

单端口、40W、IEEE 802.3af/at PSE控制器， 内置MOSFET

概述

特性

MAX5971A为单端口、供电设备(PSE)电源控制器，设计用于IEEE® 802.3af/at兼容PSE。该器件为用电设备(PD)提供侦测、分级、限流、直流和交流负载断开检测功能。MAX5971A可自动工作，无需任何软件编程，并具有集成的功率MOSFET和检流电阻。该器件还支持最新的5级和二次事件分级，用于对大功率PD进行检测和分级。MAX5971A能够为单个端口提供高达40W的功率(使能5级)，并可对传统PD提供大电容检测。

MAX5971A提供输入欠压锁定(UVLO)、输入过压锁定、过热检测、启动过程中的输出电压摆率限制以及LED状态指示。

MAX5971A采用节省空间的28引脚TQFN (5mm x 5mm)封装，工作于扩展级(-40°C至+85°C)温度范围。

- ◆ 兼容于IEEE 802.3af/at
- ◆ 为单端口PSE应用提供高达40W功率
- ◆ 集成导通电阻为0.5Ω的功率MOSFET和检流电阻
- ◆ PD检测和分级
- ◆ 对5级PD提供可编程电流限制
- ◆ 为传统设备提供大电容检测
- ◆ 支持直流和交流负载断开检测
- ◆ 折返式和占空比受控的电流限制
- ◆ LED指示器用于指示端口状态
- ◆ 直接快速关断控制
- ◆ 节省空间的28引脚TQFN (5mm x 5mm)封装

应用

订购信息

单端口PSE端点应用

单端口PSE电源(中跨系统)

交换机/路由器

工业自动化设备

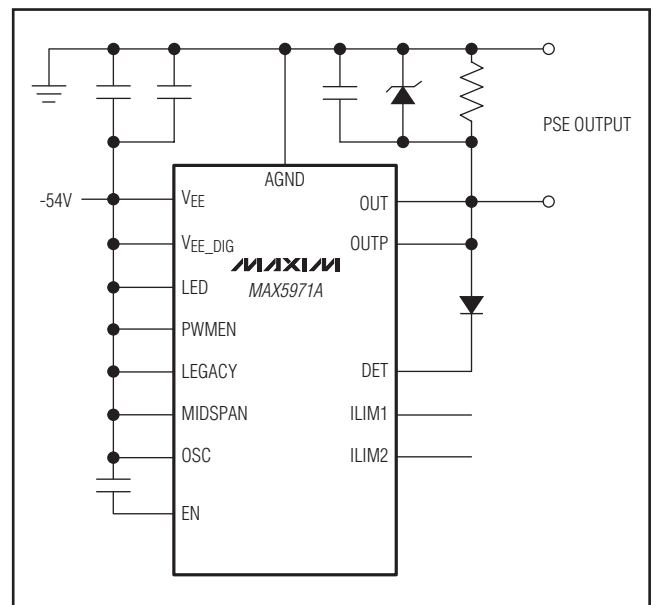
无线LAN接入点/WiMAX™基站

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX5971AETI+	-40°C to +85°C	28 TQFN-EP*

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

*EP = 裸焊盘。

典型工作电路



IEEE是美国电气和电子工程师学会的注册服务标志。

WiMAX是WiMAX论坛的商标。

单端口、40W、IEEE 802.3af/at PSE控制器， 内置MOSFET

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

(Voltages referenced to V_{EE}, unless otherwise noted.)
 AGND, DET, LED -0.3V to +80V
 OUT -0.3V to (V_{AGND} + 0.3V)
 OUTP -6V to (V_{AGND} + 0.3V)
 VEE_DIG -0.3V to +0.3V
 OSC -0.3V to +6V
 EN, PWMEN, MIDSPAN, LEGACY, ILIM1, ILIM2 -0.3V to +4V
 Maximum Current Into LED 40mA
 Maximum Current Into OUT Internally regulated
 Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
 28-Pin TQFN (derate 34.5mW/°C above +70°C) 2758mW

Package Thermal Resistance (Note 1)

θ_{JA} 29°C/W
 θ_{JC} 2°C/W
 Operating Temperature Range -40°C to +85°C
 Storage Temperature Range -65°C to +150°C
 Junction Temperature +150°C
 Lead Temperature (soldering, 10s) +300°C
 Soldering Temperature (reflow) +260°C

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.maxim-ic.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_{AGND} - V_{EE} = 32V to 60V, T_A = -40°C to +85°C, all voltages are referenced to V_{EE}, unless otherwise noted. Typical values are at V_{AGND} - V_{EE} = +54V, T_A = +25°C. Currents are positive when entering the pin and negative otherwise.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
POWER SUPPLIES							
Operating Voltage Range	V _{AGND}	V _{AGND} - V _{EE}		32		60	V
Supply Current	I _{EE}	V _{OUT} = V _{EE} , all logic inputs unconnected, measured at AGND in power mode			2.5	4	mA
CURRENT LIMIT							
Current Limit	I _{LIM}	Maximum I _{LOAD} allowed during current-limit conditions, V _{OUT} = 0V (Note 3)	Class 0, 1, 2, 3	400	420	441	mA
			Class 4	684	720	756	
			Class 5 if ILIM1 = V _{EE} , ILIM2 = unconnected	807	850	893	
			Class 5 if ILIM1 = unconnected, ILIM2 = V _{EE}	855	900	945	
			Class 5 if ILIM1 = V _{EE} , ILIM2 = V _{EE}	902	950	998	
Foldback Initial OUT Voltage	V _{FLBK_ST}	V _{AGND} - V _{OUT} below which the current limit starts folding back			27		V
Foldback Final OUT Voltage	V _{FLBK_END}	V _{AGND} - V _{OUT} below which the current limit reaches I _{TH_FB}			10		V
Minimum Foldback Current Limit Threshold	I _{TH_FB}	V _{OUT} = V _{AGND}			166		mA

单端口、40W、IEEE 802.3af/at PSE控制器， 内置MOSFET

MAX5971A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{AGND} - V_{EE} = 32V to 60V, T_A = -40°C to +85°C, all voltages are referenced to V_{EE}, unless otherwise noted. Typical values are at V_{AGND} - V_{EE} = +54V, T_A = +25°C. Currents are positive when entering the pin and negative otherwise.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
OVERCURRENT							
Overcurrent Threshold	I _{CUT}	Overcurrent threshold allowed for t ≤ t _{FAULT} , V _{OUT} = 0V (Note 3)	Class 0, 1, 2, 3	351	370	389	mA
			Class 4	602	634	666	
			Class 5 if ILIM1 = V _{EE} , ILIM2 = unconnected	710	748	785	
			Class 5 if ILIM1 = unconnected, ILIM2 = V _{EE}	752	792	832	
			Class 5 if ILIM1 = V _{EE} , ILIM2 = V _{EE}	794	836	878	
INTERNAL POWER							
DMOS On-Resistance	R _{DS(ON)}	Measured from OUT to V _{EE} , I _{OUT} = 100mA	T _A = +25°C	0.5		0.9	Ω
			T _A = +85°C	0.6		1.3	
Power-Off OUT Leakage Current	I _{OUT_LEAK}	V _{EN} = V _{EE} , V _{OUT} = V _{AGND}		10		μA	
SUPPLY MONITORS							
V _{EE} Undervoltage Lockout	V _{EE_UVLO}	V _{AGND} - V _{EE} , V _{AGND} increasing		28.5		V	
V _{EE} Undervoltage Lockout Hysteresis	V _{EE_UVLOH}	Port is shutdown if: V _{AGND} - V _{EE} < V _{EE_UVLO} - V _{EE_UVLOH}		3		V	
V _{EE} Overvoltage Lockout	V _{EE_OV}	V _{AGND} - V _{EE} > V _{EE_OV} , V _{AGND} increasing		62.5		V	
V _{EE} Overvoltage Lockout Hysteresis	V _{EE_OVH}			1		V	
Thermal Shutdown Threshold	T _{SHD}	Port is shutdown and device resets if the junction temperature exceeds this limit, temperature increasing		150		°C	
Thermal Shutdown Hysteresis	T _{SHDH}	Temperature decreasing		20		°C	
OUTPUT MONITOR							
OUT Input Current	I _{BOUT}	V _{OUT} = V _{AGND} , probing phases		6		μA	
Idle Pullup Current at OUT	I _{DIS}	OUTP discharge current, detection and classification off, port shutdown, V _{OUTP} = V _{AGND} - 2.8V		200	265	μA	
Short to V _{EE} Detection Threshold	DCNTH	V _{OUT} - V _{EE} , V _{OUT} decreasing, enabled during detection		1.5	2.0	2.5	V
Short to V _{EE} Detection Threshold Hysteresis	DCNHY			220		mV	
LOAD DISCONNECT							
DC Load-Disconnect Threshold	I _{DCTH}	Minimum load current allowed before disconnect (DC disconnect active), V _{OUT} = 0V		5	7.5	10	mA
AC Load-Disconnect Threshold	I _{ACTH}	Current into DET, for I _{DET} < I _{ACTH} the port powers off (AC disconnect active)		115	130	145	μA

单端口、40W、IEEE 802.3af/at PSE控制器， 内置MOSFET

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(VAGND - VEE = 32V to 60V, TA = -40°C to +85°C, all voltages are referenced to VEE, unless otherwise noted. Typical values are at VAGND - VEE = +54V, TA = +25°C. Currents are positive when entering the pin and negative otherwise.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Triangular Wave Peak-to-Peak Voltage Amplitude	AMPTRW	Measured at DET, referred to AGND		3.85	4	4.2	V
OSC Pullup/Pulldown Currents	I _{OSC}	Measured at OSC		26	32	39	μA
ACD_EN Threshold	V _{ACD_EN}	V _{OSC} - V _{EE} > V _{ACD_EN} to activate AC disconnect		270	330	380	mV
Load Disconnect Timer	t _{DISC}	Time from I _{RSENSE} < I _{DC} TH (DC disconnect active) or I _{DET} < I _{ACTH} (AC disconnect active) to gate shutdown		300		400	ms
DETECTION							
Detection Probe Voltage (First Phase)	V _{DPH1}	V _{AGND} - V _{DET} during the first detection phase		3.8	4	4.2	V
Detection Probe Voltage (Second Phase)	V _{DPH2}	V _{AGND} - V _{DET} during the second detection phase		9	9.3	9.6	V
Current-Limit Protection	I _{DLIM}	V _{DET} = V _{AGND} during detection, measure current through DET		1.50	1.75	2.00	mA
Short-Circuit Threshold	V _{DCP}	If V _{AGND} - V _{OUT} < V _{DCP} after the first detection phase a short circuit to AGND is detected.		1			V
Open-Circuit Threshold	I _{D_OPEN}	First point measurement current threshold for open condition		20			μA
Resistor Detection Window	R _{DOK}	(Note 4)		19		26.5	kΩ
Resistor Rejection Window	R _{DBAD}	Detection rejects lower values		15.5			kΩ
		Detection rejects higher values		32			
CLASSIFICATION							
Classification Probe Voltage	V _{CL}	V _{AGND} - V _{DET} during classification		16		20	V
Current-Limit Protection	I _{CILIM}	V _{DET} = V _{AGND} , during classification measure current through DET		65		80	mA
Classification Current Thresholds	I _{CL}	Classification current thresholds between classes	Class 0, Class 1	5.5	6.5	7.5	mA
			Class 1, Class 2	13.0	14.5	16.0	
			Class 2, Class 3	21	23	25	
			Class 3, Class 4	31	33	35	
			Class 4 upper limit (Note 5)	45	48	51	
Mark Event Voltage	V _{MARK}	V _{AGND} - V _{DET} during mark event		8		10	V
Mark Event Current Limit	I _{MARK_LIM}	V _{DET} = V _{AGND} , during mark event measure current through DET		55		80	mA

