

可提供评估板

MAXIM

电流模式PWM控制器， 可调节开关频率

MAX15000/MAX15001

概述

MAX15000/MAX15001电流模式PWM控制器包含了设计宽输入电压、隔离或非隔离电源所需的所有控制电路。MAX15000适用于通用输入(85VAC至265VAC整流电压)电源或电信(-36VDC至-72VDC)电源；MAX15001适用于低输入电压(9.5VDC至24VDC)电源。

MAX15000/MAX15001内置一个误差放大器，能够用来调整第三绕组的输出电压，从而实现原边调节的隔离电源，无需光电耦合器。输入欠压锁定(UVLO)可以用来设置输入开启电压，确保在电压不足的情况下正确操作。带有210 μ s内部延迟的漏极开路UVLO输出可对二次侧控制器进行顺序控制。输入电源启动电压可由外部分压电路设定。UVLO/EN输入能够关断MAX15000/MAX15001。内部数字软启动消除了输出电压过冲。

MAX15000内置自举UVLO，具有较高滞回，最低启动电压为23.6V。MAX15001内部没有自举UVLO，可直接偏置，最低启动电压9.5V。

MAX15000/MAX15001的开关频率可由外部电阻设置。MAX15000A/MAX15001A具有50%的最大占空比，而MAX15000B/MAX15001B具有75%的最大占空比。这些器件均采用10引脚 μ MAX[®]封装，额定工作在-40°C至+85°C温度范围。

应用

1/2、1/4和1/8砖电源模块
 高效、隔离型电信电源
 网络/服务器
 隔离型不间断电源
 12V boost和SEPIC调节器
 隔离、非隔离型高亮度LED电源
 工业电源转换器

选型指南在数据资料的最后给出。

μ MAX是Maxim Integrated Products, Inc.的注册商标。

特性

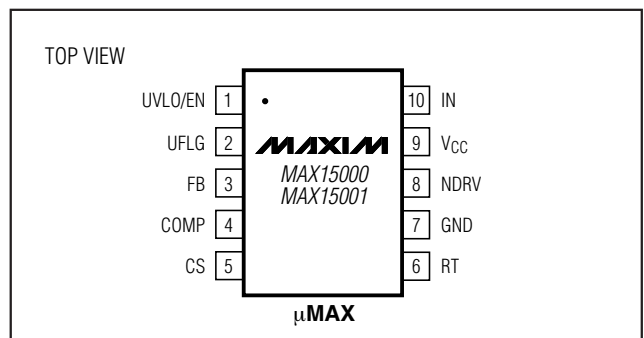
- ◆ 电流模式控制
- ◆ 可编程开关频率高达625kHz
- ◆ 精确的UVLO门限(1%)
- ◆ 带内部延迟的漏极开路UVLO指示输出
- ◆ 工作在36V至72V电信电源范围
- ◆ 通用离线式输入电压范围
85VAC至265VAC整流电压(MAX15000)
- ◆ 9.5V至24V输入(MAX15001)
- ◆ 数字软启动
- ◆ 具有较高滞回电压的内部自举UVLO (MAX15000)
- ◆ 内部误差放大器带有精度为1.5%的基准
- ◆ 50 μ A (典型值)启动电源电流
- ◆ 50%最大占空比(MAX15000A/MAX15001A)
- ◆ 75%最大占空比(MAX15000B/MAX15001B)
- ◆ 60ns逐周期限流传输延迟
- ◆ 微型10引脚 μ MAX封装

订购信息

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	PKG CODE
MAX15000AEUB+	-40°C to +85°C	10 μ MAX	U10-2
MAX15000BEUB+	-40°C to +85°C	10 μ MAX	U10-2
MAX15001AEUB+	-40°C to +85°C	10 μ MAX	U10-2
MAX15001BEUB+	-40°C to +85°C	10 μ MAX	U10-2

警告：MAX15000/MAX15001设计工作在高压，须谨慎操作。
+表示无铅封装。

引脚配置



电流模式PWM控制器， 可调节开关频率

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

IN to GND	-0.3V to +30V	Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ\text{C}$)
IN Clamp (Internal Shunt) Current	5mA	10-Pin μMAX (derate 5.6mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$)
V_{CC} to GND	-0.3V to +13V	444.4mW
FB, COMP, UVLO/EN, RT, CS to GND	-0.3V to +6V	Operating Temperature Range
UFLG to GND	-0.3V to +30V	-40 $^\circ\text{C}$ to +85 $^\circ\text{C}$
NDRV to GND	-0.3V to ($V_{CC} + 0.3V$)	Storage Temperature Range
		-65 $^\circ\text{C}$ to +150 $^\circ\text{C}$
		Junction Temperature
		+150 $^\circ\text{C}$
		Lead Temperature (soldering, 10s)
		+300 $^\circ\text{C}$

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

($V_{IN} = +12V$ (for MAX15000, bring V_{IN} up to 23.6V for startup), 10nF bypass capacitors at IN and V_{CC} , R12 = 15k Ω (MAX1500_A), R12 = 7.5k Ω (MAX1500_B), R15 = 1k Ω , C6 = 100nF (see the *Typical Application Circuit*), NDRV = open, $V_{UVLO/EN} = +1.4V$, $V_{FB} = +1.0V$, COMP = open, $V_{CS} = 0V$, $T_A = -40^\circ\text{C}$ to +85 $^\circ\text{C}$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ\text{C}$.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
UVLO/STARTUP						
Bootstrap UVLO Wake-Up Level	V_{SUVR}	V_{IN} rising (MAX15000 only)	19.68	21.6	23.60	V
Bootstrap UVLO Shutdown Level	V_{SUVF}	V_{IN} falling (MAX15000 only)	9.05	9.74	10.43	V
UVLO/EN Wake-Up Threshold	V_{ULR2}	UVLO/EN rising	1.218	1.23	1.242	V
UVLO/EN Shutdown Threshold	V_{ULF2}	UVLO/EN falling	1.14	1.17	1.20	V
UVLO/EN Input Current	I_{UVLO}	$V_{UVLO/EN} \leq 2V$	-50		+50	nA
UVLO/EN Hysteresis				60		mV
IN Supply Current In UVLO	I_{START}	$V_{IN} = 19V$, MAX15000 only when in bootstrap UVLO		50	90	μA
IN Input Voltage Range	V_{IN}	MAX15001 only	9.5		24.0	V
UVLO/EN to UFLG Propagation Delay (Figure 3)		UVLO/EN steps up from 1V to 1.4V		3		μs
		UVLO/EN steps down from 1.4V to 1V		0.6		
UVLO/EN to NDRV Propagation Delay (Figure 3)	t_{EXTR}	UVLO/EN steps up from 1V to 1.4V		3	10	ms
	t_{EXTF}	UVLO/EN steps down from 1.4V to 1V	150	210	300	
Bootstrap UVLO Propagation Delay	t_{BUVR}	V_{IN} steps up from 9V to 24V (MAX15000 only)		5		μs
	t_{BUVF}	V_{IN} steps down from 24V to 9V (MAX15000 only)		1		
UFLG Low Output Voltage	V_{UFLG}	$I_{UFLG} = 5\text{mA}$ sinking			0.8	V
UFLG High Output Leakage Current		$V_{UFLG} = 25V$		0.1	1	μA
INTERNAL SUPPLY						
V_{CC} Regulator Set Point	V_{CCSP}	$V_{IN} = 10.8V$ to 24V, sinking 1 μA to 20mA from V_{CC}	7.0		10.5	V
IN Supply Current After Startup	I_{IN}	$V_{IN} = 24V$		2	4	mA
Shutdown Supply Current		UVLO/EN = low		50	90	μA

电流模式PWM控制器， 可调节开关频率

MAX15000/MAX15001

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = +12V$ (for MAX15000, bring V_{IN} up to 23.6V for startup), 10nF bypass capacitors at IN and V_{CC} , $R_{12} = 15k\Omega$ (MAX1500_A), $R_{12} = 7.5k\Omega$ (MAX1500_B), $R_{15} = 1k\Omega$, $C_6 = 100nF$ (see the *Typical Application Circuit*), NDRV = open, $V_{UVLO/EN} = +1.4V$, $V_{FB} = +1.0V$, COMP = open, $V_{CS} = 0V$, $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
GATE DRIVER						
Driver Output Impedance	$R_{ON(LOW)}$	Measured at NDRV sinking 100mA		2	4	Ω
	$R_{ON(HIGH)}$	Measured at NDRV sourcing 20mA		4	10	
Driver Peak Sink Current				1		A
Driver Peak Source Current				0.65		A
PWM COMPARATOR						
Comparator Offset Voltage	V_{PWM}	$V_{COMP} - V_{CS}$	1.24	1.38	1.54	V
CS Input Bias Current	I_{CS}	$V_{CS} = 0V$	-4		+4	μA
Comparator Propagation Delay	t_{PWM}	Change in $V_{CS} = 0.1V$		60		ns
CURRENT-LIMIT COMPARATOR						
Current-Limit Trip Threshold	V_{CS}		900	1000	1100	mV
CS Input Bias Current	I_{CS}	$V_{CS} = 0V$	-4		+4	μA
Propagation Delay From Comparator Input to NDRV	t_{PDCS}	100mV overdrive		60		ns
IN CLAMP VOLTAGE						
IN Clamp Voltage	V_{INC}	2mA sink current (Note 2)	24.1	26.1	29.0	V
ERROR AMPLIFIER						
Voltage Gain		$R_{LOAD} = 100k\Omega$		80		dB
Unity-Gain Bandwidth		$R_{LOAD} = 100k\Omega$, $C_{LOAD} = 200pF$		2		MHz
Phase Margin		$R_{LOAD} = 100k\Omega$, $C_{LOAD} = 200pF$		65		degrees
FB Input Offset Voltage				± 1		mV
COMP High Voltage		$I_{COMP} = 0$	2.8			V
COMP Low Voltage		$I_{COMP} = 0$			1.1	
Source Current			0.5			mA
Sink Current			0.5			mA
Reference Voltage	V_{REF}	(Note 3)		1.230		V
Reference Voltage Accuracy			-1.5		+1.5	%
FB Input Bias Current			-50		+50	nA
COMP Short-Circuit Current				8		mA
DIGITAL SOFT-START						
Soft-Start Duration	t_{SS}			1984		NDRV cycles
		$f_{SW} = 350kHz$		5.6		ms
Reference Voltage Steps During Soft-Start				31		steps
Reference Voltage Step				39.67		mV

