

# InnoMux IC 제품군

## 2개의 정전압과 4채널 디밍 LED 백라이트 CC 컨트롤러

### 제품의 주요 특징

#### CV 및 4-채널 LED 백라이트 컨트롤러

- 벽 및 LED 백라이트 부스트 컨버터 제거
- 1개 또는 2개의 정전압 출력
  - 0%-100%-0% 부하 단계에서 즉각적인 과도 응답 ±5% CV로 독립적으로 레귤레이션된 출력
- 일반 출력 전압
  - 1 CV 모드: 5~22V
  - 2 CV 모드: 5V 및 12~22V
- 1~4 스트링 LED 백라이트
  - LED 스트링에 대한 3% 매칭 정확도
  - 아날로그, PWM, 순차적 PWM, 필터링된 PWM 작동
  - 최대 100V의 스트링 전압/최대 960mA의 총 스트링 전류
  - 최대 2:1 LED 스트링 전압 범위

#### 고급 보호 및 안전 기능

- 모든 출력에 대한 개별 과부하 보호
- 스트링 불균형/단락/오픈 보호
- 오토-리스타트용 출력 과전압 설정

#### 편리한 패키지

- 단면에 웨이브 솔더링된 PCB용 28리드 HSOP 또는 컴팩트 멀티레이어 디자인용 소형 28리드 QFN(5x5mm 바디)

#### 애플리케이션

- Energy Star 8, CEC, 모니터와 TV용 2021/2023 EU 레이블링

### 설명

InnoSwitch3-MX와 페어링할 경우 InnoMux는 일체형 플라이백 토폴로지를 사용하여 부스트 및 벅 컨버터 단계를 제거함으로써 모니터와 TV의 시스템 효율성을 대폭 향상시킵니다. 이를 통해 소형 PCB 풋프린트에서 시스템 효율을 최대 91%까지 크게 높일 수 있습니다.

LED 백라이트 컨트롤러는 아날로그 및 여러 PWM 디밍 옵션뿐만 아니라 우수한 최소 기준점(threshold) 조절 기능도 제공합니다. 순차적 PWM 디밍 옵션은 시각적 성능을 더욱 향상시키고 전력 수요를 안정화합니다. 광범위한 보호 기능이 제공됩니다.



그림 2. 왼쪽 - QFN-28의 InnoMux, 리플로우 프로세스  
오른쪽 - HSOP-28의 InnoMux, 웨이브 솔더 프로세스

### InnoMux

제품	출력 구성	패키지
<b>IMX101J</b>	1 CV, 1 LED 스트링	QFN
<b>IMX101U</b>	1 CV, 1 LED 스트링	HSOP
<b>IMX111U</b>	2 CV, 1 LED 스트링	HSOP
<b>IMX111J</b>	2 CV, 1 LED 스트링	QFN
<b>IMX102U</b>	1 CV, 4 LED 스트링	HSOP
<b>IMX112U</b>	2 CV, 4 LED 스트링	HSOP

표 1. InnoMux 컨트롤러 부품 번호

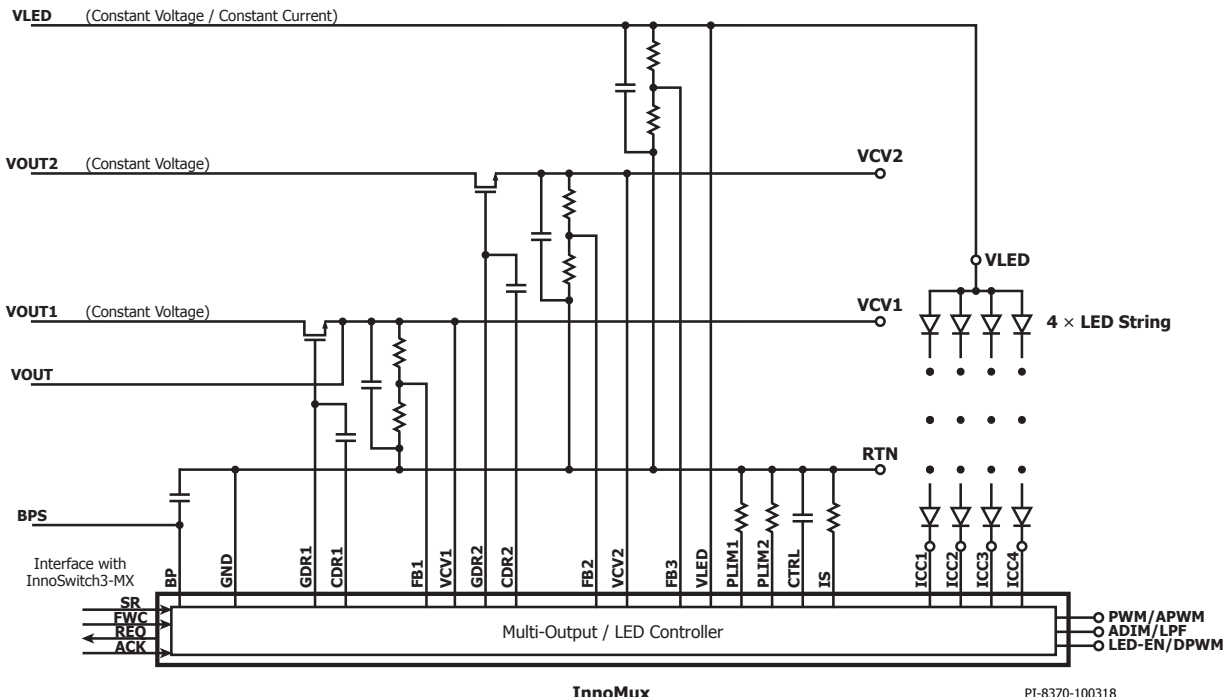


그림 1. 일반 회로도

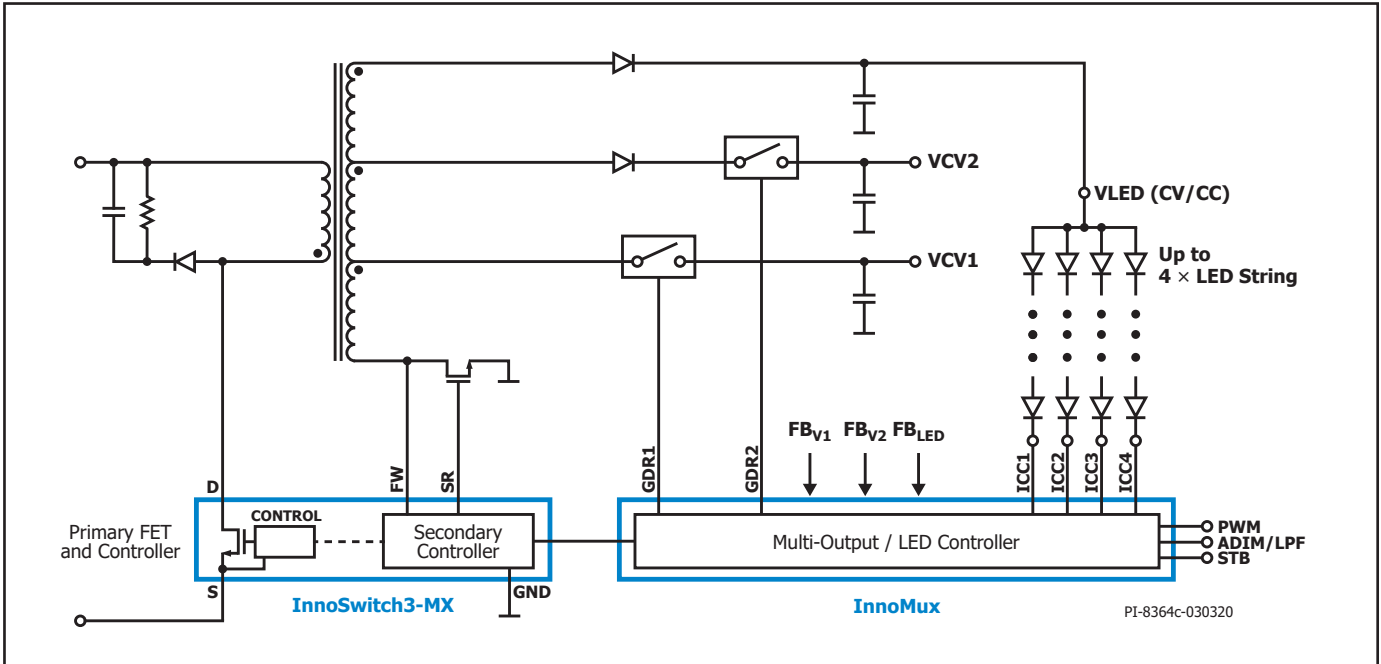


그림 3. 모니터/TV 애플리케이션용 단순화된 회로도

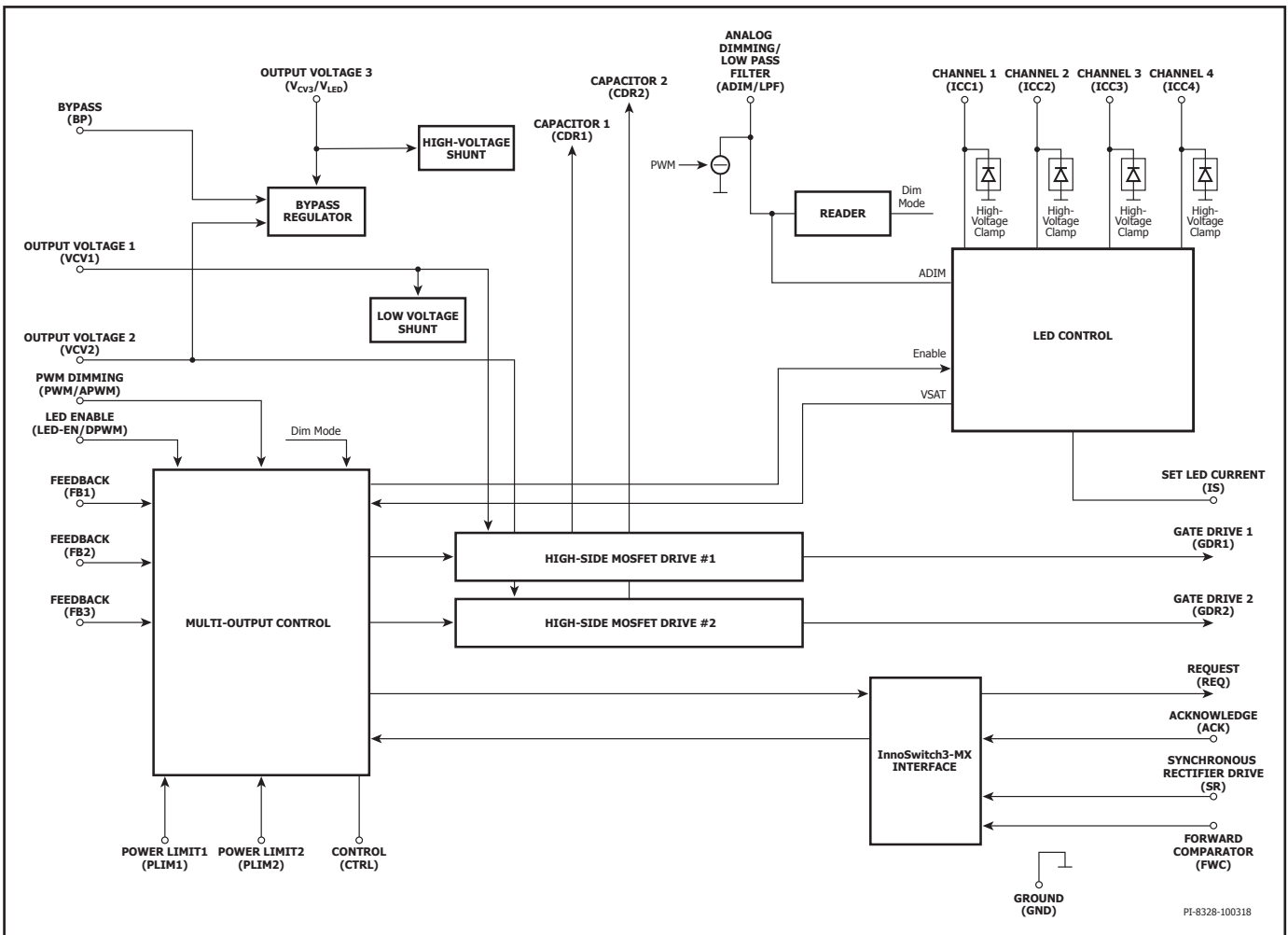


그림 4. InnoMux 컨트롤러의 기능 블록 다이어그램

## 핀 기능 설명

### QFN-28 InnoMux 컨트롤러

#### CHANNEL 1(ICC1) 핀(핀 1)

LED 전류 레귤레이션 채널 1.

