

# PLC를 사용한 지능형 교통 신호 제어 설비 구현

논문

11-1-12

## The Implementation on the Traffic Signal Control Equipment of Intelligence Type Using the PLC

김태성, 위성동

(Tae-Sung Kim, Sung-Dong Wee)

### Abstract

It is not good joint that today's traffic control system that the course of traffic volume increase tendency is followed, in the the traffic volume is approached into the time of my car. Accordingly when we analyzed the existing traffic signal control system, the traffic signal system is developed from the machine type that the motor was centered, to get up to date, to the intelligence electron signal control system. But yet, when we have a test and a A/S on the control circuit, the circuit that is designed to the center IC and ROM are complicated. Also, the time of pass lamp that the car line stream is going, can not extended automatically a time till the traffic volume is decreased to the same direction.

This theme must be a real time intelligence control system that the time of pass lamp can extend aumatically. The circuit of sequence ladder diagram on the traffic signal control of a crossroads that is desinged, can be satisfied the complicated vehicle order. Therefore when the circuit is changed, the new developed system is economical with that dosen't needs any of components to require the circuit equipment, and the time is saved with needlessness of the circuit wiring again, and have a much trustworthy. The control method of pass signal lamp in the car line stream connecting among PLC and Relay and Temp Sensor, can be changed to hand operation and to semi-automation and to all-automation. New intelligence traffic signal system is composed with all-together system of T.Sensor + Video Camera + IBM PC that is able to guiding the establishment of traffic order.

**Key words(중요용어)** : Real time intelligence control system (실시간 지능제어 시스템), Sequence ladder diagram( 순차 사다리 도), Imaginary tag(가상)

### 1. 서 론

지능형 교통 신호 제어 시스템은 1994년 파리, 1995년 일본 오오사카, 1996년 10월 14일 미국의 올란도에서 군.읍 도시 교통 관리 및 신호 시스템에 대한 협의회가 개최되었다. 1997년 독일 베르린, 1998년에는 한국에서 본 협의회가 개최 될 시점에서 볼 때 교통 신호 제어 체계가 국제적으로도 심각해질 뿐만 아니라, 우리 나라의 입장에서도 걱정을 아

니할 수 없다.

기존의 교통 신호 전자 제어 설비는 루프검지기, 화상 처리, V.C 등의 설비로 교통량 존재 시간, 점유율, 대기 행렬의 길이, 속도등을 측정 할 수 있는 시스템으로 이는 현재 우리 나라 교통 제어 시스템이라고 볼 수 있다. 아직 거리 측정은 못하지만 루프 방식으로 비교 방식을 사용하면 거리 측정이 가능하다. 그 동안 교통신호 제어 설비가 발달해 온 과정을 분류해 보면 Motor를 이용한 기계 방식, Relay 방식, ROM 방식, PIC 방식, RAM + PIC 방식, 최근에는 PLC + Video Camera 방식, 루프 검지기, 화상 처리 등이 이용되고 있다. 앞으로 이용될 초음파(일본), 도플러 효과를 이용한 초단파(속도,거리감지), 광학 검지기,이미지 검지기,

