

3권선 CCVT의 2차 전압 보상 방법

Compensation of the Secondary Voltage of a Three Winding Coupling Capacitor Voltage Transformer

姜龍澈* · 金烟熙[†] · 鄭太英** · 張成一*** · 金容均[§]

(Yong-Cheol Kang · Yeon-Hee Kim · Taiying Zheng · Sung-Il Jang · Yong-Gyun Kim)

Abstract - Coupling capacitor voltage transformers (CCVTs) have been used in extra or ultra high voltage systems to obtain the standard low voltage signal for protection and measurement. For fast suppression of the phenomenon of ferroresonance, three winding CCVTs are used instead of two winding CCVTs. A tuning reactor is connected between a capacitor voltage divider and a voltage transformer to reduce the phase angle difference between the primary and secondary voltages in the steady state. Slight distortion of the secondary voltage is generated when no fault occurs. However, when a fault occurs, the secondary voltage of the CCVT has significant errors due to the transient components such as dc offset component and/or high frequency components resulting from the fault. This paper proposes an algorithm for compensating the secondary voltage of a three winding CCVT in the time domain. With the values of the measured secondary voltage of the three winding CCVT, the secondary, tertiary and primary currents and voltages are estimated; then the voltages across the capacitor and the tuning reactor are calculated and then added to the measured voltage. Test results indicate that the algorithm can successfully compensate the distorted secondary voltage of the three winding CCVT irrespective of the fault distance, the fault impedance and the fault inception angle as well as in the steady state.

Key Words : Three winding CCVT, Transient components, Time domain, Compensation algorithm

1. 서 론

전력 시스템에서 보호계전기의 입력과 계측에 사용되는 전압을 측정하는데 전압 변성기를 사용한다. 그런데 초고압(Extra High Voltage) 또는 극초고압(Ultra High Voltage) 시스템에서는 전압 변성기의 크기가 크게 설계되어야 한다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 커패시터로 계통의 높은 전압을 분압한 후 전압 변성기에 입력이 되도록 하는 CCVT(Coupling Capacitor Voltage Transformer)가 사용된다. 일반적으로 CCVT는 2권선 변압기가 이용되지만, 전압 변동시 일부 영역에서 발생하는 철공진 현상을 빠르게 제거하기 위해 3권선 변압기를 이용한 CCVT를 사용한다[1].

CCVT는 분압 커패시터 때문에 변압기 2차 전압의 위상이 변압기 1차 전압의 위상과 다르게 된다. 이 위상차를 제거하기 위하여 튜닝 리액터를 사용하는데, 이때의 인덕턴스 값은 기본파 성분을 기초로 하여 결정된다[2-4]. 하지만 튜닝 리액터에도 저항 성분이 존재하므로, 정상 상태 시에 분

압 커패시터와 리액터의 인덕터 성분 사이에 전압 강하가 발생하지 않지만, 리액터의 저항 성분에 전압 강하가 발생하게 된다. 또한, 변압기의 권선 파라미터에도 전압 강하가 발생하므로 오차가 발생한다.

한편, 사고 발생 이후 과도 상태 시에는, 사고 시 발생한 dc 성분과 비기본파 성분으로 인하여, 분압 커패시터, 리액터, 권선 파라미터에 전압 강하가 발생하여 CCVT의 오차가 된다. 이러한 CCVT의 오차로 인해 측정 장치의 정확도가 감소하거나, 보호계전기가 오동작 하거나 동작 시간이 늦어질 수 있다.

이러한 CCVT의 오차를 감소하기 위한 보상 방법이 제안되었다[5-7]. 참고문헌 [5]에서는 CCVT의 오차를 주파수 영역에서 보상하는 방식이고, 참고문헌 [6], [7]에서는 시간 영역에서 개선하는 보상 방법이다. 이 방식들은 2권선 변압기에만 적용될 수 있는 방식이다.

본 논문에서는 시간 영역에서 3권선 CCVT의 2차 전압 보상 방법을 제안한다. 제안한 알고리즘은 측정 전압으로부터 3권선 CCVT의 2차와 3차, 1차의 전류, 전압을 추정한다. 추정한 변압기 1차 전류를 이용하여 변압기 1차 권선 파라미터, 튜닝 리액터와 분압 커패시터에 걸리는 전압을 계산하고 측정 전압에 더하여 보상하는 방식이다. 제안한 방식은 3권선 변압기의 비선형 특성과 철공진 억제 회로의 비선형 특성을 고려하였다. EMTP를 이용하여 3권선 CCVT를 모델링하였고, 사고 거리, 사고 저항, 사고 위상각을 달리하여 사고를 모의하여 제시한 방식의 성능을 검증하였다.

* 正會員 : 全北大 大學院 電氣工學科 副教授 · 工博

† 교신저자, 學生會員 : 全北大 大學院 電氣工學科 碩士課程
E-mail : love35021@chonbuk.ac.kr

** 正會員 : 全北大 大學院 電氣工學科 博士課程

*** 正會員 : 全北大 大學院 電氣工學科 研究教授 · 工博

§ 正會員 : 韓國IED Eng. 代表理事

接受日字 : 2008年 4月 29日

最終完了 : 2008年 5月 21日

2. 본 론

2.1 3권선 CCVT의 모델

그림 1은 3권선 CCVT의 모델이다. 본 논문에서는 변압기의 2차, 3차 권선 파라미터(L_2, R_2, L_3, R_3)와 철공진 억제 회로에서 리액터의 저항 성분(R_r)은 소자 값이 매우 작고, 계산량이 감소하는 장점이 있어 고려하지 않았다. 그림 2는 간략화한 3권선 CCVT의 등가회로이다. 비선형 특성을 가진 변압기 자화 인덕턴스(L_m)와 철공진 억제 회로 리액터의 인덕턴스 성분(L_n)은 각각 부분 선형화하였다.

그림 2에서 테브난 등가 전원인 e_{th} 은 식 (1)과 같으므로, e_{th} 을 구할 수 있으면 송전선 전압(v_{BUS})을 구할 수 있다.

$$e_{th}(t) = (C_1/C) \cdot v_{BUS}(t) \quad (1)$$

2.2 3권선 CCVT의 보상 방법

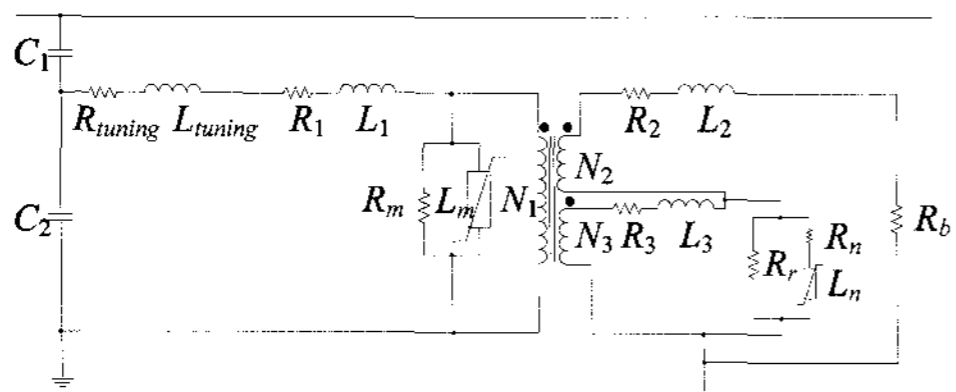
그림 2에서 e_{th} 는 식 (2)와 같이 표현되므로, 분압 커패시터에 걸리는 전압(v_C)과 튜닝 리액터에 걸리는 전압(v_{tuning}), 그리고 변압기 1차 권선 파라미터에 걸리는 전압(v_{w1})을 변압기 1차 측으로 환산한 측정 전압(av_b)에 더하여 계산할 수 있다.

$$e_{th}(t) = v_C(t) + v_{tuning}(t) + v_{w1}(t) + av_b(t) \quad (2)$$

여기서 a 는 $N_1/(N_2+N_3)$ 이다.

