

A Technique for a Short-Circuit Current Calculation to The Single-Phase Transformer in the Three-Phase Systems

朴在卉[†]·陳台錫^{*}
(Jae-Hwae Park · Tae-Seok Jin)

Abstract - This paper describes the exact short-circuit current calculation technique for the single-phase transformer which is installed in the three-phase systems and shorted in the secondary side. Not only the results for a short-circuit current calculation in the existing literatures are wrong, but also little literature deals with the short-circuit current for a single-phase transformer. So, this paper presents a theoretical study and calculation method for a single-phase short current. The validity of the presented method is investigated through Simulation using "Power Tools" and "PSim" program.

Key Words : Short-Circuit Current Calculation, Single-Phase Transformer.

1. 서 론

전력계통에서 단락 등 고장전류계산은 계통보호측면에서 볼 때 대단히 중요하다. 대표적인 목적으로는 차단기의 차단 용량산정, 전력기기 과전류강도, 보호협조검토 등으로 볼 수 있다. 계통보호를 위한 많은 보호기기들이 있지만 그 중에서 최종적인 역할은 과전류차단기의 몫이다. 차단기가 정상적인 보호능력을 가지려면 통과되는 단락전류에 견디고 정상적으로 차단이 이루어져야 하며 재사용할 수 있도록 차단기 정격을 선정하는 것이다. 이를 위해서는 정확한 고장계산이 선행되어야 할 것이다.

일반적으로 3상전력계통에서의 3상단락전류계산은 잘 알려져 있고 쉽게 계산할 수 있으며 그에 대한 문헌들이 많다 [1]-[8]. 3상단락전류계산을 통해서 선간단락전류도 쉽게 구할 수 있다. 그러나 3상전력계통에 단상변압기가 시설되어 2차측에서 단락이 발생할 경우에 대한 고장계산 문헌은 많지 않았다. 또한 단락전류계산 결과 값이 문헌마다 다르며 더군다나, 그 계산 방법이나 결과 값이 변압기 결선에 따라 불확실하다는 것이다[1]-[4]. 계산방법 또한 일반적인 3상단락계산 기법에 2선단락계산을 그대로 적용하는 경우가 있었다. 그림 1은 단락전류계산 이해를 위한 수전계통으로서 부하측에 시설된 단상변압기의 예와 고장점 F를 보여주고 있으며 일반 수전계통과는 다를 수 있다.

본 논문에서는 전력계통의 다양화와 복잡성으로 인한 단락 사고 등의 화재위험성을 감안할 때 고장전류계산에 대한 정

확한 이론과 검증이 필요하다고 판단되어 본 논문에서는 단상변압기 2차측 단락전류계산에 대한 정확한 이론적인 계산 기법을 소개하고 이를 시뮬레이션을 통해 검증하고자 한다.

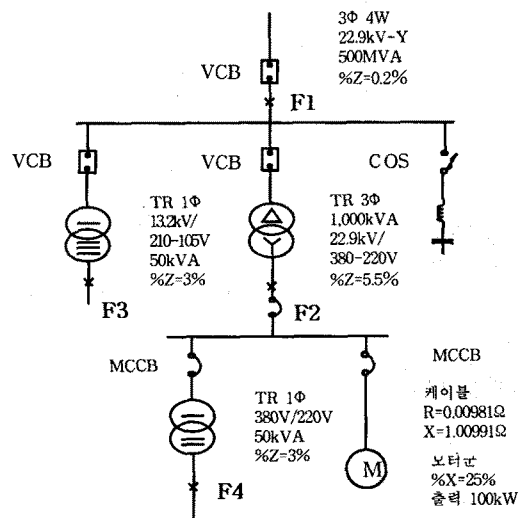


그림 1 수전계통 예(전원측 %Z는 1,000kVA 기준)
Fig. 1 an Example of incoming power systems

이를 위해 전원측 주변압기 결선 상태에 따라 단상부하변압기 2차측 단락전류가 어떻게 달라지는가를 고찰하고 쉽게 계산할 수 있는 계산방법을 제시한다. 내용의 전개는 기존 문헌에서 기술된 내용을 먼저 소개하고 본 논문에서 제시하고자 하는 단락전류에 대한 이론적인 내용과 시뮬레이션을 소개한다. 단상단락전류 계산 결과에 대한 검증을 위해 사용된 시뮬레이션 프로그램은 일반적으로 전력계통고장에 많이 사용되고 있는 "Power Tools" 과 전력전자시뮬레이션을

