

1A、扩频、推挽式变压器驱动器，用于隔离电源设计

概述

MAX13253是1A、推挽式变压器驱动器，提供简便的低EMI隔离电源解决方案。MAX13253具有内部振荡器，采用+3.0V至+5.5V单电源供电。利用变压器副边与原边的匝数比设定输出电压，可以产生任意电压的隔离输出。

MAX13253内部集成振荡器，驱动一对n沟道功率开关。器件包括引脚可选的扩频振荡器和摆率控制，以减小EMI。MAX13253可选择由外部时钟驱动，进一步降低EMI。内部电路确保工作在固定的50%占空比，保证在使用任何时钟源时不会有直流电流通过变压器。

MAX13253的连续工作电流为1A，集成保护功能，包括故障检测、过流保护和热关断。

MAX13253提供低电流关断模式，禁用驱动器时将总供电电流降至5 μ A (最大)以下。

MAX13253采用小尺寸10引脚(3mm x 3mm) TDFN封装，工作在-40°C至+125°C温度范围。

优势和特性

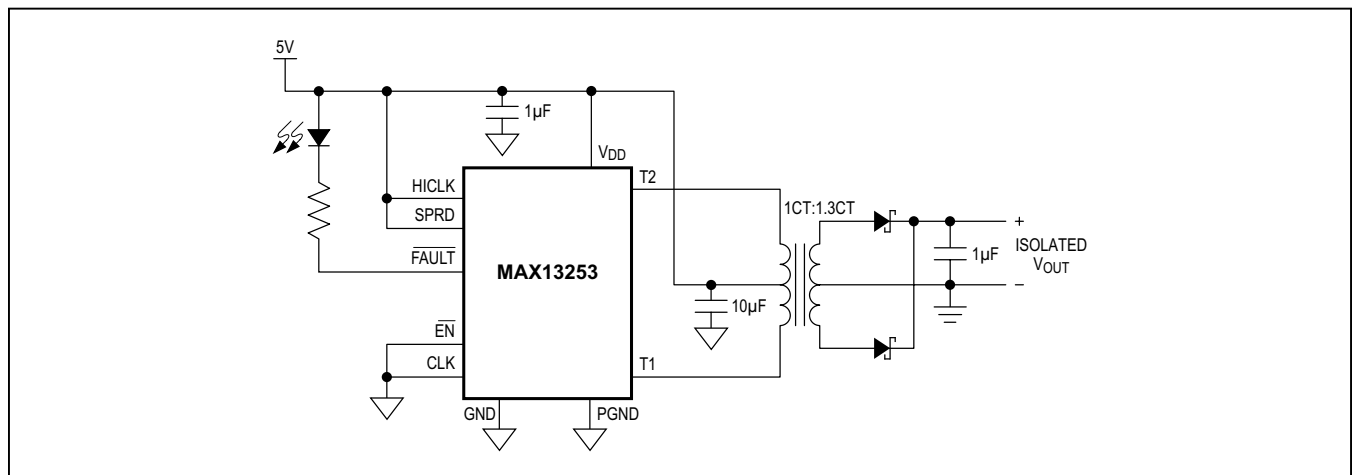
- 简单灵活的设计
 - +3.0V至+5.5V供电范围
 - 低 R_{ON} ，4.5V时为300m Ω (最大)
 - 效率高达90%
 - 提供高达1A的变压器驱动
 - 内部或外部时钟
 - 内部振荡器频率：250kHz或600kHz
 - 可选择扩频振荡器
 - -40°C至+125°C工作温度范围
- 集成系统保护
 - 故障检测与指示
 - 过流限制
 - 欠压锁定
 - 热关断
- 节省电路板空间
 - 小尺寸10引脚TDFN封装(3mm x 3mm)

应用

- 电表数据接口
- 隔离现场总线接口
- 医疗装置
- 隔离模拟前端
- 隔离USB电源

订购信息在数据资料的最后给出。

典型工作电路



相关型号以及配合该器件使用的推荐产品，请参见：china.maximintegrated.com/MAX13253.related。

1A、扩频、推挽式变压器驱动器，用于隔离电源设计

Absolute Maximum Ratings

(All voltages referenced to GND.)

V_{DD} , FAULT, CLK, HICLK, SPRD, $\overline{EN}$	-0.3V to +6V
T1, T2	-0.3V to +16.5V
T1, T2 Maximum Continuous Current	+1.75A
FAULT Maximum Continuous Current	+50mA
Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ\text{C}$)	
TDFN (Multilayer Board)	
(derate 24.4mW/°C above +70°C)	1951.2mW

TDFN (Single-Layer Board)	
(derate 18.5mW/°C above +70°C)	1481.5mW
Operating Temperature Range	-40°C to +125°C
Junction Temperature	+150°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C
Soldering Temperature (reflow)	+260°C

Package Thermal Characteristics (Note 1)

TDFN (Multilayer)	
Junction-to-Ambient Thermal Resistance (θ_{JA})	41°C/W
Junction-to-Case Thermal Resistance (θ_{JC})	9°C/W

TDFN (Single Layer)	
Junction-to-Ambient Thermal Resistance (θ_{JA})	54°C/W
Junction-to-Case Thermal Resistance (θ_{JC})	9°C/W

Note 1: Package thermal resistances were obtained using the method described in JEDEC specification JESD51-7, using a four-layer board. For detailed information on package thermal considerations, refer to china.maximintegrated.com/thermal-tutorial.

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

Electrical Characteristics

($V_{DD} = +3.0\text{V}$ to $+5.5\text{V}$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted. Typical values are at $V_{DD} = +5.0\text{V}$ and $T_A = +25^\circ\text{C}$.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
DC CHARACTERISTICS						
Supply Voltage Range	V_{DD}		3.0		5.5	V
Supply Current	I_{DD}	$V_{\overline{EN}} = 0\text{V}$, $V_{CLK} = 0\text{V}$, $V_{SPRD} = 0\text{V}$, T1 and T2 not connected		1.1	1.8	mA
		$V_{HICLK} = 0\text{V}$				
		$V_{HICLK} = V_{DD}$		2.1	3.5	
Disable Supply Current	I_{DIS}	$V_{\overline{EN}} = V_{DD}$, T1, T2, CLK, SPRD, HICLK connected to GND or V_{DD} (Note 3)			5	μA
Driver Output Resistance	R_O	$I_{OUT} = 500\text{mA}$		160	350	m Ω
		$V_{DD} = 3.0\text{V}$				
		$V_{DD} = 4.5\text{V}$		145	300	
Undervoltage Lockout Threshold	V_{UVLO}	V_{DD} rising	2.6	2.75	2.9	V
Undervoltage Lockout Threshold Hysteresis	V_{UVLO_HYST}			250		mV
T1, T2 Current Limit	I_{LIM}	$3.0\text{V} < V_{DD} < 3.6\text{V}$	1.1	1.3	1.5	A
		$4.5\text{V} < V_{DD} < 5.5\text{V}$	1.2	1.4	1.6	
T1, T2 Leakage Current	I_{LKG}	$V_{\overline{EN}} = V_{DD}$, $V_{CLK} = 0\text{V}$; T1, T2 = 0V or V_{DD}	-1		+1	μA

