

# 저항접지 시스템에서 지락사고시 CLR과열 소손방지를 위한 GPT 정격용량의 적정성 연구

## Analysis on the Protective Coordination with Hybrid Superconducting Fault Current Limiter

신 호 전\* · 김 진 석\* · 박 유 환\*\* · 김 재 철† · 조 만 영\*  
(Ho-Jeon Shin · Jin-Seok Kim · Yu-Hwan Park · Jae-Chul Kim · Man-Young Cho)

**Abstract** - Among the high distribution voltage consumers, high-capacity consumers are often applying the grounding resistance method in order to overcome demerits such as erroneous operation of the ground reply or potential increase in the battery at the accident of the isolated neutral system. In this paper, to prevent damage to CLR and GPT in the delay to block the breakdown in the resistance grounded neutral system, this study aims to provide a proper suggestion for continuous rating capacity of GPT to check the appropriateness of CLR size and reduce GPT burden. Thereupon, this study comparatively analyzes CLR current applied in general GPT and the current gained when CLR demanded in the system is used and analyzes the simulated system through simulation using PSCAD/EMTDC in order to suggest GPT's proper continuous rating capacity.

**Key Words** : Ground potential transformer, Current limit resistor, Grounding resistance system, Burden.

### 1. 서 론

계통의 전력수요가 증가하여 안정적인 공급에 대한 대응책으로 시스템의 전압을 고압으로 선택하는 경우가 많아졌다. 고압 수용가의 배전시스템은 일반적으로 3.4 [kV] 또는 6.6 [kV]가 주로 이용되고 있다. 고압의 배전전압 수용가 중 대용량 수용가들은 비접지 계통의 사고시 지락계전기의 오부동작 및 건전상 전위상승 등의 단점을 극복하기 위해서 저항접지 방식을 많이 적용하고 있다. 이때 저항접지 계통에서 지락보호의 신뢰성을 높이기 위해 지락계전기 동작시 영상전압 검출 유·무를 접지형계기용변압기(Grounding Potential Transformer : GPT)와 AND회로를 통하여 확인하는 보호회로를 많이 적용한다.

GPT의 용도는 비접지 계통에서 지락사고시 영상전압 및 영상전류를 확보하기 위하여 설치한다. 일반적으로 계통에서 지락사고 발생시 영상전압은 GPT 3차 OPEN DELTA측에서 190 [V]가 확보되며, 영상전류는 GPT의 3차측 OPEN DELTA측 환류저항기(Current Limit Resistor : CLR) 저항값의 크기에 따라서 변하게 된다. 일반적으로 규약된 영상전류의 크기는 0.38 [A]이며, 지락사고시 이 전류를 선택지락계전기(Selective Ground Relay : SGR)의 동작전류로 확보하기 위하여 CLR 저항 값을 결정한다. CLR 값의 변화에

따라서 GPT 1차측 전류가 정해지고 GPT 용량 또한 결정된다. 이때 기존의 25 [Ω] 또는 50 [Ω]의 적용시 필요 정격용량에 미달되는 문제와 GPT에 과부하 특성이 나타나는 현상이 발생하므로 이러한 문제점을 해결하기 위하여 각 시스템에 맞는 CLR을 선정하여 연속정격을 상승시키는 효과를 가져와야 한다. 이때 보호계전에는 영상전압으로 동작하게 된다. 그러므로 고장전류의 크기를 제한하는 CLR의 크기가 계전기 동작에 영향을 미치지 않기 때문에 지락사고 차단이 지연될 경우 GPT와 CLR의 소손을 방지하기 위하여 저항접지 방식에서 CLR 크기의 개선방안이 요구 된다 [1-3].

저항접지 계통에서 고장 차단 지연시 CLR 및 GPT 소손을 방지하기 위하여 CLR 크기의 적정성을 검토하고, GPT 부담을 경감하기 위한 GPT의 연속정격용량에 대한 적정한 CLR 크기를 제안 하고자 한다. 이에 대하여 일반적인 시스템의 GPT에 적용된 CLR에 의해 제한되는 전류와 시스템에서 요구되는 CLR을 사용했을 경우의 전류를 비교분석하였고, GPT의 적정한 연속 정격용량을 제안하고자 PSCAD/EMTDC를 이용한 시뮬레이션을 통하여 모의계통을 분석하였다.