[†] 교신저자, 正會員 : 電氣安全技術教育院 教授 · 工博
E-mail: pawhpawh@hanmail.net

^{*} 正會員 : 東西大學校 메카트로닉스 工學科 教授 · 工博
接受日字 : 2008年 2月 18日
最終完了 : 2008年 4月 21日

위해 활용되고 있는 “PSim” 프로그램이다.

2. 고장계산법

이 장에서는 단락전류에 대한 이론적인 방법과 예시 및 시뮬레이션을 통해 제시하고자 하는 방법의 타당성을 보이 고자 한다. 먼저 그림 2에 대하여 오류의 범칙을 사용하여 이론적으로 전개하면 아래와 같다. 이때, 고장계산을 위한 기호와 그 값을 다음과 같이 정의한다.

- 전원측 주변압기 용량 : $P_{kVA-pri}$ [kVA] = 1,000 [kVA]
- 전원측 주변압기 %Z : $Z_{\% - pri}$ [%] = 5.5 [%]
- 전원측 주변압기 1차측선간전압 : $V_{h1 - pri}$ [kV] = 22.9 [kV]
- 전원측 주변압기 2차측 선간전압 : $V_{h2 - pri}$ [kV] = 0.38[kV](Y 결선), 0.22[kV](Δ 결선)
- 전원측 주변압기의 2차측 상전압 : $V_{h2 - N}$ [kV] = $0.38 / \sqrt{3}$ [kV] ≈ 0.22[kV]
- 단상변압기 용량 : $P_{kVA-sec}$ [kVA] = 50 [kVA]
- 단상변압기 %Z : $Z_{\% - sec}$ [%] = 3 [%]
- 단상변압기 2차측 전압 : V_{L2} [kV] = 0.11 [kV]
- %임피던스 = %Z

2.1 전원측 변압기 Δ-Y결선에서 선간 380[V]에 연결된 단상변압기

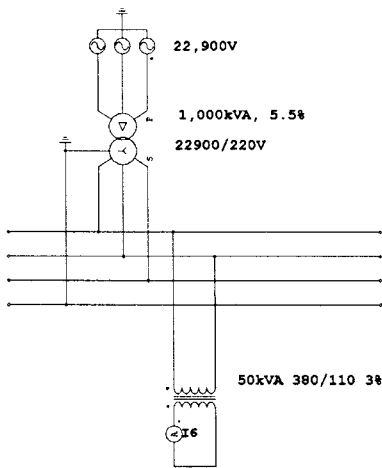


그림 2 Δ-Y 인 경우, 380V에 연결된 단상변압기
Fig. 2 a single-phase transformer connected to 380V, in case of Δ-Y

2.1.1 이론적인 접근

전원측 주변압기의 2차측(저압측)에서 본 1상당 임피던스는 식(1)과 같다

$$Z_{h2} = \frac{10 V_{h2-pri}^2 Z_{\% - pri}}{P_{kVA-pri}} [\Omega] \quad (1)$$

이 값이 그림 3과 같이 저압측(380V)에서 본 1상당 등가

임피던스가 된다.