电流模式PWM控制器， 可调节开关频率

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = +12V$ (for MAX15000, bring V_{IN} up to 23.6V for startup), 10nF bypass capacitors at IN and V_{CC} , $R_{12} = 15k\Omega$ (MAX1500_A), $R_{12} = 7.5k\Omega$ (MAX1500_B), $R_{15} = 1k\Omega$, $C_6 = 100nF$ (see the *Typical Application Circuit*), NDRV = open, $V_{UVLO/EN} = +1.4V$, $V_{FB} = +1.0V$, COMP = open, $V_{CS} = 0V$, $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
OSCILLATOR						
Oscillator Frequency Range	f_{OSC}		50		2500	kHz
Oscillator Frequency Accuracy		$f_{OSC} = 200kHz$ to $800kHz$	-10		+10	%
		$f_{OSC} = 50kHz$ to $2500kHz$	-20		+20	
NDRV Switching Frequency (Note 4)	f_{SW}	MAX1500_A, $f_{SW} = f_{OSC}/2$	25		625	kHz
		MAX1500_B, $f_{SW} = f_{OSC}/4$	12.5		625.0	
Maximum Duty Cycle	D_{MAX}	MAX1500_A		50		%
		MAX1500_B		75		

Note 1: All devices are 100% tested at $T_A = +85^\circ C$. All limits over temperature are guaranteed by characterization.

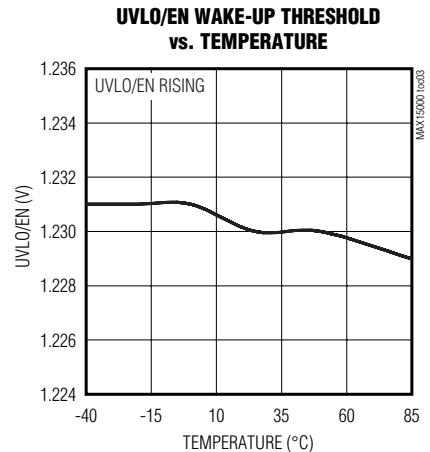
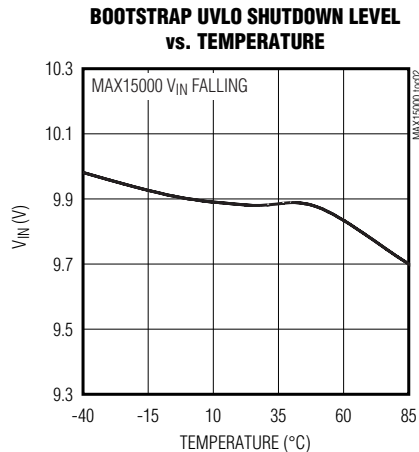
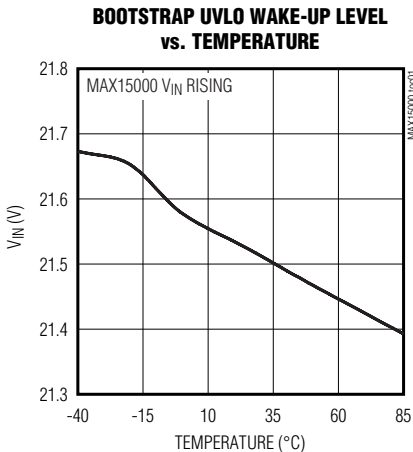
Note 2: The MAX15000 is intended for use in universal input power supplies. The internal clamp circuit at IN is used to prevent the bootstrap capacitor (C1 in Figure 1) from charging to a voltage beyond the absolute maximum rating of the device when UVLO/EN is low (shutdown mode). Externally limit the maximum current to IN (hence to clamp) to 2mA maximum when UVLO/EN is low. Clamp currents higher than 2mA may result in a clamp voltage higher than 30V, thus exceeding the absolute maximum rating for IN. For the MAX15001, do not exceed the 24V maximum operating voltage of the device.

Note 3: V_{REF} is measured with FB connected to COMP (see the *Functional Diagram*).

Note 4: The oscillator in the MAX1500_A is capable of operating up to 2500kHz. However, the NDRV switching frequency is limited to operate up to 625kHz. Thus, the oscillator frequency for MAX1500_A must be limited to 1250kHz (maximum).

典型工作特性

($V_{UVLO/EN} = +1.4V$, $V_{FB} = +1V$, COMP = open, $V_{CS} = 0V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

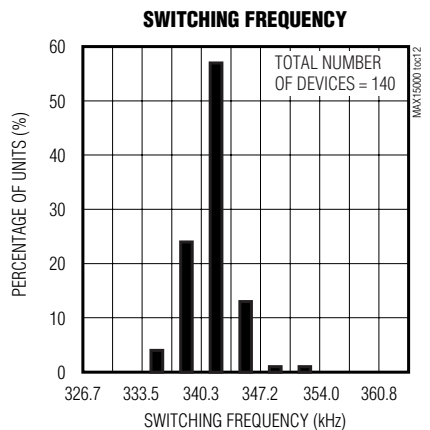
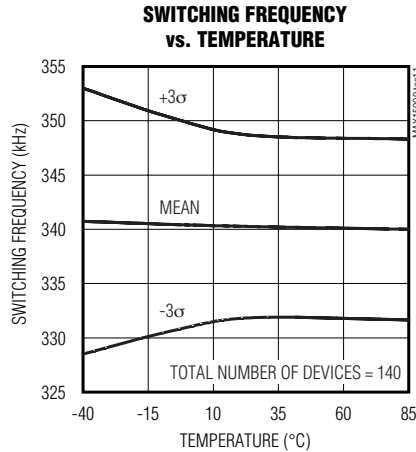
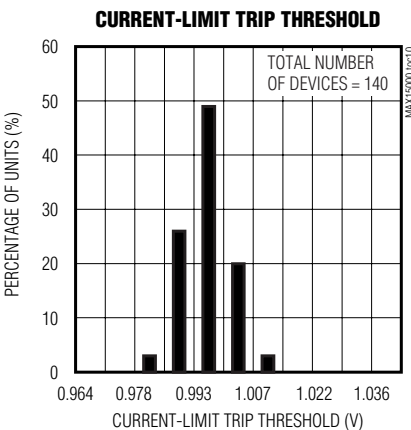
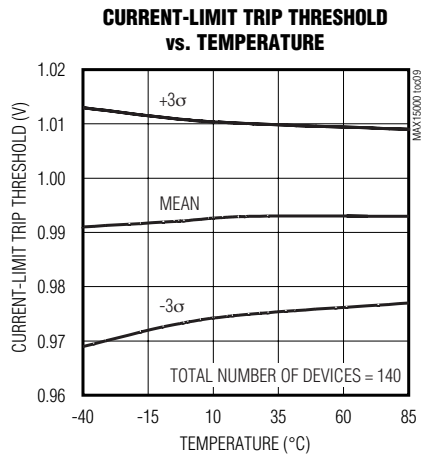
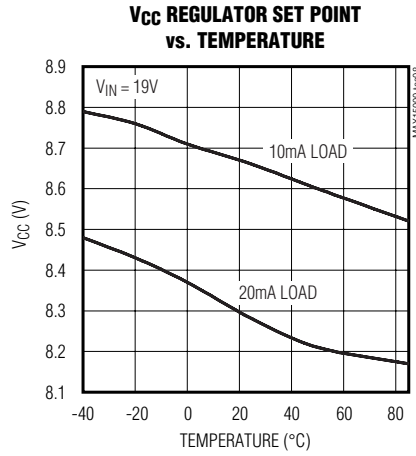
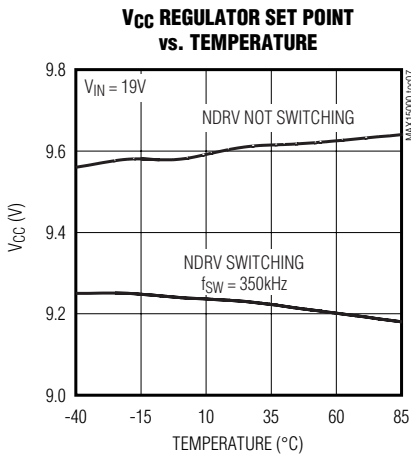
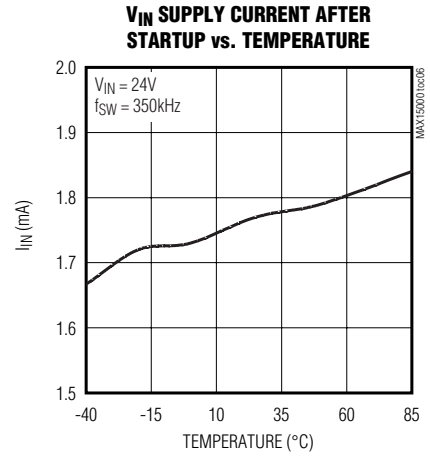
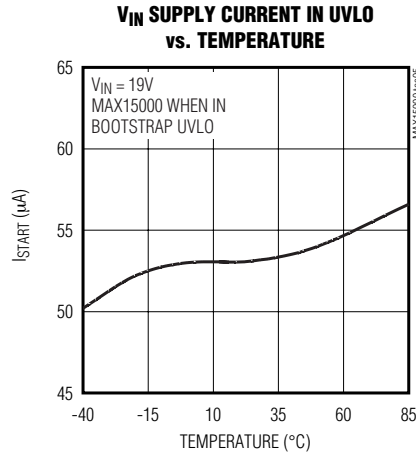
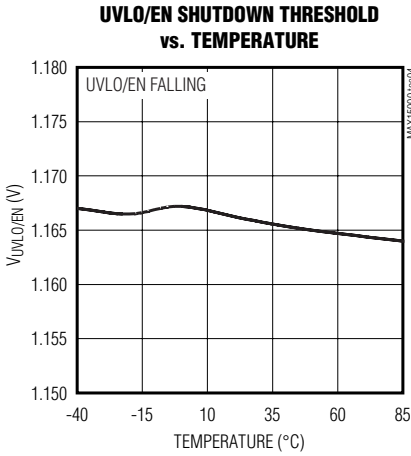