单端口、40W、IEEE 802.3af/at PSE控制器, 内置MOSFET

MAX5971A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{AGND} - V_{EE} = 32V to 60V, T_A = -40°C to +85°C, all voltages are referenced to V_{EE}, unless otherwise noted. Typical values are at V_{AGND} - V_{EE} = +54V, T_A = +25°C. Currents are positive when entering the pin and negative otherwise.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
DIGITAL INPUTS/OUTPUTS (Voltages referenced to V_{EE})						
Digital Input Low	V _{IL}				0.8	V
Digital Input High	V _{IH}		2.4			V
Internal Input Pullup Current	I _{PU}	Pullup current to internal digital supply to set default values	3	5	7	μA
LED Output Low Voltage	V _{LED_LOW}	I _{LED} = 10mA, PWM disabled, port power-on			0.8	V
LED Output Leakage	I _{LED_LEAK}	PWM disabled, shutdown mode, V _{LED} = 60V			10	μA
PWM Frequency				25		kHz
PWM Duty Cycle				6.25		%
TIMING						
Startup Time	t _{START}	Time during which a current limit set to 420mA is allowed, starts when power is turned on	50	60	70	ms
Fault Time	t _{FAULT}	Maximum allowed time for an overcurrent condition set by I _{CUT} after startup	50	60	70	ms
Detection Reset Time	t _{ME}	Time allowed for the port voltage to reset before detection starts		80	90	ms
Detection Time	t _{DET}	Maximum time allowed before detection is completed			330	ms
Midspan Mode Detection Delay	t _{DMID}		2	2.2	2.4	s
Classification Time	t _{CLASS}	Time allowed for classification		19	23	ms
Mark Event Time		Time allowed for mark event	7	9	11	ms
VEEU _{VLO} Turn-On Delay	t _{DLY}	Time V _{AGND} must be above the VEEU _{VLO} thresholds before the device operates		5.2		ms
Restart Timer	t _{RESTART}	Time the device waits before turning on after an overcurrent fault		16 x t _{FAULT}		ms

Note 2: This device is production tested at T_A = +25°C. Limits at T_A = -40°C and +85°C are guaranteed by design.

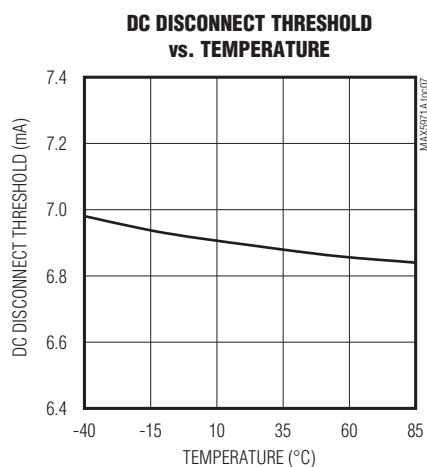
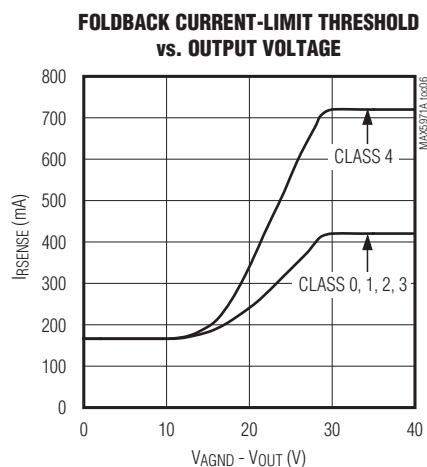
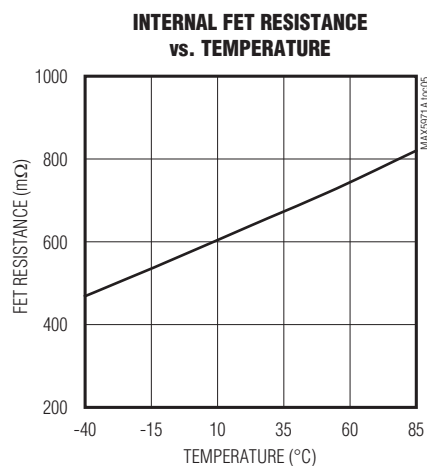
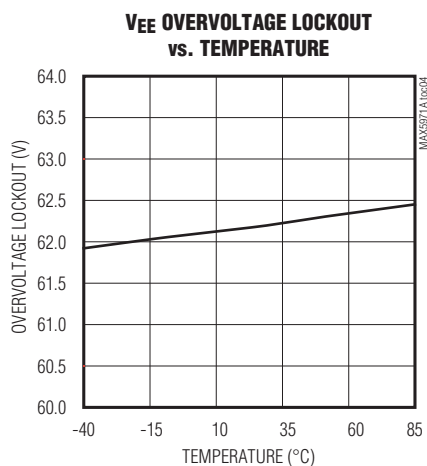
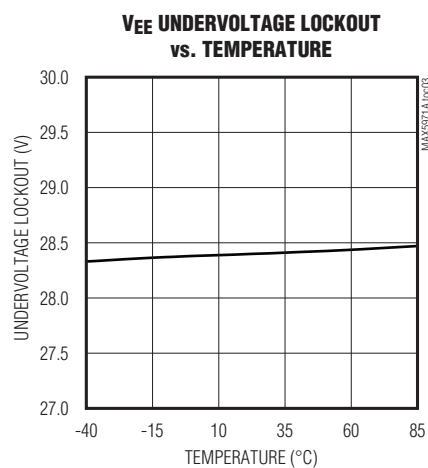
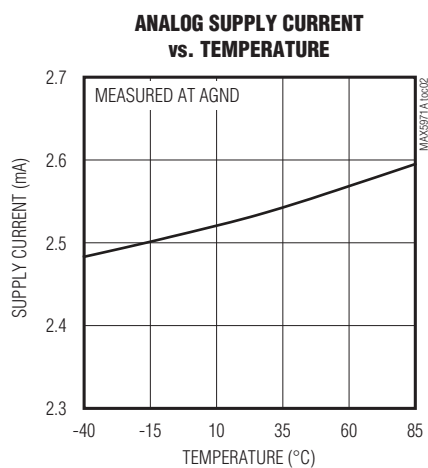
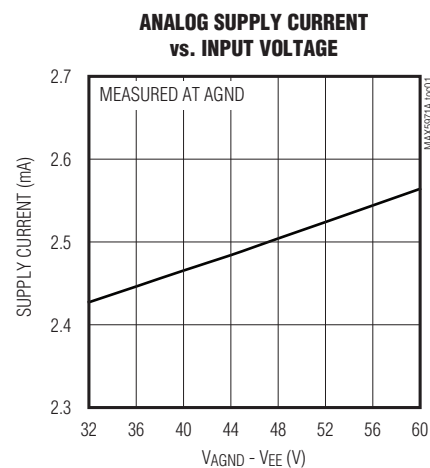
Note 3: If ILIM1 and ILIM2 are both unconnected, Class 5 detection is disabled. See the *Class 5 PD Classification* section and Table 3 for details and settings.

Note 4: R_{DOK} = (V_{OUT2} - V_{OUT1})/(I_{DET2} - I_{DET1}). V_{OUT1}, V_{OUT2}, I_{DET2}, and I_{DET1} represent the voltage at OUT and the current at DET during phase 1 and 2 of the detection, respectively.

Note 5: If Class 5 is enabled, this is the classification current thresholds from Class 4 to Class 5.

单端口、40W、IEEE 802.3af/at PSE控制器， 内置MOSFET

典型工作特性

(T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

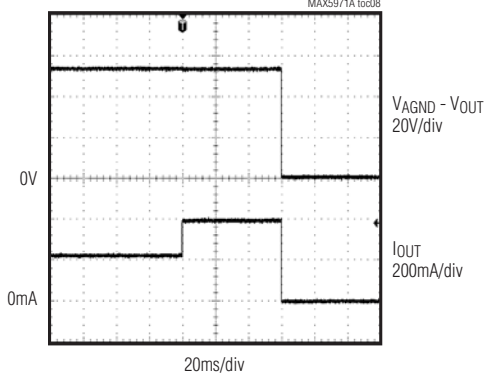
单端口、40W、IEEE 802.3af/at PSE控制器， 内置MOSFET

典型工作特性(续)

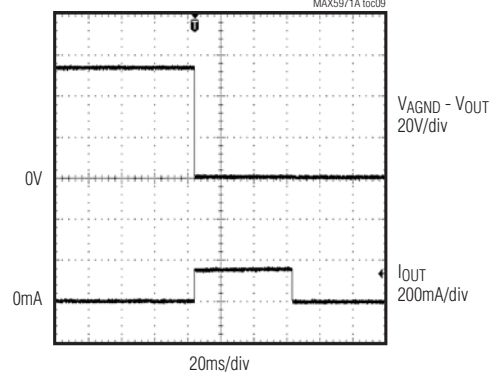
($T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

