

# 무선 충전 애플리케이션을 위한 2차 측 브리지 정류

오늘날 산업에서는 전력을 실 새 없이 관리해야 함에 따라 무선(비접촉식) 충전 솔루션이 점차 확산되고 있다. 무선 충전 솔루션은 기존의 유선 솔루션만큼 효율이 높지는 않지만, 소비자의 편의를 증진시키며 별도의 충전 케이블도 필요 없다. 무선 충전 방식은 휴대용 기기 산업과 자동차 산업, 의료 산업 등에서 응용되고 있다.

Ann Starks ON Semiconductor

최근의 하이테크 사회에서는 다양한 전자 시스템에 적용되는 편리한 충전 솔루션을 필요로 한다. 무선 충전 방식의 잠재적 시장에는 차량 내부, 공항 및 가정에서의 사용 등이 포함되어 있다. 게임 플랫폼의 경우, 이미 소비자 편의 증진을 목표로 컨트롤러에 무선 충전 옵션을 제공하기 시작했다. 무선 충전 방식이 인기를 얻음에 따라, 많은 휴대폰 제조업체들은 자신의 제품이 무선 충전 호환 기능을 갖추도록 추가 회로가 포함된 배터리 커버를 제공하기 시작했다.

무선 충전은 새로운 콘셉트가 아니

다. 전동 칫솔과 전기 면도기의 경우 수 년 동안 이와 같은 충전 방식을 이용해 왔다. 소비자는 노출된 금속 부위를 접촉시킬 필요 없이, 제품을 베이스 유닛 위에 내려놓는 것만으로도 배터리를 충전한다.

무선 충전 방식을 이용하면 충전 케이블의 필요성이 줄어들거나 없어지며, 제품을 단지 충전 패드 위에 내려놓는 것만으로도 여러 가지 기기들을 충전할 수 있게 된다.

무선 충전은 공심 변압기를 사용함으로써 이루어진다. 1차 권선은 충전 패드 위에 있으며, 2차 권선은 제품 자

체에 있다. 충전 패드는 2차 권선에 전류를 유도하는데, 이 전류가 풀브리지 정류기와 휴대 장치 내의 추가 회로를 통과하여 배터리를 충전시키는 DC 전압을 만든다. 그림 1은 무선 충전 회로의 블록도 예를 나타낸 것이다. 베이스 유닛은 벽면의 표준 전기 코드로부터 전기를 공급받는다. 휴대용 기기를 베이스 유닛 위에 내려 놓으면 배터리 충전이 시작된다.

## ■ 변압기의 기초

전류가 코일을 통과하면 자기장이

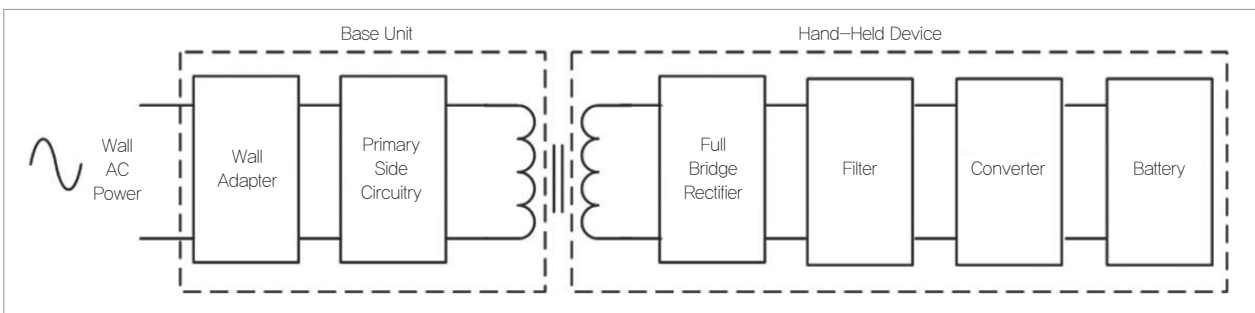


그림 1. 무선 충전의 예

만들어진다. 변압기는 하나의 권선에서 다른 권선으로 전류를 유도할 때 이 기본 속성을 이용한다. 권선비 N은 1차 권선의 회전수 대비 2차 권선의 회전수의 비율이다.

