

새로운 자동차 파워트레인 전자 장비를 위한 실리콘 솔루션들

최근 주된 트렌드는 마이크로 하이브리드(stop-start를 포함한)와 마일드 하이브리드의 가시적인 성장으로 대변되는 하이브리드 화이다. 이처럼 '소극적인 하이브리드' 솔루션은 이미 한물 간 것으로 비쳐질 수도 있지만, 이들 분야에서는 아직 많은 전자, 기계적 발전이 진행 중에 있다.

글/Johan Janssens, Marcos Laraia & Bart De Cock, 온세미컨덕터

오늘날의 자동차는 환경 영향을 최소화하면서 높은 에너지 효율을 추구하는 쪽으로 진화하고 있다. 장기적으로는 무석유 파워트레인이 가장 유망한 해답이겠지만, 현재 자동차 업계는 가용 기술을 토대로 추가적인 개량을 도입하고 있다. 주된 트렌드는 마이크로 하이브리드(stop-start를 포함한)와 마일드 하이브리드의 가시적인 성장으로 대변되는 하이브리드 화이다. 이처럼 '소극적인 하이브리드' 솔루션은 이미 한물 간 것으로 비쳐질 수도 있지만, 이들 분야에서는 아직 많은 전자, 기계적 발전이 진행 중에 있다.

본 기술기고에서는 먼저 알터네이터(교류 발전기)로 더 잘 알려진 Lundell 전기 기계를 중심으로 모범적인 연속 개량 사례를 고찰하기로 한다. 전자 제어의 발달 덕분에 효율이 높아지고 더 많은 에너지를 회수할 수 있으며 잦은 엔진 시동에 따른 영향도 더욱 완화되고 있다. 두 번째 섹션에서는 고전적 내연 기관의 석유 의존도를 더욱 억제하는 데 도움이 될 센서를 조명할 것이며 마지막으로 기존의 인덕티브 센서 기술을 활용하여 브레이크 페달을 향상시켜 더 많은 에너지를 절감시킬 방법을 살펴본다.

시동 장치-교류 발전기

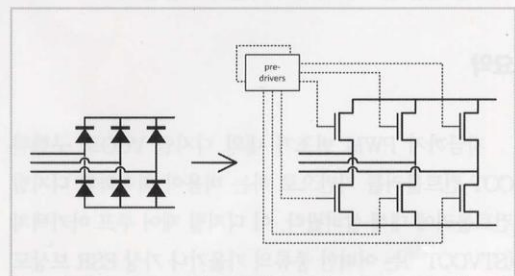
시동 장치-교류 발전기 시스템에서는 수동적 정류 다

이오드가 고 전류 스위치로 대체된다. 이들 스위치는 모터를 이용한 시동 장치-교류 발전기를 구동시키며(스타터 모드) 교류 발전기 내부에서 발생하는 고정자 전류에서 동기 정류도 수행한다(교류 발전기 모드).

동기 정류는 전도성이 높은 채널로 다이오드를 우회시켜 교류발전기의 에너지 효율을 대폭 향상시키고 순방향 전압 강하를 150mV 이하로 낮춰 준다.

이 응용 분야의 주된 기능적 과제는 고정자 전류의 신호가 역전할 때 매우 빠른 스위치 오프(switch-off)를 확실하게 실행하는 것이다; 스위치 오프가 지연되면 레귤러 다이오드의 역회복과 매우 유사하게 원치 않는 배터리 방전으로 이어질 수 있다. 이를 위해 프리 드라이버 IC에는 정류 시의 저항손실과 전류가 신호를 변경할 때의 전이 손실 간에 가급적 최적의 절충이 이루어지도록 자율

그림 1. 교류 발전기의 동기 정류



게이트 컨트롤 루프 내에서 작동하는 슬루 레이트(slew-rate)가 높은 드라이버가 들어있다.

먼저, 공통의 실리콘 서브스트레이트에서 다수의 상이한 전압 영역이 공존해야 하며 이들 영역 간에 신뢰할 만한 커뮤니케이션이 확보되어야 한다.

두 번째, 시동 장치-교류발전기의 드라이버 IC는 가급적 최악의 위치에 배치되므로 극성 반전, 로드 덤프, 마이너스 접지 편이, 고정자 위상에서의 매우 큰 dV/dt s ($100V/\mu s$ 순), 전자기 장애 등의 광범위한 과도 현상에 노출된다. 하지만 차동 기법 및 세심한 실리콘 서브스트레이트의 기생(양극) 효과 관리를 통해 절연체(SOI) 기술 기반의 실리콘과 상반되는 원자절감형 벌크 기술을 이용해 이런 유형의 IC를 구축할 수 있다.

