

**신호보안설비 전자연동장치(PLC) 개선 관련 보고**  
**Signal Interlocking System of a Programmable Logic Controller**  
**Improvement Report**

석태우\*  
Seok, Tae-Woo

고양옥\*\*  
Ko, Yang-Og

유도균\*\*\*  
Yoo Do-Gyun

---

ABSTRACT

Metro Subway System is widely known as the leader of public transportation in a metropolitan area. The signal interlocking is one of the most important organs that plays a major role in the system. By improving the quality of signal interlocking on of the traffic system and keeping its maintenance on a high level will not only repair the current state, but it will also let the PLC(Programmable Logic Controller). The Non-Vital relay of No. 3, 4 Line are the most one of the unstable system, device, which underwent a process of fine manufacture · establishment and a close examination, obtained as a new device. Utilizing the equipment with cautious preservation on the system will enhance the current state of the signal device. Especially, the test for improvement and development based upon the technique that decreases the frequency of defect produced will further precipitate its efficiency. With authorization of imposing the newly made equipment will bring improvement to the signal technology and to the industry at largest extent.

---

(국문요약)

도시 대중교통을 주도하는 도시철도에서의 중요한 기능인 신호 연동장치의 주요 논리 회로 중 가장 취약한 3, 4호선의 소형 (Non-Vital) 계전기를 성능이 향상된 전자연동장치(PLC)로 개량함으로써 사전 장애 발생요인을 제거, 열차 안전운행 확보는 물론 설비의 현대화로 업무 향상에 기여하고 신호설비 유지 · 보수의 합리화 및 효율화를 기할 수 있도록 신호설비의 기능개선 및 발전 방안이 되도록 하였다. 특히 고장 발생 빈도를 낮추기 위한 방안과 설비 보완 및 신설 등 종합적이고 실현 가능한 설비를 구현하고자 하였으며, 기존의 노후된 신호시설이나 교체 예정인 신호설비들을 효율적으로 개량하기 위한 방안으로 신호 관련기술기준과 표준을 바탕으로 신호시스템의 합리적 발전에 일익을 담당코자 하였다.

\* 서울메트로 기술연구센터, 회원

\*\* 서울메트로 기술연구센터, 회원

\*\*\* 서울메트로 신호팀, 회원

## 1. 서론

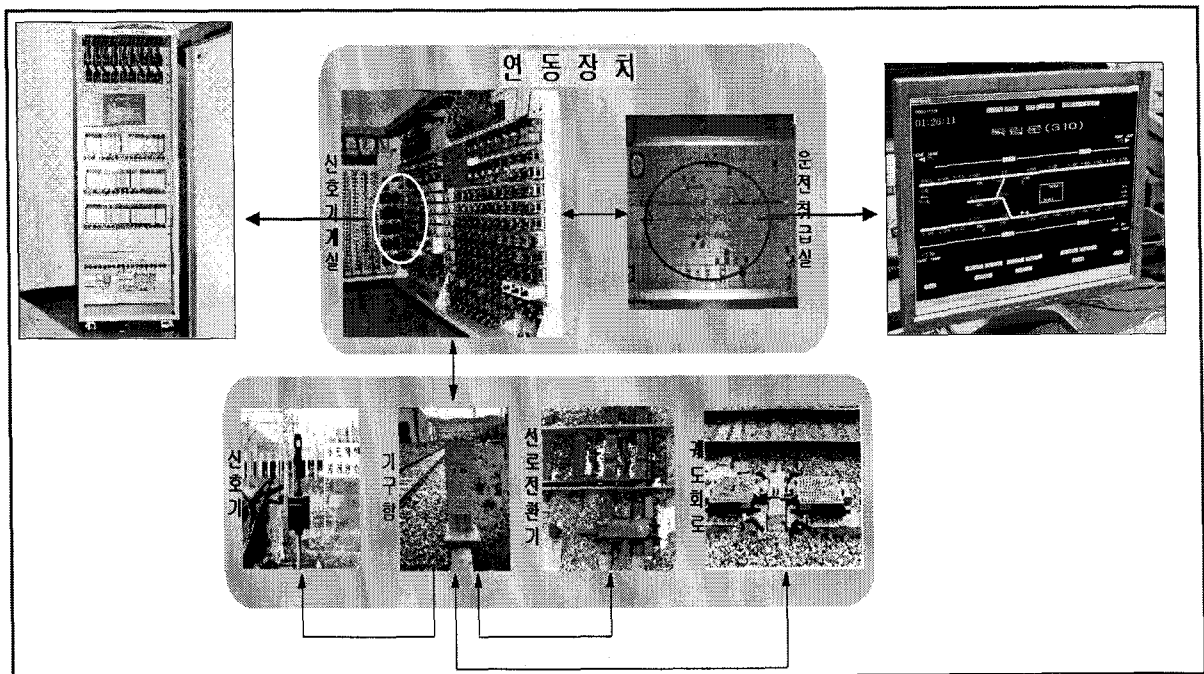
수도권 교통의 중심축을 담당하고 있는 서울지하철의 1~4호선 본선이나 본선 분기부, 또는 기지 등에서 중요한 기능을 수행하는 연동장치는 신호 설비의 품질을 좌우하는 중요한 기본 신호설비의 하나이다. 연동장치 설비는 기존의 1종 계전연동형에서 빠르게 전자연동장치(PLC)로 대체되어