电流模式PWM控制器， 可调节开关频率

典型工作特性(续)

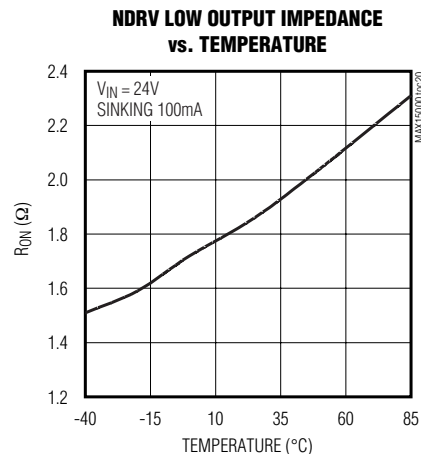
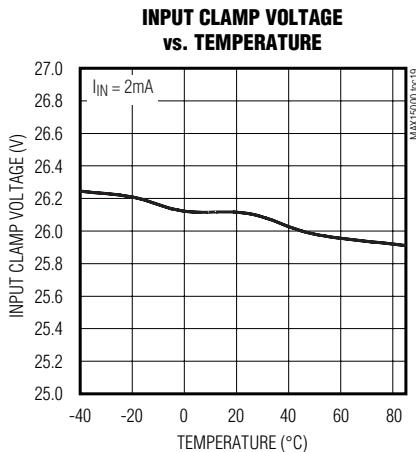
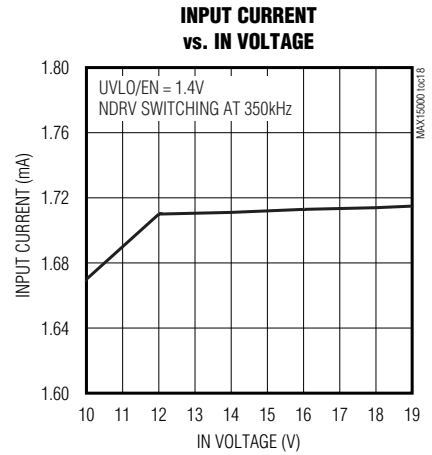
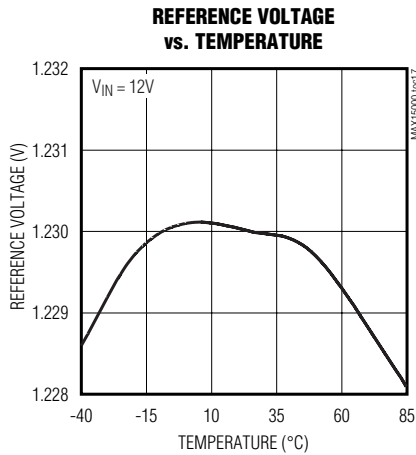
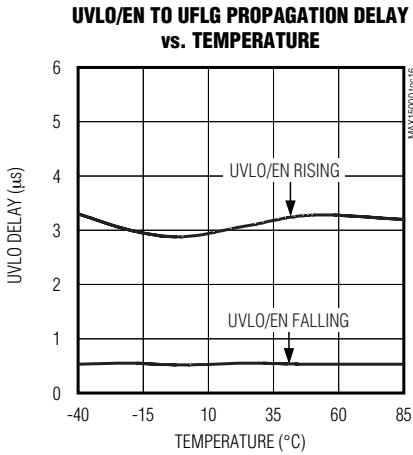
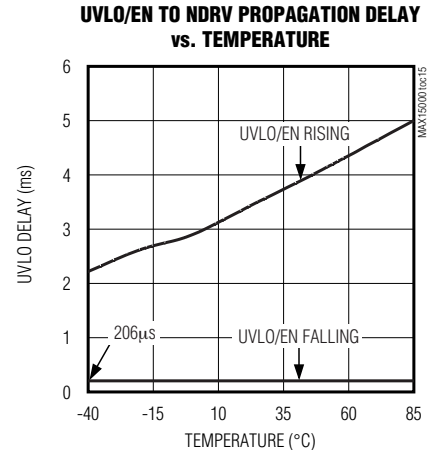
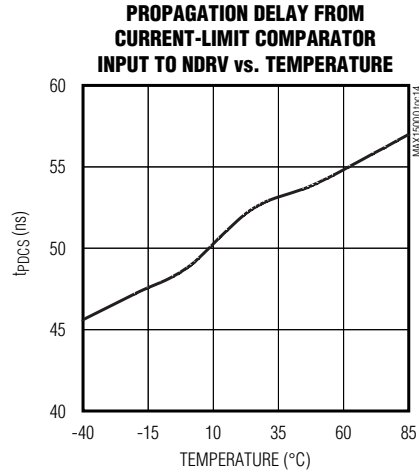
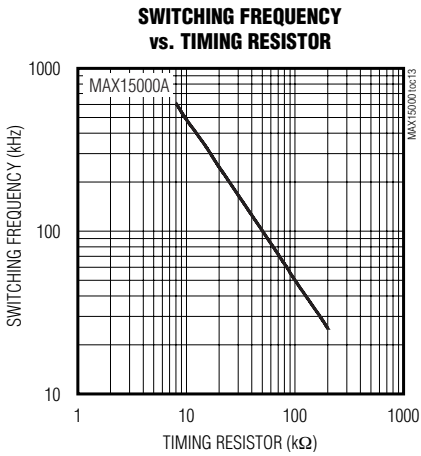
($V_{UVLO/EN} = +1.4V$, $V_{FB} = +1V$, COMP = open, $V_{CS} = 0V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

MAX15000/MAX15001



电流模式PWM控制器， 可调节开关频率

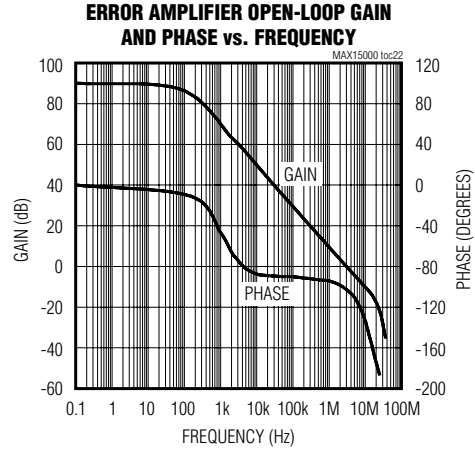
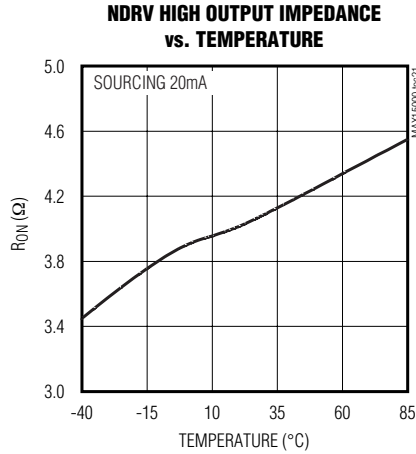
典型工作特性(续)

(V_{UVLO/EN} = +1.4V, V_{FB} = +1V, COMP = open, V_{CS} = 0V, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

电流模式PWM控制器， 可调节开关频率

典型工作特性(续)

($V_{UVLO/EN} = +1.4V$, $V_{FB} = +1V$, COMP = open, $V_{CS} = 0V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



MAX15000/MAX15001

引脚说明

引脚	名称	功能
1	UVLO/EN	外部可编程欠压锁定。UVLO/EN设定输入电源启动电压，将UVLO/EN连接至GND可关断器件。UVLO/EN电压降至1.17V后，经过210μs NDRV停止开关工作。
2	UFLG	漏极开路欠压指示输出。UVLO/EN电压降至门限以下时，UFLG置低。
3	FB	误差放大器反相输入。
4	COMP	误差放大器输出。
5	CS	电流检测输入。用于PWM调节和逐周期限流的电流检测连接，接检测电阻的高端。需要一个RC滤波器消除上升沿尖峰。限流触发电压为1V。
6	RT	振荡器定时电阻输入。需要一个RC网络降低抖动(参见典型应用电路)。
7	GND	接地。
8	NDRV	连接外部n沟道MOSFET栅极。
9	VCC	栅极驱动电源。内部电路从IN产生稳定电压，通过一只10nF或更大的电容接地对VCC去耦。
10	IN	IN电源，通过一只10nF或更大的电容接地对VCC去耦。对于自举工作(MAX15000)，在输入电源与IN之间接一个启动电阻。偏置绕组电源也连接至IN (参见典型工作电路)。对于MAX15001，IN直接连接到9.5V至24V电源。

