

75V/5A Hyper Speed Control[®] 외부 소프트 시작 기능이 있는 동기식 DC/DC 벅 조절기

기능

- Hyper Speed Control[®] 아키텍처는 다음을 활성화합니다.
 - 높은 입력-출력 전압 전환을 기능($V_{IN} = 75V$ 및 $V_{OUT} = 0.6V$)
 - 작은 출력 정전 용량
- 4.5V ~ 75V 입력 전압
- 최고 효율 95%의 5A 출력 전류 기능
- 0.6V에서 32V로 출력 전압 조정 가능
- $\pm 1\%$ 의 FB 정확도
- Any Capacitor[™] 안정:
 - 0 ESR - 고 ESR 출력 콘덴서
- 270kHz ~ 800kHz의 고정형 전환 주파수
- 내부 보정
- 단일 공급 작업용 기본 제공 5V 조절기
- 시스템 효율 향상을 위한 보조 부트스트랩 LDO
- 내부 부트스트랩 다이오드
- 소프트 시작 시간 조정 가능
- 전류 제한 프로그래밍 가능
- “히컵” 모드 단락 방지
- 과열 시 차단 기능
- 사전 바이어스된 출력으로 안전 시작 지원
- $-40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ 의 접합부 온도 범위
- 32핀, 6mm x 6mm VQFN 패키지로 사용 가능

용도

- 분산 전력 시스템
- 통신/네트워킹 인프라
- 산업용 전원 공급
- 태양 에너지

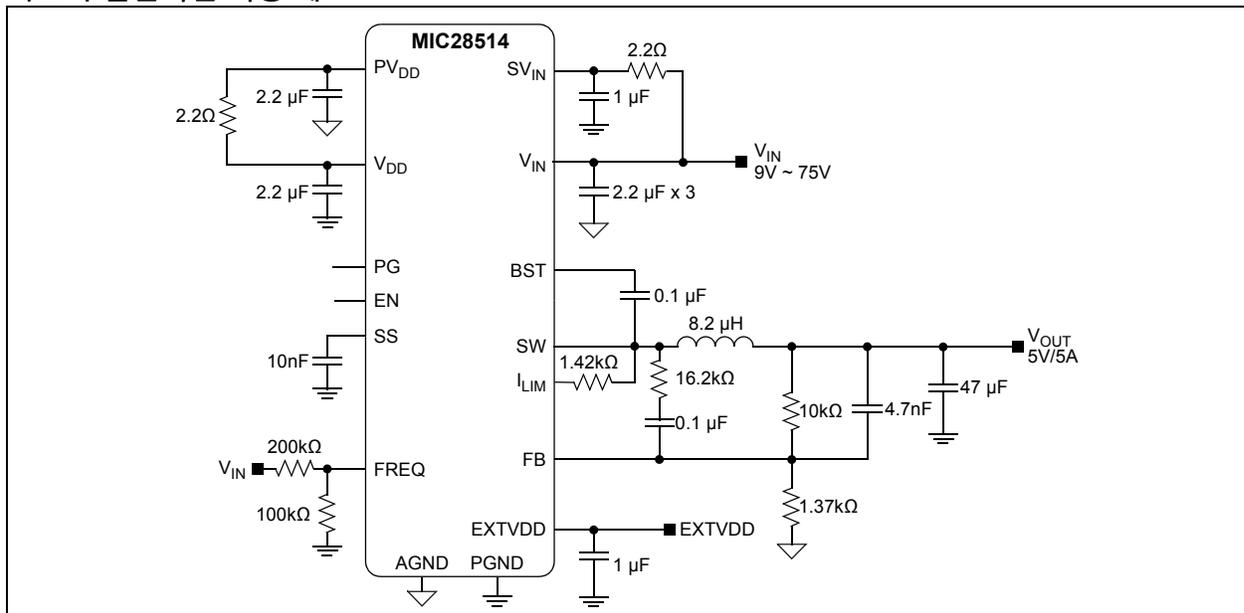
일반 설명

MIC28514는 고유의 적응형 온 타임 컨트롤 아키텍처를 갖춘 고정형 주파수, 동기식 벅 조절기입니다. MIC28514는 4.5V ~ 75V의 입력 공급 범위에서 작동하며 5A에 달하는 출력 전류의 고정 출력을 제공합니다. 출력 전압은 $\pm 1\%$ 의 정확도로 0.6V까지 조정 가능합니다.

Hyper Speed Control 아키텍처는 초고속 과도 응답을 허용하여 출력 정전 용량을 줄이고 high- V_{IN} /low- V_{OUT} 작동을 지원합니다. 이 적응형 온 타임 컨트롤 아키텍처는 고정 주파수 작업과 빠른 과도 응답의 장점을 단일 디바이스에 결합합니다.

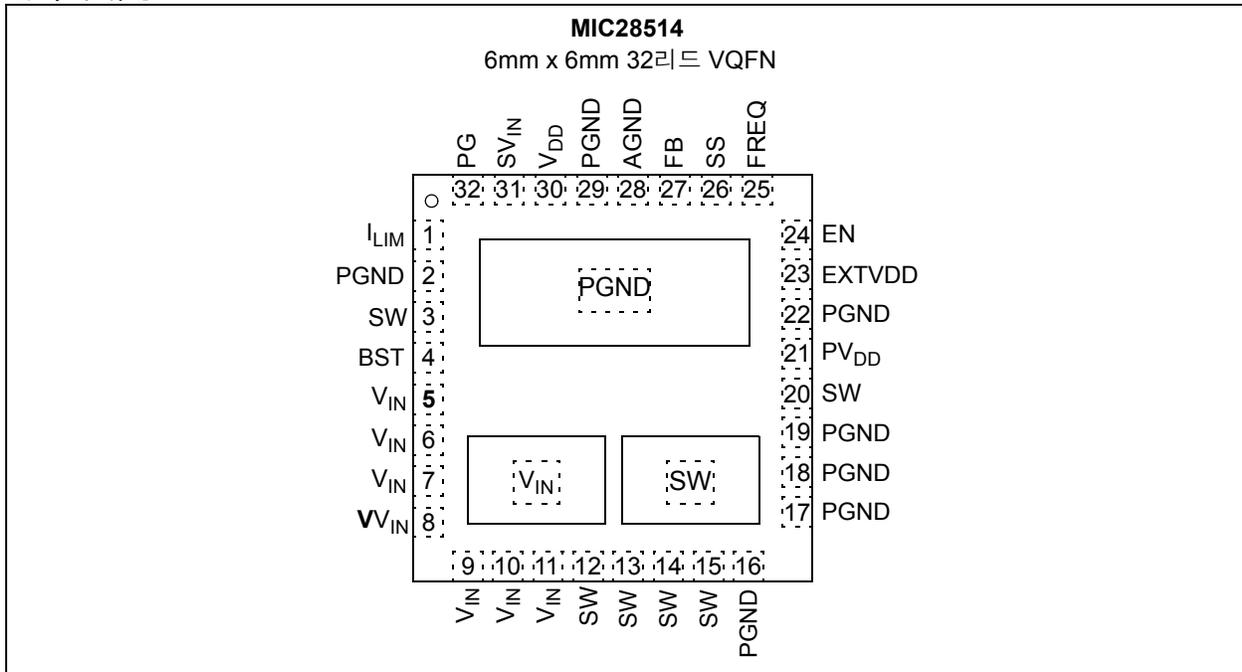
MIC28514는 폴트 조건에서 IC(집적 회로) 보호를 보장하는 완전한 기능을 제공합니다. 여기에는 순간 전원 전압 변동 시 적절한 작동을 보장하는 UVLO(저전압 락아웃), 돌입 전류를 줄이는 소프트 시작, “히컵” 모드 단락 방지 및 과열 시 차단 기능이 포함됩니다.

회로의 일반적인 사용 예

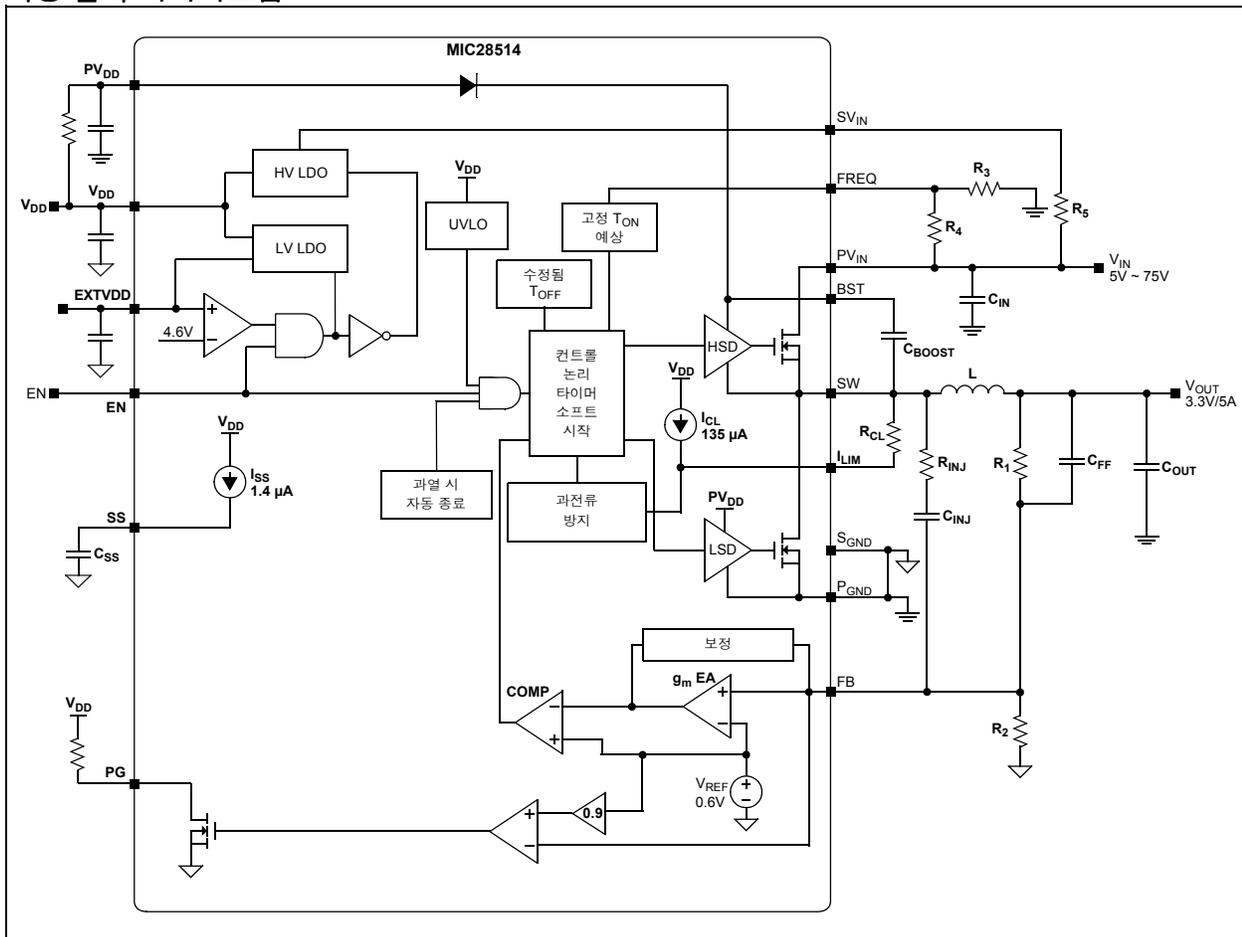


MIC28514

패키지 유형



기능 블록 다이어그램



1.0 전기적 특성

절대 최대 정격†

PV _{IN} , SV _{IN} , FREQ - PGND	-0.3V ~ +76V
PV _{DD} , V _{DD} - PGND	-0.3V ~ +6V
SW, I _{LIM} - PGND	-0.3V ~ (PV _{IN} + 0.3V)
V _{BST} - V _{SW}	-0.3V ~ +6V
V _{BST} - PGND	-0.3V ~ +82V
EN - AGND	-0.3V ~ (SV _{IN} + 0.3V)
FB, PG - AGND	-0.3V ~ (V _{DD} + 0.3V)
EXTVDD - AGND	-0.3V ~ +12V
PGND - SGND	-0.3V ~ +0.3V
접합부 온도	+150°C
보관 온도	-65°C ~ +150°C
ESD 정격 ⁽¹⁾	1 kV

작동 정격‡

공급 전압(SV _{IN} , PV _{IN})	4.5V ~ 75V
바이어스 전압(PV _{DD} , V _{DD})	4.5V ~ 5.5V
EN, FB, PG	0V ~ V _{DD}
EXTVDD	0V ~ 12V
보관 온도	-40°C ~ +125°C

† 주의: “절대 최대 정격”에 나열된 수치 이상으로 입력을 가할 경우 디바이스에 영구적인 손상을 가져올 수 있습니다. 이는 오직 입력 정격을 의미하는 것이며, 본 사양에서의 동작 관련 내용에 기재된 수치 이상의 조건에서 디바이스의 기능적 동작에 대해서는 책임지지 않습니다. 최대 정격 조건에서 디바이스를 장기간 동작하는 경우 디바이스 신뢰성에 영향을 미칠 수 있습니다.

‡ 주의: 작동 정격 밖에서는 디바이스가 제대로 작동하지 않을 수 있습니다.

Note 1: 디바이스는 ESD에 민감합니다. 취급 시 주의가 필요합니다. 인체 모형, 100pF로 1.5kΩ 직렬 연결.

표 1-1: 전기적 특성⁽¹⁾

전기적 특성: PV _{IN} = 12V, V _{OUT} = 5V, V _{DD} = 5V, V _{BST} - V _{SW} = 5V, f _{SW} = 300kHz, R _{CL} = 1.42 kΩ, L = 8.2 μH; T _A = +25°C(명시되지 않은 경우). 굵게 표시된 값은 -40°C ≤ T _J ≤ +125°C						
매개변수	기호	최소	유형	최대	단위	조건
전원 공급 입력						
입력 전압 범위	PV _{IN} , SV _{IN}	4.5	—	75	V	
V_{DD} 바이어스 전압						
작동 바이어스 전압	V _{DD}	4.8	5.1	5.4	V	
저전압 록아웃 트립 수준	UVLO	3.7	4.2	4.6	V	V _{DD} 상승
UVLO 이력	UVLO_HYS	—	600	—	mV	
V _{DD} 드롭아웃 전압		700	—	1250	mV	V _{IN} = 5.5V, I _{PVDD} = 25mA
EXTVDD 전환 전압		4.4	4.6	4.8	V	
EXTVDD 전환 이력		—	0.2	—	V	
정적 소비 전류	I _Q	—	1.25	—	mA	V _{FB} = 1.5V
종료 소비 전류	I _{QSHDN}	—	0.15	2	μA	V _{IN} , V _{EN} = 0V의 전력
		—	35	60	μA	V _{IN} = V _{DD} = 5.5V, V _{EN} = 0V

Note 1: 패키징된 제품 전용 사양입니다.

2: 전류를 실내 온도 제한 내로 유지하기 위해 I_{CL}이 트리밍됩니다.

