

PLC를 이용한 공압실린더 제어

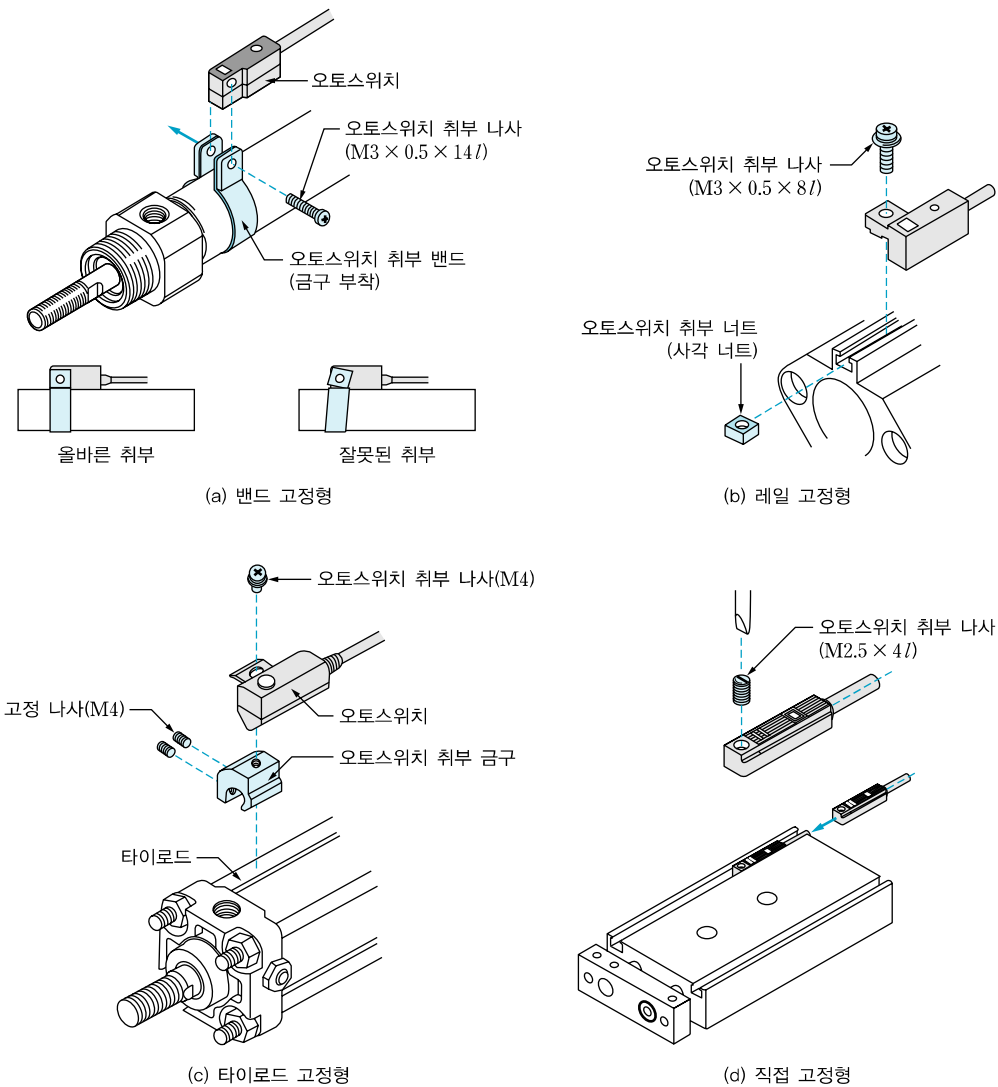
이 장에서는 공압실린더의 동작을 제어하는 PLC 프로그램 작성법에 대해 살펴본다. PLC로 공압실린더를 제어하는 기본원리는 3장에서 학습한 릴레이 시퀀스 회로를 사용한 전기공압 제어방법과 크게 다르지 않지만, PLC를 이용하면 릴레이 시퀀스에서 구현하지 못하는 다양한 동작제어도 쉽게 구현할 수 있다.

6.1 오토스위치

공압실린더의 제어를 위해서는 실린더의 위치를 감지하는 센서를 사용하는데, 이 센서를 ‘오토스위치^{auto switch}’라고 한다.

6.1.1 오토스위치의 분류

오토스witch는 고정하는 방법에 따라, 또는 센서의 출력접점에 따라 구분한다. 고정방법에 따라서는 [그림 6-1]과 같이 밴드 고정형, 레일 고정형, 타이로드^{tie rod} 고정형, 직접 고정형으로 분류되고, 오토스위치의 출력접점에 따라서는 리드 스위치^{reed switch}를 이용한 유접점 방식과, 홀 센서를 사용한 무접점 방식으로 분류된다. 무접점 방식은 2선식과 3선식 센서로 구분된다.



[그림 6-1] 오토스위치의 고정방법에 따른 분류

6.1.2 오토스위치의 배선방법

오토스witch는 사용되는 전기접점의 종류에 따라 유접점과 무접점으로 구분된다. 유접점 방식은 오토스위치 내부에 리드 스위치를 사용해 실린더 로드에는 자석의 위치를 감지하는 방식을 의미한다. 무접점 방식은 자석을 감지하는 반도체 타입의 홀^{hall} 센서를 이용한 것으로, 감지하려는 자석의 감도를 조절할 수 있다. 따라서 홀 센서를 이용한 무접점 오토스switch는 주변 자력의 영향을 많이 받는 장소에서 사용한다. 예를 들면, 여러 개의 실린더가 밀착되어 설치되어 있어서 다른 실린더 로드의 자석에 의한 영향을 받거나,

또는 모터 등 유도기기에서 발생하는 자력선에 의한 영향을 받는 장소에서는 무접점 오토스위치를 사용하면 오동작을 줄일 수 있다.

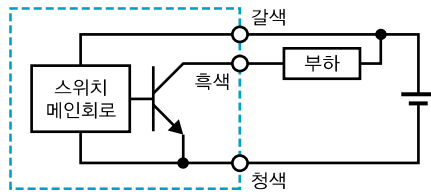
유접점 방식은 주변 자력의 영향을 받지 않은 장소에서 사용된다. 현장에서 사용되는 대부분의 오토스위치는 유접점 방식이다. 유접점 방식이 무접점 방식에 비해 가격이 저렴하면서 배선이 쉽고, 고장 빈도가 낮기 때문이다. 현장실무에 임할 때는 유접점과 무접점의 차이를 잘 파악하고 사용하기를 권한다.

오토스위치는 센서에 연결된 전선의 개수에 따라 2선식과 3선식으로 구분된다. 일반적으로 2선식 센서는 리드 스위치를 이용한 것이 대부분이지만, 일부는 트랜지스터를 이용한 센서도 있기 때문에 배선을 할 때 주의해야 한다. 오토스위치의 배선방법에 대해 살펴보자.

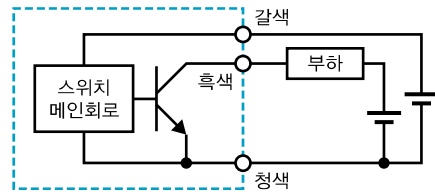
■ 부하(릴레이 또는 램프) 구동을 위한 오토스위치 배선방법

① 무접점 3선식 NPN

오토스위치 무접점 3선식 NPN은 싱크 방식의 배선을 이용한다.



(a) 오토스위치 동작전원과 부하전원이 동일한 경우

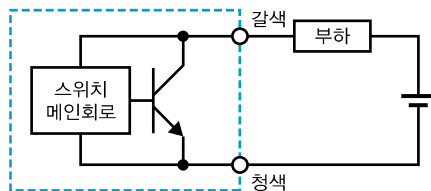


(b) 오토스위치 동작전원과 부하전원이 별도인 경우

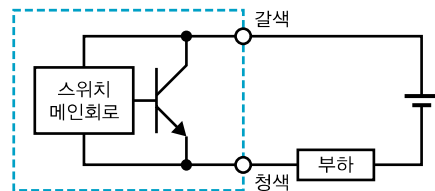
[그림 6-2] 무접점 3선식 타입 배선방법

② 무접점 2선식 NPN

오토스위치 무접점 2선식 NPN은 싱크 방식의 배선을 이용한다.



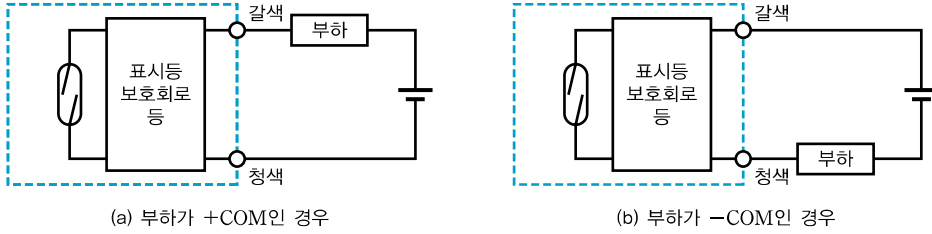
(a) 부하가 +COM인 경우



(b) 부하가 -COM인 경우

[그림 6-3] 무접점 2선식 타입 배선방법

③ 유접점 2선식

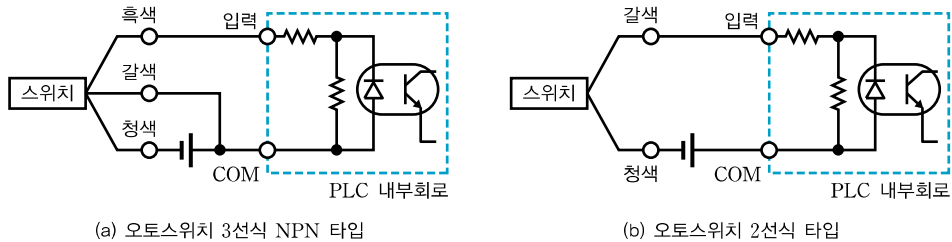


[그림 6-4] 유접점 2선식 타입 배선방법

■ 오토스위치의 PLC 입력 배선방법

① PLC 입력모듈이 +COM인 경우

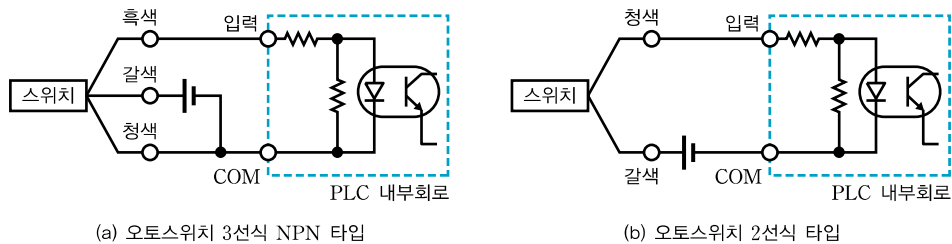
PLC 입력모듈이 +COM일 때, 오토스위치 NPN 타입은 싱크 방식의 배선을 이용한다.



