할 수 있다.
- 불량 저감을 위하여 가공기의 스트로크를 설계 시방서와 대조하여 조정할 수 있다.
- 불량 저감을 위하여 사출된 부품의 거스러미 표면에 대한 제거 방법을 조사할 수 있다.

라) 가공품 검사하기

- 부품 성능 유지를 위하여 필요시 생산성 향상을 위한 치공구를 검토할 수 있다.
- 부품 성능 유지를 위하여 가공된 부품이 도면과 일치하는지 자체 검사를 할 수 있다.
- 부품 성능 유지를 위하여 가공된 부품의 자체 검사 결과를 표준화할 수 있다.
- 부품 성능 유지를 위하여 작업이 완료된 후에는 다음 작업을 위하여 가공품을 적치할 수 있다.

6) 전기 기기 회로부 조립

설계 시방서 및 도면에 근거하여 개폐기, 배전반, 전력 변환기 등의 조립 공정을 확인하고, 각 부품을 치공구를 이용하여 부품의 기능이 손상되지 않게 도면에 따라 주 회로부를 조립할 수 있다.

가) 회로부 조립 도면 확인하기

- 회로부 조립을 위하여 시방에 적합한 제품의 특성을 확인할 수 있다.
- 회로부 조립을 위하여 조립될 부품의 용량을 조사할 수 있다.
- 회로부 조립을 위하여 설계 도면을 검토하고, 부품의 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 회로부 조립을 위하여 조립 순서를 결정할 수 있다.
- 회로부 조립을 위하여 부하 용량에 따른 재료를 선별할 수 있다.
- 주요 부품에 대해 동등 성능을 유지할 수 있는 대체 가능 부품을 조사할 수 있다.

나) 회로부 조립 절차서 확인하기

- 효율성 있는 조립을 위하여 도면에서 요구하는 조립 공차에 따라 조립 방법을 결정할 수 있다.
- 효율성 있는 조립을 위하여 조립 공차가 도면의 요구와 일치하는지 확인할 수 있다.
- 도면에 요구되는 제품의 조립을 위하여 조립 순서를 조사할 수 있다.
- 조립 안정성을 위하여 조립 공구의 특성을 조사할 수 있다.
- 조립 안정성을 위하여 각 부품의 성능 검토에 필요한 측정기를 조사할 수 있다.

다) 회로부 조립하기

- 조립 품질 확보를 위하여 조립 부품의 원재료 특성을 조사할 수 있다.
- 조립 품질 확보를 위하여 가동 접점, 고정 접점의 재료를 분류할 수 있다.
- 조립 품질 확보를 위하여 인쇄 회로 기판의 종류를 분류할 수 있다.
- 조립 품질 확보를 위하여 인쇄 회로 기판의 소자 취부 방법을 확인, 적용할 수 있다.
- 조립 품질 확보를 위하여 나사 조임 규정을 확인할 수 있다.
- 조립 품질 확보를 위하여 조립 공구를 선정할 수 있다.

라) 주 회로부 검사하기

- 주 회로부의 안정적인 통전을 위하여 전기적 동작 검사를 할 수 있다.
- 주 회로부의 안정적인 통전을 위하여 상용 주파 내전압 시험을 할 수 있다.
- 주 회로부의 안정적인 통전을 위하여 뇌 임펄스 시험을 할 수 있다.
- 주 회로부의 안정적인 회로 구동을 위하여 소자 특성 검사를 할 수 있다.
- 주 회로부의 안정적인 회로 구동을 위하여 회로 신호별 특성 검사를 할 수 있다.
- 주 회로부의 안정적인 회로 구동을 위하여 회로의 사용 목적을 조사할 수 있다.

7) 전기 기기 반제품 조립

설계 시방서 및 도면에 근거하여 전기 기기의 부품의 기능에 대한 분석과 조립 공정을 파악하고, 각 부품을 치공구를 이용하여 부품의 기능이 손상되지 않게 도면에 따라 반제품으로 조립할 수 있다.

가) 반제품 조립 도면 확인하기

- 반제품 조립을 위하여 제품의 특성을 파악할 수 있다.
- 반제품 조립을 위하여 조립될 부품의 기능과 특성을 확인할 수 있다.
- 반제품 조립을 위하여 설계 도면을 파악하고, 부품의 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 반제품 조립의 효율성 향상을 위하여 조립 순서를 결정할 수 있다.

나) 반제품 조립 절차서 확인하기

- 효율성 있는 조립을 위하여 도면에서 요구하는 조립 공차에 따라 조립 방법을 결정할 수 있다.
- 효율성 있는 조립을 위하여 부품의 중량을 검토하여 조립장 위치를 선정할 수 있다.
- 효율성 있는 조립을 위하여 조립 공차가 도면의 요구와 일치하는지 확인할 수 있다.
- 도면에 요구되는 제품의 조립을 위하여 조립 순서를 조사할 수 있다.
- 조립 안정성을 위하여 조립 공구의 특성을 조사할 수 있다.

다) 반제품 조립하기

- 조립 품질 확보를 위하여 조립 부품의 원재료 특성을 조사할 수 있다.
- 조립 품질 확보를 위하여 조립 순서를 확인할 수 있다.
- 조립 품질 확보를 위하여 조립 방법을 확인할 수 있다.
- 조립 품질 확보를 위하여 조립 공구를 선정할 수 있다.

라) 반제품 검사하기

- 가공 반제품의 완제품에 사용될 목적을 확인하고 조사할 수 있다.
- 가공 반제품이 도면과 일치하는지 자체 검사를 할 수 있다.
- 가공 반제품의 자체 검사 결과를 표준화할 수 있다.
- 가공 반제품 작업이 완료된 후에는 다음 작업을 위하여 제품을 적치할 수 있다.

8) 전기 기기 완제품 조립

조립 도면을 기준으로 조립 절차서에 따라 완제품을 조립하고 검사할 수 있다.

가) 완제품 조립 도면 확인하기

- 제품 성능 확보를 위하여 완제품의 사용 특성을 확인할 수 있다.
- 제품 성능 확보를 위하여 조립될 부품의 기능과 특성을 확인할 수 있다.
- 제품 성능 확보를 위하여 설계 도면을 파악하고, 부품의 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 제품 성능 확보를 위하여 조립 순서를 결정할 수 있다.

나) 완제품 조립 절차서 확인하기

- 제품 성능 확보를 위하여 도면에서 요구하는 조립 공차에 따라 조립 방법을 결정할 수 있다.
- 제품 성능 확보를 위하여 부품의 중량을 검토하여 조립 위치를 선정할 수 있다.
- 제품 성능 확보를 위하여 조립 공차가 도면의 요구와 일치하는지 확인할 수 있다.
- 제품 성능 확보를 위하여 도면에 요구되는 제품의 조립을 위하여 조립 순서를 조사할 수 있다.

다) 완제품 조립하기

- 조립 품질 확보를 위하여 완성된 제품의 특성을 조사할 수 있다.
- 조립 품질 확보를 위하여 조립 순서를 확인할 수 있다.
- 조립 품질 확보를 위하여 조립 방법을 확인할 수 있다.
- 조립 품질 확보를 위하여 조립 공구를 선정할 수 있다.

라) 완제품 검사하기

- 최종 사용자의 사용 환경을 고려하기 위하여 환경별 특성을 조사할 수 있다.
- 완제품이 도면과 일치하는지 자체 검사를 할 수 있다.
- 완제품의 자체 검사 결과를 표준화할 수 있다.
- 완제품의 표면 치수에 대하여 외관 검사를 실시할 수 있다.

9) 전기 기기 도장 작업

전기 기기 도장 작업의 시방서 및 작업 지침에 근거하여 제품의 상태와 사용 환경을 고려하여 제품의 부식을 방지하고 외관을 미려하게 할 수 있다.

가) 기기 도장 시방 확인하기

- 표면의 부식 방지를 위하여 작업 방법을 결정할 수 있다.
- 도장 작업을 위하여 비용과 작업 시간을 산출할 수 있다.
- 표면의 부식 방지를 위하여 처리 작업이 가능한 작업자를 선정할 수 있다.
- 표면의 부식 방지를 위하여 장비를 선택할 수 있다.

나) 기기 도장 절차서 확인하기

- 표면의 부식 방지를 위하여 도료의 종류에 따른 도장 방법을 확인할 수 있다.
- 표면의 부식 방지를 위하여 도료의 물성에 따른 도장 방법을 확인할 수 있다.
- 표면의 부식 방지를 위하여 도면에서 요구하는 표면 도막 두께에 따라 도장 방법을 확인할 수 있다.
- 표면의 부식 방지를 위하여 도면에서 요구하는 표면 도막 두께에 따라 도장 횟수를 확인할 수 있다.

다) 기기 도장하기

- 표면의 부식 방지를 위하여 승인받은 도장 절차서에 따라 도장 방법을 선정할 수 있다.
- 표면의 부식 방지를 위하여 승인받은 도장 절차서에 따라 도장 설비를 선정할 수 있다.
- 표면의 부식 방지를 위하여 도막 두께 및 도장 재질에 따라 도장 횟수를 결정할 수 있다.
- 표면의 부식 방지를 위하여 도장이 안 되어야 할 부분을 구분하여 분리할 수 있다.
- 제품의 시방서에 적합한 도료 색상을 만들기 위하여 도료의 혼합 비율을 선정할 수 있다.
- 도료의 벗겨짐 방지를 위하여 열처리 방법을 확인할 수 있다.

라) 기기 도장 검사하기

- 품질 확보를 위하여 제품 시방서에 표기된 색상을 확인하여 검사할 수 있다.
- 품질 확보를 위하여 제품 시방서에 표기된 도막 두께를 확인하여 검사할 수 있다.

- 품질 확보를 위하여 제품 시방서에 표기된 비 도장 부분에 대한 검사를 할 수 있다.
- 품질 확보를 위하여 제품 시방서에 표기된 도장 부분에 대한 검사를 할 수 있다.
- 품질 확보를 위하여 제품 시방서에 표기된 도장 표면 거칠기 검사를 할 수 있다.

10) 전기 기기 시험

설계 시방서 및 관련 검사 규정, 지침에 근거하여 제품의 성능과 특성에 대한 파악과 사용 조건에 따른 제반 기능을 평가할 수 있다.

가) 일반 시험하기

- 최종 제품의 성능 확보를 위하여 승인받은 특성값을 갖는 제품인지 시험 규격에 따라 검사할 수 있다.
- 최종 제품의 성능 시방 검토를 위하여 사용자의 편의성과 안전성을 평가할 수 있다.
- 최종 제품의 성능 확보를 위하여 승인받은 치수가 되었는지 확인할 수 있다.
- 최종 제품의 성능 확보를 위하여 제품 소음에 대한 규격을 확인할 수 있다.
- 최종 제품의 성능 확보를 위하여 제품 진동에 대한 규격을 확인할 수 있다.
- 최종 제품의 성능 확보를 위하여 제품 열특성에 대한 규격을 확인할 수 있다.

나) 특성 시험하기

- 최종 제품의 성능 검증을 위하여 고객에게 제출하는 시방서에 명시되어 있는 특성 시험을 실시할 수 있다.
- 최종 제품의 안정적인 사용 환경 확보를 위하여 특성에 따른 허용 부하를 검토할 수 있다.
- 최종 제품의 성능 검증을 위하여 규격에 따른 동작 기능을 확인하고 시험할 수 있다.
- 최종 제품의 성능 검증을 위하여 규격에 따른 부속 장치의 기능을 확인하고 시험할 수 있다.
- 최종 제품의 성능 검증을 위하여 규격서에 따른 전기적 특성을 조사하고 시험할 수 있다.

다) 절연 저항 시험하기

- 최종 제품에 필요한 절연 규격을 확인할 수 있다.
- 최종 제품 절연 저항 성능 검증을 위하여 절연 저항계의 종류를 선정할 수 있다.
- 최종 제품 절연 저항 성능 검증을 위하여 절연 저항계의 사용 방법을 확인할 수 있다.
- 최종 제품 절연 저항 성능 검증을 위하여 고객에게 제출하는 시방서에 명시되어 있는 절연 저항 시험을 할 수 있다.

라) 부하 시험하기

- 최종 제품의 성능 검증을 위하여 부하 능력에 따른 효율을 측정하고, 제품이 온도 상승을 확인할 수 있다.

- 최종 제품의 성능 검증을 위하여 부하 능력에 따른 역률을 측정하고, 제품의 규격과 비교하여 확인할 수 있다.
- 최종 제품의 성능 검증을 위하여 부하 능력에 따른 정격 용량을 측정하고, 온도 상승을 확인할 수 있다.
- 최종 제품의 성능 검증을 위하여 부하의 변동에 따른 전압 변동과 주파수 변동, 회복 시간 등을 측정할 수 있다.

마) 시험 성적서 작성하기

- 최종 제품의 성능 신뢰성 확보를 위하여 제품의 규격에 기초하여 동작 특성을 분석할 수 있다.
- 최종 제품의 성능 신뢰성 확보를 위하여 제품 시험 절차에 의한 사진 대지를 작성할 수 있다.
- 최종 제품의 성능 신뢰성 확보를 위하여 적용 규격과 시험 성적상의 규격을 비교, 분석할 수 있다.
- 최종 제품의 성능 신뢰성 확보를 위하여 제품의 규격에 기초하여 시험 성적서를 작성할 수 있다.
- 최종 제품의 성능 신뢰성 확보를 위하여 고객 승인 시방서를 기초로 고객 제출용 시험 성적서를 확인할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 전기 기기에 대한 일반적인 지식을 바탕으로 정지기와 전동 기기에 대한 제작, 유지·보수 업무를 수행할 수 있도록 지도한다.
- 나. 학생의 성취수준 및 요구, 학교의 실정, 지역 사회의 여건 등을 고려하여 지도의 비중을 달리하여 지도한다.
- 다. ‘전기 기기 제작 준비’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 도면 검토, 필요 자재 소요량 산정, 생산 공정 검토, 안전 관리 확인 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 라. ‘전기 기기 철심 가공’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 재료 절단, 전기 강판 타발, 전기 강판 적층, 다이캐스팅 작업 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

- 마. '전기 기기 권선 작업' 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 작업 시방서 확인, 권선기 설정, 권선 감기 형상 작업, 절연지 삽입, 도선 삽입, 결선 작업, 중간 공정 검사 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 바. '전기 기기 함침 건조 작업' 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 함침 방법 검토, 일반 디핑 함침, 진공 가압 함침, 건조 작업 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 사. '전기 기기 기계 가공 작업' 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 도면 검토, 가공기 설정, 부품 가공, 가공품 검사 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 아. '전기 기기 회로부 조립' 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 회로부 조립 도면 확인, 회로부 조립 절차서 확인, 회로부 조립, 주 회로부 검사 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 자. '전기 기기 반제품 조립' 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 반제품 조립 도면 확인, 반제품 조립 절차서 확인, 반제품 조립, 반제품 검사 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 차. '전기 기기 완제품 조립' 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 완제품 조립 도면 확인, 완제품 조립 절차서 확인, 완제품 조립, 완제품 검사 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 카. '전기 기기 도장 작업' 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 기기 도장 시방 확인, 기기 도장 절차서 확인, 기기 도장, 기기 도장 검사 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 타. '전기 기기 시험' 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 문제 기반 학습법 등을 활용하여 일반 시험, 특성 시험, 절연 저항 시험, 부하 시험, 시험 성적서 작성 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 목표 지향 평가가 이루어질 수 있도록 하며, 영역별로 달성할 목표를 세부적으로 분석하여 평가 방법과 내용을 계획한다.
- 2) 평가자는 작업 영역 성취기준에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위하여 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용한다.

- 3) 실무 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 4) 평가 방법은 정기 고사에 의한 평가 방법에서 탈피하여 수행평가 중심의 다양한 평가 방법을 적용한다.
- 5) ‘전기 기기 제작 준비’ 영역에서는 서술형 시험, 평가자 질문, 평가자 체크리스트 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 포트폴리오, 논술형 시험, 피평가자 체크리스트, 구두 발표 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
- 6) ‘전기 기기 철심 가공’ 영역에서는 문제 해결 시나리오, 평가자 체크리스트 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
- 7) ‘전기 기기 권선 작업’ 영역에서는 서술형 시험, 평가자 체크리스트 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 문제 해결 시나리오, 논술형 시험, 피평가자 체크리스트 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
- 8) ‘전기 기기 함침 건조 작업’ 영역에서는 서술형 시험, 평가자 체크리스트 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 논술형 시험, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
- 9) ‘전기 기기 기계 가공 작업’ 영역에서는 서술형 시험, 평가자 체크리스트 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 논술형 시험, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
- 10) ‘전기 기기 회로부 조립’ 영역에서는 서술형 시험, 평가자 체크리스트 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 논술형 시험, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
- 11) ‘전기 기기 반제품 조립’ 영역에서는 서술형 시험, 평가자 체크리스트 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고 논술형 시험, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
- 12) ‘전기 기기 완제품 조립’ 영역에서는 서술형 시험, 평가자 체크리스트 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 논술형 시험, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
- 13) ‘전기 기기 도장 작업’ 영역에서는 서술형 시험, 평가자 체크리스트 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 논술형 시험, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
- 14) ‘전기 기기 시험’ 영역에서는 서술형 시험, 평가자 체크리스트 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 문제해결 시나리오, 논술형 시험, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
전기 기기 제작 준비	전기 기기 제작에 필요한 도면 검토, 자재 소요량, 생산 공정 등을 파악하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	전기 기기 제작에 필요한 도면 검토, 자재 소요량, 생산 공정 등을 파악하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	전기 기기 제작에 필요한 도면 검토, 자재 소요량, 생산 공정 등을 파악할 수 있다.
전기 기기 철심 가공	전기 기기 철심 가공의 작업 표준과 제작도에 따라 설계된 치수에 맞추어 철심을 가공하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	전기 기기 철심 가공의 작업 표준과 제작도에 따라 설계된 치수에 맞추어 철심을 가공하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	전기 기기 철심 가공의 작업 표준과 제작도에 따라 설계된 치수에 맞추어 철심을 가공할 수 있다.
전기 기기 권선 작업	작업 표준과 제작도에 따라 설계 시방서에 표기된 권선의 시방에 대한 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	작업 표준과 제작도에 따라 설계 시방서에 표기된 권선의 시방에 대하여 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	작업 표준과 제작도에 따라 설계 시방서에 표기된 권선의 시방에 대하여 작업을 할 수 있다.
전기 기기 함침 건조 작업	권선이 완료된 것을 기계적으로 고정하고, 전기적으로 습기와 가스 등이 침투하여 부식되지 않도록 빈 공간을 절연재로 채워 권선의 절연을 확보하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	권선이 완료된 것을 기계적으로 고정하고, 전기적으로 습기와 가스 등이 침투하여 부식되지 않도록 빈 공간을 절연재로 채워 권선의 절연을 확보하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	권선이 완료된 것을 기계적으로 고정하고, 전기적으로 습기와 가스 등이 침투하여 부식되지 않도록 빈 공간을 절연재로 채워 권선의 절연을 확보할 수 있다.
전기 기기 기계 가공 작업	전기 기기 기계 가공 설계 시방서 및 도면에 근거하여 각 부품 단위로 가공 기계, 치공구를 이용하여 각 부품을 최종 완제품으로 조립하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	전기 기기 기계 가공 설계 시방서 및 도면에 근거하여 각 부품 단위로 가공 기계, 치공구를 이용하여 각 부품을 최종 완제품으로 조립하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	전기 기기 기계 가공 설계 시방서 및 도면에 근거하여 각 부품 단위로 가공 기계, 치공구를 이용하여 각 부품을 최종 완제품으로 조립할 수 있다.
전기 기기 회로부 조립	설계 시방서 및 도면에 근거하여 개폐기, 배전반, 전력 변환기 등의 조립 공정을 확인하고, 각 부품을 치공구를 이용하여 부품의 기능이 손상되지 않게 도면에 따라 주 회로부를 조립하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	설계 시방서 및 도면에 근거하여 개폐기, 배전반, 전력 변환기 등의 조립 공정을 확인하고, 각 부품을 치공구를 이용하여 부품의 기능이 손상되지 않게 도면에 따라 주 회로부를 조립하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	설계 시방서 및 도면에 근거하여 개폐기, 배전반, 전력 변환기 등의 조립 공정을 확인하고, 각 부품을 치공구를 이용하여 부품의 기능이 손상되지 않게 도면에 따라 주 회로부를 조립할 수 있다.
전기 기기 반제품 조립	설계 시방서 및 도면에 근거하여 중전기기의 부품의 기능에 대한 분석과 조립 공정을 파악하고, 각 부품을 치공구를 이용하여 부품의 기능이 손상되지 않게 도면에 따라 반제품으로 조립하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	설계 시방서 및 도면에 근거하여 중전기기의 부품의 기능에 대한 분석과 조립 공정을 파악하고, 각 부품을 치공구를 이용하여 부품의 기능이 손상되지 않게 도면에 따라 반제품으로 조립하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	설계 시방서 및 도면에 근거하여 중전기기의 부품의 기능에 대한 분석과 조립 공정을 파악하고, 각 부품을 치공구를 이용하여 부품의 기능이 손상되지 않게 도면에 따라 반제품으로 조립할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
전기 기기 완제품 조립	조립 도면을 기준으로 조립 절차서에 따라 완제품을 조립하고 검사하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	조립 도면을 기준으로 조립 절차서에 따라 완제품을 조립하고 검사하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	조립 도면을 기준으로 조립 절차서에 따라 완제품을 조립하고 검사할 수 있다.
전기 기기 도장 작업	전기 기기 도장 작업의 시방서 및 작업 지침에 근거하여 제품의 상태와 사용 환경을 고려하여 제품의 부식을 방지하고 외관을 미려하게 하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	전기 기기 도장 작업의 시방서 및 작업 지침에 근거하여 제품의 상태와 사용 환경을 고려하여 제품의 부식을 방지하고 외관을 미려하게 하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	전기 기기 도장 작업의 시방서 및 작업 지침에 근거하여 제품의 상태와 사용 환경을 고려하여 제품의 부식을 방지하고 외관을 미려하게 할 수 있다.
전기 기기 시험	설계 시방서 및 관련 검사 규정, 지침에 근거하여 제품의 성능과 특성에 대한 파악과 사용 조건에 따른 제반 기능을 평가하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	설계 시방서 및 관련 검사 규정, 지침에 근거하여 제품의 성능과 특성에 대한 파악과 사용 조건에 따른 제반 기능을 평가하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	설계 시방서 및 관련 검사 규정, 지침에 근거하여 제품의 성능과 특성에 대한 파악과 사용 조건에 따른 제반 기능을 평가할 수 있다.

[실무 과목]

6. 내선 공사

1. 성격 및 목표

가. 성격

“내선 공사” 과목은 전기·전자 교과군의 전기과 학생들에게 전기 에너지를 안전하게 사용할 수 있도록 인입 전선로, 전원 설비, 전기 공급 설비, 부하 설비 등을 시공, 시운전, 유지·보수하는 업무를 수행할 수 있는 능력을 기르게 하기 위한 내용으로 구성된 과목이다.

이 과목에서 학습해야 할 내용은 배관·배선 공사, 조명 설비 공사, 동력 설비 공사, 수·변전 설비 공사, 접지 피뢰 설비 공사, 방재 설비 공사, 정보 통신 설비 공사, 예비 전원 설비 공으로서 내선 공사 기술을 습득하는 데 필요한 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

전기 에너지를 안전하게 사용할 수 있도록 인입 전선로, 전원 설비, 전기 공급 설비, 부하 설비 등을 시공, 시운전, 유지·보수하는 업무를 수행할 수 있는 능력을 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
배관·배선 공사 (1901070102_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 배관 시공하기 • 케이블 트레이 시공하기 • 버스 덕트 시공하기 • 배선 시공하기 • 전선 접속하기 • 배관·배선 검사하기
조명 설비 공사 (1901070103_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 조명 기구 설치하기 • 방전등 설비 시공하기 • LED 조명 설비 시공하기 • 조명 제어 설비 시공하기 • 콘센트 설비 시공하기
동력 설비 공사 (1901070104_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 동력 제어반 시공하기 • 전동기 시공하기 • 기동 장치 시공하기 • 동력 설비 배선 시공하기 • 동력 설비 시운전하기
수·변전 설비 공사 (1901070105_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 건축 환경 검토하기 • 수·변전 설비 기자재 관리하기 • 배전반 설비 시공하기 • 변압기 설치하기 • 보호 장치 시공하기 • 수·변전 설비 검사하기 • 수·변전 설비 시운전하기
접지·피뢰 설비 공사 (1901070106_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 접지극 시공하기 • 접지 단자 시공하기 • 인하 도선 시공하기 • 본딩 시공하기 • 수뢰부 시공하기 • SPD(서지 보호 장치) 설치하기 • 접지·피뢰 설비 검사하기
방재 설비 공사 (1901070107_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 자동 화재 탐지 설비 시공하기 • 누전 경보기 시공하기 • 자동 화재 속보 설비 시공하기 • 비상 경보 설비 시공하기 • 유도등 설비 시공하기 • 비상 콘센트 설비 시공하기 • 무선 통신 보조 설비 시공하기

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
정보 통신 설비 공사 (1901070108_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 통신 케이블 시공하기 • CATV 설비 시공하기 • CCTV 설비 시공하기 • 방범용 감지 설비 시공하기 • 방송 설비 시공하기 • 주차 관제 설비 시공하기
예비 전원 설비 공사 (1901070110_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 건축 환경 검토하기 • 발전기 설비 시공하기 • UPS 설비 시공하기 • 축전지 설비 시공하기 • 시운전 검사하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력 단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 배관·배선 공사

전선, 케이블 등을 보호하기 위해 전선관, 레이스웨이, 케이블 트레이와 박스, 기타 부속품을 설계 도서에 따라 시공하고, 조명 설비, 동력 설비 등 전기 에너지를 필요로 하는 장소까지 전선, 케이블을 적합하고 안전하게 공사할 수 있다.

가) 배관 시공하기

- 배관 공사에 사용하는 전선관, 박스 및 부속품은 관련 기준과 표준에 적합한 것을 선정하고, 배관 공사의 종류 및 규격, 배관 방식 등을 고려하여 설계되었는지 확인할 수 있다.
- 전선의 피복이 손상되지 않도록 전선관의 끝 부분 및 내면을 매끈하게 할 수 있다.
- 전선과 케이블의 종류, 배선 시공 방법에 맞는 배관 공사를 하기 위하여 도면과 현장 상황을 고려하여 분석할 수 있다.
- 설치된 배관이 확실하게 고정될 수 있도록 배관 상호 또는 박스, 기타 부속품의 연결이 견고하게 지지되도록 시공할 수 있다.
- 배관에 손상이 생기지 않도록 배관의 굴곡 개소와 단면이 심하게 변형되지 않게 시공할 수 있다.
- 배관이 잘 지지될 수 있도록 배관의 길이, 관 상호 간의 간격을 적정하게 유지하여 시공할 수 있다.
- 배관 또는 박스에 물기나 먼지 등이 스며들지 않도록 적절한 조치를 취할 수 있다.

나) 케이블 트레이 시공하기

- 케이블 트레이와 지지대가 자체 하중과 포설된 전선의 하중에 견딜 수 있는 강도를 가지며, 전선의 피복 등을 손상시킬 힘이 없는 매끈한 것인지 확인할 수 있다.

- 케이블 트레이 상호 간 안정적으로 접속하기 위하여 접속 위치를 선정하고 적절한 커넥터를 사용할 수 있다.
- 케이블 트레이가 벽이나 바닥을 관통할 경우 기계적, 전기적, 방재적으로 완전하게 할 수 있다.
- 케이블 트레이의 방향 전환, 폭이 큰 케이블 트레이와 작은 케이블 트레이의 연결을 부속 자재를 사용하여 시공할 수 있다.
- 케이블 트레이가 천장 또는 벽면에 설치될 경우에 자체 하중과 포설된 전선의 중량을 충분히 견딜 수 있도록 행거와 브래킷을 사용하여 시공할 수 있다.
- 케이블 트레이의 안정적인 고정을 위하여 적절한 지지 간격을 지키고, 수평으로 포설하는 경우 가로대에 견고하게 고정할 수 있다.

다) 버스 덕트 시공하기

- 도체 상호 간의 접속을 견고하고 안전하게 하기 위하여 볼트 조임 또는 이와 동등 이상의 효력을 가지는 방법에 의하여 시공할 수 있다.
- 버스 덕트가 벽을 관통할 경우 기계적, 전기적, 방재적으로 완전하게 할 수 있다.
- 버스 덕트의 안정적인 고정을 위하여 적절한 지지 간격을 지키고, 수평으로 포설하는 경우 가로대에 견고하게 고정할 수 있다.
- 버스 덕트를 수직으로 시설하는 경우, 수직으로 지지하는 데 적합한 방법을 사용할 수 있다.
- 전기적 안전을 위하여 버스 덕트의 접지 공사를 할 수 있다.

라) 배선 시공하기

- 현장 환경과 조명 설비, 동력 설비 등 설비 용량을 고려하여 설계되었는지 검토할 수 있다.
- 배선 공사 전후 누전이 되지 않도록 배선의 절연 상태를 점검하고, 필요시 재시공할 수 있다.
- 배선 공사 전후 전선이 손상되지 않도록 배관 및 덕트의 지지 상태를 확인하고, 내부 청소 및 배관 자재의 상태를 확인할 수 있다.
- 설계 도서 및 설계 도면에 따라 케이블 및 전선 규격을 정확하게 지켜 시공할 수 있다.
- 사고를 예방하기 위하여 전선 접속 개소를 규정대로 절연 처리할 수 있다.
- 접촉 저항에 의한 사고가 발생하지 않도록 단말 처리에 볼트 조임을 적절히 할 수 있다.
- 전기적 안전 및 유지·관리를 위해 배선은 상과 색상을 구분하여 시공할 수 있다.

마) 전선 접속하기

- 접속재 및 단자는 전선과 케이블의 종류, 크기에 따라 적합한 것을 사용할 수 있다.

- 압착형의 접속재나 단자를 사용하는 경우 손상되지 않도록 적합한 압착 공구를 사용하여 압착할 수 있다.
- 절연을 확보하기 위하여 전선 접속은 박스 또는 기구 내에서만 접속할 수 있다.
- 전기적 안전 및 유지·관리를 위해 배선은 상을 구분하여 접속할 수 있다.

바) 배관·배선 검사하기

- 배관·배선 공사 중에 손상과 타 공종에 의한 간섭, 그리고 훼손이 있는지 확인할 수 있다.
- 설계 도서와 도면에 따라 정확히 시공되었는지 검사할 수 있다.
- 배관 상호 간, 배관과 박스 또는 기타 부속품과의 연결 상태의 이상 여부와 배선 공사 시 배선에 피해가 없을지 확인할 수 있다.
- 배선 시공 후 안정적 전원 공급을 위하여 절연 저항 측정을 할 수 있다.

2) 조명 설비 공사

건축물의 내·외부에 사용하는 옥내 조명, 옥외 조명, 산업용 조명, 조경 조명, 경관 조명 등 특수 조명 설비에 대해 설계 도서에 따라 설치, 시공하고, 전기 관련 규정에 적절하게 공사할 수 있다.

가) 조명 기구 설치하기

- 조명 기구가 시설 장소 및 용도에 적합하게 선정되었는지 설계도를 검토하여 시공할 수 있다.
- 조명 기구는 설치 장소의 특징, 눈부심, 조도, 그림자, 건축 마감 및 타 설비와 연계하여 유지·관리의 용이성을 고려하여 설치할 수 있다.
- 조명 기구가 안정적으로 고정될 수 있도록 견고하게 지지하고, 조명 기구의 중량에 의한 천장마감의 파손 여부를 확인하여 필요시 보강재를 설치할 수 있다.
- 배관, 덕트, 건축 자재와의 간섭을 방지하기 위하여 건축, 기계 설비 도면을 검토하고, 필요시 조치할 수 있다.
- 조명 기구의 전원 접속은 배관 배선 공사용 배선을 조명 기구까지 연결하여 접속하고, 조명 기구가 배관·배선 공사 박스와 떨어진 경우 배선 보호 배관을 사용하여 조명 기구까지 연결하여 접속할 수 있다.

나) 방전등 설비 시공하기

- 방전등의 규격, 점등 방식, 사용 조건, 조명 기구의 외형, 조명 기구의 설치 방법 등은 설계도, 전문 시방서 또는 공사 시방서를 검토하여 적용할 수 있다.
- 견고하게 설치하기 위하여 조명 기구의 설치용 홀더, 암 등을 나사, 볼트 등을 사용하여 시공할 수 있다.

- 옥외용 방전 등기구의 안정기, 개폐기 등은 방수성이 있는 함에 넣어 설치하거나 조명 기구의 하부 또는 방수성 있는 장소에 빗물이 침입하지 않고 점점이 용이한 곳에 설치할 수 있다.
- 브래킷, 펜던트형 방전등 설치 시 배선을 따라 빗물이 조명 기구 내로 침입하지 않도록 방수에 주의하여 설치할 수 있다.
- 방전등 설비 내에서 하는 배선의 접속은 조명 기구 내에 충분한 공간이 있는 경우에 한 하여 접속하고, 배선 분기가 필요하면 아웃렛 박스를 사용하여 시공할 수 있다.
- 조명 기구 배선은 조명 기구 내에서 지지 장치 또는 단자대 등을 이용하여 배선에 장력이 전달되지 않도록 시공할 수 있다.

다) LED 조명 설비 시공하기

- LED 조명 설비는 조명 기구 특성에 적합한 양질의 재질로 구성되고, 충분한 방열성이 있어야 하며, 견고하게 부착되도록 시공할 수 있다.
- 외장형 LED 조명 기구는 발열로 타 시설에 지장이 없도록 조치하여 시설할 수 있다.
- LED 조명 설비용 전원 장치(SMPS)는 램프 동작 특성을 고려하여 적절한 이격 거리 내에 설치할 수 있다.
- 조명 기구 부착품 간 열 간섭이나 배선의 안전성을 확보하기 위하여 적절한 이격 거리를 두고 견고히 부착할 수 있다.

라) 조명 제어 설비 시공하기

- 조명 제어가 정확히 이루어지도록 제어반, 패널 간 신호선 및 스위치 신호선의 배관·배선을 설계 도면에 따라 시공할 수 있다.
- 조명 제어반과 중앙 제어반이 습기, 온도 등 주변 환경에 의해 작동에 문제가 되지 않도록 제작사 사양, 발주처 지침, 시방서 등에 따라 규정된 위치에 설치할 수 있다.
- 조명 제어 패널에 필요한 전원이 안정적으로 공급될 수 있도록 전선 및 케이블의 정격을 검토 후 배관·배선 공사를 할 수 있다.
- 조명 기구 시공 및 배관·배선 공사가 완료된 이후 조명 제어가 적절히 이뤄지는지 확인하기 위하여 시운전을 할 수 있다.

마) 콘센트 설비 시공하기

- 콘센트의 설치 위치, 회로 구성, 접지, 용도 등을 고려하여 설계 도면을 검토하여 시공할 수 있다.
- 콘센트를 습기가 많은 곳에 설치 시 물기에 접촉되지 않도록 방수형 접지를 선정하고, 일반 콘센트와 구분하여 시공할 수 있다.

- 전기 방식이 다른 회로의 콘센트는 적합한 콘센트를 선정하여 설치할 수 있다.
- 콘센트에 필요한 전원이 안정적으로 공급될 수 있도록 전선 및 케이블의 정격을 검토한 후 배관·배선 공사를 할 수 있다.
- 대기 전력 차단 콘센트 설비는 필요한 장소에 적합한 용도로 시설되어 있으며, 제어 방식이 적절한지 확인하여 시설할 수 있다.

3) 동력 설비 공사

건축물 내 기계 설비용 전동기의 운전이나 제어를 위하여 MCC반을 설치하고, 전동기 기동을 위한 전원 공급 배관·배선을 설계 도서에 따라 공사할 수 있다.

가) 동력 제어반 시공하기

- 전동기의 전원 연결 지점을 정확히 확인하여 배관 및 배선 공사를 시행할 수 있도록 동력 제어반을 설계도에 따라 위치를 정하여 시공할 수 있다.
- 동력 제어반이 외부 환경에 의해 손상되지 않고 운전 및 유지·보수가 용이한 장소에 시공되도록 설계도, 시방서, 주위 환경을 검토하여 시공할 수 있다.
- 제어반 시공 장소에 타 설비와의 간섭이 없고, 또한 자재의 반입이 용이하도록 공정을 확인하여 공사 방법을 계획할 수 있다.
- 동력 설비의 작동 및 운전을 용이하게 하기 위하여 운전, 감시, 제어 방식을 이해하고 적용할 수 있다.
- 동력 제어반에 연계된 동력 설비를 안전하고 정상적으로 운전하기 위하여 전원 공급 설비 및 보호 기기에 대하여 검토할 수 있다.
- 전동기 보호를 위한 차단기 용량 및 보호 기기 선정 등에 대하여 검토 후 시공할 수 있다.

나) 전동기 시공하기

- 전동기가 외부 요인으로부터 영향을 받지 않고 유지·보수가 용이하게 시설될 수 있도록 전기 및 기계 설계도를 검토하여 설치 위치를 정할 수 있다.
- 전동기가 운전 진동으로부터 영향을 받지 않도록 단단하게 지지될 수 있는 전동기 설치 기초 공사를 할 수 있다.
- 전동기가 과전류로 인하여 문제가 발생하지 않도록 동력 제어반에 설치된 차단기 용량, 보호 계전기 용량, 케이블의 규격 등을 검토하여 시공할 수 있다.
- 접촉에 의한 사고를 방지하기 위하여 설계 도면과 제작사 도면을 참고하여 접지 시설을 시공할 수 있다.

다) 기동 장치 시공하기

- 전동기의 기동 전류를 고려하여 적합한 기동 방식과 기동기가 선정되었는지 검토하여 시공할 수 있다.
- 기동기가 전동기 특성과 부하 운전 목적에 적합한지 확인하여 시공할 수 있다.
- 접촉에 의한 사고를 방지하기 위하여 설계 도면을 참고하여 접지 시설을 연결할 수 있다.

라) 동력 설비 배선 시공하기

- 동력 제어반과 기기의 연결이 정확히 될 수 있도록 설계 도면에 따라 배선 공사를 할 수 있고, 배선 접속 및 단말 처리를 전기적, 기계적으로 완전하게 시공할 수 있다.
- 기동 방식에 따른 기동 전류를 검토하여 전동기 부하에 적합한 전선 규격을 사용할 수 있다.
- 전동기의 운전 진동으로부터 전선을 보호하기 위한 배관 자재 선정 및 지지방법을 검토하여 시공할 수 있다.
- 배선의 안전성, 유지·보수를 위하여 배선 구간 주위 환경을 검토하여 시공할 수 있다.
- 소방용 동력 설비를 설계 도서에 따라 적합하게 배선할 수 있다.

마) 동력 설비 시운전하기

- 다른 설비와의 연계 운전과 안전 확보를 위해 전원을 공급하기 전에 타 설비의 시운전 절차를 확인할 수 있다.
- 전동기의 운전을 순차적으로 하여 정상적인 운전이 이루어지는지 확인할 수 있다.
- 전동기가 정상적으로 동작하는지 확인하기 위하여 기동 특성 및 전기적 계측값을 측정하고, 정상적으로 변화하는지 점검할 수 있다.
- 전동기 운전에서 사고 발생을 방지하기 위하여 동력 제어반에서 운전 선택, 운전 표시, 보호 계전기 등 기능이 정상적인지 확인할 수 있다.
- 원방 제어 절체 전환 시 자동 제어(BAS) 시스템이 원활하게 전환되는지 점검하여 전동기의 원방 제어가 정확히 이뤄지는지 확인할 수 있다.

4) 수·변전 설비 공사

전기 사업자로부터 전기를 공급받아 구내의 전기를 필요로 하는 설비에 전기를 공급하기 위하여 수전 지점으로부터 변압기를 비롯하여 구내 배전 설비, 배전반을 포함한 설비를 안전하고 편리하게 사용하도록 설치할 수 있다.

가) 건축 환경 검토하기

- 옥외 수·변전 설비를 장비와 인력의 안전에 유의하여 설계 도면에 따라 위치와 순서에 맞게 공사할 수 있다.
- 옥내 수변전 설비를 설계 도면에 따라 위치, 배치, 변전실 층고 등을 검토하여 안정적으로 공사할 수 있다.
- 옥외에 시설하는 수변전 설비는 자중, 적재 하중, 적설, 또는 풍압 및 지진 등 진동과 충격에 대하여 안전한 구조로 결합되도록 공사할 수 있다.

나) 수·변전 설비 기자재 관리하기

- 수·변전 설비의 자재 종류, 정격 등이 설계 도서, 제작사 도면, 시방서, 발주처 요구 사항과 일치하는지 확인할 수 있다.
- 자재 및 설비가 운반 또는 취급 과정에서 손상되지 않는 방법을 확인하여 필요한 도구 및 장비를 활용할 수 있다.
- 자재 및 설비를 보관해야 할 경우 물, 먼지, 충격, 기타 등등의 환경으로부터 안전하게 보호될 수 있도록 할 수 있다.
- 수·변전 설비의 반출입을 고려하여 건축 환경 및 타 설비와 간섭이 없는지를 검토할 수 있다.

다) 배전반 설비 시공하기

- 배전반을 단단히 고정하고, 패널 간 수평을 유지하고 진동, 충격에 안전하도록 기초에 베이스 형강을 이용, 볼트를 사용하여 바닥에 고정할 수 있다.
- 옥외에 설치하는 배전반은 풍수해로부터 보호하고 배전반의 중량을 안전하게 지지하기 위하여 기초 공사 후 그 위에 설치할 수 있다.
- 배전반 내 전선 및 케이블은 손상을 받지 않도록 고정하여 접속하고, 모선 접속은 전기적으로 안전하고 정확하게 시공할 수 있다.
- 전선 및 케이블은 손상을 받지 않도록 고정하고, 접속을 정확히 할 수 있다.

라) 변압기 설치하기

- 변압기는 견고하게 설치하고, 바닥에 수평이 되도록 고정하여 시공할 수 있다.
- 변압기의 진동을 방지할 수 있도록 설계 도면, 시방서, 제작사 지침 등을 참고하여 기초 및 지지대를 설치할 수 있다.
- 변압기의 진동이 다른 설비에 전달되지 않도록 변압기와 동 모선에 접속할 경우에는 가요 도체를 사용하여 시공할 수 있다.
- 변압기는 취급자에게 위험이 없도록 방호에 필요한 공간을 확보하여 설치할 수 있다.

마) 보호 장치 시공하기

- 전력 계통 및 설비의 고장으로 인한 사고 범위를 최소화하고 인명과 재산을 보호하기 위하여 설계 도서를 참고하여 보호 장치를 시공할 수 있다.
- 변압기의 내부 고장 또는 과전류로부터 변압기를 보호하기 위하여 보호 장치를 설치할 수 있다.

바) 수·변전 설비 검사하기

- 수·변전 설비가 국내·외 기준에 부합되는 설비인지 시험, 검사를 하기 위해 설비의 성적서, 시방서, 측정 기록서, 설계 도서 등 관련 서류를 확인할 수 있다.
- 국내·외 기준에 근거하여 수·변전 설비의 시험, 검사를 항목, 절차, 기준에 따라서 실시한 후 확인할 수 있다.
- 수·변전 설비와 변압기 등 전력기기의 원형이 손상되었는지 여부를 확인하기 위하여 설비 상태를 육안 검사할 수 있다.
- 수·변전 설비 검사 결과가 기준에 부합하지 않는 경우 기준에 적합하도록 필요한 절차를 확인하여 조치할 수 있다.

사) 수·변전 설비 시운전하기

- 수·변전 설비의 안전한 시운전을 위하여 전력 공급을 위한 시운전 절차 및 방법을 작성하여 적용할 수 있다.
- 전원 측에서 부하까지 순차적으로 무부하 상태에서 수·변전 설비에 전기를 인가하여 시운전할 수 있다.
- 수·변전 설비에 설치된 계측 장치 및 보호 장치를 이용, 설비가 정상적인 동작을 하고 있는지 확인할 수 있다.
- 전등, 전열, 전동기 등 부하 설비의 운전 상태가 안정적인지를 계측 장비를 이용하여 확인할 수 있다.
- 시운전 결과의 기록 유지가 설비의 안정적 운용을 위한 기초 자료로서 중요하므로 상세히 작성하여 활용할 수 있다.

5) 접지·피뢰 설비 공사

감전을 방지하고 구조체와 설비들을 보호하기 위한 접지와 낙뢰로부터 건축물 및 시설 보호를 위한 피뢰 설비를 설계 도서, 관련 규정에 적합하고 안전하게 공사할 수 있다.

가) 접지극 시공하기

- 접지극이 전기적, 물리적으로 대지 또는 기초 콘크리트와 확실히 접촉될 수 있고, 부식이 최소화되도록 시공할 수 있다.

- 접지극과 대지와와의 접촉이 용이하도록 토지의 종류, 기초 공사 등을 확인하여 접지극의 매설 위치를 확실하게 결정할 수 있다.
- 양호한 접지 저항을 확보하기 위하여 접지극을 시공하기 전 접지 장소의 대지 저항률을 측정하여 토양의 저항률이 낮은 장소를 선정하여 시공할 수 있다.

나) 접지 단자 시공하기

- 접지 대상 설비 및 자재가 접지 단자함을 통하여 접지극에 확실하게 전기적으로 연결되도록 정확히 시공할 수 있다.
- 단자가 단단히 고정되도록 적합한 볼트, 너트를 사용하여 견고하게 시공할 수 있다.
- 유지·보수를 용이하게 하기 위해 단자대에는 단자 번호, 접지 공사 종류, 접지극과 대상물을 구별하기 위한 표기 및 내용을 기록할 수 있다.
- 점검용 피뢰 설비·접지 단자함은 지표면에 묻히지 않도록 최대한 높여서 시공하며, 오수관 등 타 시설물과의 중복 여부를 확인하여 시공할 수 있다.

다) 인하 도선 시공하기

- 인하 도선을 낙뢰 전류가 잘 흐르도록 최단 거리 경로로 곧게 수직으로 설치할 수 있다.
- 인하 도선이 기계적으로 안전하게 지지될 수 있도록 지지 금구 등을 사용하여 견고하게 시공할 수 있다.
- 인하 도선을 벽면에 노출시켜 설치할 때는 섬락이 일어나지 않도록 주위의 금속체와 안전 거리 이상으로 이격시키거나, 그렇지 못할 경우는 본딩으로 시공할 수 있다.
- 인하 도선을 벽면에 노출시켜 설치할 때는 대지와 접촉되는 부분이 부식되지 않도록 적합한 조치를 취하여 시공할 수 있다.

라) 본딩 시공하기

- 등전위 본딩은 설치 목적을 확실하게 하기 위하여 피뢰용, 감전 보호용, 정보 통신용으로 구분하여 시공할 수 있다.
- 피뢰용 등전위 본딩은 섬락이 일어나지 않도록 안전 거리 이상으로 이격할 수 없는 금속들을 본딩 시공할 수 있다.
- 감전 보호용 등전위 본딩은 감전 방지를 위하여 암즈리츠 내에 있는 금속들을 본딩 시공할 수 있다.
- 정보 통신용 등전위 본딩은 기준 접지 제공을 위하여 정보 통신 기기들을 기준 접지에 연결하여 시공할 수 있다.

마) 수뢰부 시공하기

- 수뢰부는 낙뢰로부터 구조체를 확실하게 보호하기 위하여 KS에 적합한 피뢰침이나 수평 도체를 사용하여 보호 범위 안에 구조체가 포함되도록 견고하게 시공할 수 있다.
- 피뢰침이나 수평 도체는 요구되는 풍압 하중에 견딜 수 있도록 시공하여야 하며, 누수 방지, 화재 예방이 가능하도록 시공할 수 있다.
- 섬락 방지나 구조체 보호를 위하여 금속제의 난간, 펜스, 탱크, 루버, 갯대, 쿨링 타워, 사다리, 장식재 등은 본딩을 하고, 수뢰부를 대신할 수 있도록 시공할 수 있다.

바) SPD(서지 보호 장치) 설치하기

- 전자 장비를 낙뢰로부터 보호하기 위하여 낙뢰 보호 구역(LPZ) 경계에 낙뢰 환경에 적합한 SPD를 올바른 배선과 유지·보수가 용이하도록 시공할 수 있다.
- SPD의 효과를 극대화하기 위하여 SPD의 배선 길이(접속 도체)가 50cm 이하가 되도록 시공할 수 있다.
- 전기적·기계적 안전성을 확보하기 위하여 SPD 접속 도체의 재료 및 최소 단면적이 요구 성능 이상이 되도록 시공할 수 있다.

사) 접지·피뢰 설비 검사하기

- 법적으로 요구되는 접지 저항값을 만족하는지를 확인하기 위하여 올바른 방식으로 접지 저항을 측정할 수 있다.
- 보호 대상 구조체가 보호 범위에 포함하도록 수뢰부가 시공되었는지 여부를 검사할 수 있다.
- 인하 도선이 낙뢰 전류를 효율적으로 흘려보낼 수 있도록 최단 거리로 시공되었는지 여부를 확인할 수 있다.
- 등전위 본딩의 동작이 원활히 이루어지도록 전기적·기계적 요구 사항을 만족하게 시공하였는지 검사할 수 있다.
- 전자 제품을 보호할 수 있도록 적합한 성능의 SPD가 요구되는 장소에 50cm이내의 접속 도체로 시공되었는지 검사할 수 있다.

6) 방재 설비 공사

소방 대상물의 화재 발생을 감지하는 감지기, 화재 발생 장소를 알리는 수신기, 화재 발생을 발견, 수동으로 통보하는 발신기와 정보 전달을 위한 중계기, 그리고 화재를 알리는 음향 장치, 피난 및 대피를 위한 시각 경보 장치와 피난 유도등을 시공하고 유지·보수할 수 있다.

가) 자동 화재 탐지 설비 시공하기

- 수신기에는 화재 경계 구역을 표시하고 화재 감지기 동작 상태가 표시되며, 수신기가 타 소화 설비와 연동되도록 할 수 있다.

- 수신기 전원은 단락 사고 시 전원 차단을 위해 전원 입력측 배전에 과전류 차단기를 설치하고, 정전 시 수신기에 표시되며, 비상용 전원 배터리를 갖추도록 시공할 수 있다.
- 열 감지기, 연기 감지기, 복합형 감지기, 특수 감지기를 사용 목적에 따라 선택하여 시공할 수 있다.
- 화재 경보, 피난 설비 및 방재 설비용 전원용 배선은 소방법에 따라 내화 및 내열 전선을 사용하여 시공할 수 있다.
- 수신기 및 중계기는 조작과 점검이 용이한 장소에 시공할 수 있다.

나) 누전 경보기 시공하기

- 누전 경보기와 연결되는 변류기의 설치 위치, 누전 경보기 제품 사양은 설계 도서를 기준으로 선정하여 시공할 수 있다.
- 가연성 증기나 먼지 등 외부 환경으로부터 영향을 받을 수 있는 장소에 설치된 전기 회로에 설치되는 수신기는 전기 회로 차단 기능을 포함하여 설치할 수 있다.
- 누전 경보기의 전원이 다른 차단기에 의해 전원이 차단되지 않도록 전용 전원을 사용하여 시공하고, 설계 도서를 검토하여 전용 전원이 공급되는지 확인할 수 있다.
- 누전 경보기의 음색이 다른 기기와 구분되는 것인지 사양을 검토할 수 있다.

다) 자동 화재 속보 설비 시공하기

- 자동 화재 탐지 설비와 연동되는 것인지 확인할 수 있다.
- 화재 발생 시 소방관서에 정보를 전달할 수 있는 구조와 설계가 되어 있는지 검토할 수 있다.
- 자동 화재 속보 설비의 스위치 높이를 0.8m 이상 1.5m 이하로 보기 쉬운 곳에 설치할 수 있다.

라) 비상 경보 설비 시공하기

- 비상 경보 설비는 부식의 우려가 없는 장소에 설치하며, 높이는 바닥으로부터 0.8m 이상 1.5m 이하로 하여 설치할 수 있다.
- 화재로 인해 배선이 단락되어도 다른 층의 방송에 지장이 없도록 층별 구분 방송이 가능하도록 배선할 수 있다.
- 다른 방송 설비와 공용하는 경우 화재 시 다른 신호를 차단할 수 있는 구조인지 검토할 수 있다.
- 일반 방송 설비와 비상 방송 설비를 공용하는 경우 화재 시 일반 방송을 차단할 수 있는 구조인지 검토할 수 있다.

마) 유도등 설비 시공하기

- 피난구 유도등은 30m 거리에서 문자와 색채를 쉽게 식별 가능하도록 피난구 바닥으로부터 1.5m 이상의 높이에 설치할 수 있다.
- 통로 유도등은 통행에 지장이 없이 쉽게 인식할 수 있도록 바닥으로부터 1m 이하의 높이, 0.5m 떨어진 지점에서 1 lx 이상으로 설치할 수 있다.
- 객석 유도등은 객석의 통로, 바닥 또는 벽에 설치하고, 통로 바닥 중심에서 조도는 0.2 lx 이상으로 설치할 수 있다.
- 유도등의 종류, 유도 표지의 종류는 기준 및 설계 도서에 따라 승인된 제품을 선정하여 사용할 수 있다.
- 유도등 전원은 비상시에도 비상 전원이 공급될 수 있도록 전용 회로로 하며, 비상 전원이 내장된 경우 규정 시간 이상 동작할 수 있는지 검토할 수 있다.

바) 비상 콘센트 설비 시공하기

- 비상 콘센트 전원 공급이 정상적으로 공급되었는지 표시되도록 시공할 수 있다.
- 비상 콘센트 설비의 각 콘센트마다 배선용 차단기를 설치하고, 콘센트, 배선용 차단기 등을 보호하기 위한 보호함을 설치할 수 있다.
- 비상용 콘센트에 전력을 공급하는 회로의 전압, 용량 기준을 확인하여 배선 규격, 회로당 접속된 수량이 적합한지 검토할 수 있다.
- 비상용 콘센트에 전원을 공급하는 회로는 다른 설비의 사고에 영향을 받지 않는 전용 회로로 설치할 수 있다.
- 전원부와 외함 사이의 절연 저항이 기준 이상인지 확인하고, 절연 내력을 가하였을 때 기준 시간 이상으로 견디는지 확인할 수 있다.

사) 무선 통신 보조 설비 시공하기

- 누설 동축 케이블과 접속되는 공중선, 분배기, 기타 장치의 사양이 누설 동축 케이블의 임피던스와 적합한지 검토할 수 있다.
- 누설 동축 케이블이 화재에 의해 피복이 소실되어도 케이블 본체가 떨어지지 않도록 일정한 간격으로 지지 금구로 견고하게 고정할 수 있다.
- 무선기 접속 단자는 0.8m 이상 1.5m 이하에 설치하며, 분배기 등은 습기 및 부식에 의해 손상되지 않고 손상이 우려되지 않는 장소에 설치할 수 있다.
- 증폭기는 비상시 30분 이상 동작시킬 수 있도록 비상 전원과 연결하며, 배선은 전용으로 시공할 수 있다.

7) 정보 통신 설비 공사

통합 배선, CATV, CCTV, 전관 방송, AV, 주차 관제 등의 정보 통신 시스템이 설계 도서나 법적 요구 수준에 따라 전송 속도, 전송 대역폭, 이득, 출력 등 동작 성능이 확보되도록 정보 통신용 케이블과 서버, 네트워크 장비, 주 장치, 중계 장치, 말단 기기 등 관련 시스템을 적합하고 안전하게 설치할 수 있다.

가) 통신 케이블 시공하기

- 정보 통신 시스템에 사용하는 케이블, 케이블 접속 자재, 케이블 트레이, 케이블 덕트, 전선관 및 전선관 부속품은 관련 기준과 표준에 적합한 것을 선정하고, 정보 통신 공사의 종류, 규격, 시공 방식을 고려하여 설계되었는지 확인할 수 있다.
- 정보 통신 설비(통합 배선, CCTV, CATV, 전관 방송 등)를 위한 케이블 트레이를 시공하고, 배관을 골조 매입 또는 노출, 지중 매입 등의 방법으로 설계도서 및 시방서에 준하여 타 공정과 간섭되지 않도록 시공할 수 있다.
- 정보 통신용 케이블은 설계 도서에 따라 강전선과 이격·차폐 등의 방법으로 배관 또는 케이블 트레이 내 배선하고, 말단 기구, 중간 스위치나 중계기, 중앙 감시 제어 시스템과 설계 도서에 따라 연결·결선할 수 있다.
- 통신 선로 설치 시 장애물을 피할 수 있도록 사전에 경로를 조사하고, 필요시 벽 관통이나 지지대 설치 작업을 할 수 있다.
- 통신 케이블이 연결점 사이를 연결할 수 있도록 케이블 길이를 확인하여 절단하고, 케이블 포설 도서에 따라 배선 작업을 할 수 있다.
- 케이블이 안전하게 취급되며, 포설 장력 및 최소 굽힘 반지름을 초과하지 않도록 포설 계획을 수립할 수 있다.
- 벽 관통이나 지지대 설치 등에 따라 변형된 벽, 바닥, 천장의 기능을 회복하여 방화 등급에 맞게 처리하기 위하여 방화 작업을 할 수 있다.
- 지중 케이블 포설 시 설치 장소에 따른 매설 깊이를 확보하고 보호관을 설치하며, 통신용 핸드홀 및 맨홀 시공 시는 배수, 맨홀의 침하, 중력물의 압력을 고려하여 시공할 수 있다.
- 기기의 성능에 맞는 케이블을 선정하여 시공할 수 있고, 케이블과 케이블 또는 케이블과 기기 간에는 전용의 커넥터로 시공할 수 있다.

나) CATV 설비 시공하기

- CATV 설비의 구성은 설계 도서에 따라 확인하여 현장 여건에 따라 헤드 엔드(head end) 장치, 안테나 장치, 혼합기, 분배기, 분기기와 증폭기를 구분하여 적용할 수 있다.
- 말단에서는 75dB 이상의 전계 강도가 확보되도록 적정 규격, 적정 종류, 적정 거리의 케이블, 증폭기를 사용하여 시공할 수 있다.

- 건물 완공 전에 지상파의 전계 강도를 측정하여 난청 지역의 대한 대책을 수립할 수 있다.
- 입출력 및 전원 단자가 서지 전압에 견딜 수 있도록 SPD(서지 보호 장치)를 설치하고 접지를 할 수 있다.
- 증폭기용 전원을 공급하고, 안테나 보호용 피뢰침을 안테나에서 적정 거리를 이격하여 설치할 수 있다.

다) CCTV 설비 시공하기

- CCTV 카메라, 렌즈, 하우징 등 CCTV 설비를 감시하고자 하는 용도와 설치 환경에 맞는 것으로 선정하기 위하여 모양 및 성능을 확인할 수 있다.
- CCTV 및 배선 시공 전 설치, 유지·보수를 위한 접근성, 다른 구조물 및 조영체에 의한 간섭, 사생활 침해 등이 고려될 수 있도록 시공 도면을 검토하고 설치 위치를 확인할 수 있다.
- CCTV 카메라의 설치 위치에 맞도록 안정적으로 고정할 수 있는 방법을 검토하여 시공할 수 있다.
- CCTV 설비에 연결되는 전선 및 케이블을 보호하기 위해 전선관이나 레이스웨이를 설치할 수 있다. 배관 공사는 배선 기구, 전선관, 레이스웨이, 케이블 트레이 등을 사용할 수 있으며, 정확한 시공 방법을 적용할 수 있다.
- CCTV 설비의 동작에 문제가 되지 않도록 전선, 케이블을 연결하고, 안정적으로 전원이 공급되도록 시공할 수 있다.
- 카메라의 사양에 맞는 저장 및 제어 장치를 설치할 수 있다.
- CCTV 전원 공급 방법에 따라 전원 공급 공사를 하고, 노이즈 방지 대책을 수립할 수 있다.
- CCTV 카메라를 설계 도서에 따라 화질과 피사체의 촬영 각도를 확보할 수 있도록 적정 위치 높이에 설치할 수 있다.
- CCTV 카메라를 설치하고 관련 법규에 따라 설치 수량, 설치 목적, 설치 위치를 표시할 수 있다.

라) 방법용 감지 설비 시공하기

- 전자적, 기계적 스위치 회로에 의한 것, 초음파 및 전파를 이용한 것, 적외선을 이용한 것, 진동 및 충격을 검출하는 것 등 적절한 감지 방법을 선택할 수 있다.
- 방법용 중앙 감시 설비가 설계 도서에 맞게 설치되고 작동에 문제가 없도록 설비의 구성 및 사양을 검토하고 설치할 수 있다.
- 감지기의 특성, 설치 위치에 따라 적절한 작동이 이루어질 수 있도록 감지 거리, 감지 범위 등을 검토하여 위치를 선정할 수 있다.
- CCTV 카메라, 경보기 등과 연동하여 동작할 수 있도록 시공할 수 있다.

- 문틀이나 창호 주변 감지 설비 설치를 위해 건축 시공 분야와 협의를 통하여 적정 설치 위치를 선정할 수 있다.
- 방범용 도어록 설치 시 건축 도어(door)의 하드웨어 기능, 의장, 규격에 적합하도록 시공할 수 있다.
- 중계 장치, 주 장치와 적절한 방법으로 배선하여 접속할 수 있다.

마) 방송 설비 시공하기

- 방송 설비 구성에 맞는 설비를 구비하고, 전원이 원활하게 공급될 수 있도록 전원 장치, 비상 전원 장치를 구성할 수 있다.
- 건물의 전체 방송과 부분 방송이 가능하고, 화재 수신기와 연동하여 화재 발생 시 화재 발생층과 직상층에 대피 비상 방송을 실시할 수 있도록 구성할 수 있다.
- 앰프, 스피커는 설계 도면에 따라 설치하되, 관리 및 운용이 편리한 곳에 설치하며, 견고하게 부착될 수 있도록 시공할 수 있다.
- 노이즈, 혼성 등의 잡음이 발생하지 않도록 정전 유도, 전자 유도를 방지하기 위해 배전 작업 중 편조 접지를 할 수 있다.

바) 주차 관제 설비 시공하기

- 입출 차량의 관제를 위한 자동차 출입 표시, 주차 대수의 표시, 주차의 만차와 공차 표시, 통행의 안전, 안내 신호등, 유도 신호등, 주차 요금 계산 장치, 정산 처리 장치, 루프 코일 등을 설계 도서에 따라 정확히 시공할 수 있다.
- 주차 관제 설비의 구성 회로의 사용 전압을 확인하여 다른 경우 별도의 배관·배선 작업을 할 수 있다.
- 검지기가 외부 환경에 의해 손상되거나 동작에 이상이 없도록 설치 종류에 따른 설치 위치를 선정하여 시공할 수 있다.
- 루프 코일이 손상되지 않도록 매설하여 시공하고, 매설 후 루프코일의 절연 특성 저하에 의한 문제가 없는지 절연 저항계로 측정할 수 있다.
- 루프 코일은 상호가 자계 간섭이 발생하지 않도록 적정 간격으로 이격하여 시공할 수 있다.
- 차량 번호 인식 카메라는 차량 진출입 시 촬영이 양호한 위치에 설치할 수 있다.

8) 예비 전원 설비 공사

상용 전원의 정전시에 대비하여 건축 및 소방법에서 정한 비상 전원 부하 및 업무적으로 무정전이 필요한 부하에 자동으로 신속하고 안전하게 전력을 공급할 수 있도록 시공하고 유지·보수할 수 있다.

가) 건축 환경 검토하기

- 예비 전원 설비의 설치 장소에 대한 환기, 설치 높이, 반입구 등의 건축 환경 조건을 확인할 수 있다.
- 예비 전원 운용에 문제가 없도록 예비 전원과 상시 전원의 연결 방법을 검토 할 수 있다.
- 예비 전원의 시공, 유지·보수, 시운전 등이 건축 환경 내에서 안전하게 이루어질 수 있도록 관련 절차, 기준을 검토할 수 있다.

나) 발전기 설비 시공하기

- 발전기 설비의 운전 하중을 고려하여 충분한 강도를 가지고 있는 바닥 또는 전용 기초를 구축하고, 기초 볼트를 사용하여 단단히 고정할 수 있다.
- 발전기 설비가 수평 이동이나 넘어짐 등의 사고가 발생하지 않도록 안전하게 설치할 수 있다.
- 발전기 설비에 있어서 운전에 적절한 건축 환경이 되도록 하여야 하고, 운전에 의한 소음, 매연 등이 주위 환경에 영향이 없도록 시공할 수 있다.
- 발전기, 원동기는 수평, 중심선 등의 위치를 바르게 하여 조립하며, 필요시 적절한 조치를 취하여 보정할 수 있다.
- 발전기의 진동에 의한 연료 탱크와의 연결 부위 손상, 바닥 및 기초의 손상을 방지할 수 있도록 진동 방지 설비를 시공할 수 있다.
- 발전기의 운전 진동에 의해 출력단에 연결된 케이블 및 배관이 손상되지 않도록 연선, 가요 전선관을 사용하여 시공할 수 있다.
- 발전기 출력단 연결 도체의 배열, 색상을 확인하여 구분하고, 도체의 정격 전류가 시방서, 제작 도면, 설계 도서를 검토하여 문제가 없는지 확인할 수 있다.

다) UPS 설비 시공하기

- UPS(무정전 전원 공급 장치) 설비가 수평 이동이나 넘어짐 등의 사고가 발생하지 않도록 설치대에 앵커 볼트로 확실히 고정하거나 천장 벽 등에 단단히 고정할 수 있다.
- 무정전 전원 설비의 운반, 취급, 보관을 위해 주요 구성품의 하중, 부피를 확인하여 운반, 취급, 보관 방법을 작성할 수 있다.
- 배터리, UPS, 정류기 등이 호환되도록 제작 도서, 설계 도서에 따라 부하에 전원 공급 배전방식을 고려하여 설치할 수 있다.
- UPS 설치 장소의 건축 환경이 UPS 운전에 지장이 없는지 확인하고, 유지·보수를 위한 방호가 가능한지 확인할 수 있다.

라) 축전지 설비 시공하기

- 축전지 설비는 그 사용 용도에 따라 구분하여 설치하며, 설계도서를 검토하여 용도에 맞게 구성되어 있는지 확인한 후 시공할 수 있다.

- 외부의 접촉에 의해 손상되지 않고 충전부가 보호될 수 있도록 외함, 보호 설비를 구비하여 시공할 수 있다.
- 축전지에 배선 작업으로 직접 용접하지 않으며, 축전지 개개의 연결 부분은 스폿 용접으로 확실하고 견고하게 접속할 수 있다.
- 배터리 극성 연결이 적절하게 이루어지고, 시설 환경이 배터리 시설에 적합한지 검토하여 시설할 수 있다.

마) 시운전 검사하기

- 예비 전원 설비에 대한 시운전 검사 전 모든 시설 완료 상태를 확인하고, 건축 환경이 시운전 가능한지 점검할 수 있다.
- 예비 전원 설비에 사용된 차단기의 정격이 설비와 케이블을 보호하기에 적합한지 검토하고, 필요시 사양서, 설계 도서를 참고하여 교체할 수 있다.
- 전원을 투입하기 전 연결 상태, 절연 상태, 극성 연결, 크랙, 누수, 부식 등을 확인한 후 발견된 문제를 해결할 수 있다.
- 전원을 연결하여 시험하고, 전원의 전압, 주파수, 상회전이 정상 전원과 동일한지 확인할 수 있다.
- 시운전 후 진동, 충격, 화재, 가스 발생 등 문제 발생 흔적이 있는지 확인할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 인입 전선로, 전원 설비, 전기 공급 설비, 부하 설비 등을 시공, 시운전, 유지·보수하는 기술을 수행할 수 있도록 지도한다.
- 나. 학생의 성취수준 및 요구, 학교의 실정, 지역 사회의 여건 등을 고려하여 지도의 비중을 달리하여 지도한다.
- 다. ‘배관·배선 공사’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 배관 시공, 케이블 트레이 시공, 버스 덕트 시공, 배선 시공, 전선 접속 및 배관·배선 검사 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 라. ‘조명 설비 공사’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습법 등을 활용하여 조명 기구 설치, 방전등 설비 시공, LED 조명 설비 시공, 조명 제어 설비 시공, 콘센트 설비 시공 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

- 마. '동력 설비 공사' 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 동력 제어반 시공, 전동기 시공, 기동 장치 시공, 동력 설비 배선 시공과 시운전 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 바. '수변전 설비 공사' 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 수·변전 설비 기자재 관리, 배전반 설비 시공, 변압기 설치, 보호 장치 시공, 수·변전 설비 검사와 시운전 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 사. '접지·피뢰 설비 공사' 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 접지극 시공, 접지 단자 시공, 본딩 시공, 수뢰부 시공, SPD(서지 보호 장치) 시공, 접지·피뢰 설비 검사에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 아. '방재 설비 공사' 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 자동 화재 탐지 설비 시공, 누전 경보기 시공, 자동 화재 속보 설비 시공, 비상 경보 설비 시공, 유도등 설비 시공, 비상 콘센트 설비 시공, 무선 통신 보조 설비 시공 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 자. '정보 통신 설비 공사' 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 통신 케이블 시공, CATV 설비 시공, CCTV 설비 시공, 방범용 감지 설비 시공, 방송 설비 시공, 주차 관제 설비 시공 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 차. '예비 전원 설비 공사' 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 건축 환경 검토, 발전기 설비 시공, UPS 설비 시공, 축전지 설비 시공 및 시운전 검사 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 목표 지향 평가가 이루어질 수 있도록 하며, 영역별로 달성할 목표를 세부적으로 분석하여 평가 방법과 내용을 계획한다.
- 2) 평가자는 작업 영역 성취기준에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위하여 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용한다.
- 3) 실무 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가한다.

- 4) 평가 방법은 정기 고사에 의한 평가 방법에서 탈피하여 수행평가 중심의 다양한 평가 방법을 적용한다.
- 5) ‘배관·배선 공사’ 영역에서는 평가자 질문, 피평가자 체크리스트 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 논술형 시험, 평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
- 6) ‘조명 설비 공사’ 영역에서는 평가자 질문, 피평가자 체크리스트 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 논술형 시험, 평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
- 7) ‘동력 설비 공사’ 영역에서는 문제 해결 시나리오, 평가자 질문, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 논술형 시험, 평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
- 8) ‘수·변전 설비 공사’ 영역에서는 문제해결 시나리오, 사례 연구, 평가자 질문, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 논술형 시험, 평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
- 9) ‘접지·피뢰 설비 공사’ 영역에서는 문제 해결 시나리오, 피평가자 체크리스트, 구두 발표 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 논술형 시험, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 통하여 결과 평가를 실시한다.
- 10) ‘방재 설비 공사’ 영역에서는 평가자 질문, 피평가자 체크리스트, 구두 발표 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
- 11) ‘정보 통신 설비 공사’ 영역에서는 평가자 질문, 피평가자 체크리스트, 구두 발표 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
- 12) ‘예비 전원 설비 공사’ 영역에서는 문제해결 시나리오, 사례 연구, 평가자 질문, 피평가자 체크리스트, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 논술형 시험, 평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
배관·배선 공사	전선, 케이블 등을 보호하기 위해 전선관, 레이스웨이, 케이블 트레이와 박스, 기타 부속품을 설계 도서에 따라 시공하고, 조명 설비, 동력 설비 등 전기 에너지를 필요로 하는 장소까지 전선, 케이블을 적합하고 안전하게 공사하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	전선, 케이블 등을 보호하기 위해 전선관, 레이스웨이, 케이블 트레이와 박스, 기타 부속품을 설계 도서에 따라 시공하고, 조명 설비, 동력 설비 등 전기 에너지를 필요로 하는 장소까지 전선, 케이블을 적합하고 안전하게 공사하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	전선, 케이블 등을 보호하기 위해 전선관, 레이스웨이, 케이블 트레이와 박스, 기타 부속품을 설계 도서에 따라 시공하고, 조명 설비, 동력 설비 등 전기 에너지를 필요로 하는 장소까지 전선, 케이블을 적합하고 안전하게 공사할 수 있다.
조명 설비 공사	건축물의 내·외부에 사용하는 옥내 조명, 옥외 조명, 산업용 조명, 조경 조명, 경관 조명 등 특수 조명 설비를 설계 도서에 따라 설치, 시공하고, 전기 관련 규정에 적절하게 공사하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	건축물의 내·외부에 사용하는 옥내 조명, 옥외 조명, 산업용 조명, 조경 조명, 경관 조명 등 특수 조명 설비를 설계 도서에 따라 설치, 시공하고, 전기 관련 규정에 적절하게 공사하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	건축물의 내·외부에 사용하는 옥내 조명, 옥외 조명, 산업용 조명, 조경 조명, 경관 조명 등 특수 조명 설비를 설계 도서에 따라 설치, 시공하고, 전기 관련 규정에 적절하게 공사할 수 있다.
동력 설비 공사	건축물 내 기계 설비용 전동기의 운전이나 제어를 위하여 MCC반을 설치하고, 전동기 기동을 위한 전원 공급 배관·배선을 설계 도서에 따라 공사하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	건축물 내 기계 설비용 전동기의 운전이나 제어를 위하여 MCC반을 설치하고, 전동기 기동을 위한 전원 공급 배관·배선을 설계 도서에 따라 공사하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	건축물 내 기계 설비용 전동기의 운전이나 제어를 위하여 MCC반을 설치하고, 전동기 기동을 위한 전원 공급 배관·배선을 설계 도서에 따라 공사할 수 있다.
수·변전 설비 공사	전기 사업자로부터 전기를 공급받아 구내의 전기를 필요로 하는 설비에 전기를 공급하기 위하여 수전 지점으로부터 변압기를 비롯하여 구내 배전 설비, 배전반을 포함한 설비를 안전하고 편리하게 사용하도록 설치하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	전기 사업자로부터 전기를 공급받아 구내의 전기를 필요로 하는 설비에 전기를 공급하기 위하여 수전 지점으로부터 변압기를 비롯하여 구내 배전 설비, 배전반을 포함한 설비를 안전하고 편리하게 사용하도록 설치하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	전기 사업자로부터 전기를 공급받아 구내의 전기를 필요로 하는 설비에 전기를 공급하기 위하여 수전 지점으로부터 변압기를 비롯하여 구내 배전 설비, 배전반을 포함한 설비를 안전하고 편리하게 사용하도록 설치할 수 있다.
접지 피뢰 설비 공사	감전을 방지하고 구조체와 설비들을 보호하기 위한 접지와 낙뢰로부터 건축물 및 시설 보호를 위한 피뢰 설비를 설계 도서, 관련 규정에 적합하고 안전하게 공사하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	감전을 방지하고 구조체와 설비들을 보호하기 위한 접지와 낙뢰로부터 건축물 및 시설 보호를 위한 피뢰 설비를 설계 도서, 관련 규정에 적합하고 안전하게 공사하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	감전을 방지하고 구조체와 설비들을 보호하기 위한 접지와 낙뢰로부터 건축물 및 시설 보호를 위한 피뢰 설비를 설계 도서, 관련 규정에 적합하고 안전하게 공사할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
방재 설비 공사	소방 대상물의 화재 발생을 감지하는 감지기, 화재 발생 장소를 알리는 수신기, 화재 발생을 발견, 수동으로 통보하는 발신기와 정보 전달을 위한 중계기, 그리고 화재를 알리는 음향 장치, 피난 및 대피를 위한 시각 경보 장치와 피난 유도등을 시공하고 유지·보수하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	소방 대상물의 화재 발생을 감지하는 감지기, 화재 발생 장소를 알리는 수신기, 화재 발생을 발견, 수동으로 통보하는 발신기와 정보 전달을 위한 중계기, 그리고 화재를 알리는 음향 장치, 피난 및 대피를 위한 시각 경보 장치와 피난 유도등을 시공하고 유지·보수하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	소방 대상물의 화재 발생을 감지하는 감지기, 화재 발생 장소를 알리는 수신기, 화재 발생을 발견, 수동으로 통보하는 발신기와 정보 전달을 위한 중계기, 그리고 화재를 알리는 음향 장치, 피난 및 대피를 위한 시각 경보 장치와 피난 유도등을 시공하고 유지·보수할 수 있다.
정보 통신 설비 공사	통합 배선, CATV, CCTV, 전관 방송, AV, 주차 관제 등의 정보 통신 시스템이 설계 도서나 법적 요구 수준에 따라 전송 속도, 전송 대역폭, 이득, 출력 등 동작 성능이 확보되도록 정보 통신용 케이블과 서버, 네트워크 장비, 주 장치, 중계 장치, 말단 기기 등 관련 시스템을 적합하고 안전하게 설치하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	통합 배선, CATV, CCTV, 전관 방송, AV, 주차 관제 등의 정보 통신 시스템이 설계 도서나 법적 요구 수준에 따라 전송 속도, 전송 대역폭, 이득, 출력 등 동작 성능이 확보되도록 정보 통신용 케이블과 서버, 네트워크 장비, 주 장치, 중계 장치, 말단 기기 등 관련 시스템을 적합하고 안전하게 설치하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	통합 배선, CATV, CCTV, 전관 방송, AV, 주차 관제 등의 정보 통신 시스템이 설계 도서나 법적 요구 수준에 따라 전송 속도, 전송 대역폭, 이득, 출력 등 동작 성능이 확보되도록 정보 통신용 케이블과 서버, 네트워크 장비, 주 장치, 중계 장치, 말단 기기 등 관련 시스템을 적합하고 안전하게 설치할 수 있다.
예비 전원 설비 공사	상용 전원의 정전시에 대비하여 건축 및 소방법에서 정한 비상 전원 부하 및 업무적으로 무정전이 필요한 부하에 자동으로 신속하고 안전하게 전력을 공급할 수 있도록 시공하고 유지·보수하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	상용 전원의 정전시에 대비하여 건축 및 소방법에서 정한 비상 전원 부하 및 업무적으로 무정전이 필요한 부하에 자동으로 신속하고 안전하게 전력을 공급할 수 있도록 시공하고 유지·보수하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	상용 전원의 정전시에 대비하여 건축 및 소방법에서 정한 비상 전원 부하 및 업무적으로 무정전이 필요한 부하에 자동으로 신속하고 안전하게 전력을 공급할 수 있도록 시공하고 유지·보수할 수 있다.

