

2상 유도전동기 구동 2상 인버터를 위한 새로운 PWM제어방식 I - 2-레그 타입 및 4-레그 타입의 경우 -

張 都 鉉[†]

Novel PWM Methods for Two-Leg and Four-leg Two-Phase Inverter Fed Two-Phase Induction Motor

Do-Hyun Jang

요 약

본 논문에서는 2상 유도전동기의 가변속장치인 2-레그 및 4-레그 2상 인버터의 PWM 방식을 제안하였다. 기존의 SVPWM방식을 2-레그 인버터에 적용하기가 복잡하나, 본 논문에서는 캐리어 삼각파와 PWM방식으로 단순화시켰다. 4-레그 인버터의 경우 전압벡터가 16개가 되어 전형적인 공간전압벡터이론을 적용하기가 복잡하다. 따라서, 본 논문에서는 이를 대신하여 2-레그 인버터형 삼각파와 PWM방식을 기본으로 하여 4-레그 인버터에 적용할 수 있는 삼각파와 PWM파형으로 단순화하였다. 제안된 2상 PWM방식에 대한 타당성을 확인하기 위해 모의 실험과 실험이 실행되었다.

ABSTRACT

In this paper the novel pulsewidth modulation(PWM) technique for the two-leg and four-leg two-phase inverter is proposed. The conventional space vector PWM technique for two-phase inverter was complex. The proposed PWM for two-leg inverter, which is used by sinusoidal PWM method, is simpler than the conventional SVPWM technique. Also, a simple PWM technique for four-leg two-phase inverter is proposed. Such PWM technique is based on PWM technique for two-leg inverter. Practical verification of theoretical predictions is presented to confirm the capabilities of the new techniques.

Key Words : two-leg and four two-phase inverter, two-phase induction motor drives, carrier-based PWM technique

1. 서 론

2상 유도전동기는 단상 유도전동기의 단점을 개선하기 위하여 2상의 권선이 90°의 위상차를 가지도록 대칭으로 감은 것이다. 이러한 2상 유도전동기를 가변속제어를 위한 2상 인버터는 하프 브리지형 (half

bridge type)의 2-레그(leg) 2상 인버터(2-레그 인버터), 풀브리지형(full bridge type)의 4-레그 2상 인버터(4-레그 인버터), 그 외 3-레그 2상 인버터(3-레그 인버터)로 나누어진다.

2상 유도전동기의 구동을 위한 2상 인버터의 연구는 소자의 수가 적은 2-레그 인버터가 주종을 이루고 있으며^[1-4], 최근 3-레그 인버터에 대한 연구결과들도 발표되기도 하였다^[5]. 그러나 스위칭 소자의 수가 많이 요구되는 4-레그 인버터에 대한 연구에 대한 발표 사례는 많지 않다^[1].

[†]교신저자 : 정회원, 호서대 전기정보공학부 교수
E-mail : jangdh@office.hoseo.ac.kr
접수일자 : 2005. 1. 18 1차 심사 : 2005. 4. 20
2차 심사 : 2005. 6. 2 심사완료 : 2005. 6. 16

2-레그 인버터는 3상 인버터와는 달리 영 전압 벡터 (zero voltage vector)가 존재하지 않고 4개의 전압벡터만을 생성할 수 있기 때문에 전형적인 공간벡터 비교변조방식(space vector pulsewidth modulation : SVPWM)방식을 적용하지 못했으나, 최근에는 역전압 벡터를 이용하여 2-레그 인버터를 SVPWM 기술이 제안되기도 하였다^[4,5].

본 논문에서는 오프셋 전압 입력 원리(offset voltage inserting method)의 개념을 이용하여 기존의 2-레그 인버터의 SVPWM방식을 단순화시킨 정현파 PWM(sinusoidal PWM : SPWM) 제어방식을 제안하였다. 4-레그 인버터는 전압의 제어범위가 넓음에도 불구하고 소자의 수가 많이 필요하고, 이에 따라 경제성이 낮은 관계로 이에 대한 연구는 거의 찾아보기가 어렵다. 본 논문에서는 이론적인 측면에서 2-레그 인버터용 SPWM제안방식을 기준으로 하여 4-레그 인버터에 적용할 수 있는 간단한 PWM제어방식을 제안하였다. 또한 2-레그 인버터 또는 4-레그 인버터에 연결된 2상 부하시스템에 대해 본 논문에서 제안한 두 SPWM제어방식으로 모의 실험과 실험을 수행하였다. 여기서 접근한 2상 유도전동기는 A상과 B상의 권선은 서로 임피던스가 같고 전기적으로 90°로서 평형을 이루고 있다고 가정한다.