재래식 납축 전지와 별개로, 리튬-이온 전지, 수퍼캐퍼시터 등 스타트/스탑시스템 주변의 전력 망에서 점차 많은 종류의 에너지 저장 요소들이 채택되는 추세이다. 이러한 시스템에서의 핵심적인 기능으로 안전성 요소가 중요해지고 있다. 그 결과 실리콘 칩의 애플리케이션 모니터링, IC와 컴패니언 IC상태 점검, 필요 시의 안전 상태 확보 등을 위한 ISO26262 안전 기준 등이 점점 부각되고 있다. 마지막으로, 지능형 회로와 인접 고압 요소가 결합하면 제어 회로의 접합부 온도가 크게 상승한다. 이 응용 분야에서는 $175^{\circ}C$ 이상의 작동 접합부 온도를 고려해야 하는 경우가 흔치 않다. 또한 2,000시간에 달하는 수명을 유지해야 하는 구성 요소 인증 단계에서 성능 저하 과정을 가속화시키기 위해 최대 $200^{\circ}C$ 의 온도를 활용

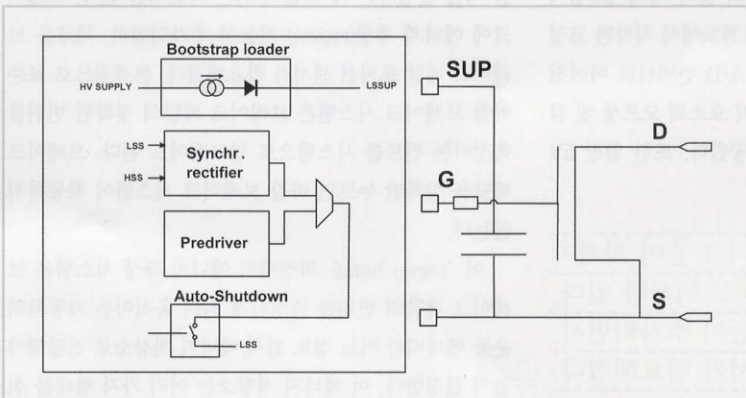
하기도 한다. 이러한 제약을 설계 단계에서 감안하여 온도 프로파일 확장된 실리콘을 사용함으로써 이 난제를 효과적으로 처리할 수 있다.

내연 기관 감지

현대적인 내연 기관이 더욱 더 높은 효율성을 내고 있으며 배출을 최소화시키는 데 있어서 센서의 역할이 중요해지고 있다. 예를 들어, 공기 질량(MAF) 센서는 연소실로 유입되는 공기량을 측정하여 적정량의 연료가 분사될 수 있도록 한다. 또한 엔진의 다른 쪽에서는 산소와 산화질소 센서가 배기 가스 성분을 직접 측정하여 그 정보를 엔진 컨트롤 유닛(ECU)으로 다시 전달한다.

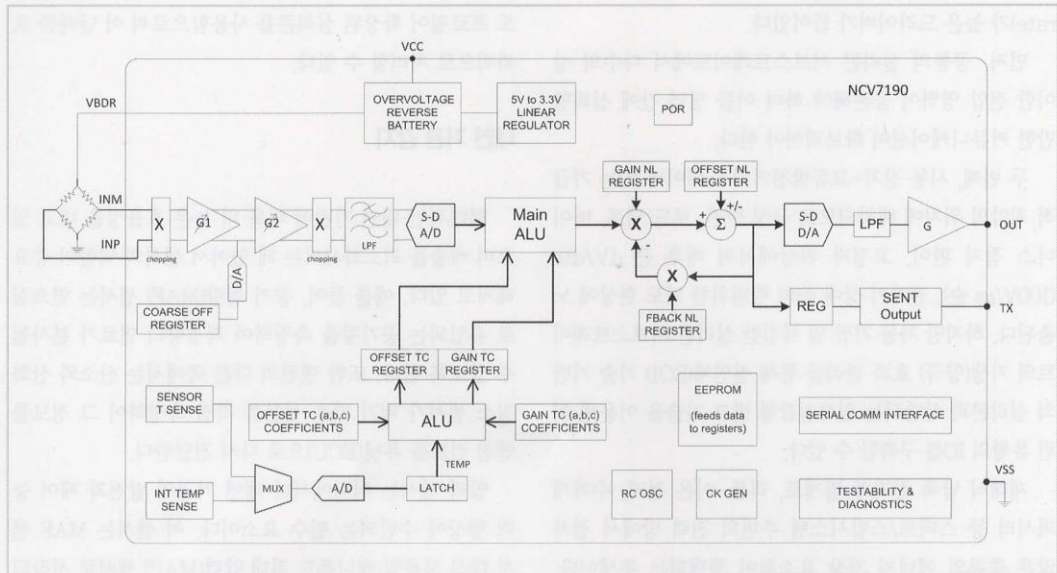
압력 센서는 어디에서나 내연 기관의 발전과 제어 능력 향상에 수반되는 필수 요소이다. 이 센서는 MAF 센서 대신 사용될 매니폴드 절대 압력(MAP) 센서로 시작되었다. 연료 분사 기술의 발달과 발맞추어, 커먼 레일 연료 라인을 통해 각 실린더의 연소실로 직접 분사되는 연료 압력을 측정할 수 있도록 가솔린 직접 분사(GDI) 및 디젤 직접 분사(DDI) 압력 센서가 필요했다. 후자의 경우 때로는 그을음을 억제하기 위해 디젤 입자 필터(DPF)가 필요하기도 하며, DPF에는 적절한 작동 상태를 유지하기 위한 압력 센서가 필요하다. 엔진 외부에서는 타이어 압력 모니터링(TPMS) 시스템이 타이어를 적절히 팽창시켜 안전성을 높일 뿐 아니라 롤링 저항을 낮춤으로써 연료 효율까지 높여준다.