1A、扩频、推挽式变压器驱动器，用于隔离电源设计

Electrical Characteristics (continued)

(V_{DD} = +3.0V to +5.5V, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted. Typical values are at V_{DD} = +5.0V and T_A = +25°C.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
LOGIC SIGNALS (CLK, $\overline{\text{EN}}$, HICLK, SPRD, $\overline{\text{FAULT}}$)							
Input Logic-High Voltage	V _{IH}			2			V
Input Logic-Low Voltage	V _{IL}					0.8	V
Input Leakage Current	I _{IL}	$\overline{\text{EN}}$, CLK, SPRD, HICLK = 0V or 5.5V		-1		+1	μA
SPRD Pulldown Current	I _{PD}	V _{SPRD} = V _{DD}		5	10	20	μA
$\overline{\text{FAULT}}$ Output Logic-Low Voltage	V _{OL}	I _{SINK} = 10mA				0.4	V
$\overline{\text{FAULT}}$ Leakage Current	I _{LKGF}	V _{FAULT} = 5.5V, $\overline{\text{FAULT}}$ deasserted				1	μA
AC CHARACTERISTICS							
Switching Frequency	f _{SW}	Figure 2, V _{CLK} = 0V, V _{SPRD} = 0V	V _{HICLK} = 0V	237	250	263	kHz
			V _{HICLK} = V _{DD}	564	600	636	
Frequency Spread	Δf _{SW}	Figure 1, V _{SPRD} = V _{DD}		±4			%
Spread Modulation Rate	f _{MOD}	Figure 1, V _{SPRD} = V _{DD}	V _{HICLK} = 0V	f _{SW} /12			kHz
			V _{HICLK} = V _{DD}	f _{SW} /28			
CLK Input Frequency	f _{EXT}			200		2000	kHz
CLK to T1, T2 Propagation Delay	t _{PD}	T1/T2 switching low		230			ns
T1, T2 Duty Cycle	D	Internal or external clocking		50			%
T1, T2 Slew Rate	t _{SLEW}	Figure 2		200			V/μs
Crossover Dead Time	t _{DEAD}	Figure 2		50			ns
Watchdog Timeout	t _{WDOG}			20	35	55	μs
PROTECTION							
Thermal-Shutdown Threshold	T _{SHDN}			+160			°C
Thermal-Shutdown Hysteresis	T _{SHDN_HYS}			30			°C

Note 2: All units are 100% production tested at T_A = +25°C. Specifications over temperature are guaranteed by design.**Note 3:** Disable supply current includes output switch-leakage currents.