전원측 주변압기의 2차측 단락점에서 전원측으로 본 합성 임피던스 Z_h 는 다음 식(2)와 같이 된다.

$$Z_h = 2 \times Z_{h2} [\Omega] \quad (2)$$

이 Z_h 를 단상변압기의 용량에 대한 %Z로 변환하면 식(3)과 같다.

$$Z_{\% - s1} = \frac{P_{kVA-sec} \times Z_h}{10 \times V_{h2-pri}^2} [\%] \quad (3)$$

단상변압기 2차에서 본 합성 %Z, 단락용량 및 단락전류는 다음과 같다.

$$Z_{\%} = Z_{\% - sec} + Z_{\% - s1} [\%]$$

$$P_{kVA-s} = \frac{P_{kVA-sec}}{Z_{\%}} \times 100 [\text{kVA}]$$

$$I_s = \frac{P_{kVA-s}}{V_{L2}} [\text{A}] \quad (4)$$

2.1.2 계산 예

전원측 변압기의 2차측(저압측)에서 본 1상당 임피던스는 식(1)을 이용하면 다음과 같다.

$$Z_{h2} = \frac{10 \times 0.38^2 \times 5.5}{1,000} = 0.007942 [\Omega]$$

전원측 변압기의 2차측 단락점에서 전원측으로 본 합성 임피던스 Z_h 는 식(2)를 적용하면

$$Z_h = 2 \times 0.007942 = 0.015884 [\Omega]$$

이 Z_h 를 식(3)을 이용하여 단상변압기의 용량에 대한 %Z로 변환하면

$$Z_{\% - s1} = \frac{50 \times 0.015884}{10 \times 0.38^2} = 0.55 [\%]$$

이를 1,000[kVA]로 환산하면 11%로 전원측 주변압기 %Z 5.5%의 2배가 된다.

단상변압기의 2차에서 본 합성 %Z, 단락용량 및 단락전류는 식(4)를 이용하면 다음과 같다.

$$Z_{\%} = 3.0 + 0.55 = 3.55 [\%]$$

$$P_{kVA-s} = \frac{50}{3.55} \times 100 = 1,408.45 [\text{kVA}]$$

$$I_s = \frac{1408.45}{0.11} = 12,804 [\text{A}]$$

2.1.3 시뮬레이션을 통한 검증

(1) PSim 시뮬레이션을 통한 검증

그림 3에서 실효치는 12,816[A]로 이론적인 값 12,804[A]와 약 12[A]차이가 나지만 계산오차 등을 감안할 때 거의 일치한다.

(2) Power Tools 시뮬레이션을 통한 검증

그림 4는 시뮬레이션 결과로서 박스로 표시된 값이 결과 값이며 12,802[A]로 이론적인 값 12,804[A]와 거의 일치

하고 있다.

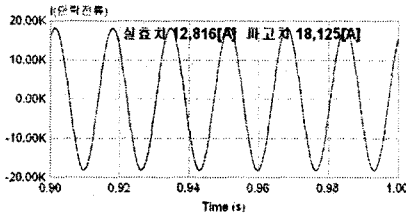


그림 3 단상변압기 2차측 단락전류
Fig. 3 short circuit current in the secondary of single-phase transformer

Fault Location Bus Name	Bus LL Voltage	3-Phase Amps	3-Phase MVA
BUS-0001	22,900	A: 378,177	5,000.00
		B: 378,177	5,000.00
		C: 378,177	5,000.00
BUS-0002	380	A: 27,591	6.05
		B: 27,591	6.05
		C: 27,591	6.05
BUS-0003	110	A: 12,802	0.81
		B: 0	0.00
		C: 0	0.00

그림 4 Power Tools 시뮬레이션 계산값
Fig. 4 Power Tools simulation results

2.2 전원측 변압기 Δ-Y결선에서 상전압 220[V]에 연결된 단상변압기

2.2.1 이론적인 접근

이론적인 접근은 2.1.1절과 똑 같다. 다만, 전원측 주변압기 2차측은 그림 5와 같이 상전압이다.

전원측 주변압기 2차측(저압측)에서 본 1상당 임피던스 Z_{h2} 는 식(1)과 같다.

