

가변 주파수 드라이브와 전원공급 애플리케이션 의 아이솔레이션 확보

애플리케이션 소개

전자 장치에 사용되는 모든 부품들 중에서도 아이솔레이션 부품은 두말할 필요도 없이 가장 중요한 부품 중 하나이다. 특별히 고전압 및 고출력 애플리케이션의 경우에 더욱 중요하다. 가변 주파수 드라이브(VFD, Variable Frequency Drive)와 파워서플라이를 설계함에 있어서 아이솔레이션 관련 부품들은 기능적인 측면 뿐만 아니라 저전압의 제어 회로를 고전압의 출력 부분으로부터 분리시켜 손으로 만지거나 했을 때 감전등의 위험으로부터 안전성을 확보하기 위한 절연 회로에 모두 사용된다.

아이솔레이션 부품을 사용하는 이유

아이솔레이션 부품을 사용하는 이유 VFD와 전력 애플리케이션에는 다음과 같은 이유로 절연이 필요하다:

- ▶ 잡음 간섭의 축소--오늘날의 전원 변환기는 PWM 방식을 통해 출력 전압 및 전류를 제어한다. 그러나 보다 고출력의 애플리케이션에서는 전력 스위칭으로 인해 초래된 di/dt 및 dv/dt 신호가 PCB 레이아웃 내의 기생 파라미터 결합을 통해 회로에 잡음을 유발시킨다. 전력 회로와 제어 회로 사이에 갈바닉 절연을 채택함으로써 제어 회로의 잡음을 줄일 수 있다.
- ▶ 전압 수준--VFD 및 파워 디바이스의 전력 회로들은 대개 위험한 220 V 또는 380 V의 AC 전압 전압에 연결되어 있으며, 정류된 직류 전압은 540V에 이를 수 있다. 이와는 대조적으로 제어 회로는 일반적으로 안전한 그라운드로 접지되어 있다. 따라서 전력 회로와 제어 회로 간에 아이솔레이션이 필요하다.
- ▶ 디바이스간의 인터커넥션--파워 서플라이 디바이스는 필드버스를 통해 다른 컨트롤러에 연결되어야 할 때가

많다. 그러나 전원 단의 디바이스와 컨트롤러는 동일한 접지에 연결시킬 수 없는 경우가 많다. 따라서 이들 사이에 아이솔레이션 확보되지 않을 경우에 접지들 간의 전압 차이로 인해 신호 루틴 내의 부품들이 손상될 수 있다. 게다가 일부 회로(예를 들어, 긴 통신 케이블이나 인코더 케이블)는 전원으로 부터의 서지(Surge)나 번개의 영향에 직면하게 되므로 이들로 부터 보호하기 위해 내부 회로들을 절연되어야 한다.

- ▶ 안전과 절연--회로의 일부분이 인체에 닿거나 장치의 금속 케이스와 접촉할 수 있다. 이러한 부분들은 안전한 전압 범위 내에서 동작해야 하며, 전원단으로 부터 충격을 방지하기 위하여 위험한 전압 회로로부터 갈바닉 절연이 필요하다. 대개 HMI나 통신 인터페이스는 안전 및 절연 표준을 충족시킬 수 있는 부품들을 통해 주 회로로부터 절연되어야 한다.