1A、扩频、推挽式变压器驱动器，用于隔离电源设计

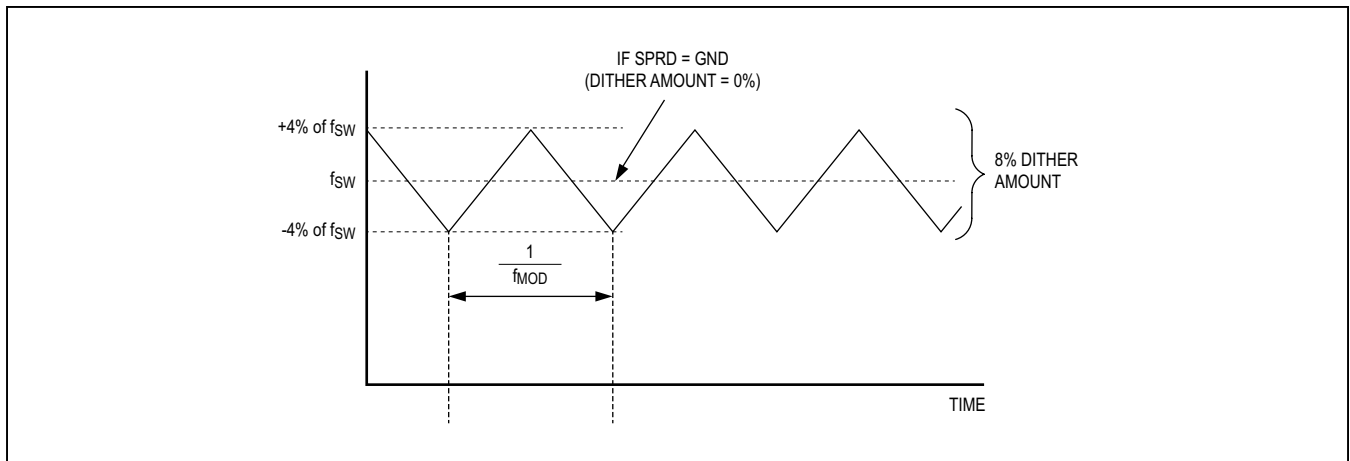


图1. 扩频时序图

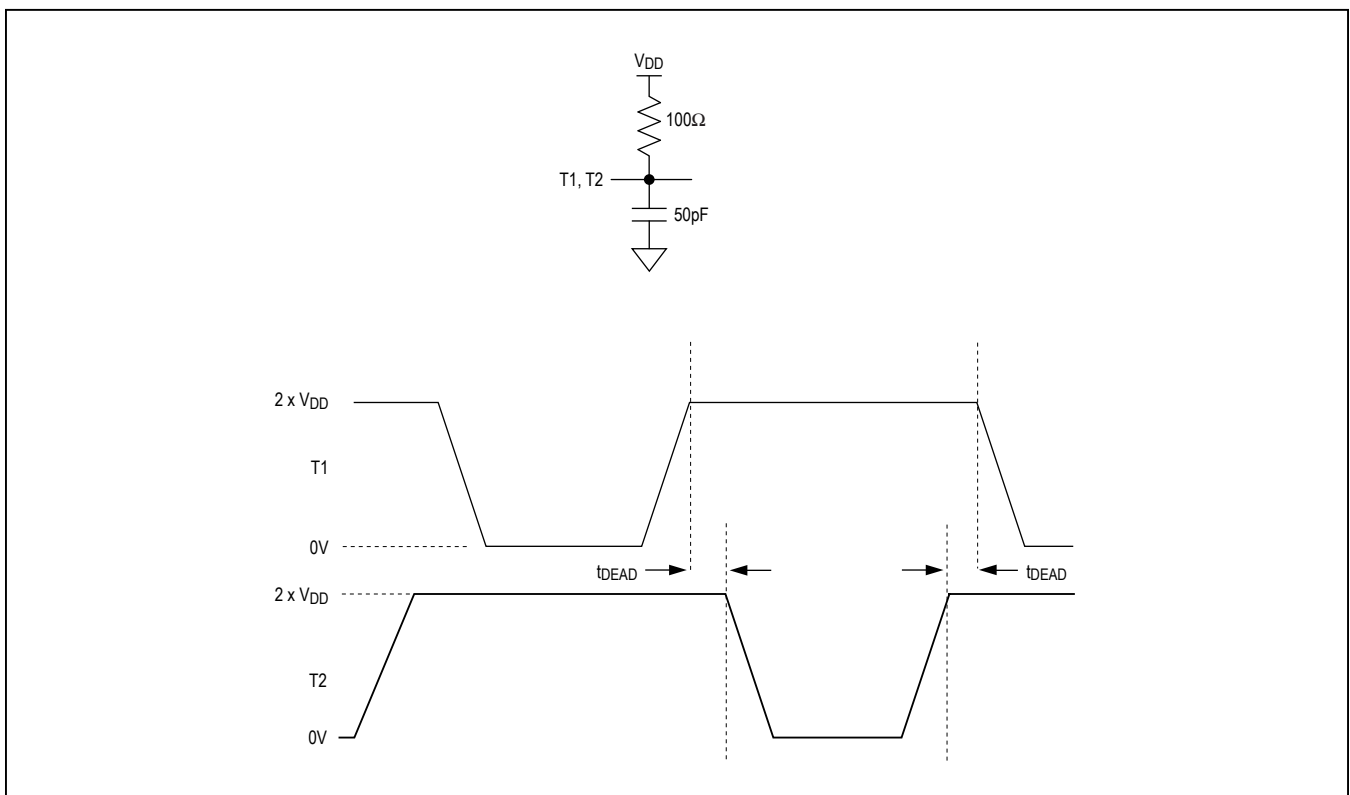
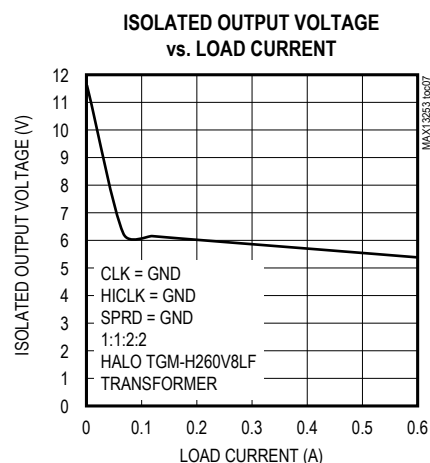
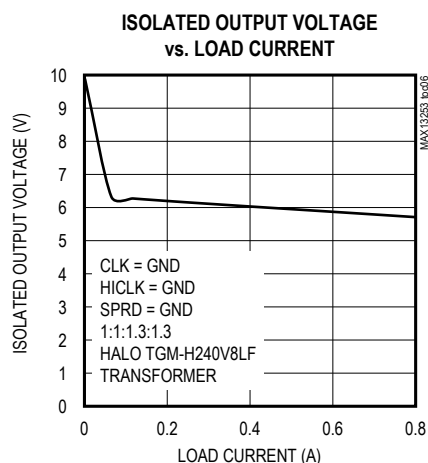
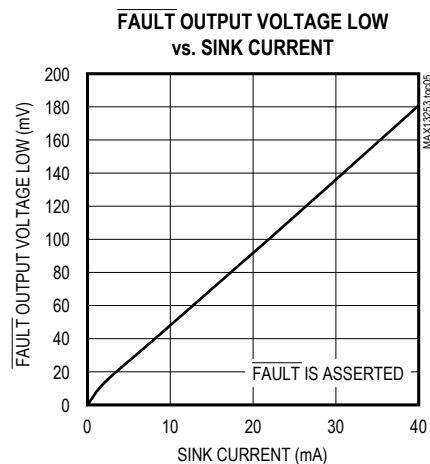
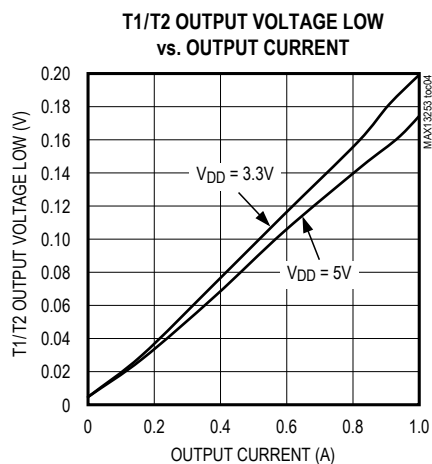
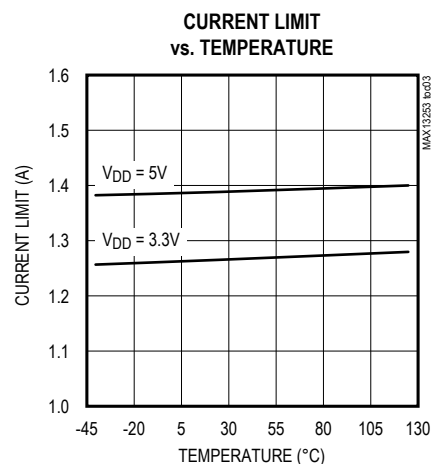
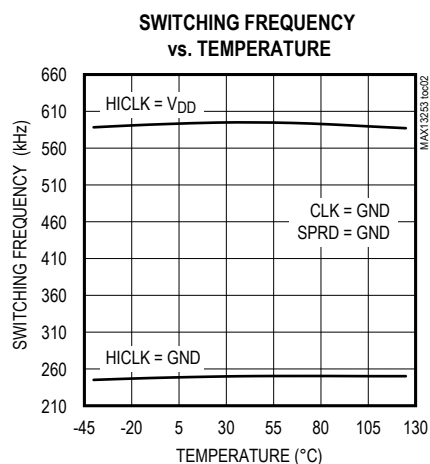
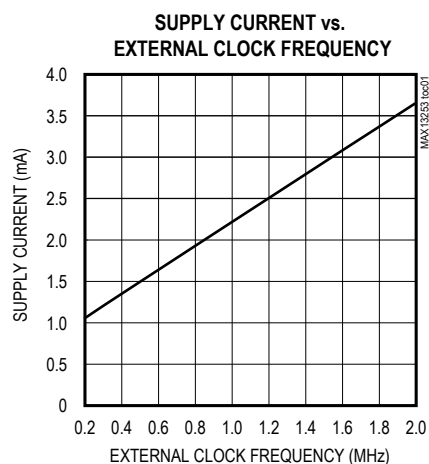


