

DC 급전시스템의 지락보호계전시스템 개발

論 文

54A-9-1

Development of Ground Fault Protective Relaying Schemes for DC Traction Power Supply System

鄭相基[†] · 鄭樂教^{*} · 趙泓植^{*} · 李安浩^{*} · 權三榮^{*}

(Sang-Gi Chung · Rag-Gyo Jeong · Hong-Sik Cho · Ahn-Ho Lee · Sam-Young Kwon)

Abstract - In DC traction power supply system, ground faults are currently detected by the potential relay, 64P. Though 64P relay detects ground fault, it cannot identify the faulted region which causes long traffic delays and safety problem to passengers. Two new ground fault protective relaying schemes that can identify the faulted region are presented in this paper. One is bus differential protective relay and the other is ground overcurrent protective relay. Both type of relays is similar in principle to the ordinary bus differential protective relay and the ground overcurrent relay used in other power system. In DC traction power supply system, since it is ungrounded, ground fault current is not big enough to operate those relays. To solve the problem, a current control device, called device 'X', is newly introduced in both system, which enables large amount of ground fault current flow upon the positive line to ground fault. Algorithms for these relays are developed and their validity are verified by EMTP simulation.

Key Words : DC급전, 보호계전, 지락보호, 도시철도, 지락사고, 전력공급시스템

1. 서 론

그림1은 도시철도 DC 급전시스템의 전형적인 지락보호계전기, 64P의 응용 예를 보여준다. 그림 2는 64P의 설치 위치 및 동작개념을 보여준다. 지락사고가 발생하면 지락전류가 접지저항기 R을 통해 흐른다. 계전기는 저항 R의 전위차를 측정하여 기준치 혹은 계전기 셋팅 값과 비교하여 지락사고 여부를 판단한다. 이 지락보호계전방식은 지락사고 여부는 판단할 수 있으나 지락 사고구간은 판단할 수 없는 문제점을 갖고 있다. 이것은 DC 급전이 여러 변전소로부터 병렬 급전되는 방식이고 지락 사고가 발생하면 대지 전위가 DC 부모선(負母線, negative bus)의 전위보다 높아져서 모든 변전소의 지락보호계전기 접지저항기로 지락전류가 흐르고 지락전류의 양도 사고지점으로부터의 거리와 관계없이 주로 계전기 접지저항기의 저항 값에 의해 좌우되기 때문이다. 그러므로 일단 지락사고가 발생하면 사고구간뿐만 아니라 건전구간의 전압도 차단될 수 있다. 그림 1에서 보면 1번 차량 근처에서 지락사고가 발생하였으나 그림에서 보이는 모든 16개의 피더 차단기가 트립될 수 있다. 그러므로 건전구간을 운행하는 2번 차량도 전원이 차단되어 운행할 수 없게 된다. 만약 이러한 지락사고가 화재와 연관이 있을 경우 지하구간 혹은 터널 구간을 운행하는 열차의 승객은 매우 위험한 상황에 직면할 수 있고 또한 광범위한 구역에

전력공급이 중단됨으로써 지하철 운행에 막대한 혼란을 야기 시키기도 한다. 본문에서는 이러한 문제점을 제거할 수 있는 DC 급전시스템의 새로운 지락보호계전시스템 알고리즘을 제안한다. 일반적으로 DC 급전변전소에서는 정류기에서 정류된 DC 전류를 우측상행선, 좌측상행선, 우측하행선, 좌측하행선 4 개의 급전선을 통해 전기철도에 공급한다. 이 4개의 급전선은 정류기 모선에 병렬로 연결되어 있다. 그러므로 지락보호계전시스템은 모선에서의 지락사고인지 혹은 급전선에서의 지락사고인지를 분리 판별할 수 있어야 하고 또한 급전선 4개 중에서도 어느 급전선에서 사고가 났는지를 판별할 수 있어야 한다. 본문에서는 정류기 모선의 보호에 모선 차동보호 계전방식을, 급전선의 보호에는 지락과전류계전방식을 제안한다. 이러한 방법들은 접지 전력시스템에서는 매우 전형적인 보호방식이다. 그러나 비접지로 운영되는 DC 급전시스템에서는 지락 사고 시 지락전류가 매우 작으므로 이러한 계전방식을 적용하지 못하였고 이로 인하여 사고구간을 판단하기 어려운 과전압 계전방식인 64P 계전기를 사용하고 있어 왔다. 본문에서는 위에서 언급한 계전방식을 적용하기 위하여 전류제어장치 'X'(current control device)의 새로운 개념을 이용한다. 'X'는 정상운전 시에는 매우 큰 저항의 특성을 나타내어 대지로부터의 누설전류흐름을 막고 지락사고 시에는 매우 작은 저항의 특성을 보여주어 지락전류의 흐름을 자유롭게 허용하는 기기이다. 모선차동계전방식은 사고가 지락사고이건 단락사고이건 간에 사고 전류만 충분하면 쉽게 적용할 수 있다. 급전선 보호를 위한 지락 과전류계전 방식은 좀 색다른 면이 있다. DC 급전시스템에서는 귀환회로가 각 급전선별로 따로따로 있지 않고 서로 병렬로 연결되어 있기 때문에 지락전류가 검출되더라도 그것이 어느 급전선의 지락사고 전

