

직류전원공급 이중화용 블로킹 다이오드 감시 장치

임익현*, 송성일*, 이주현*, 류호선*, 신만수*, 강성수**
한진 전력연구원*, 이투에스(주)**

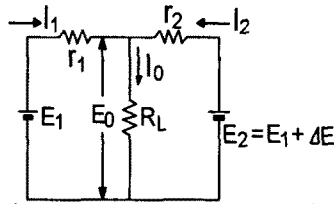
Blocking Diode Monitoring System of Redundancy DC Power Supply

Lim Ick-heon*, Song Seong-il*, Lee Ju-hyun*, Ryu Ho-seon*, Shin Man-su*, Kang Sung-su**
KEPCO KEPRI*, E2S**

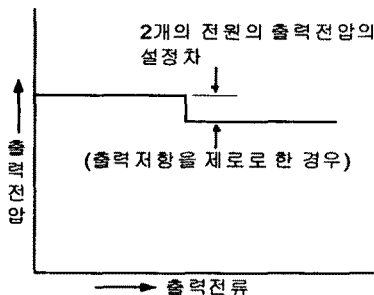
Abstract - 프로세스 제어기에서 전원장치의 건전성과 신뢰성은 아무리 강조해도 지나치지 않을 것이다. 본 논문은 전원장치의 고장 감시장치에 관한 것으로, 직류 전원공급 시스템의 신뢰도 향상을 위하여 사용하는 이중화 전원 구성용 블로킹다이오드의 고장 감시 장치에 관한 것이다. 이중화 전원 공급장치에 있어서 2개의 공급전원 중 어느 한쪽의 공급전원이 상실되더라도 나머지 한쪽의 공급전원이 건전하면 정상적으로 부하에 전원을 공급하게 하기 위하여 블로킹다이오드를 사용한다. 그러나 블로킹다이오드에 고장이 발생한 경우, 전원공급장치 자체는 정상이라도 이중화 기능을 하지 못하므로, 블로킹다이오드의 정상 여부를 상시 감시하여 이상이 발생시 경보 처리 한다면 예기치 않은 전원공급 중단을 피할 수 있을 것이다. 블로킹다이오드에 흐르는 전류와 다이오드의 양단 전압을 상시 감시/계측하여 정상 운전특성곡선과 비교하여, 이상이 있을 경우 이를 경보하여 전원중단을 예방할 수 있는 이중화 전원용 블로킹다이오드의 고장 감시 장치에 관한 것이다.

1. 서 론

직류안정화 전원을 블로킹 다이오드 없이 병렬 접속한 경우 전원 공급 장치의 출력 임피던스가 낮은 관제로 대용량의 콘덴서 부하인 경우나 축전지 부하인 경우와 같은 부하가 된다고 생각할 수 있으며, 출력전압이 높은 쪽에서만 전류가 흐르기 때문에 각 전원 공급 장치의 출력을 균형 있게 흘린다는 것은 거의 불가능하다. 따라서 과전류 보호회로가 차단적인 경우는 병렬 접속하여 전류를 증대시키려고 하여도 출력전압이 높은 쪽에서만 전류가 흘러 과전류보호회로가 동작하고 만다. 출력저항이 1mΩ인 정전압 전원을 2개 병렬로 사용하여 부하전류 1A를 흘릴 경우 출력전압차가 1mV만 되어도 한쪽 전원에서만 전류가 흐르고 다른 쪽 출력전류는 영이 된다(그림 1 참조). 전원의 과전류 보호회로가 정전류 전원인 경우는 경부하시에 출력전압이 높은 쪽 전원에서 전류가 흐르며, 이 전원이 과전류가 되어 출력전압이 저하하면 다른 쪽 전원에서 출력전류가 공급된다. 따라서 그림 2와 같이 부하전류에 대한 출력전압의 변동은 두 전원의 설정전압의 차만큼 증가한다. 이 전압 변동을 감소시키려면 두 출력전압을 되도록 같게 해야 한다.