$$N = \frac{n_s}{n_p} \dots\dots\dots (1)$$

권선비는 2차 권선에 유도된 전압과 전류 계산에 이용된다. 2차 권선에서 만들어지는 전압은 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$V_s = V_p * N \dots\dots\dots (2)$$

2차 권선의 전류는 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$I_s = \frac{I_p}{N} \dots\dots\dots (3)$$

변압기는 다양한 구성으로 설계될 수 있으며, 코어 소재로는 2차 권선에 자기장을 유도하는 소재가 사용된다. 투자율  $\mu$ 는 변압기 내에서 자기장이 얼마나 효과적으로 만들어지는가 하는 척도이다. 다른 말로 하면, 변압기가 2차 권선에 얼마나 효과적으로 전력을 전달하는가를 의미한다. 투자율이 높을수록 변압기는 전력을 1차 권선에서 2차 권선으로 더 효과적으로 전달한다. 고유 투자율은 진공에서 자유 공간의 투자율이며 식 (4)와 같이 정의된다.

$$\mu_0 = 4\pi * 10^{-7} N/A^2 \dots\dots\dots (4)$$

단위는  $N/A^2$ 이다. 비투자율은 특정 물질의 투자율을 고유 투자율로 나눈 것으로 정의된다.

$$\text{Relative Permeability} = \frac{\mu}{\mu_0} \dots\dots (5)$$

오늘날 업계에서 매우 인기있는 소재는 페라이트 코어이다. 망간아연 페라이트 코어의 상대 투자율은 640 이상이다. 그러나 무선 충전기에서는 공기가 코어 소재인데, 그 이유는 1차 권선이 2차 권선과는 별도의 유닛에 위치해 있기 때문이다. 공기의 상대 투자율은 1인데, 이는 훨씬 효율이 낮은 변압기를 만들수 있게 한다. 변압기 효율이 낮으므로 회로 나머지 부분의 효율이 매우 중요해진다.

## 2차 측 브리지 정류

풀브리지 정류 및 필터 회로는 2차 권선에 유도된 AC 신호로부터 연속 DC 전압을 생산한다. 그림 2는 네 개의 다이오드로 구성된 풀브리지 정류 회로를 나타낸 것이다.

다이오드 1과 3에 순방향 전압이 인가되면 다이오드 2와 4에는 역방향 전압이 인가되고 그 반대도 마찬가지

다. 그러므로 브리지 양단의 주된 전력 손실은 두 다이오드 양단의 순방향 전압 강하이다. 표준 다이오드는 대략 0.7V의 전압 강하를 갖고 있다. 이것은 두 다이오드 양단의 전력 손실이 다음과 같다는 것을 의미한다.

$$P_{\text{loss}} = I_{\text{Load}} * (V_{F1} + V_{F2}) = I_{\text{Load}} * 2(0.7V) \dots\dots\dots (6)$$

쇼트키 다이오드는 보통 0.4V 근처의 훨씬 낮은 순방향 전압 강하를 갖는다. 그림 2의 브리지 구성에서 쇼트키 다이오드는 더 나은 효율을 제공한다. 또한 그림 2에 나타난 입력 파형의 예는 진폭  $V_{PK}$ 를 갖고 있는 정현파이다. 정류된 출력은  $V_{PK}$ 의 진폭을 지니며 사이클의 절반은 양쪽 다 포지티브이다.

그림 3은 입력 전압 정현파의 제1영역과 제2영역에서 브리지 및 부하 양단의 전류 경로를 나타낸 것이다.

입력 전압 사이클의 처음 절반 동안(제1영역 및 그림 4(a))에는 노드 a의 전압이 노드 b의 전압보다 높다. 전류는 다이오드 1을 통해 흘러가며 부하를 지나 다이오드 3을 통해 변압기로 되돌아간다.