[†] 교신저자, 正會員: 한국철도기술연구원, 책임연구원
E-mail : sgchung@krti.re.kr

^{*} 正會員 : 한국철도기술연구원
接受日字 : 2005年 4月 4日
最終完了 : 2005年 8月 8日

류인지를 알 수 없다. 이 문제를 해결하기 위하여 제안되는 지락과전류보호계전방식에서는 각 급전선의 $\Delta i / \Delta t$ 를 비교하여 제일 큰 급전선을 지락사고급전선으로 판단한다. 본문에서는 각 알고리즘의 이론적 검토와 함께 EMTP 시뮬레이션을 통해 그 타당성을 입증하였다.

여서 기준전압 혹은 계전기의 셋팅 값은 기존의 64P 계전기 셋팅 값과 동일하다. 따라서 'X'를 설치함으로써 DC 급전시스템은 정상 운전 시에는 비 접지 계통으로 운영되고 일단 지락사고가 발생하면 계통이 접지시스템으로 운영되는 결과가 된다.

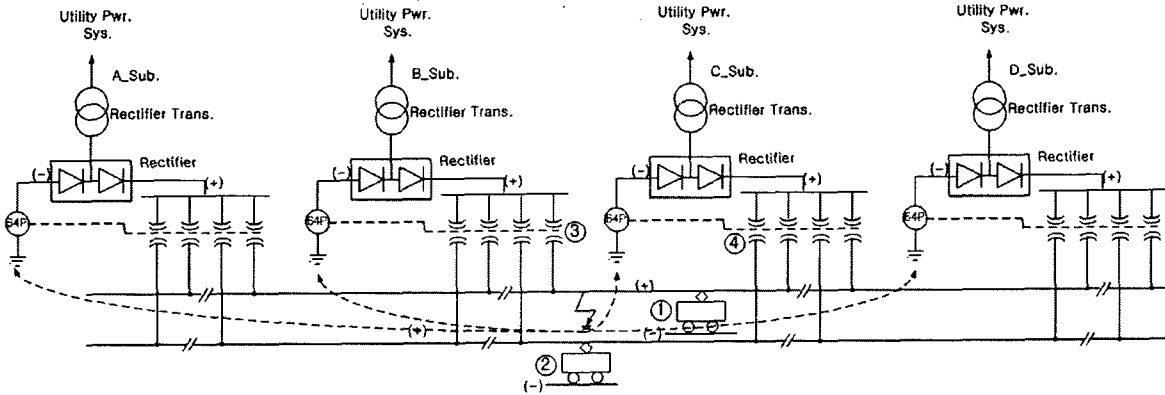


그림 1 지락전류의 배분
Fig. 1 Ground fault current flow

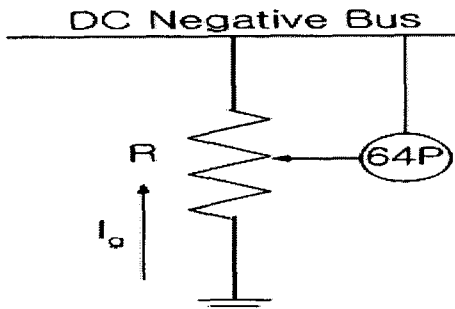


그림 2 지락보호계전기
Fig. 2 Conventional ground fault protective relay

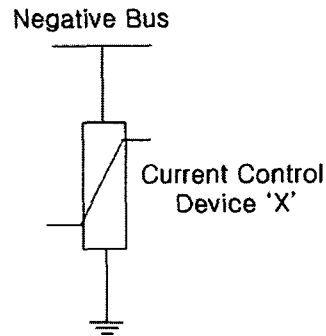


그림 3 전류제어장치 'X'
Fig. 3 Installation of current control device 'X'

2. 본 론

2.1 전류제어장치 'X'

전류제어장치 'X'는 그림 4와 같이 전류제어 스위치와 기능이 같다. 'X'는 그림 3과 같이 정류기 부 모선과 대지 사이에 설치된다. 단자 간 전위차 즉 부 모선과 대지사이의 전압이 기준전압 혹은 계전기 셋팅 값보다 작을 때는 고 저항의 특성을 나타내어 열린 스위치와 같은 특성을 보여주며 단자 간 전위차가 기준전압 혹은 계전기 셋팅 값보다 클 때는 저 저항의 특성을 보여주어 닫힌 스위치와 같은 특성을 보여준다. 본문에서 논의되는 지락보호계전시스템과 관련한