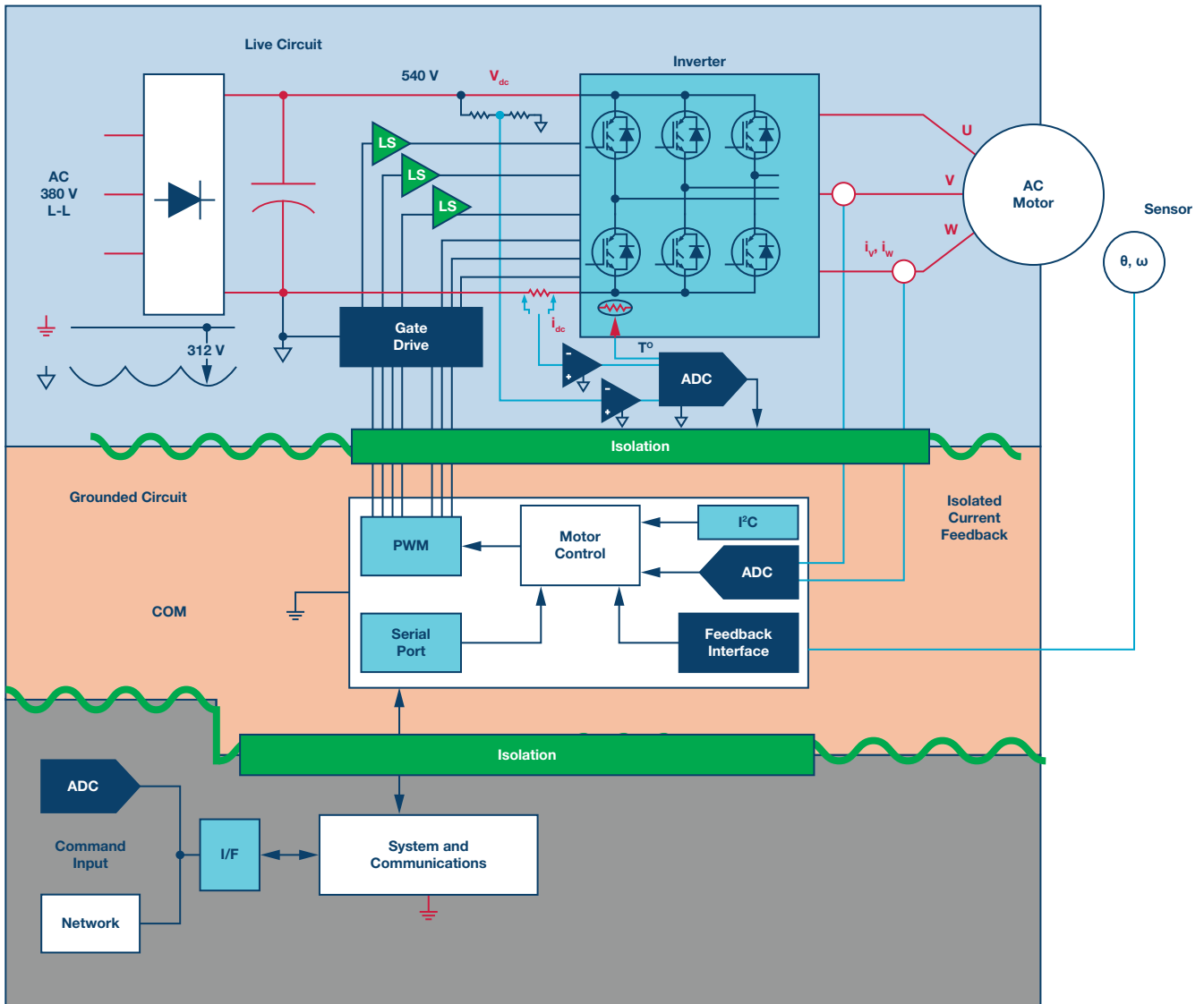
아이솔레이션의 응용

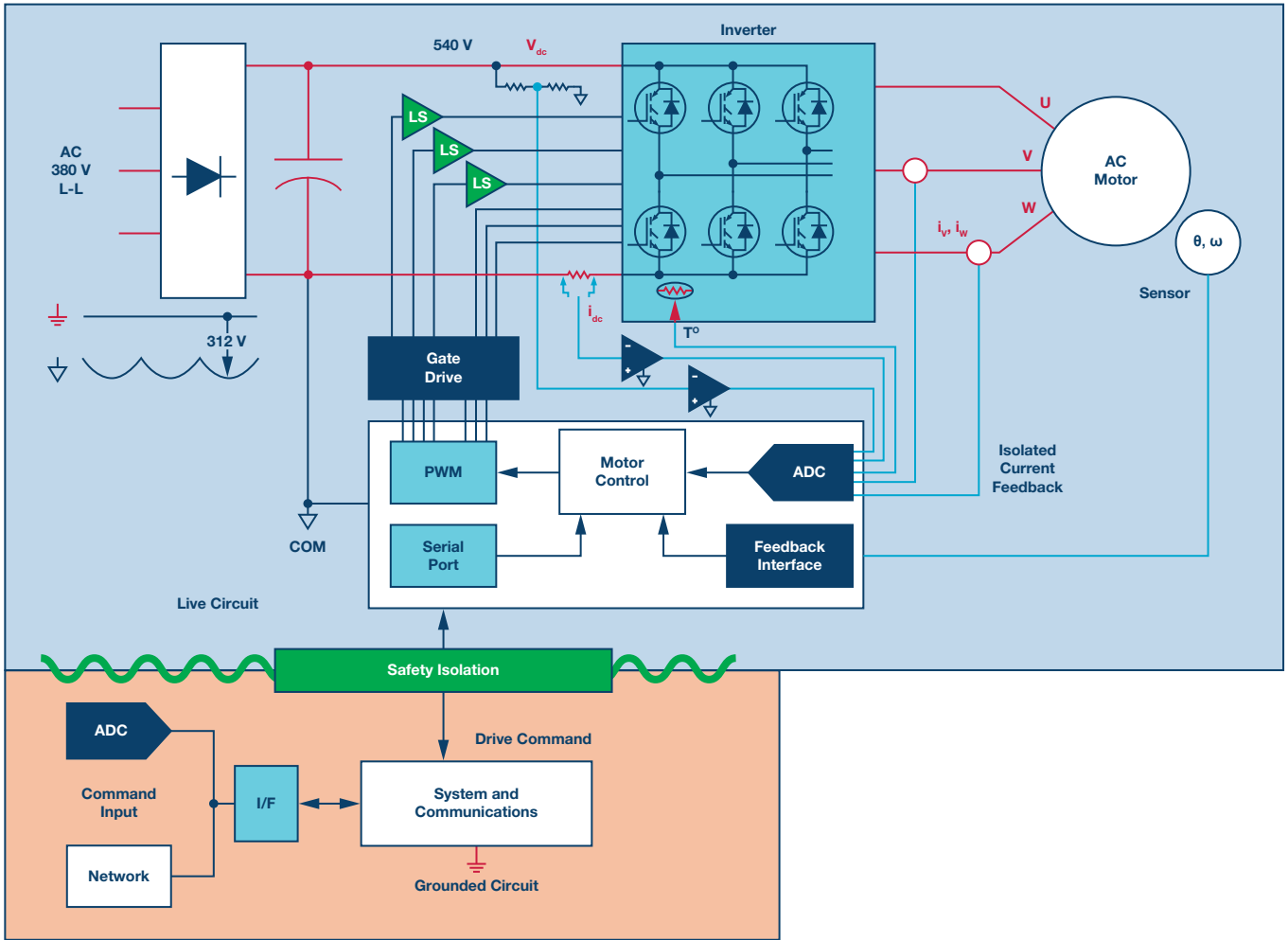
VFD나 파워 서플라이의 시스템 구조를 에서 회로부는 전력단, 제어단 그리고 인터페이스단과 같이 세 부분으로 구성된다. 각 부분마다 전압 레벨과 안전 규격이 서로 다르므로 이들 간에는 갈바닉 절연이 필요하다.

서로 다른 애플리케이션에는 상이한 절연 방식들을 사용할 수 있는데, 이는 다음 사항들에 좌우된다:

- ▶ 전력 회로의 전압 수준.
- ▶ 절연 및 안전 규격. 예를 들면, IEC61800-5-1 및 IEC62040-1-1 과 같은 시스템 수준의 안전 기준과 IEC 60747-5-5, VDE 0884-10 및 UL1577과 같은 부품 수준의 안전 기준들.
- ▶ 상이한 절연 배리어와 비용 절감을 고려한 부품 조합.

Isolated System Architecture





시스템의 관점에서 보면 절연을 필요로 하는 신호의 채널 수를 최소화 하고 절연 효과를 최대로 하면서 절연 부품 수를 줄이는 것이 설계상의 중요한 관심사이다. 다음은 VFD와 파워 서플라이 시스템에 흔히 사용되는 아키텍처 들이다:

- ▶ 2개의 절연 배리어를 갖는 디자인--전원 회로와 제어 회로 간의 아이솔레이션과 제어 회로와 인터페이스 회로 간의 아이솔레이션. 전력 회로와 제어 회로 간의 절연은 절연 IGBT/MOSFET 게이트 드라이버와 절연 전류/전압 감지 부품들을 이용하여 설계할 수 있다. 한편으로는 표준 디지털 아이솔레이터, 절연된 ADC 및 절연된 DAC를 이용하여 제어 회로와 인터페이스 회로를 분리시킬 수 있다.