2. 기존의 2-레그 인버터의 SVPWM 방식

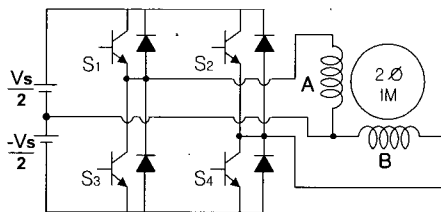


그림 1 2상 유도전동기를 위한 2-레그 인버터 시스템
Fig. 1 Two-leg inverter for two-phase induction motor drives

일반적인 2-레그 2상 인버터(2-레그 인버터)의 경우 영 전압 벡터가 존재하지 않으므로 전형적인 SVPWM 방식^[2]을 적용하기가 어려운 것으로 알려져 왔으나 최근 2-레그 인버터를 구현하기 위한 SVPWM 방식이 제안되었다^[4,5].

2상 유도전동기를 구동하기 위한 2-레그 인버터 시스템은 그림 1과 같이 4개의 스위칭 소자와 중성점을 가진 직류 전원으로 구성된 하프 브리지 방식이다. 2-레그 인버터내의 4개 스위치의 ON/OFF에 따라 그

림 2(a)와 같이 4개의 스위칭 상태가 존재한다. 4개의 스위칭 상태는 그림 2(b)와 같이 크기가 $V_{dc}/\sqrt{2}$ 이며, 위상차가 90°인 4개의 출력 전압 벡터로 나타낼 수 있다. 이때 4개의 전압벡터는 정사각형을 이루며, 전압 벡터내에서 선형전압 제어영역의 최대 궤적의 크기는 $V_{dc}/2$ 이다.

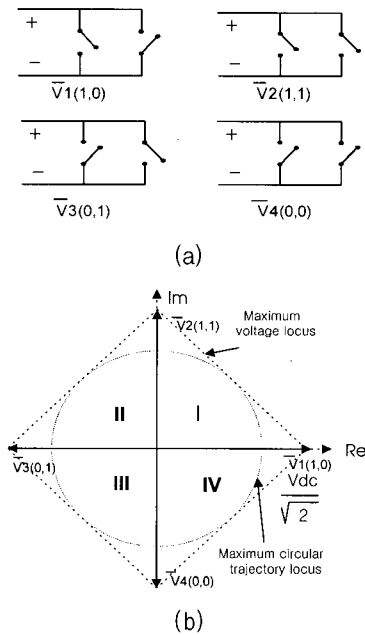


그림 2 (a) 2-레그 인버터에서 4개의 스위칭 상태
(b) 4개의 출력전압 벡터
Fig. 2 (a) Four switching states in two-leg inverter
(b) Four voltage vectors

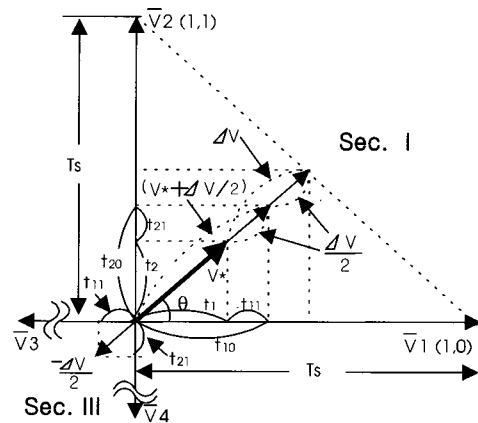


그림 3 2-레그 인버터에서 SVPWM 방식을 구현하기 위한 스위칭 시간의 결정
Fig. 3 Determination of switching times in SVPWM of two-leg inverter

일반적인 3상 인버터의 SVPWM방식의 원리는 기준 전압 벡터 V^* 의 크기가 최대 전압 궤적에 이르지 않는 한 스위칭 시간 t_1 과 t_2 의 합은 샘플링 주기 T_s 보다 작게 되며, 그 나머지의 시간에 해당하는 만큼 인버터는 영 전압 벡터로서 출력한다. 2-레그 인버터의 경우 영 전압 벡터를 출력하지 못하므로 다음과 같은 방식으로 T_s 를 만족하게 한다. 즉, 최대 전압벡터까지의 거리와 실제 전압벡터와의 차이 ΔV^* 를 구하고 이를 2등분하여 각각 그림 3과 같이 현재 영역 I에서 V^* 와 더하여 “수정 전압벡터” ($V^*+\Delta V^*/2$)로 실행하고, 상대 영역 III에서는 “역제 전압벡터” ($-\Delta V^*/2$)를 실행한다. 상대영역에서 ($-\Delta V^*/2$)를 실행하면 주영역의 벡터와 서로 상쇄되어 결과적으로 영벡터를 출력하는 효과를 얻을 수 있게 된다.