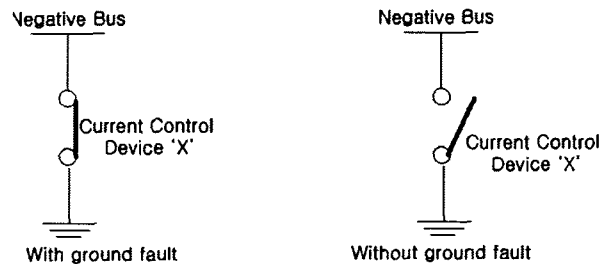


그림 4 전류제어장치 'X'의 등가회로
Fig. 4 Equivalent circuit of the current control device 'X'

2.2 DC 모션보호

현재 DC 급전시스템에서는 DC 정모선(正 母線, positive bus)보호 만을 위한 계전기가 설치되어 있는 예는 드물다. 모션보호를 위한 계전 방식에는 차동계전 방식이 적합하나 비 접지 DC 급전시스템에서는 지락전류가 매우 작으므로 이 방법을 채택하기 어려웠다. 그러나 수단 'X'를 설치하면 차동계전방식의 적용이 가능하여 진다. 그림 5에서 F_1 지락 사고 시에 키르호프(kirchhoff) 전류법칙에 의하여 $I_1+I_2+I_3 = -I_{F1}$ 이므로 변전소 A에서는 모선에서 단락 혹은 지락사고가 발생되었음을 알 수 있고 변전소 B는 $I_4+I_5+I_6=0$ 이므로 사고가 발생되지 않았음을 알 수 있다. 변전소 A에서 I_g 가 설정치보다 커지면 모션 지락사고를 의미하고 그 반대로 설정치보다 작으면 모션 단락사고임을 나타낸다. 반면 F_2 지락사고 시에는 변전소 A나 변전소 B의 모션차동계전기는 동작하지 않으므로 모션 사고와 급전선 사고가 명확히 구분된다. 수단 'X'가 설치되어 있지 않으면 F_1 사고 시에도 I_{F1} 이 매우 작은 값이 되므로 사고의 판단이 어렵다.

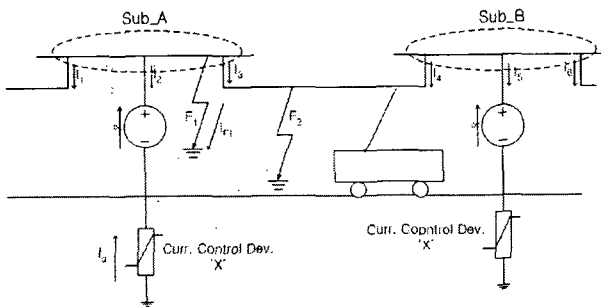


그림 5 모션차동보호계전시스템
Fig. 5 Bus differential protection relay

2.3 급전피더의 지락사고 보호

2.3.1 DC 과전류지락보호계전기

급전피더에서의 지락사고 검출을 위해 새로운 방식의 DC 과전류 지락보호계전기를 제시한다. 이 계전기는 일반 AC 계통에서 쓰이는 과전류 지락보호계전기와 기본적으로 동일하다. 이 계전기도 일반적인 과전류 계전기와 마찬가지로 계속된 전류의 크기에 의해 사고 유무를 판단하며 계통의 다른 지락 과전류 계전기와는 반한시 동작시간 특성에 의해 보호협조 기능이 수행된다. 그러나 본 계전기는 일반적인 과전류 계전기와는 다른 아래의 2가지의 주요한 특징을 가지고 있다. 첫째는 본 계전기의 동작을 위해서는 DC 부 모선이 전류제어장치 'X'를 통해 접지되어야 한

