

THVD1424 3V~5.5V RS-485 트랜시버, 슬루율 제어 기능, 일체형 120옴 전환 가능 종단 저항 및 이중 스위칭 포함

1 특징

- TIA/EIA-485A 표준의 요구 사항 충족 또는 초과
- 3V~5.5V 버스 공급 전압
- 로직 신호를 위한 1.65V~5.5V 공급
- 차동 출력이 5V 공급 장치와의 PROFIBUS 호환성을 위한 2.1V를 초과합니다
- 핀 구성 가능 반이중 및 전이중
- 버스 핀 상의 핀 제어 방식 온칩 120Ω 종단 저항
- 최대 데이터 전송률 구성 가능
 - SLR = 고: 500kbps
 - SLR = 저 또는 부동: 20Mbps
- 버스 I/O 보호
 - ±16kV HBM ESD
 - ±8kV IEC 61000-4-2 접촉 방전
 - ±15kV IEC 61000-4-2 에어갭 방전
 - ±4kV IEC 61000-4-4 빠른 과도 버스트
 - ±16V 버스 오류 보호(버스 핀에서 최대 전압 절대값)
- 확장된 산업용 온도 범위: -40°C~125°C
- 낮은 소비 전력
 - 셧다운 공급 전류 < 5μA
 - 작동 중 정동작 전류 < 3mA
- 핫 플러그인 기능을 위한 글리치 없는 전원 투입/전원 차단
- 개방, 단락 및 유틸 버스 페일세이프
- 소형, 공간 절약형 16VQFN(3mm x 3mm) 패키지

2 애플리케이션

- 공장 자동화 및 제어
- 건물 자동화
- 산업용 운송
- HVAC 시스템
- 스마트 계량기
- 조명
- 그리드 인프라

3 설명

THVD1424는 유연한 산업용 RS-485 트랜시버입니다. 이 장치는 온칩 120Ω 종단 저항, 슬루율 제어, 반이중 및 전이중 모드 간 상호 교환 등의 기능을 갖추고 있습니다. 모든 기능은 핀으로 제어 가능합니다. 따라서 장치를 2선(반이중) 또는 4선(전이중), 저속 또는 고속 등 어떤 네트워크, 어느 노드 위치(엔드 노드 또는 중간 노드)에서나 사용할 수 있습니다. 완제품 장비 설계자는 이제 공통 PCB(인쇄 회로 기판)를 설계하고 소프트웨어를 통해 다양한 애플리케이션 요구에 맞게 구성할 수 있습니다. 이를 통해 고객을 위해 상당한 설계 및 검증 시간을 절약할 수 있습니다.

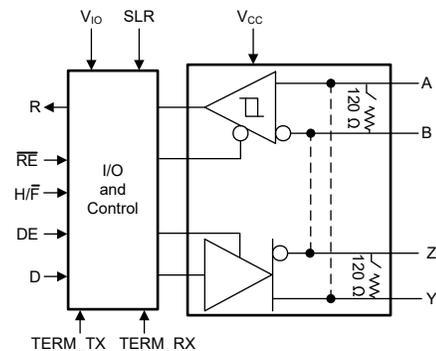
버스 핀은 높은 수준의 IEC 접촉 방전 ESD 이벤트에 따른 영향을 받지 않기 때문에 추가적인 시스템 차원 보호 구성 요소가 필요 없습니다. 로직 공급 전압 범위는 1.65V~5.5V인 반면 장치는 3~5.5V 버스 공급으로 작동합니다. 장치의 공통 모드 전압 범위가 넓고 버스 핀의 입력 누설 수준이 낮아 긴 케이블을 사용하는 다지점 애플리케이션에 적합합니다.

이 장치는 열 효율적인 공간 절약형 16핀 VQFN 패키지 형태로 공급됩니다. 이 장치 주변 온도 범위가 -40°C~125°C입니다.

패키지 정보

부품 번호	패키지 ⁽¹⁾	본체 크기(공칭)
THVD1424	VQFN(16)	3 mm x 3 mm

(1) 전체 부품 번호는 데이터 시트 끝에 나와 있는 주문 가능 제품 부록을 참조하십시오.



간소화된 회로도



목차

1 특징.....	1	8 상세 설명.....	15
2 애플리케이션.....	1	8.1 개요.....	15
3 설명.....	1	8.2 기능 블록 다이어그램.....	15
4 개정 내역.....	2	8.3 특징 설명.....	15
5 핀 구성 및 기능.....	3	8.4 장치 기능 모드.....	15
6 사양.....	4	9 애플리케이션 정보 면책 고지.....	19
6.1 최대 정격 절대값.....	4	9.1 애플리케이션 정보.....	19
6.2 ESD 정격.....	4	9.2 일반적인 애플리케이션.....	19
6.3 ESD 정격[IEC].....	4	9.3 전원 공급 장치 권장 사항.....	26
6.4 권장 동작 조건.....	5	9.4 레이아웃.....	26
6.5 열 정보.....	5	10 장치 및 문서 지원.....	28
6.6 전력 손실.....	5	10.1 장치 지원.....	28
6.7 전기적 특성.....	6	10.2 문서 업데이트 알림 수신.....	28
6.8 Switching Characteristics_500 kbps.....	8	10.3 지원 리소스.....	28
6.9 Switching Characteristics_20 Mbps.....	8	10.4 상표.....	28
6.10 Switching Characteristics_Termination resistor.....	9	10.5 정전기 방전 주의.....	28
6.11 Switching Characteristics_Duplex switching.....	9	10.6 연산 증폭기 용어.....	28
6.12 일반적인 특징.....	10	11 기계적, 포장 및 주문 가능 여부 정보.....	28
7 파라미터 측정 정보.....	12		

4 개정 내역

참고: 이전 개정판의 페이지 번호는 현재 버전의 페이지 번호와 다를 수 있습니다

Changes from Revision * (September 2022) to Revision A (March 2023)	Page
• 변경됨 그림 9-2	19

5 핀 구성 및 기능

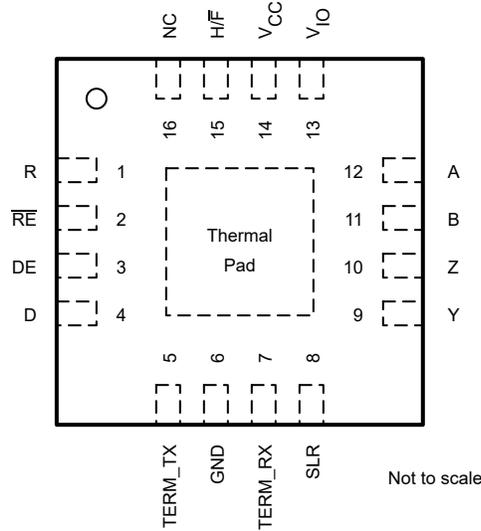


그림 5-1. VQFN(RGT) 패키지, 16핀
(위에서 본 모습)

표 5-1. 핀 기능

핀		유형	설명
명칭	번호		
R	1	디지털 출력	로직 출력 RS485 데이터
RE	2	디지털 입력	리시버 활성화/비활성화. 내부 풀업. 기본 설정상 리시버가 비활성 상태입니다
독일어	3	디지털 입력	드라이버 활성화/비활성화. 내부 풀다운. 드라이버는 기본 설정상 비활성 상태입니다
D	4	디지털 입력	로직 입력 RS485 데이터. 내부 풀업. 드라이버가 활성 상태인 경우 기본 설정상 버스를 하이로 구동합니다.
TERM_TX	5	디지털 입력	Y/Z 핀에 대해 120Ω 온칩 터미네이션 제어. 내부 풀다운. Y/Z의 터미네이션은 기본 설정상 비활성화되어 있습니다
GND	6	GND	Ground
TERM_RX	7	디지털 입력	A/B 핀에 대해 120Ω 온칩 터미네이션 제어. 내부 풀다운. A/B의 터미네이션은 기본 설정상 비활성화되어 있습니다
SLR	8	디지털 입력	슬루율 제어. 내부 풀다운, 기본 20Mbps 작동. 로직 하이 SLR은 저속 자원(500Kbps)
Y	9	버스 입력/출력	RS485 버스 핀. 전이중 모드에서 이 핀은 비반전 드라이버 출력입니다. 반이중 모드에서는 비반전 드라이버 출력 및 비반전 리시버 입력입니다
Z	10	버스 입력/출력	RS485 버스 핀. 전이중 모드에서 이 핀은 반전 드라이버 출력입니다. 반이중 모드에서는 반전 드라이버 출력 및 반전 리시버 입력입니다
B	11	버스 입력	전이중 모드에서 RS485 리시버 반전 입력 핀
A	12	버스 입력	전이중 모드에서 RS485 리시버 비반전 입력 핀
V _{IO}	13	공급 장치	1.65~5.5V 로직 공급 전압
V _{CC}	14	공급 장치	3~5.5V 공급 전압
H/F	15	디지털 입력	반이중 내지 전이중 제어. 내부 풀다운, 따라서 기본 설정상 전이중 - Y/Z는 드라이버 출력, A/B는 리시버 입력 핀입니다
NC	16	연결 없음	내부적으로 연결되지 않음
열 패드		--	최적의 열 및 전기 성능을 위해 GND에 연결

6 사양

6.1 최대 정격 절대값

자유 대기 작동 온도 범위에서(달리 언급이 없을 경우) ⁽¹⁾ ⁽²⁾

		최소값	최대값	단위
버스 공급 전압	V _{CC}	-0.5	7	V
로직 공급 전압	V _{IO}	-0.5	V _{CC} + 0.2	V
버스 전압	GND에 대한 모든 버스 핀(Y, Z, A 또는 B)에서의 전압	-16	16	V
차동 버스 전압	터미네이션 활성화 상태에서 (Y-Z) 또는 (Z-Y), (A-B) 또는 (B-A)	-6	6	V
입력 전압	모든 로직 핀(D, DE, SLR, TERM_TX, TERM_RX, H/F 또는 RE)에서의 범위	-0.3	V _{IO} + 0.2	V
리시버 출력 전류	I _O	-24	24	mA
보관 온도	T _{stg}	-65	150	°C

- (1) 최대 정격 절대값을 벗어나 작동하는 경우 장치의 영구적 손상을 초래할 수 있습니다. 최대 정격 절대값은 이러한 범위 또는 권장 작동 조건에 열거되어 있는 조건 이외의 다른 조건에서 장치의 기능적 작동을 의미하지 않습니다. 권장 작동 조건을 벗어나지만 최대 정격 절대값 범위 이내에서 사용되는 경우 그 장치는 완전한 상태로 작동하지 않을 수 있으며, 이는 장치의 신뢰성, 기능성 및 성능에 영향을 미치고 장치 수명을 단축시킬 수 있습니다.
- (2) 차동 I/O 버스 전압을 제외한 모든 전압 값은 접지 단자를 기준으로 합니다.

6.2 ESD 정격

			값	단위
V _(ESD)	정전기 방전	HBM(인체 모델), ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 적합 ⁽¹⁾	±16,000	V
		버스 단말기(Y, Z, A, B) 및 GND	±4,000	V
		버스 단말기 및 GND 제외 모든 핀	±1,500	V
		CDM(충전 장치 모델), JEDEC 사양 JESD22-C101 적합 ⁽²⁾		

- (1) JEDEC 문서 JEP155에 따르면 500V HBM은 표준 ESD 제어 프로세스를 통해 안전한 제조를 지원합니다.
- (2) JEDEC 문서 JEP157에 따르면 250V CDM은 표준 ESD 제어 프로세스로 안전한 제조를 지원합니다.

6.3 ESD 정격[IEC]

			값	단위
V _(ESD)	정전기 방전, 반이중 또는 전이중으로 장치 구성, 온칩 터미네이션 ON 또는 OFF	접촉 방전, IEC 61000-4-2 적합	±8,000	V
		에어갭 방전, IEC 61000-4-2 적합	±15,000	
V _(EFT)	빠른 전기적 과도	IEC 61000-4-4 적합	±4,000	V

6.4 권장 동작 조건

작동 온도 범위 (달리 언급이 없을 경우)

		최소값	NOM	최대값	단위
V _{CC}	공급 전압	3		5.5	V
V _{IO}	I/O 공급 전압	1.65		V _{CC}	V
V _I	모든 버스 단자에서 입력 전압(개별적으로 또는 공통 모드) ⁽¹⁾	-7		12	V
V _{IH}	높은 수준의 입력 전압(D, DE, RE, TERM_TX, TERM_RX, SLR, H/F 입력)	0.7*V _{IO}		V _{IO}	V
V _{IL}	낮은 수준의 입력 전압(D, DE, RE, TERM_TX, TERM_RX, SLR, H/F 입력)	0		0.3*V _{IO}	V
I _O	출력 전류, 드라이버	-60		60	mA
I _{OR}	출력 전류, 리시버	V _{IO} = 1.8V 또는 2.5V	-4	4	mA
I _{OR}	출력 전류, 리시버	V _{IO} = 3.3V 또는 5V	-8	8	mA
R _L	차동 부하 저항	54	60		Ω
1/t _{UI}	신호 속도	SLR = V _{IO}		500	Kbps
		SLR = GND 또는 부동		20	Mbps
T _A ⁽²⁾	작동 주변 온도	-40		125	°C
T _J ⁽²⁾	접합부 온도	-40		150	°C

(1) 이 데이터 시트에서는 최소 양수(최대 음수) 한도가 최소값으로 지정되는 대수 규칙이 사용됩니다.