이러한 구성은 다양한 유형의 인터페이스를 갖춘 VFD 나 파워 서플라이 또는 보다 높은 출력의 애플리케이션에 적합하다. 이 경우, PWM 신호와 전류/전압 피드백 및 결함 보호 피드백을 포함하여 전력 회로와 제어 회로 간의 신호들은 대개 정해져 있는 반면에. 다양한 종류의 인터페이스 포트가 있을 수 있으며, 이들은 여러 가지 액세서리들을 선택 사양으로 포함할 수 있다. 예를 들어, 0V~10V, 4mA~20mA 의 아날로그 입력/출력, 0V~24V의 디지털 I/O, 릴레이,

RS-232/RS-485, 이더넷, USB 및 CAN이 그러한 것들이다. 따라서 설계 엔지니어는 전력제어 절연과 제어 인터페이스 절연을 각각 구현함으로써 시스템 비용을 낮추고 부품 선택에 있어서 선택의 폭을 자유롭게 할 수 있는데, 시스템에는 두 개의 절연 단이 있어서 각 아이솔레이션단 에 대한 요구 조건을 낮출 수 있기 때문이다. 또한 전력과 제어를 분리하면 전력 스위칭 잡음의 영향도 줄일 수 있다.

전력 회로와 제어 회로 간의 절연이 시스템 안전성 요건을 이미 충족시키고 있다면 인터페이스 절연은 필요하지 않을 경우도 있다. 더 나아가 두 배리어의 부품들을 조합함으로써 이중 절연층을 구성할 수 있다.

- ▶ 동일한 접지에 연결된 전력 및 제어 회로. 소출력이나 낮은 전압의 애플리케이션에서 있어서 인터페이스 수가 제한되어 있을 경우에 이런 종류의 구성이 우세하다. 컨트롤러 접지를 전력 접지에 연결하면 절연 배리어 하나를 생략할 수 있지만, 인터페이스 회로와 전력 부분 간의 아이솔레이션 요구 규격은 그 이전 구성의 경우보다 높아질 수 있다. 컨트롤러 접지를 전력 접지에 연결하면 절연 배리어 하나를 생략할

수 있지만, 인터페이스 회로와 전력 부분 간의 아이솔레이션 요구 규격은 그 이전 구성의 경우보다 높아질 수 있다.

ADI의 절연 기술 및 제품

- ▶ *iCoupler*® 디지털 아이솔레이터는 트랜스포머를 이용해 아이솔레이션 배리어 양단 간에 정보를 전송하며, 트랜스포머를 이용해 1차 측의 전류 변화가 2차 측으로 전달 될 수 있도록 한다. 20 μm 의 *iCoupler* 폴리이미드는 50년간 400 Vrms의 동작 전압이라는 정격 값과 6 kV (10 kV test 요건) 이상의 서지 정격 값을 가지므로 VDE 강화 절연 요구조건을 충족시킨다. 아날로그 디바이스의 *iCoupler* 기술의 주된 장점들은 다음과 같다.
 - 높은 온도와 높은 전압에서 절연 신뢰성이 높다. *iCoupler* 제품들은 CMOS 공정을 사용함으로써 400 Vrms로 동작할 경우 50년의 수명을 가지며, 125°C 에서도 동작할 수 있다.
 - 최고 100 kV/ μs 의 공통 모드 과도응답의 내구성(CMTI: Common-mode transient immunity). 모터 드라이브 및 파워 인버터 애플리케이션에서 종래의 옵토커플러보다 높은 성능을 제공한다.
 - *iCoupler* 데이터 절연 제품은 CISPR 22 Class B (및 FCC Class B) 기준을 충족시킬 수 있다.
 - *iCoupler* 아이솔레이터는 VDE V 0884-10 Reinforced 등급의 10 kV 피크 서지 규격을 충족시킬 수 있다.
 - 높은 속도, 보다 나은 타이밍 사양, 최고 150 Mbps의 데이터 전송속도, 50 ns의 전파 지연, 훌륭한 채널간 정합 성능, 그리고 낮은 전력 소비량.
 - 다중 아이솔레이션 채널과 기타 기능들의 통합으로 인한 크기와 비용이 감소됨.

