

PCS 단말기용 DC/DC 컨버터의 회로설계 및 시뮬레이션

김 동 욱, 조 신 희, 김 남 영

광운대학교 전자공학과

장 동 석, 구 기 덕

전자부품연구원

전화 : (02) 917-1361 / 팩스 : (02) 941-5688

Design and Simulation of DC/DC Converter for PCS Handset

Dong Wook Kim

Electronics Engineering Kwangwoon University

E-mail : tom007@explore.kwangwoon.ac.kr

Abstract

This study is to increase capability of the DC/DC converter (for PCS) in miniaturizing, stabilizing by locating an inductor with the structure of multi layer on to the glass/ceramic circuit board. When the DC/DC converter is stimulated, the characteristic operation of PWM switching circuit, losses, output power to input power, stability, efficiency and interfaces inside of control circuit and converter circuit are to be distinguished. The process would make it able to develop the techniques of designing and manufacturing of the converter of next generation.

I. 서론

오늘날의 전자기기는 소형, 경량화의 추세에 따라 절전 고 효율화, 초소형, 초경량 기술과 새로운 부품들이 다양하게 소개되고 있다. 따라서 전원장치의 일종인 SMPS(switching mode power supply)의 사용이 늘어나고 있다. DC-DC 컨버터는 안정화되지 않은 DC 입력전원을 스위칭 레귤레이터를 이용하여 고효율의 안정되고 다양한 DC출력 전압을 만들기 위한 에너지 변환기술로써 그것의 형태는 다양하지만 고효율 소형화가 가능한 스위칭 레귤레이터를 이용한 기술들이 급속도로 발전하고 있다.

본문에서는 SMPS의 한 종류인 DC-DC 컨버터를 자세히 알아보고 아날로그/디지털 회로 시뮬레이션 툴인 Pspice를 사용하여 컨버터의 동작원리를 설명하였고, PCS용 DC-DC 컨버터를 전용 IC와 KETI(전자부품연구소)에서 개발한 적응 인덕터를 사용하여 초 소형화하였다. 작고 효과적인 순차회로 테스트 패턴 생성 문제에 대한 많은 연구가 있었으나 실제 칩 설계에 사용하기에는 아직 더 많은 연구가 필요하다^[1].

II. SMPS 제어 및 구동회로 모델링

SMPS에서 출력전압의 제어는 출력전압과 기준전압을 비교하여 시비율을 비교함으로써 이루어진다. 일반적으로 시비율은 제어전압과 고정된 주파수를 갖는 삼각파 전압을 비교하여 얻을 수 있고, 여기에서 제어 전압이 증가한다면, 시비율 D도 증가하는 것을 알 수 있다. 이에 따라 DC-DC 컨버터의 동작을 이해하기 위해서 아날로그/디지털 시뮬레이션 tool인 PSpice를 사용하여 세가지 형태인 승압형, 강압형, 플라이백 형태의 컨버터, 이중 강압형을 시뮬레이션하였고, SMPS 제어 및 구동회로 모델링을 세 가지의 기본 형태의 컨버터의 스위칭부분을 펄스전원으로 대체하고, 승압형 컨버터의 PWM 제어부와 구동회로를 PSpice에서의 PWM 스위치 모델, Feedback을 이용한 모델, Analog Behavioral Modeling (ABM.SLB) 파일을 사용하여 기능블럭을 table 형태로 모델링하였다^[2].

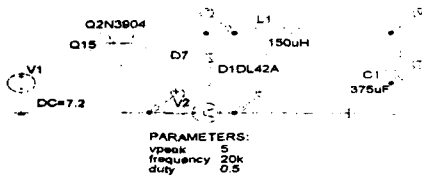


그림 1. Vpulse를 이용한 강압형

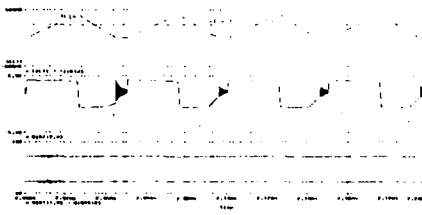


그림 2. Vpulse를 이용한 강압형 컨버터 probe 출력

III. PWM 스위치 모델

PWM 스위치 모델은 스위칭 부분을 table형태로 모델링한 것이며 입력전류와 출력전압에 시비율을 곱해서 출력전압을 승압시키는 구조를 갖고 이 때의 회로도를 그림 1에 나타내었고, 출력파형을 그림 2에 각각 나타내었다. 출력전압을 궤환루프에 포함하여 시비율을 조정하는 시뮬레이션이다. $\mu A741$ 연산증폭기를 사용하여 오차증폭기를 구성하였으며, 전압원과 ABM 모델을 사용하여 비교기를 구성하였다. 피드백된 전압은 오차증폭기를 통해 시비율을 조절하는 전압값을 갖도록 하였으며 다음 각각 그림 3, 6과 같고 그에 해당되는 출력파형을 그림 4, 7과 같다^{[3][4][5]}.