#### CHANNEL 2(ICC2) 핀(핀 2)

LED 전류 레귤레이션 채널 2.

#### GROUND(GND) 핀(핀 3)

핀 3은 노출된 패드와 2차측 그라운드에 연결해야 합니다.

#### CHANNEL 3(ICC3) 핀(핀 4)

LED 전류 레귤레이션 채널 3.

#### CHANNEL 4(ICC4) 핀(핀 5)

LED 전류 레귤레이션 채널 4.

#### GROUND(GND) 핀(핀 6)

핀 6은 노출된 패드와 2차측 그라운드에 연결해야 합니다.

#### SET LED CURRENT(IS) 핀(핀 7)

LED 스트링 전류의 전류 설정.

#### CONTROL(CTRL) 핀(핀 8)

커패시터 제어를 위한 출력.

#### ANALOG DIMMING(ADIM/LPF) 핀(핀 9)

아날로그 디밍/로우 패스 필터 연결.

#### PWM DIMMING(PWM/APWM) 핀(핀 10)

PWM 입력.

#### SYNCHRONOUS RECTIFIER(SR) 핀(핀 11)

InnoSwitch3-MX의 SR 신호.

#### FORWARD COMPARATOR(FWC) 핀(핀 12)

InnoSwitch3-MX의 FW 비교기 신호.

#### ACKNOWLEDGE(ACK) 핀(핀 13)

InnoSwitch3-MX의 ACK 신호.

#### REQUEST(REQ) 핀(핀 14)

InnoSwitch3-MX에 대한 REQ 출력.

#### POWER LIMIT 2(PLIM2) 핀(핀 15)

VLED/VCV2의 전력 제한 설정.

#### POWER LIMIT 1(PLIM1) 핀(핀 16)

VCV1/VCV2의 전력 제한 설정.

#### GATE DRIVE 2(GDR2) 핀(핀 17)

CV2용 선택 MOSFET 게이트 드라이버.

#### CAPACITOR(CDR2) 핀(핀 18)

GDR2용 커패시터.

#### BYPASS(BP) 핀(핀 19)

BP/VDD 레귤레이터 출력. InnoSwitch3-MX에도 공급합니다.

#### CAPACITOR(CDR1) 핀(핀 20)

GDR1용 커패시터.

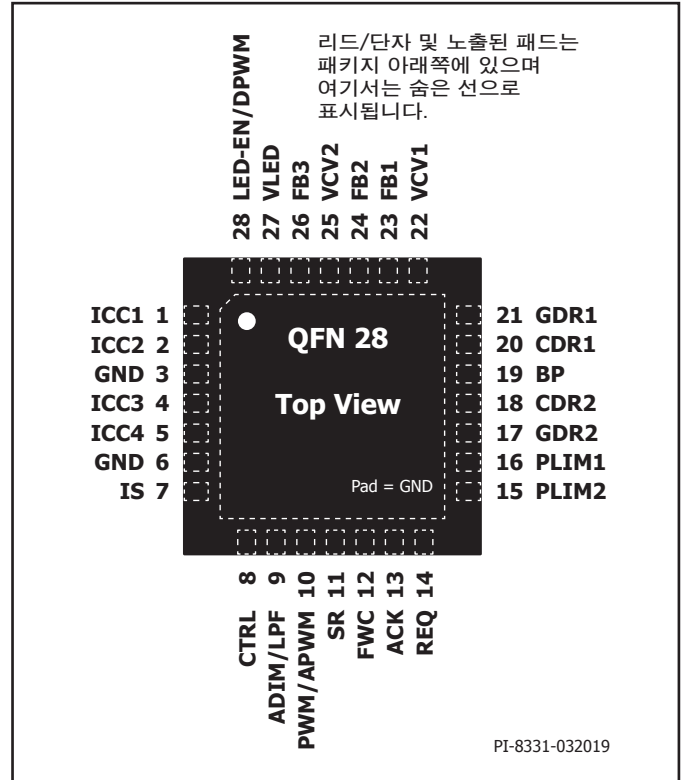


그림 5. InnoMux QFN-28 컨트롤러 핀 구성

#### GATE DRIVE 1(GDR1) 핀(핀 21)

CV1용 선택 MOSFET 게이트 드라이버.

#### OUTPUT VOLTAGE(VCV1) 핀(핀 22)

CV1 선택 MOSFET 드라이브용 출력 전압 연결.

#### FEEDBACK 1(FB1) 핀(핀 23)

VCV1 출력 전압용 피드백 입력.

#### FEEDBACK 2(FB2) 핀(핀 24)

VCV2 출력 전압용 피드백 입력.

#### OUTPUT VOLTAGE(VCV2) 핀(핀 25)

BP 레귤레이터 및 CV2 선택 MOSFET 드라이브의 출력 전압 연결.

#### FEEDBACK 3(FB3) 핀(핀 26)

VLED 출력 전압에 대한 피드백 입력.

#### OUTPUT VOLTAGE(VLED) 핀(핀 27)

BP 레귤레이터의 출력 전압 연결.

#### LED-EN/DPWM 핀(핀 28)

LED 활성화/디지털 PWM 입력.



## InnoMux 기능 설명

InnoSwitch3-MX와 함께 사용할 경우 InnoMux는 이중 정전압 출력 레귤레이션을 4개의 스트링 정전류 LED 백라이트 컨트롤러와 결합합니다.

InnoMux 컨트롤러는 3개의 출력을 독립적으로 레귤레이션하기 위한 다중 출력 컨트롤러, InnoMux 및 페어링된 InnoSwitch3-MX 2차측 컨트롤러를 모두 공급하기 위한 BP 레귤레이터, 트랜스포머에서 적절한 출력으로 에너지를 전달하기 위한 하이 사이드 MOSFET 드라이버, 비정상적인 부하 조건에서 개별 출력이 상승하는 것을 방지하기 위한 섀트, 최대 4개의 LED 백라이트 스트링을 구동하는 전류 소스 및 애플리케이션 구성 저항의 값을 결정하는 판독기로 구성되어 있습니다.

## 블록 다이어그램

### BP 레귤레이터

레귤레이터는 BP 핀을  $V_{BP(REG)}$  로 레귤레이션합니다. BP 레귤레이터는  $V_{CV2}$  를 1차측 소스로 사용하고, 스타트업 시  $V_{CV2}$  가 너무 낮으면( $V_{CV2(MIN)}$  미만)  $V_{LED}$  를 사용합니다.

단일 CV 애플리케이션에서 컨트롤러에 전원을 공급하기 위해 레귤레이션되지 않은 서플라이를  $V_{CV2}$  에 연결할 수 있습니다. 컨트롤러가 올바르게 작동하려면 애플리케이션 설계자는 스타트업 후 모든 작동 조건에서  $V_{CV2}$  가  $V_{CV2(MIN)}$  이상으로 유지되는지 확인해야 합니다.

BP 핀에는 세라믹 커패시터가 권장됩니다. 커패시터에 대한 안정성 요구 사항은 없으며, BP 레귤레이터는 어떤 조건에서도 안정적입니다.

### 다중 출력 제어

다중 출력 제어는 3개의 출력에 대한 FB 핀 전압을 기반으로 1차측에 펄스를 요청하여 2개의 CV 출력과 LED 출력 각각을 독립적으로 레귤레이션합니다. 그러면 트랜스포머 에너지는 CV1 또는 CV2 출력과 직렬로 연결되어 있는 적절한 선택 MOSFET을 켜서 사이클 단위로 에너지가 필요한 출력으로 전달됩니다. 트랜스포머는 VOR이 VCV1에서 VCV2로, 그리고 VLED로 증가하도록 설계되어야 하며, 이러한 설계는 VCV1 또는 VCV2에 대한 선택 MOSFET이 켜질 때 VLED 다이오드를 통과하는 전류가 무시할 수 있을 정도로 작도록 보장하고, 두 MOSFET을 모두 비활성화한 경우에만 에너지가 LED 출력으로 전달됩니다.

VOR의 제한으로 인해 제안되는 최대 LED 출력 전압 범위는 약 2:1입니다. 범위가 더 커지면 CV 출력의 VOR이 매우 낮아지므로 완전히 최적화된 설계를 얻을 수 없습니다. 이에 대해서는 애플리케이션 섹션에서 자세히 설명합니다.

컨트롤러는 가변 주파수 컨트롤 체계를 사용합니다. CV 출력은 고부하에서 연속 전도 모드(CCM)로 실행될 수 있습니다.  $V_{LED}$  출력은 항상 불연속 전도 모드(DCM)를 실행하여  $V_{LED}$  출력의 고전압 실리콘 다이오드에서 높은 역 회복 손실을 방지합니다.

### 하이 사이드 MOSFET 드라이브

하이 사이드 선택 MOSFET은 용량성 드라이브 방식을 사용하여 GDR1의 경우  $V_{CV1}$  을 초과하는 5V 드라이브 전압으로, GDR2의 경우  $V_{CV2}$  를 초과하는 5V 드라이브 전압으로 구동됩니다.

용량성 드라이브 방식은 커패시터  $C_{DR}$  을 사용하여 손쉬운 레벨 변환의 이점을 얻습니다. 스위치 중 하나가 오랫동안 켜져 있을 때  $C_{DR}$  에 대한 전하를 보충하기 위해 정기적인 새로 고침 사이클이 필요하며, 그렇지 않을 경우  $C_{DR}$  의 전하가 느리게 유출됩니다. 출력이 풀업 중일 때  $C_{DR}$  이 출력 전압을 따를 수 있도록 스타트업 중에도 새로 고침이 필요합니다. 컨트롤러는 필요에 따라 선택 MOSFET을 껐다가 다시 켜서 새로 고침 사이클을 수행합니다.

기본 새로 고침 시간은  $T_{RESFRESH}$  이며, 스타트업 시에는  $2 \times T_{RESFRESH}$  로 두배가 됩니다. 새로 고침 시간이 길수록 좋지만 MOSFET은 1차측 온타임이 끝나기 전에 다시 켜야 합니다. CV 출력이 레귤레이션 중이면 새로 고침 시간이  $T_{RESFRESH}$  로 줄어듭니다. 출력이 더 이상 변경되지 않기 때문에 새로 고침은  $C_{DR}$  을 보충하는 데만 필요하며 새로 고침 시간을 줄임으로써 새로 고침 전 1차측 온타임이 종료될 위험이 줄어듭니다.

$C_{DR}$  에 가장 적절한 커패시터 값은 선택 MOSFET의 게이트 전하에 따라 달라집니다. 선택 MOSFET 온 레벨 게이트 전압은  $V_{BP} \times (C_{DR}/C_G + C_{DR})$  에 따라 결정되므로 5V 게이트 전압에서 게이트 전하는  $C_{DR}$  커패시터의 전하보다 훨씬 작아야 합니다.  $C_{DR}$  커패시터의 일반적인 값은 100nF입니다.  $C_{DR}$  커패시터 값이 높을 경우, 새로 고침 시간이 충분하지 않을 수 있으며 커패시터는 스타트업 중에 출력을 따르지 못할 수 있습니다. 그러므로 MOSFET을 구동하기 위한 에너지 소비를 최소화할 뿐만 아니라 필요한  $C_{DR}$  커패시터 값을 최소화하기 위해 선택 MOSFET에 대해 낮은 게이트 전하 디바이스를 선택하는 것이 중요합니다.

### 섀트

LV 섀트는  $V_{CV1}$  출력의 전압 상승을 제한하도록 설계되었습니다.  $V_{CV1}$  출력의 전압 상승은 일반적으로 5V 출력의 VOR이 낮아서 발생합니다. 펄스를 다른 출력 중 하나에 전달한 후 5V 선택 MOSFET을 켜면 소량의 에너지가 더 높은 유틸리티 전압에서 CV1 출력으로 전달됩니다.

FB1 전압이  $V_{LVSHUNT}$  를 초과하면 LV 섀트가 켜집니다.

실제 애플리케이션에서는 CV1 출력이 상승하지 않을 수 있습니다. CV1 출력 상승은 일반적으로 다른 출력이 높은 출력 부하에서 실행되는 동안 CV1 출력의 부하가 완전히 제거된 경우에만 발생합니다.

