

# 기업체 현장엔지니어 향상 프로그램의 체계적인 모형개발에 대한 연구 (PLC 기반 제어를 중심으로)

## A Study on Systematic Model Development of Skill Improvement for Industrial Engineers (PLC Based Control)

김진우\*, 이우영\*\*

Jin-Woo Kim\*, Woo-Young Lee\*\*

### 요약

급변하는 시장상황에 따라서 생산 자동화 시스템의 원활한 구현을 위한 다양한 자동화 제어 기술들이 요구되고 있다. 그 중에서 자동화 제어 기술의 핵심 중의 하나는 PLC기반제어 기술을 바탕으로 하는 융복합 제어기술이다. PLC를 이용한 다양한 자동화 제어 기술이 급속하게 발전하고 보급됨에 따라 자동화, 생산, 제조기술 등의 분야에서 재직하고 있는 엔지니어들은 필수적인 제어 기술임에도 불구하고 산업체의 적용범위가 광범위하고 응용 사례가 다양하기 때문에 최적의 경로를 선택하여 체계적인 학습을 진행하기는 쉽지 않은 것이 현실이다.

아울러 여러 가지 교육 훈련 프로그램 등이 진행되고 있지만 체계적이지 못한 교육과정과 연계성이 부족한 커리큘럼 구성으로 재직자들의 능력 향상과 기업 경쟁력 강화에 큰 도움이 되지 못하고 있는 상황이다

이에 본 논문에서는 S사의 현장엔지니어를 대상으로 하는 교육 프로그램의 문제점들을 분석하여 기업 맞춤형 교육과정을 체계적 모델로 개발하여 그것을 적용한 결과와 효과를 제시한다.

**Key Word** : PLC, 자동화, 설비보전

### ABSTRACT

It is necessary that the industry has to develop various automated control technology for efficient creation of manufacture automation system according to rapid market situation. One of the technologies is the fused complex control based on PLC-based controlled system. According to rapid growth and distribution of various automated control technologies using PLC, the engineers in automation, Production and manufacturing technologies fields have difficulties in systematic studying on the technologies by choosing an optimal route due to various industry-applied examples and ranges, in spite that the technology is essential.

Therefore, the researchers indicate applied outputs and effects extracted by systematically developing systematic company-specified training program by analyzing education procedure drawbacks for S-company engineers.

---

\* 한국기술교육대학교 산학협력단 (kjjw66@kut.ac.kr)

\*\* 한국기술교육대학교 기계정보공학부 (wylee@kut.ac.kr)

제1저자 (First Author) : 김진우

교신저자 : 김진우

접수일자 : 2009년 11월 30일

수정일자 : 2009년 12월 17일

## I. 서론

PLC(Programmable Logic Controller)는 공정 자동화가 요구되는 모든 산업 분야에서 널리 활용되고 있는 제어기기이며 전기, 전자, 기계 등의 산업 분야에 급속히 보급되고 있는 자동화 제어 기술의 핵심 분야이다<sup>1)</sup>. 그러나 재직자를 대상으로 하는 PLC기반제어 훈련은 90년대부터 실시되기 시작하였지만 대부분 교육의 진행 내용은 단순 프로그래밍 위주의 교육으로 진행되었다.

현재 생산성 향상과 품질 향상을 위하여 제조현장의 성능은 급격히 변화하였으며 제조, 가공 등의 소단위 중심에서 시스템 전체의 관리 운영 및 예방보전, 사후보전 등을 넘어 보전예방을 위한 시스템 차원의 기술로 중심이 이동되고 있는 상태이다. 반면 현재 대부분 운영되고 있는 단위 요소기술 위주의 (PLC기반제어)교육은 현장의 요구를 만족시키지 못하고 있다. 이러한 이유로는