MIC28514

표 1-1: 전기적 특성⁽¹⁾ (CONTINUED)

전기적 특성: $PV_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 5V$, $V_{DD} = 5V$, $V_{BST} - V_{SW} = 5V$, $f_{SW} = 300kHz$, $R_{CL} = 1.42 k\Omega$, $L = 8.2 \mu H$; $T_A = +25^\circ C$ (명시되지 않은 경우). 굵게 표시된 값은 $-40^\circ C \leq T_J \leq +125^\circ C$						
매개변수	기호	최소	유형	최대	단위	조건
기준						
피드백 기준 전압	V_{FB}	0.597	0.6	0.603	V	$T_J = +25^\circ C$
		0.594	0.6	0.606		$-40^\circ C \leq T_J \leq +125^\circ C$
부하 변동률	—	—	0.04	—	%	$I_{OUT} = 0A \sim 5A$
선전압 변동률	—	—	0.1	—	%	$PV_{IN} = 7V \sim 75V$
FB 바이어스 전류	I_{FB_BIAS}	—	0.05	0.5	μA	$V_{FB} = 0.6V$
활성화 컨트롤						
EN 논리 수준 고	EN_{HIGH}	1.6	—	—	V	
EN 논리 수준 저	EN_{LOW}	—	—	0.6	V	
EN 바이어스 전류	I_{ENBIAS}	—	6	30	μA	$V_{EN} = 0V$
온 타이머						
최대 전환 주파수	FREQ	720	800	880	kHz	FREQ = PV_{IN} , $I_{OUT} = 5A$
최소 전환 주파수	FREQ	230	270	300	kHz	FREQ = 33% PV_{IN}
최대 듀티 사이클	D_{MAX}	—	85	—	%	$V_{FB} = 0V$, FREQ = PV_{IN} (Note 1)
최소 듀티 사이클	D_{MIN}	—	0	—	%	$V_{FB} > 0.6V$
최소 오프 타임	$t_{OFF(MIN)}$	100	200	300	나노초	
최소 온 타임	$t_{ON(MIN)}$		60	—	나노초	
소프트 시작						
소프트 시작 전류원	I_{SS}	0.8	1.4	3	μA	
소프트 시작 시간 범위	—	2.5		40	ms	
전류 제한						
전류 제한	I_{CLIM}	5.75	6.25	6.75	A	$R_{CL} = 1.42k\Omega$ (Note 2)
I_{LIM} 소스 전류	I_{CL}	—	135	—	μA	
I_{LIM} 소스 전류 온도 계수	—	—	0.3	—	$\mu A/^\circ C$	
내부 FET						
최고 MOSFET $R_{DS(ON)}$	$R_{DS(ON)}$	—	25	—	m Ω	
최하 MOSFET $R_{DS(ON)}$	$R_{DS(ON)}$	—	25	—	m Ω	
SW 누설 전류	I_{SWLEAK}	—	—	5	μA	$PV_{IN} = 48V$, $V_{EN} = 0V$
PV_{IN} 누설 전류	$I_{VINLEAK}$	—	—	10	μA	$PV_{IN} = 48V$, $V_{EN} = 0V$
BST 누설 전류	$I_{BSTLEAK}$	—	—	10	μA	$PV_{IN} = 48V$, $V_{EN} = 0V$
PG(전원 양호)						
PG 임계값	V_{PG_TH}	85	90	95	%	V_{FB} 상승
PG 임계값 이력	V_{PG_HYS}	—	6	—	%	V_{FB} 하강
PG 지연 시간	t_{PG_DLY}	—	100	—	μs	V_{FB} 상승
PG 저 전압	V_{PG_LOW}	—	70	200	mV	$V_{FB} < 90\% \times V_{NOM}$, $I_{PG} = 1mA$
과열 방지						
과열 시 종료	T_{SHD}	—	150	—	$^\circ C$	T_J 상승
과열 시 종료 이력	T_{SHD_HYS}	—	15	—	$^\circ C$	

Note 1: 패키징된 제품 전용 사양입니다.

2: 전류를 실내 온도 제한 내로 유지하기 위해 I_{CL} 이 트리밍됩니다.

표 1-2: 온도 사양

매개변수	기호	최소	유형	최대	단위	조건
온도 범위						
접합부 작동 온도	T_J	-40	—	+125	°C	(Note 1)
보관 온도 범위	T_S	-65	—	+150	°C	
접합부 온도	T_J	—	—	+150	°C	
리드 온도	—	—	—	+260	°C	납땀, 10s
패키지 열 저항						
열 저항, 6mm x 6mm, QFN-32LD	θ_{JA}	—	33.3	—	°C/W	

Note 1: 최대 허용 전력 손실은 주변 온도, 최대 허용 접합부 온도 및 접합부-공기 열 저항(예: T_A , T_J , θ_{JA})의 기능입니다. 최대 허용 전력 손실을 초과하면 디바이스 작동 접합부 온도가 최대 +125°C 정격을 초과하게 됩니다. 접합부 온도가 계속 +125°C 이상이면 디바이스 안정성에 영향이 있을 수 있습니다.

MIC28514

NOTES:

2.0 일반 특성 곡선

Note: 아래 그래프와 표는 제한된 수의 샘플을 기준으로 한 통계 요약이며 정보용으로만 제공됩니다. 여기에 나열된 성능 특성은 테스트되거나 보장되지 않습니다. 일부 그래프나 표에서 표시된 데이터는 지정된 작동 범위 밖(예: 지정된 전원 공급 범위 밖)이므로 보증 범위를 벗어납니다.

참고: 다르게 명시되지 않는 한, $V_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 5V$, $I_{OUT} = 0A$, $f_{SW} = 300kHz$, $R_{CL} = 1.42k\Omega$, $L = 8.2 \mu H$ 입니다.

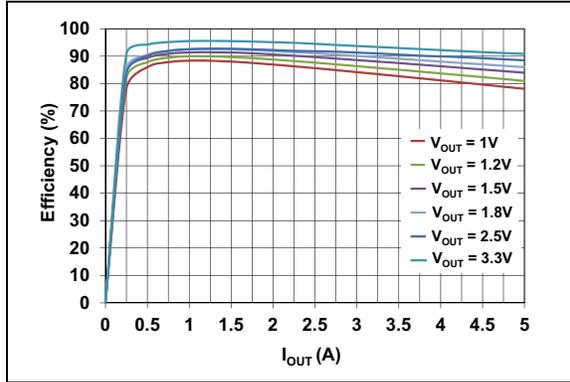


그림 2-1: 효율과 출력 전류 비교 ($V_{IN} = 5V$).

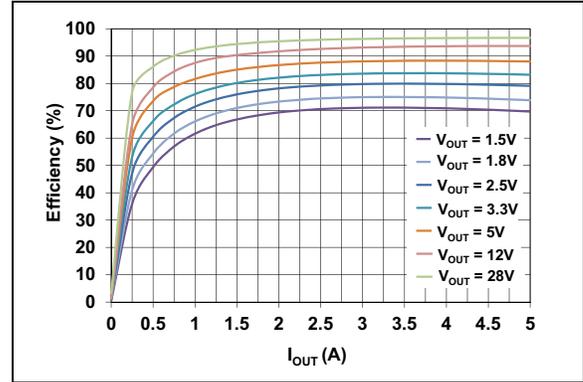


그림 2-4: 효율과 출력 전류 비교 ($V_{IN} = 48V$).

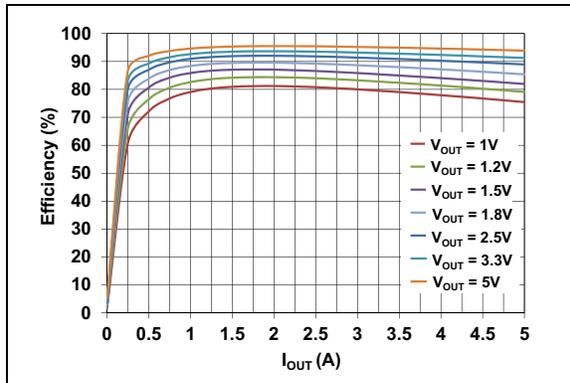


그림 2-2: 효율과 출력 전류 비교 ($V_{IN} = 12V$).

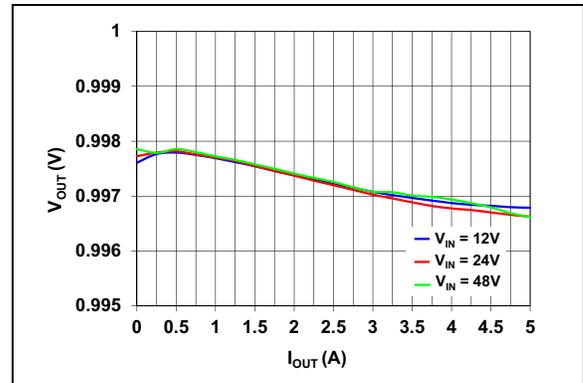


그림 2-5: 출력 전압과 출력 전류 비교 ($V_{OUT} = 1V$).

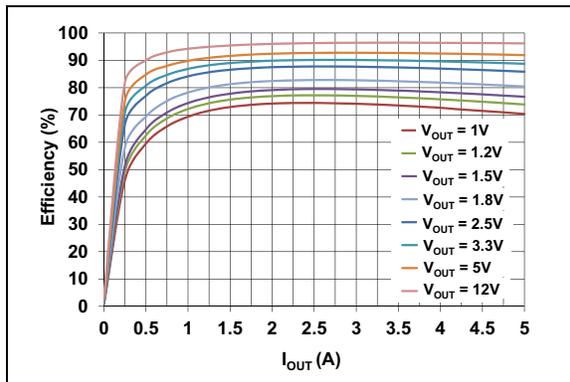


그림 2-3: 효율과 출력 전류 비교 ($V_{IN} = 24V$).

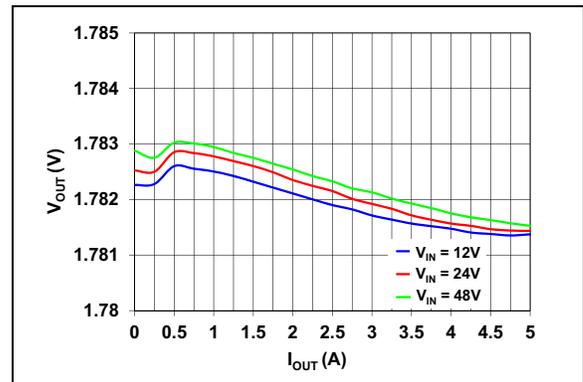


그림 2-6: 출력 전압과 출력 전류 비교 ($V_{OUT} = 1.8V$).

MIC28514

참고: 다르게 명시되지 않는 한, $V_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 5V$, $I_{OUT} = 0A$, $f_{SW} = 300kHz$, $R_{CL} = 1.42k\Omega$, $L = 8.2\mu H$ 입니다.

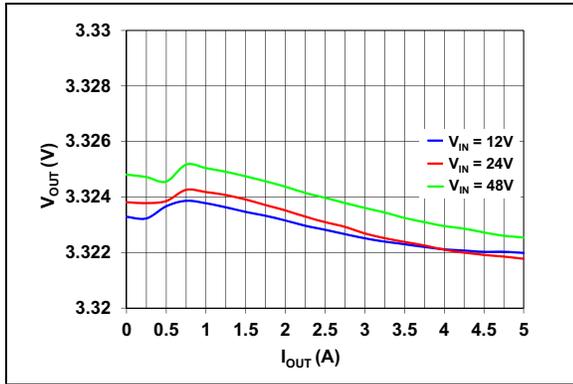


그림 2-7: 출력 전압과 출력 전류 비교 ($V_{OUT} = 3.3V$).

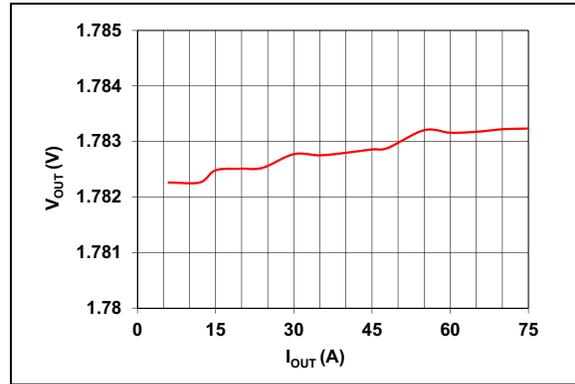


그림 2-10: 출력 전압과 입력 전압 비교 ($V_{OUT} = 1.8V$).

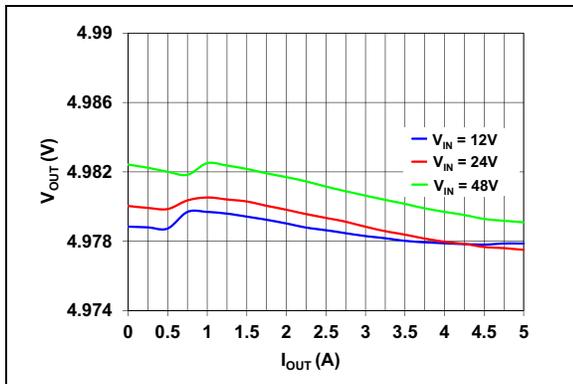


그림 2-8: 출력 전압과 출력 전류 비교 ($V_{OUT} = 5V$).

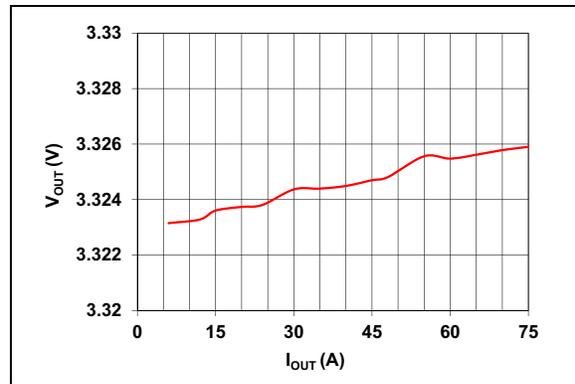


그림 2-11: 출력 전압과 입력 전압 비교 ($V_{OUT} = 3.3V$).

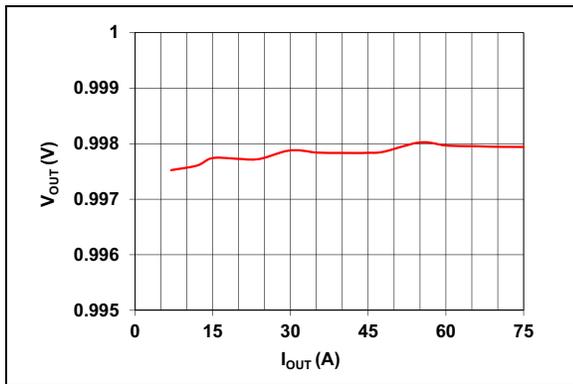


그림 2-9: 출력 전압과 입력 전압 비교 ($V_{OUT} = 1V$).

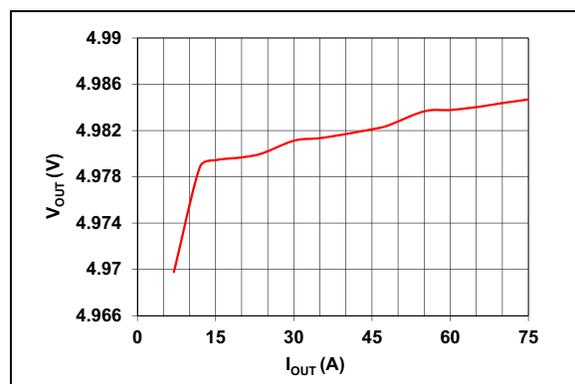


그림 2-12: 출력 전압과 입력 전압 비교 ($V_{OUT} = 5V$).

참고: 다르게 명시되지 않는 한, $V_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 5V$, $I_{OUT} = 0A$, $f_{SW} = 300kHz$, $R_{CL} = 1.42k\Omega$, $L = 8.2 \mu H$ 입니다.

