

PLC에 의한 온실 제어기의 개발

○ 임 승 관 , 김 기 중 , 국 현 석 , 여 운 진 , 진 달 복
원광대학교 전자공학과

The Design of the Greenhouse Control System

○ S.K Lim , K.J Kim , H.S Kook , U.J Rhyeo , D.B Chin
Dept. of Electronics Engineering, Wonkwang University

Abstract

The main purpose of this paper is to develop the greenhouse control system by PLC in order to dismiss the subject which sequence control system has.

The result of this research will contribute to the competitive agriculture product by offering versatile and low cost greenhouse control system.

I. 서 론

온실 환경 제어 설비의 자동화는 고품질의 농작물 생산과 노동력의 고령화에 따른 성력화를 위해서 절실히 필요하고, 이에 대한 수요 또한 급속히 증가하고 있다. 그럼에도 불구하고 온실 환경 제어 설비의 자동화를 실현하는 온실 제어기는 극히 일부의 값비싼 외국산 제어기를 제외하고는 재래의 시퀀스 제어기를 쓰고 있어서, 창의 열고 닫는 시간 및 순서의 조절, 속용성, 융통성, 성력화 등의 면에서 문제가 크다.

종래의 시퀀스 온실 제어기에서는 온도가 기준치 이상으로 상승하면 천창, 이중천창, 측창 등이 한꺼번에 올라가고, 반대로 기준치 이하로 하강하면 한꺼번에 내려가기 때문에 열 손실이 클 뿐만 아니라, 천창, 이중천창, 측창이 오르내리는 빈도가 잦아 장치의 마모가 많고, 불필요한 전력 소모가 가중되는 문제점이 있고, 전력 공급 회로의 구성이 매우 복잡하여 제작이 용이하지 못하고 제품의 가격이 상승되며, 제어함(control box)도 너무 크다는 문제점들이 있다.

본 연구에서는 이들 문제점을 해결하기 위해서 종래의 시퀀스 제어기를 PLC제어기로 바꾸어 개발하는데 그 목표가 있다.

II. 하드웨어 구성

본 시스템의 하드웨어는 전력 공급 회로와 제어 회로로 구성되어 있다. 이중 전력 공급 회로는 천창, 이중천창, 측창, 평면커튼 등을 직접 열고 닫는 모터에 전력을 공급하는 회로로서, 그 회로도도 그림 1 과 같이 설계하였다. 천창에 관한 것만을 예로 하면 전자접속기 MC1 과 MC2 중 어느 것이 동작(여자)되느냐에 따라 모터의 회전 방향이 달라지도록 되어 있다.

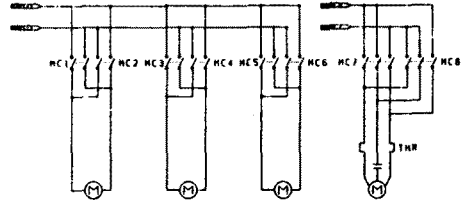


그림 1. PLC 온실 제어기의 전력 공급 회로

하드웨어 중 전력 공급 회로를 제외한 나머지 제어 회로는 전력공급 회로의 전자접속기를 제어하고 상태 표시등을 제어하는 회로로서, PLC를 사용하는 본 시스템에 있어서는 이 제어 회로를 그림 2 와 같이 구성하였다.

여기에서 PLC 입출력 포트는 다음과 같다.

- AU1 : 천창의 자동 푸시버튼 스위치
- T : 온도 감지센
- MA1 : 천창의 수동 푸시버튼 스위치
- AU2 : 이중천창의 자동 푸시버튼 스위치
- MA2 : 이중천창의 수동 푸시버튼 스위치
- AU3 : 측창의 자동 푸시버튼 스위치
- MA2 : 이중천창의 수동 푸시버튼 스위치
- CW : 평면 커튼의 정방향 회전 푸시버튼 스위치
- MA3 : 측창의 수동 푸시버튼 스위치