- 1) PLC와 연계선상에 있는 자동화, 생산기술, 제조 기술 분야의 교육과정들이 단위 요소기술로 독립적으로 세분화되어 있어서 교육을 받는 기술자들의 선택의 폭이 넓게 보일 수 있지만 각각의 필수 과정을 모두 이수하기도 어렵고, 모든 과정을 이수하더라도 과정의 연계성을 스스로 학습하여 터득하기란 무척 어려운 일이다.
- 2) 각각의 과정에는 교육 입과 전 선수지식이 필요하지만 교육 이력 관리 부재 등의 문제로 선수지식을 무시하고 입과하여 교육의 효과를 떨어뜨리고 교육 과정의 만족도와 현업 조기 적응력을 저해하는 요인이 되고 있다.
- 3) 단위 요소기술 과정 위주의 교육 진행으로 인해 전체 시스템 제어 동작에 대한 이해력 부족으로 제조현장의 Down Time이 증가하는 요인이 될 수 있다.
- 4) 현장의 각종 시스템에서 다수의 Trouble 발생 시 즉각 대처 능력이 부족하여 생산성 향상의 저해 요인이 될 수 있다.
- 5) 신입사원 등의 조기 전력화를 통한 기업 경쟁력 제고에 어려움이 있다.
- 6) 요소기술 과정 입과 시 선수지식의 부족으로 인한 Review 교육에 많은 시간을 할애하여 교육 운영 시 비효율적인 요인이 될 수 있다.
- 7) 각 요소기술 과정을 유지하면서 유기적으로

과정별 연계성을 구축, 향상시키는데 어려움이 발생한다.

이러한 문제들로 인하여 현재 재직자들에게 날로 첨단화되고 융복합화를 요구하고 있는 제조현장의 실무능력 배양을 요구하기가 어려운 것이 현실이다.

제조현장의 재직자들이 피부로 느끼는 문제를 해결하기 위해서는 우선 기본적인 융복합 기술 습득을 중심으로 한 창의적 사고와 설계 도입 과정 구성 기술을 중심으로 하는 현장 문제 해결 능력전개 단계, 복합 시스템 구성 기술을 중심으로 하는 Troubleshooting 능력 심화 및 응용 단계 등으로 체계화시킬 필요가 있다<sup>2)</sup>. 이에, 본 논문에서는 기존의 단위 요소별 과정으로 운영되었던 PLC기반제어의 문제점을 개선한 4단계의 기업체 맞춤형 융복합 과정을 제안하고 1차 교육 과정 운영 후 교육 설문 평가를 활용하여 그 결과를 평가한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 II장에서는 S사의 제조현장의 분야별 필요 기술 현황에 대하여 알아본다. 제 III장에서는 단계별 과정 개발을 위한 분석방법에 대하여 기술하고, 이를 통한 과정 개발 방향을 제시한다. 제 IV장에서 4단계별 과정 개발 프로그램 모델을 설계한다. 마지막으로 제 V장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

## II. 제조현장의 분야별 필요 기술 현황

아래 그림은 S사 제조현장 재직자를 대상으로 한 PLC기반제어의 필수 요소 기술에 대한 설문 결과이다. 모두 15개의 기술교육 과정이 필요하지만 재직자가 모든 과정을 단계별로 이수하고, 지습을 통하여 스스로 체계화 시키는데 어려운 점이 발생한다.

이런 문제점들로 인해 많은 경우 단순히 교육점수를 취득하기 위하여 단위 요소 과정 등을 수강, 교육 결과의 현업 적용도를 저해하는 요인이 발생한다. 아울러 기존의 운영 과정들도 주로 전기공압, PLC기초, 센서제어 기초 위주의 단위 요소기술 등으로 구성되어 선택의 폭이 좁으며 다양한 융복합 시스템 구성제어를 통한 간접 체험의 기회를 얻지 못하고 있는 것이 현실이다. 보다 효과적이고 효율적인 과정 개발을 위해서는 각 단계를 축소화 시키고 융복합 할 수 있는 체계적인 교육 모델의 개발이 필요하다.

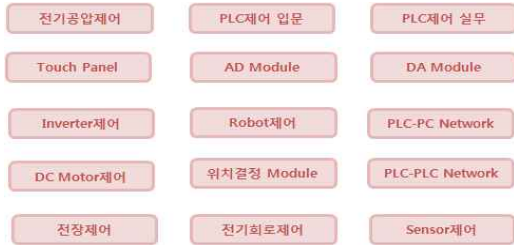


그림 1. S사 재직자대상 PLC기반교육 필수요소 분석 결과

아래의 표1은 그림 1의 필수 요소를 바탕으로 과정을 개발할 때 필요한 구성요소이다.