[그림 6-5] PLC 입력모듈이 +COM인 경우 배선방법

② PLC 입력모듈이 -COM인 경우

PLC 입력모듈이 -COM일 때, 오토스위치 PNP 타입은 소스 방식의 배선을 이용한다.



[그림 6-6] PLC 입력모듈이 -COM인 경우 배선방법

이 책의 공압실린더 제어 실습에는 2선식 유접점의 오토스위치를 사용한다. 2선식 유접점 방식의 경우, PLC 입력모듈의 COM 선택에 따라 배선방법이 달라지기 때문에 XBC PLC의 COM 전원을 결정한 후에 싱크 방식 또는 소스 방식을 선택해서 배선한다.

6.2 편솔 및 양솔 제어

3장에서 살펴보았듯이 전기적으로 공압실린더를 제어하기 위해서는 솔레노이드 밸브를 사용하고, 이 솔레노이드 밸브에는 편솔(편솔레노이드 밸브)과 양솔(양솔레노이드 밸브)이 있음을 배웠다. 릴레이 시퀀스를 설계할 때에는 솔밸브 자체가 자기유지 타입인 양솔을 사용하여 제어회로를 설계했다. PLC에서는 전기시퀀스 회로와 다르게 제어회로가 프로그램으로 처리되기 때문에 양솔과 편솔의 구분없이 제어가 가능하다. 이번에는 PLC를 이용하여 공압실린더를 제어하는 시퀀스 프로그램을 만들어보자. 우선은 편솔과 양솔 사용 유무에 상관없이 동일하게 프로그램을 작성한 후, 출력에서 양솔과 편솔의 제어방법을 구분할 것이다.

6.2.1 편솔 및 양솔의 전·후진 제어

[표 6-1] 편솔과 양솔의 제어 차이점

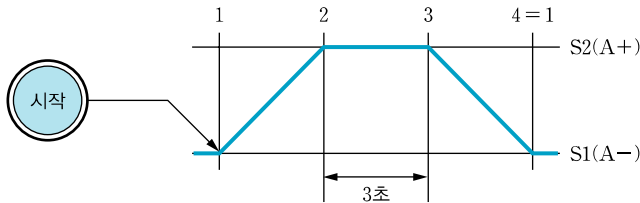
구분	편솔레노이드 밸브	양솔레노이드 밸브																								
공압 회로																										
PLC 배선	<table border="1"> <thead> <tr> <th>입력</th> <th>기능</th> <th>출력</th> <th>기능</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P00</td> <td>전진</td> <td>P20</td> <td>Y1</td> </tr> <tr> <td>P01</td> <td>후진</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	입력	기능	출력	기능	P00	전진	P20	Y1	P01	후진			<table border="1"> <thead> <tr> <th>입력</th> <th>기능</th> <th>출력</th> <th>기능</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P00</td> <td>전진</td> <td>P20</td> <td>Y1</td> </tr> <tr> <td>P01</td> <td>후진</td> <td>P21</td> <td>Y2</td> </tr> </tbody> </table>	입력	기능	출력	기능	P00	전진	P20	Y1	P01	후진	P21	Y2
입력	기능	출력	기능																							
P00	전진	P20	Y1																							
P01	후진																									
입력	기능	출력	기능																							
P00	전진	P20	Y1																							
P01	후진	P21	Y2																							
PLC 프로그램	<p>설명문: 편솔을 이용한 공압실린더 제어</p> <pre> 1 P00000 > P00001 > M00001 > () > 전진 > 후진 > > M00001 > > M00001 > P00020 > () > M00001 > 편솔_전진 > > END </pre>	<p>설명문: 양솔을 이용한 공압실린더 제어</p> <pre> 1 P00000 > M00001 > () > 전진 > > M00001 > () > 후진 > > M00001 > 양솔_전진 > () > M00002 > 양솔_후진 > () > END </pre>																								

공압실린더의 위치를 확인하는 센서 없이 단순히 실린더의 전·후진 동작을 제어하는 방법을 통해 편솔과 양솔의 제어 차이점을 살펴보자. 두 개의 푸시버튼을 이용해서 실린더의 전진과 후진동작을 제어한다. 전진버튼을 누르면 실린더는 전진상태를 유지하고, 후진버튼을 누르면 실린더는 후진상태를 유지하게 된다.

[표 6-1]에 편솔과 양솔의 제어 차이점을 간단하게 나타내었다. 편솔에서 전진동작을 계속 유지하기 위해서는 편솔의 ON 상태가 유지되어야 하기 때문에 자기유지회로를 이용한 제어가 필요하다. 반면 양솔의 경우에는 솔밸브 자체가 자기유지 기능을 가지고 있기 때문에, 별도의 자기유지회로를 사용할 필요 없이 단순히 해당 솔밸브의 ON/OFF 동작만으로 전진 및 후진동작을 제어할 수 있다.

6.2.2 편솔 및 양솔의 시퀀스 제어

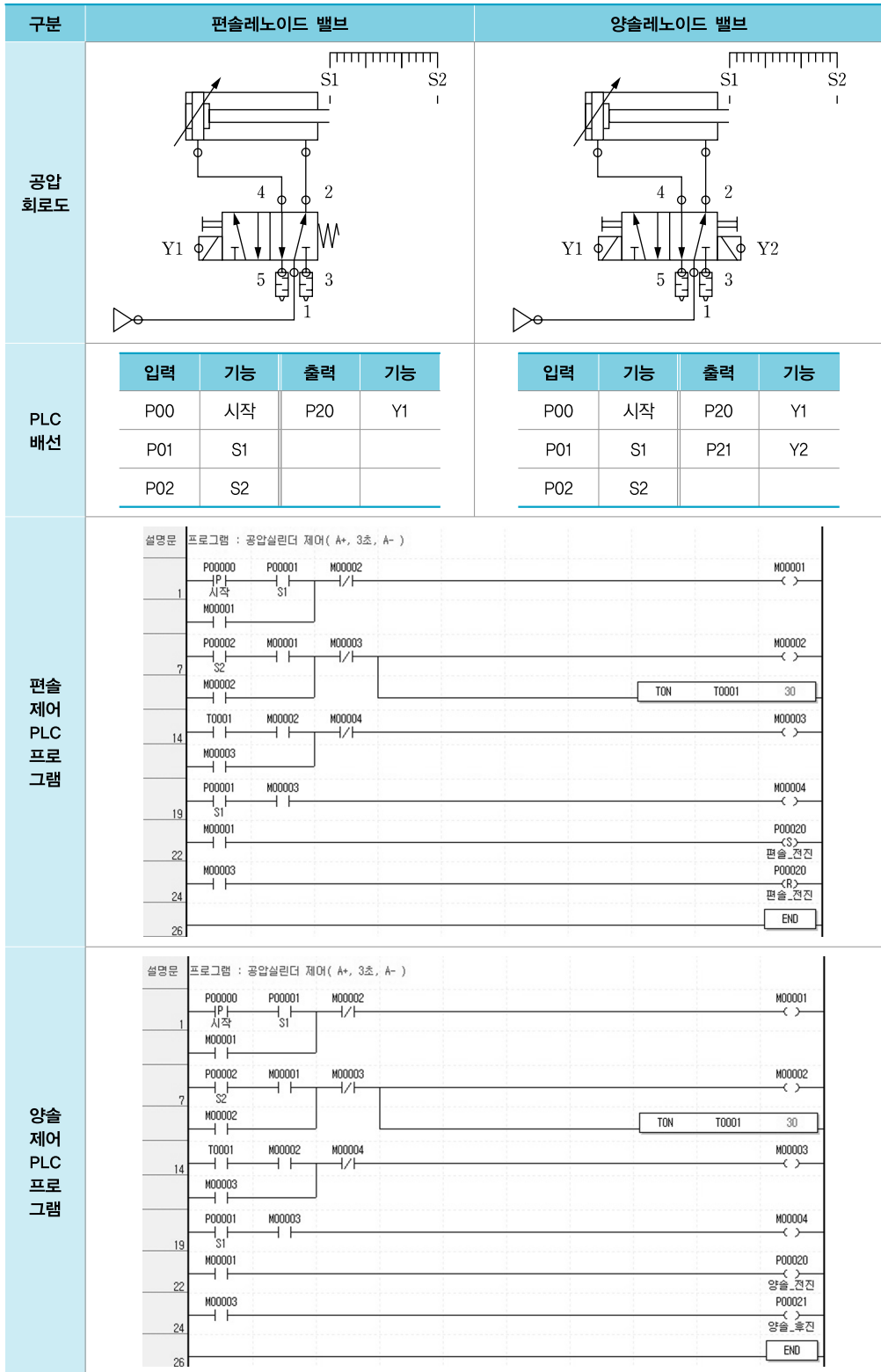
이번에는 시퀀스 제어방식에서 편솔과 양솔의 차이점을 살펴보자. [그림 6-7]처럼 시작 버튼을 누르면 공압실린더는 전진동작을 시작, 완료하고 3초간 전진상태를 유지하다가, 후진동작을 시작, 완료하는 것으로 전체 동작을 완료한다. 전체 동작은 3단계로 구성되어 있기 때문에 시퀀스 제어 PLC 프로그램은 3개의 자기유지회로와 1개의 작업종료 회로로 구성된다.