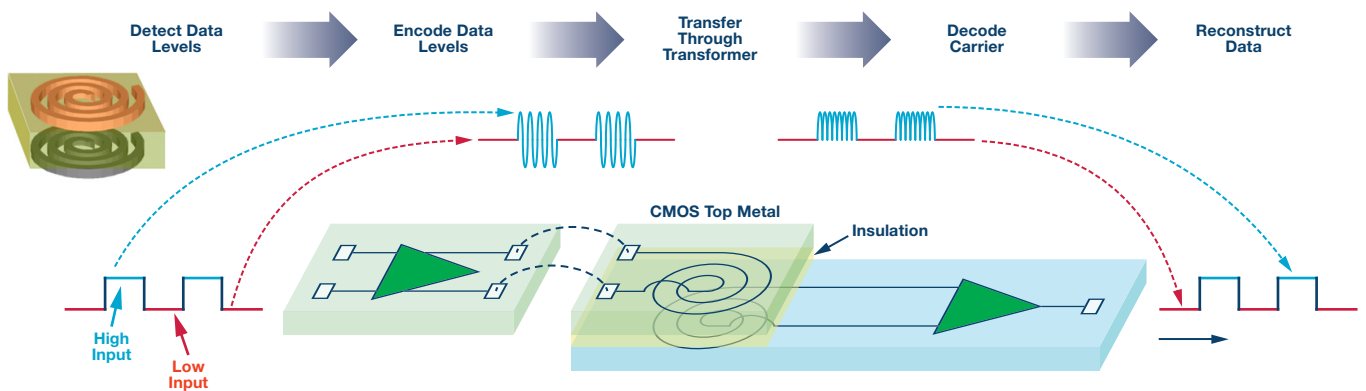
ADI는 일련의 표준화된 데이터 절연 제품, 절연된 RS-232, RS-485, USB, CAN, SPI, I²C 트랜시버, 앰프, ADC 및 게이트 드라이버 등과 같은 디바이스들을 제공하고 있다.

▶ 절연된 전류 및 전압 감지 기능

ADI는 절연된 전류 및 전압 감지기능을 위한 다양한 제품들을 제공하고 있다. AD740x 시리즈의 $\Sigma\text{-}\Delta$ 모듈레이터는 VFD 및 전력 애플리케이션 전용의 전류 센서이다. 현재 시스템 주요 설계 트렌드는 HES로부터 선트 저항기로, 절연 앰프 접근방식이 아닌 절연 모듈레이터로 옮겨가고 있다. HES를 선트 저항기로 대체하는 시스템 설계자들은 절연 앰프를 선택하고 이전에 HES 기반의 설계에 사용하던 ADC를 계속해서 사용하는 경우가 많다. 이 경우, 성능은 아날로그/디지털 성능에 관계 없이 절연 앰프에 의해 제한되어 진다.

절연 앰프와 ADC를 절연 $\Sigma\text{-}\Delta$ 모듈레이터로 대체하면 성능 병목지대가 사라져 디자인이 크게 개선된다. 대개는 9~10 비트이던 품질 피드백이 12비트 수준으로 향상된다. 아날로그 과전류 보호 회로(OCP)도 없앨 수 있는데 $\Sigma\text{-}\Delta$ 모듈레이터 출력을 처리하기 위해 필요했던 디지털 필터가 고속 OCP 루프를 구현하도록 구성할 수도 있기 때문이다.

- ▶ 절연 IGBT/MOSFET 게이트 드라이버 IGBT/MOSFET 게이트 드라이버 회로는 VFD 및 전원 설계에 있어서 상당히 중요한 부분이다. 드라이버 회로는 스위칭 손실을 줄이고 시스템 신뢰성을 향상시키기 위해 고성능을 갖춰야 한다. ADI의 ADuM413x와 ADuM3223/ADuM4223/ADuM7223은 전파 지연이 50 ns에 불과하며 CMTI는 최대 100 kV/ μs 이므로 드라이버 회로를 설계하기가 보다 용이해진다.



