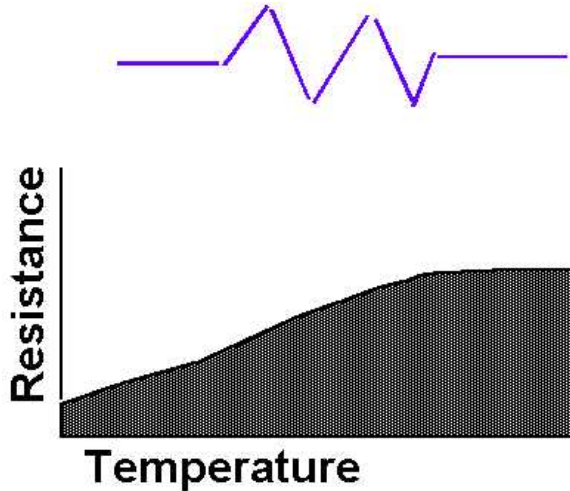


RTD 센서

아시다시피 온도측정에 사용되는 센서는 대부분 열전대가 아니면 측온저항체입니다. 특히 최고온도범위가 낮고 정확도가 필요하다면, 당연히 RTD 센서를 사용하겠지요. 그리고 프로세스 현장에서는 대부분 3선식을 사용하고 있습니다.



RTD 센서는 온도에 따라 저항치가 변화하는점을 이용하여 온도를 측정하는 것입니다. 아시는 것처럼 대부분 RTD 센서는 백금(Pt100)을 많이 사용하고 있습니다. RTD 센서를 사용하는 이유는

- 1) 고 정확도 (0.01~0.1도씨)
- 2) 고 안정도 (<0.1% drift)
- 3) 선형성

때문입니다만

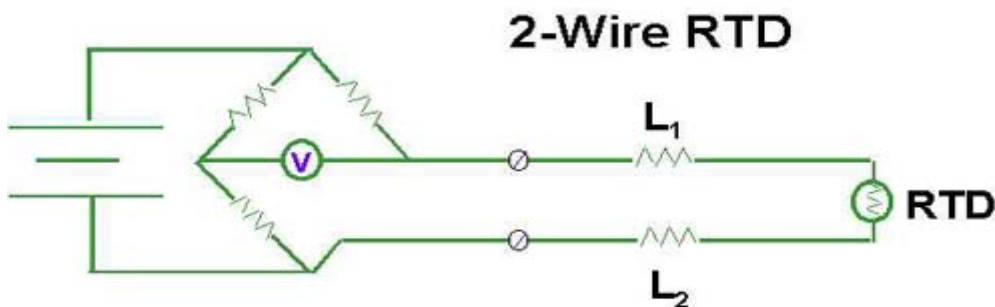
단점도 있어

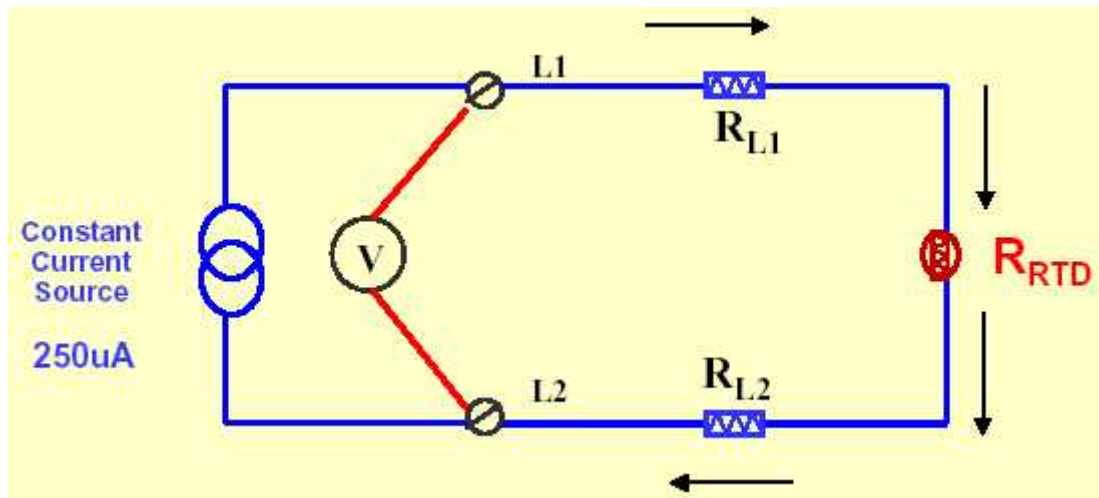
- 1) 상대적으로 가격이 비싸고
- 2) 통상적으로 응답성이 T/C에 비하여 느리고 3) 자체 발열을 합니다. 또한 최고 온도 범위도 낮은 제한이 있지요.