각 전압 벡터에서 스위칭하는 시간은 그림 3을 참조하여 다음과 같이 나타낼 있다.

$$T_s = (t_1 + t_{11}) + (t_2 + t_{21}) + t_{11} + t_{21} \\ = t_{10} + t_{20} + t_{11} + t_{21} \quad (1)$$

여기서, 수정기본벡터를 구현하는 스위칭 시간 t_{10} 및 t_{20} 을 구하면 다음과 같다^[4].

$$t_{10} = \frac{\sqrt{2}T_s}{V_{dc}} \left(\frac{V_{dc}}{2\sqrt{2}} \frac{1}{\cos\theta + \sin\theta} + \left| \frac{V^*}{2} \right| \right) \cos\theta \quad (2)$$

$$t_{20} = \frac{\sqrt{2}T_s}{V_{dc}} \left(\frac{V_{dc}}{2\sqrt{2}} \frac{1}{\cos\theta + \sin\theta} + \left| \frac{V^*}{2} \right| \right) \sin\theta \quad (3)$$

단, 여기서 θ 는 각 섹터의 시작에서부터 기준전압 벡터까지 반시계 방향으로 표시되는 각도이며, $0^\circ < \theta \leq 90^\circ$ 이다. 역제 벡터를 구현하는 스위칭 시간 t_{11} 및 t_{21} 을 구하면 다음과 같다.

$$t_{11} = \frac{\sqrt{2}T_s}{V_{dc}} \left(\frac{V_{dc}}{2\sqrt{2}} \frac{1}{\cos\theta + \sin\theta} - \left| \frac{V^*}{2} \right| \right) \cos\theta \quad (4)$$

$$t_{21} = \frac{\sqrt{2}T_s}{V_{dc}} \left(\frac{V_{dc}}{2\sqrt{2}} \frac{1}{\cos\theta + \sin\theta} - \left| \frac{V^*}{2} \right| \right) \sin\theta \quad (5)$$

3. 2-레그 2상 인버터의 제안 PWM방식

그림 1과 같이 2-레그 인버터가 2상 유도전동기에 연결된다고 가정할 때 상전압(V_{as} , V_{bs})과 출력 전압(V_{an} , V_{bn})과의 관계식은 다음과 같다.

$$V_{an} = V_{as} + V_{sn} \quad (6)$$

$$V_{bn} = V_{bs} + V_{bn} \quad (7)$$

여기서 오프셋 전압 V_{sn} 은 출력 전압을 증가시키는 역할을 한다. 그림1을 볼 때 부하측 2상 권선의 중성점이 입력 전압의 중성점에 연결되어 3상 인버터에서 형성되는 오프셋 전압 V_{sn} 이 2-레그 인버터에서는 형성되지 않는다. 따라서 그림 4의 2-레그 인버터를 오프셋 전압 주입 원리로 적용하면 V_{sn} 이 0이 되고 이에 따라 출력전압과 상전압은 동일해지며, SPWM방식으로 정의할 수 있다^[7]. 이 방식은 오프셋 전압의 설정과정이 없으므로 구현이 간단하며, 아날로그 회로도도 구현이 용이하다. A상 및 B상의 출력전압 V_{an} , V_{bn} 과 상전압 V_{as} , V_{bs} 은 다음 식과 같이 표현된다.

$$V_{an} = V_{as} = \sqrt{2} V_s \sin\omega t \quad (8)$$

$$V_{bn} = V_{bs} = \sqrt{2} V_s \sin(\omega t - 90^\circ) \quad (9)$$

3상 PWM인버터의 오프셋 전압 주입원리를 2-레그 인버터에 적용하여, A, B상의 상위 스위치의 ON 시간 S_1, S_2 를 구현하는 절차를 그림 4에서 보여주고 있다.

그림 5에서는 삼각과 비교방식에 의해 2-레그 인버터 A, B상의 상위 스위치의 ON 시간을 구하는 방법을 보여 주고 있다. 이에 따라 계산된 A, B상의 상위 스위치의 ON 시간은 다음 식과 같이 계산된다.

$$T_a = \frac{T_s}{2} + \frac{V_{an}}{V_{dc}} T_s \quad (10)$$

$$T_b = \frac{T_s}{2} + \frac{V_{bn}}{V_{dc}} T_s \quad (11)$$

2-레그 인버터는 SPWM 방식과 같은 특성을 가지

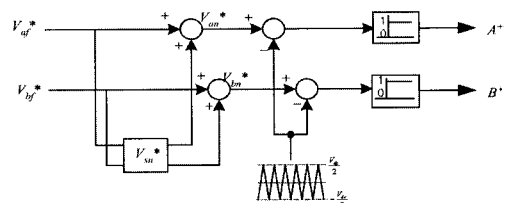


그림 4 2-레그 인버터에서 오프셋 전압 주입원리를 이용한 PWM 방식

Fig. 4 PWM method employing the offset voltage inserting method in two-leg inverter

므로, 2-레그 인버터에서 SVPWM 방식은 선형제어 영역이 100%인 SPWM 방식과 같은 의미로서도 정의할 수 있다.

식 (10), (11)과 기존의 SVPWM 방식에 의해 유도된 식 (2), (3), (4), 및 (5)를 비교해 볼 때 본 논문에서 유도된 식 (10), 식 (11)이 간단하여 계산 시간을 단축시킬 수 있고 계산이 정확할 것으로 예측된다.

