

승압형 컨버터를 활용한 비접촉식 전력변환 시스템

이승준
경북대학교

contactless power conversion system using the Boost converter

S.J. Lee
Kyungpook National University

ABSTRACT

The connectorless power supply system on that multi-contact causes confidence when the wiring reconstructed in the rear. As you see above, contact points between sets and indoor space cause inferior function of audio frequency so it needs to be eliminated. This paper explains the structure of connectorless power supply to supply the system with power crossing the air gap in the part of inductively in the connectorless power supply of both magnetic and electrical model. To get maximum output of electrical load, compensating capacitor compensates to show inter-inductance, leakage-inductance reducing the track-inductance and access the conditions for resonance. At that time it accesses the maximum electric power. The small change of the value of compensating capacitor causes the changes of maximum electric power. Here the power electronics technology is used not only in the industrial machinery but also in the home appliances so the switching power supply is used to actualize the miniaturization, lightweight, and high efficiency. Generally the condenser input methods are widely used in the rectification circuit of switching power supply, but condenser input method generate great quantity of high frequency components because with this method the current flows in the power input filtering condenser only around value of peak of ac input voltage. To solve these problems, installation of power factor improve circuit on the front of filtering capacitance was considered. Several methods were suggested

regarding, but the active filter method which makes smalling and highly power factor possible are the produce main stream. IC for power factor improvement can be utilized by CMOS process proposing low power consumption. When the high power factor is considered seriously in the power factor improvement circuit, active filter method is selected. In the active filter method, the boost converter is used. Regarding this the boost converter is needed.

1. 서 론

비접촉식 전력전달 시스템은 다중 접촉에 대한 시스템의 배선은 후방에서 재구성할 때 신뢰성을 일으킨다. 위의 경우 세트들과 실내의 공간사이에서 임의의 접촉점들은 접촉점이 주파수원의 기능불량이 되므로 이것을 시스템으로부터 제거하기 때문에 적절한 실내의 재구성과 많은 변화를 허용한다. 양쪽의 전기적이고 자기적 모델의 무접점 전력공급에서 유도성 부분의 공기갭을 가로질러 시스템에 전력을 공급하도록 견본의 무접점 전력 공급의 구성을 설명한다. 그리고 부하의 최대출력을 얻기 위해서는 보상커패시터가 상호인덕턴스를 나타내기 위해 보상하여 트래킹인덕턴스를 감소시키므로써 공진 조건에 접근한다, 이때 공진으로부터 최대전력에 접근한다, 그러나 보상커패시터의 작은변화는 최대 전력변화를 일으킨다. 여기에서 소형, 경량 및 고효율을 실현하기 위한 스위칭 전원이 사용되고 있다. 스위칭 전원의 정류회로에는 일반적으로 콘덴서 인풋방식이 널리 사용되고 있지만 이 방식으로는 교류 입력전압의 파고값 부근에서만 입력 평활용 콘덴서에 전류가 흐르기 때문에 대량의 고조파전류 성분을 발생시킨다. 이러한 문제를 해결하기 위해

입력 평활용 콘덴서의 전단에 역률개선 회로의 설치가 고안되었다, 그리고 소형화 및 고역률화 실현이 가능한 액티브 필터 방식이 주류를 이루고 있다. 저소비전력화를 목적으로 CMOS프로세스에 의한 역률 개선용IC를 활용할 수 있다, 역률개선 회로에서 고역률화를 중시했을 경우, 액티브 필터 방식이 채택되고 있다. 액티브 필터 방식에는 승압형 컨버터가 이용된다. 위와 관련하여 승압형 컨버터가 필요하다.

2. 이론

2.1 비접촉식 전력전달 시스템의 원리^[2]

그림1은 비접촉식 시스템의 기본적 구조와 실질적인 그림을 보여준다. 세트는 공통의 프레임에 실장되어 두개에서 새개로 구성된다. 공통의 프레임은 다리에 의해 지원된다. 받침대들은 바닥에서 세트를 실장한 트랙에 추가된다 그리고 세트를 실장한 트랙에서 탈착된다. 비접촉식 전력공급에서 전력트랙은 세트를 실장한 트랙들에 병렬이 되게한다. 모든 전력픽업들은 임의의 위치에 있는 세트그룹에 대해 탈착은 자유롭다. 그림1에서 보여준 전력트랙과 전력픽업의 설명의 위해 보여준다.

