

DC-DC 모듈로 구동되는 무인 항공기 전원 솔루션

바이코 모듈 전원 솔루션을 사용하게 되면 보다 많은 적재량과 요구량을 수행하기 위한 고밀도 구성의 소형, 경량 무인 항공기 전원 시스템 설계가 쉬워진다. 바이코는 고객사들에게 보다 경쟁력 있는 제품을 제공하기 위해 고신뢰도의 혁신적인 고성능 전원솔루션부품 및 솔루션들을 제공하고 있다.

글/Alan Lau, Field Applications Engineer (FAE), 바이코

개요

무인 항공기(Unmanned Aerial Vehicle: UAV)가 여러 응용분야에 걸쳐 인기를 끌며 속속 등장하고 있다. 이에 따라 무인 항공기 설계에는 크기 및 중량 뿐 아니라 전원밀도, 중량대비 전력비율, 효율성, 열관리, 유연성과 복잡성 등에 대해 세심한 검토가 필요하게 되었다.

소형의 가벼운 중량을 가진 고성능밀도(SWaP)은 무인 항공기가 보다 많은 적재량을 가지면서도 멀리 날으며 더 많은 역할을 수행하게 한다.

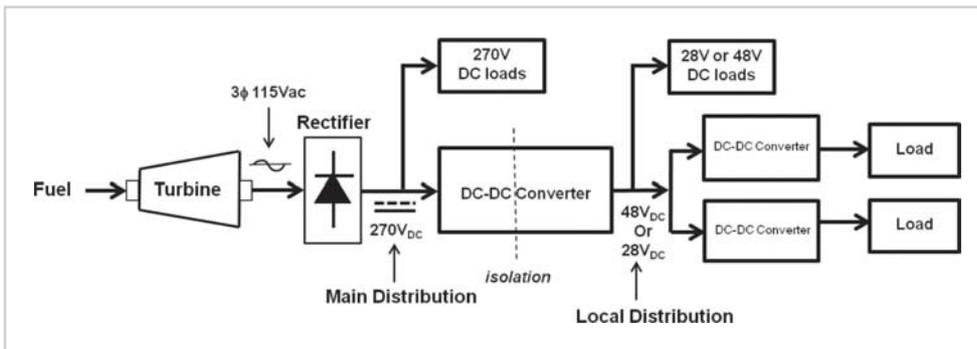
고효율성은 무인 항공기가 날고 있는 동안에 지탱할 수 있는 시간을 최대한으로 가능하게 해주는 에너지를

가장 효과적으로 사용하게 해준다. 그 뿐 아니라 열 전달 시 손실되는 전력을 최소화하기 위한 열관리 방법을 손쉽게 해주기도 한다.

SWaP의 높은 유연성과 복잡하지 않은 구성은 전원 시스템 설계를 보다 용이하게 해주므로 무인 항공기 설계자들이 전력시스템 설계에 많은 시간을 쓰는 것보다 다른 부분에 더 집중하도록 해준다. 이로 인해 설계시간이 절약될 뿐 아니라 시스템 구성자체도 덜 복잡해지는 효과를 기대할 수 있다.

바이코의 모듈 전원시스템은 이러한 장점들을 구현하기 위해 고성능 무인 항공기 애플리케이션에 고신뢰도, 고밀도의 전원 분배 아키텍처를 특징으로 하는 종합적인 전원솔루션 포트폴리오를 제공한다.

그림 1. 무인 항공기의 전원 연결 구성



무인 항공기용 전원 연결 구성

무인 항공기 전원 연결도의 전형적인 구성을 보면 정류기에 의해 270V DC로 변환되어야 하는 3 단계 AC소스를 제공하는 터빈 발전기가 있는데 이

AC 소스는 나중에 절연형 DC-DC 컨버터에 의해 48V DC 또는 28V DC로 변환되는 흐름을 가진다.