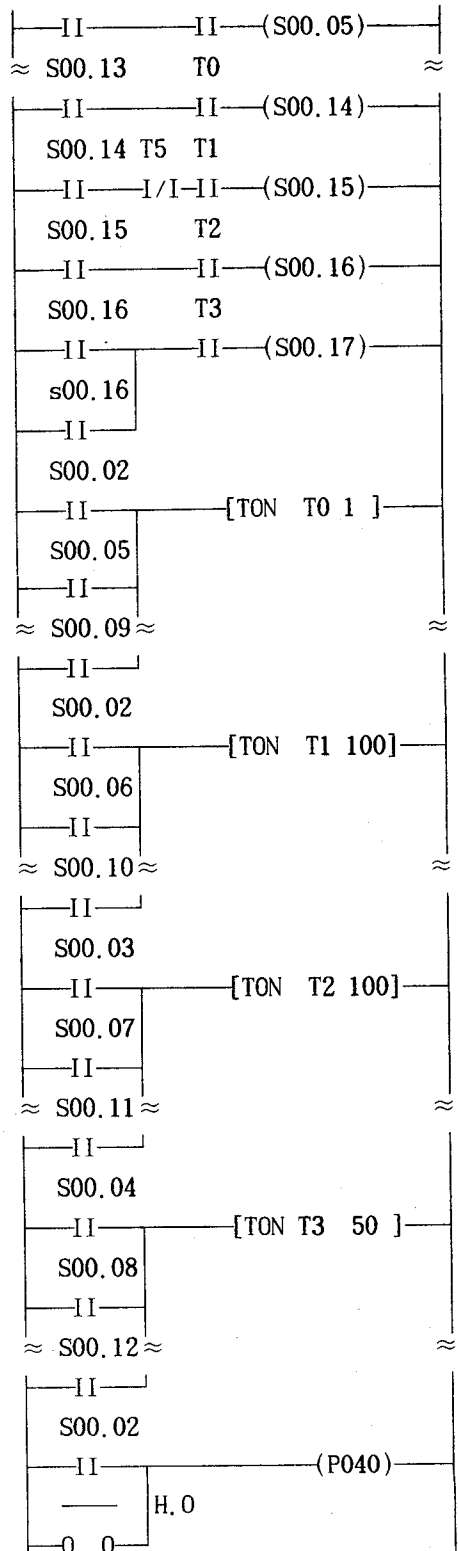
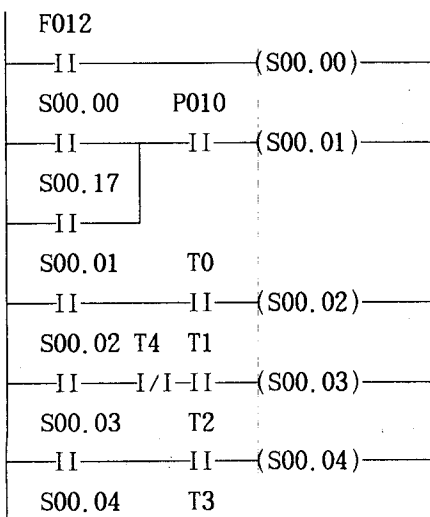
\* : 전남대학교 공대 전기공학과  
\*\* : 송원전문대학 전자과  
연락처:광주시 서구 광천3동 199-1  
접수일자 : 1997년 6월 30일  
심사완료 : 1997년 11월 20일

