

자동차 전기화: 48V가 12V 대체

Electric Vehicles: 48V is the new 12V

EV의 높은 성능 요구를 충족하기 위해서 자동차 제조사들이 일차 전지(800V 또는 400V)로부터 48V로 변환하고 있다. 그럼으로써 부하들로 전원을 더 효율적으로 분배할 수 있다.

자료제공 | 바이코 코리아



EV의 높은 성능 요구를 충족하기 위해서 자동차 제조사들이 일차 전지(800V 또는 400V)로부터 48V로 변환하고 있다. 그럼으로써 부하들로 전원을 더 효율적으로 분배할 수 있다.

전기차(e-모빌리티)가 최근에 테크놀로지 회사와 소비자들 사이에서 당면한 가장 중요한 과제로 부상하고 있다. 모빌리티를 혁신할 친환경적 시스템을 필요로 할 뿐만 아니라, 새로운 녹색 기술을 가격대 성능비 측면에서 되도록 효율적이고 효과적으로 만들어야 한다.

자동차 제조사들은 갈수록 엄격해지는 CO₂ 배출 요건을 충족하면서도 경쟁력 제고를 위해서 자동차 성능을 높여야 한다. 바로 이러한 요구를 충족할 수 있는 것이 순수 전기차(EV), 하이브리드 전기차(HEV), 내연 엔진(ICE) 차량으로 전기화를 하는 것이다. 갈수록 높아지는 전력 요구량을 충족하기 위해서 48V, 400V, 800V 같은 고전압 배터리를 추가함으로써 전원 분배 아키텍처의 복잡성이 높아지게 되었으며 크기와 효율 측면에서 새로운 요구들이 제기되고 있다.

마일드 하이브리드 전기차(MHEV)는 전기화로 가기 위한 관문이 될 것이다. 경량 하이브리드 추진(light hybrid

To meet the high performance demands of EVs, OEMs are converting from the primary battery(800 or 400V) to 48V to more efficiently distribute power to loads.

Electric vehicles(e-mobility) is perhaps one of the most significant challenges that technology companies and consumers have had to face in recent years. While there is an increasing need to find eco-friendly systems that can revolutionize the way we move, there is also a need to ensure that the new green technologies are as efficient and effective as possible in terms of price and performance.

Vehicle OEMs need to meet increasingly stringent CO₂ emission standards while increasing vehicle performance to remain competitive. This significant challenge is addressed by electrification in pure-electric vehicles(EVs), hybrid-electric vehicles(HEVs), and internal combustion engine vehicles(ICEs). The addition of higher-voltage batteries such as 48V, 400V and 800V to meet the increased power requirements has, in turn,

propulsion)이라고도 하는 MHEV는 하이브리드 모델이 폭발적으로 늘어나도록 하는 발판 역할을 할 것이다. MHEV 시스템은 제동 시에 차량 에너지를 회수하고 차가 다시 출발할 때 이 에너지를 제공한다. 그러므로 연료 소모와 CO₂ 배출을 줄인다.

HEV 모델의 두 번째 전기화 접근법은 ICE와 함께 전기 모터를 사용하는 것이다. 그러므로 차가 수 킬로미터를 전적으로 전기 모드로 주행할 수 있다. 널리 사용되는 또 다른 방법은 플러그인 하이브리드 전기차(PHEV)이다. PHEV는 배터리를 전력망을 사용해서 충전할 수 있으며 탄소 배출 제로로 주행할 수 있는 거리가 약 50킬로미터로 늘어난다. 그러므로 전기화 수준이 MHEV나 하이브리드 기술보다 확실하게 더 높다. 다만 구입 가격도 그만큼 높아진다. 십여 종의 PHEV 모델이 시장에 출시되고 있다.