(2) 작동은 내부(접합부) 온도 최대 150°C로 지정됩니다. 내부 전력 손실로 인한 자체 발열은 각 애플리케이션별로 고려해야 합니다. 최대 접합부 온도는 TSD(과열 시 차단)에 의해 내부적으로 제한되며, TSD는 접합부 온도가 일반 170°C에 도달하는 경우 드라이버와 리시버를 비활성화합니다.

6.5 열 정보

열 측정 기준 ⁽¹⁾		THVD1424	단위
		RGT(QFN)	
		16핀	
R _{θJA}	접합부와 주변 간 열 저항	46.1	°C/W
R _{θJC(상단)}	접합부와 케이스간(상부) 열저항	50.9	°C/W
R _{θJB}	접합부와 기판간 열저항	20.6	°C/W
ψ _{JT}	접합부와 상부간 특성 매개변수	1.1	°C/W
ψ _{JB}	접합부와 기판간 특성 매개변수	20.6	°C/W
R _{θJC(랫)}	접합부와 케이스간(하부) 열저항	6.9	°C/W

(1) 기존 및 새로운 열 메트릭에 대한 자세한 정보는 [yes](#) 애플리케이션 보고서를 참조하십시오.

6.6 전력 손실

매개변수		테스트 조건		일반	최대	단위	
P _D	드라이버 및 리시버 활성화됨, A에 의한 외부 루프백은 Y에 연결, B는 Z에 연결됨 V _{IO} = V _{CC} = 5.5 V, T _A = 125 °C, D = 구형파 50% 듀티	미중단, TERM_TX = L, TERM_RX = L	SLR = H	500kbps	185	210	mW
			SLR = L	20Mbps	310	340	
		TERM_RX = H, A/B 입력 간 부하 120Ω	SLR = H	500kbps	316	360	mW
			SLR = L	20Mbps	396	430	
		TERM_TX = TERM_RX = H, Y/Z 출력 및 A/B 입력 간 120Ω, C _L = 50 pF(드라이버)	SLR = H	500kbps	407	470	mW
			SLR = L	20Mbps	476	510	

6.7 전기적 특성

자유 대기 작동 온도 범위에서(달리 언급이 없는 경우). 달리 언급이 없는 경우 모든 일반적인 값은 25°C에서의 값이며 공급 전압은 $V_{CC} = 5\text{ V}$, $V_{IO} = 3.3\text{ V}$ 입니다.

매개변수		테스트 조건	최소값	일반	최대값	단위	
드라이버							
V _{OD}	드라이버 차동 출력 전압 크기	$R_L = 60\ \Omega$, $-7\text{ V} \leq V_{\text{테스트}} \leq 12\text{ V}$ (그림 7-1 참조)	1.5	3.3		V	
		$R_L = 60\ \Omega$, $-7\text{ V} \leq V_{\text{테스트}} \leq 12\text{ V}$, $4.5\text{ V} \leq V_{CC} \leq 5.5\text{ V}$ (그림 7-1 참조)	2.1	3.3		V	
		$R_L = 100\ \Omega$ (그림 7-2 참조)	2	4		V	
		$R_L = 54\ \Omega$, $4.5\text{ V} \leq V_{CC} \leq 5.5\text{ V}$ (그림 7-2 참조)	2.1	3.3		V	
		$R_L = 54\ \Omega$ (그림 7-2 참조)	1.5	3.3		V	
$\Delta V_{OD} $	차동 출력 전압 크기의 변화	$R_L = 54\ \Omega$ 또는 $100\ \Omega$ (그림 7-2 참조)	-50		50	mV	
V _{OC}	공통 모드 출력 전압	$R_L = 54\ \Omega$ 또는 $100\ \Omega$ (그림 7-2 참조)		$V_{CC}/2$	3	V	
$\Delta V_{OC(SS)}$	정상 상태 공통 모드 출력 전압의 변화	$R_L = 54\ \Omega$ 또는 $100\ \Omega$ (그림 7-2 참조)	-50		50	mV	
I _{OS}	단락 출력 전류	$DE = V_{IO}$, $-7\text{ V} \leq (V_Y \text{ 또는 } V_Z) \leq 12\text{ V}$, 또는 Y가 Z로 단락됨	-250		250	mA	
I _{OZD}	전이중 모드에서 Y와 Z의 드라이버 하이 임피던스 출력 누설 전류	$H/F = \text{GND}$, $\text{TERM_TX} = \text{GND}$, $DE = \text{GND}$, $V_{CC} = \text{GND}$ 또는 5.5 V , $V_O = -7\text{ V}$, $+12\text{ V}$	-100		110	μA	
		$H/F = \text{GND}$, $\text{TERM_TX} = V_{IO}$, $DE = \text{GND}$, $V_{CC} = 5.5\text{ V}$, $V_O = -7\text{ V}$, $+12\text{ V}$	-300		300	μA	
리시버							
I _I	버스 입력 전류(터미네이션 비활성화)	$DE = 0\text{ V}$, V_{CC} 및 $V_{IO} = 0\text{ V}$ 또는 5.5 V	$V_I = 12\text{ V}$	85	110	μA	
			$V_I = -7\text{ V}$	-100	-70	μA	
I _{RXT}	터미네이션 활성 상태 리시버 버스 입력 누설 전류	$DE = 0\text{ V}$, V_{CC} 및 $V_{IO} = 5.5\text{ V}$, $\text{TERM_RX} = V_{IO}$	$V_I = -7\sim 12\text{ V}$		-300	300	μA
V _{TH+}	양의 방향 입력 임계 전압 ⁽¹⁾	공통 모드 범위 -7V~12V에서		-85	-45	mV	
V _{TH-}	음의 방향 입력 임계 전압 ⁽¹⁾		-200	-135	mV		
V _{HYS}	입력 이력		30	50	mV		
C _{A,B}	입력 차동 커패시턴스	A와 B 사이에서 측정, $f = 1\text{ MHz}$		20		pF	
V _{OH}	출력 고전압	$I_{OH} = -8\text{ mA}$, $V_{IO} = 3\sim 3.6\text{ V}$ 또는 $4.5\text{ V}\sim 5.5\text{ V}$	$V_{IO} - 0.4$		$V_{IO} - 0.2$	V	
V _{OL}	출력 저전압	$I_{OL} = 8\text{ mA}$, $V_{IO} = 3\sim 3.6\text{ V}$ 또는 $4.5\text{ V}\sim 5.5\text{ V}$		0.2	0.4	V	
V _{OH}	출력 고전압	$I_{OH} = -4\text{ mA}$, $V_{IO} = 1.65\sim 1.95\text{ V}$ 또는 $2.25\text{ V}\sim 2.75\text{ V}$	$V_{IO} - 0.4$		$V_{IO} - 0.2$	V	
V _{OL}	출력 저전압	$I_{OL} = 4\text{ mA}$, $V_{IO} = 1.65\sim 1.95\text{ V}$ 또는 $2.25\text{ V}\sim 2.75\text{ V}$		0.2	0.4	V	
I _{OZ}	출력 고임피던스 전압, R 핀	$V_O = 0\text{ V}$ 또는 V_{IO} , $RE = V_{IO}$	-2		2	μA	
로직							
I _{IN}	입력 전류(D, RE, DE, SLR, TERM_TX, TERM_RX, H/F)	$1.65\text{ V} \leq V_{IO} \leq 5.5\text{ V}$, $0\text{ V} \leq V_{IN} \leq V_{IO}$	-5		5	μA	
열 보호							
T _{SHDN}	과열 시 전원 차단 임계값	온도 상승	150	170		°C	
T _{HYS}	과열 시 전원 차단 이력			15		°C	
공급 장치							
UV _{VCC(상승)}	V _{CC} 에서 상승하는 저전압 임계값			2.5	2.7	V	
UV _{VCC(하락)}	V _{CC} 에서 하락하는 저전압 임계값		2	2.1		V	
UV _{VCC(이력)}	V _{CC} 의 저전압 이력			400		mV	
UV _{VIO(상승)}	V _{IO} 에서 상승하는 저전압 임계값			1.5	1.6	V	
UV _{VIO(하락)}	V _{IO} 에서 하락하는 저전압 임계값		1.3	1.4		V	
UV _{VIO(이력)}	V _{IO} 의 저전압 이력			100		mV	

6.7 전기적 특성 (continued)

자유 대기 작동 온도 범위에서(달리 언급이 없는 경우). 달리 언급이 없는 경우 모든 일반적인 값은 25°C에서의 값이며 공급 전압은 $V_{CC} = 5\text{ V}$, $V_{IO} = 3.3\text{ V}$ 입니다.

매개변수		테스트 조건		최소값	일반	최대값	단위	
I_{CC}	공급 전류(정동작), $V_{CC} = 4.5\text{V} \sim 5.5\text{V}$ TERM_RX, TERM_TX= 부동 또는 로우, SLR = X	드라이버 및 리시버 활성화 상태, H/F = GND	$\overline{RE} = 0\text{ V}$, $DE = V_{IO}$, 부하 없음		1.5	3	mA	
		드라이버 활성화됨, 리시버 비활성화됨, H/F = GND	$\overline{RE} = V_{IO}$, $DE = V_{IO}$, 부하 없음		1.3	2.5	mA	
		드라이버 비활성화됨, 리시버 활성화됨, H/F = GND	$\overline{RE} = 0\text{ V}$, $DE = 0\text{ V}$, 부하 없음		0.8	1.2	mA	
		드라이버 및 리시버 비활성 상태, H/F = GND	$\overline{RE} = V_{IO}$, $DE = 0\text{ V}$, D = 개방, 부하 없음		0.1	2	μA	
I_{CC}	공급 전류(정동작), $V_{CC} = 3\text{V} \sim 3.6\text{V}$ TERM_RX, TERM_TX= 부동 또는 로우, SLR = X	드라이버 및 리시버 활성화 상태, H/F = GND	$\overline{RE} = 0\text{ V}$, $DE = V_{IO}$, 부하 없음		1.4	2	mA	
		드라이버 활성화됨, 리시버 비활성화됨, H/F = GND	$\overline{RE} = V_{IO}$, $DE = V_{IO}$, 부하 없음		1	1.5	mA	
		드라이버 비활성화됨, 리시버 활성화됨, H/F = GND	$\overline{RE} = 0\text{ V}$, $DE = 0\text{ V}$, 부하 없음		0.7	1	mA	
		드라이버 및 리시버 비활성 상태, H/F = GND	$\overline{RE} = V_{IO}$, $DE = 0\text{ V}$, D = 개방, 부하 없음		0.1	2	μA	
I_{IO}	로직 공급 전류(정동작), $V_{IO} = 3\text{V} \sim 3.6\text{V}$ TERM_RX, TERM_TX= 부동 또는 로우	드라이버 비활성화됨, 리시버 활성화됨, SLR = GND	$DE = 0\text{ V}$, $\overline{RE} = 0\text{ V}$, 부하 없음		6	11	μA	
		드라이버 비활성화됨, 리시버 활성화됨, SLR = V_{IO}	$DE = 0\text{ V}$, $\overline{RE} = 0\text{ V}$, 부하 없음		8	11	μA	
		드라이버 비활성화됨, 리시버 비활성화됨, SLR = GND	$DE = 0\text{ V}$, $\overline{RE} = V_{IO}$, 부하 없음		2	4	μA	
		드라이버 비활성화됨, 리시버 비활성화됨, SLR = V_{IO}	$DE = 0\text{ V}$, $\overline{RE} = V_{IO}$, 부하 없음		4	7	μA	
I_{CCDT}	드라이버 터미네이션 모드에서 공급 전류	터미네이션 ON 상태에서 드라이버 활성화됨, H/F = GND	$DE = V_{IO}$, TERM_TX = V_{IO}		39	48	mA	
I_{CCRT}	리시버 터미네이션 모드에서 공급 전류	터미네이션 ON 상태에서 리시버 활성화됨, H/F = GND	$\overline{RE} = \text{GND}$, TERM_RX = V_{IO}		1	1.3	mA	
I_{CCT}	강치 비활성화, 터미네이션 ON 모드에서 공급 전류	드라이버 및 리시버 비활성 상태, H/F = GND	$DE = \text{GND}$, $\overline{RE} = V_{IO}$, TERM_RX = V_{IO}		200	310	μA	
온칩 종단 저항								
$R_{\text{TERM_TX}}$	드라이버 출력 Y/Z 단자에 걸쳐 120 Ω 터미네이션	$DE = \text{GND}$, TERM_TX = V_{IO} , $V_{YZ} = 2\text{ V}$, $V_Z = -7\text{ V}$, 0 V, 10 V 그림 7-9 참조			102	120	138	Ω
$R_{\text{TERM_RX}}$	리시버 출력 A/B 단자에 걸쳐 120 Ω 터미네이션	TERM_RX = V_{IO} , $V_{AB} = 2\text{ V}$, $V_B = -7\text{ V}$, 0 V, 10 V 그림 7-10 참조			102	120	138	Ω

(1) 어떠한 특정 조건 하에서도 V_{TH+} 는 V_{TH-} 대비 최소 V_{HYS} 더 높은 것이 보장됩니다.