图2. T1、T2时序图

1A、扩频、推挽式变压器驱动器，用于隔离电源设计

典型工作特性

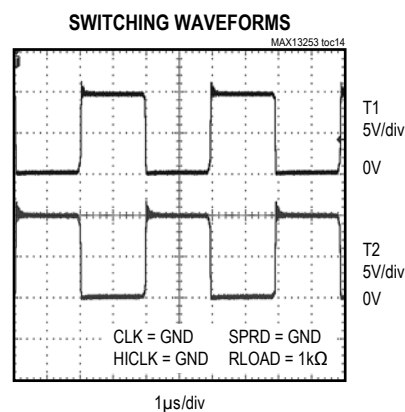
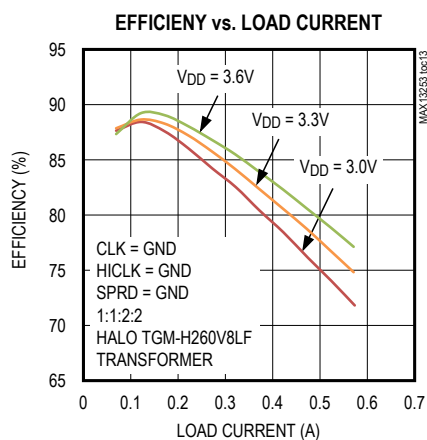
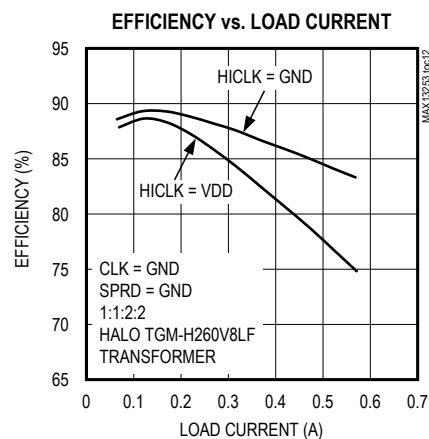
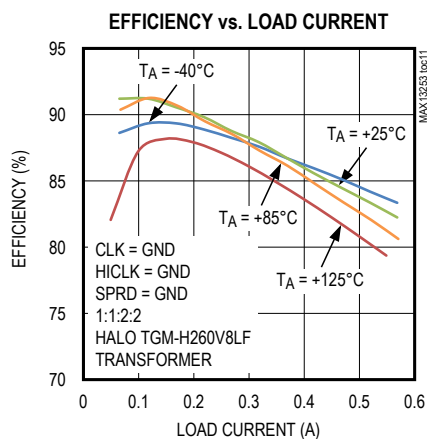
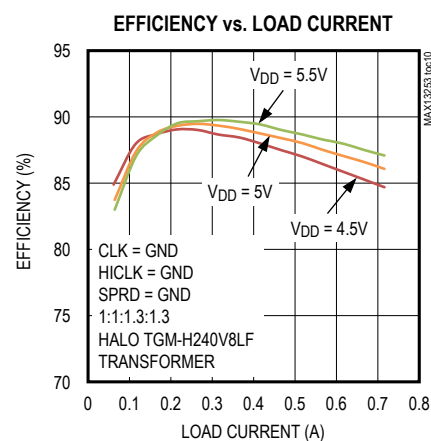
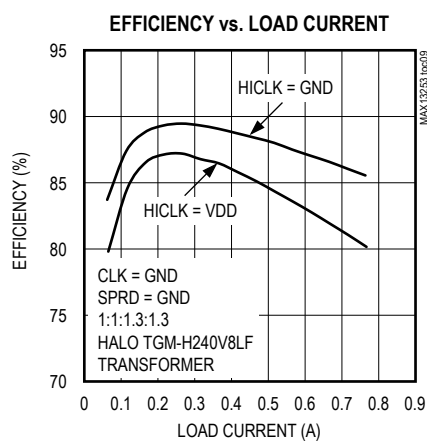
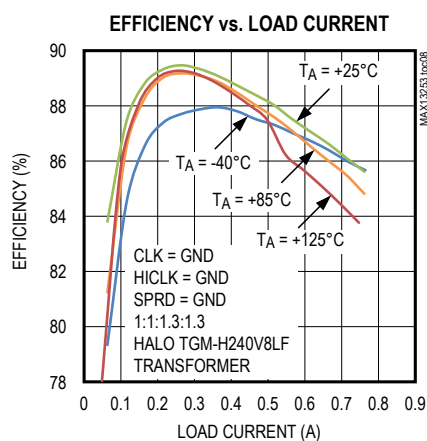
($V_{DD} = +5V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



