

무정전 전원장치에 순시 전압 검출 방법에 관한 연구

성국남*, 이우철
한경대학교 전기공학과

A study on Detection Method of Instantaneous Voltage for UPS Power Supply

Kook-Nam Sung*, Woo-Cheol Lee
HanKyong National University Dept. of Electrical Engineering

ABSTRACT

전력계통에서 발생하는 전기의 품질 저하문제는 순시적 전압강하 등 전압의 크기문제 뿐 아니라 고조파 또한 상당부분을 차지하고 있으며, 그 피해 또한 매우 심각하게 나타난다. 이러한 피해를 최소화하기 위한 일련의 방법으로 UPS 시스템을 사용하게 되는데 이 UPS 시스템을 사용하는데 있어서 빠르게 에러를 검출하는 방법을 필요로 한다. 이 논문에서는 그 방법에 대해 연구해 보도록 한다.

1. 서 론

디지털 컴퓨터나 자동화 설비 제조공정과 같은 정보화, 자동화로 대표되는 오늘날, 전원의 외란에 민감한 부하 설비들이 많이 등장함에 따른 산업현장에서의 전력품질 저하는 단순히 생산되는 제품의 품질저하 뿐 아니라 정보의 손실로 인한 경제적 손실, 심지어 사회적 혼란으로까지도 이어질 수 있다고 보고되고 있다. 이는 계통의 전력품질은 물론 전기기기의 오작동 및 전력변환기의 정격용량 증가와 같은 문제로도 이어지게 된다. 이를 막기 위해 한전배전 계통공급기준 같은 전력품질 기준을 설정하고 엄격히 규제하고 있다. 이러한 계통의 전력품질 향상을 위해서 부하에서 발생하는 무효전력성분을 별도의 장치를 이용하여 계산된 무효전력을 보상하게 된다. 무효전력성분을 계산하고 보상을 하는 방법으로, 크게 평균전력이론과 순시전력이론으로 구분할 수 있다. 평균전력이론은 매주기마다 측정된 부하의 평균전력을 계산하고 이를 이용하여 무효전력성분을 연산하게 되는 것인데, 이는 무효전력성분을 연산하고 보상하기 위해 한 주기의 지연시간이 발생하는 단점을 가지고 있다. 이에 비해 순시전력 이론은 좌표변환을 통해 실시간으로 무효전력을 보상할 수 있는 장점이 있지만, 연산을 위해 고성능의 제어기가 필요한 단점을 가진다.^[1-2]

본 논문에서는 정상시에는 전류제어모드로 제어되고 있는 APF모드에서 전원 전압 상에 문제 발생 시 전압제어모드로 동작이 되는 UPS모드로 절체가 되는 시스템을 구현하였다.

그러나 절체가 되기 위한 이상전압을 감지하는 전압검출을 사용함에 있어서, 순간의 과도상태로 인해 이상전압이 발생한 후의 문제로 인해 즉시 검출이 되지 않고 약간의 시간이 지연된 후 이상전압을 감지하여 APF모드에서 UPS모드로 전환된다. 시간지연으로 인해 시스템 부하 측의 민감한 부하 장비에 커다란 영향을 미칠 수 있다.

이러한 영향을 줄이기 위하여 DQ 좌표변환을 사용하고 있는 순시전력 제어를 통해 순시 전압 검출 분석, 연구해 보도록 한다.

2. 동기좌표계 원리를 이용한 전압검출방법

동기좌표계를 사용하는 이유로는 3상 시스템의 순시 모델이라서 시스템의 순시 제어가 가능하다는 점, 동기좌표계 모델을 통해 나온 값은 직류값이기에 제어하기 용이하다. 또한 동기좌표계 모델에서는 어떤 변수를 직교하는 두 가지 성분으로 분리 가능하고 유·무효전력 제어를 용이하게 한다. 그러나 현재의 동기좌표계 모델링 기법은 단상시스템에서 적용할 수 없으므로 계통연계 인버터와 같이 다양한 제어 및 보호기능이 필요한 시스템에서 많은 어려움이 따른다. 따라서 단상시스템에서도 동기좌표계를 적용한다면 단상 시스템의 단점을 극복할 수 있고, 3상 시스템에서 사용되어지는 다양한 알고리즘을 이용할 수 있다.^[3]

그림1은 동기좌표계 원리를 이용하여 전원전압을 검출을 하여 APF와 UPS간의 모드 절체에 대한 설명을 다룬 그림이다.