이런 RTD센서의 온도를 측정하기위하여 휘스톤브릿지 방식과 정전류 방식(을 사용하여 측정합니다. 따라서 설명은 두가지를 예로들겠습니다만 4선식으로가면 정전류방식만 측정이 가능하므로 패넌계기가 3선식까지밖에 인식 못한다고하면 대개 휘스톤브릿지회로라고 봐도 거의 맞습니다.

기본적인 2선식 그림을 다음에 보입니다. 만약 거리가 아주 짧다면 (데모, 실험실등) 사용에는 문제가 없지만 실제 현장에서는

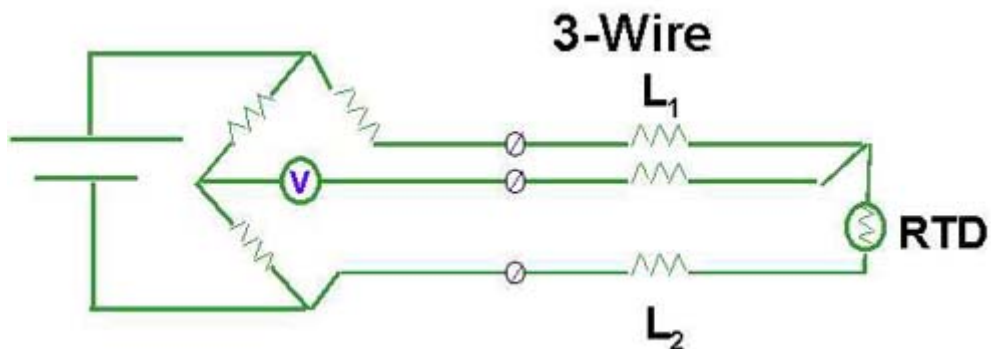
온도 표시 = $RTD + L_1 + L_2$ 이 되어 장거리 일수록 더욱 큰 오차가 발생할 수 밖에 없지요. (1옴 차이당 약 2.6도씨 에러가 납니다)





그래서 우리는 이러한 도선의 저항을 뭔가를 이용해 측정한다음 상쇄시켜 버려야겠다고 판단하곤 다음과 같은 3선식 RTD 센서를 사용하지요 하지만 여기에도 더욱 골치아픈 맹점은 있고 현장에서 많은 분들이 고생하게 되는 것 이지요.

3선식은 L3도선의 저항을 측정하여 이저항치가 L1, L2 의 저항치와 **균일하다고 판단하는 것입니다** (즉 $L1=L2=L3$ 라고 가정 즉 L1, L2도선의 언발란스는 전혀 고려안함) 그렇게하여 이저항치만큼 보상해 버리는 것이지요. 이론적으로는 하자가 없습니다만 현장에서는 종종 이로인한 문제가 발생합니다.



현장에서 발생할 수 있는 에러는

- 1)선형화 (Linearization), SPAN 에러, RFI, 및 센서의 3선중 어느선이든 단선되는 경우 ;
- 2)L1또는 L2 이면 : 저항이 무한 대로 가 버리니까 이로인한 출력은 ? High
- 3)L3 가 Fail되었다면 출력은 Low 로 나타남..등등이 있지만 대부분 확인이 가능합니다만,
- 4)만일 L1과 L2의 저항이 동일하지 않는상황이 발생한다면 (즉 두도선상

imbalance가 발생한다면) 문제가 복잡해지는 것이죠 ? 발생할 수가 없나요? 그러나 실제상황은 많이 발생 합니다. 다음과 같은 질문에 답해 보시면 됩니다.

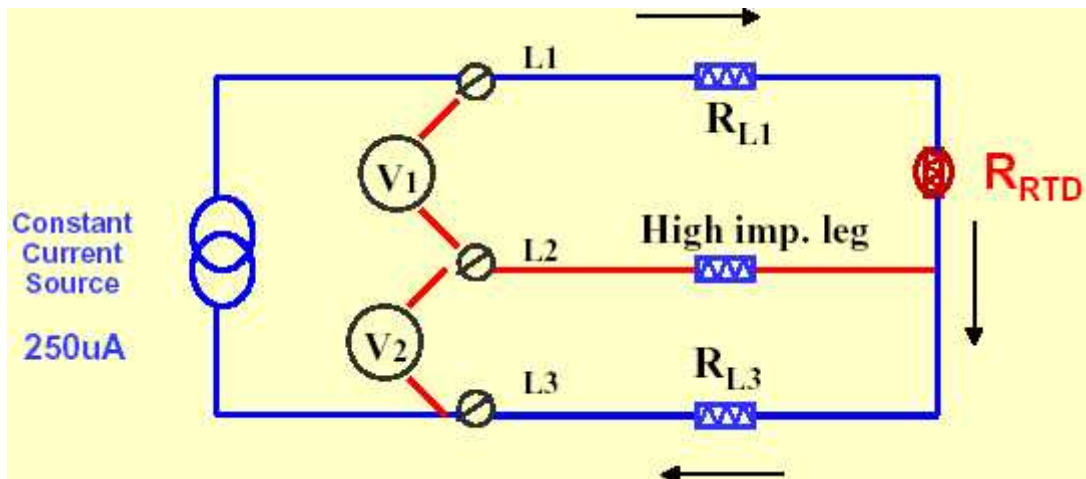
답하기전에 윗부분을 정전류 방식으로 다시도식해보면, 다음과 같이 됩니다 (여기서 L2와, L3 및 RTD 부착 위치가 다르므로 이를 염두에 두시고 혼란을 겪지 마시기 바랍니다.)