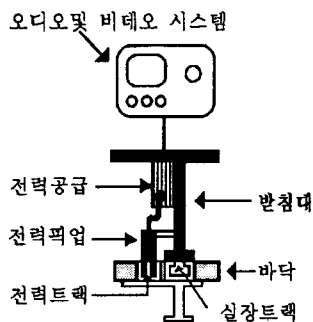


그림. 1. 오디오 및 비데오 시스템의 위치와 구성
Fig. 1. Location and configuration of Audio and video system

받침대위의 픽업은 세트그룹 시스템에 전력을 공급한다. 세트그룹 전력전달 전압과 전류는 일반적으로 52W 출력 전력을 위해 5.2V ± 10%와 10A이다[1]. 여기에서는 승압형 컨버터에 의해서 70%이상의 출력전력인 6V ± 10%와 12A를 공급할수있다. 전력은 기본파와 그것의 고조파가 주파수원에 최소의 간섭을 하도록 28KHZ에서 분배된다.

2.2 보상용 커패시터의 역할을 해석할 전기적 회로모델

여기에서는 비접촉식 전력공급의 전기적 동작을 설명한다. 그림1의 시스템에서 트랜스 포머는 선형 저항부하를 갖는 간단한 테빈등가회로에 직렬의 마디들과 T등가회로로 나타낸다. 이 회로해석은 부하 임피던스를 테브낭소스 임피던스로 정합시키므

로써 최대 출력전력을 기초로한 설계과정을 보여준다. 그림 2은 전체 시스템의 전기회로를 보여주고 있다. 시스템의 전력픽업은 1차권선을 따라서 직렬로 연결된 $N_s=1$ 의 비선형 트랜스포머로써 보여준다. 두개의 병렬1차 권선들은 식(1),(2)에 의해 정의된 정현파 전류원 i_p 에 의해 동작 되도록 전기적으로 동일한 한개의 권선으로써 보여진다.

$$i_p = \sqrt{2} I_p \sin \omega t \quad (1)$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi 28 \text{ kHz} = 176 * 10^{-3} \text{ S}^{-1} \quad (2)$$

식 (1)에 의해 서술된 것처럼 전류원 개선은 어렵다. 2차 i_s 는 보상 커패시턴스 C_o 를 통해서 시스템에 공급할 전원전력이다. 그 2차전류는 다이오드브릿지 D_1 과 D_4 에 의해 정류된다. 직류출력전압을 제공하도록 커패시터 C_F 의해 필터되다.

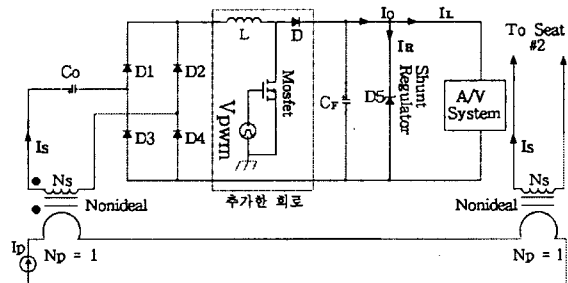


그림. 2. 1차와 2차회로및 승압형 컨버터의 세트-그룹 전력공급
Fig. 2. Primary and Secondary and "Boost" converter of Set-Group Power Supply

다이오드브릿지 D_1 에서 D_4 까지 정류된다. 부하 전류 I_L 사이로 나누어질 직류출력전류 I_O 는 엔터테인먼트 시스템에 공급된다. 정류전류 I_R 은 제너 다이오드 D_5 로써 나타난 SHUNT정류기에 의해 흐른다. 제너 다이오드는 I_L 에서의 변화에도 불구하고 I_O 를 일정하게 유지하도록 충분히 I_R 흐르게 함으로써 V_O 를 정류한다. SHUNT정류기와 엔터테인먼트 시스템들의 병렬조합은 왜냐하면 트랜스포머위에서 일정한 부하로써 나타난다.