MAX5971A

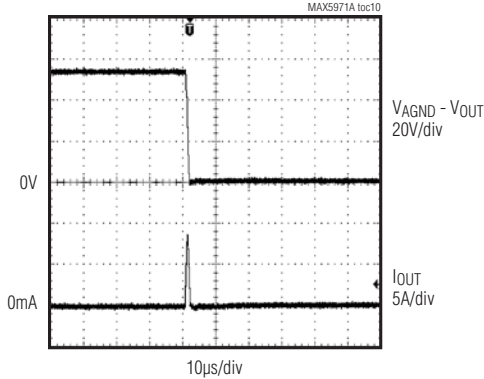
OVERCURRENT TIMEOUT (240 Ω TO 138 Ω)



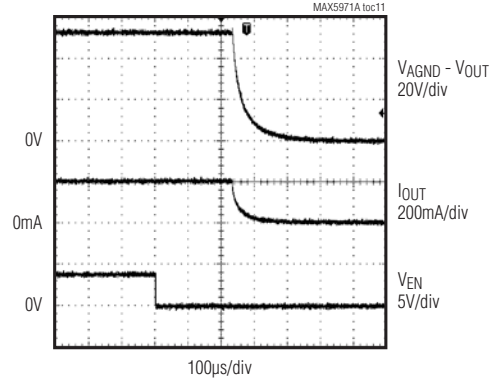
SHORT-CIRCUIT RESPONSE TIME



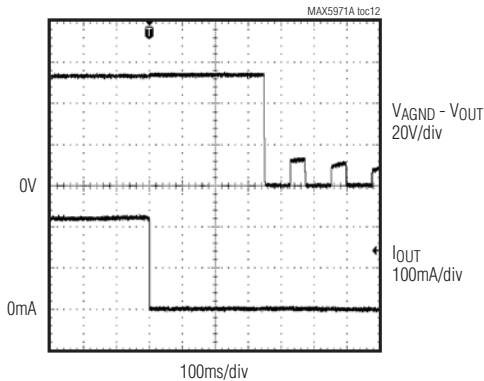
SHORT-CIRCUIT TRANSIENT RESPONSE



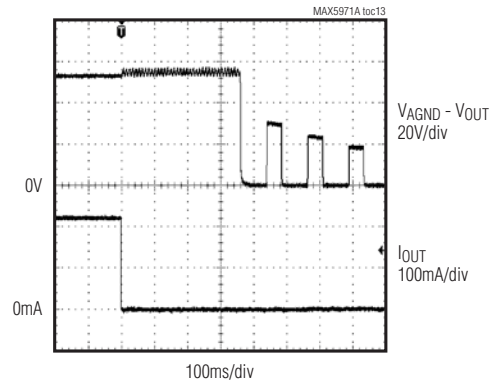
EN TO OUT TURN-OFF DELAY



**ZERO-CURRENT DETECTION WAVEFORM
WITH DC DISCONNECT ENABLED**

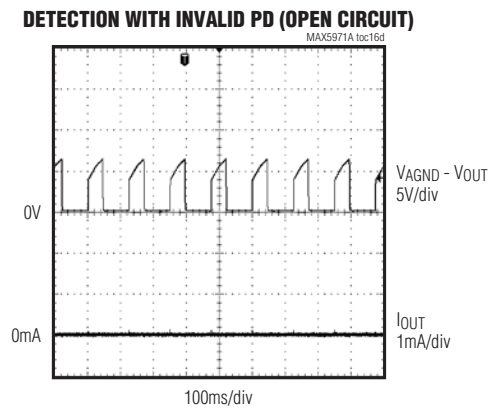
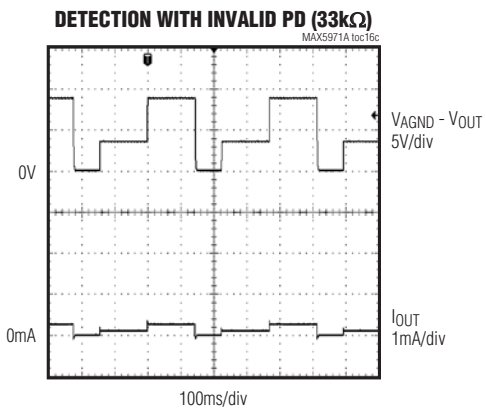
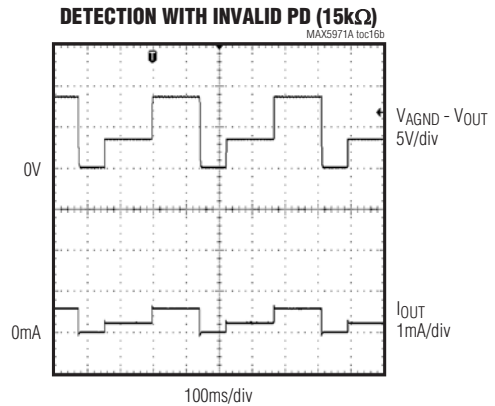
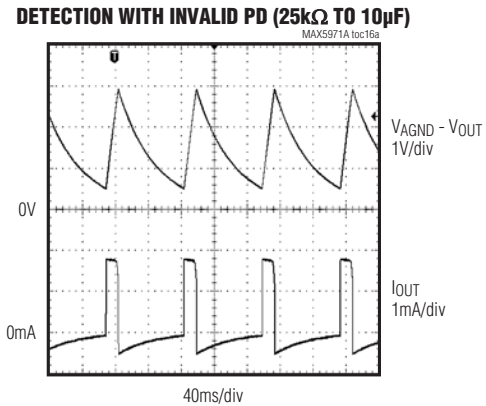
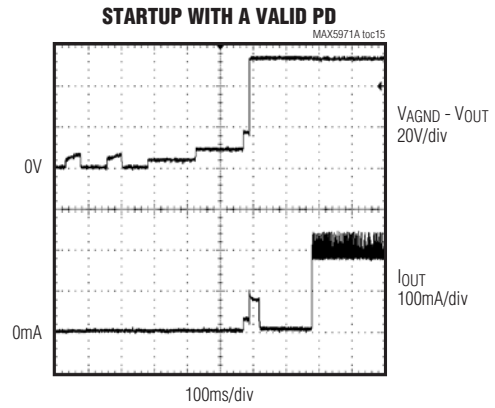
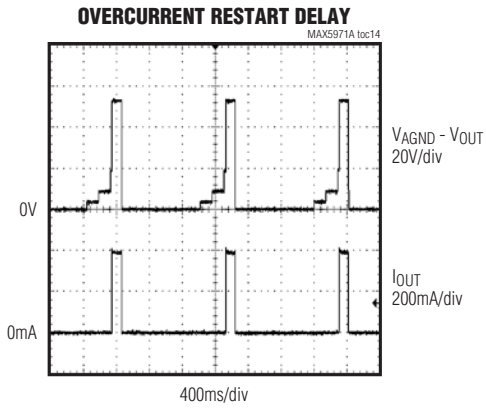


**ZERO-CURRENT DETECTION WAVEFORM
WITH AC DISCONNECT ENABLED**



单端口、40W、IEEE 802.3af/at PSE控制器， 内置MOSFET

典型工作特性(续)

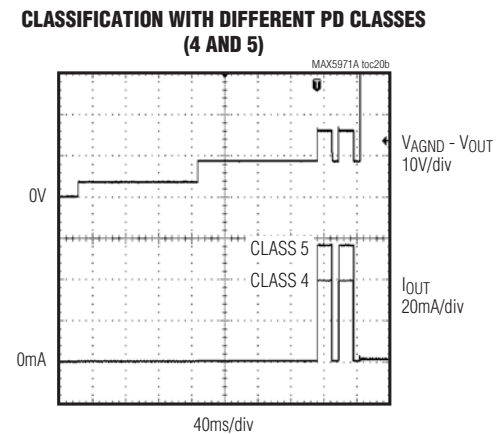
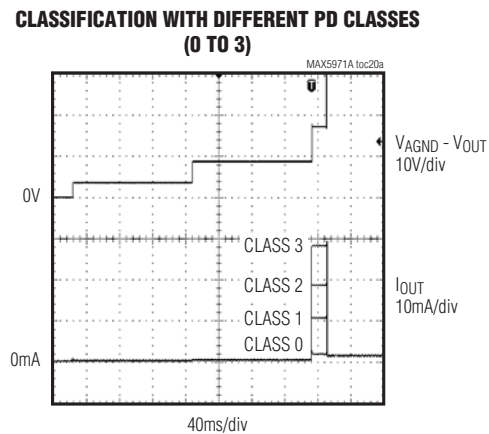
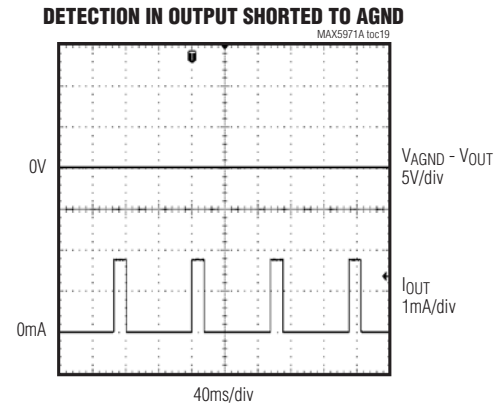
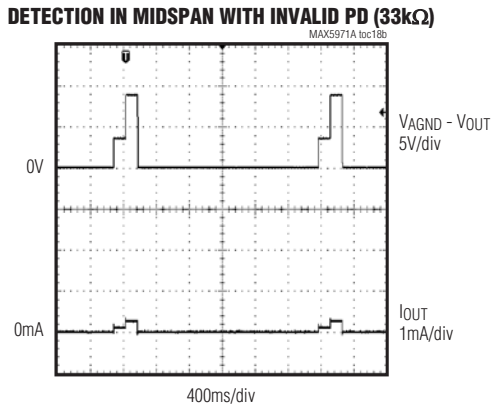
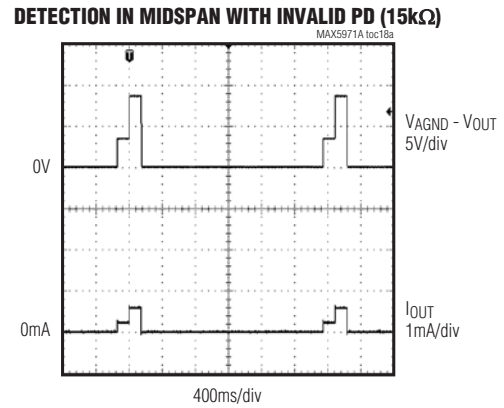
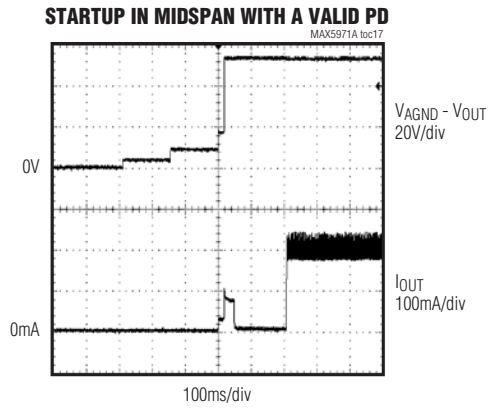
(T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