[실무 과목]

7. 외선 공사

1. 성격 및 목표

가. 성격

“외선 공사” 과목은 전기·전자 교과군의 전기과 학생들에게 전기 에너지를 안전하게 생산·공급할 수 있도록 송전, 배전 선로 등을 시공, 시운전, 유지·보수 하는 업무를 수행할 수 있는 능력을 기르기 위한 내용으로 구성된 과목이다.

이 과목에서 학습해야 할 내용은 배전 가공 선로 공사, 배전 지중 공사, 배전 기기 설치 공사, 송전 가공 선로 공사, 송전 관로 포설 공사, 송전 지중 케이블 공사, 검사·준공 등으로서 외선 공사 기술을 습득하는 데 필요한 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

전기 에너지를 안전하게 생산·공급할 수 있도록 송전, 배전 선로 등을 시공, 시운전, 유지·보수 하는 업무를 수행할 수 있는 능력을 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
배전 가공 선로 공사 (1901070202_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 지장물 조사하기 • 간주 작업하기 • 장주 작업하기 • 가선 작업하기 • 전선 접속하기
배전 지중 공사 (1901070203_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 지장물 조사하기 • 굴착 작업하기 • 맨홀 설치하기 • 관로 부설하기 • 케이블 포설하기
배전 기기 설치 공사 (1901070204_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 자재 검수하기 • 안전 관리하기 • 변압기 설치하기 • 개폐기 설치하기 • 지상 기기 설치하기
송전 가공 선로 공사 (1901070207_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 금구류 설치하기 • 가선 작업하기 • 간선 작업하기 • 가공 지선 작업하기 • 애자류 설치하기
송전 관로 포설 공사 (1901070208_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 관로 작업 전 점검하기 • 관로 공사하기 • 지중 금구류 설치하기 • 전력구 설치하기 • 관로 도통 시험하기
송전 지중 케이블 공사 (1901070209_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 케이블 준비 작업하기 • 케이블 포설하기 • OF(oil filled) 케이블 접속하기 • CV(XLPE) 케이블 접속하기 • 접지 계통 시공하기 • 케이블 시험하기[OF and CV(XLPE)]
검사·준공 (1901070210_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 시험 측정하기 • 사용 전 검사하기 • 충전·가압하기 • 준공 검사하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력 단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 배전 가공 선로 공사

배전 설비인 가공 전선을 설치, 전기를 공급하기 위하여 지장물 조사, 건주 작업, 장주 작업, 가선 작업 및 전선을 접속할 수 있다.

가) 지장물 조사하기

- 설계 도서에 따라 건주 위치를 선정할 수 있다.
- 건주 위치의 토지 소유주, 관련 기관과의 연락 및 의사소통으로 건주 위치를 확정할 수 있다.
- 차량 통행 및 외부인의 출입 방지를 위하여 공사용 울타리를 설치할 수 있다.
- 작업장 내 안전을 위하여 교통 안내 표지판 및 유도 표지판을 설치할 수 있다.
- 지장물 관련 도면을 참조하고 매설물 탐지기를 사용하여 상·하수도관, 가스관, 통신 선로 등 지장물을 확인하고, 관련 기관과 협의할 수 있다.

나) 건주 작업하기

- 시공에 필요한 공사 인력, 장비, 공구 및 차량을 확보할 수 있다.
- 전주 규격별로 표준 근입을 유지하여 굴착하고, 건주와 접지 공사를 시행할 수 있다.
- 건주 후 전주 근가를 취부하고, 필요시 인장력을 고려하여 적절한 지선과 지주를 시공할 수 있다.
- 건주 후 되메우기를 시행하고, 잔토 및 주변 정리 정돈을 할 수 있다.
- 차량과의 접촉이 우려되는 곳에는 전주 도색판을 취부할 수 있다.

다) 장주 작업하기

- 시공에 필요한 공사 인력, 장비, 공구 및 차량을 확보할 수 있다.
- 설계 도서에 의한 소요 자재 리스트를 작성할 수 있다.
- 장주 작업을 위하여 완금의 설치 위치와 시공 방법을 결정할 수 있다.
- 전선의 설치 각도를 파악하여 애자의 위치와 수량을 결정할 수 있다.
- 볼트 조임 허용 토크를 고려하여 조립할 수 있다.

라) 가선 작업하기

- 폴링용 작업대 및 장비를 사용하여 가선 작업을 할 수 있다.
- 전선 피복 손상과 전선 꼬임에 주의하여 연선 작업을 할 수 있다.
- 전선의 이도를 결정한 후 애자에 전선을 취부할 수 있다.
- 전선의 고정을 위하여 적정 규격의 바인드레스 커버를 취부할 수 있다.

마) 전선 접속하기

- 시공에 필요한 공사 인력, 장비, 공구 및 차량을 확보할 수 있다.
- 선의 접속부는 알루미늄 브러시를 사용하여 전 알루미늄 도체의 산화 피막을 제거하고 콤파운드를 도포할 수 있다.
- 전선 규격에 맞는 슬리브와 다이스를 확보하고, 다이스를 압축기 헤드에 조립할 수 있다.
- 전선의 슬리브 압축 시 규격별 압축 순서와 횟수를 준수할 수 있다.
- 압축 후 충전부 절연을 위하여 분기 슬리브 커버를 취부할 수 있다.

2) 배전 지중 공사

지중으로 전기를 공급하기 위해 공사 계획부터 지장물 조사, 굴착 작업, 맨홀 설치, 관로 부설, 케이블 포설 등을 할 수 있다.

가) 지장물 조사하기

- 배전 공사의 사전 문제점 파악을 위하여 배전 공사의 설계 도서를 검토할 수 있다.
- 매설물(전기, 가스, 통신, 우수, 우수, 상·하수 등)에 관련된 설계 도서 검토 및 현장 조사 등을 할 수 있다.
- 공정 계획에 따라 관련 기관과 현장에서 작업의 순서 및 방법 등을 협의할 수 있다.
- 매설 탐지기를 사용하여 지장물의 위치를 파악할 수 있다.
- 현장에서 암이 나올 경우 작업 전 발주자에게 실정을 보고할 수 있다.

나) 굴착 작업하기

- 굴착 전 안전 대책을 수립하기 위해 교통 소통, 통행인의 통행로를 확인할 수 있다.
- 설계 도서에 따라 관로 터파기 예정 선을 표시하고, 굴착 조건별 굴착 폭과 깊이를 결정할 수 있다.
- 맨홀 터파기 시 관로의 곡률 반지름, 케이블 곡률 반지름을 고려하여 맨홀 터파기 위치를 선정할 수 있다.
- 배전 관로의 매설 깊이가 깊어야 하는 개천 횡단, 전력구 인출 등의 특수한 경우에는 공사 시 굴착된 토사의 붕괴 방지를 위하여 SK 패널, H빔을 이용한 토류판 설치 등의 임시시설을 설치할 수 있다.
- 굴착 중 지하수 유출이 많을 경우 토사 붕괴 방지를 위하여 양수 작업을 할 수 있다.
- 맨홀 터파기 시 맨홀의 수평 및 고저의 정확성을 위해 레벨기, 스타프, 광파기, GPS 등의 측량 장비를 사용할 수 있다.
- 맨홀 터파기 시 맨홀 뚜껑이 도로 높이와 같도록 모래 및 잡석 두께를 고려하여 터파기 깊이를 계산할 수 있다.

다) 맨홀 설치하기

- 맨홀 설치 전 접지 저항 확보를 위해 바닥에 접지 시공 및 측정을 할 수 있다.
- 설계 도서에 따라 조립형 맨홀의 규격을 확인할 수 있다.
- 맨홀 설치 전 잡석과 모래를 사용하여 맨홀의 침하 방지 및 평형을 유지할 수 있다.
- 맨홀 설치 시 사고 예방을 위하여 크레인과 작업자 간의 의사소통을 할 수 있다.
- 맨홀 하부 설치 후 방수와 구조물의 안정성을 위해 맨홀 하부에 배수로와 배수관을 설치할 수 있다.
- 맨홀 상부에 맨홀 조정 링 안착 후 방수와 조정 링 고정을 위해 조정 링 주변에 방수용 콘크리트를 시공할 수 있다.

라) 관로 부설하기

- 굴착면에 돌기부가 없도록 고르기를 한 후, 모래를 깔고 파형관을 반듯하게 관을 포설할 수 있다.
- 연결할 관의 내부에 이물질 혹은 결함 여부를 확인한 후, 연결 슬리브나 조립식 이음관으로 접속할 수 있다.
- 연결될 관로보다 맨홀의 관로 구가 부족할 경우 천공 장비를 사용하여 맨홀에 천공할 수 있다.
- 관로구 연결 후 관로구 침하 방지와 향후 케이블 보호를 위해 맨홀 연결 부위에 보호 콘크리트를 시공할 수 있다.
- 관 포설 후 되메울 때까지 이격이 유지되도록 간격 재를 규정 간격마다 설치하고, 모래 되메우기와 다짐을 시행할 수 있다.
- 관로 보호를 위해 케이블 보호관과 보호 시트를 설치할 수 있다.
- 관 부설 후 원상 복구 및 차량의 소통을 위해 되메우기 및 다짐을 할 수 있다.

마) 케이블 포설하기

- 케이블 시공 계획서를 작성하기 위하여 관로구 조사, 케이블 계통도를 파악할 수 있다.
- 작업자의 안전 및 교통사고 예방을 위해 작업 구간에 라바콘, 작업 현황판, 공사 안내판, 신호수 등을 배치할 수 있다.
- 풀링을 위한 케이블 드럼 설치와 케이블에 상(phase) 표시를 할 수 있다.
- 케이블에 장력계, 회전 금구, 도르레, 풀링 그립 및 보호망을 설치하고, 맨홀 간에 관로 계통을 확인할 수 있다.
- 케이블 포설 중 드럼 자키(잭)의 전도 및 케이블 엉킴을 방지하기 위해 장력의 한계를 넘지 않도록 감시할 수 있다.

- 원치로 케이블 포설을 시행한 후 케이블 절단 및 상 표시를 하고, 방수가 되도록 방수 테이프로 단말 처리를 할 수 있다.
- 케이블 포설 후 계통에 맞게 상 측정을 한 후 맨홀 내 접속 공사를 할 수 있다.
- 케이블 포설 후 전산 입력하기 위해 케이블 제원, 접속재 제원, 맨홀 내 전개도, D/L명 등을 조사, 기록할 수 있다.
- 케이블 가압 전 케이블의 품질 확인을 위해 감독관 동행 하에 내압 시험을 할 수 있다.

3) 배전 기기 설치 공사

주상 또는 지상에 설치하는 변압기, 개폐기류에 대하여 적절한 기기를 안전하게 설치할 수 있다.

가) 자재 검수하기

- 배전 기기 설치의 용도와 목적에 적합한 소요 자재 선정을 위하여 설계 도서 이해와 시험 장비를 확보할 수 있다.
- 설치 계획에 따른 소요 자재 리스트를 작성하여, 필요한 소요 자재와 장비를 확보할 수 있다.
- 물품 인수 시 포장 해체 후 패킹 리스트(packing list)와 대조하여 종류별 물량이 정확한지 확인하고, 손상 여부를 검사할 수 있다.
- 변압기 및 개폐기가 입고되면 각 부분 간의 절연 상태 점검과 개폐기의 가스 압력 확인 등 간이 시험을 할 수 있다.

나) 안전 관리하기

- 작업자의 안전을 고려하여 안전 장비를 착용할 수 있다.
- 안전 관리 계획서에 따라 주상 배전 기기의 낙하 방지용 안전 시설물을 설치할 수 있다.
- 배전 기기 설치에 필요한 작업 공간을 확보하고, 차량 통행 및 외부인의 출입 방지를 위하여 공사용 울타리를 설치할 수 있다.
- 작업장 내 안전을 위하여 교통 안내 표지판 및 유도 표지판을 설치하고, 신호수를 배치할 수 있다.

다) 변압기 설치하기

- 제작 도면을 검토하여 변압기의 규격을 파악하고, 변압기의 결선 방식, 냉각 방식, 탭 절환 장치의 취부 상태를 파악할 수 있다.
- 주상 변압기를 배치하고 설치 전 절연유 상태, 절연 상태, 탭 조정 및 명판을 확인할 수 있다.

- 변압기가 시험 가동 및 운용 조건에 맞게 안전하게 세팅이 되었는지 육안으로 확인할 수 있다.
- 행거밴드 설치 후 부싱 및 변압기의 충격 방지를 위해 들고리, 어댑터(2대 설치 시) 등을 설치할 수 있다.
- 공급 방식에 적합하게 변압기 2차 단자의 결선을 할 수 있다.
- COS를 완금에 취부하고, 1차 인하선을 부싱에 접속할 수 있다.

라) 개폐기 설치하기

- 개폐기 제작 도면을 검토하여 규격을 파악하고, 제어 회로, 운송 및 포장 단위 등을 검토할 수 있다.
- 개폐기 제작 도면에 따라 제어함과의 결선, 인터록(interlock) 결선 등 결선 리스트를 작성하고, 개폐기 및 제어함을 설치할 수 있다.
- 개폐기의 몸체와 제어함을 접지 단자를 이용하여 접지 시공하고, 보조 스위치 및 투입 전원용 케이블과 제어 케이블을 연결할 수 있다.
- 리드선 고정용 완금을 설치하여 리드선을 고정하고 연결할 수 있다.
- 개폐기 관련 설비가 시험 가동 및 운용 조건에 맞게 안전하게 세팅이 되었는지 확인할 수 있다.
- 개폐기 설치 종료 후 개폐 장치의 기계적, 전기적 이상 유무와 제어 회로의 인터록, 차단기 동작 상태 등을 점검할 수 있다.
- 개폐기의 절연 내력과 제어 회로의 절연 저항을 측정하고, 측정 결과를 기록할 수 있다.

마) 지상 기기 설치하기

- 지상 기기 설치 도면을 검토한 후 시공 계획과 소요 자재 리스트를 작성하여 평가 및 분석하고, 필요시 현장 방문 조사를 할 수 있다.
- 도로법에 의한 도로 굴착 및 점용에 대한 인·허가 신청을 할 수 있다.
- 도면 상의 굴착 예정선 표시와 굴착 조건별 굴착 폭과 깊이를 결정하고, 지하 매설물 탐지기로 매설물의 유무를 확인하여 굴착 작업을 할 수 있다.
- 기초 공사의 수평도를 확인하고, 구조물 기초 공사를 할 수 있다.
- 기기 설치 후 케이블 접속재 및 부속 장치를 이용하여 부싱에 케이블을 접속하고, 내전압시험을 실시하여 이상 유무를 확인할 수 있다.
- 기기 부속 설비의 설치 상태, 되메우기 다짐 상태, 구조물의 방수 처리 및 접지 공사를 검사하여 검사 보고서를 작성할 수 있다.

4) 송전 가공 선로 공사

철탑과 철탑 사이의 송전 가공 선로를 설치하기 위한 금구류, 가선, 간선, 가공 지선, 애자류 등을 설치하는 작업을 할 수 있다.

가) 금구류 설치하기

- 작업 계획서에 따라 현장 및 작업 여건을 고려하여 공사에 필요한 자재를 확보하고 운반할 수 있다.
- 철구 및 지지 가대 배치도와 제작 도면을 검토하여 금구류의 이상 유무를 확인 할 수 있다.
- 설치 위치를 확인하고, 기초 각입 시공 및 앵커재를 설치할 수 있다.
- 설계도를 확인하고, 철구 및 지지 가대 설치지점을 점검할 수 있다.
- 철구 또는 지지 가대를 설치하여 애자 및 금구류를 취부할 수 있다

나) 가선 작업하기

- 가선 구간 및 가선 공법을 선정하고, 현장 관리, 공정 관리, 안전 관리, 품질 관리 계획 등 작업 수행에 필요한 시공 계획서의 초안을 작성할 수 있다.
- 가선 구간의 현장 여건 등을 고려하여 구간별 연선 구간을 확정하고 공법을 선정할 수 있다.
- 현장 조사를 통하여 드럼장·엔진장의 위치를 선정하고, 구간별로 장비, 공기구 배치 면적 등의 사항을 점검할 수 있다.
- 평면도에 수평 각도, 횡단 공작물, 드럼장·엔진장의 인출입, 인상 각도, 위치 등을 점검할 수 있다.
- 종단면도에 애자런 형, 드럼장·엔진장의 인출입 인상 각도, 암 보강 개소, 지선 슬리브 등을 점검할 수 있다.

다) 간선 작업하기

- 이도 계산 프로그램을 이용하여 연선 구간별로 이도를 계산한 후 이도표를 작성할 수 있다.
- 간선 구간 내에 지지점 고저차가 심한 경간이 있는 경우 및 간선 구간 전체의 고저차가 심한 경우에는 그 양단 부근의 경간에서 이도 측정을 할 수 있다.
- 이도의 측정은 직접 전선을 관측해서 측정하는 직접법, 계산 등으로 측정하는 간접법 중에서 작업 상황에 맞게 선택할 수 있다.
- 이도 작업자는 그 상단을 철탑주 주재의 표시 위치에 맞추고 철사 등으로 수평하게 취부할 수 있다.
- 연속 경간에서는 규정 이도보다 더 강하게 전선을 끌어당겨 장력을 풀어 주면서 간선 작업 개소에서 먼 경간부터 순차적으로 이도를 결정할 수 있다.

- 압축 인류 클램프를 애자 장치에 취부하기 전에 금구류의 취부 순서, 각종 볼트, 너트, 핀 등의 체결 상태 등을 점검할 수 있다.

라) 가공 지선 작업하기

- 가선 공사 착수 전에 유압기의 성능 및 유압 게이지의 정밀도를 확인할 수 있다.
- 전선의 접속보는 금속 브러시를 사용하여 알루미늄 도체의 산화 피막을 제거할 수 있다.
- 알루미늄 소선의 이완을 방지를 위하여 전선을 절단할 때 절단부 부근을 바인드선으로 묶어 작업할 수 있다.
- 알루미늄 전선을 연결하기 위하여 전선에 표시된 위치까지 슬리브를 삽입 후 압축할 수 있다.
- 연선 완료 후 접속점(sleeve) 및 부근 전선 손상 여부를 점검할 수 있다.

마) 애자류 설치하기

- 금구류의 취부 순서, 볼트·너트 규격, 분할 핀의 방향을 확인하고, 적정 토크로 조인 후 분할 핀의 끝단을 벌린다.
- 애자를 인상하기 전에 애자의 중량과 이동용 활차(snatchblock)의 설치 위치, 암의 강도를 고려하여 인상 방법을 결정할 수 있다.
- 애자 장치를 취부하고, 애자 장치 올림기와 스페이스(spacer) 부목 등을 제거할 수 있다.
- 애자 장치도에 따라 아킹 혼, 아킹 링을 취부하며, 볼트의 방향을 지정된 대로 조립할 수 있다.

5) 송전 관로 포설 공사

지중 케이블을 설치하기 위하여 안전 대책 마련, 관로 공사, 지중 금구류 설치, 전력구 설치 및 관로 도통 시험 등을 할 수 있다.

가) 관로 작업 전 점검하기

- 작업자의 안전을 고려하여 안전 장구를 착용할 수 있다.
- 안전 관리 계획서에 따라 터널용 전력구 내 수직구의 추락 방지용 안전 시설물을 설치할 수 있다.
- 차량 통행 및 외부인의 출입 방지를 위하여 공사용 울타리를 설치할 수 있다.
- 작업장 내 안전을 위하여 교통 안내 표지판 및 유도 표지판을 설치할 수 있다.
- 가스 검지기 등을 사용하여 작업 전 맨홀 내 유해 가스 여부를 확인할 수 있다.
- 매설물 탐지기를 사용하여 상·하수도관, 가스관, 통신 선로 등 지장물을 확인하고, 관련 기관과 협의할 수 있다.

나) 관로 공사하기

- 설계 도서에 따라 터파기 위치를 선정할 수 있다.
- 현장 주변을 확인하고, 소요 자재, 투입 장비, 인원을 선정할 수 있다.
- 매설물 탐지기를 사용하여 상·하수도관, 가스관, 통신 선로 등 지장물을 확인할 수 있다.
- 설계 도서에 따라 관로 매설 방식(굴착 깊이, 폭 등)을 확인하고 굴착할 수 있다.
- 맨홀 공사 시 콘크리트 타설 및 굴착된 토사의 붕괴 방지를 위하여 거푸집을 설치할 수 있다.
- 관로의 수평, 다짐, 침하 방지 등을 위하여 모래나 석분을 채우고 관로 포설을 할 수 있다.
- 타 공종에서 굴착 시 사고 예방을 위하여 케이블 보호판, 케이블 표지 시트를 설치할 수 있다.
- 관로 공사 후 원상 복구를 위하여 되메우기할 수 있다.
- 전기 설비 기술 기준에 따라 접지 저항 확보를 위하여 맨홀 내부 금구류와 접지 시공을 하고, 접지 저항을 측정할 수 있다.

다) 지중 금구류 설치하기

- 현장 및 작업 여건을 고려하여 공사에 필요한 자재를 확보하고 운반할 수 있다.
- 맨홀 발판대, 케이블 지지 금구류 등의 설치를 위하여 천공 작업 및 세트 앵커 볼트를 설치할 수 있다.
- 설계 도서에 따라 지지대 규격을 확인하고, 지지대를 설치할 수 있다.
- 설계 도서에 따라 지지대의 설치 간격 및 수직성을 확인할 수 있다.
- 케이블 하중 등을 고려하여 적정 규격의 행거 취부를 할 수 있다.
- 도로 교통에 지장을 받지 않도록 맨홀 뚜껑의 수평을 조절할 수 있다.

라) 전력구 설치하기

- 도로 점용 허가, 안전 시설물 설치, 자재·장비 구비 등을 고려하여 안전 대책을 수립할 수 있다.
- 매설물 탐지기를 사용하여 상·하수도관, 가스관, 통신 선로 등 지장물을 확인할 수 있다.
- 흙막이 H빔을 타공하기 위하여 지반을 천공할 수 있다.
- 작업 공간 확보 및 흙의 무너짐을 방지하기 위해 흙막이 토류판을 설치할 수 있다.
- 설계 도서 기준에 따라 전력구 경과지에 터파기를 할 수 있다.
- 전력구 공사 시 콘크리트 타설 및 굴착된 토사의 붕괴 방지를 위하여 거푸집을 설치할 수 있다.
- 설계 도서에 따라 콘크리트 강도 및 양생 등을 고려하여 콘크리트를 타설할 수 있다.
- 설계 도서에 따라 전력구 내에 물이 침투되지 않도록 방수 및 되메우기를 할 수 있다.

- 전기 설비 기술 기준에 따라 접지 저항 확보를 위하여 전력구 내부 금구류와 접지 시공을 하고, 접지 저항을 측정할 수 있다.

마) 관로 도통 시험하기

- 작업 시행 전 맨홀 내 작업자의 안전을 위하여 출입구를 개방하고 산소 및 유해 가스 농도를 측정할 수 있다.
- 설계 도서에 따라 장비를 투입하여 시험 봉 및 각종 공구류를 조립할 수 있다.
- 관로 내 침전물 등 이물질을 제거하고, 케이블 입선을 위한 도통 시험을 할 수 있다.
- 도통 시험 결과 부적합할 경우 피스 테스트를 추가 시행할 수 있다.

6) 송전 지중 케이블 공사

OF & CV(XLPE) 케이블을 지중의 관로 및 전력구에 설치하기 위하여 안전 대책, 케이블 준비·포설·접속, 접지 계통 시공, 최종 시험 등을 할 수 있다.

가) 케이블 준비 작업하기

- 설계 도서에 따라 각 구간별 포설 장력을 계산할 수 있다.
- 설계 도서에 따라 각 구간별 투입 장비, 인원을 선정할 수 있다.
- 케이블 포설 전 장비 특성별 조작 방법을 교육, 훈련시킨다.
- 관로인 경우, 도입선을 이용하여 각 구간별 관로길이를 실측할 수 있다.
- 케이블을 현장에 적기 반입하기 위하여 케이블 운송 체제도를 작성할 수 있다.
- 케이블 하차 방법에 대하여 크레인이나 지게차 등 사용 채택 안을 검토할 수 있다.
- 케이블 품질 확인을 위하여 포장·해체하여 외관상 이상 유무를 확인할 수 있다.

나) 케이블 포설하기

- 케이블 드럼에서 케이블을 풀기 위하여 비계 틀을 설치할 수 있다.
- 케이블 드럼을 작업 현장에 배치하고, 포설 장비를 사용하여 포설할 수 있다.
- 관로 안에서 케이블의 손상 방지를 위하여 곡률 반지름 확인 및 인입 속도를 유지하여 포설할 수 있다.
- 전력구 포설인 경우 열 신축에 대비하여 스네이크(snake) 폭 등을 검토하여 포설할 수 있다.
- 공사 시방서에 따라 방식층(cable sheath) 절연 내력 시험을 할 수 있다.
- 케이블 지지를 위하여 설계 도면에 따라 행거 및 클리트(cleat)를 설치할 수 있다.
- 케이블 포설 완료 후 장비 및 비계 틀을 철거할 수 있다.

다) OF(oil filled) 케이블 접속하기

- 케이블 금속 시스 절단을 위하여 방식층(cable sheath)을 제거할 수 있다.
- 케이블 열 신축에 의한 접속부 스트레스 방지를 위하여 오프셋(offset) 작업을 할 수 있다.
- 케이블 접속 상 내 절연유의 누유 방지를 위하여 좌연공을 할 수 있다.
- 케이블 접속 연결을 위하여 도체 노출 및 펜실링(pencilling) 작업을 할 수 있다.
- 압축 펌프를 이용하여 케이블 규격별로 슬리브 압축 작업을 할 수 있다.
- 접속부의 절연 보강을 위하여 절연지 보강 작업 및 하우징(housing) 삽입 작업을 할 수 있다.
- 케이블 접속부의 기밀 유지를 위하여 연공 작업 및 진공, 주유 작업을 할 수 있다.
- 안전을 위한 접지 공사와 케이블 금속 시스의 소손 방지를 위하여 방식 작업을 할 수 있다.

라) CV(XLPE) 케이블 접속하기

- 케이블 금속 시스 절단을 위하여 방식층(cable sheath)을 제거할 수 있다.
- 케이블 열 신축에 의한 접속부 스트레스 방지를 위하여 오프셋(offset) 작업을 할 수 있다.
- 케이블 접속 연결을 위하여 도체 노출 및 다듬질 작업을 할 수 있다.
- 압축 펌프를 이용하여 케이블 규격별로 슬리브 압축 작업을 할 수 있다.
- 접속부의 절연 보강을 위하여 절연지 보강 작업 및 하우징(housing) 삽입 작업을 할 수 있다.
- 안전을 위한 접지 공사와 케이블 금속 시스의 소손 방지를 위하여 방식 작업을 할 수 있다.

마) 접지 계통 시공하기

- 구간별, 개소별 접지 계통을 설치 도면에 따라 자재 규격과 시공 방법을 확인할 수 있다.
- 선로 정수 평형을 위하여 크로스 본딩선의 결선 상태와 슬리브 압축 및 볼트 조임 후 방식 작업을 할 수 있다.
- 절연 접속 상 보호를 위하여 절연통 보호 장치의 동작 여부를 확인하고 취부할 수 있다.
- 절연과 안전을 확보하기 위하여 각 접지 계통은 지지 금구류와의 이격 거리를 확보할 수 있다.

바) 케이블 시험하기[OF and CV(XLPE)]

- 작업자의 안전을 위하여 안전 장비를 착용할 수 있다.
- 시험 구획을 결정하여 외부인의 출입을 통제할 수 있다.
- 공사 시방서에 따라 각 구간별 유류 저항 및 가스 정수 시험을 할 수 있다(OF).
- 건전성의 확인을 위하여 AC 내전압 시험 전 절연 저항을 측정할 수 있다.

- 케이블 절연 상태 확인을 위하여 AC 내전압 시험 및 실부하에 의한 부분 방전(PD) 시험을 할 수 있다.

7) 검사·준공

전기 외선 공사 준공을 위하여 시험 측정, 사용 전 검사, 충전·가압, 준공 검사를 할 수 있다.

가) 시험 측정하기

- 한전 품질 규정과 승인된 품질 시험 계획서에 따라 감리원 입회 하에 송·배전 선로 단계별 시험을 실시할 수 있다.
- 기초 부분의 경우 필수 확인점에서 각종 콘크리트 시험, 토질 관련 시험, 자재 관련 시험을 할 수 있다.
- 상부 공사의 경우 매 공종마다 측정을 통하여 품질 시험을 실시할 수 있다.
- 각 공종별 작업 시 육안 또는 측정기를 사용하여 시험을 실시할 수 있다.
- 압축 접속 측정 결과서를 참고하여 스페이서와 전선 접속(슬리브 시공) 상태를 검사할 수 있다.

나) 사용 전 검사하기

- 이도와 지상고 측정 결과서에 따라 전선의 지상고, 이도, 지지물 간의 경간을 검사할 수 있다.
- 이도, 지상고 측정 결과서와 체크리스트에 따라 전선과 전선, 건조물, 수목 등과의 이격 거리를 검사할 수 있다.
- 절연 간격 측정 결과서에 따라 애자런 조립 상태, 기울기, 보호 장치와 지지물과의 절연 간격을 검사할 수 있다.
- 일반 규격서와 철탑 체크리스트에 따라 보안 공사 시설을 검사할 수 있다.
- 접지 저항 측정 결과서에 따라 매설 지선 시공 상태와 접지 저항을 검사할 수 있다.
- 절연 내력 시험을 위해 송전 선로는 154kV급, 배전 선로는 25kV급 전압으로 선로를 가압하여 검사할 수 있다.
- 변전소의 선로용 차단기를 사용하여 전력용 차단기와 보호 계전기 시험 검사를 할 수 있다.
- 선로 충전 시험과 부하 시험은 154kV로 충전 시험을 실시하고, 4시간 부하 시험을 실시하여 검사할 수 있다.
- 전기 설비 기술 기준 적합 여부(전력 보안 통신 설비 유도 장애 방지 대책 등)를 검사할 수 있다.

- 시험 검사서와 설비 보호 기준에 따라 제어 장치와 계측 장치, 보호 장치 검사를 할 수 있다.
- 정보 장치가 이상 검출 시 즉시 작동하는지 확인하고 검사할 수 있다.

다) 충전·가압하기

- 사용 전 검사 합격 후 가압 전 배전 센터와의 연락 체계를 확보할 수 있다.
- 가공, 지중 선로에 대한 검사 완료 후 무부하 충전과 부하 충전을 하고 가압할 수 있다.
- 선로 착오를 방지하기 위하여 지중 선로 가압 시 개폐기의 단자 간 선로를 재확인하여 가압할 수 있다.
- 개폐기 투입 전 상 확인을 하고, 타 선로와 연계할 수 있다.

라) 준공 검사하기

- 공정에 따라 사용 전 검사 전·후에 준공 검사 시기를 결정할 수 있다.
- 준공 검사 서류와 전기 공사 하자 이행 증권을 준비할 수 있다.
- 준공 검사 합격을 위하여 불합격 사항을 파악하고, 재시공 후 재검사를 요청할 수 있다.
- 공사자는 감리원이 발주자에게 시설물 사후 관리를 위하여 인수 인계를 할 수 있도록 관련 서류(유지·관리 지침서, 장기 수선 계획서 등)를 준비할 수 있다.
- 시설물 인수 인계에 대해 발주자가 이견이 있는 경우, 필요 대책 의견을 제시하여 조치할 수 있다.
- 공사 준공 후 발주자가 필요하다고 인정할 경우 하자 보수에 대한 대책을 수립할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 전기 에너지를 안전하게 생산·공급할 수 있도록 송전, 배전 선로 등을 시공, 시운전, 유지·보수하는 기술을 수행할 수 있도록 지도한다.
- 나. 학생의 성취수준 및 요구, 학교의 실정, 지역 사회의 여건 등을 고려하여 지도의 비중을 달리하여 지도할 수 있다.
- 다. ‘배전 가공 선로 공사’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 문제 기반 학습법 등을 활용하여 지장물 조사, 전주 작업, 장주 작업, 가선 작업, 전선 접속 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.

- 라. '배전 지중 공사' 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 지장물 조사, 굴착 작업, 맨홀 설치, 관로 부설, 케이블 포설 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 마. '배전 기기 설치 공사' 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습법 등을 활용하여 자재 검수, 안전 관리, 변압기 설치, 개폐기 설치, 지상 기기 설치 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 바. '송전 가공 선로 공사' 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 금구류 설치, 가선 작업, 간선 작업, 가공 지선 작업, 애자류 설치 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 사. '송전 관로 포설 공사' 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 관로 작업 전 점검, 관로 공사, 지중 금구류 설치, 전력구 설치, 관로 도통 시험 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 아. '송전 지중 케이블 공사' 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 케이블 준비 작업, 케이블 포설, OF 케이블 접속, CV 케이블 접속, 접지 계통 시공, 케이블 시험 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 자. '검사·준공' 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 시험 측정, 사용 전 검사, 충전·가압, 준공 검사 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 목표 지향 평가가 이루어질 수 있도록 하며, 영역별로 달성할 목표를 세부적으로 분석하여 평가 방법과 내용을 계획할 수 있다.
- 2) 평가자는 작업 영역 성취기준에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위하여 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 3) 실무 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가할 수 있다.
- 4) 평가 방법은 정기 고사에 의한 평가 방법에서 탈피하여 수행평가 중심의 다양한 평가 방법을 적용할 수 있다.

- 5) ‘배전 가공 선로 공사’ 영역에서는 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 일지/저널, 역할 연기, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 문제해결 시나리오, 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 6) ‘배전 지중 공사’ 영역에서는 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 사례 연구, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 포트폴리오, 서술형 시험, 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 7) ‘배전 기기 설치 공사’ 영역에서는 서술형 시험, 논술형 시험, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 논술형 시험, 평가자 체크리스트 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 8) ‘송전 가공 선로 공사’ 영역에서는 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 질문, 일지/저널, 구두 발표 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고 문제해결 시나리오, 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 9) ‘송전 관로 포설 공사’ 영역에서는 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 질문, 일지/저널, 구두 발표 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 문제해결 시나리오, 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 10) ‘송전 지중 케이블 공사’ 영역에서는 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 일지/저널, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가와 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 11) ‘검사·준공’ 영역에서는 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 사례 연구, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 포트폴리오, 서술형 시험, 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
배전 가공 선로 공사	배전 설비인 가공 전선을 설치하여 전기를 공급하기 위하여 지장물 조사, 건주 작업, 장주 작업, 가선 작업 및 전선을 접속하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	배전 설비인 가공 전선을 설치하여 전기를 공급하기 위하여 지장물 조사, 건주 작업, 장주 작업, 가선 작업 및 전선을 접속하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	배전 설비인 가공 전선을 설치하여 전기를 공급하기 위하여 지장물 조사, 건주 작업, 장주 작업, 가선 작업 및 전선을 접속할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
배전 지중 공사	지중으로 전기를 공급하기 위해 공사 계획부터 지장물 조사, 굴착 작업, 맨홀 설치, 관로 부설, 케이블 포설 등의 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	지중으로 전기를 공급하기 위해 공사 계획부터 지장물 조사, 굴착 작업, 맨홀 설치, 관로 부설, 케이블 포설 등의 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	지중으로 전기를 공급하기 위해 공사 계획부터 지장물 조사, 굴착 작업, 맨홀 설치, 관로 부설, 케이블 포설 등을 할 수 있다.
배전 기기 설치 공사	주상 또는 지상에 설치하는 변압기, 개폐기류에 대하여 적절한 기기를 안전하게 설치하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	주상 또는 지상에 설치하는 변압기, 개폐기류에 대하여 적절한 기기를 안전하게 설치하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	주상 또는 지상에 설치하는 변압기, 개폐기류에 대하여 적절한 기기를 안전하게 설치할 수 있다.
송전 가공 선로 공사	철탑과 철탑 사이의 송전 가공 선로를 설치하기 위한 금구류, 가선, 간선, 가공 지선, 애자류 등을 설치하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	철탑과 철탑 사이의 송전 가공 선로를 설치하기 위한 금구류, 가선, 간선, 가공 지선, 애자류 등을 설치하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	철탑과 철탑 사이의 송전 가공 선로를 설치하기 위한 금구류, 가선, 간선, 가공 지선, 애자류 등을 설치하는 작업을 할 수 있다.
송전 관로 포설 공사	지중 케이블을 설치하기 위하여 안전 대책 마련, 관로 공사, 지중 금구류 설치, 전력구 설치 및 관로 도통 시험 등의 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	지중 케이블을 설치하기 위하여 안전 대책 마련, 관로 공사, 지중 금구류 설치, 전력구 설치 및 관로 도통 시험 등의 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	지중 케이블을 설치하기 위하여 안전 대책 마련, 관로 공사, 지중 금구류 설치, 전력구 설치 및 관로 도통 시험 등을 할 수 있다.
송전 지중 케이블 공사	OF & CV 케이블을 지중의 관로 및 전력구에 설치하기 위하여 안전 대책, 케이블 준비·포설·접속, 접지 계통 시공, 최종 시험 등의 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	OF & CV 케이블을 지중의 관로 및 전력구에 설치하기 위하여 안전 대책, 케이블 준비·포설·접속, 접지 계통 시공, 최종 시험 등의 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	OF & CV 케이블을 지중의 관로 및 전력구에 설치하기 위하여 안전 대책, 케이블 준비·포설·접속, 접지 계통 시공, 최종 시험 등을 할 수 있다.
검사·준공	전기 외선 공사 준공을 위하여 시험 측정, 사용 전 검사, 충전·가압, 준공 검사를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	전기 외선 공사 준공을 위하여 시험 측정, 사용 전 검사, 충전·가압, 준공 검사를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	전기 외선 공사 준공을 위하여 시험 측정, 사용 전 검사, 충전·가압, 준공 검사를 할 수 있다.

[실무 과목]

8. 자동 제어 기기 제작

1. 성격 및 목표

가. 성격

“자동 제어 기기 제작” 과목은 공업 분야 학과인 전기·전자 교과군의 학생들에게 자동화 설비에 대한 기본 개념을 바탕으로 설비의 자동화를 위해 단위 부품 또는 단위 모듈을 조합하여 시스템을 만들고, 설계 사양에 알맞은지 성능을 평가하는 능력을 기르기 위한 내용으로 구성된 교과이다.

이 과목에서 이수해야 할 내용은 자동 제어 기기의 제작 준비, 단위 모듈 제작, 시스템 제작, 품질 검사 등으로 자동 제어 기기 제작을 위한 자재 발주, 검사부터 본체 및 통합 시스템을 제작하여 성능 시험에 이르기까지 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

자동 제어 기기에 관한 제작 이론과 기술을 습득하고 원리를 이해하며, 자동 제어 기기 제작 준비, 단위 모듈 제작, 시스템 제작, 품질 검사 등을 할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
제작 준비 (1901080202_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 제조 원가 산정하기 • 자재 발주하기 • 자재 검사하기 • 지그 준비하기
단위 모듈 제작 (1901080203_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 본체 가공하기 • 부품 조립하기 • 전장품 설치하기 • 도장하기
시스템 제작 (1901080204_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 하드웨어 시스템 제작하기 • 소프트웨어 시스템 제작하기 • 통합 시스템 제작하기 • 인터페이스 시스템 제작하기
품질 검사 (1901080205_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 기능 시험하기 • 성능 시험하기 • 공인 기관 인증 시험하기 • 외관 검사하기 • 품질 서류 검사하기
제품 출하·이관	<ul style="list-style-type: none"> • 포장하기 • 출하하기 • 현장 시험하기 • 운영자 교육하기 • 제품(시스템)

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력 단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 제작 준비

자동 제어 기기 제작 준비 단계로, 제조 원가 산정, 자재 발주, 자재 검사, 지그를 준비할 수 있다.

가) 제조 원가 산정하기

- BOM(bill of material) 리스트에 따라 견적을 받을 수 있다.
- BOM(bill of material)에 따라서 재료비를 산정할 수 있다.
- 생산 계획에 따라서 노무비(직·간접)를 산정할 수 있다.
- 공정 계획에 따라서 부자재, 전기, 수도 등의 경비를 산정할 수 있다.

나) 자재 발주하기

- 제작 도면에 따라 제품의 성능 목표를 만족할 수 있는 구매 시방서를 작성할 수 있다.
- 구매 시방서에 의하여 복수의 등록 업체에서 견적을 받을 수 있다.
- 견적서를 평가하여 품질, 납기 및 가격이 우수한 업체를 선정 후 구매 발주서를 작성할 수 있다.
- 구매 발주서에 따라 입고된 자재의 수량을 확인하고, 검사를 의뢰할 수 있다.

다) 자재 검사하기

- 검사 방법, 검사 항목, 검사기준에 따라 입고된 자재를 검사할 수 있다.
- 입고품에 대하여 검사 결과를 수입 검사서에 기록할 수 있다.
- 수입 검사 기준에 따른 검사 결과, 합격품에 대해서는 자재 창고로 입고할 수 있다.
- 수입 검사 기준에 따른 검사 결과, 불합격품에 대해서는 불합격 통지서를 발행하고 반품 조치할 수 있다.

라) 지그 준비하기

- 생산 공정의 특성을 고려하여 생산성을 향상시킬 수 있는 지그를 준비할 수 있다.
- 사용 목적에 적합한 설비 또는 도구가 없을 경우 지그 제작 도면을 설계할 수 있다.
- 지그 설계 도면에 의해 지그를 제작할 수 있다.
- 설계 도면에 따라 제작된 지그의 성능을 평가하고 수정·보완할 수 있다.
- 업무 절차를 고려하여 지그의 기능이 유지되도록 관리 할 수 있다.

2) 단위 모듈 제작

자동 제어 기기 단위 모듈을 제작하기 위한 능력으로 본체 가공, 부품 조립, 전장품 설치 및 도장을 할 수 있다.

가) 본체 가공하기

- 제품의 형상에 적합한 절삭 공구를 선택할 수 있다.
- 제작 공정도에 따라 생산 부서로부터 작업 지시서를 받을 수 있다.
- 작업 지시서에 따라 가공에 필요한 치공구를 준비할 수 있다.
- 제작 도면에 따라 절삭 작업 조건을 확인하고, 절삭기를 사용하여 절삭할 수 있다.
- 용접 작업 절차서에 따라 용접 방법 등을 확인하고, 용접을 할 수 있다.
- 제작 도면에 따라 절곡 작업 조건을 확인하고, 절곡 기계를 사용하여 절곡할 수 있다.
- 제작 도면에 따라 주조 작업 조건을 확인하고, 주조 기계를 사용하여 주조할 수 있다.
- 제작 도면에 따라 작업 결과물에 대한 치수 검사를 할 수 있다.
- 작업 결과물에 대하여 제작 도면과의 일치 여부를 확인하고, 작업 완료 보고서를 작성할 수 있다.

나) 부품 조립하기

- 단위 모듈 제작을 위하여 제작 도면에 따라 제품 조립도를 검토할 수 있다.
- 제품 조립을 위하여 각 부품에 대한 호환성을 검토할 수 있다.
- 용접이 필요한 경우 부품과 부품을 용접 조립할 수 있다.
- 나사 조임 작업이 필요한 경우 기준 토크에 맞는 공구를 사용하여 작업할 수 있다.
- 제작 조립도에 따라 정전기 방지용 공구를 사용하여 PCB 기판을 조립할 수 있다.
- 기능 검사 절차서에 따라 조립 완성된 부품의 기능을 검사할 수 있다.

다) 전장품 설치하기

- 조립 위치를 파악하기 위하여 제품 조립도를 검토할 수 있다.
- 배선 작업을 위하여 동작 시퀀스에 맞는 결선도를 검토할 수 있다.
- 오결선 방지를 위하여 결선도에 따라 배선 작업을 할 수 있다.
- 유지·관리를 위하여 결선도에 따라 라벨링 작업을 할 수 있다.
- 시험 절차서에 따라 육안 및 측정 기구를 사용하여 동작 테스트를 할 수 있다.

라) 도장하기

- 설계 시방서에 따라 도장 절차서를 작성할 수 있다.
- 고객 요구 사항 및 사내 표준을 고려하여 도장 방법을 결정할 수 있다.
- 도장 절차서에 따라 연마 방법, 건조 등을 고려하여 표면 처리를 할 수 있다.
- 이물질 제거를 위해 세척제를 사용하여 세척을 할 수 있다.
- 도장 절차서에 따라 도장 작업 조건 등을 고려하여 하도 및 상도 도장을 할 수 있다.
- 고객의 요구 사항을 파악하여 도장 절차서에 따라 도막 두께 측정을 할 수 있다.

3) 시스템 제작

단위 모듈의 기능을 통합하여 전체 시스템을 완성하기 위하여 하드웨어 시스템, 소프트웨어 시스템, 통합 시스템 및 인터페이스 시스템을 구축할 수 있다.

가) 하드웨어 시스템 제작하기

- 고객의 요구 사항을 파악하기 위하여 구매 규격서를 분석하고 정의할 수 있다.
- 구매 규격서에 따라 시스템 하드웨어 구성을 정의할 수 있다.
- 구매 규격서에 따라 시스템 하드웨어 상세 설계도를 작성할 수 있다.
- 상세 설계도에 따라 하드웨어 시스템의 조립 및 결선 작업을 할 수 있다.

나) 소프트웨어 시스템 제작하기

- 고객의 요구 사항을 파악하기 위하여 구매 규격서를 분석하고 정의할 수 있다.

- 구매 규격서에 따라 시스템 소프트웨어 구성을 정의할 수 있다.
- 구매 규격서에 따라 시스템 소프트웨어 상세 설계도를 작성 할 수 있다.
- 로직 및 사용자 화면을 작성하기 위한 소프트웨어 사용 환경을 구축할 수 있다.
- 데이터 처리 및 제어를 위한 데이터베이스 설계 및 구축을 할 수 있다.
- 자동 제어를 위한 기능별 제어 로직을 작성할 수 있다.
- 사용자 운영의 용이성을 고려하여 제어 단위별로 사용자 화면을 작성할 수 있다.

다) 통합 시스템 제작하기

- 고객의 요구 사항을 파악하기 위하여 구매 규격서를 분석하고 정의할 수 있다.
- 구매 규격서에 따라 통합 시스템 구성을 정의할 수 있다.
- 구매 규격서에 따라 통합 시스템 상세 설계도를 작성할 수 있다.
- 단위 제어 장치를 조합하여 통합 시스템을 구축하고 개발할 수 있다.

라) 인터페이스 시스템 제작하기

- 고객의 요구 사항을 파악하기 위하여 구매 규격서를 분석하고 정의할 수 있다.
- 구매 규격서에 따라 인터페이스 연계 대상을 정의할 수 있다.
- 정의된 인터페이스 연계 대상에 따라 상세 설계도를 작성할 수 있다.
- 상세 설계도에 따라 시스템 인터페이스 요소 기술을 조사하여 정리할 수 있다.
- 조사된 요소 기술에 따라 인터페이스 환경을 구축할 수 있다.

4) 품질 검사

완성된 시스템의 성능을 평가하기 위하여 기능 시험, 성능 시험, 외관 검사 및 품질 서류를 검사할 수 있다.

가) 기능 시험하기

- 기능 시험 절차서에 따라 입력 기기(센서, 스위치 등)의 입력 신호에 대한 기능을 시험할 수 있다.
- 사고를 방지하기 위하여 출력 신호에 따라 출력 기기(모터, 액추에이터 등)의 동작을 시험할 수 있다.
- 결선도에 따라 입·출력에 대한 결선 상태를 확인하고, 이상 발생 시 개선할 수 있다.
- 사용 매뉴얼에 따라 동작 상태를 나타내는 표시 기능을 확인하고 시험할 수 있다.
- 시스템의 이상 발생을 고려한 경보 기능에 대하여 확인 및 시험할 수 있다.
- 제품의 정확도 측정을 위해 기능 시험 절차서에 따라 측정된 데이터와 설계값과의 편차를 확인할 수 있다.
- 시험된 데이터에 대한 기능 시험 결과 보고서를 작성할 수 있다.

나) 성능 시험하기

- 성능 시험 절차서에 따라 입력 전압 변동에 따른 시스템의 동작 시험을 할 수 있다.
- 허용 누설량을 고려하여 리키지 테스트 항목에 따른 기밀성 시험을 할 수 있다.
- 시스템이 견딜 수 있는 최대 부하를 고려하여 제품 특성에 맞는 부하 시험을 할 수 있다.
- 압력 용기의 설계 안전성을 고려하여 내압 시험을 할 수 있다.
- 성능 시험 데이터를 분석하여 시험 결과서를 작성하고 피드백할 수 있다.

다) 공인 기관 인증 시험하기

- 표준 규격서에 따라 자체 시험 성적서를 작성하고, 공인 기관 시험에 시험을 의뢰할 수 있다.
- 전기적 상해로부터 사용자를 보호하기 위하여 전기적 안정성을 확인하기 위한 전기 용품 안전 시험을 할 수 있다.
- 전자파 방출 및 외부 전자파에 대한 내성을 확인하기 위한 전자파 적합 시험을 할 수 있다.
- 내방폭 지역에 설치되는 기기의 경우 방폭 적합성 시험을 할 수 있다.
- 사용 환경에 따라 시스템의 안정성을 확인하기 위한 신뢰성 시험을 할 수 있다.
- 내진, 방사선 등의 특수 시험에 대한 고객 요구를 파악하여 시험을 할 수 있다.

라) 외관 검사하기

- 시험 절차서에 따라 제품 특성을 고려한 외관 검사 계획을 수립할 수 있다.
- 검사 계획에 따라 육안 검사 부위를 선정하고 검사할 수 있다.
- 불량 관리 절차서에 따라 불량 유형을 확인하고, 불량 유무를 판정할 수 있다.
- 고객의 요구 사항을 고려하여 비파괴 검사를 할 수 있다.
- 외관 검사 결과에 따라 보고서를 작성하고, 부적합 부분에 대하여 대책을 수립할 수 있다.
- 제품 특성에 따라 외관 검사 시 안전 사항을 준수할 수 있다.

마) 품질 서류 검사하기

- 고객 요구 사항 또는 제작사 품질 매뉴얼에 따라 품질 보증서를 발행할 수 있다.
- 제품 시험 결과에 따라 성능을 확인하고, 시험 성적서와 제작 도면을 첨부하여 발행할 수 있다.
- 제작 도면에 따라 사용된 재료의 시험 성적서를 발행 또는 정리할 수 있다.
- 고객 요구 사항에 따라 특수 작업(용접, 도장, 비파괴 검사 등)에 대한 성적서를 발행 또는 정리할 수 있다.
- 제품 자체 검사 결과를 고려하여 품질 검사 계획서를 작성하고, 고객에게 제출할 수 있다.

5) 제품 출하·이관

완성된 시스템의 성능을 평가하기 위하여 기능 시험, 성능 시험, 외관 검사 및 품질 서류를 검사할 수 있다.

가) 포장하기

- 최종 합격된 제품(전장품) 특성에 따라 포장 방법(우드 패킹, 제지 패킹, 팰릿 포장)을 결정할 수 있다.
- 각 제품에 대하여 고객 시방서에 따라 진공, 공기 조절, 랩 등의 세부 포장 방법을 선택할 수 있다.
- 각 제품 간의 손상을 방지하기 위해 필요할 경우 내포장재를 사용할 수 있다.
- 제품 특성에 따라 추가 구성품(엑세서리, 사용자 설명서 등)을 포함할 수 있다.
- 제품의 외관, 성능 및 고객 시방에 따라 포장기 및 수작업으로 포장을 할 수 있다.
- 포장 절차서에 의해 포장품에 대한 식별 표시(패킹 리스트, 라벨 등)를 부착할 수 있다.

나) 출하하기

- 패킹 리스트에 따라 샘플링 검사 또는 전수 검사 시 필요한 경우 제품의 명칭, 수량, 무게 등의 출하 검사를 할 수 있다.
- 제품의 납기, 수량, 무게, 적재 방법을 고려하여 운송 방법을 결정할 수 있다.
- 출하 검사자는 파손 및 분실에 대한 보상을 위하여 운송 보험 가입 여부를 확인할 수 있다.
- 제품의 납품 완료를 위하여 운송장, 거래 명세서, 인수증 등을 작성 및 관리할 수 있다.

다) 현장 시험하기

- 현장 여건에 적합한 운영을 고려하여 설치 및 시운전 계획서를 고객에게 제출할 수 있다.
- 설치 계획서에 따라 시스템 환경을 구축 할 수 있다.
- 시스템 설치 완료 후 고객에게 설치 검사 요청을 할 수 있다.
- 시운전 절차서에 따라 전원을 인가 후 자체 시험을 할 수 있다.
- 시운전 절차서에 따라 고객 입회 하에 시스템 종합 시운전을 할 수 있다.
- 시스템 종합 시운전 결과에 대한 완료 확인서를 승인받을 수 있다.

라) 운영자 교육하기

- 제품 사용자의 직무에 적합한 교육 계획서를 작성하여 제출할 수 있다.
- 시스템 세트업 및 단위/종합/현장 시운전 운영 등의 실행 결과와 출력물을 이용하여 작동 매뉴얼을 작성할 수 있다.
- 작동 매뉴얼에 따라 운영자에 대한 교육을 실시할 수 있다.

- 시스템 장애에 대한 원인 및 대책 등을 포함한 보수 매뉴얼을 작성할 수 있다.
- 보수 매뉴얼에 따라 유지·보수 담당자가 시스템 장애를 해결할 수 있도록 교육할 수 있다.
- 납품 절차에 따라 교육 완료 확인서를 작성하고, 고객으로부터 확인받을 수 있다.

마) 제품(시스템)

- 시운전 결과를 반영한 최종 준공 도서를 작성할 수 있다.
- 작성된 최종 준공 도서를 확인하고, 고객에게 제출할 수 있다.
- 최종 준공 도서에 따른 제품의 상태를 파악하기 위하여 시스템을 최종 점검할 수 있다.
- 전체 프로젝트 공사 완료 확인서를 받고, 대금을 청구할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 자동 제어 기기 제작을 위한 자재 발주, 검사는 물론 본체 및 통합 시스템을 제작하여 성능 시험을 할 수 있는 능력을 기를 수 있도록 지도한다.
- 나. 학생의 성취수준 및 요구, 학교의 실정, 지역 사회의 여건 등을 고려하여 지도의 비중을 달리하여 지도한다.
- 다. 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 라. 자동 제어 기기에 관한 제작 이론과 기술을 습득하고 원리를 이해하여 학생들의 학습 전이를 향상시킬 수 있도록 한다.
- 마. ‘제작 준비’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 협동 학습 등을 활용하여 자동 제어 기기의 제작 준비에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘단위 모듈 제작’ 영역에서는 협동 학습, 프로젝트 실습 등을 통해 모듈 제작 방법을 익히고, 모듈식 수업 자료를 활용하여 학생들이 능동적으로 협동 학습에 참여할 수 있도록 지도한다.
- 사. ‘시스템 제작’ 영역에서는 강의법, 프로젝트 실습, 협동 학습 등을 활용하여 각종 시스템 제작에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 아. ‘품질 검사’ 영역에서는 강의법, 프로젝트 실습, 협동 학습 등을 활용하여 각종 품질 검사에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 자. ‘제품 출하·이관’ 영역에서는 강의법, 프로젝트 실습 등을 활용하여 제품 출하·이관에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 제시된 학습 목표에 맞도록 평가 방법과 내용을 계획한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 기른다.
- 3) 평가자는 작업 영역 성취기준에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위하여 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용한다.
- 4) 실무 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 5) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하여 이에 대한 수행 정도를 평가하고, 자기 주도적으로 학습 목표에 도달하는 상황을 평가한다.
- 6) ‘제작 준비’ 영역에서는 서술형 시험, 논술형 시험, 구술 시험, 실험·실습법 등을 활용한 과정 중심 평가와 결과 중심 평가를 실시한다.
- 7) ‘단위 모듈 제작’ 영역에서는 서술형 시험, 논술형 시험, 구술 시험, 실험·실습법, 자기평가 보고서 등을 활용한 과정 중심 평가와 결과 중심 평가를 실시한다.
- 8) ‘시스템 제작’ 영역에서는 서술형 시험, 논술형 시험, 실험·실습법, 자기평가 보고서, 연구 보고서, 개념 지도 작성법, 포트폴리오 등을 활용한 과정 중심 평가와 결과 중심 평가를 실시한다.
- 9) ‘품질 검사’ 영역에서는 서술형 시험, 논술형 시험, 실험·실습법, 자기평가 보고서 등을 활용한 과정 중심 평가와 결과 중심 평가를 실시한다.
- 10) ‘제품 출하·이관’ 영역에서는 서술형 시험, 논술형 시험, 실험·실습법, 자기평가 보고서 등을 활용한 과정 중심 평가와 결과 중심 평가를 실시한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
제작 준비	자동 제어 기기 제작에 필요한 제조 원가 산정 방법, 구매 시방서 작성을 통한 자재 발주, 자재 검사, 생산 공정의 특성을 고려한 지그 준비 작업을 구체적인 예를 들어 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	자동 제어 기기 제작에 필요한 제조 원가 산정 방법, 구매 시방서 작성을 통한 자재 발주, 자재 검사, 생산 공정의 특성을 고려한 지그 준비 작업을 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	자동 제어 기기 제작에 필요한 제조 원가 산정 방법, 구매 시방서 작성을 통한 자재 발주, 자재 검사, 생산 공정의 특성을 고려한 지그 준비 작업을 할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
단위 모듈 제작	제작 도면을 이해하고 제작 공정도에 따라 작업 지시서를 준비하여 본체 가공, 부품 조립, 전장품 설치, 설계 시방서에 따른 도장 등의 작업을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 수행할 수 있다.	제작 도면을 이해하고 제작 공정도에 따라 작업 지시서를 준비하여 본체 가공, 부품 조립, 전장품 설치, 설계 시방서에 따른 도장 작업 등을 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	작업 지시서에 따라 본체 가공, 부품 조립, 전장품 설치, 설계 시방서에 따른 도장 작업을 할 수 있다.
시스템 제작	단위 모듈의 기능을 통합하여 전체 시스템을 완성하기 위하여 하드웨어 시스템, 소프트웨어 시스템, 통합 시스템 및 인터페이스 시스템을 가공하는 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 가공을 할 수 있다.	단위 모듈의 기능을 통합하여 전체 시스템을 완성하기 위하여 하드웨어 시스템, 소프트웨어 시스템, 통합 시스템 및 인터페이스 시스템을 가공하는 방법을 설명하면서 가공을 할 수 있다.	단위 모듈의 기능을 통합하여 전체 시스템을 완성하기 위하여 하드웨어 시스템, 소프트웨어 시스템, 통합 시스템 및 인터페이스 시스템을 가공할 수 있다.
품질 검사	완성된 시스템의 성능을 평가하기 위하여 기능 시험, 성능 시험, 외관 검사 및 품질 서류를 검사하는 작업을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 검사할 수 있다.	완성된 시스템의 성능을 평가하기 위하여 기능 시험, 성능 시험, 외관 검사 및 품질 서류를 검사하는 작업을 설명하면서 검사할 수 있다.	완성된 시스템의 성능을 평가하기 위하여 기능 시험, 성능 시험, 외관 검사 및 품질 서류를 검사할 수 있다.
제품 출하·이관	완성된 제품의 물리적 파손과 오염으로부터 제품을 보호하기 위하여 포장하여 출하하고 사용자에게 이관하기 위한 현장 시험 및 제품 교육 직무를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 제품 출하·이관 업무를 수행할 수 있다.	완성된 제품의 물리적 파손과 오염으로부터 제품을 보호하기 위하여 포장하여 출하하고 사용자에게 이관하기 위한 현장 시험 및 제품 교육 직무를 설명하면서 출하·이관 업무를 수행할 수 있다.	완성된 제품의 물리적 파손과 오염으로부터 제품을 보호하기 위하여 포장하여 출하하고 사용자에게 이관하기 위한 현장 시험 및 제품 교육 직무를 수행할 수 있다.

[실무 과목]

9. 자동 제어 시스템 운용

1. 성격 및 목표

가. 성격

“자동 제어 시스템 운용” 과목은 전기·전자 교과군의 전기과 학생들에게 자동 제어 시스템을 최적 상태로 운용하기 위하여 자동 제어 시스템의 유지·정비 업무를 수행할 수 있는 능력을 기르기 위한 내용으로 구성된 과목이다.

이 과목에서 학습해야 할 내용은 자동 제어 대상 설비 확인, 자동 제어반 유지·정비, 계측 장비 활용 유지·정비, 현장 계기류 유지·정비, 구동 장치 유지·정비, 자동 제어 시스템 유지·정비, 제어 원리 응용, 제어 시스템 분석, 네트워크 분석, 자동 제어 대상 설비 확인, 현장 제어 기기 운영, 제어 시스템 점검, HMI 운영, 제어 시스템 운영·관리 등이며 이러한 업무를 수행하는 데 필요한 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

자동 제어 시스템을 최적 상태로 운용하기 위하여 자동 제어 시스템의 유지·정비 업무를 수행할 수 있는 능력을 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
자동 제어 대상 설비 확인 (1901080302_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 공정 배관 계장도 검토하기 • 공장 설비 확인하기 • 산업 설비 확인하기 • 건축 설비 확인하기
자동 제어반 유지·정비 (1901080304_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 분산 제어기(DCS) 유지·정비하기 • 직접 디지털 제어기(DDC) 유지·정비하기 • PLC 유지·정비하기
계측 장비 활용 유지·정비 (1901080305_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 계측 장비 검·교정 관리하기 • 계측 장비 관리하기 • 계측 장비 기능 확인하기 • 계측 장비 활용하기
현장 계기류 유지·정비 (1901080306_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 검출기 정비하기 • 변환기 정비하기 • 분석기 정비하기 • 지시기 정비하기
구동 장치 유지·정비 (1901080307_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 공기식 구동 장치 정비하기 • 전기식 구동 장치 정비하기 • 유압식 구동 장치 정비하기 • 구동 체결 장치 정비하기
자동 제어 시스템 유지·정비 (1901080309_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 예방 정비하기 • 주기별 점검·관리하기 • 정비 이력 관리하기 • 사후 보전 관리하기
제어 원리 응용 (1901080401_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 제어 대상 분석하기 • 제어 기본 이론 응용하기 • 제어 방식 응용하기
제어 시스템 분석 (1901080402_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 분산 제어 시스템(DCS) 제어 분석하기 • 프로그램 로직 제어(PLC) 분석하기 • 시퀀스 논리 회로 분석하기 • 프로세스 분석하기
네트워크 분석 (1901080403_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 통신 개념 분석하기 • 통신망 분석하기 • 프로토콜 적용하기 • 네트워크 보안 확인하기 • 네트워크 상태 진단하기

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
현장 제어 기기 운영 (1901080404_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 현장 계측기 운영하기 • 입·출력 장치 운영하기 • 전송기 운영하기 • 구동기 운영하기
제어 시스템 점검 (1901080405_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 기기 동작 시험하기 • 자동 제어 루프 시험하기 • 운전 상태 확인하기 • 시운전하기
HMI 운영 (1901080406_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 그래픽 활용하기 • 경보 관리하기 • 데이터베이스 관리하기 • 트렌드 관리하기
제어 시스템 운영·관리 (1901080409_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 운영 일지 작성하기 • 점검 일지 작성하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력 단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 자동 제어 대상 설비 확인

공정 배관 계장도(P&I diagram)의 구성 및 시스템을 확인하여 공장 설비, 산업 설비, 건축 설비의 자동 제어 설비를 안전하고 효율적으로 운영할 수 있다.

가) 공정 배관 계장도 검토하기

- 설비의 공정 배관 계장도(P&I diagram)를 통해서 시스템을 확인할 수 있다.
- 단위 기기별 검출부, 조절부, 조작부의 흐름을 확인할 수 있다.
- 시스템별 최종 설정값에 도달할 수 있는 제어 루프를 구성할 수 있다.
- 설비의 안전에 대한 시스템이 구성되었는지 확인할 수 있다.
- 설비 고장 시 백업 장치 구성을 확인할 수 있다.

나) 공장 설비 확인하기

- 공장 설비의 공정과 제품 생산에 대한 제어 루프인지를 확인할 수 있다.
- 프로세스에 대한 선행 제어 요소가 무엇인지 확인할 수 있다.
- 제품 생산에 대한 보호 설비를 확인할 수 있다.
- 정보 발생 시 기기 보호에 시스템은 구성되었는지 확인할 수 있다.
- 기기 일람표, 입출력 일람표, 제어 다이어그램, 평면도, 시퀀스를 분석할 수 있다.

다) 산업 설비 확인하기

- 프로세스 안정 운전에 대한 시스템을 확인할 수 있다.
- 각 시스템에 대한 루프를 확인할 수 있다.
- 고장 시 안전한 방향으로 동작(fail safe)에 대한 회로 구성을 확인할 수 있다.
- 설비의 2중화에 대한 시스템 구축이 되었는지 확인할 수 있다.

라) 건축 설비 확인하기

- 건축 설비에 대한 공정 배관 계장도(P&I diagram) 도면을 확인할 수 있다.
- 건축 설비의 기기와 장비의 역할과 기능을 확인할 수 있다.
- 건축 설비의 자동 제어 설비에 대한 시스템을 확인할 수 있다.
- 건축물에 대한 비상 설비에 대하여 확인할 수 있다.

2) 자동 제어반 유지·정비

자동 제어 대상별 구역과 단위 기기에 설치된 분산 제어기(DCS), 직접 디지털 제어기(DDC), PLC의 유지·정비 업무를 수행할 수 있다.

가) 분산 제어기(DCS) 유지 정비하기

- 분산 제어기(DCS)는 중앙 감시 시스템 조작을 통해 분산 제어용 기기를 유지·관리하며, 이상 시 수동 전환하여 장비 동작을 원활하게 수행할 수 있다.
- 분산 제어기의 입출력 신호(AI, AO, DI, DO)에 따라 변환기, 조작기를 연결하여 다양한 방식의 제어를 할 수 있다.
- 기기별 제어 계통도와 운전 매뉴얼에 따라 설정 및 조작 상태의 결과를 분석하여 교정 및 유지·정비를 할 수 있다.
- 중앙 감시 시스템과 제어 기기 간 통신 프로토콜을 분석하고 상호 통신여부를 확인하여 유지·정비를 할 수 있다.
- 입출력 기기와 현장 릴레이반의 연결 상태를 확인하고 자동 및 수동 동작 시험에 따라 유지·정비를 할 수 있다.
- DCS와 HMI의 연계성을 파악하여 유지·정비에 적용할 수 있다.

나) 직접 디지털 제어기(DDC) 유지·정비하기

- 직접 디지털 제어기(DDC)를 중앙 감시 시스템 프로그램(HMI)으로 유지·관리하며, 이상 시 수동 전환하여 장비 동작을 원활하게 수행할 수 있다.
- 직접 디지털 제어기의 기기별 입출력 신호(AI, AO, DI, DO)에 따라 변환기, 조작기를 연결하여 다양한 방식의 제어를 할 수 있다.

- 기기별 제어 계통도와 운전 매뉴얼에 따라 운전하고, 동작 결과 분석을 통하여 교정 및 유지·정비를 할 수 있다.
- 중앙 감시 시스템과 제어 기기 간 통신 프로토콜을 분석하고, 통신 여부를 확인하여 운영을 할 수 있다.
- 입출력 기기와 현장 릴레이반의 연결 상태를 확인하고 자동 및 수동 동작 시험에 따라 유지·정비를 할 수 있다.
- DDC와 HMI의 연계성을 파악하여 유지·정비에 적용할 수 있다.

다) PLC 유지·정비하기

- PLC는 중앙 감시 시스템 프로그램(HMI)으로 유지·관리하며, 이상 시 수동 절환하여 장비 동작을 원활하게 수행할 수 있다.
- 프로그램 로직 제어기의 기기별 입출력 신호(AI, AO, DI, DO)에 따라 변환기, 조작기를 연결하여 다양한 방식의 제어를 할 수 있다.
- 기기별 제어 계통도와 운전 매뉴얼에 따라 설정 및 조작 상태의 결과를 분석하고, 교정 및 유지·정비를 할 수 있다.
- 프로그램 로직 제어기 구성 요소인 CPU 보드, AI 보드, AO 보드, DI 보드, DO 보드의 용도 및 단자별 입출력 신호를 구분할 수 있다.
- 중앙 감시 시스템과 제어 기기 간 통신 프로토콜을 분석하고, 상호 통신 여부를 확인하여 운영을 할 수 있다.
- 입출력 기기와 현장 릴레이반의 연결 상태를 확인하고, 자동 및 수동 동작 시험에 따라 유지·정비를 할 수 있다.
- PLC와 HMI의 연계성을 파악하여 유지 정비에 적용할 수 있다.

3) 계측 장비 활용 유지·정비

현장 계기류의 기능 확인, 검·교정, 관리를 위하여 계측 장비를 효율적으로 사용할 수 있다.

가) 계측 장비 검·교정 관리하기

- 검·교정 기준에 따라 계측 장비 별 검·교정 주기 설정 및 실시 계획을 수립할 수 있다.
- 법정 검사 설비에 활용되는 계측 장비용 검사 기기 등록 대장을 작성·운영할 수 있다.
- 계측 장비의 교정에 대한 검·교정 관리 법정 제도, 운용 규정을 확인할 수 있다.
- 계측 장비의 정밀 정확도, 안전성, 사용 목적, 환경을 고려하여 허용 오차 범위를 검·교정 기준으로 설정할 수 있다.

나) 계측 장비 관리하기

- 계측 장비별 특성을 확인하여 관리 절차를 작성할 수 있다.
- 계측 장비 관리 절차서에 따라 계측 장비를 관리할 수 있다.
- 계측 장비를 보관 특성에 따라 관리할 수 있다.
- 측정 기록된 데이터를 관리·활용할 수 있다.

다) 계측 장비 기능 확인하기

- 장비 신규 도입에 따른 제작사 매뉴얼을 확인하고 사용할 수 있다.
- 신규 장비 및 보유 장비 운용을 위한 정기적인 매뉴얼 교육 계획을 수립할 수 있다.
- 계측 장비별 매뉴얼을 확인하여 장비 특성에 따라 사용할 수 있다.
- 사용하기 어려운 특정 장비 운용을 위해서 제작사에 기술 지원을 요청할 수 있다.

라) 계측 장비 활용하기

- 계측 장비 기능을 확인하여 정비 종류별 적정 계측 장비를 선택 할 수 있다.
- 장비 운용 계획에 따라 신 장비 도입 및 기술 인력 운용 계획을 수립할 수 있다.
- 장비의 상태에 따라 불용 처리, 관리 전환 등을 장비 관리 절차서에 반영할 수 있다.
- 장비의 운용 계획에 따른 장비 및 공기구, 소모성 부품에 대한 장비 운용 필요 소요 예산을 수립할 수 있다.

4) 현장 계기류 유지·정비

현장에 설치된 다양한 현장 계기류가 정확한 기능을 하도록 유지·정비할 수 있다.

가) 검출기 정비하기

- 계기류의 설치 위치 및 연결 상태에 따라 동작 상태, 오류, 편차, 이상 신호 여부를 판단할 수 있다.
- 출력 특성에 따라 변환기를 선정하고, 기기별 결선을 할 수 있다.
- 실제값과 측정값의 편차에 따른 값을 조정하거나 교체 수 있다.
- 조정 또는 보수 교체 시 연동 제어 신호를 고려하여 작업할 수 있다.
- 검출 신호 변환기의 출력 특성 커브인 스패(span), 제로(zero)점을 교정할 수 있다.
- 검출기 응답 특성을 확인할 수 있다.

나) 변환기 정비하기

- 측정된 정보를 전기·전자 신호로 변환 출력 시 특성 곡선을 고려하여 변환 편차를 최소화할 수 있다.
- 신호 종류별 변환기와 회로 보호기를 제어기에 연결 후 정상 상태를 확인할 수 있다.

- 변환 신호를 각종 기기에 연결하여 회전 변환, 직선 변환 등의 기계적 체결 및 해체를 할 수 있다.
- 변환기 종류에 따른 특성을 확인하여 정비에 적용할 수 있다.
- 변환기 응답 특성을 확인할 수 있다.

다) 분석기 정비하기

- 계측, 표시, 설정에 따른 정상적인 출력과 이상 출력을 분석하여 정비할 수 있다.
- 측정 물질의 특성에 따라 분석기를 연결 및 해체할 수 있다.
- 분석된 데이터에 의해 동작 기록을 저장하고 편차, 오동작에 대한 유지·관리 메뉴얼을 확보하여 긴급 대처할 수 있다.
- 설치 환경에 따라 편차가 최소화되도록 설치, 조정할 수 있다.

라) 지시기 정비하기

- 현재 측정된 값을 표시하는 장치로서의 신뢰성 정도를 평가할 수 있다.
- 지시 계기, 램프류, 경고 장치 등의 실제값과 지시값의 편차를 최소화하기 위하여 조정, 교체할 수 있다.
- 계측 장비의 제어 특성에 따라 아날로그 방식과 디지털 지시 방식으로 분류하여 선택할 수 있다.
- 지시기의 오차를 줄이기 위해 진동, 누수 등에 주의하여 정비할 수 있다.

5) 구동 장치 유지·정비

제어 신호에 따라 구동 장치가 원활한 동작으로 최적의 상태가 유지될 수 있도록 정비를 수행할 수 있다.

가) 공기식 구동 장치 정비하기

- 공기식 구동 장치의 동작에 따라 공정에 어떤 영향을 주는지 확인할 수 있다.
- 공기식 구동 장치의 동작 상태를 확인하고 이상 유무 판단을 할 수 있다.
- 제어 신호에 따라 구동 장치의 열림 닫힘 상태를 점검할 수 있다.
- 구동 장치의 각종 부속 설비의 기능 및 특성을 활용할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 구동 장치를 교정(calibration)할 수 있다.

나) 전기식 구동 장치 정비하기

- 전기식 구동 장치의 동작에 따라 공정에 어떤 영향을 주는지 확인할 수 있다.
- 전기식 구동 장치의 동작 상태를 확인하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 제어 신호에 따라 구동 장치의 열림·닫힘 상태를 점검할 수 있다.

