

다수의 기기를 동시에 충전하는 무선전력전송 시스템

김기택, 이우철
한경대학교

Wireless Power Transmission System that Charges Multiple Devices Simultaneously

Ki Taek Kim, Woo Cheol Lee
Hankyong National University

ABSTRACT

현재 무선전력전송 기술의 발전으로 무선충전에 대한 다양한 제품이 빠르게 출시되고 있다. 현재 출시된 제품의 무선충전패드는 자기유도방식을 이용한 접촉식 충전으로 거리의 제한이 있으며, 한 대의 기기밖에 충전할 수 없다. 본 논문에서는 자기공진방식을 이용하여 기기를 비접촉식으로 충전하며, 다수의 기기를 동시에 충전하는 시스템을 소개하고 간단한 결과를 제시한다.

1. 서 론

최근 국내에서 휴대전화 및 여러 방향으로 무선전력전송방식을 이용한 기술에 대한 관심이 많아지는 추세이다. 현재 출시되고 있는 무선충전패드는 자기유도방식으로 기기를 패드 바로 위에 부착시켜야만 충전이 가능하며, 다수의 기기를 동시에 충전할 수 없다. 본 논문에서는 자기공진방식을 이용하여 기기를 충전기 주변 일정한 거리 내에서 충전이 가능하며 다수의 기기를 동시에 충전할 수 있는 연구를 하였다. 또한 태양 전지를 이용하여 평상시에 충전기의 배터리를 충전할 수 있는 기능을 추가했다. 본 논문에서는 자기공진방식을 이용하여 기존의 방식과 다른 무선충전 시스템을 소개하고 간단한 결과를 제시한다.

2. 본 론

2.1 다수의 기기를 동시에 무선 충전하는 시스템

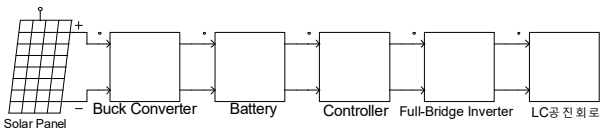


그림 1 다수의 기기를 동시에 무선 충전하는 시스템
Fig. 1 A System that Wirelessly Charges Multiple Devices Simultaneously

그림 1은 다수의 기기를 무선 충전할 수 있는 시스템을 보여준다. 태양전지의 출력은 상시 배터리를 충전하며, 직사광선의 세기에 따라 출력이 달라지므로 Buck Converter를 사용하여 5V의 일정한 전압이 되도록 했다. 이 출력은 배터리에 인가

되며, 배터리의 출력은 제어부와 Full Bridge Inverter의 전원에 인가된다. 제어부는 ATmega128과 Inverter ON/OFF 스위치로 구성되어 있으며, ATmega128에서 인버터 스위칭 신호에 필요한 구형파를 생성한다. 생성된 구형파는 Gate Driver에서 인버터 스위칭 신호를 발생하여 인버터를 동작시킨다. 인버터는 배터리의 출력 직류 5V를 교류 전압으로 변환하여 장비에 전원을 공급하는 역할을 하며, 출력단에서 자기공진방식의 LC 공진을 통하여 코일 간에 전력을 전달한다. 또한 중계기를 사용하여 전력 전송 거리를 확대해 송신 코일 상부와 측면에서 충전이 가능하게 되므로 다수의 기기를 동시에 무선충전을 할 수 있다.

2.2 LC 직렬공진 및 중계기

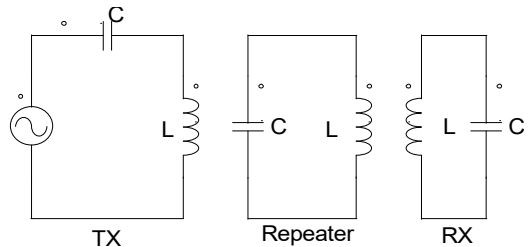


그림 2 중계기가 포함된 무선전력전송 시스템 등가회로
Fig. 2 Wireless Power Transmission System Equivalent Circuit with Repeater

그림 1의 인버터 출력 단의 LC공진회로를 등가회로로 나타낸 것이 그림 2와 같다. 인버터 출력 단에 공진 커패시터와 인덕턴스를 직렬로 연결하여 둘 사이의 공진 주파수를 맞추게 되면 L과 C사이의 힘이 평형을 이루게 된다. 이때, LC 직렬공진이라 하며 L과 C의 임피던스의 합이 0이 되어 큰 전류가 흘러 수식 (1)을 통하여 L에 높은 전압이 걸리게 된다. 이때의 공진 주파수는 수식 (2)와 같다. 중계기는 인덕턴스와 커패시터로 구성되며 전력전송거리 확장, 효율 향상이 가능하고 송수신부와 마찬가지로 동일한 공진주파수로 설계한다. 본 논문에서는 Tx(송신부)와 Rx(수신부) 사이에 중계기를 사용하여 무선전력전송 거리를 확대하여 충전거리의 제약을 보완하였다.^[1]

$$V_L = L \frac{di_L}{dt} \quad (1)$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (2)$$