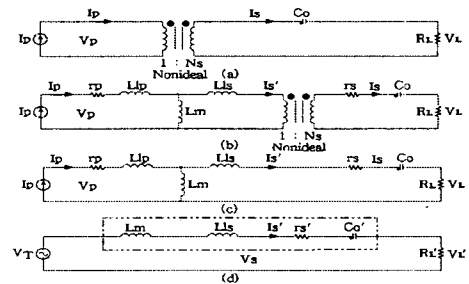


그림. 3. 간단한 테빈등가 회로으로 전력공급의 점진적인 간략화
Fig. 3. Progressive Simplification of Power Supply to a Simple Thevenin-Equivalent Circuit

그림3는 비접촉식 전력공급의 연속적인 간략화시킨 테브 낭동가회로를 보여준다. 전압과 전류의 실효값은 전체시간의 변화값들을 대신하여 보여주게된다, 그림4(b)는 이상적인 트랜스포머[1]를 위해 T-등가회로 모델의 치환을 보여준다. T-등가회로 모델은 1: Ns 권선비의 모델에서 자화 인덕턴스 L_M , 1차 누설 인덕턴스 L_b 그리고 2차 누설 인덕턴스 L_b 그리고 이상적인 트랜스포머로 구성된다. 1차 권선저항 r_b 와 2차 권선저항 r_s 는 각각 1차와 2차의 권선손실을 모형으로 하고 있다. 페라이트 재료에 관련된 히스테리시스는 모형으로 하고 있지 못한다. 페라이트는 페라이트 코어에서 피크 자속밀도가 구조에서 고유의 큰 공기갭을 따라서 $20mT$ 보다 작기 때문에 선형과 무손실이 되도록 가정하였다. 그림4(C)는 1차에서 바라보았을 때 치환된 r_s , C_O 그리고 R_L 을 보여준다. 출력전력은 선형부하 시스템의 최대출력요구에 의해 보통 결정된다. 결정된 P_O 에 대해서 C_O , R_L , V_L 위한 식(3),식(4),식(5)으로 주어진다.

$$R_L' = \frac{(\omega L_M |I_P|)^2}{2P_O} - r_s' \quad (3)$$

$$|V_L'| = \sqrt{\frac{(\omega L_M |I_P|)^2}{2P_O} - r_s'^2} \quad (4)$$

$$C_O' = \frac{1}{\omega[\omega(L_M + L_b) \pm \sqrt{R_L'^2 - r_s'^2}]} \quad (5)$$

방정식(3)에서 방정식(5)은 P_O 의 함수로써 R_L' 과 $|V_L'|$ 값들로 갖게한다

방정식(16)은 C_O' 에 대해서 두개의 값으로 주어지도록한다. C_O' 에 대한 더 큰 값들은 이차전류 I_S' 가 C_O' 을 통해서 흘러야만하고 더 큰 커패시터들이 보통 더 큰 교류전류정격을 가져야하고 더 큰 C_O' 의 더 작은 임피던스가 C_O' 를 가로질러 더 작은 교류전압 때문에 보통 선택된다.

3.3 제안한 방법 : 보상용 커패시터를 고려한 승압형 컨버터 회로

3.3.1 경부하 시 보정기능 실현

경부하시 보정기능을 추가함으로써 경부하상태를 검출하면 승압기 출력으로 전류오차증폭기의 입력 오프셋 전압을 자동 보정하고 무부하나 경부하상태에서의 출력전압 상승을 방지하여 안정된 출력전압 제어가 가능하다.

3. 시뮬레이션 결과

이장은 시스템에서 만들어진 실험결과를 보고한다. 그림 2은 전력트랙을 구동하는데 사용된 회로를 보여준다. $|I_P|$, r_s' , L_M , L_b , ω 의 측정값들은 2장에서 설명하였다. Table A는 세개의 픽업에 대해서 측정의 결과를 보여주고 있다. 그림 5(a),5(b),5(c)는 Table A에서 보여준 값들을 사용하여 보상용 커패시터의 값에 따른

C_O' , R_L' , $|V_L'|$ 대 P_O 의 곡선을 곡선을 보여주고 있다. 이들 곡선들은 사각형에 의해 설계된 최대전력끝점과 삼각형에 의해 설계된 최소전력 끝점에 의해 경계 되어진다.