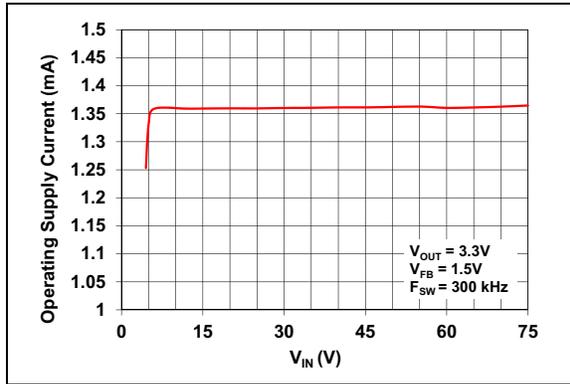


그림 2-13: V_{IN} 작동 소비 전류와 입력 전압 비교.

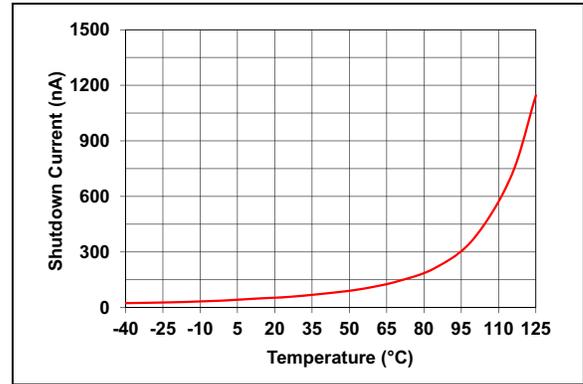


그림 2-16: V_{IN} 종료 전류와 온도 비교.

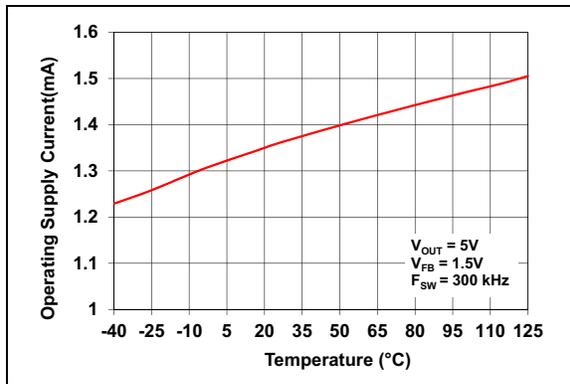


그림 2-14: V_{IN} 작동 소비 전류와 온도 비교.

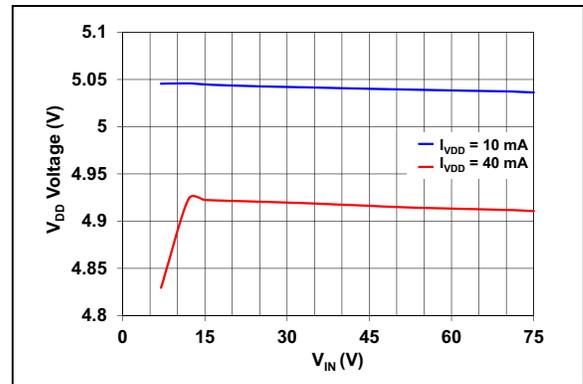


그림 2-17: V_{DD} 전압과 입력 전압 비교.

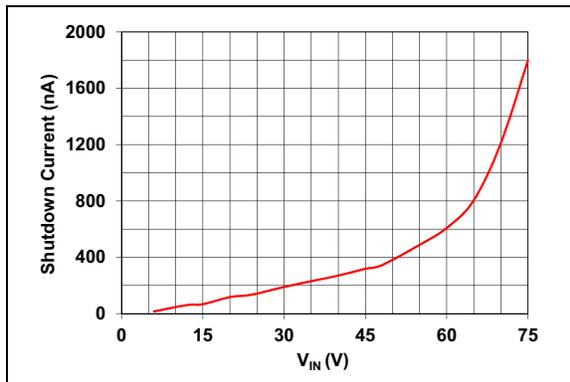


그림 2-15: V_{IN} 종료 전류와 입력 전압 비교.

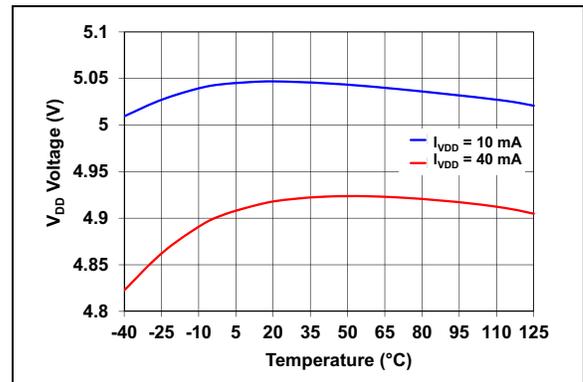


그림 2-18: V_{DD} 전압과 온도 비교.

MIC28514

참고: 다르게 명시되지 않는 한, $V_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 5V$, $I_{OUT} = 0A$, $f_{SW} = 300kHz$, $R_{CL} = 1.42k\Omega$, $L = 8.2\mu H$ 입니다.

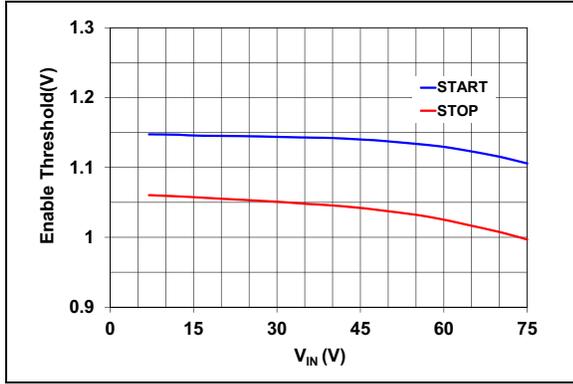


그림 2-19: 활성화 임계값과 입력 전압 비교.

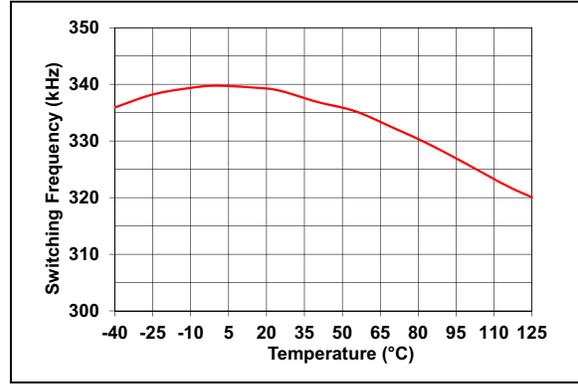


그림 2-22: 전환 주파수와 온도 비교.

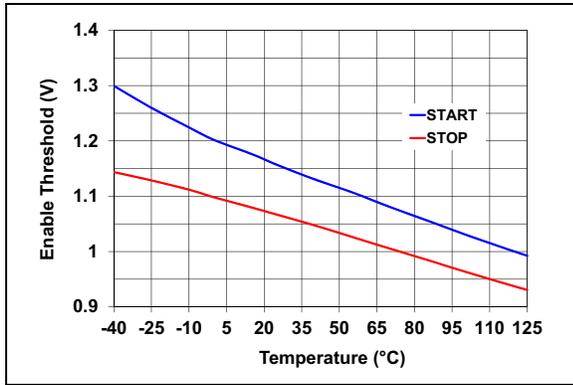


그림 2-20: 활성화 임계값과 온도 비교.

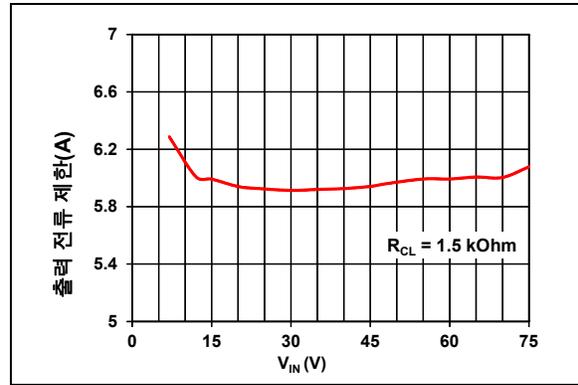


그림 2-23: 출력 전류 제한과 입력 전압 비교.

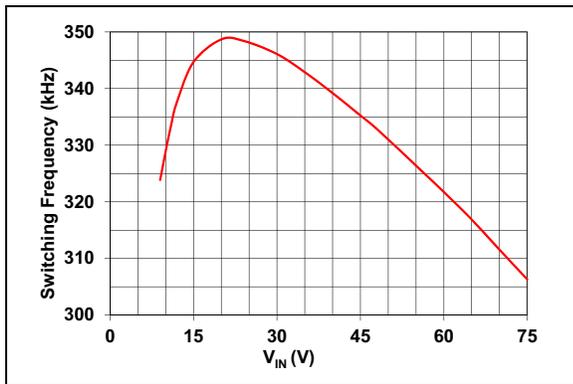


그림 2-21: 전환 주파수와 입력 전압 비교.

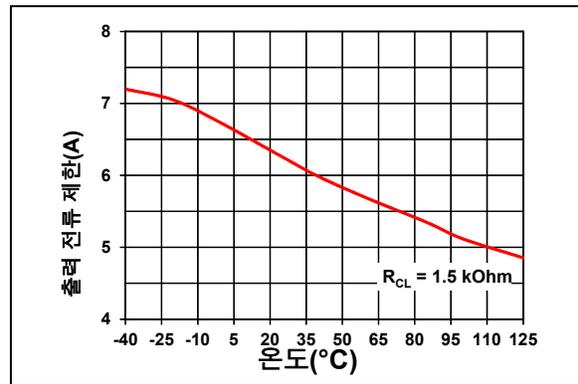


그림 2-24: 출력 전류 제한과 온도 비교.

참고: 다르게 명시되지 않는 한, $V_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 5V$, $I_{OUT} = 0A$, $f_{SW} = 300kHz$, $R_{CL} = 1.42k\Omega$, $L = 8.2 \mu H$ 입니다.

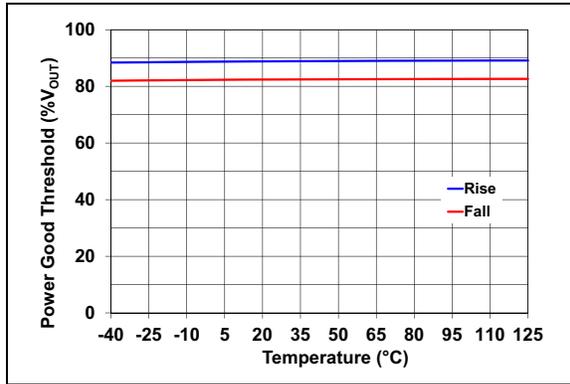


그림 2-25: 전원 양호 임계값과 온도 비교.

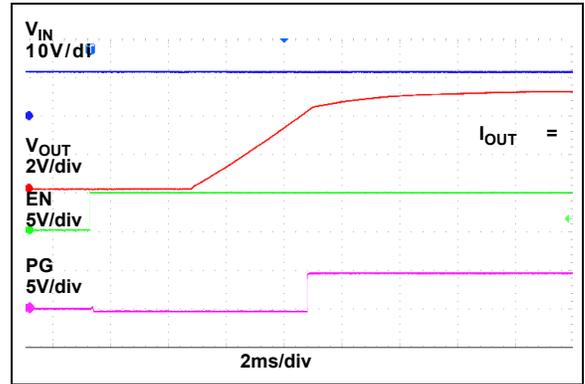


그림 2-28: 활성화 설정 및 상승 시간.

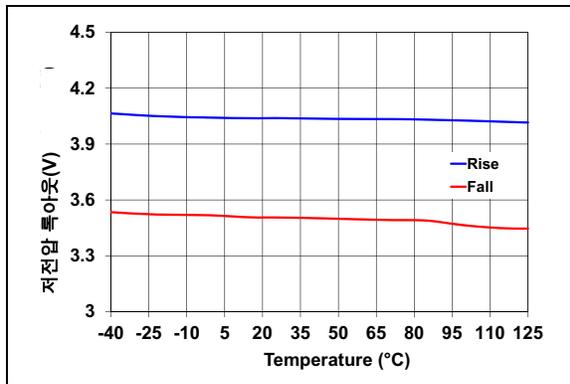


그림 2-26: 저전압 록아웃과 온도 비교.

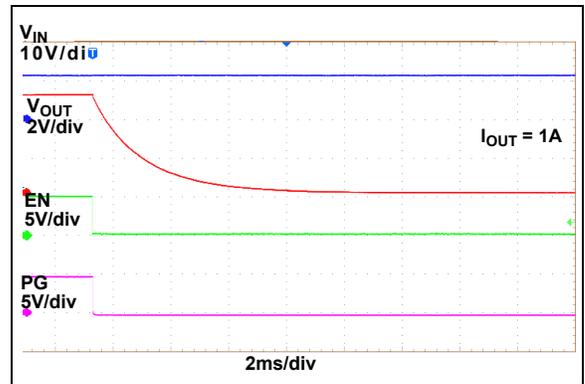


그림 2-29: 활성화 해제.

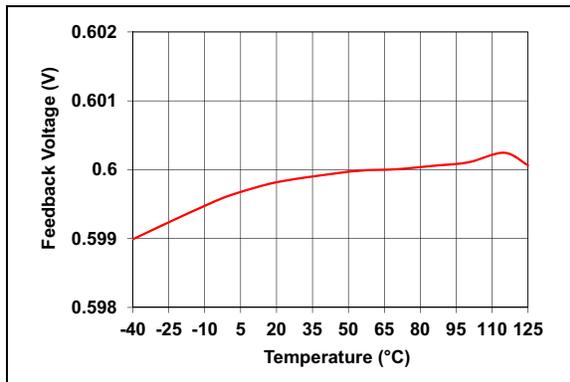


그림 2-27: 피드백 전압과 온도 비교.

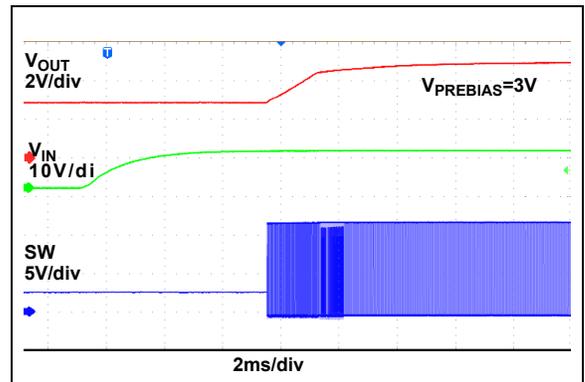


그림 2-30: 사전 바이어스된 출력으로 V_{IN} 시작.

MIC28514

참고: 다르게 명시되지 않는 한, $V_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 5V$, $I_{OUT} = 0A$, $f_{SW} = 300kHz$, $R_{CL} = 1.42k\Omega$, $L = 8.2\mu H$ 입니다.