무인 항공기에서는 3.3V, 5V, 12V 처럼 다양한 출력 전압을 필요로하는 많은 적재량이 존재한다. 따라서 다운스트림 DC-DC 컨버터 또는 niPoL(비절연 로드 지점)은 28V 또는 48VDC 버스를 원하는 전압 값으로 변환해야 한다.

이러한 고효율을 위해 고전압 DC 버스(270V, 48V or 28V)가 무인 항공기의 전원 연결 구성도를 따라 전원을 분배하도록 선호된다. 전원 분배로 인한 전력손실은 PR(R 와이어저항)에 기반을 두고 있으므로 높은 전압으로 인한 낮은 전류는 전원 손실 분배를 최소화할 수 있다. 특별히 대용량 크기의 무인 항공기의 경우, 매우 긴 전원분배 구성이 필수이다.

안전 측면에 있어서 고전압 DC 버스(270V)와 저전압 DC 버스 사이에는 절연이 필요하다. 이를 SELV (저전압 추가 안전; Safety Extra-Low Voltage)라고 하는데 이는 전압이 고전압에서 60V이하로 절연될 때 발생하는 현상이다.

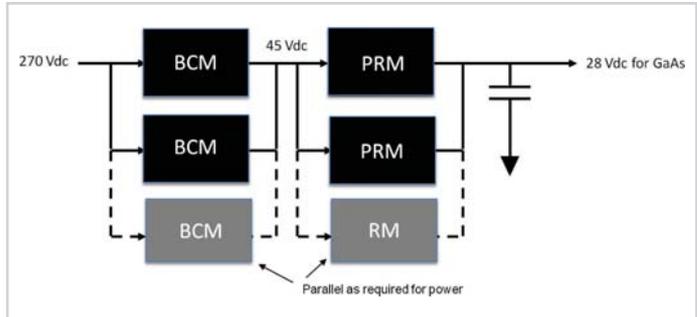
그림 1에서 설명된 전원 연결 구성을 보면 첫 번째 변환 단계는 절연된 DC-DC 컨버터가 위험한 고전압을 SELV로 전달하도록 구성되어야 하는데 이는 비절연 DC-DC라 부하를 전달하는 것으로 연결된다. 이러한 고효율과 저비용의 전원솔루션은 절연과 제어를 DC-DC 변환의 각각의 단계에서 반복하지 않도록 해준다.

270V에서 28V를 카바하는 GaAs 송신기

GaAs의 송신기 적재량은 수백와트의 전원을 요구한다. 이러한 전원요구량을 만족시키기 위해 BCM과PRM을 병렬로 전원을 연결해 출력전압이 발생해야 한다. BCM과 PRM은 모두 고전압 밀도의 컨버터로서 매우 가볍고 작은 VI 칩 패키지에 풀칩이나 하프칩 형태로 실장된다.

BCM은 고전압 입력을 고정된 비율의 K 팩터값을 이용해 SELV 출력으로 전달하는 절연형, 비제어용 DC-DC 컨버터이다. MBCM270x450M270A00 제품의 경우 K 팩터가 1/6 값을 가지는데 이로 인해 출력전압은 항상 입력전압의 1/6 값을 제공하게 된다. 즉, 입력전압

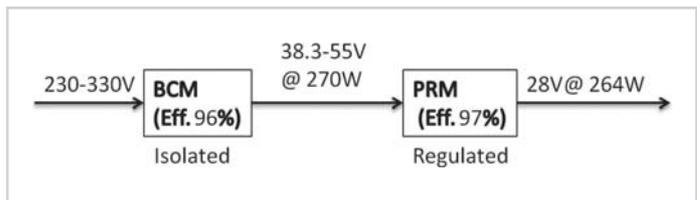
그림 2. GaAs 송신기 전원 연결 구성



이 270V인 경우 출력값은 45V이다.

PRM은 무인 항공기의 적재량에 제어된 전압을 제공하는 제어용, 절연형 DC-DC 컨버터이다. PRM 출력 전압은 낮게 조절이 가능한데 GaAs 송신기의 경우 28V까지 낮출 수 있다.