다. 비 접지 DC급전 시스템에 전류제어장치 'X'를 설치하여 지락사고 발생 시에 충분한 지락전류를 흐르게 하고 정상 운전 시에는 대지전류를 차단함으로써 전식을 방지하기 위함이다. 둘째 급전선로마다 즉 4개의 급전선 각각에 지락보호계전기가 설치되지 않고 DC 급전 변전소에 하나의 지락보호계전기가 설치되어 급전변전소로부터의 모든 DC 급전선로를 지락사고로부터 보호한다. 여러 개의 급전선 들 중에서 사고선로를 판단해 내는 것은 각 급전선의 $\Delta i/\Delta t$ 를 비교하여 가장 큰 $\Delta i/\Delta t$ 를 보이는 급전선을 지락발생 급전선으로 판단한다. 그림 6은 전기철도의 전형적인 DC 급전변전소를 보여준다. $I_5 \sim I_7$ 는 정류기1~정류기3로부터의 전류이며 $I_1 \sim I_4$ 는 각각 하행 좌측, 상행좌측, 상행 우측, 하행 우측 급전선의 전류를 나타낸다. 본 보호계전기의 목적은 급전선에서 지락사고가 발생할 경우 정확히 그 급전선의 차단기만 동작시켜 사고 급전선만을 신속하게 계통으로부터 격리시키는 것이다. 계전기는 다음 2개의 과정, 즉 지락사고의 탐정과 사고급전선의 선택 과정을 수행하여 최종적으로 어느 선로에서 지락사고가 났는지를 판별한다. 그림 6에서 지락사고 F_1 이 발생하면 I_g 가 'X'에 흐른다. I_g 는 지락전류 I_F 보다 일반적으로 작다. 그것은 I_F 가 각 변전소로 나누어져 흐르기 때문이다. I_g 가 계전기의 픽업 셋팅 값보다 크면 계전기는 일단 자기보호구간에서 지락사고가 발생한 것으로 판단한다. 지락사고가 발생하면 지락 점 인접변전소의 I_g 뿐만 아니라 다른 변전소의 I_g 도 설정 값보다 커질 수 있다. 그러나 지락 점으로부터 가까운 변전소의 I_g 가 지락 점으로부터 먼 변전소의 I_g 보다 항상 크므로 계전기의 반한시 특성 때문에 지락 점으로부터 가까운 변전소의 계전기가 항상 먼저 동작한다. 계전기의 픽업 셋팅 값은 일반적으로 계전기 주 보호구간 중 최 원거리에서 지락사고가 발생되었을 경우의 I_g 값 보다 작게 셋팅 되어야한다. 그림 7의 급전 회로는 회로해석의 간략화를 위하여 사고 지점으로부터 왼쪽방향의 계통만을 등가로 표시한 것이다. 여기서의 목적은 사고지점으로부터 가까운 변전소, 즉 변전소 B로 흘러 들어가는 지락전류 I_b 가 사고지점으로부터 상대적으로 먼 변전소, 즉 변전소 A로 흘러 들어가는 지락전류 I_a 보다 항상 크다는 것을 보여주는 것이다. 또한 부하전류는 전류제어장치 'X'를 통해 흐르지 않으므로 생략되었다. 그림 7에서 보이는 바와 같이 계통의 루프방정식을 세우면 식(1) 및 식(2)와 같다.

$$V = I_a (R_s + R_a + R_b) + I_b R_b \quad \text{--- (1)}$$

$$V = I_b (R_s + R_b) + I_a R_b \text{ ----- (2)}$$

식(1)에서 식(2)을 빼면 식(3)과 같이 되고 다시 정리하면 식(4)와 같이 되어 지락전류 I_b 는 지락전류 I_a 보다 항상 크며 이것은 사고지점으로부터 가까운 변전소로 흘러 들어가는 지락전류가 사고지점으로부터 상대적으로 먼 변전소로 흘러 들어가는 지락전류보다 항상 크다는 것을 보여주는 것이다.

$$I_a (R_s + R_a) - I_b R_s = 0 \text{ ----- (3)}$$

$$I_b - I_a = \frac{I_a R_a}{R_s} > 0 \text{ ----- (4)}$$

또한 그림 8은 계전기의 동작시간지연 특성을 보여준다. 동작시간 지연특성은 반한시 특성이므로 전류의 양이 크면 빨리 동작하고 전류의 양이 작으면 늦게 동작한다. 사고지점으로부터 가까운 변전소는 사고지점으로부터 먼 변전소보다 항상 큰 지락전류를 보므로 사고지점으로부터 가까운 변전소의 차단기가 먼저 동작하여 사고구간을 격리시킨다. 그림8은 B 변전소의 오른 쪽에서 지락사고가 발생하였을 경우, 계전기의 반한시 특성을 이용하여 계전기 시간 보호협조가 이루어지는 방법을 보여준다. 식(4)에 의하여 B변전소에서 보는 지락전류는 변전소 A에서 보는 지락전류 보다 크다. 그림에서 $t_{b1} \sim t_{b2}$ 는 변전소 B에서 보이는 지락전류에 대하여 반한시 특성의 계전기가 동작하는 시간범위를 나타내고 $t_{a1} \sim t_{a2}$ 는 변전소 A에서 보는 지락전류에 대하여 동일한 반 한시 특성의 계전기가 동작하는 시간범위를 나타낸다. 그림의 반한시 특성곡선에 의하여 $t_{a1} > t_{b1}$ 이고 $t_{a2} > t_{b2}$ 이므로 A 변전소의 차단기가 동작하기 이전에 항상 B변전소의 차단기가 먼저 동작하여 사고구간만을 계통에서 격리시킨다. 또한 변전소 B 계전기가 고장으로 동작하지 못할 경우 변전소 A 계전기가 시간 지연 후 동작하므로 자연스럽게 후비보호의 기능을 수행할 수 있다. 지락사고가 발생된 것으로 판단되면, 즉 I_g 가 지락과전류계전기의 픽업 셋팅 값보다 커지면 사고선로의 선택 과정을 시작한다. 사고선로의 판단은 모선에서 부하 방향으로의 전류방향을 정 방향으로 하여 최대 $\Delta i / \Delta t$ 를 보이는 선로가 지락사고가 발생된 급전선으로 선택된다. $\Delta i / \Delta t$ 의 계측은 전류제어수단장치가 닫힌 이 후부터 측정되어야 하며 부하전류의 변화에 따른 영향을 최소화하기 위하여 Δt 는 가급적 짧게 설정되어야 한다.