그림 2. 시동 장치-교류 발전기의 Cgs MOSFET를 제어하는 견고한 프리 드라이버



압력 센서의 마지막 해결책은 연소실 자체이다. 연소를 궁극적으로 잘 제어하기 위해 필요한 조건 중 하나는 항상 모든 실린더 내의 압력을 정확하게 파악하는 것이다. 일부 기종의 청정 디젤 엔진은 이미 실린더 내압 센서의 도움으로 구동하고 있다. 그와 같은 센서가 신형 엔진의 중요한 연구 동력이 되고 있는데, 가솔린 엔진의

그림 3. 차세대 압력 센서용 정밀 신호 처리 인터페이스 블록 다이어그램



낮은 배출과 디젤 엔진의 효율을 점목시키려는 예혼합압축착화연소(HCCI)가 좋은 예이다.

이와 같은 발전은 모두 더욱 정교한 집적 전자 요소를 필요로 하는 새로운 기술적 과제를 수반한다. 우선, 제어 능력을 향상시키려면 정확도가 더욱 치밀해야 하는데 현재는 0.5% 공차가 일반적이다. 이와 함께 압력 감지 기능이 엔진의 핵심부와 가깝게 이동하면서 작동 온도 범위가 넓어지고 있다. 비 정상적인 특성을 보상하는데 필요한 각종 추가적인 제약이 감지 요소와 전자 파트에 가해진다.

그림 3에 신세대 압력 센서 IC의 블록 다이어그램이 나와있다. 저 잡음 아날로그 프론트엔드에서 시작된 고정밀 성능은 고해상도 시그마-델타 A/D 컨버터로 이어진다. 정교한 디지털 신호 처리는 감지 요소의 오프셋 및 감도를 위한 비선형 온도 보상을 제공한다. 또한 일반 5V

아날로그 아웃풋이 SENT나 PSI5와 같은 표준 디지털 아웃풋으로 점차 대체되고 있다. 이러한 접근법은 센서의 아웃풋 D/A와 ECU 측의 A/D 필요성을 없앴으로써 전체적인 양자화 오류를 줄여준다. 생산 과정에서 각각의 개별 센서가 보정되고 보정 계수가 내부 EEPROM에 저장된다.

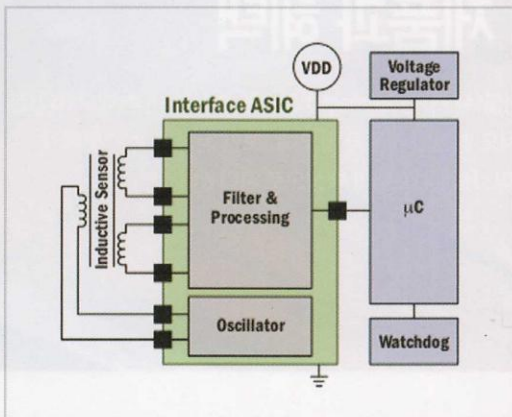
브레이크 페달의 인덕티브 포지션 센서 인터페이스

전형적인 브레이크 페달에는 브레이크 등이 켜져야 할 때를 결정하는 데 도움이 되는 스위치만 있다. 브레이크에 에너지 재생(regen) 기능이 추가되면서, 새로운 브레이크 페달 포지션 센서가 필요해졌다. 본질적으로 표준 마찰 브레이크 시스템은 브레이크 페달의 정확한 변위를 측정하는 컨트롤 시스템으로 업그레이드 된다. 브레이크 페달을 살짝만 누르면 마찰 브레이크 시스템이 작동하지 않는다.