표 1. 각 과정별 교육 구성 요소

필수 과정명	구성 요소
전기공압제어	공압 Limit의 구성 및 전기공압회로
전기회로제어	계측기 사용방법, 기본 소자 및 회로 이해
전장제어	전장제어 구성 요소 및 배선, 시퀀스제어
PLC제어 입문	기본명령어 이해 및 래더 로직 활용
PLC제어 실무	응용명령어 구조 이해 및 활용
Sensor제어	디지털 센서의 사용과 특성 실험
DC Motor 제어	Motor의 구동 원리 이해, 정/역 및 위치제어
Touch Panel	Touch Panel 작화 방법 및 PLC 연동제어
AD Module	AD Module을 활용한 Analog Sensor 제어
DA Module	DA Module을 활용한 Inverter 제어
Inverter제어	Inverter 사용방법 및 유도전동기제어
위치결정 Module	위치결정 Module을 활용한 Servo Motor제어
Robot제어	위치결정 Module을 이용한 2축 동시보간과 독립 제어, 공압을 활용한 인동 P&P 제어
PLC-PLC Network	CC-Link, MelsecNet(PLC Network)
PLC-PC Network	DeviceNet, EtherNet, ProfiBus제어

### Ⅲ. 단계별 과정 개발을 위한 분석

앞에서 언급한 바와 같이 응복합화된 재직자 능력 향상을 위한 체계적인 모델 개발과 운영을 위해서 재직자를 대상으로 사전 평가 설문지를 통해 각 과정별 단계를 분류 하였다. 설문지의 내용은 제조 현장의 각 분야 전문가들의 조언을 수렴하였다. 각 제조현장 전문가의 구성은 해당기업의 설비제어, 제조기술, 생산기술, 자동화, 생산혁신, 보전등의 현장업무 담당자와 인사교육 담당자로 과차장급 위주로 구성하였으며 각 분야의 현장 업무 수행 시 필요한 기초 및 전문 지식등을 명기하도록 하였다. 이를 바탕으로 현업에서 필요한 분야별 지식을 문항별로 재정리하였으며 다시 4개 Level로 분류하였다. 아울러 현장 재직자를 상대로 각 Level마다의 필수적인 기술 지식에 대한 각 20개 문항에 O/X로 설문 문답 하도록 하였다.

표 2. 각 문항별 과정 Level 1 문항

분야	문항	체크	비고
자동화시스템 및 기초지식	자동화의 5대 구성요소에 대하여 설명할 수 있습니까?	O/X	
	멀티테스터를 사용할 수 있습니까?	O/X	
전기공압 제어	방향제어벨브에 대하여 설명할 수 있습니까?	O/X	
	원래이를 활용하여 자기유지회로를 구성할 수 있습니까?	O/X	
HLC제어	실린더 동작 A/B-B-A를 양측출력노이드 벨브를 활용하여 구축할 수 있습니까?	O/X	
	HLC의 구성에 대하여 설명할 수 있습니까?	O/X	
SENSOR 제어	입출력 IO할당에 대해서 설명할 수 있습니까?	O/X	
	Sink/Source의 차이점을 설명할 수 있습니까 ?	O/X	
MOTOR 제어	작동회로 접속식, 비접속식 센서에 대하여 설명할 수 있습니까?	O/X	
	NN Type과 PNP type에 대하여 설명하고 배선할 수 있습니까?	O/X	
기계기구	정전용량형 센서를 사용할 수 있습니까?	O/X	
	드러의 구동원리에 대하여 설명할 수 있습니까?	O/X	
HLC제어	HLC를 활용하여 DC 모터를 정역 제어 할 수 있습니까?	O/X	
	HLC를 활용하여 DC 모터를 위치 제어 할 수 있습니까?	O/X	
기계기구	선의 종류에 대하여 설명할 수 있습니까?	O/X	
	부상에 대하여 설명할 수 있습니까?	O/X	
HLC제어	단면도에 대하여 설명할 수 있습니까?	O/X	
	2차원으로 입체도를 표현할 수 있습니까?	O/X	
HLC제어	AUTO CAD를 활용하여 도면을 생성할 수 있습니까?	O/X	