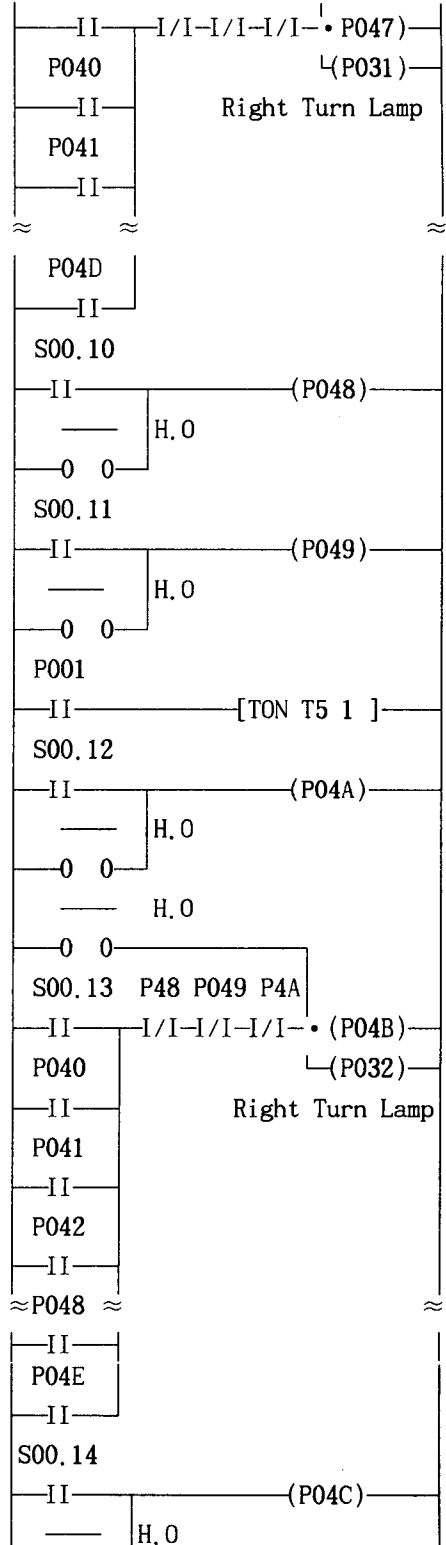
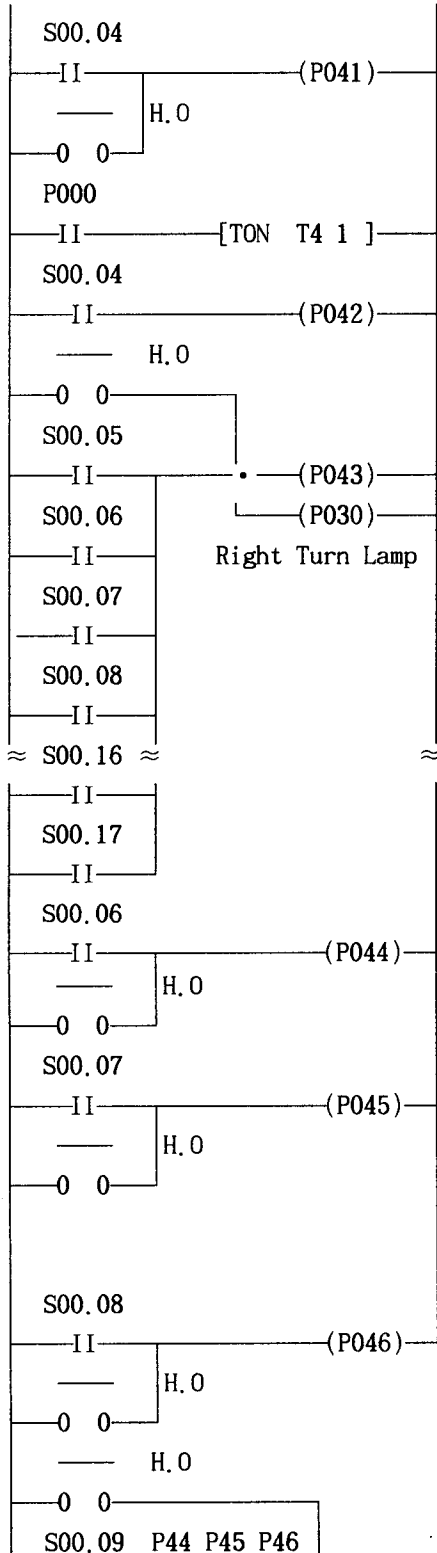
위성제어 등으로 교통 신호 제어를 하게 될 것이다. 기존의 지능형 전자 제어 교통 신호 체계의 문제점은 제어 판넬의 회로가 복잡하여 점검 및 A/S 하기가 어렵다. 교통량이 많을 때 진행열의 차량의 통과 시간을 자동으로 연장시킬 수 없다. 또한 필요시에 교통 계도를 할 수 없다.<sup>1)</sup>

본 논문은 통과시간의 자동 연장을 보완하기 위해 온도 센서의 기능으로 교통 신호 제어 회로를 전 자동화하여 교통량이 많은 쪽의 통과 신호등을 연장하여서 교통량이 감소하도록 하고 AMP 시스템으로 장애인 및 교통 질서 확립을 계도할 수 있는 PLC + Video Camera + T.Sensor + AMP. 시스템을 고안하였다.