单端口、40W、IEEE 802.3af/at PSE控制器， 内置MOSFET

典型工作特性(续)

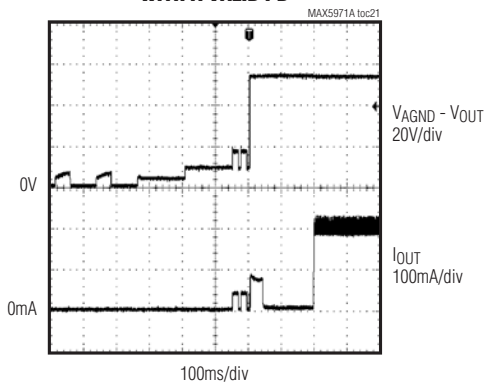
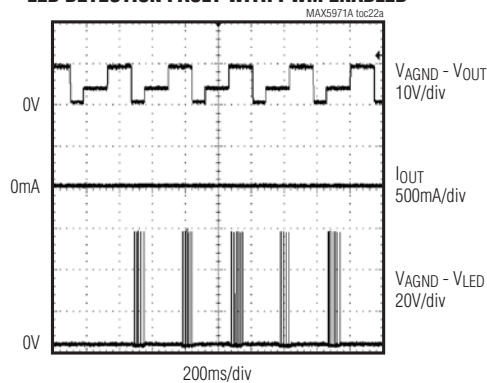
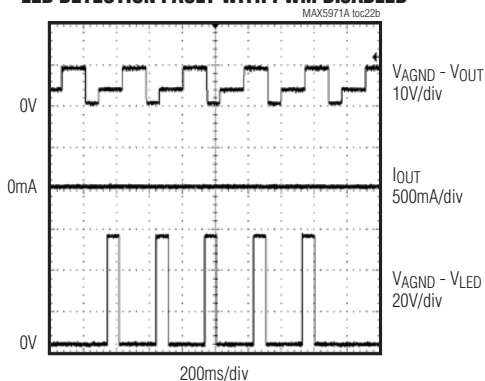
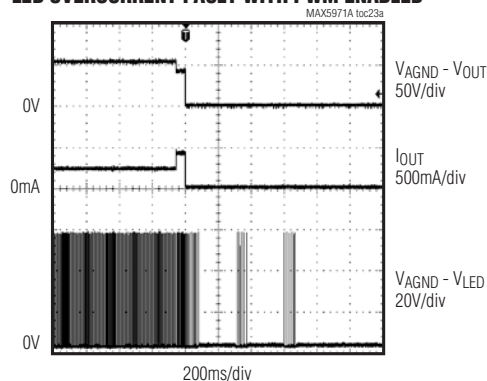
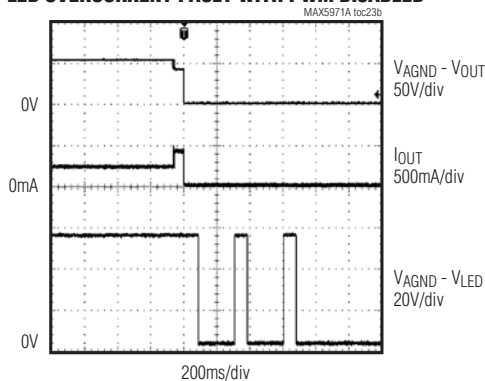
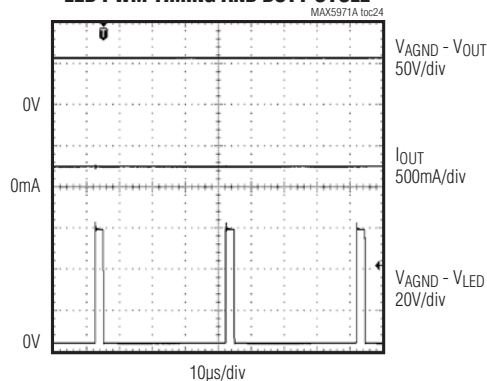
($T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

MAX5971A



单端口、40W、IEEE 802.3af/at PSE控制器， 内置MOSFET

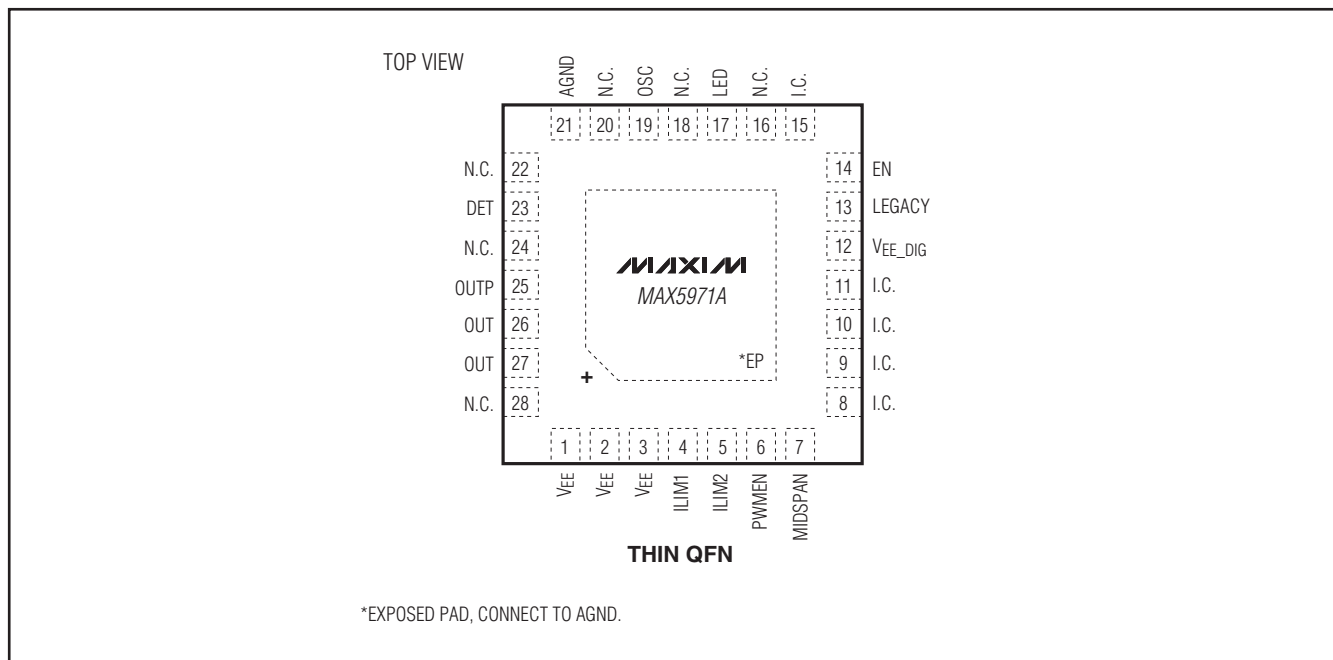
典型工作特性(续)

(T_A = +25°C, unless otherwise noted.)
**STARTUP USING 2-EVENT CLASSIFICATION
WITH A VALID PD**

LED DETECTION FAULT WITH PWM ENABLED

LED DETECTION FAULT WITH PWM DISABLED

LED OVERCURRENT FAULT WITH PWM ENABLED

LED OVERCURRENT FAULT WITH PWM DISABLED

LED PWM TIMING AND DUTY CYCLE


单端口、40W、IEEE 802.3af/at PSE控制器， 内置MOSFET

引脚配置

MAX5971A



引脚说明

引脚	名称	功能
1, 2, 3	VEE	模拟电源低端输入，在AGND和V _{EE} 之间利用外部100V、47μF电容和100V、0.1μF陶瓷电容并联进行旁路。
4	ILIM1	5级限流数字调节1，以V _{EE} 为参考。ILIM1在内部上拉至数字电源，利用ILIM1和ILIM2使能5级操作，并调节5级限流值。详细信息请参考Electrical Characteristics表和5级PD分级部分的表3。
5	ILIM2	5级限流数字调节2，以V _{EE} 为参考。ILIM2在内部上拉至数字电源。利用ILIM2和ILIM1使能5级操作，并调节5级限流值。详细信息请参考Electrical Characteristics表和5级PD分级部分的表3。
6	PWMEN	PWM控制逻辑输入，以V _{EE} 为参考。PWMEN在内部上拉至数字电源。不连接时，使能内部PWM以驱动LED引脚；强制为低电平时，禁用内部PWM。
7	MIDSPAN	防冲突检测逻辑输入，以V _{EE} 为参考。MIDSPAN在内部上拉至数字电源。不连接时，开启防冲突检测功能，适用于中跨PSE系统；强制为低电平时，禁用该功能，适用于端点PSE系统。器件上电或复位后，锁存MIDSPAN逻辑电平。
8–11, 15	I.C.	内部连接，将I.C.连接至V _{EE} 。
12	VEE_DIG	数字电源低端输入，外部连接至V _{EE} 。