HV 섀트는 LED 출력에 부하가 걸리지 않았을 때  $V_{LED}$  출력의 피크 충전 시  $V_{LED}$  레일의 전압을 최대 허용 전압으로 제한하는 데 사용됩니다. 이 피크 충전은 주로 트랜스포머의 누설로 인해 발생합니다. 즉,  $V_{LED}$  출력은 일반적으로 누설이 가장 적으므로  $V_{CV1}$  또는  $V_{CV2}$  로 향하는 스위칭 사이클에서 적은 양의 에너지를 수신합니다.

FB3 전압이  $V_{HV(SHUNT)}$  를 초과하면 HV 섀트가 켜집니다.

$V_{LED}$  의 과전압에 대한 애플리케이션 문제가 있는 경우,  $V_{FB3(REG)}$  과  $V_{FB3(OVP)}$  사이의 범위가 충분히 크므로 작은 직렬 저항과 함께 제너 다이오드 클램프를 추가로 구현하여 초과 전력을 소모할 수 있습니다.

$V_{CV2}$  출력은 피크 충전 또는 의도하지 않은 에너지 전달에 민감하지 않으므로 섀트가 필요하지 않습니다.

## LED 전류 제어

### 작동

전류 소스는 ICC 핀으로 흐르는 전류를 제어합니다.

각 전류 소스의 최대 전류는  $I_{IC(MAX)}$ 입니다. 각 전류 소스에 대해 원하는 (풀 스케일) 전류는 단일 외부 전류 센싱 저항  $R_{LED}$  (IS 핀에 연결됨)로 설정할 수 있습니다.

전류 소스의 설계는 각 스트링의 전류가 균일하게 균형을 유지하도록 보장합니다.

하나 또는 두 개의 스트링만 사용하는 경우 전류 소스를 병렬로 함께 연결할 수 있습니다. 이렇게 하면 최대 허용 스트링 전류가 증가합니다.

전류 소스는 PWM 디밍, 아날로그 디밍 및 하이브리드 디밍을 수용합니다. 하이브리드 디밍은 아날로그 및 PWM 디밍의 조합이고, 디밍은 LED 디밍 섹션에 자세히 설명되어 있습니다.

### $V_{LED}$ 출력을 위한 출력 전압 레귤레이션

InnoMux는 최적의 시스템 효율을 유지하기 위해 전류 소스의 전압 강하를 가능한 낮게 유지합니다. 그러므로 LED 스트링( $V_{LED}$ )을 구동하기 위한 출력 전압은 4개의 전류 소스에 대한 최소 요구 전압 강하에 기초하여 레귤레이션됩니다.  $V_{LED}$  출력 전압 설정 포인트를 변경하면 모든 LED 전류에 대해 전류 소스에 대한 저전압 강하가 유지됩니다.

LED가 켜지면  $C_{CTRL}$  커패시터에 대한 전압이  $V_{LED}$  출력 전압의 설정 포인트로 사용됩니다. 전류 소스 중 어느 하나에 대한 전압 강하가 목표 값보다 작으면 커패시터의 전압이 증가합니다. 반대로, 모든 전류 소스의 전압이 너무 높으면 커패시터의 전압이 감소합니다.

레귤레이션 루프는 안정성 기준에 따라 달라지며 커패시터는 그에 따라 선택해야 합니다. 즉, 최적의 커패시터 값은 다음에 따라 달라집니다.

1. LED 레일 출력 커패시턴스( $C_{VLED}$ )와  $V_{LED}$  레일 전압을 증가시키기 위한 가용 전류의 비
2. FB3 전압 분배기 비율( $FB3RATIO=VLED/VFB3$ )

$C_{CTRL}$  커패시터의 최소 커패시턴스 값은 다음 공식에 따라 산출되며, 아래 두 조건이 모두 충족되어야 합니다.

$$C_{CTRL} \geq \frac{0.3 \times Gm_{CTRL(UP)}}{0.2 \times I_{LED}} \times FB3RATIO \times C_{VLED}$$

$$C_{CTRL} \geq 4 \times Gc_{CTRL(DOWN)} \times FB3RATIO$$

첫 번째 공식은  $V_{LED}$  전압 레일의 최대  $dV/dt$ 가  $C_{CTRL}$  커패시터의  $dV/dt$ 보다 크도록 보장합니다. 두 번째 공식은  $C_{CTRL}$  커패시터의 전압 감소가  $V_{LED}$  레일에서 측정된 전압 오차보다 작도록 합니다.

일반적인 설계의 경우 220nF에서 시작하는 것이 좋습니다.

### 저전류 클램프

각  $I_{CC}$  출력의 저전류 클램프는 LED가 꺼질 때 ICC 핀의 과전압 상태를 방지하도록 설계되었습니다. 이 클램프의 최대 전류는  $I_{CCHV(CLAMP)}$ 입니다. 이 클램프는 정격 LED 스트링 전압( $V_f$ )이 약 100V인 경우에도 LED 오프 상태에서 ICC 핀의 전압을  $V_{HV(CLAMP)}$  미만으로 제한합니다.

## InnoSwitch3-MX 인터페이스

InnoMux와 InnoSwitch3-MX 사이의 인터페이스는 4선 인터페이스입니다.

REQ 신호는 InnoMux 컨트롤러의 새로운 펄스 요청을 나타냅니다. 이 신호가 수신되면 InnoSwitch3-MX는 통합 FluxLink를 통해 이 요청을 1차측 컨트롤러에 전달합니다. (InnoSwitch3-MX는 DCM에서 QR 모드 스위칭을 달성하기 위해 1차측에 대한 요청을 지연시킵니다.)

REQ 신호는 스타트업 중 특정 이벤트에 대한 타이밍과 오류 조건을 InnoSwitch3-MX에 전달하는 데에도 사용됩니다. 이러한 이유로 REQ는 멀티 레벨 신호이며, 해당 레벨은 아래 표에 나와 있습니다.

REQ 핀 전압 레벨	조건
$REQ < 0.25 \times V_{REF}$	파워 업 시 초기 레벨. InnoMux에서 요청한 펄스가 없습니다. InnoSwitch3-MX 2차측이 대기 모드/1차측 제어 모드입니다. InnoSwitch3-MX 2차측은 핸드셰이크를 시작하고 첫 번째 펄스가 요청될 때 제어권을 얻습니다.
$0.25 \times V_{REF} < REQ < 0.5 \times V_{REF}$	InnoMux는 유틸리티 주파수 측정을 위해 측정 윈도우를 InnoSwitch3-MX에 표시합니다. 이는 스타트업 시 일회성 이벤트입니다.
$0.5 \times V_{REF} < REQ < V_{REF}$	InnoMux에서 요청한 펄스가 없습니다.
$V_{REF} < REQ < 2V_{REF}$	InnoMux에서 요청된 펄스. InnoMux는 InnoSwitch3-MX에 의해 펄스 요청이 확인되었고(ACK 핀에서의 펄스) SR 핀에서 상승 엣지가 관찰될 때까지 REQ 레벨을 유지합니다.
$REQ > 2V_{REF}$	InnoMux에 의한 출력 과전압 표시. InnoSwitch3-MX 2차측은 1차측에 신호를 보내 래치 오프합니다.

ACK 신호는 InnoSwitch3-MX 2차측에서 (FluxLink를 통해) 1차측 컨트롤러에 펄스를 요청했음을 나타냅니다. (InnoSwitch3-MX에서 구동하는) SR 신호의 상승 엣지는 트랜스포머가 2차측으로 에너지를 전달하기 시작하는 시기를 평가하기 위해 InnoMux에서 사용합니다.

REQ 핀을 연결하는 PCB 패턴은 레이아웃 중에 특별한 주의를 기울여야 합니다. 이 패턴은 하이 임피던스의 멀티 레벨 아날로그 신호이며 노이즈 픽업 및 레이아웃 임피던스에 민감합니다.

### 판독기

(핀-) 판독기는 PLIM 및 ADIM 입력에 연결된 저항/커패시터의 존재 여부 및 값을 결정합니다. 이 판독기는 스타트업 직후에만 활성화되며 다음 작동 시작 전까지 업데이트되지 않습니다.

### 스타트업

스타트업 중에 InnoSwitch3-MX는 고정 주파수 및 최대 ILIM의 50%에서 실행됩니다. InnoMux 컨트롤러는 먼저,  $V_{LED}$ 를  $V_{STAYALIVE}$  레벨, BP 레귤레이터에 전력을 공급하기에 충분한 레벨 또는 목표값의 20% 중에서 가장 높은 값으로 끌어 올립니다.  $V_{LED}$ 가 지정된 레벨에 도달하는 즉시 컨트롤러는  $V_{CV2}$ 를 목표값의 20%까지 끌어 올리고, 마지막으로  $V_{CV1}$ 을 목표값의 10%로 끌어 올립니다. 3개의 출력이 모두 올바른 레벨에 있으면 InnoMux 컨트롤러가 제어권을 가지고  $V_{CV1}$  및  $V_{CV2}$ 를 동시에 끌어 올립니다. 제어 커패시터의 전압은 천천히 증가하며 풀업 시  $V_{CV1}$  및  $V_{CV2}$  출력에 대한 기준으로 사용됩니다.  $C_{CTRL}$  커패시터의 크기는 풀업 중 출력 상승률에 영향을 줍니다.

LED는  $V_{CV1}$  및  $V_{CV2}$ 가 레귤레이션 전압에 도달한 후에만 활성화됩니다. 이 시점에서 CV 출력 레귤레이터는 고정된 내부 기준으로 전환되고 VLED 출력은  $C_{CTRL}$ 의 전압을 설정 포인트로 사용하기 시작합니다.

그림 7은 스타트업 프로세스의 도식 표현을 보여줍니다.

### LED 스트링 구성 감지

CV 출력을 풀업하는 동안 컨트롤러는  $V_{LED}$ 를 증가시키고 LED 스트링을 통해 소량의 전류를 흐르게 하여 4개의 ICC 핀 중 어떤 핀에 LED 스트링이 부착되어 있으며, 지원되는 구성에서 ICC 핀 중 어느 하나가 병렬로 연결되었는지 여부를 감지하려고 시도합니다. 사용하지 않는 핀은 GND에 연결해야 하며 컨트롤러가 비활성화합니다.

스타트업 시 컨트롤러는 연결된 LED 스트링 중 단락된 스트링이 없는지 확인합니다(ICC 핀은  $V_{LED}$  서플라이 레일에 직접 연결됨). 스트링 중 하나가 단락된 경우 응답은 최대 LED 전압에 따라 달라집니다. 저전압 LED 구성(최대 LED 스트링 전압이 약 55V까지)의 경우 영향을 받는 스트링이 꺼지고 컨트롤러가 정상적으로 스타트업됩니다. 고전압 LED 구성의 경우 단락 스트링이 허용되는 최대 ICC 핀 전압을 위반할 수 있으므로 컨트롤러가 오토-리스타트됩니다. 저전압/고전압 감지는 스타트업 시 결정되는 FB3 저항 비율을 기반으로 합니다.

