

선박 배전계통 3상 선로의 대지 전위 벡터 특성

최순만⁺

Vector characteristics of voltages between power lines and ground at onboard 3 phase power distribution system

Soon-man Choi⁺

전기적 접지에는 여러 가지 목적이 있으나^[1] 2중접지가 통용되는 육상과 달리 선박의 배전선로에는 비접지 방식이 기본적으로 채택된다. 비접지 방식은 정전사고를 줄일 뿐 아니라 누전 감시가 용이한 장점이 있으며^[2] 이 경우 선체에 대한 선로의 대지 전압은 각 선로와 선체 사이에 작용하는 분포정전용량 및 절연저항에 의한 임피던스의 상대적 관계에 의해 벡터적으로 나타낼 수 있다.

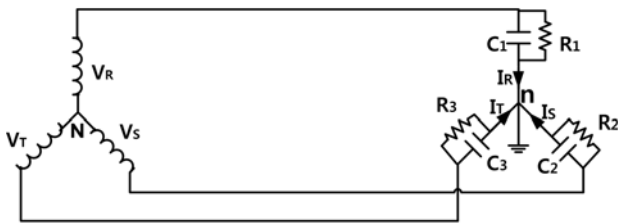


Fig. 1 Power lines and impedances to ground

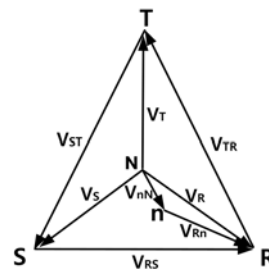


Fig. 2 Line to ground voltages

Fig. 1은 발전기 및 배전선로가 나타내는 선체에 대한 임피던스 관계를 보인 것으로 배전계통이 평형 3상의 건전한 선로 상태인 경우 발전기의 중성점 N은 Fig. 2에서 N의 위치가 된다. 또한 접지 등으로 불평형 대지 임피던스의 상황이 된다면 가상 중성점인 Fig. 2의 n 위치는 N 지점으로부터 V_{nN} 만큼 편위된 벡터 전위를 갖게 된다. 한편, Fig. 1에서 분포용량은 $C_1=C_2=C_3$ 이라 하고 R상 선로의 R_1 감소로 절연불량인 경우를 가정하면 이로 인한 임피던스 변화분과 선로 간 선간전압의 관계로부터 I_R , I_S , I_T 의 크기와 위상관계는 함수 f_1 과 f_2 에 의해 다음 식이 된다.

$$I_R = |f_1(V_{RS}, C_1, R_1, R_2, R_3)| \angle f_2(V_{RS}, C_1, R_1, R_2, R_3) \tag{1}$$

여기에서 R_1 과 C_1 에 의한 임피던스가 Z_1 이면 위 식의 전류 I_R 과 Z_1 에 의해 V_{nN} 은 $V_{nN} = V_R - I_R Z_1$ 가 되어 가상 중성점 위치가 해석적으로 정해질 수 있으며 접지저항의 감소에 따라 해당 전류의 위상은 진상에서 동상으로 전이된다. 실험에서 평형 3상 선로의 불평형 대지 임피던스로 인해 달라지는 Fig. 2의 도해적 관계를 확인한 결과 해석을 통한 특성과 잘 일치됨을 나타내었다. 이로부터 벡터 다이어그램에서의 대지 전위의 동작점을 궤적으로 관찰하는 경우 배전계통의 절연 및 선체 누전상태를 평가하는 효과적인 감시 수단이 될 수 있음을 확인하였다.

참고문헌

- [1] M. O. Durham and R. Durham, "Lightning, grounding, and protection for control systems," IEEE Trans. Ind. Applicat., vol. 31, pp. 45-54, 1995.
- [2] M.O. Durham and R. Durham, "Grounding system design for isolated locations and plant systems," IEEE Trans. Ind. Applicat., vol. 33, pp. 374-382, 1997.

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