

# 급성장하는 HEV/EV 시장에서 오토모티브 HVAC 설계를 최적화하는 방법

이 기고문에서는 이러한 전자 HVAC 애플리케이션과 관련한 설계 과제를 살펴보고, 실시간 제어 성능, 확장성 및 비용이 어떻게 이러한 과제에 대응하는 데 도움이 되는지 알아볼 예정이다.

글 | 오사마 아흐마드(Osamah Ahmad), TI C2000 실시간 MCU 제품 마케팅 매니저  
케빈 스테더(Kevin Stauder), TI 산업 및 가정용 시스템 엔지니어

전 세계적으로 하이브리드 전기차(HEV)와 전기차(EV)가 지속적으로 성장하고 있는 지금, 오토모티브 개발자들은 그 어느 때보다 치열한 선두 다툼을 벌이면서 혁신을 가속화하고 있다.

이전에는 HEV/EV 파워트레인 시스템의 차별화가 핵심 영역이었으나, 이제 업계 선두 주자들은 HEV/EV 열 관리 또는 HVAC(난방, 환기 및 공조) 시스템의 차별화 또한 신경 써야한다. 열 관리 시스템은 HEV/EV에서 파워트레인 시스템에 이어 두 번째로 많은 전력을 소비하기 때문에 주행 거리에 직접적인 영향을 미친다.

지난 수십 년간 내연 기관(ICE, internal combustion engine)이 차량과 HVAC 시스템을 구동해 왔다. HEV/EV에서는 내연 기관의 크기, 또는 심지어 내연 기관의 부재로 인해 HVAC 시스템에서 역할을 하는 추가적인 구성 요소 2 가지를 추가해야 한다.

- 엔진 대신 AC 컴프레서를 회전시키는 역할을 하는 브러시리스 DC(BLDC)
- 엔진 대신 냉각수를 가열하는 PTC(positive temperature coefficient, 양극 온도 계수) 히터 또는 열 펌프: 열 펌프의 경우 배터리 열 관리를 통해 배터리에

서 캐빈으로 열을 이동시킨다. 열 펌프를 결합시킴으로써 결과적으로 무게가 가벼워지고, 주행 시간이 늘어나며, 비용을 절감할 수 있다.

이 기고문에서는 이러한 전자 HVAC 애플리케이션과 관련한 설계 과제를 살펴보고, 실시간 제어 성능, 확장성 및 비용이 어떻게 이러한 과제에 대응하는 데 도움이 되는지 알아볼 예정이다.