표 3. 각 문항별 과정 Level 2 문항

분야	문항	체크	비고
HLC제어	TR Type과 Relay Type에 대하여 설명할 수 있습니까?	O/X	
	스캐너타임에 대하여 설명할 수 있습니까?	O/X	
HLC제어	비트 워드 디바이스에 대하여 설명할 수 있습니까?	O/X	
	ON우선 회로와 OFF우선 회로의 차이점을 설명할 수 있습니까?	O/X	
HLC제어	카타미에 대하여 설명할 수 있습니까?	O/X	
	플러지회로의 개념을 설명할 수 있습니까?	O/X	
HLC제어	신출명령어에 대하여 설명하고 활용할 수 있습니까?	O/X	
	데이터 변환 명령어에 대하여 설명하고 활용할 수 있습니까?	O/X	
HLC제어	논리연산과 로테이션 명령어에 대하여 설명하고 활용할 수 있습니까?	O/X	
	Common의 개념에 대해서 설명할 수 있습니까 ?	O/X	
HLC제어	Inverter를 활용하여 Motor를 제어할 수 있습니까?	O/X	
	벤트 제어시 오프투양의 개념을 설명할 수 있습니까?	O/X	
MOTOR 제어	슬립 보상에 대해서 설명할 수 있습니까?	O/X	
	회생제어에 대해서 설명할 수 있습니까?	O/X	
HLC제어	Flush와 Backrush에 대한 개념을 설명할 수 있습니까 ?	O/X	
	치수와 공차에 대하여 설명할 수 있습니까??	O/X	
HLC제어	표면거칠기에 대하여 설명할 수 있습니까?	O/X	
	기하공차에 대하여 설명할 수 있습니까?	O/X	
HLC제어	기계 재료에 대하여 설명할 수 있습니까?	O/X	
	기계요소에 대하여 구분하여 설명할 수 있습니까?	O/X	

표 4. 각 문항별 과정 Level 3 문항

분야	문항	체크	비고
HLC제어	HLC를 활용하여 Analog신호를 변환할 수 있습니까?(Digital - Analog 신호 변환)	O/X	
	구조화 명령에 대해서 설명할 수 있습니까 ?	O/X	
HLC제어	데이터 테이블 명령에 대해서 설명할 수 있습니까 ?	O/X	
	IO 리플렉시의 개념을 설명할 수 있습니까 ?	O/X	
SENSOR제어	Analog Sensor의 신호를 (Analog - Digital 신호 변환)변환할 수 있습니까?	O/X	
	각종 센서의 특성을 이용하여 재질을 구별할 수 있습니까?	O/X	
SENSOR제어	연하량에 따른 분류를 할 수 있습니까?	O/X	
	삼중 간섭 방지 대책에 대해서 설명할 수 있습니까?	O/X	
전장제어	배선방법에 따라 배선을 할 수 있습니까 ?	O/X	
	전장 회로도를 편독할 수 있습니까 ?	O/X	
HLC제어	NEB와 MCB의 차이점을 설명할 수 있습니까?	O/X	
	TRR과 OL의 차이점을 설명할 수 있습니까?	O/X	
Touch Panel	전장 구성 요소의 용량 설정을 위한 용량 계산을 할 수 있습니까?	O/X	
	Touch Panel(GOT 1000)에 스위치를 조작할 수 있습니까?	O/X	
Touch Panel	Touch Panel에 다양한 화면(수동, 자동, 알람, 데이터 등을 구성할 수 있습니까?)	O/X	
	Touch Panel(GOT 1000)를 PLC와 연동하여 제어할 수 있습니까?	O/X	
Touch Panel	애니메이션기능을 조작할 수 있습니까?	O/X	
	복수의 Touch Panel을 이용한 네트워크 제어를 할 수 있습니까?	O/X	
Touch Panel	Overlap기능을 조작할 수 있습니까?	O/X	
	수직입력 키를 작성할 수 있습니까 ?	O/X	