입력 전압 사이클의 두 번째 절반(제2영역 및 그림 4(b))동안에는 노드 b의 전압이 노드 a의 전압보다 높으며, 전

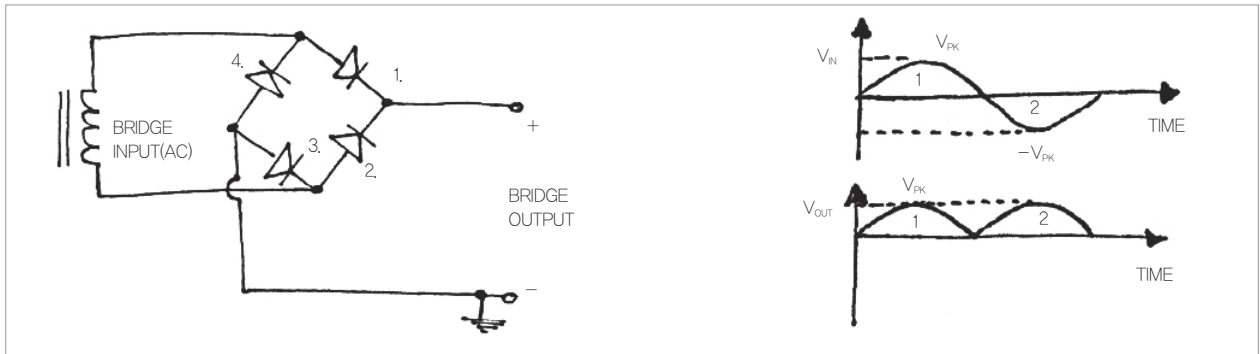


그림 2. 풀브리지 정류기: 4 다이오드 구성

류는 반대 방향에서 다이오드 2를 통해 흐르고 부하를 건너 다이오드 4를 통해 변압기로 되돌아간다. 각각의 경우, 전류는 그림 2에 나타난 출력 전압 파형을 만들면서 부하 자체의 양단에서 같은 방향으로 흐른다.

두 번째 풀브리지 정류기 구성은 두 개의 다이오드와 두 개의 MOSFET 소자로 구성되어 있다. 그림 4는 이러한 구성 예를 나타낸 것이다.

이 브리지의 구성에서는 다이오드 3, 다이오드 4가 N채널 MOSFET으로 대체된다. MOSFET 3의 게이트는 노드 a에 묶여있으며 MOSFET 4의 게이트는 노드 b에 연결되어 있다. 각 MOSFET 블록의 바디 다이오드는 MOSFET이 OFF 상태일 때 전류가 흐른다. 보기의 브리지 입력 및 출력 파

형은 이전의 브리지 구성과 같다. 1영역 동안 노드 a의 전압은 노드 b의 전압보다 높다.

다이오드 1에는 순방향 전압이 인가되어 있고 다이오드 2에는 역방향 전압이 인가되어 있으며 MOSFET 3는 ON 상태, MOSFET 4는 OFF 상태이다 (MOSFET 4의 바디 다이오드는 역방향 전압이 인가되어 있다). 2영역 동안 노드 b의 전압은 노드 a의 전압보다 높다. 다이오드 2에는 순방향 전압이 인가되어 있고 다이오드 1에는 역방향 전

압이 인가되어 있으며 MOSFET 4는 ON 상태, MOSFET 3는 OFF 상태이다 (MOSFET 3의 바디 다이오드에는 역방향 전압이 인가되어 있다).