그림 3. PWM 스위치 모델

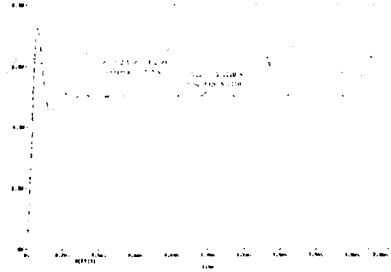


그림 4. 출력전압 파형

전압원을 통해 삼각전압 파형을 만들었고 오차증폭기의 출력전압, 즉 V_c 가 출력전압에 따라 변하면서 비교기의 출력펄스가 MOSFET를 스위칭하면서 시비율을 조절하게 된다. 그림 5에 회로도도를 나타내었다.

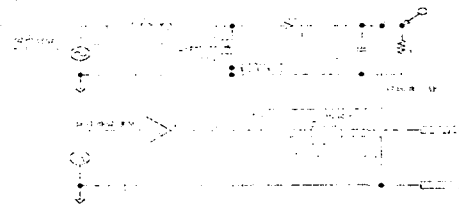


그림 5. PWM 제어부와 구동부를 ABM모델로 구성한 컨버터 회로

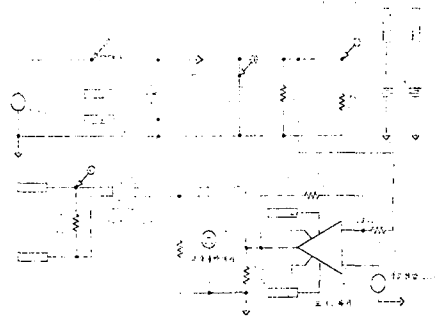


그림 6. 피드백을 사용한 컨버터회로의 시뮬레이션

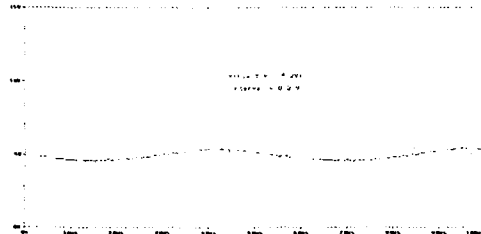


그림 7. 출력전압 파형

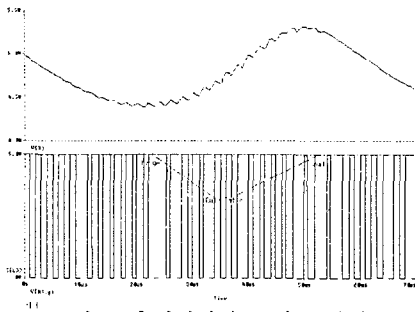


그림 8. 출력전압과 스위칭 파형

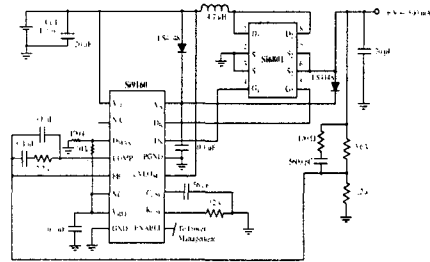


그림 10. Si9160을 이용한 승압용 DC/DC 컨버터의 회로도

PCS용 DC/DC 컨버터의 소형화를 위해서는 전용 IC를 사용하는 것이 편리하다. 본 보고서에서는 PWM 제어부와 스위칭 소자 및 드라이브 회로를 내장하고 있는 P사 제품인 TEA1206T와 T사 제품인 Si9160을 사용하였다. 승압용과 강압용의 두 모드에서 사용할 수 있는 TEA1206T는 스위칭 주파수가 590KHz이기 때문에 작은 값의 인덕터와 콘덴서를 사용하여 소형화할 수 있으며, 강압 모드에서는 100%에 이르는 사비율을 갖는다. Si9160은 스위칭 주파수를 최대 2MHz까지 조절이 가능한 IC이다. TEA1206T의 승압용 및 강압용으로 쓰일때의 DC/DC 컨버터의 회로도를 그림 9과 그림 10에 각각 나타내었다.

IV. 제작 및 측정

PCS용 DC/DC 컨버터를 T사 제품인 TEA1206T 전용 IC와 P사 제품인 Si9160을 사용하여 제작 및 측정을 하였다. TEA1206T는 승압 및 강압형 모드에서 모두 사용되는 IC로써 590KHz의 스위칭 주파수에서 동작한다. 그림 11은 Ni-Zn-Cu 페라이트에 Ag패턴으로 구현한 적층인덕터와 콘덴서 및 저항과 함께 15mm×10mm의 glass/ceramic 기판위에 탑재하여 컨버터 회로를 구성하고 측정하였다.

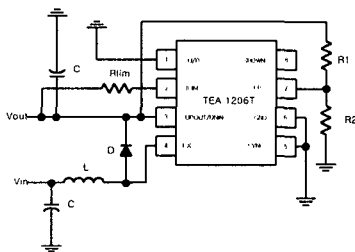


그림 9. 승압용 DC/DC 컨버터의 회로도.