6.8 Switching Characteristics_500 kbps

권장 작동 조건에서 500Kbps(SLR = V_{IO}인 경우). 달리 언급이 없는 경우 모든 일반적인 값은 25°C에서의 값이며 공급 전압은 V_{CC} = 5V, V_{IO} = 3.3V입니다. ⁽¹⁾

매개변수		테스트 조건		최소값	일반	최대값	단위
드라이버							
t _r , t _f	차동 출력 상승/하강 시간		V _{CC} = 3~3.6V, 일반적으로 3.3V	200	250	600	ns
			V _{CC} = 4.5~5.5V, 일반적으로 5V	220	270	600	ns
t _{PHL} , t _{PLH}	전파 지연	R _L = 54 Ω, C _L = 50 pF 그림 7-3	V _{CC} = 3~3.6V, 일반적으로 3.3V		260	500	ns
			V _{CC} = 4.5~5.5V, 일반적으로 5V		260	450	ns
t _{SK(P)}	펄스 스퀘, t _{PHL} - t _{PLH}		V _{CC} = 3~3.6V, 일반적으로 3.3V		2	15	ns
			V _{CC} = 4.5~5.5V, 일반적으로 5V		2	15	ns
t _{PHZ} , t _{PLZ}	비활성화 시간	RE = X			80	200	ns
t _{PZH} , t _{PZL}	활성화 시간	RE = 0 V	그림 7-4 및 그림 7-5 참조		200	650	ns
		RE = V _{IO}			6	11	μs
리시버							
t _r , t _f	출력 상승/하락 시간				5	20	ns
t _{PHL} , t _{PLH}	전파 지연	C _L = 15 pF	그림 7-6 참조		620	1200	ns
t _{SK(P)}	펄스 스퀘, t _{PHL} - t _{PLH}				10	40	ns
t _{PHZ} , t _{PLZ}	비활성화 시간	DE = X			20	60	ns
t _{PZH(1)}	활성화 시간	DE = V _{IO}	그림 7-7 참조		80	155	ns
t _{PZL(1)}	활성화 시간	DE = V _{IO}			650	1250	ns
t _{PZH(2)} , t _{PZL(2)}	활성화 시간	V _{IO} = 1.65V~1.95V, DE = 0V	그림 7-8 참조		7	12	μs
		V _{IO} = 3V~3.6V, DE = 0V			7	12	

(1) A, B는 RX 입력, Y/Z는 전이중 모드에서 드라이버 출력 단자입니다

6.9 Switching Characteristics_20 Mbps

권장 작동 조건에서 20Mbps(SLR = GND). 모든 일반값은 25°C 및 공급 전압 V_{CC} = 5V, V_{IO} = 3.3V 조건에서의 값입니다. ⁽¹⁾

매개변수		테스트 조건		최소값	일반	최대값	단위
드라이버							
t _r , t _f	차동 출력 상승/하락 시간		V _{CC} = 3~3.6V, 일반적으로 3.3V	5	9	15	ns
			V _{CC} = 4.5~5.5V, 일반적으로 5V	4.5	8	15	ns
t _{PHL} , t _{PLH}	전파 지연	R _L = 54 Ω, C _L = 50 pF 그림 7-3	V _{IO} = 1.65V~1.95V	14	25	50	ns
			V _{IO} = 3V~3.6V	9	20	40	ns
t _{SK(P)}	펄스 스퀘, t _{PHL} - t _{PLH}		V _{CC} = 3~3.6V, 일반적으로 3.3V		1	3.5	ns
			V _{CC} = 4.5~5.5V, 일반적으로 5V		1	3.5	ns
t _{PHZ} , t _{PLZ}	비활성화 시간	RE = X	그림 7-4 및 그림 7-5 참조		25	50	ns
t _{PZH} , t _{PZL}	활성화 시간	RE = 0 V	그림 7-4 및 그림 7-5 참조		30	70	ns
t _{PZH} , t _{PZL}	활성화 시간	RE = V _{IO} , V _{IO} = 1.65V~1.95V	그림 7-4 및 그림 7-5 참조		6	11	μs
		RE = V _{IO} , V _{IO} = 3V~3.6V			6	11	
리시버							
t _r , t _f	출력 상승/하락 시간				5	10	ns
t _{PHL} , t _{PLH}	전파 지연	C _L = 15 pF	그림 7-6 참조		30	55	ns
t _{SK(P)}	펄스 스퀘, t _{PHL} - t _{PLH}					4	ns

6.9 Switching Characteristics_20 Mbps (continued)

권장 작동 조건에서 20Mbps(SLR = GND). 모든 일반값은 25°C 및 공급 전압 $V_{CC} = 5V$, $V_{IO} = 3.3V$ 조건에서의 값입니다. ((1))

매개변수		테스트 조건	최소값	일반	최대값	단위
t_{PHZ} , t_{PLZ}	비활성화 시간	DE = X	그림 7-7 참조	20	58	ns
$t_{PZH(1)}$, $t_{PZL(1)}$	활성화 시간	DE = V_{IO}		80	155	ns
$t_{PZH(2)}$, $t_{PZL(2)}$	활성화 시간	$V_{IO} = 1.65V \sim 1.95V$, DE = 0V	그림 7-8 참조	6	11	μs
		$V_{IO} = 3V \sim 3.6V$, DE = 0V		6	11	μs

(1) A, B는 RX 입력, Y/Z는 전이중 모드에서 드라이버 출력 단자입니다.

6.10 Switching Characteristics_Termination resistor

권장 작동 조건에서 매개 변수. 달리 언급이 없는 경우 모든 일반적인 값은 25°C에서의 값이며 공급 전압은 $V_{CC} = 5V$, $V_{IO} = 3.3V$ 입니다.

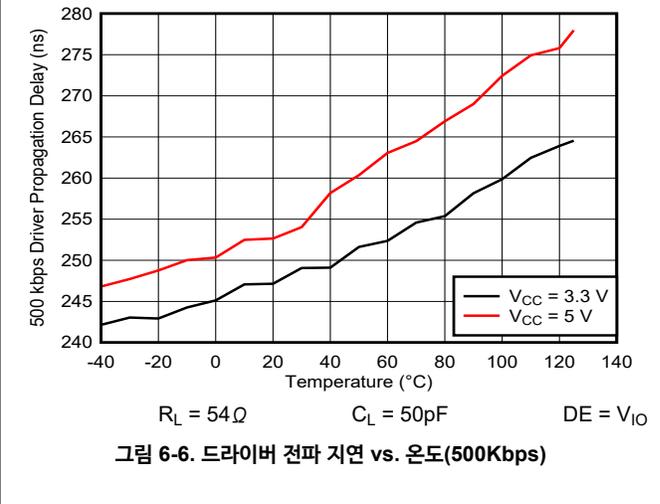
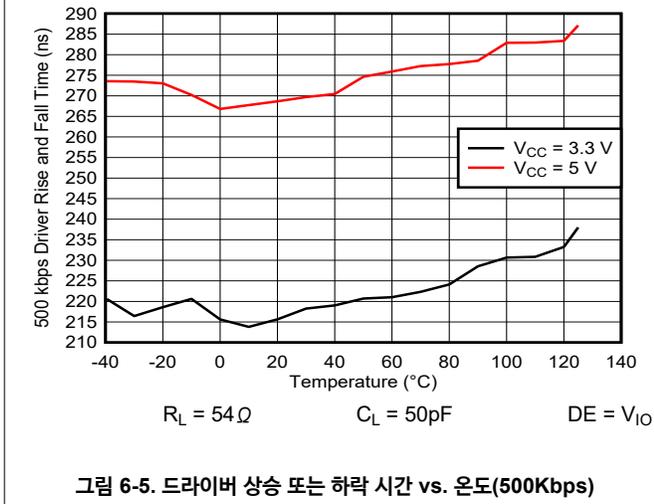
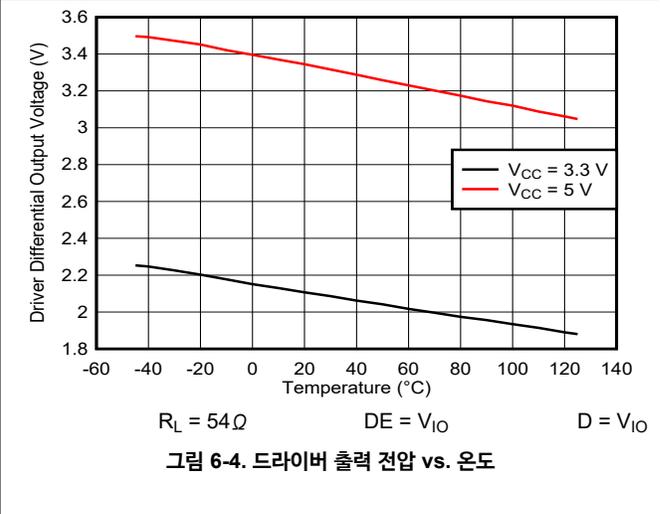
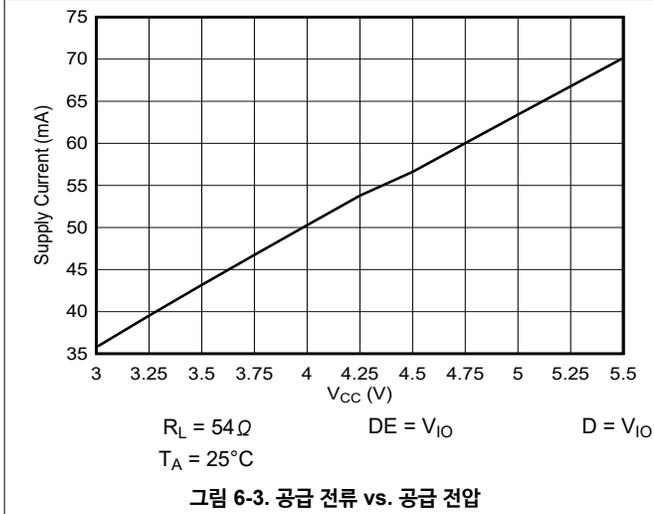
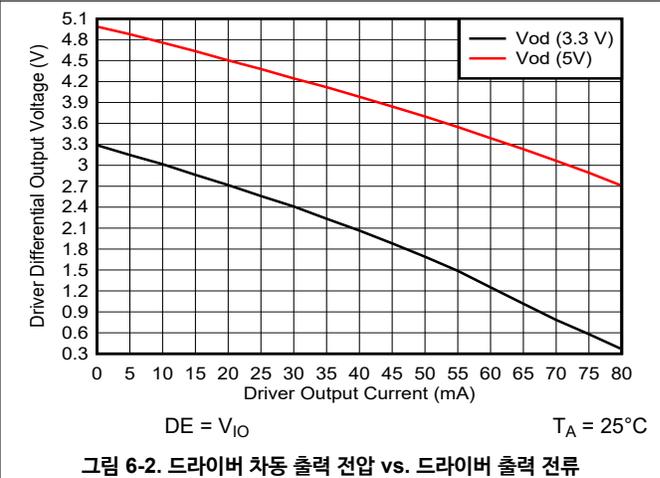
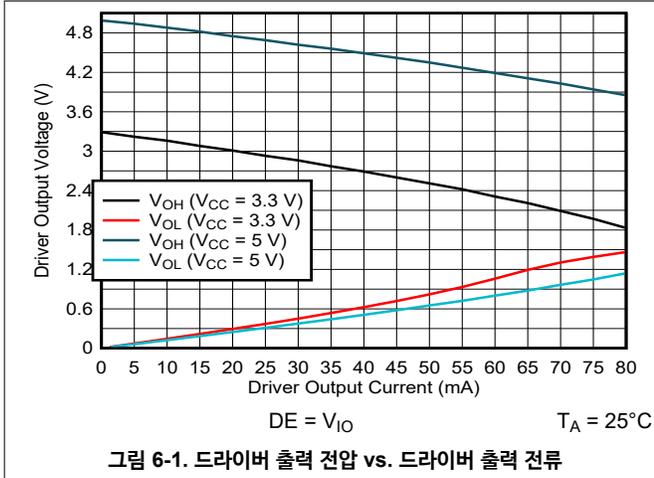
매개변수		테스트 조건	최소값	일반	최대값	단위
t_{DTEN}	드라이버 단자 종단 저항 켜기 시간	H/F = GND, $V_{IO} = 3 \sim 3.6V$, DE = GND, $V_{YZ} = 2V$, $V_Z = 0V$ 그림 7-9 참조		1500	4000	ns
t_{DTZ}	드라이버 단자 종단 저항 끄기 시간	H/F = GND, $V_{IO} = 3 \sim 3.6V$, DE = GND, $V_{YZ} = 2V$, $V_Z = 0V$ 그림 7-9 참조		4600	7200	ns
t_{RTEN}	리시버 단자 종단 저항 켜기 시간	H/F = GND, $V_{IO} = 3 \sim 3.6V$, $\overline{RE} = X$, $V_{AB} = 2V$, $V_B = 0V$ 그림 7-10 참조		1500	4000	ns
t_{RTZ}	리시버 단자 종단 저항 끄기 시간	H/F = GND, $V_{IO} = 3 \sim 3.6V$, $\overline{RE} = X$, $V_{AB} = 2V$, $V_B = 0V$ 그림 7-10 참조		4600	7200	ns

6.11 Switching Characteristics_Duplex switching

권장 작동 조건에서 매개 변수. 달리 언급이 없는 경우 모든 일반적인 값은 25°C에서의 값이며 공급 전압은 $V_{CC} = 5V$, $V_{IO} = 3.3V$ 입니다.