Table A. 전력트랙과 픽업에 대한 등가회로요소값
각주파수, $\omega = 176 * 10^3 \text{ S}^{-1}$

1차전류의 크기, $|I_P| = 43A$

자화인덕턴스, $L_M = 0.175 \mu H$

2차누설인덕턴스, $L_b = 0.197 \mu H$

$N_S = 1$ 인 2차권선저항, $r_s' = 1.5 \text{ m}\Omega$

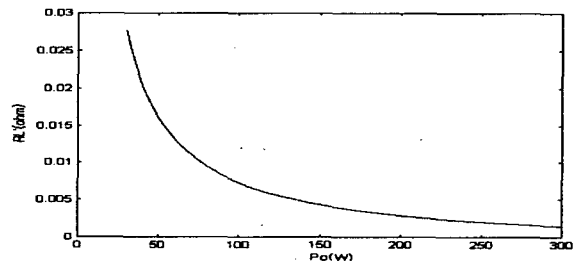


Fig. 5a. Design Curve of R_L' Versus P_O
그림. 5a. R_L' 대 P_O 의 설계 곡선

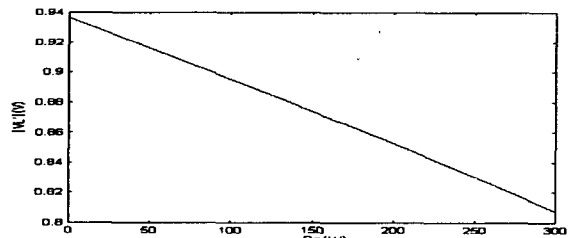


Fig. 5b. Design Curve of $|V_L'|$ Versus P_O
그림. 5b. $|V_L'|$ 대 P_O 의 설계 곡선

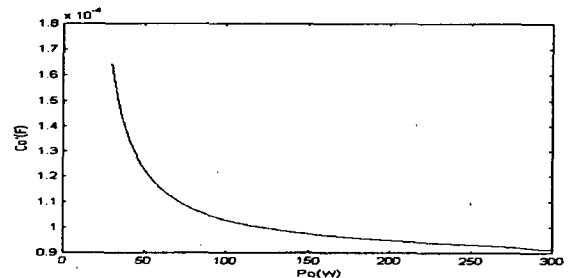


Fig. 5c. Design Curve of C_O' Versus P_O
그림. 5c. C_O' 대 P_O 의 설계 곡선

그림 2는 또한 shunt정류기 회로를 보여주고 있다. 그리고 전기적 부하는 전력수신 시스템들의 부하를 시뮬레이터하도록 사용된다. 폐회로의 스위치는 shunt정류기를 동작시킨다. 그림7(a)는 양쪽의 V_T 그리고 i_P 가 사인파임을 보여주고 있다. 그림 7(b)는 i_S 가 또한 사인파임을 보여주고 있다. 그림 7(c)는 V_S 그리고 그림(d)와 e)는 제안된 V_L 과 DC TO DC 승압형 컨버터에 의한 출력을 각각 보여준다. V_S 가 V_L 보다 더 크고 거의 사인파이고 제안된 V_L 은 5.2V의 실효값(rms)으로 구형파임을 주목한다, 이 논문에서 제시된 출력은 $6V \pm 10\%$ 와, 12A이다, 그림(f)의 역률개선 컨버터의 특성은 정현파의 모든 입력전류가 classD의 고조파전류 국제 규격에 통과함을 알수있다. 무접점 전력시스템에서 손실은 세 가지의 분류로부터 나누어진다 즉 1차 권선손실 P_P , 2차 권선손실 P_S 그리고 정류기 다이오드 손실 P_D , shunt 정류기에서 전부하 손실은 전체 전력출력 대해서 $I_R=0$ 때문에 zero이다. 이들 손실과 효율은 ac저항의 r_P 그리고 r_S 와 각각 δ_P 와 δ_S 를 계산하도록 사용된 곳에서 전체 부하 $I_L=10A$ 이다..