식 (2)에서 알 수 있는 바와 같이, 측정 전압 av_b 와 e_{th} 사이에는 $v_C+v_{tuning}+v_{w1}$ 만큼의 차가 발생하고, 이 항이 3권선 CCVT의 오차가 된다. 그러므로 $v_C+v_{tuning}+v_{w1}$ 을 얻을 수 있다면, 이 값을 av_b 에 더하여 e_{th} 을 구할 수 있다.

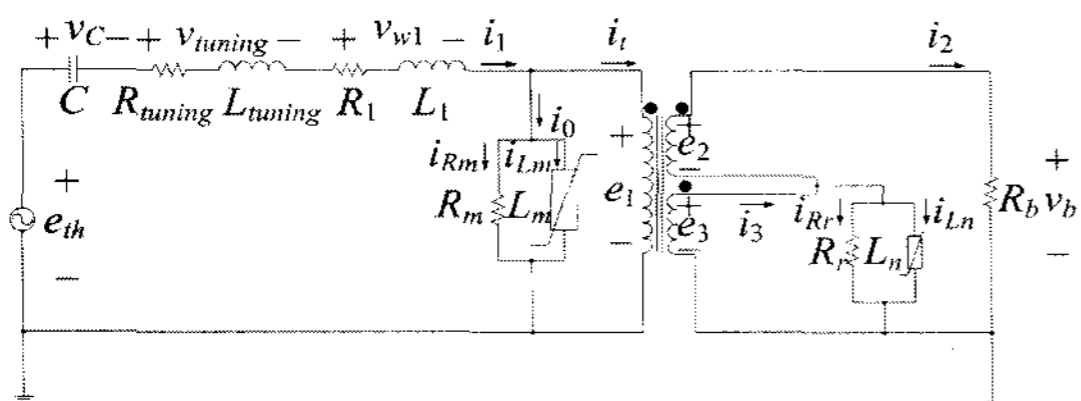
이하에서는 v_{w1} , v_{tuning} 와 v_C 을 구하는 방법을 설명한다.



C_1, C_2 : 분압 커패시터, L_{tuning}, R_{tuning} : 튜닝 리액터
 L_1, R_1 : 1차 권선 파라미터
 R_m, L_m : 철손 저항, 자화 인덕턴스
 N_1, N_2, N_3 : 1차, 2차, 3차 권선 수
 L_2, R_2 : 2차 권선 파라미터, L_3, R_3 : 3차 권선 파라미터
 R_r, R_n, L_n : 철공진 억제 회로 소자, R_b : 부담

그림 1 3권선 CCVT 모델

Fig. 1 Three winding CCVT model



$C = C_1 + C_2$: 테브난 등가 임피던스, e_{th} : 테브난 등가 전원

그림 2 간략화한 3권선 CCVT의 등가회로

Fig. 2 Simplified equivalent circuit of a three winding CCVT

2.2.1 변압기 1차 권선 파라미터에 걸리는 전압, v_{w1}

v_{w1} 는 식 (3)과 같이 나타낸다.

$$v_{w1}(t) = R_1 i_1(t) + L_1 \frac{di_1(t)}{dt} \quad (3)$$

식 (3)을 이용하여, v_{w1} 을 구하기 위해서는 변압기 1차 전류인 i_1 을 알아야 하며, i_1 은 식 (4)와 같이 표현된다.

$$i_1(t) = i_0(t) + i_t(t) \quad (4)$$

변압기 2차 전류(i_2)와 3차 전류(i_3)를 1차 측으로 환산한 전류의 합인 i_t , 여자 전류인 i_0 을 구하는 방법은 다음과 같다.

2.2.1.1 i_t

i_t 는 식 (5)와 같이 나타내며, i_2 와 i_3 을 알 수 있으면, 식 (5)를 이용하여 i_t 을 구할 수 있다.

$$i_t(t) = (N_2/N_1) \cdot i_2(t) + (N_3/N_1) \cdot i_3(t) \quad (5)$$

먼저, i_2 는 v_b 와 R_b 로부터 식 (6)을 이용하여 얻을 수 있다.

$$i_2(t) = v_b(t)/R_b \quad (6)$$

한편, i_3 는 철공진 억제 회로의 저항에 흐르는 전류(i_{Rr}), 인덕터에 흐르는 전류(i_{Ln})와 i_2 합으로 식 (7)과 같이 주어진다.

$$i_3(t) = i_{Rr}(t) + i_{Ln}(t) + i_2(t) \quad (7)$$

i_{Rr} 은 식 (8)과 같이 표현되므로, v_b 와 R_r 을 이용하여 구할 수 있다.

$$i_{Rr}(t) = \frac{e_3(t)}{R_r} = \frac{N_3}{N_2 + N_3} \frac{v_b(t)}{R_r} \quad (8)$$

i_{Ln} 는 인덕터에 유기되는 자속(λ_n)을 식 (9)를 이용하여 구하고, 이를 그림 3에 나타낸 L_n 자화 곡선에 대입하면 λ_n 에 해당하는 전류 i_{Ln} 을 구할 수 있다.

$$\lambda_n(t) = \int_{t_0}^t e_3(t) dt + \lambda_n(t_0) \quad (9)$$

$\lambda_n(t_0)$ 는 t_0 에서 자속 값이며, 이를 구하는 방식은 참고문헌 [8]을 참고하였다.

