

# 다양한 부하조건에 호환가능한 프로그래머블 스마트 충전기

조강타, 금문환, 오동성\*, 한상규†  
 국민대학교 POESLA, 삼성전기\*

## Programmable smart charger compatible to various load conditions

Kang Ta Jo, Moon Hwan Keum, Dong Sung Oh\*, Sang Kyoo Han.  
 Power Electronic System Laboratory, Kookmin University, Samsung Electro-mechanics\*.

### ABSTRACT

본 논문은 다양하게 요구되는 정격사양을 하나의 충전기로 호환 할 수 있는 스마트 충전기를 제안한다. 제안 충전기는 부하 시스템에 별도의 장치 없이 정격사양 인식 및 출력사양 가변이 가능하므로 부하시스템의 부담이 줄어든다. 제안 방식은 부하 시스템이 연결되면 부하의 출력사양을 인식하고 부하시스템이 요구하는 출력을 공급한다. 제안 회로의 타당성 검증을 위해 이론적 해석과 하나의 충전기에 3가지 출력사양을 인식시켜 호환 되는 것을 확인하였다.

### 1. 서론

최근 모바일 디바이스가 각광받기 시작하면서 다양한 종류만큼 정격사양 또한 다양하므로 각각의 기기에 전용 충전기가 필요하여 사용자의 불편함이 크다.<sup>[1]</sup> 이를 해결하기 위해서는 통합 충전기를 개발하거나 부하시스템 정격사양을 통합해야한다. 만약 부하시스템 정격사양을 통합하면 소자의 내압 및 열로 인하여 부하시스템의 크기 및 가격이 증가한다. 그러므로 정격사양이 다른 여러 디바이스에 호환 가능한 통합 충전기의 요구가 높아지고 있다. 따라서 본 논문에서는 하나의 충전기로 다양한 부하시스템의 정격사양을 구별하는 인식기술과 정격사양에 따라 달라지는 충전기의 출력을 가변 하는 출력사양 가변기술을 제안한다.

### 2. 스마트 충전기 부하시스템의 부하 인식기술

그림 1은 스마트 충전기 구성도를 나타내며 전원을 공급하는 충전기와 전원을 공급받는 부하시스템으로 구성되어 있다. 그리고 제안 정격사양 인식방법에 대한 알고리즘을 그림 2에 나타내었으며, 정격사양 인식기술을 설명하기 위하여 부하시스템의 3가지 정격사양을 5V/1A, 5V/2A, 12V/1A로 가정하고, 충전기는 대기모드에서 5V/1A로 제어한다. 충전기가 부하시스템의 정격사양을 인식하기에 앞서 충전기는  $V_{o1}$ 을 감지하면서 부하시스템 연결을 기다리며 대기모드로 동작한다. 대기모드 상태에서 충전기 출력전압  $V_{o1}$ 은 전원회로 출력  $V_o$ 의  $R_1$ 과  $R_{Th} = (R_2 + R_3)$ 의 전압분배로 전압이 걸리다가 부하시스템이 연결되면  $R_{Th} = (R_2 + R_3) // R_4$ 가 되어  $V_{o1}$ 은 감소하고 충전기에서  $V_{o1}$  감소를 감지하여 부하시스템 연결을 인식한다. 이 후 부하시스템의 정격전압을 인식하고, 인식 방법은  $Q_2, Q_3$  스위치 On시  $V_{o1}$ 의 감소로 정격전압을 인식한다. 제안 방식은 부하시스템의 연결을 인식하면 전원회로는 가장 낮은 전압인 5V를 출력하므로 부하시스템의

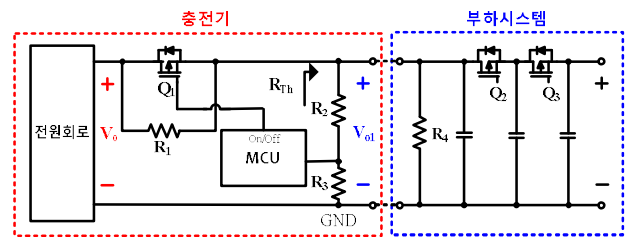


그림 1 스마트 충전기 구성도  
 Fig. 1 Smart Adaptor configuration diagram

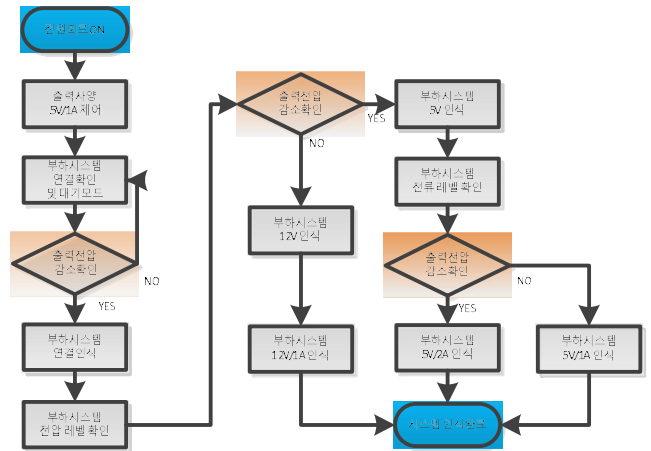


그림 2 제안 정격사양 인식방법 알고리즘  
 Fig. 2 Rated Specifications recognition method proposed algorithm