(r1, r2는 각각 전원의 출력저항)
<그림 1> 2개의 전원을 병렬 접속한 경우의 등가회로



<그림 2> 2개의 전원을 병렬접속 했을 때의 출력전압 변동

$$I_1 = \frac{I_0 - \frac{\Delta E}{r_2}}{1 + \frac{r_2}{r_1}}, \quad I_2 = I_1 \frac{r_1}{r_2} + \frac{\Delta E}{r_2}$$

2. 본 론

2.1 전원장치 주변 고장

전원 공급 장치 주변에서 발생할 수 있는 가정 고장 경우는 다음과 같다. PS1/2의 과전압, 저전압, 과전류, BD1의 개방/단락, 그리고 BD2의 개방/단락이다.

2.1.1 출력 과전압

아날로그 전원공급기의 경우 직렬트랜지스터의 에미터-콜렉터 간 이 단락한 경우나 궤환 증폭기가 동작하지 않은 경우 또는 전압검출부의 회로단선 등의 경우에 고전압이 발생하며 크기는 정격전압의 2~3배 정도이다. 출력 단에 정전압 다이오드 및 싸이리스터를 설치해서 출력 단을 단락하여 과전압을 방지한다.

2.1.2 출력 저전압

전압설정 회로 또는 직렬 트랜지스터의 불량으로 출력전압이 정상한도치 이하로 떨어지거나 과전류로 인해서 출력 저전압 현상이 발생한다.

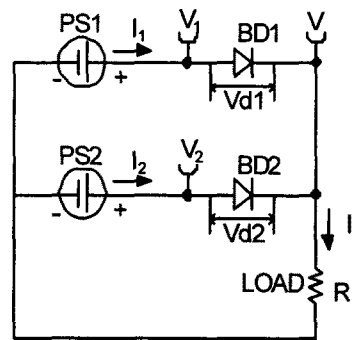
2.1.3 과전류

안정화 전원에서 가장 중요한 보호 회로이다. 과부하나 출력 단락 시에는 제어소자에 과대한 전력이 가해지기 때문이다.

2.2 고장 현상 실험 장치

<표 1> 실험대상 설비의 기기 구성 및 사양

| 기호 표시 | 장치 명 | 규격 |
|-------|----------|-------------|
| PS1 | 전원 공급 장치 | ED-LB(330) |
| PS2 | 전원 공급 장치 | 30V-3A |
| BD1 | 블로킹 다이오드 | IXYS사 |
| BD2 | 블로킹 다이오드 | MMD44-08N1B |
| R | 부하저항 | 8.0Ω 300W |



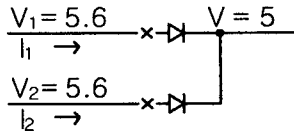
<그림 3> 2개의 직류전원 병렬접속회로

2.2.1 Blocking Diode BD의 개방/단락

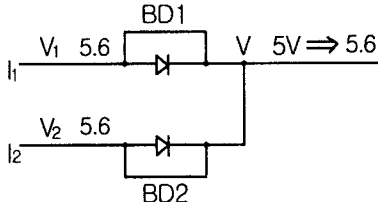
다이오드의 고장은 일반적으로 애노드와 캐소드간의 단락이 대부분이지만 경우에 따라서는 개방되는 경우가 발생한다. 병렬 연결형 전원공급 장치의 경우 BD1 또는 BD2가 개방되면 개방된 쪽 전원 공급 장치에서의 전류는 영이 될 것이다. 그러나 전압 V와 V1사이의 전압차이는 원래 BD1의 순방향 전압강하 값인 ≒0.6 근방이 될 것이다. 개방의 경우에는 PS2 출력전압에 의해서 PS1이 영향 받지 않는다. 그러나 BD1의 단락인 형태의 고장에서는 V와 V1이 동일한 크기이고 캐소드와 애노드가 전원공급기의 출력임피던스에 종속적으로 PS2의 출력전압이 PS1의 출력 단에 영향을 미치게 된다. 이럴 경우 PS2와 PS1의 정전압 전압제어가 불안정하게 될 것이고 이로

인해서 부하 단에 각종 제어시스템에 악영향을 미치게 된다. 따라서 직류전원의 신뢰성을 높이기 위하여 전원을 이중화했으나 그 장치의 일부가 개방/단락과 같은 고장이 났을 경우를 대비해서 이중화 전원감시 장치가 필요하다.