### 2. Ladder Diagram 설계

입출력 500접점을 이용하여 FA Ladder Diagram을 설계할 수 있는 PLC Master-K 500H를 사용하여 설계된 Ladder Diagram 회로는 정지, 대기, 통과, 비보호를 지시하는 신호등을 초.분 간격으로 제어하는 것이며, 이 회로는 기존의 교통 신호 전자 제어회로 방식을 의미한다. 특히 교통 신호 제어 Program을 교체 시에는 PLC Loader(PC Key Board)를 사용해서 Ladder Diagram 회로만 다시 설계하여 바꾸어 주기 때문에 부품이나 회로 배선이 필요하지 않으므로 경제적이고 시간이 단축된다. 구체적인 Ladder Diagram 회로 설명은 다음 3항에서 언급하였다. 설계된 Ladder Diagram은 Fig. 1과 같다.<sup>2,3,4,5,6)</sup>





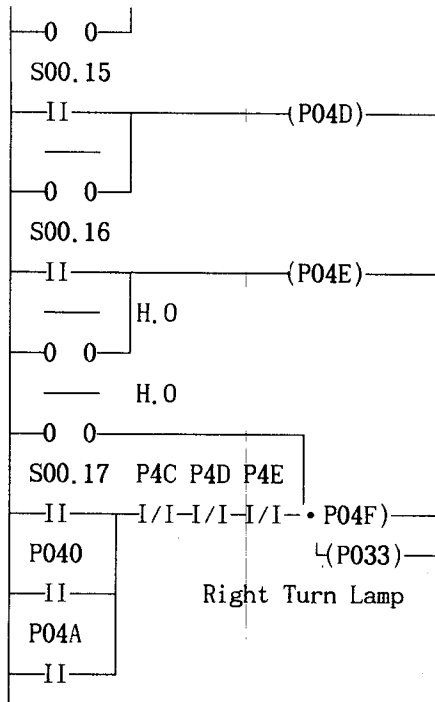


그림 1. 교통 신호 제어 Ladder Diagram  
Fig. 1. Ladder diagram of traffic signal control

### 3. Ladder Diagram 분석과 PLC 순서 제어 회로

#### 3.1.Ladder Diagram 분석

2~6 거리의 교차로의 순차제어 Program은 PLC Ladder Diagram으로 PLC 명령 Step Controller, Timer, A Contact, B Contact, Out를 응용하여서 Timer의 설정값을 Time Base 10m/s로 (600~1200×0.1) 통과등, (50×0.1) 대기등 (600~1200×0.1) 정지등의 시간을 설정하였다.

교차로를 2거리, 4거리, 5거리, 6거리로 나눠서 분석할 때 각 Lamp ON/OFF의 출력점 P040, P041, P042, P043, P044, P045, P046, P047, P048, P049, P04A, P04B, P04C, P04D, P04E, P04F들은 PLC의 출력 릴레이 접점들이며, Lamp 릴레이 접점들의 용도는 표 1.과 같으며, 2~6거리 신호등 체계이다. 정지 Lamp PLC 출력점 P043, P047, P04B, P04F가 ON될 때 P030, 접점 P030, P031, P032, P033들은 우회전할 수 있는 Lamp 릴레이를 구동시킬수 있는 PLC 출력 접점들이다. TON 4와 TON 5는 T.Sensor의 입력 조건인 동작지연

표 1. PLC의 각 출력점과 신호등 분석

Table 1. Analysis of Signal Lamp and Each Output Point of PLC

	(Stop)(Ready) (Pass) (Pass)
2 Ways Out Put Lamps	P043, P042, P041, P040 Red L. Yellow L. Blue L. Blue L
4 Ways Out Put Lamps	P047, P046, P045, P044 Red L. Yellow L. Blue L. Blue L
5 Ways Out Put Lamps	P04B, P04A, P049, P048 Red L. Yellow L. Blue L. Blue L
6 Ways Out Put Lamps	P04F, P04E, P04D, P04C Red L. Yellow L. Blue L. Blue L