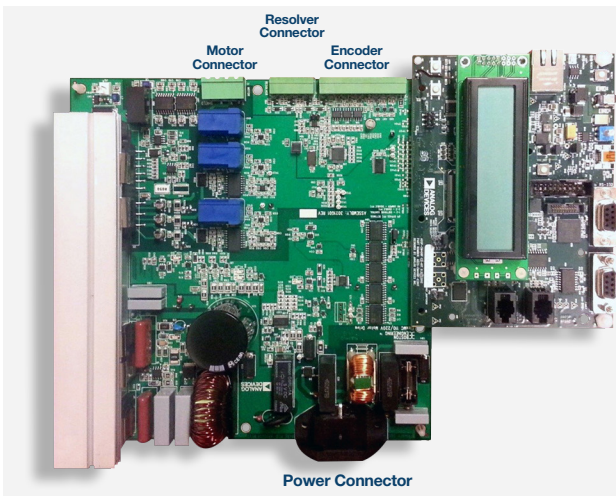
Key Product Technologies

부품 번호	설명	주요 특징	이점
<i>Standard Digital Isolator</i>			
ADuM1100/ ADuM120x/ ADuM130x/ ADuM140x	1~4채널의 표준 디지털 아이솔레이터	2.5 kVrms의 절연 등급, -40°C ~ +125°C, 역방향 채널	최대 데이터 전송속도 90 Mbps
ADuM14x	4채널 표준 디지털 아이솔레이터	새로운 세대, 3.75 kV rms의 절연 등급, -40°C ~ +125°C, 역방향 채널	CMTI 100 kV/ μs , 낮은 전파 지연(13 ns), 최대 데이터 전송속도 150 Mbps

부품 번호	설명	주요 특징	이점
절연 감지			
AD7403	절연 Σ - Δ ADC	5 MHz~20 MHz의 외부 클럭 입력 속도, 2차 Σ - Δ 모듈레이터, 16비트, 손실 코드 없음, 전형적인 온도 대비 오프셋 드리프트: 1.6 μ V/ $^{\circ}$ C (Typ. 값), 88 dB SNR, 830 V rms의 최대 동작 전압, -40 $^{\circ}$ C~+125 $^{\circ}$ C	14비트 ENOB, \pm 320 mV의 풀스케일 아날로그 입력 범위, UL1577, CSA60950, VDE0884-10
AD7401A	절연 Σ - Δ ADC	5 MHz~20 MHz의 외부 클럭 입력 속도, 2차 Σ - Δ 모듈레이터, 16비트, 손실 코드 없음, 전형적인 온도 대비 오프셋 드리프트: 1.6 μ V/ $^{\circ}$ C (Typ. 값), 88 dB SNR, 630 V rms의 최대 동작 전압, -40 $^{\circ}$ C~+125 $^{\circ}$ C	14비트 ENOB, \pm 250 mV의 풀스케일 아날로그 입력 범위, UL1577, CSA60950, VDE0884-10
절연 게이트 드라이버			
ADuM4135	절연 IGBT 게이트 드라이버	4A의 피크 드라이브 출력 능력, 500 V rms, 1200 Vdc의 동작 전압, -40 $^{\circ}$ C~+125 $^{\circ}$ C	50 ns의 전파 지연, UVLO, DESAT 보호 기능, 결함 발생시의 소프트 셧다운, 게이트 감지 입력을 갖는 밀러 클램프 출력, UL, CSA, VDE
ADuM4223	절연 MOSFET/IGBT 게이트 드라이버	4A의 피크 출력 전류, 고주파 동작: 1 MHz, 하이 사이드 및 로 사이드 절연: 537 Vpeak 동작 전압 및 차동 800 V peak 동작 전압, -40 $^{\circ}$ C~+125 $^{\circ}$ C	하이 사이드 및 로 사이드 절연, UL, CSA, VDE
절연된 통신			
ADM3251E	절연 RS-232 트랜시버	460 kbps의 데이터 전송속도, 2.5 kV 아이솔레이션	절연 DC/DC 컨버터가 내장된 <i>isopower</i> : \pm 15 kV의 ESD 보호 기능, UL, CSA, VDE
ADM2687E	절연 RS-485/RS-422 트랜시버	하프 듀플렉스 또는 풀 듀플렉스 방식으로 구성 가능, 5 kVrms의 절연 등급, 500 kbps의 데이터 전송속도, 5 V 또는 3.3 V 동작	절연 DC/DC 컨버터가 내장된 <i>isopower</i> \pm 15 kV의 ESD 보호 기능, 또는 회로 개방 및 단락, 고장 안전 기능의 수신기 입력, CMTI>25 kV/ μ S
ADuM4160	USB 포트 아이솔레이터	USB 2.0 완전 준수, 저속 및 고속 데이터 전송속도: 1.5 Mbps 및 12 Mbps, 5 kV rms의 절연 등급, 3.3 V 및 5 V (듀얼 모드 전력 구성) 동작	USB 양방향 통신 시 D+ D- 선로에 대한 단락 보호 기능
ADM3054	절연된 CAN(controller area network)	ISO 11898 기준 준수, 1 Mbps, 5 kVrms의 절연 등급, 3.3 V 또는 5 V의 공급전압	Thermal 셧다운 보호 기능
ADuM4150	고속 SPI 인터페이스를 위한 아이솔레이터	40 MHz 클럭, 폭 넓은 공급전압 범위, 5 kV rms의 절연 등급	지연 보상 클럭 라인
ADuM2250	듀얼 I 2 C 아이솔레이터	1000 KHz 동작, 양방향 I 2 C 통신, 5 kVrms 절연, 3.0 V~5.5 V의 공급전압	핫 스와핑 기능 제공, UL, CSA
ADuM4190	높은 안정성의 절연 Error 앰프	5 kV의 절연 등급, 400 kHz의 대역폭, 3 V~20 V, -40 $^{\circ}$ C~+125 $^{\circ}$ C	전 온도 범위에서 1%의 정확도
isoPower			
ADuM5000/ ADuM6000	절연 DC/DC 컨버터	500 mW, 400 mW, 정류된 3.3 V 또는 5 V 출력, 2.5 kV/5 kV의 절연 등급	열 과부하 보호 기능, UL, CSA, VDE