电流模式PWM控制器， 可调节开关频率

详细说明

MAX15000/MAX15001 电流模式PWM控制器适用于隔离和非隔离型电源。器件通过UVLO/EN输入提供精确的可编程输入开启电压，这项功能可避免在输入电压跌落到最小值以下时电源进入失效状态。由于开关电源在输入电压跌落时，为了保持稳定的输出电压会大幅提升输入电源电流，该功能非常重要。除了外部调整UVLO功能外，MAX15000还提供具有较大滞回电压(11.9V)的自举UVLO功能，具有非常低的启动电流和工作电流，有助于构建高效的通用输入电源。MAX15000/MAX15001的开关频率可由外部电阻编程。

MAX15000适用于通用输入(85VAC至265VAC整流电压)或电信电源(-36VDC至-72VDC)；MAX15001适用于低输入电压电源(9.5VDC至24VDC)。器件内部在IN端提供一个钳位电路，以防止输入电压超过绝对最大额定值(参见*Electrical*

*Characteristics*表的注释2)。当器件通过一个电流泄漏电阻(图1中的R1)从高输入电压启动，并且UVLO/EN输入为低电平时，输入钳位。钳位电路能够安全吸收2mA电流。

MAX15000电源设计采用大阻值启动电阻R1，对储能电容C1进行充电(参见图1)。在初始化过程中，电压低于内部自举UVLO门限时，器件典型静态电流仅为50 μ A。这种低启动电流和较大的自举UVLO滞回有助于降低R1的功耗，即使R1连接在通用AC输入电压(265VAC)的高侧。

MAX15000/MAX15001包括逐周期限流功能，当超过内部设置的1V门限时关断外部MOSFET的栅极驱动。MAX15000工作在自举模式时，如果电源输出短路，第三绕组电压会降至内部设置的门限以下，致使UVLO关断外部功率MOSFET的栅极驱动。这将通过软启动重新开启一次上电过程。

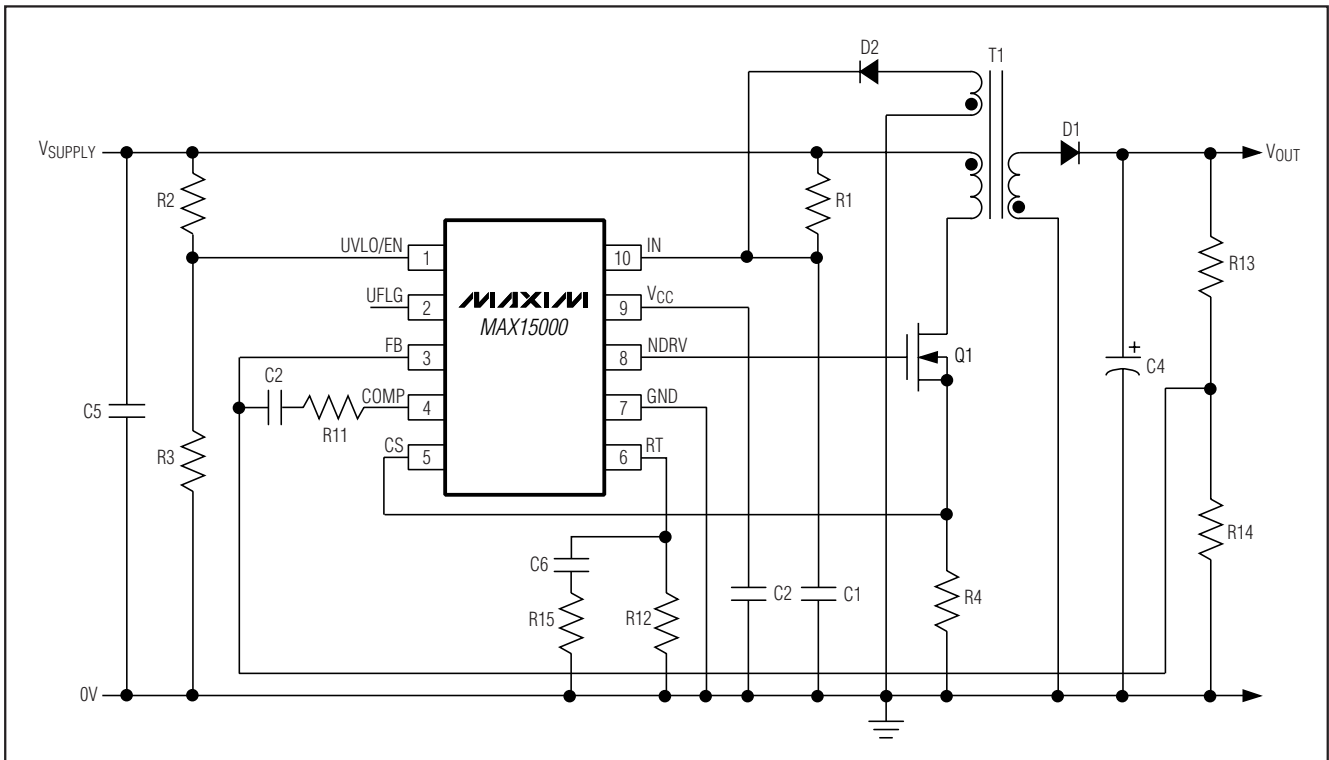


图1. 非隔离电源，可编程输入电源开启电压

电流模式PWM控制器， 可调节开关频率

电流模式控制环路

电流模式控制相对于电压模式控制有两个优点：第一，控制器具有前馈功能，它能够针对输入电压的变化进行逐周期偏置调节；第二，根据电流模式控制器的稳定性要求，只需一个单极点系统，而电压模式控制则是一个双极点系统。

MAX15000/MAX15001采用电流模式控制环路，将误差放大器输出(COMP)与CS上的电流检测电压进行比较。当电流检测信号低于PWM比较器的同相输入时，CPWM比较器的输出为低电平，且开关在每个时钟周期打开。当电流检测信号高于CPWM的反相输入时，CPWM比较器的输出变为高电平，断开开关。

欠压锁定

MAX15000/MAX15001提供一个UVLO/EN输入。UVLO门限为1.23V，带60mV滞回。启动任何工作之前，UVLO/EN上的电压必须超过1.23V。UVLO电路保持CPWM比较器、ILIM比较器、振荡器和输出驱动器关断，以降低电流消耗(参见功能框图)。

使用UVLO/EN输入对输入电源启动电压进行编程。例如，对于36V至72V的电信电压范围，较合理的启动电压一般为34V。使用下列公式计算电阻分压器的R2和R3(参见图1)：

$$R3 = \frac{V_{ULR2} V_{IN}}{500 I_{UVLO} (V_{IN} - V_{ULR2})}$$

$$R2 = \frac{V_{IN} - V_{ULR2}}{V_{ULR2}} R3$$

其中， I_{UVLO} 是UVLO/EN输入电流(最大50nA)， V_{ULR2} 是UVLO/EN唤醒门限(1.23V)。 V_{IN} 是保证电源启动时的输入电源电压。计算R3，以减小R2上的压降误差，该误差来自UVLO/EN的输入偏置电流。

MAX15000自举UVLO

除了MAX15000和MAX15001提供的外部可编程UVLO功能外，MAX15000还包含一个内部自举UVLO，该功能在设计高压电源时非常有用(参见功能框图)，能够在器件上电初始化期间产生自举。当 V_{IN} 超出21.6V的自举UVLO门限时，MAX15000开始启动。当 V_{IN} 低于UVLO门限时，UVLO电路保持CPWM比较器、ILIM比较器、振荡器和输出驱动器关断，以降低电流消耗。一旦 V_{IN} 达到21.6V，UVLO电路打开CPWM和ILIM比较器、振荡器，并允许输出驱动器进行开关工作。如果 V_{IN} 降至1.17V以下，UVLO电路关断CPWM比较器、ILIM比较器、振荡器，输出驱动器使MAX15000返回至低电流启动模式。

启动工作

当IN电压超过9.5V以及UVLO/EN输入大于1.23V时，MAX15001启动。但是，MAX15000不仅需要MAX15001规定的启动条件，IN上的电压还要超出21.6V的自举UVLO门限。

对于MAX15000，IN电压一般来自变压器的第三绕组。但是，在启动时变压器还不能提供能量，因此，需要一个特殊的自举过程。图2所示为启动过程中IN和 V_{CC} 电压，开始时， V_{IN} 和 V_{CC} 均为0V。加上输入电源电压后，启动电阻R1对C1充电，达到中间电压值。在这一点，内部稳压器开始对C2充电(参见图1)。MAX15000仅通过R1消耗50 μ A的电流，其余输入电流对C1和C2充电。当 V_{CC} 电压达到大约9.5V时，C2停止充电，而C1上的电压继续上升，直到达到21.6V的唤醒电压为止。一旦 V_{IN} 超过自举UVLO门限，NDRV打开MOSFET，将能量传递给第二和第三绕组输出。如果第三绕组输出电压超过了9.74V(自举UVLO的低门限值)，则启动完成，并开始正常工作。如果在启动完成之前， V_{IN} 降至9.74V以下，器件返回至低电流UVLO。在这种情况下，应增大C1值，以存储足够的能量，建立第三绕组的电压。