매개변수		테스트 조건	최소값	일반	최대값	단위
t_{HFD}	반이중모드에서 전이중 모드로 전환하는 시간	$V_{IO} = 3 \sim 3.6V$, 드라이버 및 리시버 활성 상태, TERM_TX = V_{IO} 그림 7-11 참조		0.1	1.2	μs
t_{FHD}	전이중모드에서 반이중 모드로 전환하는 시간	$V_{IO} = 3 \sim 3.6V$, 드라이버 및 리시버 활성 상태, TERM_TX = V_{IO} 그림 7-11 참조		0.1	1.2	μs

6.12 일반적인 특징



6.12 일반적인 특징 (continued)

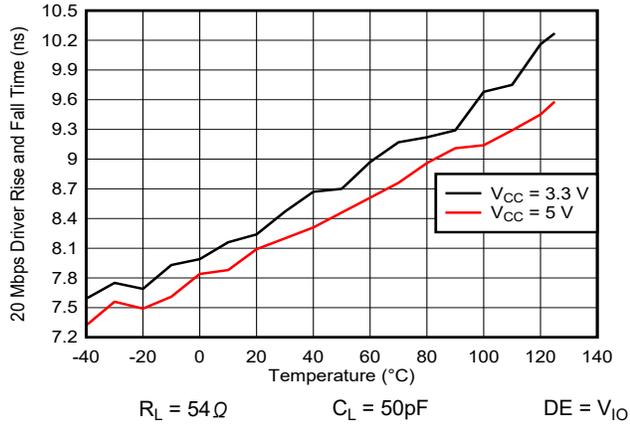


그림 6-7. 드라이버 상승 또는 하락 시간 vs. 온도(20Mbps)

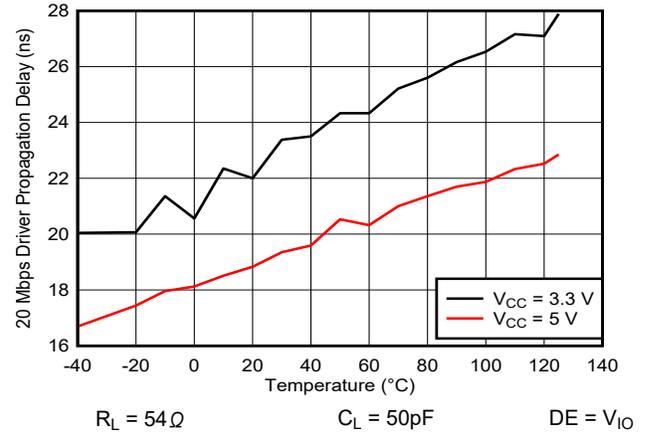


그림 6-8. 드라이버 전파 지연 vs. 온도(20Mbps)

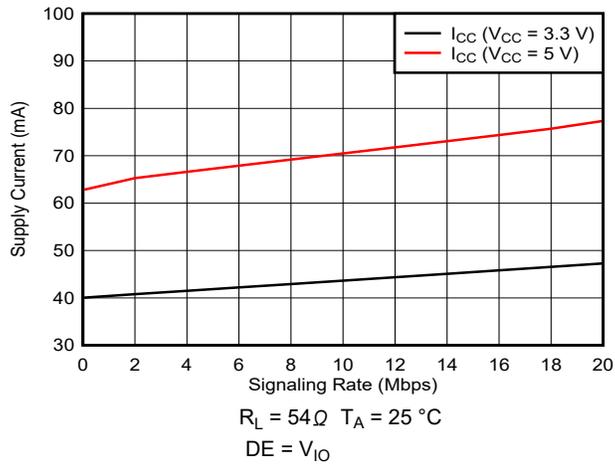


그림 6-9. 공급 전류 vs. 신호율(20Mbps)

7 파라미터 측정 정보

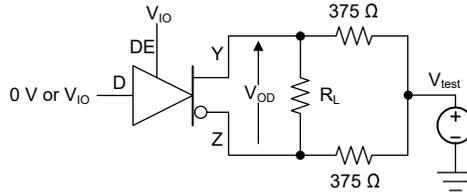


그림 7-1. 공통 모드 부하를 사용한 드라이버 차동 출력 전압 측정

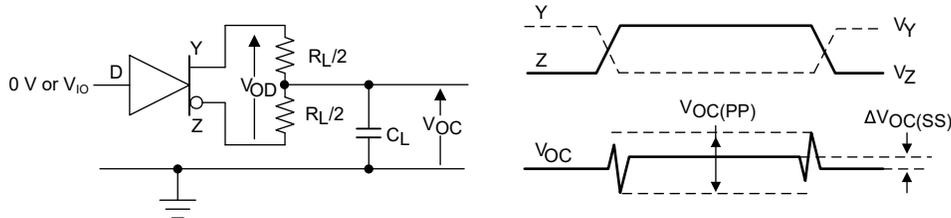


그림 7-2. RS-485 부하를 사용한 드라이버 차동 및 공통 모드 출력의 측정

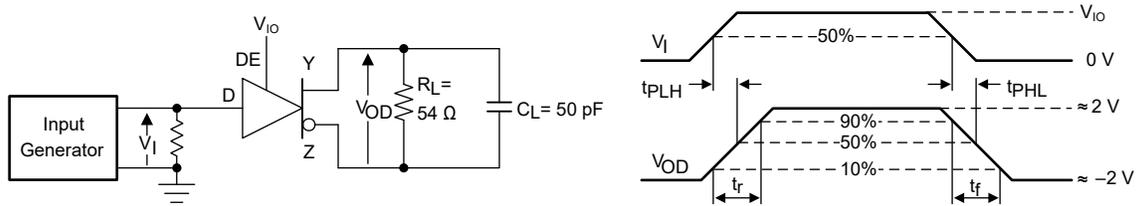


그림 7-3. 드라이버 차동 출력 상승 및 하락 시간 및 전파 지연의 측정

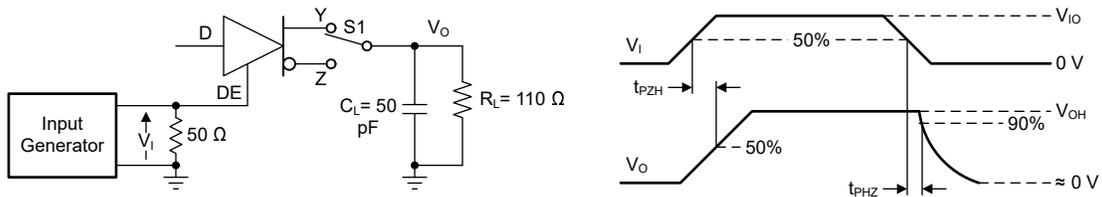


그림 7-4. 액티브 고출력 및 풀다운 부하를 사용한 드라이버 활성화 및 비활성화 시간의 측정

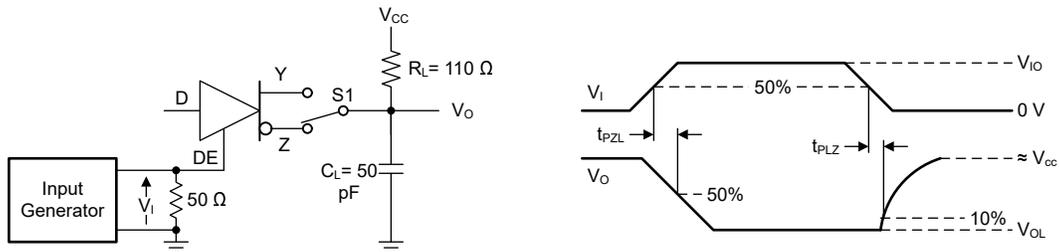


그림 7-5. 액티브 저출력 및 풀업 부하를 사용한 드라이버 활성화 및 비활성화 시간의 측정

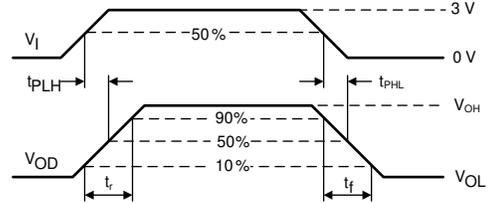
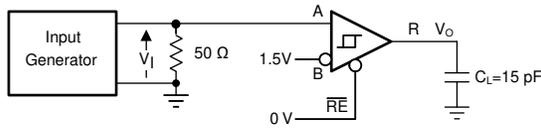


그림 7-6. 리시버 출력 상승 및 하락 시간 및 전파 지연의 측정

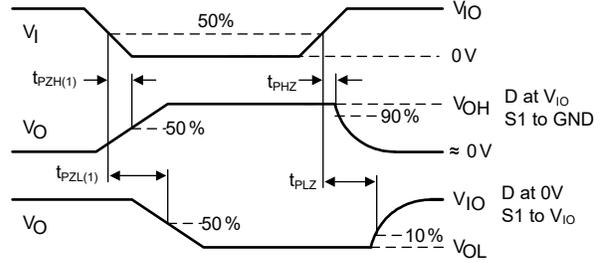
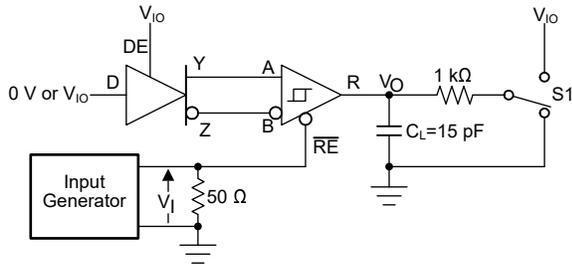


그림 7-7. 드라이버가 활성화된 상태에서 리시버 활성화/비활성화 시간 측정

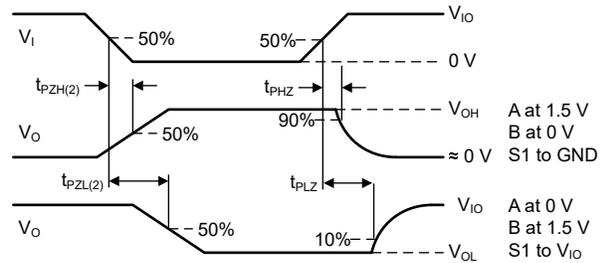
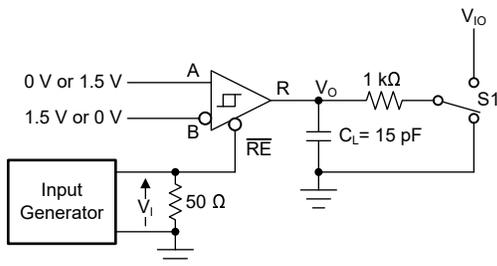


그림 7-8. 드라이버가 비활성화된 상태에서 리시버 활성화/비활성화 시간 측정

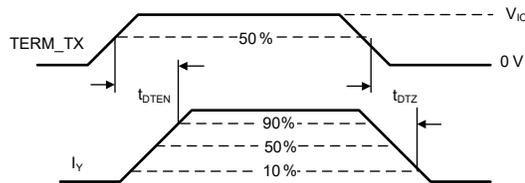
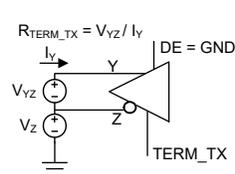


그림 7-9. 드라이버 단자 종단 저항의 활성화 및 비활성화 시간 측정

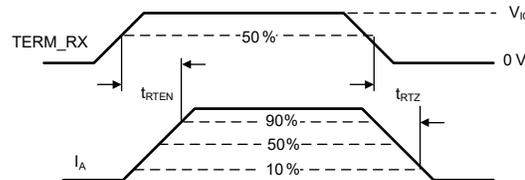
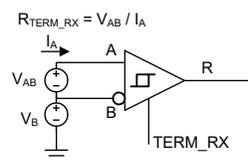


