

12V 배터리 제거 및 전기자동차 성능 향상

새로운 전기화 시대에 대응해야 하는 OEM 업체들은 자동차 전기화 방식에 대한 새로운 모색을 통해 이점을 얻을 수 있다. 전력분배 네트워크를 새롭게 설계하고, 차량의 모든 전기적 요구사항을 고려함으로써 훨씬 더 많은 이점을 얻을 수 있으며, 훨씬 더 뛰어난 성능을 제공할 수 있다. 즉, 모듈식 전력 솔루션으로 전환함으로써 12V 배터리를 제거하고, 향상된 과도응답과 무게 감소, 추가 패키지 공간 등의 이점을 얻을 수 있으며, 이러한 모든 것을 통해 주행거리를 연장하고, 전반적인 성능 향상에 기여할 수 있다.

자료제공/전영삼 상무, 바이코

12V 배터리 보다 과도응답이 3배 빠른 전력 모듈

전기자동차(EV)의 전력 요구가 3kW에서 50kW 이상으로 증가함에 따라 기존 내연기관의 전력분배 아키텍처를 새롭게 구성하는 대신 필요한 전력을 최적으로 공급할 수 있는 새로운 방법을 모색해야 한다. 오늘날의 배터리 전기자동차(BEV)는 이미 1차측 배터리(800V 또는 400V)를 가지고 있는데, 더 이상 12V 배터리는 필요하지 않다. 만약 250A/ms 이상의 과도응답 속도를 달성하여 전력 리저버(Power Reservoir) 기능을 대체할 수 있다면 더 이상 12V 배터리는 필요하지 않다. 바이코(Vicor)의 전력 모듈은 12V 배터리 보다 3배 빠른 과도응답을 제공한다.

12V 배터리를 사용하는 이유는 간단하다. 많은 자동차 시스템, 특히 안전 시스템은 전력의 급격한 변화에 신속하게 응답할 수 있어야 하는데, 전통적으로 배터리는 DC-DC 전력 컨버터에 비해 훨씬 뛰어난 응답특성을 가지고 있기 때문이다. 최근까지 전력 시스템 엔지니어는 원치 않는 부피나 무게를 추가하지 않으면서 800V 또는 400V를 48V나 12V로 빠른 과도응답으로 안전하면서도 안정적으로 변환할 수 있는 옵션이 없었다.

또한 새로운 전기자동차는 내연기관 보다 최대 20배 더 많은 전력(3kW에서 50kW 이상으로 증가)을 소비하기 때문에 하드 스위칭 DC-DC 컨버터 토폴로지를 사용하면, 부피와 무게가 늘어나고, 전력분배 네트워크에 상당한 부담을 초래하여 전력 전자장치의 부피 및 무게가 증가하게 되어 결국 주행거리도 단축된다.

이러한 전기자동차의 전력요건 때문에 내연기관의 전력분배 아키텍처를 개조하는 대신 필요한 전력을 최적으로 공급할 수 있는 방법을 새롭게 살펴봐야 한다. 기존의 DC-DC 전력 컨버터를 사용하는 전기자동차는 성능과 기능 저하 없이 20배까지 증가된 전력을 처리할 수 없기 때문에 경쟁력을 저하시킬 수 있다. 이 새로운 방식은 관례적인 간단한 리모델 방식이 아니라 혁신의 관점에서 철저한 재구현 프로젝트로 탐색되어야 한다.

전동화를 향한 기존의 방식은 자동차에 더 많은 고성능 배터리를 추가하는 방향으로 추진되어 왔다. 하지만 이러한 배터리는 무겁고, 크다. 최신 모델은 800V 배터리를 강조하고 있지만, 동일한 차량에 12V 및 심지어 48V 배터리까지 탑재되어 있다. 무엇보다 중요한 패키지 공간과 무게를 고려할 때, 이러한 3개의 배터리는 비효율적이고, 불필요하다.

기존의 접근방식이 배터리를 추가하는 것이라면, 새로운 혁신적인 방식은 배터리를 제거하여 패키지 공간을 확보하고, 무게를 줄이는 동시에, 필요한 전력 과도응답을 훨씬 더 향상시키는 것이다.

12V 배터리의 종말?

고성능 전력변환은 배터리를 제거하는데 필수적이다. 보다 구체적으로는 컨버터의 빠른 과도응답이 가장 중요한 변수이다. 고성능 전력 컨버터가 12V 배터리(250A/ms)와 동일하거나 더 뛰어난 빠른 응답을 제공할 수 있다면, 12V 배터리와 이와 관련된 중량 및 패키징 공간을 제거할 수 있는 가장 합리적 방법이 될 것이다.

