

# 고밀도 전력 모듈로 EV 전력 시스템 설계 간소화 및 소형화

업계 최고 수준의 전력 밀도와 혁신적인 아키텍처를 갖춘 DC-DC 컨버터 전력 모듈을 사용하면 설계자는 차량 무게, 전력 시스템 공간, 전체 비용을 줄일 수 있는 솔루션을 확보할 수 있다. 세 가지 새로운 자동차 등급 제품이 전기차 전력 시스템 설계의 미래를 가속하는 방식을 살펴본다.

글 | 그렉 그린, 자동차 마케팅 디렉터, Vicor Corporation

업계 최고 수준의 전력 밀도와 혁신적인 아키텍처를 갖춘 DC-DC 컨버터 전력 모듈을 사용하면 설계자

는 차량 무게, 전력 시스템 공간, 전체 비용을 줄일 수 있는 솔루션을 확보할 수 있다. 세 가지 새로운 자동차 등급 제품이 전기차 전력 시스템 설계의 미래를 가속하는 방식을 살펴본다.

그림 1. 차량 전반에 걸쳐 기존의 개별 전력 변환을 전력 모듈로 대체하면 전기차에서 상당한 비용과 무게를 절감할 수 있다.

**Power modules reduce cost by up to \$100 and weight by up to 25kg**

- 4kW DC-DC integrated into HV battery housing**  
Cost ↓ Mass ↓
- Miniaturized 4kW, 800V to 48V DC-DC**  
Mass ↓
- Zonal Architecture: 48V power bus with 4 nodes**  
Cost ↓ Mass ↓
- 800V precharge from low voltage**  
Cost ↓ Mass ↓
- Active suspension and stabilization**  
Mass ↓
- Downsized or deleted low voltage battery**  
Cost ↓ Mass ↓

**혁신적인 모듈은 전기차 애플리케이션에서 효율성을 높이고 복잡성을 줄인다**

자동차의 전동화는 전력 시스템 설계자에게 차량의 주행 거리와 전반적인 성능을 훼손하지 않으면서 가장 높은 전력 밀도와 가장 낮은 무게를 동시에 달성해야 하는 새로운 과제를 안겨주고 있다. 전력 전달 네트워크(PDN)를 설계하는 엔지니어들은 비용에 영

향을 주지 않으면서 안전하고 효율적이며 더 가벼운 시스템을 설계해야 하는 임무를 맡고 있다.

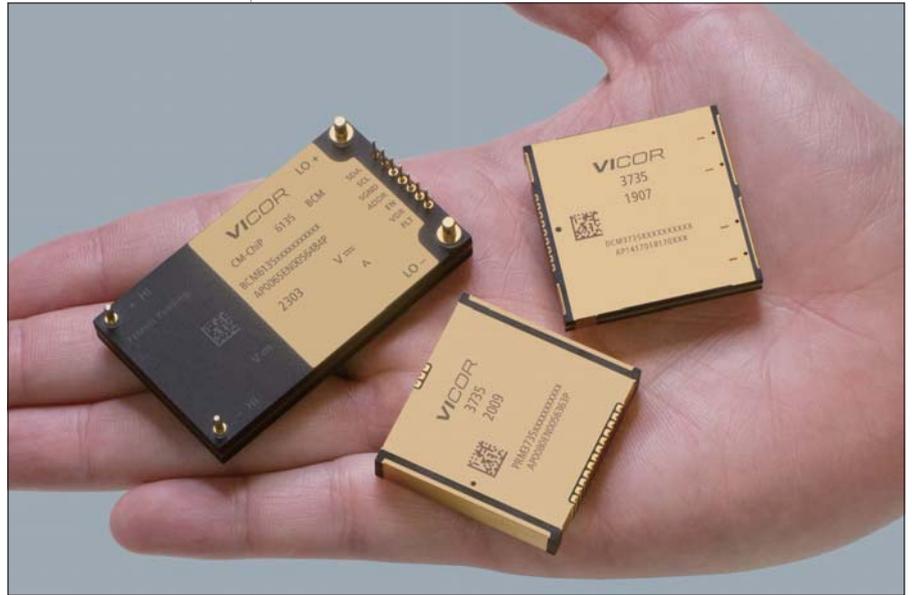
업계 최고 수준의 전력 밀도와 혁신적인 아키텍처를 갖춘 DC-DC 컨버터 전력 모듈을 사용하면 설계자는 차량의 무게, 전력 시스템의 공간, 전체 비용을 줄일 수 있다. 48V 존(zonal) 아키텍처와 고밀도 전력 모듈을 사용해 최적화된 PDN을 구축하면 최대 100달러의 비용 절감과 최대 25kg(55파운드)의 무게 절감 효과를 얻을 수 있다.