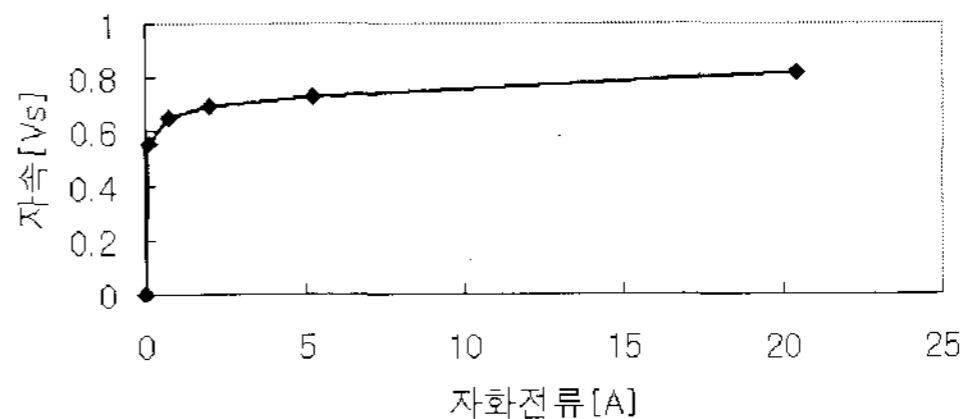


그림 3 L_n 자화 곡선

Fig. 3 L_n Magnetization curve

2.2.1.2 여자 전류, i_0

i_0 는 철손 전류(i_{Rm})와 자화 전류(i_{Lm}) 합으로 식 (10)과 같이 표현된다.

$$i_0(t) = i_{Rm}(t) + i_{Lm}(t) \quad (10)$$

먼저, i_{Rm} 는 식 (11)과 같이 표현되므로, v_b 와 R_m 으로부터 구할 수 있다.

$$i_{Rm}(t) = \frac{e_1(t)}{R_m} = \frac{av_b(t)}{R_m} \quad (11)$$

또한, i_{Lm} 은 코어에 유기되는 자속(λ_m)을 식 (12)을 이용하여 구하고, 이를 그림 4에 나타낸 L_m 자화 곡선에 대입하면 λ_m 에 해당하는 전류 i_{Lm} 을 구할 수 있다.

$$\lambda_m(t) = \int_{t_0}^t e_1(t)dt + \lambda_m(t_0) \quad (12)$$

$\lambda_m(t_0)$ 는 t_0 에서 자속 값이며, 이를 구하는 방식은 참고문헌 [8]을 참고하였다.

따라서 위와 같은 과정을 통하여 식 (10)과 식 (5)에서 구한 i_0 , i_1 을 식 (4)에 대입하여 i_1 을 구하고, 이를 식 (3)에 대입하여 v_{w1} 을 구할 수 있다.

2.2.2 튜닝 리액터에 걸리는 전압, v_{tuning}

v_{tuning} 은 식 (4)로부터 i_1 을 구하였으므로, 식 (13)으로부터 구할 수 있다.

$$v_{tuning}(t) = R_{tuning}i_1(t) + L_{tuning} \frac{di_1(t)}{dt} \quad (13)$$

2.2.3 분압 커패시터에 걸리는 전압, v_C

v_C 는 식 (4)로부터 i_1 을 구하였으므로, 식 (14)와 같이 구할 수 있다.

$$v_C(t) = \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i_1(t)dt + v_C(t_0) \quad (14)$$

$v_C(t_0)$ 는 t_0 에서 전압 값이며, 이를 구하는 방식은 참고문헌 [8]을 참고하였다.

결론적으로 식 (3), 식 (13), 식 (14)을 통하여 구한 v_{w1} , v_{tuning} , v_C 을 식 (2)에 대입하고, 이를 다시 식 (1)에 대입하게 되면, CCVT의 오차를 보정한 전압 v_{BUS} 을 구할 수 있다.

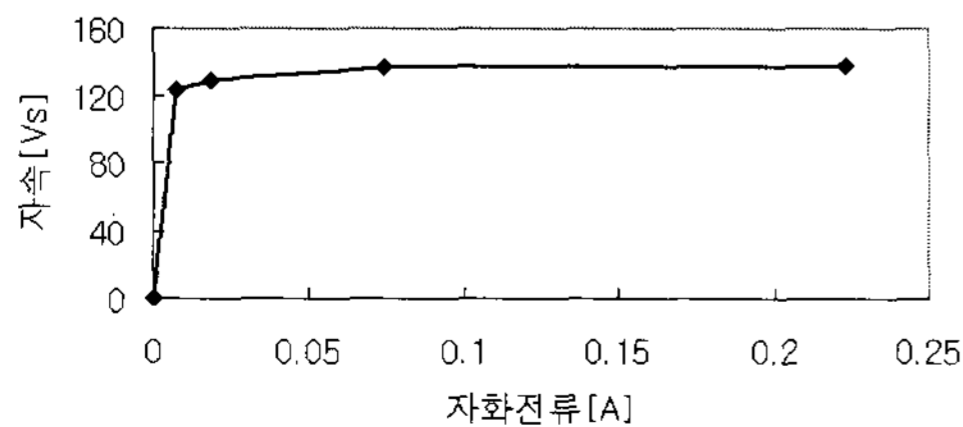


그림 4 L_m 자화 곡선
Fig. 4 L_m Magnetization curve

3. 사례 연구

3.1 모델 계통

제안한 방법의 성능을 검증하기 위해 그림 5와 같은 모델 계통을 선택하여 EMTP로 모의하였다. 전원 전압은 345kV이고, 전체 송전선의 길이는 100km이다. 표 1에 각종 CCVT 회로 파라미터를 나타내었다. 주기 당 64샘플의 데이터를 사용하였으며, 저역통과 필터로는 컷오프가 1920Hz인 중첩방지용 2차 버터워스 필터를 사용하였다. 표 2와 표 3에 변압기의 비선형 소자와 철공진 억제 회로의 비선형 소자의 값을 나타내었다.

3.2 사례 연구

제안한 알고리즘은 시간 영역에서 CCVT의 오차를 보상하는 방법이며, 정상 상태와 사고 상태 시 발생하는 CCVT의 오차를 보상할 수 있다. 따라서 제안한 알고리즘을 정상 상태 시와 사고 상태 시에 성능을 검증하였다.

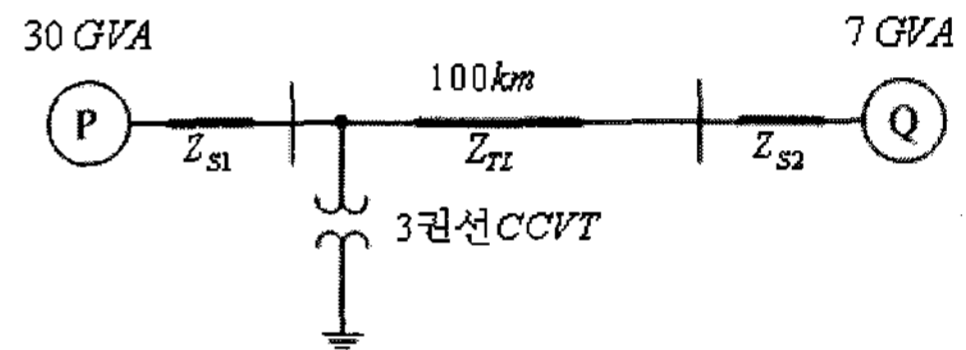


그림 5 모델 계통
Fig. 5 Model system

표 1 CCVT 회로 파라미터
Table 1 CCVT Circuit parameters

Parameter	크 기	Parameter	크 기
C_1	14.611nF	R_2	19m Ω
C_2	118.1nF	L_3	72 μ H
L_{tuning}	53.016 H	R_3	20m Ω
R_{tuning}	1.6632k Ω	R_m	4.96M Ω
L_1	7.368 H	R_r	75 Ω
R_1	284.5 Ω	R_n	1.35 Ω
L_2	63 μ H	R_b	33.06 Ω