[그림 6-7] 공압실린더의 동작조건

[표 6-2]를 살펴보자. 이 표에서 공압 회로도 살펴보면, 시퀀스 제어를 위해 실린더의 전진 및 후진 위치를 감지할 수 있는 센서나 리미트 스위치를 사용해서 PLC 입력에 연결했음을 알 수 있다. 또한 편솔과 양솔을 사용한 공압실린더 제어 PLC 프로그램을 살펴보면, 제어부분이 두 경우 모두 동일하게 3개의 자기유지회로와 1개의 작업종료회로로 구성되어 있음을 확인할 수 있다. 두 프로그램의 차이점은 출력에서 찾을 수 있다.

[표 6-2] 편술 및 양술 제어 PLC 프로그램

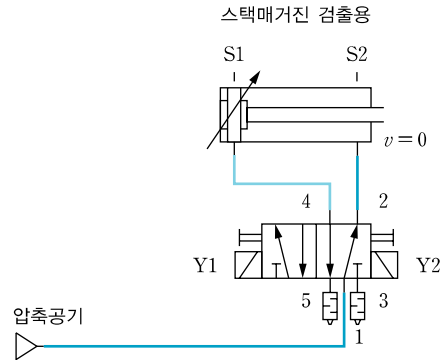


편솔의 경우, 실린더가 전진한 후 3초간 전진동작 상태를 지속하기 위해서는 출력이 계속 ON되어 있어야 한다. 하지만 실린더 전진동작을 제어하는 M1은 실린더의 전진동작이 완료되고 M2가 ON되는 순간 OFF된다. 따라서 출력 P20은 M2가 OFF될 때까지 ON 상태를 유지해야 하기 때문에 셋출력(S)을 이용해서 ON 상태를 유지하도록 만든다. 따라서 P20의 출력을 ON 상태로 만드는 M1이 M2에 의해 OFF되어도 P20은 M1의 OFF에 관계없이 ON 상태를 유지하기 때문에 [그림 6-7]과 같은 실린더의 동작조건을 만족할 수 있다. 반면 양솔의 경우에는 솔밸브 자체가 자기유지 기능을 가지고 있기 때문에 셋(S)과 리셋(R) 출력접점이 아닌 단순 출력접점을 이용하고 있다.

PLC에서는 전기시퀀스 제어와는 달리 편솔과 양솔의 기능적 차이점 때문에 제어 프로그램을 각각 다르게 작성할 필요는 없다. 실린더를 제어하는 프로그램은 전기시퀀스 회로 설계방법과 동일한 방법으로 작성하고, 출력에서 셋과 리셋을 사용해서 편솔을 제어하면 좀 더 쉽게 공압실린더를 제어할 수 있다. 아주 단순하지만, 편솔과 양솔을 혼합해서 제어하는 경우에 유용하게 사용할 수 있는 방법이므로 잘 기억해두기 바란다.

실습과제 6-1 타이머를 이용한 공압실린더 제어

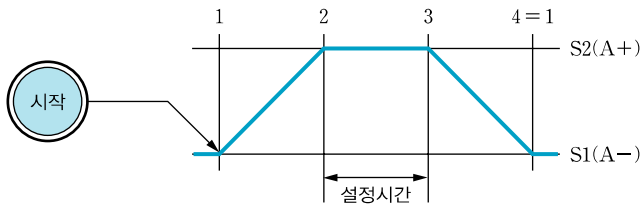
이 실습과제에서는 실린더가 전진한 후 정지해 있는 시간을 1초 단위로 사용자가 설정할 수 있도록 하는 PLC 프로그램을 작성해보려고 한다. 시간설정을 위해 디스플레이 유닛을 사용한 시스템을 구성한다.



[그림 6-8] 공압 시스템의 구성

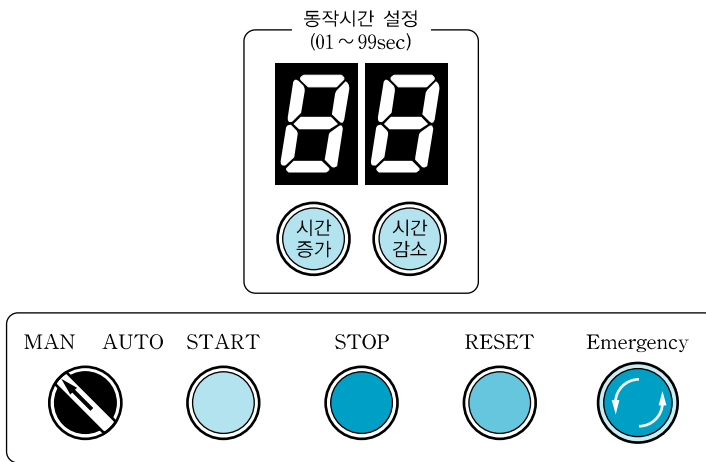
동작조건

- ① 공압 시스템의 구성 및 조작 스위치 패널, I/O 리스트를 참고하여 주어진 동작조건에 맞는 PLC 프로그램을 작성한다.
- ② 공압 솔레노이드 밸브의 수동조작 스위치를 이용해 공압실린더가 후진위치에 있도록 한다. 그리고 공압실린더에 설치되어 있는 스피드 컨트롤러 밸브를 조절해서 공압실린더의 전·후진 속도를 적절하게 조절한다. 이러한 초기설정이 끝나면 PLC의 입출력 모니터링 기능을 이용해 I/O 리스트에 나타난 입력번호에 맞게 신호가 ON/OFF되는지 확인한다.
- ③ PLC의 전원이 ON되면, 수동모드/자동모드 선택에 관계없이 시간표시 숫자 FND에는 '03'이 표시되어야 한다. 수동모드에서는 시간 증가/감소 버튼을 사용할 수 없고, 자동모드에서만 시간 증가/감소 버튼을 사용해서 시간을 설정할 수 있다. 시간설정 중에 설정을 수정하고 싶을 때에는 리셋버튼을 누르면 설정시간이 '01'이 된다.
- ④ 자동모드에서 시간 증가/감소 버튼을 누를 때마다 1씩 감소 또는 증가한다. 단, 동작시간 범위는 1 ~ 99초까지이다. 즉 동작시간이 1일 때에는 감소버튼을 눌러도 더 이상 시간 감소는 되지 않는다. 99초가 표시되어 있을 때에도 증가버튼을 눌러봤자 더 이상의 시간 증가는 일어나지 않는다.
- ⑤ 시간 증가/감소 버튼을 누를 때마다 시간이 1초씩 증가 또는 감소하지만, 시간 증가/감소 버튼을 1.5초 이상 계속 누르고 있으면 0.1초 간격으로 설정시간이 감소 또는 증가한다.
- ⑥ 시작버튼을 누르면 [그림 6-9]의 변위선도와 같이 공압실린더가 전진 후, 설정시간 동안 전진 상태를 유지하다가 후진한다.



[그림 6-9]

[그림 6-10]은 시스템을 조작하기 위한 조작패널이다. 조작패널의 모든 조건을 사용할 필요는 없으며, 일부는 사용하지 않을 수도 있다. 터치스크린의 사용이 가능한 환경에서는 터치스크린을 사용하는 게 좋다.



[그림 6-10] 타이머를 이용한 공압실린더 조작패널

[표 6-3] PLC 입출력 할당

입력번호	넘버링	기능	출력번호	넘버링	기능
P00	M/A	수동_자동 모드 선택	P20	Y1	전진동작 SOL
		OFF: 수동 ON : 자동			
P01	START	시작버튼	P21	Y2	후진동작 SOL
P02	STOP	정지버튼			
P03	RESET	리셋버튼	P2F~P28		설정시간 표시 FND
P06	UP	시간 증가버튼			
P07	DOWN	시간 감소버튼			
P08	S1	실린더 후진감지 센서			
P09	S2	실린더 전진감지 센서			

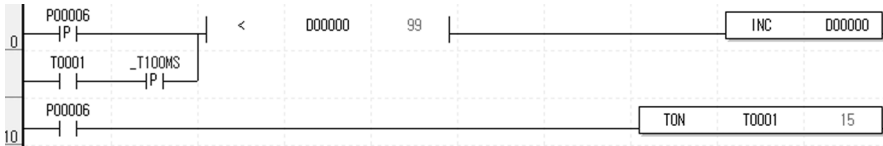
PLC 프로그램 작성

1 설정 단위가 다른 경우 : 곱셈과 나눗셈 연산 이용

타이머의 설정시간은 0.1초 간격으로 설정 가능하고, 설정시간 표시는 1초 단위로 표시된다. 설정시간 단위와 표시되는 단위가 다르기 때문에 곱셈 또는 나눗셈 명령을 이용해서 단위를 통일해야 한다. 앞에서 학습한 내용처럼 표시 단위에 10을 곱해서 타이머의 설정시간으로 사용한다.

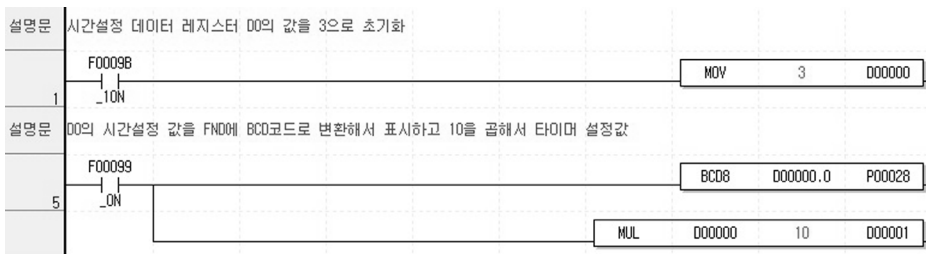
2 스위치를 계속 누르고 있는 동안 일정시간 간격으로 시간 증가 동작

전자기기의 설정값을 설정할 때 일정시간 이상 버튼을 누르고 있으면 설정값이 증가하는 기능을 볼 수 있다. 이처럼 시간 증가/감소 버튼을 일정시간 계속 눌렀을 때 0.1초 단위로 설정시간이 증가 또는 감소하는 기능은 [그림 6-11]의 프로그램으로 구현할 수 있다.