### 2. 고압 배전계통 및 GPT 모델링

#### 2.1 저항접지 시스템 모델링

중성점 저항기와 GPT가 있는 저항접지 계통은 그림 1과 같이 이루어져 있으며 중성점 저항기는 고장전류를 제한하는 역할을 하고 GPT는 지락사고시 영상전압을 검출하여 계전기의 동작을 위한 신호를 공급하는 역할을 한다.

기본 구성 파라미터는 표 1과 같으며, GPT의 동작원리로

\* 정 회 원 : 숭실대 공대 전기공학부 박사과정

\*\* 준 회 원 : 숭실대 공대 전기공학부 석사과정

† 교신저자, 펠로우회원: 숭실대 공대 전기공학부 교수 · 공박

E-mail : jckim@ssu.ac.kr

접수일자 : 2011년 12월 28일

최종완료 : 2012년 3월 6일

정상상태에서는 A상, B상, C상이 평형을 이루고 있으므로 6,600 [V] 고압 계통의 각 상의 대지전압은 3,810 [V]로 동일하고 계통의 충전전류는 평형으로 벡터 합은 영(Zero)압 페어이다. 계통에 지락사고가 발생하면 지락점 지락전류는 대지정전용량을 통한 충전전류, GPT 중성점을 통과한 전류 및 NGR을 통과한 전류 등 세 종류 전류 합이 발생한다. 이때 지락전류는 중성점 지락과전류계전기(51G)로 검출되고 영상전압은 GPT 3차측에서 영상전압계전기(64)에 의하여 검출되어 차단기 CB2를 열게 된다. 보호계전기는 오동작 등을 방지하고 전원의 신뢰성을 확보하기 위하여 51G는 한시 특성을 지니게 된다.

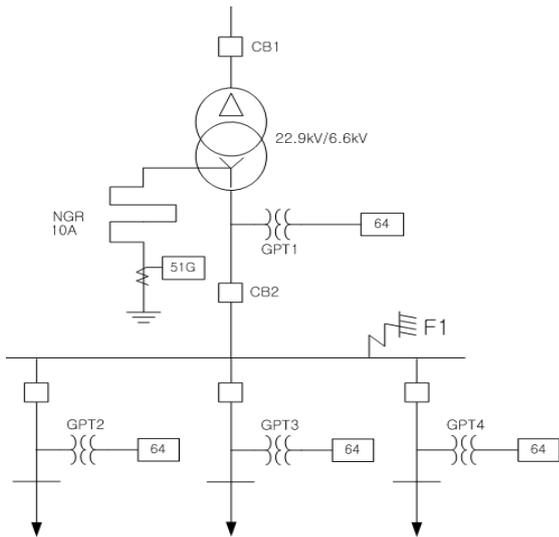


그림 1 저항접지 계통 단선도.  
Fig. 1 Single-line diagram of resistance grounded neutral system.

표 1 모의 계통 구성 파라미터.  
Table 1 Parameters of single-line diagram system.

구성 파라미터	
Main 변압기	22.9 / 6.6 [kV], 8 [MVA]
GPT	$(6.6/\sqrt{3}) / (190/3)$ [V], 200 [VA]
NGR	381 [ $\Omega$ ], 10 [A]

2.2 GPT 구성 및 동작 특성

그림 2는 GPT내부 결선도로서 3상 GPT의 경우 1차측 (GPT<sub>#1</sub>)은 스타 결선으로 PT가까이에서 중성점을 접지하고, 2차는 스타결선으로 배전반에서 중성점을 접지하며 정상전압을 검출하여 계전기 공급한다. 3차측(GPT<sub>#3</sub>)은 개방 델타 결선으로 영상전압을 검출하는 목적으로 사용한다. 또한 단상 GPT 3대를 사용하는 경우는 1차측을 스타결선으로 중성점을 접지하고, 2차측은 개방 델타결선으로 영상전압을 검출한다. 계통이 정상 상태시 GPT 1차측 각 상의 대지전압은 3,810 [V]로 동일하고 3차측은 63.3 [V]이다. 그러나 계통에 지락 사고가 발생하면 GPT 1차측 건전상에 선간전압이 인가되어 3차측 건전상은 110 [V]가 된다 [4-6].