표 2 L_m 자화 곡선 데이터
Table 2 L_m Magnetization curve data

전류 [A]	자속 [Vs]
0.007425	123.79
0.018562	129.59
0.074246	136.45
0.222739	137.82

표 3 L_n 자화 곡선 데이터
Table 3 L_n Magnetization curve data

전류 [A]	자속 [Vs]
0.100961691	0.551669733
0.731926796	0.651501522
2.002965687	0.689832352
5.186823345	0.728142750
20.43221232	0.817288493

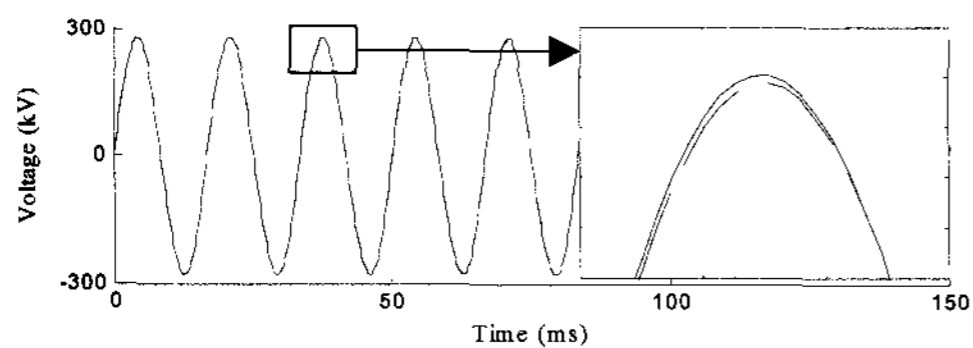
그림 6은 정상 상태 시에 오차를 보정한 결과이고, 그림 7, 8, 9, 10은 사고 거리, 사고 저항, 사고 위상각을 달리하여 사고를 모의하여, 오차를 보정한 결과이다. 그림의 a에서 참값은 실선으로, 추정 전압을 1차 측으로 환산한 전압은 쇠선으로 나타내었다. 그림의 b는 v_{w1} , v_{tuning} , v_C 을 나타내었다. 그림의 c는 참값과 보상 알고리즘을 적용해 추정한 보상 전압을 실선과 점선으로 나타내었다.

3.2.1 정상 상태 분석

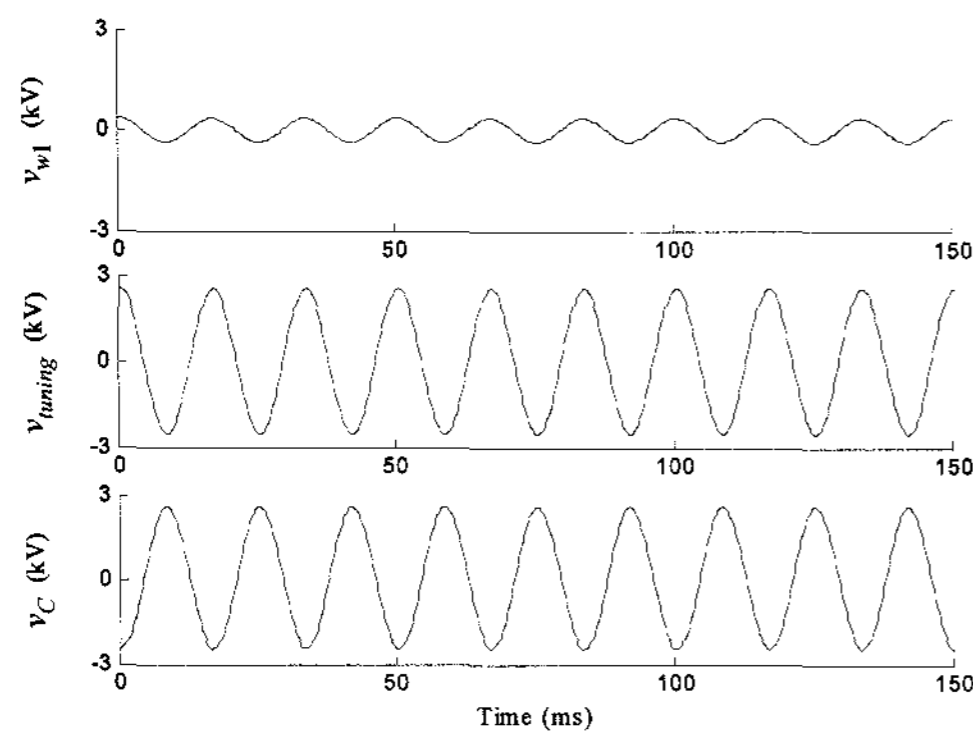
사례 1: 정상 상태

그림 6은 정상 상태의 보상 결과이다. 2.2절에서 설명한 바와 같이, 참값과 추정 전압 사이에는 $v_C + v_{tuning} + v_{w1}$ 만큼의 차가 발생하며, 정상 상태에서도 오차가 발생함을 그림 6a를 통해서 알 수 있다. 이 때, 추정 전압의 비오차와 위상 오차는 -1.12%와 -44.13분이 된다. 식 (3), 식 (13), 식 (14)을 이용하여 추정한 v_{w1} , v_{tuning} , v_C 를 그림 6b에 나타내었고, 이를 추정 전압에 더하여 보정한 전압을 그림 6c에 나타내었다. 보상 전압의 비오차와 위상오차는 -0.2019%와 -5.926분으로, 보상 알고리즘의 적용으로 정상 상태에서 오차가 크게 개선됨을 알 수 있다.

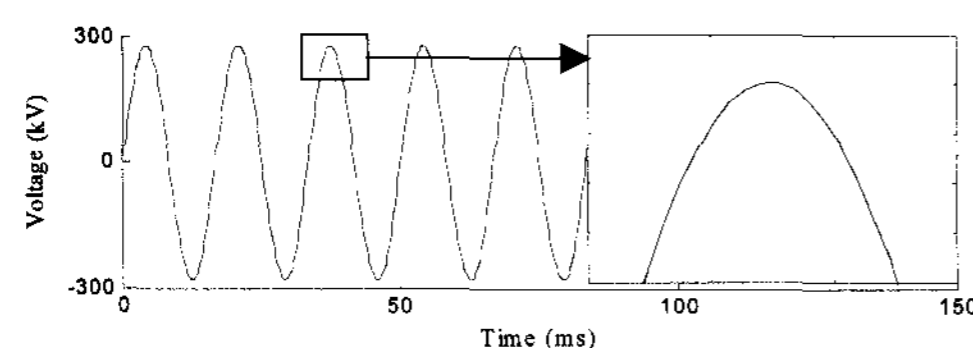
정상 상태에서는 분압 커패시터와 튜닝 리액터의 인덕터 성분 사이에 공진이 발생하여, $v_C + v_{tuning}$ 은 거의 0이 된다. 그러므로 정상 상태에서는 $v_C + v_{tuning} + v_{w1}$ 은 튜닝 리액터의 저항 성분에서의 전압 강하와 변압기 1차 권선 파라미터에서의 전압 강하만 발생함을 알 수 있다.