그림 9와 같이 전원측 변압기의 2차측 단락점에서 전원측으로 본 합성 임피던스 Z_h 는 식(5)가 된다.

$$Z_h = 1 \times Z_{h2} [\Omega] \quad (5)$$

이 Z_h 를 단상변압기 용량에 대한 %Z로 변환하면 식(6)과 같다.

$$Z_{\% - S2} = \frac{P_{kVA - sec} \times Z_h}{10 \times V_{h2 - N}^2} [\%] \quad (6)$$

단상변압기의 2차에서 본 합성 %Z, 단락용량 및 단락전류는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} Z_{\%} &= Z_{\% - sec} + Z_{\% - S2} [\%] \\ P_{kVA - S} &= \frac{P_{kVA - sec}}{Z_{\%}} \times 100 [kVA] \\ I_S &= \frac{P_{kVA - S}}{V_{L2}} [A] \end{aligned} \quad (7)$$

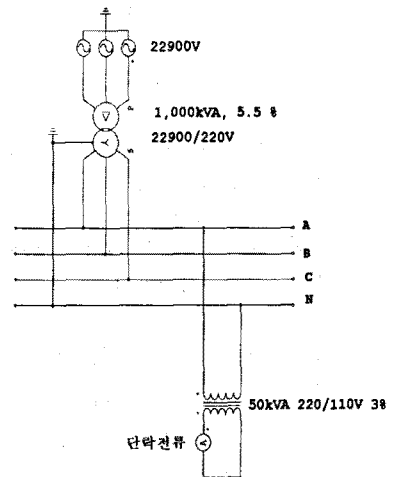


그림 5 Δ-Y 인 경우, 220V에 연결된 단상변압기
Fig. 5 a single-phase transformer connected to 220V, in case of Δ-Y

2.2.2 계산 예

전원측 주변압기의 2차측(저압측)에서 본 1상당 임피던스는 식(1)에 대입하면,

$$Z_{h2} = \frac{10 \times 0.38^2 \times 5.5}{1,000} = 0.007942 [\Omega]$$

전원측 변압기의 2차측 단락점에서 전원측으로 본 합성 임피던스 Z_h 는 식(5)에서

$$Z_h = 1 \times 0.007942 = 0.007942 [\Omega]$$

이 Z_h 를 식(6)을 이용, 단상변압기 용량에 대한 %Z로 변환하면

$$Z_{\% - S2} = \frac{P_{kVA - sec} \times Z_h}{10 \times V_{h2 - pri}^2} = \frac{50 \times 0.007942}{10 \times (0.38/\sqrt{3})^2} = 0.825 [\%]$$

이를 1,000(kVA)로 환산하면 16.5%로 전원측 주변압기 %Z 5.5%의 3배가 된다.

단상변압기의 2차에서 본 합성 %Z, 단락용량 및 단락전류는 식(7)에 값을 대입하면 아래와 같다.

$$Z_{\%} = 3.0 + 0.825 = 3.825 [\%]$$

$$P_{kVA - S} = \frac{50}{3.825} \times 100 = 1,307.19 [kVA]$$

$$I_S = \frac{1307.19}{0.11} = 11,884 [A]$$

2.2.3 시뮬레이션을 통한 검증

(1) PSim 시뮬레이션을 통한 검증

그림 6에서 보면 단락전류의 값이 11,883[A]로 이론적인 값 11,884[A]와 거의 일치함을 알 수 있다.

(2) Power Tools 시뮬레이션을 통한 검증

그림 7은 시뮬레이션 결과로서 결과 값이 11,881[A]로 이론 값 11,884[A]와 거의 일치한다.