정격전압이 5V라면  $V_{o1}$ 과 동일하여 부하시스템 내부의 PMIC가 그림 1에  $Q_2$ 와  $Q_3$  스위치를 On시켜 부하시스템은 전류를 끌어가게 된다. 이때  $Q_1$  스위치 Off 상태에서 충전기에서 부하시스템 방향으로 전류가 흘러  $R_1$ 에 전압강하가 생겨  $V_{o1}$ 은 감소한다. 만약 부하시스템의 정격전압이 12V라면 부하시스템의 정격전압과  $V_{o1}$ 이 다르므로 PMIC에 의해  $Q_2$ 와  $Q_3$  스위치를 Off 시키고  $V_{o1}$ 은 일정하게 유지된다. 만약 수초동안  $V_{o1}$ 이 유지되면  $V_o$  전압을  $V_{o1}$ 이 감소할 때 까지 증가시켜 전원회로에서 부하시스템과 동일한 정격전압을 출력한다. 이 후 부하시스템의 정격전류를 인식하며 인식 방법은  $Q_1$  스위치 On시  $V_{o1}$ 의 감소로 정격전류를 인식한다. 제안 방식은 전원회로의 출력전류는 1A 제어가 되고 있는 상태에서,  $Q_1$  스위치를 On 시킨

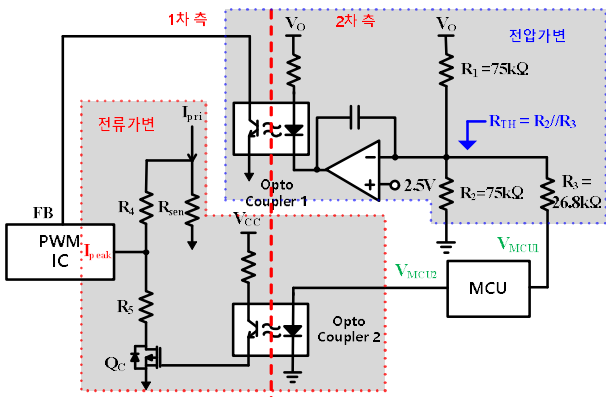


그림 3 제안 출력사양 가변방식 구성도  
Fig. 3 Output specifications variable method proposed configuration diagram

다. 만약 부하시스템의 정격전류가 1A라면 충전기의 출력전류와 부하시스템의 정격전류가 동일하여  $V_{o1}$ 은 일정하게 유지되고, 부하시스템의 정격전류가 2A이면 충전기가 공급해줄 수 있는 출력전류보다 더 많은 전류를 끌어가므로  $V_{o1}$ 이 감소하게 된다. 따라서 충전기는  $Q_1$  스위치 On시 일정시간동안  $V_{o1}$ 의 변화를 인식하여 변화 없으면 1A 시스템으로 인식하고 감소하면 2A 시스템으로 인식하여 전원회로의 출력전류를 2A가 되도록 제어한다.

### 3. 스마트 충전기 출력 가변 방식

부하시스템의 정격사양을 인식하면 충전기에서는 동일한 출력사양을 출력해야하므로 충전기에 출력사양을 부하시스템의 정격사양에 맞추어 가변 할 수 있는 방법이 필요하다. 따라서 제안 출력사양 가변방식 구성도를 그림 3에 나타내었다. 먼저 출력전압 가변방식은  $R_{TH}$ 를 조절하여 출력전압을 가변한다. 만약 부하시스템의 정격전압이 5V인 경우 MCU에서 2.5V를 출력하며  $R_3$  저항은 무시되어  $R_{TH} = R_2 = 75k\Omega$ 으로 출력전압을 5V로 제어하고, 부하시스템의 정격전압이 12V인 경우에는 MCU에서 0V를 출력하여  $R_{TH} = (R_2 // R_3) = 19.74k\Omega$ 이 되어 출력전압을 12V로 제어한다. 다음으로 출력전류 가변방식은 IC 내부로 들어가는 1차 측 전류 센싱값  $I_{peak}$ 를 조절하여 출력전류를 가변한다. 제안방식은 1A 제어 시 MCU에서  $Q_c$  스위치를 Off시켜 IC에서  $I_{peak}$  전압을  $i_{pri} \cdot R_{sen}$  그대로 받아 Peak Current Mode 제어를 한다.<sup>[2]</sup> 2A 제어인 경우에는 MCU에서  $Q_c$  스위치를 On시켜  $I_{peak}$ 는  $i_{pri} \cdot R_{sen}$ 에서  $R_4$ 와  $R_5$ 의 전압분배로 감소하여 1차 측 peak 전류는 증가한다. 따라서 출력전류가 2A가 되도록 1차 측 peak 전류를 설정하면 출력전류는 2A 제어가 된다.

