

Smart Charger를 위한 부하시스템 인식 알고리즘

황상수, 금문환, 오동성*, 한상규
국민대학교 POESLA, 삼성전기*

Load system identification algorithm for smart charger

Sang Soo Hwang, Moon Hwan Keum, Dong sung Oh*, Sang Kyoo Han
Power Electronics System Laboratory, Kookmin Univ., Samsung Eletronmechnics*

ABSTRACT

최근 모바일 디바이스의 다양화에 따라 여러 가지 출력사양과 호환 가능한 Charger가 요구되는 추세이다. 따라서 본 논문에서는 다양한 출력시스템을 구별하여 인지할 수 있는 Smart Charger에 필요한 부하시스템 인식 알고리즘을 제안한다. 제안한 부하시스템 인식 기술은 Linear Regulator를 이용하여 출력전압을 가변시켜 부하시스템이 요구하는 출력사양을 찾는 방식으로 하나의 Charger로 다양한 출력사양을 가진 디바이스와 호환이 가능하다. 제안방식의 우수성과 신뢰성 검증을 위하여 2가지 출력 사항에 대한 인식 및 출력이 가능한 시작품을 제작하여 제안 알고리즘의 타당성을 검증한다.

1. 서 론

최근 Smart Phone, 태블릿 PC를 비롯한 다양한 모바일 디바이스가 휴대용 멀티미디어 기기로서 각광받으면서 Charger에 대한 새로운 기술적 요구 사항이 증가되고 있다. 기존에 사용되고 있는 Charger의 경우^[1], 여러 모바일 디바이스의 정격 전력 사양이 다양하기 때문에 각각의 기기에 따라 전용 Charger가 요구되며 이는 가격적인 문제뿐만 아니라 부피 증가에 따른 휴대성이 떨어지는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 하나의 Charger로 다양한 출력 사양을 가진 멀티미디어 기기와 호환 가능한 Smart Charger의 핵심 기술인 부하시스템 인식 알고리즘을 제안한다.

2. 제안 부하시스템 인식 알고리즘

그림 1은 제안된 부하시스템 인식 알고리즘의 구성도를 나타낸다. 제안 방식은 전원을 공급하는 Charger와 전원을 공급받는 부하시스템으로 구성된다. Charger는 내부에 전압을 가변하기 위한 Linear Regulator^[2]와 Linear Regulator를 제어하는 MCU로 구성되어 있으며 이들은 인식 신호를 송신하고 부하의 정보를 검출하는 역할을 수행한다. 부하시스템은 충전기 회로 및 스위치와 MCU로 구성되어 있으며 이들은 전원의 정보를 검출하고 부하의 정보를 송신하는 역할을 수행한다.

제안 부하시스템 인식 알고리즘의 동작은 다음과 같이 설명할 수 있다. 부하가 연결되지 않은 대기 모드 상태 시 Charger의 출력(V_o)에는 전원회로의 출력이 그대로 인가되며 부하가 연결될 경우 Charger는 임피던스 차이로 출력전압(V_o)이 떨어

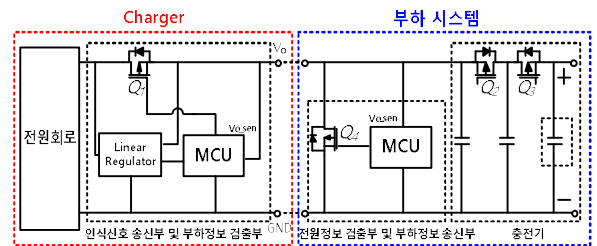


그림 1 제안 부하시스템 인식 알고리즘 구성도

Fig. 1 Load system identification algorithm block diagram for smart charger

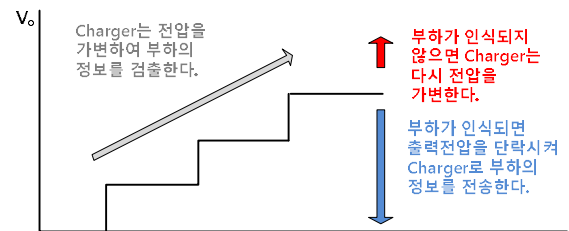


그림 2 상호 시스템 인식 방법

Fig. 2 Mutual system recognition method

짐에 따라 부하의 연결 유무를 인식할 수 있다. Charger가 부하의 접속을 인식하게 되면 내부의 Linear Regulator를 제어하여 출력전압을 가변시킴으로써 부하의 출력 정보를 검출한다. 그 시점에 부하시스템은 프로그램된 출력사양에서 출력전압을 단락시킴으로써 Charger로 부하의 출력 정보를 전송하여 상호 시스템 인식이 이루어진다. 그림 2에서는 이러한 Charger와 부하 간의 상호 시스템 인식 방법을 나타낸다.