표 5. 각 문항별 과정 Level 4 문항

분야	문항	체크	비고
MOTOR 및 ROBOT 제어	PWM제어에 대해서 설명할 수 있습니까?	O/X	
	서보 모터 부위에 따른 용량 계산을 할 수 있습니까?	O/X	
	BLDC모터의 특성에 대해서 설명할 수 있습니까?	O/X	
	위치결정모듈을 활용하여 SERVO MOTOR의 위치 및 속도 제어를 할 수 있습니까?	O/X	
	위치결정모듈을 활용하여 동시보간 제어를 할 수 있습니까?	O/X	
	PID제어에 대하여 설명할 수 있습니까?	O/X	
	교류와 회전 자계에 대해서 설명 할 수 있습니까 ?	O/X	
	INC방식과 ABS방식을 설명할 수 있습니까?	O/X	
	OFFSET의 개념을 설명할 수 있습니까 ?	O/X	
	FROM TO명령과 인덴티핀드 명령의 차이점을 설명할 수 있습니까?	O/X	
Network 제어	FIELD BUS의 의미와 종류를 설명할 수 있습니까?	O/X	
	단일 네트워크 시스템과 복수 네트워크 시스템을 설명할 수 있습니까?	O/X	
	다중간 네트워크 제어 방식에 대해서 설명할 수 있	O/X	
	MLSENET을 활용하여 PLC간 NETWORK제어를 할 수 있습니까?	O/X	
	링크 워드 디바이스에 대해서 설명할 수 있습니까 ?	O/X	
	Token Ring방식에 대해서 설명할 수 있습니까 ?	O/X	
	에이절릭전송방식과 트랜지트전송방식의 차이점을 설명할 수 있습니까?	O/X	
	CC-Link를 활용하여 PLC간 NETWORK제어를 할 수 있습니까?	O/X	
	DEVICENET을 활용한 PLC-PC NETWORK제어를 할 수 있습니까?	O/X	
	PROFIBUS를 활용한 PLC-PC NETWORK제어를 할 수 있습니까?	O/X	

설문은 해당기업의 설비제어, 제조기술, 생산기술, 자동화, 생산혁신, 보전등의 현장 재직자 121명을 대상으로 하였으며 설문 대상자의 구성을 살펴보면 근속연수 기준으로 1년차에서 3년차까지 25명, 4년차에서 6년차까지 78명, 7년차에서 10년차까지 17명으로 구성되어 있으며 직급은 사원에서 대리까지를 대상으로 하였다. 설문 요령은 Level 1부터 4 Level 4까지 질문에 응하도록 하였으며 각 Level의 20개 항목중 14개 이상의 OK 체크일 경우 해당 Level은 Pass로 결정하고 다음 Level을 체크하도록 하였다. 만약 14개 미만일 경우에는 해당 Level을 Fail로 결정하고 Fail로 결정된 Level에 맞는 과정을 수강하도록 하였다.

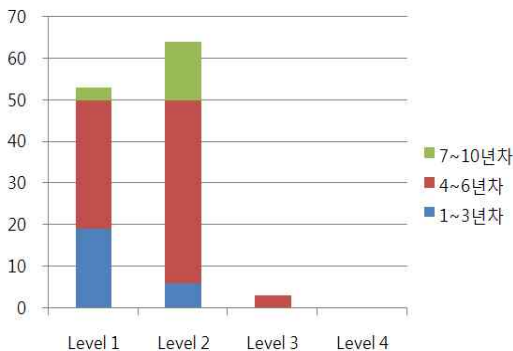


그림 2. 각 Level별 설문결과

사전 평가 설문지를 통해 필요한 과정의 단계별 개발 및 각각의 재직자 수준에 맞는 효과적인 운영을 할 수 있다. 이로 인해 예상되는 효과로는

- 1) 각 교육 입과자를 동일 수준으로 평준화시킬 수 있으며 눈높이에 맞는 강의 진행으로 교육 집중도 및 만족도 등을 높일 수 있다.
- 2) 재직자의 기술력 보유 현황을 파악하여 필요 요소기술을 함양할 수 있다.
- 3) 기술 요구 수준 등의 도달 목표를 제시 할 수 있다.
- 4) 사전 선수지식에 대한 재정립이 가능하다.
- 5) 제조현장의 문제점들을 사전에 파악할 수 있다.
- 6) 재직자의 기술력을 조기에 함양할 수 있다.

#### IV. 단계별 과정 개발

설문지 내용을 분석하여 모두 15개 PLC기반제어 영역을 4개의 과정으로 재구성하였다. 4개의 과정은 설비제어 입문, 설비제어 실무, 설비제어 응용, 설비제어 전문가로 구성되어 있으며 각 과정은 각각 2 주과정으로 편성하였다. 각 과정은 교육 수료 시 평가 테스트를 통과해야 다음 단계 과정 입과가 가능하도록 하였다.

4개 과정 중 1단계인 설비 입문과정은 PLC기반의 자동화분야 입문을 위한 과정으로 자동화의 기본개념과 전기공압, 센서, PLC를 연동하여 PLC기반 제어의 흥미와 현업 적응도를 높이는데 목적이 있다<sup>3)</sup>.