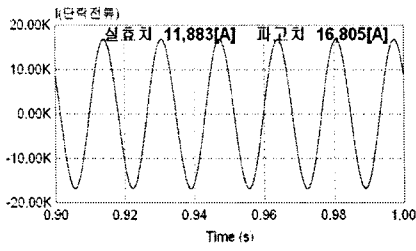


그림 6 단상변압기 2차측 단락전류
Fig. 6 short circuit current in the secondary of single-phase transformer

Fault Location Bus Name	Bus LL Voltage	3-Phase Amps	3-Phase MVA
BUS-0001	22.900	A: 378,177 B: 378,177 C: 378,177	5,000.00 5,000.00 5,000.00
BUS-0002	380	A: 27,591 B: 27,591 C: 27,591	6.05 6.05 6.05
BUS-0003	110	A: 11,881 B: 0 C: 0	0.75 0.00 0.00

그림 7 Power Tools 시뮬레이션 계산 결과 값
Fig. 7 Power Tools simulation results

2.3 전원측 변압기 Δ-Δ결선에서 선간전압 220[V]에 연결된 단상변압기

2.3.1 이론적인 접근

그림 8에 대한 이론적인 결과는 2.1절과 같다. 다만, 전개 과정에서 주변압기 결선이 Δ-Δ 이므로 선간전압이 220[V] 임을 주지하여야 한다. 전원측 주변압기의 2차측(저압측)에서 본 1상당 임피던스 Z'_{h2} 는 식(8)과 같다.

$$Z'_{h2} = \frac{10 V_{h2-pri}^2 Z_{\% - pri}}{P_{kVA - pri}} [\Omega] \quad (8)$$

이때, 2차측에서 본 등가 계산 임피던스는 Y결선의 1상당 임피던스에 해당되므로 Δ결선인 경우는 그 값에 3배를 하므로 식(9)와 같다.

$$Z_{h2} = Z'_{h2} \times 3 [\Omega] \quad (9)$$

즉, 식(9)는 식(1)과 같은 값이다. 즉, 220[V]로 계산해서 3배를 하거나 바로 380[V]를 해서 구한 값이나 같다는 것이다. 전원측 주변압기의 2차측 단락점에서 전원측으로 본 합성 임피던스 Z_h 는 다음 식과 같다.

$$Z_h = \frac{2 \times Z_{h2} \times Z_{h2}}{2 \times Z_{h2} + Z_{h2}} = \frac{2}{3} Z_{h2} [\Omega] \quad (10)$$

Z_h 를 단상변압기의 용량에 대한 %Z로 변환하면

$$Z_{\% - S3} = \frac{P_{kVA - sec} \times Z_h}{10 \times V_{h2-pri}^2} [\%] \quad (11)$$

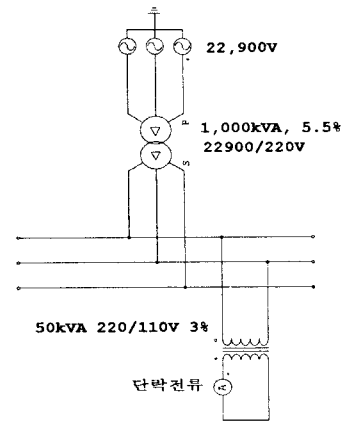


그림 8 Δ-Δ 인 경우, 220V에 연결된 단상변압기
Fig. 8 a single-phase transformer connected to 220V, in case of Δ-Δ

여기서 식(11)의 결과는 식(3)과 같다. 단상변압기의 2차에서 본 합성 %Z, 단락용량 및 단락전류는 다음 식이 된다.

$$\begin{aligned} Z_{\%} &= Z_{\% - sec} + Z_{\% - S3} [\%] \\ P_{kVA - S} &= \frac{P_{kVA - sec}}{Z_{\%}} \times 100 [\text{kVA}] \\ I_S &= \frac{P_{kVA - S}}{V_{L2}} [\text{A}] \end{aligned} \quad (12)$$

2.3.2 계산 예

전원측 변압기의 2차측(저압측)에서 본 1상당 임피던스는 식(8)을 이용하면 다음과 같다.

$$Z'_{h2} = \frac{10 \times (0.38/\sqrt{3})^2 \times 5.5}{1,000} \approx 0.002647 [\Omega]$$