가고 있으며, 본 논고에서는 특히 장기 사용에 따른 설비 노후로 장애 발생빈도 증가(3, 4호선 완전 개통 후 약 15년간 사용-'85. 10 개통), 신호보안설비 내구년한 경과에 따른 개량시점 도래, 계전기 취부상태 및 점접재질 불량으로 인한 신뢰성 부족, 취약한 계전기 배선으로 장애 발생요인 산재, 설비의 노후화로 인한 교체 수요를 충족시키고, 초고속 전철화에 대응해야할 필요성 및 신호보안의 안전측(fail safe) 관점의 포괄적인 적용, 유지보수의 합리화 및 효율성 증진을 기할 수 있도록 국내외 기술기준과 표준을 바탕으로 신호설비의 기능개선 및 발전 방안이 되도록 하였다.

## 2. 본 론

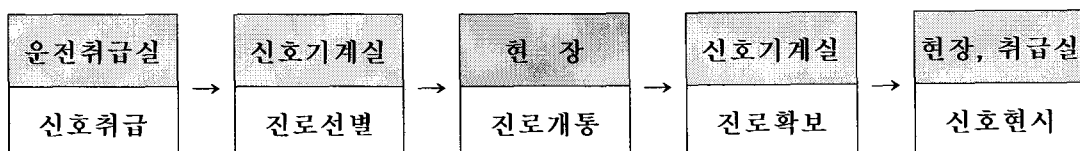
### 가. 현황

- 1) 정 의 : PLC(Programmable Logic Controllers)는 제어기능을 수행함에 있어 프로그램이 가능한 장치를 말하는데 자동화가 요구되는 대부분의 산업분야에 사용되고 있는 제어장치의 핵심이다. 컴퓨터와 PLC의 발달로 기존에 사용되었던 계전기 회로나 디지털 논리회로는 PLC로 대체하게 되었다.
- 2) 내용 : 소형(Non-Vital) 계전기회로 ⇒ 전자연동장치(PLC)(운전취급실 제어반 포함)
- 3) 기간 : 2002년 3월 ~ 2007년 12월
- 4) 구간 : 지하철 3, 4호선
- 5) 구성도