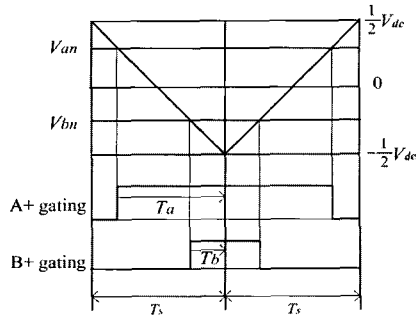


그림 5 2-레그 PWM 인버터에서 삼각파 비교방식에 의한 스위칭 시간
Fig. 5 Determination of switching period by sinusoidal PWM in two-leg inverter

4. 4-레그 2상 인버터의 PWM 방식

4.1 단상 풀 브릿지 인버터

그림 6의 단상 풀 브릿지 인버터(single-phase full bridge inverter : SFBI)는 두 개의 단상 하프 브리지 인버터(single-phase half bridge inverter : SHBI)로 이루어졌다. SFBI에 연결된 부하의 출력 전압 V_{ab} 은 두개의 SHBI의 각각의 극전압 V_{an} 과 V_{bn} 의 차이로서 정의할 수 있다.

$$V_{ab} = V_{an} - V_{bn} \quad (12)$$

여기서, 극전압은 $-V_{dc}/2$ 에서 $V_{dc}/2$ 까지의 제어 범위를 가진다. SFBI의 상위 스위치의 ON 시간을 구하는 방법을 그림 7에서 보여 주고 있다. 이에 따라 계산된 우측 레그와 좌측 레그의 상위 스위치의 ON 시간은 각각 다음 식과 같이 계산된다.

$$T_a = \frac{T_s}{2} + \frac{V_{fn}}{V_{dc}} T_s \quad (13)$$

$$T_b = \frac{T_s}{2} + \frac{V_{bn}}{V_{dc}} T_s \quad (14)$$

출력 전압 V_{ab} 을 조정하기 위한 유효 ON 시간 T_{eff} 는 식 (13), 식 (14)의 상위 스위치의 ON 시간의 차이로서 나타난다. 그림 7을 고려해 볼 때 V_{ab} 를 실행하는 T_{eff} 는 주기 T_s 내에서 대칭을 이룬다.

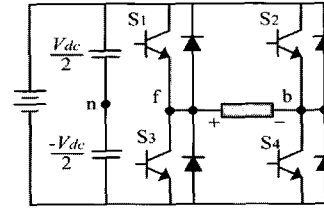


그림 6 단상 풀 브릿지 인버터의 기본 구조
Fig. 6 Single-phase half bridge inverter

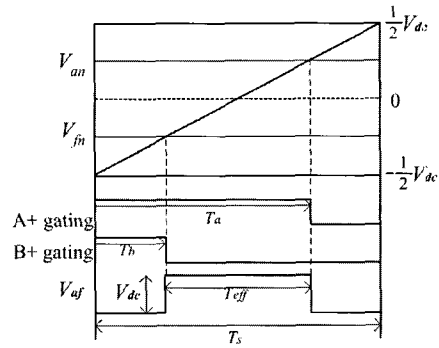


그림 7 출력전압과 극전압과의 관계
Fig. 7 Relationship between output voltage and pole voltage

4.2 4-레그 2상 인버터의 전압벡터

4-레그 2상 인버터(4-레그 인버터)의 기본 구조는 그림 8과 같이 단상 풀 브릿지 인버터 2개로 이루어져 있다. 4-레그 인버터의 8개의 스위치 S1에서 S8의 ON 또는 OFF 상태에 따라 그림 9와 같이 16개의 스위칭 상태(switching state)가 존재한다. 이러한 스위칭 상태에 의해서 형성되는 전압 벡터는 그림 10에서 배치하였다. 여기서, 4개의 스위칭 상태는 $\sqrt{2} V_{dc}$ 의 크기의 전압벡터가 되며, 8개의 스위칭 상태는 V_{dc} 의 크기의 전압벡터가 되며, 4개의 스위칭 상태는 영전압 벡터가 된다. 12개의 전압 벡터에 의해 정사각형의 전압 궤적(voltage locus)을 이루며, 궤적 내에서는 위상 각이 45°인 8개의 섹터가 형성된다. 그림 10에서 4-레그 인버터의 최대 전압 제어 궤적의 크기는 V_{dc} 이므로, 최대 전압궤적이 $V_{dc}/2$ 인 2-레그 인버터에 비해 2배가 된다.