- CCW : 평면 커튼의 역방향 회전 푸시버튼 스위치
- AU4 : 평면 커튼의 자동 푸시버튼 스위치
- MA4 : 평면 커튼의 수동 푸시버튼 스위치
- COS : Cosmos 타이머
- LS1 : 천창 하의 리밋 스위치
- LS2 : 천창 상의 리밋 스위치
- LS3 : 이중천창 하의 리밋 스위치
- LS4 : 이중천창 상의 리밋 스위치
- LS5 : 축창 하의 리밋 스위치
- LS6 : 축창 상의 리밋 스위치
- MC1 : 천창 열림 전자접촉기
- MC2 : 천창 닫힘 전자접촉기
- MC3 : 이중천창 열림 전자접촉기
- MC4 : 이중천창 닫힘 전자접촉기
- MC5 : 축창 열림 전자접촉기
- MC6 : 축창 닫힘 전자접촉기
- MC7 : 평면커튼 열림 전자접촉기
- MC8 : 평면커튼 닫힘 전자접촉기
- L1 : 천창 열림 표시 램프
- L2 : 천창 닫힘 표시 램프
- L3 : 이중천창 열림 표시 램프
- L4 : 이중천창 닫힘 표시 램프
- L5 : 축창 열림 표시 램프
- L6 : 축창 닫힘 표시 램프
- L7 : 평면커튼 열림 표시 램프
- L8 : 평면커튼 닫힘 표시 램프
- F1 : 천창 수동 열림 푸시버튼
- R1 : 천창 수동 닫힘 푸시버튼
- F2 : 이중천창 수동 열림 푸시버튼
- R2 : 이중천창 수동 닫힘 푸시버튼
- F3 : 축창 수동 열림 푸시버튼
- R3 : 축창 수동 닫힘 푸시버튼
- F4 : 평면커튼 수동 열림 푸시버튼
- R4 : 평면커튼 수동 닫힘 푸시버튼

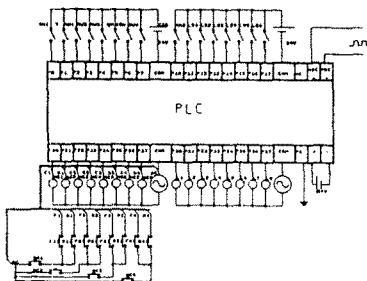


그림 2. PLC 온실 제어기의 제어 회로

III. 소프트웨어 구성

PLC는 시퀀스 제어에서 고정 배선(hardwired)된 것들을 소프트웨어에 의하여 실현하는 산업용 마이크로컴퓨터이므로, PLC의 소프트웨어는 시퀀스 제어의 고정 배선으로 표시할 수 있다. 천창, 이중천창, 축창, 평면커튼 등에 대한 고정배선 방식의 프로그램은 다음과 같다.

① 천창 제어 프로그램

천창 제어 프로그램은 그림 3의 기능을 실현하는 소프트웨어이다.

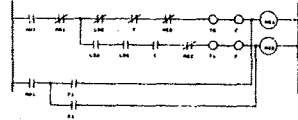


그림 3. 천창 제어 프로그램 기능 회로

여기서 MC2의 동작 조건에 LS3과 LS5를 넣은 이유는 천창, 이중천창, 축창 등을 차례로 열고 차례로 닫기 위함이다. 즉 온도가 기준치 이상이 되면 천창, 이중천창, 축창 등이 한꺼번에 열리지 않고 천창→이중천창→축창 순으로 차례로 열리고 온도가 기준치 이하가 되면 축창→이중천창→천창의 순으로 닫히도록 하고자 하는 것인데, 그렇게 하려면 천창의 경우 열릴 때는 조건 없이 우선적으로 열리고, 닫힐 때는 축창이 닫히고 이중천창도 닫혀있을 것이 조건으로 되기 때문이다.

② 이중천창 제어 프로그램

이중천창 제어 프로그램은 그림 4의 기능을 실현하는 것이다.