배터리 전기차(BEV)는 ICE가 없이 인버터와 전기 모터로만 작동한다. BEV는 전력망을 사용해서 충전할 수 있으며 제동 재생을 통해서도 에너지를 회수한다. 전기차 중에는 주행거리 연장형 전기차(EREV)도 등장하고 있다. EREV는 소형 내연 엔진을 전류 발전기로 사용해서 충전 수준이 낮을 때 배터리를 충전할 수 있다. 끝으로는 연료 전지 전기차(FCEV)를 들 수 있다. FCEV는 수소 연료 전지를 사용한 것이다.

해결책은 솔리드 스테이트 배터리나 수소 연료 전지 같은 새로운 에너지 저장 기술에만 있는 것이 아니고, 무게를 낮추고 새로운 전기 아키텍처를 도입하는 것을 통해서 차량 효율을 높이는 것 또한 필요하다.

전기화를 위한 과제들

Vicor의 오토모티브 사업 개발 글로벌 부사장인 Patrick Wadden은 “오늘날 전기화와 관련한 과제들로는 비용을 낮추고, 공격적인 CO₂ 배출 목표를 달성하고, 전력 요구량이 변화되는 것에 따라 대처하고, 기존 12V 부하를 지원하고, 더 가볍고 성능은 높은 차량을 제공하고, 전력 수준을 높이고, 충전 시간을 단축하고, 800V 및 400V 배터리 시스템의 높은 전압을 관리하는 것을 들 수 있다”고 말했다.

승용차, 트럭, 버스, 오토바이 제조사들은 내연 엔진의

increased the complexity of power delivery architectures and posed new demands in terms of size and efficiency.

Mild-hybrid-electric vehicle(MHEV) systems are the gateway to electrification. Also identified as light-hybrid propulsion, they will contribute to the exponential growth of hybrid models. The MHEV system is capable of recovering vehicle energy during braking and provides energy during the restart of the vehicle, thus reducing gas consumption and CO₂ emissions.

A second electrification approach for HEV models involves an electric motor working together with the ICE, enabling the vehicle to travel 100% in electric mode for a few kilometres. Another popular alternative is the plug-in hybrid-electric vehicle(PHEV), where the battery can be recharged by the grid, and the range at zero emissions increases to about 50 kilometres. In this case, the electrification is decidedly higher than MHEV and hybrid technologies — as are the purchase costs — with dozens of PHEV models coming onto the market.

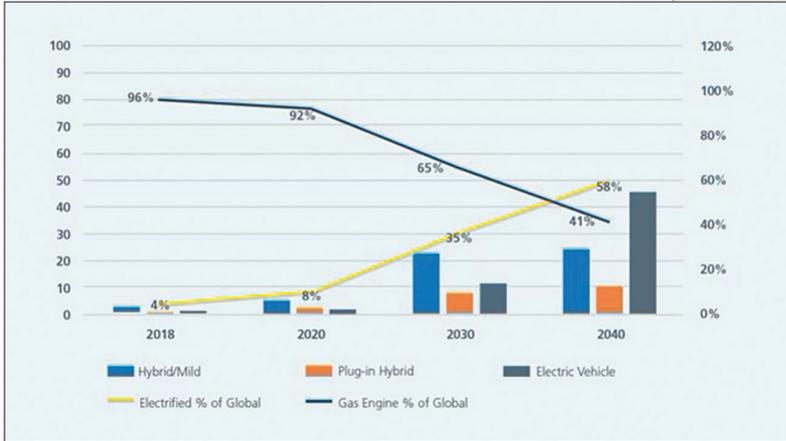
Battery-electric vehicles(BEVs) lack an ICE and are instead powered by the combination of inverter plus electric motor. BEVs are rechargeable through the grid and during regeneration under braking. Among electric cars, we also find the extended-range electric vehicles(EREVs) with a small internal combustion engine used exclusively as a current generator to recharge the batteries when the level is low. The last category is represented by fuel-cell electric vehicles(FCEVs), which are powered by hydrogen-fuel-cells.