- 구동 장치의 각종 부속 설비의 기능을 확인하여 정비할 수 있다.
- 정비 절차서에 따라 구동 장치를 교정할 수 있다.

다) 유압식 구동 장치 정비하기

- 유압식 구동 장치의 동작에 따라 공정에 어떤 영향을 주는지 확인할 수 있다.
- 구동 장치의 동작 상태를 확인하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 제어 신호에 따라 구동 장치의 열림·닫힘 상태를 점검할 수 있다.
- 유압식 구동 장치의 각종 부속 설비의 기능을 확인하여 정비할 수 있다.
- 절차서에 따라 구동 장치를 교정할 수 있다.

라) 구동 체결 장치 정비하기

- 구동 신호에 따라 공정이 요구되는 기계적 운동으로 변환될 수 있도록 구동 체결 장치를 연결, 조정할 수 있다.
- 신호별 회전 운동을 상하 운동으로 변환하는 링케이지의 변환 범위를 설정할 수 있다.
- 댐퍼 축에 연결된 볼 조인트의 회전 각도를 고려하여 길이를 조정할 수 있다.
- 안전 동작과 사고 방지를 위해 구동 장치와 리밋 스위치를 분해·점검, 조립·해체, 조정·주유 등을 할 수 있다.

6) 자동 제어 시스템 유지·정비

제어 기기 및 제어 시스템을 정상적으로 작동할 수 있도록 주기적인 점검, 예방·정비, 고장 복구, 설비 개선을 지속적으로 수행하여 기기의 신뢰도와 성능을 최상의 상태로 유지·정비할 수 있다.

가) 예방 정비하기

- 자동 제어 기기의 동작 상태와 기기 정비 이력 사항을 분석하여 예방 정비 계획을 수립할 수 있다.
- 기기별, 설비별로 분류하여 정비 절차를 작성, 운영하고, 수정·보완할 수 있다.
- 기기 정비 등급, 정비 주기 등을 고려하여 세부 예방 정비 계획서를 작성할 수 있다.
- 특수 분야의 제어 기기는 제작사의 전문 기술진을 활용하여 관리할 수 있다.
- 정비에 필요한 각종 도면, 소요 자재, 장비 및 특수 공구를 확보할 수 있다.
- 정비 관리 지침에 따라 정비 결과를 기록·유지하여 사후 관련 업무에 반영할 수 있다.

나) 주기별 점검·관리하기

- 자동 제어 대상 기기별로 정비 이력 사항, 기기의 동작 상태를 확인하여 정비 주기를 설정할 수 있다.
- 점검 주기는 고장 빈도, 기기의 특성을 고려하여 일일, 주간, 월간, 연차 점검 등 점검 계획서를 수립할 수 있다.

- 점검 결과에 따라 기준치를 벗어나는 경우 정비 계획에 반영하여 교체하거나 설비 개선을 할 수 있다.
- 특수한 전자 제어 기기는 제작사의 매뉴얼에 따라 점검하고, 소요 예비품을 확보할 수 있다.
- 제어 계통의 정상 작동 여부, 제어 기기의 점검 결과를 기록, 유지, 보존할 수 있다.

다) 정비 이력 관리하기

- 자동 제어 설비를 기능별로 분류하여 점검 및 정비 이력 사항을 기록, 관리할 수 있다.
- 정비 계획서에 따라 설비별, 공정별로 제어 기기 정비 이력 사항을 관리할 수 있다.
- 정비 계획에 따라 정상 예방 정비 사항과 연차 중점 정비 사항을 분리하여 정비 이력을 관리할 수 있다.
- 설비 운전 상태 및 정비 이력 사항 등을 분석하여 중장기 정비 계획서를 작성할 수 있다.
- 정비 이력 사항을 확인하여 소요되는 예비품을 확보할 수 있다.

라) 사후 보전 관리하기

- 정비 계획에 따라 정비 방법 및 정비 수단으로 구분하여 사후 보전 관리를 할 수 있다.
- 제어 기기 정비 방법은 온라인(on-line)과 오프라인(off-Line)으로 분류하여 신속하게 고장 개소를 복구할 수 있다.
- 제어 설비의 정비 수단은 자체 정비, 위탁 정비, 제작사 정비 등으로 나누어 진행하여 복구할 수 있다.
- 제어 시스템의 운전 데이터 및 정비 이력 내용을 확인하고, 기기의 열화도 진단을 시행하여 기기의 수명을 연장할 수 있다.
- 제어 대상 기기의 소요 예비품 확보, 설비 개선을 시행하여 성능 유지 및 신뢰도 향상을 기할 수 있다.

7) 제어 원리 응용

제어 대상 및 제어 기기 등의 특성을 알고 제어 원리를 파악하여, 시스템 운용에 응용할 수 있다.

가) 제어 대상 분석하기

- 시스템의 구성도를 확인하고, 공정의 흐름을 분석할 수 있다.
- 제어 대상의 위치와 특성에 따른 공정상 중요도를 확인하여 운전에 활용할 수 있다.
- 제어 대상인 압력, 유량, 온도와 같은 물리적 요소에 대한 특성을 분석할 수 있다.
- 제어 대상의 정상 운전값을 확인하여 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 제어 대상의 운전 목표값을 확인하여 관리할 수 있다.

나) 제어 기본 이론 응용하기

- 자동 제어의 필요성과 그 효과를 설명할 수 있다.
- 자동 제어의 기본 개념을 알고 정의할 수 있다.
- 정해진 제어 동작 과정을 자동적으로 실행하는 원리를 설명할 수 있다.
- 제어 동작 과정에 사용되는 각종 용어를 활용할 수 있다.
- 제어 신호의 전달 과정을 도형화하여 설명할 수 있다.

다) 제어 방식 응용하기

- 자동 제어 장치의 안전을 확보하기 위하여 정해진 제어 방식을 확인하고 조작할 수 있다.
- 현장에 적합한 제어 개념과 제어 방식별 장단점을 검토하여 조작할 수 있다.
- 오차를 최소화하기 위하여 피드백 제어 개념과 장단점을 확인하여 조작할 수 있다.
- 제어 동작에 필요한 각종 용어를 확인하고 설명할 수 있다.

8) 제어 시스템 분석

전반적인 프로세스를 확인하고 제어 로직과 관련 도면의 검토를 통해, 제어 대상을 효율적으로 통제할 수 있다.

가) 분산 제어 시스템(DCS) 제어 분석하기

- 범용 분산 전원 시스템(DCS)의 종류와 특징을 확인하여 업무에 활용할 수 있다.
- DCS 로직에 사용되는 기능 코드(function code)의 특징과 기능을 확인하여 로직을 해석할 수 있다.
- DCS 하드웨어와 소프트웨어 구성을 확인하여 제어 설비 운용에 활용할 수 있다.
- DCS 각 모듈(컨트롤 파워, I/O, 통신 모듈)의 구성과 특징을 확인하여 운전 중 정상 동작 여부를 감시할 수 있다.
- 시스템 백업 장치를 활용하여 주기적으로 백업하고, 필요시 복구할 수 있다.

나) 프로그램 로직 제어(PLC) 분석하기

- 입출력 결과에 대한 논리 흐름도를 작성할 수 있다.
- PLC 회로의 동작을 분석하여 오동작, 부동작 발생 시 조치할 수 있다.
- PLC에 프로그래밍된 데이터가 정상으로 동작되는지 확인할 수 있다.
- 송수신 데이터 간 프로토콜(protocol) 오류가 발생되지 않도록 문제점을 개선할 수 있다.
- PLC 회로의 변경에 따라 프로그램을 수정 후 로딩할 수 있다.

다) 시퀀스 논리 회로 분석하기

- 제어 대상을 최적으로 통제하기 위해 구성된 시퀀스 회로의 흐름을 분석할 수 있다.
- 제어 목표값에 알맞게 논리 회로를 구성하고, 순서와 체계를 결정할 수 있다.

- 자동 제어 기본 및 보조 번호를 검토하여 도면 작성 시 적용하고, 도면 해독을 할 수 있다.
- 논리 회로를 보고 논리식을 작성, 해석할 수 있다.
- 원하는 출력값을 얻을 수 있도록 제어 순서와 절차를 구성할 수 있다.
- 논리 회로의 논리식을 카르노도(karnaugh map)로 작성하여 간략화할 수 있다.

라) 프로세스 분석하기

- 해당 프로세스를 파악하여 자동 제어의 범위와 연동 관계 등을 확인하고 분석할 수 있다.
- 연계된 타 공정 간 상호 간섭으로 인해 해당 공정에 영향을 미치지 않도록 제어 범위를 설정할 수 있다.
- 제어 대상과 연계되는 기계, 전기, 통신 분야에 해당하는 도면을 확인하고 분석할 수 있다.
- 프로세스의 안정성에 영향을 주는 불안정 요소로 작용하는 목표값의 변동, 외란 등에 대한 원인을 분석하고 대책을 세울 수 있다.
- 해당 프로세스에 속한 제어 대상의 물리적 특성을 확인하여 최적 제어 방식을 선정할 수 있다.

9) 네트워크 분석

네트워크 통신의 기본 지식을 활용하여, 자동 제어를 실행하는 시스템의 안정적 상태 유지와 보안에 대한 예방 업무를 수행할 수 있다.

가) 통신 개념 분석하기

- 자동 제어에 필요한 데이터 통신과 네트워크 개념을 설명할 수 있다.
- 제어 기기 관련 전송 방식의 종류와 특성을 설명할 수 있다.
- 제어 기기에 적용된 통신의 속도와 전송 방식을 설명할 수 있다.
- 제어 기기에 적용된 아날로그 신호와 디지털 신호를 설명할 수 있다.
- 제어 시스템에 적용된 파일 백업과 복구를 수행할 수 있다.

나) 통신망 분석하기

- 작업장에 적용된 네트워크 접속 장치에 대하여 파악하고 설명할 수 있다.
- 네트워크 접속 형태(성형, 버스형, 링형, 그물형)에 대해 설명할 수 있다.
- 단위 기기별 데이터 전송 매체에 대한 구별과 설정을 할 수 있다.
- 통신망(교환, 근거리, 원거리, 인터넷, 무선 LAN)에 대해서 파악할 수 있다.

다) 프로토콜 적용하기

- 제어 기기에 사용된 프로토콜의 개념을 정의할 수 있다.

- 제어 기기별 OSI 계층 참조 모델과 해당 계층별 기능을 설명할 수 있다.
- 제어 기기에 관련된 프로토콜의 종류(FTP, HTTP, CIFS, FIELD-BUS)와 동작 방식을 설명할 수 있다.
- 제어 기기에 적용된 인터넷 프로토콜(IP 주소 체계, 서브넷 기법, DNS)을 운용할 수 있다.

라) 네트워크 보안 확인하기

- 네트워크의 물리적 구성을 빠르고 정확하게 검토할 수 있다.
- 네트워크에 발생한 문제를 해결하기 위한 트래픽 분석 기술을 적용할 수 있다.
- 보안 체계를 확인하고, 위협 요소에 대응하기 위한 기반 기술을 습득하여 대처할 수 있다.
- 보안 프로그램의 종류를 파악하고 적용할 수 있다.

마) 네트워크 상태 진단하기

- 네트워크 장비의 기본 설정 업무와 확인 업무를 수행할 수 있다.
- OSI 계층별로 사용되는 네트워크 장비의 종류를 파악할 수 있다.
- 네트워크 상태 확인과 진단을 위하여 터미널(PC/OS)을 조작할 수 있다.
- 네트워크 상태와 장비 점검에 따른 기준 항목으로 관련 도구를 선정할 수 있다.

10) 현장 제어 기기 운영

현장 제어 기기의 특성을 파악하여 설정함으로써 제어 대상 설비를 안정적으로 운용할 수 있다.

가) 현장 계측기 운영하기

- 공정 변수(process variable)를 나열할 수 있고, 그 의미와 특성을 확인하여 운용에 활용할 수 있다.
- 온도 검출 방법과 신호 전송기에 대한 원리를 확인하여 정확한 제어 운영을 할 수 있다.
- 압력 검출 방법과 신호 전송기에 대한 원리를 확인하여 정확한 제어 운영을 할 수 있다.
- 유량 검출 방법과 신호 전송기에 대한 원리를 확인하여 정확한 제어 운영을 할 수 있다.
- 액위 검출 방법과 신호 전송기에 대한 원리를 확인하여 정확한 제어 운영을 할 수 있다.
- 진동 검출 방법과 신호 전송기에 대한 원리를 확인하여 정확한 제어 운영을 할 수 있다.

나) 입·출력 장치 운영하기

- 입출력 장치 매뉴얼에 의하여 제어 기기와 시스템 활용에 대한 기본적인 운영을 할 수 있다.
- 입출력 리스트(I/O List)에 의해서 제어 기기와 시스템 활용에 필요한 현장 기기와 결선에 대한 정보를 확인할 수 있다.
- 해당 입출력 장치 도면 및 규격서에 의하여 입출력 장치와 구성을 파악하고 활용할 수 있다.

- 입출력 장치(I/O 모듈, 카드)의 구성을 파악하여 정상 상태 여부를 판단할 수 있다.

다) 전송기 운영하기

- 전송기 매뉴얼에 의해 기기 동작 활용에 필요한 기술을 갖출 수 있다.
- 전송기 동작 상태 검사를 할 수 있는 기술을 갖출 수 있다.
- 전송기 회로 구성 도면을 파악하고, 정상 동작 여부를 감시할 수 있다.
- 전송기 교정 절차를 파악하여 필요시 조치할 수 있다.

라) 구동기 운영하기

- 컨트롤 밸브 매뉴얼에 의해 기기 동작 활용에 필요한 기술을 갖출 수 있다.
- 액추에이터 매뉴얼에 의해 기기 동작 활용에 필요한 기술을 갖출 수 있다.
- 구동기의 회로 구성 도면을 파악하고, 정상 동작 여부를 감시할 수 있다.
- 간단한 교정 절차를 파악하여 필요시 조치할 수 있다.

11) 제어 시스템 점검

제어 설비의 운전 상태를 점검하여, 이상 유무를 사전에 인지하고 고장을 예방하여 시스템을 안정적으로 운영할 수 있다.

가) 기기 동작 시험하기

- 해당 기기의 매뉴얼에 따라 설치된 기기의 정상 동작 여부를 판단할 수 있다.
- 측정 장비를 이용하여 각종 계기의 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 주요 제어 기기의 주기적인 동작 시험을 통하여 안정적인 운용을 할 수 있다.
- 예비기의 주기적인 운전 시험을 통하여 비상 상황에 대처할 수 있다.

나) 자동 제어 루프 시험하기

- 신호의 종류에 따라서 신호 발생기로 정확한 신호를 입력하여 제어 기기가 목표값을 출력, 추종하는지 확인할 수 있다.
- 제어 도면을 통하여 정확한 테스트 위치를 확인할 수 있다.
- 신호 발생기로 비정상값을 입력하여 설정된 동작이 일어나는지 확인할 수 있다.
- 주요 자동 제어 루프 시험 절차를 파악하고, 주기적인 시험을 할 수 있다.

다) 운전 상태 확인하기

- 공정을 확인하고, 연속 운전에 따른 변화를 파악할 수 있다.
- 주요 설비의 정상 상태값을 알고, 이상 유무를 판별할 수 있다.
- 취약 설비의 운전 상태를 주기적으로 확인하여 이상 징후를 파악할 수 있다.
- 사각 지역의 설비를 주기적으로 점검하여 문제점을 예방할 수 있다.

라) 시운전하기

- 전체적인 공정을 분석하고, 단위 공정별 운전을 할 수 있다.
- 단위 공정별 운전 후, 전체 공정 운전을 할 수 있다.
- 정비 내용을 확인하고, 시운전 시 동작이 정상적으로 이루어지는지 판단할 수 있다.
- 단위 기기와 종합 시운전 절차를 파악하여 효율적인 시운전을 할 수 있다.

12) HMI 운영

HMI(human machine interface)를 활용하여 시스템 운전, 시스템 설정, 정보 관리, 제어 모니터링 등을 수행할 수 있다.

가) 그래픽 활용하기

- 제어 로직에 따라 그래픽 툴(graphic tool)을 활용하여 해당 프로세스를 구현할 수 있다.
- 그래픽 툴의 사용 설명서를 활용하여 필요시 그래픽을 추가하거나 변경할 수 있다.
- 시스템의 서버로부터 수정한 그래픽을 로딩할 수 있다.
- 시스템의 그래픽을 이용하여 기기 운전과 정지 등 주요 운전 조작을 할 수 있다.
- 자동 제어 운전을 하기 위한 시스템 환경을 운전 매뉴얼에 따라 그래픽에서 설정할 수 있다.

나) 정보 관리하기

- 시스템의 비정상 시 발생하는 경보를 파악하여 경고 발생 시 고장 조치 매뉴얼에 따라 신속하고 정확하게 조치할 수 있다.
- HMI 기능을 정확히 분석하여 이상 정보가 올릴 때 정보 이력을 관리할 수 있다.
- 정보의 종류와 설정값을 파악하여 안정적 운전에 활용할 수 있다.
- 중요도에 따른 정보 우선순위를 정확히 파악하여 데이터베이스에 반영할 수 있다.
- 정보가 해제된 경우 리셋하여 경고 화면을 정상화할 수 있다.

다) 데이터베이스 관리하기

- HMI의 운영 매뉴얼과 응용 소프트웨어를 이용하여 데이터베이스를 설정하고 활용할 수 있다.
- 데이터베이스의 편집 기능을 파악하여 최적의 관리를 할 수 있다.
- 시스템의 데이터베이스 서버로부터 수정된 데이터베이스를 로딩할 수 있다.
- 데이터베이스에 의한 자동 제어 데이터를 분석할 수 있다.
- 데이터베이스의 백업과 복구 절차를 파악하여 필요시 조치할 수 있다.

라) 트렌드 관리하기

- 제어 대상 설비의 트렌드를 생성하여 운전 상태를 주기적으로 감시할 수 있다.
- 제어 시스템의 각종 파라미터 설정을 통해 운전 상태를 제어할 수 있다.
- 운전 트렌드로부터 데이터를 보관(historian), 분석, 백업하여 운전에 활용할 수 있다.
- 트렌드 데이터베이스의 편집과 로딩기능을 파악하여 주요 운전 데이터를 최적의 상태로 관리할 수 있다.
- 이상 트렌드 발생 시 조치 메뉴얼에 따라 신속하고 정확하게 조치할 수 있다.

13) 제어 시스템 운영·관리

자동 제어 시스템을 최적 상태로 운영하기 위하여 주요 관리 항목을 설정하고, 운전 및 점검 일지를 통해 시스템을 관리할 수 있다.

가) 운영 일지 작성하기

- 주요 제어 대상물을 선정하여 시간별, 일별, 월별, 연간 운영 일지를 작성할 수 있다.
- 제어 대상물의 주요 운영 데이터를 선별하여 운영 일지를 작성할 수 있다.
- 작성된 일지를 일정 주기로 백업하여 활용할 수 있다.
- 운영 중 특이 사항 발생을 고려하여 운영 일지에 기록할 수 있다.
- 시스템의 운전 상태가 작성된 운영 일지를 상위 직급자에게 주기적으로 보고할 수 있다.

나) 점검 일지 작성하기

- HMI를 통해 제어 시스템의 동작 상태를 점검하고 관리할 수 있다.
- 설비 이력 관리표에 의해 정비와 고장 점검에 관한 사항을 기록하고, 유지·관리할 수 있다.
- 주요 대상 설비의 점검 대상과 주기를 선정하여 점검 일지를 작성할 수 있다.
- 시스템의 점검 일지를 규정에 따라 주기적으로 보고할 수 있다.

3. 교수·학습

가. 자동 제어 시스템 운용과 관련된 자동 제어 시스템 유지·정비 업무를 수행할 수 있도록 지도할 수 있다.

나. 학생의 성취수준 및 요구, 학교의 실정, 지역 사회의 여건 등을 고려하여 지도의 비중을 달리하여 지도할 수 있다.

- 다. ‘자동 제어 대상 설비 확인’ 영역에서는 강의법, 모둠 학습 등을 활용하여 공정 배관 계장도 검토하기, 공장 설비 확인하기, 산업 설비 확인하기, 건축 설비 확인하기 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 라. ‘자동 제어반 유지·정비’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 분산 제어기(DCS) 유지·정비하기, 직접 디지털 제어기(DDC) 유지·정비하기, PLC 유지·정비하기 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 마. ‘계측 장비 활용 유지·정비’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 계측 장비 검·교정 관리하기, 계측 장비 관리하기, 계측 장비 기능 확인하기, 계측 장비 활용하기 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 바. ‘현장 계기류 유지·정비’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 검출기 정비하기, 변환기 정비하기, 분석기 정비하기, 지시기 정비하기 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 사. ‘구동 장치 유지·정비’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 공기식 구동 장치 정비하기, 전기식 구동 장치 정비하기, 유압식 구동 장치 정비하기, 구동 체결 장치 정비하기 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 아. ‘자동 제어 시스템 유지·정비’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 예방 정비하기, 주기별 점검 관리하기, 정비 이력 관리하기, 사후 보전·관리하기 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 자. ‘제어 원리 응용’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 제어 대상 분석하기, 제어 기본 이론 응용하기, 제어 방식 응용하기 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 차. ‘제어 시스템 분석’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 분산 제어 시스템(DCS) 제어 분석하기, 프로그램 로직 제어(PLC) 분석하기, 시퀀스 논리 회로 분석하기, 프로세스 분석하기 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 카. ‘네트워크 분석’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 통신 개념 분석하기, 통신 망 분석하기, 프로토콜 적용하기, 네트워크 보안 확인하기, 네트워크 상태 진단하기 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 타. ‘현장 제어 기기 운영’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 현장 계측기 운영하기, 입출력 장치 운영하기, 전송기 운영하기, 구동기 운영하기 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 파. ‘제어 시스템 점검’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 기기 동작 시험하기, 자동 제어 루프 시험하기, 운전 상태 확인하기, 시운전하기 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.

- 하. 'HMI 운영' 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 그래픽 활용하기, 정보 관리하기, 데이터베이스 관리하기, 트렌드 관리하기 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 거. '제어 시스템 운영·관리' 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 운영 일지 작성하기, 점검 일지 작성하기 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 목표 지향 평가가 이루어질 수 있도록 하며, 영역별로 달성할 목표를 세부적으로 분석하여 평가 방법과 내용을 계획할 수 있다.
- 2) 평가자는 작업 영역 성취기준에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위하여 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 3) 실무 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가할 수 있다.
- 4) 평가 방법은 정기 고사에 의한 평가 방법에서 탈피하여 수행평가 중심의 다양한 평가 방법을 적용할 수 있다.
- 5) '자동 제어 대상 설비 확인' 영역에서는 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 논술형 시험 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 6) '자동 제어반 유지·정비' 영역에서는 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 논술형 시험 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 7) '계측 장비 활용 유지·정비' 영역에서는 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 논술형 시험 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 8) '현장 계기류 유지·정비' 영역에서는 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 논술형 시험 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.

- 9) '구동 장치 유지·정비' 영역에서는 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 논술형 시험 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 10) '자동 제어 시스템 유지·정비' 영역에서는 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 논술형 시험 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 11) '제어 원리 응용' 영역에서는 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 논술형 시험, 평가자 체크리스트, 구두 발표 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 포트폴리오, 서술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표 등을 통하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 12) '제어 시스템 분석' 영역에서는 포트폴리오, 문제해결 시나리오, 논술형 시험, 평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 포트폴리오, 서술형 시험, 평가자 질문, 작업장 평가 등을 통하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 13) '네트워크 분석' 영역에서는 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 논술형 시험, 평가자 체크리스트, 구두 발표 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 포트폴리오, 서술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표 등을 통하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 14) '현장 제어 기기 운영' 영역에서는 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 평가자 질문, 일지/저널 등을 통하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 15) '제어 시스템 점검' 영역에서는 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 평가자 질문, 일지/저널 등을 통하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 16) 'HMI 운영' 영역에서는 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 평가자 질문, 일지/저널 등을 통하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 17) '제어 시스템 운영·관리' 영역에서는 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 평가자 질문, 일지/저널 등을 통하여 결과 평가를 실시할 수 있다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
자동 제어 대상 설비 확인	공정 배관 계장도 검토, 공장 설비 확인, 산업 설비 확인, 건축 설비 확인 등의 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	공정 배관 계장도 검토, 공장 설비 확인, 산업 설비 확인, 건축 설비 확인 등의 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	공정 배관 계장도 검토, 공장 설비 확인, 산업 설비 확인, 건축 설비 확인 등의 직무를 추진할 수 있다.
자동 제어반 유지·정비	분산 제어기(DCS) 유지·정비, 직접 디지털 제어기(DDC) 유지·정비, PLC 유지·정비 등의 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	분산 제어기(DCS) 유지·정비, 직접 디지털 제어기(DDC) 유지·정비, PLC 유지·정비 등의 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	분산 제어기(DCS) 유지·정비, 직접 디지털 제어기(DDC) 유지·정비, PLC 유지·정비 등의 직무를 추진할 수 있다.
계측 장비 활용 유지·정비	계측 장비 검·교정 관리, 계측 장비 관리, 계측 장비 기능 확인, 계측 장비 활용 등의 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	계측 장비 검·교정 관리, 계측 장비 관리, 계측 장비 기능 확인, 계측 장비 활용 등의 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	계측 장비 검·교정 관리, 계측 장비 관리, 계측 장비 기능 확인, 계측 장비 활용 등의 직무를 추진할 수 있다.
현장 계기류 유지·정비	검출기 정비, 변환기 정비, 분석기 정비, 지시기 정비 등의 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	검출기 정비, 변환기 정비, 분석기 정비, 지시기 정비 등의 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	검출기 정비, 변환기 정비, 분석기 정비, 지시기 정비 등의 직무를 추진할 수 있다.
구동 장치 유지·정비	공기식 구동 장치 정비, 전기식 구동 장치 정비, 유압식 구동 장치 정비, 구동 체결 장치 정비 등의 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	공기식 구동 장치 정비, 전기식 구동 장치 정비, 유압식 구동 장치 정비, 구동 체결 장치 정비 등의 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	공기식 구동 장치 정비, 전기식 구동 장치 정비, 유압식 구동 장치 정비, 구동 체결 장치 정비 등의 직무를 추진할 수 있다.
자동 제어 시스템 유지·정비	예방 정비, 주기별 점검·관리, 정비 이력 관리, 사후 보전·관리 등의 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	예방 정비, 주기별 점검·관리, 정비 이력 관리, 사후 보전·관리 등의 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	예방 정비, 주기별 점검·관리, 정비 이력 관리, 사후 보전·관리 등의 직무를 추진할 수 있다.
제어 원리 응용	제어 대상 분석, 제어 기본 이론 응용, 제어 방식 응용 등의 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	제어 대상 분석, 제어 기본 이론 응용, 제어 방식 응용 등의 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	제어 대상 분석, 제어 기본 이론 응용, 제어 방식 응용 등의 직무를 추진할 수 있다.
제어 시스템 분석	분산 제어 시스템(DCS) 제어 분석, 프로그램 로직 제어(PLC) 분석, 시퀀스 논리 회로 분석, 프로세스 분석 등의 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	분산 제어 시스템(DCS) 제어 분석, 프로그램 로직 제어(PLC) 분석, 시퀀스 논리 회로 분석, 프로세스 분석 등의 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	분산 제어 시스템(DCS) 제어 분석, 프로그램 로직 제어(PLC) 분석, 시퀀스 논리 회로 분석, 프로세스 분석 등의 직무를 추진할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
네트워크 분석	통신 개념 분석, 통신망 분석, 프로토콜 적용, 네트워크 보안 확인, 네트워크 상태 진단 등의 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	통신 개념 분석, 통신망 분석, 프로토콜 적용, 네트워크 보안 확인, 네트워크 상태 진단 등의 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	통신 개념 분석, 통신망 분석, 프로토콜 적용, 네트워크 보안 확인, 네트워크 상태 진단 등의 직무를 추진할 수 있다.
현장 제어 기기 운영	현장 계측기 운영, 입출력 장치 운영, 전송기 운영, 구동기 운영 등의 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	현장 계측기 운영, 입출력 장치 운영, 전송기 운영, 구동기 운영 등의 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	현장 계측기 운영, 입출력 장치 운영, 전송기 운영, 구동기 운영 등의 직무를 추진할 수 있다.
제어 시스템 점검	기기 동작 시험, 자동 제어 루프 시험, 운전 상태 확인, 시운전 등의 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	기기 동작 시험, 자동 제어 루프 시험, 운전 상태 확인, 시운전 등의 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	기기 동작 시험, 자동 제어 루프 시험, 운전 상태 확인, 시운전 등의 직무를 추진할 수 있다.
HMI 운영	그래픽 활용, 경보 관리, 데이터베이스 관리, 트렌드 관리 등의 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	그래픽 활용, 경보 관리, 데이터베이스 관리, 트렌드 관리 등의 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	그래픽 활용, 경보 관리, 데이터베이스 관리, 트렌드 관리 등의 직무를 추진할 수 있다.
제어 시스템 운영·관리	운영 일지 작성, 점검 일지 작성 등의 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	운영 일지 작성, 점검 일지 작성 등의 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	운영 일지 작성, 점검 일지 작성 등의 직무를 추진할 수 있다.

[실무 과목]

10. 전기 철도 시공 운용

1. 성격 및 목표

가. 성격

“전기 철도 시공 운용” 과목은 전기·전자 교과군의 전기과 학생들에게 철도 차량의 안전한 운행을 위하여 전기 철도 시공과 전기 철도 시설물 유지·보수 업무를 수행할 수 있는 능력을 기르기 위한 내용으로 구성된 과목이다.

이 과목에서 학습해야 할 내용은 전기 철도와 관련된 철도 송전 선로 시공, 철도 변전 설비 시공, 철도 강체 전차 선로 시공, 철도 배전 선로 시공, 철도 전력 설비 시공, 철도 원격 감시 제어 설비 시공, 철도 송·수전 선로 유지·보수, 철도 변전 설비 유지·보수, 고압 배전 선로 유지·보수, 역사 전기 설비 유지·보수 등이며 전기 철도 시공 운용 업무를 수행하는데 필요한 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

철도 차량의 안전한 운행을 위하여 전기 철도 시공과 전기 철도 시설물 유지·보수 업무를 수행할 수 있는 능력을 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
철도 송전 선로 시공 (1901090203_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 송전 선로 현장 측량하기 • 송전 선로 구조물 설치하기 • 송전 선로 시공하기 • 송전 선로 시험하기
철도 변전 설비 시공 (1901090204_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 변전 설비 측량하기 • 변전 설비 배관·배선하기 • 변전 설비 기기 설치하기 • 변전 설비 시험하기
철도 강제 전차 선로 시공 (1901090206_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 강제 전차 선로 현장 측량하기 • 강제 전차 선로 매립 전 설치하기 • 강제 전차 선로 지지물 설치하기 • 강제 전차 선로 가선하기 • 강제 전차 선로 조정하기 • 강제 전차 선로 시험하기
철도 배전 선로 시공 (1901090207_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 배전 선로 현장 측량하기 • 배전 선로 관로 시공하기 • 가공 배전 선로 시공하기 • 지중 배전 선로 시공하기 • 배전 선로 시험하기
철도 전력 설비 시공 (1901090208_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 전력 설비 현장 측량하기 • 옥내 전력 설비 시공하기 • 옥외 전력 설비 시공하기 • 보호 설비 시공하기 • 전력 설비 시험하기
철도 원격 감시 제어 설비 시공 (1901090209_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 관제실 설비 시공하기 • 현장 원격 감시 제어 설비 시공하기 • 원격 감시 제어 회선 구성하기 • 원격 감시 제어 시험하기
철도 송·수전 선로 유지·보수 (1901090303_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 송·수전 선로 이상 유무 육안 점검하기 • 송·수전 선로 데이터 측정하기 • 송·수전 선로 유지·보수하기 • 송·수전 선로 유지·보수 데이터 관리하기
철도 변전 설비 유지·보수 (1901090304_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 변전 기기 이상 유무 육안 점검하기 • 변전 기기 데이터 측정하기 • 변전 기기 분해·점검하기 • 변전 기기 유지·보수 데이터 관리하기

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
고압 배전 선로 유지·보수 (1901090307_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 고압 배전 선로 이상 유무 육안 점검하기 • 고압 배전 선로 데이터 측정하기 • 고압 배전 선로 유지·보수하기 • 고압 배전 선로 유지·보수 데이터 관리하기
역사 전기 설비 유지·보수 (1901090309_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 전기 설비 이상 유무 육안 점검하기 • 전기 설비 데이터 측정하기 • 전기 설비 분해·점검하기 • 전기 설비 유지·보수 데이터 관리하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력 단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 철도 송전 선로 시공

현장 측량, 구조물 설치, 송전 선로 가선, 시험 송전 등의 제반 직무를 추진할 수 있다.

가) 송전 선로 현장 측량하기

- 측량의 목적, 범위, 구간, 전압, 회선 수, 선로 기지, 계획 경과지, 전력 계통 구성, 전선의 종류 등을 고려하여 측량할 수 있다.
- 지지물의 구조, 애자 장치 선정, 전선의 이도표를 작성하며, 전체적인 설계 개요도를 작성할 수 있다.
- 도상 경과지를 선정하고 예비 답사, 본 답사, 경과지 선정, 선로 중심선 등을 설정하고, 대관 협의를 할 수 있다.
- 선로 경과지에 대한 지지물의 높이, 애자 형태 및 첩탑 위치 등을 결정하기 위한 중심, 종단, 평면 첩탑 부지, 평판 측량을 할 수 있다.
- 전기 설비 기술 기준에 의거 지상고를 결정하고, 경제적인 설계 및 환경 보호를 위하여 송전 선로 경과지의 주변 환경 및 조건, 개발 전망, 국토 이용 계획 등을 감안하여 측량할 수 있다.

나) 송전 선로 구조물 설치하기

- 가공 송전 선로의 지지물(첩탑, 첩주)의 전기 설비 시설 기준에 맞는 접지를 시공할 수 있다.
- 가공 송전 선로에서 사용하는 첩탑의 표준 기초, 표준 기초 이외의 기초 및 기준에 의거 설계된 내용대로 시공할 수 있다.
- 가공 송전 선로에 사용하는 첩탑, 첩주에 대한 부재의 가공, 구조각부, 부재의 연결, 조합 및 취부, 부속 설비를 시공할 수 있다.

- 철탑 공사의 기초 공사(검측, 굴착, 각입, 타설, 매설 지선 설치, 되메우기 작업)등을 공사 전에 설계도서를 충분히 이해하고 각종 토질에 적합하도록 시공할 수 있다.
- 지지물은 각 부재의 규격, 길이, 가공의 적정 여부, 각부의 치수 및 조립 상태 등을 검사할 수 있다.

다) 송전 선로 시공하기

- 가공 및 지중 송전 선로의 선로 용량에 맞는 사용 전선의 종류, 굵기를 선정하여 시공할 수 있다.
- 가공 송전 선로의 적정한 전선 이도를 전기 설비 기술 기준에 맞는 절연 이격 거리를 유지하여 시공할 수 있다.
- 가선 공사 착수 전 철탑 본조임 상태, 부족재 및 규격 상의 부재 유무를 설계 도서와 비교하여 확인할 수 있다.
- 지중 송전 선로 장래의 계통 구성, 소요 송전 용량, 경과지, 케이블의 종류, 관로, 맨홀, 전력구, 덕트 등의 기본이 되는 제 조건 및 환경 보전, 시공 조건, 사고 대책, 설비의 변경 등을 고려하여 설치할 수 있다.
- 송전 선로의 접지는 굴착 후 접지봉 타설, 매설 접지선을 시공하고, 리드선과 철탑재, 케이블 시스템을 연결하여 정상 접지 저항값을 유지하도록 시공할 수 있다.
- 지중 선로의 케이블은 진동 방지재, 화재 시를 대비한 방재 구역, 방염 설비 및 낙뢰를 대비한 뇌 방지 설비를 시공할 수 있다.

라) 송전 선로 시험하기

- 송전 선로의 전로의 절연 저항, 내전압시험, 절연 내력 시험이 끝나면 최초 수전을 실시할 수 있다.
- 최초 수전에는 처음부터 정규 전압으로 직접 인가하는 방법과 다른 전원에 의해 정규 전압으로 인가하는 방법 중 선택하여 실시할 수 있다.
- 상용 전원과 예비 전원을 즉시 절체되어 안정적인 전원이 지속적으로 공급되도록 절체 전원 회로를 구성할 수 있다.
- 송전 측과 수전 측의 각종 전압, 전류, 전력량 표시기의 정상 상태 및 보호 계전기 동작 상태를 확인하고 시험할 수 있다.

2) 철도 변전 설비 시공

현장 측량, 배관·배선, 선로 가선, 설비 시험 등의 제반 직무를 추진할 수 있다.

가) 변전 설비 측량하기

- 전원 개발 계획 및 계통 계획에 따라 입지 여건이 측정되는 위치 선정 및 송·변전, 급전 선로, 배전의 종합적인 경제성, 향후 유지·보수 주위 환경의 토지 매수 교섭의 난이성 등을 고려, 설계도를 충분히 비교·검토하여 측량할 수 있다.
- 현장 측량 시 변전 설비의 형식, 경제성, 환경성, 천재지변 등을 고려, 설계도와 비교·검토하여 측량할 수 있다.
- 중량물 운반, 송전 선로 루트, 선로 운행 방향 등을 고려하여 건물 위치를 측량할 수 있다.

나) 변전 설비 배관·배선하기

- 주 변압기, 모선, 차단기, 단로기 등의 표준 결선 방식을 고려하여 설계도에 맞게 배관·배선을 시공할 수 있다.
- 모선 방식은 사고 시 파급 효과 축소, 신속한 복구, 유지·보수 용이성, 증설 공사 시 휴전 구간 최소화 및 작업의 안정성, 설비의 단순성, 및 건설 공사의 경제성을 고려, 설계도에 맞게 구성할 수 있다.
- 옥외 구조물은 변전소 표준 결선 방식에 따른 기본적인 기기 설치 결정, 기기 증설, 인출 입 횟수 증가에 따른 대응성, 적정한 기기 배치 간격, 구조물의 형식 및 치수의 표준화, 경제성과 안정성을 고려, 설계도에 맞게 설치할 수 있다.
- 전선과 배관은 사용할 회로의 전압, 전류, 사용 장소, 옥내·외 구조물 형식 등을 고려하여 시공할 수 있다.
- 절연 이격은 정격 충격 내전압이 만족하는 대지 절연 이격 거리를 적용하여 옥내 구조 절연 이격 최소화로 절연재를 보강하지 않은 상태에서 절연 간격을 시공할 수 있다.
- 변전소 구내에 포설하는 제어 케이블은 기기의 제어 회로, 계기용 변압기, 변류기 2차 회로에 사용하는 제어 케이블 선정에 적용하여 도체 온도가 80도 이상 되는 경우는 내열 케이블을 적용할 수 있다.
- 변전소 옥내의 각종 제어 전선 및 조명 설비 배선에 사용하는 배관은 강재 또는 PVC재로 하여 시공할 수 있다.

다) 변전 설비 기기 설치하기

- 주 변압기는 변전소의 규모와 형태에 적합하고, 용량 산정, 냉각 방식, 장래 부하 계획, 송·배전 선로 인·출입, 부하 전환 및 사고 피해 등을 고려하여 지하에 계획할 경우 수송 제한, 집유정 크기 등을 고려하여 설계도에 맞게 시공할 수 있다.
- 주 변압기 절연은 변압기의 권선 선로 측 단가의 기준 충격 절연 강도에 의하여 절연 내력을 견디도록 시공할 수 있다.

- 교류 차단기는 정격 전류값, 표준 동작 책무, 동작 성능(정격 개극 시간, 차단 시간, 재투입 시간, 트립 시간), 재폐로 능력, 정격 투입 용량, 단시간 전류 용량 등을 고려하여 시공할 수 있다.
- 고전압으로부터 기기를 보호하는 피뢰기는 절연 협조 상 역할을 할 수 있도록 계통의 과전압, 시설물의 차폐 여부, 기상 조건, 선로 및 피보호 기기의 절연 내력 등을 종합적으로 검토하여 시공할 수 있다.
- 기기 조작 전원 및 비상용 전원에 사용하는 축전지 및 충전기를 시공할 수 있다.
- 접지는 피뢰기의 동작, 이상 지락 고장, 대지 또는 건물 변위 등의 위험한 전위 경도가 발생하지 않도록 계기, 계전기 등 저압 기구 및 배선에 위해, 위험 전압이 발생하지 않도록 시공할 수 있다.
- 변전소에 직격뢰와 송전선으로부터 변전소로 유입되는 근접 뇌격에 대한 변전소 구내의 전력 기기, 모선 등을 보호하여 소내 전위 상승을 억제하도록 시설할 수 있다.

라) 변전 설비 시험하기

- 외부 이상 전압 유입, 내부 이상 발생 시 기기의 안정성을 위한 기기의 절연 저항 및 절연 내력 시험, 절연유 시험을 할 수 있다.
- 변전 설비의 원활한 상호 유기적인 동작을 위한 보호 계전기, 변압기, 가스 절연 개폐 장치, 교류 차단기, 계기용 변성기, 제어용 전원 설비 등의 종합 시험을 할 수 있다.
- 외부, 내부의 이상 발생 시 기기의 정확한 차단을 위한 보호 계전기의 상호 조합 시험을 할 수 있다.
- 실제 기기에 전원을 공급하여 기기의 상태를 확인하는 실 가압 시험과 교류 급전 회로의 특성 시험을 종합하여 시험할 수 있다.
- 지락 시 기기 보호를 위한 접지 저항 측정, 기기 내의 이상 유무를 확인하는 소음 측정 등을 할 수 있다.
- 급전 개소 문제 발생 시 타 급전 개소에서 전원을 공급하기 위한 급전 시험, 병렬 부하 시험 등 운전 관련 시험을 할 수 있다.

3) 철도 강제 전차 선로 시공

지하 구간에 접합하도록 개발된 가선 방식으로 도시 철도 구간의 대표적인 방식이며, 전차선을 강체에 완전하게 일체화시켜서 고정한 것으로, 터널 등의 천장에 애자 또는 측면에 브래킷을 취부하고 여기에 강제 전차선을 조가하는 방식의 제반 직무를 추진할 수 있다.

가) 강제 전차 선로 현장 측량하기

- 매립 전 및 지지물 위치를 측량 기기를 이용하여 실시하고 측정값이 설계 도서에 적합한지 여부를 판단할 수 있다.

- 역 간 거리 및 역 구내 분기기 위치에 따라 전차 선로 지지물 위치의 적정성이 설계 도서에 적합한지 확인할 수 있다.
- 구조물 위치에 따라 설계 도서에 반영된 지지물 타입의 적정 여부를 확인할 수 있다.
- 시공 측량 완료 후 현장 측량 결과와 설계 도면과의 비교·검토 결과에 대해 변경 승인 요청 또는 발주처와 협의하여 실시할 수 있다.

나) 강제 전차 선로 매립 전 설치하기

- 선로의 곡선 반지름 및 구배의 현장 여건을 감안하여 설계서와의 부합 여부를 판단하고, 확정된 도면에 의거하여 매립 전 및 지지 앵커 위치를 확정할 수 있다.
- 구조물 중심점에서 기 설치된 매립 전, 지지 앵커 위치를 선로 중심점을 기준으로 확인할 수 있다.
- 분기기 및 신축 장치, 교차 장치 개소 등의 지지물 설치 개소의 매립 전과 지지 앵커는 측량 후 설치할 수 있다.
- 구조물에 설치된 매립 전 설치 적정 여부, 앵커의 접지 상태, 차량, 건축 한계 지장 여부를 확인할 수 있다.

다) 강제 전차 선로 지지물 설치하기

- 철도 선로의 직선, 곡선의 현황 조건을 파악하여, 설계 도서 및 기술 기준에 적합하도록 지지 철물, 브래킷을 선정하여 시공할 수 있다.
- 강제 전차 선로의 구분 장치, 흐름 방지 장치, 건넘선, 평행 개소, 이행 구간 설치에 적절한 지지물 위치를 결정할 수 있다.
- 강제 전차 선로의 급전용 애자 지지 철물, 브래킷의 접지 설비를 설치할 수 있다.
- 구조물 시공 후에 측정 기기를 이용하여 건축 한계의 저축 여부(건식 게이지 측량)와 경사 및 손상 등의 상태를 검사할 수 있다.
- 시공 후 설계 도서 및 기술 기준에 맞는 지지물의 시공이 적합하게 시공되었는지 검사 및 확인할 수 있다.

라) 강제 전차 선로 가선하기

- 작업 계획서에 의해 강제 전차 선로 가선에 필요한 작업 차량의 편성과 자재의 적재 방안을 강구하고 준비할 수 있다.
- R-bar 및 T-bar 설치를 위한 가선 장비를 준비하고, 작업원을 배치할 수 있다.
- 강제 작업(R-bar) 전에 가선 도르래를 설치한 후, 견인차를 전진시켜 인장력을 고려하여 전차선을 가선할 수 있다.
- R-bar 및 T-bar 연결 개소는 고정 볼트 및 아르곤 용접으로 하고, R-bar 및 T-bar 종단 개소는 강재를 가공하여 설치할 수 있다.

- R-bar 설치 시 평행 개소에는 점퍼선을 설치하고, T-bar 설치 시 평행 개소에는 점퍼선 용접을 할 수 있다.

마) 강제 전차 선로 조정하기

- 전차선 물림, 비틀림, 강제 전차 선로 수평, 편위, 높이를 조정할 수 있다.
- 전차선의 레일면 높이를 측정하여, 이를 기준으로 구분 장치 및 평행 개소를 기준값으로 조정할 수 있다.
- 측정기를 이용하여 지지물 상호 이격 거리, 피접지물과의 절연 이격 거리를 측정하고, 기준에 맞게 조정할 수 있다.
- 본선 내 궤도 중심에서 분기선 전차선과 본선의 적정 고저차를 유지하여 어느 방향에서든 팬터그래프의 통과가 가능하도록 조정할 수 있다.
- 기계적 구분 장치 개소에 있어 인접 전차선과 평행 부분에 대한 등고와 편위에 적합하여 팬터그래프의 습동이 원활하도록 산정하여 설치할 수 있다.

바) 강제 전차 선로 시험하기

- 강제 선로 신축 장치, 지지물, 금구류 등의 설치 상태를 점검하여 설치도 및 상세도와 비교하여 이상 유무를 판정할 수 있다.
- 모터카에 탑승하여 선로의 분기 개소를 운행하면서 전차선의 높이 및 편위를 실제로 측정하여 팬터그래프의 전차선 습동 상태를 점검하여 이상 유무를 판정할 수 있다.
- 모터카에 탑승하여 선로를 운행하면서 전차선의 가선 상태, 이격 거리를 확인하여 이상 유무를 판정할 수 있다.
- 강제 선로의 접지 저항값을 측정하여 규정치를 만족하는지 판정할 수 있다.
- 강제 선로의 절연 내력 시험을 시행하여 강제 선로의 이상 유무를 판정할 수 있다.

4) 철도 배전 선로 시공

배전 선로 측량, 배전 선로 관로 설치, 가공 배전 선로 설치, 지중 배전 선로 설치, 배전 선로 시험 등의 제반 업무를 추진할 수 있다.

가) 배전 선로 현장 측량하기

- 측량의 목적, 범위, 구간, 전압, 회선 수, 계획 경과지, 전력 계통 구성, 전선의 종류 등의 설계 측량의 기본 방향을 설정할 수 있다.
- 지지물의 구조, 애자 장치 선정, 이도표를 작성하여 전체적인 설치 개요도를 작성할 수 있다.
- 시공에 영향을 미칠 수 있는 지형이나 구조물, 건조물, 장애물 또는 궤도형별, 굴곡, 구배, 열차 운행, 일기 등의 제반 환경 및 조건 현황을 파악하여 시공 방법 부합 여부를 판단할 수 있다.

- 현장 측량 결과에 대한 검토 및 분석을 통하여 당해 목적물에 적합하게 시공되도록 실시 설계서의 부합 여부를 관계자와 협의하여 판단하고, 실 시공을 위한 재측량 실시 여부를 확인할 수 있다.

나) 배전 선로 관로 시공하기

- 설치 장소를 사전에 검토하여 구조물 및 인접 지장물을 파악하고, 제반 자재 및 공구·기기 등을 확보할 수 있다.
- 기존 건축 시설물 및 케이블에 손상을 주지 않도록 사전에 건축물 등의 구조적인 안전을 확인할 수 있다.
- 가공 배전 선로에 사용하는 철주의 표준 기초, 표준 기초 이외의 기토 및 기준에 의거 설계된 내용대로 설치할 수 있다.
- 가공 배전 선로에 사용하는 철주에 대한 부재의 가공, 부재의 연결, 조합 및 취부, 부속 설비를 제작하여 설치할 수 있다.
- 지지물은 각 부재의 규격, 길이, 가공의 적정 여부, 각부의 치수 및 조립 상태 등을 검사할 수 있다.

다) 가공 배전 선로 시공하기

- 가공 배전 선로의 사용 전선의 종류, 굵기를 확인할 수 있다.
- 가공 배전 선로의 적정한 전선 이도를 유지하도록 전기 안전 설비를 확보할 수 있다.
- 가선 공사 착수 전 지지물 조임 상태, 부족재 및 규격 상의 부재 유무를 확인할 수 있다.
- 가공 배전 선로 장래의 계통 구성, 전선의 종류, 지장 수목 등의 기본이 되는 제 조건 및 시공 조건, 사고 대책, 설비의 변경 등을 고려할 수 있다.

라) 지중 배전 선로 시공하기

- 지중 배전 선로의 사용 케이블의 종류, 굵기를 확인할 수 있다.
- 케이블 전선의 곡률 허용 반지름 및 피복의 손상 여부를 확인하여 실제 시공 적합 여부를 판단할 수 있다.
- 케이블의 장력 유무, 기계적 충격 유무, 외상 유무 등을 판단하여 안전한 시공 방안을 강구할 수 있다.
- 지중 배전 선로의 장래의 계통 구성, 경과지, 케이블의 종류, 관로, 맨홀, 전력구, 덕트 등의 기본이 되는 제 조건 및 환경 보전, 시공 조건, 사고 대책, 설비의 변경 등을 고려할 수 있다.

마) 배전 선로 시험하기

- 각 상별 시·종단 케이블의 일치 여부를 확인할 수 있고, 메거로 케이블 절연 저항을 측정하여 이상 유무를 판단할 수 있다.

- 설계 도면 및 특수 시방에 표기되어 있는 기능을 만족시키고, 동작 시험을 통해 설비가 정상적으로 동작하는지를 확인할 수 있다.
- 시공 후 설계 도서와 기술 기준 등을 통하여 기기의 이상 유무를 검사·확인할 수 있다.

5) 철도 전력 설비 시공

전력 설비 측량, 옥내·옥외 전력 설비 설치, 보호 설비 설치, 전력 설비 시험 등의 제반 직무를 추진할 수 있다.

가) 전력 설비 현장 측량하기

- 측량의 목적, 범위, 구간, 전압, 회선 수, 전력 계통 구성, 제어 전선의 종류 등의 설계 측량의 기본 방향을 설정할 수 있다.
- 시공에 영향을 미칠 수 있는 지형이나 구조물, 건조물, 장애물 또는 궤도형별, 굴곡, 구배 등의 제반 환경 및 조건 현황을 파악하여 시공 방법 부합 여부를 판단할 수 있다.
- 현장 측량 결과에 대한 검토 및 분석을 통하여 당해 목적물에 적합하게 시공되도록 실시 설계서와의 부합 여부를 관계자와 협의하여 판단하고, 실 시공을 위한 재측량 실시 여부를 판단할 수 있다.

나) 옥내 전력 설비 시공하기

- 설치 공간 및 이격 거리 등을 현장 조사 후 실시 설계서와 부합 여부를 확인할 수 있다.
- 배전반 이격 거리 및 설치 상태, 시험 성적서의 기기와 실제 설치된 기기의 일련번호 일치 상태 양부를 확인할 수 있다.
- 각종 기기의 설치 상태, 부속품 부착 여부, 정격, 구조의 적합성 등을 확인할 수 있고, 설계 도서와 동등한 품질 여부를 확인할 수 있다.
- 모선의 선정 및 사양은 사용할 회로의 전압, 전류, 사용 장소, 옥내의 구조물 형식 등을 고려하여 결정할 수 있다.
- 절연 이격은 정격 충격 내전압이 만족하는 대지 절연 이격 거리를 적용하여 옥내 구조 절연 이격 최소화로 절연재를 보강하지 않은 상태에서 절연 간격을 적용할 수 있다.
- 각종 제어 전선 및 조명 설비 배선에 사용하는 배관은 강재 또는 PVC재로 하며, 사용 전선의 전압을 설정할 수 있다.

다) 옥외 전력 설비 시공하기

- 설치 공간 및 이격 거리 등을 현장 조사 후 설계 도서와의 부합 여부를 확인할 수 있다.
- 배전반 이격 거리 및 설치 상태, 시험 성적서의 기기와 실제 설치된 기기의 일련번호 일치 상태 양부를 확인할 수 있다.

- 배전반 설치 시 침수 및 누수 방지 대책을 강구하여야 하며, 외부인이 출입할 수 없도록 보호망, 울타리 설비를 설치할 수 있다.
- 공사 현장은 기기 및 재료 등을 깨끗하게 정리·정돈하여야 하고, 화재, 도난, 그 밖의 사고를 방지할 수 있다.
- 타 공종과의 협력 작업(지장) 유무 여부를 판단하여 건축 등 공사업자와 충분한 협의 후 시행에 차질이 없도록 방안을 강구할 수 있다.
- 설치류에 의한 전선 및 기기 훼손이 방지될 수 있도록 방법을 강구할 수 있다.

라) 보호 설비 시공하기

- 단락, 지락 사고 등 전력 설비의 이상 상태 발생을 신속히 검출, 제거하여 사고의 파급을 최소한으로 줄이고 복구를 용이하게 할 수 있도록 설비를 구축할 수 있다.
- 낙뢰 및 개폐 서지 등의 이상 전압으로부터 기기 및 케이블을 보호할 수 있는 피뢰기, 보안기 등의 설비를 구축할 수 있다.
- 전기 설비 기술 기준 및 내선 규정이 정하는 바에 따라 전기 사고 시 충전될 우려가 있는 모든 도체, 피뢰 설비, 중성점을 갖고 있는 저압 회로의 중성점 등에 접지를 설치할 수 있다.
- 전기 설비 기술 기준에서 정하고 있는 접지 저항값은 최대값이므로 필요 개소의 접지 저항은 항상 이 값보다 적은 값으로 접지 공사를 할 수 있다.

마) 전력 설비 시험하기

- 고장 전류, 전압을 계산하고, 계전기용 변성기 2차 환산 등을 실시하여 적절한 방법으로 보호 계전기를 시험할 수 있다.
- 제어 회로에서 절연 저항을 측정하여 지장 유무를 확인하고, 트립 시퀀스 테스트에서 계전기의 동작 표시 및 정보 표기가 정상으로 동작하는지의 여부를 확인할 수 있다.
- 수전 시험 및 전원 설비 전환 시험 등 각종 설비의 운전 전 최종 시험을 할 수 있다.
- 기기에 대한 실 가압 시험과 교류 급전 회로의 특성 시험을 종합하여 시험할 수 있다.
- 급전 시험, 병렬 부하 시험 등 운전 관련 시험을 할 수 있다.

6) 철도 원격 감시 제어 설비 시공

전철 변전소, 급전 구분소, 전기실, 중앙 환기실의 전기를 공급하는 전력 설비에 대한 원격 운전, 제어, 계측, 감시하기 위한 설비를 설치할 수 있다.

가) 관제실 설비 시공하기

- 호스트 컴퓨터, 유지·보수용 컴퓨터 설비를 시공할 수 있다.
- 전단 처리 장치(FEP)를 시공할 수 있다.

- 무정전 전원 설비를 시공할 수 있다.
- 접지 설비를 시공할 수 있다.
- 제어용 컴퓨터 설비를 시공할 수 있다.
- DLP, 이벤트 프린터를 시공할 수 있다.
- 신호, 통신, 설비 관제와 인터페이스 설비를 시공할 수 있다.

나) 현장 원격 감시 제어 설비 시공하기

- 변전소, 전기실, 환기실에 원격 단말 장치를 설치할 수 있다.
- 현장 유지·관리 사무실에 감시 모니터링 설비를 설치할 수 있다.
- 원격 단말 장치에 전원 설비를 이중계로 설치할 수 있다.
- 원격 단말 장치에 접지 설비를 설치할 수 있다.

다) 원격 감시 제어 회선 구성하기

- 관제실, 기계실 전단 장치에서 주 전송 설비에 주·예비 회선을 설치할 수 있다.
- 현장 통신 기계실에서 변전소, 전기실 간의 주·예비 회선을 설치할 수 있다.
- 원격 단말 장치에서 각 배전반 간 제어 회선, 광통신을 구성할 수 있다.

라) 원격 감시 제어 시험하기

- SCADA 설비의 설치 결과를 제작 시방서에 정한 규정의 시험을 실시하여 SCADA 시스템의 정상 운전을 확인할 수 있다.
- 관제실 MMI와 원격 단말 장치 간 통신 시험을 할 수 있다.
- 변전소, 전기실, 환기실별 기기 감시, 제어, 계측, 동작 시험을 할 수 있다.
- 현장 유지·관리 사무실 감시 모니터링 설비의 감시 연동 상태를 확인할 수 있다.
- 시스템 전체 시험을 할 수 있다.

7) 철도 송·수전 선로 유지·보수

철도 송·수전 선로 유지·보수를 위해 송·수전 선로 이상 유무 육안 점검, 송·수전 선로 데이터 측정, 송·수전 선로 유지·보수 및 송·수전 선로 유지·보수 데이터 관리를 수행할 수 있다.

가) 송·수전 선로 이상 유무 육안 점검하기

- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 가공 전선 이도, 댐퍼의 탈락, 접속 개소, 항공 표시구, 표시등의 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 철탑 지지물 기초의 균열, 파손, 경사, 주·부재의 만곡, 변형, 철재류의 부식 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 맨홀 뚜껑, 외부 콘크리트 손상, 기초의 균열, 지반 침하, 붕괴 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.

- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 맨홀 내의 누수, 오물 유입 상태를 점검하여 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 케이블 랙(lack) 및 금구류 부식, 변형, 볼트류 이완 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 가공 전선 가닥 소손, 애자류의 오손, 균열 및 지중 케이블의 접속 개소, 만곡(굴곡부) 개소, 외피 손상 상태를 점검하여 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 케이블 인·출입구 봉입 상태, 단말부 볼트의 조임 및 열화 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 케이블 외피 접지 장치, 상 표시, 각종 표지류의 부착, 변형 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.

나) 송·수전 선로 데이터 측정하기

- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 가공 전선 및 지중 케이블의 절연 저항을 측정하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 케이블의 접지 저항을 측정하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 가공 전선 및 지중 케이블 절연 내압 시험을 측정하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 가공 전선 애자류 및 접속 개소를 적외선 온도 측정기로 측정하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.

다) 송·수전 선로 유지·보수하기

- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 가공 전선 이도, 댐퍼의 탈락, 접속 개소, 항공 표시구, 표시등의 상태를 점검하고 이상 유무를 판단하여 이상이 발생한 경우에는 보수 및 교체 작업을 수행할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 철탑 지지물의 균열, 파손, 경사, 주·부재의 만곡, 변형, 철재류의 부식 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단하여 이상이 발생한 경우에는 보수 및 교체 작업을 수행할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 맨홀 뚜껑, 외부 콘크리트 손상, 기초의 균열, 지반 침하, 붕괴 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단하여 이상이 발생한 경우에는 보수 및 교체 작업을 수행할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 맨홀 내의 누수, 오물 유입 상태를 점검하여 이상 유무를 판단하고, 이상이 발생한 경우에는 보수 및 교체 작업을 수행할 수 있다.

- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 케이블 랙(lack), 금구류 부식 및 변형, 볼트류 이완 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단하여 이상이 발생한 경우에는 보수 및 교체 작업을 수행할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 가공 전선 가닥 소손, 애자류의 오손, 균열 및 지중 케이블의 접속 개소, 만곡(굴곡부) 개소, 외피 손상 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단하여 이상이 발생한 경우에는 보수 및 교체 작업을 수행할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 케이블 인·출입구 봉입 상태, 단말부 볼트의 조임 및 열화 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단하여 이상이 발생한 경우에는 보수 및 교체 작업을 수행할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 케이블 외피 접지 장치, 상 표시, 각종 표지류의 부착, 변형 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단하여 이상이 발생한 경우에는 보수 및 교체 작업을 수행할 수 있다.

라) 송·수전 선로 유지·보수 데이터 관리하기

- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 가공 전선 및 지중 케이블의 절연 저항을 측정하여 데이터를 관리할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 가공 전선 및 지중 케이블 접지 장치의 접지 저항을 측정하여 데이터를 관리할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 가공 전선 및 지중 케이블 절연 내압 시험을 측정하여 데이터를 관리할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 가공 전선 애자류 및 접속 개소를 적외선 열화 측정기로 측정하여 데이터를 관리할 수 있다.

8) 철도 변전 설비 유지·보수

철도 변전 설비 유지·보수를 위해 변전 기기 이상 유무 육안 점검, 변전 기기 데이터 측정, 변전 기기 분해·점검 및 변전 기기 유지·보수 데이터 관리를 수행할 수 있다.

가) 변전 기기 이상 유무 육안 점검하기

- 변압기의 외관 및 냄새 발생 상태와 절연부와 부싱부(bushing parts)의 열화, 아크(arc) 흔적을 점검하여 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 변압기 내부의 온도 상승을 측정하고, 단자 국부의 과열 상태를 점검하여 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 단로기의 접촉자 또는 블레이드의 볼트 조임을 확인하고, 기계적 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 지지 애자의 균열, 파손 및 오손 유무를 점검하고, 정상 여부를 판단할 수 있다.

- 단자 조임 상태, 다이오드 퓨즈(diode fuse) 용단 상태, 애자와 같은 절연물의 오손 상태를 점검하여 이상 유무를 판단할 수 있다.
- CT, PT 단자함 내 접속 이상 유무, 계전기 내부와 계전기 케이스를 연결하는 접속 부분의 이상 유무를 점검하여 원인을 파악할 수 있다.
- 접지선의 접지 상태와 단자함 상태를 점검하여 보수 및 교체 여부를 결정할 수 있다.

나) 변전 기기 데이터 측정하기

- 메거와 같은 측정기를 사용하여 절연 측정 또는 열화 측정 등을 실시하여 이상 유무를 판단할 수 있다.
- R-S-T상 간 저항과 각 상과 대지 간 절연 저항을 측정하여 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 감쇄 장치, 퓨즈 및 제어 회로의 작동 상태를 점검하고, 계전기 점접 저항을 측정하여 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 차단기의 1-2차 간, 1차-대지 간, 2차-대지 간 절연 저항을 측정하여 차단기의 절연 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 가스의 절연 열화 발생 시 가스 수분 측정, GAS 분석, 이음 청취로 원인을 파악할 수 있다.
- 직류 고속도 차단기의 주접점 간격 및 마모 상태를 측정하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 고장 및 사고 발생 시 차단기가 동작되는 상황을 보고 원인을 판단할 수 있다.

다) 변전 기기 분해·점검하기

- 분해 가스 및 부분 방전 발생 시 접촉 저항 측정, 가스 분석, 차단기 분해·점검의 방법으로 원인을 파악할 수 있다.
- 차단기 동작 시험 절차에 따라 개폐 시험을 실시하고, 이상 유무를 판단하여 이상이 발생한 경우에는 투입 코일과 개방 코일을 세부적으로 점검하고 신품으로 교체할 수 있다.
- 차단기 아크 슈트(arc suit)를 분리하여 소호통의 손상 및 오손 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단하여 이상이 발생한 경우에는 내부 정비 및 세척 작업을 수행할 수 있다.
- 접촉부 및 블레이드의 열화 상태에 따라 정비 및 교체하는 방법을 결정할 수 있다.

라) 변전 기기 유지·보수 데이터 관리하기

- 진단 장비에 의한 측정값을 통해 기기 이력 관리를 파악하여 사고를 예방할 수 있다.
- 진단 장비에 의한 측정값을 통해 기기의 이상 주기를 파악하여 사고를 예방할 수 있다.
- 차단기 동작 접촉 횟수에 따라 접촉부 열화 상태의 이상 유무를 판단할 수 있다.

9) 고압 배전 선로 유지·보수

고압 배전 선로의 유지·보수를 위해 고압 배전 선로 이상 유무 육안 점검, 고압 배전 선로 데이터 측정, 고압 배전 선로 유지·보수 및 고압 배전 선로 유지·보수 데이터 관리를 수행할 수 있다.

가) 고압 배전 선로 이상 유무 육안 점검하기

- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 가공 전선(OC 전선) 이도, 애자류의 오손 및 파손, 접속 개소, 전선 외피 소손, 피뢰기, 금구류, 표지류 변색, 취부 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 전주와 지선 기초의 균열, 파손, 침하, 붕괴 상태, 철재류의 주·부재의 만곡, 변형, 손상, 볼트류 조임, 경사, 부식 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 맨홀, 트러프 뚜껑, 외부 콘크리트 손상, 기초의 균열, 지반 침하, 붕괴 상태를 점검하고, 맨홀 내의 누수 및 오물 투입 상태를 점검하여 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 케이블 랙(lack) 및 금구류 부식, 변형, 볼트류 이완 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 지중 케이블의 접속 개소, 만곡(굴곡부) 개소, 접지 장치, 상 표시, 각종 표지류 부착, 변형 및 외피 손상 상태를 점검하여 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 케이블 인·출입구 봉입 상태, 단말부 볼트의 조임 및 열화 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.

나) 고압 배전 선로 데이터 측정하기

- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 가공 전선 및 지중 케이블의 절연 저항을 측정하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 가공 전선 및 지중 케이블 접지 장치의 접지 저항을 측정하고 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 가공 전선 및 지중 케이블 절연 내압 시험을 측정하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 가공 전선 애자류 및 지중 케이블 접속 개소를 적외선 온도 측정기로 측정하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.

다) 고압 배전 선로 유지·보수하기

- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 가공 전선(OC 전선) 이도, 애자류의 오손 및 파손, 접속 개소, 전선 외피 소손, 피뢰기, 금구류, 표지류 변색, 취부 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단하여 이상이 발생한 경우에는 보수 및 교체 작업을 수행할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 전주와 지선 기초의 균열, 파손, 침하, 붕괴 상태, 철재류의 주·부재의 만곡, 변형, 손상, 볼트류 조임, 경사, 부식 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단하여 이상이 발생한 경우에는 보수 및 교체 작업을 수행할 수 있다.

- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 맨홀 및 트러프 뚜껑, 외부 콘크리트 손상, 기초의 균열, 지반 침하, 붕괴 상태, 맨홀 내의 누수 및 오물 투입 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단하여 이상이 발생한 경우에는 보수 및 교체 작업을 수행할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 케이블 랙(lack) 및 금구류 부식, 변형, 볼트류 이완 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단하여 이상이 발생한 경우에는 보수 및 교체 작업을 수행할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 지중 케이블의 접속 개소, 만곡(굴곡부) 개소, 접지 장치, 상 표시, 각종 표지류 부착, 변형 및 외피 손상 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단하여 이상이 발생한 경우에는 보수 및 교체 작업을 수행할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 케이블 인·출입구 봉입 상태, 단말부 볼트의 조임 및 열화 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단하여 이상이 발생한 경우에는 보수 및 교체 작업을 수행할 수 있다.

라) 고압 배전 선로 유지·보수 데이터 관리하기

- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 가공 전선 및 지중 케이블의 절연 저항을 측정하여 데이터를 관리할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 가공 전선 및 지중 케이블 접지 장치의 접지 저항을 측정하여 데이터를 관리할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 가공 전선 및 지중 케이블 절연 내압 시험을 측정하여 데이터를 관리할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 가공 전선 애자류 및 지중 케이블 접속 개소를 적외선 온도 측정기로 측정하여 데이터를 관리할 수 있다.

10) 역사 전기 설비 유지·보수

역사 전기 설비 유지·보수를 위해 전기 설비 이상 유무 육안 점검, 전기 설비 데이터 측정, 전기 설비 분해·점검 및 전기 설비 유지·보수 데이터 관리를 수행할 수 있다.

가) 전기 설비 이상 유무 육안 점검하기

- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 배전반 이상음, 냄새 발생 및 외함 철구류 녹, 부식, 청소 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 자동 부하 절체 개폐기(ALTS), 진공 차단기(VCB), 단로기(DS), 계기용 변압기(PT), 계기용 변류기(CT)의 이음 발생 여부와 주 회로 및 제어 회로의 불안정 접속으로 인한 이상 발열 발생 여부를 점검하고, 차단기의 온·오프 상태에 따른 보호 계전기의 작동 상태를 점검하여 이상 유무를 판단할 수 있다.

- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 1차측 컷 아웃 스위치(COS) 및 전력 퓨즈(PF)와 2차측 전력 퓨즈 배선용 차단기의 정격 규격 이상 유무를 점검하고, 기중 차단기(ACB), 자동 전원 절체기(ATS)를 점검하여 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 변압기의 소음, 이상 발열에 의한 냄새 발생, 애자의 절연물 균열, 파손 및 외관 상태의 녹, 부식, 오손 여부를 점검하고, 내·외부 코일 변압기 탭의 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 가압 개소와 접지물 간 이격 거리를 점검하여 기준값 이하인 경우에는 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 충전 장치(정류기)의 이음 및 냄새 발생 상태를 점검하고, 교류 입력 전압 및 전류, 출력 전압 및 전류와 부하 전압을 점검하며, 축전지의 전조 손상 및 균열 상태, 접속 단자의 부식 상태, 외관의 청결 상태 및 지지대의 수평 상태를 점검하여 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 관계 부처와 협의를 통하여 원격 제어 설비, RTU 설비, SCADA 설비의 제어용 컴퓨터 기기 특성과 점검 순서 및 점검 방법을 파악하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 옥내 배선 설비 저압 분전반 개폐기 동작 상태, 개폐기 및 전선의 용량 적정 여부, 전선의 소선, 단선, 접속 상태, 배선 기구함의 녹, 부식, 오손 여부를 점검하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 조명 설비 등기구의 설치 상태, 회로 분리 적정, 접속 개소 이상 유무, 정비 상태, 오손, 파손, 부식, 표지류 취부 상태를 점검하고, 조명 제어반 제어 장치 동작 상태, 제어용 배선 단자 접속 상태, 접속 개소 열화 또는 외관 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 조명 타워 등기구 취부 상태, 현시 램프 양부, 승하강 동작 상태, 전동기와 와이어로프 소손 상태, 철탑의 기초 파손, 침하, 매몰, 변형 여부를 점검하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.

나) 전기 설비 데이터 측정하기

- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 고압 케이블 및 변압기, 애자류의 절연 저항을 측정하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 수·배전반 및 변압기 접지 저항을 측정하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 수·배전반 및 변압기의 모선 단자, 애자류, 접속 개소를 적외선 온도 측정기로 측정하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.

- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 기기 회로도 차단기 내부의 동작 시험을 실시하고, 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 종합 계전기 시험기로 보호 계전기와 연계하여 차단기 연동 시험을 실시하고, 차단기의 동작이 관제실 내 표시와 일치하는지 점검하여 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 측정기를 사용하여 축전지의 전압을 측정하고, 전해액 양과 비중, 단자 변색 및 가스 발생 상태를 점검하여 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 충전 장치(정류기)의 교류 입력 전압 및 전류, 출력 전압 및 전류와 부하 전압을 측정하여 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 측정기를 사용하여 접지와 대지 간 접지 저항을 측정하여 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 측정기를 사용하여 옥내 배선의 선 간 절연 저항과 전선·접지 간 절연 저항을 측정하여 이상 유무를 판단할 수 있다.

다) 전기 설비 분해·점검하기

- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 수·배전반 차단기 및 단로기의 기능 상태를 분해·점검하여 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 변압기의 기능 상태를 분해·점검하여 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 충전 장치(정류기)의 기능 상태를 분해·점검하여 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 보호 계전기의 기능 상태를 점검하고 분해 점검하여 판단할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 자동 부하 절체 개폐기(ALTS), 자동 전원 절체기(ATS)의 기능 상태를 분해·점검하여 이상 유무를 판단할 수 있다.

라) 전기 설비 유지·보수 데이터 관리하기

- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 수·배전반 차단기 및 단로기, 계기용 변압기(PT), 계기용 변류기(CT)의 기능 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단하여 이상이 발생한 경우에는 보수 및 교체 작업과 함께 데이터를 관리할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 1차측 컷 아웃 스위치(COS) 및 전력 퓨즈(PF)와 2차측 전력 퓨즈 배선용 차단기의 정격 규격 이상 유무를 판단하여, 이상이 발생한 경우에는 보수 및 교체 작업과 함께 데이터를 관리할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 변압기 기능 상태, 탭 설정을 점검하고, 이상 유무를 판단하여 이상이 발생한 경우에는 보수 및 교체 작업과 함께 데이터를 관리할 수 있다.

- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 충전 장치(정류기) 및 축전지 기능 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단하여 이상이 발생한 경우에는 보수 및 교체 작업과 함께 데이터를 관리할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 보호 계전기 기능 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단하여 이상이 발생한 경우에는 보수 및 교체 작업과 함께 데이터를 관리할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 자동 부하 절체 개폐기(ALTS), 자동 전원 절체기(ATS)의 기능 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단하여 이상이 발생한 경우에는 보수 및 교체 작업과 함께 데이터를 관리할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 원격 제어 설비, RTU 설비, SCADA 설비의 제어용 컴퓨터 기기 기능 상태를 점검하고, 이상 유무를 판단하여 이상이 발생한 경우에는 보수 및 교체 작업과 함께 데이터를 관리할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 옥내 배선 설비 저압 분전반 개폐기 동작 상태, 개폐기 및 전선의 용량 적정 여부, 전선의 소선, 단선, 접속 상태, 배선 기구함의 녹, 부식, 오손 여부를 점검하고, 이상 유무를 판단하여 이상이 발생한 경우에는 보수 및 교체 작업과 함께 데이터를 관리할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 조명 설비 등기구의 설치 상태, 회로 분리 적정, 접속 개소 이상 유무, 파손, 부식, 표지류 취부 상태를 점검하고, 조명 제어반 제어 장치 동작 상태, 제어용 배선 단자 접속 상태, 접속 개소 열화 또는 외관 이상 유무를 점검하여 이상 유무를 판단하고, 이상이 발생한 경우에는 보수 및 교체 작업과 함께 데이터를 관리할 수 있다.
- 시공 표준도 및 시방서의 기준에 따라 조명 타워 등기구 취부 상태, 현시 램프 양부, 승하강 동작 상태, 전동기와 와이어로프 소손 상태, 철탑의 기초 파손, 침하, 매몰, 변형 여부를 점검하고, 이상 유무를 판단하여 이상이 발생한 경우에는 보수 및 교체 작업과 함께 데이터를 관리할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 철도 차량과 관련된 송전 선로, 변전 설비, 전차 선로, 배전 선로 및 철도 신호 제어 설비에 대한 기초적인 시공·유지·보수 업무를 수행할 수 있도록 지도할 수 있다.
- 나. 학생의 성취수준 및 요구, 학교의 실정, 지역 사회의 여건 등을 고려하여 지도의 비중을 달리하여 지도할 수 있다.