电流模式PWM控制器， 可调节开关频率

UVLO标志(UFLG)

MAX15000/MAX15001具有漏极开路欠压标志输出(UFLG)。使用光耦时，UFLG输出可用于二次侧控制器的排序。UVLO/EN电压降至1.17V以下时，在NDRV停止开关操作

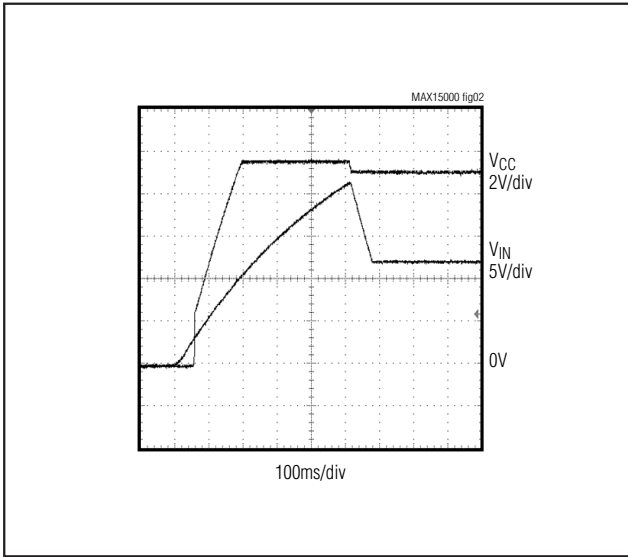


图2. MAX15000在自举模式(图1)下，启动期间的 V_{IN} 和 V_{CC}

之前将立即出现210 μ s的延迟，从而使UFLG输出能够在MAX15000/MAX15001关断之前改变状态(图3)。

UVLO/EN电压超过门限时，UFLG为高阻抗。当UVLO/EN电压低于门限时，UFLG为低电平。UFLG不受自举UVLO的影响(MAX15000)。

软启动

MAX15000/MAX15001的软启动功能允许输出电压以受控方式爬升，避免了电压过冲。MAX15000/MAX15001基准在内部连接至误差放大器的软启动控制，以便在过载和轻载条件下能够很好地对输出电压进行控制。推出UVLO后，开始软启动(对于MAX15000， V_{IN} 大于21.6V；对于MAX15001， V_{IN} 大于9.5V，且UVLO/EN电压大于1.23V)。在1984个NDRV开关周期内，放大器同相节点的电压从0上升到1.23V。使用下面的公式计算软启动时间(t_{SS})：

$$t_{SS} = \frac{1984}{f_{NDRV}}$$

其中， f_{NDRV} 是NDRV输出的开关频率。图4所示为MAX15000启动过程中的软启动稳压输出。

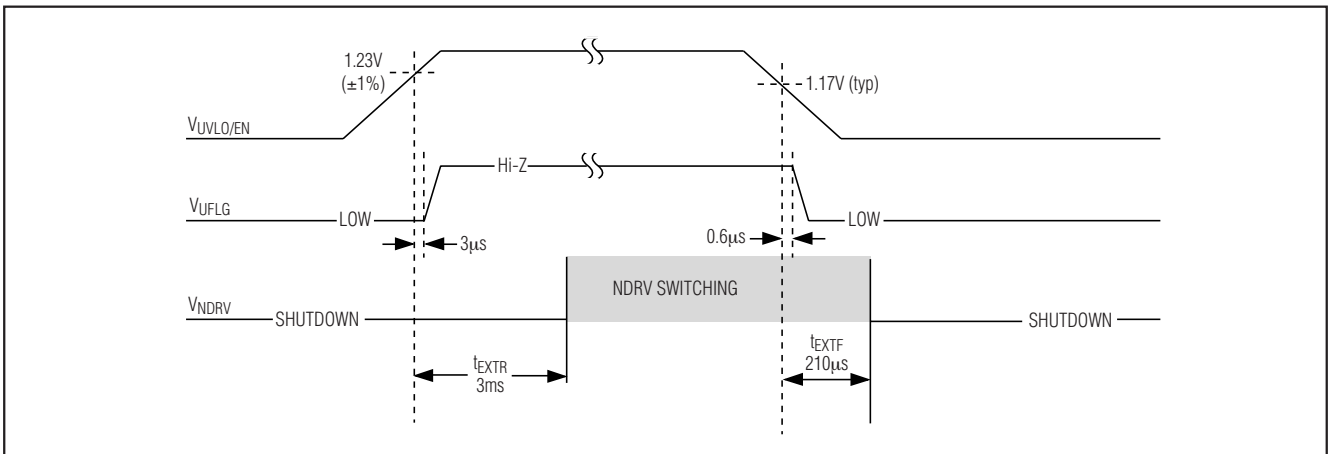


图3. UVLO/EN和UFLG工作时序

电流模式PWM控制器， 可调节开关频率

MAX15000/MAX15001

n沟道MOSFET开关驱动器

NDRV输出驱动一个外部n沟道MOSFET。内部稳压器输出(V_{CC})大约设置在9V，用于驱动NDRV。对于通用电源输入电压范围，所采用的MOSFET必须能够承受最高输入电源电压的直流电平和变压器原边反射电压之和。大多数应用采用非连续、反激拓扑，需要额定电压为600V的MOSFET；NDRV能够源出/吸收650/1000mA以上的峰值电流，所选用的MOSFET还需满足导通损耗和开关损耗的要求。

振荡器/开关频率

通过RT的外部电阻对MAX15000/MAX15001内部振荡器频率进行编程，频率设置范围为50kHz至2.5MHz。MAX15000A/MAX15001A输出开关频率是可编程振荡器频率的一半，占空比为50%。MAX15000B/MAX15001B输出开关频率是可编程振荡器频率的四分之一，占空比为75%。

MAX15000A/MAX15001A和MAX15000B/MAX15001B具有可编程的输出开关频率，其设置范围分别为25kHz至625kHz和12.5kHz至625kHz。利用下式确定合适的R12阻值(参见图1)，以便在NDRV输出上产生所需的输出开关频率(f_{sw})：

$$R12 = \frac{10^{10}}{2f_{sw}} \quad \text{MAX15000A/MAX15001A.}$$

$$R12 = \frac{10^{10}}{4f_{sw}} \quad \text{MAX15000B/MAX15001B.}$$

其中，R12是连接在RT和GND之间的电阻(参见图1)。

如图1所示，将一个RC网络与R12并联。RC网络由一个100nF电容C6(实现稳定性)和电阻R15串联构成，电阻的作用是为了进一步降低抖动。使用下列公式确定R15：

$$R15 = 88.9 \times (R12)^{\frac{1}{4}}$$

例如，如果R12是4kΩ，则R15为707Ω。

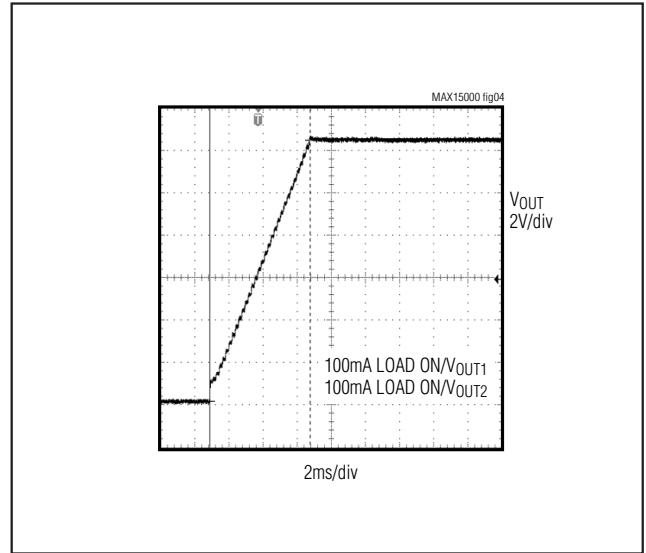


图4. 图6电路中初始化启动期间的原边软启动输出电压

内部误差放大器

MAX15000/MAX15001含有一个内部误差放大器，在非隔离电源应用中对输出电压进行稳压(参见图1)。对于图1所示电路，使用下列方程计算输出电压：

$$V_{OUT} = \left(1 + \frac{R13}{R14}\right) V_{REF}$$

其中，V_{REF} = 1.23V。放大器的同相输出由内部连接至数字软启动电路，启动时，逐渐提升该输入基准电压。这样，在所有负载条件下，电压能够按照所定义的方式爬升。

误差放大器还能够调节第三绕组输出，实现原边稳压(参见图6)。对于图6所示电路，采用下列公式计算输出电压：

$$V_{OUT} = \frac{N_S}{N_T} \left[\left(1 + \frac{R1}{R2}\right) V_{REF} + V_{D6} \right] - V_{D2}$$

其中，N_S是第二绕组匝数，N_T是第三绕组匝数，V_{D6}和V_{D2}是各个输出的二极管压降。

电流模式PWM控制器， 可调节开关频率

电流限制

连接在MOSFET源极和地之间的电流检测电阻(图1中的R4)设置电流门限。限流比较器的电压触发电平(V_{CS})为1V。使用下列方程计算R4:

$$R4 = \frac{V_{CS}}{I_{PRI}}$$

其中， I_{PRI} 是变压器原边的峰值电流，该电流还流经MOSFET。当该电流形成的电压(电流检测电阻上的电压)大于限流比较器门限时，MOSFET驱动器(NDRV)将在60ns(典型值)内切断电流。需要时，采用一个RC网络来消除检测波形的上升沿尖峰。角频率设置在2MHz至10MHz之间。