### 전력 모듈은 빠른 확장성과 유연성을 가능하게 한다

전력 모듈은 맞춤형의 복잡한 개별 전력 설계와 비교할 때 빠른 혁신을 가능하게 하면서 전력 시스템 설계에 새로운 기회를 제공한다. 세 가지 새로운 자동차 등급의 Vicor DC-DC 전력 모듈은 플랫폼과 애플리케이션 전반에서 전력 확장을 빠르게 하고 전력 시스템 설계를 가속해 유연하고 확장 가능하며 재사용 가능한 솔루션을 차량 개발팀에 제공한다. BCM6135, DCM3735, PRM3735는 Vicor가 오랜 기간 쌓아온 전력 밀도와 고효율 전력 변환 분야의 기술력을 바탕으로 개발됐다. 이 모듈들은 작은 크기와 가벼운 무게 덕분에 자동차에 적합하다.

이 세 가지 모듈은 차량 내 여러 서브시스템을 지원하기 위해 300가지 이상의 PDN 구성으로 배열할 수 있다. 세 가지 제품은 800V 전원 공급 장치를 48V 또는 12V로 변환해 2 ~ 20kW 범위의 거의 모든 고전압 전력 변환 요구를 충족할 수 있다. 특히 48V 및 48V 존 아키텍처로의 전환을 지원하는 데 적합하다. 또한 양방향 기능을 활용해 재생 에너지 부하를 지원하는 데 유리하며, 자동차 업계에서 가장 빠른 전류 슬루율로 전류 흐름을 전환할 수 있다. 이 제품군은 APQP 프로세스를 통해 자동차용으로 개발 및

그림 2. Vicor의 BCM6135, DCM3735, PRM3735 전력 모듈은 자동차 산업에서 전력 밀도의 새로운 기준을 세웠다. 이들 모듈은 xEV 전력 시스템의 800V, 400V, 48V, 12V 시스템에서 복잡한 변환 과제를 해결한다.



인증되었으며, 향후 12개월 내에 고성능 자동차의 생산 라인에서 양산될 예정이다.

### 세 가지 부품으로 전기차 전동화를 간소화하다

Vicor 전력 모듈은 병렬 배열 기능을 통해 모듈식 확장이 가능하며 크기가 매우 작아 다양한 애플리케이션에 사용할 수 있다. 이 부품들은 오늘날 전기차를 전동화하고 혁신하는 데 필수적인 구성 요소다.

### 빠른 과도 응답으로 저전압 배터리를 없앨 수 있다

BCM6135는 800V를 48V로 변환하는 2.5kW 절연형 BCM® 버스 컨버터로, 크기는 61 x 35 x 7.3mm다. 이 고전압 BCM은 업계 최고 수준인 158kW/l의 전력 밀도를 제공한다. 또한 BCM6135는 8MA/s의 전류 슬루율(di/dt)을 갖춘다. 이러한 성능은 Vicor의 Sine Amplitude Converter™ 토폴로지와 ZVS/ZCS(영전압/영전류) 스위칭 제어 시스템을 통해 가능해졌다.

## 300kW/L의 전력 밀도로 48V 존 아키텍처를 지원한다

DCM3735는 2.0kW DCM™ DC-DC 컨버터로, 비조절 48V 입력을 안정적인 12V 전원으로 변환한다. DCM3735는 폭넓은 입력 범위를 지원해 다양한 자동차 애플리케이션에 적합하며, 출력은 8~16V 범위에서 조절할 수 있다. 전력 밀도는 리터당 300kW로, 고전압 BCM에서 하위 전환과 조절을 지원한다.

## 컴팩트하고 고효율의 48V 존 전압 조절

PRM3735는 48V 전원용 2.5kW PRM™ 레귤레이터다. PRM3735는 99.2%의 효율로 전압을 조절하며, 작은 면적과 리터당 260kW의 전력 밀도를 지녀 패키징 공간을 절약해 전체 DC-DC 전원 장치를 소형화할 수 있다.

이 새로운 모듈들은 완성차(OEM)들이 중요한 전기차 전력 시스템 설계 목표를 달성하도록 돕는다.