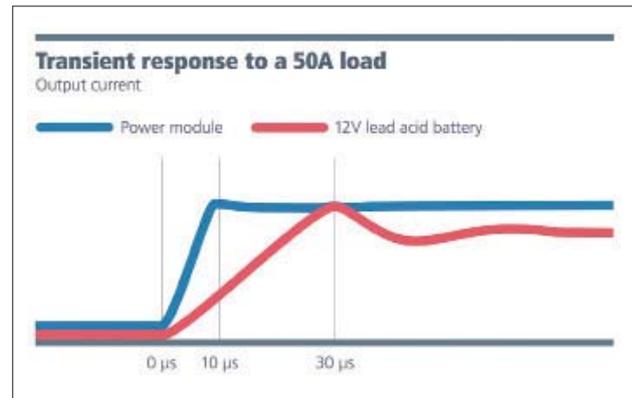
12V 배터리의 가장 중요한 역할은 많은 전력을 필요로 하는 부하를 위해 전력 리저버용으로 사용하는 것이다. 차량의 일반적인 부하는 두 가지 유형의 전류를 소모한다. 하나는 시동을 위한 것이고, 다른 하나는 정상상태의 동작을 위한 것이다. 전원이 특정 부하에 처음 인가될 때, 기존 전원을 인가하거나 또는 이미 전원이 있다면, 활성화 신호만 필요하다.

기존 전력을 사용하는 부하는 커패시터를 충전하거나, 전기를 돌리기 위해 많은 양의 전류를 소비한다. 그런 다음, 부하에 전원이 공급된 후(시동 후)에 전류가 떨어지고, 지속적으로 부하가 동작(정상상태)하게 된다. 이러한 초기 전류 소모로 인해 기존의 내연기관 차량에서는 배터리가 적합한 옵션이었지만, 무게가 주행거리에 상당한 영향을 미치는 전기자동차에는 적합하지 않다. 따라서 무거운 납산(Lead-Acid) 또는 리튬 12V 배터리를 제거하고, 매우 빠른 과도응답을 제공하는 가볍고, 컴팩트한 고성능 DC-DC 컨버터로 대체하는 것이 합리적이다.

12V 배터리 Vs. 고성능 전력 모듈

차량의 12V 배터리를 기존의 컨버터로 대체할 경우, 부하 전압이 상당히 낮아지면서 부하가 꺼질 수 있으며, 이로 인해 차량이 재부팅될 수도 있다. 고려해야 할 주요 파라미터는 시간에 따라 전류가 변하면서 나타나는 부하의 전압

그림 1. 과도 테스트 비교: 75A, 48V-12V에서 12V 배터리와 비교. 50A 부하에 대한 NBM2317 전력 모듈의 응답 속도는 표준 12V 배터리 보다 3배 더 빠르다.



편차이다. 이를 과도응답이라고 하며, 전압 편차가 작을수록 시스템 성능이 높아진다.

새로운 전기자동차를 설계할 때는 다수의 새로운 첨단 솔루션을 고려할 필요가 있다. 바이코의 독보적인 SAC™ (Sine Amplitude Converter)와 같은 토폴로지와 결합된 모듈식 전력 접근방식은 납산 배터리의 슬루레이트(과도응답)를 훨씬 능가할 수 있다. SAC를 활용한 모듈식 접근방식은 규격을 벗어나는 어떠한 전압 강하도 없이 고전압 배터리에서 부하까지 수천 암페어를 처리할 수 있다. 벤치 테스트 결과에 따르면, 모듈식 전력 솔루션은 일반적인 12V 배터리 보다 3배 빠른 응답을 제공할 수 있는 것으로 나타났다.(그림 1)

자동차 제조업체는 일반적으로 가장 빠른 부하를 위해 12V 배터리가 달성(75A/30us)할 수 있는 250A/ms를 요구한다. 바이코의 모듈식 접근방식은 이보다 빠른 과도응답(75A/10us)을 제공하여 12V 보다 3배 더 빠르게 응답하는 '가상 배터리'를 구현할 수 있다.

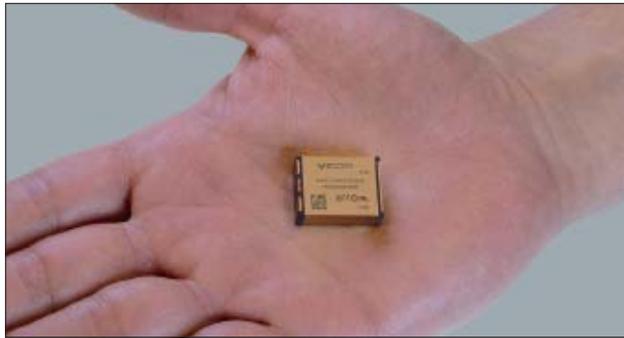
12V 배터리를 더 빠르고, 가볍고, 작은 고성능 전력 컨버터로 대체

SAC와 결합된 모듈식 전력 솔루션은 자동차 전력을 위한 최적의 솔루션이다. SAC는 1차측 권선과 2차측 권선의 비율인 K 계수라고 하는 권선비를 가지고 있다. 이 토폴로지의 주요 이점은 1차측 커패시턴스가 K 계수의 제곱으로

그림 2. 벤치 테스트 결과, 모듈식 전력 솔루션이 일반적인 12V 배터리 보다 3배 더 빠른 응답을 제공할 수 있는 것으로 나타났다.