Timer이다. 통과 Lamp 1~2분(P040,P041, P044, P045, P048, P049, P04C, P04D), 대기Lamp 5초 (P042, P046, P04A, P04E), 정지Lamp을 1~2분 (P043, P047, P04B,P04F)으로 기존의 신호 처리 시간과 거의 같은 시간을 설정하였다. 여기서 출력점 P040↔P041, P044↔P045, P048↔P049, P04C↔P04D를 연결 시키면 동시신호를 나타낸다. 또 출력 P043, P047, P04B, P04F는 좌회전 신호를 의미하기도 한다. OR회로 S00.06~S00.17, P040~P04D, P040~P04E, P040~P04A들은 정지 Lamp가 켜지게 하는Ladder Diagram의 자기 유지 접점들이다. B접점 T4, T5는 지능제어를 할 수 있는 T.Sensor PLC 입력 접점이다. H.O (Hand Operation)는 수동으로 교통신호를 제어할 때 사용될 눌림 버튼 개폐기이다.

#### 3.2.PLC 순서 제어 회로

순서 제어 회로는 Fig. 2와 같이 P040~P04E PLC 출력점들이 제어 릴레이를 통전시키므로 동작된다. 2 거리의 동작 과정은 출력점 P040이 ON되면 P040은 제어 릴레이만 동작시키므로 주 전류는 릴레이를 통해서 부하인 교통 신호 Lamp를 켜지게 한다. 이렇게 4개의 Lamp가 Program 대로 초.분 간격을 두고 정지(1~2분), 대기(5초), 통과(1~2분)의 순서대로 교통 소통이 잘 이루어지도록 Timer