Z'_{h2} 를 식(9)에 대입하면 실제 Δ결선의 임피던스 Z_{h2} 는

$$Z_{h2} = 3 \times 0.002647 = 0.007942 [\Omega]$$

전원측 주변압기의 2차측 단락점에서 전원측으로 본 합성 임피던스 Z_h 는 식(10)을 이용하면 아래와 같다.

$$Z_h = \frac{2}{3} \times 0.007942 \approx 0.005295 [\Omega]$$

Z_h 를 단상변압기 용량에 대한 %Z로 변환하면

$$Z_{\% - S3} = \frac{50 \times 0.005295}{10 \times (0.38/\sqrt{3})^2} \approx 0.55 [\%]$$

이를 1,000[kVA]로 환산하면 11%로 전원측 주변압기 %Z 5.5%의 2배가 된다.

식(12)를 이용, 단상변압기의 2차에서 본 합성 %Z, 단락용량 및 단락전류를 구하면 다음과 같다.

$$Z_{\%} = 3.0 + 0.55 = 3.55 [\%]$$

$$P_{kVA - S} = \frac{50}{3.55} \times 100 = 1,408.45 [\text{kVA}]$$

$$I_S = \frac{1408.45}{0.11} = 12,804 [\text{A}]$$

2.3.3 시뮬레이션을 통한 검증

(1) PSim 시뮬레이션을 통한 검증

그림 9는 PSim 의 결과로서 실효치가 12,802[A]로 이론적인 값 12,804[A]와 거의 일치한다.

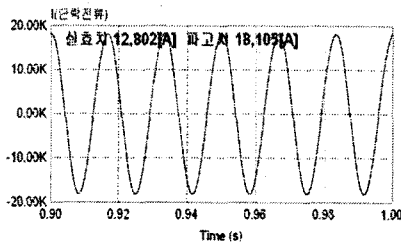


그림 9 단상변압기 2차측 단락전류

Fig. 9 short circuit current in the secondary of single-phase transformer

(2) Power Tools 시뮬레이션을 통한 검증

그림 10은 Power Tools 계산 결과로서 결과 값이 12,802[A]로 이론값 12,804[A]와 거의 같다.

Fault Location Bus Name	Bus LL Voltage	3-Phase Amps	3-Phase MVA
BUS-0001	22,900	A: 378,177 B: 378,177 C: 378,177	5,000.00 5,000.00 5,000.00
BUS-0002	220	A: 47,657 B: 47,657 C: 47,657	6.05 6.05 6.05
BUS-0003	110	A: 12,802 B: 0 C: 0	0.81 0.00 0.00

그림 10 Power Tools 시뮬레이션 계산 결과 값

Fig. 10 Power Tools simulation results

3. 계산방법 제시

3.1 단상부하변압기 2차측 단락계산방법 제시

전 절에서 기술된 계산방법은 모든 계통에서 아래와 같은 방법으로 적용된다. 여기서 적용된 선간전압이나 상전압은 일반적으로 사용되는 전압의 한 예다.

(1) 전원측 변압기 Δ -Y결선에서 선간전압 380[V]에 연결된 단상변압기

① 기준용량에 대하여 단상변압기 전원측 %Z에 2배를 한다. 즉, %Z×2가 된다.

② 단상변압기 %Z를 기준용량으로 환산한다.

③ 임피던스를 합성한다.

④ 기준용량과 고장점 전압을 가지고 단락전류를 계산한다. 이때, 단상이므로 단상전압으로 계산한다.

(2) 전원측 변압기 Δ -Y결선에서 상전압 220[V]에 연결된 단상변압기

① 기준용량에 대하여 단상변압기 전원측 %Z에 3배를 한다. 즉, %Z×3가 된다.

② 단상변압기 %Z를 기준용량으로 환산한다.

③ 임피던스를 합성한다.

④ 기준용량과 고장점 전압을 가지고 단락전류를 계산한다. 단상전압으로 계산한다.