표 6. 설비제어 입문 과정 개요

구분	설비제어 입문
교육 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 자동화 시스템의 기본 단위 요소 이해</li> <li>○ 디지털(On/Off) 센서의 구성 이해 및 활용</li> <li>○ 공압 유닛 및 시퀀스 제어의 이해 및 활용</li> <li>○ PLC 기본명령어의 이해 및 활용</li> </ul>
교육 내용	<b>자동화 시스템</b> ○ 자동화 5대 요소 및 자동화 시스템
	<b>전기공압 제어</b> ○ 공압 Unit의 종류 및 특성 ○ 논리회로 활용 및 구성 ○ 전기공압 회로 구성 및 설계 방법 ○ 타이머, 카운터 등 부가조건을 활용한 회로 설계
	<b>센서제어</b> ○ 자동화용 센서 종류 및 특성 설명
	<b>PLC제어 기초</b> ○ PLC의 구성 및 특성 ○ 전기공압회로도 → PLC Ladder Compile ○ GX Developer 사용법 ○ 기본 명령어를 활용한 전기공압제어

4개 과정중 2단계인 실무과정은 각종 응용명령을 이용한 통합 시스템제어의 시스템 구성 능력 배양 및 기초 고장 탐구 능력을 함양하는데 목적이 있다<sup>4)</sup>.

표 7. 설비제어 실무 과정 개요

구분	설비제어 실무
교육 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ PLC 응용명령어의 이해 및 활용</li> <li>○ DC 모터 제어의 이해 및 활용</li> <li>○ PLC기반의 DC 모터, 센서, 공압 통합 시스템 제어 이해 및 활용</li> </ul>
교육 내용	<b>입문과정 Review</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 자동화 개론 및 전기공압제어, PLC 기본 명령어 Review</li> </ul>
	<b>PLC제어 실무</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 부가조건을 활용한 PLC 기본명령어 활용</li> <li>○ PLC 응용명령어의 이해 및 활용</li> </ul>
	<b>DC모터 제어</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 모터의 종류 및 특성</li> <li>○ DC 모터의 정역제어</li> <li>○ DC 모터의 위치제어</li> </ul>
	<b>통합제어</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ PLC기반의 DC 모터, 센서, 공압 통합 시스템 제어 실습</li> </ul>

4개 과정중 3단계인 응용 과정은 Touch Panel과 PLC의 연동 제어를 통한 HMI(Human Machine Interface)인터페이스 능력 배양과 아날로그(Analog to digital 또는 Digital to Analog)제어를 이용한 인버터의 시스템 속도제어능력과 전장제어를 연동하여 시스템 구성과 원활한 제어를 구현하는데 목적이 있다.

표 8. 설비제어 응용 과정 개요

구분	설비제어 응용
교육 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Touch Panel을 활용한 PLC 연동 제어 이해 및 활용</li> <li>○ Analog-Digital 변환 제어 이해 및 활용</li> <li>○ Digital-Analog 변환 제어 이해 및 활용</li> <li>○ Inverter 제어의 이해 및 활용</li> <li>○ 전장시스템의 이해 및 구성</li> </ul>
교육 내용	<b>실무과정 Review</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ PLC의 기본 및 응용명령어, DC 모터 제어 Review</li> </ul>
	<b>Touch Panel제어</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Touch Panel 작화방법</li> <li>○ Touch Panel 화면구성</li> </ul>
	<b>A/D제어</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ A/D 모듈 제어 방법</li> <li>○ A/D 모듈을 통한 Analog 센서 제어</li> </ul>
	<b>D/A제어</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ D/A 모듈 제어 방법</li> <li>○ D/A 모듈을 통한 모터 제어</li> </ul>
	<b>Inverter 제어</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ AC 모터의 종류 및 제어 방법</li> <li>○ Inverter 선정 및 설정 방법</li> <li>○ Inverter를 활용한 모터제어</li> </ul>
	<b>전장제어</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전장 시스템 구성요소의 종류 및 특성</li> <li>○ 전장 시스템 구성 방법 및 시퀀스제어</li> </ul>

4개 과정 중 4단계인 설비제어 전문가 과정은 PLC의 각종 네트워크 구성 및 제어 능력을 함양 하고 각종 전용 함수 명령을 이용한 동시 보간 제어 능력 향상과 PLC와 PC의 인터페이스를 이용한 각종 Field Bus활용 능력을 배양하여 현장에서 발생할 수 있는 고난이도의 System Troubleshooting 처리 능력을 갖추는데 목적이 있다.