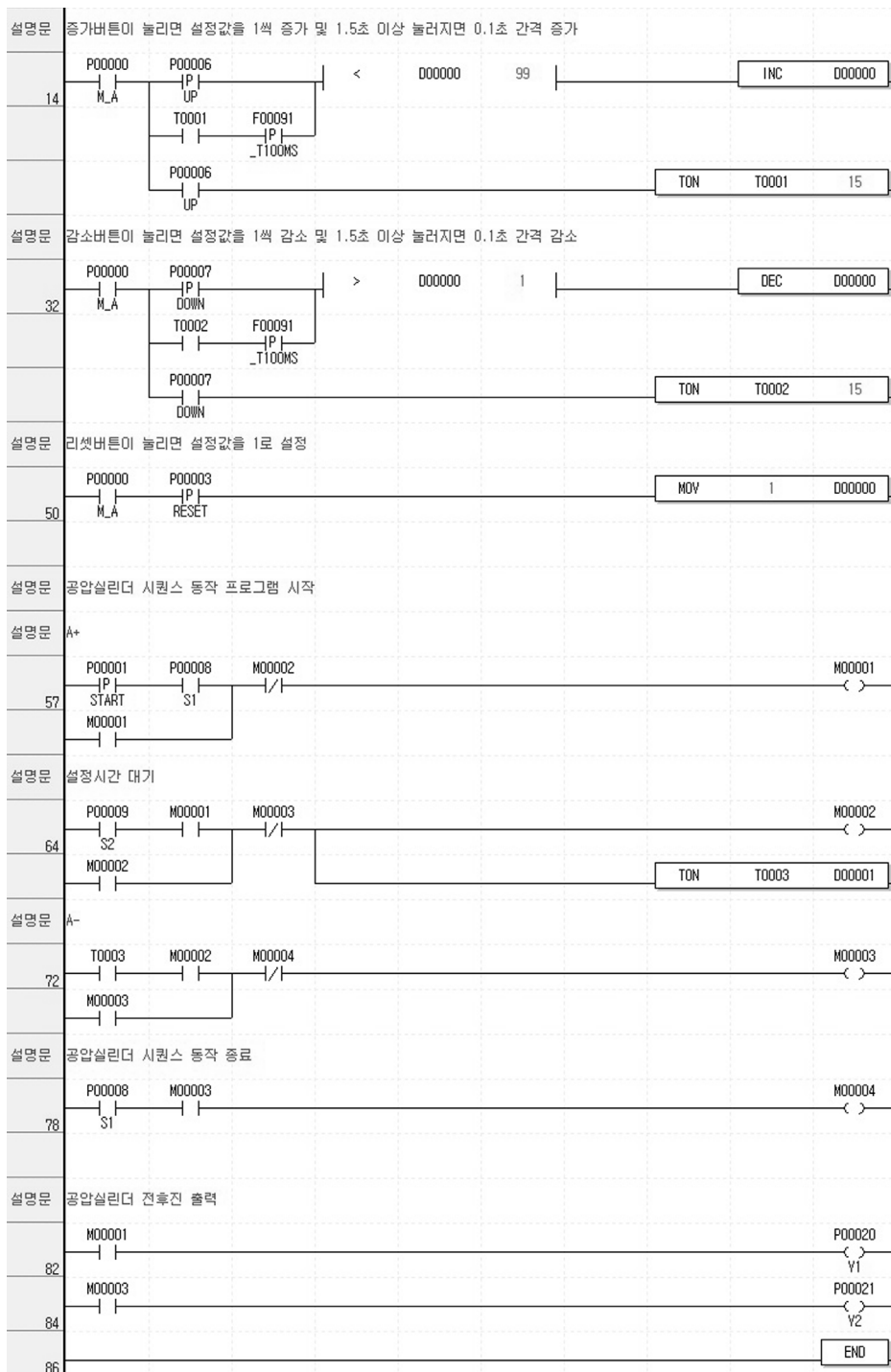


[그림 6-11] 타이머와 0.1초 단위의 클럭 플래그를 이용한 설정값 변경방법

[그림 6-11]을 살펴보면, 타이머의 설정값 증가버튼을 상승펄스 신호와 a접점으로 구분해서 사용하고 있음을 확인할 수 있다. 그 이유는 증가버튼이 계속 눌러진 상태를 감지하기 위해 증가버튼의 a접점과, 1.5초 이상의 시간을 계측할 수 있는 타이머를 조합해서 사용해야 하기 때문이다. 타이머 T1이 ON되면, 증가버튼이 1.5초 이상 눌린 것이기 때문에 0.1초 클럭 플래그를 이용해서 설정값을 0.1초 단위로 증가시키는 것이다. [실습과제 6-1]의 PLC 프로그램은 [그림 6-12]와 같다.



(계속)



[그림 6-12] 타이머의 설정시간 조작을 이용한 공압실린더 동작제어 PLC 프로그램

실습과제 6-2 시작/정지 버튼을 이용한 무한 반복동작 구현

여기서는 [실습과제 6-1]의 동작에 이어서, 시작버튼(P01)을 누르면 시작되어 정지버튼(P02)을 누를 때까지 무한히 반복되는 프로그램을 작성하려고 한다. 자동화 시스템에서 공압실린더 또는 다른 액추에이터를 이용해서 시스템을 구동시킬 때, 여러 번 동일한 동작을 반복하는 시스템의 구성을 흔히 볼 수 있다. 이번 실습과제에서는 카운터를 사용하기 전 단계로, 무한반복동작을 구현해보자.

동작조건

동작조건 및 입출력 조건은 [실습과제 6-1]과 동일하다.

PLC 프로그램 작성

1 반복동작의 구현 원리

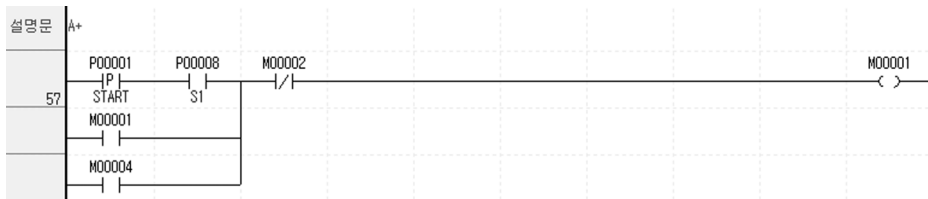
[실습과제 6-1]에서 작성한 PLC 프로그램에서 공압실린더는 [그림 6-13]과 같이 [A+(M1) → 대기(M2) → A-(M3) → 작업종료(M4)]의 순서대로 동작한다. 작업종료 신호는 1스캔타임만 ON되는 신호로, 진행 중인 작업의 종료신호이기도 하지만 새로운 작업을 시작하는 시작신호로도 사용될 수 있다. 따라서 M4의 신호를 M1의 동작을 개시하는 시작신호로 사용할 수 있다.



[그림 6-13] 반복동작의 구현 원리

2 반복동작 구현을 위해 시작조건에 작업종료 신호를 추가한 PLC 프로그램

[실습과제 6-1]의 PLC 프로그램의 M1을 제어하는 부분에서 M4의 신호를 [그림 6-14]와 같이 변경한 후에 시작버튼을 누른다.

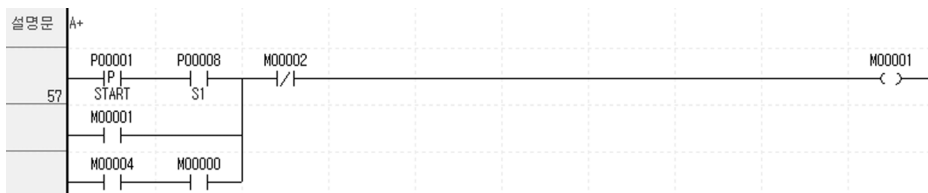


[그림 6-14] 시작조건에 반복동작 조건을 추가한 PLC 프로그램

작업종료 신호인 M4를 M1의 시작신호로 사용했기 때문에, 시작버튼을 누르면 공압 실린더는 전·후진 동작을 무한히 반복하게 된다. 공압실린더의 동작을 정지시킬 수 있는 유일한 방법은 PLC의 전원을 OFF하거나 CPU를 리셋하는 방법 외에는 없다. 이러한 무한루프 동작을 피하는 방법은 M4 신호를 반복동작의 시작신호로 사용할 것인지 아닌지를 필요에 따라 선택할 수 있도록 만드는 것이다.

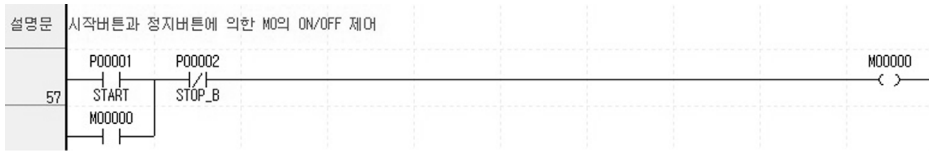
3 반복동작 신호인 작업종료 신호제어를 위한 시작조건 수정

[그림 6-15]를 살펴보면 M4와 M0가 직렬로 연결되어 있는데, 이는 M4의 신호를 제어하기 위해 M0을 추가한 것이다. M0이 OFF되어 있으면 M4의 신호를 사용할 수 없게 된다. 또한 M4의 신호는 1스캔타임만 ON이 되기 때문에, M0의 신호를 사용해서 M4의 신호를 제어할 수 있다. 시작/정지 버튼으로 M0의 ON/OFF를 제어하면, 공압실린더의 반복동작을 제어할 수 있다.



