

## PLC 외부에서 발생하는 이상 현상 검출법

이 석용, 이 홍규  
한국기술교육대학교 전기전자공학과

### Detection for Existed Fault at Outside of PLC

(Sok-Yong Lee, Hong-Kyu Lee)

Dept. of Electrical & Electronics Eng. Korea University of Technology and Education

**Abstract** - 제어 시스템은 안전하고도 효율적으로 가동 시켜야 한다. 가동 효율을 향상시키기 위해서는 시스템의 이상 검출이나 감시를 행하여 고장의 조기 발견과 조기 복구를 하는 것이 중요하다. 따라서 제어 시스템을 평가하는데는 이상 검출이나 감시로 시스템의 정지를 사전에 방지하고 조기 복구를 가능하게 하는 일이 중요한 과제로 나타나고 있다. 본 논문에서는 PLC 제어 시스템을 적용하는데 있어서 PLC 외부에서 발생하는 이상 현상은 입력 신호의 이상, 출력의 이상 현상, 제어 동작의 이상 현상 등으로 분류 할 수 있으며 이러한 이상 현상을 PLC 프로그램으로 검출하는 방법을 적용코자 한다.

#### 1. 서 론

PLC 제어 시스템의 구성은 크게 나누어 PLC 본체와 주변 장치로 구성되어 있으며 PLC 본체의 하드웨어 고장이나 스캔 처리 에러 또는 데이터의 입력이 잘못되어 이상 현상이 발견된 경우는 PLC에서 자기 진단 기능으로 고장 점을 쉽게 찾을 수 있으며 PLC 외부에서 발생하는 이상 현상에 대해서는 고장 점을 쉽게 찾을 수 없는 경우가 많다. 여기서는 PLC 외부에서 발생하는 이상 현상을 PLC의 프로그램으로 검출하는 방법에 대하여 언급한다. PLC 외부에서 발생하는 이상 현상을 검출하기 위해서는 이상의 원인이 어떤 현상으로 나타나는 결과와 그 원인의 관계를 명확히 알아야 하고 원인에 대한 분석 조치가 가능해야 한다. PLC 제어 시스템에서 외부에서 발생하는 이상 현상에는 PLC 입력 신호의 이상으로 인한 시스템의 오동작, 출력 기기 측의 이상현상, 제어 시스템이 정상 작동 중에 갑자기 정지를 하거나 동작 타이밍 등 순서가 잘못되어 시스템의 불안정 현상으로 나타나는 제어 동작의 이상 현상으로 분류 할 수 있으며 실제 운전에서 발생하는 이상 현상을 자세히 관찰하여 어떠한 이상 현상에 대해서 추측되어지는 원인이 많은 경우에도 그 원인을 잘 관찰하면 그 원인을 발견 할 수 있다. PLC 의 외부에서 발생하는 이상현상 검출법은 PLC 의 래더 다이어그램이나 또는 프로그램에 의하여 검출할 수 있는 이상현상과 PLC의 동작차트와 타이밍차트를 이용하는 방법이 있으며 [1] 프로그램에 의하여 검출할 수 있는 이상현상에는 다음과 같은 것이 있으며 정상적인 운전시와 다른 현상이 나타났을 때, 즉시 그 현상을 찾아내면 시스템의 고효율 운전이 가능하고 고장시간을 단축할 수 있다. 또한 시스템의 고장을 조기에 발견하여 고장 파급으로 인해 발생할 수 있는 계통 요소의 손상 및 사고를 방지함으로써 시스템의 신뢰도를 개선함은 물론 고장 진단과 예측에 근거한 예방정비 계획의 합리화를 통한 경제성 개선 효과도 가져올 수 있다. [2]

#### 2. 본 론

##### 2.1 PLC 입력요소의 이상현상

PLC 입력 부분의 이상현상은 입력 기기의 고장과 입력 요소와 PLC 입력 단자 사이의 전송로에서 일어나는 고장 즉 단선이나 잡음의 혼입이 원인이 되어서 주로 나

