

범용 MPU 내장 타이머 펄스 출력을 이용한 PLC 고속 카운터 모듈의 입력 필터링 기능 개선

박강희, 이상백, 한경식
(주)LS 산전 자동화 제품 연구소

A New input-filtering method for High Speed Counter module of PLC using embedded timer pulse function of general purpose MPU.

Kang-Hee Park, Sang-Beak Lee, Kyoung-Sik Han
LSIS Co., Ltd. Automation R&D Center

Abstract - In this paper, A new cost-effective and accurate input noise rejection method for High Speed Counter module of PLC (Programmable Logic Controller) is proposed. By using combination of simple additional logic circuit and the Timer Pulse function of general purpose MPU, Cost-effectiveness and improvement of accuracy of filtering function can be achieved. This proposed method is verified by simulation. This proposed method is much useful for simple industrial controller based on simple microprocessor because of simplicity, accuracy and low cost.

1. 서 론

PLC(Programmable Logic Controller)는 다양한 제어동작을 프로그래밍 하여 각종 기계 설비를 제어하는 산업용 컨트롤러이다. 최근 IT와 전기기술의 급격한 발전과 더불어 다양한 고급 제어기가 출현하고 있지만 산업 현장의 열악한 환경과 신뢰성의 측면에서 볼 때 아직도 대부분의 FA현장에서 PLC가 차지하는 비중은 매우 높다고 할 수 있다.

PLC의 고속 카운터 모듈은 로터리 엔코더, 펄스 발생기와 같은 주변 기기에서 발생시키는 고속의 펄스열을 정확하게 계수하여 회전체나 이동체의 위치를 측정하는데 사용되는 PLC의 증설 특수 모듈이다.

이 때 엔코더의 특성상 회전체의 미세 진동에 의해 잘못된 펄스를 출력하거나 고속카운터로 입력되는 신호 선에 원하지 않는 노이즈성 신호가 인가되는 경우가 발생할 수 있는데 PLC의 고속카운터 모듈은 정확한 계수를 위해서 이러한 노이즈성 신호를 입력으로 처리하지 않아야 하며 이를 위해 입력 필터링기능(입력시정수 기능)을 가진다.

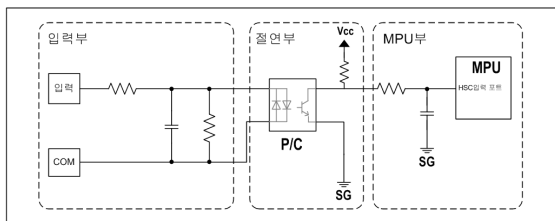
다양한 시스템에서 사용되는 범용 컨트롤러의 특성상 PLC의 고속카운터 모듈의 입력 필터링 기능은 사용자가 자유롭게 원하는 필터링 시간을 설정할 수 있어야 하며 비교 일치 출력, 링 카운터와 같은 다른 기능의 성능이 저하되지 않도록 시스템 자원을 효율적으로 사용해야 한다.

이 논문에서는 이러한 고속 카운터 입력 필터링 기능을 개선하기 위해 범용 MPU에 내장된 타이머 펄스 출력 기능과 논리회로를 조합하는 방법을 이용해서 기존 PLC의 고속카운터 모듈의 입력 필터링 방식에 비해 정확도를 개선하고 시스템 자원의 사용량을 줄일 수 있는 필터링 방법을 제안하였으며 시뮬레이션을 통하여 제안한 방법의 타당성을 확인했다.

2. 본 론

2.1 PLC 고속 카운터 입력 회로 구성

그림 1의 일반적인 PLC 고속카운터 모듈의 입력부 회로는 엔코더나 펄스 발생기의 입력을 접속하는 외부 입력 단자와 내/외부의 절연을 위한 포토커플러 절연부, 그리고 입력 펄스열을 계수하기 위한 마이크로 프로세서부로 구성된다.(이 논문에서 언급하지 않는 모듈 간 인터페이스 회로, 메모리 부, 발전부와 같은 기타 회로 구성은 생략함)

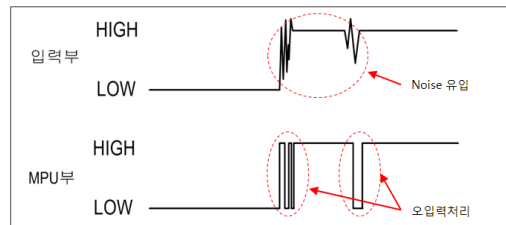


〈그림 1〉 일반적인 PLC 고속카운터 입력회로 구성

그림 1에서 입력부로 들어오는 신호는 포토커플러를 거쳐서 내부 Vcc 전위의 신호로 변환되어 MPU로 전달되며 MPU는 입력 신호의 상승, 하강 에지가 발생할 때마다 이를 계수하여 고속카운터의 현재 값을 증가시키거나 또는 감소시켜 현재의 카운터 값을 갱신하는 동작을 한다.