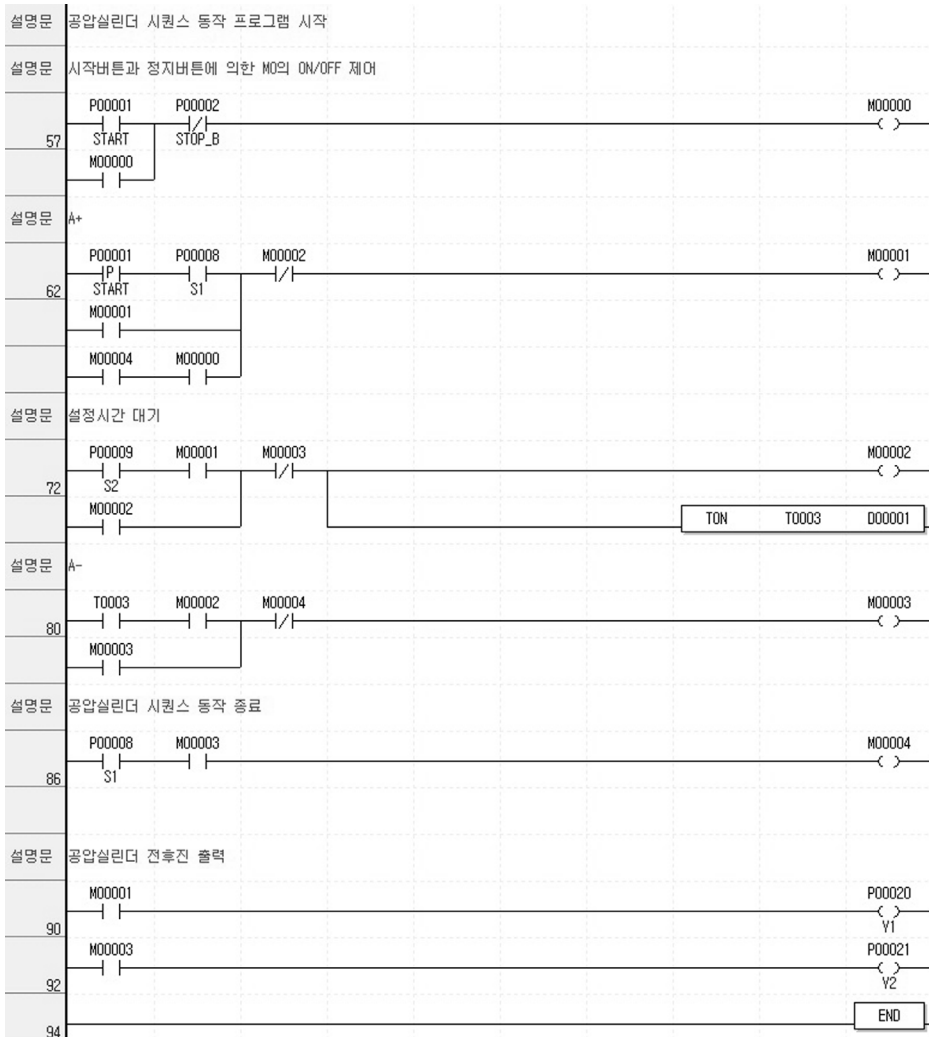
[그림 6-15] 작업종료 신호제어를 위해 시작조건에 M0 접점을 추가한 PLC 프로그램

[그림 6-16]은 시작/정지 버튼으로 M0의 ON/OFF를 제어하기 위한 자기유지회로이다. 시작버튼을 누르면 M0 비트가 ON되어 M4에 의해 반복동작이 이루어진다. 반복동작 중에 정지버튼을 누르면, M0 비트가 OFF되어 M4에 의한 반복동작이 정지된다. 시퀀스 동작제어 PLC 프로그램에 다른 좋은 반복동작 구현방법들이 있겠지만, 필자가 사용하는 이 방법도 상당히 유용하다. 공정별 동작의 작업종료 신호를 만들고, 이 작업종료 신호를 사용하여 손쉽게 반복동작을 구현할 수 있다.



[그림 6-16] 작업종료 신호제어를 위한 M0 점점 제어 PLC 프로그램

[그림 6-17]은 [실습과제 6-1]의 PLC 프로그램 중에서 시간을 설정하는 부분을 제외하고 공압실린더의 시퀀스 동작 프로그램만을 나타낸 것이다. [실습과제 6-1]의 PLC 프로그램을 수정하여 시작/정지 버튼에 의한 공압실린더의 반복동작을 구현한다.



[그림 6-17] 시작/정지 버튼에 의해 동작하는 반복동작 PLC 프로그램

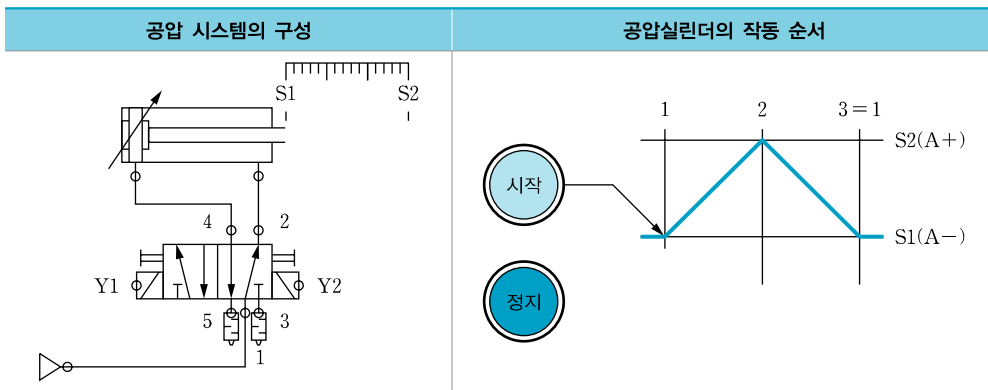
실습과제 6-3 반복동작이 이루어지지 않는 PLC 프로그램

[실습과제 6-2]에서 작업종료 신호를 사용하여 반복동작을 제어하는 PLC 프로그램 작성법을 살펴보았다. 이제는 앞에서 설명한 바와 동일한 방법으로 PLC 프로그램을 작성했는데도 반복동작이 이루어지지 않는 PLC 프로그램을 살펴보고, 문제점과 해결방법에 대해 살펴보자.

동작조건

- ① 시작버튼을 누르면 공압실린더는 정지버튼을 누를 때까지 A+, A- 동작을 무한 반복한다.
- ② 정지버튼을 누르면, 현재 진행 중인 사이클을 완료한 후에 정지한다.

[표 6-4] 동작 시스템의 구성



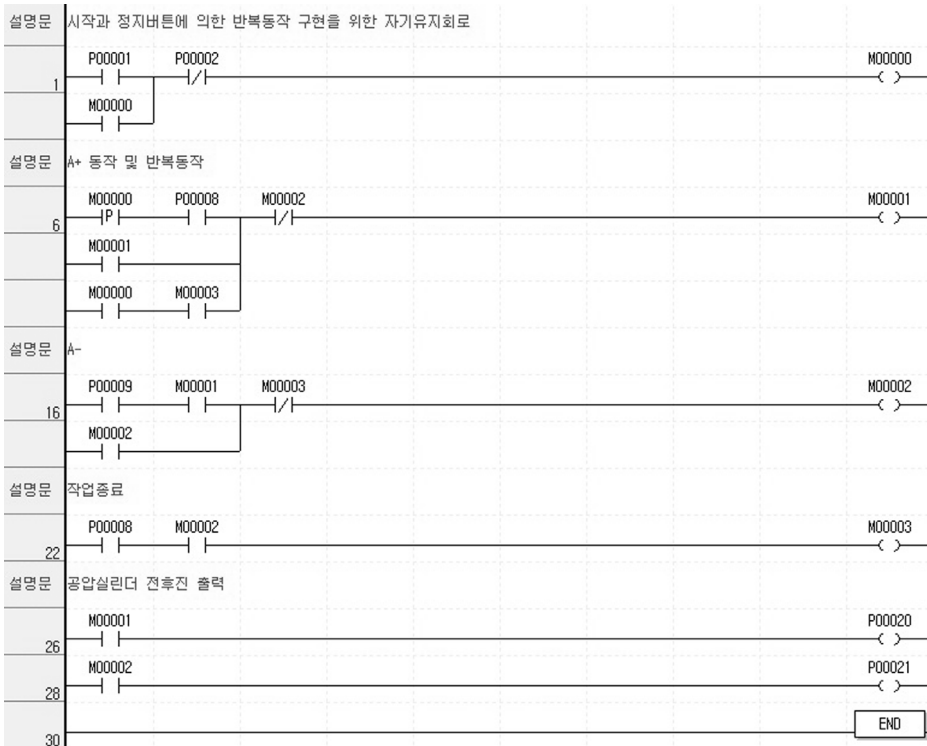
[표 6-5] PLC 입출력 할당

입력번호	번호링	기능	출력번호	번호링	기능
P01	START	시작버튼	P20	Y1	전진동작 SOL
P02	STOP	정지버튼	P21	Y2	후진동작 SOL
P08	S1	실린더 후진감지 센서			
P09	S2	실린더 전진감지 센서			

PLC 프로그램 작성

주어진 동작조건을 살펴보면, 공압실린더의 동작이 2개로 이루어져 있기 때문에 2개의 자기유지회로와 1개의 작업종료 신호가 필요하다. 그리고 작업종료 신호를 반복동작을 위한 피드백 신호로 사용한다.

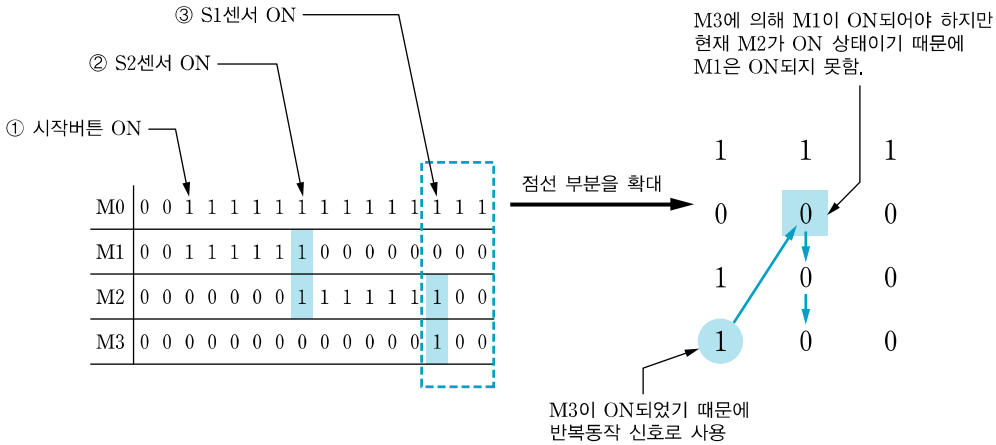
[그림 6-18]은 2장의 '2.1절. 시퀀스 제어회로 설계'에서 학습한 방식으로 작성한 PLC 프로그램이다.