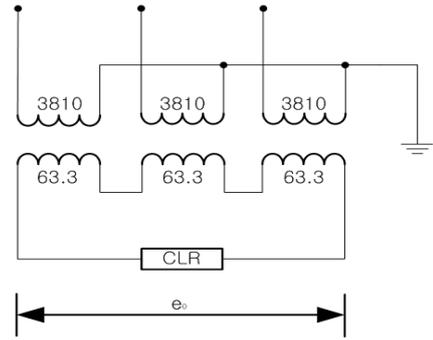


그림 2 GPT 내부결선  
Fig. 2 Configuration of GPT

3. 결과 분석

GPT의 CLR은 일반적으로 6.6 [kV] 계통은 25 [ $\Omega$ ], 3.3 [kV] 계통은 50 [ $\Omega$ ]으로 부담은 200 [VA] 연속정격을 사용하고 있으나 부담의 증가에 따라 GPT가 연속 전류에 견디는 시간이 줄어들게 된다. 이때 GPT의 CLR을 통과하는 전류가 증가하여 제한된 정격부담을 초과하면 GPT는 과부하 상태가 되고, 이 상태가 지속되면 CLR 및 GPT가 소손될 수 있다 [1-11].

3.1 계통 지락사고시 지락전류 분포 및 영상전압

그림 3은 F1점에서 B상의 1선 지락사고를 모의한 결과로 0.3초에 고장이 발생하여 0.3초 동안 지속되었을 경우 GPT 3차측에 인가된 영상전압 순시값( $e_0$ )과 변압기 중성점에 설치된 NGR을 통하여 흐르는 유효분 순시전류( $i_{NGR}$ )를 보여준다.

NGR에 흐르는 유효전류는 약 15 [A]이고 GPT 3차측에 나타나는 전압  $V_{03} = (3/n) \times V_{01}$  ( $n$ : 권수비,  $V_{01}$ : GPT 1차측 상전압,  $V_{03}$ : GPT 3차측 CLR 양단에 걸리는 실효전압)로 약 190 [V]의 영상 전압이 확보 된다 [11-16].

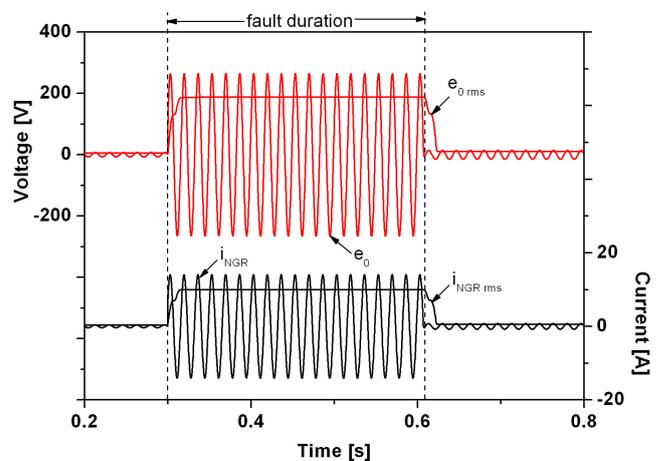


그림 3 1선 지락사고시 GPT 전압과 NGR에 흐르는 전류.  
Fig. 3 Waveforms of voltage in GPT and current flowing through NGR in case of single line fault.

### 3.2 CLR 25 [Ω]에서 GPT 부담

그림 4는 F1점에서 B상 지락 사고시 GPT 1차측( $i_{GPT\#1}$ ,  $i_{GPT\#1-rms}$ ) 유효전류와 3차측( $i_{GPT\#3}$ ,  $i_{GPT\#3-rms}$ ) 전류의 파형으로 각각 380 [mA<sub>rms</sub>]와 7.6 [A<sub>rms</sub>]를 보여주고 있다. 모의 계통에서 한 개 피더의 대지정전용량을 0.5 [ $\mu$ F/km]로 가정하면 1선 충전전류( $I_C=2\pi fCE$ )는 0.718 [A]이고, 3개 피더의 진상전류 합 ( $I_C \times 3$ 개 피더 $\times 3$ 배)인 6.462 [A]가 지락점을 통과하게 된다.

B상 지락 사고시 사고상에는 표 2에서 보는바와 같이 부담이 0 [VA]이지만 나머지 건전한 A, C상 GPT에는 선간전압이 인가되어 838 [VA]의 부담이 인가되므로 GPT의 용량이 커지는 결과가 된다.