1A、扩频、推挽式变压器驱动器，用于隔离电源设计

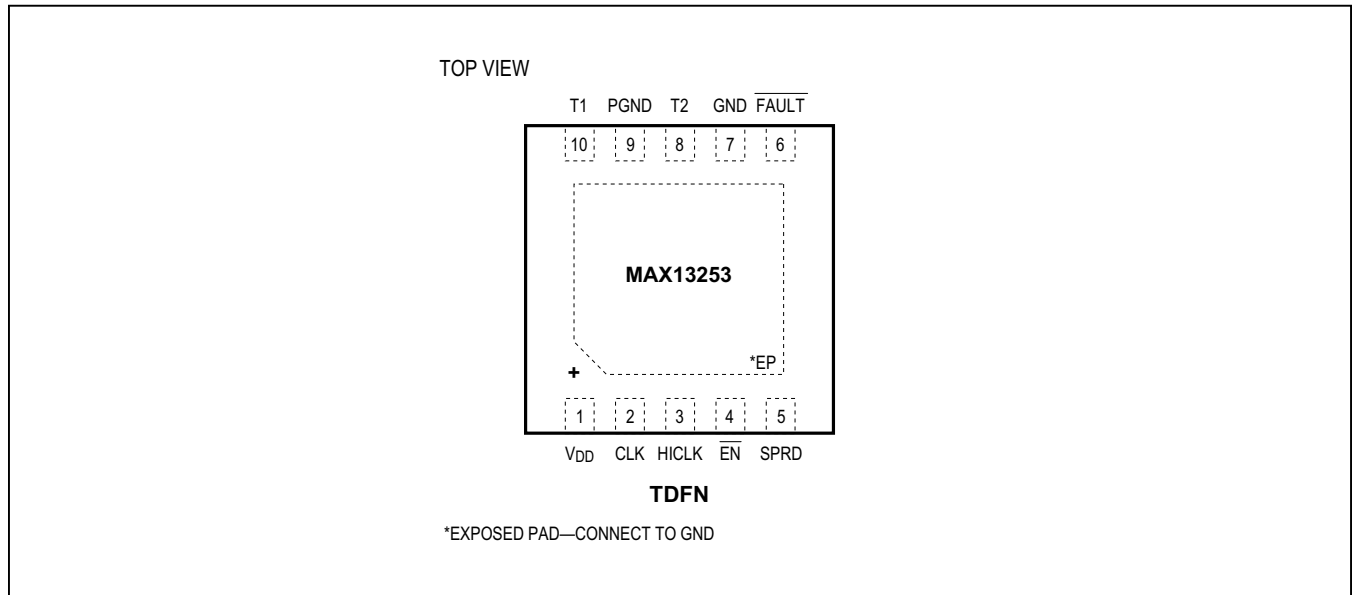
典型工作特性(续)

($V_{DD} = +5V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



1A、扩频、推挽式变压器驱动器，用于隔离电源设计

引脚配置

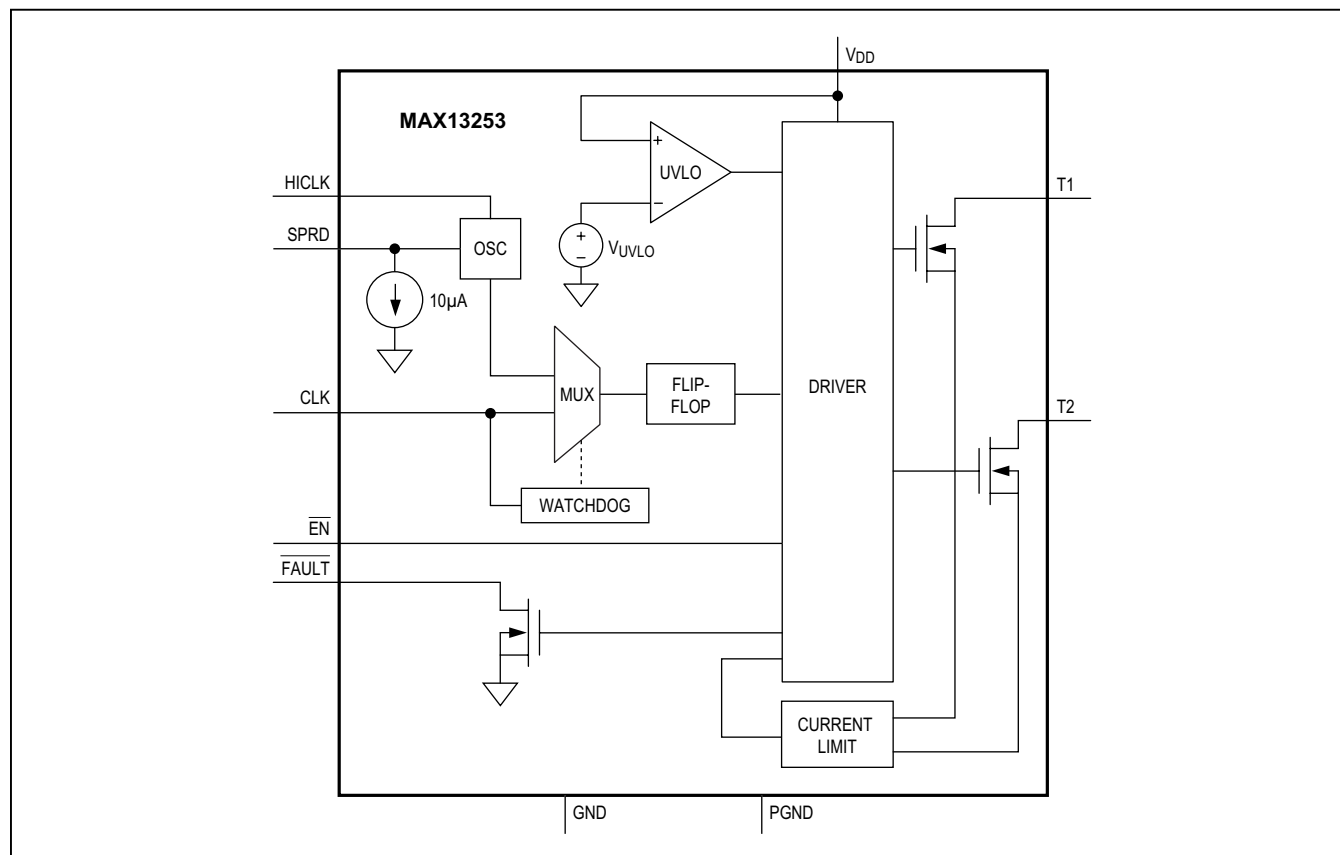


引脚说明

引脚	名称	功能
1	V _{DD}	电源输入。利用1μF电容将V _{DD} 旁路至GND，电容尽量靠近器件放置。
2	CLK	时钟输入。将CLK连接至GND，采用内部时钟；在CLK输入时钟信号，则采用外部时钟。
3	HICLK	内部振荡器频率选择输入。HICLK为高电平时，将内部振荡器的开关频率设置为600kHz；HICLK为低电平时，将内部振荡器的开关频率设置为250kHz。
4	$\overline{\text{EN}}$	低电平有效使能输入。 $\overline{\text{EN}}$ 为低电平时使能器件， $\overline{\text{EN}}$ 为高电平时禁止器件。
5	SPRD	扩频振荡器使能输入。SPRD为高电平时使能内部振荡器的±4%扩频；SPRD为低电平或浮空时，关闭扩频功能。使用外部时钟时，SPRD无任何影响。
6	$\overline{\text{FAULT}}$	低电平有效故障指示，开漏输出。发生过流或过热条件时， $\overline{\text{FAULT}}$ 开漏晶体管导通。
7	GND	逻辑和模拟地。
8	T2	变压器驱动输出2。
9	PGND	电源地。变压器原边电流流经PGND，确保对地为低阻连接。
10	T1	变压器驱动输出1。
—	EP	裸焊盘。内部连接至GND。将EP连接至大的接地区域，以增强散热；裸焊盘不作为电气连接点。