The solution could be not only in new energy storage technologies, such as solid-state batteries or hydrogen fuel cells, but also in improved car efficiency through weight reduction and new electrical architectures.

Today's Electrification challenges

“Today's challenges with electrification are the

그림 1. 파워트레인 타입 별로 차지하는 비중 전망 (출처: Vicor/HIS)



연비를 높이고 CO₂ 배출을 줄이기 위해서 자사 차량들을 빠르게 전기화하고 있다. 전기화에는 여러 가지 방법이 있을 수 있는데, 대다수 제조사들이 풀 하이브리드 파워트레인보다는 48V 마일드 하이브리드 시스템을 채택하고 있다. 마일드 하이브리드 시스템은 기존 12V 배터리에다 48V 배터리를 추가한다.

“자동차에는 800V 또는 400V 배터리가 사용된다. Vicor는 배터리로부터 800V 또는 400V를 취하고 이것을 48V로 변환해서 전기 터보, 앞유리 열선 기능, 냉각 펌프 같은 부하를 구동할 수 있도록 한다. 800V 또는 400V 배터리로 구동되는 시스템은 48V 배터리를 완전히 없애고 가상의 48V 배터리를 생성하는 방법이 가능하다. 이와 같이 48V 배터리를 없애므로써 제조사들이 전력 밀도를 높이고 무게와 크기를 줄일 수 있다. 이것은 자동차 주행거리를 연장하는 것으로 이어진다. 이 솔루션은 확장이 용이하므로 보급형 차량부터 고급형 차량에까지 활용 가능하다”고 Wadden 부사장은 말했다.

48V 기술을 활용해서 효율적인 전원 분배

48V 기술은 전력 용량을 4배로 늘린다($P = V \cdot I$). 그러므로 시동 시에 에어 컨디셔너와 촉매 변환장치 같은 무거운 부하들을 지원할 수 있다. 차량 성능을 높이는 점으로서 48V 시스템은 하이브리드 모터를 구동해서 더 빠르고 매끄러운 가속을 가능하게 하고 연료를 절약한다.

following: keeping costs down, meeting aggressive CO₂ emission targets, managing change in power requirements, powering legacy 12V loads, delivering lighter, higher performing vehicles, increasing power levels, faster charging time and managing higher voltages from 800V and 400V battery systems,” said Patrick Wadden Global VP Automotive Business Development at Vicor Corporation.

Manufacturers of cars, trucks, buses and motorcycles are rapidly electrifying their vehicles to increase the fuel efficiency of internal combustion engines and reduce CO₂ emissions. There are many electrification choices, but most manufacturers are opting for a 48-volt mild-hybrid system rather than a full-hybrid powertrain. In the mild-hybrid system, a 48V battery is added alongside the traditional 12V battery.

“There is either an 800- or 400-volt battery in the vehicle. Vicor takes either the 800 or 400 volts from the battery and converts the power to 48 volts for powering loads such as the electric turbo, headed windshield and cooling pumps. Systems that are powered from the 800- or 400-volt battery have the option of completely eliminating the 48V battery and creating a virtual 48V battery. This elimination of the 48V battery offers the OEM a higher power density, reduction of weight and size, all enabling an extended vehicle range. These solutions are scalable therefore addressing entry level to luxury vehicles,” said Wadden.

48V technology efficiently distributes power

48V technology increases power capability by 4x($P = V \cdot I$), which can be used for heavier loads, such as the air conditioner and catalytic converter at start up.