표 9. 설비제어 전문가 과정

구분	설비제어 전문가
교육 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 위치결정 모듈을 활용한 Servo 모터 제어 이해 및 활용</li> <li>○ PLC를 활용한 로봇 제어의 이해 및 활용</li> <li>○ PLC Network의 이해 및 활용</li> <li>○ PLC-PC Network의 이해 및 활용</li> </ul>
교육 내용	<b>응용과정 Review</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ PLC의 전용 응용명령어 Review</li> </ul>
	<b>Servo 모터 제어</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Servo 모터의 구동 원리 및 특성</li> <li>○ 위치결정 모듈을 활용한 Servo 모터 제어 방법</li> <li>○ 위치, 속도 등 Servo 모터 제어 응용</li> </ul>
	<b>로봇제어</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 위치결정 모듈을 활용한 2축 제어</li> </ul>
	<b>PLC Network 제어</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ MelsecNet, CC-Link 등 Network 제어</li> <li>○ Network를 활용한 시스템 제어</li> </ul>
	<b>PLC-PC Network 제어</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ DeviceNet, EtherNet, Profibus 등 PLC-PC Network 제어 방법</li> <li>○ Network를 활용한 시스템 제어</li> </ul>

아래 그림은 S사 재직자 대상 PLC기반 교육 필수 요소 분석 결과와 4 LEVEL 과정의 상호 연결도이다. 왼쪽은 PLC기반제어의 필수 요소 기술 15개 분야이며 오른쪽은 4단계로 과정을 단계별 구성한 과정연결도이다.

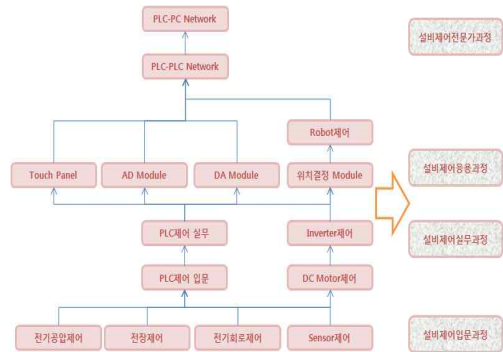


그림 3. PLC기반 교육의 단계별 구성과 과정 연결도

## V. 결론

8월 3,4주차와 9월 2,3주차에 S사의 설비제어, 제조기술,생산기술,자동화,생산혁신 분야 재직자중 설비제어 실무 과정을 신청한 각 20명씩을 대상으로 체계화된 향상 프로그램 모델을 적용하였다. 재직자를 대상으로 적용된 4단계의 과정 중 2번째 단계인 설비제어 실무를 2주간 약 70시간 동안 진행하였다. 대부분의 재직자들은 1차 입문평가 시 평균 47점, 2차 입문평가에서 평균 80점 (100점 만점)이었지만 과정 수료 시 결과평가는 평균 92점 (100점 만점)으로 평균 점수가 급격히 상승하였음을 보여준다.

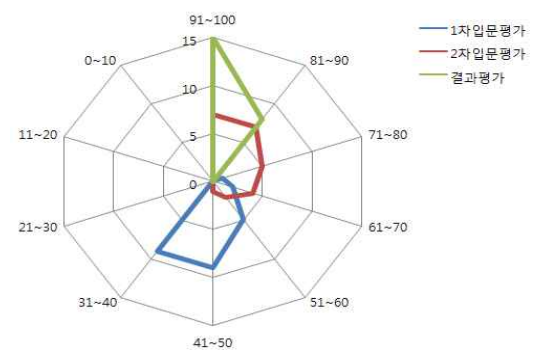


그림 4. 설비제어 실무 입문-결과 평가 비교 그래프

표 10. 설비제어 실무 입문·결과평가 점수표

No	성명	입문평가		결과평가
		1차	2차	평가
1		36.7	76.7	90
2		53.3	66.7	90
3		36.7	66.7	88.5
4		40	80	92.5
5		53	86.7	91
6		70	100	98
7		60	76	88
8		43.3	97.7	97
9		50	90	99
10		40	80	91.5
평균		46.7	80	92