### 4. 제안 스마트 충전기 실험결과

제안 스마트 충전기의 타당성 검증을 위해 정격사양이 다른 3가지 부하시스템을 충전기에 연결하였다. 그림 4는 3가지 정격사양에 대한 실험파형을 나타내고, ①번 구간은 충전기의 대기모드 상태로 부하시스템이 연결되면  $V_{o1}$ 의 감소를 인식하여 ②번 구간으로 넘어간다. ②번 구간에서 부하시스템의 정격전압을 충전기가 인식하는데 (a)와 (c)처럼 부하시스템 전압이 5V일 경우 부하시스템 내부의 PMIC에 의해 그림 1의  $Q_2, Q_3$ 가 On이 되어  $V_{o1}$  전압이 감소한다. 이때 충전기에서  $V_{o1}$  전압이 감소하는 것을 인식하여 5V 시스템으로

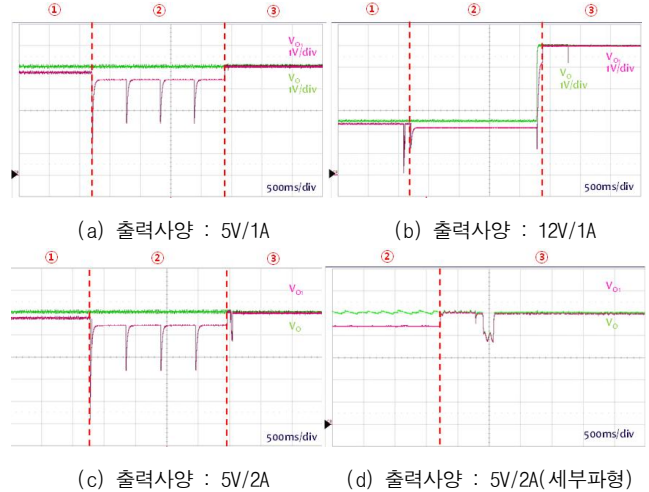


그림 4 제안 스마트 충전기 실험파형  
Fig. 4 Experimental waveform of proposed Smart Adaptor

로 인식한다. (b)처럼 부하시스템 전압이 12V이면 PMIC에 의해  $Q_2, Q_3$ 가 Off 되어  $V_{o1}$ 이 일정시간 유지되는데  $V_{o1}$  전압이 일정시간 유지되면 전원회로의 출력전압을 12V로 증가시켜 부하시스템과 동일한 전압을 출력한다. 정격전압 인식 후 정격전류는 ③번 구간에서 인식하며 이 구간에서 그림 1의  $Q_1$  스위치를 On시켜 부하시스템으로 전력을 공급한다. 충전기는 기본적으로 1A로 전류를 제어하며, (a), (b)처럼  $V_{o1}$ 이 유지되면 1A 시스템으로 인식하고, 전력을 공급하였을 시점에 (c)와 (d)처럼  $V_{o1}$ 이 감소하면 2A 시스템으로 인식하고 출력전류를 2A로 제어한다. 실험을 통해 제안 스마트 충전기가 정격사양이 다른 3가지 부하시스템이 호환 되는 것을 검증하였다.

### 5. 결론

본 논문에서는 다양하게 요구되는 정격사양을 하나의 충전기로 호환 할 수 있는 스마트 충전기를 제안하였다. 제안된 스마트 충전기는 부하시스템 연결과 출력사양인식 및 가변을 부하시스템에 별도의 장치 없이 가능하다는 장점을 갖는다. 제안 회로의 타당성 검증을 위해 하나의 충전기에 3가지 출력사양 (5V/1A, 5V/2A, 12V/1A)의 부하시스템을 인식시켜 호환 되는 것을 확인하였다. 따라서 제안 방식의 스마트 충전기를 사용할 경우 하나의 충전기로 다양한 정격사양 호환이 가능하여 정격사양이 다른 다양한 멀티미디어 디바이스에 적용 가능할 것으로 기대되어진다.

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 대학IT 연구센터육성 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA 2013 H0301 13 2007)

### 참고 문헌

- [1] Leckraj Nagawah, "A Novel Approach of Automation Testing on Mobile Devices", IEEE Trans. Ind. Appl. Vol. 2, pp. 924 930. ICCIS 2012 International Conference on
- [2] W. Kleebchampee, "Modeling and Control Design of a Current Mode Controlled Flyback Converter with Optocoupler Feedback", IEEE Trans. Ind. Appl. Vol. 1, pp. 787 792, PEDS 2005. International Conference on