

# 반도체네트워크

## SEMICONDUCTOR NETWORK

문화관광부  
장관상  
수상

문화관광부  
유공문화인  
선정

문화관광부  
국무총리  
표창

Special Report : 자동차 테스트 박람회 2013

2013. 04

• 통권 : 216호 • 전화 : 02-792-9830 • www.semiconnet.co.kr • ISSN 2233-5943



Free download  
[www.infineon.com/dave](http://www.infineon.com/dave)

## DAVE™ 개발 플랫폼

인피니언 XMC 마이크로컨트롤러를 위한 생산성 향상 개발 지원 툴



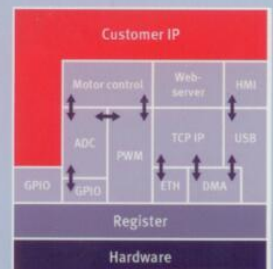
산업용 솔루션을 위한 인피니언의 XMC 마이크로컨트롤러는 ARM® Cortex™-M4 및 Mo과 실시간 임베디드 제어 분야에서 축적해온 인피니언의 전문지식을 결합하였습니다. 따라서 다양한 유형의 애플리케이션을 미래에도 사용 가능하도록 설계할 수 있습니다.

인피니언은 개발 시간을 단축할 수 있도록 DAVE™ 개발 플랫폼을 무료로 제공합니다.

DAVE™를 이용함으로써 개발자들은 소프트웨어 라이브러리를 생성하여 XMC 마이크로컨트롤러의 혁신적이고 애플리케이션 최적화된 주변장치를 효율적으로 사용할 수 있습니다. 코드 생성은 DAVE™ Apps라고 하는 사전에 정의되고 테스트된 애플리케이션 지향적 소프트웨어 컴포넌트를 이용합니다. DAVE™는 또한 무료 GNU 컴파일러와 플래시 로더를 포함하는 무료 디버거를 제공합니다.

DAVE™ Apps는 다양한 애플리케이션 활용을 위한 그래픽 구성가능 소프트웨어 빌딩 블록들입니다. 소프트웨어 개발자는 중요한 IP 작업에 집중하고 DAVE로 하여금 하드웨어 지향적 소프트웨어 작업을 하도록 할 수 있습니다.

이렇게 작성된 라이브러리는 XMC 마이크로컨트롤러를 지원하는 어떠한 써드파티 툴 체인에서나 쉽게 불러올 수 있습니다.



[www.infineon.com](http://www.infineon.com)



# 최신 친환경 설계문제 해결 위한 혁신적인 PFC 컨트롤러

혁신적인 전류제어 주파수 폴드백(CCFB) 덕분에 아날로그 PFC 컨트롤러는 부하 범위 전체에 걸쳐 높은 효율을 제공할 뿐만 아니라 빠른 과도응답과 회로설계의 간소화와 같이 잘 알려진 장점들도 제공할 수 있다.

글/Tim Kaske, ON Semiconductor

## 에너지 효율적인 PFC

EU의 에너지 관련 제품 규정(ErP: Energy-related Products Directive)은 TV, 랩탑 및 데스크탑 PC, 형광등 안정기 및 LED 조명 드라이버와 같은 일상용품들에 대해 극히 높은 에너지 효율을 요구하고 있다. 새로운 디자인들은 유럽연합 지역에서 판매되는 제품들에 의무적으로 요구되는 CE 마크와 같이 제품 수준에서 필요한 승인들을 획득하기 위해 대기 상태, 부분부하 및 전 부하 상태를 망라하는 모든 곳에 걸쳐 효율 목표를 충족시키지 않으면 안 된다. 게다가 디자이너들은 경쟁력 있는 가격에 높은 수준의 성능을 원하는 시장 요구에 부응해야 한다는 압력도 받고 있다. 70W 이상의 애플리케이션에 있어서 의무사항인 역률교정(PFC) 기능을 제어하는 IC의 기능이 점점 더 많이 통합됨에 따라 파워서플라이 부품 수를 줄이고 콘텐츠와 같이 덩치 큰 오버스펙 부품들에 대한 의존성을 줄여들어 이러한 요건에 부응하는 추세이다.