[그림 6-18] 시퀀스 제어회로 설계방식의 PLC 프로그램

이 프로그램을 작성해서 시작버튼을 눌러보면, 단 1사이클만 동작하고 더 이상 동작하지 않는다. 그 이유는 무엇일까? PLC 프로그램이 스캔동작을 통해 프로그램을 실행한다는 것은 앞에서 배웠다. [그림 6-18]의 프로그램은 스캔동작에 의한 문제점으로 인해 동작을 하지 않는 것이다. PLC 프로그램이 스캔동작에 의해 실행된다는 것은 프로그램의 첫 번째 명령의 실행에서부터 END라는 종료명령이 처리될 때까지 모든 명령이 순차적으로 처리된다는 의미이다. 다시 말하면, 프로그램의 처리 도중에는 프로그램의 이전 명령어 처리를 위해 되돌아가지 않는다는 뜻이다. 그러면 [그림 6-18]의 프로그램이 어떻게 동작하는지를 살펴보자.

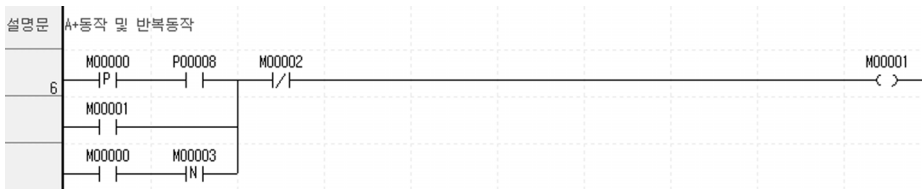
[그림 6-19]는 [그림 6-18]의 프로그램이 1사이클만 동작하고 더 이상 동작을 하지 않는 원인을 나타낸 것이다. PLC의 전원이 ON되면, 내부 비트 메모리 M0, M1, M2, M3는 전부 OFF된 상태를 유지한다. 이 상태에서 공압실린더가 후진하여 S1센서가 ON된 상태에서 시작버튼(P01)을 누르면, M0과 M1이 ON되고 공압실린더가 전진하게 된다(그림에서 ①에 해당). 공압실린더가 전진동작을 하는 동안에 수십 번의 스캔동작이 진행되며, 공압실린더가 전진동작을 완료하여 S2센서가 ON되면(그림에서 ②에 해당), M0, M1, M2가 ON 상태를 유지하게 된다.



[그림 6-19] 스캔동작 분석

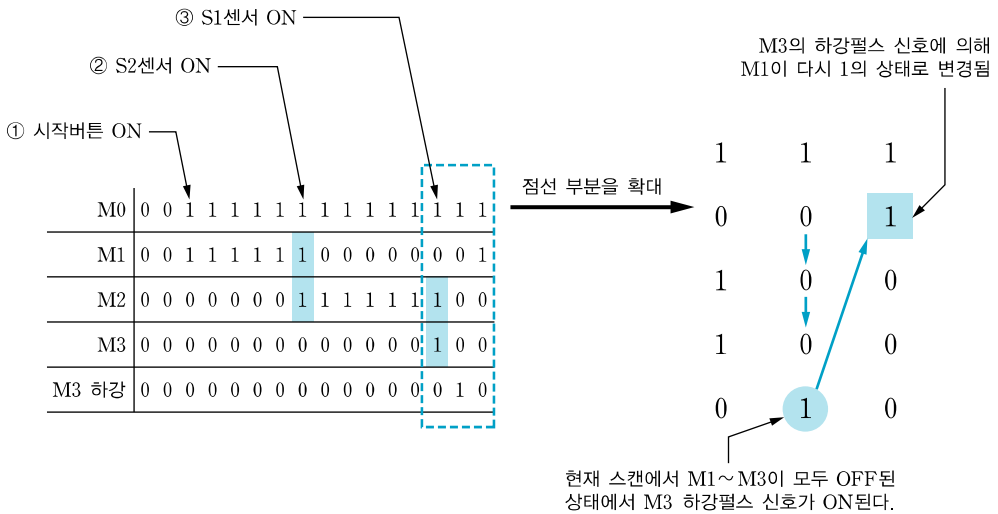
M0 비트는 정지버튼(P02)을 누르기 전까지 계속 ON 상태를 유지하는 게 당연하지만, M1은 M2가 ON되면 당연히 OFF되어야 한다고 생각할 수도 있을 것이다. PLC 프로그램 실행은 스캔동작에 의해 위에서 아래로 순차적으로 처리되기 때문에, M1이 ON 상태에 머물 때 M2가 ON되고, 다음 스캔동작에서 M1이 OFF되는 것이다. M2가 ON되었기 때문에 공압실린더는 후진동작을 하게 되며, 이 후진동작 중에 수십 번의 스캔동작이 실행된다. 공압실린더의 후진동작이 완료되어 S1 센서가 ON되면(그림에서 ③에 해당), M2와 M3이 한 스캔타임 동안 동시에 ON된다. M3 신호가 ON된 후, 다음 스캔타임에 M3 신호로 반복동작을 일으키려 해도, 현재 그 상태에서는 M2가 ON 상태를 유지하고 있기 때문에 반복동작이 이루어지지 않는다. 이후 M2, M3가 차례로 OFF되고 작업이 종료된다.

그렇다면 어떻게 해야 우리가 원하는 반복동작이 이루어질까? 답은 간단하다. [그림 6-20]처럼 M1의 시작조건에서 M3의 신호를 하강펄스 신호로 대체하면 된다.



[그림 6-20] 반복동작 신호에 하강펄스 신호 사용

전체 프로그램의 형태는 그대로 유지하면서 M3의 신호만 하강펄스 신호로 변경했더니 드디어 반복동작이 이루어진다. 그 이유는 무엇일까?



[그림 6-21] 스캔동작에서 하강펄스 신호 ON 시점

M3의 하강펄스 신호는 M1 ~ M3이 모두 OFF된 상태에서 ON 상태를 유지하기 때문에, 다음 스캔타임에 M1을 ON할 수 있으므로 반복동작을 구현할 수 있다. PLC 프로그램을 작성할 때에는 이러한 스캔동작을 잘 이해해야 문제가 발생하지 않는 프로그램을 작성할 수 있다.

실습과제 6-4 카운터를 이용한 반복동작 구현

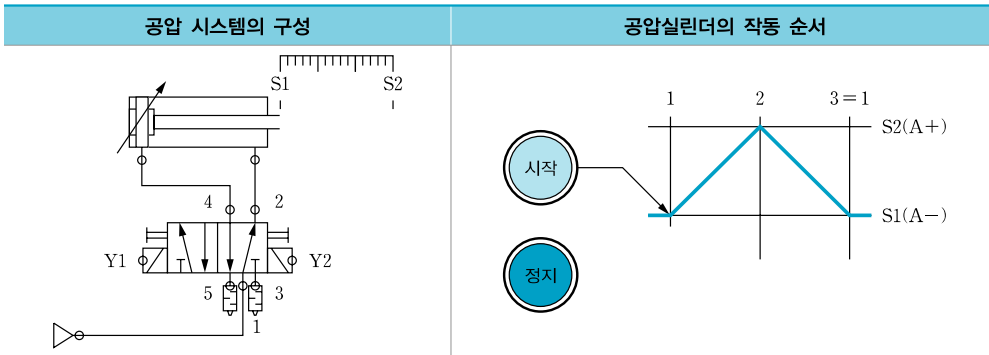
시작버튼 및 정지버튼에 의해 무한 반복동작을 하는 프로그램은 현장에서 잘 사용하지 않는다. 현장에서는 당일 생산할 수량을 사전에 설정한 후에 그 수량만큼만 생산하는 방식을 주로 사용한다. 이처럼 정해진 횟수만큼의 반복동작을 구현하기 위해 카운터를 이용한다. 이번에는 카운터에서 설정한 횟수만큼 반복동작을 하는 PLC 프로그램 작성법에 대해 살펴보자. [실습과제 6-4]에서는 두 종류의 동작조건을 적용하여 카운터를 이용한 반복동작 PLC 프로그램을 작성해보겠다.

1. 시작버튼에 의한 반복동작

동작조건

시작버튼을 누르면, 공압실린더는 A+, A- 동작을 카운터에서 설정한 횟수(10회)만큼 실행한 후에 정지한다.

[표 6-6] 시스템의 구성



[표 6-7] PLC 입출력 할당

입력번호	넘버링	기능	출력번호	넘버링	기능
P01	START	시작버튼	P20	Y1	전진동작 SOL
P02	STOP	정지버튼	P21	Y2	후진동작 SOL
P08	S1	실린더 후진감지 센서			
P09	S2	실린더 전진감지 센서			

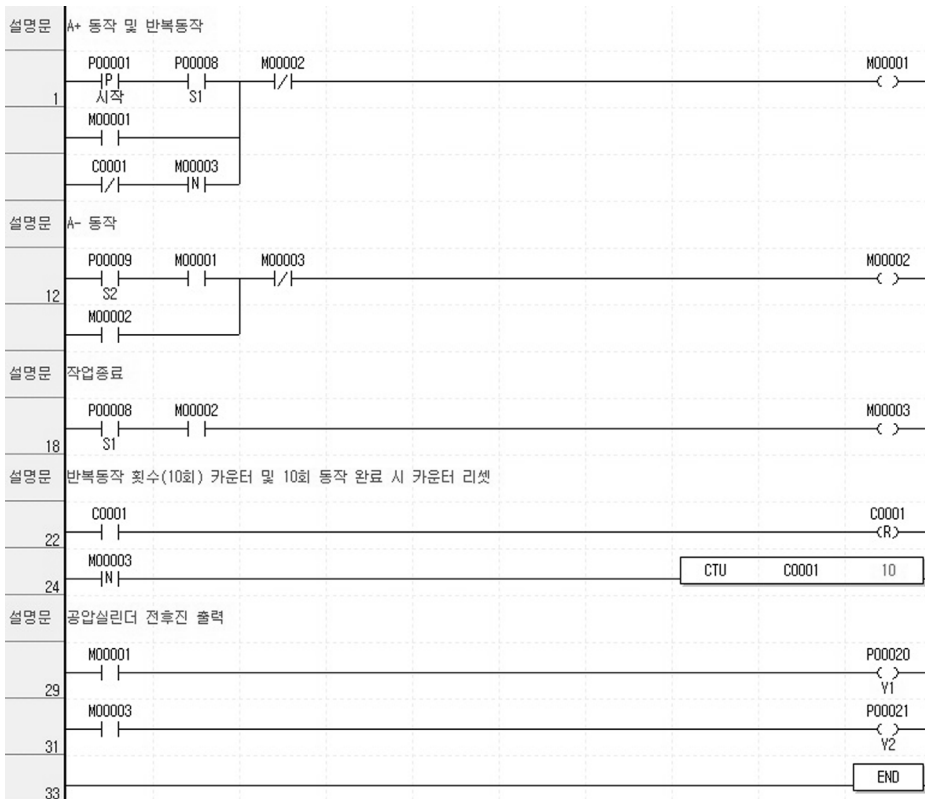
PLC 프로그램 작성

1 반복동작 구현을 위한 작업종료 신호를 하강신호로 적용한다.