单端口、40W、IEEE 802.3af/at PSE控制器， 内置MOSFET

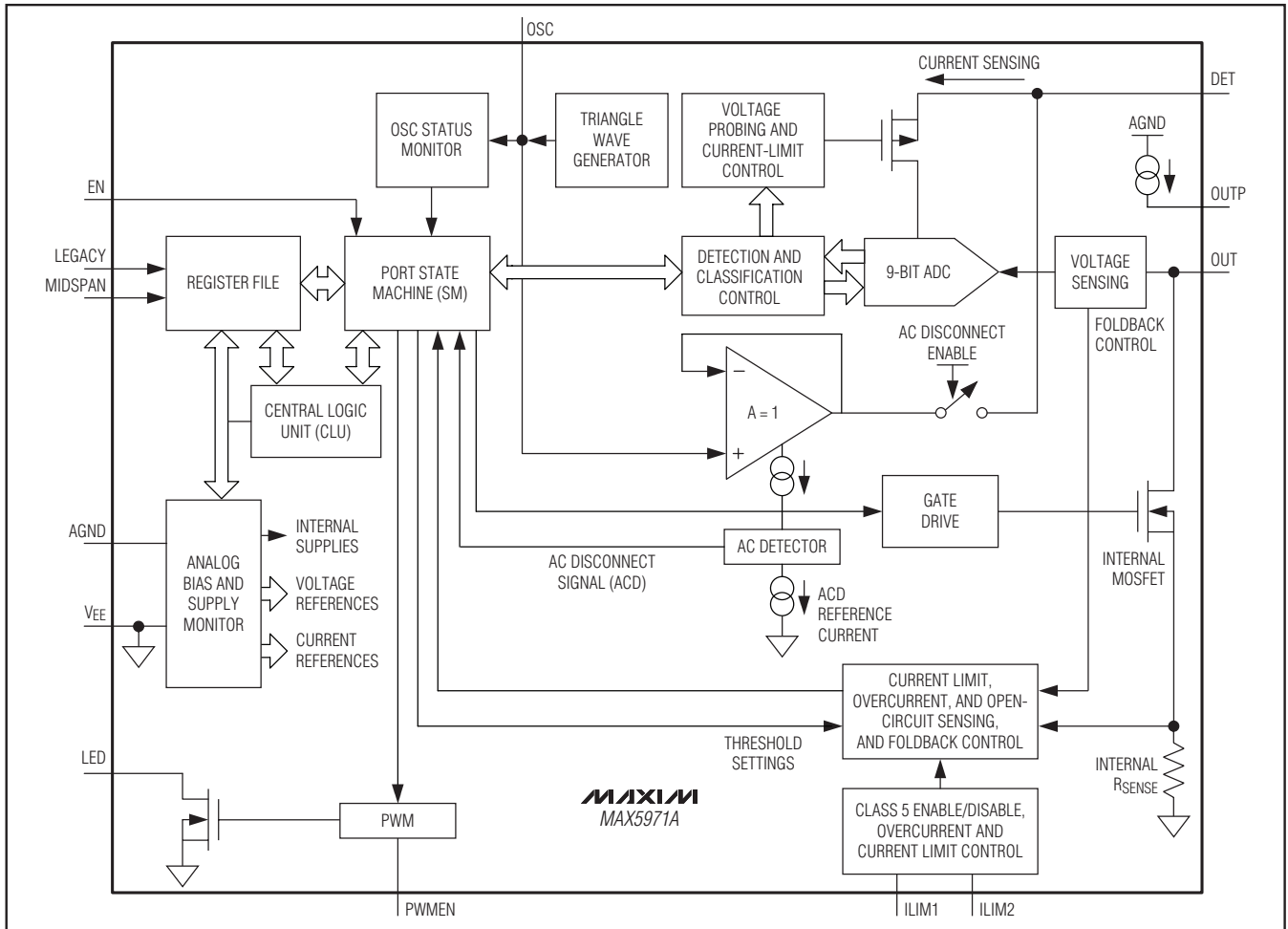
引脚说明(续)

引脚	名称	功能
13	LEGACY	传统设备检测逻辑输入，以 V_{EE} 为参考。LEGACY在内部上拉至数字电源。不连接时，开启传统PD检测功能；强制为低电平时，禁用该功能。器件上电或复位后，锁存LEGACY逻辑电平。
14	EN	使能输入，以 V_{EE} 为参考。EN在内部上拉至数字电源。不连接时使能器件；强制为低电平且至少保持40 μ s后，复位器件。当解除复位条件后(由低变高)，MIDSPAN、OSC和LEGACY置为锁存状态。
16, 18, 20, 22, 24, 28	N.C.	浮空，无内部连接。保持N.C.不连接。
17	LED	LED指示开漏输出，以 V_{EE} 为参考。LED引脚吸收10mA电流并直接驱动一个外部LED。提供闪烁功能，用于表示不同状态(请参考PWM和LED信号部分)。在外部通过一个串联电阻将LED连接至AGND(参见图6和图7)或连接到一个外部电源(如果可用)。
19	OSC	交流断开三角波输出。利用一个100nF ($\pm 10\%$ 容差)外部电容将其旁路至 V_{EE} ，以使能交流断开功能；将OSC连接至 V_{EE} 时，禁用交流断开功能，并使能直流断开功能。器件上电或复位后，锁存OSC状态。
21	AGND	电源高端输入。
23	DET	检测/分级电压输出。DET用于设置标记事件检测和侦测电压的分级，适用于采用交流断开功能时的交流电流检测。如需使用交流断开功能，须将一个1k Ω 和0.47 μ F的RC串联电路与外部保护二极管并联，然后连接到OUTP(参见图7)。
25	OUTP	端口上拉输出。OUTP在必要时能够将端口电压上拉至AGND。若采用交流断开功能，则将OUTP连接至交流隔离二极管的阳极；如果不使用交流断开功能，则将OUTP连接至OUT(参见图6和图8)。利用一个100V、0.1 μ F的陶瓷电容将OUTP旁路至AGND。
26, 27	OUT	集成MOSFET输出。若采用直流断开功能，则将端口输出连接至OUTP(参见图6和图8)；若采用交流断开功能，则将OUT连接至交流隔离二极管的阴极(参见图7)。
—	EP	裸焊盘。在外部将EP连接至 V_{EE} ，详细信息请参考布局步骤部分。

单端口、40W、IEEE 802.3af/at PSE控制器， 内置MOSFET

简化框图

MAX5971A



详细说明

MAX5971A是一款单端口PSE电源控制器，设计用于IEEE 802.3af/IEEE 802.3at兼容的PSE。器件提供PD侦测、分级、限流以及直流和交流负载断开检测功能。MAX5971A可自动工作，无需任何软件编程，并具有集成功率MOSFET和检流电阻。该器件还支持最新的5级和二次事件分级，用于对大功率PD进行检测和分级。MAX5971A可为单个端口提供高达40W的功率(使能5级)，并为传统PD提供大电容检测。

MAX5971A提供输入UVLO、输入过压锁定、过热检测、启动过程中的输出电压摆率限制以及LED状态指示。

复位

MAX5971A在以下任何条件下复位：

- 1) 上电。一旦 V_{EE} 上升到UVLO门限以上，则清除复位条件。
- 2) 硬件复位。在上电之后的任何时间，只要EN输入驱动至低电平(> 40 μ s，典型值)，则触发复位。一旦EN输入再次驱动至高电平，器件将退出复位状态。
- 3) 热关断。器件在150 $^{\circ}$ C时进入热关断状态。一旦温度下降到130 $^{\circ}$ C以下，器件将退出热关断模式并复位。

单端口、40W、IEEE 802.3af/at PSE控制器， 内置MOSFET

复位期间，MAX5971A锁存MIDSPAN、LEGACY和OSC状态。正常工作期间，忽略这些输入的变化。

中跨模式

中跨模式下，器件按照检测阶段的定时工作。定时电路使能且发生检测失效时，端口在尝试再次检测之前等待2s至2.4s。将MIDSPAN置为高电平，然后给器件上电或复位以开启中跨模式。默认情况下，MIDSPAN输入在内部上拉至高电平。强制MIDSPAN为低电平时，禁用该功能。

自动工作

MAX5971A在解除复位条件后自动工作。器件进行检测和分级，一旦在端口检测到有效PD，则自动为端口供电。若端口没有连接有效的PD，MAX5971A则继续重复检测程序，直到连接有效PD为止。

PD检测

正常工作期间，MAX5971A在输出端检测有效PD。根据IEEE 802.3af/802.3at标准的规定，有效PD具有25kΩ的检测特征电阻。表1所示为IEEE 802.3at标准规定的PSE检测有效PD指示的技术指标。

检测期间，MAX5971A保持内部MOSFET关闭，并通过DET输出两路检测电压。测量通过DET的电流以及OUT处的电压。按照IEEE 802.3af/802.3at标准的规定，采用两点斜率测量法验证连接到端口的设备。

按照IEEE 802.3af/802.3at标准规定，一个与DET输入串联的外部二极管将PD检测限制在第一象限。为了防止损坏非PD设备并保护其自身免受输出短路的损坏，MAX5971A在PD检测期间将流入DET的电流限制为最大2mA。

中跨模式下，MAX5971A在每次检测失效并再次尝试检测之前将等待至少2.0s。在退出复位状态后会立即开始第一次检测。

大电容检测

上电或解除复位条件后，锁存LEGACY输入状态。LEGACY输入在内部上拉至高电平，使能大电容检测功能。如果不需要大电容检测，则将LEGACY连接至V_{EE}禁用该功能。若使能大电容检测功能，则可接受高达47μF（典型值）的PD特征电容。

表1. PSE PI检测模式电气要求(IEEE 802.3at)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	MAX	UNITS	ADDITIONAL INFORMATION
Open-circuit voltage	V _{OC}		30	V	In detection mode only
Short-circuit current	I _{SC}		5	mA	In detection mode only
Valid test voltage	V _{VALID}	2.8	10	V	
Voltage difference between test points	ΔV _{TEST}	1		V	
Time between any two test points	t _{BP}	2		ms	This timing implies a 500Hz maximum probing frequency
Slew rate	V _{SLEW}		0.1	V/μs	
Accept signature resistance	R _{GOOD}	19	26.5	kΩ	
Reject signature resistance	R _{BAD}	< 15	> 33	kΩ	
Open-circuit resistance	R _{OPEN}	500		kΩ	
Accept signature capacitance	C _{GOOD}		150	nF	
Reject signature capacitance	C _{BAD}	10		μF	
Signature offset voltage tolerance	V _{OS}	0	2.0	V	
Signature offset current tolerance	I _{OS}	0	12	μA	

单端口、40W、IEEE 802.3af/at PSE控制器， 内置MOSFET

用电设备分级(PD分级)

在PD分级模式下，MAX5971A在DET输出一路检测电压(-18V，典型值)并测量流入DET的电流。测得的电流决定了PD的分级。若ILIM1和ILIM2引脚均处于浮空状态，MAX5971A则根据IEEE 802.3at标准的表33.9对PD进行分级(参见表2)。若测得的电流超过51mA，MAX5971A则不对PD供电，而是返回到再次尝试新检测之前的空闲状态。

5级PD分级

MAX5971A支持高于IEEE 802.3at标准的大功率模式，必要时可提供一个额外的分级(5级)。如需使能5级检测，并

选择相应的限流/过流门限，则必须根据表3所列的组合设置ILIM1和ILIM2。一旦使能5级功能，分级期间，如果MAX5971A检测到超过4级上限的电流，则将PD分级为5级用电设备。对于任何介于51mA至分级限流门限之间的分级电流，均将PD分级为5级。