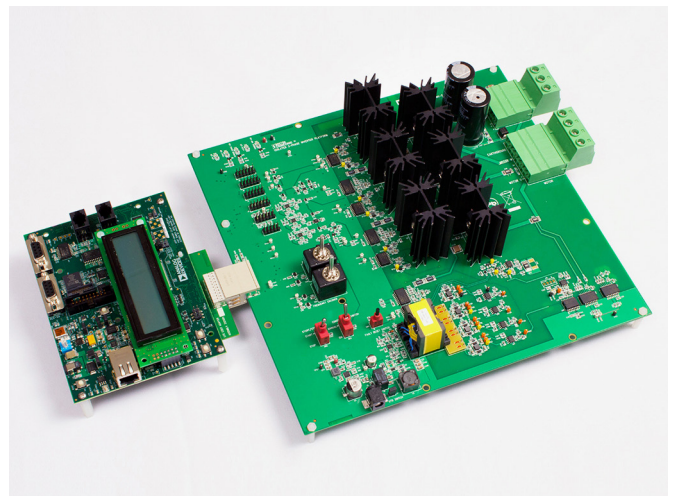
Reference Design and Demo Boards

HV MPC Platform



Design by Boston Engineering www.boston-engineering.com.

ADI HV MPC Platform



Design by ADI.