- 다. ‘철도 송전 선로 시공’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 문제 기반 학습법 등을 활용하여 송전 선로 현장 측량, 송전 선로 구조물 설치, 송전 선로 시공, 송전 선로 시험 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 라. ‘철도 변전 설비 시공’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 변전 설비 측량, 변전 설비 배관·배선, 변전 설비 기기 설치, 변전 설비 시험 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 마. ‘철도 강체 전차 선로 시공’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 강체 전차 선로 현장 측량, 강체 전차 선로 매립 전 설치, 강체 전차 선로 지지물 설치, 강체 전차 선로 가선, 강체 전차 선로 조정, 강체 전차 선로 시험 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 바. ‘철도 배전 선로 시공’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 배전 선로 현장 측량, 배전 선로 관로 시공, 가공 배전 선로 시공, 지중 배전 선로 시공, 배전 선로 시험 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 사. ‘철도 전력 설비 시공’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 전력 설비 현장 측량, 옥내 전력 설비 시공, 옥외 전력 설비 시공, 보호 설비 시공, 전력 설비 시험 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 아. ‘철도 원격 감시 제어 설비 시공’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 관제실 설비 시공, 현장 원격 감시 제어 설비 시공, 원격 감시 제어 회선 구성, 원격 감시 제어 시험 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 자. ‘철도 송·수전 선로 유지·보수’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 송·수전 선로 이상 유무 육안 점검, 송·수전 선로 데이터 측정, 송·수전 선로 유지·보수, 송수전 선로 유지·보수 데이터 관리 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 차. ‘철도 변전 설비 유지·보수’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 변전 기기 이상 유무 육안 점검, 변전 기기 데이터 측정, 변전 기기 분해·점검, 변전 기기 유지·보수 데이터 관리 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 카. ‘고압 배전 선로 유지·보수’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 고압 배전 선로 이상 유무 육안 점검, 고압 배전 선로 데이터 측정, 고압 배전 선로 유지·보수, 고압 배전 선로 유지·보수 데이터 관리 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 타. ‘역사 전기 설비 유지·보수’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 전기 설비 이상 유무 육안 점검, 전기 설비 데이터 측정, 전기 설비 분해·점검, 전기 설비 유지·보수 데이터 관리 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 목표 지향 평가가 이루어질 수 있도록 하며, 영역별로 달성할 목표를 세부적으로 분석하여 평가 방법과 내용을 계획할 수 있다.
- 2) 평가자는 작업 영역 성취기준에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위하여 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 3) 실무 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가할 수 있다.
- 4) 평가 방법은 정기 고사에 의한 평가 방법에서 탈피하여 수행평가 중심의 다양한 평가 방법을 적용할 수 있다.
- 5) ‘철도 송전 선로 시공’ 영역에서는 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 논술형 시험 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 6) ‘철도 변전 설비 시공’ 영역에서는 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 논술형 시험 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 7) ‘철도 강제 전차 선로 시공’ 영역에서는 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 논술형 시험 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 8) ‘철도 배전 선로 시공’ 영역에서는 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 논술형 시험 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 9) ‘철도 전력 설비 시공’ 영역에서는 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 논술형 시험 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 10) ‘철도 원격 감시 제어 설비 시공’ 영역에서는 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 논술형 시험 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 11) ‘철도 송·수전 선로 유지·보수’ 영역에서는 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 논술형 시험, 평가자 체크리스트, 구두 발표 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 포트폴리오, 서술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표 등을 통하여 결과 평가를 실시할 수 있다.

- 12) ‘철도 변전 설비 유지·보수’영역에서는 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 논술형 시험, 평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 포트폴리오, 서술형 시험, 평가자 질문, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 13) ‘고압 배전 선로 유지·보수’ 영역에서는 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 논술형 시험, 평가자 체크리스트, 구두 발표 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 포트폴리오, 서술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 14) ‘역사 전기 설비 유지·보수’ 영역에서는 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 서술형 시험, 평가자 질문, 일지/저널 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
철도 송전 선로 시공	현장 측량, 구조물 설치, 송전 선로 가선, 시험 송전 등의 제반 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	현장 측량, 구조물 설치, 송전 선로 가선, 시험 송전 등의 제반 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	현장 측량, 구조물 설치, 송전 선로 가선, 시험 송전 등의 제반 직무를 추진할 수 있다.
철도 변전 설비 시공	현장 측량, 배관·배선, 선로 가선, 설비 시험 등의 제반 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	현장 측량, 배관·배선, 선로 가선, 설비 시험 등의 제반 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	현장 측량, 배관·배선, 선로 가선, 설비 시험 등의 제반 직무를 추진할 수 있다.
철도 강제 전차 선로 시공	터널 등의 천장에 애자 또는 측면에 브래킷을 취부하고, 여기에 강제 전차선을 조가하는 방식의 제반 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	터널 등의 천장에 애자 또는 측면에 브래킷을 취부하고, 여기에 강제 전차선을 조가하는 방식의 제반 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	터널 등의 천장에 애자 또는 측면에 브래킷을 취부하고, 여기에 강제 전차선을 조가하는 방식의 제반 직무를 추진할 수 있다.
철도 배전 선로 시공	배전 선로 측량, 배전 선로 관로 설치, 가공 배전 선로 설치, 지중 배전 선로 설치, 배전 선로 시험 등의 제반 업무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	배전 선로 측량, 배전 선로 관로 설치, 가공 배전 선로 설치, 지중 배전 선로 설치, 배전 선로 시험 등의 제반 업무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	배전 선로 측량, 배전 선로 관로 설치, 가공 배전 선로 설치, 지중 배전 선로 설치, 배전 선로 시험 등의 제반 업무를 추진할 수 있다.
철도 전력 설비 시공	전력 설비 측량, 옥내·옥외 전력 설비 설치, 보호 설비 설치, 전력 설비 시험 등의 제반 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	전력 설비 측량, 옥내·옥외 전력 설비 설치, 보호 설비 설치, 전력 설비 시험 등의 제반 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	전력 설비 측량, 옥내·옥외 전력 설비 설치, 보호 설비 설치, 전력 설비 시험 등의 제반 직무를 추진할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
철도 원격 감시 제어 설비 시공	전철 변전소, 급전 구분소, 전기실, 중앙 환기실의 전기를 공급하는 전력 설비에 대한 원격 운전, 제어, 계측, 감시하기 위한 설비를 설치하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	전철 변전소, 급전 구분소, 전기실, 중앙 환기실의 전기를 공급하는 전력 설비에 대한 원격 운전, 제어, 계측, 감시하기 위한 설비를 설치하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	전철 변전소, 급전 구분소, 전기실, 중앙 환기실의 전기를 공급하는 전력 설비에 대한 원격 운전, 제어, 계측, 감시하기 위한 설비를 설치할 수 있다.
철도 송·수전 선로 유지·보수	철도 송·수전 선로 유지·보수를 위해 송·수전 선로 이상 유무 육안 점검, 송·수전 선로 데이터 측정, 송·수전 선로 유지·보수 및 송·수전 선로 유지·보수 데이터 관리를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	철도 송·수전 선로 유지·보수를 위해 송·수전 선로 이상 유무 육안 점검, 송·수전 선로 데이터 측정, 송·수전 선로 유지·보수 및 송·수전 선로 유지·보수 데이터 관리를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	철도 송·수전 선로 유지·보수를 위해 송·수전 선로 이상 유무 육안 점검, 송·수전 선로 데이터 측정, 송·수전 선로 유지·보수 및 송·수전 선로 유지·보수 데이터 관리를 수행할 수 있다.
철도 변전 설비 유지·보수	철도 변전 설비 유지·보수를 위해 변전 기기 이상 유무 육안 점검, 변전 기기 데이터 측정, 변전 기기 분해·점검 및 변전 기기 유지·보수 데이터 관리를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	철도 변전 설비 유지·보수를 위해 변전 기기 이상 유무 육안 점검, 변전 기기 데이터 측정, 변전 기기 분해·점검 및 변전 기기 유지·보수 데이터 관리를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	철도 변전 설비 유지·보수를 위해 변전 기기 이상 유무 육안 점검, 변전 기기 데이터 측정, 변전 기기 분해·점검 및 변전 기기 유지·보수 데이터 관리를 수행할 수 있다.
고압 배전 선로 유지·보수	고압 배전 선로 유지·보수를 위해 고압 배전 선로 이상 유무 육안 점검, 고압 배전 선로 데이터 측정, 고압 배전 선로 유지·보수 및 고압 배전 선로 유지·보수 데이터 관리 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	고압 배전 선로 유지·보수를 위해 고압 배전 선로 이상 유무 육안 점검, 고압 배전 선로 데이터 측정, 고압 배전 선로 유지·보수 및 고압 배전 선로 유지·보수 데이터 관리 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	고압 배전 선로 유지·보수를 위해 고압 배전 선로 이상 유무 육안 점검, 고압 배전 선로 데이터 측정, 고압 배전 선로 유지·보수 및 고압 배전 선로 유지·보수 데이터 관리를 수행할 수 있다.
역사 전기 설비 유지·보수	역사 전기 설비 유지·보수를 위해 전기 설비 이상 유무 육안 점검, 전기 설비 데이터 측정, 전기 설비 분해·점검 및 전기 설비 유지·보수 데이터 관리를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	역사 전기 설비 유지·보수를 위해 전기 설비 이상 유무 육안 점검, 전기 설비 데이터 측정, 전기 설비 분해·점검 및 전기 설비 유지·보수 데이터 관리를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	역사 전기 설비 유지·보수를 위해 전기 설비 이상 유무 육안 점검, 전기 설비 데이터 측정, 전기 설비 분해·점검 및 전기 설비 유지·보수 데이터 관리를 수행할 수 있다.

[실무 과목]

11. 철도 신호 제어 시공 운용

1. 성격 및 목표

가. 성격

“철도 신호 제어 시공 운용” 과목은 전기·전자 교과군의 전기과 학생들에게 철도 차량의 안전 운행과 효율성 향상을 위하여 철도 신호 제어 설비 시공과 철도 신호 제어 시설물 유지·보수 업무를 수행할 수 있는 능력을 기르기 위한 내용으로 구성된 과목이다.

이 과목에서 학습해야 할 내용은 전선로 시공, 연동 장치 시공, 열차 제어 장치 시공, 열차 집중 제어 장치 시공, 안전 설비 시공, 운행선 절체, 폐색 신호 장치 유지·보수, 안전 설비 유지·보수, 관제 설비 유지·보수 등으로서 철도 신호 제어 시공과 철도 신호 제어 시설물 유지·보수 업무를 수행하는데 필요한 이론과 실습을 병행하여 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

철도 차량의 안전 운행과 효율성 향상을 위하여 철도 신호 제어 설비 시공과 철도 신호 제어 시설물 유지·보수 업무를 수행할 수 있는 능력을 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
전선로 시공 (1901100204_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 전선로 루트 선정하기 • 관로 시공하기 • 신호 제어 케이블 시공하기
연동 장치 시공 (1901100206_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 기기 랙 설치하기 • 기기 간 케이블 연결하기 • 역 단위 계전기 설치하기 • 연동 검사 시행하기
열차 제어 장치 시공 (1901100208_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 열차 자동 제어 장치(ATC) 시공하기 • 열차 자동 방호 장치(ATP) 시공하기 • 열차 자동 운전 장치(ATO) 시공하기 • 열차 자동 정지 장치(ATS) 시공하기 • 열차 무선 제어 장치(CBTC/KRTCS) 시공하기
열차 집중 제어 장치 시공 (1901100209_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 정보 전송 장치 시공하기 • 표시 제어 장치 시공하기 • 인터페이스 시험하기
안전 설비 시공 (1901100210_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 건널목 보안 장치 시공하기 • 검지 장치 시공하기 • 기타 안전 설비 시공하기
운행선 절체 (1901100211_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 절체 작업 계획서 작성하기 • 절체 작업 시행하기
폐색 신호 장치 유지·보수 (1901100304_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 폐색 신호 장치 이상 유무 육안 점검하기 • 폐색 신호 장치 데이터 측정하기 • 폐색 신호 장치 유지·보수하기
안전 설비 유지·보수 (1901100309_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 안전 설비 이상 유무 육안 점검하기 • 안전 설비 데이터 측정하기 • 안전 설비 유지·보수하기
관제 설비 유지·보수 (1901100310_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 관제 설비 이상 유무 육안 점검하기 • 관제 설비 데이터 측정하기 • 관제 설비 유지·보수하기 • 관제 설비 유지·보수 데이터 관리하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력 단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 전선로 시공

설계 편람 및 공사 시방서에 따라 전선로 루트 선정하기, 신호 관로 시공하기, 신호 제어 케이블 시공하기를 수행할 수 있다.

가) 전선로 루트 선정하기

- 타 분야와 지장 여부 인터페이스를 확인하여 전선로 루트를 선정할 수 있다.
- 신호 설비 배치도에 따라 전선로 구성도를 작성할 수 있다.
- 콘크리트 트로프, 공동 관로, 케이블 트레이 등 노반 분야 조건에 따라 전선로 루트를 선정할 수 있다.
- 케이블의 외피 손상에 의한 장애 및 사고를 방지하기 위하여 역 구내 및 역 간의 전선로 루트를 선정할 수 있다.

나) 관로 시공하기

- 전선로 용량을 산정할 수 있다.
- 설계서 및 시방서에 따라 신호 계전기실 인입구 덕트를 시공할 수 있다.
- 설계서 및 시방서에 따라 트러프를 시공할 수 있다.
- 설계서 및 시방서에 따라 맨홀을 시공할 수 있다.
- 설계서 및 시방서에 따라 전선관을 설치할 수 있다.

다) 신호 제어 케이블 시공하기

- 설계서 및 시방서에 따라 신호 제어 케이블 포설 및 접속을 할 수 있다.
- 설계서 및 시방서에 따라 신호 제어 케이블의 성능을 확보할 수 있다.
- 장치별로 필요한 케이블, 심선 배열 조합을 할 수 있다.
- 접속 합 도면을 작성할 수 있다.
- 케이블 절연 저항을 측정할 수 있다.

2) 연동 장치 시공

설계 편람 및 공사 시방서에 따라 전원 설비 시공, 역 단위 계전기실 시공, 연동 검사 시행 등을 수행할 수 있다.

가) 기기 랙 설치하기

- 설계서 및 시방서에 따라 기기 랙 위치를 검토할 수 있다.
- 신호 기계실에 케이블 트레이를 시공할 수 있다.
- 중별 기기 랙 및 하부면 절연물을 시공할 수 있다.

- 종별 기기 랙을 분류할 수 있다.

나) 기기 간 케이블 연결하기

- 신호 기계실에 제어 케이블을 배치할 수 있다.
- 설치된 기기 랙을 바탕으로 기기 간 연결을 할 수 있다.
- 연결된 기기 간 전원 공급을 확인할 수 있다.
- 케이블 배선 및 결선도를 작성할 수 있다.

다) 역 단위 계전기 설치하기

- 랙별 계전기 배치를 검토할 수 있다.
- 기기 배치도를 작성할 수 있다.
- 종별 계전기를 시공할 수 있다.
- 종별 계전기 특성을 분석할 수 있다.
- 계전기 동작 전원 공급을 확인할 수 있다.

라) 연동 검사 시행하기

- 신호 현시 시험을 할 수 있다.
- 선로 전환기 표시 시험을 할 수 있다.
- 궤도 회로 단락 시험을 할 수 있다.
- 진로 선별 시험을 할 수 있다.
- 채정에 의한 연동 장치 내용을 연동 도표로 작성할 수 있다.

3) 열차 제어 장치 시공

설계 편람 및 공사 시방서에 따라 열차 자동 제어 장치 시공, 열차 자동 방호 장치 시공, 열차 자동 운전 장치 시공, 열차 자동 정지 장치 시공, 열차 무선 제어 장치 시공 등을 수행할 수 있다.

가) 열차 자동 제어 장치(ATC) 시공하기

- ATC 선로변 설비를 시공할 수 있다.
- 열차 검지 장치를 시공할 수 있다.
- ATC 정보 처리 장치를 시공할 수 있다.
- 연동 장치로부터 속도 코드 조건을 작성할 수 있다.
- ATC의 작동을 위하여 수신기 기능을 확인할 수 있다.

나) 열차 자동 방호 장치(ATP) 시공하기

- 선로변 제어 유닛을 시공할 수 있다.
- ATP 선로변 설비를 시공할 수 있다.

- 열차 자동 방호 장치의 발리스 기능을 확인할 수 있다.
- 폐색 신호 현시, 인접 신호기 자체 신호 현시 표시 등에 필요한 신호 부호 전송기 성능을 확인할 수 있다.

다) 열차 자동 운전 장치(ATO) 시공하기

- 열차 정보 송신 장치를 설치할 수 있다.
- 열차 정보 송신 장치 유닛을 설치할 수 있다.
- 자동 운전 기능을 검사할 수 있다.
- 개폐 정보에 따른 출입문 개폐 기능을 검사할 수 있다.

라) 열차 자동 정지 장치(ATS) 시공하기

- 차량 종별, 중계 신호기 등을 고려하여 열차 자동 정지 장치 설치 위치를 선정할 수 있다.
- ATS 지상 장치를 설치할 수 있다.
- 점 제어식 열차 자동 정지 장치의 제어 거리를 산출할 수 있다.
- 신호 현시별 제한 속도에 맞게 결선할 수 있다.
- ATS 지상자 Q 측정을 할 수 있다.

마) 열차 무선 제어 장치(CBTC/KRTCS) 시공하기

- 선로변 무선 장치를 시공할 수 있다.
- 선로변 트랜스폰더를 시공할 수 있다.
- 광 네트워크 시스템을 시공할 수 있다.
- 양방향 데이터 통신 시스템을 구현할 수 있다.
- 열차 위치 실시간 검지 및 열차 이동 권한 연속 설정 기능을 검증할 수 있다.

4) 열차 집중 제어 장치 시공

관제소에서 관제가 가능하도록 정보 전송 장치, 표시 제어 장치를 시공하고, 인터페이스를 시험할 수 있다.

가) 정보 전송 장치 시공하기

- 관제소와 원활한 정보 송수신을 위하여 통신 선로를 확인할 수 있다.
- 정보를 수집하기 위하여 연동 장치와 인터페이스를 확인할 수 있다.
- 설계 도면에 따라 정보 전송 장치를 설치할 수 있다.

나) 표시 제어 장치 시공하기

- 관제 센터에 대형 표시판을 설치할 수 있다.
- 관제 센터에 관제 제어 콘솔을 설치할 수 있다.

- 관제 센터에 유지·보수자 콘솔을 설치할 수 있다.
- 제어 장치의 원활한 운용을 위한 부속 설비를 설치할 수 있다.

다) 인터페이스 시험하기

- 표시 화면이 정확히 표현되는지를 시험할 수 있다.
- 현장과 통신 상태가 원활한지를 확인할 수 있다.
- 표시 정보가 화면에 정확히 전달되는지를 확인할 수 있다.
- 제어 명령이 현장으로 정확히 전달되는지를 확인할 수 있다.

5) 안전 설비 시공

열차 운행 시 안전 확보를 위해 건널목 보안 장치, 검지 장치 등을 시공할 수 있다.

가) 건널목 보안 장치 시공하기

- 운행 열차와 교차되는 도로 상황을 조사하여 경보 제어 거리를 산출할 수 있다.
- 건널목 안전을 위한 건널목 제어 장치를 설치할 수 있다.
- 열차 운행 시 차량 통제를 위해 건널목 차단기를 설치할 수 있다.
- 열차 운행 시 경보 발생을 위해 경보 장치를 설치할 수 있다.
- 건널목 보안 장치의 기능 검사를 할 수 있다.

나) 검지 장치 시공하기

- 지진 검지를 통해 열차 운행을 원활히 하기 위한 지진 경보 장치를 시공할 수 있다.
- 열차 운행에 대한 방해 요소 검지를 위한 지장물 검지 장치를 시공할 수 있다.
- 차축 온도 검지 장치를 시공할 수 있다.
- 기상 정보 장치를 시공할 수 있다.
- 낙석 감지 장치를 시공할 수 있다.

다) 기타 안전 설비 시공하기

- 보수자 횡단 경보 장치를 시공할 수 있다.
- 터널 열차 진입 경보 장치를 시공할 수 있다.
- 분기기 히팅 장치를 시공할 수 있다.

6) 운행선 절체

시공 작업이 원활히 진행될 수 있도록 절체 작업 계획서를 작성하고, 실제 작업을 시행할 수 있다.

가) 절체 작업 계획서 작성하기

- 계획서 수립을 위해 운행선 담당 부서와 협의할 수 있다.
- 절체 작업 공정 일정표를 산출할 수 있다.
- 절체 작업 투입 인력을 산출할 수 있다.
- 안전 관리 계획을 작성할 수 있다.
- 시험 계획을 수립할 수 있다.
- 절체 작업 인터페이스를 협의할 수 있다.

나) 절체 작업 시행하기

- 절체 작업 시행을 위해 운행선 담당 부서와 협의할 수 있다.
- 절체 작업 시행을 위한 인력 배치를 할 수 있다.
- 절체 작업 안전 관리를 할 수 있다.
- 기능 시험을 할 수 있다.

7) 폐색 신호 장치 유지·보수

폐색 신호 장치 이상 유무 육안 점검, 폐색 신호 장치 데이터 측정 및 폐색 신호 장치 유지·보수를 수행할 수 있다.

가) 폐색 신호 장치 이상 유무 육안 점검하기

- 신호 설비 유지·보수 지침 등 사규에 따라 폐색 장치의 현장 기기의 설치 위치를 점검하여 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 유지·보수 매뉴얼에 따라 기기가 정상 동작하는지 확인하고, 정상 유무를 판단할 수 있다.
- 유지·보수 매뉴얼에 따라 점검한 설비의 이상 시 계전기 동작 상태를 확인하고, 다시 취급하여 정상 동작할 수 있도록 유지·보수할 수 있다.
- 전원 공급 장치와 같은 주변 기기로 인한 고장이 발생할 우려에 대한 판단을 하고, 기기가 정상 동작할 수 있도록 예방 유지·보수할 수 있다.

나) 폐색 신호 장치 데이터 측정하기

- 신호 설비 유지·보수 지침 등 사규에 따라 신호 계열 및 출발 정지 신호 조건을 파악하고 점검할 수 있다.
- 유지·보수 매뉴얼에 따라 폐색 장치 종류별 계전기 동작과 주파수 송수신 순서를 파악하고 점검할 수 있다.
- 계전기 정상 동작 유무를 판단하여 진행 신호 현시 계열에 대한 동작 과정을 파악하고, 정상 유무를 판단할 수 있다.
- 주파수의 송수신을 파악하여 전후방 폐색 기기의 정상 동작 유무를 판단할 수 있다.

다) 폐색 신호 장치 유지·보수하기

- 신호 설비 유지·보수 지침 등 사규에 따라 폐색 기기의 정상 동작 여부 파악으로 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 결선도에 따라 계전기 동작 상태 점검으로 폐색 기기의 오동작 여부를 판단할 수 있다.
- 결선도에 따라 주파수 송수신의 정상 유무를 판단하여 송수신 레벨을 조정하고, 송수신 카드를 교체할 수 있다.
- 계전기 동작 이상 시 점검·보완하거나 계전기 그룹을 교체할 수 있다.

8) 안전 설비 유지·보수

안전 설비 이상 유무 육안 점검, 안전 설비 데이터 측정 및 안전 설비 유지·보수를 수행할 수 있다.

가) 안전 설비 이상 유무 육안 점검하기

- 신호 제어 설비 유지·보수 지침에 따라 안전 설비의 설치 위치, 운행 제한 정보 확인 및 손상 유무를 점검하는 방법을 결정하고, 점검 결과를 분석하여 이상 유무를 판단하는 기준을 설정할 수 있다.
- 이상 유무 판단 결과에 따라 안전 설비 설치 위치에 대하여 유지·보수(정비, 조정 및 교체)할 수 있다.
- 이상 유무 판단 결과에 따라 안전 설비 중 기상 검지 장치의 선로변 장치를 확인하여 열차 정지, 서행할 수 있다.
- 이상 유무 판단 결과에 따라 안전 설비 중 보수자 선로 횡단 장치, 분기기 히팅 장치의 램프 점등 상태에 대하여 유지·보수(정비, 조정 및 교체)할 수 있다.

나) 안전 설비 데이터 측정하기

- 신호 제어 설비 유지·보수 지침에 따라 안전 설비는 ATC 장치, 연동 장치 및 CTC 장치와 인터페이스되어 CTC 관제실에서 기능을 감시하여 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 안전 설비 데이터를 측정하여 유지·보수(정비, 조정 및 교체)할 수 있다.
- 안전 설비 중 기상 검지 장치의 선로변 장치를 확인하여 열차 정지, 서행할 수 있다.
- 안전 설비 중 보수자 선로 횡단 장치, 분기기 히팅 장치의 램프 점등 전압 전류를 측정하여 유지·보수(정비, 조정 및 교체)할 수 있다.

다) 안전 설비 유지·보수하기

- 신호 제어 설비 유지 보수 지침에 따라 안전 설비는 ATC 장치, 연동 장치 및 CTC 장치와 인터페이스 상태를 CTC 관제실에서 기능을 감시하여 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 안전 설비를 점검하여 유지·보수(정비, 조정 및 교체)할 수 있다.

- 안전 설비 중 기상 검지 장치의 선로변 장치 기능을 확인하여 기능 이상 시 열차를 정지, 서행 후 점검하여 보수할 수 있다.
- 안전 설비 중 보수자 선로 횡단 장치, 분기기 히팅 장치 기능을 점검하여 유지·보수(정비, 조정 및 교체)할 수 있다.

9) 관제 설비 유지·보수

관제 설비 이상 유무 육안 점검, 관제 설비 데이터 측정, 관제 설비 유지·보수 및 관제 설비 유지·보수 데이터 관리를 수행할 수 있다.

가) 관제 설비 이상 유무 육안 점검하기

- 신호 설비 유지·보수 지침 등 사규에 따라 기기 간 연결된 회선과 통신 장비의 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 유지·보수 매뉴얼에 따라 통신 설비 점검표에 의하여 점검하고, 이상 유무를 기록할 수 있다.
- 점검한 통신 설비의 이상이 있을 때 상용 설비에서 예비 설비로 계 절체를 할 수 있다.
- 유지·보수 컴퓨터로 각 기기의 운용 상태를 점검할 수 있다.
- 실내 기기의 외형 설비의 주변 환경을 점검하고, 이상 시 유지·보수 할 수 있다.

나) 관제 설비 데이터 측정하기

- 유지·보수 매뉴얼에 따라 유지·보수 컴퓨터로 데이터의 흐름을 점검하고 측정할 수 있다.
- 피 제어 기기가 정상적으로 동작되도록 관제 설비 제어 명령이 정확하게 전달되는지 확인하고, 그 데이터를 측정할 수 있다.
- 현장 상황에 대한 표시 정보의 전송 여부를 확인하고, 관제 설비 표시부에 정확하게 표시되는지 판단하여 그 데이터를 측정할 수 있다.
- 외부 기기로 전송되는 열차 운행 정보를 관제 설비에서 정상 송출되는지 확인하고, 정상 여부를 판단할 수 있다.

다) 관제 설비 유지·보수하기

- 유지·보수 매뉴얼에 따라 관제 설비 제어 명령 데이터가 시스템을 통하여 피 제어 기기에 전달되는지 여부를 확인할 수 있다.
- 유지·보수 매뉴얼에 따라 피 제어 기기의 상태 변화, 영상 전송 데이터를 확인하고, 이상 시 통신 기기를 절체할 수 있다.
- 관제 설비 제어 기기와 피 제어 기기 간의 통신 회선 잡음 대책을 강구하고, 잡음 발생 시 적절하게 유지·보수 할 수 있다.
- 관제 설비 표시 이상 시 유지·보수 절차서에 따라 운용 기기에서 예비 기기로 절체할 수 있다.

라) 관제 설비 유지·보수 데이터 관리하기

- 유지·보수 절차서에 따라 관제 설비 업데이트 시 기기별 버전을 만들고, 데이터를 저장, 관리할 수 있다.
- 유지·보수 매뉴얼에 따라 열차 운행 관련 장애 또는 사고 시 이벤트를 확인하고, 저장, 관리할 수 있다.
- 장애 또는 사고 발생 시 저장된 이벤트 데이터를 보수 매뉴얼에 따라 축출하고 재생할 수 있다.
- 재생된 이벤트 데이터를 확인하고, 장애 또는 사고 원인을 분석할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 철도 차량과 관련된 송전 선로, 변전 설비, 전차 선로, 배전 선로 및 철도 신호 제어 설비에 대한 기초적인 시공·유지·보수 업무를 수행할 수 있도록 지도할 수 있다.
- 나. 학생의 성취수준 및 요구, 학교의 실정, 지역 사회의 여건 등을 고려하여 지도의 비중을 달리하여 지도할 수 있다.
- 다. ‘전선로 시공’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 전선로 루트 선정, 관로 시공, 신호 제어 케이블 시공 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 라. ‘연동 장치 시공’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 기기 랙 설치, 기기 간 케이블 연결, 역 단위 계전기 설치, 연동 검사 시행 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 마. ‘열차 제어 장치 시공’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 열차 자동 제어 장치(ATC) 시공, 열차 자동 방호 장치(ATP) 시공, 열차 자동 운전 장치(ATO) 시공, 열차 자동 정지 장치(ATS) 시공, 열차 무선 제어 장치(CBTC/KRTCS) 시공 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 바. ‘열차 집중 제어 장치 시공’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 정보 전송 장치 시공, 표시 제어 장치 시공, 인터페이스 시험 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 사. ‘안전 설비 시공’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 건널목 보안 장치 시공, 검지 장치 시공, 기타 안전 설비 시공 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.

- 아. ‘운행선 절체’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 절체 작업 계획서 작성, 절체 작업 시행 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 자. ‘폐색 신호 장치 유지·보수’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 폐색 신호 장치 이상 유무 육안 점검, 폐색 신호 장치 데이터 측정, 폐색 신호 장치 유지·보수 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 차. ‘안전 설비 유지·보수’영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 안전 설비 이상 유무 육안 점검, 안전 설비 데이터 측정, 안전 설비 유지·보수 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.
- 카. ‘관제 설비 유지·보수’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 관제 설비 이상 유무 육안 점검, 관제 설비 데이터 측정, 관제 설비 유지·보수 등에 필요한 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도할 수 있다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 목표 지향 평가가 이루어질 수 있도록 하며, 영역별로 달성할 목표를 세부적으로 분석하여 평가 방법과 내용을 계획할 수 있다.
- 2) 평가자는 작업 영역 성취기준에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위하여 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 3) 실무 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가할 수 있다.
- 4) 평가 방법은 정기 고사에 의한 평가 방법에서 탈피하여 수행평가 중심의 다양한 평가 방법을 적용할 수 있다.
- 5) ‘전선로 시공’ 영역에서는 문제 해결 시나리오, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 통하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 6) ‘연동 장치 시공’ 영역에서는 문제해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.

- 7) ‘열차 제어 장치 시공’ 영역에서는 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 8) ‘열차 집중 제어 장치 시공’ 영역에서는 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 9) ‘안전 설비 시공’ 영역에서는 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 10) ‘운행선 절체’ 영역에서는 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 11) ‘폐색 신호 장치 유지·보수’ 영역에서는 포트폴리오, 사례 연구, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 포트폴리오, 서술형 시험, 논술형 시험, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 12) ‘안전 설비 유지·보수’ 영역에서는 포트폴리오, 사례 연구, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 포트폴리오, 서술형 시험, 논술형 시험, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.
- 13) ‘관제 설비 유지·보수’ 영역에서는 포트폴리오, 사례 연구, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트 등을 활용하여 과정 평가를 실시하고, 포트폴리오, 서술형 시험, 논술형 시험, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시할 수 있다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
전선로 시공	설계 편람 및 공사 시방서에 따라 전선로 루트 선정하기, 신호 관로 시공하기, 신호 제어 케이블 시공하기를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	설계 편람 및 공사 시방서에 따라 전선로 루트 선정하기, 신호 관로 시공하기, 신호 제어 케이블 시공하기를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	설계 편람 및 공사 시방서에 따라 전선로 루트 선정하기, 신호 관로 시공하기, 신호 제어 케이블 시공하기를 수행할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
연동 장치 시공	설계 편람 및 공사 시방서에 따라 전원 설비 시공, 역 단위 계전기실 시공, 연동 검사 시행 등의 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	설계 편람 및 공사 시방서에 따라 전원 설비 시공, 역 단위 계전기실 시공, 연동 검사 시행 등의 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	설계 편람 및 공사 시방서에 따라 전원 설비 시공, 역 단위 계전기실 시공, 연동 검사 시행 등을 수행할 수 있다.
열차 제어 장치 시공	설계 편람 및 공사 시방서에 따라 열차 자동 제어 장치 시공, 열차 자동 방호 장치 시공, 열차 자동 운전 장치 시공, 열차 자동 정지 장치, 시공, 열차 무선 제어 장치 시공 등의 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	설계 편람 및 공사 시방서에 따라 열차 자동 제어 장치 시공, 열차 자동 방호 장치 시공, 열차 자동 운전 장치 시공, 열차 자동 정지 장치, 시공, 열차 무선 제어 장치 시공 등의 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	설계 편람 및 공사 시방서에 따라 열차 자동 제어 장치 시공, 열차 자동 방호 장치 시공, 열차 자동 운전 장치 시공, 열차 자동 정지 장치, 시공, 열차 무선 제어 장치 시공 등을 수행할 수 있다.
열차 집중 제어 장치 시공	관제소에서 관제가 가능하도록 정보 전송 장치, 표시 제어 장치를 시공하고, 인터페이스 시험을 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	관제소에서 관제가 가능하도록 정보 전송 장치, 표시 제어 장치를 시공하고, 인터페이스 시험을 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	관제소에서 관제가 가능하도록 정보 전송 장치, 표시 제어 장치를 시공하고, 인터페이스를 시험할 수 있다.
안전 설비 시공	열차 운행 시 안전 확보를 위해 건널목 보안 장치, 감지 장치 등을 시공하는 직무를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	열차 운행 시 안전 확보를 위해 건널목 보안 장치, 감지 장치 등을 시공하는 직무를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	열차 운행 시 안전 확보를 위해 건널목 보안 장치, 감지 장치 등을 시공할 수 있다.
운행선 절체	시공 작업이 원활히 진행될 수 있도록 정체 작업 계획서를 작성하고, 실제 작업을 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	시공 작업이 원활히 진행될 수 있도록 정체 작업 계획서를 작성하고, 실제 작업을 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	시공 작업이 원활히 진행될 수 있도록 정체 작업 계획서를 작성하고, 실제 작업을 시행할 수 있다.
폐색 신호 장치 유지·보수	폐색 신호 장치 이상 유무 육안 점검, 폐색 신호 장치 데이터 측정 및 폐색 신호 장치 유지·보수를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	폐색 신호 장치 이상 유무 육안 점검, 폐색 신호 장치 데이터 측정 및 폐색 신호 장치 유지·보수를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	폐색 신호 장치 이상 유무 육안 점검, 폐색 신호 장치 데이터 측정 및 폐색 신호 장치 유지·보수를 수행할 수 있다.
안전 설비 유지·보수	안전 설비 이상 유무 육안 점검, 안전 설비 데이터 측정 및 안전 설비 유지·보수를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	안전 설비 이상 유무 육안 점검, 안전 설비 데이터 측정 및 안전 설비 유지·보수를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	안전 설비 이상 유무 육안 점검, 안전 설비 데이터 측정 및 안전 설비 유지·보수를 수행할 수 있다.
관제 설비 유지·보수	관제 설비 이상 유무 육안 점검, 관제 설비 데이터 측정, 관제 설비 유지·보수 및 관제 설비 유지·보수 데이터 관리를 새로운 아이디어를 창출하여 수행할 수 있다.	관제 설비 이상 유무 육안 점검, 관제 설비 데이터 측정, 관제 설비 유지·보수 및 관제 설비 유지·보수 데이터 관리를 다른 사람에게 설명하면서 수행할 수 있다.	관제 설비 이상 유무 육안 점검, 관제 설비 데이터 측정, 관제 설비 유지·보수 및 관제 설비 유지·보수 데이터 관리를 수행할 수 있다.

[실무 과목]

12. 전자 부품 생산

1. 성격 및 목표

가. 성격

“전자 부품 생산” 과목은 특성화 고등학교 및 마이스터 고등학교의 전자과 학생들에게 전자 부품 생산에 관한 기술을 습득시켜, 전자 제품 제조에 활용할 수 있는 능력을 기르기 위한 실무 과목이다.

이 과목에서 이수해야할 내용은 전자 부품 생산 기술 지원, 전자 부품 자재 관리, 전자 부품 설비 관리, 전자 부품 생산 활동, 전자 부품 품질 관리 및 전자 부품 출하 관리 등으로, 전자부품 생산에 관한 생산장비 관리에서부터 창고 관리하기에 이르기까지 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

전자 부품 생산에 관한 이론과 기술을 습득하고 원리를 이해하며, 전자 제품 제조 분야에 적용할 수 있는 지식, 기술과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
전자 부품 생산 기술 지원 (1902020201_14v2)	<ul style="list-style-type: none">• 생산 장비 관리하기• 작업 지시서 관리하기

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
전자 부품 자재 관리 (1902020204_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 자재 입고 관리하기 • 자재 출고 관리하기 • 자재 보관 관리하기
전자 부품 설비 관리 (1902020206_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 설비 유지·보수하기 • 설비 성능 관리하기
전자 부품 생산 활동 (1902020208_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 생산 준비하기 • 생산하기 • 생산 진도 관리하기
전자 부품 품질 관리 (1902020209_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 부품 검사하기 • 부적합품 관리하기
전자 부품 출하 관리 (1902020210_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 출하 준비하기 • 포장하기 • 창고 관리하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력 단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 전자 부품 생산 기술 지원

가) 생산 장비 관리하기

- 자사에서 보유하고 있는 생산 장비를 효율적으로 관리하기 위해 품명, 용도, 가격, 사용 장소, 제작 일자, 구입 일자 등이 수록된 생산 장비 대장을 작성할 수 있다.
- 전자 부품 생산 공정별 계측 장비, 지그, 치공구를 파악하고, 생산, 검사, 수리에 필요한 보조 장비를 설계, 제작, 개선할 수 있다.
- 생산하는 전자 부품의 성능, 기능, 품질의 신뢰도를 확보하기 위하여 생산 장비에 대한 주기적인 검·교정을 실시할 수 있다.

나) 작업 지시서 관리하기

- 표준화된 작업 관리를 통하여 생산성을 향상시키기 위한 전자 부품 생산의 단위 공정별 작업 내용을 파악할 수 있다.
- 작업 내용에 따라 사진, 그림, 도표 등이 포함되어 있는 작업 지시서를 작성할 수 있다.
- 작업 지시서를 실제 생산에 적용해보고, 작업 지시서 내용의 오류를 파악하여 수정할 수 있다.
- 수정된 작업 지시서를 생산 현장에 배포하여 적용하고, 작업 지시서에 맞도록 작업이 이루어지는지 주기적으로 점검할 수 있다.
- 생산 현장에서 작업과 관련된 개선 및 제언 사항을 수집하고, 작업 지시서를 수정, 보완할 수 있다.

2) 전자 부품 자재 관리

가) 자재 입고 관리하기

- 발주서의 자재 입고 계획에 따라 자재가 요구된 일자에 입고되었는지 여부를 파악할 수 있다.
- 입고된 자재와 발주서를 비교하여, 수입 검사를 통해 수량, 품질 검사를 실시할 수 있다.
- 자재 입고 계획에 따라 자재의 품목, 규격, 수량, 입고 일자 등을 관리할 수 있다.

나) 자재 출고 관리하기

- 유관 부서로부터 접수된 출고 요청서에 따라 생산에 투입될 자재의 재고 유무를 확인할 수 있다.
- 전자 부품 생산 시기에 맞춰 자재를 출고하여 지정된 장소에 운반할 수 있다.
- 보관 중인 자재의 적정 재고 수량과 상태를 주기적으로 파악한 후, 자재관리대장에 기입하고 관리할 수 있다.

다) 자재 보관 관리하기

- 자재 관리 기준에 따라 생산량, 품질, 납기 등을 고려하여 자재의 중요도를 파악할 수 있다.
- 파악된 자재의 중요도에 따라 ABC, 선입선출 등과 같은 보관 방식을 결정할 수 있다.
- 자재의 보관 조건을 파악하여 자재 특성에 따른 온도, 습도 등 보관 환경을 관리할 수 있다.
- 전자 부품 생산에 불량 자재나 불량 재고가 투입되지 않도록 별도로 구분, 관리할 수 있다.

3) 전자 부품 설비 관리

가) 설비 유지·보수하기

- 설비 점검 담당자를 선정하여 월간, 주간, 매일의 정기적인 설비 관리·점검 계획서에 의거 설비 점검을 할 수 있다.
- 고장이 발생한 설비의 고장 부위를 파악하여 자체적으로 수리하거나 설비 제조사에 수리를 의뢰할 수 있다.
- 설비의 정비 및 수리 후 설비의 시험 가동을 통해 이상 유무를 판단할 수 있다.
- 제조 설비의 설비 정비 이력을 기입하고, 설비 보전을 위한 보수 예비 부품의 재고를 관리할 수 있다.

나) 설비 성능 관리하기

- 설비의 가동률과 생산성을 조사하여 설비 성능을 평가할 수 있다.
- 설비의 비가동 손실을 측정하고, 발생 원인을 파악하여 설비의 성능 저하를 방지할 수 있다.
- 설비의 지속적인 성능 유지를 위한 관리 계획을 수립하고 관리할 수 있다.

4) 전자 부품 생산 활동

가) 생산 준비하기

- 생산 계획서를 토대로 생산할 전자 부품과 생산 일정, 생산 공정 등을 파악할 수 있다.
- 전자 부품 생산을 준비하기 위하여 공정별 작업 지시서와 제조 공정도에 따라 필요한 생산 인력, 원·부자재, 보유 설비 등의 자원을 파악하여 배치할 수 있다.
- 배치된 자원을 활용하여 전자 부품 생산 작업 내용과 생산 장비의 조작 방법 등 양산 준비 상태를 점검할 수 있다.

나) 생산하기

- 유관 부서로부터 도면, 부품 목록 등을 입수하여 자동화 공정 프로그램을 설치할 수 있다.
- 설치된 프로그램에 따라 자동 삽입 공정에 전자 부품 소자를 투입하여 반제품을 생산할 수 있다.
- 생산된 반제품을 양산 라인으로 이송하고, 작업 지시서에 따라 수동 부품을 삽입하여 전자 부품을 생산할 수 있다.
- 생산된 전자 부품에 대하여 검사 장비를 활용하여 양·불량품을 판별할 수 있다.

다) 생산 진도 관리하기

- 생산 진도를 관리하기 위하여 생산 계획과 생산 실적을 비교하고, 생산 계획 달성도를 확인할 수 있다.
- 확인된 생산 계획 달성도에 따라 생산 실적 미달 원인을 분석할 수 있다.
- 분석된 원인에 대하여 유관 부서와 협의하고, 생산 인력, 원·부자재, 생산 장비, 생산 방법 등의 개선책을 마련하여 생산 진도를 관리할 수 있다.
- 생산 진도를 효율적으로 관리하기 위하여 일일 생산량, 불량 현황 등에 대한 작업 일지를 작성할 수 있다.

5) 전자 부품 품질 관리

가) 부품 검사하기

- 생산된 전자 부품에 대하여 전수 검사, 표본 검사, 무검사의 검사 방식을 결정할 수 있고, 표본 검사일 경우 표본 검사표를 활용할 수 있다.
- 양품 판정 기준, 품질 검사 방법 등에 따라 외관 검사, 기능 검사, 성능 검사 등에 대한 검사 방법을 결정할 수 있다.
- 결정된 검사 방식에 따라 생산 중인 반제품에 대한 검사를 실시하여, 판정 기준에 의거하여 부적합품을 분류할 수 있다.
- 양품으로 판정된 전자 부품은 회사 내 출하 검사 기준에 따라 출하 검사를 수행할 수 있다.
- 공인 인증이 필요한 전자부품의 경우에는 공인시험기관에 신뢰성시험을 의뢰하고 결과를 관리할 수 있다.

나) 부적합품 관리하기

- 생산 과정에서 이관된 부적합 전자 부품에 대하여 수리가 가능한 부품과 수리가 불가능한 부품으로 분류할 수 있다.
- 수리가 가능한 전자 부품에 대하여 매뉴얼에 따라 수리 작업을 진행하고, 재검사를 실시하여 양품으로 판정된 부품은 생산 라인으로 이관할 수 있다.
- 수리가 불가능한 전자 부품의 경우 폐기 규정에 따라 폐기 사유, 폐기 비용에 대한 보고서를 작성할 수 있다.
- 폐기가 결정된 부적합품은 폐기 후 사진을 찍어 보관할 수 있다.

6) 전자 부품 출하 관리

가) 출하 준비하기

- 영업 부서에서 발행된 출하 지시서에 따라 전자 부품의 재고, 납기 일정, 포장 자재 등을 파악할 수 있다.
- 출하 지시서에 따라 출고 전표를 발행하여 전자 부품의 품목을 분류하여 지정 장소에 입고시키고 전산 상 최종 출고 처리 완료할 수 있다.
- 영업 부서와 출하 일정과 장소를 확인하고, 차량 배정을 협의할 수 있다.

나) 포장하기

- 전자 부품의 품목에 따라 사내 표준 포장 관리 기준을 파악할 수 있다.
- 파악된 기준에 따라 전자 부품의 단위 포장을 진행하고, 고객사가 요구하는 포장 기준에 따라 포장할 수 있다.

- 운송 수단, 배송 지역에 따라 마스터카톤, 트레이, 팰릿(pallet)의 종류와 크기를 결정할 수 있다.

다) 창고 관리하기

- 생산된 전자 부품의 특성을 파악하여 식별 관리, 재고 관리, 운송 조건, 보관 조건, 보존 기한 등을 고려한 보관 장소를 결정하고 관리할 수 있다.
- 전자 부품의 출고 규정에 따라 원활한 출고가 가능하도록 배치도를 작성하고, 지정된 장소에 로트별, 규격별로 보관하도록 관리, 운영할 수 있다.
- 주기적으로 보관 제품의 보관 상태를 점검하고, 이상 발생 시 창고 점검 일지에 기록하고 보고할 수 있다.
- 전자 부품의 보관 취급 매뉴얼을 작성하여 창고에 비치하고, 담당 직원들을 교육할 수 있다.
- 전자 부품의 보관·취급 매뉴얼에 따라 온도, 습도, 청결, 환기, 차광 등의 환경 관리를 수행하고, 잠금 장치와 경비 시스템의 정상 작동 여부를 확인할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 주어진 작업에 맞게 전자 부품 생산 방법을 익혀 작업할 수 있도록 한다.
- 나. 학생의 성취 수준 및 요구, 학교의 실정, 지역 사회의 여건 등을 고려하여 지도의 비중을 달리하여 지도한다.
- 다. 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 라. 전자 부품에 대한 기본 이론과 전자 부품 생산에 관한 기술을 습득하고 원리를 이해하여 학생들의 학습 전이를 향상시킬 수 있도록 한다.
- 마. ‘전자 부품 생산 기술 지원’ 영역에서는 강의법, 프로젝트 학습, 협동 학습 문제 기반 학습 등을 활용하여 생산을 원활하게 하기 위한 생산 기술을 검토하고, 생산 장비와 작업 지시서를 관리하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘전자 부품 자재 관리’ 영역에서는 강의법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 전자 부품 생산 활동에 필요한 자재를 효율적으로 관리하고 제공하기 위하여 자재의 입고, 보관 및 출고를 관리하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

- 사. ‘전자 부품 설비 관리’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 전자 부품 생산활동에 필요한 설비를 효율적으로 활용하기 위하여 설비관리계획을 수립하고 설비를 배치, 유지보수, 관리하는 능력 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 아. ‘전자 부품 생산 활동’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 전자 부품을 생산하기 위하여 생산을 준비하고, 생산하고자 하는 제품을 조립하며, 생산을 적기에 완료할 수 있도록 진도를 관리하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 자. ‘전자 부품 품질 관리’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 전자 부품의 품질을 확보하기 위하여 품질 개선 계획을 수립하고, 부품 검사와 부적합품 관리를 통해 품질 요구 사항을 만족시키는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 차. ‘전자 부품 출하 관리’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 생산 계획서에 따라 전자 부품을 생산하여 지정된 출하 장소로 인도하기까지의 출하준비, 포장, 창고 관리 업무를 수행하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 수행 준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 기른다.
- 3) 평가자는 작업 영역 성취기준에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위하여 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용한다.
- 4) 실무 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 5) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 6) ‘전자 부품 생산 기술 지원’ 영역에서는 생산을 원활하게 하기 위하여 생산 기술을 검토하고, 생산 장비와 작업 지시서를 관리하는 능력에 대해 사례 연구, 구두 발표를 활용한 과정 평가와 포트폴리오, 피평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.

- 7) ‘전자 부품 자재 관리’ 영역에서는 전자 부품 생산 활동에 필요한 자재를 효율적으로 관리하고 제공하기 위하여 자재의 입고, 보관 및 출고를 관리하는 능력에 대해 서술형 시험, 논술형 시험, 평가자 질문, 평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 논술형 시험, 구두발표 등을 활용하여 결과 평가를 한다.
- 8) ‘전자 부품 설비 관리’ 영역에서는 전자 부품 생산 활동에 필요한 설비를 효율적으로 활용하기 위하여 설비 관리 계획을 수립하고 설비를 배치, 유지·보수, 관리하는 능력에 대해 사례 연구, 평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 사례연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 구두 발표 등을 활용하여 결과 평가를 한다.
- 9) ‘전자 부품 생산 활동’ 영역에서는 전자 부품을 생산하기 위하여 생산을 준비하고, 생산하고자 하는 제품을 조립하며, 생산을 적기에 완료할 수 있도록 진도를 관리하는 능력을 일지/저널, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 일지/저널, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 한다.
- 10) ‘전자 부품 품질 관리’ 영역에서는 전자 부품의 품질을 확보하기 위하여 품질 개선 계획을 수립하고, 부품 검사와 부적합품 관리를 통해 품질 요구 사항을 만족시키는 능력을 사례연구, 일지/저널, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 문제 해결 시나리오, 평가자 체크리스트, 일지/저널, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
- 11) ‘전자 부품 출하 관리’ 영역에서는 생산 계획서에 따라 전자 부품을 생산하여 지정된 출하 장소로 인도하기까지의 출하 준비, 포장, 창고 관리 업무를 수행하는 능력을 평가자 체크리스트, 일지/저널, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 평가자 체크리스트, 일지/저널, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
전자 부품 생산 기술 지원	생산 장비 관리하기, 작업 지시서 관리하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 전자 부품의 생산 기술을 새로운 아이디어를 창출하여 지원할 수 있다.	생산 장비 관리하기, 작업 지시서 관리하기 방법을 비교하여 예를 들어 설명하면서 전자 부품의 생산 기술을 다른 사람에게 지원 할 수 있다.	생산 장비 관리하기, 작업 지시서 관리하기 방법을 모두 이해하고 전자 부품의 생산 기술 지원을 스스로 실행할 수 있다.
전자 부품 자재 관리	자재 입고 관리하기, 자재 출고 관리하기, 자재 보관 관리하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 전자 부품의 자재를 관리할 수 있다.	자재 입고 관리하기, 자재 출고 관리하기, 자재 보관 관리하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 전자 부품의 자재를 관리할 수 있다.	자재 입고 관리하기, 자재 출고 관리하기, 자재 보관 관리하기 방법을 알고, 전자 부품의 자재를 관리할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
전자 부품 설비 관리	설비 배치하기, 설비 유지·보수하기, 설비 성능 관리하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 전자 부품의 설비를 관리할 수 있다.	설비 배치하기, 설비 유지·보수하기, 설비 성능 관리하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 전자 부품의 설비를 관리할 수 있다.	설비 배치하기, 설비 유지·보수하기, 설비 성능 관리하기 방법을 알고, 전자 부품의 설비를 관리할 수 있다.
전자 부품 생산 활동	생산 준비하기, 생산하기, 생산진도 관리하기 방법을 새로운 아이디어를 창출하여 전자 부품의 생산을 수행할 수 있다.	생산 준비하기, 생산하기, 생산진도 관리하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 전자 부품의 생산할 수 있다.	생산 준비하기, 생산하기, 생산진도 관리하기 방법을 알고, 전자 부품의 생산할 스스로 수행할 수 있다.
전자 부품 품질 관리	부품 검사하기, 부적합품 관리하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 전자 부품의 품질 관리를 할 수 있다.	부품 검사하기, 부적합품 관리하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 전자 부품의 품질 관리를 할 수 있다.	부품 검사하기, 부적합품 관리하기 방법을 알고, 전자 부품의 품질 관리를 할 수 있다.
전자 부품 출하 관리	출하 준비하기, 포장하기, 창고 관리하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 전자 부품의 출하를 관리할 수 있다.	출하 준비하기, 포장하기, 창고 관리하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 전자 부품의 출하를 관리할 수 있다.	출하 준비하기, 포장하기, 창고 관리하기 방법을 알고, 전자 부품의 출하를 관리할 수 있다.

[실무 과목]

13. 전자 부품 개발

1. 성격 및 목표

가. 성격

“전자 부품 개발” 과목은 특성화 고등학교 및 마이스터 고등학교의 전자과 학생들에게 전자 부품 개발에 관한 기술을 습득시켜 전자 제품 제조에 활용할 수 있는 능력을 기르기 위한 실무 과목이다.

이 과목에서 이수해야할 내용은 전자 부품 기구 설계 검증 시험, 전자 제품 기구 시제품 제작 평가, 전자 부품 기구 신뢰성 시험, 전자 부품 기구 양산성 시험, 전자 부품 기구 사후 관리, 전자 부품 소프트웨어 시험 절차서 작성, 전자 부품 소프트웨어 시험, 전자 부품 하드웨어 정합 시험, 전자 부품 소프트웨어 현장 시험 등으로, 전자부품 개발에 관한 시작품 제작하기에서부터 시험 결과 보고서 작성하기에 이르기까지 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

전자 부품 개발에 관한 이론과 기술을 습득하고 원리를 이해하며, 전자 제품 제조 분야에 적용할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
전자 부품 기구 설계 검증 시험 (1903050204_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 시작품 제작하기 • 평가 실행하기
전자 부품 기구 시제품 제작 평가 (1903050206_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 단위 부품 검사하기 • 시제품 생산하기 • 시제품 평가하기
전자 부품 기구 신뢰성 시험 (1903050207_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 시험 계획 수립하기 • 신뢰성 평가하기 • 신뢰성 평가 보고서 작성하기
전자 부품 기구 양산성 시험 (1903050208_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 사양산 자체 검사하기 • 사양산하기 • 양산성 평가하기
전자 부품 기구 사후 관리 (1903050210_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 기술 자료 작성하기 • 승인원 관리하기
전자 부품 소프트웨어 시험 절차서 작성 (1903050305_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 단위 시험 절차서 작성하기 • 통합 시험 절차서 작성하기 • 하드웨어 정합 시험 절차서 작성하기 • 현장 시험 절차서 작성하기
전자 부품 소프트웨어 시험 (1903050307_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 소프트웨어 단위 시험하기 • 소프트웨어 통합 시험하기
전자 부품 하드웨어 정합 시험 (1903050308_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 입출력 신호 시험하기 • 정합 시험 보고서 작성하기
전자 부품 소프트웨어 현장 시험 (1903050309_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 현장 운용 시험하기 • 시험 결과 보고서 작성하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력 단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 전자 부품 기구 설계 검증 시험

가) 시작품 제작하기

- 검증 완료된 도면을 바탕으로 전자 부품 기구의 시작품 제작에 필요한 원재료를 선정할 수 있다.
- 사내 협력 업체 선정 기준에 따라 전자 부품 기구 시작품 제작이 가능한 협력 업체를 파악하여 시작품 제작 업체를 선정할 수 있다.

- 선정된 협력 업체에 전자 부품 기구 도면을 제공하고, 기술 협의를 통해 시작품을 제작할 수 있다.

나) 평가 실행하기

- 시작품 평가 기준 및 평가 방법별로 전자 부품 기구의 시작품 평가 환경을 조성할 수 있다.
- 조성된 평가 환경에서 시작품 체크리스트에 따라 전자 부품 기구의 평가를 실행할 수 있다.
- 평가 실행 후 결과에 따라 문제점 및 개선점을 파악하여 시작품 평가 결과 보고서를 작성할 수 있다.

2) 전자 부품 기구 시제품 제작 평가

가) 단위 부품 검사하기

- 시제품을 제작하기 위하여 단위 부품의 재질과 치수 등의 검사 항목과 검사 방법을 지정할 수 있다.
- 지정된 검사 항목 및 검사 방법에 따라 입고된 단위 부품의 재질과 치수를 검사할 수 있다.
- 단위 부품의 재질과 치수의 검사 결과에 따라 단위 부품의 합격 여부를 결정할 수 있다.

나) 시제품 생산하기

- 전자 부품 기구의 시제품 생산을 위한 단위 부품 목록을 작성할 수 있다.
- 전자 부품 기구의 시제품을 생산하기 위하여 공정 흐름도와 작업 지도서를 작성할 수 있다.
- 전자 부품 기구의 시제품을 생산하기 위하여 단위 부품의 준비 상태를 점검할 수 있다.
- 공정 흐름도와 작업 지도서에 따라 전자 부품 기구의 시제품을 조립·생산할 수 있다.

다) 시제품 평가하기

- 평가 기준 및 평가 방법별로 시제품의 상온, 신뢰성 환경, 충격·낙하 시험, 염수 분무, 온·습도 등의 평가 환경을 조성할 수 있다.
- 조성된 평가 환경에서 시제품 평가 체크리스트에 따라 전자 부품 기구의 시제품 평가를 실행할 수 있다.
- 평가 결과에 따라 유관 부서와 협의하여 시제품의 문제점 및 개선점을 도출할 수 있다.

3) 전자 부품 기구 신뢰성 시험

가) 시험 계획 수립하기

- 전자 부품 기구의 사용 환경을 이해하여 품질, 신뢰성 시험 항목들을 선정할 수 있다.
- 선정된 시험 항목에 적합한 시험 방법과 시험 조건, 시험 장비, 시험 담당자 등을 포함한 체크리스트를 작성할 수 있다.
- 작성된 체크리스트에 따라 전자 부품 기구의 항목별 시험 계획을 수립할 수 있다.

나) 신뢰성 평가하기

- 수립된 시험 계획과 전자 부품 기구의 사용 환경 정보에 따라 신뢰성 평가 환경을 조성할 수 있다.
- 조성된 신뢰성 평가 환경에서 전자 부품 기구의 신뢰성 시험을 진행할 수 있다.
- 신뢰성 시험 평가 기준에 따라 전자 부품 기구의 시제품의 신뢰성을 평가할 수 있다.

다) 신뢰성 평가 보고서 작성하기

- 시제품 신뢰성 평가 결과를 분석하여 전자 부품 기구 시제품의 문제점을 파악할 수 있다.
- 파악한 전자 부품 기구 시제품의 문제점을 유관 부서와 협의하여 개선점을 도출할 수 있다.
- 파악된 문제점 및 개선점을 반영하여 전자 부품 기구의 신뢰성 평가 보고서를 작성할 수 있다.

4) 전자 부품 기구 양산성 시험

가) 사양산 자재 검사하기

- 단위 부품의 재질과 치수 등의 검사 항목과 검사 방법에 따라 단위 부품 수입 검사 기준서를 작성할 수 있다.
- 작성된 단위 부품 수입 검사 기준서에 따라서 입고된 자재에 대해 단위 부품 수입 검사를 진행할 수 있다.
- 단위 부품 수입 검사 결과에 따라 전자 부품 기구의 사양산 자재의 합격 여부를 결정할 수 있다.

나) 사양산하기

- 부품 목록에 따라 전자 부품 기구 생산에 필요한 사양산 자재를 준비할 수 있다.
- 전자 부품 기구 생산 공정 흐름도에 따라 생산 현장 작업자를 위한 공정별 작업 지도서를 배치할 수 있다.

- 공정별 작업 지도서에 따라 제품의 특성 및 조립 주의 사항 등에 대한 작업자 교육을 진행할 수 있다.
- 전자 부품 기구 생산 공정 흐름도와 작업 지도서에 따라 전자 부품 기구의 시제품을 조립·생산할 수 있다.

다) 양산성 평가하기

- 대량 생산에 요구되는 품질, 생산성 등의 양산성 평가 기준 및 평가방법을 선정할 수 있다.
- 선정된 양산성 평가 기준 및 평가 방법에 따라 전자 부품 기구의 양산성 체크리스트를 작성할 수 있다.
- 작성된 양산성 체크리스트에 따라 전자 부품 기구의 양산성 평가 결과 보고서를 작성할 수 있다.
- 양산성 평가 결과 보고서에 따라 전자 부품 기구의 양산 여부를 결정할 수 있다.

5) 전자 부품 기구 사후 관리

가) 기술 자료 작성하기

- 제품 설명, 개발 이력 관리, 지속적인 제품의 생산과 기술 보완을 위해 고객 요구 사항, 기술 규격, 신뢰성 요구 사항, 공정도, 작업 지도서 등의 정보를 수집할 수 있다.
- 수집된 기술자 료 정보들 간의 오류 사항이 있는지 비교, 분석을 통하여 검토할 수 있다.
- 검토 결과에 따라 전자 부품 기구의 기술 자료를 작성, 완료할 수 있다.

나) 승인원 관리하기

- 고객 요구 규격, 신뢰성 규격, 포장 방법 등의 승인원 작성에 필요한 정보들을 수집할 수 있다.
- 수집된 정보에 의거하여 전자 부품 기구 승인원을 작성할 수 있다.
- 전자 부품 기구 견본품을 검토하고, 고객과 합의한 후 승인원 상에 상호 서명하여 관리할 수 있다.

6) 전자 부품 소프트웨어 시험 절차서 작성

가) 단위 시험 절차서 작성하기

- 기능 명세서, 부품 하드웨어 사양서에 따라 소프트웨어 단위 모듈의 기능, 입출력을 정의할 수 있다.
- 정의된 시험 사양 중 단위 모듈에 해당하는 시험 항목을 선정할 수 있다.
- 시험 사양에 따라 각 단위 모듈에 대한 단위 시험 절차서를 작성할 수 있다.

나) 통합 시험 절차서 작성하기

- 공통 모듈을 기준으로 통합할 세부 기능 모듈들의 수, 통합 순서, 통합 방법을 결정할 수 있다.
- 세부 기능 모듈 간의 상호 작용을 검증하기 위한 시험 항목을 결정할 수 있다.
- 시험 사양에 따라 전체 소프트웨어에 대한 통합 시험 절차서를 작성할 수 있다.

다) 하드웨어 정합 시험 절차서 작성하기

- 기능 명세서와 부품 하드웨어 사양서에 따라 하드웨어와 소프트웨어의 인터페이스를 정의할 수 있다.
- 시험 사양에 따라 하드웨어 정합 시험 항목을 결정할 수 있다.
- 시험 사양에 따라 하드웨어 정합 시험 절차서를 작성할 수 있다.

라) 현장 시험 절차서 작성하기

- 기능 명세서와 부품 하드웨어 사양서에 따라 동작 및 보관 중의 온도·습도 시험, 장기간 운용 시험, 충격 시험, 진동 시험의 항목을 결정할 수 있다.
- 시험 사양에 따라 각 시험에 대한 방법을 결정할 수 있다.
- 결정된 방법에 따라 현장 시험 절차서를 작성할 수 있다.

7) 전자부품 소프트웨어 시험

가) 소프트웨어 단위 시험하기

- 단위 시험 절차서 내의 각 시험 항목, 시험 방법을 검토할 수 있다.
- 소프트웨어를 단위 모듈별로 시험하기 위한 단위 시험 환경을 준비할 수 있다.
- 단위 시험 절차서의 각 항목별로 소프트웨어 동작을 시험할 수 있다.
- 소프트웨어 단위 시험 결과를 바탕으로 소프트웨어 단위 시험 결과를 정리할 수 있다.

나) 소프트웨어 통합 시험하기

- 통합 시험 절차서 내의 각 시험 항목, 시험 방법을 검토할 수 있다.
- 소프트웨어 통합 시험을 하기 위해 단위 모듈들을 통합할 수 있다.
- 소프트웨어 통합 시험을 하기 위해 통합 시험 환경을 준비할 수 있다.
- 통합 시험 절차서의 각 항목별로 소프트웨어 동작을 시험할 수 있다.
- 소프트웨어 통합 시험 결과를 바탕으로 소프트웨어 통합 시험 결과를 정리할 수 있다.

8) 전자 부품 하드웨어 정합 시험

가) 입출력 신호 시험하기

- 하드웨어 정합 시험 절차서 내의 입출력 신호 시험 방법을 검토할 수 있다.
- 하드웨어 정합 시험의 입출력 신호 시험에 대한 환경을 준비할 수 있다.
- 하드웨어 정합 시험 절차서의 입출력 신호 시험에 대하여 각 항목별로 동작을 시험할 수 있다.

나) 정합 시험 보고서 작성하기

- 입출력 신호 시험, 신뢰성 시험 결과를 분석할 수 있다.
- 분석된 시험 결과를 바탕으로 하드웨어 정합 시험 결과 보고서를 작성할 수 있다.
- 결과 보고서를 토대로 하드웨어, 소프트웨어 개발자에게 수정을 요청할 수 있다.

9) 전자 부품 소프트웨어 현장 시험

가) 현장 운용 시험하기

- 현장 시험 절차서 내의 각 시험 항목, 시험 방법을 검토할 수 있다.
- 현장 시험 절차서의 각 항목별로 소프트웨어 동작을 시험할 수 있다.
- 시험 결과에 대해 적합성 여부를 판단할 수 있다.

나) 시험 결과 보고서 작성하기

- 현장 운용 시험 수행에 따른 시험 결과를 분석할 수 있다.
- 분석된 시험 결과를 바탕으로 현장 시험 결과 보고서를 작성할 수 있다.
- 현장 시험 결과 보고서를 근거로 하드웨어, 소프트웨어 개발자에게 오류 수정이나 기능 개선을 요청할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 전자 부품의 기능 구현과 편의성, 안전성을 확보하기 위하여 고객의 요구 사항을 분석하고, 프로젝트를 기획·설계하여 기구 설계 및 검증을 통해 금형을 제작하고, 시제품을 제작 및 평가하여 신뢰성과 양산성을 시험하며, 무형 자산 관리 및 사후 관리할 수 있도록 한다.
- 나. 학생의 성취 수준 및 요구, 학교의 실정, 지역 사회의 여건 등을 고려하여 지도의 비중을 달리하여 지도한다.

- 다. 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 라. 전자 부품 개발을 위한 외부 시장 동향과 내부 역량을 파악하고, 제품·기술·위험성·수익성 분석 결과를 바탕으로 실행 전략과 기획안을 수립하고 실행하여 학생들의 학습 전이를 향상시킬 수 있도록 한다.
- 마. ‘전자 부품 기구 설계 검증 시험’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 전자 부품 기구 설계 도면의 오류 사항을 사전에 검증하기 위하여 시작품을 제작하고, 시작품 평가기준을 선정하여 평가를 실행하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘전자 부품 기구 시제품 제작 평가’ 영역에서는 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제기반학습 등을 활용하여 기구 개발물의 양산 시 문제점을 사전에 파악하기 위하여 금형으로 생산한 단위부품을 검사 후 시제품을 생산하여 시제품 평가 기준에 따라 시제품을 평가하고 문제점 개선 방향을 도출하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 사. ‘전자 부품 기구 신뢰성 시험’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 기구 개발물의 신뢰성 수준을 파악하기 위하여 사용 환경 조건에 적합한 시험 계획 수립, 신뢰성 시험을 통한 수준 평가, 신뢰성 평가 보고서를 작성할 수 있는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 아. ‘전자 부품 기구 양산성 시험’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 효율적인 대량 생산을 위해서 사양산 자재를 검사하고, 사양산을 하며, 사양산 제품에 대한 양산성을 평가하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 자. ‘전자 부품 기구 사후 관리’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 지속적인 전자 부품의 생산과 공급을 위해 기술의 자료 작성·관리, 승인원을 관리하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 차. ‘전자 부품 소프트웨어 시험 절차서 작성’ 영역에서는 강의법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 기능 명세서와 부품 하드웨어 사양서에 따라 개발된 전자 부품 소프트웨어에 대한 시험 사양 결정 및 단위 시험 절차서, 통합 시험 절차서, 하드웨어 정합 시험 절차서, 현장시험 절차서를 작성하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 카. ‘전자 부품 소프트웨어 시험’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 제품 개발에 요구되는 프로그램의 기능과 성능을 검증하기 위하여 소프트웨어 단위 시험, 통합 시험 디버깅을 하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

- 타. ‘전자 부품 하드웨어 정합 시험’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 전자 부품을 구성하는 하드웨어와 내장되는 소프트웨어 사이에 입출력 신호제어를 시험하고, 환경 변화에 따른 동작 상태를 시험하여 정합 시험의 결과 보고서를 작성하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 파. ‘전자 부품 소프트웨어 현장 시험’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 부품 소프트웨어의 완성도에 대한 확신을 갖는 단계로서, 소프트웨어 결함을 해결하기 위해 실제 사용조건과 동일한 환경을 구축하고 부품을 시험하여 결과 보고서를 작성하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 수행 준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 기른다.
- 3) 평가자는 작업 영역 성취기준에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위하여 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용한다.
- 4) 실무 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 5) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 6) ‘전자 부품 기구 설계 검증 시험’ 영역에서는 전자 부품 기구 설계 도면의 오류 사항을 사전에 검증하기 위하여 시작품을 제작하고, 시작품 평가 기준을 선정하여 평가를 실행하는 능력에 대해 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 사례 연구, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 7) ‘전자 부품 기구 시제품 제작 평가’ 영역에서는 기구 개발물의 양산 시 문제점을 사전에 파악하기 위하여 금형으로 생산한 단위 부품을 검사 후 시제품을 생산하여 시제품 평가 기준에 따라 시제품을 평가하고 문제점 개선 방향을 도출하는 능력에 대해 포트폴리오, 문제해결 시나리오, 평가자 체크리스트, 일지/저널, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 구두 발표 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 8) ‘전자 부품 기구 신뢰성 시험’ 영역에서는 기구 개발물의 신뢰성 수준을 파악하기 위하여 사용 환경 조건에 적합한 시험 계획 수립, 신뢰성 시험을 통한 수준 평가, 신뢰성 평가 보

고서를 작성할 수 있는 능력에 대해 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 구두 발표 등을 활용한 결과 평가를 한다.

- 9) ‘전자 부품 기구 양산성 시험’ 영역에서는 효율적인 대량 생산을 위해서 시양산 자재를 검사하고, 시양산을 하며, 시양산 제품에 대한 양산성을 평가하는 능력에 대해 문제해결 시나리오, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 10) ‘전자 부품 기구 사후 관리’ 영역에서는 지속적인 전자 부품의 생산과 공급을 위해 기술 자료를 작성·관리, 승인원을 관리하는 능력에 대해 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 서술형 시험, 논술형 시험, 평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 11) ‘전자 부품 소프트웨어 시험 절차서 작성’ 영역에서는 기능 명세서와 부품 하드웨어 사양서에 따라 개발된 전자 부품 소프트웨어에 대한 시험 사양 결정 및 단위 시험 절차서, 통합 시험 절차서, 하드웨어 정합 시험 절차서, 현장 시험 절차서를 작성하는 능력에 대해 평가자 질문, 구두 발표 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 논술형 시험 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 12) ‘전자 부품 소프트웨어 시험’ 영역에서는 제품 개발에 요구되는 프로그램의 기능과 성능을 검증하기 위하여 소프트웨어 단위 시험, 통합 시험 디버깅을 하는 능력에 대해 평가자 질문, 평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 작업장 평가 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 13) ‘전자 부품 하드웨어 정합 시험’ 영역에서는 전자 부품을 구성하는 하드웨어와 내장되는 소프트웨어 사이에 입출력 신호 제어를 시험하고, 환경 변화에 따른 동작 상태를 시험하여 정합 시험의 결과 보고서를 작성하는 능력에 대해 평가자 질문, 평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 구두 발표 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 14) ‘전자 부품 소프트웨어 현장 시험’ 영역에서는 부품 소프트웨어의 완성도에 대한 확신을 갖는 단계로서, 소프트웨어 결함을 해결하기 위해 실제 사용 조건과 동일한 환경을 구축하고, 부품을 시험하여 결과 보고서를 작성하는 능력에 대해 평가자 질문, 평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 작업장 평가 등을 활용한 결과 평가를 한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
전자 부품 기구 설계 검증 시험	시작품 제작하기, 평가 실행하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 전자 부품 기구 설계 검증 시험을 수행할 수 있다.	시작품 제작하기, 평가 실행하기를 다른 사람에게 설명하면서 전자 부품 기구 설계 검증 시험을 수행할 수 있다.	시작품 제작하기, 평가 실행하는 방법을 알고 전자 부품 기구 설계 검증 시험을 수행할 수 있다.
전자 부품 기구 시제품 제작 평가	단위 부품 검사하기, 시제품 생산하기, 시제품 평가하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 전자 부품 기구 시제품 제작평가를 수행할 수 있다.	단위 부품 검사하기, 시제품 생산하기, 시제품 평가하기를 다른 사람에게 설명하면서 전자 부품 기구 시제품 제작평가를 수행할 수 있다.	단위 부품 검사하기, 시제품 생산하기, 시제품 평가하는 방법을 알고 전자 부품 기구 시제품 제작평가를 수행할 수 있다.
전자 부품 기구 신뢰성 시험	시험 계획 수립하기, 신뢰성 평가하기, 신뢰성 평가 보고서 작성하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 전자 부품 기구 신뢰성 시험을 수행할 수 있다.	시험 계획 수립하기, 신뢰성 평가하기, 신뢰성 평가 보고서 작성하기를 다른 사람에게 설명하면서 전자 부품 기구 신뢰성 시험을 수행할 수 있다.	시험 계획 수립하기, 신뢰성 평가하기, 신뢰성 평가 보고서 작성하는 방법을 알고 전자 부품 기구 신뢰성 시험을 수행할 수 있다.
전자 부품 기구 양산성 시험	시양산 자재 검사하기, 시양산하기, 양산성 평가하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 전자 부품 기구 양산성 시험을 수행할 수 있다.	시양산 자재 검사하기, 시양산하기, 양산성 평가하기를 다른 사람에게 설명하면서 전자 부품 기구 양산성 시험을 수행할 수 있다.	시양산 자재 검사하기, 시양산하기, 양산성 평가하는 방법을 알고 전자 부품 기구 양산성 시험을 수행할 수 있다.
전자 부품 기구 사후 관리	기술 자료 작성하기, 승인원 관리하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 전자 부품 기구 사후 관리를 수행할 수 있다.	기술 자료 작성하기, 승인원 관리하기를 다른 사람에게 설명하면서 전자 부품 기구 사후 관리를 수행할 수 있다.	기술 자료 작성하기, 승인원 관리하는 방법을 알고 전자 부품 기구 사후 관리를 수행할 수 있다.
전자 부품 소프트웨어 시험 절차서 작성	단위 시험 절차서 작성하기, 통합 시험 절차서 작성하기, 하드웨어 정합 시험 절차서 작성하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 전자 부품 소프트웨어 시험 절차서 작성을 수행할 수 있다.	단위 시험 절차서 작성하기, 통합 시험 절차서 작성하기, 하드웨어 정합 시험 절차서 작성하기를 다른 사람에게 설명하면서 전자 부품 소프트웨어 시험 절차서 작성을 수행할 수 있다.	단위 시험 절차서 작성하기, 통합 시험 절차서 작성하기, 하드웨어 정합 시험 절차서 작성하는 방법을 알고, 전자 부품 소프트웨어 시험 절차서 작성을 수행할 수 있다.
전자 부품 소프트웨어 시험	소프트웨어 단위 시험하기, 소프트웨어 통합 시험하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 전자 부품 소프트웨어 시험을 수행할 수 있다.	소프트웨어 단위 시험하기, 소프트웨어 통합 시험하기를 다른 사람에게 설명하면서 전자 부품 소프트웨어 시험을 수행할 수 있다.	소프트웨어 단위 시험하기, 소프트웨어 통합 시험하는 방법을 알고, 전자 부품 소프트웨어 시험을 수행할 수 있다.
전자 부품 하드웨어 정합 시험	입출력 신호 시험하기, 정합 시험 보고서 작성하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 전자 부품 하드웨어 정합 시험을 수행할 수 있다.	입출력 신호 시험하기, 정합 시험 보고서 작성하기를 다른 사람에게 설명하면서 전자 부품 하드웨어 정합 시험을 수행할 수 있다.	입출력 신호 시험하기, 정합 시험 보고서 작성하는 방법을 알고 전자 부품 하드웨어 정합 시험을 수행할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
전자 부품 소프트웨어 현장 시험	현장 운용 시험하기, 시험 결과 보고서 작성하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 전자 부품 소프트웨어 현장 시험을 수행할 수 있다.	현장 운용 시험하기, 시험 결과 보고서 작성하기를 다른 사람에게 설명하면서 전자 부품 소프트웨어 현장 시험을 수행할 수 있다.	현장 운용 시험하기, 시험 결과 보고서 작성하는 방법을 알고, 전자 부품 소프트웨어 현장 시험을 수행할 수 있다.