- BD1, BD2의 개방 현상



$V_1 \approx V_2$ 이고 $V_1 > V, V_2 > V$ 일때 $I_1 \approx 0$ 이면 BD1이 개방 상태이고 $I_2 \approx 0$ 이면 BD2가 개방 상태이다.



- BD1, BD2의 단락 현상

$V_1 \approx V_2$ 이고 $V_1 = V, I_2 \approx 0$ 이면 BD1 단락이고 BD2는 개방일 수 있다. BD2의 개방 유무는 V_1 의 전압을 당초의 V 전압값 부근으로 V_2 의 전압보다 약간 내려서 전류가 흐르는지를 측정해서 건전성을 판별해야 한다. 전류가 여전히 영이면 개방이고 전류가 흐르기 시작하면 정상인 것이다. 이와는 반대로 $V_1 \approx V_2$ 이고 $V_2 = V, I_1 \approx 0$ 이면 BD2는 단락이고 BD1은 정상이거나 개방상태일 수도 있다.

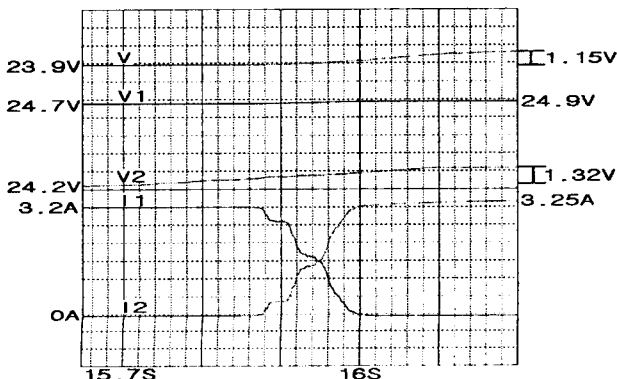
- BD1과 BD2 모두 단락이면 $V_1 \approx V_2 = V$ 이면서 $I_1 \approx I_2$ 또는 I_1 과 I_2 가 Swing하게 된다.

- BD1 및 BD2 모두 개방이면 $V_1 \approx V_2, V = 0, I_1 = I_2 = 0$ 가 된다.

여기서 전원공급 장치의 출력 측 내부 임피던스가 동일하다고 단정할 수 없기 때문에 정상상태에서 공급 장치 V_1 과 V_2 그리고 V와의 전압 차에 따른 부하전류 I_1 과 I_2 의 특성을 조사해서 조사결과를 감시 장치에 입력시켜서 고장판단 연산 동작을 하게 한다.

2.2.2 전압 및 전류 특성

V_1 과 V_2 의 미세 차이에 따른 각각의 출력 부하전류 특성을 조사해야 한다. 그림4는 실험대상 설비에서의 특성을 나타낸 것이다. V_1 의 전압을 24.7V로 일정하게 유지하면서 V_2 의 전압을 24.2V에서 25.52V로 1.32V 만큼 상승시키자 I_2 의 부하전류가 영에서 3.2A로 증가하고 I_1 의 전류는 3.2A에서 영으로 감소하는 특성을 나타내었다. 여기서 V_2 의 전압은 전원공급장치의 내부 특성상 전압조정 저항을 일정할 비율로 변경하였으나 전압변화 없이 지속하는 구간과 변화기울기가 다른 구간이 있어서 각 전원공급장치의 부하전류의 변화가 다른 변화 구간과 변화 기울기가 상이한 구간이 있었다.