그림 3. GaAs 송신기 솔루션의 효율성

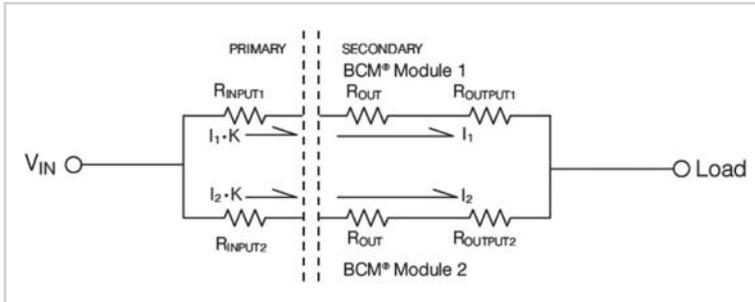


BCM은 절연용, 비제어용 DC-DC 컨버터이다. PRM은 제어용, 비절연용 DC-DC 컨버터이다. 이미 위에서 설명한 바와 같이 보다 높은 효율성을 구현하려면 제어 및 절연 기능이 전원 연결 구성 시 DC-DC 변환의 각 단계나 개별 DC-DC 컨버터들에 의해 반복되어서는 안된다. 따라서 BCM 과 PRM 모듈을 사용하면 270VDC 를 28VDC까지 약93.12%의 변환을 달성하는 높은 효율성을 얻게 된다.

BCM 전원 회로 애플리케이션에 유용한 SAC

싸인 진폭 컨버터(SAC) 토폴로지가 적용되어 BCM이

그림 4. 병렬식 BCM



Size:
3.380 x 1.400 x 0.370 in
85.93 x 35.5 x 9.30 mm

낮은 저항의 출력 성능을 갖게 하면 다음과 같은 사항을 고려할 경우 전원 회로 구성도를 보다 단순화할 수 있다.

- ① 그림 4에서 설명된 바와 같이 대칭적인 배치도에 따른 입력과 출력의 상호 연결 임피던스
- ② 서로 가까운 지점의 개별 BCM 온도가 높아지지 않게 일치시켜 주는 기능
- ③ 각 BCM의 Enable/Disable 시그널(PC pin) 이동시에 개별 모듈을 작동시키도록 연결시키기

다중 DC-DC 출력 변환을 위한 28V/270V 입력 소스

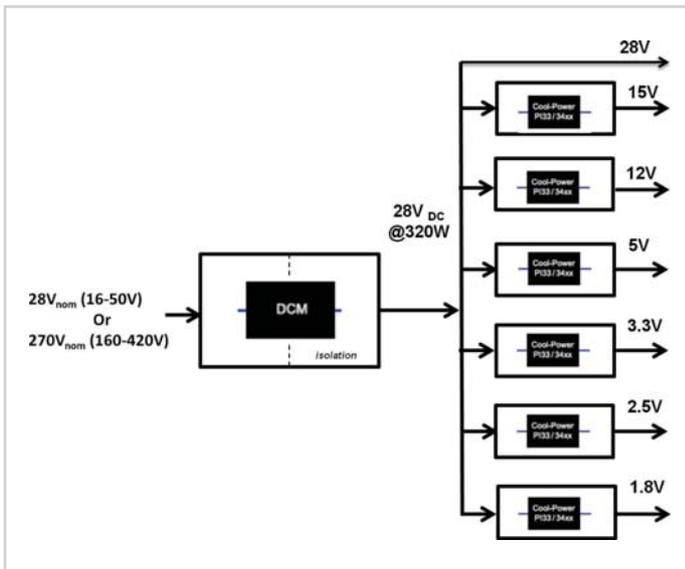
일부 애플리케이션에서는 절연된 제어용 DC-DC가 처음 단계에서 필요한데 이는 로컬분배용 28V 전압버스로 연결되어 28V 적재량에 전원을 공급하게 된다. 그

러므로 여기에는 절연된 제어용DCM(VIA) 컨버터가 필요하다.

