

차단기동작코일 단선유무 감지센서 개발에 관한 연구

윤종범, 최장건, 이재훈
한국수자원공사 여수권관리단, 합천댐관리단

A Study of Sensor of the State of Circuit Breaker Operating Coil

Jong-Beom Yoon, Jang-Geon Choi, Jae-hoon Lee
Korea Water Resources Corporation

Abstract - 본 발명은 전기설비의 중요한 부분을 차지하고 있는 차단기의 동작코일 단선유무를 감지하기 위한 센서에 관한 것으로 보조계전기, 브릿지회로, 전압분배회로 및 출력회로로 구성되어 있다. 차단기동작코일에 동작코일의 저항값보다 충분히 큰 저항을 병렬로 연결하고, 이 병렬회로를 브릿지회로의 한변으로 이용하며, 전압분배회로를 설계하여 동 브릿지회로의 전원공급용으로 사용한다. 차단기동작코일이 정상상태일 경우에는 브릿지회로의 출력단자에는 전압이 발생하지 않아 발광다이오드(LED)가 동작하지 않고, 단선될 경우에는 브릿지회로의 출력단자에 전압이 발생하여 발광다이오드가 점등되게 함으로써 차단기 운영의 신뢰성을 높일수 있는 장점이 있다.

1. 서 론

본 발명은 전기설비의 중요한 요소중의 하나인 차단기(Circuit Breaker)의 동작코일의 단선유무를 감지하는 방법으로서, 기존의 차단기 동작회로에는 차단기의 동작코일이 단선되었는지 여부를 감지할 수 있는 장치가 되어 있지 않고 있다. 그래서 차단기의 동작코일이 단선되었는지 여부를 판단할 수 있는 유일한 방법은 차단기의 동작을 시도한 후, 차단기가 정상적으로 동작하지 않을 경우 정밀접점을 통하여 동작코일의 단선유무를 확인한 후 단선되었을 경우 예비품으로 교체하여 사용하고 있다. 또한 차단기의 동작코일이 단선되었을 경우, 전력계통에 전기적사고가 발생하여 차단기가 정상적으로 동작하지 않았을 경우 파급되는 영향을 고려한다면 차단기 동작의 신뢰도는 반드시 확보되어야 한다고 판단된다.

2. 본 론

2.1 고안의 구성

첨부된 도면을 참조하여 본 고안의 실시예를 상세히 설명한다. 그림1은 일반적인 차단기 동작회로이고, 그림2는 본 고안의 실시예에 따른 차단기 동작코일의 단선유무 감지회로의 블록구성도이고, 그림3은 이 감지회로의 상세 회로도이다