(a) 참값(실선), 추정 전압(쇠선)



(b) $v_{w1}(t)$, $v_{tuning}(t)$, $v_C(t)$



(c) 참값(실선), 보상 전압(점선)

그림 6 사례 1의 결과
Fig. 6 Results of case 1

3.2.2 사고 거리 변화에 따른 사례 분석

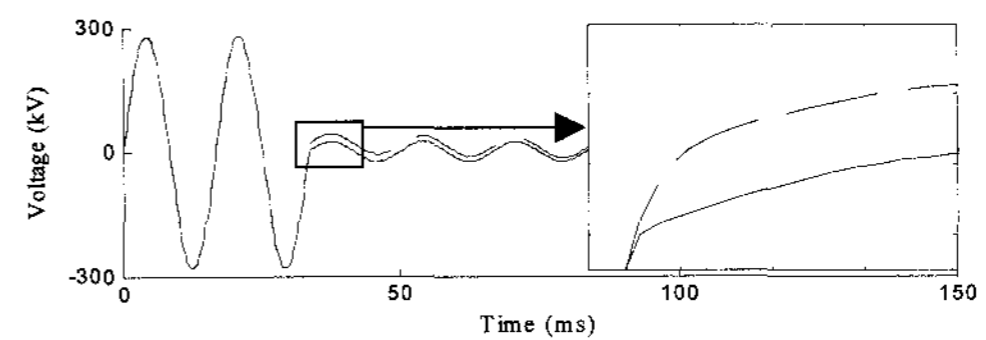
사례 2: 3상 지락 사고, 사고 거리 1km, 사고 저항 0Ω, 사고 위상각 0°

사례 3: 3상 지락 사고, 사고 거리 10km, 사고 저항 0Ω, 사고 위상각 0°

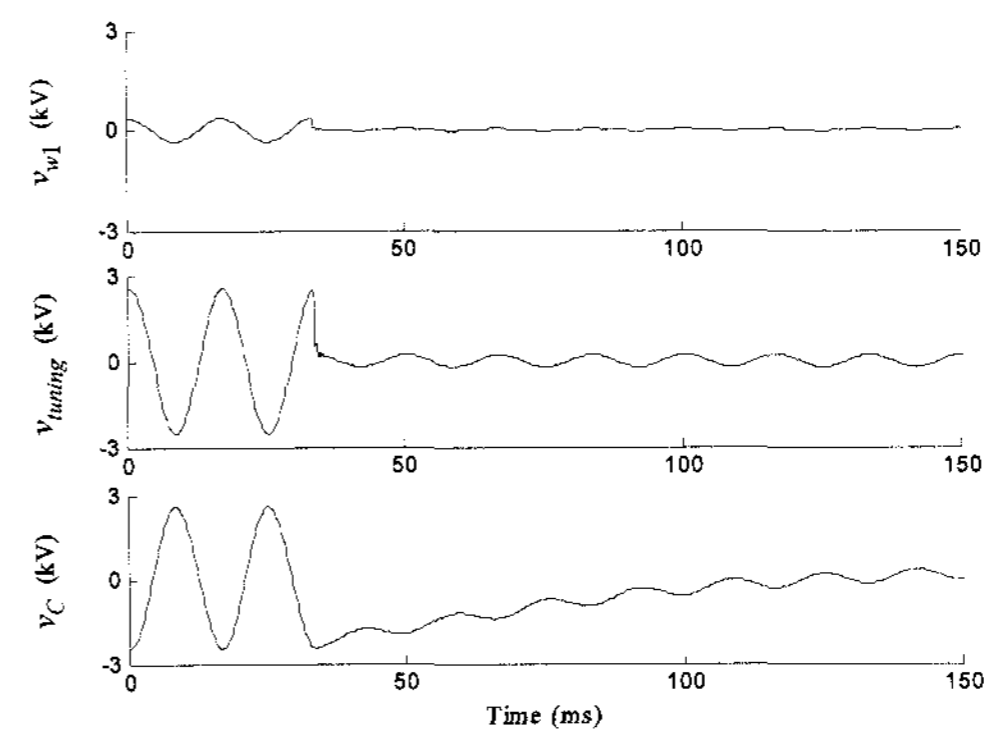
그림 7은 사례 2의 결과를 나타내었다. 사고 발생 시에는 전력 시스템에 60Hz이외의 성분이 존재하므로, 분압 커패시터와 리액터 사이에 큰 전압 강하가 발생하고, v_{w1} 과 함께 CCVT의 오차가 되며, 추정 전압과 참값 사이에는 오차가 있음을 그림 7a를 통하여 알 수 있다. 식 (3), 식 (13), 식 (14)을 이용하여 추정한 v_{w1} , v_{tuning} , v_C 를 그림 7b에 나타내었고, 이를 그림 7a의 추정 전압에 더하여 보정한 결과를 그림 7c에 나타내었다. 보상 전압과 실선으로 나타낸 참값이 유사함을 그림 7c를 통하여 알 수 있다.

사례 3의 결과는 그림 8에 나타내었다. 사례 3은 사례 2와 사고 거리만 다르고, 기타 조건은 모두 같다. 그림 8a에서 나타난 바와 같이, 사고 거리가 길어지면, 추정 전압의 오차가 적게 발생한다. 제안한 알고리즘은 이 경우에도 CCVT의 오차를 감소할 수 있다.

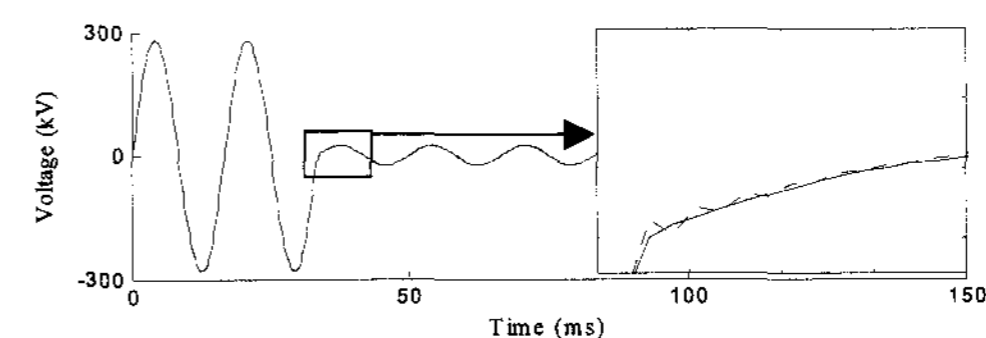
사례 2와 사례 3의 보상 결과, 제안한 알고리즘은 사고 거리가 달라지더라도 3권선 CCVT의 오차를 잘 보상함을 알 수 있다.