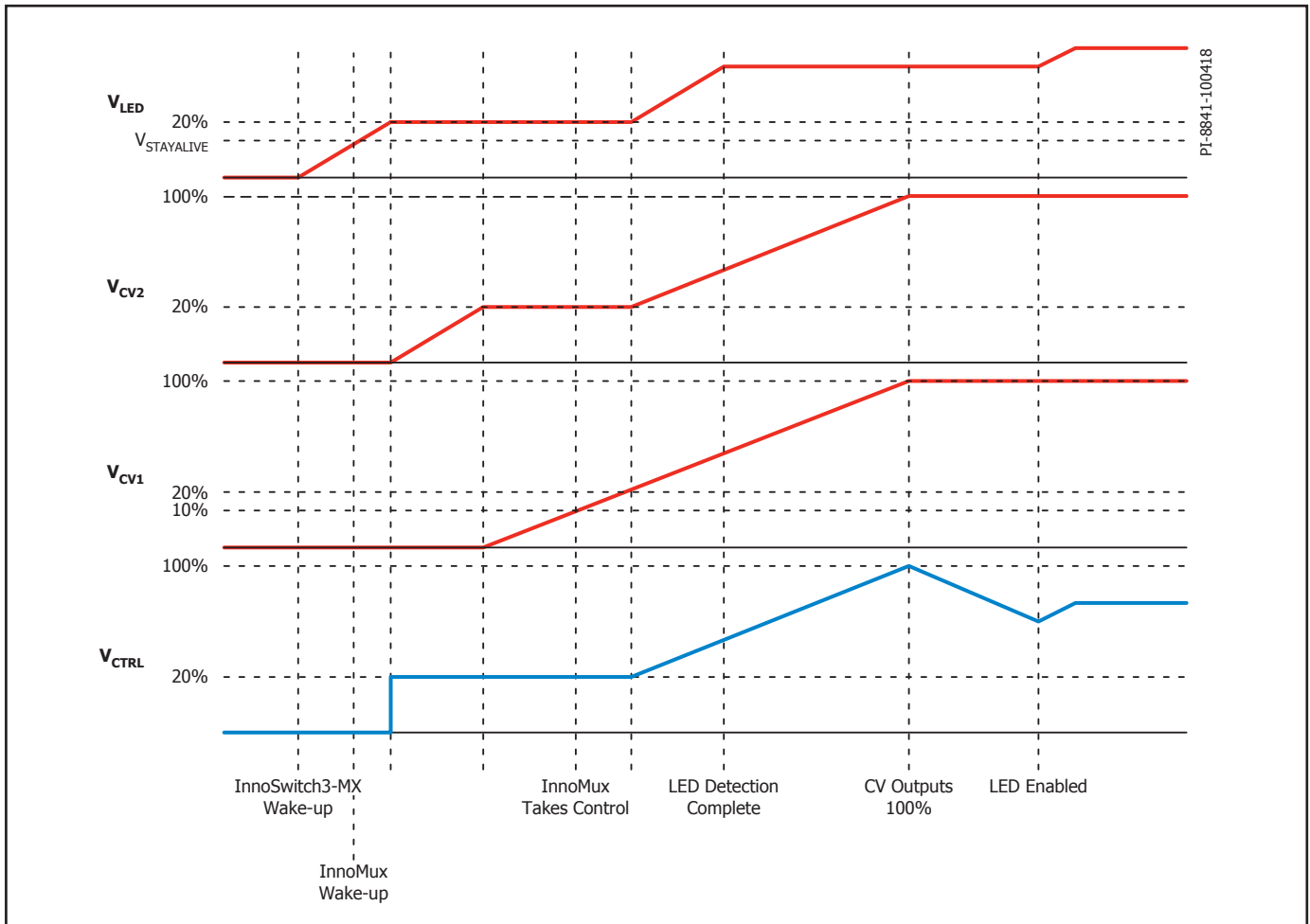


그림 7. 스타트업 다이어그램



### LED 디밍

LED 스트링을 통과하는 전류는 LED 밝기를 변경(디밍)하기 위해 변할 수 있습니다.

다음과 같은 3개의 LED 디밍 모드가 지원됩니다.

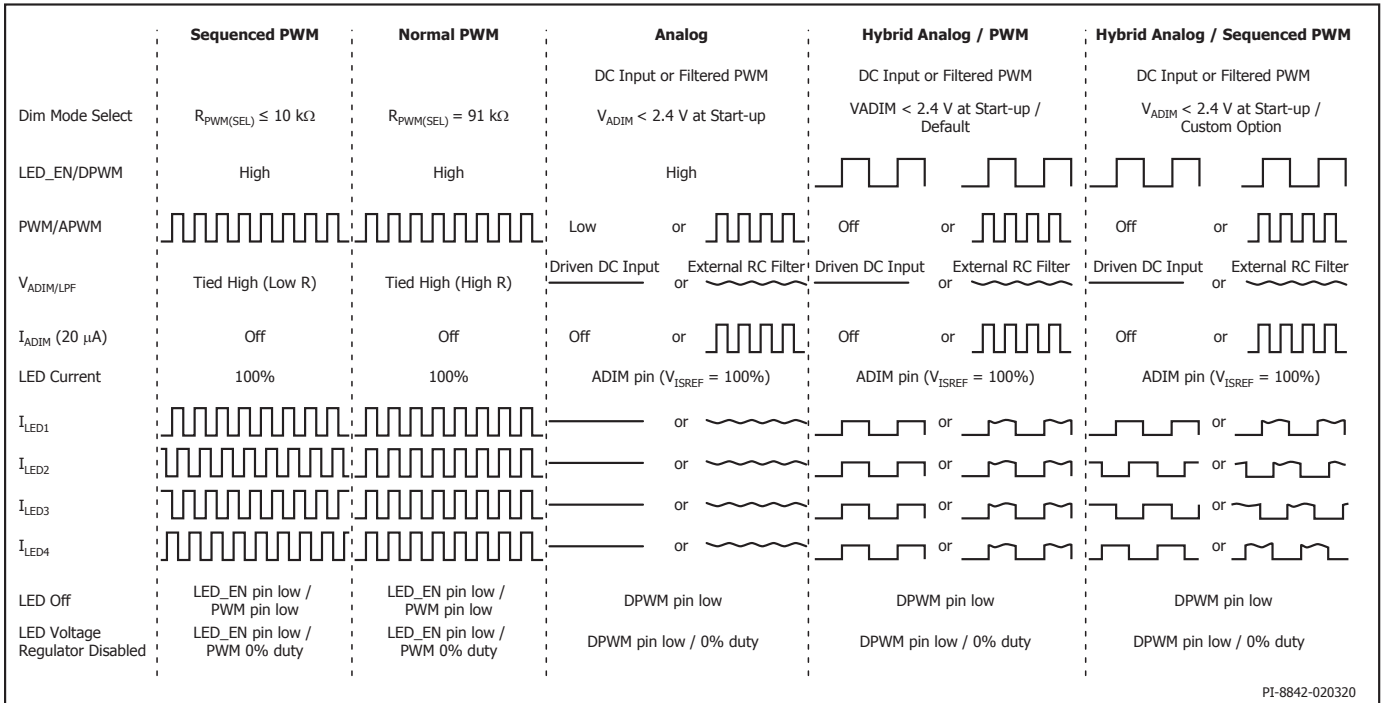
1. 고정 출력 전류의 PWM 전용 디밍
2. 아날로그 디밍, 외부 기준 전압( $V_{ADIM}$ )으로 설정된 출력 전류
3. 하이브리드 디밍: 아날로그 디밍 및 PWM 디밍의 조합

첫 번째 디밍 모드는 PWM 디밍만 지원합니다. 이 모드에서 LED 전류는 IS 핀의 저항에 의해 설정됩니다. 아날로그 디밍 모드(두 번째 모드)를 사용하면 ADIM 핀의 전압을 변경하여 LED 전류를 100%(IS 핀의  $R_{LED}$ 로 설정된 대로)에서 0(최소 전류:  $I_{CC(MIN)}$ )으로 줄일 수 있습니다. 세 번째 모드는 아날로그 및 PWM 디밍의 조합입니다.

LED 디밍 모드는 스타트업 시 선택되며 ADIM 핀의 레벨에 따라 결정됩니다. 풀업 연결/BP 핀 저항은 PWM 전용 디밍 모드를 선택합니다. (풀업 저항의 값은 일반 및 순차적 PWM 중에서 선택합니다.) 스타트업 시 낮은 신호 레벨( $V_{ADIM(SEL)}$  미만의 ADIM 전압)은 아날로그 또는 하이브리드 디밍 모드를 선택합니다.

스타트업 후 디밍 모드는 고정되며 POR(Power-On Reset) 없이는 변경할 수 없습니다.

아래 그림 8은 InnoMux 컨트롤러에서 사용 가능한 디밍 모드를 개략적으로 보여줍니다.



PI-8842-020320

그림 8. InnoMux 디밍 모드



**PWM 디밍만 해당**

ADIM/LPF 핀을 BP에 연결하면 (스트링당) LED 전류는 내부 기준 ( $V_{IS(REF)}$ )에 따라 RLED 저항이 설정됩니다.

$$R_{LED} = V_{IS(REF)} \times \left( \frac{I_{OUT}}{561.56} \right)^{-1.015}$$

위 공식은 원하는 출력 전류와 전류 설정 저항에 필요한 값 사이의 관계를 보여줍니다.

$I_{OUT}$ 은 ICC 핀 전류이며(4개 스트링 동작 시 총 전류는  $4 \times I_{OUT}$ ),  $V_{IS(REF)}$ 은 내부적으로 생성된 1.5V의 기준 전압입니다. 결과는 각 ICC 핀의 전류를 설정하는 RLED에 대한 저항 값을 나타냅니다. 공식이 비선형이기 때문에 원하는 ICC 핀 전류는 암페어(mA가 아닌 A)로 제공되어야 하며 결과의 단위는 Ohms( $\Omega$ )입니다.

그림 9는  $R_{LED}$ 와 LED 스트링 전류를 비교한 그래프입니다. 이 그래프는 필요한  $R_{LED}$ 를 추정하는 데 사용할 수 있습니다.

PWM 디밍은 원하는 듀티 사이클을 갖는 PWM 신호를 PWM 핀에 적용하여 지원됩니다. 허용되는 PWM 주파수 범위는  $PWM_{F(RANGE)}$ 입니다. LED-EN 핀을 낮은 레벨로 풀 다운하면 LED와 LED 레귤레이터가 꺼지는데, 이는 '화면 꺼짐' 모드에서 LED를 비활성화하기 위해 설계된 것입니다. LED 레귤레이터를 끄면 칩 전류 사용량이 줄어듭니다.

참고:

- PWM 핀을 낮은 레벨로 풀 다운하면 LED가 꺼집니다. PWM 핀을 최소 PWM 기간보다 길게 낮은 레벨로 유지해도 LED-EN 신호와 무관하게 LED 레귤레이터가 꺼집니다.
- LED-EN을 낮은 레벨로 풀 다운하면 PWM 신호 상태가 무시됩니다.

PWM 디밍은 일반 PWM 디밍 및 순차적(위상 시프트됨) PWM 디밍을 사용하여 지원됩니다. 일반 PWM 및 순차적 PWM에 대해서는 PWM 디밍 섹션에서 자세히 설명합니다. 이 두 PWM 디밍 모드는 하이브리드 디밍 모드에서도 지원됩니다(아래 참조).

그림 11(12페이지)은 이 모드에서 PWM 및 LED-EN 신호의 일반적인 연결을 보여줍니다.  $R_{PWM(SEL)}$  풀업 저항은 일반 및 순차적 PWM 모드 중에서 선택합니다.

**아날로그 및 하이브리드 디밍 모드**

**아날로그 디밍**

아날로그 디밍 모드에서는 ADIM/LPF 핀의 전압이 LED 전류를 결정합니다. LED 전류는  $V_{ADIM}$  범위에서 선형으로 변합니다. (스트링당) 100% LED 전류 레벨은  $R_{LED}$  저항에 따라 설정됩니다.

$$R_{LED} = V_{ADIM} \times \left( \frac{I_{OUT}}{561.54} \right)^{-1.015}$$

위 공식은 원하는 출력 전류와 전류 설정 저항에 필요한 값 사이의 관계를 보여줍니다.

$I_{OUT}$ 은 ICC 핀 전류이며(4개 스트링 동작 시 총 전류는  $4 \times I_{OUT}$ )  $V_{ADIM}$ 은 ADIM 핀의 전압입니다(1.5V는 풀 스케일). 결과는 각 ICC 핀의 전류를 설정하는  $R_{LED}$ 에 대한 저항 값을 나타냅니다. 공식이 비선형이기 때문에 원하는 ICC 핀 전류는 암페어(mA가 아닌 A)로 제공되어야 하며 결과의 단위는 Ohms( $\Omega$ )입니다.

그림 9는  $R_{LED}$ 와 LED 스트링 전류를  $V_{ADIM} = 1.5V$ 에서 비교한 그래프입니다. 이 그래프는 필요한  $R_{LED}$ 를 추정하는 데 사용할 수 있습니다.

ADIM 핀은 일반적으로 디스플레이 밝기를 설정하기 위해 외부 소스(예: 디스플레이 컨트롤러)에서 구동됩니다.

PWM 신호(A-PWM)를 사용하여 LED 전류에 대한 아날로그 디밍 기준 ( $V_{ADIM}$ )을 생성할 수 있습니다. APWM 핀의 듀티 사이클은  $I_{PWM(LPF)}$ 를 제공하는 칩 전류 소스가 공급하는 간단한 외부 RC 로우 패스 필터에 의해 ADIM/LPF 핀의 아날로그 디밍 기준 전압으로 정확하게 변환됩니다.

로우 패스 필터는 최대 100%로 레귤레이션하는 데 75k $\Omega$  저항이 필요합니다. 커패시터는 일반적으로 10nF로 선택되지만 다른 RC 시간 상수가 필요한 경우 변경될 수 있습니다.

DC 전압이 ADIM/LPF 핀에 공급될 때 APWM 핀은 low로 연결해야 합니다.

아날로그 디밍 중에는 DPWM 핀이 높아야 합니다. DPWM 핀을 낮은 레벨로 풀 다운하면 LED와 LED 레귤레이터가 꺼집니다. 이는 '화면 꺼짐' 모드에서 LED를 비활성화하기 위해 설계된 것입니다. LED를 비활성화하기 위해 ADIM 전압을 0V로 낮추어 LED를 끄는 것은 허용되지 않습니다.

그림 11(12페이지)은 DPWM, APWM 및 아날로그 디밍 기준( $V_{ADIM}$ ) 신호에 대한 이 모드의 일반적인 연결을 보여줍니다.

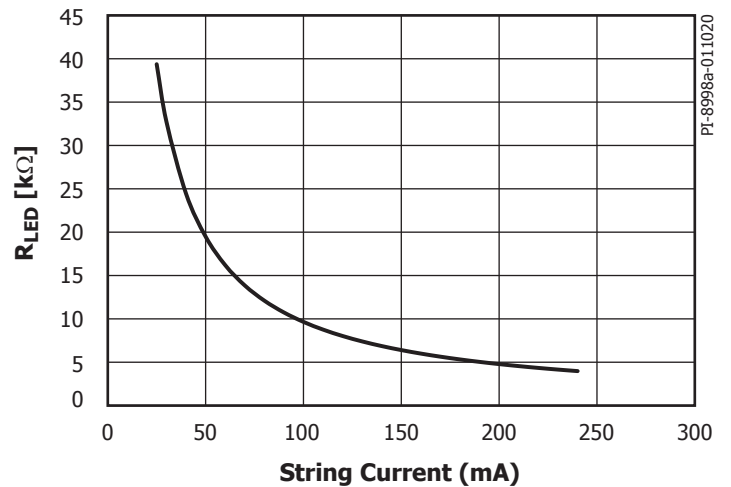


그림 9. PWM 디밍의 경우  $R_{LED}$ 과 LED 스트링 전류 비교, 아날로그 디밍의 경우  $V_{ADIM} = 1.5V$  조건에서의 비교

LED 구성	필요한 위상 시프트	설명
1 - 2 - 3 - 4	0°, 90°, 180°, 270°	4개 스트링. 모든 출력이 90° 위상 시프트되었습니다.
1 - 2 - 3	0°, 120°, 240°	3개 스트링. 출력 1, 2 및 3이 모두 120° 위상 시프트되었습니다. 출력 4는 사용되지 않습니다.
1 - 3	0°, 180°	2개 스트링만. 출력 3이 출력 1 대비 180° 위상 시프트되었습니다.
1 2 - 3 4	0°, 180°	위와 동일하나, 현재 출력 1+2와 3+4가 서로 연결되었습니다. 출력 3,4가 출력 1,2 대비 180° 위상 시프트되었습니다.

표 2. 순차적 PWM 디밍 옵션

### 하이브리드 디밍

PWM 디밍은 원하는 듀티 사이클을 갖는 PWM 신호(D-PWM)를 DPWM 핀에 적용하여 아날로그 디밍 중에 지원됩니다. 허용되는 PWM 주파수 범위는  $PWM_{F(RANGE)}$ 입니다. DPWM 핀을 낮은 레벨로 풀 다운하면 LED가 꺼집니다. 일반 PWM은 기본적으로 활성화됩니다. 순차적 PWM은 사용자 지정 옵션으로 제공됩니다. (이 모드에서는  $R_{PWM(SEL)}$  저항을 사용할 수 없습니다.)

최소 PWM 기간보다 길게 DPWM 핀을 낮은 레벨로 풀 다운하면 LED 레귤레이터가 꺼지므로 '화면 꺼짐' 모드에서 칩 전류 사용량이 줄어듭니다. LED를 비활성화하기 위해 ADIM 전압을 0V로 낮추어 LED를 끄는 것은 허용되지 않습니다.

그림 11(12페이지)은 DPWM, APWM 및 외부 LED 전류 기준( $V_{ADIM}$ ) 신호에 대한 이 모드의 일반적인 연결을 보여줍니다.

### PWM 디밍

PWM 디밍에서 LED 전류 소스는 PWM 입력의 디지털 상태에 따라 설정된 기준 전류 사이에서 빠르게 전환됩니다.

일반 및 순차적 PWM의 두 가지 PWM 디밍 모드를 사용할 수 있습니다. PWM 디밍에서 ADIM/LPF 풀업 저항 값은 일반 또는 순차적 PWM 디밍 중에서 선택합니다. 하이브리드 디밍에서 일반 및 순차적 PWM 사이의 선택은 사전 설정되어 있으며 애플리케이션 구성 요소로 변경할 수 없습니다.

#### 일반 PWM 디밍 모드

일반 PWM 디밍 모드 중에는 모든 스트링이 동일 위상에서 켜지고 꺼집니다.

#### 순차적 PWM 디밍 모드

순차적 PWM 모드에서 4개의 LED 스트링의 On 기간은 각각의 스트링에 동일한 위상 시프트를 적용함으로써 적시에 시퀀싱됩니다. 순차적 PWM 모드는 시각적 성능을 향상시키고 파워 서플라이의 과도 부하를 줄여 가청 노이즈를 줄이도록 설계되었습니다. LED 구성에 따라 채널 간 PWM 위상 시프트는 90°, 120° 또는 180° 여야 합니다. 순차적 PWM 디밍에 허용되는 LED 구성은 표 2에 나와 있습니다.

지원되지 않는 LED 스트링 구성으로 순차적 PWM을 선택하면 컨트롤러는 일반 PWM 디밍으로 되돌아갑니다.

2, 3 및 4개의 스트링에 대한 일반적으로 낮은 PWM 듀티 사이클 예제는 그림 10에 나와 있습니다. 그림 10은 2, 3 및 4채널의 순차적 PWM 디밍 동작에서 LED 전류의 상대적인 타이밍을 보여줍니다. 상단 파형은 들어오는 PWM 신호(PWM/D-PWM)를 나타냅니다.

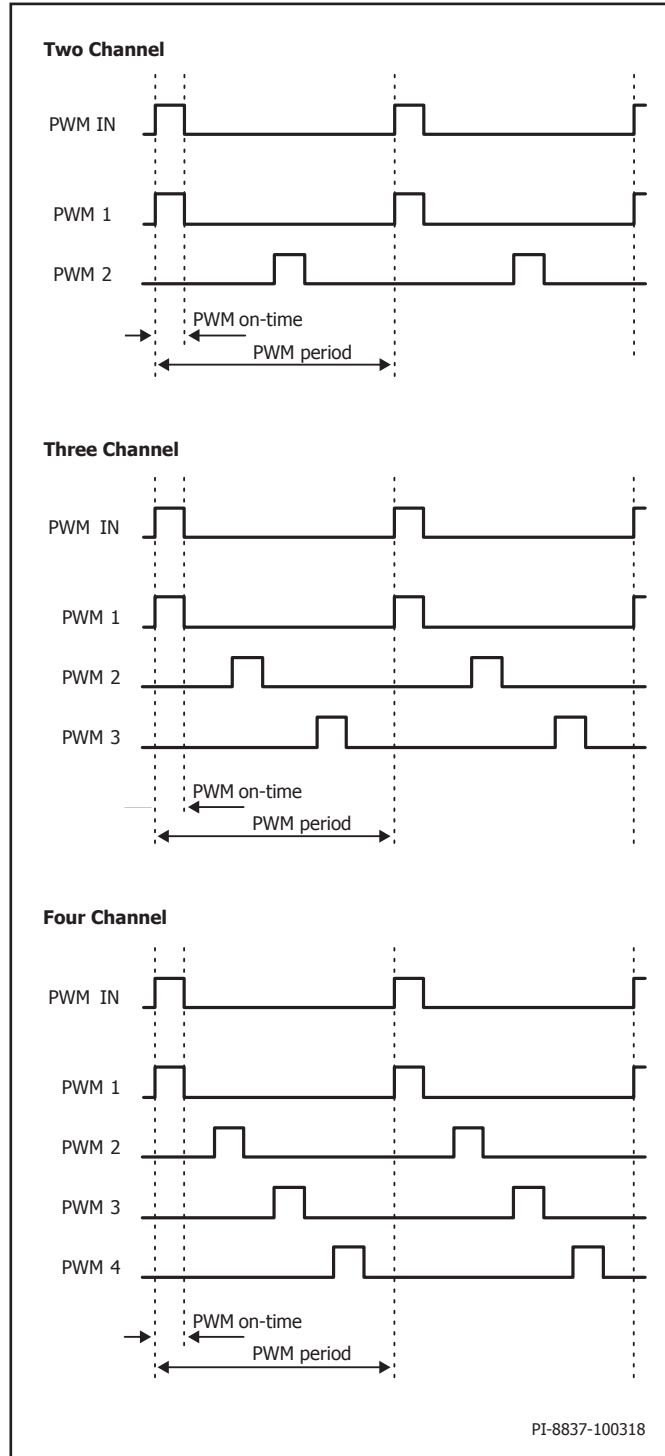


그림 10. 2, 3 및 4채널 순차적 PWM 디밍에 대한 PWM 타이밍 다이어그램

다양한 디밍 옵션에 대한 연결 다이어그램

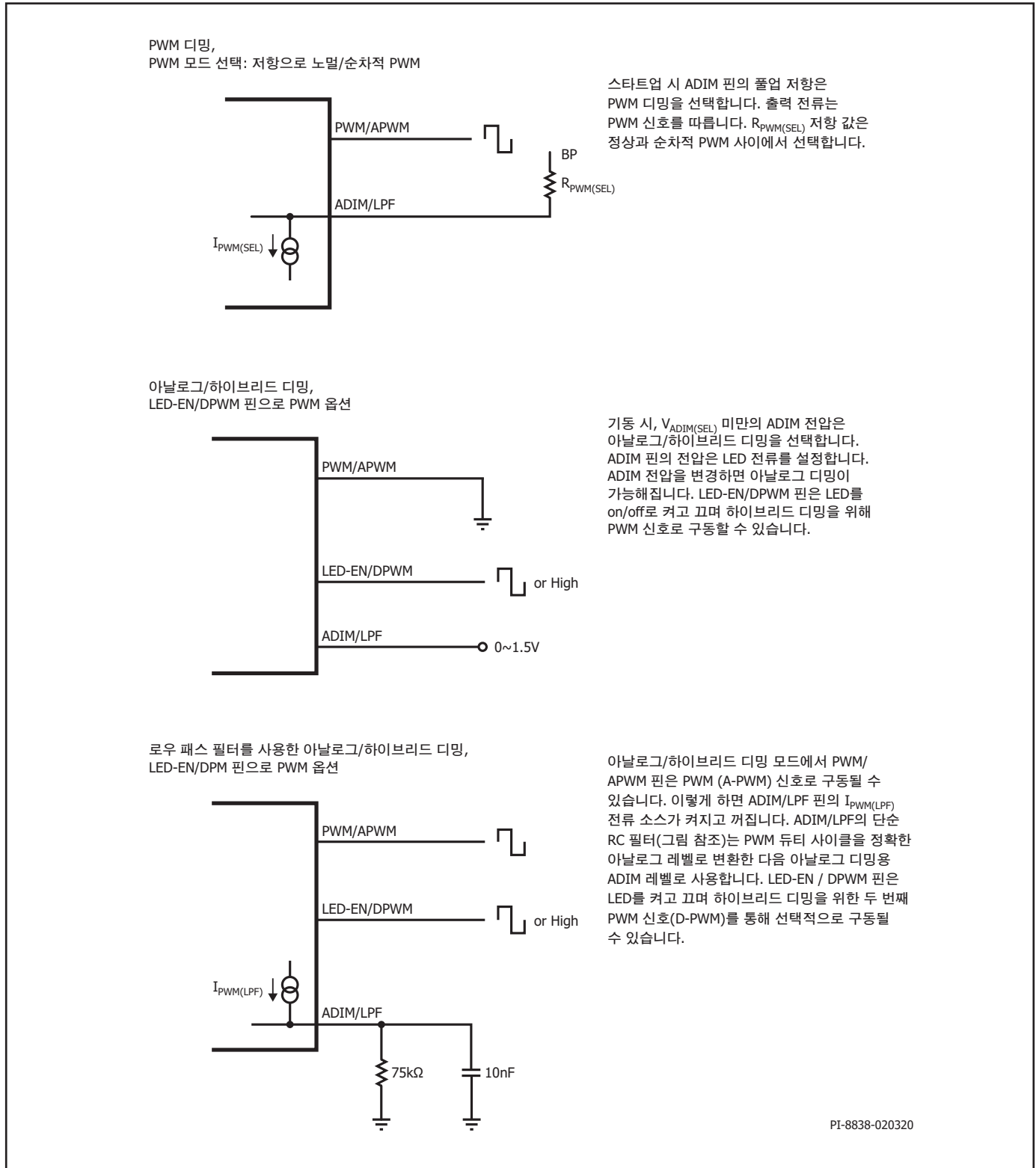


그림 11. 디밍 옵션에 대한 연결 다이어그램

## 보호 기능 및 고장 처리

### 과부하/최대 전력 보호 및 최대 전력 제한

#### 최대 전력 보호: 과부하/단락 보호

CV1, CV2 및 VLED 출력에는 최대 전력 보호 기능이 있습니다. 이러한 보호의 가장 간단한 부분은 출력이 설정 포인트보다 10% 이상(CV 출력) 낮을지 또는 1% 이상(V<sub>LED</sub> 출력) 낮을지를 감지하는 것입니다. 이 조건이 32회 이상의 스위칭 사이클 동안 지속되면 출력이 과부하된 것으로 간주됩니다. 출력이 단락이 있거나 파워 서플라이의 전체 전력 용량이 초과되어 출력을 레귤레이션 상태로 유지할 수 없습니다.