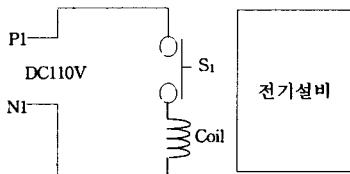


그림1. 일반적인 차단기동작회로

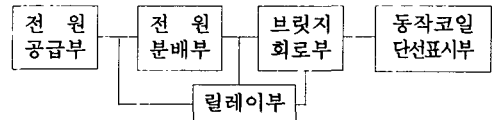


그림2. 감지회로의 블록구성도

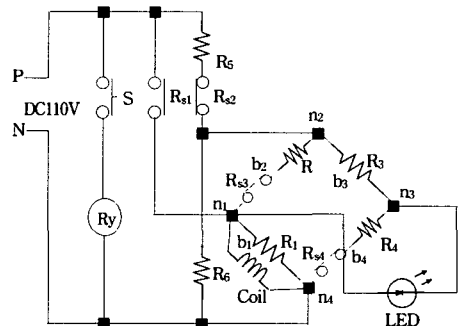


그림3. 감지회로의 상세회로도

그림2와 그림3에 도시된 바와 같이, 본 고안에 따른 감지회로는 전원공급을 위한 전원공급부와, 전원공급부로부터 공급되는 전원을 분배하는 전원분배부와, 차단기 동작코일의 단선유무를 감지하는 브릿지회로부와, 브릿지회로부를 통하여 차단기 동작코일이 단선되었음을 감지하는 경우 이를 외부로 표시하는 동작코일 단선표시부와, 각 부와 연결된 릴레이접점을 제어하여 전원공급라인을 설정하는 릴레이부를 포함하여 이루어진다. 전원공급부는 외부의 전원공급장치로부터 공급되는 전원을 감지회로의 각 부에 공급하는 역할을 수행하는데, 본 고안의 실시예에서 전원공급부는 일반적으로 DC110V의 전원을 감지회로에 공급한다.상기 전원분배부는 전원을 분배하는 복수의 저항(R5)(R6)으로 구성되며 이 저항(R5)(R6) 사이의 노드는 브릿지회로부로 회선이 연결된다. 따라서, 이 전원분배부는 상기 전원공급부로부터 공급되는 전원을 분배하여 분배된 전원을 브릿지회로부에 공급한다. 이 전원분배부의 저항(R5)과 브릿지회로부와 연결되는 노드 사이에는 릴레이부의 제어에 의해 개폐되는 릴레이접점(Rs2)이 구비된다. 상기 브릿지회로부는 다수의 노드(n1)(n2)(n3)(n4)를 통하여 브릿지(b1)(b2)(b3)(b4)가 상호 연결되어 폐회로를 구성하는데, 이 브릿지회로부의 노드 n1과 n2 사이의 브릿지(b2)에는 직렬 연결된 릴레이접점(Rs3)과 저항(R2)이 구비되고, 노드 n2와 n3 사이의 브릿지(b3)에는 저항(R3)이 구비되며, 노드 n3과 n4 사이의 브릿지(b4)에는 직렬 연결된 저항(R4)과 릴레이접점이 구비되고, 노드 n4와 n1 사이의 브릿지(b1)에는 동작코일과 저항

(R1)이 병렬 연결되어 구비되어 있다. 상기 릴레이접점(Rs3)(Rs4)은 릴레이부의 제어에 의해 개폐되며, 상기 노드 n2와 n4에는 전원분배부를 통하여 분배된 전원이 공급된다. 본 고안의 실시예에서는 각 브릿지(b2)(b3)(b4)에 구비된 각각의 저항(R2)(R3)(R4) 임피던스와, 브릿지(b1)에 구비된 동작코일과 저항(R1)의 병렬 연결에 의한 임피던스가 각각 동일 내지 유사하게 구성된다. 또한, 저항(R1)의 임피던스는 동작코일의 임피던스에 비해 충분히 큰 값을 갖는다.

즉, $Z(R2) \approx Z(R3) \approx Z(R4) \approx Z(L//R1)$ 이고, $Z(R1) \gg Z(L)$ 이다.