능동 PFC는 파워서플라이로 인해 야기되어 전기 회로망 내에 발열과 장해를 증가시킬 수 있는 선로전류 고조파 왜곡을 보상해 준다. 에너지 효율에 대한 관심이 대기 모드 및 절전 모드 동작뿐만 아니라 전출력 동작까지 확장됨에 따라 기존 PFC 제어 동작의 단점들이 면밀히 검토되게 되었다. CrM(Critical-Conduction Mode) 모

드에서 동작하는 기존의 PFC 컨트롤러들은 기기가 대기 모드에 있을 때와 같이 파워서플라이가 가벼운 부하에서 동작하는 경우 효율이 떨어지는 경향이 있다.

## 디지털화, 반드시 최선일까?

일부 칩 제조업체들은 이러한 제약을 극복하기 위해 디지털 PFC 컨트롤러를 사용하려고 한다. 디지털 컨트롤러는 감지된 아날로그 전압들을 디지털 영역으로 변환한 뒤 신호처리 알고리즘들을 적용하기 때문에 선형 동작에 의한 제약을 받지 않으며 어떠한 부하 조건에 대해서도 최적의 출력 파형을 합성해낼 수 있다. 다양한 모드들의 효율은 칩 제조업체들이 개발한 알고리즘의 품질에 좌우된다. 최근 시장에 선보인 디지털 PFC 컨트롤러들에는 진단 및 사용자 프로그래머빌리티와 같은 기능들도 집적되어 있는데 이는 PFC와 같이 표준화된 커넥션을 통해 구현된다.

그러나 디지털 대안이 선호되면서 아날로그가 종말을 맞이하고 있다는 소문은 과장된 얘기임이 과거에 이미 입증되었다. 이번 경우에도 기존 아날로그 PFC 컨트롤러들의 주요 이점 몇 가지를 집어던져 버리기는 아직 너무 이른 것인지도 모른다. 제조업체들은 디지털 제품이 아날로그 컨트롤러에 비해 비용상의 이점을 다소 지닌다고 주장하지만 특히 시스템 레벨에서 고려할 경우 아날로그 컨트롤러



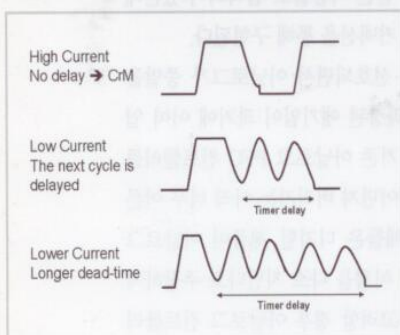
들은 대안적인 최신 디지털 제품들보다 낮은 가격으로 구매할 수 있다. 실제로 일부 디지털 소자 제품라인들의 가격은 1세대 제품이 선보인 이래 사실상 상승했다. 게다가 최신 아날로그 부품들의 보호 회로와 저전압 감지 기능 같은 통합 기능들은 추가적인 외부 부품을 별로 사용하지 않음에 따라 경쟁력 있는 가격의 디자인을 가능케 해준다.

최신 세대의 아날로그 PFC 컨트롤러들은 ON Semiconductor의 NCP1611 및 NCP1612에 구현된 새로운 동작 모드인 전류제어 주파수 폴드백(CCFE)과 같은 혁신을 통해 향상된 효율을 제공할 수 있다. CCFE는 PFC 컨트롤러가 가벼운 부하와 대기 모드 동작은 물론 보다 높은 부하 상태를 포함하는 넓은 부하 범위에 걸쳐 높은 효율을 유지하도록 해준다. 이러한 컨트롤러들은 또한 오류처리 및 과도응답을 개선시켜 주는 향상된 기능들을 구현하며 여러 다른 바이어싱 시나리오들을 지원함으로써 디자이너들에게 설계의 유연성을 제공한다.

### 모든 부하에서 효율 향상

CCFE에서 회로는 고전류 상태의 CrM(Critical-conduction Mode) 모드로 동작한다. 저전류 수준은 부하가 무거울 경우에는 라인 영교차(line zero crossing) 근방에서 나타나고 부하가 가벼울 경우에는 사인파 전체에 걸쳐 나타나는데, 이때 컨트롤러는 주파수 제어 불연속 동작 모드로 들어간다. 타이머는 경사면이 입력 전류를 나타내는 감지된 전압으로부터 내부 생성된 정밀 2.5V '램프 스톱스레드(ramp threshold)'로 상승하는 데 필요한 시간이 경과할 때까지 데드 타임(부동 시간)을 삽입함으로써 다음 사

그림 1. 타이머에 의해 데드 타임이 제어되는 CCFE



이클의 시작을 지연시킨다. 따라서 데드 타임은 입력 전류가 낮을 경우 더 길어진다. 그림 1은 다양한 부하 상태에서 부스트 MOSFET 양단에 나타나는 전압을 통해 CCFE의 원리를

보여주고 있다.