그림 2. 변환: 가상의 48V 배터리 가능

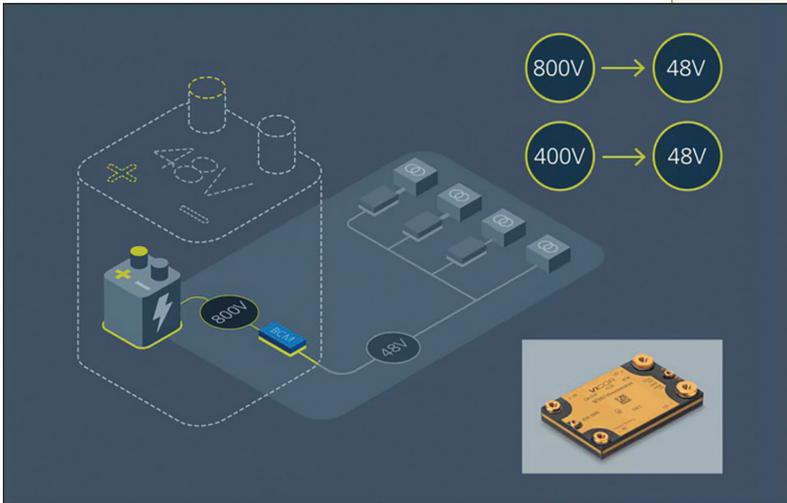
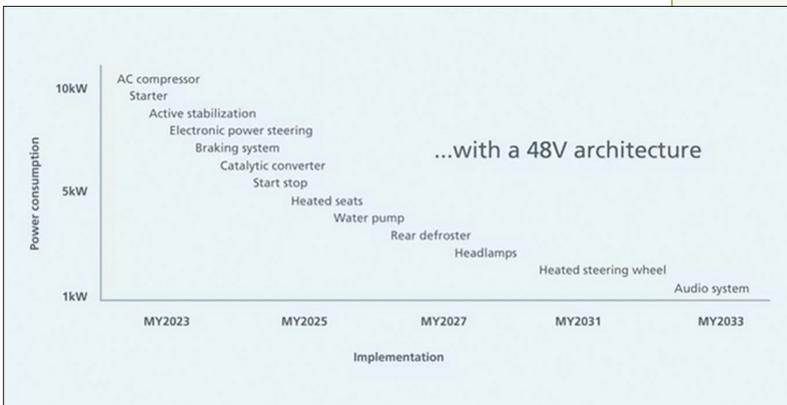


그림 3. 과중한 부담을 지고 있는 12V 기계식에서 48V로 전환



“오래 사용되어 왔고 가격적으로 최적화된 12V 전원 분배 네트워크(PDN)를 변경하기를 꺼려하는 것을 극복하는 것이 가장 큰 과제이다. 자동차 업계에 48V 마일드 하이브리드 시스템은 배출을 줄이고 주행거리를 늘리고 연비를 높이는 새로운 차량을 빠르게 도입할 수 있도록 하는 방법이다. 뿐만 아니라 새롭고 흥미로운 디자인으로 성능과 기능을 높이면서 CO₂ 배출을 줄일 수 있도록 한다”고 Wadden 부사장은 말했다.

오늘날 사용되고 있는 대부분의 중앙집중형 DC-DC 컨버터는 크고 무겁다. 구식의 PWM 저주파 스위칭 토폴로지를 사용하기 때문이다. 좀더 최신의 아키텍처는 전원 모듈을 사용한 분산형 전원 공급이다(그림 4).

To increase vehicle performance, the 48V system can power a hybrid motor that is used for faster, smoother acceleration while saving fuel.

“Overcoming the hesitancy to modify the long-standing cost-optimized 12-volt power delivery network(PDN) may be the biggest challenge,” said Wadden. He continued, “for the automotive industry a 48V mild-hybrid system provides a way to rapidly introduce new vehicles with lower emissions, longer range and higher gas mileage and practical approach. It also delivers new and exciting design options for higher performance and features while still reducing CO₂ emissions.”

The vast majority of centralized DC-DC converters used are bulky and heavy, since they use old PWM low-frequency switching topologies. A more up-to-date architecture to take into consideration is decentralized power delivery(Figure 4) using power modules.