타난다. 이 경우에 입력 신호가 항상 ON이면 센서 등의 검출기의 불량이며 입력 신호가 OFF인 경우는 입력 센서의 불량, 신호선의 단선, 입력전원 불량, 신호의 단락 입력 신호가 불안정(입력 오류 발생)인 경우와 신호선의 접촉 불량, 센서의 불량, 입력 전원불량 등이 있으며 이러한 이상현상으로 인하여 오류를 나타내는 것은 ① 지정시간 내에 신호가 들어오지 않는다.(응답의 불량)

- ② 이동 명령으로 이동은 하지만 원점 전단, 후단 등의 신호가 변하지 않는다.
- ③ 일어날 수 없는 입력 신호의 조합이 나온다.
- ④ 입력 신호가 ON, OFF을 계속 되풀이한다.

##### 2.2 PLC 출력 요소의 이상

출력 기기 측의 이상현상으로는 출력 기기가 동작하지 않은 경우에서 예측되는 원인은 출력 기기의 불량, 릴레이 및 마그네트 콘택터 코일의 단선 등이 있으며 출력기기가 정지되어야 할 조건에서도 계속 동작하는 경우의 원인을 추정하면 접속선의 단락 및 PLC 출력 부분의 고장이 될 수 있다. 또한 출력 기기의 동작이 불안정한 경우는 출력 기기의 불량 및 접속 기기 및 신호선의 접촉 불량, 그리고 유,공압의 부족, 전압 불평형 및 부족 전압 등이 있다.

- ① 출력 지령을 받아 동작이 되어 지정시간 내에 도달하지 않는다.(정지한 그대로 도중에 정지 동작이 느낌)
- ② 출력 명령을 하면 출력이 폭주한다.(과주행 또는 규정 이상의 속도)
- ③ 원활하게 동작하지 않는다.(신속 동작 또는 진동)

##### 2.3 PLC 제어 프로그램의 이상

정상 동작 중에 갑자기 정지를 하거나 작동 타이밍 순서가 잘못되어 동작의 불안정 현상으로 나타나는 경우와 제어 기기의 동작이 폭주하는 경우, 동작 조건의 잘못으로 그리고 인터로크가 잘못되어 제어 동작이 정지하는 경우, 제어 동작의 타이밍이 어긋난 경우는 타이머, 카운트의 시간 설정이 잘못된 경우가 많다.

- ① 서로 상반되는 출력 신호가 동시에 나타난다.(정회전과 역회전 또는 상승과 하단)
- ② 출력 신호의 ON, OFF 시간이 부적당하다.(출력 기기의 불안정한 동작)
- ③ 스캔 타임이 너무 길다.(펄스 신호의 입력 신호의 불안정)

#### 3. 이상 검출용 시스템 구성

슬레노이드 밸브를 그림 1과 같이 사용하여 공압 실린더를 구동시키는 제어 시스템을 PLC 프로그램에 의한 검출 법에 대해서 논하고자 한다.

##### 3.1 동작개요

그림 1과 같이 에어 컴퓨터를 이용하여 압축 공기를

발생시켜 압축 공기를 이용하여 솔레노이드 밸브 SV1으로 실린더의 로드를 전진시키고 솔레노이드 밸브 SV2를 동작시켜 실린더 로드를 후진시킨다. SV1과 SV2는 PLC 출력 Q 1.0과 Q 1.1로 구동되고 릴레이 R1과 R2에 의해서 동작한다. 실린더의 전진, 후진 위치 확인용으로 센서 1, 센서 2를 설치하여 실린더를 전진, 후진시킨다.

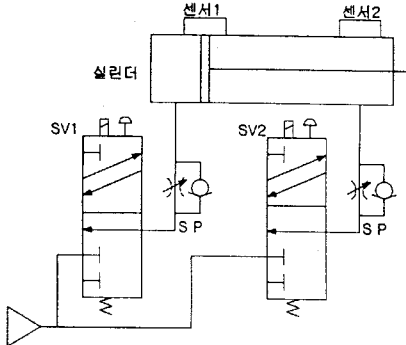


그림 1. 실험 장치 구성

### 3.2 시스템 구성

실린더의 동작을 하기 위해서는 PLC의 입, 출력 시스템의 구성은 그림 2와 같이 하고 이상 발생 및 검출 방법에 대하여 설명한다.