<그림 4> V2 출력전압 변경에 따른 출력전류 특성

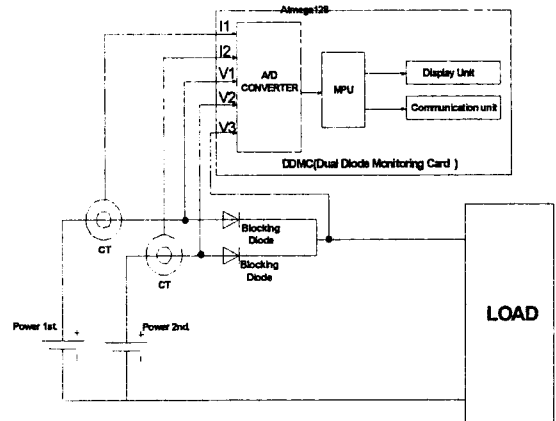
2.3 블로킹 다이오드 감시 장치

2.3.1 감시 장치의 기능

개별 전원공급 장치의 출력 저전압, 과전압, 과전류 현상을 1차적으로 감시하고 병렬운전중인 전원공급 장치의 출력 전류 및 전압 불평형을 감시한다. 다음으로 이중화 전원 구성을 위해 필요한 Blocking Diode의 건전성을 점검하게 된다.

저전압, 과전압, 과전류는 미리 설정한 설정치 이상으로 측정값이 이동하면 경보를 낼 수 있는 Dry Contact를 제공한다. 전원공급 장치 PS1과 PS2의 전류 불평형이 50%를 넘으면 경보를 발생시키고 V_1 과 V 또는 V_2 와 V와의 편차가 0.4V 이하가 되면 Blocking Diode의 단락 의심 경보를 그리고 V_1 이 V와의 편차가 정상시의 Diode Forward Voltage Drop 값인 0.5~0.6V이고 V_1 과 V_2 의 전압 크기가 동일할때 I_1 전류가 영이거나 I_2 전류가 영이면 BD1 또는 BD2가 개방되었다는 경보를 취명하게 된다.

2.3.2 블로킹 다이오드 감시 장치



<Dual Diode Monitoring System Block Diagram>

<그림 5> 블로킹 다이오드 감시장치 구성 개요도

본 장치의 신호 측정 요소는 이중화된 전원공급 장치의 각각의 출력전류(I_1, I_2), 출력전압(V_1, V_2) 그리고 이중화 전원 Bus의 전압 크기(V)를 측정 감시한다. 전류측정은 Hall CT를 사용하였고, 시스템의 전원은 측정대상 전원 공급 장치의 출력전압을 이중화해서 사용하였다. 이 장치는 ATMEL사에서 출시한 RISC Architecture의 콤팩트형, 저 소비전력형 8-bit Microcontroller인 ATMEGA128을 사용했다. ATMEGA128의 경우, 10-channel의 A/D Converter를 내장하고 있으며, 128K Byte의Flash Memory를 내장, 또한 4K Byte EEPROM, 4K Byte SRAM이 내장되어 있어 소형화에 적합하게 설계되어 있다.

3. 결 론

발전소를 포함하는 프로세스 제어시스템의 운전 신뢰도를 결정하는 주요 부분 중에 하나가 직류전원공급이다. 전원 공급 장치의 정확한 운전상태 파악은 필수적이다. 또한 전원장치의 신뢰도를 높이기 위해서 전원장치를 다중화 하여 사용하고 있는데 다중화 부분에서의 고장발생시 고장검출장치가 없어서 전원장치 교체과정에서 프로세스 시스템 비상 정지까지 발전하는 사고가 있었다. 본 논문에서 제시한 직류전원상시 감시 장치 및 블로킹 다이오드 건전성 감시 장치를 저렴한 가격으로 개발 사용함으로써 설비의 안전운전에 기여할 것으로 기대한다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한국전력기술인협회, "통신용 전원설비 계통의 실시간 감시제어 및 방식구조 연구개론", 전력기술인, Electric Engineers, 제207권 11호, pp43-50, 1999
- [2] 편집부, "전원회로의 트러블 대책", 가남사, pp131-164, 1987