이 'regen band' 과정에서 에너지 재생 시스템은 브레이크 페달의 변위를 측정하게 되며 움직이는 자동차의 운동 에너지를 어느 정도 임시 에너지 저장소로 전달해야 할지 결정한다. 이 에너지 저장소는 여러 가지 형태를 취

전형적인 브레이크 페달에는 브레이크 등이 켜져야 할 때를 결정하는 데 도움이 되는 스위치만 있다. 브레이크에 에너지 재생(regen) 기능이 추가되면서, 새로운 브레이크 페달 포지션 센서가 필요해졌다.

그림 4. 인덕티브 포지션 센서 애플리케이션의 블록 다이어그램



할 수 있다; OEM 업체들은 공압 또는 유압식 저장소, 48V 배터리, 수퍼 캐퍼시터, 또는 플라이휠 등을 선택할 수 있다. 부드러운 하이브리드는 다음 가속 단계에서 저장된 에너지를 한정된 시간 동안 추진력으로 변환시키는 반면, 마이크로 하이브리드는 재생 전기만을 사용하여 연장된 시간 동안 boardnet을 구동한다. 'regen band' 과정에서 브레이크 페달의 정확한 위치를 측정하기 위해, 가속 페달과 유사한 기술이 사용될 수 있다. 그림 4에 이러한 용도를 위한 무접촉 센서 솔루션의 블록 다이어그램이 나와 있다.

온세미컨덕터에 의해 개발된 커스텀 인덕티브 센서 인터페이스는 지능형 처리와 접목된 첨단 프런트엔드 필터를 사용한다. 온칩 드라이버는 최소 하나 이상의 여자 인덕터를 통해 센서를 자극한다. 센서와 결합된 아웃풋 인덕터는 여자 인덕터와 아웃풋 인덕터의 상대적 위치에 관한 정보가 들어 있는 신호를 발생시킨다. 인덕터의 상대적 위치 변동은 상당 부분 선택된 센서 설계에 좌우되는데 이는, 통상적으로 선형 또는 회전 운동에 따른 결과이다.

그 다음으로 집적 회로가 센서의 전기적 입력력 신호를 디지털 위치 정보로 변환시킨다. 이 추출된 위치는 고객의 요구사항이나 취향에 따라 인터페이스를 통해 마이크로 컨트롤러로 전달된다. 당사의 독점 혼합 신호 솔루션을 선택하여 ratiometric Voltage, Sin-Cos Voltage, PWM, SENT 또는 PSI5를 망라하는 센서 인터페이스 출력 포맷

을 지원할 수 있다.

이 센서 분야의 반도체 공급자들은(필요한 기술 확보도 해야겠지만) ISO26262에 대한 올바른 태도를 가져야 한다. 자동차 페달 응용 분야는 대부분 안전과 직결되므로 ISO26262에 대한 적절한 이해와 방법 및 툴셋을 준비하고 다루어야 한다. 인덕티브 센서의 일부 기능은 동일한 구조를 공유하고 독립적인 데이터 아웃풋을 제공하여 모듈 형태의 ASIL-D를 달성하는 리턴던트 조합으로 구성될 수 있다. 새로운 안전 기준에 부응하여 부각되고 있는 재생 애플리케이션이 인덕티브 센서 인터페이스를 위한 새로운 집적 회로 개발을 앞당기고 있다.

요약

전자 부품 개발자 및 공급자들은 미래형 파워트레인을 향해 전력 질주하고 있다. 마이크로 및 마일드 하이브리드는 비교적 적절하게 연료 경제성을 향상시키면서도 원가 절감형 솔루션을 제공한다. 이와 같은 단계별 접근법은 차세대 파워트레인의 기초를 구축하는 동안 많은 차량들이 꾸준히 신기술을 적용하는 안정적인 방법이다. **SM**

WebcastLink

PC, 스마트 기기에서 쉽게 볼 수 있도록 모든 반도체 업체의 신제품 소식을 한 곳에 모아 두었습니다.

동영상 + 데이터시트 + 부품구입이 원스톱 서비스로 이어집니다.



www.webcastlink.com