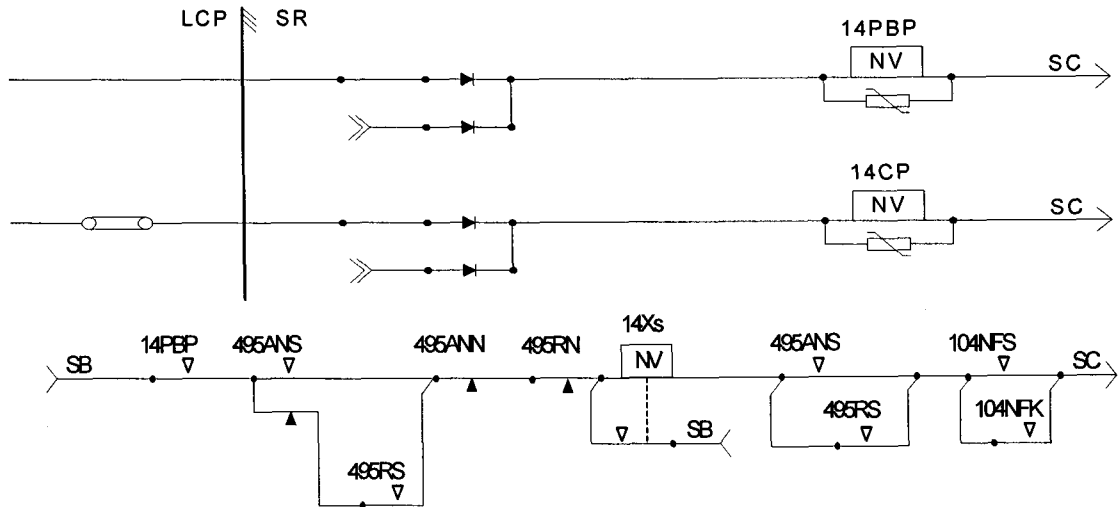
### 나. 개량방안

- 1) 소형 (Non-Vital) 계전기회로 ⇒ 전자연동장치(PLC)로 개량(운전취급실 제어반 포함)
- 2) 신호기, 선로전환기, 궤도회로 등 현장설비 기존대로 운용
- 3) 연동장치 동작 계통도(Block Diagram)

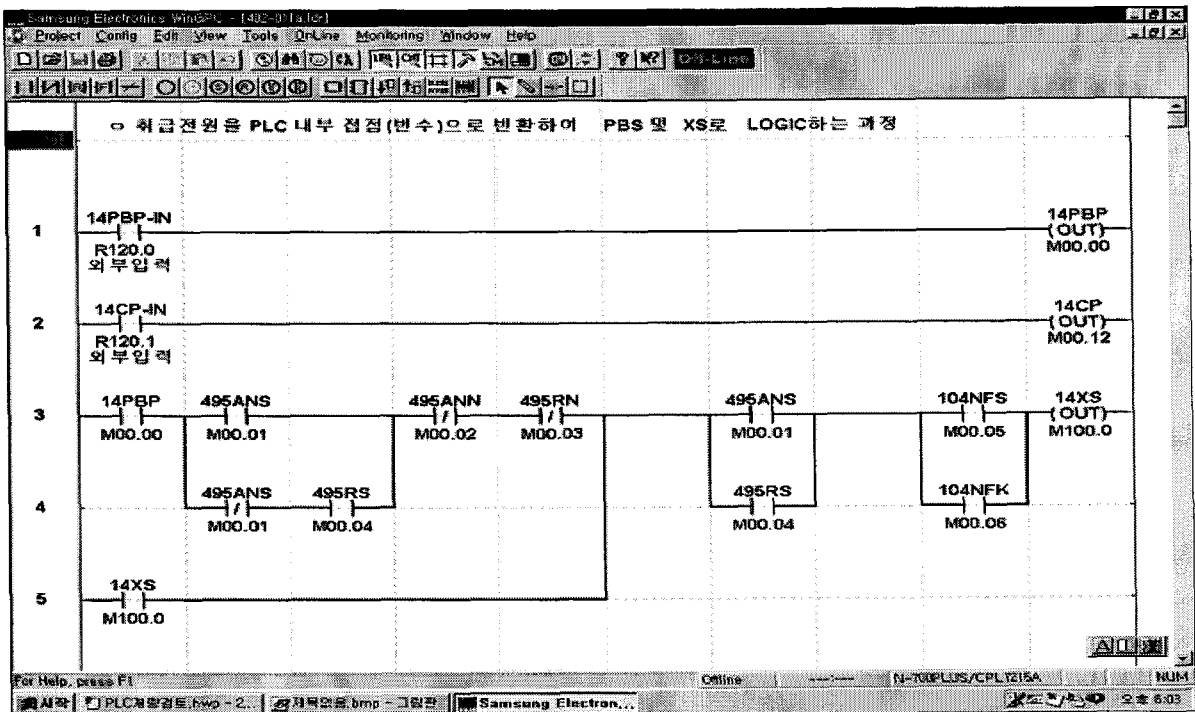


4) 진로선별회로 : 계전기 연동회로 ⇒ PLC전용 프로그램화

- 계전기용 진로선별 회로(결선도면)



- PLC용 프로그램화된 진로선별 회로



다. 문제점 및 대책

1) 문제점

- 작업 공간이 협소하고 배선이 조밀하여 교체작업이 용이하지 못함.
- 단전 시간내 작업을 완료해야 함에 따른 장애 유발 가능성 내포.
- 초기단계 설치로 인한 설비 안정화, 현장 적응기간 필요