(3) 전원측 변압기 Δ - Δ 결선에서 연결된 단상변압기

- (1)항과 같이 하면 된다.

제시된 방법을 검토하면 ①번 항만 다르고 나머지 항은 같음을 알 수 있다.

3.2 제시된 방법에 의한 단락계산 검토

2장에서 기술된 계산에 대해 검증하면 아래와 같다.

(1) 전원측 변압기 Δ -Y결선에서 선간전압 380[V]에 연결된 단상변압기(2.1절 계산사항 참조)

- 1,000kVA 주변압기 %Z는 5.5%이므로 2배를 하면 11%

- 단상변압기 50kVA %Z는 3%이므로 1,000kVA 기준 용량으로 환산하면 60%

- 합성 %Z는 11%+60%=71%

$$- P_s = \frac{1,000}{71} \times 100 = 1,408.5 [kVA],$$

$$- I_s = \frac{1,408.5}{0.11} \approx 12,804 [A]$$

2.1절의 12,804[A]와 비교하면 일치함을 알 수 있다.

(2) 전원측 주변압기 Δ -Y결선에서 상전압 220[V]에 연결된 단상변압기(2.2절 계산사항 참조)

- 1,000kVA 주변압기 %Z는 5.5%이므로 3배를 하면 16.5%

- 단상변압기 50kVA %Z는 3%이므로 1,000kVA 기준 용량으로 환산하면 60%

- 합성 %Z는 16.5%+60%=76.5%

$$- P_s = \frac{1,000}{76.5} \times 100 = 1,307.2 [kVA],$$

$$- I_s = \frac{1,307.2}{0.11} \approx 11,883 [A]$$

- 2.2절의 계산 결과 값과 비교하면 정확하게 일치한다.

(3) 전원측 변압기 Δ - Δ 결선에서 연결된 단상변압기(2.3절 계산사항 참조)

이 방법은 (1)의 Δ -Y에서의 선간전압과 계산방법이 똑 같다. 그 값이 12,804[A]로 2.3절 계산법과 같다.

3.3 단상변압기 전원측에서 본 기준용량에 대한 주변압기 %Z 관계

앞 절의 제시된 방법에 의해 단락계산을 하면서 주변압기 결선에 따라 주변압기 용량기준 %Z의 2배 또는 3배를 하였다. 이를 다음과 같이 증명한다.

전원측 변압기의 2차측 선간전압과 상전압 사이에는 선간 전압 = $\sqrt{3}$ × 상전압의 관계가 있고 즉,

$$V_{H2-pri} = \sqrt{3} \times V_{H2-N} \text{ 이다}$$

또한 전원측 주변압기의 %Z는 다음으로 표현된다.

$$Z_{\% - pri} = \frac{P_{kVA - pri} \times Z_{h2}}{10 \times V_{h2 - pri}^2} [\%] \quad (13)$$

식(3)과 식(6)을 전원측 주변압기의 용량으로 환산하면

$$Z_{\% - S1 - pri} = \frac{P_{kVA - pri}}{P_{kVA - sec}} Z_{\% - S1} [\%] \quad (14)$$

$$Z_{\% - S2 - pri} = \frac{P_{kVA - pri}}{P_{kVA - sec}} Z_{\% - S2} [\%] \quad (15)$$

결국 식(13)과 식(14) 및 식(15)을 비교하면 다음의 관계가 성립한다.

$$\frac{Z_{\% - S1 - pri}}{Z_{\% - pri}} = \frac{\frac{P_{kVA - pri}}{P_{kVA - S}} \times \frac{P_{kVA - sec} \times 2 Z_{h2}}{10 \times V_{h2 - pri}^2}}{\frac{P_{kVA - pri} \times Z_{h2}}{10 \times V_{h2 - pri}^2}} = 2 \quad (16)$$

$$\frac{Z_{\% - S2 - pri}}{Z_{\% - pri}} = \frac{\frac{P_{kVA - pri}}{P_{kVA - S}} \times \frac{P_{kVA - sec} \times Z_{h2}}{10 \times (V_{h2 - pri} / \sqrt{3})^2}}{\frac{P_{kVA - pri} \times Z_{h2}}{10 \times V_{h2 - pri}^2}} = 3 \quad (17)$$