기술 기사/애플리케이션 노트

- ▶ 디지털 아이솔레이터 제품의 선택과 리소스 가이드.—www.analog.com/Digital_Isolator_Product_Selection_and_Resource_Guide.pdf
- ▶ 산업용 모터 드라이브의 게이트 드라이브와 전류 피드백 신호 사이의 절연—www.analog.com/Gate-Drive-and-Current-Feedback-Signal-Isolation-in-Industrial-Motor-Drives.pdf
- ▶ isoPower 기술을 이용한 iCoupler 제품: 마이크로트랜스포머를 이용한 절연 배리어 양단 간의 신호 및 전력 전송—www.analog.com/isoPower.pdf
- ▶ AC 전압 모터 드라이브를 위한 디지털 아이솔레이터 (MS-2488)—www.analog.com/en/ms-2488.pdf
- ▶ AN-0971 애플리케이션 노트, isoPower 디바이스 이용 시 방사규격을 만족 시키기 위한 권장사항—www.analog.com/en/an-0971.pdf
- ▶ AN-1109 애플리케이션 노트, iCoupler 디바이스 이용 시 방사규격을 만족 시키기 위한 권장사항—www.analog.com/en/an-1109.pdf
- ▶ AN-1349 애플리케이션 노트, ADM2582/ADM2587E RS-485/RS-422 트랜시버 상에서 방사전력을 최소화 하기 위한 PCB 레이아웃 가이드. —www.analog.com/en/an-1349.pdf
- ▶ AN-727 애플리케이션 노트, RS-485의 iCoupler 절연—www.analog.com/en/an-727.pdf
- ▶ AN-740 애플리케이션 노트, RS-232 애플리케이션의 iCoupler 절연.—www.analog.com/en/an-740.pdf
- ▶ AN-770 애플리케이션 노트, CAN 버스 애플리케이션의 iCoupler 절연.—www.analog.com/en/an-770.pdf

- ▶ AN-913 애플리케이션 노트, PC 인터페이스의 절연—www.analog.com/en/an-913.pdf

절연을 위한 Lab® Reference Circuits의 회로

레퍼런스 회로도 는 빠르고 손쉬운 시스템 통합설계를 위해 개발되고 및 테스트 되었으며 서브시스템 레벨의 빌딩블록이다.

- ▶ 절연 시그마-델타 모듈레이터, 절연 DC/DC 컨버터 및 능동 필터를 이용한 새로운 아날로그/디지털 아이솔레이터—www.analog.com/en/cn-0185
- ▶ 절연 하프 브릿지 드라이버를 이용한 하프 브릿지 드라이버 회로. —www.analog.com/en/cn-0196
- ▶ USB(Universal Serial Bus) 허브 아이솔레이터 회로—www.analog.com/en/cn-0158
- ▶ EMC 준수 RS-485 트랜시버 보호 회로—www.analog.com/en/cn-0313
- ▶ 보다 많은 레퍼런스 회로들을 다음 주소에서 확인할 수 있다—www.analog.com/en/circuits

보다 상세한 내용은 ADI의 모터 제어 웹사이트에서 확인할 수 있다.

www.analog.com/en/motorcontrol

EngineerZone 지원 커뮤니티:

ez.analog.com/welcome

기술 지원

저희의 온라인 지원 커뮤니티에서 아날로그 디바이스의 기술 전문가들과 얘기를 나누십시오. 귀하의 골치 아픈 설계 문제에 대해서 FAQ를 살펴보거나 문의할 수 있습니다.



ez.analog.com

고객 상호작용 센터(CIC)

cic.asia@analog.com

무상제공 샘플

www.analog.com/sample

Technical Hotline

1-800-419-0108 (India)

1-800-225-5234 (Singapore)

0800-055-085 (Taiwan)

82-31-786-2500 (Korea)

Analog Devices, Inc. Worldwide Headquarters

Analog Devices, Inc.
One Technology Way
P.O. Box 9106
Norwood, MA 02062-9106
U.S.A.
Tel: 781.329.4700
(800.262.5643, U.S.A. only)
Fax: 781.461.3113

Analog Devices, Inc. Europe Headquarters

Analog Devices, Inc.
Wilhelm-Wagenfeld-Str. 6
80807 Munich
Germany
Tel: 49.89.76903.0
Fax: 49.89.76903.157

Analog Devices, Inc. Japan Headquarters

Analog Devices, KK
New Pier Takeshiba
South Tower Building
1-16-1 Kaigan, Minato-ku,
Tokyo, 105-6891
Japan
Tel: 813.5402.8200
Fax: 813.5402.1064

Analog Devices, Inc. Asia Pacific Headquarters

Analog Devices
5F, Sandhill Plaza
2290 Zuchongzhi Road
Zhangjiang Hi-Tech Park
Pudong New District
Shanghai, China 201203
Tel: 86.21.2320.8000
Fax: 86.21.2320.8222

©2015 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners. Ahead of What's Possible is a trademark of Analog Devices. BR13781-0-1/16

analog.com



AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™