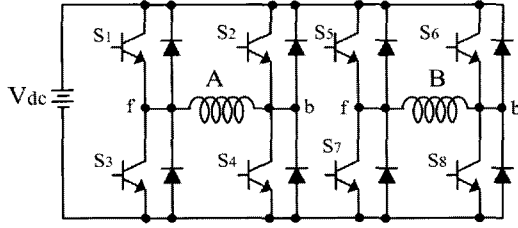


그림 8 4-레그 인버터의 기본 구조
Fig. 8 Four-leg inverter

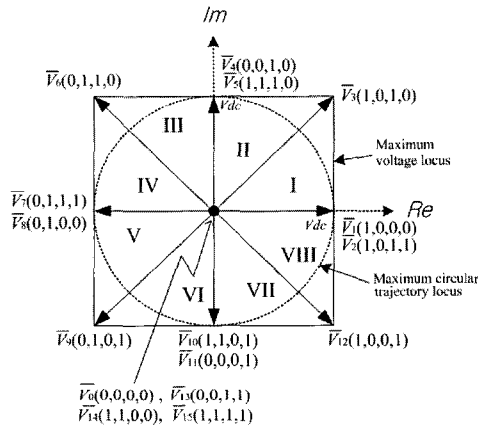


그림 9 4-레그 인버터에서 16개의 스위칭 상태
Fig. 9 16 switching states in 4-leg inverter

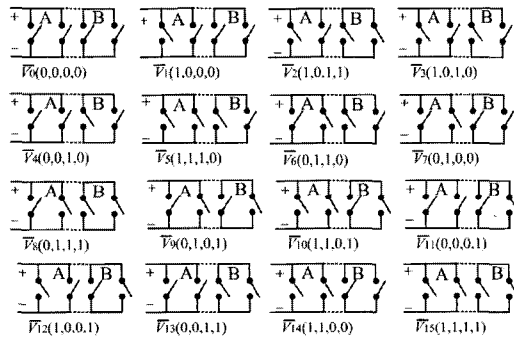


그림 10 4-레그 2상인버터에서 16개의 출력전압 벡터
Fig. 10 16 voltage vectors in four-leg inverter

2-레그 2상 인버터에 비해 4-레그 2상 인버터는 전통적인 SVPWM 방식을 다양하게 구사할 수 있으나, 반면 섹터의 수가 2배로 늘어나고 스위칭 상태의 수가 4배로 증가하기 때문에 전통적인 SVPWM 방식으로 구현하기가 어렵다. 따라서, 본 논문에서는 4-레그 인버터에서는 전통적인 SVPWM 방식으로 제안하는 것은 포기하였으며, 이 방식보다는 단순화된 기법인 SPWM 방식을 적용하였다. 이 방식은 2-레그 인버터의 SPWM 방식을 기본으로 한 것이다.

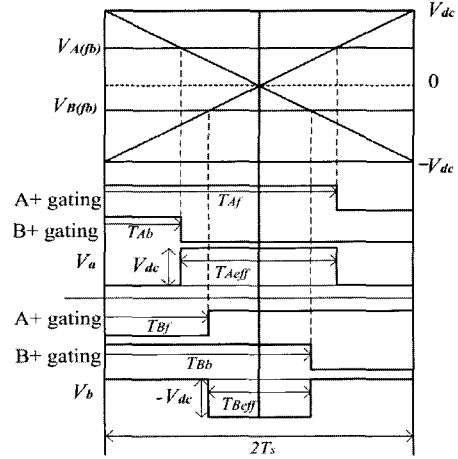


그림 11 4-레그 2상 PWM인버터에서 두 겹의 삼각파 비교방식에 의한 스위칭 시간
Fig. 11 Determination of switching period by sinusoidal PWM in 4-leg two-phase inverter

각 상의 출력 전압 식 (12) - 을 구현하기 위한 각 레그의 상위 스위치의 ON 시간을 계산하는 방법은 그림 11에서 보여주고 있다. 그림 7의 증가선 (incremental line)을 기초로 하여 증가선과 감소선 (decremental line)을 겹쳐 모델링하였다. 두 겹의 캐리어 삼각파와 순시 전압의 크기를 비교하여 각 레그의 ON시간을 계산한 것이다. 이때 두 선의 최대값과 최소값은 각각 V_{dc} 및 $-V_{dc}$ 이다. 따라서, A상 인버터의 상위스위치 Af+, Ab+와 B상 인버터의 상위 스위치 Bf+, Bb+의 ON 시간은 다음과 같이 구해진다.

$$T_{Af} = \frac{T_s}{2} + \frac{V_{A(fb)}}{V_{dc}} T_s \quad (15)$$

$$T_{Ab} = \frac{T_s}{2} - \frac{V_{A(fb)}}{V_{dc}} T_s \quad (16)$$

$$T_{Bf} = \frac{T_s}{2} + \frac{V_{B(fb)}}{V_{dc}} T_s \quad (17)$$

$$T_{Bb} = \frac{T_s}{2} - \frac{V_{B(fb)}}{V_{dc}} T_s \quad (18)$$

위에서 $V_{A(fb)}$, $V_{B(fb)}$ 는 각각 A상, B상 출력 전압 V_a , V_b 을 의미하며 이를 실행하기 위한 유효 ON 시간은 다음과 같다.

