

# LabVIEW와 Multisim의 Co-simulation을 이용한 3-Level NPC Inverter의 시뮬레이션

김선태, 지준근

순천향대학교 대학원 전기통신시스템공학과

## Simulation of 3-Level NPC Inverter using Co-simulation of LabVIEW and Multisim

Sun Tae Kim, Jun Keun Ji

Department of Electrical Communication System Engineering

Graduate School SoonChunHyang University

### ABSTRACT

본 논문에서는 LabVIEW와 Multisim을 이용한 Co simulation 기능으로 얻은 시뮬레이션 결과와 그 과정을 기술한다. 3 Level NPC Inverter를 제어하였으며 동일한 조건에서 PSIM으로 시뮬레이션한 결과와 비교하여 보았다.

### 1. 서 론

오늘날 시간이 지날수록 엔지니어들은 더욱 복잡하고 어려운 기능들을 요구받는다. 때문에 개발 시간을 크게 단축할 수 있는 것은 결코 무시하지 못할 중요한 사항이다. 또한 이는 급변하는 오늘날에 있어서 시장 출시 시간과도 직결되는 문제이다. 각각의 프로그래밍 언어들은 특정 분야에서 선호되는 성능들을 지니고 있는데, 그중 LabVIEW는 제어와 측정분야에서 매우 뛰어난 성능을 발휘한다. 또한 GUI 프로그래밍 언어이기 때문에 텍스트 기반 언어에 비해 특별한 전문지식 없이도 쉽게 개발이 가능하고 프로그램을 직관적으로 이해하여 빠른 디버깅이 가능해 상당한 개발 시간의 단축을 가져올 수 있다. LabVIEW는 Multisim에서 구성되는 회로를 연계하며 Co simulation을 수행하는 기능으로 말미암아 다양한 전력전자 시스템을 시뮬레이션 할 뿐만 아니라, 프로그램 언어이기 때문에 컴파일하여 바로 타겟에 배포가 가능하다. 본 논문에서는 3 Level NPC Inverter와 LabVIEW Co simulation의 개요를 간략하게 설명하고 동일한 조건에서 PSIM과 LabVIEW Co simulation의 시뮬레이션 결과를 비교하였다.

### 2. LabVIEW와 Multisim의 Co-simulation

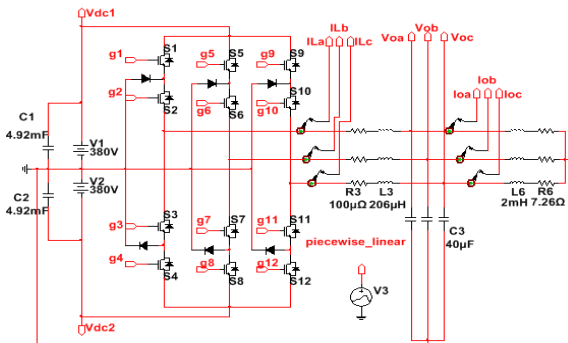


그림 1. 3-level NPC Inverter 멀티심 회로도

그림 1은 3 Level NPC Inverter의 멀티심 회로도를 나타낸다. Co Simulation 터미널은 각 상의 전압, 전류들의 정보를 LabVIEW로 전송하거나 반대로 스위칭 신호를 받아들이는 역할을 한다.

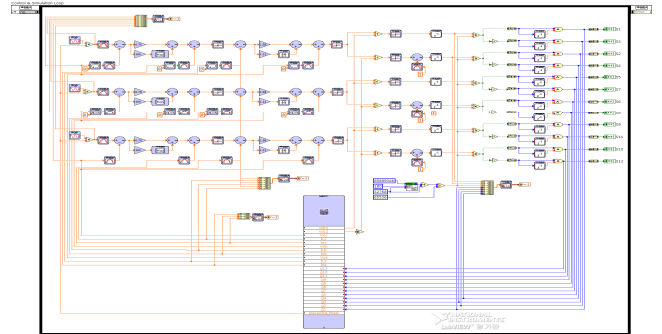


그림 2. LabVIEW 제어 프로그램

그림 2는 LabVIEW 제어 프로그램을 나타내며, 각각의 블록을 통해서 전압, 전류를 제어하는 역할을 한다. Co simulation 블록은 Multisim과 반대로 각 상의 정보들을 불러오거나 스위칭 신호를 내보냄으로써 시뮬레이션이 이루어진다.