#### 최대 전력 제한

단락 고장 보호는 전체 전력 제한을 구성하지만 추가 보호 없이 단일 출력에서 전체 출력 전력을 끌어낼 수 있습니다. 따라서 전력 제한 기능에는 사용자가 선택할 수 있는 레벨이 있는 평균 주파수 제한도 포함됩니다.

3개 출력 각각에 대한 전력 제한 기준점(threshold)은 설계자가 두 개의 PLIM 핀에서 외부 구성 요소를 사용하여 설정합니다. 각 출력에 대해 4가지 설정 레벨을 사용할 수 있습니다.

전력 제한은 특정 출력에 대해 스위칭 펄스의 평균 주파수를 측정합니다. 이 주파수가 일정 시간 동안 사전 설정된 기준점(threshold)을 초과하면 고장이 표시되고 컨트롤러가 오토-리스타트 또는 래치 오프됩니다.

최대 전력 제한 기준점(threshold)을 계산하려면 특정 출력의 주파수를 최대 총 출력 전력의 일부로 계산해야 합니다.

$$f_{LIMIT} = \frac{P_{OUTPUT(MAX)}}{P_{MAX}} \times f_{MAX}$$

- P<sub>OUTPUT(MAX)</sub> 이 출력에 허용되는 최대 전력
- P<sub>MAX</sub> 최대 총 출력 전력
- f<sub>MAX</sub> 최대 출력 전력에서의 작동 주파수
- f<sub>LIMIT</sub> 이 출력에 대해 계산된 최대 주파수

최대 과부하 지속 시간은 부하가 파워 서플라이가 물리적으로 제공할 수 있는 것보다 더 많은 전력을 끌어오지 않는다고 가정할 때 부하가 최소 10ms 동안 정격 전력의 두 배 이상을 끌어낼 수 있도록 설정됩니다.

	CV1 PLIM1	V <sub>LED</sub> PLIM2
30kHz	5.1kΩ	5.1kΩ
41kHz	10kΩ	10kΩ
56kHz	22kΩ	22kΩ
78kHz	39kΩ	39kΩ

표 3. CV1 및 VLED 전력 제한 선택

CV2의 전력은 아래 표와 같이 PLIM1 및 PLIM2에 커패시터가 존재하는지 여부에 따라 선택됩니다. CV2 출력이 없으면 커패시터가 필요하지 않습니다.

	PLIM1	PLIM2
30 kHz	커패시터 없음	커패시터 없음
41kHz	커패시터	커패시터 없음
56kHz	커패시터 없음	커패시터
78kHz	커패시터	커패시터

표 4. CV2 전력 제한 선택

PLIM 저항 및 커패시터의 시간 상수는 T<sub>PLIM</sub>으로 선택해야 합니다. 이러한 시간 상수는 주어진 저항에 대한 커패시터 값을 정의합니다.

PLIM 구성 요소 설정에 대한 자세한 내용은 애플리케이션 섹션에서 확인할 수 있습니다.

#### 출력 OV

출력 과전압(V<sub>OV</sub>) 기준점(threshold)에 도달하는 모든 출력은 컨트롤러가 리스타트되거나 래치 오프됩니다. 출력 OV 조건은 3개의 출력에 대한 각 FB 핀에서 감지됩니다.

#### LED 고장 감지

작동 중에 컨트롤러는 ICC 핀의 전압을 지속적으로 모니터링합니다. LED 스트링(>V<sub>ICC(OV)</sub>) 사이에 큰 불균형이 감지되는 경우 컨트롤러에서 과도한 전력 손실을 방지하기 위해 더 짧은 스트링이 비활성화됩니다. 오픈 회로 또는 단락 회로로 이동하는 모든 스트링도 비활성화됩니다.

전력 제한 보호 기능은 LED 리턴의 그라운드와의 단락을 감지하여 컨트롤러를 강제로 리스타트합니다. 리스타트 후 영향을 받는 스트링이 비활성화됩니다.

#### 과열

열 보호 회로는 컨트롤러 온도를 지속적으로 측정합니다. 기준점(threshold)은 T<sub>PROT</sub>에서 설정됩니다. 온도가 T<sub>PROT</sub> 이상으로 올라가면 InnoMux는 히스테리시스(Hysteresis) 과열 보호 기능으로 LED 및 CV 출력을 비활성화합니다. 즉, 온도가 T<sub>PROT</sub> - T<sub>HYST</sub> 아래로 떨어질 때까지 LED 및 CV 출력은 비활성화된 상태로 유지되고 V<sub>LED</sub> 레일은 V<sub>STAYALIVE</sub>로 유지됩니다. 온도가 이 레벨 아래로 떨어지면 컨트롤러가 리스타트됩니다.

온도가 T<sub>SD</sub>를 초과하면 InnoMux는 래치 오프 요청을 InnoSwitch3-MX에 보냅니다.

#### 고장 처리

고장이 표시되면 컨트롤러가 오토-리스타트 또는 래치 오프됩니다.

오토-리스타트 상태에서 InnoMux는 스위칭 사이클 요청을 중단합니다. 이렇게 하면 출력 레일이 축소됩니다. 더 이상의 요청이 없으므로 InnoSwitch3-MX 1차측은 사전 정의된 시간 초과 및 리스타트 후 다시 제어를 시작합니다.

래치 오프 상태에서 InnoMux는 래치 오프 요청을 InnoSwitch3-MX에 보내고 1차측이 래치 오프됩니다. 이 상태는 주 입력 전력이 순환될 때까지 지속됩니다.

**최대 정격 절대값<sup>1,2</sup>**

BP 핀 전압.....	-0.3V~6V
V <sub>CV1</sub> , V <sub>CV2</sub> 핀 전압 .....	-0.3V~25V
V <sub>CV3</sub> / V <sub>LED</sub> 핀 전압.....	-0.3V~125V
GDR1, GDR2 핀 전압.....	-0.3V~30V
ICC1, ICC2, ICC3, ICC4 핀 전압 .....	-0.5V~65V
기타 모든 핀.....	-0.3V~6V
작동 정션 온도 <sup>3</sup> .....	-40°C~+150°C

참고:

- 모든 전압은 2차측 GROUND, T<sub>A</sub> = 25°C를 기준으로 합니다.
- 지정된 최대 정격은 제품에 영구적인 손상을 초래하지 않는 한도 내에서 일회적으로 측정된 결과입니다. 장기간 최대 정격 절대값 조건에 노출되면 제품 신뢰성에 영향을 미칠 수 있습니다.
- 일반적으로 내부 회로에 의해 제한됩니다.

**써멀 저항**

써멀 저항: HSOP-28 패키지

(θ <sub>JA</sub> ) .....	58°C/W <sup>1</sup>
(θ <sub>JA</sub> ) .....	50°C/W <sup>2</sup>
(θ <sub>JA</sub> ) .....	15°C/W <sup>3</sup>
QFN-28 패키지	
(θ <sub>JA</sub> ) .....	69°C/W <sup>4</sup>
(θ <sub>JA</sub> ) .....	50°C/W <sup>5</sup>

참고:

- 단일 레이어, 2온스 Cu. 0.36 평방 인치의 히트싱크 영역.
- 단일 레이어, 2온스 Cu. 1.0 평방 인치의 히트싱크 영역.
- 단일 레이어, 2온스 Cu. 0.36 및 1.0 평방 인치의 히트싱크 영역. 플라스틱 본체 가장자리 근처의 그라운드 리드 솔더에 부착된 열전대
- 이중 레이어, 2온스 Cu. 0.36 평방 인치의 히트싱크 영역(하단 층, 9개의 채움 비아로 연결됨)
- 이중 레이어, 2온스 Cu. 1.0 평방 인치의 히트싱크 영역(하단 층, 9개의 채움 비아로 연결됨)

파라미터	기호	조건 모든 전압은 GROUND/0V를 기준으로 함 T <sub>J</sub> = -40°C~125°C (특별히 지정되지 않은 경우)	최소	일반	최대	단위
<b>핀 설명 및 파라미터</b>						
<b>BP 핀</b>		InnoMux용 내부 전압 공급 및 InnoSwitch3-MX용 전압 공급				
<b>BP 전압 레귤레이션</b>	V <sub>BP(REG)</sub>		4.75	5.0	5.25	V
<b>BP 전류</b>	I <sub>BP</sub>	풀부하에서 InnoSwitch3-MX 및 선택 MOSFET 드라이버의 전류 소비 제외		18		mA
	BP <sub>UV</sub>			4.4		V
<b>대기 공급 전류</b>	I <sub>SBP(STANDBY)</sub>			6		mA
<b>V<sub>CV1</sub> 핀('참고 B' 참조)</b>		CV1 선택 MOSFET 드라이브용 입력 전압				
	V <sub>CV1</sub>	V <sub>CV1</sub> 출력 전압 범위	3		22	V
<b>V<sub>CV2</sub> 핀('참고 B' 참조)</b>		VDD 레귤레이터 및 CV2 선택 MOSFET 드라이버의 입력 전압				
	V <sub>CV2</sub>	V <sub>CV2</sub> 출력 전압 범위	3		22	V
	V <sub>CV2(MIN)</sub>	BP 레귤레이터의 최소 V <sub>CV2</sub> 전압	대기 25°C 5.8			V
			풀부하(30mA) 8.0			
<b>V<sub>LED</sub> 핀</b>	V <sub>LED</sub>	V <sub>LED</sub> 출력 전압 범위	20		100	V
	V <sub>STAYALIVE</sub>	컨트롤러가 항상 유지하는 최소 V <sub>LED</sub> 전압		15		V
<b>게이트 드라이브 핀</b>						
<b>펄스 폭 새로 고침</b>	T <sub>REFRESH</sub>	스타트업 시 T <sub>REFRESH</sub> 두 배로 증가 '참고 D' 참조		500		ns
<b>GDR1</b>		GDR1 핀으로 CV1 선택 MOSFET 구동				