[실무 과목]

14. 전자 기기 소프트웨어 개발

1. 성격 및 목표

가. 성격

“전자 기기 소프트웨어 개발” 과목은 특성화 고등학교 및 마이스터 고등학교의 전자과 학생들에게 전자 기기 소프트웨어 개발에 관한 기술을 습득시켜, 전자 기기 제조에 활용할 수 있는 능력을 기르기 위한 실무 과목이다.

이 과목에서 이수해야 할 내용은 시스템 소프트웨어 펌웨어 구현, 시스템 소프트웨어 부트로더 개발, 시스템 소프트웨어 운영 체제 포팅, 시스템 소프트웨어 장치 드라이버 개발, 시스템 소프트웨어 라이브러리 개발, 응용 소프트웨어 테스트, 응용 소프트웨어 관리, 응용 소프트웨어 개발, 프로그램 디버깅, 개발 제품 검증 등으로, 전자 기기 소프트웨어 개발에 관한 펌웨어 코딩에서부터 시스템 품질 검증하기에 이르기까지 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

전자 기기 소프트웨어 개발 기술을 습득하여 전자 기기 제조에 활용할 수 있는 지식과 기술, 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
시스템 소프트웨어 펌웨어 구현 (1903010104_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 펌웨어 코딩하기 • 펌웨어 테스트하기
시스템 소프트웨어 부트로더 개발 (1903010105_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 부트로더 구현하기 • 부트로더 테스트하기
시스템 소프트웨어 운영체제 포팅 (1903010106_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • OS 기능 선택하기 • OS 커널 포팅하기
시스템 소프트웨어 장치 드라이버 개발 (1903010107_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 장치 드라이버 구현하기 • 장치 드라이버 테스트하기
시스템 소프트웨어 라이브러리 개발 (1903010108_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 소프트웨어 라이브러리 구현하기 • 소프트웨어 라이브러리 테스트하기
응용 소프트웨어 테스트 (1903010209_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 통합 테스트하기 • 필드 테스트하기 • 소프트웨어 인증 획득하기
응용 소프트웨어 관리 (1903010210_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> • 사용자 설명서 작성하기 • 응용 소프트웨어 버전 관리하기 • 응용 소프트웨어 사후 관리하기
응용 소프트웨어 개발 (1903020306_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • UI/UX 구현하기 • 네트워크 구현하기 • 모듈 구현하기
프로그램 디버깅 (1903020307_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 모듈 테스트하기 • 통합 모듈 테스트하기 • 테스트 자동화 프로그램 개발하기
개발 제품 검증 (1903040309_13v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 하드웨어 품질 검증하기 • 소프트웨어 품질 검증하기 • 기구 품질 검증하기 • 시스템 품질 검증하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력 단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 시스템 소프트웨어 펌웨어 구현

가) 펌웨어 코딩하기

- 구축된 개발 환경에 따른 소프트웨어 라이브러리를 활용할 수 있다.
- 마이크로프로세서 내부의 클록, 전원, 타이머, 인터럽트 등을 제어하는 프로그램을 구현할 수 있다.
- 소프트웨어 설계서에 의거하여 모듈 인터페이스를 구현할 수 있다.
- 하드웨어 기능, 소프트웨어 성능 향상을 위한 소프트웨어 알고리즘을 구현할 수 있다.
- 성능 향상과 비용 절감을 위한 코드를 최적화할 수 있다.

나) 펌웨어 테스트하기

- 펌웨어 규격서에 의거하여 테스트환경을 구축할 수 있다.
- 펌웨어 규격서에 의거하여 구현된 함수의 실행 여부를 모듈별로 테스트할 수 있다.
- 펌웨어 규격서에 의거하여 구현된 모듈 간 인터페이스를 통합 테스트할 수 있다.
- 테스트 결과에 따라 펌웨어를 개선할 수 있다.

2) 시스템 소프트웨어 부트로더 개발

가) 부트로더 구현하기

- 구축된 개발 환경에 따라 소프트웨어 라이브러리를 활용하여 부트로더 프로그램을 구현할 수 있다.
- 마이크로프로세서 내부의 클록, 전원, 타이머, 인터럽트 등을 초기화하고 제어하는 부트로더 프로그램을 개발할 수 있다.
- 부트로더 설계서에 의거하여 부트로더 모듈 인터페이스를 구현할 수 있다.
- 성능 향상과 비용 절감을 위해 코드를 최적화할 수 있다.
- 소프트웨어 이미지를 생성하여 가전 기기 시스템에 설치할 수 있다.

나) 부트로더 테스트하기

- 부트로더 설계서에 따라 테스트 환경을 구축할 수 있다.
- 부트로더 설계서에 의거하여 구현된 부트로더 모듈의 실행 여부를 단위별로 테스트할 수 있다.
- 부트로더 설계서에 의거하여 구현된 부트로더 모듈 간 인터페이스를 통합 테스트할 수 있다.
- 테스트 결과에 따라 부트로더를 개선할 수 있다.

- 구현된 부트로더를 이용하여 펌웨어나 운영 체제를 구동시킬 수 있다.

3) 시스템 소프트웨어 운영체제 포팅

가) OS 기능 선택하기

- 커널 포팅을 위해서 시스템 타입을 선택할 수 있다.
- 커널 포팅을 위해서 OS 커널 소스를 설치하고, 환경 설정의 과정과 결과물의 역할을 파악할 수 있다.
- 네트워크 기능이 요구되는 응용 프로그램에 서비스를 제공하는 기능을 선택할 수 있다.
- 사용자에게 UI 환경을 제공하기 위하여 UI 관련 기능을 선택할 수 있다.
- 시스템 분석 보고서에 의거하여 USB, 터치패드 등과 같은 추가 기능을 선택할 수 있다.

나) OS 커널 포팅하기

- 커널 포팅을 위하여 크로스 컴파일 환경, 호스트 환경 등의 개발 환경을 구축할 수 있다.
- 가전 기기 시스템 하드웨어 장치에 의거한 BSP를 구성할 수 있다.
- 커널 포팅을 위한 컴파일 과정과 커널 컴파일 과정에서 나타날 수 있는 에러의 종류를 파악하고, 문제점을 해결하여 소프트웨어 이미지를 생성할 수 있다.
- 생성된 소프트웨어 이미지를 포팅하고, 커널의 부팅 메시지를 파악하여 문제점을 해결할 수 있다.

4) 시스템 소프트웨어 장치 드라이버 개발

가) 장치 드라이버 구현하기

- 장치 드라이버를 구현할 수 있는 개발 환경을 구축할 수 있다.
- 운영 체제와 주변 장치를 연결·제어하기 위한 프로그램을 구현할 수 있다.
- 응용 소프트웨어와 장치 드라이브에서 요구하는 타이머의 동작에 따라 파악된 함수를 활용하여 프로그램을 구현할 수 있다.
- 장치 드라이버 설계서에 의거하여 모듈 인터페이스를 구현할 수 있다.
- 응용 소프트웨어와 장치 드라이버 간에 데이터를 주고받기 위해 필요한 동기화 모듈을 이용하여 프로그램을 구현할 수 있다.

나) 장치 드라이버 테스트하기

- 시스템 분석 보고서에 의거하여 테스트 환경을 구축하고 테스트할 수 있다.
- 장치 드라이버 설계서에 의거하여 구현된 함수의 실행 여부를 단위 테스트할 수 있다.
- 장치 드라이버 설계서에 의거하여 구현된 모듈 간 인터페이스를 연동 테스트할 수 있다.

- 장치 드라이버 설계서에 의거하여 응용 프로그램과의 인터페이스를 연동 테스트할 수 있다.

5) 시스템 소프트웨어 라이브러리 개발

가) 소프트웨어 라이브러리 구현하기

- 구축된 개발 환경에 의거한 C표준 라이브러리를 활용하여 프로그램을 작성할 수 있다.
- 장치 드라이버 외부 인터페이스를 활용하여 프로그램을 구현할 수 있다.
- 가전 기기 하드웨어 장치의 운영 체제 지원 인터페이스를 활용하여 프로그램을 구현할 수 있다.
- 가전 기기 하드웨어 장치의 응용 소프트웨어 요구 사항 인터페이스 기능 프로그램을 구현할 수 있다.
- 소프트웨어 라이브러리 설계서에 의거하여 인터페이스를 구현할 수 있다.

나) 소프트웨어 라이브러리 테스트하기

- 구축된 테스트 환경을 활용하여 소프트웨어 라이브러리를 테스트할 수 있다.
- 소프트웨어 라이브러리 설계서에 의거하여 구현된 인터페이스의 실행 여부를 단위 테스트 할 수 있다.
- 소프트웨어 라이브러리 설계서에 의거하여 소프트웨어 라이브러리와 응용 소프트웨어, 운영 체제, 장치 드라이버 간의 연동 테스트를 할 수 있다.

6) 응용 소프트웨어 테스트

가) 통합 테스트하기

- 요구 사항 기능 정의서, UI/UX 설계서, 미들웨어 설계서, 기능 설계서에 의거하여 테스트 계획서를 작성할 수 있다.
- 테스트 계획서를 기반으로 테스트 환경을 구축할 수 있다.
- 구축된 환경을 기반으로 테스트 계획서에 따라 테스트를 수행할 수 있다.
- 테스트 수행 결과에 따라 테스트 결과 보고서를 작성할 수 있다.

나) 필드 테스트하기

- 가전 기기의 특성을 토대로 동작 환경을 분석할 수 있다.
- 분석 내용을 반영하여 필드 테스트 계획서를 작성할 수 있다.
- 필드 테스트 계획서에 따라 테스트 환경을 설정할 수 있다.
- 설정된 환경을 기반으로 테스트 계획서에 따라 필드 테스트를 수행할 수 있다.
- 테스트 수행 결과에 따라 필드 테스트 결과 보고서를 작성할 수 있다.

다) 소프트웨어 인증 획득하기

- 획득하고자 하는 소프트웨어 인증의 기준, 범위, 동작 환경 등을 분석할 수 있다.
- 분석된 내용을 토대로 테스트 환경을 구축할 수 있다.
- 구축된 테스트 환경을 기반으로 자체 테스트를 수행할 수 있다.
- 공인된 인증 기관에 인증을 의뢰하여 인증을 획득할 수 있다.

7) 응용 소프트웨어 관리

가) 사용자 설명서 작성하기

- 요구 사항 기능 정의서, UI/UX 설계서를 기반으로 가전 기기 응용 소프트웨어가 제공하는 기능을 확인할 수 있다.
- 제품 사용의 이해도를 높이기 위한 사용자 설명서 양식을 선정할 수 있다.
- 선정된 설명서 양식에 맞추어 사용자 설명서를 작성할 수 있다.

나) 응용 소프트웨어 버전 관리하기

- 버전 관리 프로그램을 활용하여 응용 소프트웨어 버전 관리 시스템을 구축할 수 있다.
- 사용자 요구, 성능 향상 등을 위해 응용 소프트웨어의 변경 이력 관리를 할 수 있다.
- 응용 소프트웨어의 버전 기록에 맞추어 개발 버전과 배포 버전을 제작할 수 있다.

다) 응용 소프트웨어 사후 관리하기

- 사용자, 개발자로부터 예외 처리 미흡, 설계 오류, 기능 개선 등의 요청을 분석할 수 있다.
- 분석된 문제점으로부터 응용 소프트웨어의 수정 방법을 제시할 수 있다.
- 제시된 수정 방법을 적용한 배포 버전을 제작할 수 있다.

8) 응용 소프트웨어 개발

가) UI/UX 구현하기

- 설계된 UI/UX 시나리오를 파악할 수 있다.
- 파악된 UI/UX 시나리오를 바탕으로 세부 UI/UX를 구현할 수 있다.
- 구현된 UI/UX의 기능과 동작을 시험할 수 있다.
- 기능과 동작 시험 결과를 토대로 체크리스트를 작성할 수 있다.

나) 네트워크 구현하기

- 시스템 분석에 따른 네트워크 인터페이스를 선정할 수 있다.

- 선정된 네트워크 인터페이스를 사용하여 유선 또는 무선 데이터 수집을 위한 소프트웨어를 구현할 수 있다.
- 구현된 소프트웨어로 데이터 로깅과 모니터링을 수행할 수 있다.
- 암호화와 보안을 고려한 네트워크 프로그램을 작성할 수 있다.

다) 모듈 구현하기

- 분석된 시스템 구조와 요소를 통하여 운용에 필요한 단위 모듈 정보를 수집할 수 있다.
- 프로그램 실행 순서에 따라 수집된 단위 모듈 정보를 분류할 수 있다.
- 분류된 정보와 선정된 소프트웨어 플랫폼을 기반으로 모듈을 구현할 수 있다.

9) 프로그램 디버깅

가) 모듈 테스트하기

- 모듈 명세서를 활용하여 모듈 평가 기준을 설정할 수 있다.
- 설정된 기준에 따라 테스트 계획서를 작성할 수 있다.
- 작성된 테스트 계획서에 따라 모듈 테스트를 수행할 수 있다.

나) 통합 모듈 테스트하기

- 모듈 테스트 결과 분석서를 활용하여 통합 모듈과 연동 테스트를 위한 정보를 수집할 수 있다.
- 수집된 정보를 바탕으로 단계별 통합 테스트 계획서를 작성할 수 있다.
- 통합 테스트 계획서에 따라 통합 모듈 및 전자 기기와 연동 테스트를 수행하여 결과 보고서를 작성할 수 있다.

다) 테스트 자동화 프로그램 개발하기

- 개발된 소프트웨어로 전자 기기의 기능 테스트를 위한 항목을 정의할 수 있다.
- 개발된 소프트웨어의 전자 기기 입출력 데이터 허용범 위를 정의할 수 있다.
- 전자 기기의 규격에 따라 프로그램을 개발할 수 있다.
- 개발된 자동화 프로그램을 시험 운용할 수 있다.

10) 개발 제품 검증

가) 하드웨어 품질 검증하기

- 제품 사용 환경에 따른 하드웨어 적합성을 검증할 수 있다.
- 제품 기능에 따른 하드웨어의 입출력을 검증할 수 있다.
- 개발 제품에 적용될 하드웨어의 유효성을 검증할 수 있다.

나) 소프트웨어 품질 검증하기

- 개발 제품의 소프트웨어 기능을 검증할 수 있다.
- 개발 제품에 적용될 소프트웨어의 최적화를 검증할 수 있다.

다) 기구 품질 검증하기

- 내구성 시험을 통해 기구의 품질을 검증할 수 있다.
- 기구 공정의 적합을 검증할 수 있다.
- 기구의 인체 유해 여부를 위한 안전성을 검증할 수 있다.
- 기구의 품질을 위해 디자인을 검증할 수 있다.

라) 시스템 품질 검증하기

- 제품 규격서에 따른 제품의 기능을 검증할 수 있다.
- 제품 규격서에 따른 제품의 신뢰성을 검증할 수 있다.
- 제품 규격서에 따른 제품의 목표 사양을 검증할 수 있다.
- 시스템 품질 검증에 따른 결과 보고서를 작성할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 전자 기기 소프트웨어 개발은 전자 기기의 부가 가치와 정보의 접근성, 사용자 편의성 및 개발 용이성을 향상시키기 위하여 요구 사항을 분석하고 응용 소프트웨어를 설계하며, 시스템 통합, 테스트, 소프트웨어 관리를 수행하는 작업을 할 수 있도록 한다.
- 나. 학생의 성취수준 및 요구, 학교의 실정, 지역 사회의 여건 등을 고려하여 지도의 비중을 달리하여 지도한다.
- 다. 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 라. 전자 기기 소프트웨어 개발에 대한 기본 이론과 기술을 습득하고 원리를 이해하여 학생들의 학습 전이를 향상시킬 수 있도록 한다.
- 마. ‘시스템 소프트웨어 펌웨어 구현’ 영역에서는 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 가전 기기 주변 장치를 제어하기 위하여 개발 도구를 파악하여 설계된 펌웨어를 코딩하고 테스트하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘시스템 소프트웨어 부트로더 개발’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습 등을 활용하여 가전 기기의 펌웨어 및 운영 체제를 구동하기 위하여 마이크로프로세서 기반의

- 부트로더를 설계하고 구현한 후 검증하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 사. ‘시스템 소프트웨어 운영 체제 포팅’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 가전기기의 시스템 제어에 필요한 운영 체제의 OS 커널을 분석하고, 필요한 OS 기능을 선택한 후 프로그램을 변경하여 가전 기기의 시스템에 맞도록 OS 커널을 포팅하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 아. ‘시스템 소프트웨어 장치 드라이버 개발’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 가전 기기 주변 장치 제어하기 위하여 운영 체제 기반의 장치 드라이버를 설계하고 구현한 후 검증하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 자. ‘시스템 소프트웨어 라이브러리 개발’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 가전기 기 응용 소프트웨어가 시스템의 기능을 사용할 수 있도록 소프트웨어 라이브러리를 설계하고 구현한 후 검증하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 차. ‘응용 소프트웨어 테스트’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 가전 기기 응용 소프트웨어를 테스트하기 위해 동작 환경을 구축하여 통합, 필드 테스트를 수행하고 인증을 획득하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 카. ‘응용 소프트웨어 관리’ 영역에서는 강의법, 협동 학습 등을 활용하여 요구사항 기능정의서, UI/UX 설계서를 기반으로 사용자 설명서를 작성하고, 응용 소프트웨어 버전 관리, 사후 관리를 하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 타. ‘응용 소프트웨어 개발’ 영역에서는 강의법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 상호 작용을 위한 UI/UX, 데이터 분석을 위한 네트워크, 기본 기능 제공을 위한 모듈을 개발하고, 이러한 기능들이 통합된 소프트웨어 개발 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 파. ‘프로그램 디버깅’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 개발된 응용 소프트웨어의 기능을 시험하기 위하여 모듈 테스트, 통합 모듈 및 연동 테스트, 테스트 자동화 프로그램 개발을 수행하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 하. ‘개발 제품 검증’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 개발한 제품의 하드웨어, 소프트웨어, 기구 시스템의 품질을 검증하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 수행 준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 기른다.
- 3) 평가자는 작업 영역 성취기준에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위하여 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용한다.
- 4) 실무 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 5) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 6) ‘시스템 소프트웨어 펌웨어 구현’ 영역에서는 가전 기기 주변 장치를 제어하기 위하여 개발 도구를 파악하여 설계된 펌웨어를 코딩하고 테스트하는 능력에 대해 평가자 질문, 평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 평가자 질문 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 7) ‘시스템 소프트웨어 부트로더 개발’ 영역에서는 가전 기기의 펌웨어 및 운영 체제를 구동하기 위하여 마이크로프로세서 기반의 부트로더를 설계하고 구현한 후 검증하는 능력에 대해 평가자 질문, 평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 8) ‘시스템 소프트웨어 운영 체제 포팅’ 영역에서는 가전 기기의 시스템 제어에 필요한 운영 체제의 OS 커널을 분석하고 필요한 OS 기능을 선택한 후, 프로그램을 변경하여 가전 기기의 시스템에 맞도록 OS 커널을 포팅하는 능력에 대해 평가자 질문, 평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 9) ‘시스템 소프트웨어 장치 드라이버 개발’ 영역에서는 가전 기기 주변 장치 제어하기 위하여 운영 체제 기반의 장치 드라이버를 설계하고 구현한 후 검증하는 능력에 대해 평가자 체크리스트, 평가자 질문 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 10) ‘시스템 소프트웨어 라이브러리 개발’ 영역에서는 가전 기기 응용 소프트웨어가 시스템의 기능을 사용할 수 있도록 소프트웨어 라이브러리를 설계하고 구현한 후 검증하는 능력에 대해 평가자 질문, 평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.

- 11) ‘응용 소프트웨어 테스트’ 영역에서는 가전 기기 응용 소프트웨어를 테스트하기 위해 동작 환경을 구축하여 통합, 필드 테스트를 수행하고 인증을 획득하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 평가자 체크리스트, 일지/저널 등을 활용한 과정 중심 평가와 문제 해결 시나리오, 평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 12) ‘응용 소프트웨어 관리’ 영역에서는 요구 사항 기능 정의서, UI/UX 설계서를 기반으로 사용자설명서를 작성하고, 응용 소프트웨어 버전 관리, 사후 관리를 하는 능력에 대해 서술형 시험, 사례 연구, 일지/저널 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 사례연구, 일지/저널 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 13) ‘응용 소프트웨어 개발’ 영역에서는 상호 작용을 위한 UI/UX, 데이터 분석을 위한 네트워크, 기본 기능 제공을 위한 모듈을 개발하고, 이러한 기능들이 통합된 소프트웨어에 대해 개발 능력에 대해 평가자 체크리스트, 일지/저널 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 서술형 시험, 평가자 질문 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 14) ‘프로그램 디버깅’ 영역에서는 개발된 응용 소프트웨어의 기능을 시험하기 위하여 모듈 테스트, 통합 모듈 및 연동 테스트, 테스트 자동화 프로그램 개발을 수행하는 능력에 대해 문제해결 시나리오, 평가자 질문, 일지/저널 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 15) ‘개발 제품 검증’ 영역에서는 개발한 제품의 하드웨어, 소프트웨어, 기구 시스템의 품질을 검증하는 능력에 대해 일지/저널 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 결과보고서 등을 활용한 결과 평가를 한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
시스템 소프트웨어 펌웨어 구현	펌웨어 코딩하기, 펌웨어 테스트하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 시스템 소프트웨어 펌웨어를 구현할 수 있다.	펌웨어 코딩하기, 펌웨어 테스트하기를 다른 사람에게 설명하면서 시스템 소프트웨어 펌웨어를 구현할 수 있다.	펌웨어 코딩하기, 펌웨어 테스트하는 방법을 알고, 시스템 소프트웨어 펌웨어를 구현할 수 있다.
시스템 소프트웨어 부트로더 개발	부트로더 구현하기, 부트로더 테스트하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 시스템 소프트웨어 부트로더를 개발할 수 있다.	부트로더 구현하기, 부트로더 테스트하기를 다른 사람에게 설명하면서 시스템 소프트웨어 부트로더를 개발할 수 있다.	부트로더 구현하기, 부트로더 테스트하는 방법을 알고, 시스템 소프트웨어 부트로더를 개발할 수 있다.
시스템 소프트웨어 운영 체제 포팅	OS 기능 선택하기, OS 커널 포팅하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 시스템 소프트웨어 운영 체제 포팅을 수행할 수 있다.	OS 기능 선택하기, OS 커널 포팅하기를 다른 사람에게 설명하면서 시스템 소프트웨어 운영체제 포팅을 수행할 수 있다.	OS 기능 선택하기, OS 커널 포팅하는 방법을 알고, 시스템 소프트웨어 운영 체제 포팅을 수행할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
시스템 소프트웨어 장치 드라이버 개발	장치 드라이버 구현하기, 장치 드라이버 테스트하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 시스템 소프트웨어 장치 드라이버 개발을 수행할 수 있다.	장치 드라이버 구현하기, 장치 드라이버 테스트하기를 다른 사람에게 설명하면서 시스템 소프트웨어 장치 드라이버 개발을 수행할 수 있다.	장치 드라이버 구현하기, 장치 드라이버 테스트하는 방법을 알고 시스템 소프트웨어 장치 드라이버 개발을 수행할 수 있다.
시스템 소프트웨어 라이브러리 개발	소프트웨어 라이브러리 구현하기, 소프트웨어 라이브러리 테스트하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 시스템 소프트웨어 라이브러리 개발을 수행할 수 있다.	소프트웨어 라이브러리 구현하기, 소프트웨어 라이브러리 테스트하기를 다른 사람에게 설명하면서 시스템 소프트웨어 라이브러리 개발을 수행할 수 있다.	소프트웨어 라이브러리 구현하기, 소프트웨어 라이브러리 테스트하는 방법을 알고 시스템 소프트웨어 라이브러리 개발을 수행할 수 있다.
응용 소프트웨어 테스트	통합 테스트하기, 필드 테스트하기, 소프트웨어 인증 획득하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 응용 소프트웨어 테스트를 수행할 수 있다.	통합 테스트하기, 필드 테스트하기, 소프트웨어 인증 획득하기를 다른 사람에게 설명하면서 응용 소프트웨어 테스트를 수행할 수 있다.	통합 테스트하기, 필드 테스트하기, 소프트웨어 인증 획득하는 방법을 알고, 응용 소프트웨어 테스트를 수행할 수 있다.
응용 소프트웨어 관리	사용자 설명서 작성하기, 응용 소프트웨어 버전 관리하기, 응용 소프트웨어 사후 관리하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 응용 소프트웨어 관리를 수행할 수 있다.	사용자 설명서 작성하기, 응용 소프트웨어 버전 관리하기, 응용 소프트웨어 사후 관리하기를 다른 사람에게 설명하면서 응용 소프트웨어 관리를 수행할 수 있다.	사용자 설명서 작성하기, 응용 소프트웨어 버전 관리하기, 응용 소프트웨어 사후 관리하는 방법을 알고 응용 소프트웨어 관리를 수행할 수 있다.
응용소프트웨어 개발	UI/UX 구현하기, 네트워크 구현하기, 모듈 구현하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 응용 소프트웨어 개발을 수행할 수 있다.	UI/UX 구현하기, 네트워크 구현하기, 모듈 구현하기를 다른 사람에게 설명하면서 응용 소프트웨어 개발을 수행할 수 있다.	UI/UX 구현하기, 네트워크 구현하기, 모듈 구현하는 방법을 알고 응용 소프트웨어 개발을 수행할 수 있다.
프로그램 디버깅	모듈 테스트하기, 통합 모듈 테스트하기, 테스트 자동화 프로그램 개발하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 프로그램 디버깅을 수행할 수 있다.	모듈 테스트하기, 통합 모듈 테스트하기, 테스트 자동화 프로그램 개발하기를 다른 사람에게 설명하면서 프로그램 디버깅을 수행할 수 있다.	모듈 테스트하기, 통합 모듈 테스트하기, 테스트 자동화 프로그램 개발하는 방법을 알고, 프로그램 디버깅을 수행할 수 있다.
개발 제품 검증	하드웨어 품질 검증하기, 소프트웨어 품질 검증하기, 기구 품질 검증하기, 시스템 품질 검증하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 개발 제품 검증을 수행할 수 있다.	하드웨어 품질 검증하기, 소프트웨어 품질 검증하기, 기구 품질 검증하기, 시스템 품질 검증하기를 다른 사람에게 설명하면서 개발 제품 검증을 수행할 수 있다.	하드웨어 품질 검증하기, 소프트웨어 품질 검증하기, 기구 품질 검증하기, 시스템 품질 검증하는 방법을 알고 개발 제품 검증을 수행할 수 있다.

[실무 과목]

15. 전자 기기 개발

1. 성격 및 목표

가. 성격

“전자 기기 개발” 과목은 특성화 고등학교 및 마이스터 고등학교의 전자과 학생들에게 전자 기기 개발에 관한 기술을 습득시켜 전자 기기 제품의 제조에 활용할 수 있는 능력을 기르기 위한 실무 과목이다.

이 과목에서 이수해야할 내용은 하드웨어 규격 결정, 하드웨어 기능별 설계, 하드웨어 부품 선정, 하드웨어 성능 구현, 하드웨어 완성품 검증, 기구 디자인 파악, 기구 특허 출원, 기구 설계, 기구 워킹 목업 제작, 기구 시제품제작, 기구 개발계획 수립, 기구 상세 설계, 기구 제작, 기구 성능 시험, 기구 개선, 기구 기술 이관, 기구 양산 지원, 하드웨어 개발 샘플 제작, 하드웨어 대량 생산성 확인, 기구 시제품 제작, 기구 금형 품질 관리, 기구 대량 생산성 관리, 기구 기술 자료 이관 등으로 전자 기기 개발에 관한 제품의 규격서 작성하기에서부터 사후 관리하기에 이르기까지 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

전자 기기 개발에 관한 이론과 기술을 습득하고 원리를 이해하며, 전자 기기 제품의 제조 분야에 적용할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
하드웨어 규격 결정 (1903010303_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> 특허 회피 전략 수립하기 제품 규격서 작성하기
하드웨어 기능별 설계 (1903010304_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> 하드웨어 분석하기 블록도 작성하기
하드웨어 부품 선정 (1903010306_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> 부품의 특성 분석하기 부품의 검사 항목 결정하기
하드웨어 성능 구현 (1903010308_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> 기관 제작하기 시제품 조립하기 시제품 성능 검사하기
하드웨어 완성품 검증 (1903010309_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> 완성품 제작하기 신뢰성 검증하기
기구 디자인 파악 (1903010404_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> 랜더링 선정하기 디자인 도면 검토하기 디자인 목업 파악하기
기구 특허 출원 (1903010405_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> 지식 재산권 검토하기 선행 특허 분석하기 특허 출원하기
기구 설계 (1903010406_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> 설계 레이아웃 작성하기 상세 설계하기
기구 워킹 목업 제작 (1903010407_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> 공용 기구물 검토하기 기능 검토하기
기구 시제품 제작 (1903010409_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> 작업 공정도 작성하기 시제품 제작하기 시제품 검증하기
기구 개발 계획 수립 (1903020202_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 인증 규격 검토하기 지식 재산권 조사하기
기구 상세 설계 (1903020205_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 레이아웃 설계하기 설계 내용 검증하기
기구 제작 (1903020206_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 워킹 목업 제작하기 시제품 제작하기
기구 성능 시험 (1903020207_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 조립성 시험하기 연동 시험하기 환경 신뢰성 시험하기

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
기구 개선 (1903020208_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 기구 설계 보완하기 • 기구 설계도 사후 관리하기
기구 기술 이관 (1903020209_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 금형 원가 관리하기 • 금형 관리하기
기구 양산 지원 (1903020210_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 고객 만족도 지원하기 • 유지·보수하기
하드웨어 개발 샘플 제작 (1903040105_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 개발 샘플 조립하기 • 프로그램용 보드 이관하기
하드웨어 대량 생산성 확인 (1903040109_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 대량 생산 준비하기 • 대량 생산 제품 제작하기
기구 시제품 제작 (1903040205_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 가공 공정도 작성하기 • 시제품 제작 관리하기 • 시제품 검증하기
기구 금형 품질 관리 (1903040206_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 금형 원가 산출하기 • 금형 제작 관리하기
기구 대량 생산성 관리 (1903040208_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 사전 생산품 제작하기 • 부품 표준화 관리하기
기구 기술 자료 이관 (1903040209_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 매뉴얼 제작하기 • 도면 관리하기 • 사후 관리하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력 단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 하드웨어 규격 결정

가) 특허 회피 전략 수립하기

- 타사의 기술에 대한 특허 침해 여부를 확인할 수 있다.
- 침해 예상 특허의 내용과 자사 기술을 비교하여 신규 특허 또는 대응 특허를 출원할 수 있다.
- 침해 예상 특허의 선행 기술의 존재를 파악하여 대응 전략을 수립할 수 있다.

나) 제품 규격서 작성하기

- 개발의 요구 사항과 기술의 제한 사항을 분석하여 개발하여야 할 목표 기술 항목 및 수준을 정리할 수 있다.
- 구조, 성능, 기능 규격을 정량화하여 기술할 수 있다.
- 제품 개발의 목표에 맞는 기술 사양을 구체화할 수 있다.

2) 하드웨어 기능별 설계

가) 하드웨어 분석하기

- 분석된 시장 자료를 바탕으로 설계할 하드웨어를 구상할 수 있다.
- 동종 유사 제품을 분석하여 하드웨어의 장단점을 파악할 수 있다.
- 파악된 자료를 바탕으로 설계할 하드웨어 기술을 습득할 수 있다.

나) 블록도 작성하기

- 제품 기능안과 하드웨어 구성도를 바탕으로 동작 순서를 작성할 수 있다.
- 작성된 동작 순서를 바탕으로 중앙 처리 장치를 중심으로 하드웨어 연결 도면을 그릴 수 있다.
- 전체 블록도, 상세 블록도를 나누어 작성할 수 있다.

3) 하드웨어 부품 선정

가) 부품의 특성 분석하기

- 기초 회로에 적용된 부품에 대한 특성을 분석할 수 있다.
- 기초 회로에 적용된 부품에 대한 동작 조건을 확인할 수 있다.
- 기초 회로에 적용된 부품에 대한 사용 환경의 적합성을 판단할 수 있다.

나) 부품의 검사 항목 결정하기

- 제품의 종류와 사용 환경에 따른 부품의 사양을 정할 수 있다.
- 정해진 사양에 대한 부품의 필요 기능을 설정할 수 있다.
- 정해진 필요 기능에 따라 검사 항목을 결정할 수 있다.

4) 하드웨어 성능 구현

가) 기판 제작하기

- 작성된 회로 설계도를 기반으로 인쇄 회로 기판(PCB: printed circuit board)을 설계할 수 있다.
- 설계된 인쇄 회로 기판을 전문 PCB 제조 업체에 발주할 수 있다.
- 제작된 인쇄 회로 기판으로 성능을 고려한 부품을 실장할 수 있다.
- 실장된 기판을 검사 기준에 따라 검증할 수 있다.

나) 시제품 조립하기

- 조립에 필요한 부품, 자재 및 도구를 파악하여 준비할 수 있다.
- 하드웨어 전체 설계도를 참조하여 순서대로 조립할 수 있다.
- 조립 과정에서 나타난 문제점과 개선점을 도출할 수 있다.

다) 시제품 성능 검사하기

- 제품 규격에 의거하여 설계 적합성 및 기능 구현 정도를 평가할 수 있다.
- 온도 및 환경 등 신뢰성 규격에 의거하여 제품의 성능을 평가할 수 있다.
- 평가 결과를 바탕으로 문제점을 개선할 수 있다.

5) 하드웨어 완성품 검증

가) 완성품 제작하기

- 시제품 평가에서 도출된 문제점을 개선한 부품과 자재를 준비할 수 있다.
- 준비된 부품과 자재를 이용하여 검증에 필요한 완성품을 제작할 수 있다.
- 제작된 완성품의 기능을 검증할 수 있다.

나) 신뢰성 검증하기

- 신뢰성 시험 기준에 의거하여 제품 수명을 예측할 수 있다.
- 신뢰성 시험 결과를 바탕으로 현장에서 발생할 수 있는 문제점을 사전에 파악할 수 있다.
- 현장 시험 결과를 통해 제품의 문제점을 도출하고 개선할 수 있다.

6) 기구 디자인 파악

가) 랜더링 선정하기

- 설치 환경에 따른 다양한 랜더링을 검토할 수 있다.
- 검토된 랜더링의 특징을 비교할 수 있다.
- 구상 설계를 토대로 랜더링별 특징을 평가할 수 있다.
- 평가 결과를 기반으로 랜더링을 선정할 수 있다.

나) 디자인 도면 검토하기

- 디자이너의 요구 사항을 반영하여 랜더링 도면을 파악할 수 있다.
- 파악된 도면을 토대로 기구 설계·개발 방향을 설정할 수 있다.
- 기구 설계·개발 방향을 반영하여 디자인 도면을 검토할 수 있다.

다) 디자인 목업 파악하기

- 디자인 도면에 의해 제작된 목업의 적합 여부를 검토할 수 있다.
- 검토 결과를 토대로 도출된 문제점을 분석할 수 있다.
- 분석된 문제점을 통하여 디자인 목업을 파악할 수 있다.

7) 기구 특허 출원

가) 지식 재산권 검토하기

- 기구 설계를 위하여 가전 기기 기구의 발명 특허, 실용 신안, 의장 등록 자료를 수집할 수 있다.
- 기구 설계에 적용할 수 있는 기술에 대한 라이선스 정책을 조사할 수 있다.
- 조사된 정보를 분석하여 설계한 기구의 지식 재산권을 검토할 수 있다.

나) 선행 특허 분석하기

- 검토된 특허 자료를 토대로 선행 특허 조사의 대상을 선정할 수 있다.
- 선정된 선행 특허의 내용을 파악할 수 있다.
- 파악된 내용을 토대로 선행 특허를 분석할 수 있다.

다) 특허 출원하기

- 분석한 선행 특허를 바탕으로 특허 명세서를 작성할 수 있다.
- 작성된 특허 명세서의 특허 청구 범위를 설정할 수 있다.
- 특허 명세서를 작성하여 특허를 출원할 수 있다.

8) 기구 설계

가) 설계 레이아웃 작성하기

- 제안된 제품 디자인의 2차원, 3차원 설계 프로그램을 수행할 수 있다.
- 요구되는 기능과 성능을 구현할 수 있는 부품의 특성을 파악할 수 있다.
- 파악된 부품의 특성을 토대로 규격을 충족할 수 있는 설계 레이아웃을 작성할 수 있다.

나) 상세 설계하기

- 기구 구조의 신뢰성을 확보할 수 있는 소재와 가공 방법을 파악할 수 있다.
- 제품의 조립, 분해를 고려한 상세 결합 구조를 제안할 수 있다.
- 제안된 설계 레이아웃, 제품 요구 사항을 바탕으로 상세 설계를 할 수 있다.

9) 기구 워킹 목업 제작

가) 공용 기구물 검토하기

- 공용 기구물의 분류 기준안을 작성할 수 있다.
- 타 부서에서 이관된 공용 기구물에 대한 자료를 기준안에 따라 분류할 수 있다.
- 분류된 자료를 분석하여 공용 기구물의 적용을 검토할 수 있다.

나) 기능 검토하기

- 제품의 기능을 검토하기 위한 설계 기준안을 작성 할 수 있다.
- 제품의 조립성, 사용성 등에 대한 검토 결과에 따라 분류할 수 있다.
- 분류된 자료를 분석하여 기능을 검토할 수 있다.

10) 기구 시제품 제작

가) 작업 공정도 작성하기

- 레이아웃 도면을 통하여 시제품의 부품별 작업 공정을 검토할 수 있다.
- 검토된 작업 공정을 토대로 금형 제작물을 기능별로 분류할 수 있다.
- 분류된 금형제작물을 기반으로 작업 공정도를 작성할 수 있다.

나) 시제품 제작하기

- 작업 공정도를 통하여 금형 제작물을 조립 순서별로 나열할 수 있다.
- 조립 순서별로 선별된 금형 제작물을 기능별로 조립할 수 있다.
- 기능별로 조립된 금형 제작물로 시제품을 제작할 수 있다.

다) 시제품 검증하기

- 시제품의 주요 성능, 품질을 파악하기 위해서 시험 검사를 수행할 수 있다.
- 시험 검사 결과를 토대로 문제점을 개선할 수 있다.
- 문제점 개선을 통하여 시제품을 검증할 수 있다.

11) 기구 개발 계획 수립

가) 인증 규격 검토하기

- 개발할 제품이 취득해야 할 국내·외 인증 규격을 조사할 수 있다.
- 조사된 인증 규격 자료를 제품 개발과 관련된 제품별로 분류할 수 있다.
- 분류된 제품 개발 인증 규격을 분석하여 필요한 인증, 기술 개발 방향을 검토할 수 있다.
- 검토한 자료를 바탕으로 인증 규격 보고서를 작성할 수 있다.

나) 지식 재산권 조사하기

- 온라인, 오프라인 매체를 통하여 지식 재산권 정보를 조사할 수 있다.
- 조사된 내용을 분석하여 선행 기술 조사 보고서를 작성할 수 있다.
- 선행 기술 조사 보고서를 바탕으로 지식재 산권 대응 전략을 수립할 수 있다.
- 수립된 전략으로 지식 재산권 대응 전략 보고서를 작성할 수 있다.

12) 기구 상세 설계

가) 레이아웃 설계하기

- 최종 디자인 시안을 기초로 하여 필요한 사양을 확정할 수 있다.
- 확정된 사양에 따라 기능 키, 주요 부품, 외부 기기 간 인터페이스를 고려하여 부품을 배치할 수 있다.
- 구성 요소를 고려하여 제품의 전체적인 레이아웃을 완성할 수 있다.

나) 설계 내용 검증하기

- 작성된 설계 도서를 바탕으로 적합한 검증 프로그램을 선정할 수 있다.
- 검증 프로그램을 사용하여 설계의 적합 여부를 확인할 수 있다.
- 적합 여부 결과를 바탕으로 도출된 문제점을 설계 도서에 반영하여 개선할 수 있다.

13) 기구 제작

가) 워킹 목업 제작하기

- 설계 결과물을 바탕으로 목업을 제작하고 평가할 수 있다.
- 목업 제작 조립 평가를 통해 초기 설계와 평가 결과의 차이 발생 시 문제점을 파악하고, 이를 개선할 수 있다.
- 워킹 목업 제작 결과 보고서를 바탕으로 개선 보고서를 작성할 수 있다.

나) 시제품 제작하기

- 개선된 설계도를 바탕으로 시제품을 제작, 평가할 수 있다.
- 시제품 제작 조립 평가를 통해 목업 제작 결과가 반영된 설계도와 차이 발생 시 문제점을 파악하고, 이를 개선할 수 있다.
- 시제품 제작 결과 보고서를 바탕으로 개선 보고서를 작성할 수 있다.

14) 기구 성능 시험

가) 조립성 시험하기

- 설계 규격에 정의된 부속품, 하드웨어 부품의 조립성 시험 항목을 이해할 수 있다.
- 설계 규격에 적합한 조립성 시험을 통해 결합 시의 문제점을 파악하여 해결할 수 있다.
- 부속품, 하드웨어 부품의 조립성 시험 결과를 분석하여 이를 보완할 수 있다.
- 조립 부품 간의 간섭 여부, 개선 사항을 고려하여 조립성 시험 결과 보고서, 개선 보고서를 작성할 수 있다.

나) 연동 시험하기

- 설계 규격에 정의된 하드웨어와 소프트웨어 기능의 시험 항목을 이해할 수 있다.
- 설계 규격에 적합한 동작 분석을 통해 연동 시험을 수행할 수 있다.
- ES, PT, PP 리뷰의 시험 결과를 분석하여, 이를 보완하고 개선할 수 있다.
- 분석한 시험 결과를 토대로 부품 간 상 호간섭 유기적인 동작 상황에 대한 연동 시험 결과 보고서를 작성할 수 있다.

다) 환경 신뢰성 시험하기

- 설계 규격에 정의된 신뢰성 시험 항목을 이해할 수 있다.
- 가공 가능 여부, 신뢰성 시험 규격에 적합한 내구성을 갖도록 설계할 수 있다.
- 환경 신뢰성 시험 결과를 분석하여, 이를 보완하고 개선할 수 있다.
- 분석 시험 결과를 바탕으로 신뢰성 시험 분석 보고서를 작성할 수 있다.

15) 기구 개선

가) 기구 설계 보완하기

- 조립 시험 결과를 바탕으로 설계도와 부합하지 않는 부분에 대해서 기구 설계를 검토할 수 있다.
- 검토된 내용을 바탕으로 조작 시 불편 사항, 개선 사항에 대해 파악할 수 있다.
- 조립도, 부품도에서 누락된 부분이 있을 경우에는 설계도를 보완할 수 있다.

나) 기구 설계도 사후 관리하기

- 기구 설계도에 대한 설계 변경 사항, 내역, 일자, 담당자, 결재 라인이 포함된 사후 관리 항목을 설정할 수 있다.
- 사후 관리 항목에 대한 보존 기한, 문서 관리 대장, 적용 일시, 보관 방법에 대한 세부 지침을 분류할 수 있다.
- 세부 지침에 의한 기구 설계도를 관리할 수 있고, 필요시 설계 도서에도 적용할 수 있다.

16) 기구 기술 이관

가) 금형 원가 관리하기

- 사내 전담 부서 또는 협력 업체에 금형 설계도 제작을 의뢰할 수 있다.
- 제작한 금형 설계도의 용도, 수명, 원가를 고려한 적합성을 확인할 수 있다.
- 금형 제작 설계도에 의한 내역서를 작성하고, 관련 부서에 이관할 수 있다.

나) 금형 관리하기

- 금형 관리를 위한 표준 양식을 선정할 수 있다.
- 표준 양식에 의하여 금형 관리 기준, 표준 분류표를 작성할 수 있다.
- 금형 관리 표준 분류표에 의한 관리 매뉴얼을 작성할 수 있다.
- 관리 매뉴얼에 의해 작성된 금형 관리 문서를 관련 부서에 이관할 수 있다

17) 기구 양산 지원

가) 고객 만족도 지원하기

- 생산된 제품의 평가를 통하여 고객과 유관 부서로부터 요구 사항을 파악할 수 있다.
- 고객 만족을 위하여 요구 사항의 타당성을 분석할 수 있다.
- 고객의 요구 사항에 따른 변경 사항을 제품 개선 설계, 사양에 반영할 수 있다.

나) 유지·보수하기

- 유지·보수를 위한 표준 항목을 선정할 수 있다.
- 표준 항목을 기준으로 유지·보수 표준 분류표를 작성할 수 있다.
- 표준 분류표에 의하여 유지·보수 매뉴얼을 작성할 수 있다.
- 작성된 유지·보수 매뉴얼을 관련 부서로 이관할 수 있다.

18) 하드웨어 개발 샘플 제작

가) 개발 샘플 조립하기

- 의뢰된 PCB를 제작 업체로부터 입수할 수 있다.
- 입수된 PCB에 부품을 실장할 수 있다.
- 부품이 실장된 PCB의 육안 검사 및 단선·단락 확인을 통해 개발 샘플 조립을 할 수 있다.

나) 프로그램용 보드 이관하기

- 제작된 보드에 전원을 인가하고 전기적 동작을 확인할 수 있다.
- 소프트웨어 부서와 기능·성능별 구현을 위한 일정을 협의할 수 있다.
- 프로그램을 진행할 수 있도록 검토된 보드를 소프트웨어부 서에 이관할 수 있다.

19) 하드웨어 대량 생산성 확인

가) 대량 생산 준비하기

- 설계 인증 단계에서 파악된 문제점을 개선한 PCB 제작을 의뢰할 수 있다.

- 설계 인증 단계에서 확정된 소요 자재 리스트를 자재 준비를 위해 구매·생산 기술 부서에 배포할 수 있다.
- 대량 생산 제품의 검토를 위해 관련 부서와 출하 규격 준비를 협의할 수 있다.
- 제품의 조립·검토를 위해 제품 조립 공정도를 준비할 수 있다.

나) 대량 생산 제품 제작하기

- 제작된 PCB에 확정된 부품으로 자동·수동 삽입 공정을 진행할 수 있다.
- 제품 조립 공정도에 의거하여 실장된 PCB, 기타 부품 및 기구물을 생산 부서의 조립 공정으로 제작할 수 있다.
- 제작된 제품의 기능, 성능 및 동작이 설계에 적합한지 여부를 확인할 수 있다.

20) 기구 시제품 제작

가) 가공 공정도 작성하기

- 설계된 도면을 통하여 요구하는 시제품의 부품별 가공 방법과 가공 범위를 파악할 수 있다.
- 신 가공법에 대한 조사를 통하여 시제품의 품질 향상 및 개발 비용 절감에 반영할 수 있다.
- 파악된 자료와 신 가공법을 활용하여 각 부품의 특성을 이해하고, 가공공정도를 작성할 수 있다.

나) 시제품 제작 관리하기

- 가공 공정도를 통하여 시제품을 자체·외주 제작으로 분류할 수 있다.
- 분류된 자료를 활용하여 부품별 제작 협력 업체를 선정할 수 있다.
- 선정 업체를 통하여 부품별 제작 비용을 산출하고, 개발 일정을 확인하여 계약서를 작성할 수 있다.
- 선정 업체에 제작을 의뢰하고, 제작되는 결과물의 적합 여부를 판단하여 오류를 수정할 수 있다.

다) 시제품 검증하기

- 설계 도면에 따라 제작된 시제품을 조립할 수 있다.
- 시제품의 주요 성능 및 품질을 파악하여 시험 검사를 실시할 수 있다.
- 실시된 시험 검사를 통하여 문제점을 파악하고 정리할 수 있다.
- 검토된 제품의 문제점을 관련 부서와 평가 회의를 실시하여 보고서를 작성할 수 있다.

21) 기구 금형 품질 관리

가) 금형 원가 산출하기

- 금형 개발 및 구매 부서로부터 입수된 금형 제작 원가 자료를 기초로 금형의 목표 원가를 산정할 수 있다.
- 금형 제작비 구성 요소를 기반으로 각 구성 요소별 비용을 산정하여 원가 분석서를 작성할 수 있다.
- 원가 분석서와 목표 원가를 토대로 개발하고자 하는 금형 제품의 원가를 산출할 수 있다.

나) 금형 제작 관리하기

- 제품 금형의 기본 구조와 기능에 맞는 부품을 선정할 수 있다.
- 선정된 부품에 따라 자체 제작, 외주 제작을 결정할 수 있다.
- 금형 제작 및 원가를 바탕으로 금형의 부품도를 수정할 수 있다.
- 금형 제작 지시서에 의거하여 금형제작의 공정별 일정을 관리하고, 금형의 규격, 품질을 확인할 수 있다.
- 금형의 검사 항목을 설정하고, 검사 장비를 운용하여 금형을 검사하고 승인할 수 있다.

23) 기구 대량 생산성 관리

가) 사전 생산품 제작하기

- 기존 제작된 공정(시제품 제작 및 품질 관리 등)을 파악하여 사전 생산품 제작 검토를 위한 기본 자료를 수집할 수 있다.
- 수집된 자료를 구별하여 자체 제작 및 외주 제작 등의 특성에 따라 분류할 수 있다.
- 분류된 정보를 활용하여 사전 생산품을 제작할 수 있다.

나) 부품 표준화 관리하기

- 불량률 개선을 통한 부품의 규격 및 품질 요건을 수집할 수 있다.
- 수집한 부품의 규격 및 품질 요건을 바탕으로 표준화된 목록 및 도면을 만들 수 있다.
- 표준화된 목록 및 도면을 통하여 부품 표준서를 관리할 수 있다.

23) 기구 기술 자료 이관

가) 매뉴얼 제작하기

- 제품의 운영에 필요한 기구 설계의 기능을 파악할 수 있다.
- 파악된 정보를 바탕으로 제품의 구조를 분석할 수 있다.

- 분석된 정보를 근거로 기술 이관 매뉴얼을 작성할 수 있다.

나) 도면 관리하기

- 조립 공정에 따라 도면의 관리 항목을 분류할 수 있다.
- 분류된 항목을 기준으로 이관 부서별, 기능별, 용도별, 일정별 도면 관리 계획서를 작성할 수 있다.
- 작성된 계획서에 따라 도면 관리 방안을 수립할 수 있다.

다) 사후 관리하기

- 기술 이관과 관련된 개발 검증 보고서, 설계 도면, 부품 명세서, 제품 매뉴얼, 제품 사양서 등을 이관 부서로 이관시킬 수 있다.
- 이관 품평회를 통하여 제품의 성능 개선안을 검토할 수 있다.
- 이관 자료와 성능 개선안을 토대로 사후 관리 방안을 수립할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 전기를 이용한 가정용 제품의 개발을 계획, 회로 설계, 완성품 검증, 양산이 관 등 일련의 과정을 수행하는 작업을 할 수 있도록 지도한다.
- 나. 학생의 성취수준 및 요구, 학교의 실정, 지역 사회의 여건 등을 고려하여 지도의 비중을 달리하여 지도한다.
- 다. 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 라. 전자 기기에 대한 기본 이론과 전자 기기 생산에 관한 기술을 습득하고 원리를 이해하여 학생들의 학습 전이를 향상시킬 수 있도록 한다.
- 마. ‘하드웨어 규격 결정’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습 등을 활용하여 제품의 기능, 구성을 결정하고, 특허 회피 전략을 수립하여 제품 규격서를 작성할 수 있는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘하드웨어 기능별 설계’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 기능을 구현하기 위한 제품의 하드웨어를 분석, 구성하여 블록도를 작성하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 사. ‘하드웨어 부품 선정’ 영역에서는 강의법, 프로젝트 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 부품의 특성을 분석하여 회로 성능을 만족시키기 위한 검사 항목 설정 및 필요한 신규 부품을 개발할 수 있는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

- 아. '하드웨어 성능 구현' 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 기판 제작, 케이블 설계를 통해 시제품 조립 및 성능 검증과 개선을 할 수 있는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 자. '하드웨어 완성품 검증' 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 성능, 안전 규격, 신뢰성 검증 및 현장 시험을 통하여 최종적으로 검증하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 차. '기구 디자인 파악' 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 랜더링을 반영하여 디자인 도면과 목업을 검토할 수 있는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 카. '기구 특허 출원' 영역에서는 강의법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 가전 기기·기구의 지식재산권 관련 법령, 기술 기준 등에 관한 법, 제도를 검토하고, 선행 특허를 분석하여 특허를 출원하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 타. '기구 설계' 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 설계 레이아웃을 작성한 후, 상세 설계를 토대로 시뮬레이션을 수행하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 파. '기구 워킹 목업 제작' 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 공용 기구물을 활용하고 신 가공법을 적용하여 제작한 워킹 목업의 기능을 검토하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 하. '기구 시제품 제작' 영역에서는 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 제품의 금형 제작물을 기초로 시제품의 성능 이상 유무를 확인하기 위하여 일정 수량의 시제품을 제작하고 검증하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 거. '기구 개발 계획 수립' 영역에서는 강의법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 효율적인 기구 개발을 위하여 인증 규격, 지적 재산권 검토, 선행 기술 조사를 통하여 개발 일정 계획을 수립하고 진행·관리하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 너. '기구 상세 설계' 영역에서는 강의법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 제품화하기 위하여 개발할 기구의 레이아웃 설계, 기구 요소 설계, 설계 내용을 검증하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 더. '기구 제작' 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 작성된 설계도를 바탕으로 제품의 성능 이상 유무를 확인하기 위하여 워킹 목업, 시제품을 제작하고 시험하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 리. '기구 성능 시험' 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 개발된 기구의 조립성 시험, 연동 시험, 환경 신뢰성 시험을 수행하여 성능을 확인하고, 설계 규격과 차이가 있는 부분을 보완할 수 있는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

- 며. ‘기구 개선’ 영역에서는 실험·실습법, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 기구 설계 보완, 확인, 사후 관리를 통해서 발견된 문제점을 보완하여 개선할 수 있는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 버. ‘기구 기술 이관’ 영역에서는 강의법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 개발된 기구의 원활한 생산을 위하여 기술 관련 도서, 시제품을 관련 부서에 이관하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 서. ‘기구 양산 지원’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 개발된 기구의 유지·보수, 고객 만족도 지원을 통하여 안정적인 생산이 가능하도록 지원하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 어. ‘하드웨어 개발 샘플 제작’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 제품의 기능·성능을 검토하기 위해 PCB를 입수하여 부품을 실장하고, 프로그램용 지그를 이관 후 테스트 프로그램을 입수하여 블록별 기능·성능을 검토하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 저. ‘하드웨어 대량 생산성 확인’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 전자 응용 제품의 PCB, 기구물에 대한 조립성을 검토하고, 다량의 제품에 대해 신뢰성 검토를 진행함으로써 개발 제품에 양산성을 검토하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 처. ‘기구 시제품 제작’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 개발 제품의 설계 결과를 기초로 제품 성능의 이상 유무를 확인하기 위하여 일정 수량의 시험제품을 제작하고 검증할 수 있는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 커. ‘기구 금형 품질 관리’ 영역에서는 강의법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 금형의 제작 가능성을 분석하여 원가를 산출하고, 제품 품질에 부합하는 금형을 제작, 관리하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 터. ‘기구 대량 생산성 관리’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 정해진 재료와 공정 설비를 이용하여 목표로 하는 전자 응용 기기를 생산하기 위해 사전 생산품 제작, 작업성 검증, 불량률 개선 검토, 부품 표준화 관리 등을 수행하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 퍼. ‘기구 기술 자료 이관’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 문제 기반 학습 등을 활용하여 기구개발 후 생산을 위해 기술 이관 매뉴얼, 조립 공정도를 작성하고, 도면을 관리하여 사후 관리를 수립하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 수행 준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 기른다.
- 3) 평가자는 작업 영역 성취기준에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위하여 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용한다.
- 4) 실무 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 5) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 6) ‘하드웨어 규격 결정’ 영역에서는 제품의 기능, 구성을 결정하고, 특히 회피 전략을 수립하여 제품 규격서를 작성할 수 있는 능력에 대해 포트폴리오, 평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 사례 연구, 구두 발표 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 7) ‘하드웨어 기능별 설계’ 영역에서는 기능을 구현하기 위한 제품의 하드웨어를 분석, 구성하여 블록도를 작성하는 능력에 대해 포트폴리오, 사례 연구 등을 활용한 과정 중심 평가와 평가자 체크리스트, 구두 발표 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 8) ‘하드웨어 부품 선정’ 영역에서는 부품의 특성을 분석하여 회로 성능을 만족시키기 위한 검사항목 설정 및 필요한 신규 부품을 개발할 수 있는 능력에 대해 포트폴리오, 문제 해결 시나리오 등을 활용한 과정 중심 평가와 사례 연구, 평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 9) ‘하드웨어 성능 구현’ 영역에서는 기관 제작, 케이블 설계를 통해 시제품 조립 및 성능 검증과 개선을 할 수 있는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 논술형 시험, 평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 10) ‘하드웨어 완성품 검증’ 영역에서는 성능, 안전 규격, 신뢰성 검증 및 현장 시험을 통하여 최종적으로 검증하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 11) ‘기구 디자인 파악’ 영역에서는 랜더링을 반영하여 디자인 도면과 목업을 검토할 수 있는 능력에 대해 사례 연구, 구두 발표 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 평가자질문 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 12) ‘기구 특허 출원’ 영역에서는 가전 기기·기구의 지식 재산권 관련 법령, 기술기 준 등에 관한 법, 제도를 검토하고, 선행 특허를 분석하여 특허를 출원하는 능력에 대해 사례 연구,

- 구두 발표 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 13) ‘기구 설계’ 영역에서는 설계 레이아웃을 작성한 후, 상세 설계를 토대로 시뮬레이션을 수행하는 능력에 대해 사례 연구, 피평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.
 - 14) ‘기구 워킹 목업 제작’ 영역에서는 공용 기구물을 활용하고 신 가공법을 적용하여 제작한 워킹 목업의 기능을 검토하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 사례 연구 등을 활용한 결과 평가를 한다.
 - 15) ‘기구 시제품 제작’ 영역에서는 제품의 금형 제작물을 기초로 시제품의 성능 이상 유무를 확인하기 위하여 일정수량의 시제품을 제작하고 검증하는 능력에 대해 사례 연구, 평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 작업장 평가 등을 활용한 결과 평가를 한다.
 - 16) ‘기구 개발 계획 수립’ 영역에서는 효율적인 기구개발을 위하여 인증 규격, 지적 재산권 검토, 선행 기술 조사를 통하여 개발 일정 계획을 수립하고 진행·관리 하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 사례 연구 등을 활용한 결과 평가를 한다.
 - 17) ‘기구 상세 설계’ 영역에서는 제품화하기 위하여 개발할 기구의 레이아웃 설계, 기구 요소 설계, 설계 내용을 검증하는 능력에 대해 평가자 체크리스트, 구두 발표 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 평가자 질문 등을 활용한 결과 평가를 한다.
 - 18) ‘기구 제작’ 영역에서는 작성된 설계도를 바탕으로 제품의 성능 이상 유무를 확인하기 위하여 워킹 목업, 시제품을 제작하고 시험하는 능력에 대해 평가자 체크리스트, 역할 연기 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 평가자 질문, 구두 발표 등을 활용한 결과 평가를 한다.
 - 19) ‘기구 성능 시험’ 영역에서는 기구의 조립성 시험, 연동 시험, 환경 신뢰성 시험을 수행하여 성능을 확인하고, 설계 규격과 차이가 있는 부분을 보완할 수 있는 능력에 대해 사례 연구, 평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 서술형시험 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
 - 20) ‘기구 개선’ 영역에서는 기구 설계 보완, 확인, 사후 관리를 통해서 발견된 문제점을 보완하여 개선할 수 있는 능력에 대해 서술형 시험, 평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 평가자 질문 등을 활용하여 결과 평가를 실시한다.
 - 21) ‘기구 기술 이관’ 영역에서는 개발된 기구의 원활한 생산을 위하여 기술 관련 도서, 시제품을 관련 부서에 이관하는 능력에 대하여 평가자 질문, 평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 평가자 질문 등을 활용한 결과 평가를 한다.

- 22) ‘기구 양산 지원’ 영역에서는 개발된 기구의 유지·보수, 고객 만족도 지원을 통하여 안정적인 생산이 가능하도록 지원하는 능력에 대하여 평가자 체크리스트, 역할 연기 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 서술형 시험 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 23) ‘하드웨어 개발 샘플 제작’ 영역에서는 제품의 기능·성능을 검토하기 위해 PCB를 입수하여 부품을 실장하고, 프로그램용 지그를 이관 후 테스트 프로그램을 입수하여 블록별 기능·성능을 검토하는 능력에 대해 사례 연구, 평가자 질문 등을 활용한 과정 중심 평가와 문제 해결 시나리오, 일지/저널, 작업장 평가 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 24) ‘하드웨어 대량 생산성 확인’ 영역에서는 전자 응용 제품의 PCB, 기구물에 대한 조립성을 검토하고, 다량의 제품에 대해 신뢰성 검토를 진행함으로써 개발 제품의 양산성을 검토하는 능력에 대하여 평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 문제 해결 시나리오, 사례 연구, 일지/저널 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 25) ‘기구 시제품 제작’ 영역에서는 개발 제품의 설계 결과를 기초로 제품의 성능의 이상 유무를 확인하기 위하여 일정 수량의 시험 제품을 제작하고 검증할 수 있는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 사례연구 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 26) ‘기구 금형 품질 관리’ 영역에서는 금형의 제작 가능성을 분석하여 원가를 산출하고 제품 품질에 부합하는 금형을 제작, 관리하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 사례 연구 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 27) ‘기구 대량 생산성 관리’ 영역에서는 정해진 재료와 공정 설비를 이용하여 목표로 하는 전자 응용 기기를 생산하기 위해 사전 생산품 제작, 작업성 검증, 불량률 개선 검토, 부품 표준화 관리 등을 수행하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 28) ‘기구 기술 자료 이관’ 영역에서는 기구 개발 후 생산을 위해 기술 이관 매뉴얼, 조립 공정도를 작성하고, 도면을 관리하여 사후 관리를 수립하는 능력에 대해 포트폴리오, 평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 평가자 질문, 작업장 평가 등을 활용한 결과 평가를 한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
하드웨어 규격 결정	특허 회피 전략 수립하기, 제품 규격서 작성하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 구체적으로 설명하고, 하드웨어 규격 결정을 할 수 있다.	특허 회피 전략 수립하기, 제품 규격서 작성하기를 다른 사람에게 설명하고, 하드웨어 규격 결정을 할 수 있다.	특허 회피 전략 수립하기, 제품 규격서 작성하기를 알고, 하드웨어 규격 결정을 할 수 있다.
하드웨어 기능별 설계	하드웨어 분석하기, 블록도 작성하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 구체적으로 설명하고 하드웨어 기능별 설계를 할 수 있다.	하드웨어 분석하기, 블록도 작성하기를 다른 사람에게 설명하고 하드웨어 기능별 설계를 할 수 있다.	하드웨어 분석하기, 블록도 작성하기를 알고 하드웨어 기능별 설계를 할 수 있다.
하드웨어 부품 선정	부품의 특성 분석하기, 부품의 검사 항목 결정하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 구체적으로 설명하고, 하드웨어 부품 선정을 할 수 있다.	부품의 특성 분석하기, 부품의 검사 항목 결정하기를 다른 사람에게 설명하고, 하드웨어 부품 선정을 할 수 있다.	부품의 특성 분석하기, 부품의 검사 항목 결정하기를 알고, 하드웨어 부품 선정을 할 수 있다.
하드웨어 성능 구현	기관 제작하기, 시제품 조립하기, 시제품 성능 검사하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 구체적으로 설명하고, 하드웨어 성능 구현을 할 수 있다.	기관 제작하기, 시제품 조립하기, 시제품 성능 검사하기를 다른 사람에게 설명하고, 하드웨어 성능 구현을 할 수 있다.	기관 제작하기, 시제품 조립하기, 시제품 성능 검사하기를 알고, 하드웨어 성능 구현을 할 수 있다.
하드웨어 완성품 검증	완성품 제작하기, 신뢰성 검증하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 구체적으로 설명하고, 하드웨어 완성품 검증을 할 수 있다.	완성품 제작하기, 신뢰성 검증하기를 다른 사람에게 설명하고, 하드웨어 완성품 검증을 할 수 있다.	완성품 제작하기, 신뢰성 검증하기를 알고, 하드웨어 완성품 검증을 할 수 있다.
기구 디자인 파악	랜더링 선정하기, 디자인 도면 검토하기, 디자인 목업 파악하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 구체적으로 설명하고 기구 디자인 파악을 할 수 있다.	랜더링 선정하기, 디자인 도면 검토하기, 디자인 목업 파악하기를 다른 사람에게 설명하고 기구 디자인 파악을 할 수 있다.	랜더링 선정하기, 디자인 도면 검토하기, 디자인 목업 파악하기를 알고 기구 디자인 파악을 할 수 있다.
기구 특허 출원	지식 재산권 검토하기, 선행 특허 분석하기, 기구 특허 출원을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 구체적으로 설명하고, 기구 특허 출원을 할 수 있다.	지식 재산권 검토하기, 선행 특허 분석하기, 기구 특허 출원을 다른 사람에게 설명하고, 기구 특허 출원을 할 수 있다.	지식 재산권 검토하기, 선행 특허 분석하기, 기구 특허 출원을 알고, 기구 특허 출원을 할 수 있다.
기구 설계	설계 레이아웃 작성하기, 상세 설계하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 구체적으로 설명하고, 기구 설계를 할 수 있다.	설계 레이아웃 작성하기, 상세 설계하기를 다른 사람에게 설명하고, 기구 설계를 할 수 있다.	설계 레이아웃 작성하기, 상세 설계하기를 알고, 기구 설계를 할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
기구 워킹 목업 제작	공용 기구물 검토하기, 기능 검토하 기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 구체적으로 설명하고, 기구 워 킹 목업 제작을 할 수 있다.	공용 기구물 검토하기, 기능 검 토하기를 다른 사람에게 설명하 고, 기구 워킹 목업 제작을 할 수 있다.	공용 기구물 검토하기, 기능 검토 하기를 알고, 기구 워킹 목업 제 작을 할 수 있다.
기구 시제품 제작	작업 공정도 작성하기, 시제품 제작 하기, 시제품 검증하기를 다른 사 람에게 새로운 예를 들어 구체적으로 설명하고, 기구 시제품 제작을 할 수 있다.	작업 공정도 작성하기, 시제품 제 작하기, 시제품 검증하기를 다른 사람에게 설명하고, 기구 시제품 제작을 할 수 있다.	작업 공정도 작성하기, 시제품 제 작하기, 시제품 검증하기를 알고, 기구 시제품 제작을 할 수 있다.
기구 개발 계획 수립	인증 규격 검토하기, 지식 재산권 조사하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 구체적으로 설명하고, 기 구 개발 계획 수립을 할 수 있다.	인증 규격 검토하기, 지식 재산권 조사하기를 다른 사람에게 설명 하고, 기구 개발 계획 수립을 할 수 있다.	인증 규격 검토하기, 지식 재산권 조사하기를 알고, 기구 개발 계획 수립을 할 수 있다.
기구 상세 설계	레이아웃 설계하기, 설계 내용 검증 하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 구체적으로 설명하고, 기구 상 세 설계를 할 수 있다.	레이아웃 설계하기, 설계내용 검 증하기를 다른 사람에게 설명하 고, 기구 상세 설계를 할 수 있다.	레이아웃 설계하기, 설계내용 검 증하기를 알고, 기구 상세 설계를 할 수 있다.
기구 제작	워킹 목업 제작하기, 시제품 제작하 기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 구체적으로 설명하고, 기구 제 작을 할 수 있다.	워킹 목업 제작하기, 시제품 제작 하기를 다른 사람에게 구체적으 로 설명하고, 기구 제작을 할 수 있다.	워킹 목업 제작하기, 시제품 제작 하기를 알고, 기구 제작을 할 수 있다.
기구 성능 시험	조립성 시험하기, 연동 시험하기, 환경 신뢰성 시험하기를 다른 사 람에게 새로운 예를 들어 구체적으로 설명하고, 기구 성능 시험을 할 수 있다.	조립성 시험하기, 연동 시험하기, 환경 신뢰성 시험하기를 다른 사 람에게 설명하고, 기구 성능 시험 을 할 수 있다.	조립성 시험하기, 연동 시험하기, 환경 신뢰성 시험하기를 알고, 기 구 성능 시험을 할 수 있다.
기구 개선	기구 설계 보완하기, 기구 설계도 사후 관리하기를 다른 사람에게 새 로운 예를 들어 구체적으로, 설명하 고 기구 개선을 할 수 있다.	기구 설계 보완하기, 기구 설계 도 사후 관리하기를 다른 사람에 게 설명하고, 기구 개선을 할 수 있다.	기구 설계 보완하기, 기구 설계 도 사후 관리하기를 알고, 기구 개선을 할 수 있다.
기구 기술 이관	금형,원가 관리하기, 금형,관리하 기를 다른 사람에게 새로운 예를 들 어 구체적으로 설명하고, 기구 기술 이관을 할 수 있다.	금형,원가 관리하기, 금형,관리하 기를 다른 사람에게 설명하고, 기 구 기술 이관을 할 수 있다.	금형,원가 관리하기, 금형,관리하 기를 알고, 기구 기술 이관을 할 수 있다.
기구 양산 지원	고객 만족도 지원하기, 유지보수하 기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 구체적으로 설명하고, 기구 양 산 지원을 할 수 있다.	고객 만족도 지원하기, 유지보수 하기를 다른 사람에게 설명하고, 기구 양산 지원을 할 수 있다.	고객 만족도 지원하기, 유지보수 하기를 알고, 기구 양산 지원을 할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
하드웨어 개발 샘플 제작	개발 샘플 조립하기, 프로그램용 보드 이관하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 구체적으로 설명하고, 하드웨어 개발 샘플 제작을 할 수 있다.	개발 샘플 조립하기, 프로그램용 보드 이관하기를 다른 사람에게 설명하고, 하드웨어 개발 샘플 제작을 할 수 있다.	개발 샘플 조립하기, 프로그램용 보드 이관하기를 알고, 하드웨어 개발 샘플 제작을 할 수 있다.
하드웨어 대량 생산성 확인	대량 생산 준비하기, 대량 생산 제품 제작하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 구체적으로 설명하고, 하드웨어 대량생산성 확인을 할 수 있다.	대량 생산 준비하기, 대량 생산 제품 제작하기를 다른 사람에게 설명하고, 하드웨어 대량생산성 확인을 할 수 있다.	대량 생산 준비하기, 대량 생산 제품 제작하기를 알고, 하드웨어 대량생산성 확인을 할 수 있다.
기구 시제품 제작	가공 공정도 작성하기, 시제품 제작 관리하기, 시제품 검증하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 구체적으로 설명하고, 기구 시제품 제작을 할 수 있다.	가공 공정도 작성하기, 시제품 제작 관리하기, 시제품 검증하기를 다른 사람에게 설명하고, 기구 시제품 제작을 할 수 있다.	가공 공정도 작성하기, 시제품 제작 관리하기, 시제품 검증하기를 알고, 기구 시제품 제작을 할 수 있다.
기구 금형 품질 관리	금형 원가 산출하기, 금형 제작 관리하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 구체적으로 설명하고, 기구 금형 품질 관리를 할 수 있다.	금형 원가 산출하기, 금형 제작 관리하기를 다른 사람에게 설명하고, 기구 금형 품질 관리를 할 수 있다.	금형 원가 산출하기, 금형 제작 관리하기를 알고, 기구 금형 품질 관리를 할 수 있다.
기구 대량 생산성 관리	사전 생산품 제작하기, 부품 표준화 관리하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 구체적으로 설명하고, 기구 대량 생산성 관리를 할 수 있다.	사전 생산품 제작하기, 부품 표준화 관리하기를 다른 사람에게 설명하고, 기구 대량 생산성 관리를 할 수 있다.	사전 생산품 제작하기, 부품 표준화 관리하기를 알고, 기구 대량 생산성 관리를 할 수 있다.
기구 기술 자료 이관	매뉴얼 제작하기, 도면 관리하기, 사후 관리하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 구체적으로 설명하고 기구 기술 자료 이관을 할 수 있다.	매뉴얼 제작하기, 도면 관리하기, 사후 관리하기를 다른 사람에게 설명하고 기구 기술 자료 이관을 할 수 있다.	매뉴얼 제작하기, 도면 관리하기, 사후 관리하기를 알고 기구 기술 자료 이관을 할 수 있다.

[실무 과목]

16. 정보 통신 기기 개발

1. 성격 및 목표

가. 성격

“정보 통신 기기 개발” 과목은 특성화 고등학교 및 마이스터 고등학교의 전자과 학생들에게 정보 통신 기기 개발에 관한 기술을 습득시켜, 정보 통신 기기 제품의 제조에 활용할 수 있는 능력을 기르기 위한 실무 과목이다.

이 과목에서 이수해야 할 내용은 정보 통신 기기 사양 결정, 정보 통신 기기 아날로그 회로 설계, 디지털 회로 설계, 회로 검증, PCB 보드 개발, 정보 통신 기기 신뢰성 시험, 정보 통신 기기 인증 관리, 정보 통신 기기 기구 생산 지원, 정보 통신 기기 기구 부속물 개발 등으로, 정보 통신 기기 개발에 관한 정보 통신 기기의 인증 파악하기에서부터 사용, 설명서 작성하기에 이르기까지 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

정보 통신 기기 개발에 관한 이론과 기술을 습득하고 원리를 이해하며, 정보 통신 기기 제조 분야에 적용할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
정보 통신 기기 사양 결정 (1903030102_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> 인증 파악하기 기능 규격 파악하기 사양 명세서 작성하기
정보 통신 기기 아날로그 회로 설계 (1903030104_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> 전원부 설계하기 AV부 설계하기 센서부 설계하기
정보 통신 기기 디지털 회로 설계 (1903030105_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> 디스플레이부 설계하기 인터페이스 설계하기
정보 통신 기기 회로 검증 (1903030106_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> 회로 시뮬레이션하기 검증용 보드 시험하기
정보 통신 기기 PCB 보드 개발 (1903030107_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> PCB 설계하기 PCB 제작하기 PCB 시험하기
정보 통신 기기 신뢰성 시험 (1903030108_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> 성능 시험하기 안전성 시험하기 환경 시험하기
정보 통신 기기 인증 관리 (1903030109_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> 인증 기관 선정하기 인증 획득하기
정보 통신 기기 기구 생산 지원 (1903030208_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 공정 관리 지원하기 조립 지그 제작하기
정보 통신 기기 기구 부속물 개발 (1903030209_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 액세서리 개발하기 포장물 개발하기 인쇄물 개발하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력 단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 정보 통신 기기 사양결정

가) 인증 파악하기

- 설계 지침서에 따라 관련 정보 통신기 기 인증 규격을 조사할 수 있다.
- 조사된 인증 규격을 수행할 수 있는 인증 기관을 확인할 수 있다.
- 확인된 인증 기관에서 요구하는 절차를 기초로 하드웨어 설계에 따른 정보 통신 기기 인증 종류를 파악할 수 있다.

나) 기능 규격 파악하기

- 설계 지침서에 따라 관련 정보 통신 기기 기능 규격을 조사할 수 있다.
- 조사된 기능 규격을 근거로 경쟁사 하드웨어와의 기능 규격을 비교할 수 있다.
- 비교된 자료를 토대로 하드웨어에 적용할 기능 규격을 파악할 수 있다.