5级过流门限和限流值采用ILIM1和ILIM2设置。ILIM1和ILIM2均以 V_{EE} 为参考，并在内部上拉至数字电源。ILIM1和ILIM2不连接时，则禁用5级检测，并完全符合IEEE 802.3at标准分级；将这两个引脚中的一个或两者均连接至 V_{EE} 则使能5级检测功能，并调节相应的过流门限和限流值(参见表3)。

表2. PD的PSE分级(IEEE 802.3at标准的表33.9)

MEASURED I _{CLASS} (mA)	CLASSIFICATION
0 to 5	Class 0
> 5 and < 8	Can be Class 0 or 1
8 to 13	Class 1
> 13 and < 16	Either Class 1 or 2
16 to 21	Class 2
> 21 and < 25	Either Class 2 or 3
25 to 31	Class 3
> 31 and < 35	Either Class 3 or 4
35 to 45	Class 4
> 45 and < 51	Either Class 4 or Invalid

二次事件PD分级

如果第一次分级事件得到的结果为0级至3级，那么就只会发生单次分级事件，如图1所示。然而，若结果是4级或5级(当使能时)，器件就会执行第二次分级事件，如图2所示。在分级循环之间，MAX5971A根据IEEE 802.3at标准的要求执行第一次和第二次标记事件，在DET强制输出-9.0V检测电压。

用电状态

当MAX5971A进入用电状态时， t_{FAULT} 和 t_{DISC} 定时器被复位。启动定时器超时，器件则进入正常用电状态，允许直接为PD供电。

表3. 5级过流门限和限流值设置

ILIM1 CONFIGURATION	ILIM2 CONFIGURATION	OVERCURRENT THRESHOLD (mA)	CURRENT LIMIT (mA)
Unconnected	Unconnected	Class 5 disabled	Class 5 disabled
V_{EE}	Unconnected	748	850
Unconnected	V_{EE}	792	900
V_{EE}	V_{EE}	836	950

单端口、40W、IEEE 802.3af/at PSE控制器， 内置MOSFET

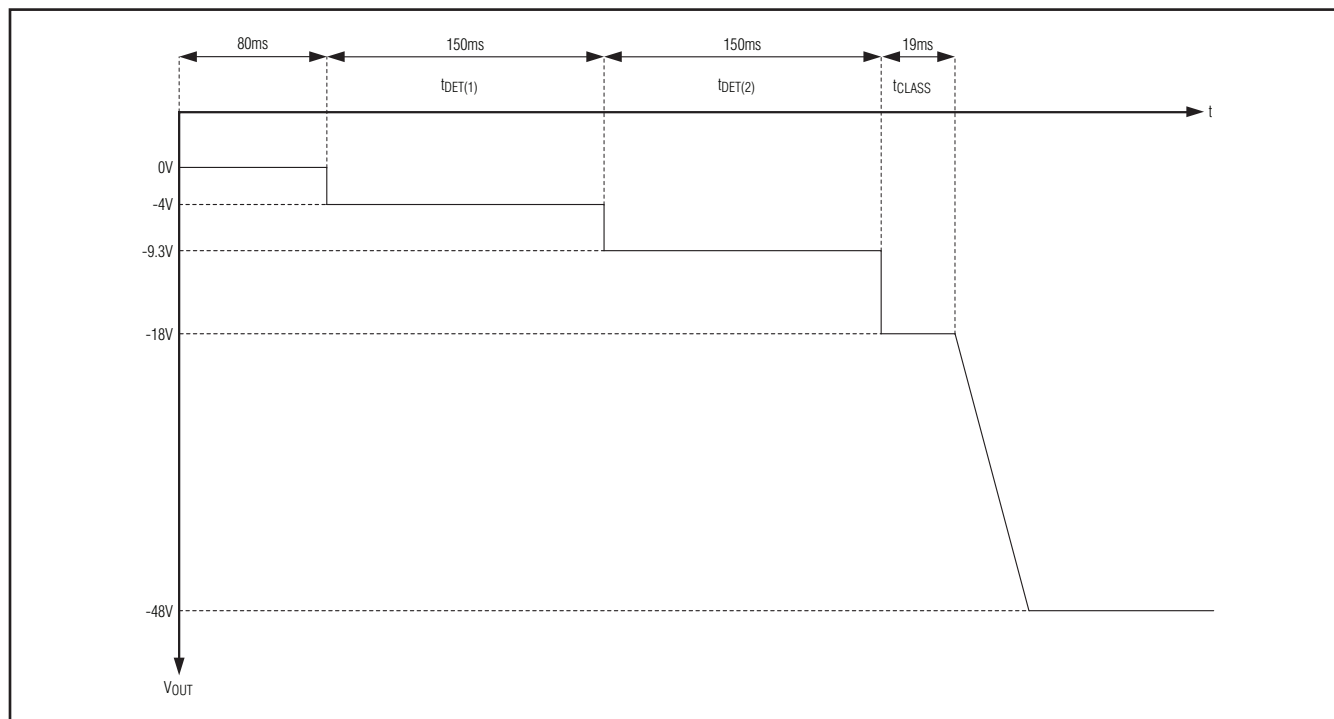


图1. 检测、分级和端口上电序列

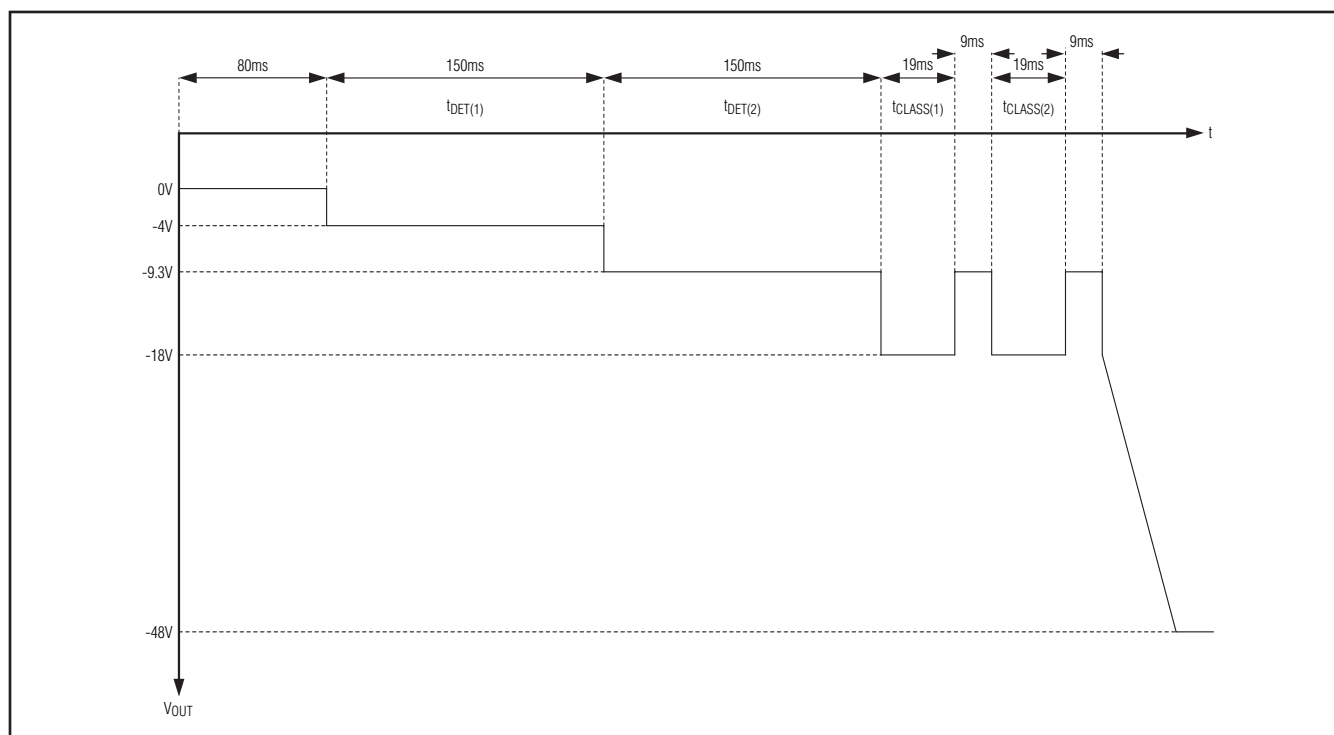


图2. 检测、二次事件分级和端口上电序列

单端口、40W、IEEE 802.3af/at PSE控制器， 内置MOSFET

过流保护

MAX5971A具有一个内部检测电阻 R_{SENSE} （请参见简化框图部分），该电阻连接在内部MOSFET的源极和 V_{EE} 之间，用于监测负载电流。正常工作条件下，通过 R_{SENSE} 的电流(I_{SENSE})不会超过门限 I_{LIM} 。如果 I_{SENSE} 超过 I_{LIM} ，内部限流电路会调整内部MOSFET的栅极电压，限制电流。瞬态条件下，如果 I_{SENSE} 超过 I_{LIM} 达到2A，将激活快速下拉电路，迅速地从电流过冲状态中恢复。

正常用电状态下，MAX5971A检查是否存在过流，电流由下式确定： $I_{CUT} = \sim 88\% I_{LIM}$ 。 t_{FAULT} 计数器设置所允许的最大连续过流周期。该计数器在启动和正常用电状态下均递增，但条件不同。启动过程中，当 I_{SENSE} 超过 I_{LIM} 时递增；正常用电状态下，当 I_{SENSE} 超过 I_{CUT} 时递增。当 I_{SENSE} 下降至低于 I_{LIM} 或 I_{CUT} 时，该计数器以较慢的速度下降。 t_{FAULT} 计数器以较慢的速率下降能够检测重复性的短期过流事件。当计数器达到 t_{FAULT} 限值时，MAX5971A则关断端口。对于连续出现超出应力的情况，一个 t_{FAULT} 周期后立即进入故障保护状态。

在由于过流故障而发生关断后， t_{FAULT} 计数器不会立即复位，而是开始减小。只有当 t_{FAULT} 计数器达到零时，MAX5971A才允许向端口供电。该特性为内部MOSFET提供了一种自动端口供电占空比保护，避免过热。