제안한 회로에서 Charger가 부하의 출력정보를 인식하는 방식에는 두 가지가 있다. 첫 번째 방식은 부하 시스템의 MCU가 가변하는 Charger의 출력 전압을 인식하여 Q4 Switch를 On 시켜 출력전압이 단락되면 Charger의 MCU가 이를 인지하여 부하의 출력정보를 인식한다. 두 번째 방식은 부하 시스템에 부하정보 송신부와 전원정보 검출부 없이 Load로만 동작하는 방법이다. Load가 원하는 출력전압에서 동작하면 Linear regulator로 동작시키는 출력전압은 자연스럽게 떨어지게 되고 이때의 전압을 Charger의 MCU에서 인지하여 부하시스템이 요구하는 전력사항을 인식한다. 따라서 두 가지 방식 모두 부하에서 출력전압을 떨어뜨림에 따라 Charger의 MCU가 부하에 대한 정보를 판단하여, 현재 접속된 부하시스템이 요구하는 전압과 전류를 공급한다.

3. 출력전압 및 전류 가변의 동작원리

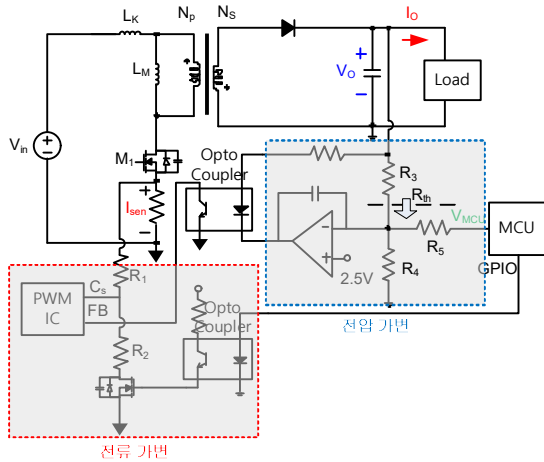


그림 3 전압 및 전류 가변 동작방식 회로도
Fig. 3 Voltage and current variable principles circuit

제안 부하시스템 인식 기술을 통하여 출력 전압과 전류가 결정되면 Charger는 부하가 요구하는 출력사양을 인식하고 공급한다. 그림 3은 Charger의 출력전압 및 전류의 가변 방식을 위한 회로도를 나타낸다. 출력전압 가변의 경우, MCU의 출력전압이 2.5V가 되면 R_{th} 의 임피던스는 증가적으로 R_4 가 되어 전압분배에 따라 출력전압은 5V가 된다. 반면, MCU의 출력전압이 0V가 될 경우 R_{th} 의 임피던스는 증가적으로 R_4/R_5 가 되어 R_3 에 9.5V가 인가되고 출력전압은 12V가 된다. 따라서 MCU의 출력전압을 가변함에 따라 부하가 요구하는 Charger의 출력전압을 공급할 수 있다. 한편, 출력전류를 가변하는 방식은 MCU의 ON/OFF 신호로 M_2 Switch를 동작시킴으로써 이루어진다. M_2 Switch의 ON/OFF에 따라 PWM IC의 C_s 단이 받는 전압 레벨이 조절되어 프로그램된 전류를 선택적으로 제어할 수 있다.

4. 제안 알고리즘의 실험 결과

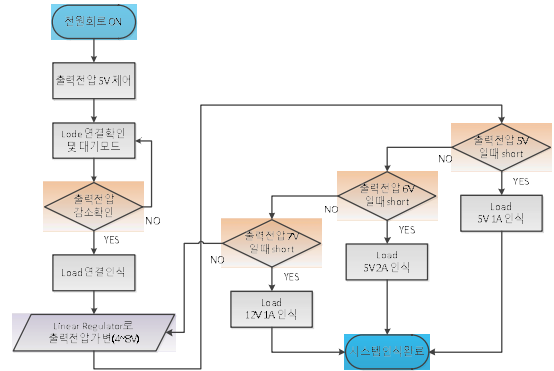
표 1은 2가지 출력사양에 대하여 시작품 설계를 위한 입출력 사양과 실험에 사용된 주요 파라미터를 나타낸다.