일단 bb중의 한선(여기서는 L2)을 고임피던스화 하면 L2에는 거의 전류가 흐르지 않게됩니다. 따라서 V1과 V2를 측정한다음 이두전압차를 구한다음 $V=IR$ 공식을 이용하면 RTD값을 알 수 있는 것이지요. (단 여기서 $R_{L1}=R_{L2}$ 가 성립되는 전제조건)

$$V1 = V_{R_{L1}} + V_{RTD}$$

$$V2 = V_{R_{L3}}$$

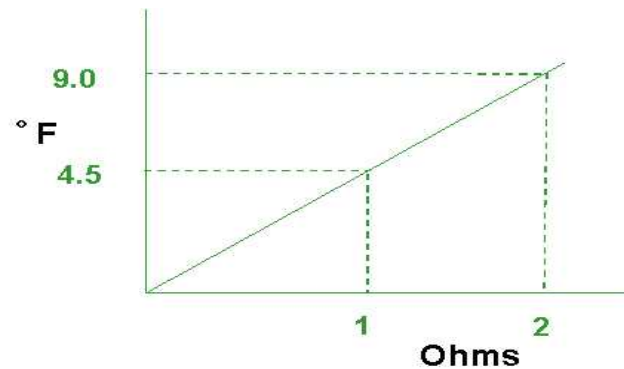
$$V_t = V1 - V2 = V_{RTD}$$



자 그럼 다시 되돌아가서 두도선상 임발란스가 일어날 확률이 있는 것은 ??

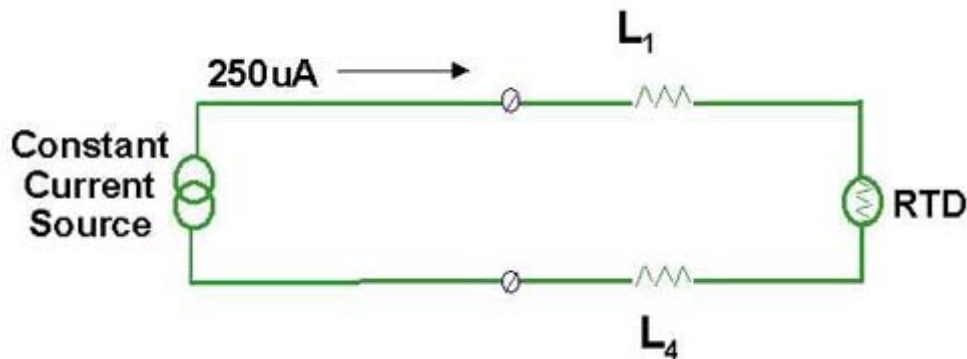
- 1) RTD 센서 연결부분에서의 부식은 일어날 확률이 없다/있다?
- 2) 현장 J.B에서의 도선 연결부분 부식은 일어날 확률이 없다/있다?
- 3) 센서 연결부 및 J.B. Terminal block의 조임상태가 느슨해질 확률이 없다/있다?
- 4) 연결해가는 과정에서 서로 꼬이거나, 전기적으로 저항결합을 할 부분이 없다/있다 ?
- 5) 와이어 굵기가 서로다른 종류의 Extension Wire를 전혀 사용하지 않았다/했다?
- 6) 현장 센서부터 마샬링 패널을 경유한 와이어링작업에 하자가 전혀 없다 / 있다?

만에하나 상기에서 거론한 상황으로 인한 unbalance가 발생된다면 그오차는 어떻게 되는것일까요?