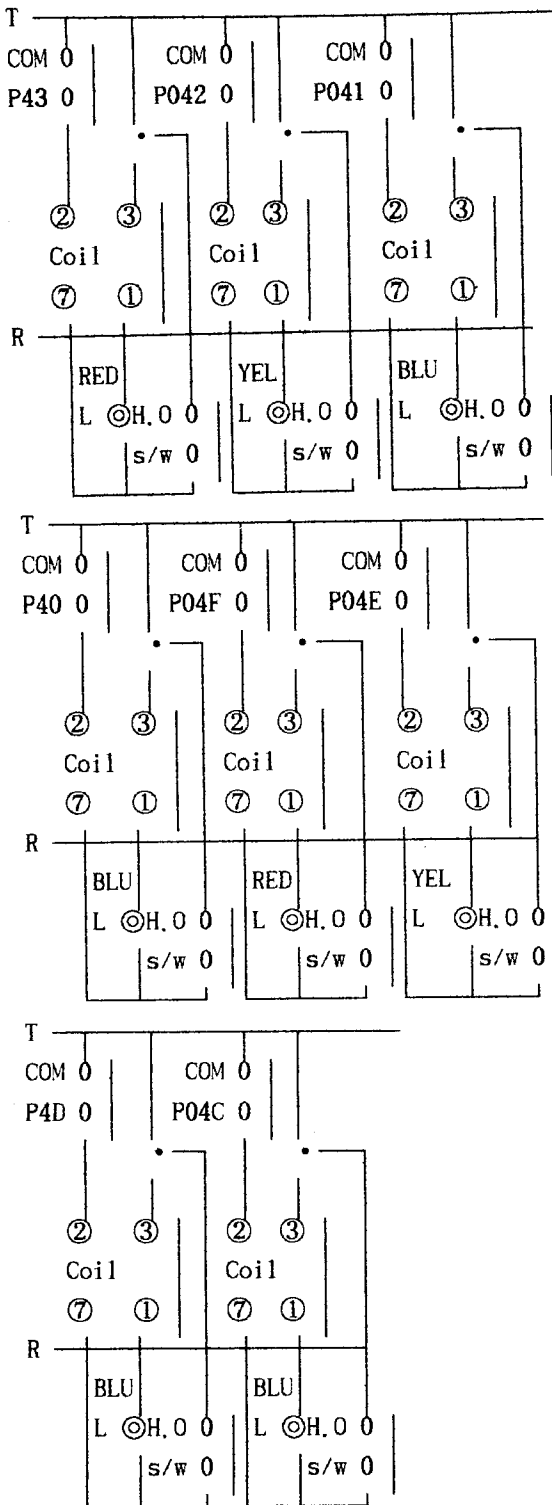


그림 2. 교통 신호등 제어 회로  
Fig. 2. Control circuit of traffic signal lamp

의 설정값을 Time Base 10m/s로 설정 처리 하였다.

수동 개폐기 H.O는 복잡한 사항이 되어질 때 수동으로 교통정리를 할 수 있다. 단 관리자로 하여금 지능제어가 선택되면은 T.Sensor 기능으로 긴 차량 진행렬의 경우에는 차량의 통과 시간이 길어진다. 릴레이 ①, ②, ③, ⑦은 8편 릴레이 편번호들이다. 여기서 PLC 출력접점 P040~P04F는 ②, ⑦번 번호에 연결되어 코일을 설계된 프로그램 데로 통전시킨다. 단 그림 2.에서는 4거리 신호처리만 도시하였다.

#### 4. 온도 센서를 이용한 교통 신호 제어

온도 Sensor, Video Camera, 증폭기를 사용하여 차량이 많이 밀린 쪽의 정보를 받아서 중앙 제어실에서 반자동으로 혹은 전자동으로 교통 신호등을 제어할 수 있으며, 전자동은 온도 Sensor에 의한 지능형 교통제어 시스템을 의미하며, 반자동은 설정된 초분에 의해서만 주기적으로 운전되는 현재 사용되고 있는 교통신호 시스템이며, 교통 질서 확립을 계도할 수 있는 교통신호 시스템 블록도 Fig. 3과 같다. 어려운 점으로 여겨지는 부분은 온도 Sensor 감지 문제이다.

기준 Sensor와 비교하여서 온도 차이는 1℃ 차이를 기준점으로 하여 감지되도록 한다. T. Sensor는 기준 Sensor와 감지 Sensor 2개를 설치한다. 2개중 감지 Sensor는 차량이 많이 밀린 곳의 배기가스와 엔진열의 온도를 감지 하도록 주위 가로등, 신호등 및 지주에, 기준 Sensor는 차량의 온도 영향을 받지 않는 곳에 설치한다. T. Sensor 신호를 온도 제어기에서 받아서 PLC의 입력으로 들어오면 PLC에서 연산하여 출력 측에 연결된 교통 신호등이 켜지는 실시간을 자동으로 연장 제어하여 많이 밀린 쪽의 차량이 통과할 수 있는 통과 시간을 늘려 주게한다. 무더운 여름철이나, 혹독한 추위, 심한 바람이 부는 날, 비가 오는 날 등에는 교정회로를 부착하여 오차는 최소화 할 수 있다. PLC 출력 접점 P030, P031, P032, P033들이 ON될 때는 신호등 정지상태로서 횡단보도등이 켜져서 특히 장애인 통과 및 통행인에게 안내방송을 하게되고 Video Camera는 관측자가 필요에 따라서 위치 및 방향을 선정 관측 할 수 있다.