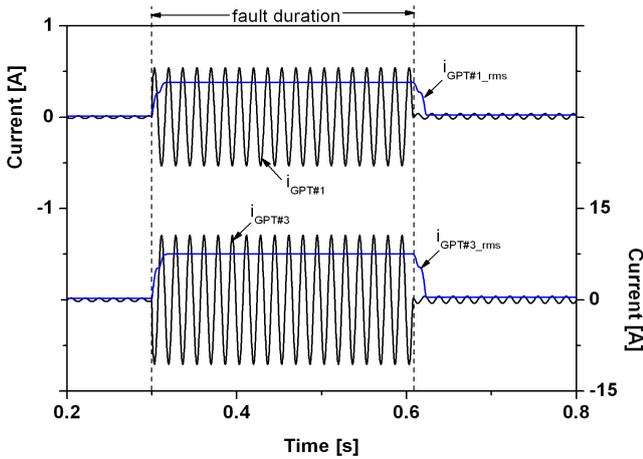


그림 4 CLR 25 [Ω]일때 GPT 1차 및 3차측 전류  
Fig. 4 Waveforms of currents flowing through first and third winding sides in GPT in case of 25 [Ω] of CLR

표 2 고장시 CLR 25 [Ω]에서 GPT 부담 특성.

Table 2 At breakdown, the GPT Burden characteristics in CLR 25 [Ω].

구분	계산	결과
A, C상 GPT 용량	6,600 [V] $\times$ 0.127 [A]	838 [VA]
B상 GPT 용량	0 [V] $\times$ 0.127 [A]	0 [VA]
CLR 용량	7.6 <sup>2</sup> [A] $\times$ 25 [Ω]	1,444 [W]

6.6 [kV]계통 CLR 25 [Ω] 적용시 GPT 용량을 계산하면 GPT 1차측 단상분 환산저항은

$$R = \left( \frac{V_1}{V_3} \right)^2 \times \frac{r}{3} = 30,000 [\Omega] \quad (1)$$

여기서,  $V_1$ 은 GPT 1차측 선간전압,  $V_3$ 는 GPT 3차측 선간전압이고  $r$ 은 GPT 3차 CLR 저항이다.

GPT 1차측 단상분 전류는

$$I_1 = \frac{V_1 / \sqrt{3}}{R} = 0.127 [A] \quad (2)$$

식 (2)로부터 GPT 1차측 삼상분 전류는  $I_1 \times 3 = 0.381$  [A]이다. 또한 GPT 3차측 전류를 환산하면

$$I_3 = \frac{190}{r} = 7.6 [A] \quad (3)$$

식 (3)으로부터 CLR 저항이 견딜 수 있는 제한용량은

$$P = I_3^2 \times r \times 1.38 = 1,993 [W] \quad (4)$$

여기서 1.38은 임의의 여유분이다.

GPT 1상분 용량을 계산하면

$$W = V_1 \times I_1 = V_3 \times I_3 = 836 [VA] \quad (5)$$

상기 (5)식으로부터 CLR 25 [Ω] 적용 계통의 지락 사고시 GPT 용량은 1상당 약 836 [VA]가 필요함을 알 수 있다 [4-6].

### 3.3 GPT 200 [VA] 정격을 만족하는 CLR크기

일반적으로 사용되는 GPT 1상분 정격용량은 200 [VA]로 연속 사용을 위한 정격전류를 구하면

$$W = V_3 \times I_3 = 200 [VA] \quad (6)$$

상기 식으로부터  $V_3$ 은 110 [V]이므로 200 [VA]부담을 만족하는  $I_3$ 은 1.82 [A]이고, 이를 만족하는 CLR의 값은

$$r = \frac{190}{I_3} = 104.4 [\Omega] \quad (7)$$

식 7로 부터 GPT 3차측 저항 CLR의 값은 104.4 [Ω]이고 전류 크기에 의한 포화상태로부터 여유를 두어 120 [Ω]으로 선정한다.

## 4. CLR 25 [Ω] 및 120 [Ω] 특성 분석

### 4.1 CLR 120 [Ω]에서 GPT 부담

앞서 일반적으로 사용되는 GPT의 1상분 정격용량을 고려하여 도출된 CLR의 값인 120 [Ω]을 적용하였을 경우, B상 지락 사고시 GPT의 부담 특성은 표 3과 같다.