应用信息

MAX15000的电源启动时间考虑

MAX15000唤醒后，IN端的旁路电容C1立即提供电流(参见图1)。C1的大小以及第三绕组的配置决定了启动周期数。大容量C1能够增加启动时间，但是在启动时也提供了更多的栅极电荷。如果C1容量过小， V_{IN} 可能会降至9.74V以下，这是因为NDRV没有足够的时间进行开关，在第三绕组输出上无法建立足够的器件供电电压。器件返回UVLO，不启动。C1和C2应采用低泄漏电容。

通常，即使是最低电源电压(通用离线式应用的85VAC或电信应用的36VDC)，离线电源的启动时间也小于500ms。调整启动电阻R1，为器件提供最大启动偏置电流(90 μ A)，并为C1、C2提供最大充电电流。旁路电容C2必须充电至9.5V，C1必须充电至24V，所有这些必须在500ms内完成。考虑到MAX15000的内部软启动时间($f_{SW} = 350$ kHz时，大约为5.6ms)，C1必须在这一时间内为器件电流提供足够的电荷。使用下式计算所需的电容值:

$$I_g = Q_{gtot} f_{SW}$$

$$C1 = \frac{(I_{IN} + I_g)(t_{SS})}{V_{HYST}}$$

其中， I_{IN} 是MAX15000启动后的内部电源电流(2mA)， Q_{gtot} 是Q1的总栅极电荷； f_{SW} 是MAX15000的开关频率(350kHz)； V_{HYST} 是自举UVLO的滞回电压(大约是12V)； t_{SS} 是内部软启动时间(5.6ms)。

例如： $I_g = (8nC)(350kHz) \approx 2.8mA$

$$C1 = \frac{(2mA + 2.8mA)(5.6ms)}{12V} = 2.24\mu F$$

选择一个2.2 μ F标准值(假设350kHz的开关频率)。

如果 $C1 > C2$ ，按下式计算R1:

$$I_{C1} = \frac{V_{SUVR} C1}{(500ms)}$$

$$R1 \approx \frac{V_{IN(MIN)} - V_{SUVR}}{I_{C1} + I_{START}}$$

其中， $V_{IN(MIN)}$ 是具体应用(电信36V)的最小输入电压； V_{SUVR} 是自举UVLO唤醒电压(最大23.6V)； I_{START} 是启动时的IN电源电流(最大90 μ A)。

例如:

$$I_{C1} = \frac{(24V)(2.2\mu F)}{(500ms)} = 0.105mA$$

$$R1 \approx \frac{(36V) - (12V)}{(0.105mA) + (90\mu A)} = 123.07k\Omega$$

选择一个120k Ω 标准值。

如果允许较长的启动时间，为了降低R1的功耗，R1取值可以大于上式所计算的数值。

上述启动方法适用于图1类似电路。在该电路中，第三绕组与输出绕组相位相同。因此，第三绕组在任何时间的电压都与输出电压成正比，并与输出电压经历相同的软启动周期。C1从21.6V至9.74V的最小放电时间必须大于5.6ms的软启动时间。

电流模式PWM控制器， 可调节开关频率

自举电源的另一种方法是使用与MOSFET导通时间同相的偏置绕组(参见图5)。这种情况下，IN端所需电容(C1)大大降低。但是，输入电压范围不能大于2:1(原边绕组电压与偏置绕组的电压比)。