[그림 6-22]는 카운터를 이용하여 반복동작을 구현한 프로그램이다. 업 카운터(CTU)의 입력신호로 M3의 하강펄스 신호를 사용함에 주의하기 바란다. 반복동작 신호로 M3의 하강펄스 신호를 사용하기 때문에, 카운터의 입력신호도 이 신호를 사용해야 한다. 만약 카운터의 입력신호로 M3의 a접점을 사용하면, 무한 반복동작이 발생할 것이다.

2 카운터 출력으로 카운터 리셋을 위해서는 리셋 명령을 카운터 앞에 위치시킨다.

카운터의 자체 출력을 이용해 카운터 자체를 리셋하는 동작을 구현하기 위해서는 [그림 6-22]처럼 카운터의 리셋을 카운터 앞에 위치시켜야 함을 기억하기 바란다. 만약 카운터의 리셋이 카운터의 뒷부분에 위치하면, 무한 반복동작이 발생할 것이다. 이러한 문제가 발생하는 이유는 PLC 프로그램이 스캔동작에 의해 순차적으로 처리되기 때문이다.



[그림 6-22] 카운터를 이용한 반복동작 PLC 프로그램

이번에는 정지버튼 기능을 추가한 카운터를 이용하여 반복동작을 구현해보자. 동작조건이 다음과 같을 때, [그림 6-22]의 프로그램은 어떻게 변경될까?

2. 시작버튼과 정지버튼에 의한 반복동작

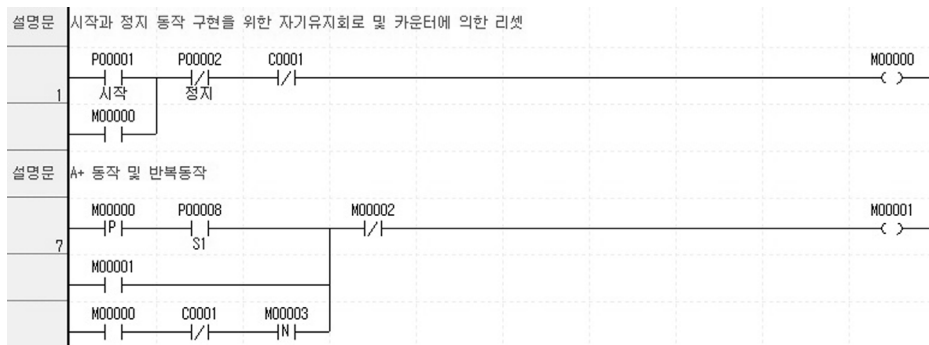
동작조건

- ① 시작버튼을 누르면, 공압실린더는 A+, A- 동작을 카운터에서 설정한 횟수(10회)만큼 실행한 후에 정지한다.
- ② 카운터에서 설정한 횟수만큼 반복동작을 실행하는 중에 정지버튼을 누르면, 현재 진행 중인 사이클을 종료한 후에 정지한다.
- ③ 정지된 상태에서 다시 시작버튼을 누르면, 카운터에 남은 횟수만큼 반복동작을 한 후에 정지한다.

PLC 프로그램 작성

1 시작버튼과 정지버튼에 의한 반복동작 제어용 접점(M0)을 추가한다.

주어진 동작조건을 만족하는 PLC 프로그램 작성을 위해서는 [그림 6-22]의 프로그램에 [그림 6-23]의 내용을 추가 및 수정하면 된다. 시작/정지 버튼에 의한 반복동작을 제어하기 위해 자기유지회로 M0 비트를 이용해서 M1의 시작신호와 반복동작의 시작신호를 제어한다. 접점 M0에 의해 작업종료 신호를 제어할 수 있기 때문에 정지버튼에 의한 정지동작이 구현될 수 있는 것이다.



[그림 6-23] 카운터를 이용한 반복동작 PLC 프로그램

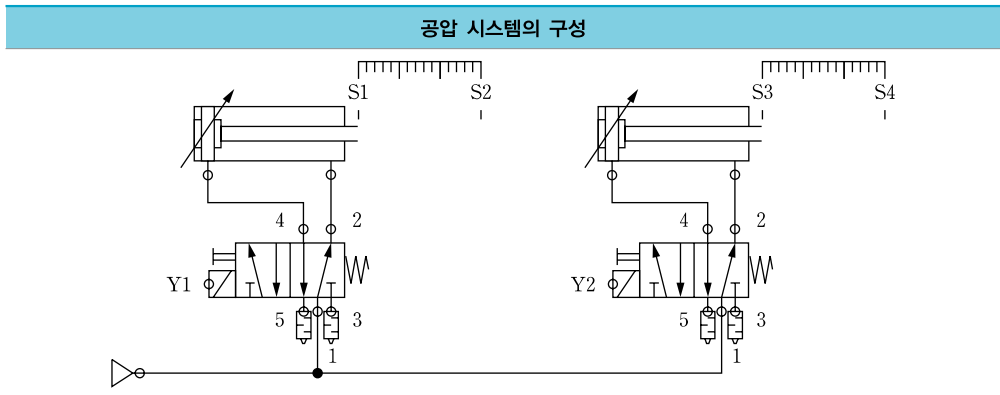
실습과제 6-5 카운터를 이용한 이중 반복동작 구현

[실습과제 6-4]에서 카운터를 이용한 반복동작을 구현해보았다. 여기서는 앞에서 학습한 내용을 응용하여 이중 반복동작을 구현해보자.

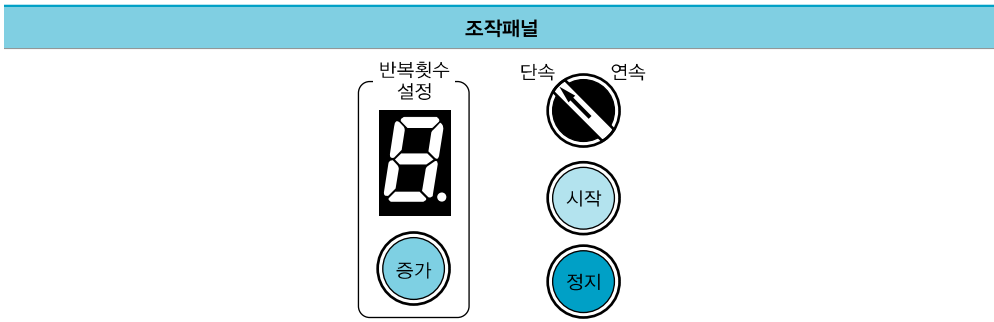
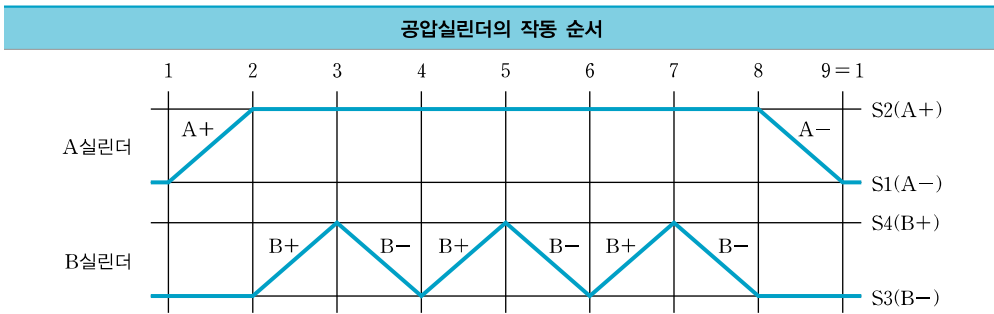
동작조건

- ① PLC의 전원이 ON되면 반복횟수 설정 FND에 '3'이 표시된다.
- ② 증가버튼을 누를 때마다 설정값이 1씩 증가하는데, 설정값 9에서 증가버튼을 누르면 설정값이 1로 변경된다.
- ③ 모드 선택버튼이 단속모드에 있을 때 시작버튼을 누르면, 반복횟수 설정과 관계없이 주어진 공압실린더의 작동 순서 1사이클만 진행한 후에 정지한다.
- ④ 모드 선택버튼이 연속모드에 있으면, 반복횟수 설정 FND에 표시된 횟수만큼 공압실린더의 작동순서를 반복동작한다.
- ⑤ 연속모드에서 시작버튼을 눌러 반복동작이 실행되던 중에 정지버튼을 누르면, 현재 진행 중인 사이클을 종료한 후 정지된다. 정지한 후에 다시 시작버튼을 누르면, 남은 반복동작을 완료한 후에 자동 정지한다.
- ⑥ 공압실린더의 1사이클 작동 순서는 시작버튼이 눌러지면 [A+ → (B+, B-)×3회 → A-]로, 선택 모드에 따라 이 사이클을 반복횟수 설정만큼 반복동작한다.

[표 6-8] 시스템의 구성



(계속)



[표 6-9] PLC 입출력 할당

입력번호	넘버링	기능		출력번호	넘버링	기능
		OFF	단속			
P00	MODE	OFF	단속	P20	Y1	A실린더 전진동작 SOL
		ON	연속			
P01	START	시작버튼		P21	Y2	B실린더 전진동작 SOL
P02	STOP	정지버튼				
P03	UP	증가버튼		P2B~P28	FND	설정값 표시 FND
P08	S1	A실린더 후진감지 센서				
P09	S2	A실린더 전진감지 센서				
P0A	S3	B실린더 후진감지 센서				
P0B	S4	B실린더 전진감지 센서				

PLC 프로그램 작성

주어진 공압실린더의 작동 순서를 살펴보면, A실린더 전진 후에 B실린더의 전후진동작 3회 반복, 그 다음으로 A실린더 후진동작까지가 1사이클에 해당된다. 전체 동작은 8개의 동작으로 구분되기 때문에, 앞에서 배운 내용을 바탕으로 한다면 8개의 자기유지회로와 1개의 작업종료 신호회로를 사용하여 PLC 프로그램을 구성할 수 있다. 그러나 카운터를 사용하면 PLC 프로그램을 더욱 단순하게 작성할 수 있다.