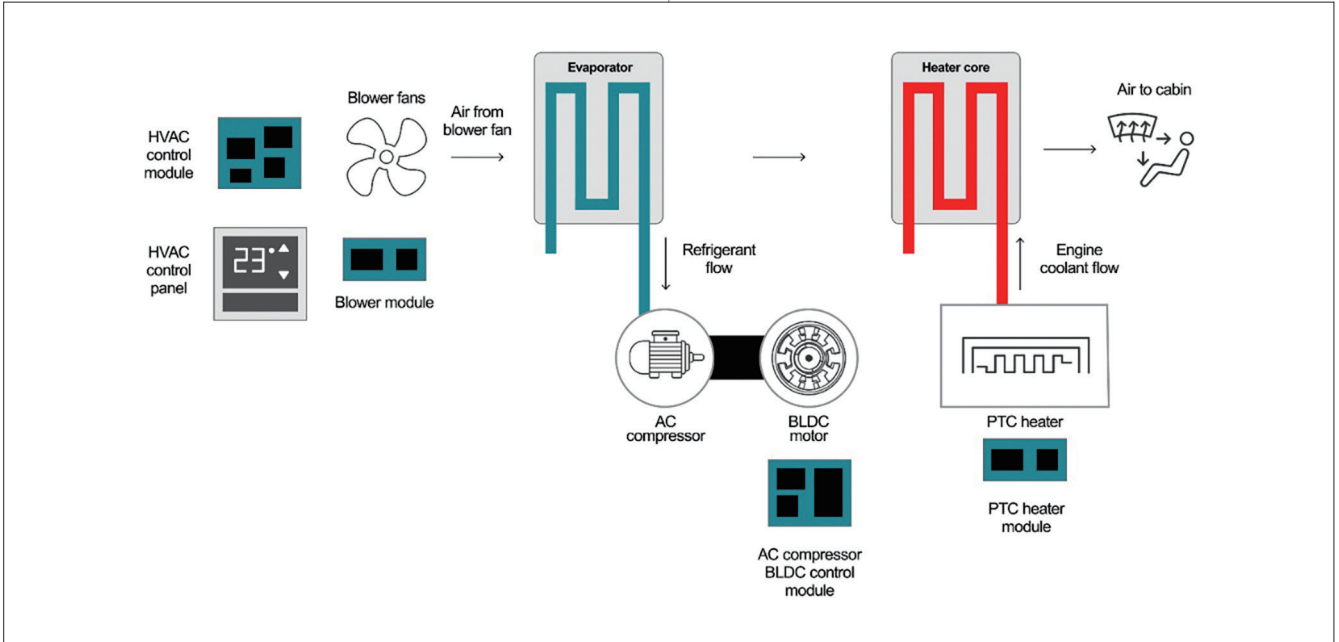
## 신뢰할 수 있는 실시간 제어 성능

높은 시동 토크, 고효율, 낮은 소음 및 낮은 EMI(전자기 간섭)는 업계 선두 e-컴프레서(공기 압축기) 시스템의 주요 특징이다.

HVAC 성능에서 가장 중요한 요소와 그러한 요소를 고려해야 하는 이유는 다음과 같다.

- **높은 시동 토크:** e-컴프레서 같이 높은 관성을 가진 시스템에는 최대한 신속하게 원하는 속도로 컴프레서 모터를 가동시키기 위해 높은 시동 토크를 필요로 하며, 최종적으로 HVAC 시스템에 대한 실제 사용자 경

그림 1. HEV 및 EV의 난방 및 냉방 시스템



힘을 증가시킨다.

- **고효율:** HEV/EV 파워트레인 시스템을 제외했을 때, e-컴프레서 시스템은 EV/HEV에서 약 5kW로 가장 많은 전력을 소비한다. 따라서 고효율을 통해 조금이라도 전력을 절감할 수 있다면 주행 거리 연장으로 이어질 것이기 때문에 HEV/EV 개발자와 소비자들은 이 부분에 관심을 갖고 있다.
- **낮은 소음 및 낮은 EMI:** ICE 차량에서는 이미 엔진 소리가 들리기 때문에 HVAC 시스템에서 나는 소음이 비교적 미미하게 느껴진다. 하지만 전기차와 하이브리드 차량과 같이 엔진이 없는 조용한 차량에서 이러한 소음은 보다 잘 들린다. 또한 전기차와 하이브리드 차량은 e-컴프레서에 필요한 BLDC 모터와 전자 디바이스에서 방출되는 EMI에도 취약하다. 전기차와 하이브리드 차량에서 e-컴프레서 구성 요소는 기존 시스템이나 소비자의 주행 경험에 지장을 줄 수 있는 어떠한 소음도 발생해선 안 된다.
- e-컴프레서 제품의 품질이 시스템의 실시간 제어 성능에 의해 직접적인 영향을 받기는 하지만 기존의 PTC 히터는 그것 없이도 아무런 문제없이 완전한 기

능을 수행할 수 있으며, 설계자들은 이러한 제품의 차별화를 위해 주로 비용 요소에 의존하고 있다. PTC 히터는 단일 저항을 사용해 시스템 내에서 흐르는 전류를 측정 및 제어하는 역할을 하며, 이는 결과적으로 차량 내 온도를 제어한다.

- 모터 여러 대가 단일 시스템에 결합되어 있기 때문에 열 펌프는 실제로 강력한 실시간 제어 성능에 의존하게 된다. 시스템 및 MCU(마이크로컨트롤러) 아키텍처는 일체형 열 펌프 시스템에 대한 효율적이고 비용 효과적인 제어를 지원하는 데 있어 중요한 역할을 한다.

그림 2의 블록 다이어그램을 보면 TI의 C2000 실시간 MCU의 아키텍처와 주변 기기가 어떻게 다중 모터 제어를 통해 열 펌프 시스템을 지원하는지 알 수 있다.