표 3 고장시 CLR 120 [Ω]에서 GPT 부담 특성.

Table 3 At breakdown, the GPT Burden characteristics in CLR 120 [Ω].

구분	계산	결과
A, C상 GPT 용량	6,600 [V] $\times$ 0.0264 [A]	174 [VA]
B상 GPT 용량	0 [V] $\times$ 0.127 [A]	0 [VA]
CLR 용량	1.58 <sup>2</sup> [A] $\times$ 120 [Ω]	300 [W]

표 3에 정리된 결과 사고가 발생된 B상은 25 [Ω]을 선정 한 결과와 같이 GPT의 부담이 0 [VA]이지만 나머지 건전한 A, C상의 GPT에는 선간전압이 인가되어 부담이 발생된다.

6.6 [kV]계통 CLR 120 [Ω] 적용시 GPT 용량을 계산하면 GPT 1차측 단상분 환산저항 R과 GPT 1차측 단상분 전류 (I<sub>1</sub>)는 식 (8)과 (9)와 같이 계산된다.

$$R = \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^2 \times \frac{r}{3} = 144,000 \text{ [}\Omega\text{]} \quad (8)$$

$$I_1 = \frac{V_1 / \sqrt{3}}{R} = 0.0264 \text{ [A]} \quad (9)$$

식 (9)로부터 GPT 1차측 삼상분 전류는 I<sub>1</sub> × 3 = 0.079[A]이며, 이를 GPT 3차측 전류를 환산하면 식 (10)과 같다.

$$I_3 = \frac{190}{r} = 1.58 \text{ [A]} \quad (10)$$

GPT의 3차측 전류로 환산된 값을 이용하여 CLR 저항이 견딜수 있는 제한용량과 GPT 1상분의 부담을 계산하면 다음과 같다.

$$P = I_3^2 \times r \times 1.38 = 413 \text{ [W]} \quad (11)$$

$$W = V_1 \times I_1 = V_3 \times I_3 = 174 \text{ [VA]} \quad (12)$$

GPT 3차측 저항인 CLR에 120 [Ω]을 적용하였을 경우 계통에 지락 사고발생시 GPT 1상당 발생하는 부담의 크기는 174 [VA]로 일반적으로 사용하는 200 [VA]를 만족함을 확인할 수 있으며, 연속 정격부담의 크기로 GPT를 사용하기 위해서는 CLR 크기의 변화가 필요함을 알 수 있다 [12-16].

그림 5는 GPT 3차측의 저항인 CLR의 크기를 120 [Ω]으로 정정하여 F1점에서 B상의 1선 지락사고를 모의한 결과를 보여준다. 고장발생이 0.3초에 시작하여 0.3초 동안 지속되었을 경우 GPT 1차측 전류의 순시값(i<sub>GPT#1</sub>), 실효값(i<sub>GPT#1-rms</sub>)과 3차측 전류의 순시값(i<sub>GPT#3</sub>), 실효값(i<sub>GPT#3-rms</sub>)의 파형을 보여준다. 동일한 고장 상황에서 GPT내의 CLR 값이 커지면서 3차측의 전류값이 25 [Ω]을 적용한 사례보다 작아진 결과를 확인할 수 있다. 또한 증가된 CLR의 크기에 의하여 1차측으로 환산되는 저항의 크기도 증가하기 때문에 1차측에 흐르는 전류 역시 감소된 결과를 얻을 수 있었다.

#### 4.2 CLR 25 [Ω] 및 120 [Ω] 특성 분석

앞서 동일한 모의 계통구성과 1선 지락 고장시 GPT 내부의 CLR 크기에 따른 고장전류를 확인하였다. 고장발생 후 CLR 저항 크기에 따라 고장 전류가 제한되기 때문에 GPT의 부담이 달라진다. 즉, CLR의 크기가 25 [Ω]에서 120 [Ω]으로 증가하면 GPT 내부에 흐르는 고장전류가 감소되어

GPT의 부담이 감소되어 연속 사용이 가능한 정격부담 용량을 만족함을 확인할 수 있었다.