다) 사양 명세서 작성하기

- 파악된 인증 및 기능 규격을 토대로 고객이 요구하는 제품의 사양을 파악할 수 있다.
- 파악된 사양에 대하여 기술적 검토를 수행할 수 있다.
- 수행된 기술적 검토를 토대로 제품 개발에 필요한 주요 부품, 단가, 기능, 성능을 확인할 수 있다.
- 확인된 내용을 근거로 사양 명세서를 작성할 수 있다.

2) 정보 통신 기기 아날로그 회로 설계

가) 전원부 설계하기

- 설계 지침서와 사양 명세서에 따라 사용되는 전원을 나열할 수 있다.
- 나열된 전원에 적합한 회로를 신뢰성 항목 및 커넥터를 고려하여 전원 블록 다이어그램을 구성할 수 있다.
- 구성된 전원 블록 다이어그램을 구현하는 회로의 PCB 설계 지침 등을 포함한 상세 회로도를 설계할 수 있다.

나) AV부 설계하기

- 설계 지침서와 사양 명세서에 명시된 커넥터, 배선, 입출력 규격 등에 맞는 설계 규격을 파악할 수 있다.
- 설계 지침서에 따라 회로 설계 시 기구 형상을 반영하여야 하는 위치 및 치수를 파악할 수 있다.
- 파악된 규격 치수 등을 고려한 AV(audio & video)부의 상세 회로도를 설계할 수 있다.

다) 센서부 설계하기

- 설계 지침서와 사양 명세서에 요구되는 센서를 파악할 수 있다.
- 파악된 센서 정보를 통해 센서 구동 회로를 설계할 수 있다.
- 설계된 구동 회로를 활용하는 디지털 설계 연결 부분을 포함하여 센서부의 상세 회로도를 설계할 수 있다.

3) 정보 통신 기기 디지털 회로설계

가) 디스플레이부 설계하기

- 디스플레이부 설계를 위한 부품의 데이터 시트를 조사할 수 있다.
- 조사된 데이터 시트를 근거로 블록 다이어그램을 구성할 수 있다.
- 구성된 블록 다이어그램을 구현하는 상세 회로도를 설계할 수 있다.

나) 인터페이스 설계하기

- 설계 지침서와 사양 명세서에 따라 채택되어야 할 인터페이스를 나열할 수 있다.
- 나열된 인터페이스에 대한 호환성과 규격 등을 파악할 수 있다.
- 파악된 내용을 근거로 상세 회로도를 설계할 수 있다.

4) 정보 통신 기기 회로 검증

가) 회로 시뮬레이션하기

- 회로 검증을 위해 설계된 아날로그와 디지털 설계에 대한 시뮬레이션 회로를 파악할 수 있다.
- 파악된 회로의 핵심적 특성에 따라 시뮬레이션 프로그램을 선정할 수 있다.
- 선정된 시뮬레이션 프로그램을 사용하여 시뮬레이션을 수행할 수 있다.
- 시뮬레이션 결과 데이터를 바탕으로 결과 보고서를 작성할 수 있다.

나) 검증용 보드 시험하기

- 설계된 회로를 시험하기 위해서 검증용 보드를 제작할 수 있다.
- 실험 지침서를 근거로 필요한 계측·실험 장비에 대한 사용 계획서를 작성할 수 있다.
- 제작된 검증용 보드를 계측실험 장비를 활용하여 실험 지침서를 바탕으로 시험할 수 있다.
- 시험된 결과를 근거로 시험 결과 보고서를 작성할 수 있다.

5) 정보 통신 기기 PCB 보드 개발

가) PCB 설계하기

- 아날로그, 디지털 주요 회로도를 바탕으로 전체 회로도를 작성할 수 있다.
- 분리 제작할 PCB별 회로도를 작성할 수 있다.
- PCB별로 제작된 회로도와 부품의 위치, PCB 설계 시 주의 사항을 기준으로 아트워크를 수행할 수 있다.
- 수행된 조건에 준하여 PCB 설계를 검증할 수 있다.

나) PCB 제작하기

- 설계된 아트워크의 Gerber 파일을 제공하여 PCB 제작을 의뢰할 수 있다.
- 제작된 PCB 수입 검사를 수행할 수 있다.
- PCB의 부품 목록을 근거로 PCB를 조립, 제작할 수 있다.
- 조립, 제작된 PCB에 대한 검증을 수행할 수 있다.

다) PCB 시험하기

- 완제품 테스트를 위해서 조립된 PCB를 시험 장비와 연결할 수 있다.
- 연결된 PCB를 완제품 실험 절차서에 준해서 회로 시험을 수행할 수 있다.
- 기구와의 조립을 통해서 문제점이 없는지 확인할 수 있다.
- 문제점 확인을 통하여 보완 지시서를 작성할 수 있다.

6) 정보 통신 기기 신뢰성 시험

가) 성능 시험하기

- 시제품 성능을 시험하기 위해 성능 평가 항목을 선정할 수 있다.
- 선정된 성능 평가 항목에 따라 성능 시험의 기준 조건과 절차를 파악할 수 있다.
- 파악된 기준 조건과 절차를 수행하기 위하여, 계측 장비를 활용하여 시험 환경 조건 하에서 시제품의 성능을 시험할 수 있다.
- 시험 결과 데이터가 성능 기준에 충족되는지 판단하기 위하여 성능 시험 결과 보고서를 작성할 수 있다.

나) 안전성 시험하기

- 안전성 검사 표준 규격에서 필요한 항목을 토대로 시험 항목을 선정할 수 있다.
- 선정된 시험 항목에 의거하여 시험 기준, 방법을 포함한 안전성 시험 절차를 확인할 수 있다.
- 시험 절차에 따라 필요한 안전성 시험 장비를 활용하여 시제품의 안전성을 시험할 수 있다.
- 시험 결과 데이터가 안전성 기준에 충족되는지 판단하기 위하여 안전성 시험 결과 보고서를 작성할 수 있다.

다) 환경 시험하기

- 시제품의 환경 시험 항목을 선정할 수 있다.
- 환경 시험 항목에 적합한 환경 시험 장비를 파악할 수 있다.
- 환경 시험 절차에 따라 파악된 환경 시험 장비를 활용하여 평가를 수행할 수 있다.

- 시험 결과 데이터가 환경 시험 기준에 충족되는지 판단하기 위하여 환경 시험 결과 보고서를 작성할 수 있다.

7) 정보 통신 기기 인증 관리

가) 인증 기관 선정하기

- 인증 적합성 여부를 판단하기 위한 인증 기관 현황을 파악할 수 있다.
- 파악된 인증 기관별로 비교 현황 리스트를 작성할 수 있다.
- 작성된 비교 현황 리스트를 근거로 인증 기관을 선정할 수 있다.

나) 인증 획득하기

- 인증 추진 계획서를 토대로 선정된 인증 기관과 계약에 따른 인증 제반 사항을 지원할 수 있다.
- 인증 기관의 요구에 따라 제출된 시료 및 인증 서류를 수정할 수 있다.
- 수정된 시료 및 인증 서류에 대해 인증 기관의 심사를 통하여 인증을 획득할 수 있다.

8) 정보 통신 기기 기구 생산지원

가) 공정 관리 지원하기

- 시제품 성능을 시험하기 위해 성능 평가 항목을 선정할 수 있다.
- 선정된 성능 평가 항목에 따라 성능 시험의 기준 조건과 절차를 파악할 수 있다.
- 파악된 기준 조건과 절차를 수행하기 위하여, 계측 장비를 활용하여 시험 환경 조건 하에서 시제품의 성능을 시험할 수 있다.
- 시험 결과 데이터가 성능 기준에 충족되는지 판단하기 위하여 성능 시험 결과 보고서를 작성할 수 있다.

나) 조립 지그 제작하기

- 제품 설계 시에 제작된 외관의 분해·조립도를 검토한 후, 조립의 순서와 방법을 결정할 수 있다.
- 개발, 생산, 검사, 수리 공정에서 분해와 조립을 효율적으로 할 수 있는 방안을 검토하고, 필요한 지그의 종류와 규격을 파악할 수 있다.
- 파악된 내용을 바탕으로 범용으로 제작된 지그의 경우에는 구입하여 사용하고, 제품에 특화된 지그일 경우에는 설계를 통해 개발할 수 있다.

9) 정보 통신 기기 기구 부속물 개발

가) 액세서리 개발하기

- 정보 통신 기기에 필수적으로 소요되는 액세서리와 부가적으로 판매할 수 있는 액세서리를 구분하고, 각각의 액세서리에 대해 자체 개발할 것인지 구매를 할 것인지를 파악할 수 있다.
- 배터리, 크래들(cradle) 등과 같이 제품의 형상과 연동되는 기구물의 경우에는 본체 제품의 개발 일정에 따라 자체 개발할 수 있다.
- 이어폰, 통신 케이블과 같이 정보 통신 기기의 공통 규격이 있는 액세서리에 대한 표준 규격을 파악하고, 공급이 가능한 외주 액세서리를 선정할 수 있다.
- 결정된 액세서리를 생산에 적용하기 위하여 협력 업체로부터 승인원을 입수하고 수입 검사를 통해 품질을 확인한 후 구매, 생산 등의 유관 부서에 승인서와 견본품을 배포할 수 있다.

나) 포장물 개발하기

- 제품의 단위 포장물 크기를 결정하기 위해 상품화하였을 때 제공되는 액세서리의 종류와 크기를 파악하고, 액세서리가 포함된 포장물의 크기, 모양, 방법 등의 자료를 디자이너에게 제공할 수 있다.
- 지역별, 유통별 요구하는 포장 방법을 파악하고, 포장 방법에 따른 안전성, 경제성, 작업성, 선호도 등의 장단점을 분석하여 제품에 맞는 포장방법을 선정할 수 있다.
- 단위 포장물의 보관, 운송이 편리하도록 운송 수단의 적재용량을 고려한 마스터 카톤(master carton) 크기를 산정하고, 적재단수, 재질, 두께를 결정할 수 있다.
- 포장물 생산 외주 업체를 선정하고, 포장물의 디자인이 포함된 전개도를 작성하여 제공함으로써 포장물을 개발할 수 있다.

다) 인쇄물 개발하기

- 제품의 생산 완료 후에 제품에 대한 정보를 제공하기 위하여 필요한 인쇄물을 파악할 수 있다.
- 품질 보증서, 정보 통신 기기 라벨 및 스티커 등 인쇄물을 내장 또는 부착으로 구분하고, 부착하는 인쇄물의 경우에는 부착 위치와 크기를 디자이너와 협의할 수 있다.
- 기기명, 규격 인증 번호, 제조사, 제조 일자, 일련번호 등 제공하고자 하는 정보를 파악하고 디자이너와 협의할 수 있다.
- 협의된 내용에 따라 외주 업체를 선정하여 인쇄물을 제작하고 검토할 수 있다.
- 제작된 인쇄물을 생산에 적용할 수 있도록 승인서와 작업 지시서를 작성하여 생산 관련 부서에 배포할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 정보 통신 기기를 개발하기 위하여 작성된 개발 계획서와 사양 명세서를 근거로 회로를 설계하고 검토하여 시제품을 제작한 후, 신뢰성 확보 업무를 수행하는 작업을 할 수 있도록 지도 한다.
- 나. 학생의 성취수준 및 요구, 학교의 실정, 지역 사회의 여건 등을 고려하여 지도의 비중을 달리하여 지도한다.
- 다. 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 라. 정보 통신 기기에 대한 기본 이론과 정보 통신 기기 개발에 관한 기술을 습득하고 원리를 이해하여 학생들의 학습 전이를 향상시킬 수 있도록 한다.
- 마. ‘정보 통신 기기 사양 결정’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 문제 기반 학습 등을 활용하여 하드웨어 개발을 위해 인증 및 기능 규격을 파악하고, 사양명세서를 작성하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘정보 통신 기기 아날로그 회로 설계’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 설계 지침서와 사양 명세서를 활용하여 RF부, 전원부, AV부, 센서부를 설계하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 사. ‘정보 통신 기기 디지털 회로 설계’ 영역에서는 강의법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제기반 학습 등을 활용하여 설계 지침서와 사양 명세서를 활용하여 디스플레이부, AP부, 인터페이스를 설계하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 아. ‘정보 통신 기기 회로 검증’ 영역에서는 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 설계된 부분 회로에 대하여 시뮬레이션을 하고, 검증용 보드를 제작하여 시험한 결과를 근거로 문제점을 보완하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 자. ‘정보 통신 기기 PCB 보드 개발’ 영역에서는 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 아날로그, 디지털 주요 부분에 대한 PCB를 설계하고 제작된 시제품을 시험하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 차. ‘정보 통신 기기 신뢰성 시험’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습 등을 활용하여 시제품의 품질을 확보하기 위하여 시험 환경에서 부품의 성능 시험, 안전성 시험 및 환경 시험을 수행하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 카. ‘정보 통신 기기 인증 관리’ 영역에서는 강의법, 프로젝트 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 인증 기관을 선정하고, 인증 절차에 따라 인증 계획을 수립하여 하드웨어에 필요한 인증 획득을 수행하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

- 타. ‘정보 통신 기기 기구 생산 지원’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 효율적인 생산을 지원하기 위하여 공정 관리를 지원하고, 조립 지그를 제작하며, 기술자매뉴얼을 작성하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 파. ‘정보 통신 기기 기구 부속물 개발’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 정보 통신 기기의 부가 가치를 높이기 위하여 정보 통신 기기의 기구 본체 외에 포함되는 액세서리, 포장물, 인쇄물을 개발하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 수행 준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 기른다.
- 3) 평가자는 작업 영역 성취기준에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위하여 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용한다.
- 4) 실무 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 5) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 6) ‘정보 통신 기기 사양 결정’ 영역에서는 하드웨어 개발을 위해 인증 및 기능 규격을 파악하고, 사양 명세서를 작성하는 능력에 대해 서술형 시험, 피평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 논술형 시험, 구두 발표 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 7) ‘정보 통신 기기 아날로그 회로 설계’ 영역에서는 설계 지침서와 사양 명세서를 활용하여 RF부, 전원부, AV부, 센서부를 설계하는 능력에 대해 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 평가자 체크리스트, 구두 발표 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 8) ‘정보 통신 기기 디지털 회로 설계’ 영역에서는 설계 지침서와 사양 명세서를 활용하여 디스플레이부, AP부, 인터페이스를 설계하는 능력에 대해 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 평가자 체크리스트, 구두 발표 등을 활용한 결과 평가를 한다.

- 9) '정보 통신 기기 회로 검증' 영역에서는 설계된 부분 회로에 대하여 시뮬레이션을 하고 검증용 보드를 제작하여 시험한 결과를 근거로 문제점을 보완하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 피평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 10) '정보 통신 기기 PCB 보드 개발' 영역에서는 아날로그, 디지털 주요부분에 대한 PCB를 설계하고 제작된 시제품을 시험하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 11) '정보 통신 기기 신뢰성 시험' 영역에서는 시제품의 품질을 확보하기 위하여 시험 환경에서 부품의 성능 시험, 안전성 시험 및 환경 시험을 수행하는 능력에 대해 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형시험, 평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 12) '정보 통신 기기 인증 관리' 영역에서는 인증 기관을 선정하고 인증 절차에 따라 인증 계획을 수립하여 하드웨어에 필요한 인증 획득을 수행하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 피평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 13) '정보 통신 기기 기구 생산 지원' 영역에서는 효율적인 생산을 지원하기 위하여 공정 관리를 지원하고, 조립 지그를 제작하며, 기술자 매뉴얼을 작성하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 사례 연구, 평가자 질문 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 구두 발표 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 14) '정보 통신 기기 기구 부속물 개발' 영역에서는 정보 통신 기기의 부가 가치를 높이기 위하여 정보 통신 기기의 기구 본체 외에 포함되는 액세서리, 포장물, 인쇄물을 개발하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 사례 연구, 평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 평가자 질문 등을 활용한 결과 평가를 한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
정보 통신 기기 사양 결정	인증 파악하기, 기능 규격 파악하기, 사양 명세서 작성하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 정보 통신 기기 사양 결정을 할 수 있다.	인증 파악하기, 기능 규격 파악하기, 사양 명세서 작성하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 정보 통신 기기 사양 결정을 할 수 있다.	인증 파악하기, 기능 규격 파악하기, 사양 명세서 작성하기 방법을 알고 정보 통신 기기 사양결 정을 할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
정보 통신 기기 아날로그 회로 설계	전원부 설계하기, AV부 설계하기, 센서부 설계하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 정보 통신 기기 아날로그 회로 설계를 할 수 있다.	전원부 설계하기, AV부 설계하기, 센서부 설계하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 정보 통신 기기 아날로그 회로 설계를 할 수 있다.	전원부 설계하기, AV부 설계하기, 센서부 설계하기 방법을 알고 정보 통신 기기 아날로그 회로 설계를 할 수 있다.
정보 통신 기기 디지털 회로 설계	디스플레이부 설계하기, 인터페이스 설계하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 정보 통신 기기 디지털 회로 설계를 할 수 있다.	디스플레이부 설계하기, 인터페이스 설계하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 정보 통신 기기 디지털 회로 설계를 할 수 있다.	디스플레이부 설계하기, 인터페이스 설계하기 방법을 알고 정보 통신 기기 디지털 회로 설계를 할 수 있다.
정보 통신 기기 회로 검증	회로 시뮬레이션하기, 검증용 보드 시험하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 정보 통신 기기 회로 검증을 할 수 있다.	회로 시뮬레이션하기, 검증용 보드 시험하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 정보 통신 기기 회로 검증을 할 수 있다.	회로 시뮬레이션하기, 검증용 보드 시험하기 방법을 알고 정보 통신 기기 회로 검증을 할 수 있다.
정보 통신 기기 PCB 보드 개발	PCB 설계하기, PCB 제작하기, PCB 시험하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 정보 통신 기기 PCB 보드 개발을 할 수 있다.	PCB 설계하기, PCB 제작하기, PCB 시험하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 정보 통신 기기 PCB 보드 개발을 할 수 있다.	PCB 설계하기, PCB 제작하기, PCB 시험하기 방법을 알고 정보 통신 기기 PCB 보드 개발을 할 수 있다.
정보 통신 기기 신뢰성 시험	성능 시험하기, 안전성 시험하기, 환경 시험하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 정보 통신 기기 신뢰성 시험을 할 수 있다.	성능 시험하기, 안전성 시험하기, 환경 시험하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 정보 통신 기기 신뢰성 시험을 할 수 있다.	성능 시험하기, 안전성 시험하기, 환경 시험하기 방법을 알고 정보 통신 기기 신뢰성 시험을 할 수 있다.
정보 통신 기기 인증 관리	인증 기관 선정하기, 인증 획득하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 정보 통신 기기 인증 관리를 할 수 있다.	인증기관 선정하기, 인증 획득하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 정보 통신 기기 인증 관리를 할 수 있다.	인증기관 선정하기, 인증 획득하기 방법을 알고 정보 통신 기기 인증 관리를 할 수 있다.
정보 통신 기기 기구 생산 지원	공정 관리 지원하기, 조립 지그 제작하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 정보 통신 기기 기구 생산 지원을 할 수 있다.	공정 관리 지원하기, 조립 지그 제작하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 정보 통신 기기 기구 생산 지원을 할 수 있다.	공정 관리 지원하기, 조립 지그 제작하기 방법을 알고 정보 통신 기기 기구 생산 지원을 할 수 있다.
정보 통신 기기 기구 부속물 개발	액세서리 개발하기, 포장물 개발하기, 인쇄물 개발하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 정보 통신 기기 기구 부속물 개발을 할 수 있다.	액세서리 개발하기, 포장물 개발하기, 인쇄물 개발하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 정보 통신 기기 기구 부속물 개발을 할 수 있다.	액세서리 개발하기, 포장물 개발하기, 인쇄물 개발하기 방법을 알고, 정보 통신 기기 기구 부속물 개발을 할 수 있다.

[실무 과목]

17. 정보 통신 기기 소프트웨어 개발

1. 성격 및 목표

가. 성격

“정보 통신 기기 소프트웨어 개발” 과목은 특성화 고등학교 및 마이스터 고등학교의 전자과 학생들이 정보 통신 기기 소프트웨어 개발에 관한 기술을 습득시켜 정보 통신 기기 제품의 제조에 활용할 수 있는 능력을 기르기 위한 실무 과목이다.

이 과목에서 이수해야 할 내용은 정보 통신 기기 소프트웨어 상세 설계, 정보 통신 기기 소프트웨어 UI/UX 개발, 정보 통신 기기 시스템 테스트, 정보 통신 기기 환경 테스트, 정보 통신 기기 소프트웨어 인증, 소프트웨어 유지·보수 등으로, 정보 통신 기기 관한 시스템 규격의 확정에서부터 사용자 운용 매뉴얼 작성하기에 이르기까지 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

정보 통신 기기 내에서 동작하는 표준 규격의 소프트웨어 개발을 위하여 요구 사항을 분석하고 기본 설계, 상세 설계, 사용자 편의를 위한 UI/UX 설계를 하여 개발된 소프트웨어 시스템의 현장 적용 시험과 유지·보수 업무를 수행할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
정보 통신 기기 소프트웨어 상세 설계 (1903030303_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 시스템 규격 확정하기 단위 모듈 구조 설계하기
정보 통신 기기 소프트웨어 UI/UX 개발 (1903030304_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> UI/UX 설계하기 UI/UX 디자인 구현하기
정보 통신 기기 시스템 테스트 (1903030307_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 단위 모듈 테스트하기 통합 테스트하기 성능 테스트하기
정보 통신 기기 환경 테스트 (1903030308_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> LAB 테스트하기 필드 테스트하기 신뢰성 테스트하기
정보 통신 기기 소프트웨어 인증 (1903030309_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 인증 시험 준비하기 인증 시험 신청하기 소프트웨어 인증 획득하기
정보 통신 기기 소프트웨어 유지·보수 (1903030310_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 추가 요구 사항 구현하기 버전 업그레이드하기 사용자 운용 매뉴얼 작성하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력 단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 정보 통신 기기 소프트웨어 상세 설계

가) 시스템 규격 확정하기

- 기본 설계를 바탕으로 정보 통신 기기 규격을 검토할 수 있다.
- 검토된 규격과 사용자 요구 분석서를 비교하여 누락된 기능과 규격에 맞지 않은 것이 있는지 검토할 수 있다.
- 검토 결과 내용을 활용하여 시스템 소프트웨어 규격을 수립할 수 있다.

나) 단위 모듈 구조 설계하기

- 정의된 모듈 기능에 근거하여 알고리즘을 설계할 수 있다.
- 설계된 알고리즘을 바탕으로 기 개발 컴포넌트의 호환성을 검토할 수 있다.
- 정의된 시스템 구조를 바탕으로 모듈별 인터페이스 정합 규격을 설계할 수 있다.
- 설계된 내용을 활용하여 모듈별 기능 설계서를 작성할 수 있다.

2) 정보 통신 기기 소프트웨어 UI/UX 개발

가) UI/UX 설계하기

- UI/UX 요구 사항 분석서를 바탕으로 UI/UX 동작에 필요한 하드웨어 특성을 분석할 수 있다.
- 분석된 하드웨어 특성을 기준으로 개발 가능한 UI/UX 기능을 파악하여 UI/UX 기능을 정의할 수 있다.
- 정의된 UI/UX 기능을 바탕으로 화면 운용 시나리오, 화면 배치도 등을 설계할 수 있다.

나) UI/UX 디자인 구현하기

- UI/UX 요구 사항 분석서를 활용하여 UI/UX 디자인 콘셉트를 정의할 수 있다.
- UI/UX 디자인 콘셉트에 따라서 UI/UX 디자인 시안을 제작할 수 있다.
- 선정된 시안을 토대로 사용자 요구 사항과 하드웨어 특성을 반영하여 UI/UX 디자인을 구현할 수 있다.

3) 정보 통신 기기 시스템 테스트

가) 단위 모듈 테스트하기

- 모듈별 기능 설계서를 바탕으로 테스트 항목을 검토할 수 있다.
- 검토한 테스트 항목을 활용하여 테스트시나리오를 작성할 수 있다.
- 테스트 시나리오를 바탕으로 테스트 환경을 구축할 수 있다.
- 단위 모듈 요구 사항을 항목별, 기능별로 테스트할 수 있다.
- 테스트 결과를 바탕으로 모듈 테스트 결과 보고서를 작성할 수 있다.

나) 통합 테스트하기

- 시스템 통합 기능서를 바탕으로 테스트 항목을 검토할 수 있다.
- 검토한 테스트 항목을 활용하여 테스트 시나리오를 작성할 수 있다.
- 테스트 시나리오를 바탕으로 테스트 환경을 구축할 수 있다.
- 시스템 요구 사항에 근거한 시스템 통합 테스트를 할 수 있다.
- 테스트 결과를 바탕으로 통합 테스트 결과 보고서를 작성할 수 있다.

다) 성능 테스트하기

- 사용자 요구 분석서를 바탕으로 테스트 항목을 검토할 수 있다.
- 검토한 테스트 항목을 활용하여 테스트 시나리오를 작성할 수 있다.
- 테스트 시나리오를 바탕으로 테스트 환경을 구축할 수 있다.
- 사용자 요구 사양을 항목별로 성능 테스트할 수 있다.
- 테스트 결과를 바탕으로 성능 테스트 결과 보고서를 작성할 수 있다.

4) 정보 통신 기기 환경 테스트

가) LAB 테스트하기

- 사용자 요구 분석서에 의거하여 테스트 항목을 검토할 수 있다.
- 검토된 규격에 따라서 정상 동작 여부를 시험할 수 있다.
- 하드웨어와 소프트웨어 간의 연동 상태를 시험할 수 있다.
- 시험 결과를 정리하여 해당 부서에 수정 통보를 할 수 있다.

나) 필드 테스트하기

- LAB 테스트가 끝난 제품을 활용하여 필드 테스트 계획을 수립할 수 있다.
- 필드 테스트 계획에 따라서 정상 동작 여부를 검사할 수 있다.
- 검사 결과에 따라서 오류 사항을 분석하여 개발 부서에 통보할 수 있다.

다) 신뢰성 테스트하기

- LAB 테스트, 필드 테스트가 완료된 제품을 가지고 신뢰성 검사 계획을 수립할 수 있다.
- 신뢰성 검사 절차에 따라서 검사를 시행할 수 있다.
- 시험 검사 결과에 따라서 문제점을 분석한 후 해당 개발 부서에 통보할 수 있다.

5) 정보 통신 기기 소프트웨어 인증

가) 인증 시험 준비하기

- 사용자 요구 분석서를 토대로 인증 시험 항목을 검토할 수 있다.
- 검토한 인증 시험 항목에 따라서 국가별, 지역별, 통신 사업자별로 분류할 수 있다.
- 요구 규격에 적합한 자체 인증 시험 검사를 수행할 수 있다.
- 자체 인증 시험 결과 오류가 발생하면 해당 부서에게 수정을 요청한다.

나) 인증 시험 신청하기

- 사용자 요구 규격에 적합한 인증 기관의 검사시료를 준비할 수 있다.
- 인증 시험 검사를 하기 위해서 검사 대행기관을 선정할 수 있다.
- 인증 시험의 경제성을 고려하여 인증 신청 업무를 대행시킬 수 있다.
- 선정된 검사 기관과 대행 업체를 활용하여 인증시험을 신청할 수 있다.

다) 소프트웨어 인증 획득하기

- 인증 검사 결과에 따라서 해당하는 인증서를 접수할 수 있다.
- 접수한 인증서를 해당 부서로 배포, 공지할 수 있다.
- 시험 결과를 정리하여 해당 부서에 수정 통보를 할 수 있다.

6) 정보 통신 기기 소프트웨어 유지·보수

가) 추가 요구 사항 구현하기

- 사용자 의견과 내부 의견을 수렴하여 추가 요구 사항을 파악할 수 있다.
- 파악된 요구 사항을 구현하기 위한 개발 도구, 자료를 검토할 수 있다.
- 검토된 자료를 통해 추가 요구 사항 구현에 필요한 기술을 분류하고, 모의시험을 실시할 수 있다.
- 모의시험 결과를 기록하고, 재검토하여 추가 요구 사항을 구현할 수 있다.

나) 버전 업그레이드하기

- 구현된 추가 요구 사항을 활용하여 시스템 성능에 최적화할 수 있는 방식을 결정할 수 있다.
- 기본적인 컴파일러를 통한 최적화 옵션을 사용하여 추가적인 최적화 작업을 수행할 수 있다.
- 최적화된 작업 환경을 활용하여 추가 요구 사항을 적용한 버전 업그레이드를 할 수 있다.

다) 사용자 운용 매뉴얼 작성하기

- 기능, 성능, 환경 테스트 결과 보고서를 바탕으로 모듈별, 난이도별, 예상 장애 발생 구간 별로 자료를 분류할 수 있다.
- 설계된 시스템 구조와 UI/UX를 검토하여 소프트웨어의 기본 사용법을 정리할 수 있다.
- 정리된 자료를 바탕으로 관련 부서와 공유하여 사용자 운용 매뉴얼을 작성할 수 있다.

3. 교수·학습

가. 정보 통신 기기 내에서 동작하는 표준 규격의 소프트웨어 개발을 위하여 요구 사항을 분석하고, 기본 설계, 상세 설계, 사용자 편의를 위한 UI/UX 설계를 하여 개발된 소프트웨어의 시스템, 현장 적용 시험을 익혀 작업할 수 있도록 한다.

나. 학생의 성취수준 및 요구, 학교의 실정, 지역 사회의 여건 등을 고려하여 지도의 비중을 달리하여 지도한다.

다. 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.

- 라. 정보 통신 기기 소프트웨어에 대한 기본 이론과 정보 통신 기기 소프트웨어 개발에 관한 기술을 습득하고 원리를 이해하여 학생들의 학습 전이를 향상시킬 수 있도록 한다.
- 마. ‘정보 통신 기기 소프트웨어 상세 설계’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 정보 통신 기기 시스템 내부의 기능과 세부적인 수행 절차를 만들어 모듈별 기능을 구현하기 위한 시스템의 규격을 정의한 후 단위 모듈의 기능과 구조를 설계하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘정보 통신 기기 소프트웨어 UI/UX 개발’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 정보 통신 기기의 사용자 인터페이스를 개발하기 위한 사용자의 요구 사항을 분석하고, 하드웨어 특성을 고려한 UI/UX의 기능을 분석한 뒤 UI/UX 디자인을 구현하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 사. ‘정보 통신 기기 시스템 테스트’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 개발 완료된 정보 통신 기기 소프트웨어가 기기와 원활하게 연동되고 작동하는 것을 확인하기 위하여 모듈별 테스트, 통합 테스트, 성능 테스트를 수행하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 아. ‘정보 통신 기기 환경 테스트’ 영역에서는 실험·실습법, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 주어진 조건과 시간 내에 오류 일으키지 않을 확률을 검사하기 위하여 LAB 테스트, 필드 테스트, 신뢰성 테스트를 하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 자. ‘정보 통신 기기 소프트웨어 인증’ 영역에서는 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 개발된 정보 통신 기기를 판매하기 위해서 관련된 규격의 인증 시험을 위한 자체적 시험을 실시한 후 인증을 신청하고 획득하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 차. ‘정보 통신 기기 소프트웨어 유지·보수’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 정보 통신 시스템의 추가 요구 사항을 바탕으로 이를 구현하고 버전을 업그레이드 하며, 이에 대한 매뉴얼을 작성하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 수행 준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 기른다.
- 3) 평가자는 작업 영역 성취기준에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위하여 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용한다.
- 4) 실무 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 5) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 6) ‘정보 통신 기기 소프트웨어 상세 설계’ 영역에서는 정보 통신 기기 시스템 내부의 기능과 세부적인 수행 절차를 만들어 모듈별 기능을 구현하기 위한 단위모듈의 기능과 구조를 설계하는 능력에 대해 서술형 시험, 사례 연구, 평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 문제 해결 시나리오, 사례 연구 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 7) ‘정보 통신 기기 소프트웨어 UI/UX 개발’ 영역에서는 정보 통신 기기의 사용자 인터페이스를 개발하기 위하여 사용자의 요구 사항을 분석하고, 하드웨어 특성을 고려한 UI/UX의 기능을 분석한 뒤 UI/UX 디자인을 구현하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 사례 연구, 피평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 8) ‘정보 통신 기기 시스템 테스트’ 영역에서는 개발 완료된 정보 통신 기기 소프트웨어가 기기와 원활하게 연동되고, 작동하는 것을 확인하기 위하여 모듈별 테스트, 통합 테스트, 성능 테스트를 수행 하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 평가자 질문 등을 활용한 과정 중심 평가와 논술형 시험, 평가자 질문, 작업장 평가 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 9) ‘정보 통신 기기 환경 테스트’ 영역에서는 주어진 조건과 시간 내에 오류 일으키지 않을 확률을 검사하기 위하여 LAB 테스트, 필드 테스트, 신뢰성 테스트를 하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 문제 해결 시나리오, 사례연구 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 10) ‘정보 통신 기기 소프트웨어 인증’ 영역에서는 개발된 정보 통신 기기를 판매하기 위해서 관련된 규격의 인증 시험을 위한 자체적 시험을 실시한 후 인증을 신청하고 획득하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 사례연구 등을 활용한 과정 중심 평가와 문제해결 시나리오, 사례연구, 피평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.

- 11) ‘정보 통신 기기 소프트웨어 유지·보수’ 영역에서는 정보 통신 시스템의 추가 요구 사항을 바탕으로 이를 구현하고 버전을 업그레이드 하며, 이에 대한 매뉴얼을 작성하는 능력에 대해 평가자 질문, 평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 평가자 질문 등을 활용한 결과 평가를 한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
정보 통신 기기 소프트웨어 상세 설계	시스템 규격 확정하기, 단위 모듈 구조 설계하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 정보 통신 기기 소프트웨어 상세 설계를 할 수 있다.	시스템 규격 확정하기, 단위 모듈 구조 설계하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 정보 통신 기기 소프트웨어 상세 설계를 할 수 있다.	시스템 규격 확정하기, 단위 모듈 구조 설계하기 방법을 알고 정보 통신 기기 소프트웨어 상세 설계를 할 수 있다.
정보 통신 기기 소프트웨어 UI/UX 개발	UI/UX 설계하기, UI/UX 디자인 구현하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 정보 통신 기기 소프트웨어 UI/UX 개발을 할 수 있다.	UI/UX 설계하기, UI/UX 디자인 구현하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 정보 통신 기기 소프트웨어 UI/UX 개발을 할 수 있다.	UI/UX 설계하기, UI/UX 디자인 구현하기 방법을 알고 정보 통신 기기 소프트웨어 UI/UX 개발을 할 수 있다.
정보 통신 기기 시스템 테스트	단위 모듈 테스트하기, 통합 테스트하기, 성능 테스트하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 정보 통신 기기 시스템 테스트를 할 수 있다.	단위 모듈 테스트하기, 통합 테스트하기, 성능 테스트하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 정보 통신 기기 시스템 테스트를 할 수 있다.	단위 모듈 테스트하기, 통합 테스트하기, 성능 테스트하기 방법을 알고 정보 통신 기기 시스템 테스트를 할 수 있다.
정보 통신 기기 환경 테스트	LAB 테스트하기, 필드 테스트하기, 신뢰성 테스트하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 정보 통신 기기 환경 테스트를 할 수 있다.	LAB 테스트하기, 필드 테스트하기, 신뢰성 테스트하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 정보 통신 기기 환경 테스트를 할 수 있다.	LAB 테스트하기, 필드 테스트하기, 신뢰성 테스트하기 방법을 알고, 정보 통신 기기 환경 테스트를 할 수 있다.
정보 통신 기기 소프트웨어 인증	인증 시험 준비하기, 인증 시험 신청하기, 소프트웨어 인증 획득하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 정보 통신 기기 소프트웨어 인증을 할 수 있다.	인증 시험 준비하기, 인증 시험 신청하기, 소프트웨어 인증 획득하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 정보 통신 기기 소프트웨어 인증을 할 수 있다.	인증 시험 준비하기, 인증 시험 신청하기, 소프트웨어 인증 획득하기 방법을 알고, 정보 통신 기기 소프트웨어 인증을 할 수 있다.
정보 통신 기기 소프트웨어 유지·보수	추가 요구 사항 구현하기, 버전 업그레이드하기, 사용자 운용 매뉴얼 작성하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 정보 통신 기기 소프트웨어 유지·보수를 할 수 있다.	추가 요구 사항 구현하기, 버전 업그레이드하기, 사용자 운용 매뉴얼 작성하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 정보 통신 기기 소프트웨어 유지·보수를 할 수 있다.	추가 요구 사항 구현하기, 버전 업그레이드하기, 사용자 운용 매뉴얼 작성하기 방법을 알고, 정보 통신 기기 소프트웨어 유지·보수를 할 수 있다.

[실무 과목]

18. 반도체 개발

1. 성격 및 목표

가. 성격

“반도체 개발” 과목은 특성화 고등학교 및 마이스터 고등학교의 전자과 학생들에게 반도체 개발에 관한 기술을 습득시켜 반도체 제조에 활용할 수 있는 능력을 기르기 위한 실무 과목이다.

이 과목에서 이수해야 할 내용은 반도체 제품 기획, 아날로그 회로 설계, 디지털 회로 설계, 레이아웃 설계, 패키지 조립 공정 개발, 반도체 신뢰성 평가 등으로 제품 시장 및 기술 동향 조사하기에서부터 EMC 평가하기까지 이르기까지 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

반도체 제품을 기획하고 회로를 설계하며, 설계에 적합한 공정과 패키지를 개발하고, 완성된 제품에 대해 검증 및 테스트를 통해 신뢰성을 확보하는 반도체 제조 분야에 관련된 직무를 수행할 수 있는 지식과 기술, 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
반도체 제품 기획 (1903060101_14v3)	<ul style="list-style-type: none">• 제품 시장 및 기술 동향 조사하기• 비용 분석하기

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
아날로그 회로 설계 (1903060103_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> 회로 구성하기 시뮬레이션하기 구현된 회로 검증하기 포스트 시뮬레이션하기
디지털 회로 설계 (1903060104_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> HDL 코딩하기 시뮬레이션하기 디지털 회로 합성하기
레이아웃 설계 (1903060105_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> 플로워 플래닝(floor planning)하기 커스텀 레이아웃하기 자동 배치 배선하기 레이아웃 검증하기
패키지 조립 공정 개발 (1903060108_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> 패키지 전공정 개발하기 웨이퍼 범펄 공정 개발하기 패키지 후공정 개발하기
반도체 신뢰성 평가 (1903060110_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> 환경 시험 평가하기 EMC 평가하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력 단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 반도체 제품 기획

가) 제품 시장 및 기술 동향 조사하기

- 시장 조사 기관의 분석 자료 및 인터넷의 정보를 통해 개발 제품에 대한 전반적인 시장 동향을 파악할 수 있다.
- 전문 세미나, 전시회, 학회 등의 정보를 통해 관련 제품의 시장 동향을 수집 및 분석할 수 있다.
- 주요 경쟁사를 파악하고, 경쟁사 제품의 성능 지침서(spec. sheet)에 대한 분석을 통해 제품의 핵심 기능 및 장단점을 파악할 수 있다.
- 개발 기술 관련 특허 분석을 통해 특허 침해 위험을 분석할 수 있다.

나) 비용 분석하기

- 제품의 전체 개발 기간과 각 개발 단계별 세부 일정을 수립할 수 있다.
- 개발 공정에 따른 개발 제품의 크기를 예측하여 생산 비용을 산정할 수 있다.
- 각 개발 단계별 필요 인력과 장비, 업체별 도입 IP(intellectual property)에 따른 개발 비용을 도출할 수 있다.

- 개발 제품의 공정 수율을 예측하고, 개발 비용 결과와 비교하여 손익 분기점을 도출할 수 있다.

2) 아날로그 회로 설계

가) 회로 구성하기

- 설계하고자 하는 전체 칩의 시스템을 파악할 수 있고, 전체 회로에 대한 기능을 적절한 블록 다이어그램으로 표현할 수 있다.
- 각 세부 블록에 대해서 주어진 설계 목표에 따라 기능 및 특성을 만족하는 회로를 설계할 수 있다.
- 설계 회로에 대하여 기능별로 모델링을 할 수 있으며, 모델링 특성을 분석할 수 있다.
- 설계된 회로를 단위 소자의 매칭 특성, 온도 특성 등을 고려하여 단위 회로 및 전체 블록에 대한 배치도를 설계할 수 있다.
- 기존에 설계된 회로를 해석하고 분석하여 설계 사양에 맞게 변경 및 적용할 수 있다.

나) 시뮬레이션하기

- 시뮬레이션 툴(tool)을 이용하여 적용 공정의 단위 소자와 설계된 회로에 대하여 전기적 특성 및 기능을 검증할 수 있다.
- 설계된 단위 블록 및 시스템을 시뮬레이션으로 검증할 수 있도록 시뮬레이션 회로[(테스트 벤치 Test Bench)]를 구성할 수 있다.
- 공정 매개 변수 코너값을 적용하여 시뮬레이션을 수행하고, 결과를 통하여 제품의 성과 품질, 양산성을 확보할 수 있다.
- 시뮬레이션 결과를 활용하여 설계의 타당성을 분석할 수 있다.
- 시뮬레이션 결과를 회로의 레이아웃 설계 시 소자나 블록의 최적 배치에 적용할 수 있다.

다) 구현된 회로 검증하기

- 전자 계측기를 사용하여 설계된 회로의 전기적 특성을 측정하고 결과를 분석할 수 있다.
- 측정 결과를 분석하여 불량 발생 원인이 공정 문제인지 설계 문제인지 파악할 수 있다.
- 측정 결과를 통하여 문제가 발생된 부위를 추출해 낸 후 설계를 변경할 수 있다.
- 측정 결과는 통계적인 자료 분석 기법을 통하여 개선 대책을 수립할 수 있다.

라) 포스트 시뮬레이션하기

- 레이아웃이 완료된 회로의 검증을 위한 시뮬레이션 환경을 구축할 수 있다.
- 레이아웃으로부터 추출된 물리적 특성을 반영하여 시뮬레이션을 수행할 수 있다.
- 기술 규격서에 의거하여 회로의 성능을 검증할 수 있다.
- 시뮬레이션 결과를 분석하여 오류를 수정하고, 설계에 반영할 수 있다.

3) 디지털 회로 설계

가) HDL 코딩하기

- 주어진 기술 규격에 따라 HDL를 사용할 수 있다.
- 기술 규격의 기능에 따라 시스템과 호환되도록 입출력 회로를 선정할 수 있다.
- 주어진 기술 규격을 조합 회로 HDL로 기술할 수 있다.
- 주어진 기술 규격을 동기·비동기, 순차회로, HDL로 기술할 수 있다.

나) 시뮬레이션하기

- 시뮬레이션 환경을 구축할 수 있다.
- 기술 규격서에 의거하여 기술된 HDL 코딩을 시뮬레이션하여 수행할 수 있다.
- 시뮬레이션 결과를 규격서와 비교할 수 있다.
- 시뮬레이션 결과를 분석 정보를 이용하여 HDL 코드를 수정할 수 있다.

다) 디지털 회로 합성하기

- 합성 환경을 구축할 수 있다.
- 합성 툴을 이용하여 HDL 코드를 게이트(gate) 수준의 네트리스트(netlist)로 변환할 수 있다.
- 설계 제약 조건을 고려하여 위반 여부를 검사할 수 있다.
- 설계 검증에 위한 표준 지연 시간 등의 물리적 특성을 추출할 수 있다.
- 합성 툴의 스크립트를 설계 제약 조건을 포함하여 작성할 수 있다.

4) 레이아웃 설계

가) 플로어 플래닝(floor planning)하기

- 아날로그 블록에 대한 배치 계획을 수립할 수 있다.
- 디지털 블록에 대한 배치 계획을 수립할 수 있다.
- 입출력 패드(pad)를 고려한 배치 계획을 수립할 수 있다.
- 신호 배선에 대한 계획을 수립할 수 있다.
- 전원 배선에 대한 계획을 수립할 수 있다.

나) 커스텀 레이아웃하기

- 고객 요구 사항을 반영할 수 있도록 적합한 툴을 선정하여 레이아웃에 필요한 요소를 파악할 수 있다.
- 공정의 설계 권고 사항(design guide)을 숙지하고, 해당 내용을 레이아웃에 적용할 수 있다.
- 공정의 설계 규칙(DRC/LVS/LPE)에 따라 반도체 소자에 대한 레이아웃을 수행할 수 있다.

- 공정의 설계·검증 규칙에 따라 레이아웃 상에서 기능 블록을 배치 및 배선할 수 있다.
- 공정의 레이어별 매개 변수(parameter)를 고려하여 특성에 변화가 없도록 레이아웃을 수행할 수 있다.

다) 자동 배치 배선하기

- 고객 요구 사항을 반영할 수 있도록 적합한 툴을 선정하여 레이아웃에 필요한 요소를 공정의 설계 권고 사항에 따라 자동 배치 배선을 위한 환경을 구축할 수 있다.
- 공정의 설계 권고 사항에 따라 로직 블록들을 평면 배치 계획할 수 있다.
- 평면 배치 계획된 로직 셀들이 작동할 수 있도록 자동적으로 배치할 수 있다.
- 배치된 로직 셀들을 입출력에 맞게 자동적으로 배선할 수 있다.
- 레이아웃 파라미터 추출 툴을 이용하여 백 어노테이션(back-annotation)용 기생 성분을 추출할 수 있다.

라) 레이아웃 검증하기

- 공정의 설계 권고 사항에 따라 레이아웃을 검증하기 위하여 적합한 툴을 선정할 수 있다.
- 공정의 설계 규칙 파일(DRC 룰 파일)을 숙지하고, 설계 검증 툴을 적용할 수 있다.
- 공정의 레이어별 매개변수를 숙지하고, 레이아웃에서 필요한 네트리스트(netlist)를 추출할 수 있다.
- 레이아웃 설계 검증 파일(LVS 룰 파일)을 숙지하고, 레이아웃 검증 툴을 적용할 수 있다.

5) 패키지 조립 공정 개발

가) 패키지 전공정 개발하기

- 후면 연마 공정을 통해 규정되어 있는 제품별 패키지 높이를 맞추기 위해 웨이퍼의 뒷면을 기계적 또는 화학적 방법으로 연마할 수 있다.
- 웨이퍼 소잉(sawing) 공정을 통해 칩(chip)을 개별적으로 분리할 수 있다.
- 다이 접착 공정을 통해 리드프레임이나 반도체 기판 등의 패키지 재료에 다이를 고정시킬 수 있고, 스페이서(spacer) 테이프를 이용하여 추가로 반도체 칩을 적층할 수 있다. 또한 제품에 따라서 다양한 접합 공정을 사용할 수 있다.
- TSV(through silicon via) 공정을 통해 웨이퍼에 관통 홀을 형성하여 칩과 칩 또는 웨이퍼와 웨이퍼 간의 접합으로 3차원 적층을 할 수 있다.
- 플라즈마 클리닝(plasma cleaning) 공정을 통해 반도체 기판의 표면에 증착된 유기물을 물리, 화학적 방법으로 제거할 수 있다.

- 본드 공정을 통해 다이의 전극과 리드프레임 또는 반도체 기판의 전극을 금속 세션(wire), TAB(tape automated bonding), 플립 칩 방식으로 전기적 신호를 연결할 수 있다.

나) 웨이퍼 범핑 공정 개발하기

- 가공된 웨이퍼 상에 설계되어 있는 패드에 입력 임피던스(fan in)와 출력 전류 구동 능력(fan out)을 재배열(re-distribution)시킬 수 있다.
- 재배열된 웨이퍼를 공정표에 따라 재부동태화(re-passivation)시킬 수 있다.
- 재배열 레이어(RDL)의 범프 패드에 범핑을 위한 UBM(under bump metallurgy)를 형성할 수 있다.
- UBM 전극 패드 위에 범핑공정을 위한 솔더 볼을 형성시킬 수 있다.
- 솔더 볼이 형성된 후 웨이퍼의 뒷면을 연마하여 각각의 다이로 개별 분리하는 공정을 수행할 수 있다.

다) 패키지 후공정 개발하기

- 몰드 공정을 통해 패키지의 본체를 형성하기 위해서 봉지재(EMC)를 녹여 오버 몰딩(성형)할 수 있고, 액상 수지를 도포하여 봉지할 수 있다.
- 도금 공정을 통해 리드프레임을 사용하는 패키지의 외부 리드(lead)에 무연 솔더 도금(plating)을 할 수 있다.
- 트림 & 폼 공정을 통해 리드프레임의 불필요한 연결 부분(댐버)을 제거하고 패키지 외부 리드 모양을 형성할 수 있다.
- 솔더 볼 접합 공정을 통해 패키지 제품에 따라서 플렉스가 도포된 솔더 볼 패드 위에 솔더 볼 부착을 위해 솔더링 공정을 할 수 있다.
- 마킹 공정을 통해 패키지 표면에 IC의 고유 명칭, 제조 연월일, 제품의 특성, 일련번호 등을 고객 요구에 맞게 표시할 수 있다.
- 상규레이션 공정을 통해 기판의 불필요한 부분을 제거하여 각각의 유닛으로 분리할 수 있다.
- 완성된 패키지 적재용 튜브(tube)나 트레이(tray) 탑재를 위해 필요한 장비를 사용할 수 있다.

6) 반도체 신뢰성 평가

가) 환경 시험 평가하기

- 물리적 환경 시험인 고온, 고습 시험(HTS, WHTS), 고압 시험(PCT), 온도 사이클 시험(T/C), 열 충격 시험(T/S)) 항목별 목적을 이해하고 계획을 수립할 수 있다.
- 물리·전기적 (WHTOL) 환경 시험 목적을 이해하고, 시험 계획을 수립할 수 있다.
- 시험 항목별 시험 방법을 갖출 수 있다.
- 시험 결과 규정을 만족하는지 판단할 수 있다.

- 시험 결과 고장 유형을 파악할 수 있다.
- 고장 유형별로 고장 원인을 분석할 수 있다.
- 고장 원인에 따른 개선 대책을 정의할 수 있다.

나) EMC 평가하기

- EMI/EMS(ESD, latch-up) 유형별 메커니즘을 파악할 수 있다.
- EMI/EMS 유형별 시험방법을 이해하고, 시험 계획을 수립할 수 있다.
- EMI/EMS 시험 결과 규격 만족 여부를 판별할 수 있다.
- 고장 유형에 따라 고장의 원인을 분석할 수 있다.
- 고장 원인에 따라 개선 방향을 제시할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 전기적 특성에 따른 고객의 요구 기능을 구현하기 위해 제품을 기획하고 칩을 설계하며, 설계에 적합한 공정과 패키지를 개발하고, 완성된 제품에 대해 검증 및 테스트를 통해 신뢰성이 확보되는 반도체를 개발하는 능력을 익혀 작업할 수 있도록 한다.
- 나. 학생의 성취수준 및 요구, 학교의 실정, 지역 사회의 여건 등을 고려하여 지도의 비중을 달리하여 지도한다.
- 다. 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 라. 반도체에 대한 기본 이론과 반도체 개발에 관한 기술을 습득하고 원리를 이해하여 학생들의 학습 전이를 향상시킬 수 있도록 한다.
- 마. ‘반도체 제품 기획’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습 등을 활용하여 시장 및 고객의 다양한 요구 조건에 맞는 제품을 구현하기 위해 고객의 수요 분석, 관련 제품의 성능 분석, 개발에 소요되는 비용분석을 통해 구현 제품의 개발 목표 수립 및 인적·물적 자원의 운영, 개발 일정 등 전반적인 계획을 수립하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘아날로그 회로 설계’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습 등을 활용하여 바이폴라(Bipolar)와 MOSFET 소자의 공정 특성과 패키지의 특성을 분석하여 아날로그 회로를 구성한 후 시뮬레이션으로 검증하고 제작된 시제품의 측정을 통하여 아날로그 집적 회로를 설계하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

- 사. ‘디지털 회로 설계’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 문제 기반 학습 등을 활용하여 디지털 회로 설계에 필요한 각종 툴의 사용법 및 HDL에 대한 지식을 바탕으로 반도체 칩의 전기적 특성에 맞게 디지털 회로를 설계하기 위한 HDL 코딩, 시뮬레이션, 회로 검증, 시뮬레이션을 수행하여 회로의 동작 및 특성을 확인하고 검증하여 이를 다시 회로 설계에 반영할 수 있는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 아. ‘레이아웃 설계’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습 등을 활용하여 반도체를 웨이퍼 상에 구현하기 위한 마스크를 제작하는 데 필요한 데이터를 만드는 과정으로서 반도체 공정에서 요구하는 설계·검증 규칙에 따라 전기적 특성을 갖는 반도체 소자 및 기능 블록을 배치, 배선하고 검증하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 자. ‘패키지 조립 공정 개발’ 영역에서는 강의법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 반도체를 외부 환경으로부터 보호하고 전력 공급, 신호 전달 등의 기능을 부여하기 위한 반도체 패키지 제품 특성을 해석하고 설계하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 차. ‘반도체 신뢰성 평가’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 문제 기반 학습 등을 활용하여 반도체 소자가 가지는 수명 예측 기간과 동작 조건 및 사용 환경에 대해 정해진 규격을 만족하는지 여부를 전기적 가속 시험, 물리적 파괴 시험 등의 평가 기법을 이용하여 평가하고, 이를 바탕으로 수명 시간 예측과 고장 유형별 개선 대책을 수립하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 수행 준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 기른다.
- 3) 평가자는 작업 영역 성취기준에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위하여 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용한다.
- 4) 실무 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 5) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.

- 6) ‘반도체 제품 기획’ 영역에서는 시장 및 고객의 다양한 요구 조건에 맞는 제품을 구현하기 위한 고객의 수요 분석, 관련 제품의 성능 분석, 제품의 개발 목표 수립 및 인적·물적 자원의 운영, 개발 일정 등 전반적인 계획을 수립하는 능력에 대해 일지/저널, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 평가자 체크리스트, 구두 발표 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 7) ‘아날로그 회로 설계’ 영역에서는 바이폴라(Bipolar)와 MOSFET 소자의 공정 특성과 패키지의 특성을 분석하여 아날로그 회로를 구성한 후 시뮬레이션으로 검증하고, 제작된 시제품의 측정을 통하여 아날로그 집적 회로를 설계하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 논술형 시험, 평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 구두 발표 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 8) ‘디지털 회로 설계’ 영역에서는 디지털 회로 설계에 필요한 각종 툴의 사용법 및 HDL에 대한 지식을 바탕으로 반도체 칩의 전기적 특성에 맞게 디지털 회로를 설계하기 위한 HDL 코딩, 시뮬레이션, 회로 검증, 시뮬레이션을 수행하여 회로의 동작 및 특성을 확인하고 검증하여 이를 다시 회로 설계에 반영할 수 있는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 사례 연구 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 구두 발표 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 9) ‘레이아웃 설계’ 영역에서는 반도체를 웨이퍼 상에 구현하기 위한 마스크를 제작하는 데 필요한 데이터를 만드는 과정으로서 반도체 공정에서 요구하는 설계·검증 규칙에 따라 전기적 특성을 갖는 반도체 소자 및 기능 블록을 배치, 배선하고 검증하는 능력에 대해 서술형 시험, 평가자 체크리스트, 평가자 질문 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 10) ‘패키지 조립 공정 개발’ 영역에서는 반도체를 외부 환경으로부터 보호하고 전력 공급, 신호 전달 등의 기능을 부여하기 위한 반도체 패키지 제품 특성을 해석하고 설계하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 일지/저널 등을 활용한 과정 중심 평가와 논술형 시험 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 11) ‘반도체 신뢰성 평가’ 영역에서는 반도체 소자가 가지는 수명 예측 기간과 동작 조건 및 사용 환경에 대해 정해진 규격을 만족 하는지 여부를 전기적 가속 시험, 물리적 파괴 시험 등의 평가 기법을 이용하여 평가하고, 이를 바탕으로 수명 시간 예측과 고장 유형별 개선 대책을 수립하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 피평가자 체크리스트, 구두 발표 등을 활용한 과정 중심 평가와 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 구두 발표 등을 활용한 결과 평가를 한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
반도체 제품 기획	제품 시장 및 기술 동향 조사하기, 비용 분석하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 반도체 제품 기획을 할 수 있다.	제품 시장 및 기술 동향 조사하기, 비용 분석하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 반도체 제품 기획을 할 수 있다.	제품 시장 및 기술 동향 조사하기, 비용 분석하기 방법을 알고, 반도체 제품 기획을 할 수 있다.
아날로그 회로 설계	회로 구성하기, 시뮬레이션하기, 구현된 회로 검증하기, 포스트 시뮬레이션하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 아날로그 회로 설계를 할 수 있다.	회로 구성하기, 시뮬레이션하기, 구현된 회로 검증하기, 포스트 시뮬레이션하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 아날로그 회로 설계를 할 수 있다.	회로 구성하기, 시뮬레이션하기, 구현된 회로 검증하기, 포스트 시뮬레이션하기 방법을 알고, 아날로그 회로 설계를 할 수 있다.
디지털 회로 설계	HDL 코딩하기, 시뮬레이션하기, 디지털 회로 합성하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 디지털 회로 설계를 할 수 있다.	HDL 코딩하기, 시뮬레이션하기, 디지털 회로 합성하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 디지털 회로 설계를 할 수 있다.	HDL 코딩하기, 시뮬레이션하기, 디지털 회로 합성하기 방법을 알고, 디지털 회로 설계를 할 수 있다.
레이아웃 설계	플로어 플래닝(floor planning)하기, 커스텀 레이아웃하기, 자동 배치 배선하기, 레이아웃 검증하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 레이아웃 설계를 할 수 있다.	플로어 플래닝(floor planning)하기, 커스텀 레이아웃하기, 자동 배치 배선하기, 레이아웃 검증하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 레이아웃 설계를 할 수 있다.	플로어 플래닝(floor planning)하기, 커스텀 레이아웃하기, 자동 배치 배선하기, 레이아웃 검증하기 방법을 알고, 레이아웃 설계를 할 수 있다.
패키지 조립 공정 개발	패키지 전공정 개발하기, 웨이퍼 범핑 공정 개발하기, 패키지 후공정 개발하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 패키지 조립 공정 개발을 할 수 있다.	패키지 전공정 개발하기, 웨이퍼 범핑 공정 개발하기, 패키지 후공정 개발하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 패키지 조립 공정 개발을 할 수 있다.	패키지 전공정 개발하기, 웨이퍼 범핑 공정 개발하기, 패키지 후공정 개발하기 방법을 알고, 패키지 조립 공정 개발을 할 수 있다.
반도체 신뢰성 평가	환경 시험 평가하기, EMC 평가하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 반도체 신뢰성 평가를 할 수 있다.	환경 시험 평가하기, EMC 평가하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 반도체 신뢰성 평가를 할 수 있다.	환경 시험 평가하기, EMC 평가하기 방법을 알고, 반도체 신뢰성 평가를 할 수 있다.

[실무 과목]

19. 반도체 제조

1. 성격 및 목표

가. 성격

“반도체 제조” 과목은 특성화 고등학교 및 마이스터 고등학교의 전자과 학생들에게 반도체 제조에 관한 기술을 습득시켜 반도체 제조에 활용할 수 있는 능력을 기르기 위한 실무 과목이다.

이 과목에서 이수해야 할 내용은 반도체 노광 장비 운영, 식각 장비 운영, 박막·확산 장비 운영, C&C 장비 운영, MI 장비 운영, 반도체 테스트 장비 운영, 패키징 장비 및 반도체 장비 시설의 운영, 반도체 장비 전장 조립, 반도체 장비 시제품 성능 평가 등으로 장비의 셋업에서부터 성능 평가하기에 이르기까지 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

반도체 제조에 관한 공정 장비 및 공통적으로 사용되는 장비 부분품을 제조하는 분야에 필요한 능력을 습득하여 관련 직무를 수행할 수 있는 지식과 기술, 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
노광 장비 운영 (1903060201_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 노광 장비 셋업하기 • 노광 장비 유지·개선하기 • 트랙 장비 셋업하기 • 트랙장비 유지·개선하기
식각 장비 운영 (1903060202_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 식각(etch) 장비 셋업하기 • 식각(etch) 장비 유지·개선하기 • 애싱(ashing) 장비 셋업하기 • 애싱(ashing) 장비 유지·개선하기
박막·확산 장비 운영 (1903060203_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 박막 장비 셋업하기 • 박막 장비 유지·개선하기 • 확산 장비 셋업하기 • 확산 장비 유지·개선하기 • 이온 주입 장비 셋업하기 • 이온 주입 장비 유지·개선하기
C&C 장비 운영 (1903060204_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 세정(cleaning)장비 셋업하기 • 세정(cleaning)장비 유지·개선하기 • CMP장비 셋업하기 • CMP장비 유지·개선하기
MI 장비 운영 (1903060205_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 측정 장비 셋업하기 • 측정 장비 유지·관리하기 • 검사 장비 셋업하기 • 검사 장비 유지·관리하기
반도체 테스트 장비 운영 (1903060206_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 웨이퍼 테스트 장비 셋업하기 • 웨이퍼 테스트 장비 유지·개선하기 • 패키지 테스트 장비 셋업하기 • 패키지 테스트 장비 유지·개선하기
반도체 패키징 장비 운영 (1903060207_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 백 그라인딩(back grinding) 장비 유지·개선하기 • 본딩(bonding) 장비 유지·개선하기 • 몰딩(molding) 장비 유지·개선하기 • 범핑(bumping) 장비 유지·개선하기
반도체 장비 시설 운영 (1903060208_14v3)	<ul style="list-style-type: none"> • 클린룸 환경 유지·개선하기 • 유틸리티 유지·개선하기 • 가스·케미컬 유지·개선하기

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
반도체 장비 전장 조립 (1903060310_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 장비 전원부 기본 배선 준비하기 • 장비 전원부 실제 전장 배선하기 • 부가 장착품 전장 배선하기 • 장비 동작 점검 및 전원 품질 관리하기
반도체 장비 시제품 성능 평가 (1903060311_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 단위 동작별 성능 평가하기 • 전장 배선 성능 점검·평가하기 • 세부 동작별 성능 평가하기 • 전체 완성 성능 평가하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력 단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 노광 장비 운영

가) 노광 장비 셋업하기

- 노광 장비(스캐너, 스테퍼) 셋업에 필요한 유틸리티 및 공급 조건을 파악하고 준비할 수 있다.
- 노광 장비 셋업시 조명계, 웨이퍼와 레티클(reticle load)부 및 스테이지(stage)부 등 주요 구성 부품의 동작 원리를 이해하고, 정상 동작이 되도록 조작할 수 있다.
- 제진대, 환경 조건, 설비(facility) 공급 조건, 체임버의 설정 온도 및 사양을 이해하고, 주요 구성품을 구성하여 하드웨어적으로 설치를 완료할 수 있다.
- 구현하려는 패턴에 대해 이해하고, 레시피를 구성하여 공정 진행 후 노광 공정 결과에 대한 평가를 진행하고, 수정·보완할 수 있다.

나) 노광 장비 유지·개선하기

- 장비의 주요 부품, 소재의 수명을 주기적으로 관리하여 최적의 공정 진행을 할 수 있다.
- 장비의 구성 부품의 동작 원리를 이해하여, 이상 상황 발생 시 문제 해결을 할 수 있다.
- 장비의 운영 지침서를 작성하고, 주기적인 사전 예방 점검 항목 및 점검 방법을 이해하고 사전 정비를 함으로써 최적화 상태를 유지할 수 있다.
- 장비의 고장 내역 및 PM(preventive maintenance) 이력 관리를 할 수 있다.
- 노광 장비 운영 매뉴얼에 따라 주요 세부 공정 주요 매개변수를 관리하고, 공정 결과를 분석 장비를 이용하여 평가하며 최적의 공정 조건을 얻을 수 있도록 레시피를 수정·보완할 수 있다.

다) 트랙 장비 셋업하기

- PR Coater부, Develop부, Cassette Indexer부, Wafer Transfer Robot부 등 주요 구성 부품의 구성 및 동작 원리를 이해하고 조작할 수 있다.
- PR Coater부, Develop부, Cassette Indexer부, Wafer Transfer Robot 부 등의 주요 구성품을 구성하여 하드웨어적으로 설치를 완료할 수 있다.
- PR별 특성을 이해하고, 구현하고자 하는 두께 등의 공정 조건을 실현하기 위한 레시피를 구성하여 공정 진행 후 PR 코팅 및 개발 공정 결과에 대한 평가를 진행하고, 수정·보완할 수 있다.

라) 트랙 장비 유지·개선하기

- 장비의 주요 부품, 소재의 수명을 주기적으로 관리하여 최적의 공정 진행을 할 수 있다.
- 장비의 구성 부품의 동작 원리를 이해하여, 이상상황 발생 시 문제 해결을 할 수 있다.
- 장비의 운영 지침서를 작성하고, 주기적인 사전 예방 점검 항목 및 점검 방법을 이해하고 사전 정비를 함으로써 최적화 상태를 유지할 수 있다.
- 트랙 장비의 고장 내역 및 PM 이력 관리를 할 수 있다.
- 트랙 장비 운영 설명서에 따라 주요 세부 공정 주요 매개 변수를 관리하고, 공정 결과를 분석 장비를 이용하여 평가하며, 최적의 공정 조건을 얻을 수 있도록 레시피를 수정·보완 할 수 있다.

2) 식각 장비 운영

가) 식각(etch) 장비 셋업하기

- 장비 모델, 공정 모듈의 구성, 공통 사양 등 식각(etching), 장비별 규격서(specification)를 작성할 수 있다.
- 식각 장비와 부대 설비들의 치수를 파악하여 레이아웃을 작성할 수 있다.
- 각종 유틸리티(utility) 및 공정 가스의 제원을 파악하고, 올바른 배관 자재의 선택과 정확한 접속 위치를 알 수 있다.
- 장비 시운전에 필요한 장비를 조작하여 장비의 각종 매개 변수의 초기 자료를 기록할 수 있다.
- 해당 공정 Qualification을 할 수 있다.
- 설비 표준, 작업 표준을 작성할 수 있다.

나) 식각(etch) 장비 유지·개선하기

- 식각 장비 특성에 따라 식각 장비 운영 설명서를 작성하고 숙지하여, 주기적인 사전 예방 점검 항목 및 점검 방법을 파악할 수 있다.

- 식각 장비 운영 설명서에 따라 식각 장비를 조작할 수 있다.
- 식각 장비 운영 설명서에 따라 장비 성능 유지를 위해 장비 이력(누적 플라스마 시간, 각종 부품 교체 등)을 점검 및 관리할 수 있다.
- 식각 장비 운영 설명서에 따라 세부 공정 주요 매개 변수(RF 파워, 가스, 압력 등)를 관리하고, 고장 종류에 따라 점검 및 조치를 할 수 있다.
- 공정 모듈의 구조를 알고 프로세스 챔버 내 부품(프로세스 키트)의 세정 및 교환 주기를 설정 등 예방 정비 할 수 있다.
- 각종 부대설비(냉각 장치, 진공 펌프 등)의 정확한 동작 상태를 알고 예방 정비를 할 수 있다.

다) 애싱(ashing) 장비 셋업하기

- 장비 모델, 공정 모듈의 구성, 공통 사양 등 애싱(ashing) 장비별 규격서를 작성할 수 있다.
- 애싱(ashing) 장비와 부대설비들의 치수를 파악하여 레이아웃을 작성할 수 있다.
- 각종 유틸리티 및 공정 가스의 제원을 파악하고, 올바른 배관 자재의 선택과 정확한 접속 위치를 알 수 있다.
- 장비 시운전에 필요한 장비를 조작하여 장비의 각종 매개 변수(parameter)의 초기 자료를 기록할 수 있다.
- 해당 공정 Qualification을 할 수 있다.
- 설비 표준, 작업 표준을 작성할 수 있다.

라) 애싱 장비 유지·개선하기

- 애싱 장비 특성에 따라 애싱 장비 운영 설명서를 작성하고 숙지하여, 주기적인 사전 예방 점검 항목 및 점검 방법을 파악할 수 있다.
- 애싱 장비 운영 설명서에 따라 애싱 장비를 조작할 수 있다.
- 애싱 장비 운영 설명서에 따라 장비 성능 유지를 위해 장비 이력(누적 플라스마 시간, 각종 부품 교체 등) 점검 및 관리할 수 있다.
- 애싱 장비 운영 설명서에 따라 세부 공정 주요 매개 변수(RF 파워, 가스, 압력, 온도 등)를 관리하고, 고장 종류에 따라 점검 및 조치를 할 수 있다.
- 공정 모듈의 구조를 알고 프로세스 챔버 내 부품(프로세스 키트)의 세정 및 교환 주기 설정 등 예방 정비를 할 수 있다.
- 각종 부대설비(진공 펌프 등)의 정확한 동작 상태를 알고 예방 정비를 할 수 있다.

3) 박막·확산 장비 운영

가) 박막 장비 셋업하기

- 각종 CVD와 PVD 장비의 역할을 이해하고, 셋업 장비에 맞는 유틸리티(utility)와 유틸리티 공급 조건을 확인하고 준비할 수 있다.
- 다양한 박막 장비별로 Wafer Transfer System, Process Chamber 조작, 공정에 따른 적절한 플라스마(plasma) 발생방법 선정, Wafer Chuck, 진공펌프 및 적절한 펌프 선정, Chiller, RF Generator, 가스 공급 장치, Scrubber 등을 이해하고, 정상 동작이 되도록 조작할 수 있다.
- 주요 구성품을 구성하여, 하드웨어적으로 설치를 완료할 수 있다.
- 박막 종류별 장비별로 레시피를 구성하여 공정 진행 후 박막 형성 공정에 대한 평가를 진행하고 수정·보완할 수 있다.

나) 박막 장비 유지·개선하기

- 공정 장비별 주요 부품, 소재의 수명을 주기적으로 관리하여 최적의 공정 진행을 할 수 있다.
- 공정 장비별 구성 부품의 동작 원리를 이해하여, 이상 상황 발생 시 문제 해결을 할 수 있다.
- 공정 장비별 운영 지침서를 작성하고, 주기적인 사전 예방 점검 항목 및 점검 방법을 이해하고 사전 정비를 함으로써 최적화 상태를 유지할 수 있다.
- 장비의 고장 내역 및 PM(preventive maintenance) 이력(history) 관리를 할 수 있다.
- 공정 장비별 운영 설명서에 따라 세부 공정 주요 매개 변수를 관리하고, 공정 결과를 분석 장비를 이용하여 평가하고, 최적의 공정 조건을 얻을 수 있도록 레시피를 수정·보완할 수 있다.

다) 확산 장비 셋업하기

- 확산 공정에 대해서 이해하고, 필요한 유틸리티와 유틸리티 공급 조건을 확인하고 준비할 수 있다.
- 확산 장비의 주요 구성품, 즉 Wafer Transfer System, Process Chamber 조작, Wafer Loader & Unloader, 진공 펌프 및 적절한 펌프 선정, Chiller, 가스 공급 장치 등을 이해하고 정상 동작이 되도록 조작할 수 있다.
- 확산 장비의 주요 구성품을 구성하여, 하드웨어적으로 설치를 완료할 수 있다.
- 확산 조건에 따라 레시피를 구성하여 공정 진행 후 확산 공정이 정확하게 이루어졌는지 확인 및 수정·보완할 수 있다.

라) 확산 장비 유지·개선하기

- 확산 장비의 주요 부품, 소재의 수명을 주기적으로 관리하여 최적의 공정 진행을 할 수 있다.
- 확산 장비의 구성 부품의 동작 원리를 이해하여, 이상 상황 발생 시 문제 해결을 할 수 있다.
- 확산 장비의 운영 지침서를 작성하고, 주기적인 사전 예방 점검 항목 및 점검 방법을 이해하고 사전 정비를 함으로써 최적화 상태를 유지할 수 있다.
- 확산 장비의 고장 내역 및 PM 이력 관리를 할 수 있다.
- 확산 장비 운영 설명서에 따라 세부 공정 주요 매개 변수를 관리하고, 공정 결과를 분석 장비를 이용하여 평가하고, 최적의 공정 조건을 얻을 수 있도록 레시피를 수정·보완할 수 있다.

마) 이온 주입 장비 셋업하기

- 이온 주입 장비 셋업에 필요한 유틸리티 및 공급 조건을 알고 준비할 수 있다.
- 이온 주입 장비 셋업시 불순물 원자 이온화 체임버부, Wafer Transfer System, Analyzer Magnet부, Beam Focus System, Beam Scan System, End Station System, 고진공 시스템, Cryo Pump의 컴프레서 등 주요 구성부품의 동작 원리를 이해하고, 정상 동작이 되도록 조작할 수 있다.
- 이온 주입 장비의 주요 구성품을 구성하여, 하드웨어적으로 설치를 완료할 수 있다.
- 공정 종류별 이온 주입량 및 방법에 대해서 이해하고, 공정 진행 후 이온 주입 공정 결과에 대한 평가를 진행하고 그 결과에 따라 공정 조건을 수정·보완할 수 있다.

바) 이온 주입 장비 유지·개선하기

- 이온 주입 장비의 주요 부품, 소재의 수명을 주기적으로 관리하여 최적의 공정 진행을 할 수 있다.
- 이온 주입 장비의 구성 부품의 동작 원리를 이해하여, 이상 상황 발생 시 문제 해결을 할 수 있다.
- 이온 주입 장비의 운영 지침서를 작성하고, 주기적인 사전 예방 점검 항목 및 점검 방법을 이해하고 사전 정비를 함으로써 최적화 상태를 유지할 수 있다.
- 이온 주입 장비의 고장 내역 및 PM 이력 관리를 할 수 있다.
- 이온 주입 장비의 운영 설명서에 따라 주요 세부 공정 주요 매개 변수를 관리하고, 공정 결과를 분석 장비를 이용하여 평가하고, 최적의 공정 조건을 얻을 수 있도록 레시피를 수정·보완할 수 있다.

4) C&C 장비 운영

가) 세정(Cleaning)장비 셋업하기

- 장비 설치 및 운영 설명서에 따라 세정(cleaning) 장비의 구조를 이해하고, 조립 및 장착을 할 수 있으며, Loader, Bath 및 Dryer 등 주요 구성 부품의 동작 원리를 이해하고 조작할 수 있다.
- 세정 공정 특성에 따라 초순수, 화학 약품 등 유틸리티(utility) 제원을 파악하고, 세정 장비를 셋업할 수 있다.
- 세정 공정 특성에 따라 황산, 불산 및 용제(Solvent) 등 주요 화학약품을 적용하여 웨이퍼의 세정 및 Wet Etch 공정 평가를 진행할 수 있다.
- 세정 공정 특성에 초음파, 브러쉬(Brush) 및 화학 약품 등 주요 부품 소재의 성능 및 수명 평가를 진행할 수 있다.

나) 세정(Cleaning)장비 유지·개선하기

- 세정 및 Wet Etch 장비 특성에 따라 장비 운영 설명서를 작성하고 숙지하여, 주기적인 사전 예방 점검 항목 및 점검 방법을 파악할 수 있다.
- 세정 및 Wet Etch 장비 운영 설명서에 따라 장비를 조작하고, 주기적으로 예방 및 점검할 수 있다.
- 세정 및 Wet Etch 장비 운영 설명서에 따라 장비 성능 유지를 위해 장비 이력 관리 및 주요 유틸리티를 점검할 수 있다.
- 세정 및 Wet Etch 장비 운영 설명서에 따라 세부 공정 주요 매개 변수(parameter)를 관리하고, 고장 종류에 따라 점검 및 조치를 할 수 있다.
- 세정 및 Wet Etch 장비 내 주요 구성 부품의 동작 원리를 숙지하여 이상 상황 발생 시 문제 해결을 할 수 있다.
- 세정 및 Wet Etch 장비의 주요 부품, 소재 및 화학 약품의 수명을 주기적으로 관리하여 최적의 공정 진행을 할 수 있다.

다) CMP장비 셋업하기

- 장비 설치 및 운영 설명서에 따라 CMP(chemical mechanical polishing) 장비의 구조를 이해하고, 조립 및 장착을 할 수 있으며, Carrier, Conditioner 및 Table 등 주요 구성 부품의 동작 원리를 이해하고 조작할 수 있다.
- 평탄화 공정 특성에 따라 슬러리(slurry), 화학 약품 등 유틸리티 제원을 파악하고 CMP 장비를 셋업할 수 있다.
- 평탄화 공정 특성에 따라 Oxide 및 Metal Slurry와 Post Cleaning 화학 약품을 적용하여 웨이퍼의 단차 및 이물 제어 공정 평가를 진행할 수 있다.