여기서 LS2와 LS5는 이중천창 열림, 닫힘의 조건이다. 천창⇒이중천창⇒축창의 순으로 열리고 닫히기 위해서는 이중천창의 경우 열림 조건은 천창이 완전히 열려있는 것이고, 닫힘 조건은 축창이 완전히 닫혀있는 것이기 때문이다.

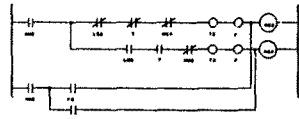


그림 4. 이중천창 제어 프로그램 기능 회로

③ 축창 제어 프로그램

축창 제어 프로그램은 그림 5의 기능을 실현하는 소프트웨어이어야 한다.

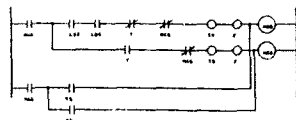


그림 5. 축창 제어 프로그램 기능 회로

여기서 LS2와 LS4는 축창의 열림 조건이다. 천창⇒

이중천창⇒측창의 순으로 열리고 닫히기 위해서는 측창의 경우 열림 조건은 천창이 완전히 열리고 이중천창 또한 완전히 열려야 하기 때문이다. 닫힘 조건에는 조건이 없는데, 이것은 온도가 기준 이하로 내려가면 천창은 무조건 닫혀야 하기 때문이다.

④ 평면커튼 제어 프로그램

평면커튼은 천창이나 이중천창이나 측창과 관계없이 24시간 timer에 의해서만 열리고 닫히게 되어있다. 그러므로 이를 제어하는 프로그램은 그림 6의 기능을 실현하는 것이라야 한다.

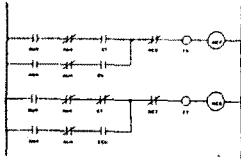


그림 6. 평면커튼 제어 프로그램 기능 회로

IV. 기존의 시퀀스 제어기와 PLC 제어시스템의 비교

종래의 시퀀스 온실 제어기와 본 PLC 온실 제어를 비교할 때 PLC 온실 제어기는 다음과 같은 점에서 시퀀스 온실 제어기 보다 우수함이 밝혀졌다.

① 전력 공급 회로가 간단해진다.

그림 7은 종래의 시퀀스 온실 제어기의 전력 공급 회로이다. 이 회로에서 릴레이 RY1 - RY4를 PLC에 흡수할 수 있었고, 수동 모드에 정역 운전을 하기 위한 스위치(a점접 또는 b점접) 또한 PLC에 흡수할 수 있었으며, 평면커튼 타이머 점접도 PLC에 흡수할 수 있어서, 그림 7의 회로는 그림 1의 회로와 같이 전력 공급 회로가 매우 간단히 되었다. 부품수로서는 42%의 절약 효과를 얻을 수 있었다.

② 제어 회로가 간단히 된다.

그림 8은 종래의 시퀀스 온실 제어기의 제어 회로이다. 이 회로에서 릴레이 LY1-LY3과 릴레이 B1-B8을 PLC에 흡수할 수 있었고, 평면커튼의 타이머 T1-T2도 PLC에 흡수될 수 있었으며, T1과 T2에 사용된 온도계를 하나로 통합하고 R/T1의 Cosmos Timer 역시 하나의 온도계로 통합함으로써, 그림 2와 같이 제어 회로가 매우 간단히 되었다. 부품수로서는 무려 42%의 절감 효과를 얻을 수 있었다. 회로가 간단해진다는 것은 조립이 쉽고, 고장 발생 시 보수가 쉬어진다는 말이 된다.

③ 천창, 이중천창, 측창 등을 차례로 열고, 차례로 닫을 수 있다.

종래의 시퀀스 온실 제어기에서는 온도가 기준치 이

상으로 되면 천창, 이중천창, 측창 등이 한꺼번에 올라가고, 반대로 기준치 이하로 되면 이들이 한꺼번에 내려가서 열 손실도 크고, 오르고 내림의 빈도도 크다는 단점이 있다. 본 PLC 온실 제어기는 전술한 바와 같이 천창⇒이중천창⇒측창의 순으로 차례로 열리고, 차례로 닫혀서 이러한 단점을 보완하고 있다.

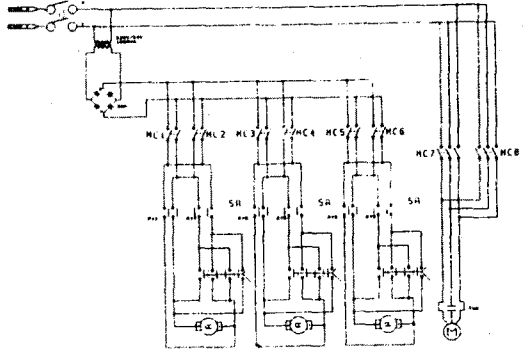


그림 7. 시퀀스 온실 제어기의 전력 공급 회로

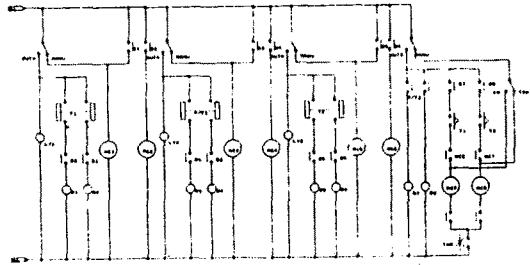


그림 8. 시퀀스 온실 제어기의 제어 회로

① 열고 닫음 속도를 자유자재로 조절할 수 있다.

시퀀스 온실 제어기에서는 열고 닫음 속도를 임의로 조절할 수 없다. 그러나 본 PLC 온실 제어기에서는 프로그램에 의해서 마음대로 이를 제어할 수 있어서 계절, 작물 등에 따라 적절한 제어를 할 수 있다.

⑤ 융통성이 크다.

설계, 제작 후 수정이나 기능 변경을 해야 할 경우 종래의 시퀀스 온실 제어기에서는 하드웨어를 바꾸어야 하므로 매우 불편하고, 번거롭고, 많은 시간이 소요되지만, 본 PLC 온실 제어기에 있어서는 소프트웨어만 수정하면 되므로 이러한 문제점이 해소된다.

⑥ 표시등(Pilot lamp)을 다양하게 갖출 수 있다.

종래의 시퀀스 온실 제어기에서는 천창 이중천창, 측창, 평면커튼 등의 최하단과 최상단의 닫힘, 열림 센서가 없기 때문에 이들이 완전히 닫혀 있다, 열려 있다 등을 나타내는 표시등을 설치할 수 없다. 그러나 본 PLC 온실 제어기에서는 이들 센서를 두고 있기 때문에

이러한 표시등을 설치할 수 있다.

⑦ 무게와 부피가 작다.

종래의 시퀀스 온실 제어기에 비하여 본 PLC 온실 제어기는 전력 공급 회로 및 제어 회로가 훨씬 간단하므로 무게와 부피가 줄어든다. 실제의 경우 부피는 31% 정도, 무게는 43% 정도 줄어들었다.

V. 결 론

종래의 시퀀스 온실 제어가 지닌 문제점인 창을 열고 닫는 순서 및 시간 조절 기능의 결여, 용통서의 결여, 속용성의 결여 등을 해결하고 부피와 가격을 낮추기 위해서 이를 PLC 제어기로 개발하는 시도를 하였고, 개발된 제어기를 실제의 온실에 설치하여 수개월간 시험한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 온실 제어기를 PLC로 구성하면 창을 열고 닫는 순서 및 시간을 마음대로 조절할 수 있다.
- 2) PLC온실 제어기는 종래의 시퀀스 제어기에 비하여 전력 공급회로 및 제어회로가 약 43% 가량 간단해진다.

참 고 문 헌

- [1] 민 영봉 외 "온실의 복합 환경제어 시스템의 구성", 경상대 시설 원예 연구, 1994
- [2] 문 성동 외 "온실의 자동화 설비 구조 특성", 경상대 시설 원예 연구, 1994
- [3] 眞 佐 敏 "現場 活用 Sequence 回路", ohm 社, 1992
- [4] 電氣書院 "PC 활용 Technique", 電氣書院, 1990