



大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

MAX5965A/MAX5965B

概述

MAX5965A/MAX5965B是四路、单芯片、-48V电源控制器，设计用于符合IEEE® 802.3af标准/pre-IEEE 802.3at兼容的供电设备(PSE)。这两款器件提供用电设备(PD)检测、分级、限流以及直流和交流负载断开检测，满足IEEE 802.3af标准要求。MAX5965A/MAX5965B与MAX5952/MAX5945/LTC4258/LTC4259A PSE控制器引脚兼容，并具有额外功能。MAX5965A/MAX5965B支持大功率模式，每端口可提供高达45W功率。MAX5965A/MAX5965B提供新型5类和2事件分级(6类)，支持大功率PD检测和分级。MAX5965A/MAX5965B通过I²C接口随时读取每个端口的电流。MAX5965A/MAX5965B能够为早期PD提供大电容检测。

这些器件具有I²C兼容3线串行接口，完全由软件配置和编程。分级过流检测功能使系统电源管理电路能够检测PD的吸电流是否超过允许的电流值。MAX5965A/MAX5965B全面的可编程能力增强了系统灵活性，并提供现场诊断功能，适用于其它系统。

MAX5965A/MAX5965B提供四种工作模式以适应不同的系统要求。自动模式允许器件自动操作，无需任何软件监控。半自动模式在软件初始化激活后对连接至端口的器件进行自动检测和分级，但在软件发出指令之前端口不上电。手动模式下完全由软件控制器件，非常适合系统诊断功能。关断模式下终止所有操作，并安全关断加载至端口的电源。

MAX5965A/MAX5965B提供输入欠压锁定(UVLO)、输入欠压检测、检测期间负载稳定性安全检测、输入过压锁定、过热检测、启动期间输出电压的摆率限制、电源就绪以及故障指示等功能。MAX5965A/MAX5965B的可编程功能包括：启动超时、过流超时以及负载断开检测超时。

MAX5965A/MAX5965B采用36引脚SSOP封装，工作于扩展工业级(-40°C至+85°C)和扩展商业级(0°C至+85°C)温度范围。

应用

供电设备(PSE)
交换机/路由器
中跨电源注入

特性

- ◆ 符合IEEE 802.3af标准/兼容pre-IEEE 802.3at
- ◆ 通过I²C接口随时读取端口电流
- ◆ 大功率模式下每端口可提供高达45W功率
- ◆ 为早期设备提供大电容检测
- ◆ 引脚兼容于MAX5952/MAX5945/LTC4258/LTC4259A
- ◆ 四路独立的功率开关控制器
- ◆ PD检测和分级(包括2事件分级)
- ◆ 检测期间提供可选的负载稳定性安全检测
- ◆ 同时提供直流和交流负载断开检测
- ◆ I²C兼容3线串行接口
- ◆ 折返式限流以及占空比受控的电流限制
- ◆ 漏极开路INT输出
- ◆ 提供直接快速的关断控制
- ◆ 特殊的5类分级

订购信息

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX5965AEAX+	-40°C to +85°C	36 SSOP
MAX5965AUAX+*	0°C to +85°C	36 SSOP
MAX5965BEAX+	-40°C to +85°C	36 SSOP
MAX5965BUAX+*	0°C to +85°C	36 SSOP

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

*未来产品——供货状况请与工厂联系。

选型指南

PART	PIN-PACKAGE	AC DISCONNECT FEATURE
MAX5965AEAX+	36 SSOP	No
MAX5965AUAX+	36 SSOP	No
MAX5965BEAX+	36 SSOP	Yes
MAX5965BUAX+	36 SSOP	Yes

引脚配置在数据资料的最后给出。

IEEE是美国电气和电子工程师学会的注册服务标志。



Maxim Integrated Products 1

本文是英文数据资料的译文，文中可能存在翻译上的不准确或错误。如需进一步确认，请在您的设计中参考英文资料。
有关价格、供货及订购信息，请联络Maxim亚洲销售中心：10800 852 1249 (北中国区)，10800 152 1249 (南中国区)，或访问Maxim的中文网站：china.maxim-ic.com。

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

(Voltages referenced to V_{EE} , unless otherwise noted.)
 AGND, DGND, DET_, V_{DD} , $\overline{RESET}$, A3–A0, $\overline{SHD_}$, OSC,
 SCL, SDAIN, AUTO -0.3V to +80V
 OUT_ -12V to (AGND + 0.3V)
 GATE_ (internally clamped) (Note 1) -0.3V to +11.4V
 SENSE_ -0.3V to +24V
 V_{DD} , $\overline{RESET}$, MIDSPAN, A3–A0, $\overline{SHD_}$, OSC, SCL,
 SDAIN and AUTO to DGND -0.3V to +7V
 $\overline{INT}$ and SDAOUT to DGND -0.3V to +12V