파라미터	기호	조건				단위
		모든 전압은 GROUND/0V를 기준으로 함 T <sub>J</sub> = -40°C~125°C (특별히 지정되지 않은 경우)				
<b>게이트 드라이브 핀(계속)</b>						
GDR1 출력 드라이브 전압	V <sub>DR1</sub>	$V_{CV1} + V_{BPREG}$ (GDR <sub>1</sub> 높음) $V_{CV1}$ (GDR <sub>1</sub> 낮음)				
GDR1 저항	R <sub>DR1</sub>	T <sub>J</sub> = 125°C '참고 C' 참조		30	35	Ω
GDR2		DR2 핀으로 CV2 선택 MOSFET 구동				
GDR2 출력 드라이브 전압	V <sub>DR2</sub>	$V_{CV2} + V_{BPREG}$ (GDR <sub>2</sub> 높음) $V_{CV2}$ (GDR <sub>2</sub> 낮음)		$V_{CV2} + V_{BPREG}$ (높음)/ $V_{CV2}$ (낮음)		V
GDR2 저항	R <sub>DR2</sub>	T <sub>J</sub> = 125°C '참고 C' 참조		30	35	Ω
<b>FB/IS 핀</b>						
FB1		V <sub>CV1</sub> 출력 전압의 FB 입력				
FB1 레귤레이션 전압	V <sub>FB1(REG)</sub>			V <sub>REF</sub>		
LV 션트 기준점 (Threshold)	V <sub>LV(SHUNT)</sub>			V <sub>REF</sub> 의 108%		V
	I <sub>CCLV(SHUNT)</sub>	'참고 D' 참조	17	20		mA
FB1 과전압	V <sub>FB1(OVP)</sub>			V <sub>REF</sub> 의 112%		V
FB2		V <sub>CV2</sub> 출력 전압의 FB 입력				
FB2 레귤레이션 전압	V <sub>FB2(REG)</sub>			V <sub>REF</sub>		V
FB2 과전압	V <sub>FB2(OVP)</sub>			V <sub>REF</sub> 의 112%		V
FB3		V <sub>LED</sub> 출력 전압의 FB 입력				
고전압 션트 기준점 (Threshold)	V <sub>HV(SHUNT)</sub>			V <sub>REF</sub> 의 108%		V
	I <sub>CCHV(SHUNT)</sub>	'참고 D' 참조	8.5	10		mA
FB3 과전압	V <sub>FB3(OVP)</sub>			V <sub>REF</sub> 의 120%		V



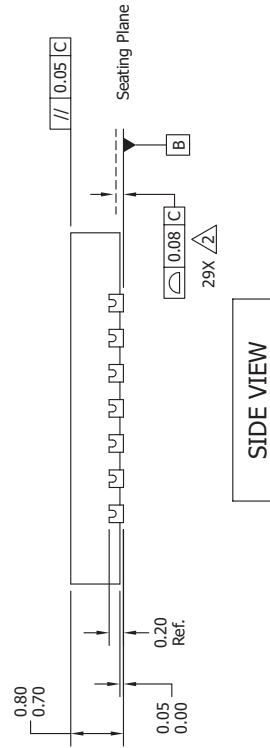
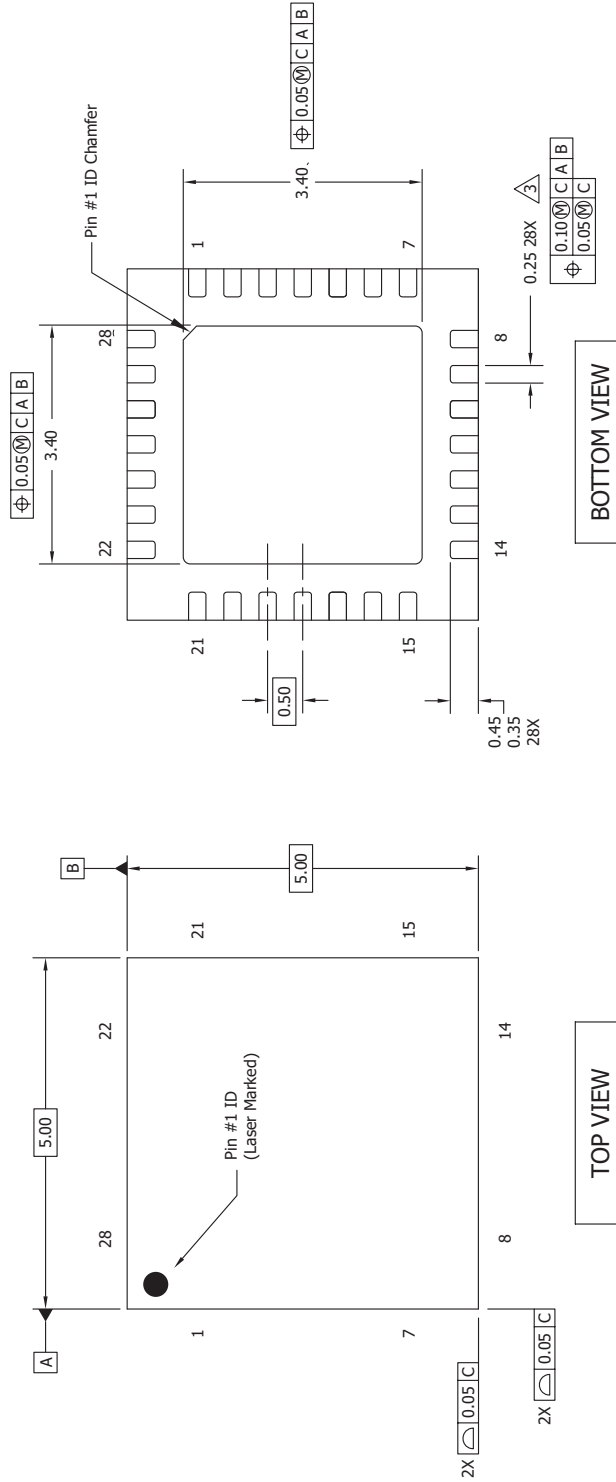
파라미터	기호	조건 모든 전압은 GROUND/0V를 기준으로 함 $T_j = -40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ (특별히 지정되지 않은 경우)	최소	일반	최대	단위
<b>InnoSwitch3-MX 인터페이스 핀</b>						
REQ		펄스 요청 출력은 InnoSwitch3-MX REQ 입력에 연결해야 합니다.				
ACK		InnoSwitch3-MX로부터 1차측에 요청이 발행되었음을 확인. InnoSwitch3-MX ACK 출력에 연결해야 합니다.				
FWC		InnoSwitch3-MX에서의 순방향 비교기 출력. InnoSwitch3-MX FWC 출력에 연결해야 합니다.				
SR		InnoSwitch3-MX에서의 SR 출력. InnoSwitch3-MX SR 출력에 연결해야 합니다.				
<b>LED 레귤레이션 핀</b>						
CTRL 핀		CTRL 커패시터로 출력				
최대 전류	$I_{CTRL(POS)}$ $I_{CTRL(NEG)}$			10		$\mu\text{A}$
	$I_{CTRL(STARTUP)}$			$0.125 \times I_{CTRL}$		A
레귤레이터 Gm(UP)	$Gm_{CTRL(UP)}$	$0\text{V} < V_{ICC(ERROR)} < 0.3\text{V}$		$0.825 \times I_{CTRL}$		A/V
레귤레이터(DOWN)	$Gc_{CTRL(DOWN)}$	$-0.3\text{V} < V_{ICC(ERROR)} < 0\text{V}$		$41.25\mu \times I_{CTRL}$		C/V
ICC 핀		레귤레이터 1-4				
ICC 전압 보호 제한	$V_{ICC(OV)}$		8		9	V
최소 ICC 전류	$I_{ICC(MIN)}$	채널당		5		mA
최대 ICC 전류	$I_{ICC(MAX)}$	채널당		240		mA
ICC 채널 매칭 ('참고 A' 참조)	$\Delta 100\text{mA}$	아날로그 디밍으로 측정된 스트링당 100mA 전류. 모든 ICC 핀의 전압이 동일합니다. $T_j = 25^{\circ}\text{C}$			$\pm 3$	%
	$\Delta 5\text{mA}$	아날로그 디밍으로 측정된 스트링당 5mA 전류. 모든 ICC 핀의 전압이 동일합니다. $T_j = 25^{\circ}\text{C}$			$\pm 3$	%
ICC 클램프 전압	$V_{ICC(CLAMP)}$			60	65	V
최대 ICC 클램프 전류	$I_{CCHV(CLAMP)}$		4			$\mu\text{A}$
<b>LED 제어 핀</b>						
LED-EN/DPWM 및 PWM/APWM 핀	$V_{IL}$	시스템 마이크로컨트롤러 0V/5V, 3.3V 호환 LED-EN/DPWM 및 PWM/APWM 입력			1.5	V
	$V_{IH}$		2.3			
PWM/APWM/DPWM 주파수	$PWM_{F(RANGE)}$	주파수 범위	100		27,000	Hz
	$PWM_{D(RANGE)}$	듀티 사이클 범위: 최소 온 타임 $3\mu\text{s}$	2		100	%
ADIM/PWM 선택 전압	$V_{ADIM(SEL)}$		2.4		2.5	V

파라미터	기호	조건	최소	일반	최대	단위
		모든 전압은 GROUND/0V를 기준으로 함 $T_j = -40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ (특별히 지정되지 않은 경우)				
<b>LED 제어 핀(계속)</b>						
ADIM/LPF 최대 전압	$V_{ADIM}$	아날로그 디밍 모드: 2%~100% $V_{ADIM} = 0.03V$ 에 대해 2% 밝기 $V_{ADIM} = V_{IS(REF)}$ 에 대해 100% 밝기 참고: 최소 출력 전류 레벨은 $I_{CC(MIN)}$ 입니다.				
전류 소스	$I_{PWM(LPF)}$	$T_j = 25^{\circ}\text{C}$	19.6	20.0	20.4	$\mu\text{A}$
PWM 모드 선택 전압	$V_{PWM(SEL)}$	$V_{ADIM(SEL)} < V_{ADIM} < V_{PWM(SEL)}$ = 일반 PWM $V_{ADIM} > V_{PWM(SEL)}$ = 순차적 PWM	3.8		3.9	V
IS 핀 기준 전압	$V_{IS(REF)}$	$T_j = 25^{\circ}\text{C}$	1.47	1.50	1.53	V
전류 소스	$I_{PWM(SEL)}$	스타트업 시만 활성화됨		-20		$\mu\text{A}$
IS 핀 전류 게인	$I_{S(RATIO)}$	$I_{S(RATIO)} = I_{LED}/I_S$ $I_{LED} = 100\mu\text{A}$ $T_j = 25^{\circ}\text{C}$ $I_S = 156\mu\text{A}$ $V_{ADIM} \approx 0.72V$	629	642	655	
<b>기타 파라미터</b>						
PLIM 핀		$V_{CV1}$ , $V_{CV2}$ 및 $V_{LED}$ 에 대한 최대 전력 설정				
PLIM 핀 RC 시간 상수	$T_{PLIM}$	$P_{LIM}$ 핀의 외부 RC	100		250	$\mu\text{s}$
기준 전압	$V_{REF}$	$T_j = 25^{\circ}\text{C}$	1.194	1.218	1.242	V
OTL 보호	$T_{PROT}$		130	142		$^{\circ}\text{C}$
OTL 히스테리시스 (Hysteresis)	$T_{HYST}$			67		$^{\circ}\text{C}$
OTL 종료	$T_{SD}$			150		$^{\circ}\text{C}$

참고:

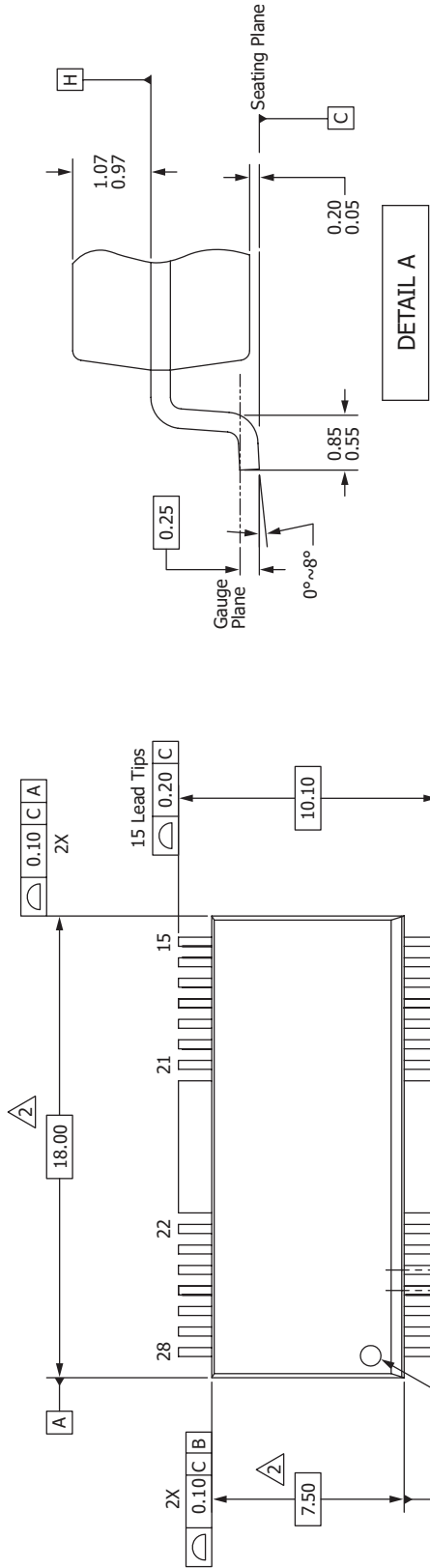
- A. 다음 공식을 사용하여 불일치를 계산합니다.  $\Delta = \pm \frac{(I_{MAX} - I_{MIN})}{2 \times I_{AVG}} \times 100\%$   
 B.  $V_{CV2}$ 는  $V_{CV1}$ 보다 크거나 같아야 합니다.  
 C. 이 파라미터는 특성에 따라 정해집니다.  
 D. 이 파라미터는 설계에 의해 보장됩니다.