“The benefits to using a decentralized model can be realized even more so at the system level with lighter-weight cabling around the vehicle: there are some nice benefits to placing the converter closest to the load in terms of minimizing impedance and resistance, some of the cooling methods can be simplified and in some cases one can eliminate a cold plate or liquid cooling. The option to implement functional safety with more options, and flexibility comes into play,” said Wadden.

This power delivery architecture uses smaller, lower-power 48V-to-12V converters. The decentralized power architecture offers significant thermal management benefits in a power supply system.

“Let’s look at a high-level diagram of a centralized

그림 4. 아키텍처: 중앙집중형 대 분산형



“분산형 모델의 장점은 시스템 차원에서 좀더 명확하다. 차량 내의 케이블 무게를 줄일 수 있는 것이다. 컨버터를 부하 가까이 배치하면 임피던스와 저항을 최소화하고, 냉각을 간소화하고, 경우에 따라서 냉각판이나 액체 냉각을 없앨 수 있다는 것이 장점이다. 그러므로 더 많은 옵션을 사용해서 좀더 유연하게 기능 안전을 구현할 수 있다”고 Wadden 부사장은 말했다.

이 전원 분배 아키텍처는 크기가 더 작고 전력대가 더 낮은 48V 대 12V 컨버터를 사용한다. 분산형 전원 아키텍처는 전원공급 시스템으로 열 관리 면에서 중대한 이점들을 제공한다.

“중앙집중형 시스템과 분산형 시스템의 고수준 다이어그램을 보자. 왼쪽은 전통적인 3kW 실버 박스로서, 400V 입력에다 12V 출력으로 차량 내의 12V 부하들로 전원을 공급한다. 오른쪽은 차량으로 48V를 어떻게 사용하는지 보여준다. 컨버터를 곧바로 부하가 있는 지점에 배치하고, 대형의 실버 박스를 없애고, 차량 내에서 필요에 따라서 여기저기로 전원을 분배한다. 그러므로 또한 중복적 전원을 사용해서 ASIL FUSA를 구현하는 것을 가능하게 한다. 전력 요구량이 높아질수록 예전의 이러한 전통적 실버 박스를 계속해서 추가하는 것은 점점 더 어려워진다”고 Wadden 부사장은 말했다.

새로운 48V PDN은 더 높은 전력을 요구하는 기존 12V 부하들을 지원하고 케이블을 사용해서 새로운 고전력 드라이브, 스티어링, 제동 시스템을 지원해야 한다. 더 많은 수의 부하들로 더 높은 48V 전력을 공급하기 위해서 부피가 큰 디스크리트 솔루션 대신에 고밀도 모듈을 필요로 한

system vs a decentralized system. On the left we have a traditional 3kW silver box, traditionally with a 400V input to an output of 12V powering 12V loads in the car. On the right is an example of how 48V is used around the car: the converter is placed right at the point-of-load, the decentralized model does away with the big silver box and spreads the power distribution as needed around the vehicle. This also allows for

implementation of ASIL FUSA with redundant supplies. As the power requirements go up, it becomes more and more difficult to manage and to keep adding these older traditional silver boxes isn't an option,” said Wadden.

New 48V PDNs must support legacy 12V loads with increased power requirements and new high-power drive, steering and braking systems using cables. Delivering more 48V power with an increasing number of loads requires high-density modules compared to larger, bulkier discrete solutions. Vicor offers several modules for power delivery from 48V. These devices include fixed-ratio and regulated conversion solutions that support both 48V and 12V loads in buck or boost mode. These converters can be contained in a single housing or distributed throughout the vehicle using a smaller and lighter 48V PDN.

The Vicor NBM is used in a decentralized architecture whenever OEMs need to place voltage-conversion stages around the vehicle closest to the load and either stepping 48V down to 12V or boosting 12V to 48V.