그림 7-10. 리시버 단자 종단 저항의 활성화 및 비활성화 시간 측정

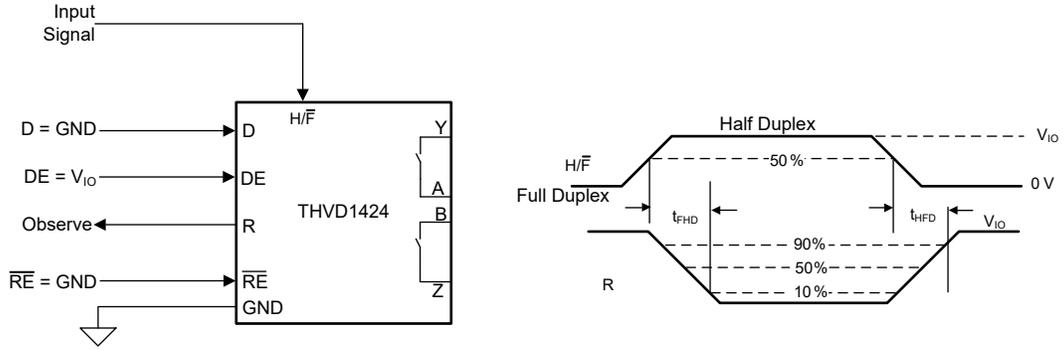


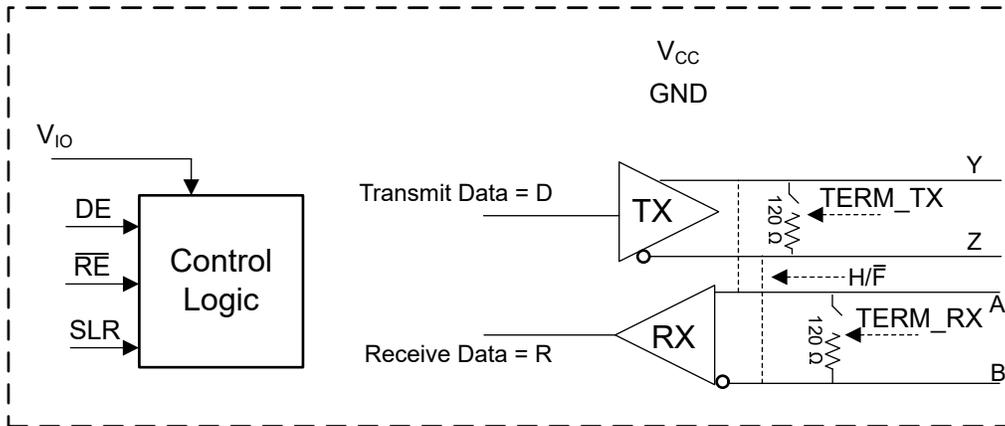
그림 7-11. 반이중 모드에서 전이중 모드로, 전이중 모드에서 반이중 모드로의 전환 시간 측정

8 상세 설명

8.1 개요

THVD1424는 유연한 RS-485 트랜시버로, 핀 H/F를 구성해 반이중 또는 전이중 RS-485 네트워크에서 사용할 수 있습니다. 장치에는 슬루율 제어 핀 SLR이 있으며, 이를 이용해 장치를 최대 20Mbps 모드로, 또는 슬루율 제한 500Kbps 모드로 설정할 수 있습니다. 또한 THVD1424에는 Y/Z 단자와 A/B 단자에 걸쳐 온칩 120Ω 종단 저항이 있습니다. 종단 저항은 TERM_TX와 TERM_RX 등 핀 2개를 사용해 제어합니다.

8.2 기능 블록 다이어그램



8.3 특징 설명

THVD1424는 3~5.5V 버스 공급 전원으로 작동합니다. 장치에는 V_{IO} 핀이 있어 1.8V, 2.5V, 3.3V 또는 5V 로직 인터페이스로 상호작용할 수 있습니다. 내부 ESD 보호 회로가 IEC 61000-4-2에 따라 최대 $\pm 8kV$ (접촉 방전), $\pm 15kV$ (에어 갭 방전)까지 ESD(정전기 방전)으로부터, IEC 61000-4-4에 따라 최대 $\pm 4kV$ 까지 EFT(빠른 전기적 과도 현상)로부터 트랜시버를 보호합니다.

8.4 장치 기능 모드

THVD1424에는 H/F 핀이 있어 반이중 또는 전이중 네트워크에서 사용할 수 있습니다. H/F 핀의 기능 작동 방식에 대한 설명이 표에 나와 있습니다.

표 8-1. 이중 스위칭 기능 표

신호 상태	드라이버	리시버	설명
H/F = V_{IO}	드라이버 출력 핀은 Y와 Z입니다	리시버 입력 핀은 Y와 Z입니다	반이중 모드: 드라이버와 리시버는 같은 버스 핀들을 공유하며, 장치 상태는 DE 및 RE 핀으로 제어합니다.
H/F = GND	드라이버 출력 핀은 Y와 Z입니다	리시버 입력 핀은 A와 B입니다	전이중 모드: H/F가 부동인 경우 장치의 기본 상태입니다.

드라이버 활성화 핀 DE가 로직 하이인 경우 차동 출력 Y와 Z는 데이터 입력 D의 로직 상태를 따릅니다. D의 로직 상태가 하이인 경우 Y가 하이로, Z는 로우로 전환됩니다. 이 경우 $V_{OD} = V_Y - V_Z$ 로 정의되는 차동 출력 전압은 양입니다. D가 로우이면 출력 상태가 반전되고, Z는 하이, Y는 로우가 되며 V_{OD} 는 음이 됩니다.

DE가 로우이면 양쪽 출력이 모두 하이 임피던스로 전환됩니다. 이 조건에서는 D의 로직 상태가 관련이 없습니다. DE 핀에는 점핑 대한 내부 풀다운 저항이 있어 열린 상태로 두면 드라이버가 비활성화(고임피던스)됩니다. D 핀에는 V_{IO} 에 대한 내부 풀업 저항이 있어서 드라이버가 활성화된 상태에서 열린 상태로 두면 출력 Y가 하이로, Z는 로우로 전환됩니다.

표 8-2. 드라이버 기능 표

입력	활성화	출력		기능
		Y	Z	
D	독일어			
H	H	H	L	능동적으로 버스를 하이로 구동
L	H	L	H	능동적으로 버스를 로우로 구동

표 8-2. 드라이버 기능 표 (continued)

입력	활성화	출력		기능
		Y	Z	
D	독일어	Y	Z	
X	L	Z	Z	드라이버가 비활성 상태입니다
X	열림	Z	Z	기본 설정상 드라이버가 비활성 상태입니다
열림	H	H	L	기본 설정상 능동적으로 버스를 하일로 구동

리시버 활성화 핀 RE가 로직 로우인 경우 리시버가 활성화됩니다. 전이중 모드의 경우 $V_{ID} = V_A - V_B$ 로 정의되는 차동입력 전압(또는 반이중 모드의 경우 $V_Y - V_Z$)이 양이고 양의 입력 임계값 V_{TH+} 보다 높은 경우 리시버 출력 R은 하일로 전환됩니다. V_{ID} 가 음이고 음의 입력 임계값 V_{TH-} 보다 낮은 경우 리시버 출력 R은 로우로 전환됩니다. V_{ID} 가 V_{TH+} 과 V_{TH-} 사이인 경우 출력은 불확정적입니다.

RE가 로직 하이이거나 열린 상태인 경우 리시버 출력은 하이 임피던스이며 V_{ID} 의 크기 및 극성은 무관합니다. 리시버 입력의 내부 바이어싱으로 인해 트랜시버를 버스(개방 회로)에서 연결 해제하면 출력 R이 페일세이프 하일로 전환되거나, 버스 라인이 단락되거나(단락 회로) 또는 버스가 능동적으로 구동되지 않습니다(유휴 버스).

표 8-3. 리시버 기능 표

차동 입력	활성화	출력	기능
$V_{ID} = V_A - V_B$ (전이중 모드) 또는 $V_Y - V_Z$ (반이중 모드)	RE	R	
$V_{TH+} < V_{ID}$	L	H	유효한 버스 하이 수신
$V_{TH-} < V_{ID} < V_{TH+}$	L	?	불확정적 버스 상태
$V_{ID} < V_{TH-}$	L	L	유효한 버스 로우 수신
X	H	Z	리시버가 비활성화됩니다
X	열림	Z	기본 설정상 리시버가 비활성 상태입니다
개방 회로 버스	L	H	페일세이프 하이 출력
단락 버스	L	H	페일세이프 하이 출력
유휴(중단된) 버스	L	H	페일세이프 하이 출력

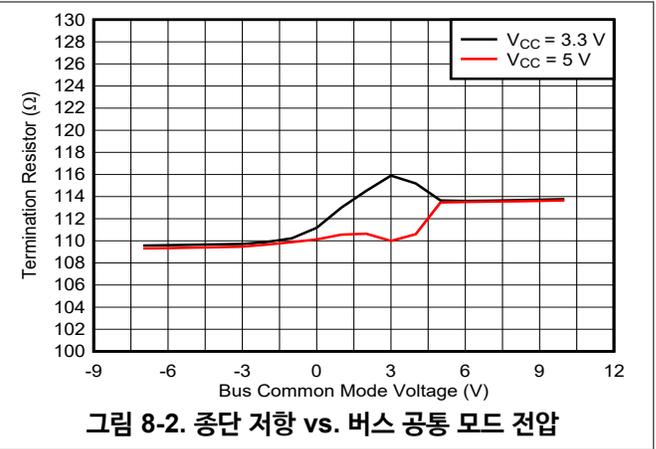
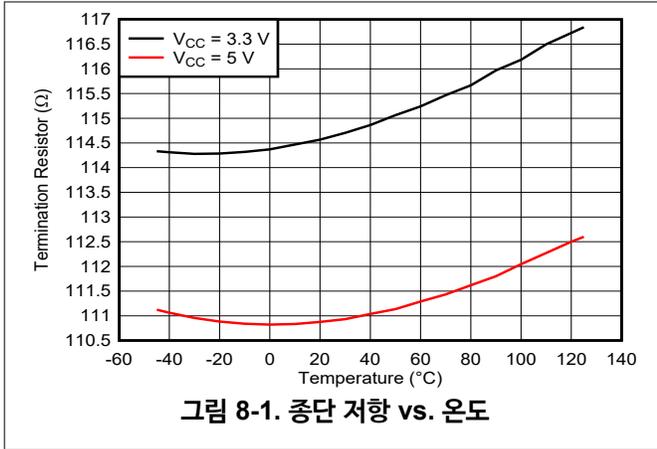
8.4.1 온칩 전환 가능 터미네이션

THVD1424에는 공칭 120Ω의 종단 저항 2개가 있으며, 하나는 Y/Z, 다른 하나는 A/B에 걸쳐 있습니다. 두 종단 저항 모두 온칩 터미네이션 기능 표에서 설명하고 있는 대로 핀을 사용해 활성화 또는 비활성화합니다. 양쪽 종단 저항 모두 드라이버나 리시버의 상태에 관계 없이 활성화 또는 비활성화할 수 있습니다. 장치의 전원이 꺼져 있거나 과열로 전원 차단된 경우 터미네이션이 OFF 상태가 됩니다.

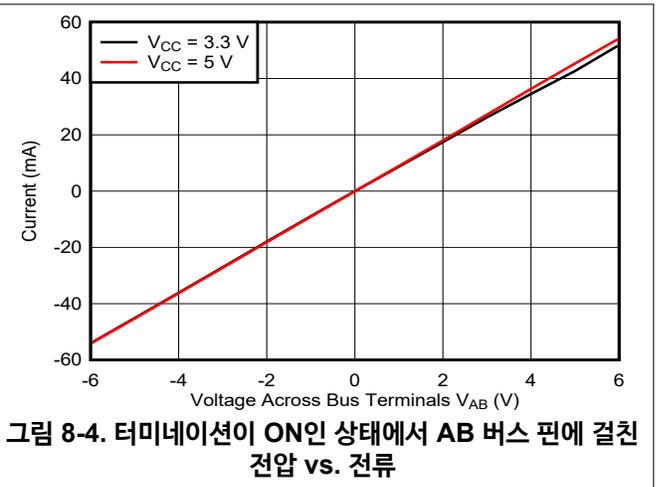
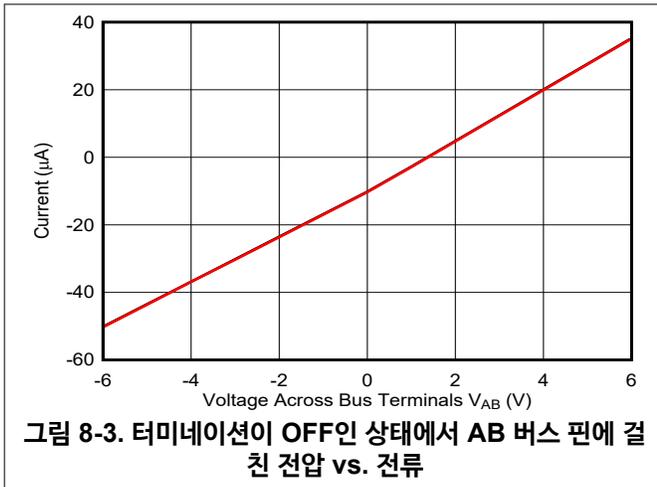
표 8-4. 온칩 터미네이션 기능 표

신호 상태	장치 모드	기능	기타 의견
TERM_TX = V_{IO}	전이중 모드	Y와 Z 사이에서 120Ω 활성화됨	Y/Z 간 터미네이션은 기본 설정상 비활성화되어 있습니다
TERM_TX = GND 또는 부동	전이중 모드	Y와 Z 사이에서 120Ω 비활성화됨	
TERM_RX = V_{IO}	전이중 모드	A와 B 사이에서 120Ω 활성화됨	A/B 간 터미네이션은 기본 설정상 비활성화되어 있습니다
TERM_RX = GND 또는 부동	전이중 모드	A와 B 사이에서 120Ω 비활성화됨	
TERM_RX = X, TERM_TX = V_{IO}	반이중 모드	Y와 Z 사이에서 120Ω 활성화됨	반이중 모드에서 TERM_RX는 상관하지 않음이며 TERM_TX는 우선 순위가 더 높습니다
TERM_RX = X, TERM_TX = GND	반이중 모드	Y와 Z 사이에서 120Ω 비활성화됨	

아래 이미지는 온도 및 공통 모드 전압에 따른 온칩 120Ω 종단 저항 변형이 나와 있습니다.