DCM (VIA) 는 무인 항공기 설계에 적용될 수 있는 강한 내구성의 열감지 금속재질로 만들어졌다. 이중 클램프 제로 전압 스위칭(DC-ZVS) 토폴로지를 적용한 DCM은 각각 93%의 높은 효율성과 1MHz 스위칭 주파수를 가능케한다. 현재 28V 및 270V의 입력 값을 가진 모듈 DCM(VIA)들이 무인 항공기 설계에 적용된다.

DC ZVS 토폴로지는 1차로 풀-브리지를 가지고 2차로 싱글-엔드 동기화된 정류기를 구성한다. 이 토폴로지의 첫 번째 클램프는 1차로 클램프 콘덴서를 가리킨다. 출력 전압은 변압기를 경유하여 클램프 콘덴서로 반사되는데 이에 상응하는 전압은 피드백을 위해 아날로그 에러 증폭기로 보내진다. 2차 클램프는 DC ZVS 스위칭주기의 클램프단계(T3)를 가리키는데 클램프 단계동안 1차변압기에서 Zero 전류로 순환해 ZVS와 ZCS를 달성한다.

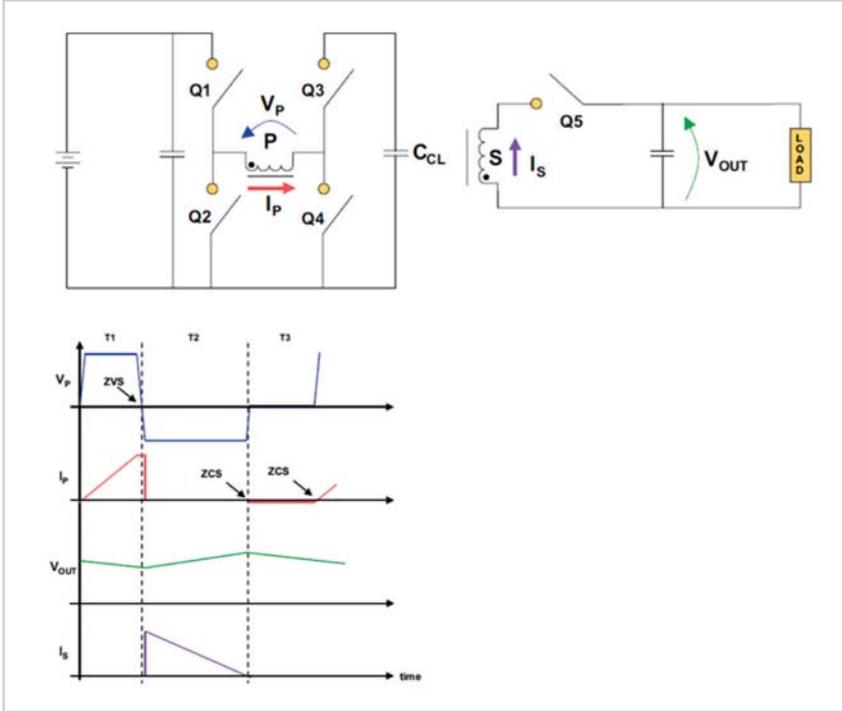
그림 5. 다중 출력을 위한 270V / 28V



28V 전압부스가 전압을 로드하기 위해서는 LGA Sip으로 실장된 쿨파워 ZVS 벡 레귤레이터인 iPoL 제어를 필요로 한다. 현재DC-DC 다운스트림 기능을 제공하는 12V, 24V, 48V 입력시리즈 ZVS 벡 패밀리 제품들이 출시되어 있다. 48V 입력 ZVS 벡 제어기는 정전류방식의 출력이나 정전압 출력으로 사용될 수도 있다.