2) 대책

- 설치 및 제작기간을 충분히 확보하여 안전을 최우선으로 시공.
- 사전 작업내용 검토와 안전교육을 시킨 후 현장에 투입하고 작업종료 후 철저한 확인 감독 시행.
- 공중된 회로도를 적용하여 프로그램화하고 간소화시킬 수 있는 부분은 최대한 간결하게 구성함으로써 신뢰성 향상에 기여
- 설비를 2중계로 구성하여 유사시 긴급절체
- 긴급 복귀(Reset)압구 설치
  - . 회차역을 제외한 중간 역에 설치
  - . 선로전환기 정위 확보 후 열차 없음 조건으로 진행신호 현시.
- ※ 공사기간 중 유사시 긴급절체를 위해 수신호 대응기와 같은 역할 수행(일정기간 경과 후 철거)

라. 계전기 방식과 PLC방식의 비교

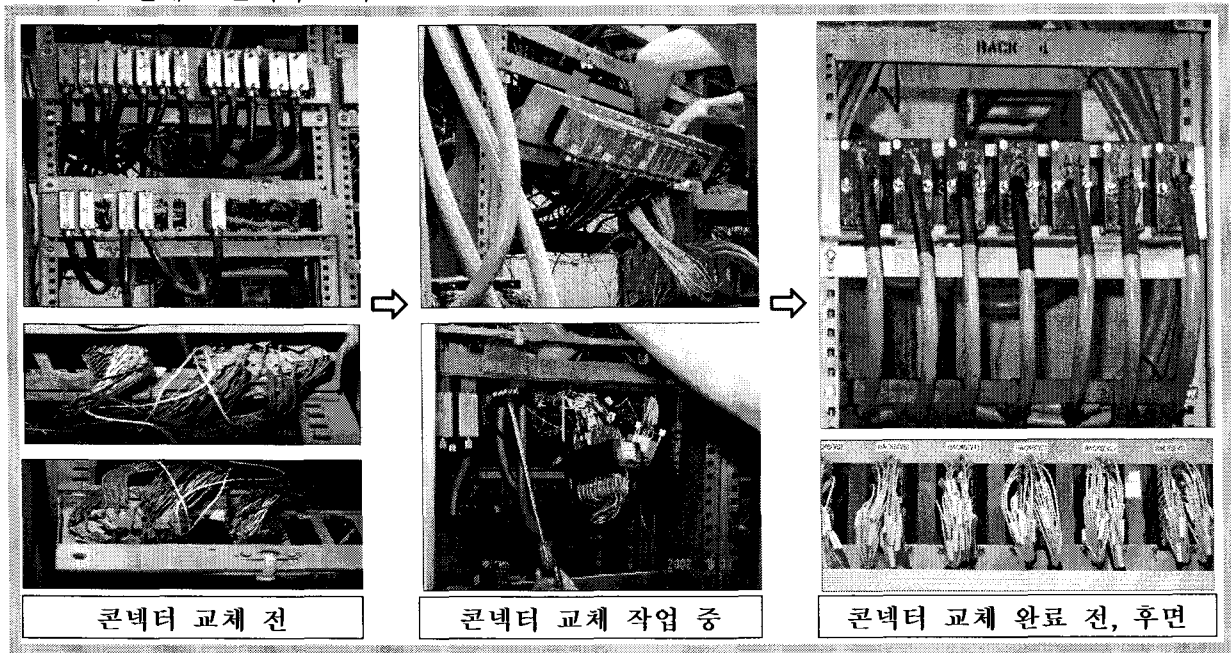
| 구 분               | 계전기방식(제어반 포함)  | PLC방식(제어반 포함)  |
|-------------------|--|--|
| 제어요소              | 유점점<br>한정된 수명<br>저속제어  | 무점점<br>고신뢰성, 긴 수명<br>고속제어  |
| 제어내용 수정<br>(결선변경) | 기구간의 접속변경 곤란<br>제어반의 재사용 불가능   | 프로그램으로 변경용이<br>제어반의 재사용가능<br>제어상의 최적화  |
| 기술                | 전통적 기술<br>대형화, 비경제적  | 최신 전자 기술<br>소형화, 경제적   |
| 보존성               | 기구 배열식(랙)<br>유지보수 비용이 크다   | 모듈식<br>유지보수 비용의 절감   |
| 공정                | 사양결정과 하드웨어 설계의 공정의존<br>(직렬진행)<br>하드웨어 양산 불가능<br>설계제작/변경 기간의 장기화<br>검사/시운전기간의 장기화 | 사양결정과 하드웨어 설계의 공정독립<br>(병렬진행가능)<br>하드웨어 양산 가능<br>설계제작/변경 기간의 단기화<br>검사/시운전 기간의 단기화 |
| 기밀유지              | 시퀀스 외부배선노출로 보안유지 불가  | 시퀀스공정내용 프로그램화로 보안유지  |
| 배선작업              | 많은재료<br>고속런자에 의한 복잡한 배선작업  | 적은재료<br>간단한 프로그래밍으로 배선작업생략<br>확정된 프로그램은 동일프로그램으로 복사가능                              |
| 경제성               | 계전기, 보조계전기, 타이머 등의 소자들이 많이 내장되어 제어규모가 적은 경우 유리                                   | 제어규모가 크며 시설비 및 유지비가 적어지므로 경제성이 매우 높음.  |