고정좌표계로 변환을 하는데 3상 좌표계인 경우 실수부, 허수부가 존재하여 변환하는데 용이하지만, 단상인 경우 고정좌표계 변환을 하는데 실수부는 존재하는데 허수부는 존재하지 않아 90° 지연된 허수부를 만들어 주는데, 디지털 제어에서는 이 부분을 All Pass Filter를 이용하는 기법으로 고정좌표계를 만

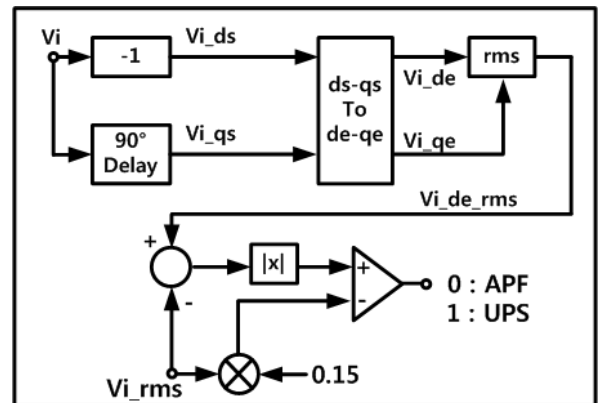


그림1. 전압검출에 따른 APF → UPS모드 절체 블록 다이어그램
Fig 1. Block Diagram for APF to UPS mode conversion according to the voltage detection

들어 준다. q축에 대해서는 큰 의미는 없다. 회전 좌표계로 변환을 해주기 위한 성분일 뿐, 제어를 사용하는데 필요한 성분은 d축 성분이다.

입력 전원이 V_i 의 값을 다음과 같이 한다면,

$$V_i = V_{peak} \sin \omega t \quad (1)$$

고정좌표계, 회전좌표계를 통과하여 나온 $V_{i_{de}}$, $V_{i_{qe}}$ 값으로 rms 값을 구하면,

$$V_{i_{de_rms}} = \sqrt{V_{i_{de}}^2 + V_{i_{qe}}^2} = V_{rms} \quad (2)$$

$V_{i_{de_rms}}$ 값은 실제로 받고 있는 전원의 rms라고 보면 되겠다. 이 값과 미리 정해놓은 V_{i_rms} 값과 연산을 하면,

$$V_{i_{de_rms}} - V_{i_rms} = V_{i_error} \quad (3)$$

이 V_{i_error} 값과 정해놓은 값 $V_{i_rms} * 0.15$ 를 한 값과 비교를 하여 V_{i_error} 의 값이 커져버리게 되면 일반적으로 들어오는 전압이 정상 범위를 초과해 버리게 되므로 결국 전원 전압상에 문제가 발생했다는 의미로 판단, 그 상황이 되면 바로 UPS모드로 절체를 해주어야 한다.

그런데 이렇게 검출을 하는 과정에서 전원전압의 새그 발생 위상 위치가 0° 에서 발생하면 바로 UPS모드로 동작하게 되는데 새그 발생 위치가 0° 가 아닌 다른 위상에서 발생했을 경우 UPS모드로 절체 함에 있어 어느 정도의 딜레이 후 UPS모드로 동작을 하게 된다.

3. 실험 파형

본 논문에서 전원전압검출을 위해 사용한 디지털 시스템은 DSP TMS320C33을 사용하였다.

그림2는 전원전압검출에 따른 APF→UPS모드 절체 파형을 나타낸 그림이다. 입력 전원은 207V를 인가하였고 새그를 일으킨 전압은 110V로 하였다. $V_{i_{ds}}$ 파형은 전원전압과의 위상이 180° 차이가 나는 파형이기 때문에 전원전압 파형이라고 생각할 수 있다. 일단 입력전원의 제로 크로싱 부분에서 새그가 일어나게 되면 $V_{i_{ds}}$ 파형과 $V_{i_{qs}}$ 파형은 별다른 과도 현상없이 떨어지면서 즉시 모드 절체가 되는 것을 확인할 수 있다.