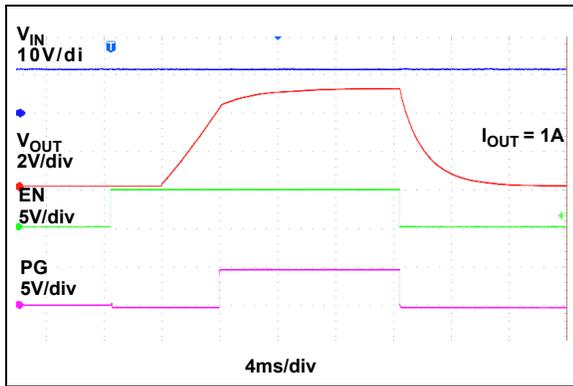


그림 2-31: 활성화 설정 및 해제. $I_{OUT} = 1A$

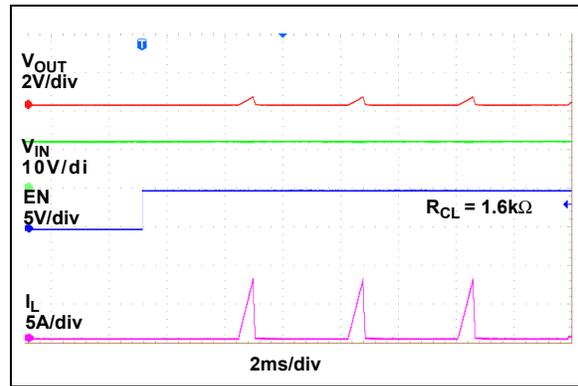


그림 2-34: 단락으로 활성화. $R_{CL} = 1.6k\Omega$

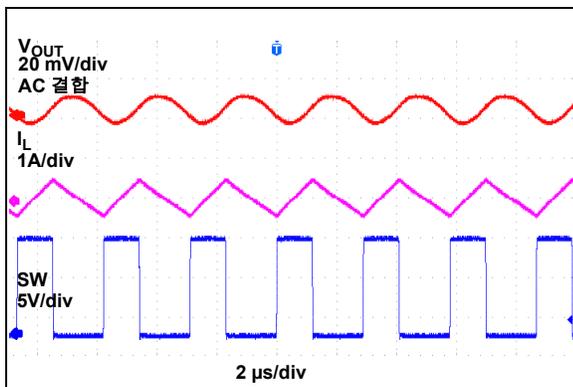


그림 2-32: 전환 파형($I_{OUT} = 0A$).

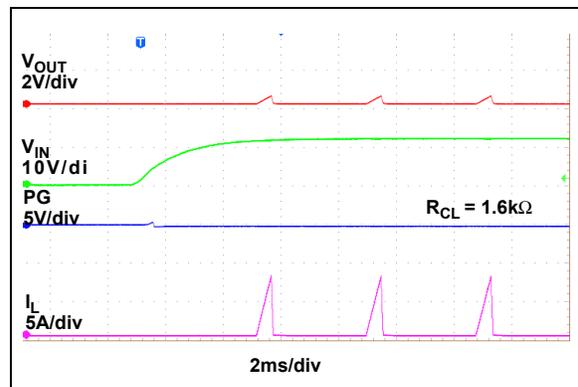


그림 2-35: 단락으로 전원 켜기. $R_{CL} = 1.6k\Omega$

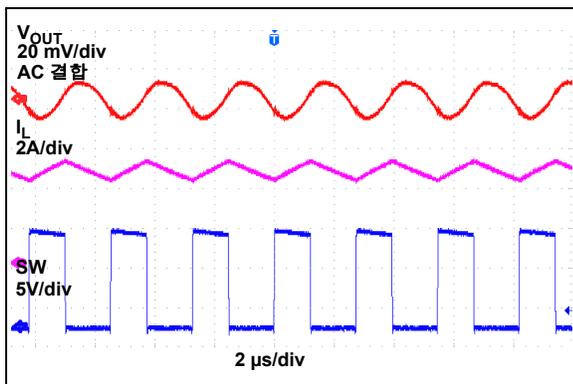


그림 2-33: 전환 파형($I_{OUT} = 5A$).

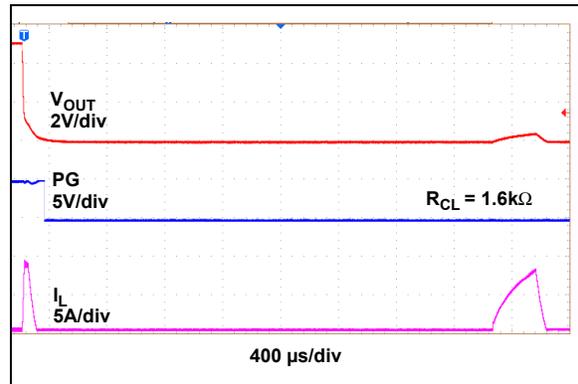


그림 2-36: 단락 시작 시 동작. $R_{CL} = 1.6k\Omega$

참고: 다르게 명시되지 않는 한, $V_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 5V$, $I_{OUT} = 0A$, $f_{SW} = 300kHz$, $R_{CL} = 1.42k\Omega$, $L = 8.2 \mu H$ 입니다.

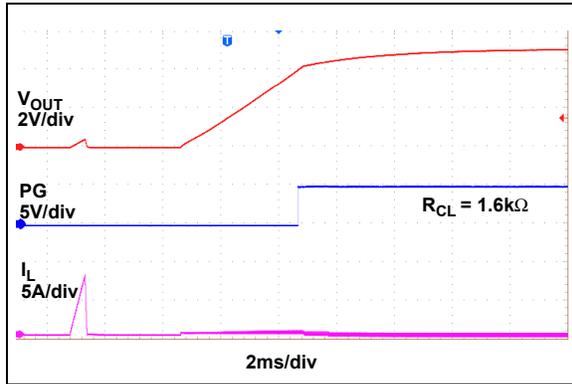


그림 2-37: 단락에서 복구.

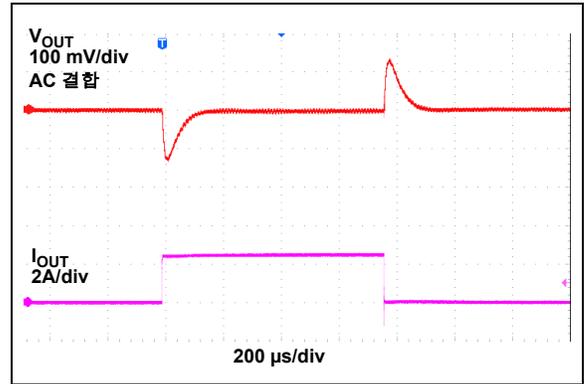


그림 2-40: 과도 부하 응답 (0 ~ 2.5A).

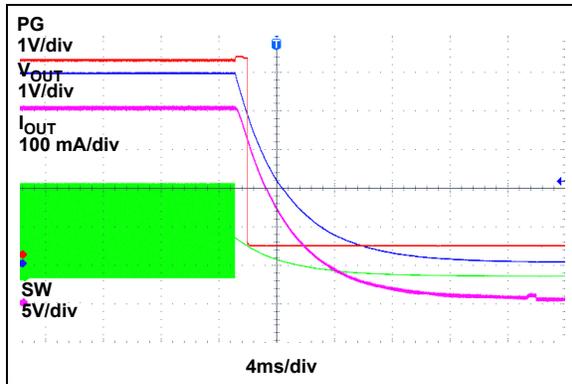


그림 2-38: 과열 시 차단 기능 시 동작.

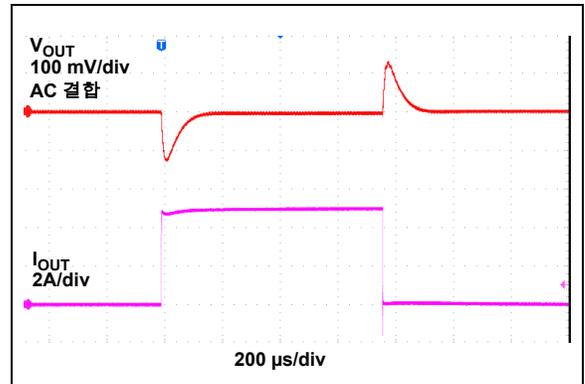


그림 2-41: 과도 부하 응답 (0 ~ 5A).

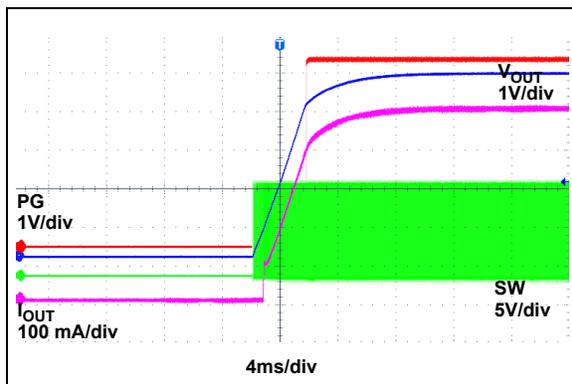


그림 2-39: 과열 시 차단 기능에서 복구.

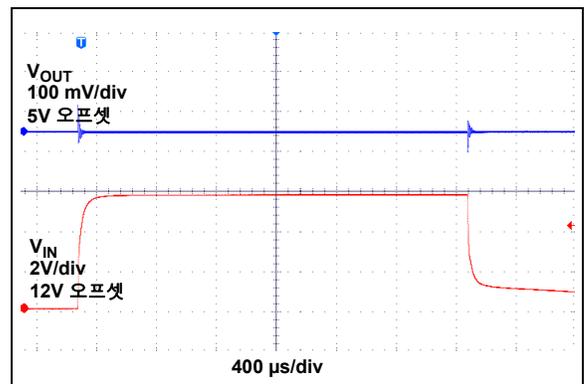


그림 2-42: 과도 라인 응답(12V ~ 18V).

MIC28514

참고: 다르게 명시되지 않는 한, $V_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 5V$, $I_{OUT} = 0A$, $f_{SW} = 300kHz$, $R_{CL} = 1.42k\Omega$, $L = 8.2 \mu H$ 입니다.

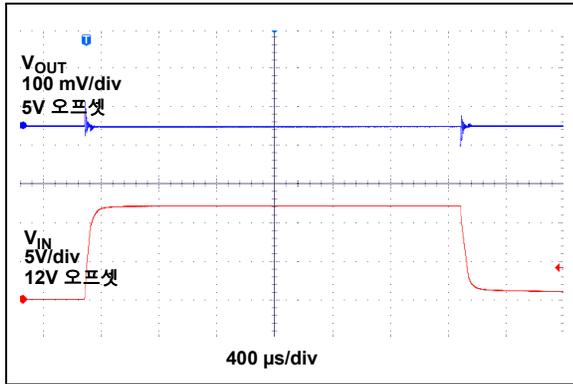


그림 2-43: 과도 라인 응답(12V ~ 24V).

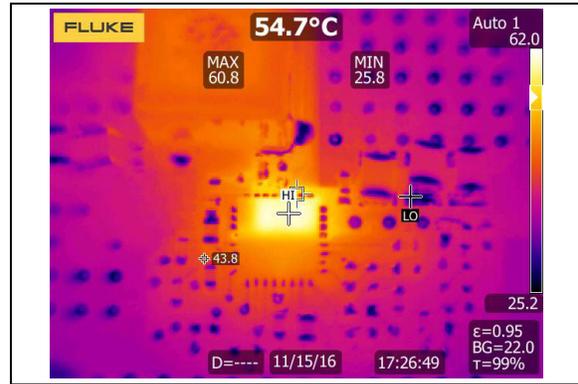


그림 2-45: 열 그림($I_{OUT} = 5A$).

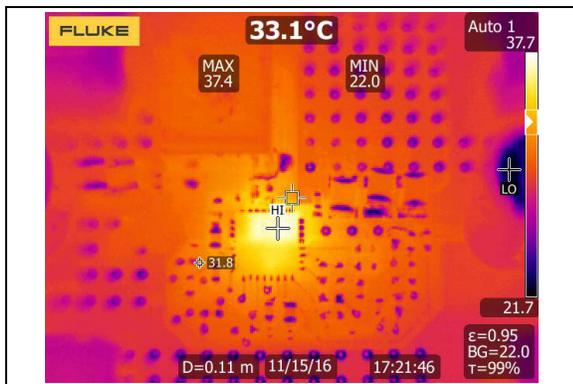


그림 2-44: 열 그림($I_{OUT} = 2.5A$).

3.0 핀 설명

표 3-1에 핀에 대한 설명이 나와 있습니다.

표 3-1: 핀 기능 표

핀 번호	기호	설명
1	I _{LIM}	전류 제한 조정 입력. I _{LIM} 에서 SW 노드로 저항기를 연결하여 전류 제한을 세트합니다. 자세한 내용은 Section 4.3 “전류 제한” 을 참조하십시오.
2, 16, 17, 18, 19, 22, 29	PGND	전원 접지. PGND는 MIC28514 벽 변환기 전원 상태의 접지 경로입니다. PGND 핀은 저측 N 채널 내부 MOSFET, 입력 콘덴서의 음의 단자 및 출력 콘덴서의 음의 단자의 소스에 연결됩니다. 전원 접지의 루프는 최대한 작아야 하며 아날로그 접지(AGND) 루프와 분리되어야 합니다.
3, 12, 13, 14, 15, 20	SW	스위치 노드(출력). 고측 MOSFET 소스 및 저측 MOSFET 드레인에 대한 내부 연결입니다. 유도자의 한쪽 단자를 SW 노드에 연결합니다.
4	BST	부스트 핀(출력). 고측 N 채널 내부 MOSFET 드라이버로 전압이 부스트스트랩됩니다. 내부 다이오드가 PV _{DD} 핀과 BST 핀 사이에 연결되어 있습니다. 0.1µF의 부스트 콘덴서가 BST 핀과 SW 핀 사이에 연결되어 있습니다.
5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	PV _{IN}	고측 내부 N 채널 MOSFET 드레인 연결(입력). PV _{IN} 작동 전압 범위는 4.5V ~ 75V입니다. PV _{IN} 핀과 전원 접지(PGND) 사이에 입력 콘덴서가 필요하며 연결을 최대한 짧게 유지해야 합니다.
21	PV _{DD}	MOSFET 드라이버용 공급입니다. 2Ω 직렬 저항기를 통해 V _{DD} 에 연결합니다. PV _{DD} 에서 PGND로 최소 4.7µF F의 저 ESR 세라믹 콘덴서를 연결합니다.
23	EXTVDD	보조 LDO 입력. 4.7V(일반) 이상의 공급 장치에 연결하여 내부 고전압 LDO를 바이패스하거나 접지 또는 접지 해제된 상태로 둡니다. EXTVDD가 외부 공급 장치에 연결되면 EXTVDD와 PGND 사이에 2.2 µF 저 ESR 세라믹 콘덴서를 연결합니다.
24	EN	활성화(입력). 출력의 논리 수준 컨트롤입니다. EN 핀은 CMOS와 호환됩니다. 논리 고 = 활성화, 논리 저 = 종료. OFF 상태에서는 디바이스의 V _{DD} 소비 전류가 감소합니다. V _{DD} 공급 이상으로 EN 핀을 풀하지 마십시오.
25	FREQ	주파수 프로그래밍 입력. V _{IN} 에 연결하여 전환 주파수를 800kHz로 세트합니다. PV _{IN} 와 AGND 사이의 저항 분배기 중점에 연결하여 전환 주파수를 세트합니다. Section 5.1 “전환 주파수 세팅” 을 참조하십시오.
26	SS	소프트 시작 조정 핀. SS 핀과 AGND 사이에 콘덴서를 연결하여 소프트 시작 시간을 조정합니다. 자세한 내용은 Section 5.0 “사용 정보” 를 참조하십시오.
27	FB	피드백(입력). 컨트롤 루프의 트랜스컨덕턴스 증폭기에 대한 입력입니다. FB 핀은 0.6V로 조정됩니다. 출력에 피드백을 연결하는 저항 분배기는 원하는 출력 전압을 조정하는 데 사용됩니다.
28	AGND	아날로그 접지 MIC28514 내의 모든 컨트롤 논리 회로에 대한 기준 노드입니다. AGND를 PGND의 한 지점에 연결합니다. 자세한 내용은 Section 6.0 “PCB 레이아웃 지침” 을 참조하십시오.
30	V _{DD}	V _{DD} 바이어스(입력). MIC28514의 내부 기준 및 컨트롤 섹션에 대한 전원. V _{DD} 작동 전압 범위는 4.5V ~ 5.5V입니다. V _{DD} 핀에서 PGND 핀으로의 2.2 µF 세라믹 콘덴서는 IC 옆에 배치해야 합니다.
31	SV _{IN}	MIC28514의 내부 기준 및 컨트롤 섹션에 전원을 공급하는 내부 조절기에 대한 입력 전압. 2Ω 저항기를 통해 PV _{IN} 에 연결합니다. 이 핀과 AGND 사이에 1 µF 콘덴서를 연결합니다.
32	PG	오픈 드레인 전원 양호 출력. 출력 전압이 목표 전압의 90% 미만일 경우 PG가 접지로 풀립니다. V _{DD} 로 10kΩ 저항기를 통해 풀업하여 출력 전압이 목표 전압의 90% 미만일 경우 논리 고 수준을 세트합니다.