1 전체 동작 순서를 분석하여 반복구간의 작업종료 신호를 만든다.

주어진 동작조건을 만족하는 PLC 프로그램을 작성하기 위해서는 전체 반복동작을 위한 카운터와, 전체 동작 중에 B실린더의 반복동작만을 위한 카운터를 사용해야 한다. B실린더는 1사이클마다 3회의 정해진 횟수만큼 반복동작을 하는데, 이는 전체 반복 동작 내에 존재하는 또 다른 작은 반복동작으로, 이중 반복동작의 조건이 된다.

2 이중 반복동작에 대한 PLC 프로그램을 작성한다.

[표 6-10]은 이중 반복동작 순서와 [그림 6-24]의 PLC 프로그램 동작 순서를 비교해서 나타낸 것이다.

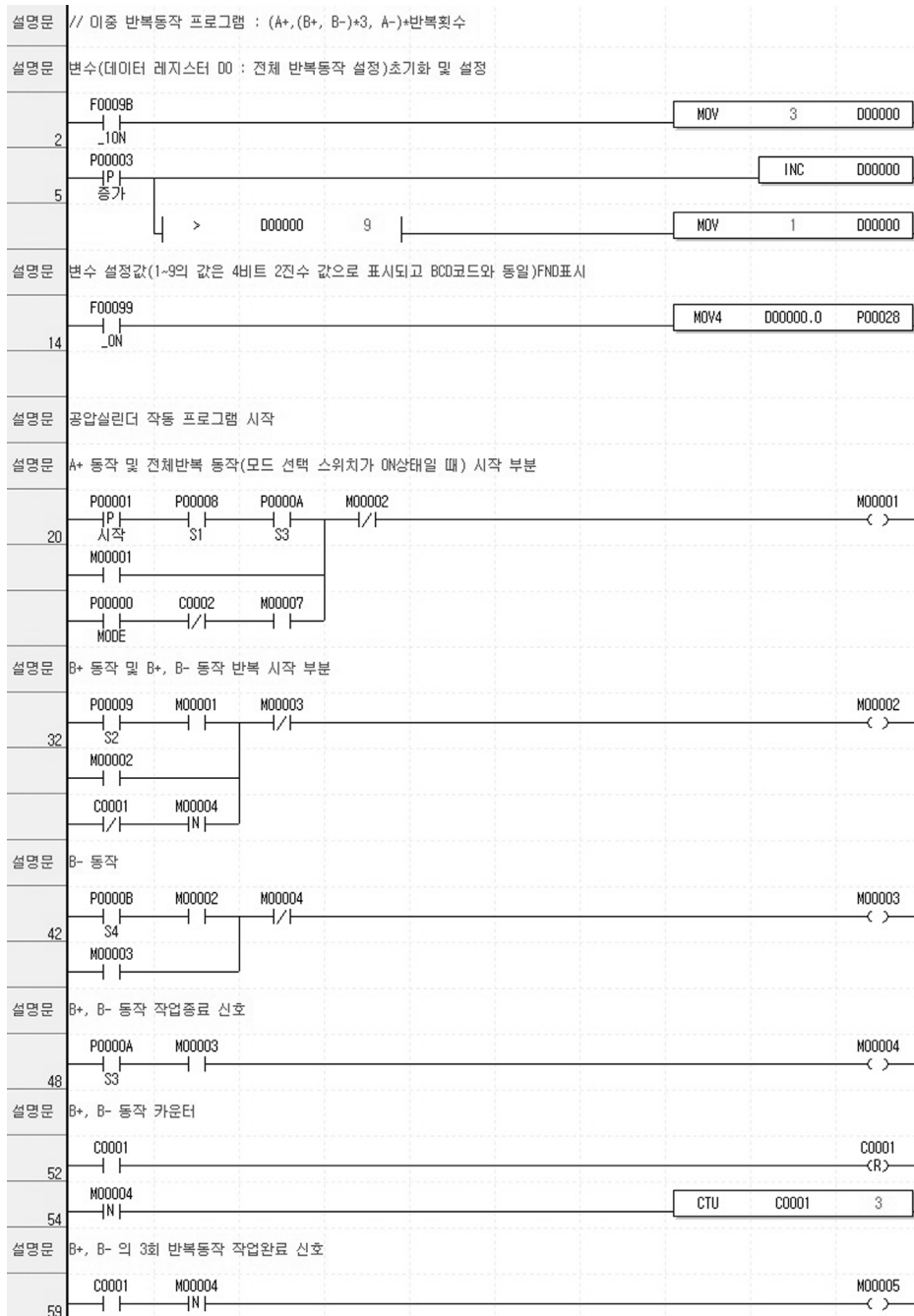
[표 6-10] 이중 반복동작의 실행 순서와 프로그램 실행 순서의 비교

이중 반복동작의 실행 순서										
A+	①	B+	②	B-	③	B+, B- 작업종료	⑤	A+	⑥	전체 작업종료
			④							
3회 반복										
반복횟수 설정만큼 반복										

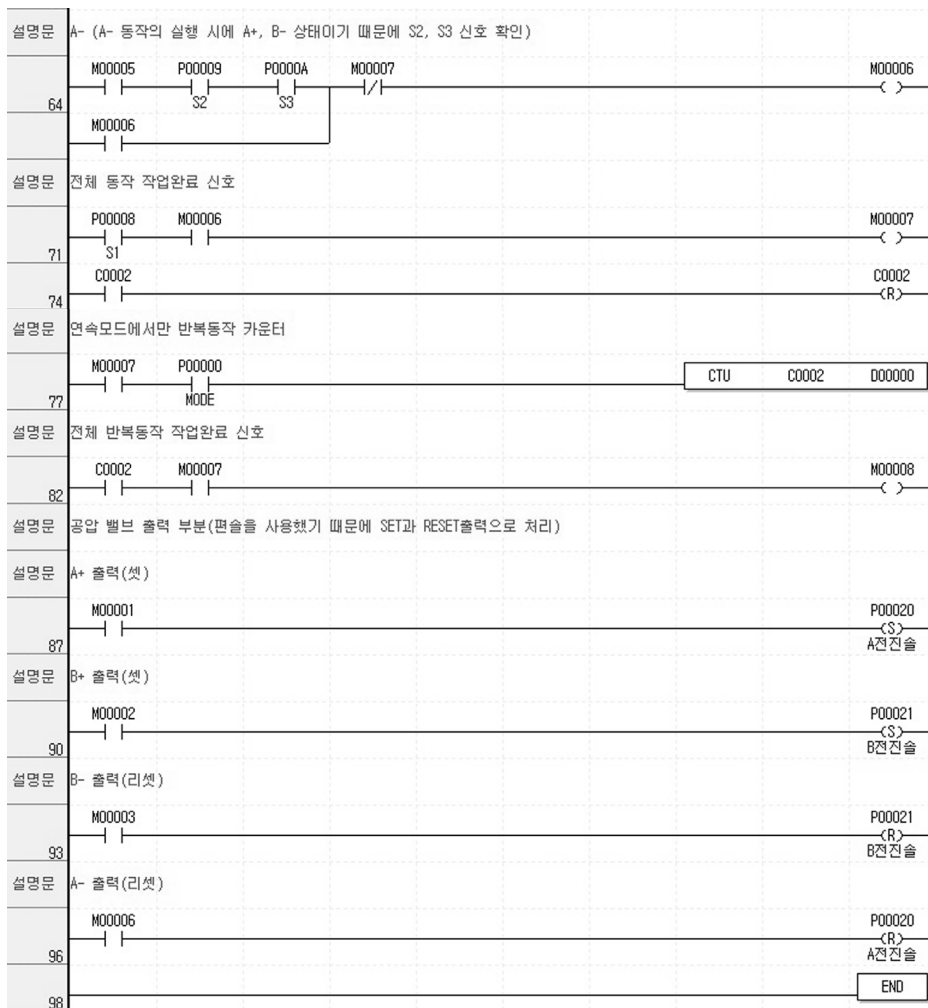
이중 반복동작 PLC 프로그램의 실행 순서				
순번	동작 구분		접점번호	기능
	내부반복 구간	전체반복 구간		
①		⑦ 반복신호	M1	A+
②	④ 반복신호		M2	B+
③			M3	B-
④			M4	(B+, B-) 작업종료 신호
④			C0	M4 신호 카운터
⑤			M5	(B+, B-)×3회 반복종료 신호
⑥			M6	A-
⑦			M7	[A+,(B+, B-)×3회, A-] 작업종료
			M8	전체 작업종료 신호

[그림 6-24]의 PLC 프로그램을 살펴보면, 반복동작의 횟수를 설정하기 위해 D0 변수를 사용했기 때문에 변수의 초기화 및 변수 설정값 변경 부분, 그리고 변수값 표시를 위한 부분이 프로그램에 포함되어 있다. 프로그램에서 M4는 B+, B- 동작의 작업종료 신호이기 때문에, B+, B- 동작의 반복 시작신호로 사용하였다. M4가 ON 되는 순간 M3의 신호도 ON되기 때문에, M4 신호를 하강펄스 신호로 사용하고 있음을 확인할 수 있다. M5는 B+, B- 동작의 3회 반복완료 신호로, 이 M5를 다음 작

업인 A- 동작의 시작신호로 사용하고 있다. 그리고 M7 신호는 전체 동작의 1사이클 작업완료 신호이다. 이 신호를 새로운 사이클의 시작신호로 사용한다.



(계속)



[그림 6-24] 이중 반복동작 PLC 프로그램

m.e.m.o

A memo template featuring a blue border with rounded corners at the top and bottom. The word "m.e.m.o" is printed in the top right corner. The central area is filled with horizontal dashed lines, providing a guide for writing the memo's content.