표 1 제안 회로의 주요 파라미터

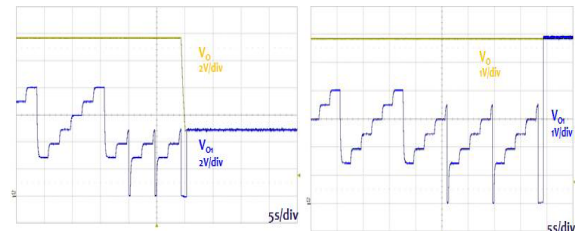
Table 1 Principal parameters for proposed circuit

Input Voltage	90~264 Vac
Output Specification	5V 1A / 12V 1A
Turn ratio	90 : 15 (6 : 1)
Magnetizing inductance	868 uH
Output Capacitor	1100 uF

실험적 검증을 위해 그림 4 (a)와 같이 부하시스템이 5V 1A / 12V 1A의 조건일 때 프로그램된 제안 부하시스템 인식 알고리즘을 설계하여 Charger와 부하시스템이 서로 인식하는 것을 확인하였다. 시스템의 안정성을 위하여 3번의 신호를 반복적으로 인식하였을 때 출력시스템이 인식되었다고 판단하고 Charger는 출력시스템에 맞는 출력사양을 공급한다. 그림 4 (b)는 부하시스템이 5V 1A의 경우의 동작파형으로써 Linear Regulator의 출력이 5V가 되면 부하시스템에서 출력전압을 단락시켜 시스템을 인식하는 것을 나타낸다. 또한, 그림 4 (c)는



(a) 제안 부하시스템 인식 알고리즘



(b) 부하 5V/1A의 주요 동작파형 (c) 부하 12V/1A의 주요 동작파형
그림 4 제안 부하시스템 인식 알고리즘의 주요 동작 파형

Fig. 4 Experimental waveforms of proposed Load system identification algorithm

다른 출력사양인 부하시스템 12V 1A의 경우 Linear Regulator의 출력이 7V가 되면 부하시스템에서 출력전압을 단락시켜 시스템을 인식하는 것을 확인 할 수 있다. 따라서 제안 알고리즘은 다양한 출력에서 Charger와 부하 간의 시스템 인식이 적절이 이루어짐을 검증하였다.

5. 결론

기존에 사용되고 있는 Charger의 경우, 각각의 디바이스마다 정격 전력 사양이 상이하기 때문에 하나의 Charger로 호환될 수 없다. 이는 가격적인 문제뿐만 아니라 부피증가에 따른 휴대성이 떨어지는 단점이 있다. 반면 본 논문에서 제안한 부하시스템 인식 기술은 Linear Regulator를 이용하여 출력전압을 가변시켜 부하시스템이 요구하는 출력사양을 찾는 방식으로 하나의 Charger로 다양한 출력사양을 가진 디바이스와 호환이 가능하다. 제안회로의 실험결과 12V 1A/ 5V 1A의 두 가지 출력사양에 대해 제안 알고리즘의 타당성을 검증하였다. 따라서 제안된 알고리즘이 하나의 Charger로 다양한 출력사양을 가지는 멀티미디어 기기와 호환이 가능하다는 것을 확인하였으며, 이는 가격절감 효과뿐만 아니라 휴대성의 측면에서 큰 장점을 지니 차세대 Charger의 주도적 역할을 수행할 것으로 기대한다.

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터육성 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA 2013 H0301 13 2007)

참고 문헌

[1] L. Huber and M. Jovanovic, "Evaluation of flyback topologies for notebook ad/dc adapter/charger applications," High Frequency Power Conversion Conf. Proc., May 1995, pp.284-294.
[2] 최정수, 최중호 외 "휴대 기기 응용을 위한 전력 관리 회로의 설계", 서울시립대학교 석사학위논문, 2010