### 3. 3-LEVEL NPC Inverter

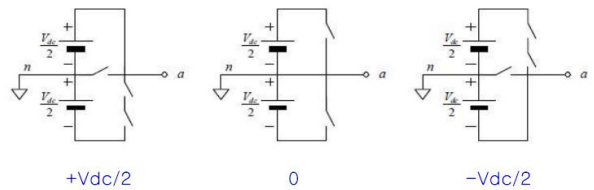


그림 3. 3-Level 인버터의 스위칭 상태에 따른 폴 전압

그림 3은 3 Level 인버터의 스위칭 상태와 폴 전압의 관계를 보여준다. NPC형 3 Level 인버터의 장점은 2 Level 인버터와 비교할 때 출력 전압과 전류의 고조파 성분을 반 이상 줄이고 스위칭시 부하에 인가되는 전압 스트레스를 줄이는 등의 장점들이 있다. 한편, 각 상의 회로 구성의 대칭성으로 독립된 단상 3 Level Inverter로 모델링할 수 있으며, 회로의 전압 방정식은 식 (1), 식 (2) 와 같다. 여기서  $x = a, b, c$  이고  $v_{ix}, v_{ox}, i_{ix}, i_{ox}$  는 필터 앞단과 부하의 전압 및 전류들이며,  $R_f, L_f, C_f$  는 필터 저항, 인덕턴스, 정전용량을 나타낸다.

$$v_{ix} = R_f i_{ix} + L_f \frac{di_{ix}}{dt} + v_{ox} \quad (1)$$

$$v_{ox} = \frac{1}{C_f} \int_0^t (i_{ix} - i_{ox}) d\tau + v_{ox}(0) \quad (2)$$

이로부터 전류 제어기는 일반적으로 사용되는 PI 제어기를 사용하여 아래 식과 같이 설계한다.

$$K_{P_i} = L_f \omega_c, \quad K_{I_i} = R_f \omega_c \quad (3)$$

$$\frac{I_{ix}}{I_{ix}^*} = \frac{\omega_c}{s + \omega_c} \quad (4)$$

여기서  $\omega_c$ 는 전류제어기의 대역폭,  $K_{P_i}$ ,  $K_{I_i}$ 는 전류 제어기의 비례 이득과 적분 이득이다.

$$G_{PR}(s) = K_{P_v} + K_{R_v} \frac{2\omega_{cut}s}{s^2 + 2\omega_{cut}s + \omega_o^2} \quad (5)$$

전압 제어기는 단상 전압 제어기로 우수한 제어 특성을 갖는 비례 공진 제어기를 사용하기로 하고 전담함수는 식 (5)와 같으며, 공진주파수( $f_o$ )는 기준전압의 주파수와 동일하게 설정한다.

#### 4. 시뮬레이션 결과 비교

본 절에서는 PSIM과 LabVIEW Co simulation에서 얻어진 결과들을 비교하였다. 모두 이산 시간 시뮬레이션을 수행하였으며 PSIM은 C언어를 사용하지 않고 PSIM Digital Control Module의 블록을 이용하여 설계하였다. LabVIEW와 PSIM 모두 이산 시간 시뮬레이션을 수행하였으며, Time Step은 0.25us로 설정하였고 PWM 삼각파의 sampling time은 1us로 설정을 하였다. 삼각파 주파수는 20kHz이다.