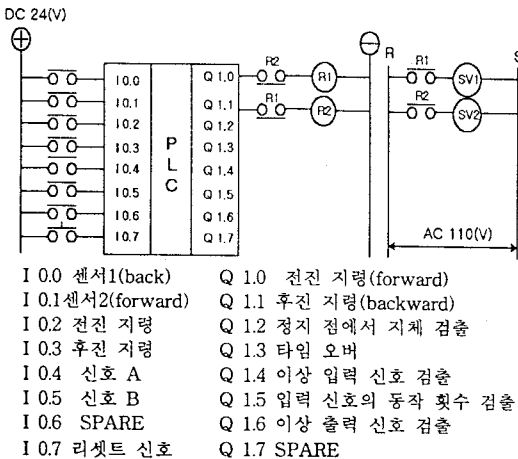


그림 2. PLC 하드웨어 구성도

## 4. 이상 현상에 대한 검출 알고리즘

### 4.1 동작 지연이 고장으로 연결되는 경우

출력 동작신호를 보내도 실린더가 전진을 하지 않고 계속 정지하고 있는 경우이며 이러한 현상은 동작 지연이 시스템의 고장으로 연결되며 검출 방법으로는 전진지령으로 출력 Q 1.0이 ON 되어도 실린더의 후진 감지 센서의 검출 신호가 규정 시간 내에 OFF 되지 않으면 타이머 T1이 타임 업 하여 Q 1.2가 ON으로 된다. 결국 Q 1.2가 ON되면 고장 상태임을 알 수 있다. 이것은 후진인 경우도 동일하게 검출 할 수 있다. (Segment 1, Segment 2)

### 4.2 응답 검출로 고장을 검출하는 방법

실린더의 전진 명령을 받아서 전진을 하여 규정 시간 내에 전진 완료가 되지 않거나 도중에 멈추는 이상 현상

을 검출한다. 전진 명령에 의하여 실린더 로드가 전진을 하게 되면 후단 검출 입력 신호 I 0.0이 OFF 되지만, 앞단에 도착하기까지 앞단 검출 신호 I 0.1은 계속 OFF상태로 있다. 이 때문에 전진을 개시해도 도중에 걸리거나 공압 속도 조절기의 불량 등으로 앞단에 도착하는 시간이 정상적으로 동작할 때보다도 지연되면 타임오버가 되어 출력 신호 Q 1.3을 셋업(자기 유지)시킨다. (Segment 3, Segment 4)

Segment 1	Segment 2	Segment 3
:A Q 1.0	:A(	:A Q 1.0
:A I 0.0	:O T 1	:AN I 0.0
:L KT 030.1	:O Q 1.2	:AN I 0.1
:SD T 1	:	:L KT 5.2
:NOP	:AN I 0.7	:SD T 2
:NOP	: = Q 1.2	:NOP 0
:NOP	:***	:NOP 0
:***		:***

### 4.3 이상 입력 신호의 검출 방법

정상 작동 상태에서는 센서 1의 신호 I 0.0과 센서 2의 입력 신호 I 0.1이 동시에 ON되는 경우가 없다. 만약 입력 신호 I 0.0과 I 0.1이 동시에 ON되면 센서의 고장 또는 신호 전송 회로의 단락 사고 발생임을 알 수 있다. 또한 정상 상태에서는 전진 명령과 후진 명령을 동시에 출력하는 경우는 없으며 입력 신호 (전진, 후진)가 동시에 ON 상태로 되면 릴레이 불량이나 제어 회로의 불량을 알 수 있다. (Segment 5)

