전류 루프 통신의 광접합 소자 특성 비교 분석

Comparative analysis on Photocoupler Characteristic of Current-loop Communication

박철홍*, 김정태*†, 윤용기*

Chul Hong Park*, Jungtai Kim*†, Yong-Ki Yoon*,

Abstract Current Loop Communication is suitable for long distance because it separate emitter and detector by electronics. Emitter of photocoupler covert signal to light and current can flow by the light in transmitter. And photocoupler covert light to singal in receiver. So selection of photocoupler is important in current loop communication as various production company make a lot of photocouplers today. Therefore we need to analyze characteristic of photocouplers and select proper them. In this paper, we propose characteristic of various photocouplers. Also, we describe attention point of circuit configuration for interface.

Keywords **:** Current Loop, Photocoupler, Comparison analysis, Current Source, Full duplex

초 록 전류 루프(Current Loop) 통신은 신호 생성/수집단과 송수신단을 전기적으로 분리함으로써 장거리에도 안정적인 통신이 가능한 방식이다. 전류 루프 통신에서는 광접합 소자(photocoupler)를 사용하여 신호 생성단의 신호가 빛으로 변환되고, 이 빛에 의해 송신단이 전류를 보내며 수신단에서는 이와 반대의 작용으로 신호를 탐지하게 된다. 따라서 전류 루프 통신에서는 광접합 소자의 선택이 중요한데, 오늘날에는 다양한 제작사에서 여러 종류의 소자가 판매되고 있다. 그런데 소자 별로 특성이 달라서 다른 소자를 사용할 경우 통신이 원활하지 않은 경우가 있으며, 이를 방지하기 위해서는 소자별 특성 분석을 통해 적절한 소자를 선정하거나 필요 시 변환기를 사용하여야 한다. 본 논문에서는 다양한 광접합 소자의 특성을 분석하고 비교하여 각각의 성능 별 장단점을 제시한다. 또한 호환여부와 호환성을 만족시키기 위한 회로 구성상의 유의점에 대하여 기술한다.

주요어 : 전류 루프 통신, 광접합 소자, 특성 비교 분석, 전류원, 전이중 방식

1. 서 론

직렬 통신 인터페이스는 구성이 간단하고 사용하기 용이하며 특히 운영체제나 스택없이 구현할 수 있어 특히 하드웨어 제어 등에 널리 사용된다[1]. 이러한 직렬 통신 인터페이스는 RS-232C, RS-422, RS-485, 전류 루프(current loop) 통신 등 다양하며, 각각의 용도에 따라 적용되어 왔다. 이 중에 전류 루프 통신은 통신 양단이 전기적으로 분리되어 있어서 장거리 통신이나 잡음이 많은 곳에서도 안정적인 통신이 가능하다. 특히 철도 차량 분야에서 전류 루프 통신이 많이 사용되어 왔다[2].

† 교신저자: 한국철도기술연구원 광역도시교통연구본부 (jtkim@krri.re.kr)
* 한국철도기술연구원 광역도시교통연구본부

이러한 직렬 통신 인터페이스는 송신단, 수신단, 전류원으로 구성되는데, 그 중 송신단과 수신단에 광접합 소자(photocoupler)를 사용한다. 광접합 소자는 전기신호를 빛으로 결합시키는 장치로써 발광부와 수광부가 서로 전기적으로 절연되어있다. 이러한 광접합 소자는 전류 루프 통신에서 가장 중요한 소자 중 하나이며, 이 소자를 선택하는 것은 전류 루프 통신을 구성하는데 있어 매우 중요한 일이다. 하지만, 오늘날에는 다양한 제작사에서 여러 종류의 소자가 판매되고 있으며, 소자별 특성을 고려하여 회로를 설계해야 된다. 소자를 특성을 고려하지 않고 사용하였을 경우 통신이 원활하지 않을 수 있으므로 소자별 특성을 분석하여 적절한 소자를 선정하는 것이 중요하다. 따라서 본 논문에서는 여러 제작사의 소자들 중 대표적인 소자인 HCPL-2231, TLP181, PC817의 특성을 비교 분석하여 각 소자들의 성능별 장단점을 제시한다. 또한 소자별로 호환여부와 호환성을 만족시키기 위한 회로 구성상의 유의점에 대하여 기술한다.