MIC28514

NOTES:

4.0 기능 설명

MIC28514는 적응형 온 타임 동기식 강압 DC/DC 조절기로서, 4.5V ~ 75V의 폭넓은 입력 전압 범위에서 작동하도록 설계되었으며 5A에 달하는 출력 전류의 조정 출력 전압을 제공합니다. 전환 주파수를 일정하게 유지하고 컨트를 보정을 간소화하기 위해 적응형 온 타임 컨트를 체계가 사용됩니다. 전류 제한을 세트하는 외부 감지 저항기 사용으로 과전류 방지를 구현합니다. 출력 전압 상승 시간을 컨트를 제어 시작 시 전원 공급 입력 서지 전류를 줄이는 프로그래밍 가능한 소프트 시작 기능이 디바이스에 포함되어 있습니다.

4.1 작동 원리

MIC28514 기능 블록 다이어그램이 2페이지에 나와 있습니다. 출력 전압이 전압 분배기인 R1과 R2를 통해 MIC28514 피드백 핀인 FB에 의해 감지되며 주 비교기에서 0.6V 기준 전압(VREF)과 로우 게인 트랜스컨덕턴스(gm) 증폭기를 통해 비교됩니다. 피드백 전압이 줄고 gm 증폭기의 출력이 0.6V보다 작으면 주 비교기가 컨트를 논리를 트리거하고 온 타임 기간을 생성합니다. 온 타임 기간은 Equation 4-1의 고정된 tON 추정량 회로 값에 의해 미리 결정됩니다.

EQUATION 4-1:

$$t_{ON(ESTIMATED)} = \frac{V_{OUT}}{V_{IN} \times f_{SW}}$$

여기에서
 V_{OUT} = 출력 전압
 V_{IN} = 전원 상태 입력 전압
 f_{SW} = 전환 주파수

온 타임 기간이 끝나면 내부 고속 드라이버가 고속 MOSFET를 끄고, 저속 드라이버가 저속 MOSFET를 켭니다. 오프 타임 기간 길이는 대부분의 경우 피드백 전압에 따라 다릅니다. 피드백 전압이 줄고 gm 증폭기의 출력 0.6V 미만이면 온 타임 기간이 트리거되고 오프 타임 기간이 끝납니다. 피드백 전압에 의해 결정되는 오프 타임 기간이 최소 오프 타임인 tOFF(MIN)(약 240ns)보다 작으면 MIC28514 컨트를 논리가 tOFF(MIN)을 대신 적용합니다. 최소 tOFF(MIN) 기간은 부스트 콘덴서(CBST)에 고속 MOSFET를 구동하기에 충분한 에너지를 유지하는 데 필요합니다.

240ns tOFF(MIN)에서 최대 듀티 사이클을 구합니다.

EQUATION 4-2:

$$D_{MAX} = \frac{t_S - t_{OFF(MIN)}}{t_S} = 1 - \frac{240ns}{t_S}$$

여기에서
 $t_S = 1/f_{SW}$

안정 상태로 작동 시 오프 타임을 tOFF(MIN)에 가깝게 세트하고 MIC28514를 사용하는 것은 좋지 않습니다.

실제 온 타임과 결과 전환 주파수는 내부 MOSFET의 상승 및 하강 시간의 파트별 변형, 출력 부하 전류 및 VDD 전압의 변형에 따라 다릅니다. 또한 최소 tON 사용 시 V_IN에서 V_OUT로 전환 주파수가 느려집니다(예: 75V에서 1.0V로).

안정 상태로 작동 시 MIC28514 컨트 루프 타이밍이 그림 4-1에 나와 있습니다. 안정 상태로 작동 시 gm 증폭기가 피드백 전압 리플을 감지합니다. 피드백 리플은 출력 전압 리플과 유도자 전류 리플에 비례하여 온 타임 기간을 트리거합니다. 온 타임은 tON 추정량에 의해 미리 결정됩니다. 오프 타임 종료는 피드백 전압에 의해 컨트를 뚫니다. V_FB가 V_REF 아래로 떨어지면 발생하는 피드백 전압 리플 밸리에서 오프 기간이 끝나고 컨트 논리 회로를 통해 다음 온 타임 기간이 트리거됩니다.

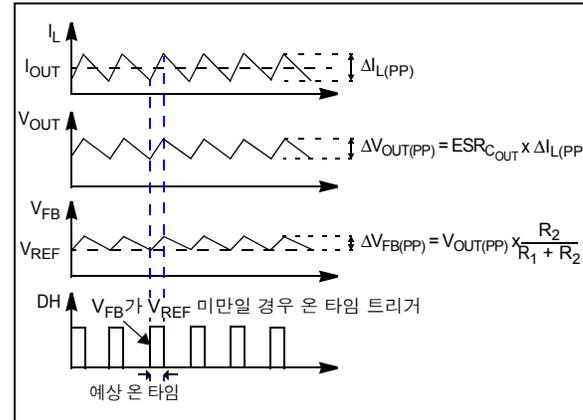


그림 4-1: MIC28514 컨트 루프 타이밍.

MIC28514

그림 4-2에는 과도 부하 중 MIC28514 작동이 나와 있습니다. 급격한 부하 증가로 인해 출력 전압이 떨어지고 V_{FB} 가 V_{REF} 보다 작아집니다. 이로 인해 오류 비교기가 온 타임 기간을 트리거하게 됩니다. 온 타임 기간이 끝나도 피드백 전압이 V_{REF} 미만이기 때문에 C_{BST} 충전에 의해 최소 오프 타임이 생성됩니다. 그런 다음 저 피드백 전압으로 인해 다음 온 타임 기간이 트리거됩니다. 따라서 과도 부하 중 전환 주파수가 바뀌지만 새로운 부하 출력 수준으로 출력이 안정화되면 정격 고정 주파수로 돌아갑니다. 듀티 사이클과 전환 주파수가 다양할 경우 출력 복구 시간은 빠르며 출력 전압 편이는 MIC28514 변환기에 서 작습니다.

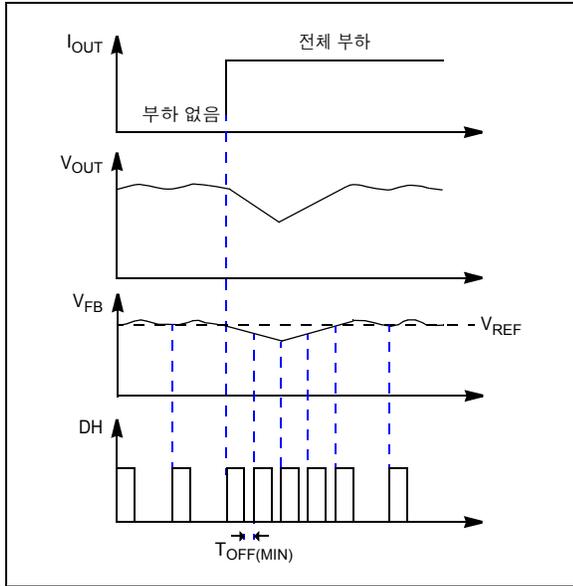


그림 4-2: MIC28514 과도 부하 응답.

진정한 전류-모드 컨트롤과 달리 MIC28514는 출력 전압 리플을 사용하여 온 타임 기간을 트리거합니다. 출력 콘덴서의 ESR이 충분히 클 경우 출력 전압 리플은 유도자 전류 리플에 비해합니다.

안정성 요구 사항을 충족하려면 MIC28514 피드백 전압 리플이 유도자 전류 리플과 같은 위상에 있어야 하며 g_m 증폭기에서 감지할 만큼 커야 합니다. 권장되는 피드백 전압 리플은 20mV ~ 100mV입니다. 저 ESR 출력 콘덴서가 선택되면 피드백 전압 리플이 너무 작아 g_m 증폭기와 오류 비교기에서 감지하지 못할 수 있습니다. 또한 출력 콘덴서의 ESR이 매우 낮을 경우 출력 전압 리플과 피드백 전압 리플이 반드시 유도자 전류 리플과 같은 위상에 있지는 않습니다. 이러한 사용 예의 경우 올바른 작동을 위해 리플 주입이 필요합니다. 리플 주입 기술에 대한 자세한 내용은 Section 5.0 “사용 정보”의 Section 5.8 “리플 주입”을 참조하십시오.

4.2 소프트 시작

소프트 시작은 출력 전압 상승 시간을 컨트롤하여 시작 시 전원 공급 입력 서지 전류를 줄입니다. 입력 서지는 출력 콘덴서 충전 중 나타납니다. 출력 상승 시간이 느릴수록 입력 서지 전류가 줄어듭니다.

MIC28514에는 조정형 소프트 시작 시간이 있습니다. SS 핀에서 AGND로 연결된 콘덴서의 값을 조정하여 소프트 시작 시간을 조정할 수 있습니다. 5ms에서 100ms 까지 소프트 시작 시간을 조정할 수 있습니다. MIC28514는 SS 핀의 1.4μA 전류를 강제로 적용합니다. 이 일정 전류가 SS 핀에서 AGND로 연결되는 콘덴서를 통해 흘러 소프트 시작 시간을 조정합니다.

4.3 전류 제한

MIC28514는 저측 MOSFET $R_{DS(ON)}$ 을 사용하여 유도자 전류를 감지합니다. MIC28514 변환기의 각 전환 주파수에서 저측 MOSFET가 켜지는 전환 주파수의 오프 기간 중 저측 MOSFET에서 전압을 모니터링하여 유도자 전류를 감지합니다. 135μA의 내부 전류원이 외부 전류 제한 세팅 저항인 R_{CL} 에서 전압을 생성합니다.

I_{LIM} 핀 전압(V_{ILIM})은 저측 MOSFET 전체 전압과 저항 (V_{CL}) 전체 전압의 차이입니다. 감지된 전압인 V_{ILIM} 은 150ns의 소거 시간 후 전원 접지(PGND)와 비교됩니다.

저측 MOSFET 전체 전압강하의 절대 값이 전류 세팅 저항(V_{CL}) 전체 전압의 절대 값보다 클 경우 MIC28514가 전류 제한 이벤트를 트리거합니다. 8개의 전류 제한 이벤트가 연속되면 히킵 모드가 트리거됩니다. 컨트롤러가 히킵 모드로 전환되면 4ms(일반)의 히킵 타임아웃 후 소프트 시작 시퀀스가 시작됩니다. 히킵 타임아웃 중 고측 및 저측 MOSFET가 모두 꺼집니다. 소프트 시작을 포함하는 히킵 시퀀스가 전환 FET에 대한 스트레스를 줄이고 부하와 공급의 심각한 부족 현상을 방지합니다.

MOSFET $R_{DS(ON)}$ 은 온도에 따라 30%에서 40%까지 다양하므로 MOSFET 접합부 온도 상승 증가로 인한 잘못된 전류 제한을 피하려면 위의 수식에서 R_{CL} 을 계산하는 동안 $R_{DS(ON)}$ 변형을 고려하는 것이 좋습니다.

전류 제한 변형을 개선하기 위해 MIC28514는 저측 MOSFET의 $R_{DS(ON)}$ 변형 보상을 위해 MIC28514 접합부 온도가 바뀔 때 내부 전류 제한 소스 전류(I_{CL})를 0.3 μA/°C의 속도로 조정합니다. 그림 2-23에 전류 제한의 온도 변형이 나와 있습니다($R_{CL} = 1.5k\Omega$).

I_{LIM} 핀에서 PGND로 작은 콘덴서(C_{CL})를 연결하여 오프 기간 중 스위치 노드 신호 울림을 필터링하고 전류 감지를 개선할 수 있습니다. R_{CL} 과 C_{CL} 의 시간 상수는 최소 오프 타임보다 작아야 합니다.

4.4 음의 전류 제한

저측 MOSFET가 켜져 있으면 SW 전압을 감지하여 MIC28514가 음의 전류 제한을 구현합니다. SW 노드 전압이 48mV(일반) 또는 2A에 해당하는 수치를 초과하면 디바이스가 저측 MOSFET를 500ns 동안 끕니다.

4.5 내부 MOSFET 게이트 드라이브

PV_{DD}에서 BST로의 내부 다이오드와 SW 핀에서 BST 핀(C_{BST})으로 연결되는 외부 콘덴서로 구성된 부트스트랩 회로가 기능 블록 다이어그램에 나와 있습니다. 이 회로는 고측 드라이버 회로에 에너지를 공급합니다. 저측 MOSFET가 켜져 있는 동안 콘덴서인 C_{BST}가 충전되며 SW 핀의 전압은 약 0V입니다. C_{BST}의 에너지는 고측 MOSFET를 켜는 데 사용됩니다. 고측 MOSFET가 켜질 때 SW 핀의 전압이 약 V_{IN}으로 증가합니다. 내부 다이오드가 역 바이어스되며 C_{BST}가 고측 MOSFET를 계속 켜진 상태로 유지하면서 "높음"으로 부동합니다. 고측 드라이버의 바이어스 전류는 10mA보다 작으므로 0.1μF ~ 1μF는 파워 스트로크(고측 전환) 주기(예 : ΔBST = 10mA x 4μs / 0.1 μF = 400mV) 동안 최소 드롭(droop)으로 게이트 전압을 유지하기에 충분합니다. 저측 MOSFET가 다시 켜지면 C_{BST}가 D1을 통해 재충전됩니다. C_{BST}와 직렬로 연결되는 작은 저항기를 사용하여 고측 N 채널 MOSFET의 켜짐 시간을 늦출 수 있습니다.

드라이브 전압은 PV_{DD} 공급 전압에서 발생합니다. 정격 저측 게이트 드라이브 전압은 PV_{DD}이며 정격 고측 게이트 드라이브 전압은 약 PV_{DD} - V_{DIODE}입니다. 여기에서 V_{DIODE}는 내부 다이오드 전체의 전압 강하입니다. 고측 및 저측 드라이버 전환 사이의 약 30ns 지연은 전류가 두 MOSFET를 통해 방해 받지 않고 동시에 흐르지 못하도록 사용됩니다.

4.6 보조 부트스트랩 LDO(EXTVDD)

MIC28514에는 변환기 출력 전압으로부터 MIC28514 내부 회로 바이어스 전압과 게이트 드라이버를 공급하여 시스템 효율을 향상하는 보조 부트스트랩 LDO가 있습니다. 이 LDO는 EXTVDD 핀의 전압이 4.6V(일반)보다 크면 활성화되고, 동시에 전원 소비량 감소를 위해 V_{IN}에서 작동하는 주 LDO가 비활성화됩니다.

MIC28514

NOTES:

5.0 사용 정보

5.1 전환 주파수 세팅

MIC28514는 적응형 온 타임 컨트롤 아키텍처를 갖춘 조정형 주파수, 동기식 벅 조절기입니다. R_3 및 R_4 로 구성된 저항 분배기 네트워크를 변경하여 전환 주파수를 270kHz에서 800kHz 사이에서 조정할 수 있습니다.

Equation 5-1로 예상 전환 주파수를 구합니다.

EQUATION 5-1:

$$f_{SW(ADJ)} = f_O \times \frac{R_3}{R_3 + R_4}$$

여기에서
 $f_O = R_4$ 가 100k Ω 이고 R_3 이 미결 상태일 때 전환 주파수입니다. f_O 는 보통 800kHz입니다.