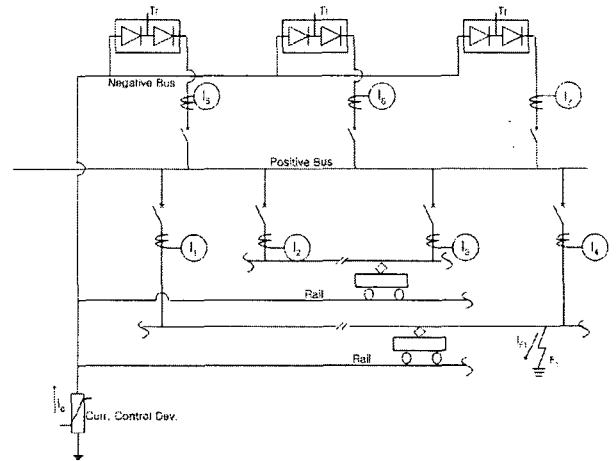


그림 6 DC 급전변전소
Fig. 6 Typical rectifier station

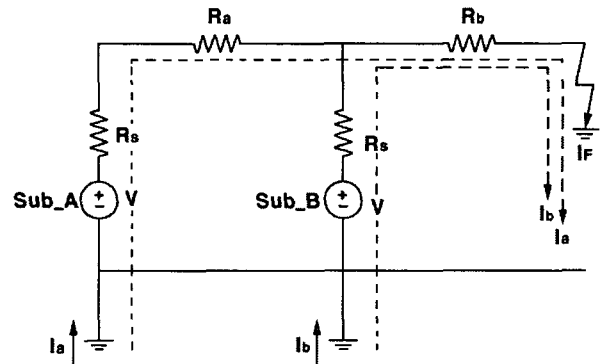


그림 7 DC 급전시스템 지락전류의 분포
Fig. 7 Distribution of the ground fault current

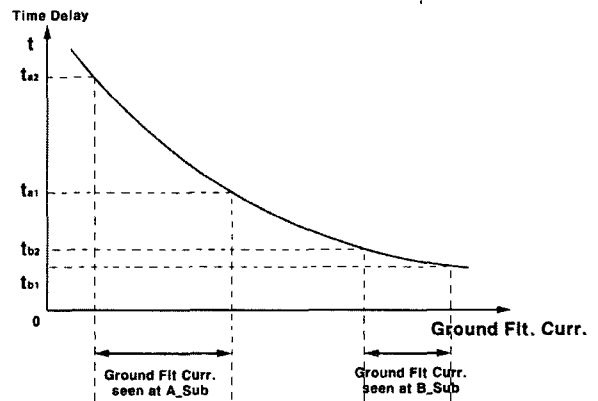


그림 8 과전류지락보호계전기의 반한시 특성
Fig. 8 Inverse time delay characteristic of ground fault protective relay

2.3.2 DC 과전류지락보호계전기의 동작 플로우

지락과전류보호계전기의 로직플로우다이아그램은 그림 9 와 같다. 전류 $I_1 \sim I_4$ (그림 6 참조)과 I_g 가 항시 측정 된다(스텝 2). I_g 는 계전기의 픽업 셋팅 값과 비교되며 I_g 가 픽업 셋팅 값보다 크면 지락사고로 판단되며 그 후 부터 시간(T_d)가 누적되기 시작하며(스텝4). 동시에 $I_1 \sim I_4$ 전류 크기의 변화 즉 각 급전선의 $\Delta i/\Delta t$ 를 비교하여 제일 큰 선로를 지락급전선으로 판단한다(스텝 5). 스텝 4 및 5 수행 후에 T_d 는 계전기에 내장된 시간지연특성(그림 8)의 T_{set} 와 비교된다.(스텝 6) T_{set} 는 시간지연특성곡선 상에서 지락전류 값에 대응하여 정해진 지연시간을 의미한다. 만약 T_d 가 T_{set} 보다 커지면 사고급전선의 차단기로 트립 신호를 내 보낸다.