1A、扩频、推挽式变压器驱动器，用于隔离电源设计

功能框图



详细说明

MAX13253为集成原边变压器驱动器，用于低EMI隔离电源设计。器件内置振荡器、保护电路和MOSFET，为中心抽头变压器的原边绕组提供高达1A驱动电流。MAX13253具有内部振荡器，支持自主工作模式；外部时钟源输入用于同步多片MAX13253器件。无论使用哪种时钟源，内部触发器保证占空比固定在50%，可防止直流电流流入变压器。

MAX13253工作在+3.0V至+5.5V单电源，带有用于控制启动的过压锁定。过流保护和热关断电路提供附加保护，避免出现过大功耗。

隔离电源应用

MAX13253允许配合各种副边整流电路工作(见图3)。通过选择原边与副边匝数比调节隔离输出电压。MAX13253工

作在最高+5.5V的输入电源时，能够为变压器原边提供高达1A的电流驱动。

时钟源

可以采用内部振荡器或外部时钟为MAX13253提供开关信号。将CLK接地，选择内部振荡器；在CLK端输入外部信号，自动选择外部时钟。

内部时钟模式

MAX13253带有内部振荡器，保证占空比为50%。HICLK输入为高电平时，将内部振荡器频率设置为600kHz (典型值)；HICLK输入为低电平时，将内部振荡器频率设置为250kHz (典型值)。

为了降低EMI峰值，MAX13253提供扩频振荡器选项。SPRD输入为高电平时，使能内部振荡器扩频；SPRD输入为低电平或浮空时，关闭内部振荡器扩频。SPRD内部下拉至地，电流为10µA。

1A、扩频、推挽式变压器驱动器，用于隔离电源设计

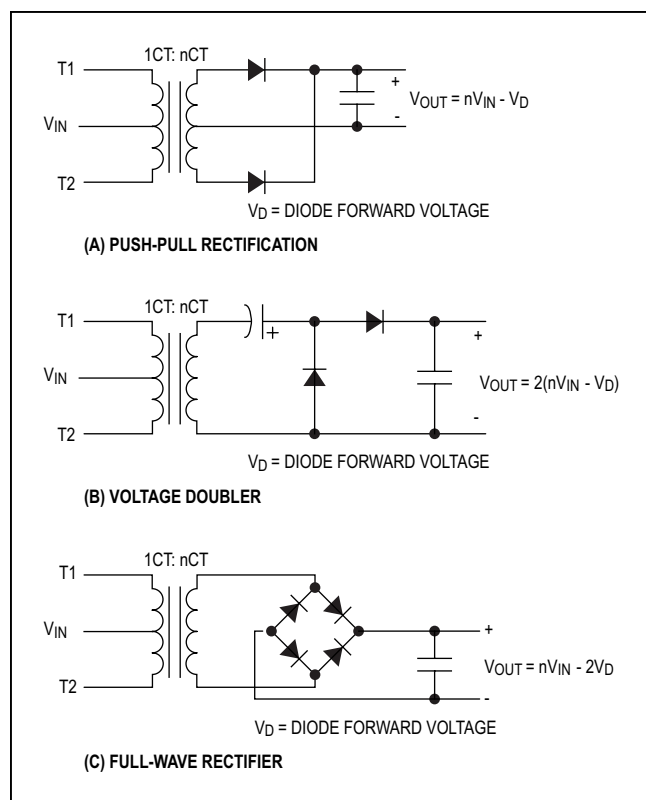


图3. 副边整流拓扑

外部时钟模式

MAX13253支持外部时钟工作模式，用于同步多片MAX13253器件。在CLK输入端施加任何外部时钟源，将使能外部时钟模式。内部触发器将外部时钟信号2分频，产生占空比为50%的开关信号。所以，MAX13253输出的开关频率为外部时钟频率的一半。T1和T2在外部时钟信号的上升沿切换。

外部信号作用在CLK时，SPRD将不影响开关工作。

看门狗

MAX13253工作在外部时钟模式时，一旦时钟终止，将会导致非常大的直流电流通过变压器原边。MAX13253集成

内部看门狗电路，避免器件在这种情况下损坏。只要CLK信号沿之间的时间间隔超过20μs (最小值)看门狗超时周期，器件将切换到内部振荡器工作，提供开关信号。

摆率控制

T1和T2驱动器具有摆率控制，以限制EMI。

禁止模式

MAX13253包括引脚可选的禁用模式，以降低功耗。禁止模式下，器件耗流小于5μA (最大)，禁止模式下，T1和T2输出高阻态。

上电和欠压锁定

MAX13253提供欠压锁定，既确保受控的上电状态，又可防止在振荡器稳定之前启动开关工作。上电及正常工作期间，如果电源电压下降到VUVLO以下，欠压锁定电路将强制器件进入禁止模式。禁止模式下，T1和T2输出高阻态。

过流限制

MAX13253具有限流功能，避免在大的电容负载充电或驱动短路时出现过大电流，导致器件损坏。通过两级实现限流：内部电路监测输出电流并检测峰值电流何时升高到2A以上。当电流超过2A门限时，立即使能内部保护电路，降低输出电流并将其限制在1.4A (典型值)限流门限。MAX13253逐周期监测驱动电流，将驱动器输出电流调整在限流门限以内，直到短路条件消失。

MAX13253能够耗散限流期间的功率，使IC进入热关断模式。

FAULT输出

发生过流或过热故障时，触发FAULT报警输出。FAULT为开漏输出。

热关断

MAX13253集成热关断保护电路，防止过热损坏。结温(TJ)超过+160°C (典型值)时，器件停止工作，触发FAULT报警指示。过流或过热事件持续期间，FAULT保持报警状态。TJ降至+130°C (典型值)以下时，器件恢复正常工作。