5.2 소프트 시작 시간 세팅

SS에서 AGND로 콘덴서를 연결하여 출력 소프트 시작 시간을 세팅할 수 있습니다.

Equation 5-2를 사용하여 콘덴서 값을 계산할 수 있습니다.

EQUATION 5-2:

$$C_{SS} = \frac{I_{SS} \times t_{SS}}{V_{REF}}$$

여기에서
 C_{SS} = SS 핀에서 AGND로 콘덴서 연결
 I_{SS} = 내부 소프트 시작 전류(1.4 μ A, 일반)
 t_{SS} = 출력 소프트 시작 시간
 V_{REF} = 0.6V

5.3 출력 전압 세팅

그림 5-1과 같이 출력 전압을 세팅하기 위해 2개의 저항기가 MIC28514에 필요합니다.

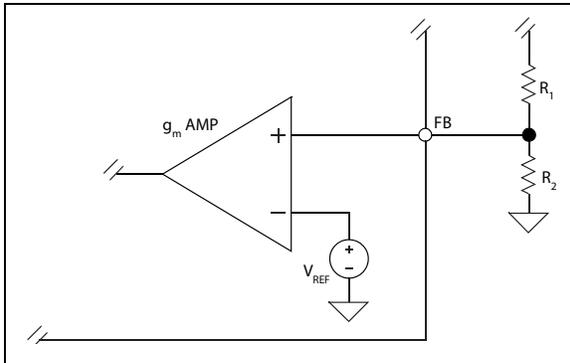


그림 5-1: 전압 분배기 구성.

출력 전압은 Equation 5-3으로 결정됩니다.

EQUATION 5-3:

$$V_O = V_{FB} \times \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)$$

여기에서
 $V_{FB} = 0.6V$

R_1 의 일반 값은 3k Ω 에서 10k Ω 사이입니다. R_1 이 너무 크면 전압 피드백 루프에 노이즈가 발생할 수 있습니다. R_1 이 너무 작으면 특히 가벼운 부하에서 전원 공급 장치의 효율이 떨어집니다. R_1 이 선택되면 Equation 5-4를 사용하여 R_2 를 계산할 수 있습니다.

EQUATION 5-4:

$$R_2 = \frac{V_{FB} \times R_1}{V_{OUT} - V_{FB}}$$

5.4 전류 제한 세팅

Section 1.0 “전기적 특성”의 표 1-1에 지정된 것과 같이 $R_{CL} = 1.42k\Omega$ 조건에서 전류 제한 정확도를 높이기 위해 공장에서 소스 전류 제한(I_{CL})이 트리밍됩니다. Equation 5-5로 R_{CL} 값을 변경하여 다른 전류 제한을 조정할 수 있습니다.

EQUATION 5-5:

$$R_{CL} = \frac{\left(I_{LIM} + \frac{\Delta I_{L(PP)}}{2}\right) \times R_{DS(ON)}}{I_{CL}}$$

여기에서
 I_{LIM} = 부하 전류 제한
 $R_{DS(ON)}$ = 저측 MOSFET의 온 저항 (25m Ω , 일반)
 $\Delta I_{L(PP)}$ = 유도자 리플 전류
 I_{CL} = 전류 제한 소스 전류(135 μ A, 일반)

5.5 유도자 선택

유도자를 선택하려면 인덕턴스, 피크 및 RMS 전류 값이 필요합니다. 입력 전압, 출력 전압, 전환 주파수 및 인덕턴스 값에 따라 피크 대 피크 유도자 리플 전류가 결정됩니다. 일반적으로 입력 전압이 높으면 사용되는 인덕턴스 값도 높습니다. 피크 대 피크 리플 전류가 클수록 유도자와 MOSFET의 전력 손실이 늘어납니다. 또한 출력 리플 전류가 클수록 더 큰 리플 전류를 다듬기 위해 더 많은 출력 정전 용량이 필요합니다. 피크 대 피크 리플 전류가 작을수록 더 큰 인덕턴스 값과 더 크고 비싼 유도자가 필요합니다. 크기, 손실 및 비용 간의 적절한 절충안은 최대 출력 전류의 20%로 유도자 리플 전류를 세트하는 것입니다. 인덕턴스 값은 Equation 5-6으로 계산됩니다.

EQUATION 5-6:

$$L = \frac{V_{OUT} \times (V_{IN(MAX)} - V_{OUT})}{V_{IN(MAX)} \times f_{SW} \times 20\% \times I_{OUT(MAX)}}$$

여기에서

- f_{SW} = 전환 주파수
- 20% = DC 출력 전류에 대한 AC 리플 전류 비율
- $V_{IN(MAX)}$ = 최대 전원 상태 입력 전압

선택된 유도자에 대해 피크 대 피크 유도자 전류 리플은 다음과 같습니다.

EQUATION 5-7:

$$\Delta I_{L(PP)} = \frac{V_{OUT} \times (V_{IN} - V_{OUT})}{V_{IN} \times f_{SW} \times L}$$

피크 유도자 전류는 평균 출력 전류에 피크 대 피크 유도자 전류 리플의 1/2를 더한 것과 같습니다.

EQUATION 5-8:

$$I_{L(PK)} = I_{OUT} + 0.5 \times \Delta I_{L(PP)}$$

RMS 유도자 전류는 유도자의 I^2R 손실을 계산하는 데 사용됩니다.

EQUATION 5-9:

$$I_{L(RMS)} = \sqrt{I_{OUT}^2 + \frac{\Delta I_{L(PP)}^2}{12}}$$

효율을 극대화하려면 권선 저항을 최소화하면서 적절한 주 재료를 선택해야 합니다. MIC28514의 고주파 작업에는 비용이 매우 중요한 경우 이외에는 모두 페라이트 재료를 사용해야 합니다. 보다 저렴한 쇳가루 코어를 사용할 수 있지만 코어 손실이 증가하면 전원 공급의 효율이 떨어집니다. 이는 저 출력 전원에서 특히 두드러집니다. 권선 저항은 상위 출력 전류 수준의 효율을 떨어뜨립니다. 보통 큰 유도자를 사용할 때 발생하는 권선 저항을 최소화해야 합니다. 유도자에서 소실되는 전력은 코어와 구리 손실의 합과 같습니다. 출력 부하가 크면 코어 손실이 보통 미미하므로 무시할 수 있습니다. 출력 전류가 적으면 코어 손실이 클 수 있습니다. 보통 자기 공급업체에서 코어 손실 정보를 제공합니다. 유도자의 구리 손실은 Equation 5-10으로 계산됩니다.

EQUATION 5-10:

$$P_{INDUCTOR(CU)} = I_{L(RMS)}^2 \times R_{WINDING}$$

구리선의 저항인 $R_{WINDING}$ 은 온도와 함께 증가합니다. 사용하는 권선 저항 값이 작동 온도여야 합니다.

EQUATION 5-11:

$$R_{WINDING(HT)} = R_{WINDING(20C)} \times (1 + 0.004 \times (T_H - T_{20C}))$$

여기에서

- T_H = 부하시 전선 온도
- T_{20C} = 주변 온도
- $R_{WINDING(20C)}$ = 방 온도 권선 저항(보통 제조업체에서 지정)

5.6 출력 콘덴서 선택

출력 콘덴서의 유형은 보통 해당 ESR(동등 직렬 저항)에 의해 결정됩니다. 출력 콘덴서 선택 시 중요한 두 가지 요인으로 전압 및 RMS 전류 기능도 고려해야 합니다. 권장되는 콘덴서 유형은 세라믹, 저 ESR 알루미늄 전해질, OS-CON 및 POSCAP입니다. 보통 출력 콘덴서의 ESR이 출력 리플의 주 원인입니다. 안정성 면에서 출력 콘덴서 ESR은 컨트롤 루프에도 영향을 줍니다. ESR의 최대 값은 Equation 5-12를 사용하여 계산합니다.

EQUATION 5-12:

$$ESR_{C_{OUT}} \leq \frac{\Delta V_{OUT(PP)}}{\Delta I_{L(PP)}}$$

여기에서

- $\Delta V_{OUT(PP)}$ = 피크 대 피크 출력 전압 리플
- $\Delta I_{L(PP)}$ = 피크 대 피크 유도자 전류 리플

총 출력 리플은 ESR과 출력 정전 용량의 조합입니다. 총 리플은 Equation 5-13으로 계산됩니다.

EQUATION 5-13:

$$\Delta V_{OUT(PP)} = \sqrt{\left(\frac{\Delta I_{L(PP)}}{C_{OUT} \times f_{SW} \times \delta}\right)^2 + (\Delta I_{L(PP)} \times ESR_{C_{OUT}})^2}$$

여기에서

C_{OUT} = 출력 정전 용량 값

f_{SW} = 전환 주파수

Section 4.0 “기능 설명”의 하위 섹션인 **Section 4.1 “작동 원리”**에 설명된 대로 MIC28514에서 g_m 증폭기와 오류 비교기가 제대로 작동하려면 FB 핀의 피크 대 피크 리플이 20mV 이상이어야 합니다. 또한 출력 전압 리플이 유도자 전류와 같은 위상에 있어야 합니다. 따라서 출력 콘덴서의 값에 의한 출력 전압 리플은 출력 콘덴서 ESR에 의한 리플보다 훨씬 더 작아야 합니다. 세라믹 콘덴서와 같은 저 ESR 콘덴서를 출력 콘덴서로 선택할 경우 충분한 피드백 전압 리플을 제공하려면 리플 주입 방법을 적용해야 합니다. 자세한 내용은 **Section 5.8 “리플 주입”**을 참조하십시오.

알루미늄 전해질 또는 OS-CON의 경우 콘덴서의 전압 정격이 20% 더 커야 합니다. 출력 콘덴서 RMS 전류는 **Equation 5-14**로 계산됩니다.

EQUATION 5-14:

$$I_{C_{OUT}(RMS)} = \frac{\Delta I_{L(PP)}}{\sqrt{12}}$$

출력 콘덴서에서 소실되는 전력은 다음과 같습니다.

EQUATION 5-15:

$$P_{DISS(COUT)} = I_{C_{OUT}(RMS)}^2 \times ESR_{C_{OUT}}$$

5.7 입력 콘덴서 선택

리플 전류 정격과 전압 정격의 경우 전원 상태 입력에 대한 입력 콘덴서인 V_{IN} 을 선택해야 합니다. 입력 공급을 켜고 높은 돌입 전류로 인해 탄탈럼 입력 콘덴서에 장애가 발생할 수 있습니다. 안정성을 극대화하려면 탄탈럼 입력 콘덴서의 전압 정격이 최대 입력 전압의 2배 이상이어야 합니다. 알루미늄 전해질, OS-CON 및 다층 폴리머 필름 콘덴서는 전압 경감 없이 높은 돌입 전류를 처리할 수 있습니다. 입력 전압 리플은 주로 입력 콘덴서의 ESR에 따라 다릅니다. 피크 입력 전류는 피크 유도자 전류와 동일합니다.

EQUATION 5-16:

$$\Delta V_{IN} = I_{L(PK)} \times C_{ESR}$$

입력 전류 리플에 대한 입력 콘덴서가 정격이어야 합니다. 입력 콘덴서 전류의 RMS 값은 최대 출력 전류에서 결정됩니다. 피크 대 피크 유도자 전류 리플이 "낮음"일 경우

EQUATION 5-17:

$$I_{CIN(RMS)} \approx I_{OUT(MAX)} \times \sqrt{D \times (1-D)}$$

입력 콘덴서에서 소실되는 전력은 다음과 같습니다.

EQUATION 5-18:

$$P_{DISS(CIN)} = I_{CIN(RMS)}^2 \times C_{ESR}$$

MIC28514

5.8 리플 주입

MIC28514 g_m 증폭기와 비교기가 제대로 작동하려면 V_{FB} 리플이 20mV ~ 100mV여야 합니다. 그러나 출력 전압 리플은 보통 출력 전압의 1% ~ 2%로 설계됩니다. 1V와 같은 저 출력 전압의 경우 출력 전압 리플은 겨우 10mV ~ 20mV이며 피드백 전압 리플은 20mV보다 작습니다. 피드백 전압 리플이 너무 작아 g_m 증폭기와 비교기가 이를 감지하지 못하는 경우 MIC28514가 컨트롤을 잃고 출력 전압이 조정되지 않습니다. 충분한 V_{FB} 리플을 확보하려면 저 출력 전압 리플 사용에 대해 리플 주입 방법을 적용해야 합니다.

피드백 전압 리플 양에 따라 다음과 같은 세 가지 경우로 나뉩니다.

1. 출력 콘덴서의 큰 ESR로 인해 피드백 전압에 리플 충분(그림 5-2). 변환기는 리플 주입 없이 안정적입니다.

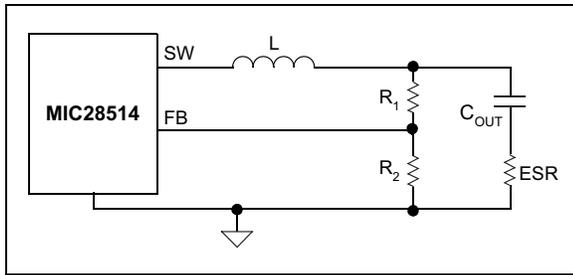


그림 5-2: FB에 리플 충분.

피드백 전압 리플은 다음과 같습니다.

EQUATION 5-19:

$$\Delta V_{FB(PP)} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times ESR_{C_{OUT}} \times \Delta I_{L(PP)}$$

여기에서

$$\Delta I_{L(PP)} = \text{유도자의 피크 대 피크 값 전류 리플}$$

2. 출력 콘덴서의 작은 ESR로 인해 피드백 전압에 리플 부족.

이 경우 그림 5-3과 같이 피드 전달 콘덴서인 C_{ff} 를 통해 출력 전압 리플이 FB 핀에 공급됩니다. 일반 C_{ff} 값은 1nF ~ 22nF입니다.

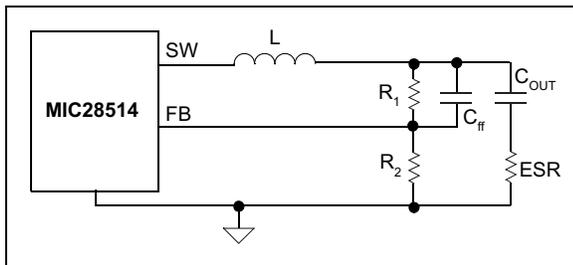


그림 5-3: FB에 리플 부족.

피드 전달 콘덴서 사용 시 피드백 전압 리플이 출력 전압 리플에 매우 가깝습니다.

EQUATION 5-20:

$$\Delta V_{FB(PP)} \gg ESR_{C_{OUT}} \Delta I_{L(PP)}$$

3. 출력 콘덴서의 매우 낮은 ESR로 인해 FB 핀 전압에 리플 거의 없음.

이 경우 출력 전압 리플이 20mV보다 작습니다. 따라서 그림 5-4와 같이 저항기인 R_{INJ} 와 콘덴서인 C_{INJ} 를 통해 전환 노드에서 FB 핀으로 추가 리플이 주입됩니다.

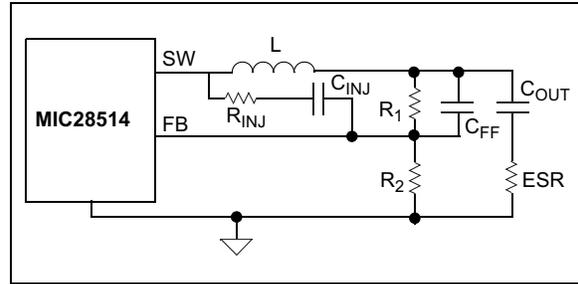


그림 5-4: FB에 리플 보이지 않음.