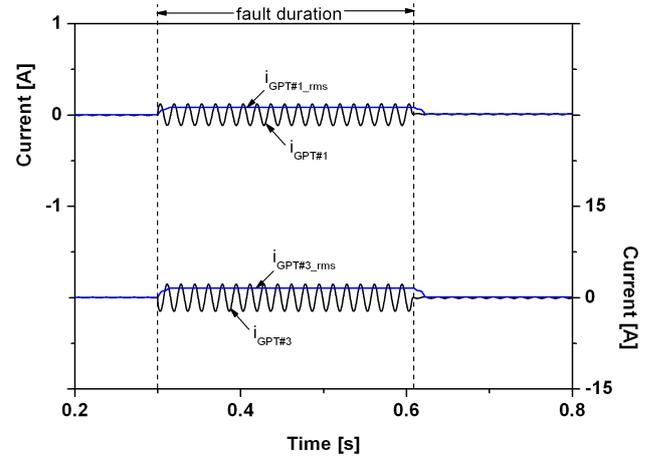


그림 5 CLR 120 [Ω]일때 GPT 1차 및 3차측 전류  
Fig. 5 Waveforms of currents flowing through first and third winding sides in GPT in case of 120 [Ω] of CLR

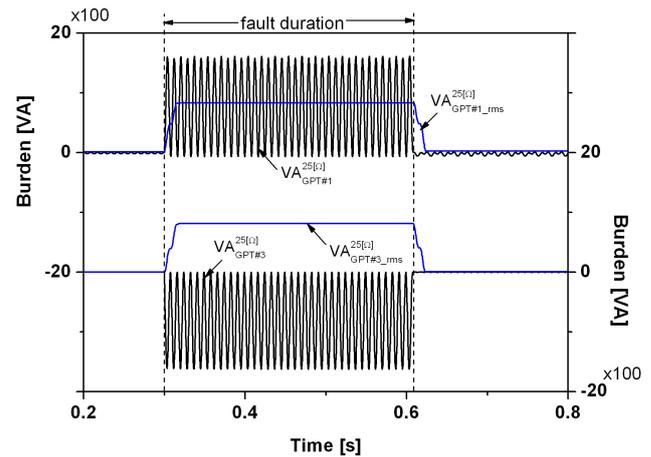


그림 6 CLR 25 [Ω]일때 GPT 1차 및 3차측 부담  
Fig. 6 Waveforms of burden flowing through first and third winding sides in GPT in case of 25 [Ω] of CLR

그림 6은 계통전압 6,600 [V], 한류저항 25 [Ω] 에서 F1점에서 B상의 1선 지락고장 발생시 GPT 1차측 및 3차측 부담 특성을 순시값(VA<sub>GPT#1</sub><sup>25[Ω]</sup>, VA<sub>GPT#3</sub><sup>25[Ω]</sup>)과 실효값(VA<sub>GPT#1-rms</sub><sup>25[Ω]</sup>) (VA<sub>GPT#3-rms</sub><sup>25[Ω]</sup>)으로 나타내고 있다. 실효값의 파형을 보면 GPT에 발생하는 부담의 크기를 확인할 수 있으며, 1차측 및 3차측 각각 832 [VA]으로 부담이 일반적인 GPT의 정격부담을 초과하는 결과를 확인할 수 있다. 순시파형을 보면 GPT의 1차측은 (+)영역에서 나타난 것으로 전압, 전류의 방향이 동일하고, GPT의 3차측을 확인하면 1차측과 반대인 (-)영역에서 나타나는 것을 확인할 수 있다. 이는 GPT의 특성에 따라 3차측 전류의 방향이 1차측의 반대방향으로 전압, 전류에 의해 나타나는 파형에서 1차측과 반대방향의 결과를 보인다.

그림 7은 한류저항의 값을 GPT의 정격 부담용량에 대하여 앞에서 선정된 120 [Ω]을 적용하였을 경우 B상 1선 지락 고장 발생시 GPT의 1차측 및 3차측의 부담 특성을 순시값 ( $VA_{GPT\#1}^{120[\Omega]}$ ,  $VA_{GPT\#3}^{120[\Omega]}$ )과 실효값 ( $VA_{GPT\#1\_rms}^{120[\Omega]}$ ,  $VA_{GPT\#3\_rms}^{120[\Omega]}$ )으로 나타내고 있다. 순시값의 결과에서 3차측의 부담과형을 보면 1차측과 반대 방향의 결과로 그림 6과 마찬가지로 GPT의 특성에 따라 (-)영역에 존재하는 것을 확인하였다. CLR의 크기가 25 [Ω]에서 120 [Ω]으로 커짐에 따라 GPT 내부에 흐르는 전류의 크기가 감소하여 GPT에서 발생하는 부담의 파형 크기가 약 836 [VA]에서 174 [VA]로 감소한 것을 확인할 수 있다. 이는 일반적으로 사용되는 GPT의 정격 부담용량인 200 [VA] 이하로 GPT내의 CLR 크기의 조절이 적정함을 나타낸다.