(a) 참값(실선), 추정 전압(쇠선)

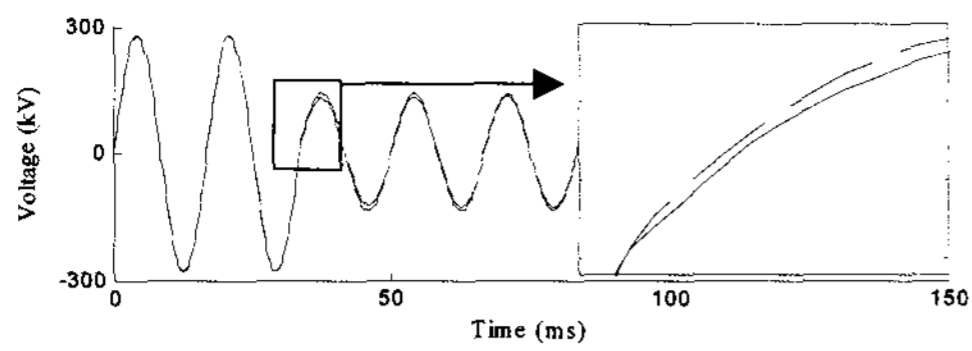


(b) $v_{w1}(t)$, $v_{tuning}(t)$, $v_C(t)$

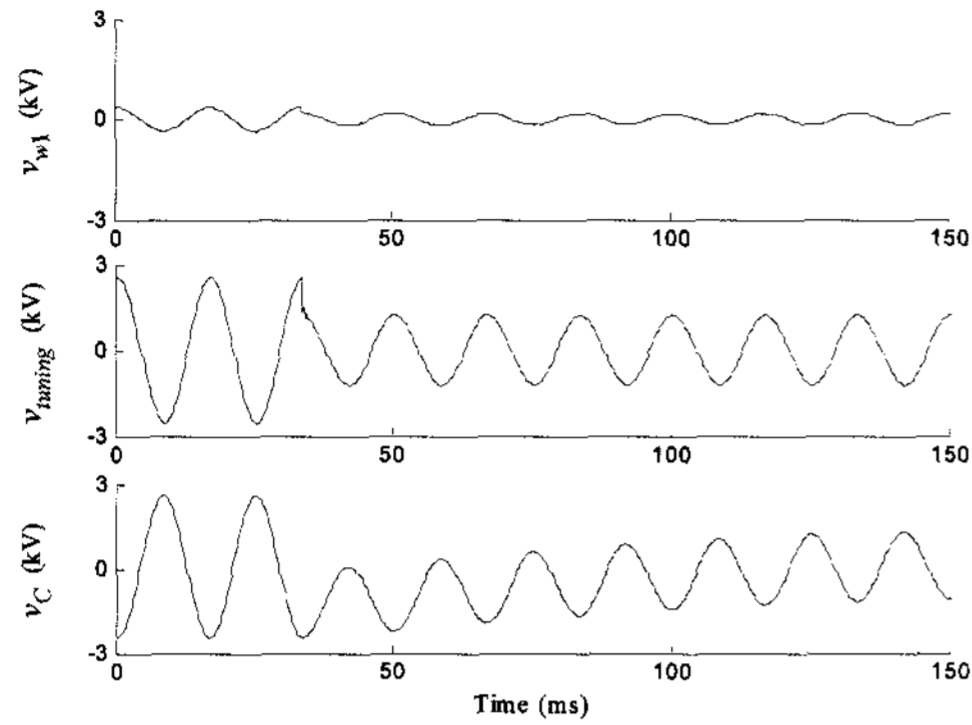


(c) 참값(실선), 보상 전압(점선)

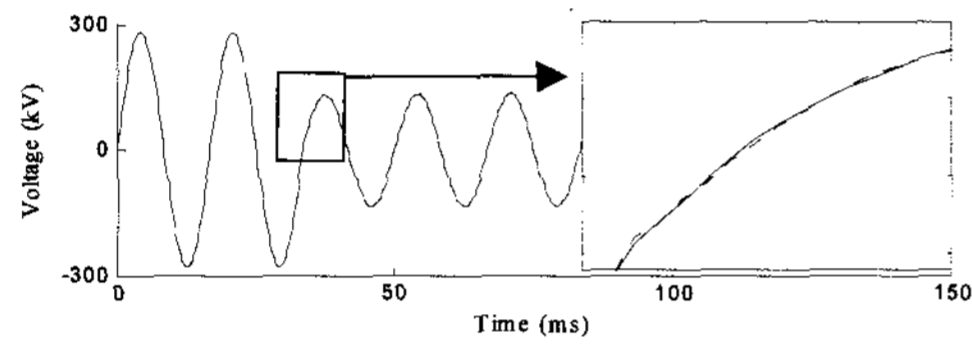
그림 7 사례 2의 결과
Fig. 7 Results of case 2



(a) 참값(실선), 추정 전압(쇄선)



(b) $v_{w1}(t)$, $v_{tuning}(t)$, $v_c(t)$



(c) 참값(실선), 보상 전압(점선)

그림 8 사례 3의 결과

Fig. 8 Results of case 3

3.2.3 사고 저항에 따른 사례 분석

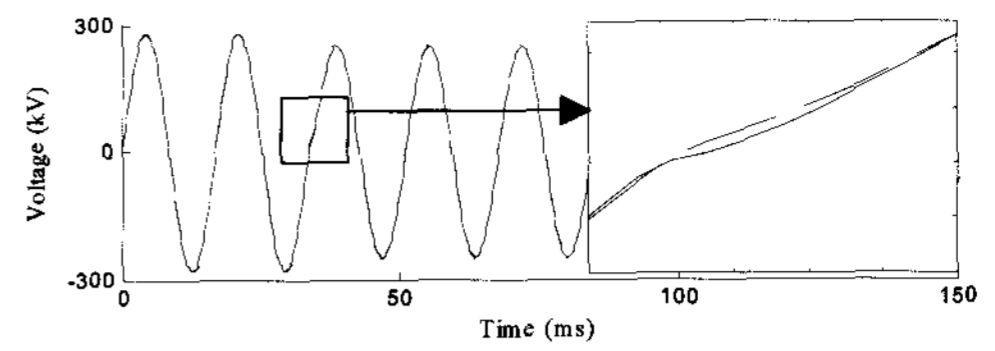
사례 4: 단상 지락 사고, 사고 거리 1km, 사고 저항 10Ω, 사고 위상각 0°

그림 9는 사례 4의 결과를 나타내었다. 그림 9a에서 나타난 바와 같이, 사고 저항이 크면 추정 전압의 오차가 적어짐을 알 수 있다. 보상 알고리즘을 적용하여 구한 v_{w1} , v_{tuning} , v_c 를 그림 9b에 나타내었고, 이를 그림 9a의 추정 전압에 더하면 보상 전압을 그림 9c와 같이 구할 수 있다. 그림 9에서 알 수 있는 바와 같이, 제안한 알고리즘은 사고 저항이 크더라도 오차를 감소할 수 있음을 알 수 있다.