주입된 리플은 다음과 같습니다.

EQUATION 5-21:

$$\Delta V_{FB(PP)} = V_{IN} \times K_{DIV} \times D \times (1-D) \times \frac{I}{f_{SW} \times \tau}$$

여기에서

V_{IN} = 전원 상태 입력 전압

D = 듀티 사이클

f_{SW} = 전환 주파수

τ = $(R_1 // R_2 // R_{INJ}) \times C_{ff}$

EQUATION 5-22:

$$K_{DIV} = \frac{R1 // R2}{R_{INJ} + R1 // R2}$$

Equation 5-21 및 Equation 5-22에서 C_{ff} 와 관련된 시간 상수가 전환 기간보다 커야 합니다.

EQUATION 5-23:

$$\frac{I}{f_{SW} \times \tau} = \frac{T}{\tau} \ll 1$$

전압 분배기 저항기인 R1과 R2가 kΩ 범위에 있는 경우 1nF ~ 22nF의 C_{ff}가 큰 시간 상수 요구 사항을 쉽게 충족할 수 있습니다. 또한 광범위한 주파수에 대해 단락으로 간주되기 위해 100nF 주입 콘덴서인 C_{INJ}가 사용됩니다.

리플 주입 저항기와 콘덴서의 크기를 조정하는 과정은 다음과 같습니다.

1. C_{ff}를 선택하여 피드백 핀에 모든 출력 리플을 공급하고 큰 시간 상수 가정을 만족하는지 확인합니다. R₁과 R₂가 kΩ 범위에 있는 경우 보통 C_{ff}에 대해 1nF ~ 22nF를 선택합니다.
2. Equation 5-24를 사용하여 예상되는 피드백 전압 리플에 따라 R_{INJ}를 선택합니다.

EQUATION 5-24:

$$K_{DIV} = \frac{\Delta V_{FB(PP)}}{V_{IN}} \times \frac{f_{SW} \times \tau}{D \times (1-D)}$$

그런 다음 다음과 같이 R_{INJ}의 값을 구합니다.

EQUATION 5-25:

$$R_{INJ} = (R1//R2) \times \left(\frac{1}{K_{DIV}} - 1 \right)$$

3. 광범위한 주파수에 대해 단락으로 간주될 수 있는 100nF로 C_{INJ}를 선택합니다.

5.9 열 측정

IC의 케이스 온도를 측정하여 작동 제한을 벗어나지 않는지 확인하는 것이 좋습니다. 매우 기본적인 작업 같지만 이를 통해 오류를 쉽게 확인할 수 있습니다. 가장 흔한 실수는 온도계와 함께 제공되는 표준 열전쌍을 사용하는 것입니다. 이 열전쌍 와이어 게이지는 보통 22게이지로 큰 편이며 히트 싱크로 작동하여 케이스 온도가 낮게 측정됩니다.

두 가지 온도 측정 방법은 더 작은 열전쌍 와이어나 적외선 온도계를 사용하는 것입니다. 열전쌍 와이어를 사용할 경우 와이어 히트 싱크 영향을 최소화하려면 36게이지 와이어 이상(더 작은 와이어 크기)으로 구성해야 합니다. 또한 열전쌍 팁에 서멀 그리스 또는 서멀 글루를 발라 열전쌍 접합부가 IC 케이스와 잘 접촉되도록 해야 합니다.

가능하면 적외선 온도계가 권장됩니다. 선택 사항인 스탠드로 IC의 빔을 장기간 쉽게 받칠 수 있습니다.

MIC28514

NOTES:

6.0 PCB 레이아웃 지침

PCB 레이아웃은 안정적이고 효율적인 성능을 확보하는 데 매우 중요합니다. 전원, 신호 및 반환 경로에서 인덕턴스를 최소화하고 EMI를 컨트롤하려면 그라운드 플레인이 필요합니다. 열 소실 측면에서 구리 플레인의 두께도 중요합니다. 열 관점에서 구리 두께는 2oz.이면 충분하며 구리 두께가 두꺼우면 노이즈 내성 면에서 도움이 됩니다. 플레인이 얇을수록 노이즈가 쉽게 관통할 수 있다는 점을 유념하십시오. MIC28514 변환기가 제대로 작동하려면 다음 지침을 따라야 합니다.

6.1 IC

- V_{DD} 핀에 연결되는 2.2 μ F 세라믹 콘덴서가 IC에서 오른쪽에 위치해야 합니다. V_{DD} 핀은 노이즈에 매우 민감하므로 콘덴서 배치가 매우 중요합니다. 넓은 트레이스를 사용하여 V_{DD} 핀에 연결합니다.
- 신호 그라운드 핀(SGND)을 그라운드 플레인에 직접 연결해야 합니다. IC 근처의 단일 지점에서 SGND와 PGND를 연결해야 합니다. 최상위 계층의 PGND 패드로 SGND 핀을 배치하지 마십시오.
- 두꺼운 트레이스를 사용하여 입력 및 출력 전선을 배치하십시오.

6.2 입력 콘덴서

- 전원 핀 옆에 입력 콘덴서를 배치하십시오.
- 보드의 같은 면에 그리고 IC에 최대한 가깝게 입력 콘덴서를 배치하십시오.
- PV_{IN} 핀과 PGND의 연결을 짧게 유지하십시오.
- 그라운드 플레인에 그리고 입력 콘덴서 접지 단자에 가깝게 여러 바이어스를 배치하십시오.
- X7R 또는 X5R 절연 입력 콘덴서를 사용하십시오. Y5V 또는 Z5U형 콘덴서를 사용하지 마십시오.
- 탄탈럼 입력 콘덴서를 입력 콘덴서와 병렬로 배치하는 경우 전환 조절기 사용 시 권장되어야 하며 작동 전압이 50% 경감되어야 합니다.
- 핫 플러그 사용 시 탄탈럼 또는 전해질 바이패스 콘덴서로 갑자기 전원이 공급될 때 입력 공급에 나타나는 과전압 스파이크를 제한해야 합니다.

6.3 유도자

- 스위치 노드(SW)에 대한 유도자 연결을 짧게 유지하십시오.
- 유도자 아래 또는 유도자에 가깝게 디지털 라인을 배치하지 마십시오.
- 피드백(FB) 핀에서 멀리 스위치 노드(SW)를 두십시오.

6.4 출력 콘덴서

- 넓은 트레이스를 사용하여 출력 콘덴서 접지 단자를 입력 콘덴서 접지 단자에 연결하십시오.
- 출력 콘덴서 값과 ESR 변화에 따라 위상 여유가 바뀝니다. 출력 콘덴서가 BOM에 표시된 것과 다를 경우 공장에 문의하십시오.
- 피드백 트레이스는 파워 트레이스와 별개여야 하며 출력 콘덴서에 최대한 가깝게 연결해야 합니다. 긴 고 전류 부하 트레이스를 감지하면 DC 부하 변동률이 떨어질 수 있습니다.

MIC28514

NOTES:

7.0 패키징 정보

7.1 패키지 마킹 정보

32핀 VQFN(6 x 6mm)



예

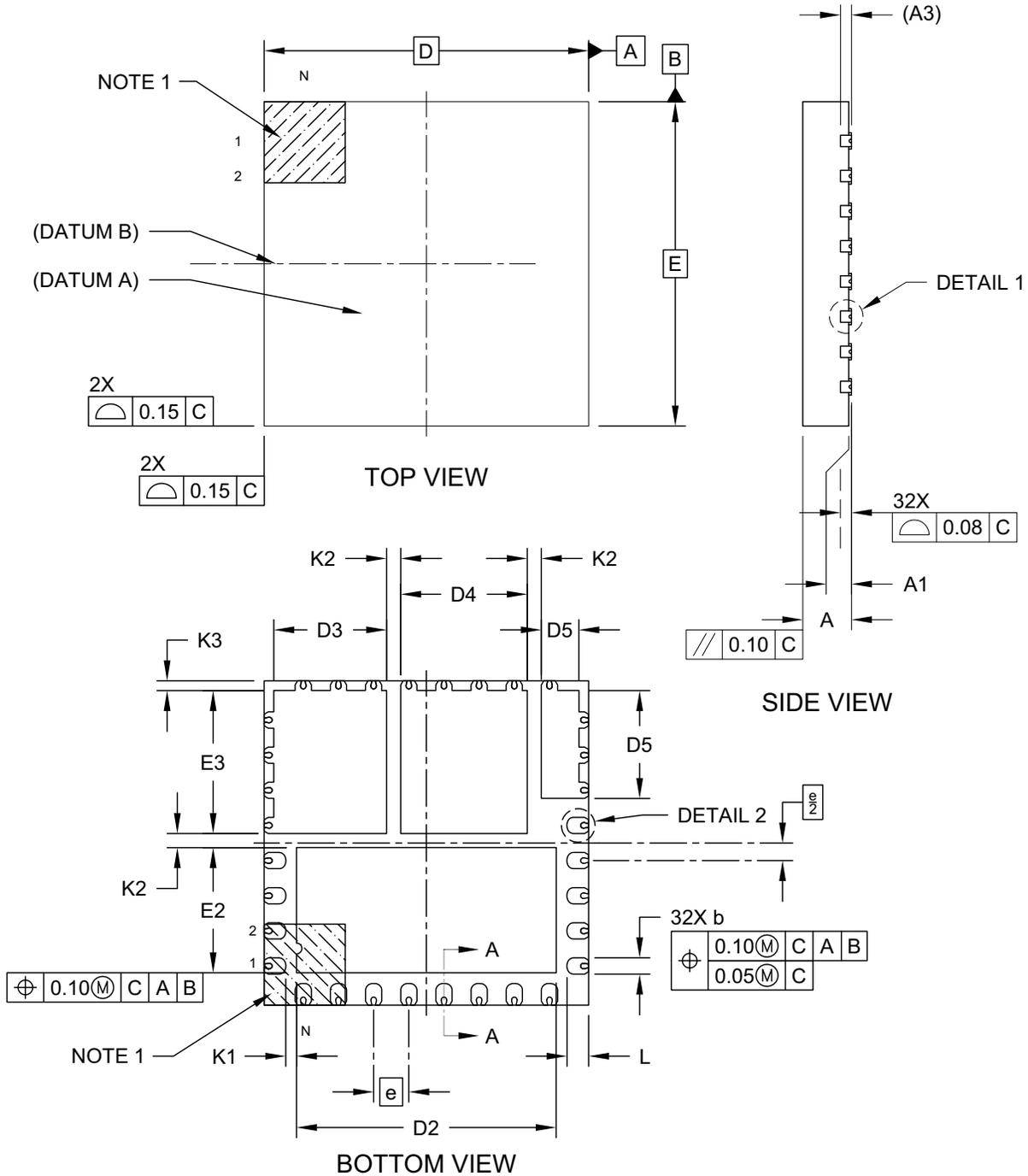


범례:	<p>XX...X 고객별 정보</p> <p>Y 연도 코드(해당 연도의 마지막 숫자)</p> <p>YY 연도 코드(해당 연도의 마지막 두 자리 숫자)</p> <p>WW 주 코드(1월 1일에 해당하는 주가 '01'주임)</p> <p>NNN 영숫자 추적용 코드</p> <p> 무광택 주석(Sn) 사용을 나타내는 Pb-free JEDEC 마크</p> <p>* 이 패키지는 Pb-free입니다. Pb-free JEDEC 마크()는 이 패키지의 포장 겉면에서 찾을 수 있습니다.</p>
참고:	전체 Microchip 부품 번호가 한 라인 안에 모두 표기될 수 없을 경우 다음 라인으로 넘어가게 되며, 이 경우 고객 지정 정보에 사용 가능한 글자 수가 제한될 수 있습니다.

MIC28514

32-Lead Very Thin Plastic Quad Flat, No Lead Package (PHA) - 6x6 mm Body [VQFN] Wettable Flanks, Multiple Exposed Pads

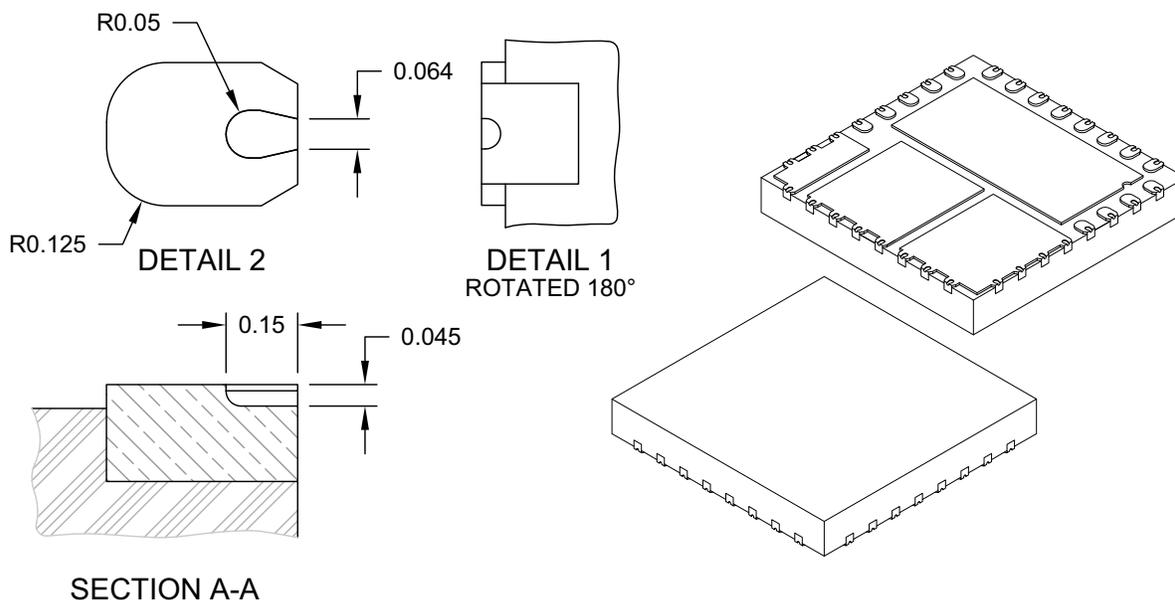
Note: For the most current package drawings, please see the Microchip Packaging Specification located at <http://www.microchip.com/packaging>



Microchip Technology Drawing C04-1196A Sheet 1 of 2

32-Lead Very Thin Plastic Quad Flat, No Lead Package (PHA) - 6x6 mm Body [VQFN] Wettable Flanks, Multiple Exposed Pads

Note: For the most current package drawings, please see the Microchip Packaging Specification located at <http://www.microchip.com/packaging>



SECTION A-A

Dimension Limits	Units	MILLIMETERS		
		MIN	NOM	MAX
Number of Terminals	N	32		
Pitch	e	0.65 BSC		
Overall Height	A	0.80	0.85	0.90
Standoff	A1	0.00	0.02	0.05
Terminal Thickness	A3	0.203 REF		
Overall Length	D	6.00 BSC		
Overall Width	E	6.00 BSC		
Exposed Pad Length	D2	4.70	4.80	4.90
Exposed Pad Width	E2	2.215	2.315	2.415
Exposed Pad Length	D3	1.985	2.085	2.185
Exposed Pad Width	E3	2.545	2.645	2.745
Exposed Pad Length	D4	2.240	2.340	2.440
Exposed Pad Length	D5	0.595	0.695	0.795
Exposed Pad Width	E5	1.895	1.995	2.095
Terminal Width	b	0.25	0.30	0.35
Terminal Length	L	0.30	0.40	0.50
Terminal-to-Exposed Pad	K1	0.20	-	-
Exposed Pad-to-Exposed Pad	K2	0.20	0.26	-
Package Edgel-to-Exposed Pad	K3	0.18	-	-

Notes:

1. Pin 1 visual index feature may vary, but must be located within the hatched area.
2. Package is saw singulated
3. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M

BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

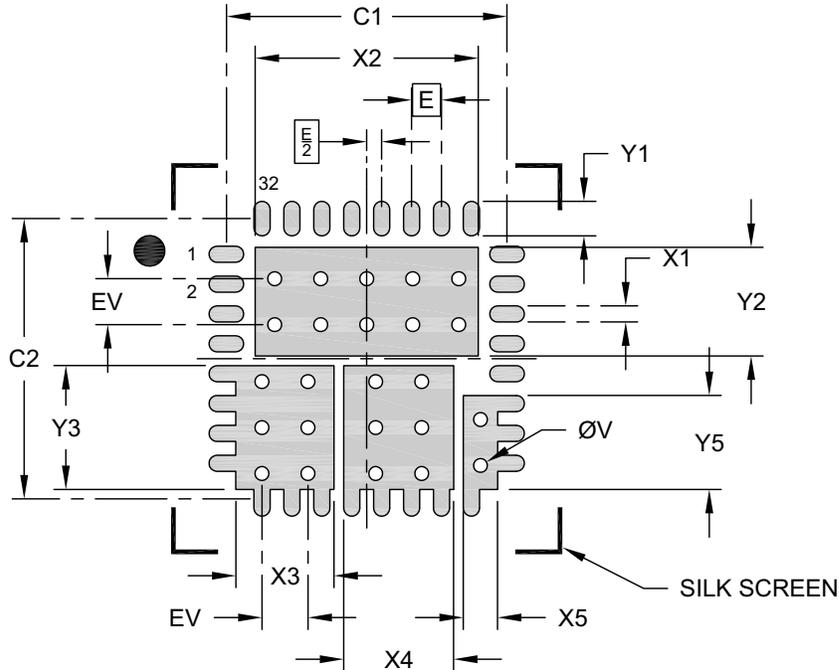
REF: Reference Dimension, usually without tolerance, for information purposes only.