$$T_{Aeff} = T_{Af} - T_{Ab} \quad (19)$$

$$T_{Beff} = T_{Bf} - T_{Bb} \quad (20)$$

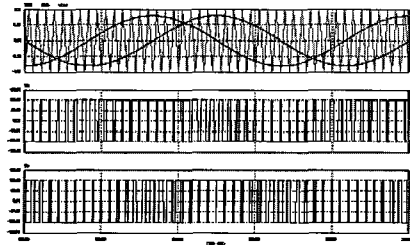


그림 12 2-레그 인버터의 입력전압 신호, 캐리어 파형 및 2상 출력전압(MI=0.8)

Fig. 12 Simulated, input voltage signal, carrier waveform, and output voltage in two-leg inverter(MI=0.8)

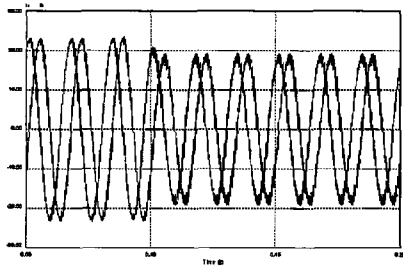


그림 13 2-레그 인버터의 2상 출력 전류

Fig. 13 Simulated two-phase output currents in two-leg inverter

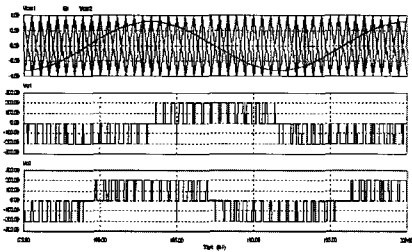


그림 14 4-레그 인버터의 입력 전압 신호, 캐리어 파형과 2상 출력전압(MI=1.6)

Fig. 14 Simulated input voltage signal, carrier waveform, and output voltage in four-leg inverter(MI=1.6)

5. 모의 실험

본 논문에서 제시한 2-레그 및 4-레그 인버터의 PWM 방식을 확인하기 위하여 소프트웨어 패키지 Psim을 이용하여 모의 실험을 수행하였다. 여기서 입력 전압을 200 [V]로, 부하 축의 저항 R을 3.87[Ω], 인덕턴스 L을 0.0057[mH]로 고정하였다.

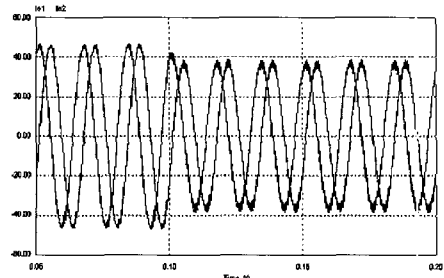


그림 15 4-레그 2상 인버터의 2상 출력 전류

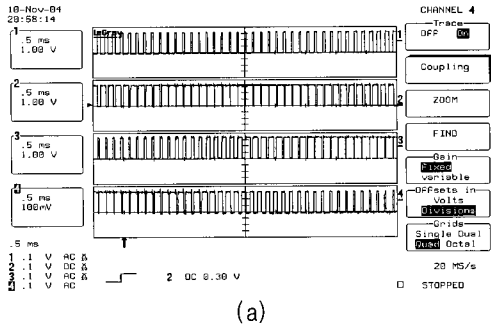
Fig. 15 Simulated 2-phase output currents in four-leg inverter(MI=1.6)

그림 12는 2-레그 인버터에서 전압 변조 지수 $MI(= \sqrt{2}V_{rms}/(0.5V_{dc}))$ 가 0.8일 때 2상의 입력 전압 신호, 캐리어 삼각파형과 출력 전압을 보여주고 있다. 여기서 반 사이클내 펄스 수는 30개이며, 입력 전압간 위상차는 90° 이고, 2-레벨(level)의 PWM 출력 전압 $[-200V, 200V]$ 을 이루고 있으며, PWM 파형의 최대치는 $V_{dc}/2$ 이다. 그림 13은 2-레그 2상 인버터에서 MI가 1에서 0.8로 변화될 때 각 상 부하에서 흐르는 전류를 보여주고 있다. 부하 전류는 20A정도의 최대 전류를 유지하며 위상차 90° 를 이루고 정현파에 근사함을 보여주고 있다.

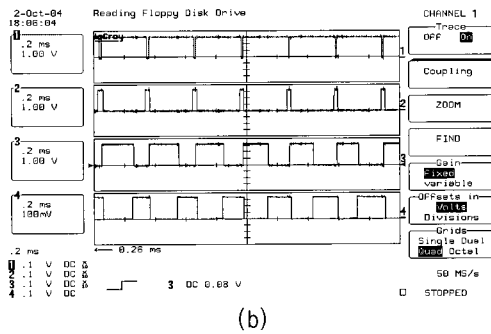
그림 14는 4-레그 인버터의 경우로서 MI가 1.6(2-레그의 0.8에 해당)일 때 2상의 입력 전압 신호, 캐리어 파형과 출력 전압을 보여주고 있다. 입력 전압 신호는 두 겹의 캐리어 파형과 교차점에 의해 3-레벨 PWM전압파형 $[-200V, 0, 200V]$ 이 결정된다. 이 때 출력 전압의 최대치는 V_{dc} 이며 2-레그 인버터 출력 전압의 2배가 2-레그형의 2배가 된다. 그림 15는 MI를 2에서 1.6으로 감소할 때 각 상 부하에서 흐르는 전류를 보여주고 있다. 부하전류는 40 A 정도의 최대 전류를 유지하며 위상차 90° 를 이루고 있으며 정현파에 근사하다. 특히, 그림 13의 2-레그 인버터 경우의 전류파형과 거의 근접하며, 전류리플은 감소함을 보여주고 있다.