전류 경로와 결과적인 출력 파형은 이전의 구성과 같다. 그러나 두 개의 다이오드를 MOSFET으로 대체하면 브리지 효율이 증가하며 다이오드와 MOSFET 양단의 전력 손실은 다음과 같다.

$$P_{loss} = I_{Load} * V_{FI} + I_{Load}^2 * R_{DS(ON)} \dots (7)$$

표 1은 2A 부하가 이용된 2차 풀브리지

표 1. 세 가지 브리지 구현 방법의 전력 손실 비교

	브리지 구성	$V_F$ (V)	$R_{DS(ON)}$ ( $\Omega$ )	$P_{loss}$ 식	$P_{loss}$ (W)
1	4 표준 다이오드	0.70	-	식 (6)	28
2	4 쇼트키 다이오드	0.45	-	식 (6)	1.8
3	2 쇼트키 다이오드, 2 MOSFET	0.45	0.023	식 (7)	1.0

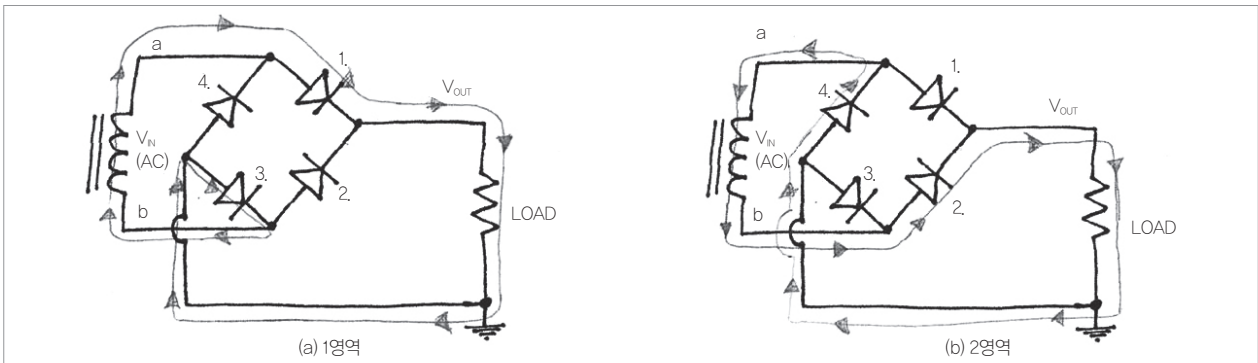


그림 3. 입력 파형의 1영역 및 2영역 전류 경로

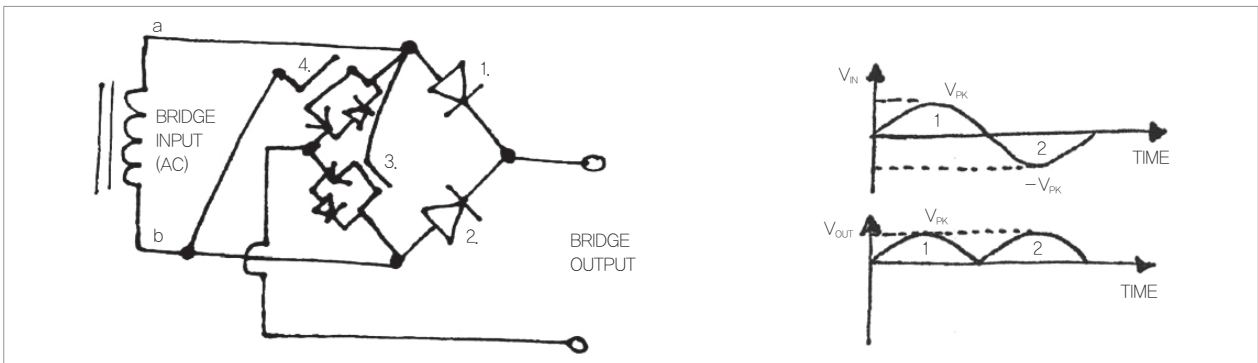


그림 4. 풀브리지 정류기: 2 다이오드, 2 MOSFET 구성

지 정류 회로를 세 가지로 구현했을 때의 전력 손실을 비교한 것이다. 첫 번째 구현 방법은 4개의 표준 다이오드를 이용한 구성이고, 두 번째 구현 방법은 쇼트키 다이오드를 이용한 4 다이오드 구성이다. 세 번째 구현 방법은 두 개의 쇼트키 다이오드와 온세미컨덕터의 NMLU1210 집적 솔루션과 같은 두 개의 MOSFET을 이용한 구성이다.