1A、扩频、推挽式变压器驱动器，用于隔离电源设计

应用信息

功耗

器件功耗由下式估算：

$$P_D = (R_O \times I_{PRI}^2) + (I_{DD} \times V_{DD})$$

式中， R_O 为内部FET驱动器的电阻， I_{PRI} 为流入T1和T2的负载电流。确保MAX13253的功耗低于[Absolute Maximum Ratings](#)，以正常工作。

高温工作

MAX13253工作在高温环境时，封装功耗会使结温上升到接近热关断状态。这种温度条件下，应保持足够低的功耗，使结温保留一定的安全裕量。最高结温应保持在+140°C以下，根据封装的热阻计算结温。

电源去耦

利用1μF陶瓷电容将 V_{DD} 旁路至地，电容尽量靠近器件放置。

在 V_{DD} 和地之间连接至少10μF电容，电容尽量靠近变压器的原边中心抽头放置。该电容有助于稳定电源电压，保护IC不受 V_{DD} 上较大电压尖峰的伤害。

输出稳压

对于多数应用，未经稳压的MAX13253输出即可满足输出电压容限要求。这种配置下器件可以达到最高效率。变压器副边负载电流较小时，输出电压会大幅增大。为保护下行电路，电路工作在低负载条件时，应限制输出电压。如果最小输出负载电流小于5mA左右，在整流器输出节点和地之间连接一个齐纳二极管，将输出电压限制在安全范围。

对于需要稳压输出的应用，Maxim提供多种解决方案。下例中，假设输入电压容限为±10%。

例1：5V隔离，6V非稳压输出

图4所示电路中，MAX13253用于产生隔离的6V输出。最小输入电压为5V时，整流器的输出电压大约为6V。

例2：3.3V隔离，5V稳压输出

图5所示的电路中，MAX8881低压差线性稳压器将隔离输出电压稳定在5V。利用一个1:2中心抽头变压器对来自3.3V输入的副边电压进行升压。最小输入电压为3.3V时，整流器输出电压大约为5V。

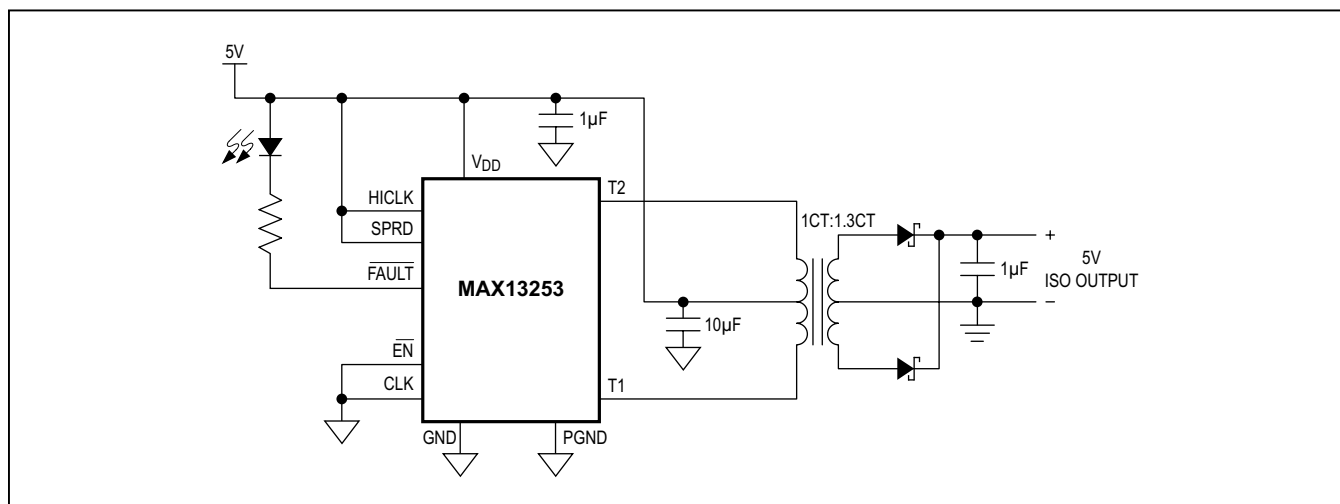


图4. 5V隔离，6V非稳压输出

1A、扩频、推挽式变压器驱动器，用于隔离电源设计

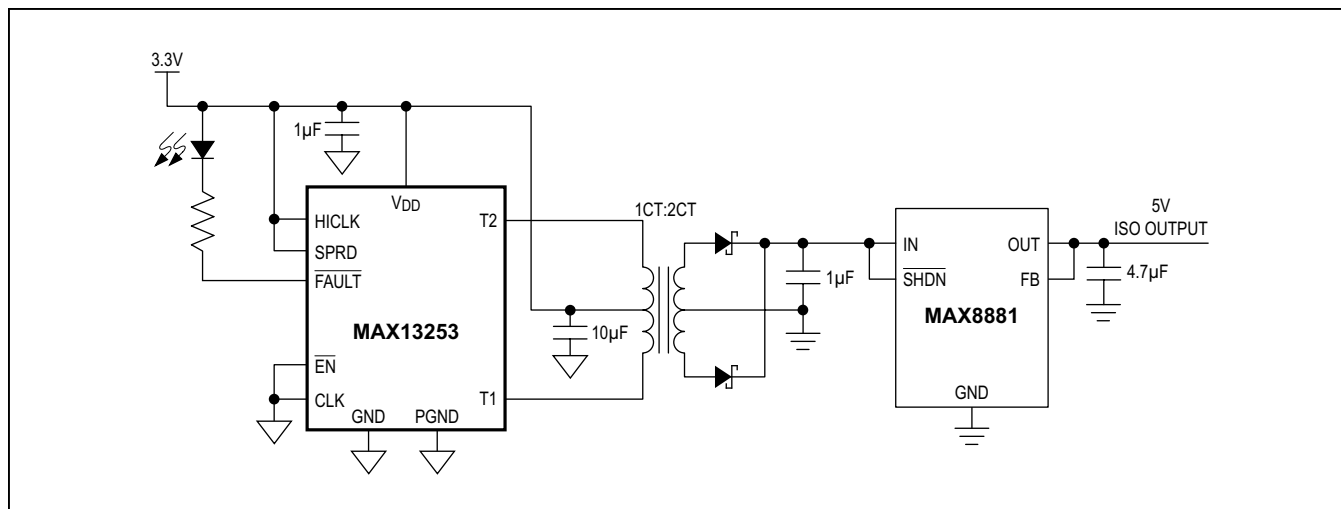


图5. 3.3V隔离，5V稳压输出

隔离USB/RS-485/RS-232隔离应用

MAX13253可为USB/RS-485/RS-232应用提供隔离电源。MAX13253的1A输出电流允许支持多个RS-485/RS-232收发器同时工作。

PCB布局指南

与所有电源电路一样，PCB布局对于获得低开关损耗和稳定工作至关重要。为了改善散热，将裸焊盘连接至覆铜接地区域。

T1和T2至变压器的走线必须为低阻、低电感通路。变压器尽量靠近MAX13253放置，采用短而宽的走线。

如果可能，使用一个电源区域将所有V_{DD}连接至MAX13253和变压器原边。如果接地区域不可用，为避免损坏IC，确保流经变压器原边中心抽头的电流不通过连接MAX13253电源引脚和V_{DD}的相同走线，使用超低电感的连线连接原边中心抽头与V_{DD}电源。