상기 동작코일 단선표시부는 브릿지회로부의 노드 n1과 n3 사이에 구성되어, 이 두 노드(n1)(n3) 사이에 전위차가 형성되면 이 전위차에 의해 구동되는 표시장치로 이루어진다. 본 고안의 실시예에서는 이 동작코일 단선 표시부를 LED로 구성하여, 상기 브릿지회로부의 두 노드(n1)(n3) 사이에 전위차가 발생되면 전류가 도통되어 점등되고, 전위차가 형성되지 않거나 전위차가 미약한 경우에는 LED가 점등되지 않도록 하였다. 상기 브릿지회로부에서 각 노드 사이에 연결된 브릿지(b1)(b2)(b3)(b4)에는 동일 내지 유사한 임피던스가 형성되므로, 브릿지회로부에 이상이 없다면 상기 두 노드(n1)(n3) 사이에는 전위차는 발생되지 않거나 발생되더라도 미약하여 LED가 점등되지 않아야 한다. 따라서, LED가 점등되는 경우에는 브릿지회로부의 각 브릿지(b1)(b2)(b3)(b4)에 형성되는 임피던스가 달라진 것으로 이는 곧 브릿지 b1의 동작코일이 단선된 것을 의미한다. 본 고안의 실시예에서 상기 동작코일 단선표시부를 LED를 이용하여 시각적으로 동작코일이 단선되었음을 경고하도록 구성하였지만, 이는 전위차에 의해 구동될 수 있는 다른 표시장치로 변형될 수 있다. 예를 들면, LED 대신 부저 등을 이용하여 음향으로 동작코일이 단선되었음을 표시할 수 있다. 상기 릴레이부에는 상기 전원분배부에 의해 분배된 전원을 브릿지회로부에 공급할 수 있도록 개폐되는 릴레이접점(Rs2)과, 상기 전원공급부로부터 공급되는 전원을 브릿지회로부에 직접 공급할 수 있도록 개폐되는 릴레이접점(Rs1)과, 상기 브릿지회로부의 브릿지(b2)(b4)에 구비되어 개폐되는 릴레이접점(Rs3)(Rs4)을 제어하는 릴레이와, 이 릴레이에 전원공급부로부터 전원이 공급될 수 있도록 스위칭되는 동작스위치(S1)가 구비되어 있다. 상기 릴레이부의 릴레이가 구동되지 않는 경우에는 릴레이접점 Rs1은 개방되고, Rs2와 Rs3 및 Rs4는 폐쇄된 상태가 유지되도록 설정되어 있으며, 릴레이가 구동하게 되면 상기 각 릴레이접점들은 그 상태가 반대로 변환된다. 이하에서는 상기의 구성으로 이루어진 차단기 동작코일의 단선유무 감지회로 동작을 상세히 설명한다. 감지회로의 동작을 설명하는데 있어, 동작스위치(S1)가 온/오프 되는 상태에 따라 구분하여 설명한다.

2.2 동작스위치(S1)가 턴오프된 경우

그림4는 본 고안에 따라 동작스위치(S1)가 턴오프된 상태에서 전원이 공급되는 감지회로도 도기한 것이다. 동작스위치(S1)가 턴오프 상태이면, 릴레이에는 전원이 공급되지 않아 동작되지 않으며 이에 따라 릴레이접점 Rs1은 개방 상태가 되고, 릴레이접점 Rs2와 Rs3 및 Rs4는 폐쇄 상태가 된다. 상기 단계에서 릴레이접점 Rs1이 개방 되고 릴레이접점 Rs2가 폐쇄 됨으로써 전원공급부의 전원은 전원분배부로 공급되고, 전원분배부는 공급되는 전원을 저항(R5)(R6)을 통하여 분배한다.

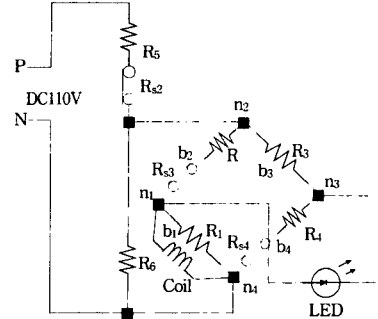


그림4. 동작스위치가 턴오프된 경우

따라서, 감지회로는 그림4와 같이 전원공급이 이루어진다. 전원분배부에 의해 분배된 전원은 브릿지회로부의 노드(n2)(n4)에 공급되는데, 노드 n4에는 접지전압이 공급되고 노드 n2에는

$$V_c = V_{cc} \times \frac{R_6 // (R2 + R1 // L) // (R3 + R4)}{R_5 + R_6 // (R2 + R1 // L) // (R3 + R4)}$$