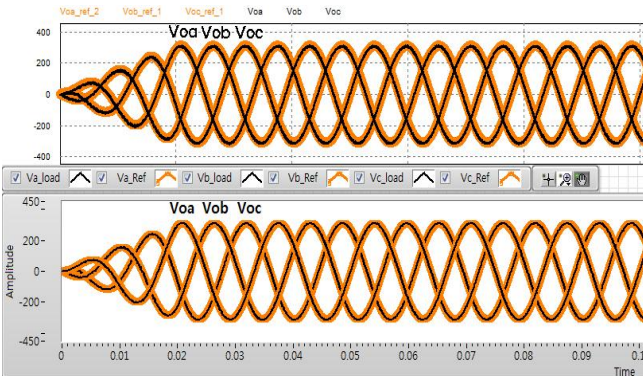


그림 4. 부하 전압 파형

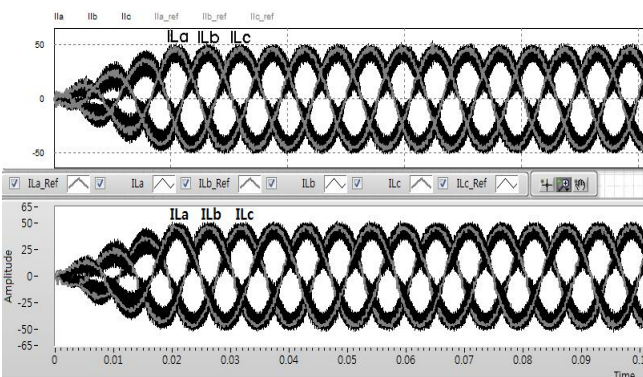


그림 5. 필터 인덕터 전류 파형

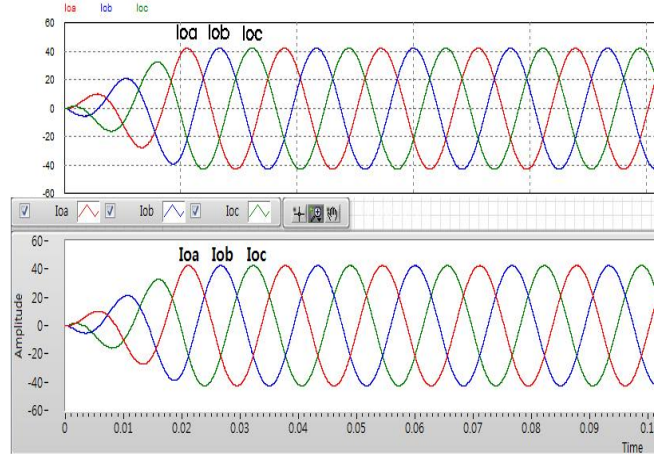


그림 6. 부하 전류 파형

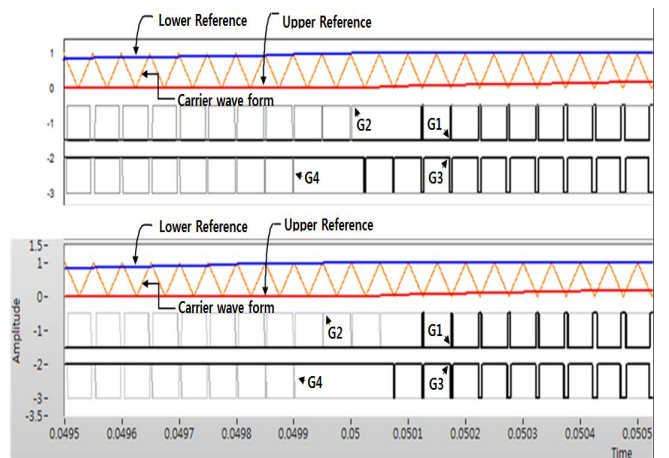


그림 7. PWM 게이트 신호 파형

그림 4, 5, 6, 7은 각각 부하 전압, 필터 인덕터 전류, 부하 전류, PWM 게이트 신호 파형을 나타내며, 각각 상단은 PSIM의 결과를 하단은 LabVIEW Co simulation의 결과를 나타낸다. 그림 5의 경우 파형 속 연한 부분은 필터 인덕터 전류 지령을 나타낸다. 그림들에서 알 수 있듯이, PSIM의 simulation 결과와 LabVIEW Co simulation의 결과가 일치하는 것을 볼 수 있었다.

#### 5. 결 론

본 논문에서는 3 Level NPC Inverter를 모델로 하여 LabVIEW와 Multisim의 Co simulation을 이용한 결과를 PSIM의 시뮬레이션 결과와 대조해 보았는데 일치하였다. LabVIEW와 Multisim의 Co simulation은 쉽고 간편하며 시뮬레이션뿐만 아니라, 타겟에 직접 배포가 가능하다는 점에서 전력전자 엔지니어들도 기대를 할 수 있다고 생각된다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 노의철, 정규범, 최남섭, 전력 전자 공학 제 3판, 문운당, 2013, PP.491 513
- [2] 지준근, 풍섬남, 구대관, "3상 4선식 UPS 인버터의 2 병렬 운전", 전력전자학술대회 논문집, PP.544 545, 2012.