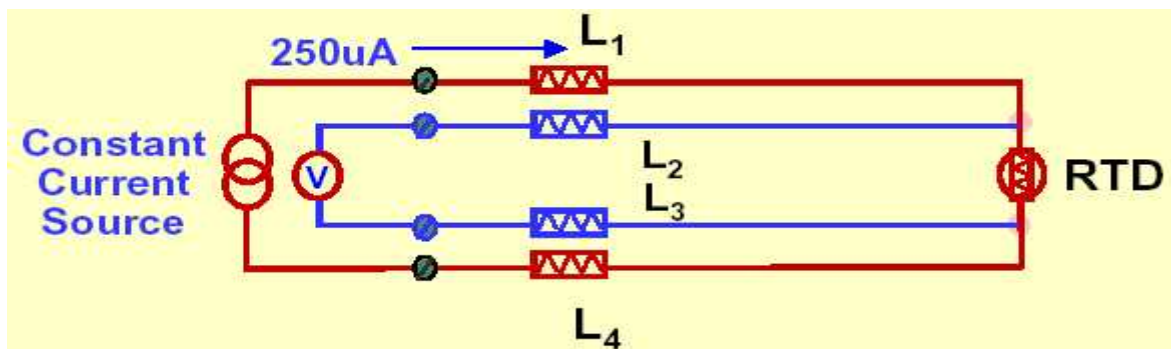


보시는 것처럼 1옴당 4.5°F 온도 편차가 발생하게 됩니다... 이렇게되면 굳이 3선식을 주장할필요도 없고, 2선식을 쓸 필요도 없이 T/C이 좋은 방법이죠...

해결방법으로는 상기에서 거론한 질문사항들에 대하여 자신있게 "없다"라고 답할 수 있도록 견고히 공사를 하거나??? 아니면 4선식 RTD 센서를 사용하는 것입니다. 아이러니컬하게도 3선식과 4선식의 센서가격차이는 별로 없습니다... 그러면 4선식을 사용하여 어떻게 정확한 온도 측정을 하냐구요? 간단합니다... 3선식까지 사용한 휘스톤 브리지 방식대신에 정전류(I)를 이용하여 해당 RTD 저항을 측정하면 보다 정확하게 측정할 수 있겠죠... 이원리를 이용한 것입니다.



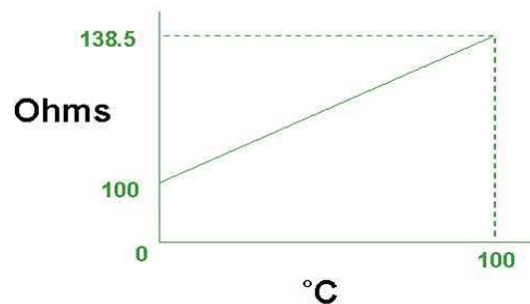
보시는 것처럼 L1, L4리드선에 정전류를 흘리면 아시다시피 키르히호프법칙에 의하여 직렬로연결된 저항에는 똑같은 전류가 걸립니다. 그런다음에..



L2, L3리드선에 아주 고임피던스를 갖는 전압계(V)를 걸어 전압을 측정합니다....여기서 전압소스측의 임피던스를 높여 놓으면 아시는 것처럼 L1,L4의 전류는 L2,L3에 흐르지 않게 됩니다... (통상 고급계기(온도트랜스미터 또는 패널계기류) 인 경우 대개 20bit resolution 전압계를 사용하며 이 경우는 정확도가 +/- 0.025% span 정도이고 시간이 지나면 발생하는 drift치도 아주 적어집니다.)

따라서 RTD 저항 $R=V/I$ 를 이용하여 연결되어 있는 리드선의 저항에 관계없이 정확한 RTD의 저항값을 읽을 수 있는 것이지요. 따라서 4선식 RTD 센서를 사용하면 굳이 연결도선의 굵기를 18AWG(간혹 14, 16AWG)를 사용할 필요없이 일반적이고 가격도 저렴한 22AWG 면 충분합니다... 결론적으로 정확도와 추후 선로 단락, 개방등의 원인도 쉽게 찾을 수 있는 4선식 RTD를 사용하여 공사하드래도 전체 공사비는 실질적으로 줄어들 소지가 충분한 것이죠 이리하여 요즈음 선진국의 계장을 보면 4선식 센서가 증가 추세인 것이죠... 온도의 정확도가 얼마나 해당 프로세스에 중요한가 ? 라는 질문에 따라 선택하여 사용하시면 되겠습니다...

RTD Pt100에서 알파 팩터 (α factor) 0.385, 392등을 얘기합니다... 여기서 알파 팩터0.385란 0도씨부터 100도씨까지 1도당 평균 변화되는 저항치 편균치값이 0.385옴 이다라는 것입니다 (Pt100 의 100옴 은 0도씨입니다)... 즉 알파 팩터 (α factor) 0.385 = 0.385옴/도씨 (0-100도씨범위)



그래도 정확도가 문제가 되신다구요 ??

그럼 Pt1000옴 RTD 센서를 사용하세요 (차이는 분해능 - Resolution이 엄청 증가 하므로 더욱 정밀해지는 것이죠)