

# 멀티테스터를 이용한 3상유도전동기 권선의 극성 판별법에 관한 연구

최순만<sup>+</sup>

## A study on how to define the polarities of windings for 3 phase induction motors by using general purpose multi-testers

Soon-man Choi<sup>+</sup>

운전중인 3상유도전동기의 고장상황을 감시하는 방법에는 다양한 연구들이 있으나<sup>[1-2]</sup> 대부분 정상 상태에서 고장 상태로의 변이를 검출하는 것이므로 이미 연결되어 있는 3상 권선의 극성 이상을 검출하고자 하는 경우는 찾기가 어렵다. 극성의 이상은 3상유도전동기를 고장으로 인해 취외 수리한 후 재 취부할 때 표식의 불분명으로 단자의 접속을 잘못하는 것에서 대개 비롯되는데 이 같은 상태에서 기동하면 과전류에 의해 곧바로 2차 고장으로 이어질 수 있으므로 선박에서는 더욱 주의가 요구된다. 본 논문은 이와 관련하여 선박 현장에서 멀티테스터 2개를 사용하여 전동기 권선의 극성을 간단히 판별하기 위한 기본적인 절차를 제시하기 위한 것으로서 이에 필요한 전기적 특성을 해석하고 그 적정성을 확인하기로 한다.

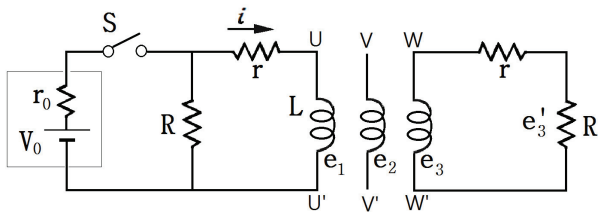


Fig. 1 Schematic circuit

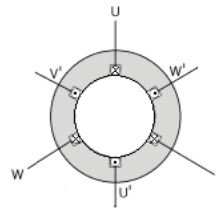


Fig. 2 When switching ON

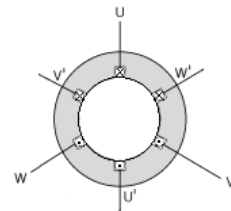


Fig. 3 When switching OFF

Fig. 1은 U-U', V-V', W-W' 단자의 3상 권선 중 U-U' 에 테스터 리드봉을 연결하여 저항 측정 시의 전류  $i$  가 흐르도록 할 때 W-W' 에서 발생하는 기전력  $e_3$  를 나타낸다. 여기에서  $V_0, r_0$  는 멀티테스터의 전원전압과 내부저항이고  $r$  과  $R$  은 각 단자 간 권선저항과 절연저항이고 각 권선에서 동일한 값이다. S가 1일 때 권선으로의 유입전류를  $i_1$  이라 하고 이후 정상상태로부터 S를

개방시킬 때의 전류를  $i_2$  라 하면 각각  $i_1 = \frac{V_0}{r_0 + r} (1 - e^{-\frac{r_0 + r}{L} t})$  및  $i_2 = \frac{V_0}{r_0 + r} (1 - e^{-\frac{R + r}{L} t})$  가 된다.

또한, U-U' 권선의 전류로 인한 상호유도 기전력  $e_3$  에 대해  $e_3'$  는 권선저항에 의한 전압강하를 제외한 테스터 단자에서의 검출 전압 크기이며 그 값은  $e_3' = k \frac{V_0}{r_0 + r} \frac{R^2}{R + r} e^{-\frac{R + r}{L} t}$  로 나타낼 수 있다. 여기에서  $L$  은 권선의 인덕턴스이고  $k$  는 권선 간 상호유도의 결합계수이다. 한편, Fig.1에 의한 U상 권선에서 발생하는 자속  $\phi_{UU'}$  에 쇄교하는 V, W상 자속은

$\phi_{VV'} = \phi_{UU'} e^{j(-\frac{2\pi}{3})}$ ,  $\phi_{WW'} = \phi_{UU'} e^{j(-\frac{4\pi}{3})}$  가 되므로 V, W상의 역기전력 방향은 S가 ON 즉, 테스터의 저항측정으로 U-U'에 전류를 주입시키는 경우 Fig.2와 같고 이후 리드봉을 제거하는 순간에는 Fig.3과 같아진다. Fig.2에 비해 리드봉 제거 때인 Fig. 3의  $e_3'$  지시치가 크기와 지속시간 면에서 상대적으로 더 크므로 극성 판별이 더 용이해진다. 한편, Fig.3과 같이 U-U' 단자에 테스터로 전류를 주입시킨 후 끊는 순간 만일 나머지 권선에서 측정하는 과도 전압 지시치가 (+) 방향을 가리킨다면 이 경우 적색 리드봉 단자가 V 혹은 W단자의 극성방향이 되고 상대편의 흑색 단자가 V' 혹은 W'가 된다는 것을 나타낸다. 이 같은 관계를 실제의 전동기에 두 개의 아날로그 멀티테스터를 이용하여 적용한 결과 지시바늘의 움직임을 통해 기관실 현장에서 극성 판별이 용이하게 가능해짐을 확인할 수 있었다.

### 참고문헌

- [1] W.T. Thomson, M. Fenger, "Current signature analysis to detect induction motor faults", IEEE Ind. Applications Magazine, 7:(2001), pp. 26-34.
- [2] R.M. Tallam, T.G. Habetler, R.G. Harley, "Stator winding turn-fault detection for closed-loop induction motor drives", IEEE Trans. on Industry Applications, 39, 2003, pp. 720-724.

<sup>+</sup> 최순만(한국해양수산연수원 교육연구처), E-mail: mindmind@chol.com, Tel: 051)620-5850