- ① 크기와 무게를 줄인다. Vicor 모듈의 전력 밀도 덕분에 DC-DC 컨버터의 크기와 무게를 최대 50%까지 줄일 수 있으며, 업계 최고 수준의 전력 밀도를 구현할 수 있다. 전력 밀도가 리터당 300kW인 DCM3735 2.0kW DCM™ DC-DC 컨버터는 비조절 48V 입력을 안정적인 12V 전원으로 변환한다. DCM3735는 폭넓은 입력 범위를 지원해 다양한 자동차 애플리케이션에 적합하며, 출력은 8~16V 범위에서 조정 가능하다. 이 모듈들은 다양한 서브시스템에 적용해 무게와 공간을 절약할 수 있다.
- ② 고전압을 SELV로 변환한다. 모든 전기차는 400V 또는 800V의 주 배터리로부터 수많은 서브시스템에 전력을 공급한다. 이때 SELV(Safety Extra Low Voltage)로 변환하는 것이 필수적이다. 이를 효율적으로 수행하면서 공간과 무게를 최소화하는 것이 설계자의 목표다.
- ③ 48V 존 아키텍처를 쉽게 채택할 수 있다. 전기차는 더 효율적인 전력 전달 네트워크(PDN)를 새롭게 설

계할 수 있는 기회를 제공한다. 12V 대신 48V 기반 PDN을 사용하면 전기적으로 더 효율적인 시스템을 구현할 수 있어, 배터리 전력을 더 많이 주행 거리 확보에 활용할 수 있다. 소형 DC-DC 컨버터 덕분에 이러한 전환이 매우 수월하다.

## 전력 모듈은 다양한 자동차 애플리케이션을 지원한다

새롭게 출시된 세 가지 자동차용 모듈은 전력 엔지니어에게 만능 도구와 같다. 이 모듈들은 단독으로도, 또는 조합하여도 사용할 수 있어 설계 과정을 단순화하고 더 효율적이며 가벼운 시스템을 만들 수 있다. 그렇다면 오늘날 전력 모듈은 어떻게 사용되고 있을까?

### ● 전기차에서 본격화되는 능동 서스펜션

현재 자동차 1차 협력사인 홍파는 Vicor와 협력해 능동 서스펜션 시스템을 지원하기 위한 800V~48V DC-DC 컨버터를 개발하고 있다. 능동 서스펜션은 전력 요구가 12V로는 감당하기 어려운 수준이어서 48V 전력이 적합하다. 또한 800V나 400V를 차량의 여러 지점으로 배선할 때는 많은 안전 문제가 발생할 수 있다. 이 시스템은 BCM6135의 전력 밀도를 활용해 시스템 박스의 부피를 1.8리터 이하로 줄인다. 또한 회생 전력 부하에서 전류를 즉시 역전해 배터리로 전력을 되돌려야 하는 상황에서 BCM6135의 높은 전류 슬루율을 활용한다.

### ● 저전압 배터리의 크기 축소 또는 제거

현재 전기차에 탑재된 고전압 주 배터리를 활용하면 강력한 과도 응답을 제공할 수 있는 방법만 있다면 보조 배터리를 생략할 수도 있다. BCM6135의 업계 최고 수준의 전류 슬루율은 48V 배터리를 대체할 수 있는 기회를 제공한다. DCM6135는 xEV 차량에서 가상의 48V 배터리 역할을 하며 비용과 무게를 절감한다. BCM6135는 0A에서 최대 전류까지 8.0MA/s의 슬루율로 도달할 수 있어, 800V의 주행용 배터리를 48V로 낮춰 부하를 구동하는 속도가 보조 48V 배터리에서 전력을 끌어다 쓰는 것만큼 빠르다. 다른 어떤 DC-DC 컨버터도 이 속도를 구현할 수 없으며, 이

를 통해 고객들은 차량 무게를 최대 10kg 줄이고 비용도 절감할 수 있다.

● 48V 존 아키텍처 채택은 모든 로드맵에 포함된다

48V로의 전환은 점점 더 가속화되고 있으며 더 이상 선택 사항이 아니다. 새로운 전력 모듈은 이 전환을 쉽게 만들 수 있도록 간편하게 구성할 수 있다. DCM3735는 BCM6135의 48V 출력과 함께 사용돼 안정적인 12V 전원을 생성한다.

12V 전원은 60년 넘게 업계 표준으로 자리잡아 왔기 때문에 차량에는 여전히 12V에 맞춰 설계된 부하가 많다. 이러한 12V 장치는 저렴하고 무엇보다도 장기간의 신뢰성을 입증해왔다. 그러나 차량 곳곳에 12V와 48V 전원을 모두 공급해야 한다는 점이 48V 전환을 더디게 만들었다. DCM3735는 BCM6135와 같은 PCB에 장착해 컴팩트한 DC-DC 컨버터를 만들거나, 48V 존 아키텍처의 일부로 배치할 수 있다.