따라서 전원측 변압기 Δ-Y 결선에서 선간전압 380[V]에 연결된 단상변압기의 2차측에서 본 %Z는 전원측 주변압기 %Z의 2배가 되고, 전원측 주변압기 Δ-Y 결선에서 상전압 220[V]에 연결된 단상변압기의 2차측에서 본 %Z는 전원측 주변압기 %Z의 3배가 됨이 증명된다.

4. 결 론

본 논문에서는 3상전력계통에 단상부하변압기 시설시 2차측에서 단락이 발생한 경우, 전원측 변압기 결선방법에 따른 단락전류 계산방법에 대해 오음의 범칙을 통한 회로이론적인 접근을 통해 계산방법을 제시하였다. 또, 계산 결과 값이 시뮬레이션 한 값과 일치됨을 확인할 수 있어 제시된 계산방법의 타당성을 입증하였다.

기존의 문헌에서는 단상부하변압기 2차측 단락계산에 대한 이론적인 정립이 다소 미흡하여 전원측 변압기 결선에 관계없이 단락고장계산방법을 적용하여 그 결과 값이 정확하게 일치될 수도 있고 그렇지 않을 수도 있었다. 즉, 전원측 변압기 결선을 고려하지 않고 일반적인 고장계산법을 적용하였기 때문이라 사료된다. 이 논문을 통해 3상전력계통에 단상부하변압기가 시설된 경우의 단락전류계산에 대해 좀 더 쉽고 체계적으로 접근할 수 있는 계기가 되었으면 한다.

참 고 문 헌

[1] 박한중역, 그림폴이 전기설비의 설계·시공실무, 성안당, pp. 109-111. 2003.

[2] LS 산전 제품 카탈로그, 배선용차단기·누전차단기, LS 산전, pp. 169-171.
 [3] 정용기, 신 전기설비기술계산 핸드북, (주)의제전기설비연구원, pp. I-43 - I-92. 2003.
 [4] 이순형, 실무자를 위한 수·배전설비의 계획과 설계, 기다리, pp. 157-159. 2007.
 [5] IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants, short circuit current calculation, pp. 109-184. IEEE Std. 141-1993.
 [6] Short-circuit currents in three-phase a.c. systems, CEI/IEC 60909-0:2001.
 [7] IEEE Recommended Practice for Industrial and Commercial Power Systems Analysis, pp. 165-206, ANSI/IEEE Std 399-1997,
 [8] IEEE Guide for Protective Relay Applications to Power Transformers, IEEE Std C37.91-2000
 [9] Power Tools for Windows, SKM, 2001.
 [10] PSIM User's Guide, Powersim Inc., 2003.

저 자 소 개



박재휘 (朴在奎)

1964년 9월 1일생. 1996년 울산공대 전기공학과 졸업. 1998년 부산대학교 메카트로닉스협동과정 석사, 2005년 동 대학원 졸업(공박). 현재 한국전기안전공사 전기안전기술교육원 교수.
 관심분야: 전력전자, 메카트로닉스제어, 전력계통보호.
 Tel : 041-541-9325
 E-mail : pawhpawh@hanmail.net



진태석 (陳台錫)

1998년 진주산업대학교 전자공학과 졸업. 2000년 부산대학교 전자공학과 석사, 2003년 동 대학원 박사졸업. 2004~2006년 동경대학 생산기술연구소 연구원. 2006년~현재 동서대학교 메카트로닉스공학과 교수.
 관심분야: 다중센서융합, 지능로봇, 공간지능화
 Tel : 051-320-1541
 E-mail : jints@dongseo.ac.kr