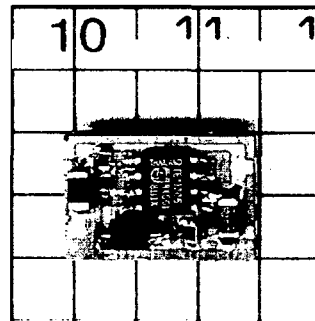


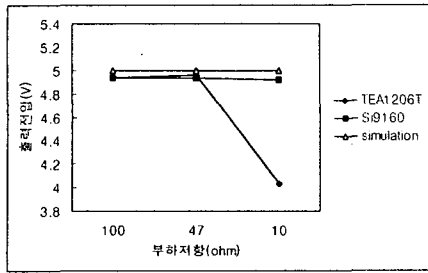
그림 11. TEA1206T DC/DC 컨버터의 실제 제작 사진

T사의 Si9160은 스위칭 주파수가 1MHz 이상이기 때문에 작은 값의 인덕터와 콘덴서를 사용하여 소형화할 수 있고, T사의 TEA1206T보다 안정적으로 승압을 할 수 있다. 그림 9에 승압용 DC/DC컨버터의 회로도를 나타내고 있다.

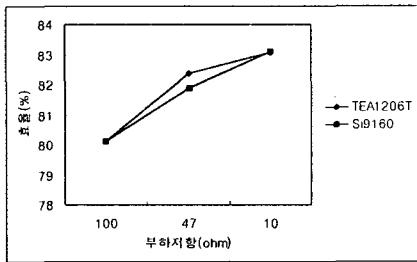
그림 10은 PWM 제어부와 스위칭 소자 및 드라이브 회로를 내장하고 있는 P사 제품인 TEA1206T와 T사 제품인 Si9160을 사용하였다. Si9160은 스위칭 주파수를 최대 2MHz까지 조절이 가능한 IC이다^{[6][7]}.



그림 12. Si9160 DC/DC 컨버터의 시험 제작사진



(a)



(b)

그림 13. 3.2V 입력전압시 부하저항 vs. 출력전압과 효율

표 1. 승압형 컨버터의 측정 결과

	목표 사양	TEA1206T	Si9160
입력전압	2.8V ~ 4.2V	2.8V ~ 4.2V	2.8V ~ 4.2V
리플	5V ± 5% 이내	5V ± 2.8% 이내	5V ± 1.2% 이내
출력전압	5V	5.04V	4.94V
출력전력	1W	1W	1W
스위칭 주파수	100kHz ~ 2MHz	590kHz	1MHz
효율	-	82.3%	81.7%
크기	-	15mm × 10mm	예상크기 15mm × 15mm

V. 결론

DC/DC 컨버터의 기본적인 형태를 조사하고, PWM 제어부와 구동회로를 PSpice에서의 모델링하였다. Ni-Zn-Cu 페라이트에 Ag패턴으로 구현한 적층형 인덕터와 DC/DC 컨버터 제작하였다. 2.8V~4.2V의 범위의 입력전압을 5V로 승압시켰을 때의 TEA1206T를 사용한 컨버터는 5V±2.8%의 리플과 82.3%의 효

율을 나타내었고, Si9160을 사용한 컨버터는 5V±1.2%의 리플과 81.7%의 효율을 나타내었다. 1W급 DC/DC 컨버터로서의 사양을 대부분 만족하는 결과를 얻을 수 있었다.

TEA1206T를 사용한 컨버터는 크기는 15mm×10mm였고 그림 12는 Si9160도 Ni-Zn-Cu 페라이트에 Ag패턴으로 구현한 적층인덕터와 후막저항을 사용하여 glass/ceramic 기판위에 15mm×15mm의 크기로 제작 및 측정되었다.

참고문헌

- [1] H .W .Whittington, B. W. Flynn and D .E .Macpherson, "Switched Mode Power Supplies : Design and Construction," RESEARCH STUDIES PRESS LTD. JOHN WILEY & SONS INC.
- [2] HeeJun Kim, TaeYoung Ahn and Youngsun Lee, "SPICE를 이용한 Forward DC-DC컨버터 해석," 전자공학회논문집, 제28권. B편. 제5호, 5 . 1991
- [3] DongHun Han and BeungJoo Choi "PSpice를 이용한 PWM컨버터의 제어회로 설계 및 성능 평가," 제2회 PSpice User Conference 사례발표 논문집 .1997
- [4] Ahmed Elasser, "Soft Switching Active Snubbers for DC/DC Converters," IEEE Transactions On Power Electronics, vol. 11 No. 5, september .1996
- [5] Peter Mantonvanelli and Ivo Barbi "A New Current-Fed, Isolated PWM DC-DC Converter," IEEE Transactions On Power Electronics, vol. 11 No. 3, may .1996
- [6] Seah Chze Eng, Ramesh Organti and Yung C .Liang "An Automated Algorithm for Small Signal Analysis of DC-DC Power Converters," IEEE Transactions On Power Electronics, vol. 11 No. 1, january .1996
- [7] Brad Lehman and Richard M. Bass "Switching Frequency Dependent Averaged Models for PWM DC-DC Converters," IEEE Transactions On Power Electronics, vol. 11 No. 1, january .1996