- 평탄화 공정 특성에 따라 Pad, Diamond Disk 등 주요 소재의 성능 및 수명 평가를 진행할 수 있다.

라) CMP 장비 유지·개선하기

- CMP 장비 특성에 따라 장비 운영 설명서를 작성하고 숙지하여, 주기적인 사전 예방 점검 항목 및 점검 방법을 파악할 수 있다.
- CMP 장비 운영 설명서에 따라 장비를 조작하고, 주기적으로 예방 및 점검할 수 있다.
- CMP 장비 운영 설명서에 따라 장비 성능 유지를 위해 장비 이력 관리 및 주요 유틸리티를 점검할 수 있다.
- CMP 장비 운영 설명서에 따라 주요 세부 공정 주요 매개 변수를 관리하고, 고장 종류에 따라 점검 및 조치를 할 수 있다.
- CMP 장비 내 주요 구성 부품의 동작 원리를 숙지하여 이상 상황 발생 시 문제 해결을 할 수 있다.
- CMP 장비의 주요 부품, 소재 및 화학 약품의 수명을 주기적으로 관리하여 최적의 공정 진행을 할 수 있다.

5) MI 장비 운영

가) 측정 장비 셋업하기

- 장비 설치 및 운영 설명서에 따라 측정 장비의 구조를 이해하고, 조립 및 장착을 할 수 있으며, 로봇 등 주요 구성부품의 동작 원리를 이해하고 조작할 수 있다.
- 측정 장비 특성에 따라 전원, 가스 등 유틸리티 제원을 파악하고, 장비를 셋업할 수 있다.
- 측정 장비 특성에 따라 모니터 웨이퍼 등 주요 소재를 적용하여 공정 평가를 진행할 수 있다.

나) 측정 장비 유지·관리하기

- 측정 장비 특성에 따라 장비 운영 설명서를 작성하고 숙지하여, 주기적인 사전 예방 점검 항목 및 점검 방법을 파악할 수 있다.
- 측정 장비 운영 설명서에 따라 장비를 조작하고, 주기적으로 예방 및 점검할 수 있다.
- 측정 장비 운영 설명서에 따라 장비 성능 유지를 위해 장비 이력(웨이퍼 반송 부 에러, 부품 교체 등) 관리 및 유틸리티(가스, 전원, 배기, PCW 등)를 점검할 수 있다.
- 측정 장비 운영 설명서에 따라 주요 세부 공정의 매개 변수(진공, LAM값 등)를 관리하고, 고장 종류에 따라 점검 및 조치를 할 수 있다.

다) 검사 장비 셋업하기

- 장비 설치 및 운영 설명서에 따라 검사 장비의 구조를 이해하고, 조립 및 장착을 할 수 있으며, 로봇 등 주요 구성 부품의 동작 원리를 이해하고 조작할 수 있다.
- 검사 장비 특성에 따라 전원, 가스 등 유틸리티 제원을 파악하고 셋업을 할 수 있다.
- 검사 장비 특성에 따라 모니터 웨이퍼등 주요 소재를 적용하여 공정 평가를 진행할 수 있다.

라) 검사 장비 유지·관리하기

- 검사 장비 특성에 따라 장비 운영 설명서를 작성하고 숙지하여, 주기적인 사전 예방 점검 항목 및 점검 방법을 파악할 수 있다.
- 검사 장비 운영 설명서에 따라 장비를 조작하고, 주기적으로 예방 및 점검할 수 있다.
- 검사 장비 운영 설명서에 따라 장비 성능 유지를 위해 장비 이력(일렉트론 건, 부품 교체 등) 관리 및 유틸리티(가스, 전원, 배기, PCW 등)를 점검할 수 있다.
- 검사 장비 운영 설명서에 따라 주요 세부 공정의 매개 변수(일렉스톤 소스, 진공 등)를 관리하고, 고장 종류에 따라 점검 및 조치를 할 수 있다.

6) 반도체 테스트 장비 운영

가) 웨이퍼 테스트 장비 셋업하기

- 장비 설치 및 운영 설명서에 따라 Probe Station 장비의 구조를 이해하고, 조립 및 장착을 할 수 있다.
- 장비 운영 설명서에 따라 Wafer Transfer System, Stage, Chuck, Vision System 및 Index를 조작할 수 있다.
- PC를 이용해 Probe Station을 조작할 수 있다.
- Probe Card 특성을 파악하고, 테스트 방법을 결정할 수 있다.
- 테스터 장비의 기능적 특성을 이해하고, Probe Station 및 프로브 카드와의 연동성을 파악할 수 있다.

나) 웨이퍼 테스트 장비 유지·개선하기

- 웨이퍼 테스트 장비 운영 설명서에 따라 Probe Station, 테스터, Probe Card System의 장비를 조작하고, 주기적으로 예방 및 점검을 할 수 있다.
- 웨이퍼 테스트 장비 운영 설명서에 따라 예비 부품 관리(Usage, 보관, 수량 등)를 할 수 있다.
- 웨이퍼 테스트 장비 특성 및 장비 운영 설명서에 따라 주요 매개 변수(parameter) 관리와 고장 종류별 점검 및 조치를 할 수 있다.

- 웨이퍼 테스트 장비 특성 및 운영 설명서에 따라 장비 성능을 최고로 유지·관리하기 위해 장비(교정, 부품교체 등) 이력 관리 및 주요 유틸리티(utility) 점검을 할 수 있다.
- 장비 운영 설명서에 따라 장비 조작 순서, 장비 운영 지침서를 수정·보완할 수 있다.

다) 패키지 테스트 장비 셋업하기

- 패키지 테스트의 장비 운영 설명서에 따라 테스터, 핸들러, Hi-Fix Board의 구조를 이해하고, 조립 및 장착을 할 수 있다.
- 패키지 테스트 장비 운영 설명서에 따라 테스터 동작 및 문제 해결을 위해 소프트웨어 조작을 할 수 있다.
- 장비 특성 및 운영 설명서에 따라 모터, 각종 센서 등 요소 기술에 대한 지식을 활용하여 장비를 조작할 수 있다.
- 장비 운영 설명서에 따라 테스터, 핸들러, Hi-Fix Board 간의 연결 상태 및 동작 상태를 파악할 수 있다.
- 장비 특성에 따라 계측 장비 및 검사 장비를 이용하여 주파수를 판독하고, 전기적 특성을 이해할 수 있다.

라) 패키지 테스트 장비 유지·개선하기

- 장비 운영 설명서에 따라 패키지 테스터, 핸들러, Hi-Fix Board 장비를 조작하고 주기적으로 예방 및 점검을 할 수 있다.
- 장비 운영 설명서에 따라 예비 부품 관리(Usage, 보관, 수량 등)를 할 수 있다.
- 장비 특성 및 장비 운영 설명서에 따라 세부 공정 주요 매개 변수 관리 및 고장 종류별로 점검 및 조치할 수 있다.
- 장비 특성 및 운영 설명서에 따라 장비 성능 유지를 위해 장비 이력(교정, 각종 부품 교체 등) 관리 및 주요 유틸리티(가스, 웨이퍼, 배수로)를 점검할 수 있다.
- 장비 운영 설명서에 따라 장비 조작 순서, 장비 운영 지침서를 수정·보완할 수 있다.

7) 반도체 패키징 장비 운영

가) 백 그라인딩(back grinding) 장비 유지·개선하기

- 백 그라인딩(back-grinding) 장비를 구성하는 웨이퍼 라미네이션부, 백 그라인딩부, Wafer Mounting부 등 주요 구성품의 동작 원리를 이해할 수 있다.
- 백 그라인딩 장비 가동 시 필요한 테이프류의 소모품과 웨이퍼 이송 부분, 얼라인먼트 부분, 검사 부분의 시스템을 점검할 수 있다.
- 백 그라인딩 장비를 설치하고 초기 시제품을 통해 라미네이션 부분과 백 그라인딩 부분, Wafer Mounting 부분의 정상 동작을 확인할 수 있다.

- 백 그라인딩 장비의 운영 지침서를 작성하고, 예방 정비를 통하여 최적화 상태를 유지할 수 있다.

나) 본딩(bonding) 장비 유지·개선하기

- 다이 본딩 장비의 구성 요소를 파악하고 설치 설명서에 따라 셋업할 수 있다.
- 와이어 본딩 장비의 구성 요소를 파악하고 설치 설명서에 따라 셋업할 수 있다.
- 다이 본딩 장비의 기판 공급부, 웨이퍼·다이 공급부, 온도 조절부를 점검하고 확인할 수 있다.
- 본딩 방법에 따라 와이어 본딩 장비의 구동 프로세스를 파악하고 각 모듈을 점검하고 확인할 수 있다.
- 본딩 장비를 설치하고, 초기 시제품을 통해 다이의 접착 상태, 와이어의 연결 상태, 볼의 연결 상태를 확인할 수 있다.

다) 몰딩(molding) 장비 유지·개선하기

- Transfer Molding 장비를 설치하고, 유지 및 관리할 수 있다.
- 몰딩 장비에 사용되는 각종 센서의 작동 원리를 이해하고, 제어할 수 있다.
- 금형을 이해하고, 해당 금형에 맞는 몰딩 조건들을 설정할 수 있다.
- 각 봉지재(EMC: epoxy molding compound) 모델별 특성을 이해하고, 그에 맞는 Molding Parameter들을 최적화할 수 있다.
- Molding Parameter인 Transfer 압력, 속도, 온도 등을 이해하고 활용할 수 있다.

라) 범핑(bumping) 장비 유지·개선하기

- 인쇄 회로 기판 위에 웨이퍼(다이)를 직접 붙이는 범핑 공정을 이해할 수 있다.
- 솔더 범프, 범프 생성에 사용되는 각종 공정 장비의 원리를 이해하고, 점검할 수 있다.
- 솔더볼을 부착하기 위한 방법인 열, 초음파, 접착성 전도 물질의 특성을 이해하고, 이에 따른 장비를 관리할 수 있다.
- 플립칩 형태로 만들기 위한 장비를 셋업하고 유지, 관리할 수 있다.

8) 반도체 장비 시설 운영

가) 클린룸 환경 유지·개선하기

- 클린룸 공간을 구성하는 공조 시스템 및 환경 장비들의 제어 원리 및 시스템을 이해하여 클린룸에서의 온·습도 및 청정도 등의 환경을 유지할 수 있다.
- 주요 공조 장비 원리 및 특성을 이해하고 특수 가스 시설, 배기 시설, 장비의 운전 방식 등의 기술 습득을 통하여 클린룸에서의 환경 안전과 안정적인 예방 정비를 할 수 있다.

- 클린룸 내 작업을 하기 위한 작업 수행 절차 및 설명서를 이해하고, 무진 장비와 국소 청정 시스템의 운전 방식 습득을 통하여 청정 관리 및 기본적인 시설 관리를 직접 수행할 수 있다.

나) 유틸리티 유지·개선하기

- 반도체 장비의 안정적 유틸리티(utility) 공급을 위한 PCW, 초순수, 진공, CDA, 질소, 수소, 배기 등의 시스템 및 원리를 이해하고, 운전 방식 습득을 통하여 안정적으로 관리할 수 있다.
- UPS(무정전 전원), 긴급 비상 발전기 시설, 환경 시설 등의 시스템 원리와 긴급 복구 시스템 기술을 통하여 생산 중에 발생할 수 있는 유틸리티 공급 중단 사고를 사전에 예방·대응 관리할 수 있다.
- Gas Plant 공급, 화학약품 배관, 특수 배기 시스템, 공조 설비와 연동 장비 등의 구조와 원리를 통하여 원활한 공급 일정과 안전사고를 사전에 예방하고, 유지·관리할 수 있다.
- 장비의 설치, 이설, 개조를 진행할 때 유틸리티 공급의 신속성과 오차를 줄이기 위한 3D 도면 기술과 재질, 규격 등의 이해를 통하여 장비 셋업을 효과적으로 지원, 관리할 수 있다.

다) 가스·케미컬 유지·개선하기

- 가스·화학약품의 안정적인 공급을 위한 화학 물질에 대한 위험물 관리 기술 및 안전 관리 설명서 습득을 통하여 안정적인 가스 공급을 유지할 수 있다.
- 장비 공급을 위한 장비의 정확한 제원을 파악하고, 가스·화학약품의 원리 및 특성별로 분류하여 배관할 수 있는 설계 능력을 통하여 직접 적인 장비 접속(hook-up) 수행 능력과 운영 관리를 할 수 있다.
- 주요 장비 및 가스·CCSS(central chemical supply system)의 기본 구성 원리와 조작 방법을 습득하고, 무색, 무취, 화재, 폭발에 대한 가스 위험성 등의 성분 이해를 통하여 안전한 운영 관리를 할 수 있다.

9) 반도체 장비 전장 조립

가) 장비 전원부 기본 배선 준비하기

- 반도체 장비의 배선 도면을 보고 사양에 맞추어 배선 준비 작업을 할 수 있다.
- 배선 도면을 보고 실제 각 성능과 공급된 전원 사양을 고려할 수 있다.
- 배선 도면을 보고 장비의 각 동작 부위와 그 순서에 따라 배선을 할 수 있다.

나) 장비 전원부 실제 전장 배선하기

- 전기 도면에 근거한 배선 종류별 배선 길이 및 배선 작업을 수립할 수 있다.
- 전원 부품별 배선 타입과 배선 작업을 고려하여 작업할 수 있다.
- 전원 배치 순서에 근거하여 위험한 상황을 배제한 안전 전원 배선 작업을 할 수 있다.
- 전원 용량, 전원 품질을 고려한 배선 등급을 결정하고, 실제 연결 작업을 할 수 있다.

다) 부가 장작품 전장 배선하기

- 부가 장작되는 중요 제어기, 하드웨어, 별도 유닛의 전원 특성을 파악할 수 있다.
- 부가 장작되는 중요 제어기, 하드웨어, 별도 유닛의 전원 특성과 그 분포 전원 배선을 파악할 수 있다.
- 가장 효과적이며 제어가 확실한 부가 장작품의 최적화된 배선을 실행할 수 있다.

라) 장비 동작 점검 및 전원 품질 관리하기

- 사전 장비 안전을 위한 KS 표준 배선에 대해 충분히 파악 할 수 있다.
- 장비 안전과 성능을 장기간 유지할 수 있는 S-Mark 표준 배선 방법을 활용할 수 있다.
- 장비 운영에 많은 영향을 끼치는 노이즈로 인한 시스템 불규칙 동작, 그리고 정지 등의 장비 품질 전반에 대한 전원 품질을 고려한 배선을 실행할 수 있다.
- 장비 전원이 완벽하게 연결되고 동작하는지에 대한 장비 동작과 전원 점검, 그리고 전원 품질까지 실행할 수 있다.

10) 반도체 장비 시제품 성능 평가

가) 단위 동작별 성능 평가하기

- 기구 장치, 전기 장치, 주변 장치 및 배관 부분품의 조립 상태를 확인하고, 도면에 기준하여 각 장치를 설치한 다음 전원을 공급할 수 있다.
- 기구 장치 및 배관부에 가스 및 케미컬 등 유체를 공급하여 환경 안전 및 신뢰성을 확인하고, 보완 계획을 수립하여 추진할 수 있다.
- 로봇 및 모터 등 주요 기구 및 전기 장치의 단위 동작 및 유체 공급 장치 및 펌프 등 주변 장치의 단위 동작 성능을 평가할 수 있다.

나) 전장 배선 성능 점검·평가하기

- 메인 및 컨트롤 PC의 소프트웨어 프로그램 세팅을 실시한 다음, 프로그램의 정상 실행 여부를 평가하고, 수정할 수 있다.
- 주요 장치부에 대한 시스템 I/O 체크를 통해 Calibration 및 Teaching을 실시하고, 보완계획을 수립하여 추진할 수 있다.

- 각 장치부의 컨트롤러, 센서, 밸브, 스위치 및 레귤레이터 등 주요 제어 부품의 성능을 평가하고, 보완할 수 있다.

다) 세부 동작별 성능 평가하기

- 세부 동작별 성능평가를 위해 공정 대상 기관, 각종 케미컬, 광학 부품 및 평가용보드 등을 도입 및 응용할 수 있다.
- 장비의 주요 기구부에 공정 대상 기관 또는 유체를 공급하여 하드웨어 및 소프트웨어 신뢰성 평가를 실시하고, 보완할 수 있다.
- 각 배관부와 연결된 펌프, 가스 캐비니, 스크루버 및 각종 케미컬 공급 장치 등 주변 장치들의 성능을 평가할 수 있다.

라) 전체 완성 성능 평가하기

- 주 프로그램의 네트워크를 이용하여 각 장치부를 구동시켜 정상 동작 여부를 확인하고 수정할 수 있다.
- 시제품 장비에 기관 및 유체를 연속적으로 장시간 공급하여 Hardware 및 Software 신뢰성 평가를 실시하고 보완할 수 있다.
- 최종 응용 대상 공정에 적합한 기관 및 유체를 고객이 요청하는 수준으로 공급하여 시험 평가를 실시하고, 이를 보완할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 개발된 반도체의 생산을 위해 장비, 시설 운영, 유지·개선·관리 뿐만 아니라 품질 관리 및 생산성 향상 업무를 포함하는 일을 익혀 작업할 수 있도록 한다.
- 나. 학생의 성취수준 및 요구, 학교의 실정, 지역 사회의 여건 등을 고려하여 지도의 비중을 달리하여 지도한다.
- 다. 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 라. 반도체에 대한 기본 이론과 반도체 제조에 관한 기술을 습득하고 원리를 이해하여 학생들의 학습 진이를 향상시킬 수 있도록 한다.
- 마. ‘노광 장비 운영’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 반도체 생산을 위한 제조 공정 중 사진 공정을 진행하기 위한 노광 장비와 트랙 장비를 셋업 및 유지·개선하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

- 바. ‘식각 장비 운영’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 반도체 식각 장비의 올바른 초기 설치와 유지·개선 및 애싱 장비의 올바른 초기 설치와 유지·개선 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 사. ‘박막·확산 장비 운영’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 반도체 생산 시 반도체의 특성을 결정지을 수 있는 공정과 공정을 진행하는 장비들에 대해서 셋업하고 유지·개선하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 아. ‘C&C 장비 운영’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 반도체생산을 위한 제조공정 중 웨이퍼의 세정 및 CMP 공정 장비를 셋업 및 유지·개선하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 자. ‘MI 장비 운영’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 반도체 공정의 패터닝(patterning) 공정 후 진행된 결과를 측정하는 장비, 두께 측정 장비 등을 셋업 및 유지·관리하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 차. ‘반도체 테스트 장비 운영’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 전 공정 완료 후 웨이퍼 상 칩의 정상 여부를 검사하기 위해 웨이퍼 테스트 공정과 패키지 완료 후 반도체에 대해 제품 성능을 테스트하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 카. ‘반도체 패키징 장비 운영’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 공정에서 완성된 웨이퍼 중 정상 동작하는 칩을 전기적 연결 및 그 회로를 보호한 완성된 반도체 제품을 생산하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 타. ‘반도체 장비 시설 운영’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습 등을 활용하여 반도체 공장에서 운영하는 장비 및 생산 시설의 최적의 클린룸 환경과 양질의 유틸리티 및 가스, 화학 약품 등을 안정적으로 공급하고 생산을 지원하기 위한 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 파. ‘반도체 장비 전장 조립’ 영역에서는 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 반도체 장비의 전기적 신호, 센서, 액추에이터 등을 모두 연결하여 실제 장비가 구성된 동작을 효과적으로 할 수 있게 배선 작업을 하여 메인 전원부, 단위 전원부, 개별 전원부까지 연결·배선하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 하. ‘반도체 장비 시제품 성능 평가’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 기구 장치, 전기 장치, 주변 장치, 배관 부분품 및 반도체 공정 기술을 이해하고, 단위 동작, 전장 배선, 세부 동작 및 전체 완성 성능 평가에 대한 계획을 수립하고 실행할 수 있는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 수행 준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 기른다.
- 3) 평가자는 작업 영역 성취기준에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위하여 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용한다.
- 4) 실무 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 5) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 6) ‘노광 장비 운영’ 영역에서는 반도체 생산을 위한 제조 공정 중 사진 공정을 진행하기 위한 노광 장비와 트랙 장비를 셋업 및 유지·개선하는 능력에 대해 서술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 7) ‘식각 장비 운영’ 영역에서는 반도체 식각 장비의 올바른 초기 설치와 유지·개선 및 애싱 장비의 올바른 초기 설치와 유지·개선하는 능력을 서술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 8) ‘박막·확산 장비 운영’ 영역에서는 반도체 생산 시 반도체의 특성을 결정지을 수 있는 공정과 공정을 진행하는 장비들에 대해서 셋업하고 유지·개선하는 능력을 서술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 9) ‘C&C 장비 운영’ 영역에서는 반도체 생산을 위한 제조 공정 중 웨이퍼의 세정 및 CMP 공정 장비를 셋업 및 유지·개선하는 능력에 대해 서술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 10) ‘MI 장비 운영’ 영역에서는 반도체 공정의 패터닝(patterning) 공정 후 진행된 결과를 측정하는 장비, 두께 측정 장비 등을 셋업 및 유지·관리하는 능력에 대해 서술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 11) ‘반도체 테스트 장비 운영’ 영역에서는 전 공정 완료 후 웨이퍼 상 칩의 정상 여부를 검사하기 위해 웨이퍼 테스트 공정과 패키지 완료 후 반도체에 대해 제품 성능을 테스트하는

- 능력에 대해 서술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 12) ‘반도체 패키징 장비 운영’ 영역에서는 공정에서 완성된 웨이퍼 중 정상 동작하는 칩을 전기적 연결 및 그 회로를 보호한 완성된 반도체 제품을 생산하는 능력에 대해 서술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 13) ‘반도체 장비 시설 운영’ 영역에서는 반도체 공장에서 운영하는 장비 및 생산 시설의 최적의 클린룸 환경과 양질의 유틸리티 및 가스, 화학약품 등을 안정적으로 공급하고 생산을 지원하기 위한 능력에 대해 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 논술형 시험, 서술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표, 역할 연극 등을 활용한 과정 중심 평가와 사례 연구, 평가자 체크리스트, 일지/저널, 구두 발표 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 14) ‘반도체 장비 전장 조립’ 영역에서는 반도체 장비의 전기적, 신호, 센서, 액추에이터 등을 모두 연결하여 실제 장비가 구성된 동작을 효과적으로 할 수 있게 배선 작업을 하여 메인 전원부, 단위 전원부, 개별 전원부까지 연결·배선하는 능력에 대해 포트폴리오, 서술형 시험, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 질문 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 15) ‘반도체 장비 시제품 성능 평가’ 영역에서는 기구 장치, 전기 장치, 주변 장치, 배관 부분품 및 반도체 공정 기술을 이해하고, 단위 동작, 전장 배선, 세부 동작 및 전체 완성 성능 평가에 대한 계획을 수립하고, 실행할 수 있는 능력에 대해 피평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 논술형 시험, 피평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
노광 장비 운영	노광 장비 셋업하기, 노광장비 유지·개선하기, 트랙 장비 셋업하기, 트랙 장비 유지·개선하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 노광 장비 운영을 할 수 있다.	노광 장비 셋업하기, 노광 장비 유지·개선하기, 트랙 장비 셋업하기, 트랙 장비 유지·개선하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 노광 장비 운영을 할 수 있다.	노광 장비 셋업하기, 노광 장비 유지·개선하기, 트랙 장비 셋업하기, 트랙 장비 유지·개선하기 방법을 알고 노광 장비 운영을 할 수 있다.
식각 장비 운영	식각 장비 셋업하기, 식각 장비 유지·개선하기, 애싱 장비 셋업하기, 애싱 장비 유지·개선하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 식각 장비 운영을 할 수 있다.	식각 장비 셋업하기, 식각 장비 유지·개선하기, 애싱 장비 셋업하기, 애싱 장비 유지·개선하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 식각 장비 운영을 할 수 있다.	식각 장비 셋업하기, 식각 장비 유지·개선하기, 애싱 장비 셋업하기, 애싱 장비 유지·개선하기 방법을 알고 식각 장비 운영을 할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
박막·확산 장비 운영	박막 장비 셋업하기, 박막 장비 유지·개선하기, 확산 장비 셋업하기, 확산 장비 유지·개선하기, 이온 주입 장비 셋업하기, 이온주입장비 유지·개선하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 박막·확산 장비 운영을 수행할 수 있다.	박막 장비 셋업하기, 박막 장비 유지·개선하기, 확산 장비 셋업하기, 확산 장비 유지·개선하기, 이온 주입 장비 셋업하기, 이온주입 장비 유지·개선하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 박막·확산 장비 운영을 수행할 수 있다.	박막 장비 셋업하기, 박막 장비 유지·개선하기, 확산 장비 셋업하기, 확산 장비 유지·개선하기, 이온 주입 장비 셋업하기, 이온 주입 장비 유지·개선하기 방법을 알고, 박막·확산 장비 운영을 수행할 수 있다.
C&C 장비 운영	세정 장비 셋업하기, 세정장비 유지·개선하기, CMP 장비 셋업하기, CMP 장비 유지·개선하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 C&C 장비 운영을 수행할 수 있다.	세정 장비 셋업하기, 세정 장비 유지·개선하기, CMP 장비 셋업하기, CMP 장비 유지·개선하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 C&C 장비 운영을 수행할 수 있다.	세정 장비 셋업하기, 세정 장비 유지·개선하기, CMP 장비 셋업하기, CMP 장비 유지·개선하기 방법을 알고, C&C 장비 운영을 수행할 수 있다.
MI 장비 운영	측정 장비 셋업하기, 측정 장비 유지·관리하기, 검사 장비 셋업하기, 검사 장비 유지·관리하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 MI 장비 운영을 수행할 수 있다.	측정 장비 셋업하기, 측정 장비 유지·관리하기, 검사 장비 셋업하기, 검사 장비 유지·관리하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 MI 장비 운영을 수행할 수 있다.	측정 장비 셋업하기, 측정 장비 유지·관리하기, 검사 장비 셋업하기, 검사 장비 유지·관리하기 방법을 알고 MI 장비 운영을 수행할 수 있다.
반도체 테스트 장비 운영	웨이퍼 테스트 장비 셋업, 웨이퍼 테스트 장비 유지·개선, 패키지 테스트 장비 셋업, 패키지 테스트 장비 유지·개선 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 반도체 테스트 장비를 운영할 수 있다.	웨이퍼 테스트 장비 셋업, 웨이퍼 테스트 장비 유지·개선, 패키지 테스트 장비 셋업, 패키지 테스트 장비 유지·개선 방법을 다른 사람에게 설명하면서 반도체 테스트 장비를 운영할 수 있다.	웨이퍼 테스트 장비 셋업, 웨이퍼 테스트 장비 유지·개선, 패키지 테스트 장비 셋업, 패키지 테스트 장비 유지·개선 방법을 알고, 반도체 테스트 장비를 운영할 수 있다.
반도체 패키징 장비 운영	백 그라인딩 장비 유지·개선, 본딩 장비 유지·개선, 몰딩 장비 유지·개선, 범핑 장비 유지·개선 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 반도체 패키징 장비 운영을 할 수 있다.	백 그라인딩 장비 유지·개선, 본딩 장비 유지·개선, 몰딩 장비 유지·개선, 범핑 장비 유지·개선 방법을 다른 사람에게 설명하면서 반도체 패키징 장비 운영을 할 수 있다.	백 그라인딩 장비 유지·개선, 본딩 장비 유지·개선, 몰딩 장비 유지·개선, 범핑 장비 유지·개선 방법을 알고 반도체 패키징 장비 운영을 할 수 있다.
반도체 장비 시설 운영	클린룸 환경 유지·개선, 유틸리티 유지·개선, 가스·케미컬 유지·개선 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 반도체 장비 시설을 운영할 수 있다.	클린룸 환경 유지·개선, 유틸리티 유지·개선, 가스·케미컬 유지·개선 방법을 다른 사람에게 설명하면서 반도체 장비 시설을 운영할 수 있다.	클린룸 환경 유지·개선, 유틸리티 유지·개선, 가스·케미컬 유지·개선 방법을 알고 반도체 장비 시설을 운영할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
반도체 장비 전장 조립	장비 전원부 기본 배선 준비, 장비 전원부 실제 전장 배선, 부가 장착품 전장 배선, 장비 동작 점검 및 전원 품질 관리 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 반도체 장비를 전장 조립할 수 있다.	장비 전원부 기본 배선 준비, 장비 전원부 실제 전장 배선, 부가 장착품 전장 배선, 장비 동작 점검 및 전원 품질 관리 방법을 다른 사람에게 설명하면서 반도체 장비를 전장 조립할 수 있다.	장비 전원부 기본 배선 준비, 장비 전원부 실제 전장 배선, 부가 장착품 전장 배선, 장비 동작 점검 및 전원 품질 관리 방법을 알고 반도체 장비를 전장 조립할 수 있다.
반도체 장비 시제품 성능 평가	단위 동작별 성능 평가, 전장 배선 성능 점검·평가, 세부 동작별 성능 평가, 전체 완성 성능 평가 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 반도체 장비 시제품 성능 평가를 할 수 있다.	단위 동작별 성능 평가, 전장 배선 성능 점검·평가, 세부 동작별 성능 평가, 전체 완성 성능 평가 방법을 다른 사람에게 설명하면서 반도체 장비 시제품 성능 평가를 할 수 있다.	단위 동작별 성능 평가, 전장 배선 성능 점검·평가, 세부 동작별 성능 평가, 전체 완성 성능 평가 방법을 알고 반도체 장비 시제품 성능 평가를 할 수 있다.

[실무 과목]

20. 반도체 재료 제조

1. 성격 및 목표

가. 성격

“반도체 재료 제조” 과목은 특성화 고등학교 및 마이스터 고등학교의 전자과 학생들에게 반도체 재료 제조에 관한 기술을 습득시켜 반도체 재료 제조에 활용할 수 있는 능력을 기르기 위한 실무 과목이다.

이 과목에서 이수해야 할 내용은 반도체용 웨이퍼 재료 제조, 반도체용 리소그래피 재료 제조, 반도체용 가스 재료 제조, 반도체용 금속 재료 제조, 반도체용 습식 화학약품 재료 제조, 반도체용 패키지 재료 제조, 반도체 재료 생산, 반도체 재료 품질 관리, 반도체 재료 안전관리 등으로, 반도체 재료 제조에 관한 반도체용 웨이퍼 재료 선정하기에서부터 폐기물 관리하기에 이르기까지 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

반도체 제조에 필요한 반도체 전용 재료들에 대한 특성을 파악하고, 각 재료들을 개발, 생산, 품질 관리 및 안전 관리를 하는 기술을 습득하여 관련 직무를 수행할 수 있는 지식과 기술, 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
반도체용 웨이퍼 재료 제조 (1903060401_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 반도체용 웨이퍼 재료 선정하기 반도체용 웨이퍼 재료 제조하기
반도체용 리소그래피 재료 제조 (1903060402_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 반도체용 리소그래피 재료 선정하기 반도체용 리소그래피 재료 제조하기
반도체용 가스 재료 제조 (1903060403_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 반도체용 가스 재료 선정하기 반도체용 가스 재료 제조하기
반도체용 금속(target) 재료 제조 (1903060404_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 반도체용 금속(target) 재료 선정하기 반도체용 금속(target) 제조하기
반도체용 습식 화학약품(wet chemical) 재료 제조 (1903060405_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 반도체용 습식 화학약품(wet chemical) 재료 요구 사항 파악하기 반도체용 습식 화학약품(wet chemical) 재료 선정하기
반도체용 패키지 재료 제조 (1903060406_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 반도체용 패키지 재료 선정하기 반도체용 패키지 재료 제조하기
반도체 재료 생산 (1903060409_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 장비 운영하기 생산 공정 수행하기
반도체 재료 품질 관리 (1903060410_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 반도체 재료 규격 검토하기 검사하기
반도체 재료 안전 관리 (1903060411_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 물질안전관리 규정 숙지하기 위험 요인 대응하기 폐기물 관리하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력 단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 반도체용 웨이퍼 재료 제조

가) 반도체용 웨이퍼 재료 선정하기

- 반도체 공정별 웨이퍼 재료의 장점과 단점을 파악할 수 있다.
- 반도체 집적 회로 제조 공정에 적합한 웨이퍼 재료를 선정할 수 있다.
- 선정된 반도체 웨이퍼 재료의 도출된 문제점에 대한 해결 방안을 제시할 수 있다.

나) 반도체용 웨이퍼 제조하기

- 반도체 웨이퍼의 제조 공정별 장점과 단점을 파악할 수 있다.
- 반도체 웨이퍼 재료별 제조(공정/장비) 파라미터를 파악하고 적용할 수 있다.

- 반도체 웨이퍼 재료별 제조 공정의 도출된 문제점에 대한 해결 방안을 제시할 수 있다.

2) 반도체용 리소그래피 재료 제조

가) 반도체용 리소그래피 재료 선정하기

- 반도체 공정별 리소그래피 재료의 장점과 단점을 파악할 수 있다.
- 반도체 집적 회로 제조 공정에 적합한 리소그래피 재료를 선정할 수 있다.
- 선정된 반도체 리소그래피 재료의 도출된 문제점에 대한 해결 방안을 제시할 수 있다.

나) 반도체용 리소그래피 재료 제조하기

- 반도체 리소그래피 재료별 제조 공정의 장점과 단점을 파악할 수 있다.
- 반도체 리소그래피 재료별 제조(공정/장비) 파라미터를 파악하고 적용할 수 있다.
- 반도체 리소그래피 재료별 제조(공정/장비)에서 도출된 문제점에 대한 해결 방안을 제시할 수 있다.

3) 반도체용 가스 재료 제조

가) 반도체용 가스 재료 선정하기

- 반도체 공정별 가스 재료의 장점과 단점을 파악할 수 있다.
- 반도체 집적 회로 제조 공정에 적합한 가스 재료를 선정할 수 있다.
- 선정된 반도체 가스 재료의 도출된 문제점에 대한 해결 방안을 제시할 수 있다.

나) 반도체용 가스 재료 제조하기

- 반도체 가스의 제조 공정별 장점과 단점을 파악할 수 있다.
- 반도체 가스 재료별 제조(공정/장비) 파라미터를 파악하고 적용할 수 있다.
- 반도체 가스 재료별 제조 공정의 도출된 문제점에 대한 해결 방안을 제시할 수 있다.

4) 반도체용 금속(target) 재료 제조

가) 반도체용 금속 재료 선정하기

- 반도체 공정별 금속(target) 재료의 장점과 단점을 파악할 수 있다.
- 반도체 집적 회로 제조 공정에 적합한 금속(target) 재료를 선정할 수 있다.
- 선정된 반도체 금속(target) 재료의 도출된 문제점에 대한 해결 방안을 제시할 수 있다.

나) 반도체용 금속 재료 제조하기

- 반도체 금속(target)의 제조 공정별 장점과 단점을 파악할 수 있다.
- 반도체 금속(target) 재료별 제조(공정/장비) 파라미터를 파악하고 적용할 수 있다.
- 반도체 금속(target) 재료별 제조 공정의 도출된 문제점에 대한 해결 방안을 제시할 수 있다.

5) 반도체용 습식 화학약품(wet chemical) 재료 제조

가) 반도체용 습식 화학약품(wet chemical) 재료 요구 사항 파악하기

- 최종 제품의 생산에 필요한 습식 화학약품 공정을 파악할 수 있다.
- 고객의 요구 사항에 의한 습식 화학약품 재료를 파악할 수 있다.
- 품질 관리를 위한 문제점을 파악할 수 있다.

나) 반도체용 습식 화학약품(wet chemical) 재료 선정하기

- 반도체 공정별 습식 화학약품 재료의 장점과 단점을 파악할 수 있다.
- 반도체 집적회로 제조 공정에 적합한 습식 화학약품 재료를 선정할 수 있다.
- 선정된 반도체 습식 화학약품 재료의 도출된 문제점에 대한 해결 방안을 제시할 수 있다.

6) 반도체용 패키지 재료 제조

가) 반도체용 패키지 재료 선정하기

- 반도체 공정별 패키지 재료의 장점과 단점을 파악할 수 있다.
- 반도체 집적 회로 제조 공정에 적합한 패키지 재료를 선정할 수 있다.
- 선정된 반도체 패키지 재료의 도출된 문제점에 대한 해결 방안을 제시할 수 있다.

나) 반도체용 패키지 재료 제조하기

- 반도체 패키지의 제조 공정별 장점과 단점을 파악할 수 있다.
- 반도체 패키지 재료별 제조(공정/장비) 파라미터를 파악하고 적용할 수 있다.
- 반도체 패키지 재료별 제조 공정의 도출된 문제점에 대한 해결 방안을 제시할 수 있다.

7) 반도체 재료 생산

가) 장비 운영하기

- 장비 매뉴얼에 따라 생산 장비를 운영할 수 있다.
- 장비 매뉴얼에 따라 생산 설비 점검 항목과 점검 주기를 설정할 수 있다.
- 이상 발생 시 장비 매뉴얼에 따라 원인을 파악하고, 대책을 수립할 수 있다.

나) 생산 공정 수행하기

- 생산을 위한 작업 절차서를 작성할 수 있다.
- 작업 절차서를 토대로 공정 운전을 위한 작업 표준서를 작성할 수 있다.
- 작업 표준서에 의해 필 요한 단위 공정 원·부재료를 파악할 수 있다.
- 공정 진행과 목표 품질확보를 위한 공정 모니터링을 할 수 있다.
- 작업 표준서와 일일 작업 지시서에 의해 설정된 운전 조건에 따른 생산 공정을 진행할 수 있다.
- 이상 발생 시 최단 시간 내 분석을 통해 불량 원인 파악과 최소한의 수정으로 최적화된 생산을 지원할 수 있다.

8) 반도체 재료 품질 관리

가) 반도체 재료 규격 검토하기

- 제품의 품질 수준을 평가하기 위해 반도체 재료의 품질 요구 수준을 파악할 수 있다.
- 반도체 생산에 필요한 재료의 사양을 제시할 수 있다.
- 반도체 생산에 필요한 원·부재료를 선정할 수 있다.
- 반도체 생산에 필요한 재료의 기준을 이해할 수 있다.

나) 검사하기

- 정확한 품질 평가를 위한 검사 계획을 수립할 수 있다.
- 검사를 위해 적합한 장비를 선정할 수 있다.
- 검사를 위한 적합한 견본을 준비할 수 있다.
- 실시한 검사에 따라 결과 보고서를 작성할 수 있다.
- 검사 기기에 대한 관리 규정에 따라 사용 이력과 관리 이력을 기록·관리할 수 있다.

9) 반도체 재료 안전 관리

가) 물질안전관리 규정 숙지하기

- 물질의 기본 특성을 이해하기 위해 MSDS에 대한 내용을 파악할 수 있다.
- 사용 불가 유해 물질을 이해하기 위해 RoHS에 대한 내용을 파악할 수 있다.
- 안전사고 사례를 교육하고, 훈련 지침을 활용하여 사고를 미연에 방지할 수 있다.
- 사고 원인, 결과, 재발 방지 대책에 대한 보고서를 작성할 수 있다.
- 관련 준거법을 확인하여 법에 대한 이해를 높일 수 있다.

나) 위험 요인 대응하기

- 산업 현장에서 나타날 수 있는 위험 요인들을 파악할 수 있다.
- 파악된 위험 요인을 점검 및 관리할 수 있다.
- 잠재적 비상사태에 따른 비상사태 매뉴얼을 작성할 수 있다.
- 비상사태 매뉴얼을 통하여 대비 훈련을 실시할 수 있다.
- 비상사태 매뉴얼에 따라 화재 및 각종 사고 발생 시 신속한 대응과 신고 절차에 따라 행동할 수 있다.
- 재발 방지를 위하여 사례를 문서화하여 전파할 수 있다.

다) 폐기물 관리하기

- 산업 현장에서 발생하는 산업 폐기물의 종류와 특성을 분류할 수 있다.
- 분류된 산업 폐기물을 해당 준거법에 따라 안전하게 처리할 수 있다.
- 산업 폐기물 중 재활용이 가능한 물질을 파악할 수 있다.
- 산업 폐기물의 2차 유해성 여부를 판단할 수 있다.
- 환경 오염 발생 시 관련되는 환경 법규에 적법하게 폐기물 처리 시설을 운영, 관리할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 반도체 제조에 필요한 반도체 전용 재료들에 대한 특성을 파악하고, 각 재료들을 개발, 생산, 품질 관리 및 안전 관리하는 능력을 익혀 작업할 수 있도록 한다.
- 나. 학생의 성취수준 및 요구, 학교의 실정, 지역 사회의 여건 등을 고려하여 지도의 비중을 달리하여 지도한다.
- 다. 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 라. 반도체 재료에 대한 기본 이론과 반도체 재료의 제조에 관한 기술을 습득하고 원리를 이해하여 학생들의 학습 전이를 향상시킬 수 있도록 한다.
- 마. ‘반도체용 웨이퍼 재료 제조’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 반도체 제조에 필요한 웨이퍼 재료의 요구 사항을 파악하여 선정하고, 제조 및 검증하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

- 바. ‘반도체용 리소그래피 재료 제조’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 반도체 제조에 필요한 리소그래피 재료의 요구 사항을 파악하여 선정하고, 제조 및 검증하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 사. ‘반도체용 가스 재료 제조’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 반도체 제조에 필요한 가스 재료의 요구 사항을 파악하여 선정하고, 제조 및 검증하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 아. ‘반도체용 금속(target)재료 제조’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 반도체 제조에 필요한 반도체용 금속 재료의 요구 사항을 파악하여 선정하고, 제조 및 검증하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 자. ‘반도체용 습식 화공 약품(wet chemical)재료 제조’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 반도체 제조에 필요한 반도체용 습식 화공 약품 재료의 요구사항을 파악하여 선정하고, 제조 및 검증하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 차. ‘반도체용 패키지 재료 제조’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습, 문제기반학습 등을 활용하여 반도체 제조에 필요한 반도체용 패키지 재료의 요구 사항을 파악하여 선정하고, 제조 및 검증하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 카. ‘반도체 재료 생산’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 개발된 반도체 재료를 과학적인 생산기획 수립과 표준화된 장비 매뉴얼, 효율적인 공정 관리 기법을 활용하여 생산하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 타. ‘반도체 재료 품질 관리’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 반도체 재료의 품질 평가와 품질 이슈 대응, 지속적 품질 관리 및 개선을 수행하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 파. ‘반도체 재료 안전 관리’ 영역에서는 강의법, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 생산과 관련된 현장에서 발생할 수 있는 유해 환경을 관련 준거법에 의하여 예측·분석하고, 안전한 작업 환경을 확보하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 수행 준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 기른다.
- 3) 평가자는 작업 영역 성취기준에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위하여 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용한다.
- 4) 실무 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 5) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 6) ‘반도체용 웨이퍼 재료 제조’ 영역에서는 반도체 제조에 필요한 웨이퍼 재료의 요구 사항을 파악하여 선정하고 제조 및 검증하는 능력에 대해 논술형 시험, 사례 연구 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 논술형 시험 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 7) ‘반도체용 리소그래피 재료 제조’ 영역에서는 반도체 제조에 필요한 리소그래피 재료의 요구 사항을 파악하여 선정하고 제조 및 검증하는 능력에 대해 서술형 시험, 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 피평가자 체크리스트, 역할 연기, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 논술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 8) ‘반도체용 가스 재료 제조’ 영역에서는 반도체 제조에 필요한 가스 재료의 요구사항을 파악하여 선정하고, 제조 및 검증하는 능력을 서술형시험, 논술형시험, 사례연구, 평가자 질문, 피평가자 체크리스트, 역할연기, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 문제해결 시나리오, 서술형시험, 논술형시험, 평가자 질문, 구두발표, 작업장평가 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 9) ‘반도체용 금속(target)재료 제조’ 영역에서는 반도체 제조에 필요한 반도체용 금속 재료의 요구 사항을 파악하여 선정하고 제조 및 검증하는 능력에 대해 서술형시험, 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 피평가자 체크리스트, 역할 연기, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 논술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 10) ‘반도체용 습식 화공 약품(wet chemical) 재료 제조’ 영역에서는 반도체 제조에 필요한 습식 화공 약품 재료의 요구 사항을 파악하여 선정하고, 제조 및 검증하는 능력에 대해 서

술형 시험, 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 피평가자 체크리스트, 역할 연기, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 논술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용한 결과 평가를 한다.

- 11) ‘반도체용 패키지 재료 제조’ 영역에서는 반도체 제조에 필요한 패키지 재료의 요구 사항을 파악하여 선정하고 제조 및 검증하는 능력에 대해 서술형 시험, 논술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 피평가자 체크리스트, 역할 연기, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 논술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 12) ‘반도체 재료 생산’ 영역에서는 개발된 반도체 재료를 과학적인 생산 기획 수립과 표준화된 장비 매뉴얼, 효율적인 공정 관리 기법을 활용하여 생산하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 문제 해결 시나리오, 논술형 시험 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 13) ‘반도체 재료 품질 관리’ 영역에서는 반도체 재료의 품질 평가와 품질 이슈 대응, 지속적 품질 관리 및 개선을 수행하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 질문 등을 활용한 과정 중심 평가와 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 논술형 시험, 사례 연구, 피평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 14) ‘반도체 재료 안전 관리’ 영역에서는 생산과 관련된 현장에서 발생할 수 있는 유해 환경을 관련 준거법에 의하여 예측·분석하고, 안전한 작업 환경을 확보하는 능력에 대해 서술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 일지/저널 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 평가자 질문, 일지/저널 등을 활용한 결과 평가를 한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
반도체용 웨이퍼 재료 제조	반도체용 웨이퍼 재료 선정하기, 반도체용 웨이퍼 제조하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 반도체용 웨이퍼 재료 제조를 할 수 있다.	반도체용 웨이퍼 재료 선정하기, 반도체용 웨이퍼 제조하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 반도체용 웨이퍼 재료 제조를 할 수 있다.	반도체용 웨이퍼 재료 선정하기, 반도체용 웨이퍼 제조하기 방법을 알고, 반도체용 웨이퍼 재료 제조를 할 수 있다.
반도체용 리소그래피 재료 제조	반도체용 리소그래피 재료 선정하기, 반도체용 리소그래피 재료 제조하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 반도체 리소그래피 재료 제조를 할 수 있다.	반도체용 리소그래피 재료 선정하기, 반도체용 리소그래피 재료 제조하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 반도체 리소그래피 재료 제조를 할 수 있다.	반도체용 리소그래피 재료 선정하기, 반도체용 리소그래피 재료 제조하기 방법을 알고, 반도체 리소그래피 재료 제조를 할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
반도체용 가스 재료 제조	반도체용 가스 재료 선정하기, 반도체용 가스 재료 제조하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 반도체용 가스 재료 제조를 할 수 있다.	반도체용 가스 재료 선정하기, 반도체용 가스 재료 제조하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 반도체용 가스 재료 제조를 할 수 있다.	반도체용 가스 재료 선정하기, 반도체용 가스 재료 제조하기 방법을 알고, 반도체용 가스 재료 제조를 할 수 있다.
반도체용 금속(target) 재료 제조	반도체용 금속 재료 선정, 반도체용 금속재료 제조 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 반도체용 금속재료를 제조할 수 있다.	반도체용 금속 재료 선정, 반도체용 금속 재료 제조 방법을 다른 사람에게 설명하면서 반도체용 금속재료를 제조할 수 있다.	반도체용 금속 재료 선정, 반도체용 금속 재료 제조 방법을 알고, 반도체용 금속재료를 제조할 수 있다.
반도체용 습식 화공약품(wet chemical) 재료 제조	반도체용 습식 화공약품 재료 요구사항 파악하기, 반도체용 습식 화공약품재료 선정하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 반도체용 화공약품 재료를 제조할 수 있다.	반도체용 습식 화공약품 재료 요구사항 파악하기, 반도체용 습식 화공약품 재료 선정하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 반도체용 화공약품 재료를 제조할 수 있다.	반도체용 습식 화공약품 재료 요구사항 파악하기, 반도체용 습식 화공약품 재료 선정하기 방법을 알고, 반도체용 화공약품 재료를 제조할 수 있다.
반도체용 패키지 재료 제조	반도체용 패키지 재료 선정하기, 반도체용 패키지 재료 제조하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 반도체용 패키지 재료를 제조할 수 있다.	반도체용 패키지 재료 선정하기, 반도체용 패키지 재료 제조하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 반도체용 패키지 재료를 제조할 수 있다.	반도체용 패키지 재료 선정하기, 반도체용 패키지 재료 제조하기 방법을 알고, 반도체용 패키지 재료를 제조할 수 있다.
반도체 재료 생산	장비 운영하기, 생산 공정 수행하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 반도체 재료를 생산할 수 있다.	장비 운영하기, 생산 공정 수행하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 반도체 재료를 생산할 수 있다.	장비 운영하기, 생산 공정 수행하기 방법을 알고, 반도체 재료를 생산할 수 있다.
반도체 재료 품질 관리	반도체 재료 규격 검토하기, 검사하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 반도체 재료의 품질 관리를 할 수 있다.	반도체 재료 규격 검토하기, 검사하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 반도체 재료의 품질 관리를 할 수 있다.	반도체 재료 규격 검토하기, 검사하기 방법을 알고, 반도체 재료의 품질 관리를 할 수 있다.
반도체재료 안전 관리	물질안전관리규정 숙지, 위험요인 대응, 폐기물 관리 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 반도체 재료의 안전 관리를 할 수 있다.	물질안전관리규정 숙지, 위험요인 대응, 폐기물 관리 방법을 다른 사람에게 설명하면서 반도체 재료의 안전 관리를 할 수 있다.	물질안전관리규정 숙지, 위험요인 대응, 폐기물 관리 방법을 알고 반도체 재료의 안전 관리를 할 수 있다.

[실무 과목]

21. 디스플레이 생산

1. 성격 및 목표

가. 성격

“디스플레이 생산” 과목은 특성화 고등학교 및 마이스터 고등학교의 전자과 학생들에게 디스플레이 생산에 관한 기술을 습득시켜 디스플레이 생산에 활용할 수 있는 능력을 기르기 위한 실무 과목이다.

이 과목에서 이수해야할 내용은 디스플레이 개발 제품 인증, 디스플레이 제품 제조, 디스플레이 생산 관리, 디스플레이 생산 품질 관리, 디스플레이 생산 장비 관리, 디스플레이 생산 설비 관리, 디스플레이 출하 관리 및 디스플레이 생산 안전 관리 등으로, 디스플레이 생산에 관한 디스플레이 개발제품의 신뢰성 평가하기에서부터 디스플레이 생산 공정 관리하기에 이르기까지 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

디스플레이 생산에 관한 최적의 디스플레이 제품을 공급하기 위하여 공정을 기획하고 자원을 관리하여 부품을 조립하고 제조하는 이론과 기술을 습득하고, 원리를 이해하며, 디스플레이 생산 분야에 적용할 수 있는 능력과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
디스플레이 개발 제품 인증 (1903070111_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> 신뢰성 평가하기 제품 공인 인증하기 제품 수요처 인증하기
디스플레이 제품 제조 (1903070202_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> 원·부자재 관리하기 생산 현황 관리하기 작업자 관리하기 부분품 조립하기
디스플레이 생산 관리 (1903070205_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> 생산 일정 관리하기 생산 실적 관리하기 작업 표준서 관리하기 제품 재고 관리하기
디스플레이 생산 품질 관리 (1903070206_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> 단위 공정 검사 기준 관리하기 작업자 품질 역량 향상 관리하기
디스플레이 생산 장비 관리 (1903070207_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> 장비 셋업하기 장비 상태 평가하기 장비 유지·보수하기 장비 운영 지침서 작성하기
디스플레이 생산 설비 관리 (1903070208_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> 생산 설비 인프라 준비하기 생산 설비 도입하기 치공구 관리하기 생산 설비 유지·보수하기
디스플레이 출하 관리 (1903070209_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> 포장 규격 선정하기 포장하기 상차하기
디스플레이 생산 안전 관리 (1903070210_14v2)	<ul style="list-style-type: none"> 작업 안전 관리하기 클린룸 관리하기 작업 환경 개선하기 작업자 안전 관리하기 작업 폐기물 관리하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력 단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 디스플레이 개발 제품 인증

가) 신뢰성 평가하기

- 개발 제품의 신뢰성 시험 항목을 파악할 수 있다.
- 신뢰성 시험에 따른 특성 시험 항목을 파악할 수 있다.
- 개발 제품의 신뢰성 시험 절차를 작성할 수 있다.
- 신뢰성 시험 절차서에 따라 신뢰성 평가를 수행할 수 있다.

나) 제품 공인 인증하기

- 개발 제품의 공인 인증 종류를 파악할 수 있다.
- 개발 제품에 요구되는 공인 인증 절차를 파악할 수 있다.
- 개발 제품의 공인 인증 계획을 수립할 수 있다.
- 개발 제품의 공인 인증에 필요한 자료를 준비하여 인증을 획득할 수 있다.

다) 제품 수요처 인증하기

- 개발 제품의 수요처 요구 사항을 파악할 수 있다.
- 개발 제품에 요구되는 수요처의 인증 절차를 파악할 수 있다.
- 개발 제품의 수요처 인증 계획을 수립할 수 있다.
- 개발 제품의 수요처 인증에 필요한 자료를 준비하여 인증을 획득할 수 있다.

2) 디스플레이 제품 제조

가) 원·부자재 관리하기

- 입고된 원·부자재 품목과 수량을 발주서와 비교하여 확인할 수 있다.
- 입고된 원·부자재를 사양서와 비교하여 품질을 확인할 수 있다.
- 원·부자재의 재고 품목, 수량을 출고 요청서와 확인 후 출고할 수 있다.
- 원·부자재의 입출고 내역을 전산프로그램으로 관리할 수 있다.

나) 생산 현황 관리하기

- 생산 계획서를 바탕으로 목표 생산량을 확인할 수 있다.
- 생산 계획에 따라 투입된 부품 이력을 관리하여 생산량을 확인할 수 있다.
- 작업 일지(run sheet)를 바탕으로 목표 미달성 원인을 점검할 수 있다.
- 파악된 정보를 이용하여 생산 현황 보고서를 작성할 수 있다.
- 생산 계획서와 생산 현황 보고서를 바탕으로 생산이력을 관리할 수 있다.

다) 작업자 관리하기

- 작업 기준서에 따라 작업자의 숙련도를 파악할 수 있다.
- 파악된 작업 숙련도에 따라 작업자에게 필요한 교육 계획을 수립할 수 있다.
- 수립된 교육 계획에 따라 작업자 숙련 교육·훈련을 실시할 수 있다.
- 교육 이수를 관리하여 작업자 관리 보고서를 작성할 수 있다.

라) 부분품 조립하기

- 투입된 부분품에 대해서 검사 기준을 바탕으로 검사할 수 있다.
- 도출된 검사 데이터를 활용하여 검사 보고서를 작성할 수 있다.
- 검사에 합격한 부분품으로 생산 장비를 운용하여 조립할 수 있다.
- 검사 보고서를 바탕으로 유관 부서와 협의하여 검사 기준을 재설정할 수 있다.

3) 디스플레이 생산 관리

가) 생산 일정 관리하기

- 생산 계획서를 바탕으로 생산 자원 현황을 파악할 수 있다.
- 파악된 생산 자원 현황을 바탕으로 생산 일정을 작성할 수 있다.
- 작성된 생산 일정을 바탕으로 원·부자재, 설비, 인력 자원을 관리할 수 있다.
- 최적의 생산 실적을 나타낼 수 있는 일정을 관리할 수 있다.

나) 생산 실적 관리하기

- 생산 계획서에 따라 생산된 실적 데이터를 파악할 수 있다.
- 파악된 실적 데이터를 바탕으로 기간별 생산량을 분석할 수 있다.
- 분석된 기간별 생산량을 바탕으로 문제점을 파악하고 대책을 수립할 수 있다.
- 수립된 문제점과 대책을 바탕으로 기간별 생산 실적표를 작성할 수 있다.

다) 작업 표준서 관리하기

- 공정별, 장비별 작업자의 작업 수준을 구분할 수 있다.
- 구분된 작업 수준을 바탕으로 생산 계획서의 필요 인력을 산정할 수 있다.
- 산정된 필요 인력을 바탕으로 작업 인력을 생산 현장에 배치할 수 있다.
- 작업자의 근태 상황을 확인하여 인력 운영표를 작성할 수 있다.

라) 제품 재고 관리하기

- 생산 제품 관리 시스템을 통하여 재고 현황을 파악할 수 있다.
- 파악된 제품 재고 현황을 가용 재고와 불용 재고로 분류할 수 있다.
- 불용 재고에 대한 손실 비용을 산출하여 대책을 수립할 수 있다.
- 제품 재고의 품질이 유지되도록 제품 관리 부서에 관리를 요청할 수 있다.

4) 디스플레이 생산 품질 관리

가) 단위 공정 검사 기준 관리하기

- 디스플레이 생산 단위 공정의 검사 기준을 파악할 수 있다.
- 파악된 검사 기준으로 작업 방법을 개선할 수 있다.
- 개선된 작업 방법으로 유효성 평가를 할 수 있다.
- 유효성 평가 완료된 단위 공정에 대한 검사 기준서를 작성할 수 있다.

나) 작업자 품질 역량 향상 관리하기

- 작업 표준서를 통해 각 단위 공정별 품질 관리 항목을 파악할 수 있다.
- 단위 공정별 품질 항목에 따른 작업자의 품질 역량을 확인할 수 있다.
- 확인된 작업자의 품질 역량을 바탕으로 품질 역량 향상 계획을 수립할 수 있다.
- 품질 역량 향상 계획에 따라 품질 역량을 교육, 이수할 수 있다.

5) 디스플레이 생산 장비 관리

가) 장비 셋업하기

- 장비의 셋업을 위한 자원을 파악할 수 있다.
- 파악된 자원을 활용하여 셋업 계획을 수립할 수 있다.
- 셋업 계획에 따라 장비를 셋업할 수 있다.
- 장비의 셋업 완료 보고서를 작성할 수 있다.

나) 장비 상태 평가하기

- 장비의 단계별 평가 항목을 작성할 수 있다.
- 작성된 평가 항목을 이용하여 장비의 상태를 평가할 수 있다.
- 평가된 장비를 통해 시제품의 특성을 분석할 수 있다.
- 분석된 시제품의 특성을 유관 부서에 통보하여 양산에 적용할 수 있다.

다) 장비 유지·보수하기

- 장비의 유지·보수를 위한 점검 기준서를 확인할 수 있다.
- 점검 기준에 따른 장비의 자주 보전 활동을 통해 점검 결과를 작성할 수 있다.
- 장비의 정기 점검, 일상 점검을 통해 청소, 개선에 의한 유지·보수를 수행할 수 있다.

라) 장비 운영 지침서 작성하기

- 장비의 운영, 유지보수에 필요한 사양을 확인할 수 있다.
- 확인된 사양에 따라 장비 운영 지침서를 작성할 수 있다.
- 작성된 장비 운영 지침서를 바탕으로 현장작업자에게 장비 운영을 교육할 수 있다.

6) 디스플레이 생산 설비 관리

가) 생산 설비 인프라 준비하기

- 생산 요구서에 부합하는 생산 설비 도입 목적을 확인할 수 있다.
- 생산설 비 도입 목적에 맞는 생산 현장의 문제점과 개선점을 분석할 수 있다.
- 생산 설비의 설치에 필요한 공구와 장비, 작업자 등 작업 환경을 준비할 수 있다.

나) 생산 설비 도입하기

- 도입될 생산 설비의 현장 시공 일정에 따른 설치 계획을 수립할 수 있다.
- 설치될 생산 설비의 안정성을 유지하기 위하여 위치를 결정할 수 있다.
- 설치 설비의 매뉴얼에 따른 설치 절차와 방법을 선택할 수 있다.
- 안전 작업 수칙에 따라 설치 설비의 고정 작업을 수행할 수 있다.
- 생산 설비 도입 시에 입회하여 검사, 시험할 수 있다.

다) 치공구 관리하기

- 치공구 관리 항목과 절차서를 확인할 수 있다.
- 확인한 항목과 절차서에 따라 치공구 유지·관리 계획을 수립할 수 있다.
- 치공구 유지관리 계획에 따라 치공구를 관리할 수 있다.
- 수립된 치공구 유지관리 방법을 교육하고 이수할 수 있다.

라) 생산 설비 유지·보수하기

- 생산 설비의 유지·보수를 위한 점검 기준서를 확인할 수 있다.
- 점검 기준에 따른 생산설비의 자주 보전 활동을 통해 점검 결과를 작성할 수 있다.
- 생산 설비의 정기 점검, 일상 점검을 통해 청소, 개선에 의한 유지·보수를 수행할 수 있다.
- 생산 설비의 유지보수 관련 직무 교육을 실시할 수 있다.

7) 디스플레이 출하 관리

가) 포장 규격 선정하기

- 영업 부서의 출하 요청서에 의한 제품 재고를 파악할 수 있다.
- 디스플레이 제품의 품질 유지에 필요한 방진·진공 포장 기술을 파악할 수 있다.
- 방진·진공 포장에 사용되는 재료나 제품 특성을 고려하여 포장 규격(재료, 크기, 디자인 등)을 선정할 수 있다.

나) 포장하기

- 포장 작업 지시서에 의한 포장절 차를 확인할 수 있다.
- 포장 절차에 따라 생산 제품을 포장할 수 있다.
- 규격에 맞게 포장되었는지 포장 상태를 파악할 수 있다.
- 제품의 식별, 추적이 용이하도록 포장 작업 이력서를 작성할 수 있다.

다) 상차하기

- 출하 요청서에 따라서 생산 제품의 상차 계획서를 작성할 수 있다.
- 상차 계획서에 따라 차량, 크레인, 인력 등의 자원을 조달할 수 있다.
- 조달된 자원을 이용하여 상차 작업을 수행할 수 있다.
- 완료된 상차 정보를 출하 관리 시스템에 입력할 수 있다.

8) 디스플레이 생산 안전 관리

가) 작업 안전 관리하기

- 디스플레이 제품과 사람에게 위험하고 해로운 요소를 제거할 수 있다.
- 디스플레이 생산 현장 내외에 안전에 관련된 표시물을 설치할 수 있다.
- 안전 관리 규정에 따라 안전 보호 장구를 지급하여 착용하게 할 수 있다.
- 회사 내 안전 관리 회의에 참석하여 작업장의 안전 현황을 공유할 수 있다.

나) 클린룸 관리하기

- 디스플레이 생산을 위한 클린룸 내의 설비 특성과 인력 동선에 따르는 오염 발생원을 파악할 수 있다.
- 파악된 오염 발생 원을 바탕으로 클린룸 관리 계획을 수립할 수 있다.
- 수립된 클린룸 관리 계획을 바탕으로 클린룸의 청정도를 주기적으로 측정하여 데이터로 관리할 수 있다.
- 측정된 데이터를 바탕으로 청정도 이상 발생 시에 유관 부서와 협의할 수 있다.

다) 작업 환경 개선하기

- 디스플레이 생산 현장 내의 설비, 장비, 작업자에 대한 작업 환경을 점검할 수 있다.
- 점검한 작업 환경을 바탕으로 작업 환경 개선 방안을 수립할 수 있다.
- 수립된 작업 환경 개선 방안을 바탕으로 분진, 악취, 가스 등이 발생하는 공정에 대해 배출 장치와 정화 장치를 설치할 수 있다.

라) 작업자 안전 관리하기

- 디스플레이 생산 작업 공정 내 재해 사고를 일으킬 수 있는 환경을 파악할 수 있다.

- 파악된 사고 환경에 대해서 작업 현장 안전 교육 계획을 수립할 수 있다.
- 수립된 현장 안전 교육 계획을 바탕으로 안전 교육을 진행할 수 있다.
- 사고 발생에 따른 고지를 신속히 시행하여 작업자의 추가 사고 발생을 방지할 수 있다.

마) 작업 폐기물 관리하기

- 작업 폐기물 관련 법규를 파악하여 법규 준수 계획을 수립할 수 있다.
- 생산 작업 폐기물의 회수 방안을 수립할 수 있다.
- 작업 폐기물을 확보된 장소에서 관리할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 고객이 요구하는 최적의 디스플레이 제품을 공급하기 위하여 공정을 기획하고 자원을 관리하여 부품을 조립하고 제조하는 능력을 익혀 작업할 수 있도록 한다.
- 나. 학생의 성취수준 및 요구, 학교의 실정, 지역 사회의 여건 등을 고려하여 지도의 비중을 달리하여 지도한다.
- 다. 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 라. 디스플레이에 대한 기본 이론과 디스플레이 생산에 관한 기술을 습득하고 원리를 이해하여 학생들의 학습 전이를 향상시킬 수 있도록 한다.
- 마. ‘디스플레이 개발 제품 인증’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법 등을 활용하여 개발된 제품의 판매를 위해 신뢰성을 평가하고, 제품 공인 인증과 제품 수요처의 인증을 획득하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘디스플레이 제품 제조’ 영역에서는 강의법, 현장 실습 등을 활용하여 제품을 만들기 위하여 원·부자재, 생산 현황, 작업자를 관리하고 장비를 운용하여 부분품을 조립하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 사. ‘디스플레이 생산 관리’ 영역에서는 실험·실습법, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 제품의 수량, 납기 및 품질을 만족시키기 위하여 작업 표준서를 통해서 생산 일정, 생산 실적 및 생산 인력을 관리하고 제품 재고를 효율적으로 운용하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 아. ‘디스플레이 생산 품질 관리’ 영역에서는 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 단위 공정의 품질 향상을 위한 검사 기준 관리, 생산품 불량 분석, 생산 공정을

- 개선하고 작업자의 품질 역량 향상을 관리하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 차. ‘디스플레이 생산 장비 관리’ 영역에서는 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 제품생산에 사용되는 장비를 관리하기 위하여 장비를 셋업하고 장비상태 평가를 통해 유지보수를 하여 장비 운영 지침서를 관리하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 차. ‘디스플레이 생산 설비 관리’ 영역에서는 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 생산 요구에 부합하는 설비를 관리하기 위하여 생산 설비 인프라를 준비하고 생산 설비 도입 및 치공구 관리를 통하여 생산 설비를 유지·보수하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 카. ‘디스플레이 출하 관리’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 제품을 고객에게 납품하기 위하여 포장 규격 선정을 통해 제품을 포장하고 상차하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 타. ‘디스플레이 생산 안전 관리’ 영역에서는 강의법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 제품과 작업자에 대한 위해 요소를 제거하기 위하여 생산 현장 내의 작업 환경을 개선하고 클린룸 관리, 작업자 및 폐기물을 안전하게 관리하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 수행 준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 기른다.
- 3) 평가자는 작업 영역 성취기준에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위하여 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용한다.
- 4) 실무 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 5) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 6) ‘디스플레이 개발 제품 인증’ 영역에서는 개발된 제품의 판매를 위해 신뢰성을 평가하고 제품 공인 인증과 제품 수요처의 인증을 획득하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 서술형

시험, 사례 연구, 피평가자 체크리스트, 일지/저널 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 평가자 질문, 인증서 등을 활용한 결과 평가를 한다.

- 7) ‘디스플레이 제품 제조’ 영역에서는 제품을 만들기 위하여 원·부자재, 생산 현황, 작업자를 관리하고 장비를 운용하여 부분품을 조립하는 능력을 포트폴리오, 사례 연구, 일지/저널, 작업장평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 질문, 작업장 평가 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 8) ‘디스플레이 생산 관리’ 영역에서는 요구하는 제품의 수량, 납기 및 품질을 만족시키기 위하여 작업 표준서를 통해서 생산 일정, 생산 실적 및 생산 인력을 관리하고 제품 재고를 효율적으로 운용하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 평가자 질문, 일지/저널, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 사례 연구, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 9) ‘디스플레이 생산 품질 관리’ 영역에서는 단위 공정의 품질향상을 위하여 검사 기준 관리, 생산품 불량 분석, 생산 공정을 개선하고 작업자의 품질 역량 향상을 관리하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 평가자 질문, 일지/저널, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 사례 연구, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 10) ‘디스플레이 생산 장비 관리’ 영역에서는 제품 생산에 사용되는 장비를 관리하기 위하여 장비를 셋업하고 장비 상태 평가를 통해 유지·보수를 하여 장비 운영 지침서를 관리하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 사례 연구, 일지/저널, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 11) ‘디스플레이 생산 설비 관리’ 영역에서는 생산 요구에 부합하는 설비를 관리하기 위하여 생산 설비 인프라를 준비하고 생산 설비 도입 및 치공구 관리를 통하여 생산 설비를 유지 보수하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 사례 연구, 일지/저널, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 12) ‘디스플레이 출하 관리’ 영역에서는 제품을 고객에게 납품하기 위하여 포장 규격 선정을 통해 제품을 포장하고 상차하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 평가자 질문, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 평가자 질문, 작업장 평가를 활용한 결과 평가를 한다.
- 13) ‘디스플레이 생산 안전 관리’ 영역에서는 제품과 작업자에 대한 위해 요소를 제거하기 위하여 생산 현장 내의 작업 환경을 개선하고 클린룸 관리, 작업자 및 폐기물을 안전하게 관리하는 능력에 대해 시나리오, 일지/저널, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 작업장 평가 등을 활용한 결과 평가를 한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
디스플레이 개발 제품 인증	신뢰성 평가, 제품 공인 인증, 제품 수요처 인증 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 디스플레이 개발 제품을 인증할 수 있다.	신뢰성 평가, 제품 공인 인증, 제품 수요처 인증 방법을 다른 사람에게 설명하면서 디스플레이 개발 제품을 인증할 수 있다.	신뢰성 평가, 제품 공인 인증, 제품 수요처 인증 방법을 알고, 디스플레이 개발 제품을 인증할 수 있다.
디스플레이 제품 제조	원·부자재 관리, 생산 현황 관리, 작업자 관리, 부분품 조립 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 디스플레이 제품을 제조할 수 있다.	원·부자재 관리, 생산 현황 관리, 작업자 관리, 부분품 조립 방법을 다른 사람에게 설명하면서 디스플레이 제품을 제조할 수 있다.	원·부자재 관리, 생산 현황 관리, 작업자 관리, 부분품 조립 방법을 알고 디스플레이 제품을 제조할 수 있다.
디스플레이 생산 관리	생산 일정 관리하기, 생산 실적 관리하기, 작업 표준서 관리하기, 제품 재고 관리하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 디스플레이 생산 관리를 할 수 있다.	생산 일정 관리하기, 생산 실적 관리하기, 작업 표준서 관리하기, 제품 재고 관리하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 디스플레이 생산 관리를 할 수 있다.	생산 일정 관리하기, 생산 실적 관리하기, 작업 표준서 관리하기, 제품 재고 관리하기 방법을 알고 디스플레이 생산 관리를 할 수 있다.
디스플레이 생산 품질 관리	단위 공정 검사 기준 관리하기, 작업자 품질 역량 향상 관리하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 디스플레이 생산품 질 관리를 할 수 있다.	단위 공정 검사 기준 관리하기, 작업자 품질 역량 향상 관리하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 디스플레이 생산 품질 관리를 할 수 있다.	단위 공정 검사 기준 관리하기, 작업자 품질 역량 향상 관리하기 방법을 알고, 설명하면서 디스플레이 생산품 질 관리를 할 수 있다.
디스플레이 생산 장비 관리	장비 셋업하기, 장비상태 평가하기, 장비 유지·보수하기, 장비운영지침서 작성 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 디스플레이 생산 장비를 관리할 수 있다.	장비 셋업하기, 장비상태 평가하기, 장비 유지·보수하기, 장비운영지침서 작성 방법을 다른 사람에게 설명하면서 디스플레이 생산 장비를 관리할 수 있다.	장비 셋업하기, 장비상태 평가하기, 장비 유지·보수하기, 장비운영지침서 작성 방법을 알고, 디스플레이 생산 장비를 관리할 수 있다.
디스플레이 생산 설비 관리	생산 설비 인프라 준비하기, 생산 설비 도입하기, 치공구 관리하기, 생산 설비 유지·보수하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 디스플레이 생산 설비를 관리할 수 있다.	생산 설비 인프라 준비하기, 생산 설비 도입하기, 치공구 관리하기, 생산 설비 유지·보수하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 디스플레이 생산 설비를 관리할 수 있다.	생산 설비 인프라 준비하기, 생산 설비 도입하기, 치공구 관리하기, 생산 설비 유지·보수하기 방법을 알고 디스플레이 생산 설비를 관리할 수 있다.
디스플레이 출하 관리	포장 규격 선정하기, 포장하기, 상차하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 디스플레이 출하 관리를 할 수 있다.	포장 규격 선정하기, 포장하기, 상차하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 디스플레이 출하 관리를 할 수 있다.	포장 규격 선정하기, 포장하기, 상차하기 방법을 알고 디스플레이 출하 관리를 할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
디스플레이 생산 안전 관리	작업 안전 관리하기, 클린룸 관리하기, 작업 환경 개선하기, 작업자 안전 관리하기, 작업 폐기물 관리하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 디스플레이 생산 안전 관리를 할 수 있다.	작업 안전 관리하기, 클린룸 관리하기, 작업 환경 개선하기, 작업자 안전 관리하기, 작업 폐기물 관리하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 디스플레이 생산 안전 관리를 할 수 있다.	작업 안전 관리하기, 클린룸 관리하기, 작업 환경 개선하기, 작업자 안전 관리하기, 작업 폐기물 관리하기 방법을 알고, 디스플레이 생산 안전 관리를 할 수 있다.

[실무 과목]

22. 디스플레이 장비 부품 개발

1. 성격 및 목표

가. 성격

“디스플레이 장비 부품 개발” 과목은 특성화 고등학교 및 마이스터 고등학교의 전자과 학생들에게 디스플레이 장비 부품 개발에 관한 기술을 습득시켜 디스플레이 제품 제조에 활용할 수 있는 능력을 기르기 위한 실무 과목이다.

이 과목에서 이수해야 할 내용은 장비 부품 개발 계획 수립, 장비 부품 설계, 장비 부품 시제품 제작과 시험 및 평가, 장비 부품 인증, 장비 부품 신뢰성 평가, 장비 부품 양산 이관 등으로, 디스플레이 장비 부품 개발에 관한 개발 계획 수행하기에서부터 완료 보고하기에 이르기까지 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

디스플레이 장비 부품 개발에 관한 디스플레이 장비의 타당성 검토 후 선정된 부품을 양산하기 위하여 계획수립, 설계, 시제품 제작 및 시험, 평가, 인증 및 양산 이관을 수행할 수 있도록 디스플레이 제품 제조 분야에 적용할 수 있는 지식, 기술과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
장비 부품 개발 계획 수립 (1903070303_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 개발 계획 수행하기 인증 계획 수립하기 품질 평가 기준서 작성하기
장비 부품 설계 (1903070304_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 원가 분석하기 개발 도구(tool) 선정하기 단계별 설계 검증하기
장비 부품 시제품 제작 (1903070305_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 부품 발주하기 치공구 제작하기 테스트 베드 제작하기 시제품 조립하기
장비 부품 시제품 시험 (1903070306_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 시험 항목 설정하기 시험 절차서 작성하기 시험 장비 구성하기 시제품 항목별 시험하기
장비 부품 시제품 평가 (1903070307_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 평가 계획 수립하기 평가 보고서 작성하기
장비 부품 인증 (1903070308_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 인증 신청 준비하기 사후 관리하기
장비 부품 신뢰성 평가 (1903070309_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 성능 평가하기 환경 안전 검증하기 품질 검증하기
장비 부품 양산 이관 (1903070310_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 양산 이관 문서 작성하기 완료 보고하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력 단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 장비 부품 개발 계획 수립

가) 개발 계획 수행하기

- 장비 부품 개발 계획을 수행하기 위하여 개발 일정표를 작성할 수 있다.
- 개발 일정표에 따라 개발 점검 회의를 소집하여 필요시 개발 일정을 조정할 수 있다.
- 개발 일정표에 따라 결과물과 진도율을 확인하여 진도 보고서를 작성할 수 있다.