With the use of 400V and 800V charging stations, the compatibility of the vehicle with any station requires a conversion solution that is as simple as possible but above all efficient. The NBM6123 provides 6.4kW fixed-ratio 400V and 800V conversion in a 61 x 23mm CM-ChiP package, enabling a scalable, high-efficiency,

다. Vicor는 48V로 전원 공급을 위한 용도로 다수의 모듈 제품을 제공한다. 이러한 것들로서 벡 또는 부스트 모드로 48V와 12V 부하를 모두 지원하는 고정 비율 및 레귤레이티드 변환 솔루션을 포함한다. 이들 컨버터는 단일 하우징에다 집어넣거나 소형 경량 48V PDN을 사용해서 차량 여기저기에 분산시킬 수 있다.

Vicor NBM은 분산형 아키텍처로 부하 가까이에서 전압 변환 스테이지를 배치하고 48V를 12V로 스텝다운하거나 12V를 48V로 부스트하고자 할 때 사용하기에 적합하다.

400V 및 800V 충전기를 사용할 때 차량이 어느 충전기이고나 호환 가능하도록 하기 위해서는 되도록 간단하면서도 효율적인 변환 솔루션이 요구된다. NBM6123은 61mm x 23mm CM-ChiP 패키지로 6.4kW 고정 비율 400V 및 800V 변환을 제공한다. 그러므로 충전기와 각기 다른 차량 사이에 호환이 가능하도록 확장성 뛰어난 고효율 고밀도 솔루션을 제공한다. Vicor 솔루션은 양방향성이 가능하므로 동일 모듈을 사용해서 스텝업 또는 스텝다운 변환이 가능하다. 또한 NBM6123을 사용해서 충전 동안에 에어컨 컨디셔닝에 필요한 전원 공급을 할 수 있다. 그러므로 배터리 밸런싱 회로를 최소화할 수 있다.

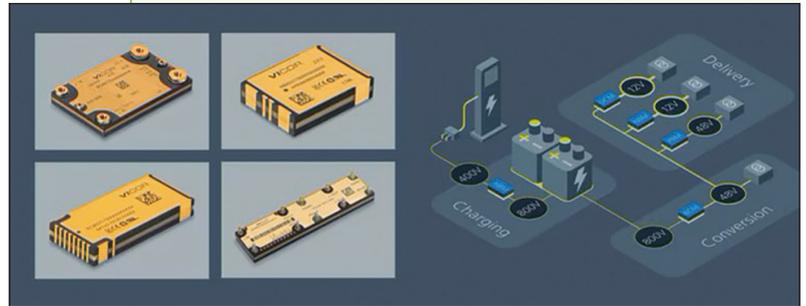
맺음말

오늘날 자동차 전기화가 다양한 형태로 일어나고 있다. 이에 따라서 자동차로 전원 공급이 복잡해지고 있다. 자동차의 다양한 시스템들이 전력 요구가 각기 다를 수 있다. 모듈러 전원 접근법은 근본적으로 좀더 유연하고 확장이 용이하며 이러한 다양한 요구를 충족할 수 있다. Vicor의 고성능 제품들은 크기가 작고 가벼우며 다양한 시스템의 다양한 전원 변환, 충전, 공급 요구를 충족하도록 설계되었다. **SN**

그림 5. 전통적 컨버터로 94% 효율로 전력 손실 관리



그림 6. Vicor 솔루션



high-density solution for compatibility between roadside charging stations and different vehicles. The bidirectional capability of Vicor solutions allows the same module to be used for step-up or step-down conversion. The NBM6123 can also be used for power delivery to the vehicle for air conditioning during charging, minimizing the battery-balancing circuit.

Conclusion

The move toward vehicle electrification is taking many forms today and powering them is complicated. A vehicle has many different systems and each may have different power requirements. A modular power approach is inherently more flexible and scalable, able to address a myriad of these challenges. Vicor’s high-performance solutions are small and light-weight, designed to address power conversion, charging and delivery for any system. **SN**