QFN-28



- 참고:
1. ASME Y14.5M - 1994에 따른 치수 및 공차.  
 동일평면성에 대한 일반 공차 영역은 노출된 패드 및 단자에 적용됩니다.
  2. 터미널 너비 치수는 금속 터미널에 적용되며 터미널 팁의 0.15~0.25mm 사이에서 측정됩니다.
  3. 치수 단위는 밀리미터(mm)입니다.

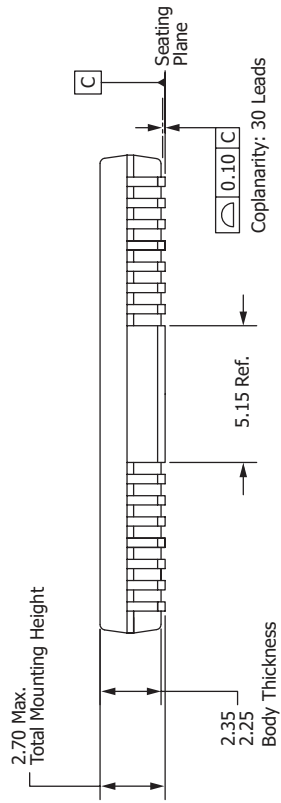
HSOP-28



참고:

1. ASME Y14.5M - 1994에 따른 치수 및 공차입니다.
2. 표시된 치수는 몰드 플래시(Mold Flash), 타이 바 버(Tie Bar Burr), 게이트 버(Gate Burr), 인터리드 플래시(Interlead Flash)를 포함하지 않는 플라스틱 본체의 치수이지만, 플라스틱 본체의 윗면과 이렛면 사이의 돌입치가 포함됩니다. 최대 몰드 돌출은 측면당 0.18mm입니다.
3. 표시된 치수에는 도금 두께가 포함됩니다.
4. 인터리드 플래시(Interlead Flash) 또는 돌출은 포함되지 않습니다.
5. 치수 단위는 밀리미터(mm)입니다.
6. 기준점 A와 B는 기준점 H에서 결정됩니다.

TOP VIEW



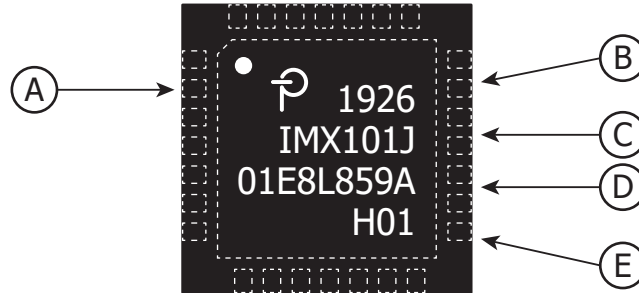
SIDE VIEW

END VIEW

PL-8799-082718  
 POD-HSOP-28 Rev A

패키지 마킹

QFN-28

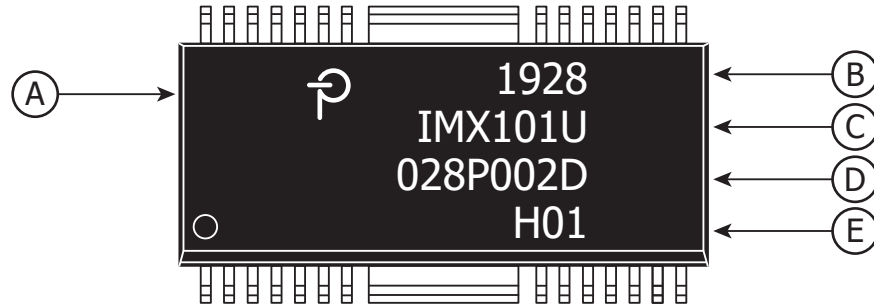


- A. 파워 인테그레이션스(Power Integrations) 등록 상표
- B. 조립 날짜 코드(앞 두 자리: 연도, 뒤 두 자리: 작업 주)
- C. 제품 ID(부품 번호/패키지 유형)
- D. Lot ID 코드
- E. 확장 Lot 식별 코드

PI-9106-011020

패키지 마킹

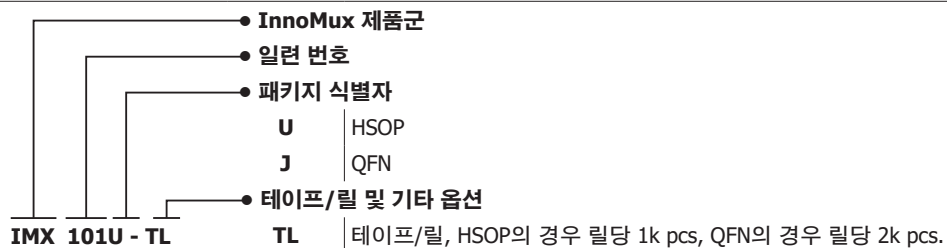
HSOP-28



- A. 파워 인테그레이션스 (Power Integrations) 등록 상표
- B. 조립 날짜 코드 (앞 두 자리: 연도, 뒤 두 자리: 작업 주)
- C. 제품 ID (부품 번호/패키지 유형)
- D. Lot ID 코드
- E. 확장 Lot 식별 코드

PI-9105-011020

부품 주문 정보



개정	참고	날짜
B	코드 L 릴리즈.	03/19
C	코드 A 릴리즈.	03/20

**최신 업데이트에 대한 자세한 내용은 당사 웹사이트를 참고하십시오. [www.power.com](http://www.power.com)**

파워 인테그레이션스(Power Integrations)는 안정성 또는 생산성 향상을 위하여 언제든지 당사 제품을 변경할 수 있는 권한이 있습니다. 파워 인테그레이션스(Power Integrations)는 본 문서에서 설명하는 디바이스나 회로 사용으로 인해 발생하는 어떠한 책임도 지지 않습니다. 파워 인테그레이션스(Power Integrations)는 어떠한 보증도 제공하지 않으며 모든 보증(상품성에 대한 묵시적 보증, 특정 목적에의 적합성 및 타사 권리의 비침해를 포함하되 이에 제한되지 않음)을 명백하게 부인합니다.

**특허 정보**

본 문서에서 설명하는 제품 및 애플리케이션(제품의 외부 트랜스포머 구성 및 회로 포함)은 하나 이상의 미국 및 해외 특허 또는 파워 인테그레이션스(Power Integrations)에서 출원 중인 미국 및 해외 특허에 포함될 수 있습니다. 파워 인테그레이션스(Power Integrations)의 전체 특허 목록은 [www.power.com](http://www.power.com)에서 확인할 수 있습니다. 파워 인테그레이션스(Power Integrations)는 고객에게 [www.power.com/ip.htm](http://www.power.com/ip.htm)에 명시된 특정 특허권에 따른 라이선스를 부여합니다.

**수명 유지 장치 사용 정책**

파워 인테그레이션스(Power Integrations)의 제품은 파워 인테그레이션스(Power Integrations) 사장의 명백한 문서상의 허가가 없는 한 수명 유지 장치 또는 시스템의 핵심 부품으로 사용할 수 없습니다. 자세한 정의는 다음과 같습니다.

1. 수명 유지 디바이스 또는 시스템이란 (i)신체에 대한 외과적 이식을 목적으로 하거나, (ii)수명 지원 또는 유지를 목적으로 사용되며, (iii)사용 지침에 따라 올바르게 사용하는 경우에도 동작의 실패가 사용자의 상당한 부상 또는 사망을 초래할 수 있는 디바이스 또는 시스템입니다.
2. 핵심 부품이란 부품의 동작 실패가 수명 유지 장치 또는 시스템의 동작 실패를 초래하거나, 해당 장치 또는 시스템의 안전성 및 효율성에 영향을 줄 수 있는 수명 유지 장치 또는 시스템에 사용되는 모든 부품입니다.

파워 인테그레이션스(Power Integrations), 파워 인테그레이션스(Power Integrations) 로고, CAPZero, ChiPhy, CHY, DPA-Switch, EcoSmart, E-Shield, eSIP, eSOP, HiperPLC, HiperPFS, HiperTFS, InnoSwitch, Innovation in Power Conversion, InSOP, LinkSwitch, LinkZero, LYTSwitch, SENZero, TinySwitch, TOPSwitch, PI, PI Expert, PowiGaN, SCALE, SCALE-1, SCALE-2, SCALE-3 및 SCALE-iDriver는 Power Integrations, Inc.의 상표이며, 기타 상표는 각 회사의 재산입니다. ©2020, Power Integrations, Inc.

**파워 인테그레이션스(Power Integrations) 전 세계 판매 지원 지역**

<p><b>본사</b> 5245 Hellyer Avenue San Jose, CA 95138, USA 본사 전화: +1-408-414-9200 고객 서비스: 전 세계: +1-65-635-64480 북미: +1-408-414-9621 이메일: <a href="mailto:usasales@power.com">usasales@power.com</a></p> <p><b>중국(상하이)</b> Rm 2410, Charity Plaza, No. 88 North Caoxi Road Shanghai, PRC 200030 전화: +86-21-6354-6323 이메일: <a href="mailto:chinasales@power.com">chinasales@power.com</a></p> <p><b>중국(선젠)</b> 17/F, Hivac Building, No. 2, Keji Nan 8th Road, Nanshan District, Shenzhen, China, 518057 전화: +86-755-8672-8689 이메일: <a href="mailto:chinasales@power.com">chinasales@power.com</a></p>	<p><b>독일(AC-DC/LED 판매)</b> Einsteinring 24 85609 Dornach/Aschheim Germany 전화: +49-89-5527-39100 이메일: <a href="mailto:eurosales@power.com">eurosales@power.com</a></p> <p><b>독일(게이트 드라이버 판매)</b> HellwegForum 1 59469 Ense Germany 전화: +49-2938-64-39990 이메일: <a href="mailto:igbt-driver.sales@power.com">igbt-driver.sales@power.com</a></p> <p><b>인도</b> #1, 14th Main Road Vasanthanagar Bangalore-560052 India 전화: +91-80-4113-8020 이메일: <a href="mailto:indiasales@power.com">indiasales@power.com</a></p>	<p><b>이탈리아</b> Via Milanese 20, 3rd. Fl. 20099 Sesto San Giovanni (MI) Italy 전화: +39-024-550-8701 이메일: <a href="mailto:eurosales@power.com">eurosales@power.com</a></p> <p><b>일본</b> Yusen Shin-Yokohama 1-chome Bldg. 1-7-9, Shin-Yokohama, Kohoku-ku Yokohama-shi, Kanagawa 222-0033 Japan 전화: +81-45-471-1021 이메일: <a href="mailto:japansales@power.com">japansales@power.com</a></p> <p><b>대한민국</b> RM 602, 6FL Korea City Air Terminal B/D, 159-6 Samsung-Dong, Kangnam-Gu, Seoul, 135-728, Korea 전화: +82-2-2016-6610 이메일: <a href="mailto:koreasales@power.com">koreasales@power.com</a></p>	<p><b>싱가포르</b> 51 Newton Road #19-01/05 Goldhill Plaza Singapore, 308900 전화: +65-6358-2160 이메일: <a href="mailto:singaporesales@power.com">singaporesales@power.com</a></p> <p><b>대만</b> 5F, No. 318, Nei Hu Rd., Sec. 1 Nei Hu Dist. Taipei 11493, Taiwan R.O.C. 전화: +886-2-2659-4570 이메일: <a href="mailto:taiwansales@power.com">taiwansales@power.com</a></p> <p><b>영국</b> Building 5, Suite 21 The Westbrook Centre Milton Road Cambridge CB4 1YG 전화: +44 (0) 7823-557484 이메일: <a href="mailto:eurosales@power.com">eurosales@power.com</a></p>
--	---	--	--