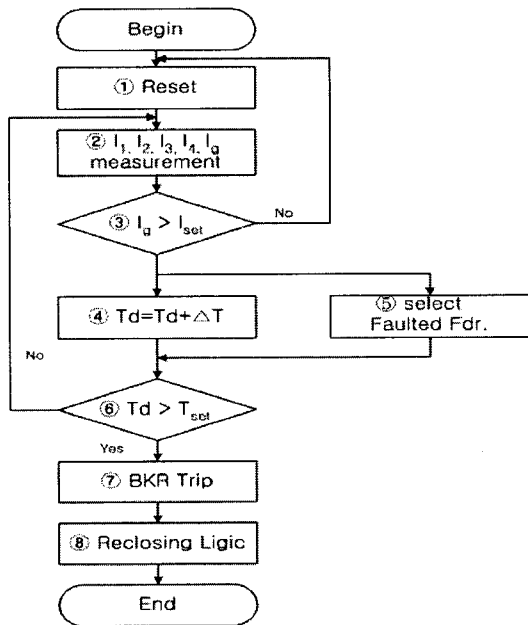


그림 9 과전류지락보호계전기의 동작로직 프로우 다이아그램

Fig. 9 Logic flow diagram of ground fault protective relay

2.4 EMTP 시뮬레이션

제시된 DC 과전류지락보호계전기의 동작 알고리즘을 확인하기 위하여 EMTP 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션에 사용된 시험급전계통은 그림 10과 같이 4개의 급전변전소를 갖고 있으며 각 변전소간의 거리는 5km이고 1500V DC 급전계통이다. 시험급전계통에서 사용된 선로정수는 표1과 같다. B변전소로부터 C 변전소 방향으로 2km 지점에서 지락사고가 모의되었으며 지락저항은 0.5ohm을 적용하였다. 그림 10에서 RUP, RDP, LUP 및 LDP는 각각 오른쪽 상행선 급전선, 오른쪽 하행선 급전선, 왼쪽 상행선

급전선, 왼쪽 하행선 급전선을 의미하고 RUN, RDN, LUN 및 LDN는 귀환회로이며 각각 오른쪽 상행선 레일, 오른쪽 하행선 레일, 왼쪽 상행선 레일, 왼쪽 하행선 레일을 의미한다. 시험급전계통의 EMTP 모델은 그림 11~13과 같다. 본 EMTP 시뮬레이션의 첫 번째 목적은 변전소 B와 C사이에서 지락이 발생하였을 경우 변전소 B 및 C의 지락계전기가 변전소 A 및 D의 지락계전기보다 먼저 동작하는 것을 확인하는 것이다. 이것은 변전소 B 및 C의 전류제어장치 'X'를 통해 흐르는 지락전류가 변전소 A 및 D의 전류제어장치 'X'를 통해 흐르는 전류보다 크다는 것을 확인하는 것과 같은 의미이다. 본 시뮬레이션의 또 다른 목적은 B 혹은 C 변전소의 4개 급전 피더 중 어느 피더에서 지락사고가 발생하였는지가 과연 $\Delta i/\Delta t$ 의 비교로서 가능한가의 조사이다. 그림 14의 (1)은 지락사고 모의결과 총 지락전류이고 (2), (3), (4), (5)는 각각 변전소 D, A, C, B의 전류제어장치 'X'에 흐르는 전류이다. 그림 14에서 (4), (5)가 (2),(3)보다 절대 값이 크므로 변전소 B 및 C의 과전류지락보호계전기가 변전소 A 및 D의 지락보호계전기보다 빨리 동작됨을 알 수 있다. 그림 15에서 (1)은 사고 급전선 즉 오른쪽 상행선차선의 전류이고 (2)는 오른쪽 하행선차선의 전류, (3) 및 (4)는 왼쪽 상행, 하행 전차선의 전류이며 사고지점에서의 병렬 회로로 전류 값이 같기 때문에 겹쳐 보인다. $\Delta i/\Delta t$ 가 가장 큰 급전선은 (1)로 분명하게 나타난다. 정 모션으로부터 급전선 쪽으로의 방향을 정 방향으로 하면 지락 발생 급전선외의 모든 급전선의 $\Delta i/\Delta t$ 는 음의 값을 갖고 지락사고 급전선만 양의 값을 갖는다. 이상으로 본 논문에서 새롭게 제안된 과전류지락보호계전기의 기술적 타당성이 이론적으로 입증되었다.

표 1 시험급전계통 임피던스 자료

Table 1. Impedance data of the test system

항 목	R[Ω]	L[mH]	비 고
1500 DC 모션 소스 임피던스	0.05	0.2	
전차선/ 1km	0.02	1.5	카테나리선
레일/ 1km	0.017		50톤 레일
대지누설저항 · 1km	20		π 분포회로로 모의됨