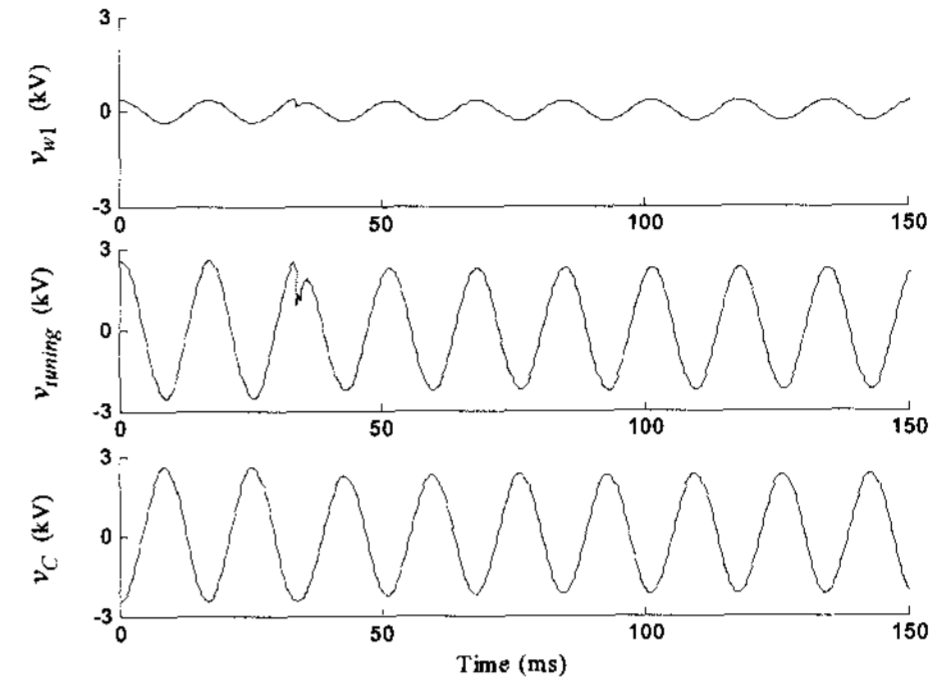
3.2.4 사고 위상각 변화에 따른 사례 분석

사례 5: 3상 지락 사고, 사고 거리 1km, 사고 저항 0Ω, 사고 위상각 90°

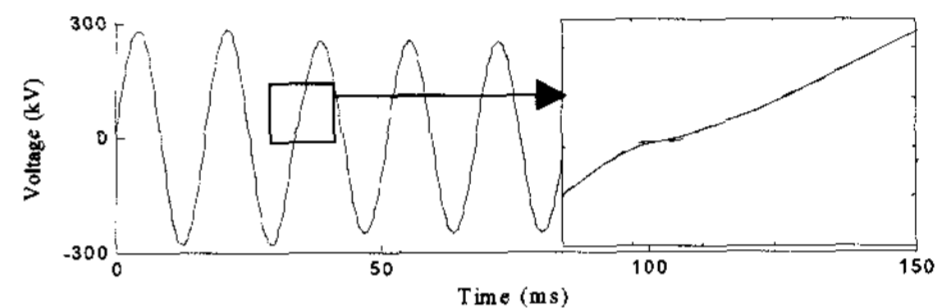
사례 5의 결과를 그림 10에 나타내었다. 사례 5는 사례 2와 비교하여, 다른 조건은 동일하고 사고 위상각을 90°로 한 경우이다. 그림 10a를 보면, 사고 위상각이 0°의 경우에 비하여 오차가 적음을 알 수 있다. 그 이유는 사고 위상각이 작은 경우, 사고 시에 발생한 전류에 dc 성분 성분이 많이 포함되어 오차를 유발하는 반면, 사고 위상각이 90°일 때, 전류에 dc 성분 성분이 거의 발생하지 않아, 아주 짧은 기간 동안만 오차가 발생한다. 제안한 보상 알고리즘을 적용하여 보상한 전압을 그림 10c에 나타내었으며, 보상 알고리즘은 사고 위상각에 무관하게 오차를 감소시킬 수 있다.



(a) 참값(실선), 추정 전압(쇄선)



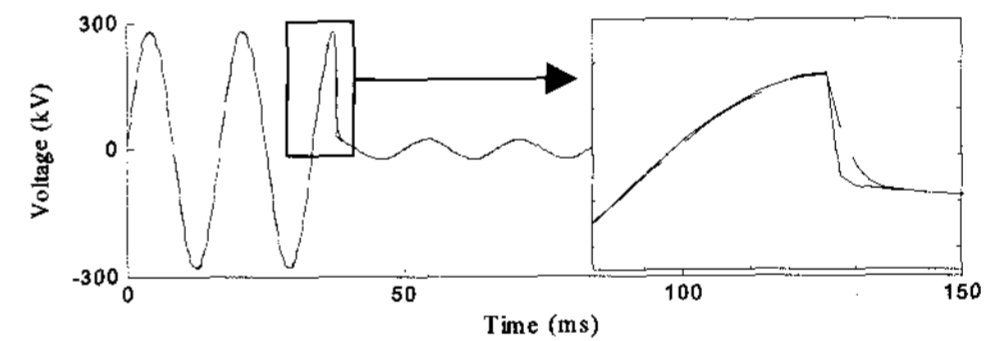
(b) $v_{w1}(t)$, $v_{tuning}(t)$, $v_c(t)$



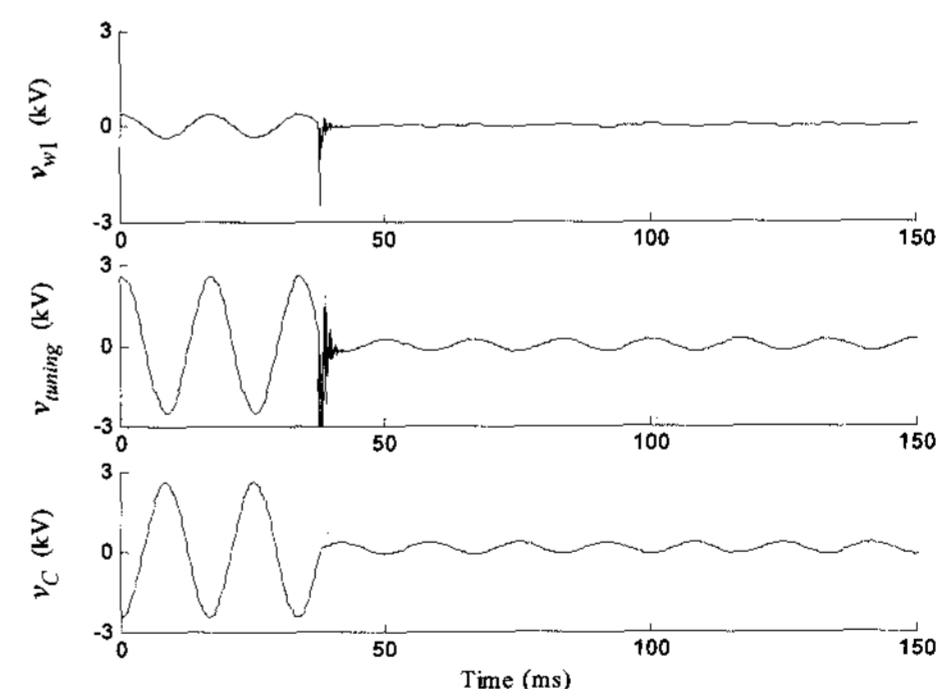
(c) 참값(실선), 보상 전압(점선)