Power source	di/dt
660CCA, 12V car battery	75A/30 μ s
48V to 12V SAC at 80A	75A/10 μ s

그림 3. EMI 필터링과 최소한의 구성요소 및 인클로저와 함께 제공되는 바이코의 전력 모듈은 12V 납산 또는 리튬이온 배터리를 대체하여 15 ~ 40lbs의 무게를 줄일 수 있다.



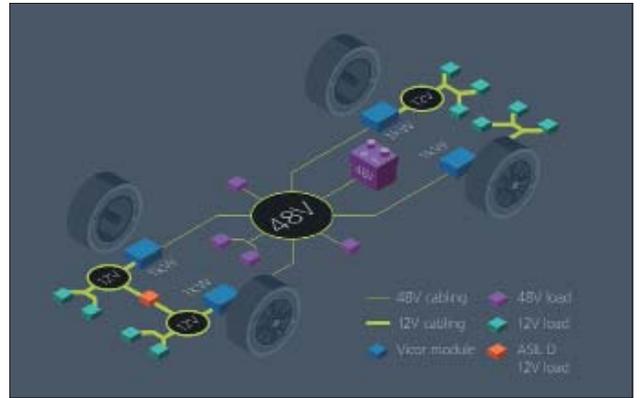
곱해진다는 것이다. 48V에서 12V로 변환하는 경우, K 계수는 1/4이며, 이는 유효 2차측 커패시턴스가 4제곱 또는 1차 커패시턴스의 16배임을 의미한다.

바이코의 NBMTM은 항상 온 상태인 기계적 소스에서 온/오프 사이클을 가진 전기적 에너지 소스로 에너지 부하를 전달하여 더 나은 제어와 효율성을 제공하는 이상적인 컨버터이다. NBMTM을 SAC와 함께 사용하면, 엔지니어는 배터리의 무게와 크기 또는 온도 제한 없이 물리적 배터리의 필수 속성을 복제하여 배터리의 모든 장점을 완벽하게 갖춘 가상 배터리를 구현할 수 있다.(그림 2)

모듈식 접근방식을 사용하면, 설계자가 전원 소스를 여러 영역으로 분할할 수 있다. 하나의 중앙 집중식 전력 아키텍처를 사용하는 대신, 설계자는 NBMTM을 대시보드와 트렁크 또는 네 바퀴에 모두 배치할 수 있다. 전원 소스를 부하에 더 가깝게 배치하면, 고성능 전력 시스템을 위한 기생 인덕턴스와 직렬 저항이 감소하게 된다. 또한 동일한 접근방식을 HV-48V 변환에도 적용하여 유사한 성능을 얻을 수 있으며, 48V 가상 배터리를 생성할 수 있다. (그림 3)

차량 내에서 가장 큰 에너지 소스인 트랙션 모터

그림 4. 분산형 아키텍처는 더 많은 설계 유연성을 제공하고, 차량의 케이블 및 하네스 무게를 줄여 공간 및 주행거리를 확장할 수 있도록 해준다.



(Traction Motor) 배터리를 사용하여 다양한 안전 전압으로 다운 컨버전하는 것이 합리적이다. 일반적으로 전기자동차의 트랙션 모터 배터리는 400V 또는 800V이지만, 1,200VDC 또는 1,400VDC로 빠르게 대체되고 있다.

모듈식 접근방식은 입력 또는 출력의 모든 내부 직렬 인덕턴스를 제거하고, 초당 700,000암페어 또는 밀리초당 700암페어를 쉽게 처리할 수 있다. 또한 병렬 어레이로 쉽게 연결하여 대규모 전력 프로세싱 시스템을 구현할 수 있으며, 60V 이상의 모든 1차측 버스 전압과 절연이 가능하다.

이론상으로 NBMTM은 전력 용량 측면에서 열적으로만 제한되며, 적절한 냉각이 이뤄지면, 매우 높은 용량의 전력을 처리할 수 있다. 또한 양방향 동작의 추가 이점을 제공하기 때문에 어느 방향으로든 시동이 가능하다.

모듈식 전력 솔루션으로 전기화 혁신

새로운 전기화 시대에 대응해야 하는 OEM 업체들은 자동차 전기화 방식에 대한 새로운 모색을 통해 이점을 얻을 수 있다. 전력분배 네트워크를 새롭게 설계하고, 차량의 모든 전기적 요구사항을 고려함으로써 훨씬 더 많은 이점을 얻을 수 있으며, 훨씬 더 뛰어난 성능을 제공할 수 있다.

즉, 모듈식 전력 솔루션으로 전환함으로써 12V 배터리를 제거하고, 향상된 과도응답과 무게 감소, 추가 패키지 공간 등의 이점을 얻을 수 있으며, 이러한 모든 것을 통해 주행거리를 연장하고, 전반적인 성능 향상에 기여할 수 있다. 