Microchip Technology Drawing C04-1196A Sheet 2 of 2

MIC28514

32-Lead Very Thin Plastic Quad Flat, No Lead Package (PHA) - 6x6 mm Body [VQFN] Wettable Flanks, Multiple Exposed Pads

Note: For the most current package drawings, please see the Microchip Packaging Specification located at <http://www.microchip.com/packaging>



RECOMMENDED LAND PATTERN

Dimension Limits	Units	MILLIMETERS		
		MIN	NOM	MAX
Contact Pitch	E	0.65 BSC		
Contact Pad Width (X32)	X1			0.35
Contact Pad Length (X32)	Y1			0.75
Contact Pad Spacing	C1	6.10		
Contact Pad Spacing	C2	6.10		
Inner Pad Length	X2			4.85
Inner Pad Width	Y2			2.36
Inner Pad Length	X3			2.13
Inner Pad Width	Y3			2.69
Inner Pad Length	X4			2.39
Inner Pad Length	X5			0.74
Inner Pad Width	Y5			2.04
Thermal Via Diameter (X26)	V	0.30		
Thermal Via Pitch	EV	1.00		

Notes:

1. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M
BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.
2. For best soldering results, thermal vias, if used, should be filled or tented to avoid solder loss during reflow process

Microchip Technology Drawing C04-3196A

APPENDIX A: 개정 내역

개정 A(2017년 2월)

- 본 문서의 최초 릴리스.

MIC28514

NOTES:

제품 식별 시스템

오더 또는 자세한 정보(예: 가격 또는 납품)를 원하는 경우 공장 또는 기재된 영업소로 문의하십시오.

PART NO.	X	X	XXX
디바이스	미디어 유형	온도	패키지
디바이스:	MIC28514T: 외부 소프트 시작 기능이 있는 75V, 5A Hyper Speed Control [®] 동기식 DC/DC 벅 조절기		
미디어 유형:	T	=	5000/릴
온도:	E	=	확장 온도 범위 -40°C ~ +125°C,
패키지:	PHA	=	32리드, 6x6mm VQFN

예:

a) MIC28514T-E/PHA: 75V, 5A 동기식 벅 조절기,
소프트 시작 기능이 있는 Hyper Speed Control[®]-40°C ~ +125°C,
확장 온도 범위,
32리드 QFN 패키지

MIC28514

NOTES:

Microchip 디바이스의 코드 보호 기능에 대한 자세한 내용은 다음과 같습니다:

- Microchip 제품은 특정 Microchip 데이터 시트에 포함된 사양을 충족합니다.
- Microchip 은 자사 제품군을 의도한 방식에 따라 정상 조건에서 사용할 경우 현재 시장에 출시된 동종 제품 중 가장 안전한 제품군으로 봅니다.
- 코드 보호 기능을 훼손하는 데 부정 및 심지어 불법적인 수단까지 이용되고 있습니다. Microchip 이 알고 있는 바에 따르면, 이러한 모든 수단을 이용하기 위해서는 Microchip 데이터 시트에 포함된 작동 사양 외의 방법으로 Microchip 제품을 사용해야 합니다. 대부분의 경우 이러한 행위를 하는 자는 지적 자산 도용과 연관되어 있습니다.
- Microchip 은 코드 안전성에 대해 우려하는 고객과 협력하고자 합니다.
- Microchip 이나 다른 반도체 제조업체도 코드 안전성을 보장할 수 없습니다. 코드 보호는 Microchip 이 제품의 " 침해 불가능성 " 을 보증한다는 의미가 아닙니다.

코드 보호는 지속적으로 발전하고 있습니다. Microchip 은 당사 제품의 코드 보호 기능을 지속적으로 개선하기 위해 노력하고 있습니다.

Microchip 의 코드 보호 기능을 훼손하려는 시도는 디지털 밀레니엄 저작권법 (Digital Millennium Copyright Act) 위반에 해당할 수 있습니다.

이러한 행위에 의해 귀하의 소프트웨어 또는 기타 저작권을 소유한 작업물에 무단 액세스가 이루어졌다면 해당 법률을 근거로 소송을 제기할 수 있습니다.

디바이스 애플리케이션 및 유사 내용과 관련하여 본 출판물에 포함된 정보는 귀하의 편의를 위해 제공된 것이며 업데이트로 대체될 수 있습니다. 귀하의 애플리케이션이 해당 사양을 충족하는지 확인하는 것은 귀하의 책임입니다. Microchip 은 정보와 관련하여 명시적, 묵시적, 서면, 구두, 법적 또는 다른 보증이나 진술을 하지 않으며, 여기에는 조건, 품질, 성능, 상업성, 특정 목적에의 적합성을 포함하되 이에 제한되지 않습니다. Microchip 은 이 정보 및 이 정보의 사용으로 발생한 모든 책임을 부인합니다. Microchip 디바이스를 생명 유지 및 / 또는 안전 애플리케이션 용도로 사용하는 위험은 전적으로 구매자에게 있으며, 구매자는 그러한 사용으로 인해 발생한 모든 손해, 청구, 소송 또는 비용으로부터 Microchip 을 옹호, 보호하며 배상을 약속하는 데 동의합니다. Microchip 지적 재산권 하에 어떠한 라이선스도 묵시적 또는 다른 방식으로 제공되지 않습니다.

Microchip 은 세계 본사, 애리조나 주 챌들러 및 템피, 오리건 주 그레섬의 설계 및 웨이퍼 가공 설비와 캘리포니아 주 및 인도의 설계 센터에 대해 ISO/TS-16949:2009 인증을 획득하였습니다. Microchip 의 고품질 시스템 프로세스 및 절차는 PIC® MCU 및 dsPIC® DSC, KEELOQ® 코드 호핑 디바이스, 직렬 EEPROM, 마이크로 주변장치, 비휘발성 메모리 및 아날로그 제품에 적용되고 있습니다. Microchip 의 개발 시스템의 설계 및 제조를 위한 품질 시스템도 ISO 9001:2000 인증을 획득하였습니다.

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV = ISO/TS 16949 =

상표

Microchip 이름과 로고, Microchip 로고, AnyRate, AVR, AVR 로고, AVR Freaks, BeaconThings, BitCloud, CryptoMemory, CryptoRF, dsPIC, FlashFlex, flexPWR, Heldo, JukeBlox, KEELOQ, KEELOQ logo, Klear, LANCheck, LINK MD, maXStylus, maXTouch, MediaLB, megaAVR, MOST, MOST 로고, MPLAB, OptoLyzer, PIC, picoPower, PICSTART, PIC32 로고, Prochip Designer, QTouch, RightTouch, SAM-BA, SpyNIC, SST, SST 로고, SuperFlash, tinyAVR, UNI/O, XMEGA 는 미국 및 기타 국가에서 Microchip 의 등록 상표입니다.

ClockWorks, The Embedded Control Solutions Company, EtherSynch, Hyper Speed Control, HyperLight Load, IntelliMOS, mTouch, Precision Edge, Quiet-Wire는 미국에서 Microchip Technology Incorporated의 등록 상표입니다.

Adjacent Key Suppression, AKS, Analog-for-the-Digital Age, Any Capacitor, AnyIn, AnyOut, BodyCom, chipKIT, chipKIT 로고, CodeGuard, CryptoAuthentication, CryptoCompanion, CryptoController, dsPICDEM, dsPICDEM.net, Dynamic Average Matching, DAM, ECAN, EtherGREEN, In-Circuit Serial Programming, ICSP, Inter-Chip Connectivity, JitterBlocker, KlearNet, KlearNet logo, Mindi, MiWi, motorBench, MPASM, MPF, MPLAB Certified logo, MPLIB, MPLINK, MultiTRAK, NetDetach, Omniscient Code Generation, PICDEM, PICDEM.net, PICKit, PICtail, PureSilicon, QMatrix, RightTouch logo, REAL ICE, Ripple Blocker, SAM-ICE, Serial Quad I/O, SMART-I.S., SQI, SuperSwitcher, SuperSwitcher II, Total Endurance, TSHARC, USBCheck, VariSense, ViewSpan, WiperLock, Wireless DNA, and ZENA는 미국 및 기타 국가에서 Microchip 의 상표입니다.

SQTP는 미국에서 Microchip Technology Incorporated 의 서비스 마크입니다.

Silicon Storage Technology는 기타 국가에서 Microchip Technology Incorporated 의 등록 상표입니다.

GestIC는 기타 국가에서 Microchip Technology Inc.,의 자회사인 Microchip Technology Germany II GmbH & Co.KG 의 등록 상표입니다.

위에 언급된 다른 모든 상표는 각각 해당 회사의 자산입니다.

© 2017, Microchip Technology Incorporated, All Rights Reserved.

ISBN: 978-1-5224-2077-4

각국의 영업소 및 서비스

미주

본사
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 480-792-7200
Fax: 480-792-7277
기술지원 :
<http://www.microchip.com/support>
웹사이트 :
www.microchip.com
아틀란타
Duluth, GA
Tel: 678-957-9614
Fax: 678-957-1455
오스틴, TX
Tel: 512-257-3370
보스턴
Westborough, MA
Tel: 774-760-0087
Fax: 774-760-0088
시카고
Itasca, IL
Tel: 630-285-0071
Fax: 630-285-0075
클리블랜드
Independence, OH
Tel: 216-447-0464
Fax: 216-447-0643
달라스
Addison, TX
Tel: 972-818-7423
Fax: 972-818-2924
디트로이트
Novi, MI
Tel: 248-848-4000
휴스턴, TX
Tel: 281-894-5983
인디애나폴리스
Noblesville, IN
Tel: 317-773-8323
Fax: 317-773-5453
로스앤젤레스
Mission Viejo, CA
Tel: 949-462-9523
Fax: 949-462-9608
뉴욕, NY
Tel: 631-435-6000
새너제이, CA
Tel: 408-735-9110
캐나다 - 토론토
Tel: 905-673-0699
Fax: 905-673-6509

아시아 / 태평양

아태 평양 지사
Suites 3707-14, 37th Floor
Tower 6, The Gateway
Harbour City, Kowloon
홍콩
Tel: 852-2943-5100
Fax: 852-2401-3431
호주 - 시드니
Tel: 61-2-9868-6733
Fax: 61-2-9868-6755
중국 - 베이징
Tel: 86-10-8569-7000
Fax: 86-10-8528-2104
중국 - 청두
Tel: 86-28-8665-5511
Fax: 86-28-8665-7889
중국 - 충칭
Tel: 86-23-8980-9588
Fax: 86-23-8980-9500
중국 - 둥관
Tel: 86-769-8702-9880
중국 - 항저우
Tel: 86-571-8792-8115
Fax: 86-571-8792-8116
중국 - 홍콩 SAR
Tel: 852-2943-5100
Fax: 852-2401-3431
중국 - 난징
Tel: 86-25-8473-2460
Fax: 86-25-8473-2470
중국 - 칭다오
Tel: 86-532-8502-7355
Fax: 86-532-8502-7205
중국 - 상하이
Tel: 86-21-5407-5533
Fax: 86-21-5407-5066
중국 - 셴양
Tel: 86-24-2334-2829
Fax: 86-24-2334-2393
중국 - 셴젠
Tel: 86-755-8864-2200
Fax: 86-755-8203-1760
중국 - 우한
Tel: 86-27-5980-5300
Fax: 86-27-5980-5118
중국 - 시안
Tel: 86-29-8833-7252
Fax: 86-29-8833-7256

아시아 / 태평양

중국 - 샤먼
Tel: 86-592-2388138
Fax: 86-592-2388130
중국 - 주하이
Tel: 86-756-3210040
Fax: 86-756-3210049
인도 - 방갈로르
Tel: 91-80-3090-4444
Fax: 91-80-3090-4123
인도 - 뉴델리
Tel: 91-11-4160-8631
Fax: 91-11-4160-8632
인도 - 푸네
Tel: 91-20-3019-1500
일본 - 오사카
Tel: 81-6-6152-7160
Fax: 81-6-6152-9310
일본 - 도쿄
Tel: 81-3-6880-3770
Fax: 81-3-6880-3771
한국 - 대구
Tel: 82-53-744-4301
Fax: 82-53-744-4302
한국 - 서울
Tel: 82-2-554-7200
Fax: 82-2-558-5932 or
82-2-558-5934
말레이시아 - 쿠알라룸푸르
Tel: 60-3-6201-9857
Fax: 60-3-6201-9859
말레이시아 - 페낭
Tel: 60-4-227-8870
Fax: 60-4-227-4068
필리핀 - 마닐라
Tel: 63-2-634-9065
Fax: 63-2-634-9069
싱가포르
Tel: 65-6334-8870
Fax: 65-6334-8850
대만 - 신주
Tel: 886-3-5778-366
Fax: 886-3-5770-955
대만 - 까오슝
Tel: 886-7-213-7828
대만 - 타이페이
Tel: 886-2-2508-8600
Fax: 886-2-2508-0102
태국 - 방콕
Tel: 66-2-694-1351
Fax: 66-2-694-1350

유럽

오스트리아 - 벨스
Tel: 43-7242-2244-39
Fax: 43-7242-2244-393
덴마크 - 코펜하겐
Tel: 45-4450-2828
Fax: 45-4485-2829
프랑스 - 파리
Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79
독일 - 뒤셀도르프
Tel: 49-2129-3766400
독일 - 카를스루헤
Tel: 49-721-625370
독일 - 뮌헨
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44
이탈리아 - 밀라노
Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781
이탈리아 - 베니스
Tel: 39-049-7625286
네덜란드 - 드루넨
Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340
폴란드 - 바르샤바
Tel: 48-22-3325737
스페인 - 마드리드
Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91
스웨덴 - 스톡홀름
Tel: 46-8-5090-4654
영국 - 워킹엄
Tel: 44-118-921-5800
Fax: 44-118-921-5820