对于“打嗝”模式故障保护，使偏置绕组与输出同相，输出短路时，电源工作在“打嗝”模式，并开始软启动。如果偏置绕组与MOSFET导通时间同相，电源不会出现“打嗝”。

MAX15000/MAX15001

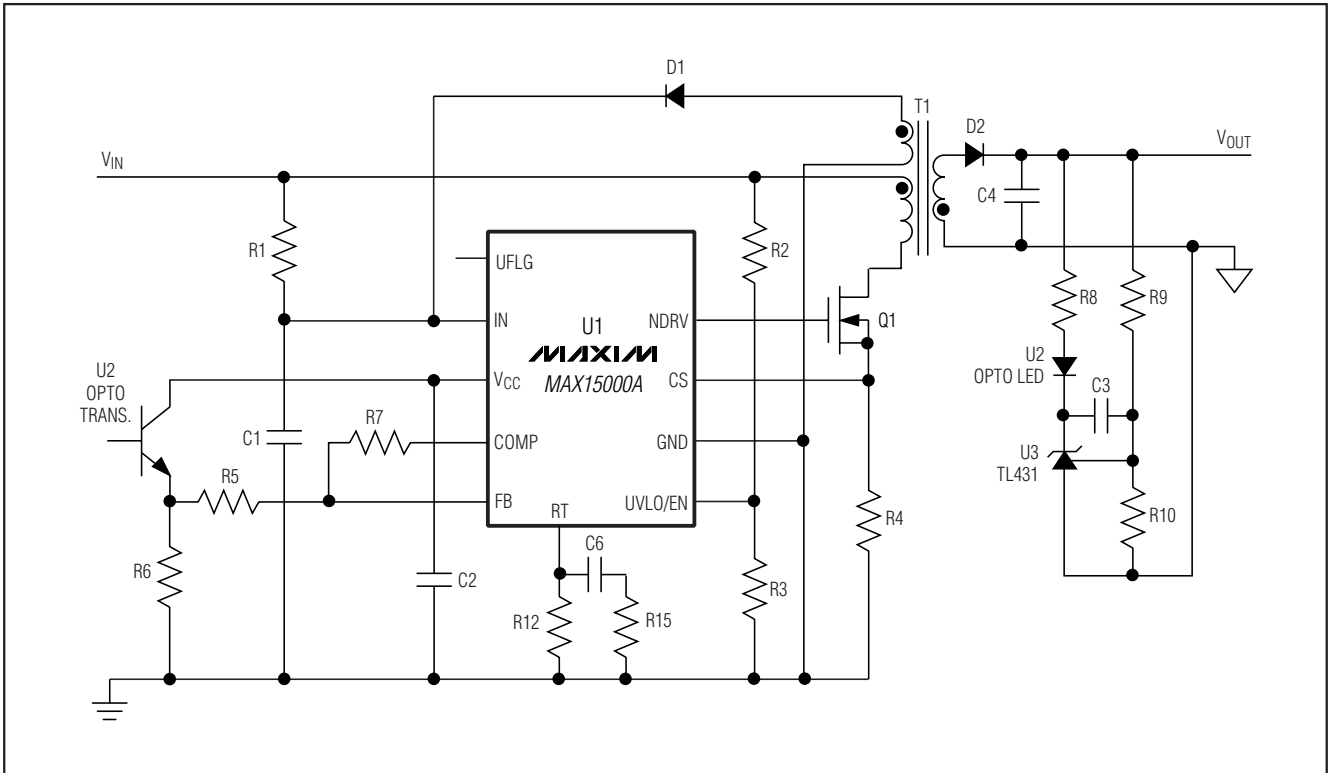


图5. 二次侧调节隔离电源

电流模式PWM控制器， 可调节开关频率

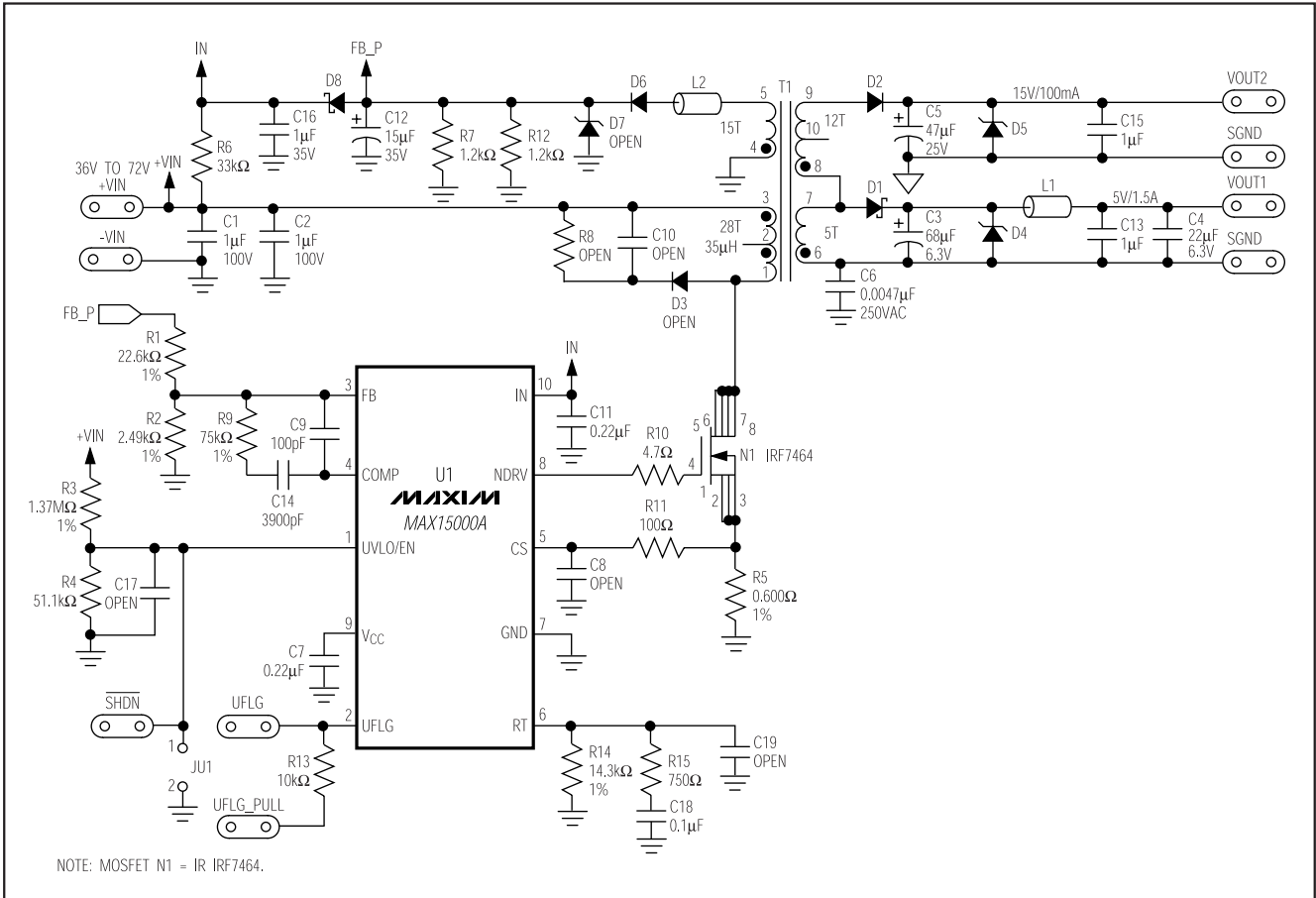


图6. 原边调节、双路输出隔离电源，用于电信设备

原边调节的隔离电信电源

图6所示为工作在36V至72V电信电压范围的双路输出电源，这种电源的一个关键特性是原边调节。第三级绕组稳压为MAX15000提供偏置。

在图6所示电路，使用芯片电感L1和L2，以及R7//R12与C12并联来改善交叉调节(第三绕组和5V输出)。R7//R12为第三绕组输出提供足够的负荷，在150mA至1.5A负载电流范围内，为5V输出提供 $\pm 10\%$ 的负载调节(图7)。

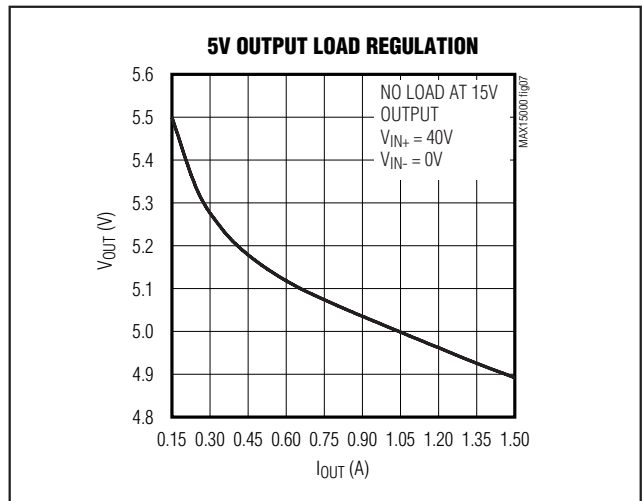


图7. 图6电路的输出电压调节

电流模式PWM控制器， 可调节开关频率

MAX15000/MAX15001

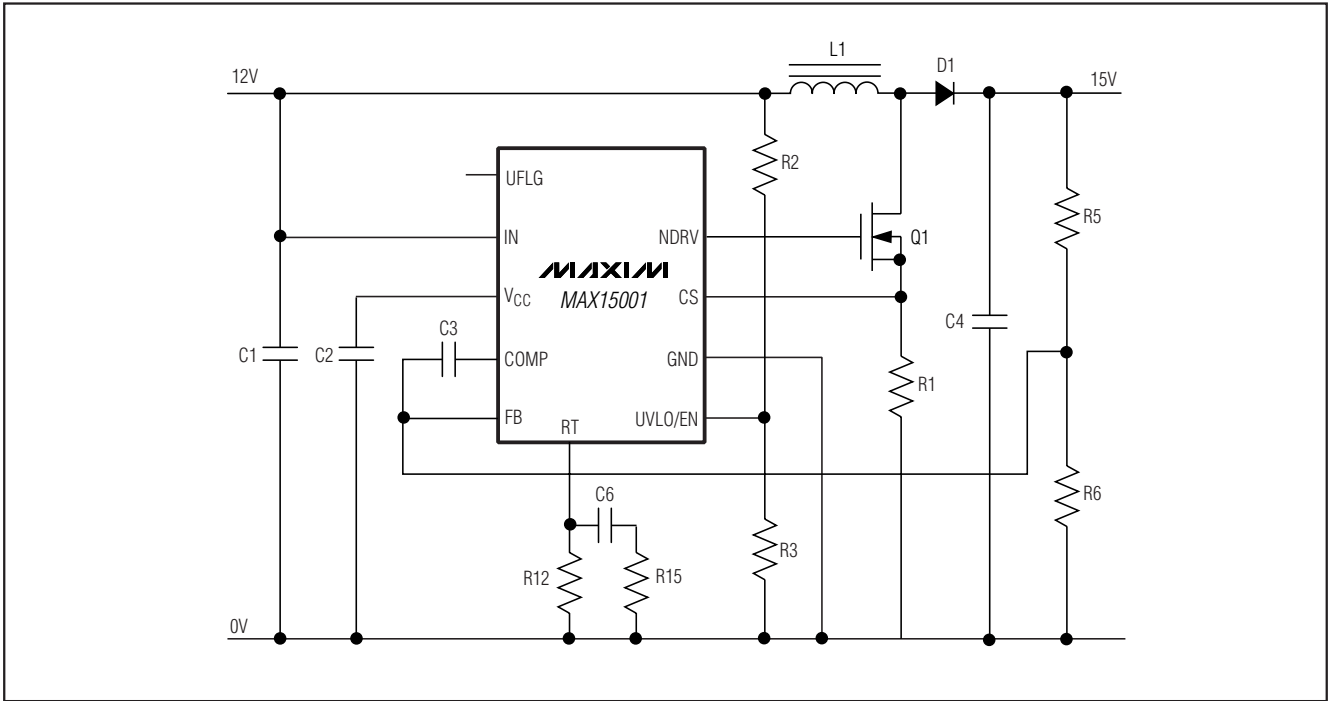


图8. 12V至15V输出升压调节器

布板建议

开关电源一般有两种噪声源：较大的 di/dt 回路以及较大的 dv/dt 区域。例如，承载漏极电流的引线通常具有较大的 di/dt 。同样，MOSFET的散热区域也是一个较大 dv/dt 的源；因此，应尽量减小散热面积。所有开关电流的PC板引线应尽量短，以减小电流回路。

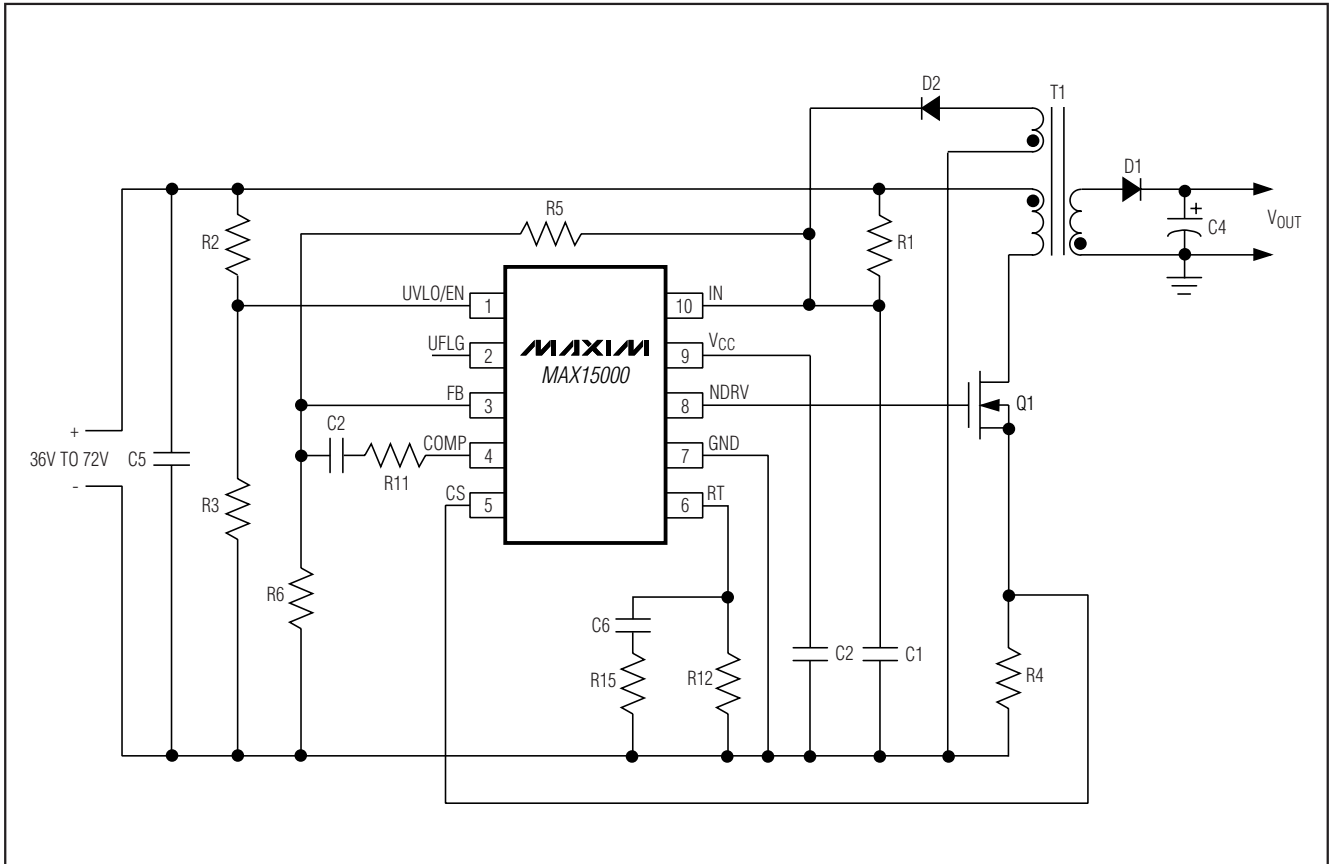
合理使用地平面以达到最佳效果。 μ MAX封装引脚配置方便了与外部MOSFET的连接。