Maximum Current into $\overline{INT}$, SDAOUT, DET_ 80mA
 Maximum Power Dissipation ($T_A = +70^\circ\text{C}$)
 36-Pin SSOP (derate 17.4mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$) 1388.9mW
 Operating Temperature Ranges:
 MAX5965A/MAX5965B_EAX -40°C to $+85^\circ\text{C}$
 MAX5965A/MAX5965B_UAX 0°C to $+85^\circ\text{C}$
 Storage Temperature Range -65°C to $+150^\circ\text{C}$
 Junction Temperature $+150^\circ\text{C}$
 Lead Temperature (soldering, 10s) $+300^\circ\text{C}$

Note 1: GATE_ is internally clamped to 11.4V above V_{EE} . Driving GATE_ higher than 11.4V above V_{EE} may damage the device.

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

($V_{AGND} = 32\text{V}$ to 60V , $V_{EE} = 0\text{V}$, V_{DD} to $V_{DGND} = +3.3\text{V}$, all voltages are referenced to V_{EE} , unless otherwise noted. Typical values are at $V_{AGND} = +48\text{V}$, $V_{DGND} = +48\text{V}$, $V_{DD} = (V_{DGND} + 3.3\text{V})$, $T_A = +25^\circ\text{C}$. 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
	V _{DGND}		0		60	
	V _{DD}	V _{DD} to V _{DGND} , V _{DGND} = V _{AGND}	2.4		3.6	
		V _{DD} to V _{DGND} , V _{DGND} = V _{EE}	3.0		3.6	
Supply Currents	I _{EE}	V _{OUT_} = V _{EE} , V _{SENSE_} = V _{EE} , DET_ = AGND, all logic inputs open, SCL = SDAIN = V _{DD} . INT and SDAOUT unconnected. Measured at AGND in power mode after GATE_ pullup		4.8	6.8	mA
	I _{DIG}	All logic inputs high, measured at V _{DD}		0.2	0.4	
GATE DRIVER AND CLAMPING						
GATE_ Pullup Current	I _{PU}	Power mode, gate drive on, V _{GATE_} = V _{EE} (Note 3)	-40	-50	-65	μA
Weak GATE_ Pulldown Current	I _{PDW}	$\overline{\text{SHD_}}$ = DGND, V _{GATE_} = V _{EE} + 10V		42		μA
Maximum Pulldown Current	I _{PDS}	V _{SENSE_} = 600mV, V _{GATE_} = V _{EE} + 2V		100		mA
External Gate Drive	V _{GS}	V _{GATE_} - V _{EE} , power mode, gate drive on, I _{PU} = 1μA	9	10	11.5	V

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

MAX5965A/MAX5965B

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{AGND} = 32V to 60V, V_{EE} = 0V, V_{DD} to V_{DGND} = +3.3V, all voltages are referenced to V_{EE}, unless otherwise noted. Typical values are at V_{AGND} = +48V, V_{DGND} = +48V, V_{DD} = (V_{DGND} + 3.3V), T_A = +25°C. Currents are positive when entering the pin and negative otherwise.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
CURRENT LIMIT							
Current-Limit Clamp Voltage	VSU_LIM	Maximum VSENSE_ allowed during current limit, VOUT_ = 0V (ICUT = 000) (Note 4)	IVEE = 00	202	212	220	mV
			IVEE = 01	192	202	212	
			IVEE = 10	186	190	200	
			IVEE = 11	170	180	190	
Overcurrent Threshold After Startup	VFLT_LIM	Overcurrent VSENSE_ threshold allowed for t ≤ tFAULT after startup; VOUT_ = 0V (IVEE = 00)	ICUT = 000 (Class 0/3)	177	186	196	mV
			ICUT = 110 (Class 1)	47	55	64	
			ICUT = 111 (Class 2)	86	94	101	
			ICUT = 001	265	280	295	
			ICUT = 010	310	327	345	
			ICUT = 011	355	374	395	
			ICUT = 100	398	419	440	
			ICUT = 101	443	466	488	
Foldback Initial OUT_ Voltage	VFLBK_ST	VOUT_ - VEE, above which the current-limit trip voltage starts folding back, IVEE = 00	ICUT = 000, ICUT = 110, ICUT = 111	32		V	
			ICUT = 001...101	13			
Foldback Final OUT_ Voltage	VFLBK_END	IVEE = 00, ICUT = 000, VOUT_ - VEE above which the current-limit trip voltage reaches VTH_FB		50		V	
Minimum Foldback Current-Limit Threshold	VTH_FB	VOUT_ = AGND = 60V, IVEE = 00, ICUT = 000		64		mV	
SENSE_ Input Bias Current		VSENSE_ = VEE		-5	+5		μA