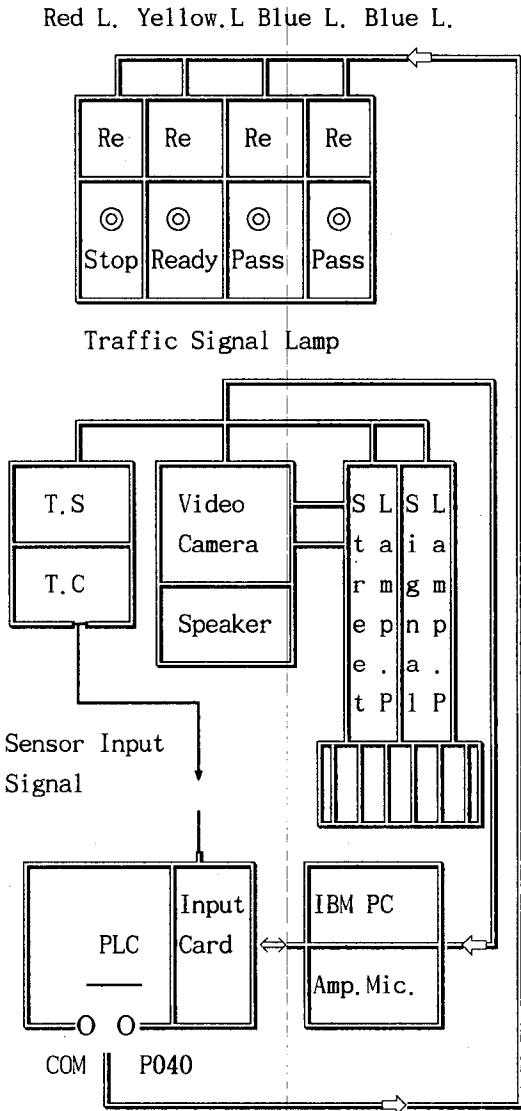


그림 3. 교통신호 시스템 Block Diagram  
Fig. 3. Block Diagram of Traffic Signal System

### 5. 온도 Sensor 가상 Tag Simulation

#### 5.1. Flow Diagram과 Program Tag의 조건

FAM 4.0의 Program Tag에서 온도 A는 Analog로 설정값(온도 변환값)을 의미하며 B는 Analog로 기준치를 의미하며 Program Tag에서는 아래와 같은 조건을 이용하여 통과등과 정지등이 동작되도록 A의 값이 B의 값에 비해서 1도 증가하면 이 증가된 값은 온도 Sensor와 온도 Sensor Controller

를 통해서 PLC 입력으로 전송된다. 이 값을 받은 PLC는 연산하여 얻은 결과를 1 Scan 실시간 동안에 출력시켜 통과등을 켜는 것을 가상적으로 가상 Tag Simulation에서 S/W A를 ON 시키면 온도가 1°C 상승되며 통과등은 청색으로 정지등은 적색으로 켜진다. 또 S/W B를 설정치와 기준치가 같도록 ON 시키면 통과등은 OFF 되는 것을 관찰할 수 있다. Data Base Program Tag의 조건, Flow Diagram의 과정은 아래와 같다.

#### 1)Data Base Program Tag 조건

1F Tag1 > Tag2

D = 1

ELSE

D = 0

ENDIF

Goto 1

#### 2)Flow Diagram 과정

①프로젝트 관리기에서 트리구조 항목을 구성하며 프로젝트 관리기를 열어서 프로젝트 파일명 C:\FAM40\TEST11.FM을 설정 저장한다.

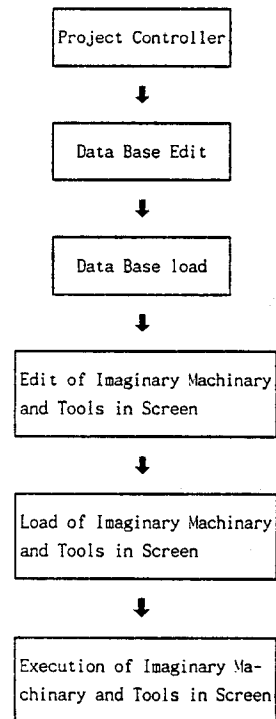


그림 4. 진행 도표

Fig 4. Flow Diagram

- ②프로젝트 요약정보의 초기화면 TEST11.GSD을 확인하고 파일명 TEST11을 설정 저장한다.
- ③편집메뉴 추가에서 데이터베이스 편집은 프로그램 Tag, 아날로그 Tag 1.2.3, 디지털 Tag A.B.C.D로 설정 저장한다.
- ④기기화면 편집은 추가메뉴에서 상태표시에서 상태표시방법을 설정하고 Lamp 및 Button을 도구모음에서 선택하여 그리고 가상으로 동작할 수 있는 기능과 그 기능에 대한 설명문을 입력하고 파일에서 저장한다.
- ⑤다시 기기화면으로 와서 프로젝트 크릭으로 요약정보를 확인 저장하고 기기화면 실행기에서 가상 Tag를 실행시킨다.

### 5.2. 가상 Tag Simulation Program의 구성

# < TD ##### 설정값 [Analog Tag]  
# < TD ##### 기준값 [Analog Tag]

**A** : 설정값 S/W      **P** : 프린트 S/W

**B** : 기준값 S/W

- ⊗  
B.L(1): 온도가 1°C 상승할 때 청색 통과등이 켜지게 된다.(지능제어 경우)  
온도가 상승하지 않을 때는 원래의 설정값 프로그램 대로 램프의 동작이 진행되도록 하였다. 청색등은 차량의 통과를 의미한다.
- ⊗  
R.L(2): 온도가 상승할 때는 적색등이 켜지게 되도록 하였으며 적색등은 차량의 정지를 의미한다.
- ⊗  
R.L(3): 위의 R.L(2)의 동작과 동일하다.
- ⊗  
R.L(4): 위의 R.L(3)의 동작과 동일하다.

데이터 베이스 편집의 프로그램 Tag에서 프로그램 Tag 조건문을 만들고, 기기화면 편집의 상태표시에서 상태표시 방법 (# < TD #####) 설정값 Analog Tag, (# < TD #####) 기준값 Analog Tag을 설정하고 도구모음에서 Lamp, Button를 그리고 기능을 입력하여 가상동작이 실행되도록 한다.( 2)의 Flow Diagram과정 참조)

### 5.3. 가상 Tag Simulation Program의 구현

1: 상태표시에서 데이터 표현 Tag 데이터값(# < TD #####)이 가상태그가 구현되면은 0으로 바뀌어지며, 설정값 온도의 수치가 1°C 되면 통과 Lamp가 켜짐이 관측되었다.(Analog Tag).

0: Analog Tag로 기준값을 의미하며 기준값과 설정값이 일치하면 지능제어가 실행되지않음이 관측되었다.

**A** : 설정값 S/W = ON

**B** : 기준값 S/W

**P** : 프린트 S/W = ON되면 모니터상의 가상 태그 구현상태를 프린트할 수 있다.

- ⊗  
B.L(1): 온도가 1°C 상승하면 지능제어로 통과 Lamp가 켜지고 켜지지 않을 때는 원래의 설정된 프로그램 대로 Lamp의 동작 됨이 관측되었다.
- ⊗  
R.L(2): 온도가 1°C 상승하면 정지 Lamp가 켜 짐이 관측되었다.
- ⊗  
R.L(3): 위의 Lamp(2)와 동일 동작상태
- ⊗  
R.L(4): 위의 Lamp(3)와 동일 동작상태

### 6. 결 론

1. 기존의 교통신호 시스템 회로는 신호 변경, 점검 및, A/S 할 때에는 복잡하다. 제시된 Ladder Diagram 회로를 사용한 지능형 교통신호 제어 시스템은 신호 변경시에 이미 설계된 회로보다 부품 수가 소요되지 않고 Ladder Diagram 회로만 변경시키므로 경제적이고 시간이 단축되며 신뢰성이 높고 간단함을 PLC Ladder Diagram