3. 실험 결과

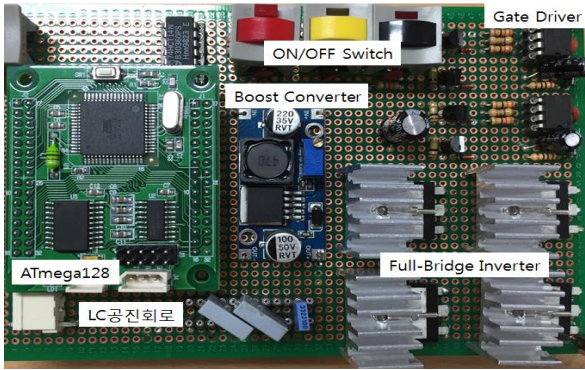


그림 3 다중기기 무선충전 회로
Fig. 3 Multi-Device Wireless Charging Circuit

그림 3은 다수의 기기를 동시에 충전하는 무선전력전송 회로이다. 배터리의 출력 5.1V를 ATmega128, ON/OFF Switch, Boost Converter, Full Bridge Inverter에 인가한다. Boost Converter는 5V를 입력받아 Gate Driver에 필요한 15V의 전압으로 승압하여 공급한다. 제어부의 ATmega128은 구형파를 생성하며, 이 신호는 Gate Driver를 통하여 인버터 스위칭 신호를 발생시킨다. 스위칭 신호를 통해 인버터가 동작하여 공진 시에 송신부 1차측 출력전압은 그림 4 (a)와 같이 출력되며, 공진 시 수신부 2차측 출력전압은 그림 4 (b)와 같이 공진현상을 통해 전력을 전달하게 된다. 중계기가 없을 시에 충전거리는 상부에서 5cm까지 가능하며, 측면에서는 충전이 되지 않는다. 하지만 중계기를 사용하여 상부에서 최대 15cm, 측면에서 최대 6.6cm까지 충전이 가능하다.

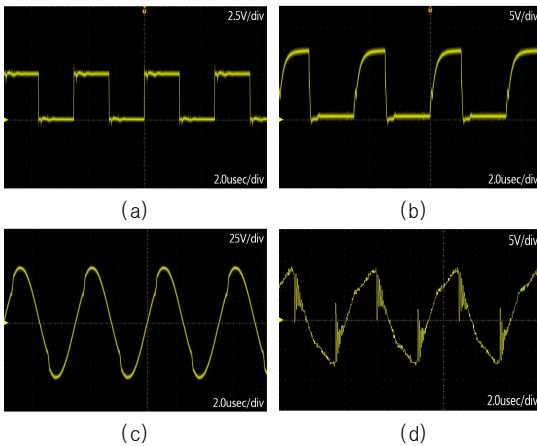


그림 4 (a) : ATmega128 구형파 출력
(b) : Gate 파형
(c) : 공진시 1차측 전압
(d) : 공진시 2차측 전압
Fig. 4 (a) : ATmega128 square wave output
(b) : Gate Waveform
(c) : Primary side voltage at resonance
(d) : Secondary side voltage at resonance

송수신부 및 중계기의 공진 주파수는 200kHz로 설정하였으며, 인덕턴스를 측정하고 앞서 언급했던 수식 (2)를 통하여 커패시턴스 값을 선정하여 공진을 맞추었다. 설계한 인덕턴스 및 커패시턴스 값은 표 1에 나와 있다.

그림 5 (a)에서 상부에 송신코일이 있고 하단에 중계기를 2개씩 겹쳐서 자기장이 상쇄되는 것을 방지하여 측면에서도 전력이 전달될 수 있도록 설계하였다.^[2]

표 1 송신부, 수신부 및 중계기의 인덕터, 커패시터 값
Table 1 Inductor and Capacitor Parameters of Tx, Rx and Repeater

	L[uH]	C[nF]
Tx	116.5	5.4
Repeater 1	54.8	11.5
Repeater 2	14.6	43.3
Repeater 3	13.3	47.5
Repeater 4	15.5	40.9
Repeater 5-9	43.8	14.5
Rx 1	30.8	16.3
Rx 2-3	14.6	43.3

그림 5 (b)에서 보는 것과 같이 한 대의 충전기로 다수의 기기를 무선으로 충전시킨다. 수신부는 휴대폰 케이스로 대체하였으며 LC공진회로와 정류회로, Regulator, 수신 코일로 구성된다. 충전기 상부에 송신 코일이 있으며, 주변에 중계기를 부착하여 앞서 언급했던 거리 내에서 충전이 가능하다.

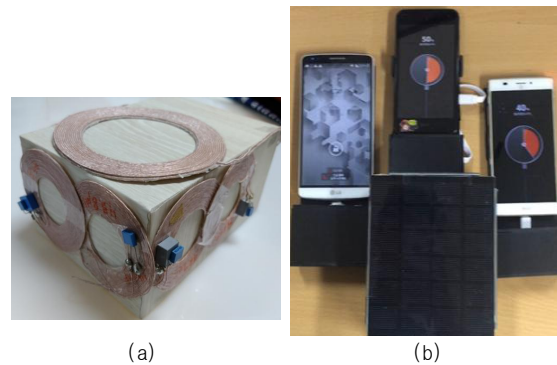


그림 5 (a) : 송신부 및 중계기 구성
(b) : 다중기기 무선충전기
Fig. 5 (a) : Tx and Repeater configuration
(b) : Multi-Device Wireless Charger

4. 결 론

본 논문에서는 다수의 기기를 동시에 무선으로 충전할 수 있는 무선 충전기를 구현하였으며, 태양 전지를 통해 상시 배터리를 충전을 할 수 있다. 향후 낮은 입력으로 인한 저효율 문제를 개선하고, 태양전지를 통한 부가적인 기능을 추가할 계획이다.

참 고 문 헌

- [1] 유재두, 임용석, 임승욱. (2013). 무선전력 전송의 유효 거리 확장용 중계기 설계 및 구현. 한국통신학회 학술대회논문집, 504 505
- [2] 김진욱, 지현호, 최연규, 윤영현, 김관호, 박영진 (2010). 자기 공명 무선 전력 전송 시스템에서 공진 코일의 배열에 관한 연구. 한국전자과학회논문지, 21(6), 564 572