THVD1424 온칩 종단 저항은 종단 블록이 버스에 저항 부하를 제공하고 버스 신호의 크기 또는 위상을 DC에서 20Mbps 신호로 변경하지 않도록 설계되었습니다. 아래 이미지에서 버스 전압이 -6V에서 +6V로 스위핑되는 모습을 확인하세요. 버스로 유입되는 전류는 터미네이션 ON 또는 OFF 조건에서 모두 선형적으로 변경됩니다.



8.4.2 작동 데이터 전송률

THVD1424는 SLR(슬루율 제어) 핀을 이용한 구성을 통해 저속 또는 고속 RS-485 네트워크에서 사용 가능합니다. 아래 표에는 슬루율 제어 기능에 대한 설명이 나와 있습니다.

표 8-5. 슬루율 제어 기능 표

신호 상태	드라이버	리시버	설명
SLR = V_{IO}	최대 작동 속도 = 500Kbps	최대 작동 속도 = 500Kbps	드라이버 출력에 액티브 고슬루율 제한 적용, 리시버 경로에서 클리치 필터 활성화됨
SLR = GND 또는 부동	최대 작동 속도 = 20Mbps	최대 작동 속도 = 20Mbps	드라이버 출력에 대한 액티브 고슬루율 적용 비활성화, 리시버 경로에서 클리치 필터 비활성화됨

저속 모드(500Kbps)에서 리시버 경로는 추가적인 노이즈 필터링을 제공합니다. 버스에서 유효한 데이터로 잘못 해석될 수 있는 고주파 노이즈 펄스를 감쇠하기 위해 SLR = V_{IO} 는 저역 통과 필터가 일반 800kHz보다 더 높은 주파수의 펄스를 필터링할 수 있도록 합니다.

8.4.3 보호 기능

THVD1424에는 공급 부족 전압, 버스 단락 및 과열 시 전원 차단 같은 보호 기능이 내장되어 있습니다.

공급 부족 전압 보호 기능은 V_{CC} 와 V_{IO} 공급 장치에 모두 있습니다. 이 기능은 양쪽 공급이 모두 상승 부족 전압 임계값보다 높은 상태에서 버스 출력과 리시버 로직 출력을 알려진 구동 상태로 유지해 줍니다. 아래 표에서는 다양한 공급 수준 시나리오에서 장치 동작을 설명합니다.

표 8-6. 공급 기능 표

V_{CC}	V_{IO}	드라이버 출력	리시버 출력	버스 핀 YZ 및 AB에 걸친 터미네이션
$> UV_{VCC}$ (상승)	$> UV_{VIO}$ (상승)	DE 및 D 입력에 의해 결정됨	\overline{RE} 및 A-B에 의해 결정됨	TERM_TX 및 TERM_RX 핀에 의해 결정됨
$< UV_{VCC}$ (하락)	$> UV_{VIO}$ (상승)	고임피던스	불확정	OFF
$> UV_{VCC}$ (상승)	$< UV_{VIO}$ (하락)	고임피던스	고임피던스	불확정
$< UV_{VCC}$ (하락)	$< UV_{VIO}$ (하락)	고임피던스	고임피던스	OFF

버스 단자는 $\pm 16V$ 까지 고압 단락으로부터 보호됩니다. 또한, 버스 단락 전류는 250mA로 제한됩니다. 따라서 드라이버 여러 개가 동시에 버스를 구동하는 버스 경합 같은 이벤트의 경우 버스 단자를 통과하는 전류가 내부적으로 제한됩니다. 전력 손실로 인해 접합부 온도가 $150^{\circ}C$ 를 초과하는 경우 과열 시 차단 기능이 활성화되어 드라이버와 리시버를 비활성화하고 온칩 전력 손실을 감소시키게 됩니다. 접합부 온도가 데이터 시트의 전기 파라미터 섹션에 지정되어 있는 과열 시 차단 이력 만큼 하락하게 되면 다시 장치가 활성화됩니다.

9 애플리케이션 정보 면책 고지

NOTE

다음 애플리케이션 섹션의 정보는 TI 구성 요소 사양의 일부가 아니며, TI는 그 정확성 또는 완전성을 보증하지 않습니다. 자신의 목적에 대한 구성 요소의 적합성 여부를 판단하고, 설계 구현을 검증 및 테스트해 시스템 기능을 확인하는 것은 TI 고객 본인의 책임입니다.

9.1 애플리케이션 정보

THVD1424는 비동기 데이터 전송 용도로 사용되는 유연한 RS-485 트랜시버입니다. 장치는 드라이버와 리시버 활성화 핀, 슬루율 제어, 듀플렉스 제어 및 터미네이션 제어 핀을 이용해 다양한 점대점, 멀티포인트 또는 멀티드롭 네트워크 구성에 맞게 응용 가능합니다.

9.2 일반적인 애플리케이션

RS-485 버스는 병렬 형태로 버스 케이블에 연결되는 여러 개의 트랜시버들로 구성됩니다. 라인 반사를 제거하기 위해, 각 케이블 끝 부분은 종단 저항 R_T 로 종단됩니다. 이 때 이 종단 저항값은 케이블의 특성 임피던스 Z_0 와 일치합니다. 병렬 종단이라고 하는 이 방법을 이용하면 더 긴 케이블에서 더 높은 데이터 전송률을 달성할 수 있습니다. THVD1424에는 RS-485 애플리케이션에서 가장 흔히 사용되는 케이블에 적합한 온칩 120Ω 종단 저항이 있습니다. 그림 9-1에서는 엔드 노드 2개가 종단되어 있고 나머지 노드들은 미종단 상태입니다. THVD1424는 모든 노드 설계에서 설계 가능합니다. TERM_TX 핀을 사용하면 네트워크에서 엔드 노드와 중간 노드를 구성할 수 있습니다.

그림 9-2는 전이중 네트워크에서 각 케이블쌍 엔드 노드의 종단을 보여줍니다. 앞서도 언급했듯이, THVD1424를 이용하면 모든 노드에 대해 공통 기판 설계를 적용할 수 있습니다. TERM_TX와 TERM_RX 핀을 이용하면 엔드 노드와 중간 노드를 구성할 수 있습니다.

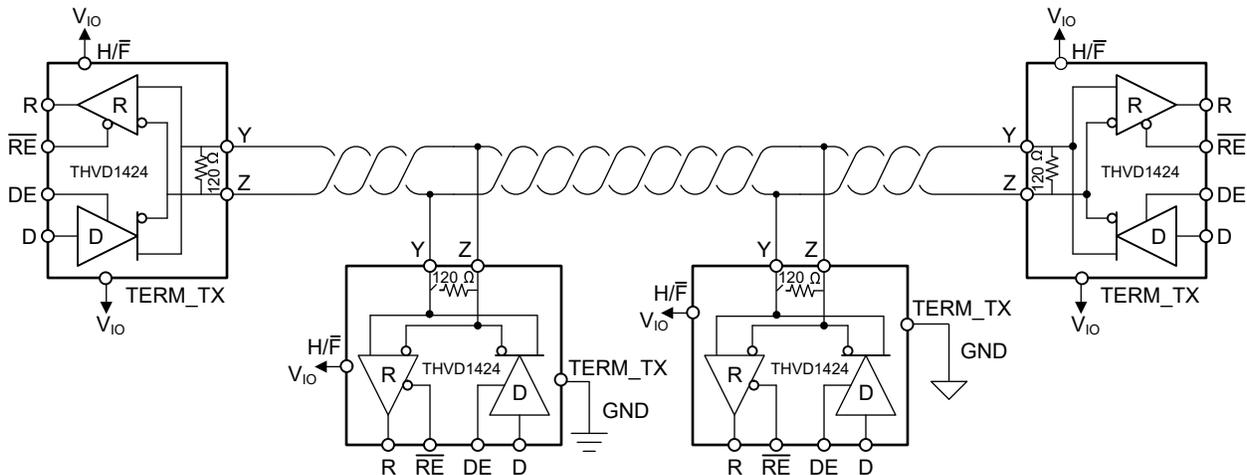


그림 9-1. 반이중 모드로 구성된 THVD1424를 적용한 일반적인 RS-485 네트워크

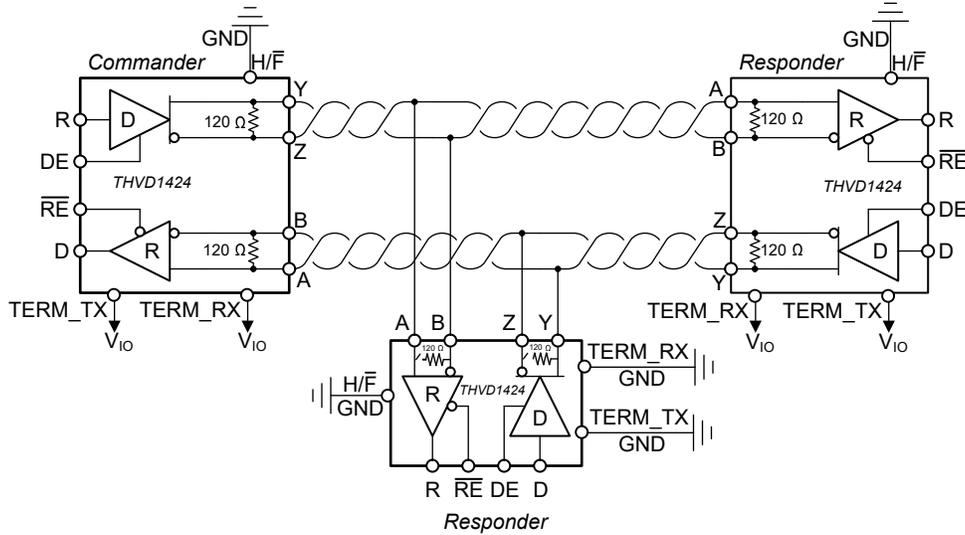


그림 9-2. 전이중 모드로 구성된 THVD1424를 적용한 일반적인 RS-485 네트워크

9.2.1 설계 요구 사항

RS-485는 장거리 네트워킹 용도에 적합한 활용도 높은 전기 표준으로, 거리, 데이터 전송률 및 노드 개수 등 다양한 요구 사항을 가진 광범위한 애플리케이션에서 사용할 수 있습니다.

9.2.1.1 데이터 전송률 및 버스 길이

데이터 전송률과 케이블 길이는 서로 반비례 관계이며, 따라서 데이터 전송률이 높을수록 케이블 길이가 짧아야 하며, 반대로 데이터 전송률이 낮을수록 케이블 길이는 길어야 합니다. 대부분의 RS-485 시스템은 10kbps~100kbps 사이의 데이터 전송률을 사용하지만, 애플리케이션에 따라 4,000피트(약 1,219미터) 이상 거리에 데이터 전송률 최대 300kbps가 필요한 경우도 있습니다. 최대 5 또는 10%까지 약간의 신호 지터를 허용할 경우 더 먼 거리도 가능합니다.

9.2.1.2 스텝 길이

노드를 버스에 연결할 때, 트랜시버 입력과 케이블 트렁크 사이의 거리(스터브)는 최대한 짧아야 합니다. 스텝은 비종단 버스 라인을 구성하며, 이로 인해 스텝 길이가 늘어남에 따라 반사가 발생할 수 있습니다. 일반적인 지침으로, 스텝의 전기적 길이, 또는 왕복 지연은 드라이버 상승 시간의 1/10보다 작아야 하며, 그래서 나온 스텝의 물리적인 최대 길이가 [방정식 1](#)에 나와 있는 길이입니다.

$$L_{(\text{스터브})} \leq 0.1 \times t_r \times v \times c \quad (1)$$

여기서

- t_r 은 드라이버의 10/90 상승 시간입니다
- c 는 빛의 속도입니다(3×10^8 m/s)
- v 는 c 의 배수로 케이블 또는 트레이스의 신호 속도입니다

THVD1424는 SLR 핀 구성 기능을 이용해 저속과 고속 네트워크에서 모두 사용 가능합니다. 슬루율 제한은 스텝 길이를 늘릴 수 있도록 드라이버 출력 상승/하락 시간을 늦춥니다.