마. 기대효과

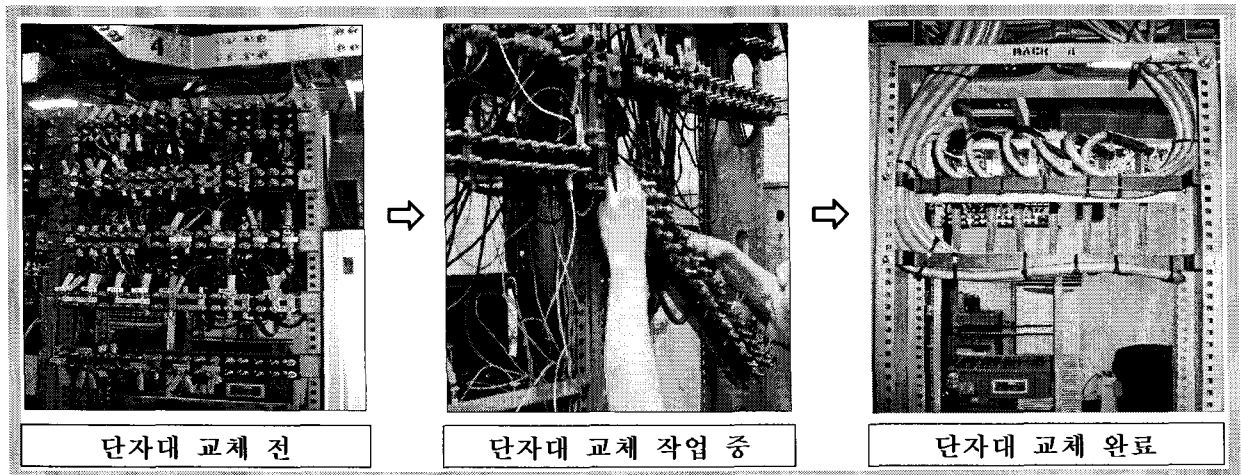
- 1) 취약설비 보완에 따른 사전 장애예방으로 열차 안전운행 확보
- 2) 설비 개량비용을 최소화하여 경영개선에 기여
- 3) 자체 개량기술 확보로 향후 시설물 개선사업에 기여