이 타이머는 스위칭 주기/오프 타임이 아니라 데드 타임을 제어한다. 폴드백 주파수는 전류가 0일 때 최소 20 kHz로 제한된다. 이런 방식으로 컨트롤러는 정상동작 부하와 경부하 모두에 있어서 효율을 극대화할 수 있다. 특히, 대기 손실이 최소한으로 줄어든다.

드레인-소스 전압이 바닥에 이를 때까지 MOSFET이 켜지는 시점을 지연시킴으로써 손실을 더욱 줄일 수 있다. 밸리 스위칭(valley switching)은 전자파(EMI)의 생성도 최소화시켜 준다. 또 다른 이점은 시스템이 최저점과 최저점 사이의 구간에서 켜지지 않는다는 것이다. 데드 타임은 전류 사이클 지속 시간의 변화에 영향 받지 않기 때문에 밸리 턴온(valley turn-on)은 곧바로 일어난다.

CCFE 모드의 동작은 스위칭 주파수가 부하 감소에 따라 증가하는 기존의 CrM과는 대조적이다. 매우 가벼운 부하에서 기존의 CrM 컨트롤러는 버스트 모드로 들어가 가청 잡음을 생성할 수 있다. 그러나 이와는 대조적으로, CCFE 컨트롤러의 보다 낮은 주파수는 가청 주파수 범위 위로 클램핑 됨으로써 가청 잡음의 생성을 막는다.

FCCrM(Frequency-Controlled Critical Conduction Mode) 컨트롤러의 동작과 유사하게, 내부 회로는 스위칭 주파수가 줄어들었을 때에도 거의 1에 가까운 역률을 가늠케 해준다. 게다가 스킵 모드는 전류가 매우 낮을 때 라인 영교차 근처의 사이클을 건너뛰으로써 PFC가 매우 가벼운 부하에서 최적의 효율을 달성하도록 해준다. 이는 전력전달 효율이 특히 낮을 경우의 회로 동작을 피한다.

이 모드는 전류 파형에 약간의 왜곡을 야기한다는 점에 유의해야 한다. 이러한 이유로 스킵 모드는 우수한 역률을 요구하는 애플리케이션에서 억제될 수 있다. 그림 2는 스킵 모드 및 비 스킵 모드에서의 CCFE 컨트롤러 효율을 기존의 CrM 제어와 비교한 것이다.

### 향상된 컨트롤러 기능들

집적된 고속 선로/부하 과도 보상 기능은 스타트업 할 때와 같이 부하나 입력 전압이 급격히 변화할 때 야기되는 과도한 오버슈트나 언더슈트를 피함으로써 PFC 성능을 더욱 향상시킨다. 이는 기존의 PFC 단에 있어서 나타나

는 보편적인 현상인데 그 이유는 제어 대역폭이 일반적으로 낮기 때문이다. 이와는 대조적으로 NCP1611은 출력 전압이 조절 수준의 95.5% 아래로 떨어질 경우 제어 속도를 극적으로 높여준다. 이 기능은 정상적인 소프트 스타트 동작이 일어날 수 있도록 PFC 단이 시작된 후에만 기능하게 된다. 출력 전압이 원하는 수준의 105%를 넘어서게 되면 Soft OVP(소프트 과전압 보호)가 전력전달을 영까지 선행적으로 떨어뜨린다. 출력이 계속해서 상승하면 회로는 출력 전압이 원하는 수준의 107%에 도달할 때 전력 전달을 즉각 중단시킨다.

이 컨트롤러는 두 가지 버전으로 제공되므로 디자이너들이 동작 전압의 범위에 따라 스타트업 전류를 최적화할 수 있도록 해준다. 'B' 버전은  $V_{CC}$  범위가 최고 17V로서 자기 바이어스 된 애플리케이션들에 이상적이다. 스타트업 전류가 낮아서 고 임피던스 스타트업 저항을 사용할 수 있도록 해주므로 대형  $V_{CC}$  콘덴서를 사용할 필요가 없어지며, 스타트업 시간의 단축을 도와준다. 이에 대한 대안 제품인 'A' 버전은 최대 스타트업 수준이 11.5V로 낮기 때문에 12V 레일로부터 전력을 공급할 수 있다. 이 소자는 소프트 스타트 기능을 제공하며 보조 파워스플라이나 다운스트림 컨버터와 같은 외부 전원으로 회로에 전력을 공급하는 애플리케이션들에서 선호된다.

이 칩에서는 여러 가지 중요한 보호 기능들도 제공하므로 별도의 보호 회로가 필요 없어진다. 집적된 보호 기능들 가운데는 2레벨 전류제한 기능이 포함되는데 이것은 바이패스나 부스트 다이오드가 단락될 경우 파워 스위치를 끄거나 낮은 듀티 사이클 모드로 들어갈 수 있다. 저전압 보호, 저전압 감지 및 과열 방지 기능도 구현되어 있다.

출력단은 고주파 동작시에 교차전도 전류를 최소화하

그림 3. CCFF 컨트롤러를 갖춘 부스트 PFC

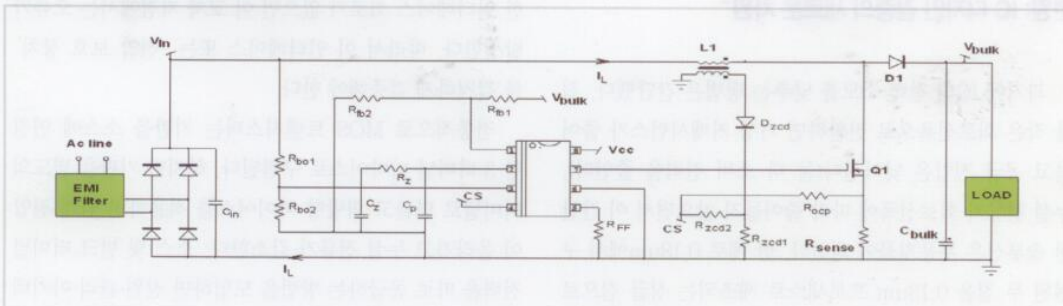
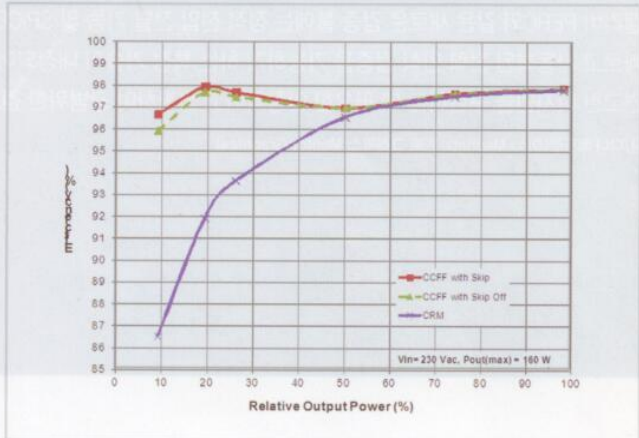


그림 2. CCFF와 CrM 컨트롤러의 부하 범위 전체에 걸친 효율 비교



도록 최적화된 토탈 폴(totem pole)을 포함한다. 출력 회로의 고출력(high drive) 기능은 컨트롤러를 직접 연결하여 커다란 게이트 전하(Qg) 값을 갖는 MOSFET에 전력을 공급하도록 해준다. 그림 3은 NCP1611에 의해 제어되는 부스트-PFC 회로의 기본적인 애플리케이션 도식이다.

## 요약

디지털화는 광범위한 부하 상태에 대해 PFC 효율을 최적화하기 위한 방법 가운데 하나다. 그러나 이미 입증된 아날로그 기법들을 이용한 혁신적인 PFC 컨트롤러들은 보다 손쉽고 잠재적 비용 효과가 큰 솔루션을 디자이너들에게 제공할 수 있다. 이는 PFC 솔루션 설계에 있어서 열심하기 아니라 보다 스마트한 경우를 보여주는 사례가 되기도 한다. 보다 높은 효율을 위해 디지털화가 꼭 필요한 것은 아니다. 단지 좀 더 스마트하게 일하면 되는 것이다. **SN**