9.2.1.3 버스 로딩

RS-485 표준은 적합 드라이버가 반드시 32 UL(단위 로드)을 구동할 수 있어야 한다고 명시하고 있으며, 여기서 1 UL은 약 12k Ω 의 부하 임피던스를 나타냅니다. THVD1424는 1/8 UL 트랜시버로 구성되어 있기 때문에 버스에 트랜시버를 최대 256 개까지 연결할 수 있습니다.

9.2.1.4 리시버 페일세이프

THVD1424의 차동 리시버는 다음에 의해 초래된 유효하지 않은 버스 상태에 대해 *페일세이프(failsafe)* 역할을 합니다.

- 개방형 버스 상태(예: 커넥터 연결 해제)
- 단락된 버스 상태(예: 연선을 함께 단락시키는 케이블 손상)
- 버스에서 능동적으로 구동하는 드라이버가 없을 때 발생하는 유힤 버스 상태

이러한 경우 차동 리시버는 리시버의 출력이 불확정되지 않도록 페일세이프 로직 하이 상태를 출력합니다.

입력 불확정 범위에 0V 차동이 포함되지 않도록 리시버 임계값을 오프셋하여 리시버 페일세이프를 달성합니다. RS-422 및 RS-485 표준에 부합하려면 리시버 출력은 반드시 차동 입력 V_{ID} 가 200mV보다 더 양일 때 하이로 출력해야 하며, V_{ID} 가 -200mV보다 더 음일 때 로우로 출력해야 합니다. 페일세이프 성능을 결정하는 리시버 파라미터는 V_{TH+} , V_{TH-} 및 V_{HYS} (V_{TH+} 와 V_{TH-} 사이)입니다. [표 8-3](#)에 나와 있듯이, -200mV보다 더 음인 차동 신호는 항상 로우 리시버 출력을 초래하고, 200mV보다 더 양인 차동 신호는 항상 하이 리시버 출력을 초래합니다.

차동 입력 신호가 0에 가깝더라도 여전히 V_{TH+} 임계값보다는 높으며 리시버 출력은 하이로 됩니다. 차동 입력이 V_{TH+} 아래로 V_{HYS} 를 초과하는 경우에만 리시버 출력이 로우 상태로 전환됩니다. 따라서 버스 오류 조건 동안 리시버 입력의 노이즈 내성은 리시버 이력값 V_{HYS} 와 V_{TH+} 값이 포함됩니다.

9.2.1.5 과도 상태 보호

THVD1424 트랜시버 제품군의 버스 핀에는 ±16kV HBM 및 ±8kV IEC 61000-4-2 접촉 방전에 대한 온칩 ESD 보호 기능이 포함되어 있습니다. IEC(국제전기기술위원회) ESD 테스트는 HBM ESD 테스트보다 훨씬 더 엄격합니다. IEC 모델은 50% 더 높은 충전 커패시턴스 $C_{(S)}$ 및 78% 더 낮은 방전 저항 $R_{(D)}$ 으로 HBM 모델에 비해 방전 전류가 훨씬 더 높습니다.

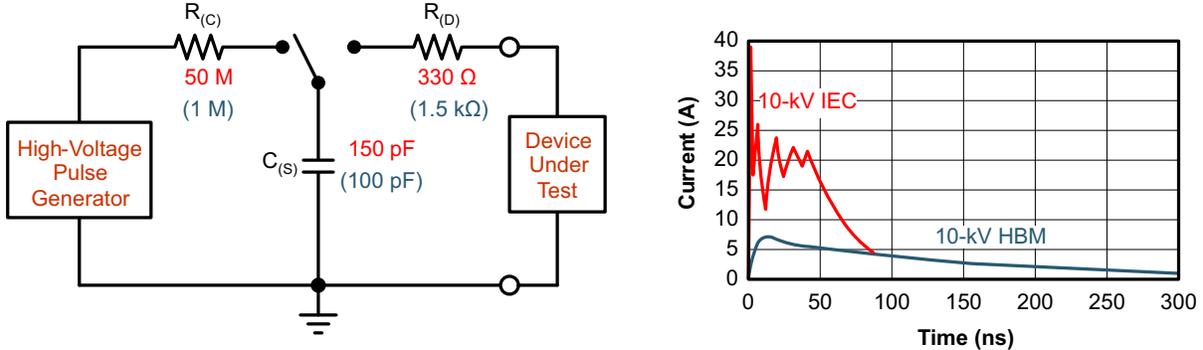


그림 9-3. HBM 및 IEC ESD 모델 및 전류 비교(괄호 안이 HBM 값)

IEC ESD 보호 기능의 온칩 구현으로 장비의 견고성을 크게 향상시킵니다. 방전 상황은 보통 사람이 커넥터 및 케이블과 접촉함에 따라 발생합니다. 설계자는 선택에 따라 보통 서지 과도 상태라고 하는 더 긴 과도 상태에 대한 보호 기능을 구현할 수 있습니다.

EFT는 보통 릴레이 접점 바운스 또는 유도 부하 중단으로 인해 발생합니다. 서지 과도 상태는 낙뢰(직접 타격 또는 전압 및 전류를 유도하는 간접 타격), 또는 부하 변화 또는 단락 스위칭을 포함하는 전력 시스템의 스위칭으로 인해 발생하는 경우가 많습니다. 이러한 과도 상태는 공장 자동화 및 전력망 시스템과 같은 산업 환경에서 자주 볼 수 있습니다.

그림 9-4는 EFT와 서지 과도 상태의 펄스 전력을 IEC ESD 과도 상태에 의한 전력과 비교한 것입니다. 왼쪽 다이어그램은 0.5kV 서지 과도 상태와 4kV EFT 과도 상태의 상대적 펄스 전력을 나타내는 것으로, 양쪽 모두 왼쪽 코너에 보이는 10kV ESD 과도 상태보다 더 두드러집니다. 500V 서지 과도 상태는 산업 및 공정 자동화의 공장 환경에서 발생할 수 있는 이벤트를 나타냅니다.

오른쪽 다이어그램은 동일한 0.5kV 서지 과도 상태와 비교했을 때 6kV 서지 과도 상태의 펄스 전력을 보여줍니다. 6kV 서지 과도 상태는 발전 및 전력망 시스템에서 발생할 가능성이 가장 높습니다.

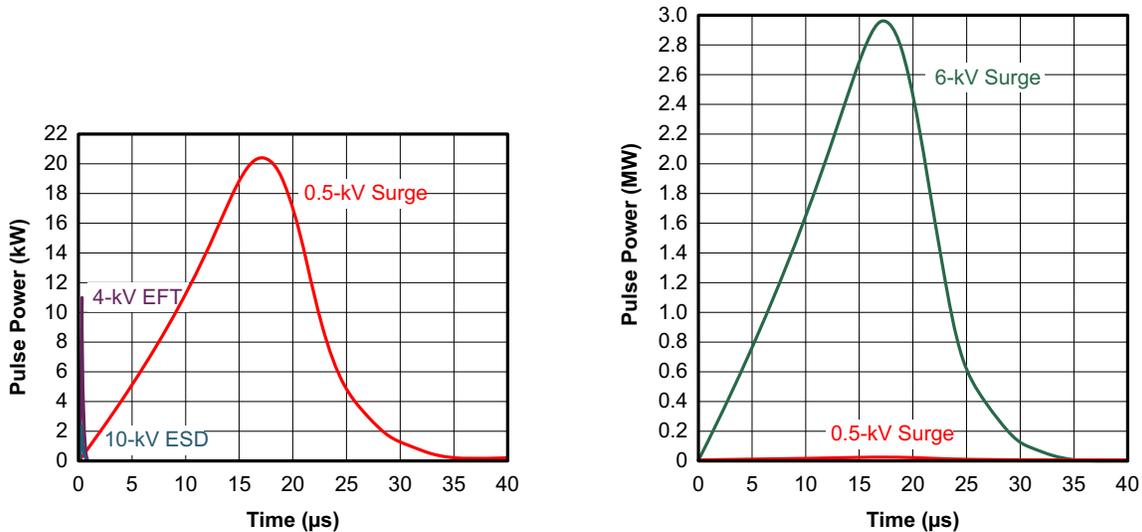


그림 9-4. ESD, EFT 및 서지 과도 상태의 전력 비교

서지 과도 상태가 발생하는 경우 고에너지 함량의 특징은 긴 펄스 지속 시간과 느린 감쇠 펄스 전력입니다. 트랜시버의 내부 보호 셀 안으로 덤프되는 과도 상태의 전기 에너지는 열 에너지로 전환되어 보호 셀을 가열 및 파괴하고, 그 결과 트랜시버를

파괴합니다. 그림 9-5는 적합성 테스트 중에 흔히 적용되는 단일 ESD, EFT, 서지 과도 상태 및 EFT 펄스 트레인에서 과도 에너지 간의 큰 차이를 보여줍니다.

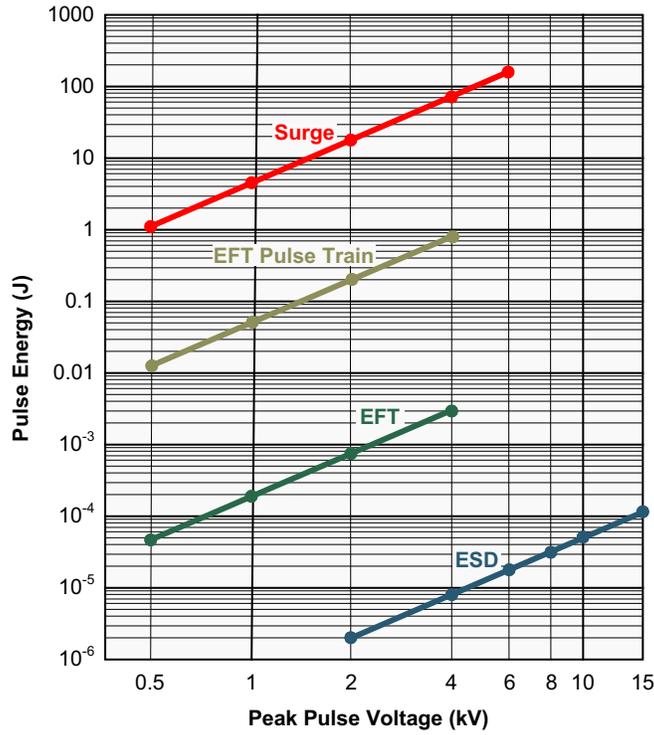


그림 9-5. 과도 에너지 비교

THVD1424

KOKS006A - SEPTEMBER 2022 - REVISED MARCH 2023

9.2.2 세부 설계 절차

서지와 같은 고에너지 과도 상태에서부터 버스 노드를 보호하려면 외부 과도 보호 장치를 구현하는 것이 필요합니다. 그림 9-6 와 그림 9-7에서는 1kV 서지(IEC 61000-4-5) 과도 상태에 대한 보호 회로를 제안하고 있습니다. 표 9-1에 관련 BOM(재료 사양서)이 나와 있습니다.

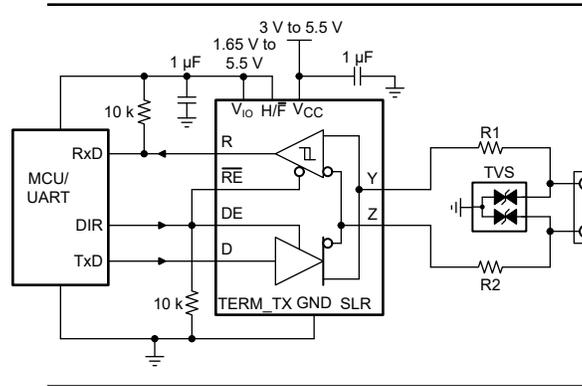


그림 9-6. THVD1424를 위한 서지 과도 현상에 대한 과도 보호 반이중 모드로 구성

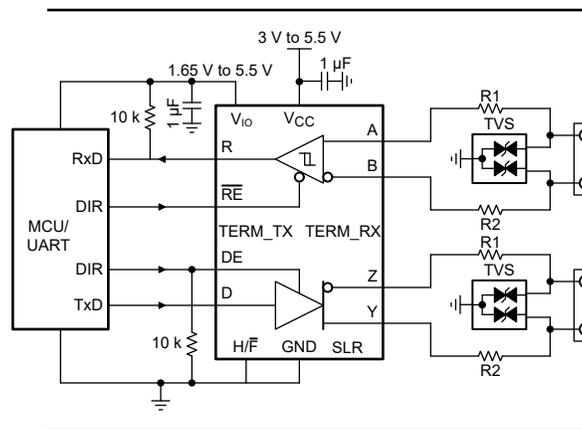


그림 9-7. THVD1424를 위한 서지 과도 현상에 대한 과도 보호 전이중 모드로 구성

표 9-1. 재료 사양서

장치	기능	주문 번호	제조사 ⁽¹⁾
xcvr	RS-485 트랜시버	THVD1424	TI
R1	10Ω 펄스 방지 후막 저항	CRCW0603010RJNEAHP	Vishay
R2			
TVS	양방향 400W 과도 억제기	CDSOT23-SM712	Bourns

(1) 타사 제품 명칭 고지를 참조하십시오.