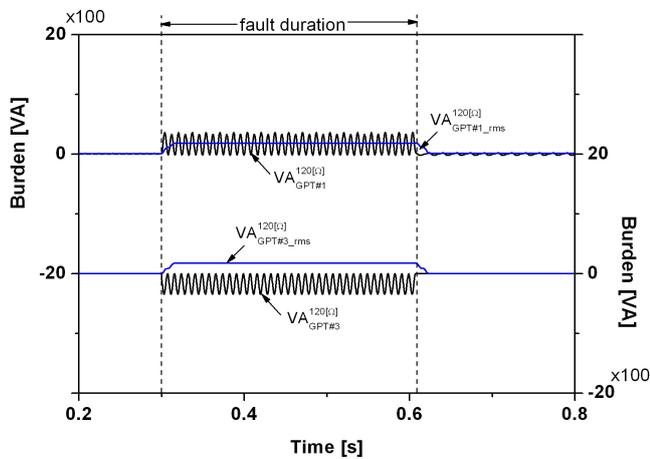


그림 7 CLR 120 [Ω]일때 GPT 1차 및 3차측 부담  
 Fig. 7 Waveforms of burden flowing through first and third winding sides in GPT in case of 120 [Ω] of CLR

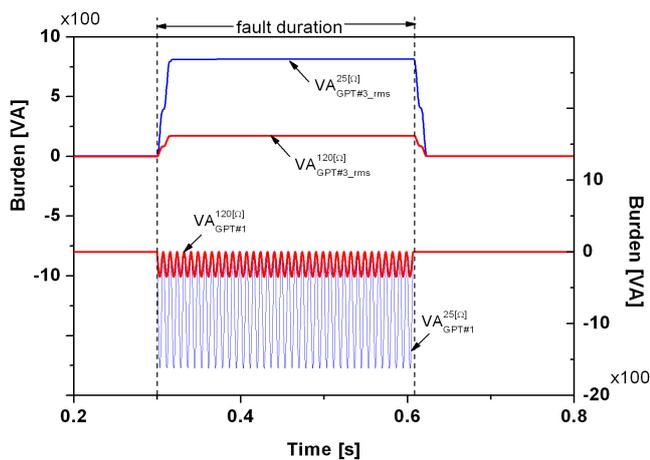


그림 8 25 [Ω]과 120 [Ω] CLR의 GPT 3차측 실효값과 GPT 1차측 순시값 비교 파형  
 Fig. 8 The waveform comparing GPT's thirdly measured effective values and GPT's firstly measured instantaneous values in 25 [Ω] and 120 [Ω] CLR

그림 8은 한류저항의 크기가 25 [Ω]과 120 [Ω]인 경우 B상 1선 지락고장에 따른 GPT의 1차측 부담 특성을 순시값으로 3차측 부담 특성은 실효값으로 각각 비교하여 나타내고 있다. CLR 120 [Ω]에서 부담과형이 25 [Ω]에서보다 현격히 감소된 것을 확인 할 수 있다. CLR은 계통에서 지락전류를 적정 값으로 제한하는 효과와 더불어 계통안정화, 제3고조파 억제 및 중성점 불안정 현상 방지하는 역할을 수행한다. 그러나 저항접지 계통에서는 그러한 역할보다는 영상전압 확보에 큰 역할을 담당하기 때문에 CLR을 크게 하여도 영상전압을 확보 할 수 있다.

### 5. 결 론

본 논문에서는 GPT를 적용한 저항접지 계통을 구성하여 고장전류 제한요소인 CLR의 크기에 따른 GPT에 미치는 과부하 특성을 확인 하였다.