6. 실험

본 논문에서는 90[W], 220[V]/1[A] 정격의 소형 90W급 2상 유도 전동기를 2-레그 또는 3-레그 인버터에 연결하여 수행하였다. 이 때 인버터의 입력전압은 120[V]로 고정하였으며, 제어기로는 저가의 TMS320C2407 DSP를 사용하였다.



(a)



(b)

그림 16 2-레그 인버터의 실험 스위칭 신호 파형
 (a) 일반적인 신호 파형 (b) 확대 신호 파형
 Fig. 16 Experimental switching signals in two-leg inverter (a) generally switching signal (b) extended switching signal

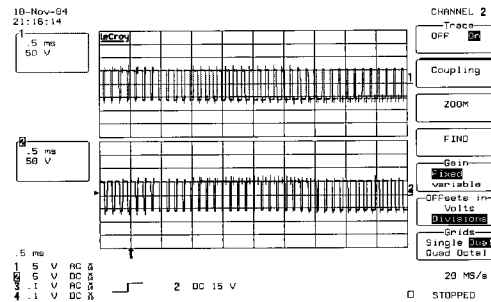


그림 17 2-레그 인버터의 A상,B상의 실험 출력 전압 파형
 Fig. 17 Experimental waveforms for the output voltage of phase A and B in two-leg inverter

그림 16(a)는 본 논문에서 제안한 2-레그 인버터의 PWM방식을 실현할 때 나타나는 스위칭 신호를 보여 주고 있다. 위로부터 순서대로 A 상의 상위 및 하위 스위치, B상의 상위 및 하위 스위치의 스위칭 신호이다. 샘플링 주기 T_s 는 240[μs]로 고정하였으며, 데드타임 (dead time)은 3[μs]로 고정하였다. 또한, 출력 전압의 주파수를 30Hz로 고정시켰다. 그림 16(b)는 입력신호를 확대한 것으로서 신호가 바뀔 때 데드 타임이 형성되어 있음을 보여 주고 있다.

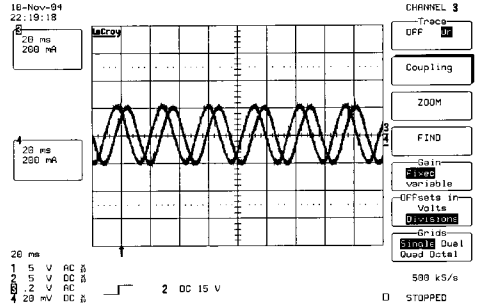


그림 18 2-레그 인버터의 A상,B상의 실험 출력 전류 파형
 Fig. 18 Experimental waveforms for the output current of phase A and B in two-leg inverter

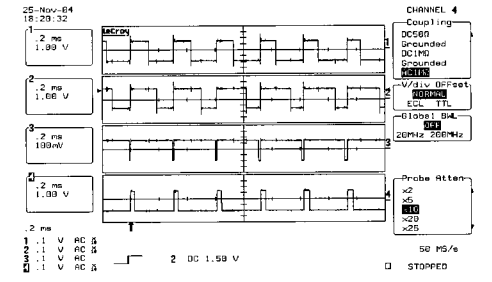
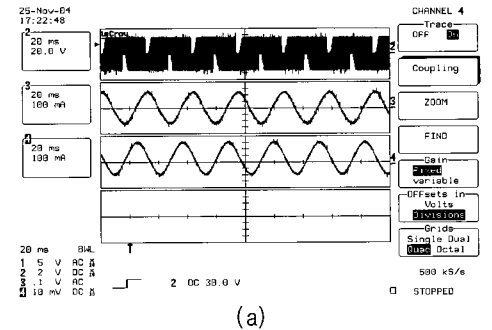
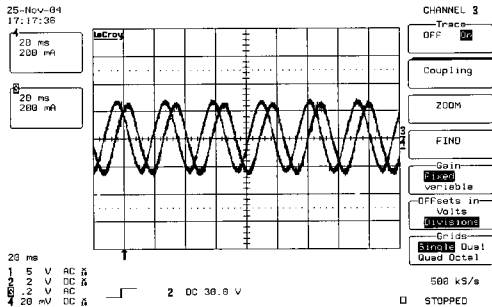