클래워 ZVS 벅과 기존 벅 제품의 가장 중요한 차이점은 클램프 스위치이다. 클램프 단계를 끝나가게 될 때 클램프 스위치가 열리는데 인덕터는 V_{in} 에 가장 가까운 VS 노드를 올리기를 위한 Q1과 Q2의 병렬 정전용량으로 공진하게 되어 Q1 ZVS를 가동시킨다.

그림 6. DZ ZVS

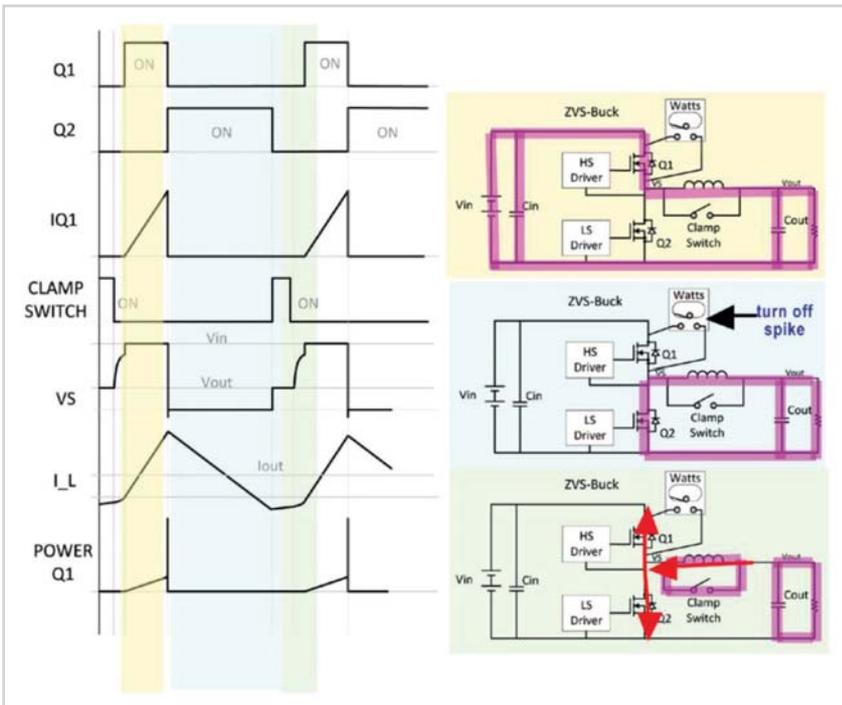


클램프 스위치가 열리는데 인덕터는 V_{in} 에 가장 가까운 VS 노드를 올리기를 위한 Q1과 Q2의 병렬 정전용량으로 공진하게 되어 Q1 ZVS를 가동시킨다.

결론

바이코 모듈 전원 솔루션을 사용하게 되면 보다 많은 적재량과 요구량을 수행하기 위한 고밀도 구성의 소형, 경량 무인 항공기 전원 시스템 설계가 쉬워진다. 바이코는 고객사들에게 보다 경쟁력 있는 제품을 제공하기 위해 고신뢰도의 혁신적인 고성능 전원솔루션부품 및 솔루션들을 제공하고 있다. **SN**

그림 7. ZVS 벅



참조

1. SAC 토폴로지: 인수 분해된 전원구성도와 VI Chips(http://www.vicorpower.com/documents/whitepapers/wp_factorized-power-architecture-overview.pdf)
2. ZVS 벅 토폴로지: 고성능 ZVS 벅 레귤레이터는 광범위한 입력범위의 Point-of-Load(PoL) 애플리케이션에서 상승된 전원 처리량의 장애물을 제거한다. (http://www.vicorpower.com/documents/whitepapers/Picor/wp_HighPerformanceZVS.pdf)
3. 더블 클램프 ZVS 토폴로지: 적용된 셀 컨버터 토폴로지는 프런트 엔드의 고밀도 전압 요소 수정 애플리케이션에서 일반 입력 AC라인의 지속적인 효율성을 가능케 해준다. (http://www.vicorpower.com/documents/whitepapers/wp_AdaptiveCellTopology.pdf)