의 전압이 공급된다. 브릿지회로부의 노드(n2)(n4)에 공급된 전원은 각 노드(n1)(n2)(n3)(n4)를 연결하는 브릿지(b2)(b3)(b4)(b1)의 임피던스에 의해 각각 분배되고, 노드 n1과 n3에 형성된 전원은 동작코일 단선표시부의 LED에 공급된다. 이 때, 브릿지회로부의 노드 n1과 n3의 전위차가 기준값을 초과하는 경우에는 LED가 점등된다. 상기 브릿지회로부의 노드 n1과 n3의 전위차 기준값은 LED를 점등시킬 수 있는 전위차를 의미하며, 이는 LED의 종류에 따라 달라질 수 있다. LED가 점등되었다는 것은, 즉 노드 n1에서의 전위가 노드 n3에서의 전위보다 크다는 것은 브릿지(b1)에 위치한 동작코일이 단선되었음을 의미한다. 이는 각 브릿지(b1)(b2)(b3)(b4)의 임피던스가 동일하게 구성되어 노드 n1과 n3 사이에는 전위차가 발생되지 않아야 함에도 불구하고, 노드 n1의 전위가 노드 n3의 전위보다 큰 것은 브릿지(b1)의 임피던스가 다른 브릿지(b2)(b3)(b4)의 임피던스에 비해 큰 것을 의미하는 것으로, 이는 동작코일이 단선되면 저항(R1)만으로 임피던스가 형성되기 때문이다. 따라서, 동작코일이 단선되는 경우 LED가 점등되어 사용자가 이를 용이하게 확인할 수 있으며, 단선된 동작코일을 교환함으로써 차단기의 오동작을 방지할 수 있다. 만약, 상기 단계에서 브릿지회로부의 노드 n1과 n3의 전위차가 기준값 미만일 경우에는 LED가 점등되지 않으며, 이는 동작코일이 단선되지 않아 차단기가 정상적으로 동작되는 것을 의미한다.

2.3 동작스위치(S1)가 턴온된 경우

그림5는 본 고안에 따라 동작스위치(S1)가 턴온된 상태에서 전원이 공급되는 감지회로도 도기한 것이다. 이 동작스위치(S1)를 턴온시키는 경우는 종래의 차단기를 조작하는 경우와 마찬가지로 차단기의 동작을 수동으로 하기 위한 것이다. 동작스위치(S1)가 턴온 되면, 동작스위치(S1)를 통하여 릴레이에 전원이 공급되어 구동되고, 이에 따라 릴레이접점 Rs1은 폐쇄 상태가 되고, 릴레이접점 Rs2와 Rs3 및 Rs4는 개방 상태가 된다. 따라서, 감지회로는 그림5와 같이 연결되어 전원공급부로부터 전원이 인가된다. 전원공급부의 공급 전원은 릴레이접점 Rs1을 통하여 브릿지회로부의 노드 n1과 n4에 인가된다.

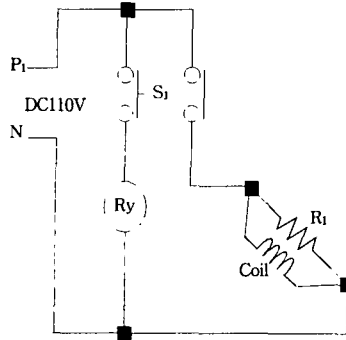


그림5. 동작스위치가 턴온된 경우

브릿지회로부에 전원이 인가된 후, 차단기가 정상적으로 동작되면 이는 차단기의 동작코일이 단선된 상태가 아닌 정상상태임을 의미한다. 이는 브릿지회로부의 브릿지(b1)에 병렬 연결된 동작코일과 저항(R1)에 있어서, 저항(R1)의 임피던스가 동작코일의 임피던스보다 훨씬 큰 값을 갖도록 구성되어 있기 때문에 대부분의 전류가 임피던스가 작은 동작코일로 흐르게 되고 이에 따라 동작코일에서 발생하는 자기장에 의해 차단기가 정상적으로 동작하게 된다. 만약, 상기 단계에서 차단기가 동작되지 않는다면 이는 차단기의 동작코일이 단선되었음을 의미하는 것으로, 단선된 동작코일을 교환하여야 한다.

3. 결 론

상술한 바와 같이, 본 고안에 따른 차단기 동작코일의 단선유무 감지회로는 차단기의 동작스위치를 동작시키지 않고도 동작코일의 단선 유무를 동작코일 단선표시부를 통하여 용이하게 확인할 수 있으며, 또한 종래의 차단기의 방법과 마찬가지로 동작스위치를 통하여도 차단기 동작코일의 단선유무를 확인할 수 있다.