### 4.4 입력 신호의 ON/OFF이 교호 작용하는 경우의 이상 검출 방법

입력 신호의 접속 선이 접속불량이 발생된 경우 입력 신호는 ON, OFF으로 반복 동작한다. 이런 경우에는 카운터 회로를 이용하면 쉽게 이상을 검출할 수 있다. 센서의 케이블 혹은 센서의 소켓이 불량하여 실린더의 사이클 동작 중에 입력 신호 I 0.0 또는 I 0.1이 ON/OFF을 되풀이하면 카운트 C1이 카운트 업하여 출력 신호 Q 1.5가 ON 상태로 된다. ON/OFF의 횟수가 카운트 C1의 설정 값에 이르지 못한 채 사이클 동작이 완료되면 리셋 되어 정상 상태로 판단된다. 또한 입력 신호선의 접속상의 문제는 없지만 제어상의 문제로 한 사이클 중에 실린더가 왕복을 되풀이하는 이상 현상을 검출할 수 있다. (Segment 6)

### 4.5 이상 출력 신호의 검출

일반적으로 상반되는 출력 회로에는 반드시 인터록 회로를 구성한다. 이 때문에 정상적인 상태에서는 모터의 정, 역 그리고 실린더 전진과 후진, 기동과 정지 명령이 동시에 출력 신호로 나타나는 경우는 없다. 그런데 잡음 등의 영향으로 한 순간에 동시에 ON되는 경우가 있다. 이러한 경우에 입력 신호의 이상 검출은 다음과 같다. 전진 출력 명령 Q 1.0 후진 출력 명령 Q 1.1가 동시에 출력될 때의 출력 Q 1.6이 출력되므로 이상 출력 신호의 검출을 쉽게 알 수 있다. (Segment 7)

### 4.6 출력 신호의 감시

중요한 출력 신호가 지령한 상태로 작동하고 있는지 확인되고 싶은 경우가 있다. 이런 경우의 알고리즘은 다음과 같다. (Segment 8, 9, 10, 11, 12)

### 4.7 제어 프로그램 동작의 감시

① 신호간의 겹치기와 어긋난 시간의 감시  
운전중에 오동작을 하거나 정지하는 이상현상은 그 원

인을 발견하기가 쉽지 않다. 잘못된 동작이 발생하거나 잘못된 동작의 횟수가 증가해 나갈 경우 센서 등의 조정 및 어긋남이나 조정의 여유 부족이 원인이 되는 일이다. (Segment 13, 14, 15, 16)

## ② 사이클 타임의 감시

공정에서 처리 시간을 감시함으로써 어느 공정에서 이상이 발생하고 있는가를 알 수 있다. 이 경우에는 정상적으로 동작할 때 공정개시로부터 종료까지의 사이클 타임을 제어시간이 넘으면 어떻게 감시되는가를 확인하면 된다. (Segment 17,18,19)

Segment 4	Segment 8	Segment 14
:A(	:A Q 1.0	:A(
:O T 2	:A I 0.2	:O T 4
:O Q 1.3	:= F 2.0	:O F 10.4
)	:***	)
:AN I 0.7		:AN I 0.7
:= Q 1.3	Segment 9	:= F 10.4
:***	:A Q 1.0	:***
	:AN I 0.2	
Segment 5	:L KT 1.1	Segment 15
:A I 0.0	:SD T 2	:A I 0.4
:A I 0.1	:NOP	:AN I 0.5
:= Q 1.4	:NOP	:L KT 2.2
:***	:NOP	:SD T 5
	:***	:NOP 0
Segment 6		:NOP 0
:A(	Segment 10	:NOP 0
:O I 0.0	:A T 2	:***
:O I 0.1	:= F 5.2	
)	:***	Segment 16
:A(		:A(
:O Q 1.0	Segment 11	:O T 5
:O Q 1.1	:O Q 1.0	:O F 10.5
)	:O I 0.2	)
:CU C 1	:L KT 8.2	:AN I 0.7
:NOP 0	:SD T 3	:= F 10.5
:O Q 1.0	:NOP 0	:***
:O Q 1.1	:NOP 0	
:L KC005	:NOP 0	Segment 17
:S C 1	:NOP 0	:A(
:O I 0.7	:***	:O F 1.4
:ON Q 1.0		:O F 2.0
:ON Q 1.1	Segment 12	)
:R C1	:A(	:AN F 1.5
:NOP 0	:O T 3	:= F 2.0
:NOP 0	:O F 5.3	:***
:A C1	)	
:= Q 1.5	:AN I 0.7	Segment 18
:***	:= F 5.3	:A(
	:***	:O F 1.4
Segment 7		:O F 2.0
:A(	Segment 13	)
:A Q 1.0	:A I 0.4	:AN F 1.5
:A Q 1.1	:A I 0.5	:L KT 10.2
:O Q 1.6	:L KT 5.2	:SD T 6
)	:SD T 4	:NOP 0
:AN I 0.7	:NOP 0	:NOP 0
:= Q 1.6	:NOP 0	:NOP 0
:***	:NOP 0	:***
	:***	