나) 인증 계획 수립하기

- 대상이 되는 장비 부품 인증의 종류와 특징을 파악할 수 있다.
- 수요자가 요구하는 장비 부품의 품질 인증을 확인할 수 있다.
- 인증의 종류를 확정하고, 인증 계획을 수립할 수 있다.

다) 품질 평가 기준서 작성하기

- 인증 취득에 필요한 장비 부품의 특성과 기능을 파악할 수 있다.
- 결정된 장비 부품 규격에 의거하여 품질 평가 항목을 결정할 수 있다.
- 품질 평가 항목에서 도출된 검사항목에 따라 측정 장비나 도구를 선정할 수 있다.
- 기준서 작성에 필요한 방법, 도구와 장비를 규격화하고 표준화된 양식으로 작성할 수 있다.

2) 장비 부품 설계

가) 원가 분석하기

- 장비 부품의 경쟁력 확보를 위하여 최적 원가를 예측할 수 있다.
- 장비 부품의 가격 경쟁력을 위한 제조 원가를 분석할 수 있다.
- 장비 부품의 경쟁력, 납기 등을 고려해 수요자 요구를 충족시킬 수 있도록 개발 계획에 반영할 수 있다.

나) 개발 도구(tool) 선정하기

- 장비 부품 개발에 적합한 도구를 조사할 수 있다.
- 장비 부품 개발에 필요한 도구를 선정하여 시뮬레이션을 검토할 수 있다.
- 장비 부품 개발과 관련된 부가 도구 자료를 기술별로 분류할 수 있다.
- 분류된 장비부품 개발 도구를 통하여 기술해석을 검토할 수 있다.

다) 단계별 설계 검증하기

- 장비 부품 설계에 필요한 핵심 설계 기술을 파악하여 부품 구조를 결정할 수 있다.
- 장비 부품 설계 도면 검증에 필요한 도구를 선택할 수 있다.
- 장비 부품 소자의 기능을 검증하여 소자 간의 역할을 구분할 수 있다.
- 설계 검증에서 발견된 오류를 수정할 수 있다.
- 설계 검증을 통하여 성능 최적화에 부합하는 부품 설계 도면을 작성할 수 있다.

3) 장비 부품 시제품 제작

가) 부품 발주하기

- 장비 부품에 대한 정보를 수집하고 분석하여 적용 가능성을 검토할 수 있다.
- 부품 발주를 위하여 장비 부품의 종류와 가격, 성능을 확인할 수 있다.
- 부품 발주에 필요한 명세서를 작성할 수 있다.

나) 치공구 제작하기

- 장비 부품의 경쟁력 확보를 위하여 최적 원가를 예측할 수 있다.
- 장비 부품의 가격 경쟁력을 위한 제조 원가를 분석할 수 있다.
- 장비 부품의 경쟁력, 납기 등을 고려해 수요자 요구를 충족시킬 수 있도록 개발 계획에 반영할 수 있다.

다) 테스트 베드 제작하기

- 디스플레이 장비 부품에 대한 특성을 확인할 수 있다.
- 장비 부품 성능 시험을 위한 테스트 베드를 설계할 수 있다.
- 설계 도면을 통하여 장비 부품에 필요한 테스트 베드를 제작할 수 있다.

라) 시제품 조립하기

- 장비 부품에 대해 설계하고 제작된 부품의 적합성을 확인할 수 있다.
- 적합성 확인을 통하여 장비 부품 시제품을 제작하고 조립할 수 있다.
- 조립된 시제품에 대한 제작 과정상의 오류를 확인하고 수정할 수 있다.

4) 장비 부품 시제품 시험

가) 시험 항목 설정하기

- 시험에 미치는 각종 영향 인자를 고려한 시험 환경을 검토할 수 있다.
- 시제품 이력 관리를 활용하여 설비 가동 기준을 설정하고, 지침서를 작성할 수 있다.
- 시제품 시험 과정에 대한 타당성과 신뢰성을 확보할 수 있다.
- 신뢰성 확보를 위해 시험 환경에 적합한 조건을 선정할 수 있다.

나) 시험 절차서 작성하기

- 시제품 시험에 관련된 시험 목표, 시험 기준, 장비 관리에 관련된 사항을 작성할 수 있다.
- 시험이 관리 상태에서 수행되도록 시험 기준과 작업 표준을 작성할 수 있다.
- 시험 오류 시 부적합 사항은 추적이 가능하도록 절차서를 작성할 수 있다.
- 시험 진행에 필요한 작업 일지, 현황표를 작성할 수 있다.

다) 시험 장비 구성하기

- 시제품의 성능에 적합한 시험 장비를 선정할 수 있다.
- 시제품 사용 조건을 예측하여 시험 장비의 안전성과 신뢰성을 검토할 수 있다.
- 시험 장비의 사용 설명서를 활용하여 시험 장비 구성을 최적화시킬 수 있다.

라) 시제품 항목별 시험하기

- 시제품이 정상적으로 작동되는지 파악하기 위하여 기능 시험을 수행할 수 있다.
- 설계 시 설정된 목표에 부합되는지 성능시험을 수행할 수 있다.
- 제품의 내구성과 관련된 신뢰성 시험을 수행할 수 있다.
- 국내외 규격에 준하는 환경 영향 평가 시험을 수행할 수 있다.

5) 장비 부품 시제품 평가

가) 평가 계획 수립하기

- 품질 평가 기준서에 준하여 평가 계획을 수립할 수 있다.
- 평가 계획에 따라 평가 순서도(flow chart)를 작성할 수 있다.
- 객관적인 평가를 위하여 평가 항목에 대한 기본 지식을 습득할 수 있다.

나) 평가 보고서 작성하기

- 평가 결과를 각 핵심 기술별로 정리하고, 도표 및 그래프, 그림 등을 활용할 수 있다.
- 평가 결과를 파악하여 이상 부분에 식별 표시하고, 보고서에 반영할 수 있다.
- 분석된 결과를 근거로 객관적인 평가 보고서를 작성할 수 있다.

6) 장비 부품 인증

가) 인증 신청 준비하기

- 개발된 장비 부품의 취득이 필요한 인증의 종류를 파악할 수 있다.
- 개발된 장비 부품의 취득이 필요한 인증의 종류를 확정할 수 있다.
- 인증 신청에 필요한 제반 자료들을 준비할 수 있다.
- 개발된 장비 부품의 인증에 필요한 관련 법규를 확인할 수 있다.

나) 사후 관리하기

- 인증 심사 완료 후 개선 항목을 검토하여 설계 규격에 반영할 수 있다.
- 인증 심사 결과를 사후 관리에 반영할 수 있다.
- 인증과 관련된 모든 기록과 자료를 효율적으로 관리할 수 있다.

- 인증 관련 법규, 인증 제도, 인증 심사 기준 변경 시 해당 내용을 검토하여 인증의 유지 여부를 검토할 수 있다.
- 인증관련법규, 인증제도, 인증심사기준 변경 시 해당 내용을 검토하여 설계 변경을 검토할 수 있다.
- 장비 부품의 설계 변경 시 해당 내용을 검토하여 인증의 유지 여부를 검토할 수 있다.
- 장비 부품의 설계 변경 시 해당 내용을 검토하여 인증의 신규 인증을 검토할 수 있다.

7) 장비 부품 신뢰성 평가

가) 성능 평가하기

- 성능 평가 요건에 맞게 검증하여 장비 부품의 신뢰성을 확인할 수 있다.
- 목표 규격에 부합하는지에 대한 성능 평가를 진행할 수 있다.
- 성능 평가 결과를 분석하고, 목표 규격과 비교하여 개발된 장비 부품의 품질 적합도를 검증할 수 있다.
- 성능 평가 결과를 분석하여 신규 장비 부품 개발에 반영할 수 있다.

나) 환경 안전 검증하기

- 인증과 연계하여 환경 안전과 관련된 잠재적 위험 요소들을 사전에 발굴할 수 있다.
- 발굴된 환경 안전 위험 요소들을 적절하게 제거할 수 있다.
- 장비 부품의 위험 정도를 평가하여 단계적으로 개선 대책을 수립할 수 있다.
- 안정성 평가 항목에 대해 세부적으로 내용을 파악할 수 있다.

다) 품질 검증하기

- 장비 부품 개발에 적합한 도구(tool)를 조사할 수 있다.
- 장비 부품 개발에 필요한 도구를 선정하여 시뮬레이션을 검토할 수 있다.
- 장비 부품 개발과 관련된 부가 도구 자료를 기술별로 분류할 수 있다.
- 분류된 장비부품 개발 도구를 통하여 기술해석을 검토할 수 있다.

8) 장비 부품 양산 이관

가) 양산 이관 문서 작성하기

- 양산 이관에 필요한 목록표를 작성할 수 있다.
- 개발 과정에서 발생한 기술 문서와 문제점 개선 이력을 작성할 수 있다.
- 장비 부품의 부품 명세서(BOM)를 작성할 수 있다.
- 양산 이관에 필요한 작업 지도서와 품질 관리(QC) 공정도를 작성할 수 있다.

나) 완료 보고하기

- 양산 이관 목록을 확인하고, 누락된 서류들을 보완할 수 있다.
- 양산 이관 서류들이 준비되면 개발 완료 보고서를 작성할 수 있다.
- 작성된 완료 보고서를 회람하여 관련 부서와의 합의를 도출할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 디스플레이 장비 부품 개발은 타당성 검토 후 선정된 부품을 양산하기 위하여 계획 수립, 설계, 시제품 제작 및 시험, 평가, 인증 및 양산 이관을 수행하는 능력을 익힐 수 있도록 한다.
- 나. 학생의 성취수준 및 요구, 학교의 실정, 지역 사회의 여건 등을 고려하여 지도의 비중을 달리하여 지도한다.
- 다. 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 라. 디스플레이 장비 부품에 대한 기본 이론과 디스플레이 장비 부품 개발에 관한 기술을 습득하고 원리를 이해하여 학생들의 학습 전이를 향상시킬 수 있도록 한다.
- 마. ‘장비 부품 개발 계획 수립’ 영역에서는 강의법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 개발을 수행하기 전에 필요한 인력 확보, 일정 수립 및 비용을 산출하여 개발계획서 작성, 인증 계획 수립 및 품질 평가 기준서를 작성할 수 있는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘장비 부품 설계’ 영역에서는 실험·실습법, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 요소 기술을 활용하여 설계 부품 결정, 소재 원가 분석, 개발 도구(tool)를 선정하고, 설계 단계별 검증 절차 등을 검토하여 장비 부품 설계 도면을 작성하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 사. ‘장비 부품 시제품 제작’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 발주한 부품과 치공구를 활용하여 테스트 베드를 제작하고 시제품을 완성할 수 있는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 아. ‘장비 부품 시제품 시험’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 시험 환경 설정을 통하여 시험 장비를 구성하고, 시험 절차서를 작성하여 시험 항목별로 측정·분석을 수행하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

- 자. '장비 부품 시제품 평가' 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 시험 결과를 근거로 평가 계획을 수립하고 분석·평가를 통해 평가 보고서를 작성할 수 있는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 차. '장비 부품 인증' 영역에서는 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 개발한 장비 부품을 대상으로 공인된 전문 기관으로부터 인증을 취득하기 위하여 준비, 신청, 심사 대응과 사후 관리를 수행하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 카. '장비 부품 신뢰성 평가' 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 개발된 장비 부품의 성능 평가, 환경 안전 검증 및 수요자 현장에서의 품질을 검증할 수 있는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 타. '장비 부품 양산 이관' 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 양산성 검증, 양산 이관 문서 작성, 양산 이관 및 완료 보고서를 작성할 수 있는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 수행 준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 기른다.
- 3) 평가자는 작업 영역 성취기준에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위하여 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용한다.
- 4) 실무 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 5) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 6) '장비 부품 개발 계획 수립' 영역에서는 개발을 수행하기 전에 필요한 인력 확보, 일정 수립 및 비용을 산출하여 개발 계획서 작성, 인증 계획 수립 및 품질 평가 기준서를 작성할 수 있는 능력에 대해 평가자 질문, 피평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 사례 연구, 평가자 체크리스트, 구두 발표 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 7) '장비 부품 설계' 영역에서는 요소 기술을 활용하여 설계부품 결정, 소재 원가 분석, 개발 도구(tool)를 선정하고 설계 단계별 검증 절차 등을 검토하여 장비 부품 설계 도면을 작성

- 하는 능력에 대해 피평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 평가자 체크리스트, 부품 설계 도면 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 8) ‘장비 부품 시제품 제작’ 영역에서는 발주한 부품과 치공구를 활용하여 테스트 베드를 제작하고 시제품을 완성할 수 있는 능력에 대해 서술형 시험, 평가자 질문, 피 평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.
 - 9) ‘장비 부품 시제품 시험’ 영역에서는 시험 환경 설정을 통하여 시험 장비를 구성하고, 시험 절차서를 작성하여 시험항 목별로 측정·분석을 수행하는 능력에 대해 서술형 시험, 평가자 질문, 피평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.
 - 10) ‘장비 부품 시제품 평가’ 영역에서는 시험 결과를 근거로 평가 계획을 수립하고 분석·평가를 통해 평가 보고서를 작성할 수 있는 능력에 대해 서술형 시험, 평가자 질문, 피평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 평가자 체크리스트 등을 활용한 결과 평가를 한다.
 - 11) ‘장비 부품 인증’ 영역에서는 개발한 장비 부품을 대상으로 공인된 전문 기관으로부터 인증을 취득하기 위하여 준비, 신청, 심사 대응과 사후 관리를 수행하는 능력을 서술형 시험, 평가자 질문, 평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 논술형 시험, 평가자 체크리스트 등을 통하여 결과 평가를 실시한다.
 - 12) ‘장비 부품 신뢰성 평가’ 영역에서는 개발된 장비 부품의 성능 평가, 환경 안전 검증 및 수요 현장에서의 품질을 검증할 수 있는 능력에 대해 서술형 시험, 논술형 시험, 평가자 질문, 피평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 평가자 체크리스트 등을 통하여 결과 평가를 실시한다.
 - 13) ‘장비 부품 양산 이관’ 영역에서는 양산성 검증, 양산 이관 문서 작성, 양산 이관 및 완료 보고서를 작성할 수 있는 능력에 대해 서술형 시험, 사례 연구, 평가자 체크리스트 등을 통하여 결과 평가를 실시한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
장비 부품 개발 계획 수립	개발 계획 수행하기, 인증 계획 수립하기, 품질 평가 기준서 작성하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 장비 부품 개발 계획을 수립 할 수 있다.	개발 계획 수행하기, 인증 계획 수립하기, 품질 평가 기준서 작성하기를 다른 사람에게 설명하면서 장비 부품 개발 계획을 수립 할 수 있다.	개발 계획 수행하기, 인증 계획 수립하기, 품질 평가 기준서 작성하기를 알고, 장비 부품 개발 계획을 수립 할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
장비 부품 설계	원가 분석하기, 개발 도구(tool) 선정하기, 단계별 설계 검증하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 장비 부품 설계를 할 수 있다.	원가 분석하기, 개발 도구(tool) 선정하기, 단계별 설계 검증하기를 다른 사람에게 설명하면서 장비 부품 설계를 할 수 있다.	원가 분석하기, 개발 도구(tool) 선정하기, 단계별 설계 검증하기를 알고, 장비 부품 설계를 할 수 있다.
장비 부품 시제품 제작	부품 발주하기, 치공구 제작하기, 테스트 베드 제작하기, 시제품 조립하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 장비 부품 시제품 제작을 할 수 있다.	부품 발주하기, 치공구 제작하기, 테스트 베드 제작하기, 시제품 조립하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 장비 부품 시제품 제작을 할 수 있다.	부품 발주하기, 치공구 제작하기, 테스트 베드 제작하기, 시제품 조립하기 방법을 알고, 장비 부품 시제품 제작을 할 수 있다.
장비 부품 시제품 시험	시험 항목 설정하기, 시험 절차서 작성하기, 시험 장비 구성하기, 시제품 항목별 시험하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 장비 부품 시제품 시험을 할 수 있다.	시험 항목 설정하기, 시험 절차서 작성하기, 시험 장비 구성하기, 시제품 항목별 시험하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 장비 부품 시제품 시험을 할 수 있다.	시험 항목 설정하기, 시험 절차서 작성하기, 시험 장비 구성하기, 시제품 항목별 시험하기 방법을 알고, 장비 부품 시제품 시험을 할 수 있다.
장비 부품 시제품 평가	평가 계획 수립, 평가 보고서 작성 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 장비 부품 시제품을 평가할 수 있다.	평가 계획 수립, 평가 보고서 작성 방법을 다른 사람에게 설명하면서 장비 부품 시제품을 평가할 수 있다.	평가 계획 수립, 평가 보고서 작성 방법을 알고, 장비 부품 시제품을 평가할 수 있다.
장비 부품 인증	인증 신청 준비, 사후 관리 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 장비 부품 인증을 할 수 있다.	인증 신청 준비, 사후 관리 방법을 다른 사람에게 설명하면서 장비 부품 인증을 할 수 있다.	인증 신청 준비, 사후 관리 방법을 알고, 장비 부품 인증을 할 수 있다.
장비 부품 신뢰성 평가	성능 평가하기, 환경 안전 검증하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 장비 부품 신뢰성 평가를 할 수 있다.	성능 평가하기, 환경 안전 검증하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 장비 부품 신뢰성 평가를 할 수 있다.	성능 평가하기, 환경 안전 검증하기 방법을 알고, 장비 부품 신뢰성 평가를 할 수 있다.
장비 부품 양산 이관	양산 이관 문서 작성하기, 완료 보고하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 장비 부품 양산 이관을 할 수 있다.	양산 이관 문서 작성하기, 완료 보고하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 장비 부품 양산 이관을 할 수 있다.	양산 이관 문서 작성하기, 완료 보고하기 방법을 알고, 장비 부품 양산 이관을 할 수 있다.

[실무 과목]

23. 로봇 하드웨어 개발

1. 성격 및 목표

가. 성격

“로봇 하드웨어 개발” 과목은 특성화 고등학교 및 마이스터 고등학교의 전자과 학생들에게 로봇 하드웨어 개발에 관한 기술을 습득시켜 로봇의 제조에 활용할 수 있는 능력을 기르기 위한 실무 과목이다.

이 과목에서 이수해야 할 내용은 로봇하드웨어 개발에 관한 로봇 입출력 인터페이스 하드웨어 설계, 로봇 MCU 하드웨어 설계, 로봇 전장 설계, 로봇 하드웨어 제작, 로봇 하드웨어 시험·평가, 로봇 하드웨어 유지·보수, 로봇 기구 요소 부품 설계, 로봇 기구 상세 설계, 로봇 기구 주변 장치 설계, 로봇 엔드이펙터 설계, 로봇 시제품 제작, 로봇 통합 시험·평가, 로봇 시스템 통합, 로봇 유지·보수 등으로, 로봇 하드웨어 개발에 관한 로봇 입출력 인터페이스 하드웨어 요구 사항 분석하기에서부터 로봇 시스템 유지·보수하기에 이르기까지 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

로봇 하드웨어 개발과 관련하여 로봇 하드웨어를 설계하고, 로봇 하드웨어 시험·평가와 유지·보수 및 로봇 기구 개발을 수행하여 로봇 제조 분야에 적용할 수 있는 지식, 기술과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
로봇 입출력 인터페이스 하드웨어 설계 (1903080104_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 로봇 입출력 인터페이스 하드웨어 사양 설계하기 로봇 입출력 인터페이스 하드웨어 회로 설계하기
로봇 MCU 하드웨어 설계 (1903080106_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 로봇 MCU 하드웨어 회로 사양 설계 로봇 MCU 하드웨어 회로 설계
로봇 전장 설계 (1903080107_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 로봇 전장 요구 사항 분석 로봇 전장 사양 설계 로봇 전장 구조 설계
로봇 하드웨어 제작 (1903080109_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 로봇 하드웨어 제작 준비하기 로봇 하드웨어 제작하기 로봇 하드웨어 검사하기
로봇 하드웨어 시험·평가 (1903080110_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 로봇 하드웨어 시험하기 로봇 하드웨어 평가하기
로봇 하드웨어 유지·보수 (1903080111_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 로봇 하드웨어 유지하기 로봇 하드웨어 고장 관리하기 로봇 하드웨어 사용자 교육하기
로봇 기구 요소 부품 설계 (1903080203_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 요소 부품 리스트 작성하기 표준 요소 부품 선정하기
로봇 기구 상세 설계 (1903080205_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 도면 작성하기 BOM, 작성하기
로봇 기구 주변 장치 설계 (1903080206_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 로봇 주행 장치 설계하기 로봇 설치대 설계하기 치공구 설계하기
로봇 엔드이펙터 설계 (1903080207_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 공정용 툴(tool) 설계하기 엔드이펙터 어댑터 설계하기
로봇 시제품 제작 (1903080208_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 시장품 구매하기 가공하기 입고 검사하기 조립하기
로봇 통합 시험·평가 (1903080209_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 기능 시험하기 성능 시험하기 신뢰성 시험하기 필드 테스트하기
로봇 시스템 통합 (1903080210_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 로봇 시스템 조립하기 로봇 시스템 시험·평가하기

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
로봇 유지·보수 (1903080211_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> • 로봇 운용하기 • 로봇 유지·보수하기 • 로봇 시스템 운용하기 • 로봇 시스템 유지·보수하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력 단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 로봇 입출력 인터페이스 하드웨어 설계

가) 로봇 입출력 인터페이스 하드웨어 사양 설계하기

- 입출력 통신 인터페이스 방식에 따라 전기·전자적 특성을 파악하고, 설계에 반영할 수 있다.
- 입출력 통신 인터페이스 방식에 따라 노이즈 방지 솔루션을 선정하고, 설계에 반영할 수 있다.
- 로봇 하드웨어 아키텍처 설계에 따라 기능 모듈의 통신 인터페이스 방식에 대한 사양서를 작성할 수 있다.
- 입출력 인터페이스 방식에 따라 사용되는 전자 부품의 특성 및 데이터 시트를 목록화하여 관리할 수 있다.

나) 로봇 입출력 인터페이스 하드웨어 회로 설계하기

- 로봇 하드웨어 아키텍처 설계에 따라 정의된 로봇의 기능 모듈을 분류하고, 입출력 별, 통신 방법별 네트워크의 구성도를 작성할 수 있다.
- 로봇의 기능 모듈에 대한 사양의 입출력 동작 흐름을 파악하여 모듈 단위로 입출력 목록을 작성할 수 있다.
- 시스템 설계 단계에서 결정된 통신 방식을 구현하는 통신 제어 기기를 사용할 수 있다.
- 표준 설계 방침에 따라 회로 설계시 사용할 설계 프로그램을 선정하여 회로를 설계할 수 있다.
- 시스템에 사용되는 전자 부품의 특성과 데이터 시트를 목록화하여 관리할 수 있다.

2) 로봇 MCU 하드웨어 설계

가) 로봇 MCU 하드웨어 회로 사양 설계

- 로봇 하드웨어 아키텍처의 요구 조건을 이해하고 MCU를 선정할 수 있다.

- 선정된 MCU 처리 능력에 맞는 메모리 운용 규격과 처리 방법을 제시할 수 있다.
- MCU와 데이터 처리 용량에 맞추어 신호 처리, 데이터 타이밍 인터페이스 규격을 결정할 수 있다.
- MCU 회로 사양에 맞는 부품 선정 및 확장 부품에 대한 사양을 문서화할 수 있다.

나) 로봇 MCU 하드웨어 회로 설계

- 선정된 MCU 처리부와 주변 기기의 규격을 결정하고, 부품 배치를 할 수 있다.
- MCU 처리 능력에 맞추어 메모리 용량, 신호 처리, 데이터 타이밍 인터페이스를 결정할 수 있다.
- MCU 처리를 위한 데이터 처리 용량 결정과 데이터 버스 구조를 결정할 수 있다.
- MCU와 주변 부품 배치에 따라 회로 설계를 하며, 부품 간 신호 처리의 간섭과 노이즈 및 EMI에 적합하도록 하드웨어 회로를 설계 할 수 있다.
- MCU 회로 설계에 관련된 설계 도면을 문서화 할 수 있다.

3) 로봇 전장 설계

가) 로봇 전장 요구 사항 분석

- 시스템 요구 사항을 분석하고, 전장 설계에 맞춰 적용할 수 있는지 판단할 수 있다.
- 시스템 요구 사항에 따라 각 선로별 허용 가능한 전력을 파악할 수 있다.
- 수집, 정리된 요구 사항을 바탕으로 설계 명세서를 작성할 수 있다.

나) 로봇 전장 사양 설계

- 요구 설계 명세서에 따라 적용할 로봇의 전원에 대한 사양을 환경에 맞춰 파악한다.
- 전원에 맞춰 각 모듈별 전력량을 파악한다.
- 파악된 전원과 모듈별 전력량에 따라 배선에 사용될 전선과 커넥터를 선정한다.
- 전원의 안전성 검증을 수행하고, 이를 바탕으로 전장 설계 도면을 작성한다.

다) 로봇 전장 구조 설계

- 작성된 전장 설계 도면에 따라 필요한 개별 부품과 모듈에 대한 스펙을 검토하고, 이를 포함한 리스트를 작성할 수 있다.
- 전장 부품과 배선이 실제 장착되고 설치될 공간을 미리 확인할 수 있다.
- 배선의 사양과 커넥터의 사양을 실제 장착될 부품과 모듈에 맞춰 파악하고 결정할 수 있다.
- 위 사항에 맞춰 배선도를 작성할 수 있다.

4) 로봇 하드웨어 제작

가) 로봇 하드웨어 제작 준비하기

- 효율적인 로봇 하드웨어의 제작 순서 및 절차를 파악하여 제작 계획을 수립할 수 있다.
- 수립된 계획에 의해 필요한 부품의 사양 및 수량을 확인하고, 표준 운영 절차에 의해 부품을 조달할 수 있다.
- 로봇 하드웨어 제작에 필요한 공구 및 장비 등을 선택하고 준비할 수 있다.
- 작업 장소의 환경을 해당 로봇 하드웨어의 제작이 가능하도록 조성하고, 정리·정돈할 수 있다.

나) 로봇 하드웨어 제작하기

- 제작 계획에 의해 해당 부품을 지정된 위치에 배치하여 조립할 수 있다.
- 로봇 하드웨어 제작에 필요한 공구 및 장비를 매뉴얼에 따라 정확한 용도로 사용할 수 있다.
- 작업 안전 수칙에 따라 로봇 하드웨어 제작 작업을 수행할 수 있다.
- 제작된 로봇 하드웨어를 해당 측정기를 사용하여 검사하고, 회로도와 일치 여부를 비교할 수 있다.

다) 로봇 하드웨어 검사하기

- 제작된 로봇 하드웨어를 해당 측정기를 사용하여 측정하고, 해당 기계 장비 관련 매뉴얼 및 조립도와 비교할 수 있다.
- 제작된 로봇 하드웨어에 이상 발생 시 표준 운영 절차에 따라 수정하여 재조립할 수 있다.
- 제작된 로봇 하드웨어를 구동하여 간섭 및 동작 상태를 확인하고, 이상 발생 시 표준 운영 절차에 따라 수정하여 재조립할 수 있다.
- 로봇 하드웨어 측정 데이터를 표준 운영 절차에 따라 기록할 수 있다.

5) 로봇 하드웨어 시험·평가

가) 로봇 하드웨어 시험하기

- 로봇 하드웨어 시험·평가에 필요한 시험 장소, 시험 기기, 시료를 확인하여 준비할 수 있다.
- 시험 절차서에 따라 로봇 하드웨어 시험 환경을 조성할 수 있다.
- 조성된 시험·평가 환경 및 설계된 시험 절차서에 의해 로봇 하드웨어를 시험·평가할 수 있다.

나) 로봇 하드웨어 평가하기

- 시험 데이터를 시험·평가 결과서에 따라 기록할 수 있다.
- 시험 결과와 시험 절차서에 제시되어 있는 조건을 비교하여 합격·불합격 여부를 판단하고, 시험·평가 결과서를 작성할 수 있다.
- 시험·평가 결과에 따라 수정 보완 의견서를 제출할 수 있다.

6) 로봇 하드웨어 유지·보수

가) 로봇 하드웨어 유지하기

- 로봇 하드웨어를 목적에 맞게 기능하도록 설치할 수 있다.
- 로봇 하드웨어를 설계 개선 사항을 반영하도록 업그레이드할 수 있다.
- 작업 환경의 변화에 대응하여 기능할 수 있도록 로봇 하드웨어를 변경할 수 있다.

나) 로봇 하드웨어 고장 관리하기

- 매뉴얼을 이용하여 세부 점검 목록을 작성할 수 있다.
- 로봇 하드웨어의 매뉴얼에 따라 작성된 목록을 시험 및 조작할 수 있다.
- 시험 및 조작 결과를 분석하여 고장 원인을 파악할 수 있다.
- 파악된 고장 원인에 따라 수리 작업에 필요한 자료, 수리 부품, 인원, 공구 및 측정기, 소모품 등을 준비하고, 고장 원인 내역서를 작성할 수 있다.
- 작성된 고장 원인 내역서에 따라 작업 안전 관리 수칙을 준수하여 고장 수리 세부 작업 계획을 수립하고, 고장을 수리할 수 있다.
- 파악된 고장 원인에 따라 주요 고장 유형을 분석할 수 있다.
- 분석된 고장 유형별 고장 주기를 예측할 수 있다.
- 분석된 고장 유형과 예측된 고장 주기에 따라 사전 점검표를 작성할 수 있다.
- 작성된 점검표에 따라 예방 점검 이상 유무를 점검할 수 있다.
- 예방 점검 이상 발생 시 조치 계획을 수립할 수 있다.
- 예방 점검 주기에 따라 결과 보고서를 작성할 수 있다.

다) 로봇 하드웨어 사용자 교육하기

- 사용자에게 로봇 하드웨어의 의도된 기능을 수행하기 위한 방법과 절차를 설명하고 교육할 수 있다.
- 사용자에게 고장 현상과 고장 발생 추정 원인을 설명할 수 있다.
- 사용자에게 수리 작업 계획과 수리 작업 예상 소요 시간을 설명할 수 있다.
- 문제 해결 내용에 따라 추후 발생할 수 있는 사항에 대한 고지 및 재교육 등의 방법을 제시할 수 있다.

7) 로봇 기구 요소 부품 설계

가) 요소 부품 리스트 작성하기

- 설계 도면에 포함된 전자 부품 및 기계 요소 부품의 종류, 개수, 명칭을 알 수 있다.
- 설계 부품의 재료를 지정할 수 있다.
- 설계 도면에 포함된 각종 부품을 정리하여 품명, 재질, 부피, 질량, 개수 등을 문서화할 수 있다.

나) 표준 요소 부품 선정하기

- 안내 기구, 전동 기구, 연결 기구 등에 대한 이해를 토대로 개발 제품에 필요한 모터, 정밀감속기, 볼 스크루, LM 가이드 등의 부품과 재료를 선정 절차에 따라 선정하고 기종을 선정할 수 있다.
- 전동용 기계요소인 나사, 기어, 캠, 벨트, 체인, 로프와 링크 기구 등을 이해하고, 개발 제품에 필요한 부품과 재료를 선정할 수 있다.
- 제품의 사양과 재료의 특성을 고려하여 표준 요소 부품을 선정할 수 있다.

8) 로봇 기구 상세 설계

가) 도면 작성하기

- 도면 번호 체계를 적용할 수 있다.
- 부품 사양과 조립 구조가 포함된 도면을 작성할 수 있다.
- 제작에 필요한 부품의 사양이 포함된 도면을 작성할 수 있다.
- 상용화된 부품의 사양이 포함된 도면을 작성할 수 있다.

나) BOM 작성하기

- 도면에 제시된 모든 부품의 명칭, 필요 수량, 재질, 가공 및 후처리 방법 등을 작성할 수 있다.
- 부품을 제작 또는 구입하기 위한 구매 정보를 작성할 수 있다.
- 작성된 BOM을 구매 부서와 협의할 수 있다.

9) 로봇 기구 주변 장치 설계

가) 로봇 주행 장치 설계하기

- 주행 방식을 결정하고, 주요 부품을 선정 및 설계할 수 있다.
- 개념 설계 및 구조 해석 결과를 반영하여 로봇 주행 장치를 모델링할 수 있다.

- 주행 영역 및 주행 반경 등에 대하여 정확하게 이해하고, 이를 설계에 반영할 수 있다.
- 부품의 치수, 모양, 동선, 조립 상태 등을 고려하여 부품간의 간섭 여부를 파악할 수 있다.
- 간섭이 예상되는 부품 또는 파트의 구성을 변경할 수 있다.
- 완성된 모델링에 따라 부품과 구조의 최종 사양을 결정할 수 있다.

나) 로봇 설치대 설계하기

- 개념 설계 및 구조 해석 결과를 반영하여 로봇 설치대를 상세하게 모델링할 수 있다.
- 부품의 치수, 모양, 동선, 조립 상태 등을 고려하여 부품 간의 간섭 여부를 파악할 수 있다.
- 간섭이 예상되는 부품 또는 파트의 구성을 변경할 수 있다.
- 완성된 모델링에 따라 부품과 구조의 최종 사양을 결정할 수 있다.

다) 치공구 설계하기

- 치공구 설계를 위한 요구 사항을 파악하여 치공구 설계에 반영할 수 있다.
- 제품의 생산 효율성을 고려하여 치공구를 상세하게 모델링할 수 있다.
- 생산 공정별 특성을 반영한 치공구를 설계할 수 있다.
- 완성된 모델링에 따라 부품과 구조의 최종 사양을 결정할 수 있다.

10) 로봇 엔드이펙터 설계

가) 공정용 툴(tool) 설계하기

- 대상물이나 도면, 공정의 요구 사항에 적합한 툴을 검토할 수 있다.
- 대상물과 툴의 검토 결과에 따라 필요한 진공 흡인력을 결정할 수 있다.
- 툴의 형상과 크기를 결정할 수 있다.
- 특과 지그와의 간섭을 확인할 수 있다.
- 진공 라인 형성을 위한 공압 회로도를 작성할 수 있다.
- 툴에 사용할 부품을 결정(선정)하고, 도면으로 작성할 수 있다.
- 툴의 도면을 작성하고, BOM을 작성할 수 있다.

나) 엔드이펙터 어댑터 설계하기

- 엔드이펙터를 장착할 로봇 부착면의 요구 사항을 검토할 수 있다.
- 요구 사항 검토 결과에 따라 엔드이펙터의 강도를 검토할 수 있다.
- 엔드이펙터와 어댑터 체결에 필요한 요소 부품을 결정할 수 있다.
- 엔드이펙터 어댑터 도면을 작성할 수 있다.

11) 로봇 시제품 제작

가) 시장품 구매하기

- 선정된 시장품의 가격 및 납기를 검토할 수 있다.
- 선정된 시장품의 대체품을 검토할 수 있다.
- 시장품 공급 업체와 품질, 납기, 가격 등을 협상하여 구매할 수 있다.

나) 가공하기

- 작성된 도면을 보고 재료 및 가공 방법과 후처리를 판단할 수 있다.
- 가공 도면을 보고 제작 원가를 추정할 수 있다.
- 가공 도면을 자체 또는 가공 업체에 제작 의뢰할 수 있다.

다) 입고 검사하기

- 도면과 가공 제품과의 일치 여부를 판단할 수 있다.
- 가공 제품의 치수 및 가공 상태를 확인할 수 있는 측정기를 사용할 수 있다.
- 가공품 또는 검사 성적서를 토대로 합격과 불합격을 판단할 수 있다.

라) 조립하기

- 조립 기준서와 조립 검사 기준서를 작성할 수 있다.
- 조립 기준서에 따라 부품을 조립할 수 있다.
- 조립 검사 기준서에 따라 조립 상태를 확인하여 검사 성적서를 작성할 수 있다.

12) 로봇 통합 시험·평가

가) 기능 시험하기

- 로봇 기능 시험의 내용 및 순서를 파악하여 기능 시험 기준서와 검사 성적서를 작성할 수 있다.
- 로봇 기능 시험 기준서에 따라 로봇 기능을 시험할 수 있다.
- 로봇 기능 시험 결과를 검사 성적서에 기입할 수 있다.
- 로봇 기능 시험 결과 보고서를 작성할 수 있다.

나) 성능 시험하기

- 로봇 성능 시험 계획서를 작성할 수 있다.
- 시험 표준에 따라 성능 시험 기준서와 검사 성적서를 작성할 수 있다.
- 로봇 성능 시험을 위한 장비를 설치하여 프로그래밍하고, 시험용 지그를 설치하여 성능 시험을 준비할 수 있다.

- 로봇 성능 시험 기준서에 따라 로봇 성능 시험을 위한 장비를 운용하여 로봇 성능을 시험할 수 있다.
- 로봇 성능 시험 결과를 검사 성적서에 기입할 수 있다.
- 로봇 기능 시험 결과 보고서를 작성할 수 있다.

다) 신뢰성 시험하기

- 로봇 신뢰성 시험의 내용 및 순서를 파악하여 내환경 시험이 포함된 신뢰성 시험 기준서와 검사 성적서를 작성할 수 있다.
- 로봇 신뢰성 시험 기준서에 따라 로봇 신뢰성을 시험할 수 있다.
- 로봇 신뢰성 시험 결과를 검사 성적서에 기입할 수 있다.
- 로봇 신뢰성 시험 결과 보고서를 작성할 수 있다.

라) 필드 테스트하기

- 로봇 필드 테스트의 내용 및 순서를 파악하여 필드 테스트 기준서와 검사 성적서를 작성할 수 있다.
- 로봇 필드 테스트 장소에 로봇과 주변 장치를 설치할 수 있다.
- 로봇 필드 테스트 기준서에 따라 로봇 필드 테스트를 수행할 수 있다.
- 로봇 필드 테스트 결과를 검사 성적서에 기입할 수 있다.
- 로봇 필드 테스트 결과 보고서를 작성할 수 있다.
- 로봇 전체 시험 결과에 대한 분석을 바탕으로 로봇 시험·평가 결과 보고서를 작성할 수 있다.

13) 로봇 시스템 통합

가) 로봇 시스템 조립하기

- 로봇 시스템의 조립 검사 성적서에 조립 상태를 작성할 수 있다.
- 조립 기준서에 따라 로봇 시스템을 조립할 수 있다.
- 조립 검사 성적서에 결과를 기입할 수 있다.

나) 로봇 시스템 시험·평가하기

- 로봇 시스템 시험의 내용 및 순서를 파악하여 내환경 시험이 포함된 시스템 시험 기준서와 검사 성적서를 작성할 수 있다.
- 로봇 시스템 시험 기준서에 따라 로봇 시스템을 시험할 수 있다.
- 로봇 시스템 시험 결과를 검사 성적서에 기입할 수 있다.
- 로봇 시스템 시험 결과 보고서를 작성할 수 있다.

14) 로봇 유지·보수

가) 로봇 운용하기

- 로봇 운용 매뉴얼을 이해할 수 있다.
- 로봇 사용 프로그램을 운용할 수 있다.
- 로봇을 구동할 수 있다.

나) 로봇 유지·보수하기

- 로봇 점검 매뉴얼을 숙지할 수 있다.
- 정기 점검을 할 수 있다.
- 고장 발생 시 고장 원인을 파악하고 조치할 수 있다.

다) 로봇 시스템 운용하기

- 로봇 시스템 운용 매뉴얼을 이해할 수 있다.
- 로봇 시스템을 구동할 수 있다.

라) 로봇 시스템 유지·보수하기

- 로봇 및 시스템 점검 매뉴얼을 숙지할 수 있다.
- 정기 점검을 할 수 있다.
- 고장 발생 시 고장 원인을 파악하고 조치할 수 있다.

3. 교수·학습

가. 로봇 수요자의 로봇을 제작하기 위해 로봇 하드웨어 아키텍처 설계, 액추에이터 드라이버 설계, 모션 제어기 설계, 입출력 인터페이스 설계, 전원부 설계, MCU 하드웨어 설계, 전장 설계, 센서 신호 처리부 설계를 통해 로봇 하드웨어를 설계하고, 로봇 하드웨어 시험·평가와 유지·보수하는 능력을 익혀 로봇 하드웨어 개발 작업할 수 있도록 한다.

나. 학생의 성취수준 및 요구, 학교의 실정, 지역 사회의 여건 등을 고려하여 지도의 비중을 달리하여 지도한다.

다. 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.

라. 로봇에 대한 기본 이론과 로봇하드웨어의 개발에 관한 기술을 습득하고 원리를 이해하여 학생들의 학습 전이를 향상시킬 수 있도록 한다.

- 마. ‘로봇 입출력 인터페이스 하드웨어 설계’ 영역에서는 강의법, 프로젝트 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 로봇의 동작 및 구성에 필요한 각각의 기능 모듈에 대한 신호 및 전자적 인터페이스 요구 사항을 분석하고 설계할 수 있는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘로봇 MCU 하드웨어 설계’ 영역에서는 강의법, 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 로봇을 운영하는 컨트롤 컴퓨터 설계 분야로 로봇 초기화, 운영 제어 처리, 센서 데이터 획득, 신호 입출력 처리, 모터 구동 명령에 발생하는 상황을 상호 협의 주도하고 MCU 처리 규격을 바탕으로 하드웨어를 설계하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 사. ‘로봇 전장 설계’ 영역에서는 강의법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 로봇 시스템의 요구 사항에 따라 사양을 확립하고 설계할 수 있는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 아. ‘로봇 하드웨어 제작’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 PCB와 전기·전자 부품, 하드웨어 장치를 제작하는 데 있어 하드웨어의 제작 준비, 제작 및 작업 후의 확인과 수정을 할 수 있는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 자. ‘로봇 하드웨어 시험·평가’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 제작된 하드웨어가 규격에 맞게 제작·조립되었는지 여부를 시험·평가할 수 있는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 차. ‘로봇 하드웨어 유지·보수’ 영역에서는 실험·실습법, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 로봇 하드웨어의 안정적인 사용을 보장하기 위하여 하드웨어를 설치하고, 고장을 분석하여 예방 대책을 수립하며, 사용자를 교육하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 카. ‘로봇 기구 요소 부품 설계’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 개념도에 포함된 요소 부품과 재료의 리스트를 작성하고, 개발부품에 필요한 부품과 재료를 선정하며, 표준화되지 않은 신규 요소 부품을 설계할 수 있는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 타. ‘로봇 기구 상세 설계’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 개념 설계 및 구조 해석 결과를 반영하여 상세 설계 모델링하기, 도면 작성하기, BOM 작성하기를 할 수 있는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 파. ‘로봇 기구 주변 장치 설계’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 개념 설계 및 구조 해석 결과를 반영하여 로봇 주행 장치, 로봇 설치대 등의 주변 장치와 치공구를 설계할 수 있는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

- 하. ‘로봇 엔드이펙터 설계’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 로봇용 엔드이펙터를 제작하는 데 필요한 작업 공정을 이해하고, 작업 대상물을 검토하여 엔드이펙터의 기능과 구조 및 부품을 선정하기 위해 기능과 구조를 모델링하여 설계하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 거. ‘로봇 시제품 제작’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 선정된 시장품을 구매하고, 가공이 필요한 제품을 제작하여 입고 검사 후 조립 도면에 따라 조립할 수 있는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 너. ‘로봇 통합 시험·평가’ 영역에서는 실험·실습법, 협동 학습 등을 활용하여 로봇의 기구, 하드웨어, 소프트웨어를 통합하여 조립하고, 기능, 성능, 신뢰성 시험 및 필드 테스트를 수행하여 로봇을 시험·평가하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 더. ‘로봇 시스템 통합’ 영역에서는 강의법, 협동 학습 등을 활용하여 로봇을 포함한 시스템을 구성하기 위해 시스템을 검토, 설계하고, 제작된 모듈을 조립하여 설계 사양과의 적합성을 시험·평가를 통해 로봇 시스템을 완성하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 러. ‘로봇 유지·보수’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 로봇 및 로봇 시스템을 운영하고, 로봇 및 로봇 시스템을 유지·보수하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 수행 준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 기른다.
- 3) 평가자는 작업 영역 성취기준에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위하여 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용한다.
- 4) 실무 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 5) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 6) ‘로봇 입출력 인터페이스 하드웨어 설계’ 영역에서는 로봇의 동작 및 구성에 필요한 각각의 기능 모듈에 대한 신호 및 전자적 인터페이스 요구 사항을 분석하고 설계할 수 있는 능력

에 대해 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 일지/저널 등을 활용한 과정 중심 평가와 사례 연구, 평가자 질문, 작업장 평가 등을 활용한 결과 평가를 한다.

- 7) ‘로봇 MCU 하드웨어 설계’ 영역에서는 로봇을 운영하는 컨트롤 컴퓨터 설계 분야로 로봇 초기화, 운영 제어 처리, 센서 데이터 획득, 신호 입출력 처리, 모터 구동 명령에 발생하는 상황을 상호 협의의 주도하고, MCU 처리 규격을 바탕으로 하드웨어를 설계하는 능력에 대해 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 일지/저널 등을 활용한 과정 중심 평가와 사례 연구, 평가자 질문, 작업장 평가 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 8) ‘로봇 전장 설계’ 영역에서는 로봇 시스템의 요구 사항에 따라 사양을 확립하고 설계할 수 있는 능력에 대해 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 질문 등을 활용한 과정 및 결과 평가를 한다.
- 9) ‘로봇 하드웨어 제작’ 영역에서는 PCB와 전기·전자 부품, 하드웨어 장치를 제작하는 데 있어 하드웨어의 제작 준비, 제작 및 작업 후의 확인과 수정을 할 수 있는 능력을 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 피평가자 질문, 일지/저널을 활용한 과정 중심 평가와 평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 한다.
- 10) ‘로봇 하드웨어 시험·평가’ 영역에서는 제작된 하드웨어가 규격에 맞게 제작·조립되었는지 여부를 시험·평가할 수 있는 능력에 대해 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 피평가자 질문, 일지/저널을 활용한 과정 중심 평가와 평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 한다.
- 11) ‘로봇 하드웨어 유지·보수’ 영역에서는 로봇 하드웨어의 안정적인 사용을 보장하기 위하여 하드웨어를 설치하고, 고장을 분석하여 예방 대책을 수립하고 사용자를 교육하는 능력에 대해 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 평가자 질문, 피평가자 체크리스트, 역할 연기, 구두 발표, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 서술형 시험, 논술형 시험, 사례연구, 일지/저널 구두 발표 등을 활용하여 결과 평가를 한다.
- 12) ‘로봇 기구 요소 부품 설계’ 영역에서는 개념도에 포함된 요소부품과 재료의 리스트를 작성하고 개발 부품에 필요한 부품과 재료를 선정하며, 표준화되지 않은 신규 요소 부품을 설계할 수 있는 능력에 대해 서술형 시험, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 일지/저널 등을 활용한 과정 중심 평가와 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문, 구두 발표 등을 통하여 결과 평가를 한다.
- 13) ‘로봇 기구 상세 설계’ 영역에서는 개념 설계 및 구조 해석 결과를 반영하여 상세 설계 모델링하기, 도면 작성하기, BOM 작성하기를 할 수 있는 능력에 대해 서술형 시험, 평가자 질문, 평가자 체크리스트 피평가자 체크리스트, 일지/저널 등을 활용한 과정 중심 평가와 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표 등을 활용하여 결과 평가를 한다.
- 14) ‘로봇 기구 주변 장치 설계’ 영역에서는 개념 설계 및 구조 해석 결과를 반영하여 로봇 주행 장치, 로봇 설치대 등의 주변장치와 치공구를 설계할 수 있는 능력에 대해 서술형 시

- 험, 사례 연구, 평가자 질문 등을 활용한 과정 중심 평가와 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 구두 발표, 설계평가 등을 활용하여 결과 평가를 한다.
- 15) ‘로봇 엔드이펙터 설계’ 영역에서는 로봇용 엔드이펙터를 제작하는 데 필요한 작업 공정을 이해하고, 작업 대상물을 검토하여 엔드이펙터의 기능과 구조 및 부품을 선정하기 위해 기능과 구조를 모델링하여 설계하는 능력에 대해 서술형 시험, 사례 연구, 평가자 질문 등을 활용한 과정 중심 평가와 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가, 구두 발표 등을 활용하여 결과 평가를 한다.
- 16) ‘로봇 시제품 제작’ 영역에서는 선정된 시장품을 구매하고 가공이 필요한 제품을 제작하여 입고 검사 후 조립 도면에 따라 조립할 수 있는 능력에 대해 서술형 시험, 논술형 시험, 평가자 질문, 평가자 체크리스트 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 논술형 시험, 구두 발표 등을 활용하여 결과 평가를 한다.
- 17) ‘로봇 통합 시험·평가’ 영역에서는 로봇의 기구, 하드웨어, 소프트웨어를 통합하여 조립하고, 기능, 성능, 신뢰성 시험 및 필드 테스트를 수행하여 로봇을 시험·평가하는 능력에 대하여 서술형 시험, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 구두 발표 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 구두 발표 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 18) ‘로봇 시스템 통합’ 영역에서는 로봇을 포함한 시스템을 구성하기 위해 시스템을 검토, 설계하고 제작된 모듈을 조립하여 설계 사양과의 적합성을 시험·평가를 통해 로봇 시스템을 완성하는 능력에 대하여 사례 연구, 구두 발표 등을 활용하여 결과 평가를 한다.
- 19) ‘로봇 유지·보수’ 영역에서는 로봇 및 로봇 시스템을 운용하고 로봇 및 로봇 시스템 유지·보수하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오, 사례 연구, 평가자 질문, 일지/저널 등을 활용한 과정 중심 평가와 문제 해결 시나리오, 평가자 질문, 평가자 체크리스트, 피평가자 체크리스트, 작업장 평가 등을 활용하여 결과 평가를 한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
로봇 입출력 인터페이스 하드웨어 설계	로봇 입출력 인터페이스 하드웨어 사양 설계하기, 로봇 입출력 인터페이스 하드웨어 회로 설계하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 로봇 입출력 인터페이스 하드웨어를 설계할 수 있다.	로봇 입출력 인터페이스 하드웨어 사양 설계하기, 로봇 입출력 인터페이스 하드웨어 회로 설계하기를 다른 사람에게 설명하면서 로봇 입출력 인터페이스 하드웨어를 설계할 수 있다.	로봇 입출력 인터페이스 하드웨어 사양 설계하기, 로봇 입출력 인터페이스 하드웨어 회로 설계하기를 알고, 로봇 입출력 인터페이스 하드웨어를 설계할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
로봇 MCU 하드웨어 설계	로봇 MCU 하드웨어 회로 사양 설계, 로봇 MCU 하드웨어 회로 설계를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 로봇 MCU 하드웨어를 설계할 수 있다.	로봇 MCU 하드웨어 회로 사양 설계, 로봇 MCU 하드웨어 회로 설계를 다른 사람에게 설명하면서 로봇 MCU 하드웨어를 설계할 수 있다.	로봇 MCU 하드웨어 회로 사양 설계, 로봇 MCU 하드웨어 회로 설계를 알고, 로봇 MCU 하드웨어를 설계할 수 있다.
로봇 전장 설계	로봇 전장 요구 사항 분석, 로봇 전장 사양 설계, 로봇 전장 구조 설계 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 로봇 전장을 설계할 수 있다.	로봇 전장 요구 사항 분석, 로봇 전장 사양 설계, 로봇 전장 구조 설계 방법을 다른 사람에게 설명하면서 로봇 전장을 설계할 수 있다.	로봇 전장 요구 사항 분석, 로봇 전장 사양 설계, 로봇 전장 구조 설계 방법을 알고 로봇 전장을 설계할 수 있다.
로봇 하드웨어 제작	로봇 하드웨어 제작 준비, 로봇 하드웨어 제작, 로봇 하드웨어 검사 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 로봇 하드웨어를 제작할 수 있다.	로봇 하드웨어 제작 준비, 로봇 하드웨어 제작, 로봇 하드웨어 검사 방법을 다른 사람에게 설명하면서 새로운 로봇 하드웨어를 제작할 수 있다.	로봇 하드웨어 제작 준비, 로봇 하드웨어 제작, 로봇 하드웨어 검사 방법을 알고, 로봇 하드웨어를 제작할 수 있다.
로봇 하드웨어 유지·보수	로봇 하드웨어 유지, 로봇 하드웨어 고장 관리, 로봇 하드웨어 사용자 교육 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 로봇 하드웨어를 유지·보수할 수 있다.	로봇 하드웨어 유지, 로봇 하드웨어 고장 관리, 로봇 하드웨어 사용자 교육 방법을 다른 사람에게 설명하면서 로봇 하드웨어를 유지·보수할 수 있다.	로봇 하드웨어 유지, 로봇 하드웨어 고장 관리, 로봇 하드웨어 사용자 교육 방법을 알고, 로봇 하드웨어를 유지·보수할 수 있다.
로봇 기구 요소 부품 설계	요소 부품 리스트 작성하기, 표준 요소 부품 선정하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 로봇 기구 요소 부품 설계를 할 수 있다.	요소 부품 리스트 작성하기, 표준 요소 부품 선정하기를 다른 사람에게 설명하면서 로봇 기구 요소 부품 설계를 할 수 있다.	요소 부품 리스트 작성하기, 표준 요소 부품 선정하기를 알고 로봇 기구 요소 부품 설계를 할 수 있다.
로봇 기구 상세 설계	도면 작성하기, BOM 작성하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 로봇 기구 상세 설계를 할 수 있다.	도면 작성하기, BOM 작성하기를 다른 사람에게 설명하면서 로봇 기구 상세 설계를 할 수 있다.	도면 작성하기, BOM 작성하기를 알고, 로봇 기구 상세 설계를 할 수 있다.
로봇 기구 주변 장치 설계	로봇 주행 장치 설계하기, 로봇 설치대 설계하기, 치공구 설계하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 로봇 기구 주변 장치를 설계할 수 있다.	로봇 주행 장치 설계하기, 로봇 설치대 설계하기, 치공구 설계하기를 다른 사람에게 설명하면서 로봇 기구 주변 장치를 설계할 수 있다.	로봇 주행 장치 설계하기, 로봇 설치대 설계하기, 치공구 설계하기를 알고 로봇 기구 주변 장치를 설계할 수 있다.
로봇 엔드이펙터 설계	공정용 툴 설계하기, 엔드이펙터 어댑터 설계하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 로봇 엔드이펙터 설계를 할 수 있다.	공정용 툴 설계하기, 엔드이펙터 어댑터 설계하기를 다른 사람에게 설명하면서 로봇 엔드이펙터 설계를 할 수 있다.	공정용 툴 설계하기, 엔드이펙터 어댑터 설계하기를 알고, 로봇 엔드이펙터 설계를 할 수 있다.

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
로봇 시제품 제작	로봇의 시장품 구매하기, 가공하기, 입고 검사하기, 조립하기 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 로봇 시제품을 제작할 수 있다.	로봇의 시장품 구매하기, 가공하기, 입고 검사하기, 조립하기 방법을 다른 사람에게 설명하면서 로봇 시제품을 제작할 수 있다.	로봇의 시장품 구매하기, 가공하기, 입고 검사하기, 조립하기 방법을 알고 로봇 시제품을 제작할 수 있다.
로봇 통합 시험·평가	기능 시험하기, 성능 시험하기, 신뢰성 시험하기, 필드 테스트하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 로봇 통합 시험·평가를 할 수 있다.	기능 시험하기, 성능 시험하기, 신뢰성 시험하기, 필드 테스트하기를 다른 사람에게 설명하면서 로봇 통합 시험·평가를 할 수 있다.	기능 시험하기, 성능 시험하기, 신뢰성 시험하기, 필드 테스트하기를 알고, 로봇 통합 시험·평가를 할 수 있다.
로봇 시스템 통합	로봇 시스템 조립하기, 로봇 시스템 시험·평가하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 로봇 시스템 통합을 수행할 수 있다.	로봇 시스템 조립하기, 로봇 시스템 시험·평가하기를 다른 사람에게 설명하면서 로봇 시스템 통합을 수행할 수 있다.	로봇 시스템 조립하기, 로봇 시스템 시험·평가하기를 알고 로봇 시스템 통합을 수행할 수 있다.
로봇 유지·보수	로봇 운용, 로봇 유지·보수, 로봇 시스템 운용, 로봇 시스템 유지·보수 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 로봇을 유지·보수할 수 있다.	로봇 운용, 로봇 유지·보수, 로봇 시스템 운용, 로봇 시스템 유지·보수 방법을 다른 사람에게 설명하면서 로봇을 유지·보수할 수 있다.	로봇 운용, 로봇 유지·보수, 로봇 시스템 운용, 로봇 시스템 유지·보수 방법을 알고, 로봇을 유지·보수할 수 있다.

[실무 과목]

24. 로봇 소프트웨어 개발

1. 성격 및 목표

가. 성격

“로봇 소프트웨어 개발” 과목은 특성화 고등학교 및 마이스터 고등학교의 전자과 학생들에게 로봇 소프트웨어 개발에 관한 기술을 습득시켜 로봇의 제조에 활용할 수 있는 능력을 기르기 위한 실무 과목이다.

이 과목에서 이수해야 할 내용은 로봇 소프트웨어 개발을 위한 로봇 액추에이터 제어 소프트웨어 개발, 로봇 센서 인터페이스 개발, 로봇용 UX/UI 개발, 로봇 소프트웨어 시험·평가, 로봇 소프트웨어 유지·보수 등으로, 로봇 소프트웨어 개발에 관한 로봇 액추에이터 제어기 계인 설정하기에서부터 동작·오류 검사하기에 이르기까지 지도할 수 있는 과목이다.

나. 목표

로봇 소프트웨어 개발에 관한 로봇 작업과 로봇 서비스를 구현하기 위하여 로봇 사용자의 요구를 분석하고, 로봇 소프트웨어 구성 요소의 구조를 설계하여 기능을 구현하고 동작을 시험·평가할 수 있는 지식, 기술과 태도를 기른다.

2. 내용

가. 내용 체계

내용 영역(능력단위)	내용 영역 요소(능력단위 요소)
로봇 액추에이터 제어 소프트웨어 개발 (1903080302_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 로봇 액추에이터 제어기 게인 설정하기 로봇 액추에이터 제어기 제어 성능 시험하기
로봇 센서 인터페이스 개발 (1903080303_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 로봇 센서 사양 분석하기 로봇 센서 프로토콜 설계하기 로봇 센서 드라이버 구현하기
로봇용 UX/UI 개발 (1903080306_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 사용자 친화형 로봇용 UX/UI 디자인하기 액션 플로우 시나리오 작성하기
로봇 소프트웨어 시험·평가 (1903080308_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 단위 기능 시험·평가하기 통합 기능 시험·평가하기 신뢰성 시험·평가하기
로봇 소프트웨어 유지·보수 (1903080314_14v1)	<ul style="list-style-type: none"> 로봇 소프트웨어 설치하기 로봇 소프트웨어 업그레이드하기 로봇 소프트웨어 사용자 교육하기 동작 오류 검사하기

* 내용 영역의 괄호는 국가직무능력표준 능력 단위 코드 번호임.

나. 영역별 성취기준

1) 로봇 액추에이터 제어 소프트웨어 개발

가) 로봇 액추에이터 제어기 게인 설정하기

- 로봇 액추에이터 제어기 게인 튜닝을 위한 요구 사항과 계획을 작성할 수 있다.
- 로봇 액추에이터 제어기 게인 설정을 위한 제어 구조를 파악할 수 있다.
- 로봇 액추에이터 제어 성능 평가 시뮬레이션 소프트웨어를 이용하여, 제어 게인이 적절하게 설정되었는지 평가할 수 있다.
- 로봇 액추에이터 제어기 게인 설정을 통해 로봇 제어 요구 사항을 만족하는지 제어 성능을 분석할 수 있다.

나) 로봇 액추에이터 제어기 제어 성능 시험하기

- 로봇 제어 성능 시험을 위한 요구 사항과 계획을 작성할 수 있다.
- 로봇 제어 성능 시험을 위한 제어 구조를 파악할 수 있다.
- 로봇 액추에이터 제어 성능 시험 소프트웨어를 이용하여, 로봇 액추에이터 제어 프로그램이 적절하게 개발되었는지 평가할 수 있다.

- 로봇 액추에이터 제어 프로그램이 로봇 제어 요구 사항을 만족하는지 제어 성능을 분석할 수 있다.

2) 로봇 센서 인터페이스 개발

가) 로봇 센서 사양 분석하기

- 로봇 구동을 위해 필요한 센서를 파악하고, 사용 목적과 제원을 도출할 수 있다.
- 선정된 로봇 센서의 작동 원리를 정리할 수 있다.
- 로봇 센서 인터페이스를 위한 하드웨어의 제원을 분석하고, 인터페이스 프로그램 작성에 필요한 사항들을 정리할 수 있다.
- 로봇 센서 관련 기술 정보 및 관련 데이터시트를 해석할 수 있다.

나) 로봇 센서 프로토콜 설계하기

- 로봇 센서 인터페이스 하드웨어를 분류할 수 있다.
- 로봇 센서 인터페이스를 위한 프로토콜을 분석할 수 있다.
- 센서 사양에 맞는 통신 프로토콜을 설계할 수 있다.

다) 로봇 센서 드라이버 구현하기

- 로봇 센서 요구 사항을 만족하는 센싱 알고리즘을 작성할 수 있다.
- 센싱 알고리즘에 기반한 드라이버를 설계할 수 있다.
- 로봇 센서 인터페이스를 위한 함수를 코딩하고, 동작 확인을 할 수 있다.

3) 로봇용 UX/UI 개발

가) 사용자 친화형 로봇용 UX/UI 디자인하기

- 로봇의 구조와 기능에 따라서 UI/UX 요구 사항을 도출할 수 있다.
- 로봇 사용자와 작업 환경을 고려하여 로봇이 수행하여야 할 작업을 분석할 수 있다.
- 작업 수행을 위해 필요한 정보를 분류하고, 정보 간 상관 관계를 파악하여 정보의 계층 구조를 설계할 수 있다.
- 디자인 방법론을 활용하여 사용자 행위에 대한 적합하고 효율적인 반응을 제공하는 인터랙션 구조를 설계할 수 있다.
- 로봇과 효과적인 교감을 할 수 있도록 색상, 레이아웃, 형태 등의 디자인 요소를 활용한 UI 템플릿을 제작할 수 있다.
- UI 템플릿과 디자인 요소를 활용하여 세부 화면을 제작할 수 있다.

나) 액션 플로우 시나리오 작성하기

- 로봇이 작업을 수행하기 위해 필요한 정보 구조를 기반으로 사용자에게 전달한 정보를 구조화할 수 있다.
- 로봇이 작업을 수행하는 과정에서 발생하는 사용자와 로봇 간의 인터랙션 장면에서 처하게 될 상황과 발생하게 될 오류를 예측할 수 있다.
- 다양한 액션 플로우 디자인 방법 중 개발할 로봇 시스템에 적합한 방법을 선택할 수 있다.
- 로봇이 작업을 수행하기 위해 필요한 모든 기능을 구조적으로 표현한 상세 시나리오 문서를 작성할 수 있다.

4) 로봇 소프트웨어 시험·평가

가) 단위 기능 시험·평가하기

- 단위 기능의 정상적 수행 여부를 판단할 수 있는 시험 절차를 작성할 수 있다.
- 시험 절차서에 따라 단위 기능을 구현한 함수의 동작이 적절한지 판단할 수 있다.
- 단위 기능을 시험한 결과를 보고서로 작성할 수 있다.

나) 통합 기능 시험·평가하기

- 통합 기능의 정상적 수행 여부를 판단할 수 있는 시험 절차를 작성할 수 있다.
- 통합 시험 절차에 따라 단위 소프트웨어와 소프트웨어 컴포넌트를 통합한 프로그램의 운용로직 구현 여부를 평가할 수 있다.
- 통합 기능 시험·평가 결과를 보고서로 작성할 수 있다.

다) 신뢰성 시험·평가하기

- 로봇 소프트웨어 신뢰성 시험·평가를 위한 시험 절차를 작성할 수 있다.
- 시험 절차서에 따라 신뢰성 시험·평가 항목에 대한 세부 계획 및 적합한 자동화 시험 도구를 채택할 수 있다.
- 신뢰성 시험·평가 항목에 대한 세부 계획 및 적합한 자동화 시험 도구를 채택할 수 있다.
- 자동화 시험 도구를 이용하여 시험·평가 항목에 대한 신뢰성 시험을 실시할 수 있다.
- 결과 보고서는 산출물 문서에 포함하여 추적성을 유지하도록 작성할 수 있다.

5) 로봇 소프트웨어 유지·보수

가) 로봇 소프트웨어 설치하기

- 운용에 필요한 소프트웨어 목록들을 파악하여 종류별, 특성별로 구분하여 설치 소프트웨어 목록을 작성할 수 있다.

- 분류된 소프트웨어들의 의존 및 연관 관계에 따라 설치 소프트웨어 연관도를 작성할 수 있다.
- 연관도에 따라 설치 작업 순서를 정하고, 각 작업 단계별 체크 리스트를 작성할 수 있다.
- 설치 성공 유무를 판단할 수 있는 동작 이상 유무 검사 계획서를 작성할 수 있다.
- 각종 기본 설정 정보 및 예상 오류 조치 내역을 추가하여, 종합적인 로봇 소프트웨어 설치 계획서를 작성할 수 있다.

나) 로봇 소프트웨어 업그레이드하기

- 로봇 소프트웨어 설치 계획서에 따라 로봇 소프트웨어 설치를 진행할 수 있다.
- 이미 설치된 로봇 소프트웨어에 대해서는 부분 또는 전체 업그레이드를 진행할 수 있다.
- 설치 과정 중에 예기치 못한 오류 발생 시 내용을 직접 분석하거나 기술 협조를 통하여 필요한 조치를 취하여 설치 과정을 완료할 수 있다.
- 설치 완료 이후에 소프트웨어 동작 이상 유무 검사를 통하여 설치에 이상이 없음을 확인할 수 있다.
- 소프트웨어 동작 검사 실패 시 실패 원인을 직접 분석하여, 전체 재설치 또는 부분 재설치를 진행할 수 있다.
- 반복 설치를 통하여 파악된 각종 오류 및 조치 사항을 활용하여 설치 계획서를 보완할 수 있다.

다) 로봇 소프트웨어 사용자 교육하기

- 로봇 소프트웨어의 기능 및 목적을 이해하고, 사용자 레벨을 파악하여 적합한 사용자 교육 계획을 수립할 수 있다.
- 사용자 교육에 필요한 교육 자료, 데모 시연, Q&A 리스트, 기타 교재를 직접 제작하거나, 협조를 통하여 준비할 수 있다.
- 사용자 교육을 직접 진행하고, 교육생의 피드백을 수집하여 지속적인 개선 작업을 진행할 수 있다.

라) 동작 오류 검사하기

- 운용 중인 로봇 소프트웨어에 대하여 시스템 로그 분석, 저장 용량 확인, 점유 메모리, CPU 사용 패턴 등 각종 유지·보수 항목들을 도출할 수 있다.
- 도출된 항목들에 대한 분석 및 검사 방법 및 결과별 조치 내역을 포함한 세부 작업 계획서를 작성할 수 있다.
- 도출된 항목들을 중요도 및 예상 주기별로 예방, 정기, 긴급 등으로 나누어 유지·보수 실행 계획을 수립할 수 있다.
- 수립된 계획에 의하여 유지·보수를 시행하고, 결과별 필요한 작업 조치를 취할 수 있다.

- 긴급한 오류 사항 수정이 필요할 경우, 예상 문제점을 추정하여 필요한 긴급 조치를 수행하여 로봇 소프트웨어 동작을 정상화시키고, 향후 상세 원인 분석에 필요한 각종 디버깅 자료를 생성할 수 있다.

3. 교수·학습

- 가. 로봇 사용자의 요구를 충족시킬 수 있는 로봇 작업과 로봇 서비스를 구현하기 위하여 로봇 사용자의 요구를 분석하고, 로봇 소프트웨어 구성 요소의 구조 설계, 기능 구현, 동작을 시험·평가하는 능력을 기를 수 있도록 지도한다.
- 나. 학생의 성취수준 및 요구, 학교의 실정, 지역 사회의 여건 등을 고려하여 지도의 비중을 달리하여 지도한다.
- 다. 학생들이 수행하여야 할 과제를 제시하고, 이를 수행하기 위해 필요한 하위 성취 여부에 따른 체크리스트를 작성하여 학생 스스로 학업 성취도를 확인할 수 있도록 지도한다.
- 라. 로봇 소프트웨어에 대한 기본 이론과 로봇 소프트웨어 개발에 관한 기술을 습득하고 원리를 이해하여 학생들의 학습 전이를 향상시킬 수 있도록 한다.
- 마. ‘로봇 액추에이터 제어 소프트웨어 개발’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 주어진 목표 성능과 신뢰성을 만족하도록 로봇의 액추에이터를 제어하는 소프트웨어를 개발하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 바. ‘로봇 센서 인터페이스 개발’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 로봇이 계획된 동작을 수행하고 주변 환경을 인식하기 위한 다양한 센서 인터페이스 프로그램을 개발하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 사. ‘로봇용 UX/UI 개발’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 협동 학습 등을 활용하여 인간과 로봇 간의 의사소통 및 상호 협력을 가능하게 하는 상호 작용 환경을 디자인, 구현하는 데 필요한 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 아. ‘로봇 소프트웨어 시험·평가’ 영역에서는 실험·실습법, 프로젝트 학습, 문제 기반학습 등을 활용하여 작성한 로봇 소프트웨어를 다양한 경우의 수에 대한 확인을 하여 잠재적으로 가지고 있을 수 있는 결함을 식별하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.
- 자. ‘로봇 소프트웨어 유지·보수’ 영역에서는 프로젝트 학습, 협동 학습, 문제 기반 학습 등을 활용하여 로봇을 운용하기 위해서 필요한 소프트웨어 설치를 위한 계획을 수립하고, 절차에 의해 설치 또는 업그레이드를 진행하며, 각 그룹별 사용자 교육을 진행하고, 주기적 혹

은 요청 시점에 예방, 정기, 긴급 등 각종 유지·보수 작업을 실행하는 능력에 관련된 지식, 기술, 태도를 가질 수 있도록 지도한다.

4. 평가

가. 평가의 주안점

- 1) 영역별로 수행 준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가한다.
- 2) 단순하고 지엽적인 문제보다는 개념과 원리의 이해 및 적용을 통해 종합적인 실무 능력을 기른다.
- 3) 평가자는 작업 영역 성취기준에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위하여 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용한다.
- 4) 실무 과목의 특성에 따라 전 영역에서 학생들의 작업 수행 능력, 작업 태도, 과제물의 완성도를 체크리스트나 구체적인 평정 척도를 개발하여 항목별로 평가한다.
- 5) 과제 수행 능력에 따라 기초 및 심화 과제를 제시하고, 이에 대한 수행 정도를 평가한다.
- 6) ‘로봇 액추에이터 제어 소프트웨어 개발’ 영역에서는 주어진 목표 성능과 신뢰성을 만족하도록 로봇의 액추에이터를 제어하는 소프트웨어를 개발하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오 등을 활용한 과정 중심 평가와 평가자 질문, 구두 발표 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 7) ‘로봇 센서 인터페이스 개발’ 영역에서는 로봇이 계획된 동작을 수행하고 주변 환경을 인식하기 위한 다양한 센서 인터페이스 프로그램을 개발하는 능력에 대해 문제 해결 시나리오 등을 활용한 과정 중심 평가와 서술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 8) ‘로봇용 UX/UI 개발’ 영역에서는 인간과 로봇 간의 의사소통 및 상호 협력을 가능하게 하는 상호 작용 환경을 디자인, 구현하는 데 필요한 능력에 대해 포트폴리오, 논술형 시험, 사례 연구, 일지/저널, 구두 발표 등을 활용한 과정 중심 평가와 결과 평가를 한다.
- 9) ‘로봇 소프트웨어 시험·평가’ 영역에서는 작성한 로봇 소프트웨어를 다양한 경우의 수에 대한 확인을 하여 잠재적으로 가지고 있을 수 있는 결함을 식별하는 능력에 대해 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 일지/저널, 작업장 평가 등을 활용한 과정 중심 평가와 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 평가자 질문, 일지/저널, 작업장 평가 등을 활용한 결과 평가를 한다.
- 10) ‘로봇 소프트웨어 유지·보수’ 영역에서는 로봇을 운용하기 위해서 필요한 소프트웨어 설치를 위한 계획을 수립하고, 절차에 의해 설치 또는 업그레이드를 진행하며, 각 그룹별 사용

자 교육을 진행하고, 주기적 혹은 요청 시점에 예방, 정기, 긴급 등 각종 유지보수 작업을 실행하는 능력에 대해 포트폴리오, 문제 해결 시나리오, 서술형 시험, 논술형 시험, 평가자 질문, 구두 발표 등을 활용한 과정 중심 평가와 결과 평가를 한다.

나. 영역별 성취수준

내용 영역	성취수준		
	S등급	A등급	P등급
로봇 액추에이터 제어 소프트웨어 개발	로봇 액추에이터 제어기 게인 설정하기, 로봇 액추에이터 제어기 제어 성능 시험하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 로봇 액추에이터 제어 소프트웨어를 개발할 수 있다.	로봇 액추에이터 제어기 게인 설정하기, 로봇 액추에이터 제어기 제어 성능 시험하기를 다른 사람에게 설명하면서 로봇 액추에이터 제어 소프트웨어를 개발할 수 있다.	로봇 액추에이터 제어기 게인 설정하기, 로봇 액추에이터 제어기 제어 성능 시험하기를 알고, 로봇 액추에이터 제어 소프트웨어를 개발할 수 있다.
로봇 센서 인터페이스 개발	로봇 센서 사양 분석하기, 로봇 센서 프로토콜 설계하기, 로봇 센서 드라이버 구현하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 로봇 센서 인터페이스를 개발할 수 있다.	로봇 센서 사양 분석하기, 로봇 센서 프로토콜 설계하기, 로봇 센서 드라이버 구현하기를 다른 사람에게 설명하면서 로봇 센서 인터페이스를 개발할 수 있다.	로봇 센서 사양 분석하기, 로봇 센서 프로토콜 설계하기, 로봇 센서 드라이버 구현하기를 알고, 로봇 센서 인터페이스를 개발할 수 있다.
로봇용 UX/UI 개발	사용자 친화형 로봇용 UX/UI 디자인하기, 액션 플로우 시나리오 작성하기를 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 로봇용 UX/UI를 개발할 수 있다.	사용자 친화형 로봇용 UX/UI 디자인하기, 액션 플로우 시나리오 작성하기를 다른 사람에게 설명하면서 로봇용 UX/UI를 개발할 수 있다.	사용자 친화형 로봇용 UX/UI 디자인하기, 액션 플로우 시나리오 작성하기를 알고, 로봇용 UX/UI를 개발할 수 있다.
로봇 소프트웨어 시험·평가	단위 기능 시험·평가, 통합 기능 시험·평가, 신뢰성 시험·평가 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 로봇 소프트웨어를 시험·평가할 수 있다.	단위 기능 시험·평가, 통합 기능 시험·평가, 신뢰성 시험·평가 방법을 다른 사람에게 설명하면서 로봇 소프트웨어를 시험·평가할 수 있다.	단위 기능 시험·평가, 통합 기능 시험·평가, 신뢰성 시험·평가 방법을 알고 로봇 소프트웨어를 시험·평가할 수 있다.
로봇 소프트웨어 유지·보수	로봇 소프트웨어 설치, 로봇 소프트웨어 업그레이드, 로봇 소프트웨어 사용자 교육, 동작 오류 검사 방법을 다른 사람에게 새로운 예를 들어 설명하면서 로봇 소프트웨어를 유지·보수할 수 있다.	로봇 소프트웨어 설치, 로봇 소프트웨어 업그레이드, 로봇 소프트웨어 사용자 교육, 동작 오류 검사 방법을 다른 사람에게 설명하면서 로봇 소프트웨어를 유지·보수할 수 있다.	로봇 소프트웨어 설치, 로봇 소프트웨어 업그레이드, 로봇 소프트웨어 사용자 교육, 동작 오류 검사 방법을 알고, 로봇 소프트웨어를 유지·보수할 수 있다.