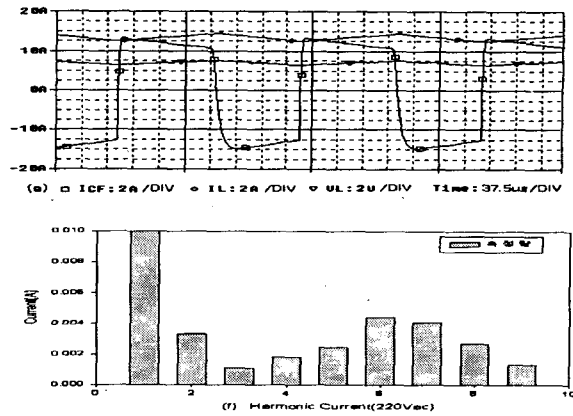
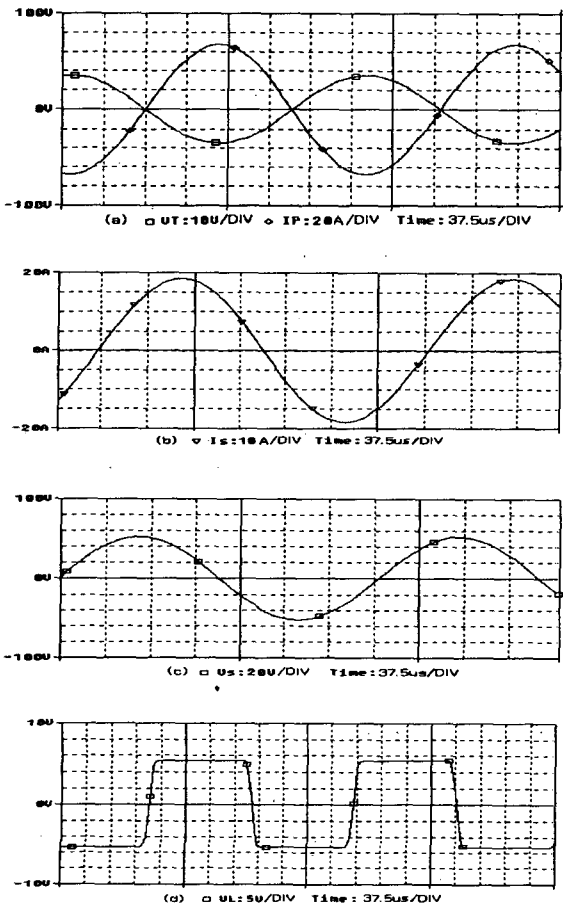


그림7. 보상커패시터에 의한 비접촉 전력공급의 전류들과 전압:(a)트랙전압 V_T 와 1차전류 i_P , (b)2차전류 i_S , (c)2차전압 V_S , (d)보상커패시터에 의한 공진된 부하전압 V_L 과 (e)승압형 컨버터에 의해 변화된 전류, 전압출력, 국제규격의 고조파전류($220 V_{ac}$) (f)

4. 결 론

이의 논문에서 제안된 논문의 52W의 출력전력과 제안한 논문에서 70%로 증가된 출력전력은 요구된 정류로써 성취된다. 그러나 본 논문에서 제안한 스위칭 전원의 정류회로에서는 일반적으로 콘덴서 인풋방식으로 제안되고 있어나 또한 역률이 큰 폭으로 저하되기 때문에 대용량 전원에서는 전력배전계에서 발생하는 손실에 의해 전류용량증가 등도 문제시되고 있다, 이와 같이 고조파전류 성분을 억제하기 위해 고조파규제 규격을 설정하고 이러한 문제를 해결하기 위해 입력 평활용 콘덴서의 전단에 역률개선 회로의 설치를 고안한다, 액티브필터 방식이 채택되고 있다. 비접촉식 전력은 휴대용 전력과 매우 높은 dc분리를 요구하는 병원의 응용들에서 사용될 수 있다.

참 고 문 헌

[1] A.W. Kelly and W. Oens, "Connectorless power Supply for for an aircraft-passenger entertainment system," IEEE Trans power Electron, Vol. 4, pp. 348-354. July 1989.
 [2] A. Esser; H, skudelyny; "Anew approach to power Supply for Robots", IEEE Trans on Industrial Application, Vol: 27, no. 5, pp. 872-875, September, 1991.