그림 9 사례 4의 결과

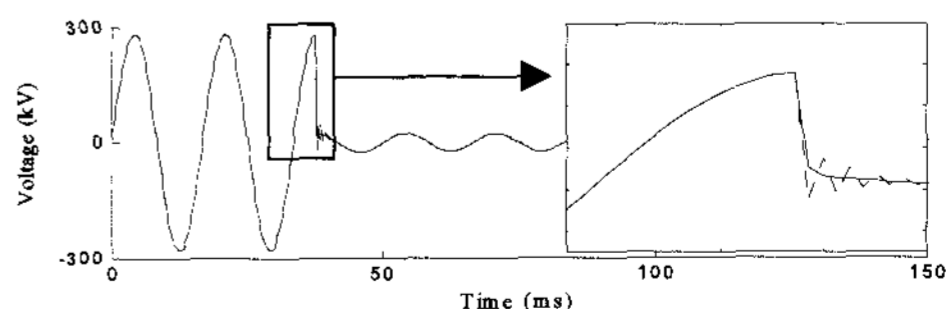
Fig. 9 Results of case 4



(a) 참값(실선), 추정 전압(쇄선)



(b) $v_{w1}(t)$, $v_{tuning}(t)$, $v_c(t)$



(c) 참값(실선), 보상 전압(점선)

그림 10 사례 5의 결과

Fig. 10 Results of case 5

4. 결 론

본 논문에서는 시간 영역에서 3권선 CCVT의 2차 전압 보상 방법을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 측정된 2차 전압으로부터 변압기 1차 전류를 추정하고, 변압기 1차 권선 파라미터, 튜닝 리액터와 분압 커패시터에 걸리는 전압들을 구하고 측정 전압에 더하여 정확한 3권선 CCVT의 1차 전압을 추정하는 방식이다. 제안한 방식은 3권선 변압기의 비선형 특성과 철공진 억제 회로의 비선형 특성을 고려하였다.

사례 연구에서 나타난 바와 같이, 제안한 보상 알고리즘을 적용하였을 경우 정상 상태에서 3권선 CCVT의 비오차와 위상오차가 개선되었을 뿐만 아니라 사고 시에도 전압 오차가 크게 감소함을 알 수 있었다. 사고 거리, 사고 저항, 사고 위상각을 달리하여 사고를 모의하였고, 제안한 보상 알고리즘을 적용하였을 경우 전압 오차가 크게 감소함을 알 수 있었다.

제안한 방식에서는 3권선 CCVT의 오차를 개선할 수 있으므로, 계량기와 보호계전기의 성능을 향상시킬 수 있는 장점이 있다.

참 고 문 헌

- [1] Milan Graovac, Reza Iravani, Xiaolin Wang, and Ross D. McTaggart, "Fast ferroresonance suppression of coupling capacitor voltage transformers," IEEE Trans. Power Delivery, Vol. 18, No. 1, pp. 158-163, January 2003.
- [2] Stanley H. Horowitz, and Arun G. Phadke, Power system relaying, John Wiley and Sons INC, pp. 48-71, 1992.
- [3] Working Group C-5 of the Systems Protection Subcommittee of the IEEE Power System Relaying Committee, "Mathematical models for current, voltage, and coupling capacitor voltage transformers," IEEE Trans. Power Delivery, Vol. 15, No. 1, pp. 62-72, January 2000.
- [4] J. R. Marti, L. R. Linares, and H. W. Dommel, "Current transformers and coupling-capacitor coltage transformers in real-time simulations," IEEE Trans. Power Delivery, Vol. 12, No. 1, pp. 164-168, January 1997.
- [5] J. Izykowski, B. Kaszteny, E. Rosolowski, M. M. Saha, and B. Hillstrom, "Dynamic compensation of capacitive voltage transformer," IEEE Trans, Power Delivery, Vol. 13, No. 1, pp. 116-122, January 1998.
- [6] 강용철, 정태영, 김연희, 장성일, 김용균, "히스테리시스 특성을 고려한 CCVT 2차 전압 보상 방법," 2006년도 대한 전기학회 하계학술대회 논문집 pp. 266-267, July 2006.
- [7] Yong-Cheol Kang, Taiying Zheng, Sung-II Jang, and Yong-Gyun Kim, "Compensation of the secondary voltage of a coupling capacitor voltage transformer in time domain," International Conference in

Electrical Engineering 2006, pp. 9-12, July 2006.

- [8] Y. C. Kang, K. K. Park, S. H. Kang, A. T. Johns, and R. K. Aggarwal, "An algorithm for compensating secondary currents of current transformers," IEEE Trans. Power Delivery, Vol. 12, No. 1, pp 116-124, January 1997.

저 자 소 개



강 용 철 (姜 龍 澈)

1964년 8월 2일생. 1991년 서울대학교 전기공학과 졸업. 1993년 동 대학원 전기공학과 졸업 (석사). 1997년 동 대학원 전기공학과 졸업 (공학박). 현재, 전북대학교 전자정보공학부 부교수.

Tel : 063-270-2391 Fax : 063-270-2394
E-mail : yckang@chonbuk.ac.kr



김 연 희 (金 烟 熙)

1979년 4월 10일생. 2006년 전북대학교 전자정보공학부 졸업. 2006년~현재 전북대학교 대학원 전기공학과 석사과정

Tel : 063-270-2391 Fax : 063-270-2394
E-mail : love35021@chonbuk.ac.kr



정 태 영 (鄭 太 英)

1982년 4월 17일생. 2004년 중국 절강대학교 전기공학과 졸업. 2006년 전북대학교 대학원 졸업(석사). 2006년~현재 동 대학원 전기공학과 박사과정

Tel : 063-270-2391 Fax : 063-270-2394
E-mail : huanxiong417@hotmail.com



장 성 일 (張 成 一)

1971년 8월 30일생. 1996년 강원대학교 전기공학과 졸업. 1998년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2003년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 현재 전북대학교 대학원 전기공학과 BK21 연구교수

Tel : 063-270-2389 Fax : 063-270-2394
E-mail : sijang@chonbuk.ac.kr



김 용 균 (金 容 均)

1973년 7월 4일생. 2000년 홍익대학교 전기공학과 졸업. 2005년~현재 한국IED Eng. 대표이사

Tel : 02-529-2113 Fax : 02-571-9207
E-mail : ygkim@hankookied.com