## 4.8 입력 신호의 순간적인 동작 후 정상적인 상태로 복귀되는 경우의 이상 현상 검출법

입력 요소가 많은 경우 (5가지 이상)에서 입력 신호가 순간적으로 발생하여 해제되는 경우 예를 들면 순간적인 압력, 온도, 레벨, 순간 전압강하, 진동, 등의 이상 입력 신호로 인하여 이상이 발생하였는지를 알 수 있는 방법이 없다. 이러한 경우 S.R 플립프롭 알고리즘을 사용하면 구체적으로 어떤 입력 신호가 인입되어 이상이 발생하였는지를 쉽게 검출할 수 있다. (Segment 20, 21)

Segment 19	Segment 20	Segment 21
:A(	:O F 0.1	:A F 0.1
:O T 6	:O F 0.2	:S F 21.0
:O F 5.4	:O F 0.3	:A I 0.7
)	:O F 0.4	:R F 21.0
:AN I 0.7	:O F 0.5	:NOP 0
:= F 5.4	:= F 20.0	:***
:***	:***	

## 5 결 론

이상 현상에 대한 검출 알고리즘을 그림 1, 그림 2와 같이 구성하여 적용한 결과 이상현상에 대한 검출이 확인되었으며 PLC 프로그램으로 정확한 원인을 진단하고 감시할 수 있으며 고장 및 노후화에 따른 부적절한 작동, 비효율적인 요인을 초기에 발견하여 성능 저하 및 고장을 검출할 수 있는 방법을 실현하였고 이러한 이상 검출 알고리즘을 적용하면 이상 발생 시에 쉽게 원인을 찾아내고 신속한 조치를 취할 수 있다. 또한 PLC 응용 분야에서 많은 활용이 예상되며 특히 PLC 와 MMI(man machine interface) 운용 방식에서는 고장내용, 고장 조치 방법 등을 메세지로 나타내고 경보(alarm)를 발할 수 있으므로 운전 상태를 감시하고 신속히 예측하여 빈번히 발생하는 고장이나 운전자에 의해 발견이 어려운 고장을 자동으로 검출할 수 있으므로 설비를 항상 최적 상태로 유지할 수 있다. 이러한 알고리즘으로 고장 진단 및 상태 파악을 위한 과도한 측정장비로 인한 비용을 절감할 수 있으며 고장 부위의 발견 및 성능 저하 부위의 예측에 의해 운전 보수 계획을 합리화 할 수 있고 초기에 설비의 이상을 발견하여 이로 인하여 파급될 수 있는 설비의 손상 및 재해를 미연에 방지할 수 있는 장점이 있어 고장 진단 방법으로 활용하면 PLC 제어 시스템의 신뢰도가 향상될 것이다.

## [참 고 문 헌]

- (1) 宮田 孝博 "PLC의 동작 차트와 타임차트의 작성 방법" 월간 자동화 기술 .96년 4월.PP.30-37, 1996
- (2) 이기상 "고장 검출 진단 및 고장 허용제어" 전기학회지 제 48권 4호 1999
- (3) Hans Berger "Automating with the SIMATIC S5-115U" Siemens Aktiengesellschaft 1996
- (4) SIEMENS "Training Course S15 Basic Principles" Siemens Training Center for Automation 1998