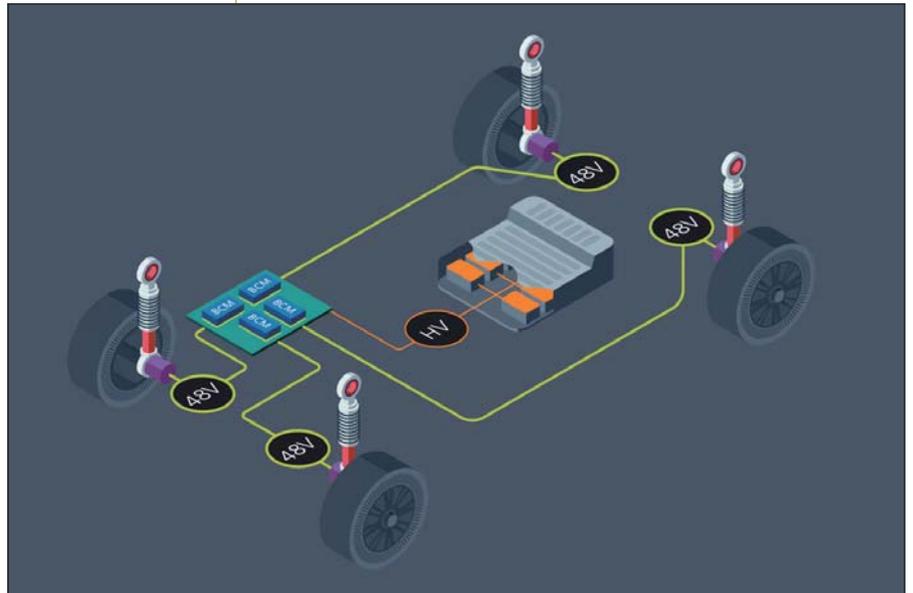
DCM3735를 48V 존 아키텍처의 일부로 사용할 경우 차량 내 특정 존에 원격으로 설치해 로컬 12V 전원을 제공할 수 있다. 이 방식은 전력 전달 네트워크(PDN) 설계자가 12V 부하를 효과적으로 지원하면서도 48V 버스로 전환할 때 최대 90%의 비용과 무게를 절감하도록 돕는다.

● 프리차징으로 전류 급증을 방지하고 무게를 줄인다

BCM6135의 또 다른 활용법은 양방향 기능을 이용해 트랙션 배터리가 연결되기 전에 전기차의 고전압 부하를 프리차징하는 보다 저렴하고 가벼운 방법을 제공하는 것이다. 프리차징은 시동 과정에서 반드시 필요한 단계로, 배터리 연결 시 발생하는 전류 급증으로 인해 펌프나 압축기 등의 부하가 손상되지 않도록 한다. 현재는 고전압 컨택

터와 저항을 사용해 프리차징을 수행하지만, 이 방식은 약 1kg의 무게와 50달러 이상의 비용이 추가된다. 대안으로 BCM6135를 주 DC-DC 컨버터와 함께 차량에 설치된 저전압 배터리 중 하나와 함께 사용해 저전압 배터리의 전력을 고전압으로 승압해 필요한 프리차징을 수행할 수 있다. 이를 통해 기존의 프리차징용 컨택터와 전력 저항기를 없앨 수 있다.

그림 3. BCM6135를 48V와 결합하면 최적의 성능을 발휘하면서 전력 시스템의 크기와 무게를 줄일 수 있다. BCM6135의 높은 전류 슬루율과 높은 효율 덕분에 보조 배터리나 고전압 케이블에 의존하지 않고도 직접 케이블에 가까운 수준의 양방향 전력 전달로 회생 전력을 처리할 수 있다.



고밀도 전력 모듈이 전기차 혁신의 새로운 가능성을 연다

자동차의 전동화는 자동차 산업이 직면한 가장 까다로운 설계 과제 중 하나다. 배터리 셀과 전자 장치가 추가되면서 차량의 무게가 크게 늘고, 주행 거리와 성능이 저하된다. 고밀도 전력 모듈을 활용한 설계는 고전압 변환에 적합할 뿐 아니라, 무게는 전자 장치의 영향을 줄이는 완벽한 해결책이다. **SM**