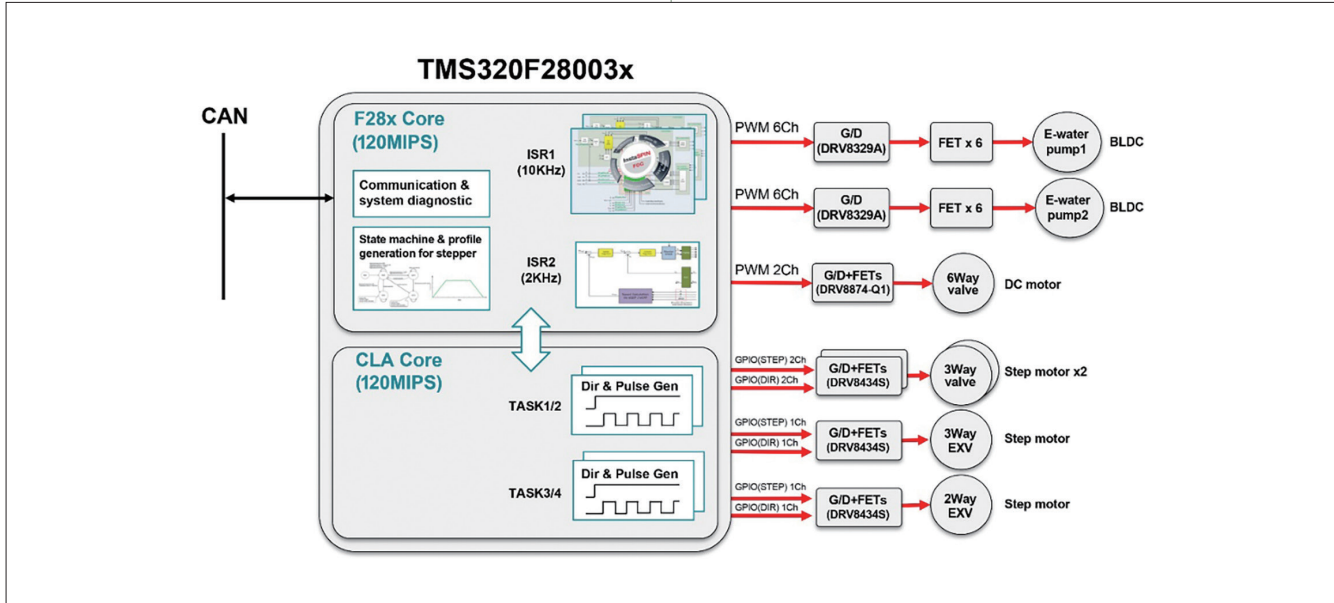
### 확장성

계속해서 진화하고 있는 전 세계적인 트렌드와 오토모티브 OEM에서 원하는 요구 사항을 감안했을 때, 호환 플랫폼을 활용하여 여러 다양한 애플리케이션 요구 사항에 걸쳐 확장하는 능력이 가장 중요하다. 오토모티브 HVAC



TI의 고전압 EV/HEV e-컴프레서 모터 제어 레퍼런스 설계는 C2000 TMS320F2800157-Q1 실시간 MCU에 의해 제어되는 EV/HEV e-컴프레서 애플리케이션용으로 구축된 고전압 5kW 레퍼런스 설계다.

그림 2. 열 펌프 시스템을 제어하는 C2000 실시간 MCU



컴프레서와 PTC 히터, 열 펌프 설계에 대한 플랫폼 기반 접근법은 개발 시간과 개발 비용을 획기적으로 절감할 수 있다. 구체적으로 MCU의 경우, 패키지 유형, 핀 개수, 플래시 메모리, 온도, 기능적 안전성(ASIL[자동차 안전 무결성 수준] B 등급), 사이버 보안, 통신 인터페이스 및 비용 측면의 폭넓은 옵션은 오토모티브 HVAC 설계자들에게 있어 확장성 있는 플랫폼 지원에서 핵심적 역할을 한다.

## 비용

시스템 BOM, 개발 리소스 및 마켓 출시에 소요되는 시간은 모두 오토모티브 HVAC 개발자에게 있어 막대한 비용적 요소이다. MCU를 포함하는 비용 효율적인 구성 요소, 확장성 있는 플랫폼 활용 능력 및 레퍼런스 설계는 이러한 우려 사항을 해결하는 데 도움을 준다.

TI의 고전압 EV/HEV e-컴프레서 모터 제어 레퍼런스

설계는 C2000 TMS320F2800157-Q1 실시간 MCU에 의해 제어되는 EV/HEV e-컴프레서 애플리케이션용으로 구축된 고전압 5kW 레퍼런스 설계다. 이 레퍼런스 설계에서는 성능, 확장성 및 비용 면에서 HEV/EV e-컴프레서 설계 중 부딪치게 되는 몇 가지 과제에 대한 해결책을 제시한다.

## 마무리

하이브리드 차량과 전기차의 보급은 앞으로 계속해서 늘어날 전망이다, 그에 따라 HVAC 제어를 위한 전자적 솔루션 사용도 함께 늘어날 것이다. 이러한 차량 내 오토모티브 HVAC 서브시스템에는 안정적인 실시간 제어, 확장성 및 비용과 같은 설계 해결 과제를 가져오는 구성 요소가 필요하다. 이제 C2000 실시간 MCU와 레퍼런스 솔루션을 통해 ICE에서 하이브리드 차량과 전기차 HVAC 시스템으로의 매끄러운 전환이 가능해진다.