그림 19 4-레그 인버터의 실험 스위칭 신호 파형
 Fig. 19 Experimental switching signals in four-leg inverter



(a)



(b)

그림 20 4-레그 인버터에서 (a) 출력 전압 및 2상 전류 (b) 2상 전류
 Fig. 20 Experimental waveforms in four-leg inverter (a) output voltage, two output currents (b) two output currents

그림 17은 2-레그 인버터-2상 유도전동기를 구동하였을 때 정상상태에서 나타나는 A상과 B상의 PWM 전압 파형에 대한 실험 파형을 보여주고 있다. 입력전압의 크기는 DC 120[V]으로 고정하였고 MI는 0.8로 고정하였으며, 출력 주파수를 30[Hz]로 하여 구동하였다. A상과 B상의 출력 전압의 최대치는 48[V] 크기의 2-level PWM 전압파형이며, 90°의 위상차를 가진다. 그림 18은 그림 17의 조건에서 2-레그 인버터에 나타나는 A상 및 B상 전류에 대한 실험 파형을 보여주고 있다. A상 전류와 B상 전류는 그 크기가 같으며 두 상 사이의 위상차는 90°를 유지한다.

그림 19는 본 논문에서 제안한 4-레그 인버터의 PWM 방식을 실현할 때 나타나는 스위칭 신호를 보여 주고 있다. 위로부터 순서대로 A상 2-레그 중에서 우측 및 좌측 상위 스위치, B상 2-레그 중에서 우측 및 좌측 상위 스위치의 스위칭 신호이다. 그림 20(a)는 입력전압을 DC 55[V]로 고정하고 2-레그 인버터와 같은 조건에서 4-레그 인버터에 나타나는 출력 전압, A상 및 B상 전류에 대한 실험 파형을 보여주고 있으며, 그림 20(b)는 두 상의 전류 만을 확대한 것이다. 4-레그 인버터의 경우 3-레벨 PWM 전압파형이 나타나고, 이에 따라 출력 전류는 리플이 줄어들게 됨을 알 수 있다.

6. 결 론

본 논문에서는 최근 2상 유도전동기의 가변속 장치로서 사용되는 2-레그 및 4 레그 인버터의 단순화된 삼각파 PWM방식을 제안하였다.

본 논문에서는 일반적인 2-레그 인버터의 PWM 방식은 전형적인 SVPWM방식을 정현파 PWM방식과 육상 전압 주입 원리로 단순화시킨 것이다. 4-레그 인버터의 경우 전압벡터가 16개가 되어 전형적인 공간전압벡터론을 적용하기가 복잡하여 SVPWM 방식을 사용할 수 없으며, 이를 대신하여 SPWM방식에 의해 단순화하였다.

본 논문에서는 제안 PWM기술에 대한 모의 실험과 실제 실험이 수행되었으며, 모의 실험과 실제 실험이 결과가 거의 일치함을 보여주고 있다.

이 논문은 산업자원부 전력산업연구개발사업 전력 선형기술(자유공모과제 : R-2003-B-559)에 의하여 연구되었습

참 고 문 헌

- [1] F.Blaabjerg, S.Freysson, H.-H. Hansen, and S. Hansen, "A new optimized space-vector modulation strategy for a component-minimized voltage source inverter," IEEE on Power Electronics., vol.12, no.4, pp.704-714, July/Aug., 1997.
- [2] M. B. R. Correa, C. B. Jacobina, A. M. N. Lima, and E. R. C. da Silva, "Field oriented control of a single-phase induction motor drive", Conf. Rec. of IEEE PESC, pp. 990~996, 1997.
- [3] K.J .Lee, H. G. Kim, D. K. Lee, T.W. Chun, and E.C. Nho," High performance drive of single-phase induction motor," Conf. Rec. of IEEE ISIE'2001, pp.983-988, 2001.
- [4] Do-Hyun Jang and Duck-Yong Yoon, "Space vector PWM technique for two-phase inverter-fed two-phase induction motors", IEEE on Ind. Appl., vol.39, no.2, pp.542-549, Mar./April, 2003.
- [5] 장도현, 윤덕용, " 2상 유도전동기의 구동을 위한 2상 인버터의 2상 공간전압벡터 PWM 방식," 전력전자학회 논문지, p.583-p.589, 제7권 1호, 2002년, 7월.
- [6] S.S. Wekhandde, B.N.Chaudhari, S.V.Dhpte and R.K. Sharma,"A low cost inverter drive for 2-phase induction motor," Conf. Rec. of IEEE PEDS'99, pp.428-431,1999.
- [7] 설승기, "전기기기 제어론," 브레인코리아, 2002.

저 자 소 개



장도현(張都鉉)

1956년 8월 24일생. 1980년 한양대 전기공학과 졸업. 1982년 서울대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1989년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 1993년~1994년 미국 Tesax A&M Univ. Visiting Scalar. 현재 호서대 전기공학과 교수. 당 학회 조사이사.