이 때 입력신호에 그림 2 처럼 주변기기 또는 환경적 영향에 의한 노이즈 신호가 섞이는 경우는 MPU로 전달되는 신호에 원하지 않는 변위가 발생할 수 있는데 이 때 MPU가 이를 정상적인 입력으로 인식하면 고속카운터 계수 값에 오류가 발생할 수 있다.

이러한 오류를 방지하기 위해 PLC의 고속 카운터 모듈은 사용자가 지정한 펄스폭보다 작은 폭의 펄스는 정상적인 펄스열로 인정하지 않고 무시하는 입력 필터링 기능을 가진다.

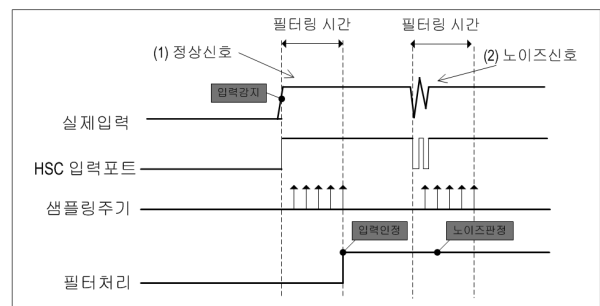


〈그림 2〉 노이즈 유입으로 인한 PLC 고속카운터 오동작

2.2 일반적인 PLC 고속카운터 모듈의 입력 필터링 기능

그림 2와 같은 입력신호의 채터링이나 노이즈 유입으로 인한 문제는 지역 통과 필터를 이용하여 제거할 수 있다. 그러나 이 방법은 사용자가 원하는 필터링 주파수를 프로그래밍 할 수 있도록 제공해야 하는 PLC 고속카운터 모듈에 사용하기에는 적당하지 않다. 또한 다량의 연산을 수행해야 하는 복잡한 고급 디지털 필터링 방법은 임베디드 시스템의 자원 부족과 비용의 문제로 적용하기 어려운 단점이 있다.

따라서 일반적으로 PLC의 고속카운터 모듈은 시스템 자원의 사용량을 줄이기 위해 그림 3처럼 주기적 샘플링을 통한 필터링 방법을 주로 사용한다.

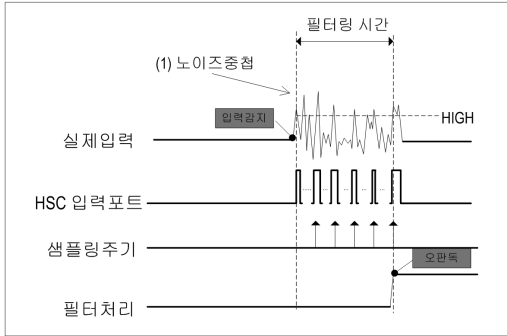


〈그림 3〉 주기적 샘플링에 의한 PLC 고속카운터 입력 필터링

그림 3은 입력 신호가 Low에서 High로 변화한 경우의 예로서 MPU의 HSC 입력 포트에 상승 에지가 감지되면 MPU는 사용자가 설정한 필터링 시간동안 내부 샘플링 주기마다 타이머 인터럽트를 발생시켜 입력 포트의 값을 읽은 후 모든 샘플링 값이 On인 경우에만 정상적인 신호로 판정하는 방법으로 입력 필터링을 수행한다. 이에 따라 그림 3의 (1)과 같은 정상적인 신호의 경우는 필터링 시간동안 모두 On상태이므로 정상 신호로 인식하게 되며 그림 3의 (2)와 같은 노이즈 신호는 제거할 수 있다.