正常供电状态下， I_{LIM} 和 I_{CUT} 门限根据分级结果自动设置（关于根据检测电流进行分级的结果请参考表2，关于相应门限的信息请参考*Electrical Characteristics*表）。启动期间， I_{LIM} 总是设置为420mA，与检测到的分级无关。

折返限流

在启动和正常工作期间，内部电路检测端口电压，并在 $(V_{AGND} - V_{OUT}) < 27V$ 时减小限流值和过流门限。折返功能有助于减小内部MOSFET的功耗。当 $(V_{AGND} - V_{OUT}) < 10V$ 时，限流值最终会减小至 I_{TH_FB} （参见图3）。

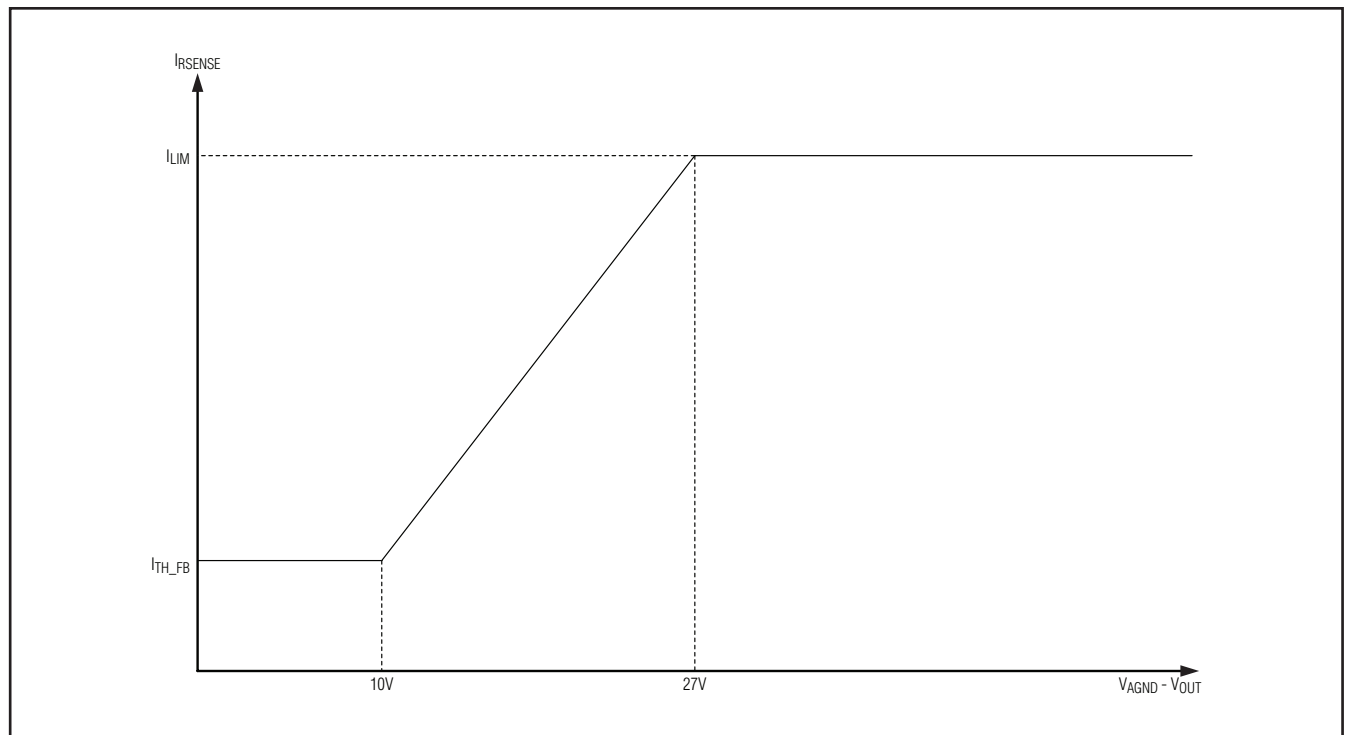


图3. 折返限流特性

单端口、40W、IEEE 802.3af/at PSE控制器， 内置MOSFET

数字逻辑

MAX5971A在内部产生数字供电电源(以 V_{EE} 为参考)，为内部逻辑电路供电。所有逻辑输入、输出均以 V_{EE} 为参考。关于数字输入门限的信息请参考*Electrical Characteristics*表。如果数字逻辑输入由外部驱动，数字逻辑标称电平为3.3V。

欠压和过压保护

MAX5971A具有欠压和过压保护功能。内部 V_{EE} 欠压锁定(V_{EE_UVLO})电路保持端口关闭并使MAX5971A处于复位状态，直到 $V_{AGND} - V_{EE}$ 超过28.5V (典型值)且保持时间达2.5ms以上。当 $(V_{AGND} - V_{EE})$ 超过62.5V (典型值)时，内部 V_{EE} 过压(V_{EE_OV})电路则关断端口。

直流断开监测

将OSC强制为 V_{EE} ，并对器件上电或复位，则激活直流负载断开监测功能。如果 I_{RSENSE} (通过 R_{SENSE} 的电流)下降至直流负载断开门限 I_{DCTH} 以下且保持时间超过 t_{DISC} ，器件则关断端口电源。

交流断开监测

MAX5971A具有交流负载断开监测功能。用一个100nF ($\pm 10\%$ 容差)的外部电容将OSC旁路至 V_{EE} ，然后对器件上

电或复位，则使能交流断开功能。当交流断开功能使能时，必须采用一个隔离二极管串联到OUT，并将RC电路并联至DET二极管，如图7典型工作电路所示。

交流断开功能采用一个内部三角波发生器提供检测信号，然后将产生的 $4V_{P-P}$ 幅值波形输出至DET。在DET上侦测的输出信号的共模电压低于AGND 5V。如果流入DET的交流电流峰值低于 I_{ACTH} 且保持时间超过 t_{DISC} ，器件将关断端口。

PWM和LED信号

MAX5971A包括一个多功能LED驱动器，用于提示用户端口的状态。LED为漏极开路多功能输出，以 V_{EE} 为参考，在驱动外部LED时可吸收高达10mA (典型值)的电流。当端口连接到一个有效PD并供电时，点亮LED。若端口没有供电或断开时，则关闭LED。

对于其它两种情况，MAX5971A则以闪烁状态报告端口的状态。每次闪烁两下表示端口供电期间发生了过流故障，时序特征如图4所示；每次闪烁5下则表示在检测期间发现较低或较高的无效特征电阻，时序特性如图5所示。

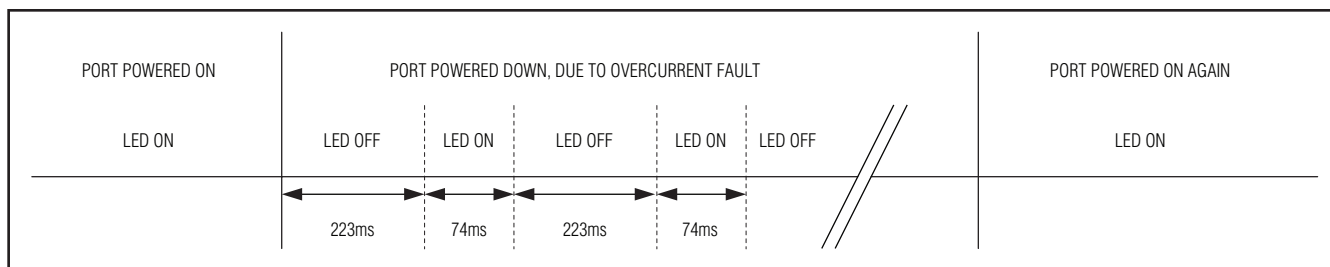


图4. 端口供电期间发生过流故障时的LED码时序

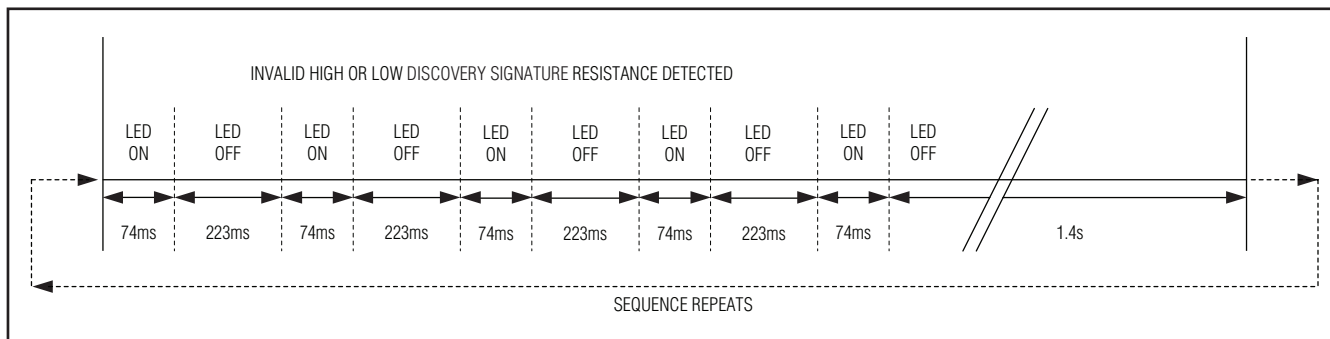


图5. 由于较高或较低的特征电阻造成检测故障时的LED码时序

单端口、40W、IEEE 802.3af/at PSE控制器， 内置MOSFET

MAX5971A还具有内部方波、PWM信号发生器。PWM的典型频率为25kHz，典型占空比大约为6.25%。PWMEN用来使能或禁止PWM。PWMEN在内部上拉至数字电源，可以使其保持浮空，使能内部PWM。使能时，LED脉冲则由PWM驱动以降低功耗，并提高系统效率。强制PWMEN为低电平时禁用内部PWM，直接驱动LED。

热关断

如果MAX5971A的管芯温度达到150°C，就会产生过热故障，关断器件。管芯温度必须冷却至130°C以下时才会清除过热故障条件。清除热关断条件后，器件复位。

应用信息

布局步骤

严谨的PCB布局是实现高效率和低EMI的关键。遵守以下布局原则有助于获得最佳性能。

- 1) 在尽量靠近MAX5971A的位置放置输入旁路电容和输出旁路电容(AGND与OUTP之间的0.1μF陶瓷电容)。
- 2) 对于功率耗散器件(例如MAX5971A)以及大功率通路中的外部二极管，采用大尺寸SMT元件焊盘。
- 3) 大功率通路尽量采用短而宽的走线。
- 4) 参考MAX5971评估板进行设计和布局。
- 5) 裸焊盘(EP)必须均匀焊接至PCB接地层，以确保正常的工作和散热。在裸焊盘下方采用多个过孔，改善散热。建议过孔的间隔为1.0mm至1.2mm，并采用小孔径(0.30mm至0.33mm)的电镀(1oz铜)过孔。