바. 연동회로 개선 교체과정

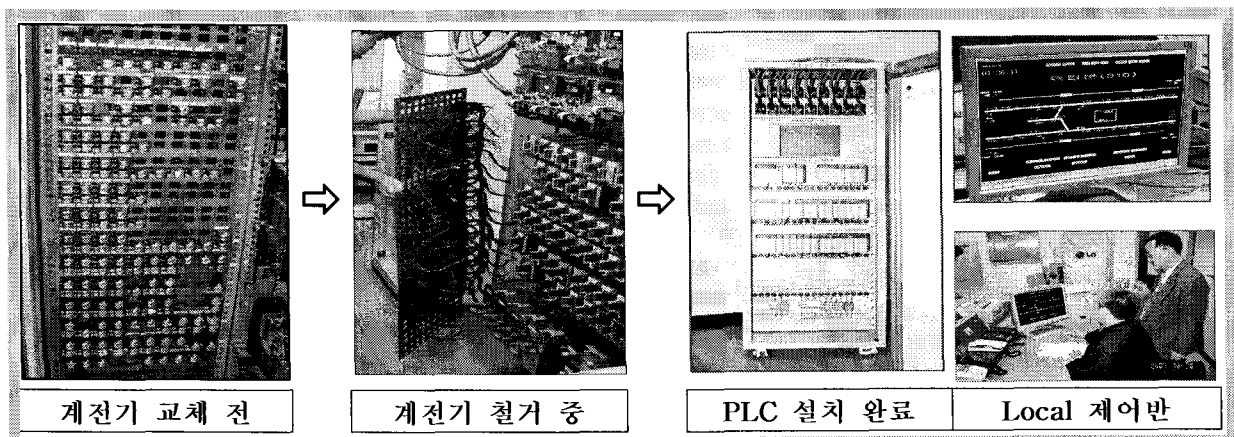
1) 1단계 - 콘넥터 교체



2) 2단계 - 단자대 교체



3) 3단계 - PLC설치



### 3. 결 론

본 논고는 철도 및 도시철도 전 기관에서 사용이 확대되고 있는 전자연동장치(PLC)에 대한 절체과정에서의 고찰로 특히 장기 사용에 따른 설비 노후로 장애 발생빈도가 증가하고 노후 신호보안 설비 개량 시점 도래에 따른 교체 수요를 충족시키고, 초고속 전철화에 대응해야 할 필요성 및 신호보안의 안전측(fail safe) 관점의 포괄적인 적용, 유지보수의 합리화 및 효율성 증진을 기할 수 있도록 신호 관련기술기준과 표준을 바탕으로 신호시스템의 합리적 발전에 일익을 담당코자 하였다.

#### \* Relay 제어와 PLC 제어

다양한 종류의 PLC의 출현과 함께 PLC 시장이 급속히 확대됨에 따라 산업제어용으로 기존에 사용되던 많은 장치들은 낙후되어 점차 사용하지 못하는 실정이다. 기존의 릴레이와 공압 시스템은 융통성면에서 많은 한계를 가지고 있다. 즉, 조립용 기기의 동작순서 중에서 시스템의 일부를 부가하거나 또는 제거해야 하는 공정이 발생할 경우 전기 및 공압 시스템은 재결선하는 데 많은 시간이 소요된다. 그러나 PLC 경우 프로그램의 일부만 변경하고 설치하면 되므로 전자기계식 릴레이 논리 시스템에 비하여 간단하면서 경제적이다.

PLC를 이용할 경우 릴레이, 타이머 등이 필요없이 제어반을 매우 간단하게 구성할 수가 있다. 왜냐하면 PLC 자체에 무점점 릴레이, 타이머, 카운터 등이 내장되어 있기 때문이다.

#### \* PLC를 사용할 때의 이로운 점

1. PLC는 프로그램 및 설치가 용이하다. 대부분의 PLC에는 입출력 장치의 신속한 배선을 위한 고속 해체형 스크루접속이 제공되며, PLC의 편집기능에 의해 프로그램의 변경, 수정 및 로딩 절차가 대부분 수 초 이내에 달성되도록 한다.
2. 내부 타이머의 동작 속도가 종래의 한시계전기 시스템에 비해 훨씬 빠르다. 예컨대, 한시 계전기는 300 [ms]의 리셋 주기를 갖기 때문에, 지연속도가 150 [ms]인 반면, PLC는 대략 15 [ms]의 리셋 주기를 갖기 때문에 지연 속도가 15 [ms]로 짧다. 즉 이들 양 시스템간의 속도차로 보면 PLC가 13배 정도 빠르다. 이에 따라, PLC를 사용한 조립 기계는 생산성을 높일 수 있다.
3. PLC에 대한 접근이 키록(Key-lock)과 같은 하드웨어 및 패스워드와 같은 소프트웨어에 의해 엄격히 규제된다. 또한, 타이머 및 그 타이밍 값도 특정 명령을 통해 보호될 수 있다.
4. PLC에 있어서의 문제 해결이 다른 형태의 컨트롤 시스템보다 용이한 것도 주요 특징이다. 대부분의 PLC에는 전원, 중앙처리장치의 오류, 메모리 백업을 위한 낮은 배터리 전압, 입력 및 출력 상태, 강제출력 상태를 모니터하는 진단 표시기가 설치되어 있다.
5. PLC들이 국부적으로 원격 컴퓨터 시스템과 통신하거나, 휴먼 인터페이스(human interface)를 제공할 수 있는 통신능력을 갖도록 설계되었다. 이들 인터페이스는 경보 시스템으로 영문 및 숫자를 표시할 뿐만아니라, 현재의 공정상태를 볼 수 있도록 정교한 비디오 스크린까지 나타낼 수 있다.
6. PLC는 신뢰도가 높은 제어장치로 열악한 상태에서도 고장없이 동작할 수 있다. 대부분의 PLC는 어떠한 규정에 따른 설치에 대해서도 요구사항을 충족시킬 수 있다.

\* 인용 : 시퀀스 및 PLC제어 - 정도영외 편저. SciTech 미디어 간