9.2.3 적용 곡선

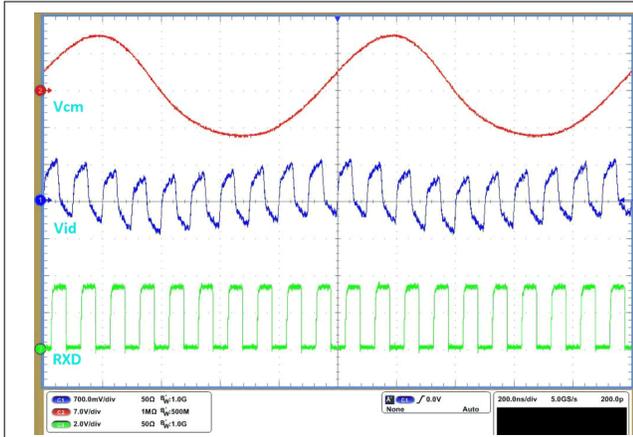


그림 9-8. 20Mbps에서 THVD1424 리시버 파형, 1MHz에서 공통 모드 이동

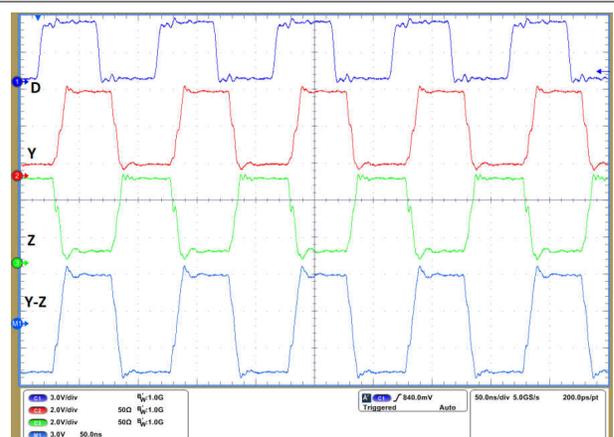


그림 9-9. 20Mbps에서 THVD1424 드라이버 파형, 터미네이션 활성화 상태

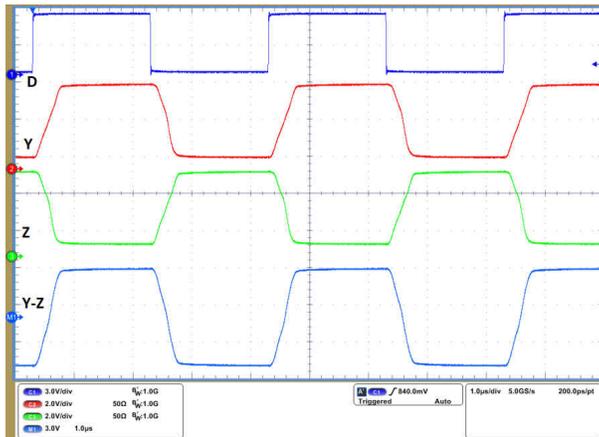


그림 9-10. 500Kbps에서 THVD1424 드라이버 파형, 터미네이션 활성화 상태

9.3 전원 공급 장치 권장 사항

모든 데이터 전송률과 공급 전압에서 안정적인 작동을 보장하려면 공급 핀 V_{CC} 와 V_{IO} 를 모두 공급 핀에 최대한 가까운 곳에서 최소 $1\mu\text{F}$ 세라믹 커패시터로 디커플링해야 합니다. 이렇게 하면 스위치 모드 전원 공급 장치의 출력부에 존재하는 공급 전압 리플을 줄이는 데 도움이 되며, PCB 전력 플레인의 저항 및 인덕턴스를 보상하는 데에도 도움이 됩니다. 장치가 올바르게 작동하려면 공급 램프업 또는 정상 상태 작동 중에 버스측 공급 V_{CC} 가 로직 공급 V_{IO} 보다 크거나 같아야 합니다.

9.4 레이아웃

9.4.1 레이아웃 지침

산업 환경에서 발생할 수 있는 서지 과도 상태로부터 보호하기 위해 견고하고 안정적인 버스 노드를 설계하려면 외부 과도 상태 보호 장치를 사용해야 하는 경우가 많습니다. 이러한 과도 상태는 주파수 대역폭이 넓기 때문에(약 3MHz~300MHz) PCB 설계 과정에서 고주파 레이아웃 기법을 적용해야 합니다.

1. 노이즈 과도 상태가 기판 전체에 전파되는 것을 막으려면 보호 회로를 버스 커넥터 가까이에 배치해야 합니다.
2. V_{CC} 와 접지면을 사용해 낮은 인덕턴스를 제공합니다. 고주파 전류는 저항이 가장 적은 경로가 아니라 최소 임피던스 경로를 따르는 경향이 있다는 점을 참고하십시오.
3. 보호 구성 요소를 신호 경로 방향으로 설계합니다. 과도 전류를 신호 경로에서 강제로 우회시켜 보호 장치에 도달하게 하지 마십시오.
4. 기판 위에서 트랜시버, UART 및/또는 컨트롤러 IC의 V_{CC} 및 V_{IO} 핀에 최대한 가깝게 최소 $1\mu\text{F}$ 디커플링 커패시터를 적용합니다.
5. 효과적인 경유(via) 인덕턴스 디커플링 커패시터와 보호 장치의 V_{CC} , V_{IO} 및 접지 연결을 위해 최소 2개의 경유(via)를 사용합니다.
6. 과도 현상 중 이러한 회선에서 노이즈 전류를 제한할 수 있도록 로직 라인에 대해 $1\text{k}\Omega\sim 10\text{k}\Omega$ 풀업 및 풀다운 저항을 사용합니다.
7. TVS 클램핑 전압이 트랜시버 버스 핀의 지정된 최대 전압보다 높은 경우 Y, Z, A 및 B 버스 라인으로 펄스 방지 저항을 삽입합니다. 이러한 저항은 트랜시버로 잔류 클램핑 전류가 들어가는 것을 제한하고 래칭업을 방지합니다.
8. 순수한 TVS 보호만으로 최대 1kV의 서지 과도 현상에 충분하지만, 과도 현상이 더 높아지는 경우 과도 현상을 몇 백 볼트의 클램핑 전압으로 감소시키는 MOV(금속 산화물 배리스터)와 과도 전류를 1mA 미만으로 제한하는 TBU(과도 전류 차단 유닛)가 필요합니다.

9.4.2 레이아웃 예시

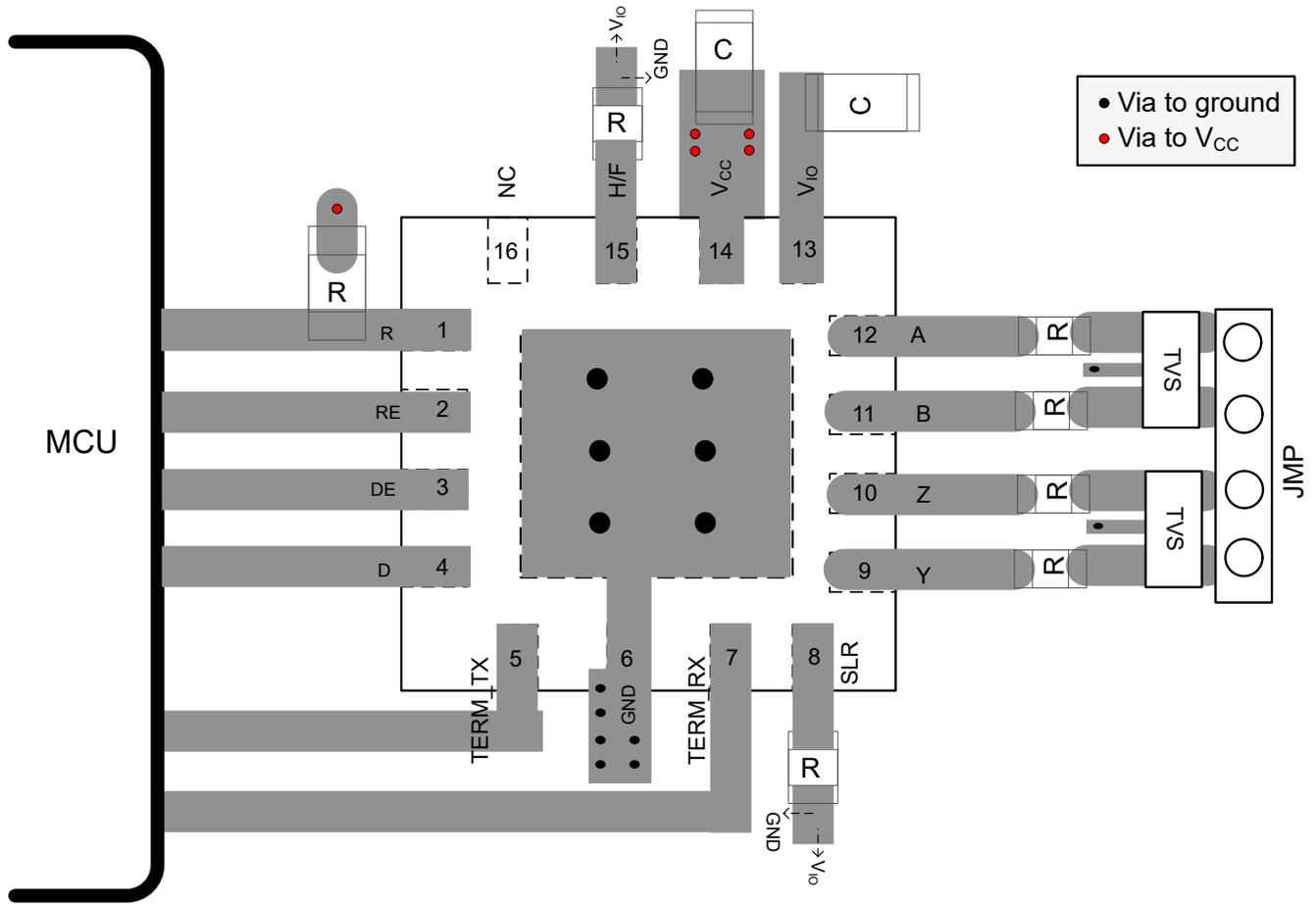


그림 9-11. VQFN-16 패키지에서 THVD1424에 대한 레이아웃 예시

10 장치 및 문서 지원

10.1 장치 지원

10.1.1 타사 제품 고지 사항

타사 제품 또는 서비스에 대한 정보를 TI가 게시하는 것은 해당 제품 또는 서비스의 적합성 또는 해당 제품 또는 서비스에 대한 보증, 표현 또는 보증을 단독으로 또는 모든 제품 또는 서비스와 결합하여 구성하는 것이 아닙니다.

10.2 문서 업데이트 알림 수신

문서 업데이트 알림을 받으려면 ti.com에서 장치 제품 폴더로 이동하십시오. *업데이트 구독*을 클릭하여 등록하고 변경된 제품 정보의 요약이 매주 받아 보십시오. 변경 내용에 대한 자세한 내용은 수정된 문서에 포함된 수정 기록을 검토하십시오.

10.3 지원 리소스

TI E2E™ 지원 포럼은 엔지니어가 빠르고 검증된 답변과 설계 지원을 제공하는 믿을 수 있는 출발처입니다. 기존 답변을 검색하거나 궁금한 점을 직접 질문하여 필요한 빠른 설계 지원을 받을 수 있습니다.

링크된 콘텐츠는 각 기고자에 의해 "있는 그대로" 제공됩니다. 이러한 정보는 TI의 사양으로 간주되지 않으며 TI의 견해를 반드시 반영하는 것은 아닙니다. TI의 [사용 약관](#)을 참조하십시오.

10.4 상표

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

모든 상표는 해당 소유권자의 자산입니다.

10.5 정전기 방전 주의



이 집적 회로는 ESD에 의해 손상될 수 있습니다. 텍사스 인스트루먼트는 모든 집적 회로를 다룰 때 적절한 예방책을 둘 것을 권장합니다. 적절한 취급 및 설치 절차를 준수하지 않으면 손상될 수 있습니다.

ESD 손상은 미묘한 성능 저하부터 완전한 장치 장애까지 다양합니다. 정밀 집적 회로는 매우 작은 매개 변수 변경으로 장치가 게시된 사양을 충족하지 못하게 될 수 있으므로 손상에 더 취약할 수 있습니다.

10.6 연산 증폭기 용어

TI 용어 설명 이 용어집에서는 용어, 약어 및 정의를 나열하고 설명합니다.

11 기계적, 포장 및 주문 가능 여부 정보

다음 페이지에는 기계적, 포장 및 주문 가능 여부 정보가 포함되어 있습니다. 이 정보는 지정 장치에 대해 제공되는 최신 데이터입니다. 이 데이터와 본 문서는 사전 예고 없이 변경 및 수정될 수 있습니다. 이 데이터 시트의 브라우저 기반 버전은 왼쪽 탐색창을 참조하세요.

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATA SHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, regulatory or other requirements.

These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you will fully indemnify TI and its representatives against, any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to [TI's Terms of Sale](#) or other applicable terms available either on [ti.com](https://www.ti.com) or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products.

TI objects to and rejects any additional or different terms you may have proposed.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated