

# PLC에 의한 블록별 제어

( Control of Block Unit By PLC )

유정봉

(Jeong-Bong You, Division of Electrical & Electronics & Control eng. Kongju University)

## Abstract

In Factory Automation(FA) used by Programmable Logic Controller(PLC), Ladder Diagram(LD) is the most widely utilized and plays an important role in industrial control system. But recently, the study about Sequential Function Chart(SFC) is performed actively. When we program by SFC, generally, we design one routine from start to end. This method is difficult to design block control system, and we often make mistakes. In this paper, we propose the method that we design block control system and we analysis the difference of the method used this paper from conventional method.

## 1. 서 론

산업 공정 제어시스템은 고속화, 거대화 및 다양화를 요구하고 있으며, 단일 제어가 아닌 여러 계층 제어 및 블록 단위로 제어하는 시스템이 기본적으로 구성되고 있다. 이러한 계층제어구조에서는 각 서브시스템을 별도의 제어기로 구성하지만, 서브시스템간에 직접적인 정보 교환은 없고, 서브시스템간 동기를 위한 제 3의 동기시퀀스를 구성하여 각 서브시스템의 어느 한 스텝으로 제 3의 동기 시퀀스를 통해서만 정보를 교환하는 방법을 사용한다. 이와 같은 구조는 시스템 확장이 용이한 곳에서 많이 사용하게 되며, 이러한 계층제어구조를 구성하기 위해서는 각 서브시스템을 개별 설계하고 서브시스템을 결합시켜야 한다[1-3]. 반면에 블록 단위로 제어하는 시스템은 제어를 별도로 구성하여 각 블록별로 네트워크를 통한 제어를 하게 된다. 이러한 방법은 장치설치비가 상당히 높고, 유지관리에 어려움을 겪게 된다.

본 논문에서는 블록제어를 위해서 PLC(Programmable Logic Controller) 제어를 사용하고, SFC(Sequential Function Chart)를 사용하여 프로그램하고 SFC 프로그램 내에서 관리시스템을 이용하여 각 블록을 실시간으로 제어하도록 하는 방법을 제안한다. 그리고 박물관의 조명을 제어하기 위한 시스템에 적용하여 타당성을 확인한다.

## 2. 일반적인 방법

### 2.1 SFC 액션 제한자를 이용한 방법

SFC는 일련의 제어동작을 복수의 스텝으로 분할하여

프로그램 실행 순서와 실행조건을 명확히 표현 가능하도록 한 제어사양의 기술형식의 언어이다.

각 액션은 제한자를 갖는다. 그림 1에서 0번 스텝의 'N' 제한자는 관련 스텝이 활성화일 때만 액션이 실행된다는 것을 나타내며, 1번 스텝의 'P' 제한자는 펄스를 의미한다. 즉, 상승엣지 펄스 또는 하강엣지 펄스 중 어느 하나를 나타낸다. 'S' 제한자는 해당 액션을 셋트하여 다음 스텝으로 천이가 되어도 해당 액션은 리셋되지 않고 계속 동작을 하게 된다.

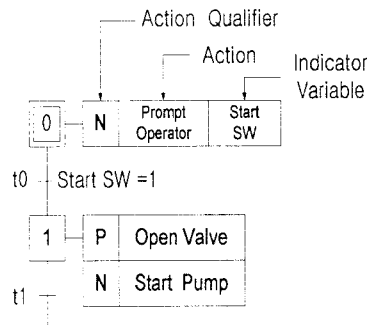


그림 1. 액션의 형태

Fig. 1. Main Feature of Action

이 'S' 제한자가 붙은 액션을 정지 시키려면 원하는 스텝에서 'R' 제한자를 사용하여 리셋시켜야 한다. 그러면 각 블록을 실시간으로 제어하기 위해서는 'S' 제한자가 붙은 스텝과 'R' 제한자가 붙은 스텝을 항상 쌍으로 사용하여야 한다. 이러한 방법의 문제는 메모리가 상당히 많이 필요하고 처리시간이 많이 소요되어 시스템의 효율이 매우 낮게 된다.

## 2.2 네트워킹을 사용한 방법

서론에서도 언급한 내용과 유사하게 네트워크를 사용하게 되면 블록을 제어하기 위해 각 블록에 PLC 1대를 필수적으로 사용하여야 한다. 그리고 각 블록에 사용된 PLC를 서로간에 네트워크로 연결하여 통신을 이용한 제어가 가능하다. 또한 Host PLC를 두고 각 블록의 Sub PLC간에 통신을 하여 정보를 교환하고 제어하게 된다.

그러면 블록의 수가 많아지면 PLC의 개수 또한 증가하여야 하고, 그러면 시스템 구성 비용이 과다하게 소요될 뿐만 아니라 많은 공간을 차지하여 시스템의 부피가 커지게 된다[4-5].

## 3. 관리스텝을 사용한 방법

### 3.1 관리스텝의 정의

#### (1) 정의

관리 스텝은 시퀀스의 초기 기동 시에 셋트되어 항상 시퀀스의 모드 전환 침 흐름을 감시, 제어하도록 하는 스텝으로 제한자 또는 매크로시스템을 이용하여 구현 가능하다. 이것은 단일 스텝을 단위로 하여 기타 모드를 구성하는 것으로 정의한다.

#### (2) Passing

일반적으로 SFC의 트랜지션은 트랜지션 조건이 On 되면 만족하여 다음 스텝으로 이동하지만 본 논문에서 제시하는 Passing은 트랜지션의 조건과 달리 지정된 접점이 Off 되는 것을 검사하게 된다.

그림 2에서 Tr1이 ON일 때 Step1의 동작이 수행되며 작업이 완료되는 시점에서 end1이 ON되며 이를 감지하여 관리 스텝에서는 Tr1을 OFF시킨다. 이에 따라 t1의 이행조건이 만족하여 다음 Step으로 진행하게 된다.

앞에서 도입한 구동 접점과 Passing을 사용한 관리스텝을 갖는 시퀀스의 예를 그림 7에 나타내었다. S0는 관리 스텝으로 초기부터 활성화되어 있으며 이는 SFC의 자동 운전 동작과 같다.

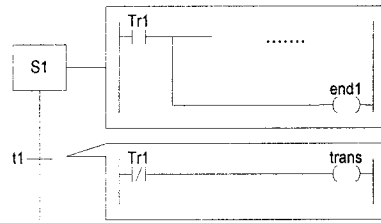


그림 2. 구동 접점과 Passing의 예  
Fig. 2. Examples of Trigger Point and Passing

### 3.2 관리스텝을 사용한 제안된 방법

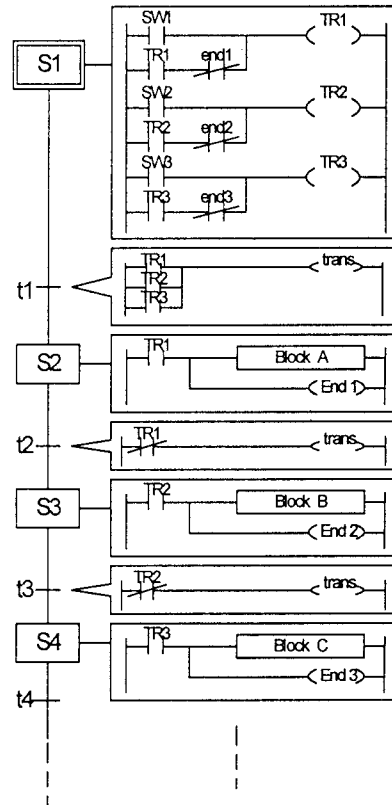


그림 4. 관리 스텝을 적용한 Block  
Fig. 3. Block Applied to Management Step

관리스텝은 시퀀스의 초기 기동시 Set되어 항상 시퀀스의 인터록 블록을 전환 할 수 있고, 흐름을 감시, 제어할 수 있도록 설정한 스텝이며, 각 스텝의 세부내용은 그림 3과 같다.

TR1이 On이면 S1의 스텝이 활성화되고, TR2가 On이면 S2의 스텝이 활성화되며, TR3가 On이면 S3의 스텝이 활성화되게 된다. 따라서 각각의 블록을 독립적으로 제어할 수 있게 된다.

## 4. 적용 예

### 4.1 시스템 개요

시스템 구성도는 그림 4와 같다. PLC에서 전체 조명 시설은 각 층을 별도로 컨트롤하고 각 층에서 각 블록 별로 개별 On/Off 제어를 하게 된다.

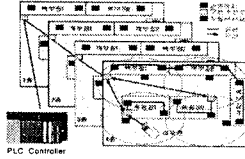


그림 4. 블록 제어 시스템 구성도  
Fig. 4. Configuration of Block Control System

### 4.2 SFC를 이용한 알고리즘

블록별 제어를 위해서 블록은 각 층별로 설정을 하여 4층을 제어하는 것으로 사상이 되어 있지만 시뮬레이션을 위해 2층만 제어하는 알고리즘으로 구성하였다. 이의 알고리즘은 그림 5와 같다.

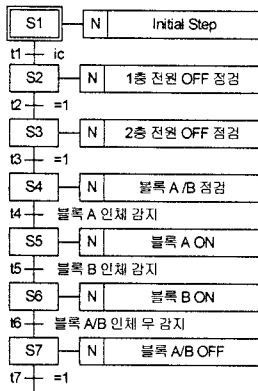


그림 5. 알고리즘.  
Fig. 5. Algorithm.

### 4.3 실험결과 및 검토

본 연구를 위해서 PLC는 LG 산전의 GLOFA GM4기종의 CPU를 사용하였으며, 편집 프로그램은 GMWIN Ver 4.0을 사용하였다.[6-7]

그림 6은 그림 5에 대한 시뮬레이션 결과를 보여주고 있다.

그림 6에서 'S5' 스텝이 활성화 되어 있는 상태에서 'S6' 스텝이 동시에 활성화 되어 있는 것을 보여준다. 이 상태에서 'T6'조건을 만족하게 되면 'S7' 스텝이 활

성화 되어 'S5', 'S6' 스텝의 액션이 정지되는 것을 보여준다.

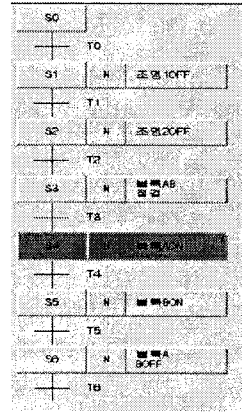


그림 6. 시뮬레이션 결과  
Fig. 6. Result of Simulation

## 5. 결론

PLC를 사용한 블록제어에서 SFC 언어로 프로그래밍할 때 각 블록을 하나의 루틴으로 사용하는 것이 가능하다는 것을 알 수 있었다. 따라서 본 논문에서 제시된 블록제어 프로그램은 간편한 SFC 언어를 사용하여 프로그래밍하는 것이 효과적임을 알게 되었다.

### 참 고 문 헌

- [1] R.W.Lewis, "Programming Industrial Control Systems Using IEC1131-3", The Institution of Electrical Engineers, 1992.
- [2] Bong-Suk Kang and Kwang-Hjun Cho, "Discrete Event Model Conversion Algorithm for Systematic Analysis of Ladder Diagrams in PLCs" Journal of Control, Automation and systems Engineering, Vol 8, No5, p401-406, May, 2002.
- [3] M. Zhou and E. Twiss, "Design of Industrial automated systems via relay ladder logic programming and Petrinets", IEEE Trans on Systems, Man and Cybernetics-part C; Applications and Reviews, Vol 28, No 1, pp 137- 150, 1998.
- [4] Jeong-Bong You, Kwang-Jun Woo, Kyung-Moo Hyu, "Implementation of Interlock in Process Control System Described by Sequential Function Chart Graphical Language", 조명·전기 설비학회 논문지, Vol. 12, No. 2, May 1998.
- [5] Giuseppe Casalino, Giorgio Cannata, Giorgio Panin, Adrea Caffaz "On a Two level Hierarchical Structure for the Dynamic Control of Multifingered Manipulation", Proceedings of the 2001 IEEE, International Conference on Robotics & Automation Seoul Korea, 2001.
- [6] "Mitsubishi PLC Programming Manual", Mitsubishi, OnA series, 2004.
- [7] "LG Programmable Logic Controller Glofa-GM", LG Industrial Systems, 2004.