그러나 이렇게 주기적 샘플링을 이용하는 입력 필터링 방법은 실제 입력신호의 최초 상승에서 발생부터 정해진 샘플링 간격마다 입력 값을 불연속적으로 확인하여 신호의 유지 여부를 확인하는 방법이므로 그림 4처럼 내부 샘플링 주기와 중첩되는 다량의 노이즈 신호가 유입되는 경우에는 노이즈 신호를 정상 입력으로 오판독 하는 문제점이 발생한다.

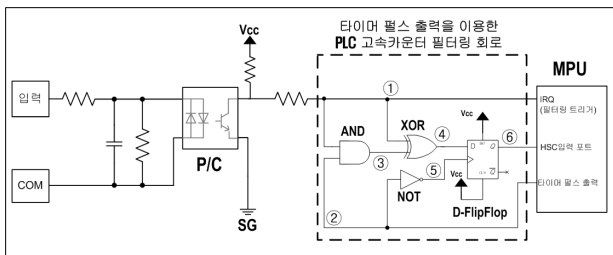
이 문제점은 내부 샘플링 주파수를 높여서 샘플링 횟수를 늘리는 방법으로 발생 가능성을 줄일 수 있지만 이 경우에도 완전한 해결은 불가능하며 시스템 자원의 부하가 커지는 문제가 있다. 이 논문에서는 범용 MPU에 내장된 타이머 펄스 출력(TPU) 기능과 간단한 논리회로를 조합하는 방법을 이용해서 이러한 문제점을 효과적으로 제거할 수 있는 새로운 방식을 제안한다.



〈그림 4〉 노이즈 중첩에 의한 입력 필터 기능 오동작

2.3 타이머 펄스 출력을 이용한 PLC 고속카운터 입력필터 기능 개선

그림 5는 이 논문에서 제안한 PLC 고속 카운터 모듈의 입력 필터링 회로의 구성을 나타낸다.



〈그림 5〉 제안한 PLC 고속카운터 입력 필터링 회로

2.3.1 제안한 PLC 고속카운터 입력 필터링 회로의 동작

그림 5에서 제안한 입력 필터링 회로에서는 기존 회로에서 MPU의 HSC 입력 포트에 연결되었던 실제 입력 신호를 IRQ입력 포트에 연결하여 모든 상승, 하강 에지가 발생할 때마다 타이머 펄스(TPU) 출력을 기동하도록 하였으며, TPU의 출력 신호와 실제 입력 신호는 논리회로를 거쳐서 HSC 입력 포트에 입력되도록 구성했다.

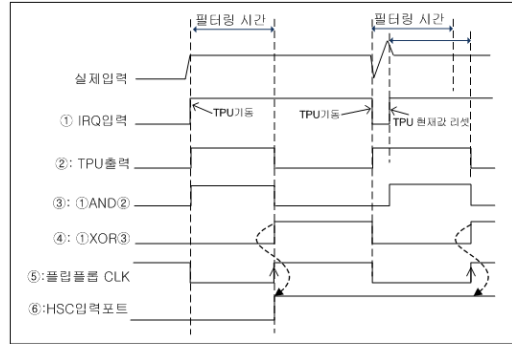
모든 실제 입력 신호(①)는 MPU의 IRQ로 전달되며 MPU는 모든 IRQ 입력의 상승, 하강 에지에서 TPU 출력을 기동시킨다. 이 때 TPU의 출력 펄스의 폭은 사용자가 지정한 고속카운터 입력 필터링 시간과 동일한 폭을 가지도록 한다. MPU는 TPU가 기동되면 자동으로 정해진 필터링 시간동안 출력을 On시키며 출력 도중에 IRQ에 의해 TPU가 재기동 되는 경우는 타이머의 현재값이 0으로 초기화되므로 MPU는 이 시점부터 다시 필터링 시간동안 High를 유지한 후 Off시키는 동작을 수행한다. 즉, 입력신호의 에지 발생에 의해 TPU 출력이 기동된 상태에서는 필터링 시간이 경과되기 전에 발생하는 모든 실제입력의 에지는 타이머 출력의 유지시간을 초기화 시키는 동작을 한다.

TPU의 출력 신호는 실제 입력신호와 함께 그림 5의 논리회로의 조합을 거쳐서 최종적으로 플립플롭의 출력 Q(⑥)가 MPU의 고속카운터 입력 포트에 입력되며 MPU는 기존의 방식과 다르게 별도의 샘플링 없이 HSC 입력포트로 입력되는 모든 신호를 즉시 계수한다.