对于通用AC输入设计，应遵照相关的安全规范。离线式电源可能需要通过UL、VDE或其它机构的认证。为避免RT至NDRV的噪声耦合，RT应远离NDRV布线。

电流模式PWM控制器， 可调节开关频率

MAX15000/MAX15001

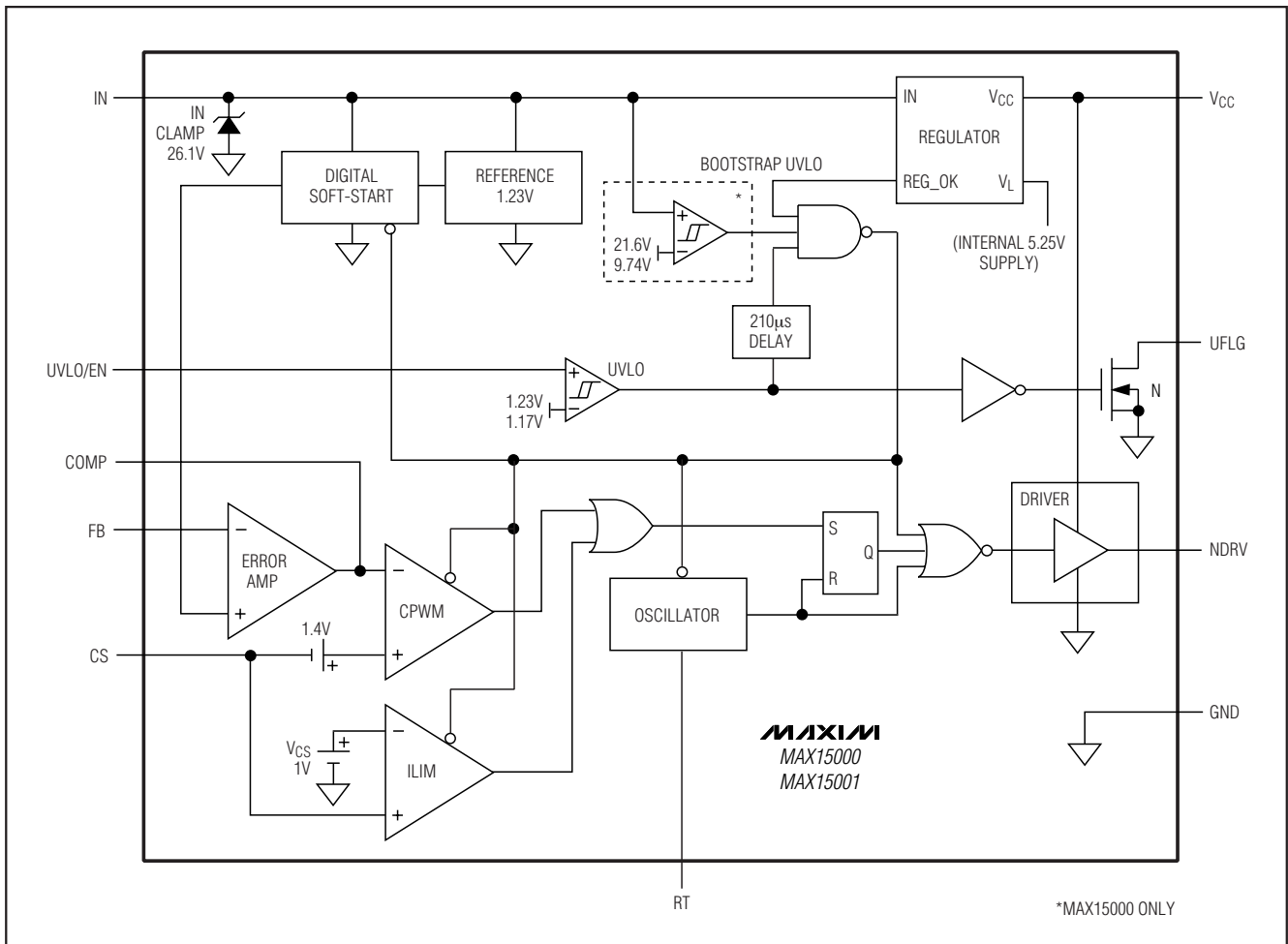
典型应用电路



电流模式PWM控制器， 可调节开关频率

功能框图

MAX15000/MAX15001



选型指南

PART	BOOTSTRAP UVLO	STARTUP VOLTAGE (V)	MAX DUTY CYCLE (%)
MAX15000A	Yes	22	50
MAX15000B	Yes	22	75
MAX15001A*	No	9.5	50
MAX15001B*	No	9.5	75

*MAX15001 不提供内部自举UVLO。只要 V_{IN} 大于9.5V并且UVLO/EN高于1.23V，MAX15001便开始工作。

芯片信息

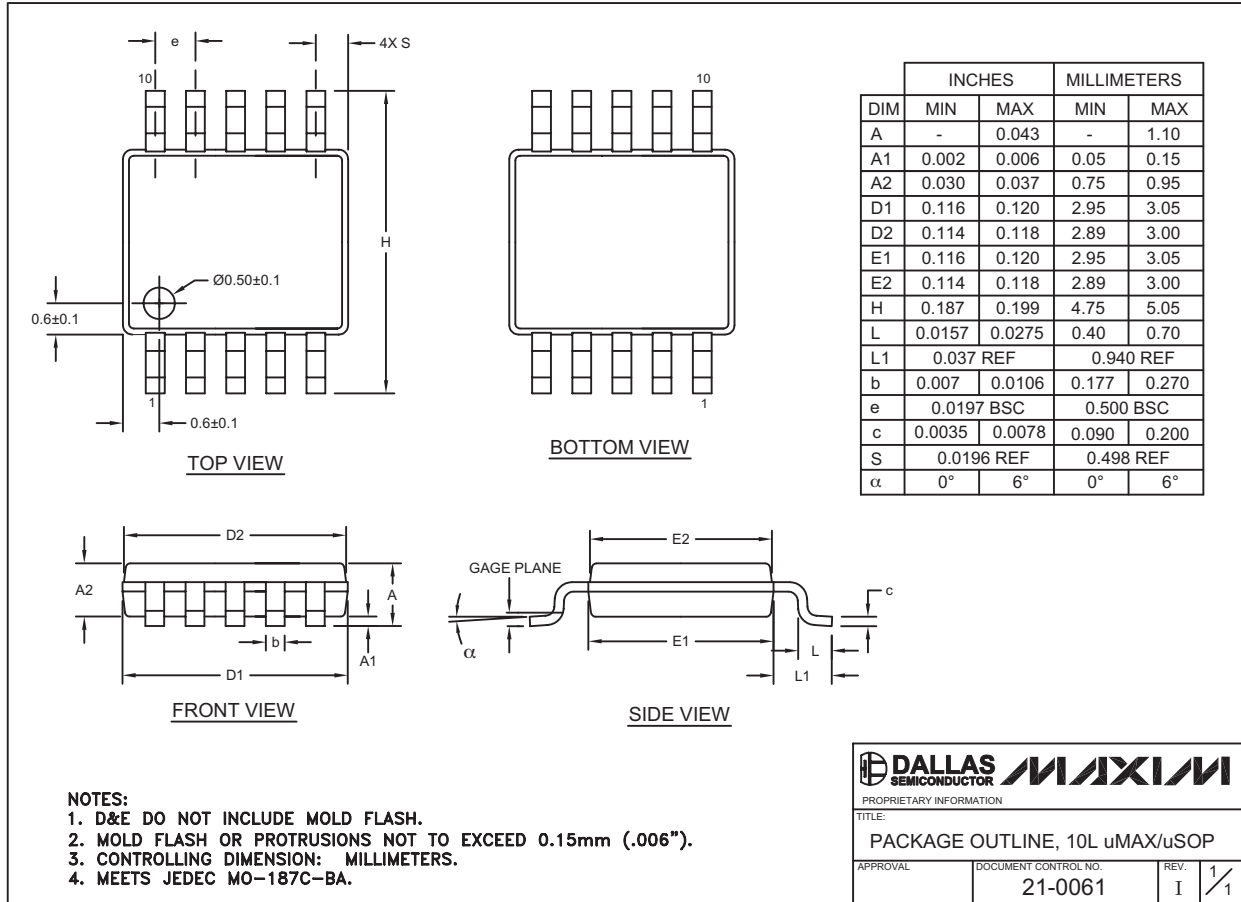
PROCESS: BiCMOS

电流模式PWM控制器， 可调节开关频率

封装信息

(本数据资料提供的封装图可能不是最近的规格，如需最近的封装外型信息，请查询 www.maxim-integrated.com.cn/packages.)

MAX15000/MAX15001



10L uMAX:EPS

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。

18 Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 (408) 737-7600