아래 표는 2차수로 진행된 설비제어 실무 과정에 대한 과정 만족도 설문 결과이다. 과정만족도 총괄 점수는 5점 만점에 4.55점을 확인할 수 있다. 특히 「교육과정 구성 및 내용」 「교육 내용이 향후 업무수행에 도움이 되겠습니까?」 라는 항목과 “동료나 후배들에게 본 과정을 추천하시겠습니까?”라는 항목에서 평가 점수가 각각 4.65점과 4.70점임을 살펴보면 처음 적용된 체계화된 융복합형 PLC기반 제어나 후배개발과 적용이 제조 현장에서 절대적으로 필요로 하는 과정이었음을 알 수 있다.

표 11. S사 설비제어 실무 설문 결과

구분	문항	평균 (5점)
과정만족도 총괄		
교육과정 구성 및 내용	1. 전체적인 교육과정 커리큘럼은 적절하게 구성되었습니까?	4.55
	2. 교육 내용이 교육목표 달성에 적합하도록 구성되었습니까?	4.60
	3. 강의에 적절한 교육방법이 적용되었습니까?	4.35
	4. 교육내용이 향후 업무수행에 도움이 되었습니까?	4.65
	5. 다음 차수의 교육에 동료나 후배들에게 본 과정을 추천하실 수 있었습니까?	4.70
교육환경 만족도 총괄		
교육환경	1. 교육환경 준비는 잘 되었습니까?	4.60
	2. 교육용 사용한 장비 및 시스템은 원활히 작동하였습니까?	4.40
강사만족도 총괄		
강사평가	1. 전문지식 보유여부	4.90
	2. 교육준비상태	4.70
	3. 질문에 대한 피드백	4.55
	4. 핵심사항 강조여부	4.55
	5. 현업적용도	4.55

향후 해당사의 제조현장 전체 재직자들을 대상으로 설비제어 입문부터 전문가 과정까지 각 단계별로 진행할 예정이다. 향후 좀 더 효과적인 제조현장 지향형 교육 과정 개발과 운영을 위해서는

- 1) 교육과정의 현업 적용도 및 개선효과 조사, 분석등으로 과정 Upgrade 및 신규 과정설계
- 2) 현장 문제해결 능력 추진을 위한 다양한 학습 과정 추가 개발
- 3) PLC기반 제어와 PC기반 제어의 Interface를 위한 전문가 과정 개발

- 4) 시스템의 기구적인 영역과 제어 영역을 해결할 수 있는 개조개선 전문가 과정 개발
- 5) Multiple Engineer 육성을 위한 강사 양성과 필요 교보재 개발 등이 있다.

참고 문헌

- [1] 이성재 외, *시퀀스 및 PLC 활용*, 광문각 2003.7.
- [2] 김준수, “PLC기술의 문제해결 능력을 중심으로 한 통합적 기술교육을 위한 학습내용구성 방법에 관한 연구”, *대한공업교육 학회지* 21(2) 1996.12.
- [3] 김원희, 김준식, *자동화를 위한 센서 공학*, 성안당, 2002.7.
- [4] 정안보, 김진우, *멜섹 PLC로 배우는 PLC이론과 실습*, 북두출판사, 2009.

김진우 (Jin-Woo Kim)



1991년 2월 : 광운대학교 전기공학과 졸업.  
 1991년 1월 ~ 2006년 7월 : 삼성전자 메카트로닉스연구소 책임연구원.  
 2004년 2월 : 한양대학교 전기공학과 석사.

2006년 8월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 첨단기술교육센터.

2009년 2월 : 한국기술교육대학교 메카트로닉스공학부 박사과정 수료

관심분야 : PLC, HMI, Motion, FieldBus, HRD

이우영 (Woo-Young Lee)



1984년 2월 : 한양대학교 기계공학과 졸업  
 1987년 2월 : 서울대학교 기계설계학과 석사  
 1990년 8월 : 서울대학교 기계설계학과 박사  
 1990년 9월 ~ 1992년 : 국방과학연구소 선임연구원

1992년 9월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 기계정보공학부 교수

2006년 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 산학협력담당  
 2007년 11월 : 녹조근정훈장 수훈

관심분야 : HRD, FA