器件工作在内部振荡器模式时，T1和T2的高频开关分量可能会通过PCB寄生电容耦合到CLK电路。这种容性耦合会产生一定的振荡器占空比误差，造成直流电流进入变压器。为确保正常工作，CLK须采用可靠的接地连接。

裸焊盘

为优化热性能，确保裸焊盘与接地区域的连接具有超低热阻。如果不能提供与地之间的低热阻通路，大功率下可能造成结温过高。

元件选择

变压器选择

利用ET乘积，很容易为MAX13253选择变压器。ET乘积将变压器磁芯所允许的最大磁通密度与绕组电压和开关周期联系在一起。MAX13253工作在开关状态时，原边的电感电流随时间线性变化。尽管变压器的数据资料通常没有给出这样的参数，但每个变压器都存在最小ET乘积。确保与MAX13253一起使用的变压器的每半个原边绕组的ET至少为： $ET = V_{DD}/(2 \times f_{SW})$ ，其中 f_{SW} 为T1和T2输出的最小开关频率。

对于原边绕组，选择ET乘积足以满足条件的变压器，确保变压器工作时不会饱和。磁饱和会造成原边电感显著下降，进而大幅增大电流。即使负载电流不大时，也会超出电流限制。

1A、扩频、推挽式变压器驱动器，用于隔离电源设计

例如，使用内部振荡器驱动输出且HICLK为低电平时，对于 $V_{DD}(\max) = 5.5V$ 的应用，要求中心抽头变压器的ET乘积为 $13.1V\cdot\mu s$ 。对于 $V_{DD}(\max) = 3.3V$ 的应用，要求中心抽头变压器的ET乘积为 $17.3V\cdot\mu s$ 。

除了ET乘积限制，需选择具有低漏感和低直流电阻绕线的变压器。铜损引起的变压器功耗估算如下：

$$P_{D_TX} = I_{LOAD}^2 \times (R_{PRI}/N^2 + R_{SEC})$$

式中， R_{PRI} 为原边的直流绕组电阻， R_{SEC} 为副边的直流绕组阻抗。大多数应用中， $R_{SEC} = R_{PRI}/N^2$ 时达到最优。此时，原边和副边功耗相等。

与所有电源设计一样，优化电源效率非常重要。在采用小变压器的设计中，散热成为制约变压器效率的因素。变压器损耗造成温度升高，从而降低了变压器的工作效率。而低效工作又进一步造成温度升高。

为确保变压器在任何工作条件下均满足这些要求，设计时应着重考虑最差工作条件。对于ET乘积最严格的要求体现在最大输入电压、最低开关频率和最高温度及负载电流条件下。此外，还要考虑最差工作条件下的变压器损耗和整流器损耗。

原边必须为中心抽头，但副边可以是或不是中心抽头，取决于所用的整流器拓扑。原边和副边绕组之间的相位无关紧要。

所设置的变压器匝数比必须能够在最小预期输入电压、最大预期负载条件下提供要求的输出电压。此外，计算时还要考虑最差工作条件下的整流器损耗。由于按这种方式确定的匝数比在高输入电压和/或轻载条件下通常会在副边产生非常高的电压，所以要注意预防发生过压条件。

配合MAX13253使用的变压器一般具有高磁导率磁芯。为最小化电磁辐射，选择环形、壶形磁芯、E/I/U磁芯，或相当的磁芯。

二极管选择

MAX13253的高开关频率要求使用高速整流器。常规的硅信号二极管，例如1N914或1N4148，可用于低输出电流(小于50mA)应用；但当输出电流较大时，其反向恢复时间可能会影响工作效率。输出电流较高时，应选择具有低正向偏压的肖特基二极管，以改善效率。确保整流二极管的平均正向电流额定值大于电路的最大负载电流。对于表贴器件，推荐使用肖特基二极管，例如B230A、MBRS230和MBRS320。

推荐外部元件制造商

表1. 元件制造商

MANUFACTURER	COMPONENT	WEBSITE
Halo Electronics	Transformers	www.haloelectronics.com
Diodes Inc.	Diodes	www.diodes.com
Murata Americas	Capacitors	www.murataamericas.com

1A、扩频、推挽式变压器驱动器，用于隔离电源设计

订购信息

器件	温度范围	引脚-封装
MAX13253ATB+	-40°C至+125°C	10 TDFN-EP*

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

*EP = 裸焊盘

芯片信息

PROCESS: BiCMOS

封装信息

如需最近的封装外形信息和焊盘布局(占位面积)，请查询china.maximintegrated.com/packages。请注意，封装编码中的“+”、“#”或“-”仅表示RoHS状态。封装图中可能包含不同的尾缀字符，但封装图只与封装有关，与RoHS状态无关。

封装类型	封装编码	外形编号	焊盘布局编号
10 TDFN-EP	T1033+1	21-0137	90-0003

1A、扩频、推挽式变压器驱动器，用于隔离电源设计

修订历史

修订号	修订日期	说明	修改页
0	3/13	最初版本。	—
1	4/13	更新TOC参数、更新图4、替换图5、更新输出电压调节部分。	5, 6, 10, 11

Maxim北京办事处

北京8328信箱 邮政编码100083

免费电话：800 810 0310

电话：010-6211 5199

传真：010-6211 5299



Maxim不对Maxim产品以外的任何电路使用负责，也不提供其专利许可。Maxim保留在任何时间、没有任何通报的前提下修改产品资料和规格的权利。电气特性表中列出的参数值(最小值和最大值)均经过设计验证，数据资料其它章节引用的参数值供设计人员参考。