계전기를 동작 시킬 수 있는 영상전압은 CLR의 크기와 관계없이 확보가 가능하였으며, 기존 GPT의 정격부담을 만족하려면 CLR의 크기를 키우거나 GPT의 정격부담을 키워야하는 결과를 얻었다. 이는 지락전류를 변압기 중성점에서 확보하는 저항접지 계통에서는 경제성들을 고려하여 CLR의 크기를 키움으로 영상전압을 확보하고 GPT의 소손을 방지할 수 있으므로 현장에 실용화 시킬 수 있는 좋은 자료가 될 것으로 생각된다.

### 참 고 문 헌

- [1] IEEE Std. 142-2007 IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems.
- [2] IEEE Std. 80-2000 IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding.
- [3] IEEE Std. 1100, IEEE Recommended Practice for Powering and Grounding Electronic Equipment (IEEE Emerald Book). 6, 7.
- [4] Kaufmann, R. H., "Some Fundamentals of Equipment Grounding Circuit Design", IEEE IGA, vol. 73, part 2, November 1954.
- [5] NFPA 70, "National Electrical Code® (NEC®).8".
- [6] West, R. B., "Equipment Grounding for Reliable Ground Fault Protection in Electrical Systems below 600 Volts", IEEE Transactions on Industry Applications, vol. IA-10, no. 2, pp. 175-189, 1974.
- [7] Zipse, D. W., "Multiple Neutral to Ground Connections", IEEE I&CPS Technical Conference, pp. 60-64, 1972.
- [8] Buschart, R. J., "Computer Grounding and the National Electrical Code", IEEE Transactions on Industry Applications, vol. IA-23, no. 3, pp. 404-407, 1987.
- [9] Zipse, W. Donald, "Grounding for Process Control Computers and Distributed Control Systems: The National Electrical Code and Present Grounding

Practice”, IEEE Transactions on Industry Applications, vol. IA-23, no. 3, pp. 417-423, 1987.

- [10] IEEE 100, “The Authoritative Dictionary of IEEE Standards Terms, Seventh Edition”. New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
- [11] Lee, R. H., “Grounding of Computers and Other Similar Sensitive Equipment”, IEEE Transactions on Industry Applications, vol. IA-23, no. 3, pp. 408-411, 1987.
- [12] 송길영, “송배전공학”, 동일출판사, 1998.
- [13] 송길영, “전력계통공학”, 동일출판사, 1998.
- [14] 이성우, “지락보호시스템”, 기다리, 2003.
- [15] 이준우, “송전공학”, 태영문화사, 2009.
- [16] 이준우, “배전 발전계통공학”, 태영문화사, 2009.

저 자 소 개



**신 호 전 (申 浩 傳)**

1967년 2월 05일생. 2005년 경기공업대 전자통신과 졸업. 2011년 숭실대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2011년~현재 숭실대 전기공학과 박사과정. 발송배전기술사.  
 Tel : (02) 2057-0533  
 Fax : (02) 2057-0536  
 E-mail : elecsea@naver.com



**김 진 석 (金 辰 碩)**

1983년 1월 26일생, 2007년 서울과학기술대 전기공학과 졸업, 2009년 숭실대 대학원 전기공학과 졸업(석사), 2009년~현재 동대 대학원 전기공학과 박사과정.  
 Tel : (02) 817-7966  
 Fax : (02) 817-0780  
 E-mail : redwolf832@ssu.ac.kr



**김 재 철 (金 載 哲)**

1955년 7월 12일생. 1979년 숭실대 전기공학과 졸업. 1983년 서울대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1987년 동대 대학원 전기공학과 졸업(공학). 1988년~현재 숭실대 전기공학과 교수.  
 Tel : (02) 817-0647  
 Fax : (02) 817-0870  
 E-mail : jckim@ssu.ac.kr



**박 유 환 (朴 裕 煥)**

1970년 11월 28일생. 1995년 군산대학교 제어계측공학과 졸업. 2012년 숭실대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 발송배전기술사.  
 Tel : (031) 371-7708  
 Fax : (031) 371-7801  
 E-mail : rstpark@hanmail.net



**조 만 영 (趙 萬 英)**

1962년 2월 10일생. 숭실대 전기공학과 졸업. 2008년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2008년~현재 숭실대 전기공학과 박사과정. 조엔지니어링 대표이사. 발송배전기술사.  
 Tel : (02) 2057-0532  
 Fax : (02) 2057-0536  
 E-mail : cmylee@hanafos.com