그림3과 같은 경우는 제로 크로싱이 아닌 부근에서 새그를

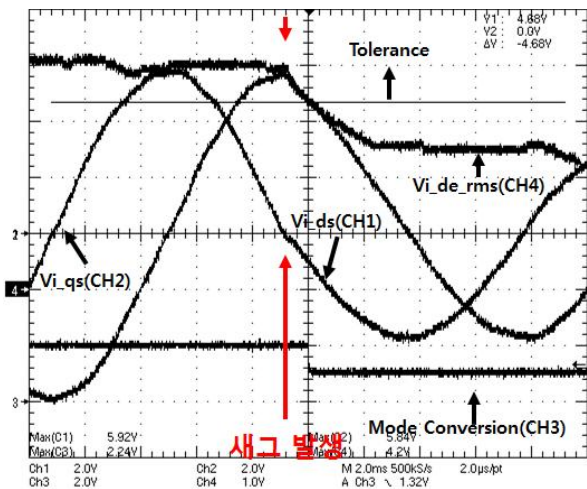


그림2. 전원전압검출에 따른 APF → UPS모드 절체 파형1
Fig 2. The waveform-1 of APF to UPS mode conversion according to the grid-source voltage detection
CH1 : 100V/div, CH2 : 100V/div, CH3 : 2V/div, CH4 : 50V/div

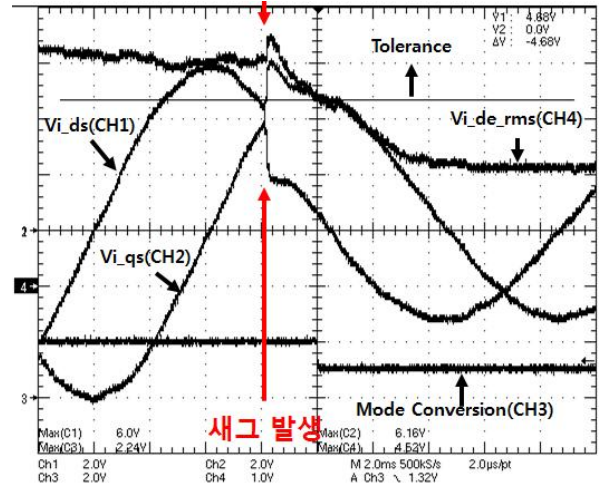


그림3. 전원전압검출에 따른 APF → UPS모드 절체 파형1
Fig 3. The waveform-1 of APF to UPS mode conversion according to the grid-source voltage detection

CH1 : 100V/div, CH2 : 100V/div, CH3 : 2V/div, CH4 : 50V/div 일으켰을 때의 파형이다. 새그가 일어나게 되면 그 시점에서 $V_{i_{ds}}$ 파형은 즉시 변동을 하는데 반해, $V_{i_{qs}}$ 파형은 $V_{i_{ds}}$ 파형과는 반대로 증가를 하게 된다. 이로 인해 $V_{i_{ds}}$, $V_{i_{qs}}$ 와 관련이 있는 $V_{i_{de_rms}}$ 값은 $V_{i_{qs}}$ 파형의 모양과 같이 증가를 하게 된다.

이렇게 $V_{i_{de_rms}}$ 값이 순간 증가하게 되면서 Tolerance부분에 교차되는 시간이 지연되기 때문에 Mode Conversion을 하는 시간이 지연되는 것을 확인할 수 있다. Tolerance는 입력 전압의 85%에 해당하는 부분이다.

4. 결 론

본 논문은 동기좌표계를 이용한 전압검출 방법에 대해 알아보았다. 전원전압검출을 하는 실험을 통해 Mode Conversion을 하는데 있어 dq변환에서 고정좌표계의 q축으로 인한 시간지연이 발생을 한다는 것을 확인할 수 있었다. 이 문제에 대해서는 전역통과필터를 연구를 하여 지연되는 시간을 줄이기 위하여 추후 연구를 하겠다.

본 연구는 지식경제부의 지원에 의하여 기초전력연구원 (2010T100100428) 주관으로 수행된 과제임.

참 고 문 헌

- [1] S.R. Lee, C.H. Jeon, S.H. Ko and Y.C. Shin "Implementation for Multi-Function Inverter for Grid-Connective Power System" ICPE2004. 137~140. October, 2004
- [2] Toshihiko Tanaka, Yasushi Omura, Masayoshi Yamamoto "A Nover Real-Time Detection Method of Active and Reactive Currents for Single-Phase Active Power Filters" IEEE Power Electronics Specialists Conference. 2007.
- [3] George A O'Sullivan, Fuel Cell, Inverters for Utility Application IEEE PESC2000, pp 1191_1194, 2000