2. 본 론

2.1 전류 루프 통신의 개요

그림 1은 전류 루프 회로 중 전이중(full duplex) 방식을 나타낸다. 이 회로는 전류원이 2개 필요하며, 각각의 전류원이 루프를 형성하고 있어서 양방향 통신이 가능하다. 각각의 전류 루프는 송신단과 수신단 사이에 직렬로 구성되며, 전류원은 루프에 전류를 흐르도록 한다. 그리고 송신단에서는 광접합 소자를 활용한 전류 스위치를 통해 전류를 단속하며, 수신단에서는 이 전류를 감지하여 데이터를 판별하게 된다. 이 때 전류원을 가지고 있으면 능동면(Active side)이라 부르고, 전류원이 없으면 수동면(Passive side)라고 한다.

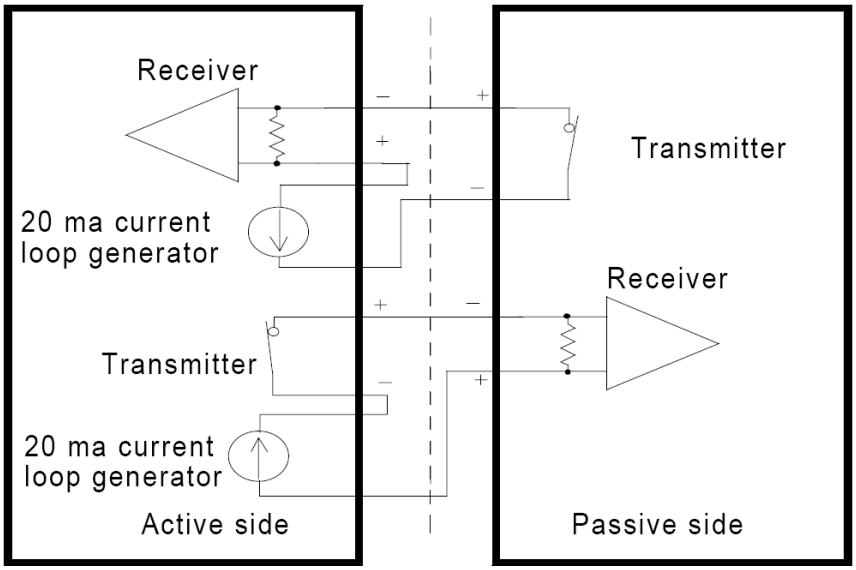
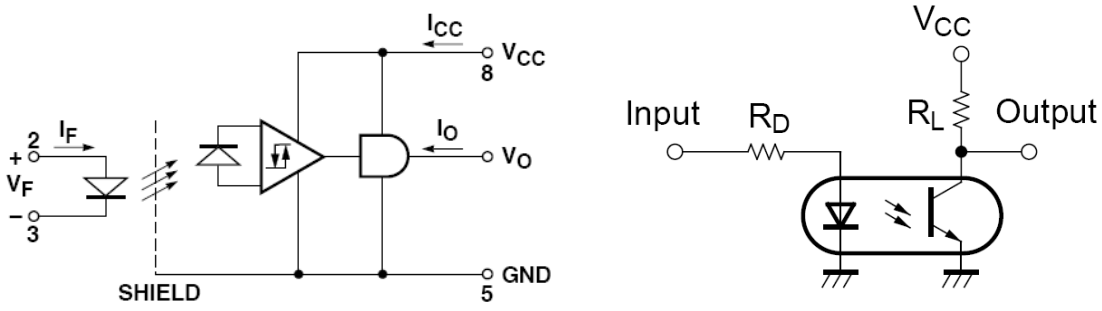


Fig. 1 Conceptual circuit of current loop communication (full duplex) [3]

2.2 광접합 소자의 개요

광접합 소자는 발광부와 수광부를 가지고 있으며 전기적으로는 절연되어 있는데 빛에 의하여 신호가 전달되는 소자를 말한다. 동작원리는 발광다이오드에 신호가 입력되면 발광하고 이 빛을 수광하는 광 트랜지스터에 입사시키면 전도 상태로 된다. 광접합 소자는 단방향성으로 되어있다[4]. 따라서 발광부에 입력되는 전류와 수광부에 입력되는 전압은 안정적으로 공급되는지 확인하고, 스위칭 속도를 확인하여 실제 회로상에서 이상 없이 동작이 가능한지 확인하여야 한다. 그림 2의 (a) HCPL-2231는 의 광접합 소자의 회로 구성도를 나타내며, (b)는 TPL181와 PC817의 회로 구성도를 나타낸다.