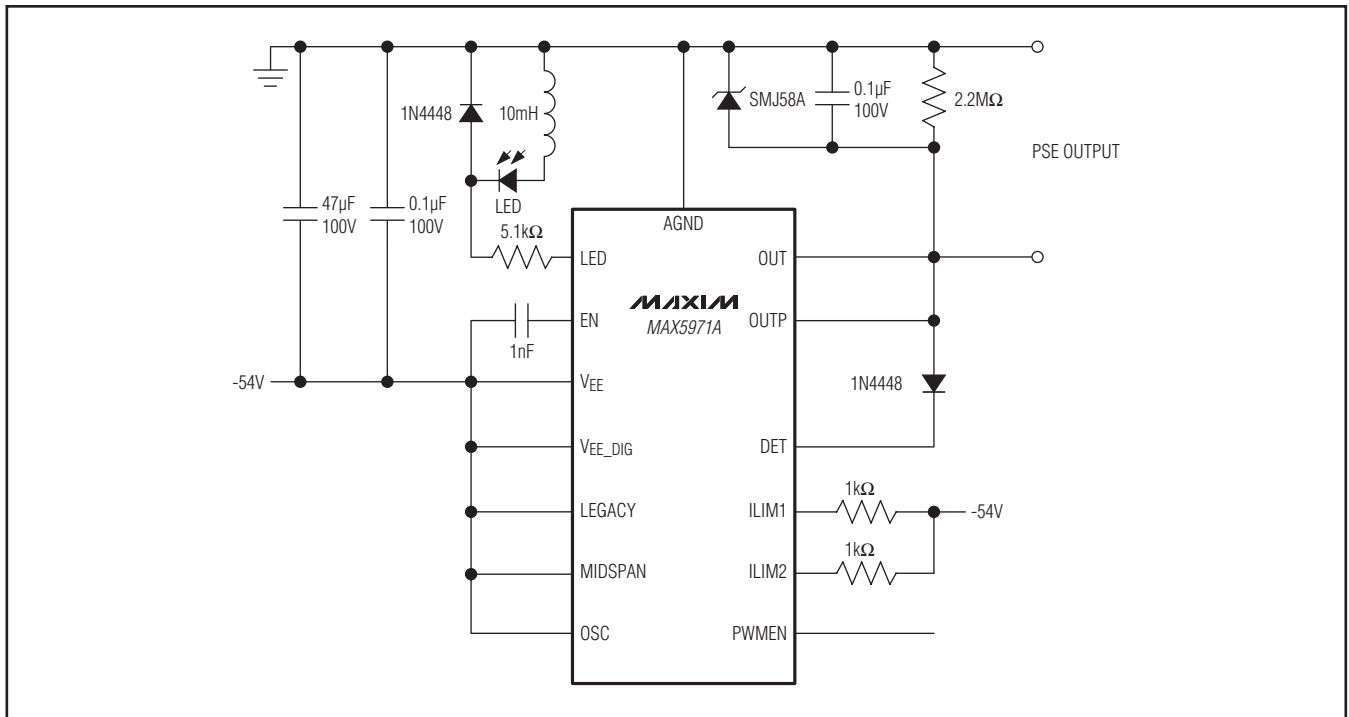


图6. 典型工作电路1 (直流负载断开检测、内部PWM使能用于LED指示、使能5级检测)

单端口、40W、IEEE 802.3af/at PSE控制器， 内置MOSFET

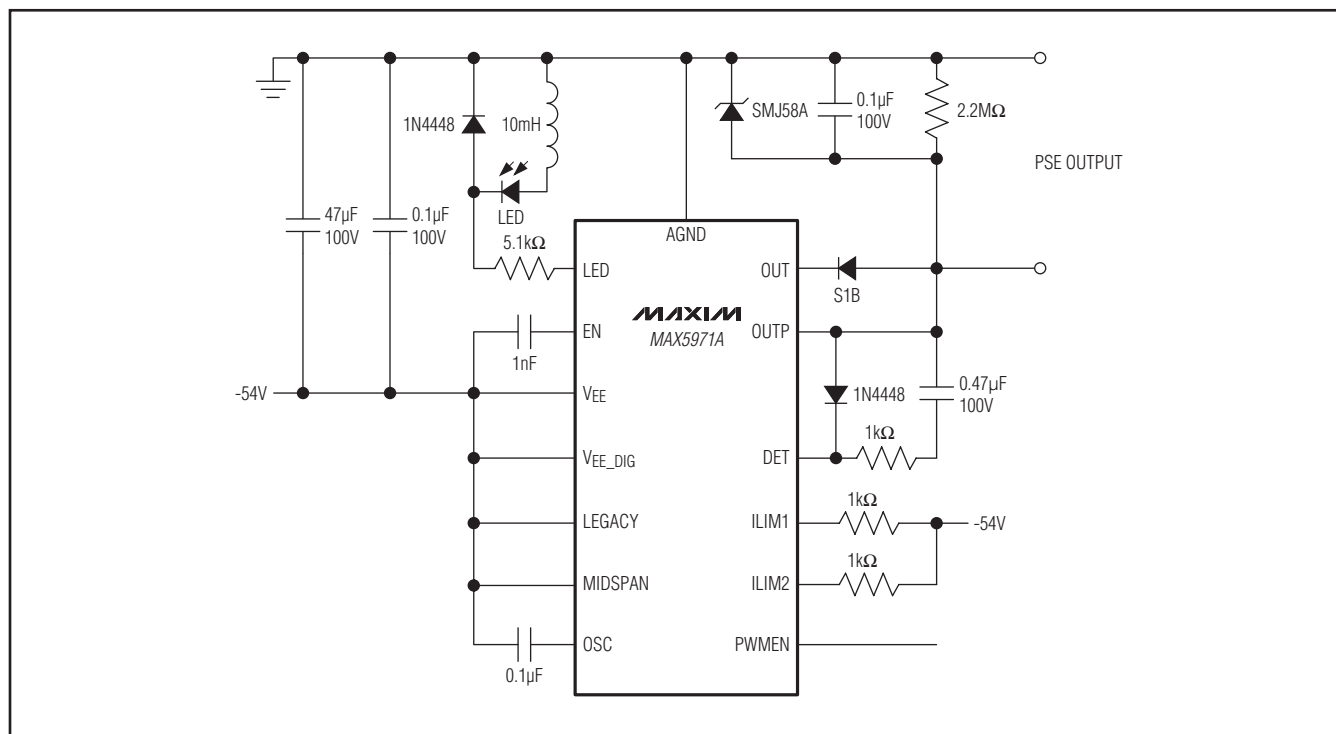


图7. 典型工作电路2 (交流负载断开检测、内部PWM使能用于LED指示、使能5级检测)

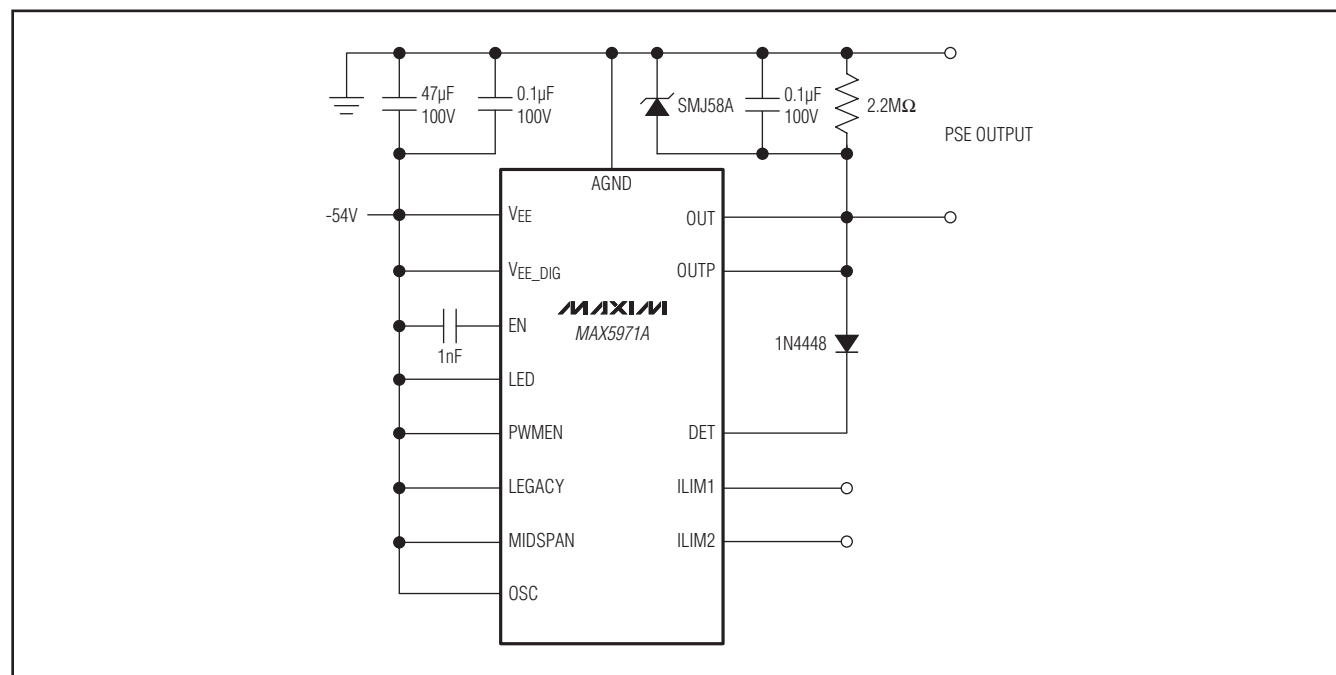


图8. 典型工作电路3 (符合IEEE 802.3at标准, 具有直流负载断开检测、不带LED指示的最小应用电路)

单端口、40W、IEEE 802.3af/at PSE控制器， 内置MOSFET

MAX5971A

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，请查询china.maxim-ic.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
28 TQFN-EP	T2855+6	21-0140	90-0026

单端口、40W、IEEE 802.3af/at PSE控制器，
内置MOSFET

修订历史

修订号	修订日期	说明	修改页
0	1/10	最初版本。	—
1	9/10	更新了 <i>Electrical Characteristics</i> 。	4

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。