표 1에 나타난 바와 같이, 세 번째 구현 방법의 전력 손실이 가장 적다. 전력 손실을 이와 같이 줄일 수 있다면, 2차 회로의 효율이 전체적으로 향상되어 무선 충전 솔루션의 에너지 효율을 더 높일 수 있다. 풀브리지 정류기는

또한 네 개의 MOSFET을 이용하여 실현될 수도 있다. 그러나 이 방법에는 더 많은 사항이 수반되며 더 세심하게 고려해야 한다.

공극 변압기는 원래 전통적인 유선 솔루션에 비해 효율이 낮으므로 무선 충전 솔루션에서는 효율을 고려하는 것이 매우 중요하다. 그러므로 무선 충전을 위해 성능을 최대화하기 위해서는 각 회로 블록의 효율을 조심스럽게 고려하여 해결해야 한다. 앞에서 설명한 전력 손실 계산과 같이, 두 개의 다이오드와 두 개의 MOSFET으로 된 솔루션을 구현할 경우 전력 손실을 크게 줄일 수 있다.

오늘날의 전자 산업에서는 에너지 보존과 효율 향상이 소비자와 제조자 모두에게 최우선적으로 고려해야 할 사항이다. 무선 충전 기술이 발전함에 따라 높은 효율과 뛰어난 성능의 솔루션에 대한 필요가 더욱 더 증가될 전망이다. **E E**



News | 온세미컨덕터

네트워킹과 통신 애플리케이션을 위한 고성능 클록 분배 솔루션 출시

온세미컨덕터는 지난달 클록 분배 IC 2종(NB3F8L3010C와 NB6L56)을 출시했다고 발표했다. 공급 전압 2.5V와 3.3V에서 작동되는 NB6L56 2:1 클록/데이터 멀티플렉서의 디퍼렌셜 입력으로는 VT핀을 통해 내부의 50Ω 종단 저항에 연결될 수 있다. 이러한 특징은 LVPECL(Low Voltage Positive Emitter Coupled Logic), CML(Current Mode Logic), VLDS(Low Voltage Differential Signaling)를 포함하여 광범위한 로직 레벨 표준과 연결될 수 있으며 출력은 800mV ECL(Emitter Coupled Logic)이다. 네트워킹과 통신 애플리케이션에 초점을 맞춘 NB3F8L3010C는 3:1 멀티플렉서와 1:10 클록/데이터 팬아웃 버퍼로 구성되어 있다. 3.3V 혹은 2.5V 전원으로 동작되며, LVPECL, LVDS, HCSL(Host Clock Signal Level)과 SSTL(Stub Series Terminated Logic) 시그널 등의 디퍼렌셜 입력을 받을 수 있다. 이 칩의 출력은 각각 최고 200MHz로 동작되는 10개의 싱글 엔드 LVCMOS 이다. 출력 스큐는 일반적으로 10ps로 유지된다. 이 두 제품은 산업용 온도 범위인 -40°C와 85°C 사이에서 동작한다.

온세미컨덕터의 산업용과 타이밍 제품 사업부 부사장인 라이언 카메론(Ryan Cameron)은 “NB6L56은 보다 발전된 2:1 시그널 관리 솔루션을 제공할 것이다. 이 제품은 이미 시장에 출시된 기존 제품과 핀투핀(pin-to-pin) 호환이 가능하지만, 지터 성능을 보다 크게 강화했기 때문에 시스템의 신뢰도가 개선되어 크게 주목받을 것



이다. 또한 클록은 초저전력 소모로 2.5GHz 속도까지 낼 수 있으며 데이터 스트림은 2.5Gbps까지 가능하다”고 말했다. 그리고 “이 제품은 또한 NB3F8L3010C와 함께 사용할 경우, 저비용에 설계 유연성과 고성능을 필요로 하는 통신 인프라 애플리케이션에서 경쟁력을 가질 수 있을 것이다”라고 덧붙였다.