(a) HCPL-2231 (b) TLP181 and PC817

Fig. 2 Test circuit of photocoupler

2.3 광접합 소자 비교 분석

2.2.1 입력측

먼저 대표적인 광접합 소자 HCPL-2231, TLP181, PC817의 입력 전류에 대해 비교한다. 우선 HCPL-2231의 순방향 전류(forward current)는 10 mA이고, TLP181과 PC817은 50 mA이다. 따라서 HCPL이 TLP181 및 PC817보다 더 적은 입력 전류를 필요로 한다. 또한 역방향 전압(reverse voltage)는 HCPL-2231과 TLP181이 5 V이며, PC817이 6 V이다. 역방향 전압은 소자 별로 큰 차이를 보이지 않는다. 그러므로 입력측에서 순방향 전류를 우선적으로 고려하여 설계하여야 한다. 만약 회로의 분기 등을 이유로 공급되는 전류가 적으면 동작이 안 될 수도 있다. 하지만 이 때 필요한 입력전류는 HCPL-2231소자가 더 적은 전류를 필요로 하기 때문에 분기했을 때도 다른 소자보다 안정적으로 동작할 수 있다.

2.2.3 출력측

출력측에서는 광접합 소자의 형태에 따라 확인해봐야 하는 부분에 차이가 있다. 그림 2의 (a) 형태는 공급전압(supply voltage), 출력전압(output voltage)과 출력전류(output current)를 확인하는 것이 중요하다. HCPL-2231는 공급전압은 최대 20 V, 출력전압은 최대 20 V이며, 평균 출력전류가 25 mA 이다. (b) 형태는 Collector-Emitter 전압, Emitter-Collector 전압, Collector 전류 그리고 Collector의 소비전력을 확인하여야 한다. TLP181의 Collector-Emitter 전압과 Emitter-Collector 전압은 80 V과 7 V이며, PC817은 35 V와 6

V이다. Collect 전류와 소비전력은 두 소자 모두 50 mA와 150 mW로 같다. 즉 TLP181과 PC817은 출력측에 공급되는 전압의 차이가 있으므로 용도에 따라 활용하는 것이 중요하다.

2.2.3 스위칭 시간

각 소자의 상승 시간(rise time) 및 하강 시간(fall time)은 HCPL-2231가 30 ns와 7 ns이다. TLP181은 2 μs와 3 μs이며, PC817은 4 μs와 3 μs이다. 스위칭 시간은 HCPL-2231이 TLP181, PC817보다 더 길다. 그러므로 스위칭 시간에 중점을 두는 전류 루프 통신이면 HCPL-2231보다 TLP181 또는 PC817을 선택하여야 한다.

3. 결 론

광접합 소자는 전류 루프 통신의 송신부와 수신부에서 중요한 역할을 담당한다. 현재 많이 사용되는 광접합 소자 중 HCPL-2231, TLP181 와 PC817의 대해서 소자 특성을 비교하였다. 소자들의 특성을 확인해 보면 HCPL-2231은 순방향 전류가 다른 소자에 비해 적게 필요하고 스위칭 시간도 빠르기 때문에 PCB 등 보드 내에서 통신할 때 유용한 것으로 보인다. 다른 두 소자는 단말간 통신에서 보다 유용할 것으로 보인다. 두 소자의 특성은 크게 차이는 없으나 출력측 Collect-Emitter 전압에서 차이가 나기 때문에, 이를 유의해서 활용해야 한다.

참고문헌

[1] W.C. Lok and S.H. Park (2012) Integration of 4-20mA current loop receiver instrument variable linear mapping, *Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, 7(6), pp. 1537-1544.

[2] H. Seo, J. Kim, C. H. Park (2016) A Study on the Effective Analysis of the Current Loop Communication Protocols, Proceedings of the Conference of the Korean Society for Railway, Gyeongju, pp. 367-371.

[3] B&B Electronics (1995) Current loop application note, B&B Electronics Ltd. Illinois.

[4] http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=796269&cid=42347&categoryId=42347