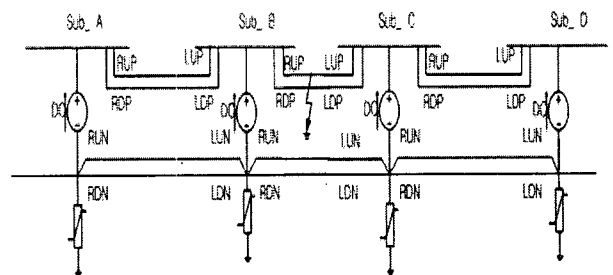


그림 10 EMTP 모의를 위한 시험급전계통
Fig. 10 Test system for EMTP simulation

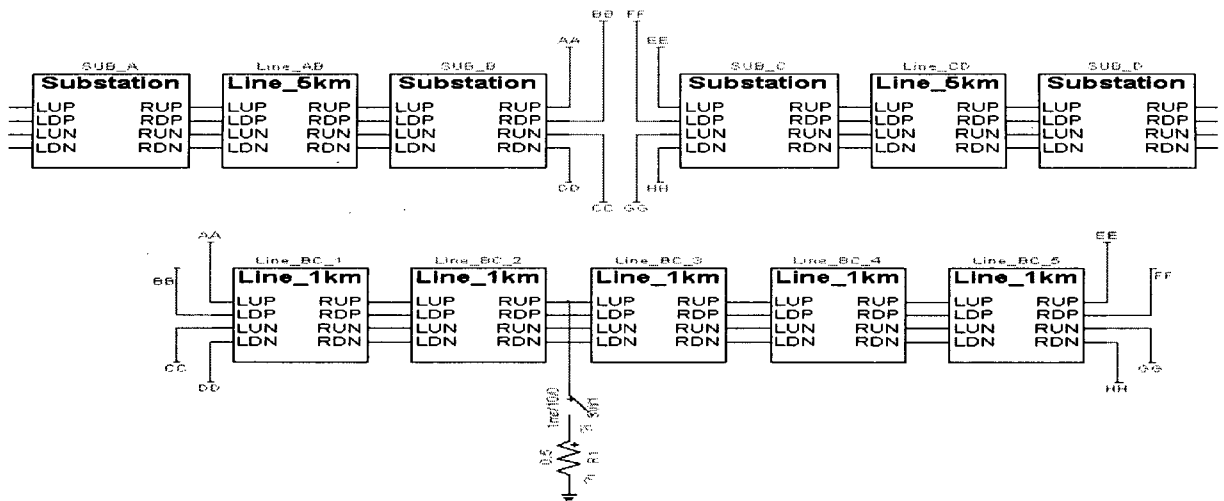


그림 11 EMT 모의를 위한 시험급전계통 모델
 Fig. 11 Modelling of the test system for EMT simulation

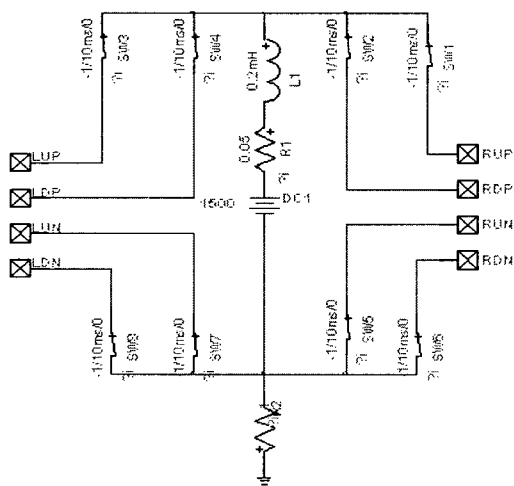


그림 12 그림 11의 'Substation' 내부회로
 Fig. 12 Circuit inside of the symbol 'Substation' in fig. 11

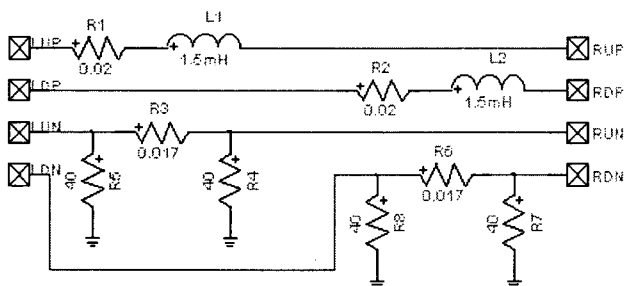


그림 13 그림 11의 'Line_1km' 내부회로
 Fig. 13 Circuit inside of the symbol 'Line_1km' in fig. 11

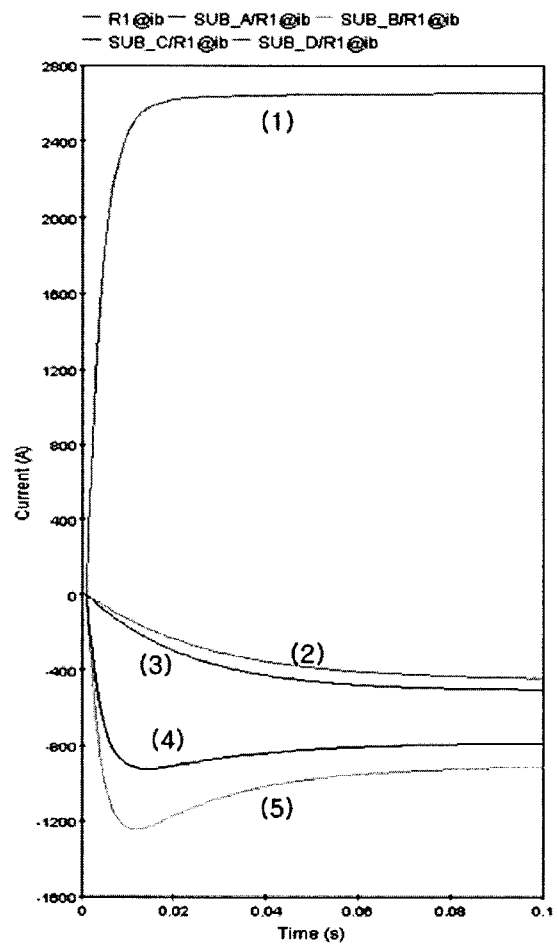


그림 14 총 지락전류(1) 및 각 변전소의 'X' 전류(2-5)
 Fig. 14 Total fault current(1) & Currents in 'X' in 4 substations (2-5)

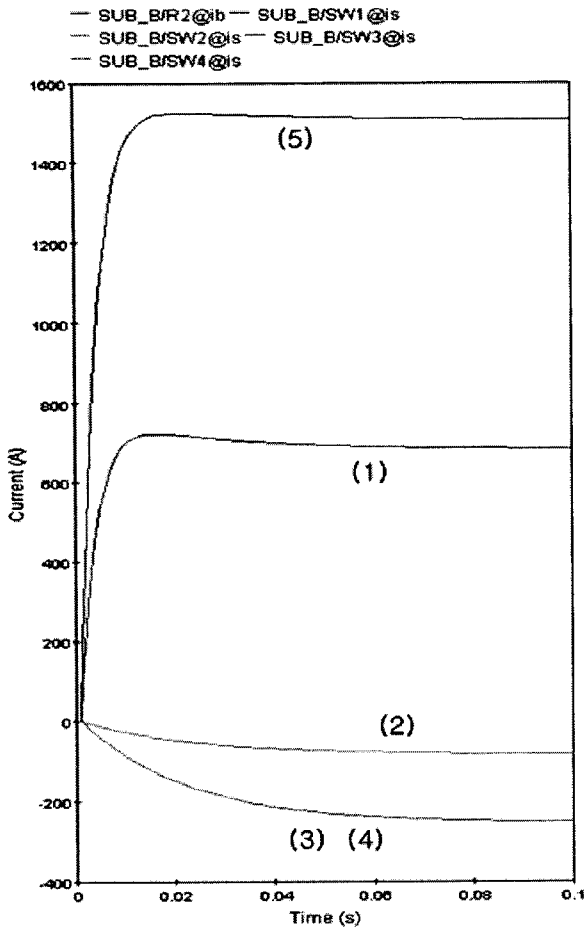


그림 15 변전소 B의 급전피더전류(2-5)와 'X'의 전류(1) 비교

Fig. 15 Comparisons between the feeder currents(2-5) and the current in 'X'(1) in Substation B

3. 결 론

본 문에서는 DC 급전변전소의 모선차동보호계전기와 과전류지락보호계전기를 위한 알고리즘을 제시하였고 EMTP 모의를 통하여 이론적 타당성을 확인하였다. 전류제어장치 'X'를 도입함으로써 지락보호방법에 진압형인 전형적인 계전기 64P대신에 전류형 계전기인 차동계전기, 과전류지락보호계전기가 가능함을 알았다. DC 급전시스템에서 지락보호계전기는 매우 중요한 기기이다. 지락보호계전기의 오동작은 장시간 광범위하게 지하철 시스템의 전원을 차단함으로써 극심한 교통체증을 유발한다. 본 논문에서 제안된 새로운 지락보호계전시스템의 알고리즘은 지락사고 구간 및 지락급전선의 판별을 가능하게 함으로써 지하철 수송시스템의 신뢰성 및 안전성을 한층 높일 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] 서울도시철도공사, "전기(변전)분야실습교재", pp153-156, 1998
- [2] 일본철도전화협회, 급전회로보호시스템, P9

저 자 소 개



정 상 기 (鄭 相 基)

1950년 4월 29일생. 1974년 서울대 전기공학과 졸업. 2004년 명지대 대학원 전기공학과 졸업(공학). 1997년~현재 한국철도기술연구원 도시철도기술개발사업단 책임연구원

Tel : 031-460-5733

Fax : 031-460-5749

E-mail : sgchung@krii.re.kr



정 락 교 (鄭 樂 教)

1964년 1월 25일생. 1991년 인하대 전기공학과 졸업. 1999년 동 대학원 졸업(석사). 1990~1994년 (주)한진중공업철차 사업부. 2003년 현재 한국철도기술연구원 도시철도기술개발사업단 선임연구원

Tel : 031-460-5725

Fax : 031-460-5749

E-mail : rgjeong@krii.re.kr



조 흥 식 (趙 泓 植)

1970년 7월 6일생. 1994년 서울대 전기공학과 졸업. 2002년 동 대학원 전기컴퓨터공학부 졸업(공학). 2002년~현재 한국철도기술연구원 도시철도기술개발사업단 선임연구원

Tel : 031-460-5738

Fax : 031-460-5749

E-mail : hscho@krii.re.kr



이 안 호 (李 安 浩)

1964년 2월 28일 생. 1987년 대구대 토목공학과 졸업. 2003년 중앙대학교 토목공학대학원졸업(공학) 현재 한국철도기술연구원 도시철도기술개발사업단 책임연구원

Tel : 031-460-5721, Fax : 031-460-5749

E-mail : ahlee@krii.re.kr



권 삼 영 (權 三 榮)

1962년 8월 22일생. 1984년 2월 한양대 전기공학과 졸업. 1997년 2월 한양대 산업대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 동 대학원 전기공학과 박사과정. 1997년~현재 한국철도기술연구원.

Tel : 031-460-5425, Fax : 031-460-5459

E-mail : sykwon@krii.re.kr