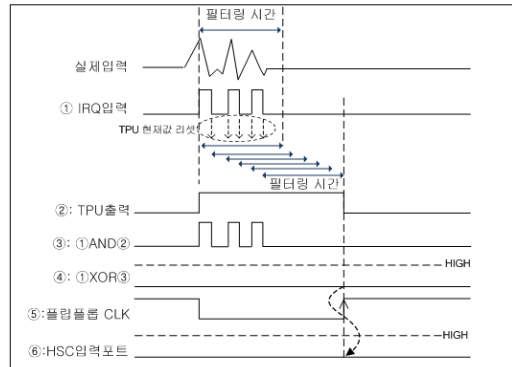
D플립플롭은 CLK신호의 상승에지, 즉 MPU의 TPU출력의 하강에지에서만 입력신호를 출력으로 전달하기 때문에 정해진 필터링 시간보다 작은 모든 변화는 무시되고 정확하게 필터링 시간보다 긴 신호만 MPU의 HSC입력 포트에 전달할 수 있게 되므로 그림 4에서 언급한 문제점을 해결할 수 있다.

그림 6-(a)와 6-(b)는 각각 그림 3과 4의 경우에 대해서 제안한 입력 샘플링 회로의 필터링 동작에 따른 회로 각 부의 동작 타이밍 도를 나타내며 IRQ입력에 의한 TPU 출력의 기동을 제어함으로써 정상적인 신호인 경우는 물론이고 다량의 노이즈가 유입되는 경우에도 사용자가 지

정한 필터링 시간보다 큰 입력만 HSC입력 포트에 전달하는 정확한 필터링 동작이 가능함을 보여준다.



〈6-(a). 제안한 입력 필터링 회로의 동작 타이밍도(1)〉



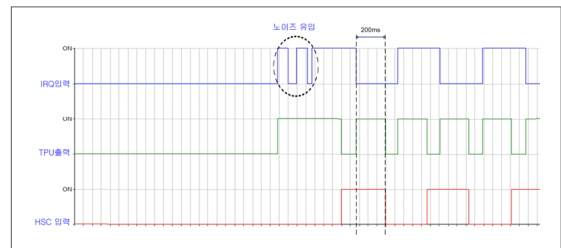
〈6-(b). 제안한 입력 필터링 회로의 동작 타이밍도(2)〉

〈그림 6〉 제안한 고속카운터 입력 필터링 회로의 동작 타이밍도

2.4 시뮬레이션 결과

그림 7은 PLC의 래더 프로그램을 이용해서 정상적인 입력신호에 노이즈가 중첩된 입력 신호에 대하여 고속카운터 필터링 기능의 동작을 확인한 시뮬레이션 결과로서 제안한 고속카운터 입력 필터링 회로의 타당성을 확인할 수 있다.

그림 7에서 IRQ입력의 에지발생에 의해 타이머 펄스가 구동되어 설정한 필터시간인 200ms 미만의 펄스는 제안한 입력 필터링 회로 동작에 의해 소거되고 200ms 이상의 폭을 가지는 펄스열만 통과되어 HSC 입력 포트에 전달되는 것을 확인할 수 있다.



〈그림 7〉 시뮬레이션 결과

3. 결 론

PLC 고속 카운터의 입력 신호에 들어오는 노이즈에 따라 발생하는 오입력을 방지하기 위해 범용 MPU에 내장된 타이머 펄스 출력과 논리회로를 조합하는 방법을 제안했고 시뮬레이션을 통해 이 방법의 타당성을 검증했다. 이 방법은 기존 방식과는 달리 단지 간단한 논리회로만을 추가함으로써 입력 신호의 노이즈를 효과적으로 제거할 수 있으며 추가 비용도 매우 낮은 장점이 있다. 따라서 열악한 산업 환경에서 동작하고, 여러 가지 범위의 필터링 주파수를 선택 할 수 있도록 제공해야 하는 프로그래머블 산업용 제어기에 적용하면 시스템의 신뢰성을 높일 수 있을 것으로 기대한다.

[참 고 문 헌]

- [1] On Semiconductor, "Dual D-FlipFlop with Set and Reset", 2007
- [2] Renesas Technology, "H8SX/1663 Hardware Manual", Rev 1.00, pp497-582, 2006