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{AGND} = 32V$ to $60V$, $V_{EE} = 0V$, V_{DD} to $V_{DGND} = +3.3V$, all voltages are referenced to V_{EE} , unless otherwise noted. Typical values are at $V_{AGND} = +48V$, $V_{DGND} = +48V$, $V_{DD} = (V_{DGND} + 3.3V)$, $T_A = +25^\circ C$. Currents are positive when entering the pin and negative otherwise.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SUPPLY MONITORS						
V_{EE} Undervoltage Lockout	V_{EEUVLO}	$AGND - V_{EE}$, $AGND - V_{EE}$ increasing		28.5		V
V_{EE} Undervoltage Lockout Hysteresis	$V_{EEUVLOH}$	Ports shut down if $AGND - V_{EE} < V_{UVLO} - V_{EEUVLOH}$		3		V
V_{EE} Overvoltage Lockout	V_{EE_OV}	V_{EE_OV} event bit sets and ports shut down if $AGND - V_{EE} > V_{EE_OV}$, $AGND$ increasing		62.5		V
V_{EE} Overvoltage Lockout Hysteresis	V_{OVH}			1		V
V_{EE} Undervoltage	V_{EE_UV}	V_{EE_UV} event bit is set if $AGND - V_{EE} < V_{EE_UV}$, V_{EE} increasing		40		V
V_{DD} Overvoltage	V_{DD_OV}	V_{DD_OV} event bit is set if $V_{DD} - V_{DGND} > V_{DD_OV}$; V_{DD} increasing		3.82		V
V_{DD} Undervoltage	V_{DD_UV}	V_{DD_UV} is set if $V_{DD} - V_{DGND} < V_{DD_UV}$, V_{DD} decreasing		2.7		V
V_{DD} Undervoltage Lockout	V_{DDUVLO}	Device operates when $V_{DD} - V_{DGND} > V_{DDUVLO}$, V_{DD} increasing		2		V
V_{DD} Undervoltage Lockout Hysteresis	V_{DDHYS}			120		mV
Thermal Shutdown Threshold	T_{SHD}	Ports shut down and device resets if its junction temperature exceeds this limit, temperature increasing (Note 5)		+150		$^\circ C$
Thermal Shutdown Hysteresis	T_{SHDH}	Thermal hysteresis, temperature decreasing (Note 5)		20		$^\circ C$
OUTPUT MONITOR						
$OUT_$ Input Current	I_{BOUT}	$V_{OUT_} = AGND$, all modes			2	μA
Idle Pullup Current at $OUT_$	I_{DIS}	$OUT_$ discharge current, detection and classification off, port shutdown, $V_{OUT_} = AGND - 2.8V$	200		265	μA
PGOOD High Threshold	PG_{TH}	$V_{OUT_} - V_{EE}$, $OUT_$ decreasing	1.5	2.0	2.5	V
PGOOD Hysteresis	PG_{HYS}			220		mV
PGOOD Low-to-High Glitch Filter	t_{PGOOD}	Minimum time PGOOD has to be high to set bit in register 10h		3		ms

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

MAX5965A/MAX5965B

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{AGND} = 32V$ to $60V$, $V_{EE} = 0V$, V_{DD} to $V_{DGND} = +3.3V$, all voltages are referenced to V_{EE} , unless otherwise noted. Typical values are at $V_{AGND} = +48V$, $V_{DGND} = +48V$, $V_{DD} = (V_{DGND} + 3.3V)$, $T_A = +25^\circ C$. Currents are positive when entering the pin and negative otherwise.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
LOAD DISCONNECT							
DC Load Disconnect Threshold	V _{DCTH}	Minimum V _{SENSE_} allowed before disconnect (DC disconnect active), V _{OUT_} = 0V		2.5	3.75	5.0	mV
AC Load Disconnect Threshold	I _{ACTH}	Current into DET_, for I < I _{ACTH} the port powers off, ACD_EN_ bit = H; V _{OSC} = 2.2V, MAX5965B (Note 6)		285	320	360	μA
Oscillator Buffer Gain	A _{OSC}	V _{DET_} /V _{OSC} , ACD_EN_ bit = H, MAX5965B		2.9	3.0	3.1	V/V
OSC Fail Threshold	V _{OSC_FAIL}	Port does not power on if V _{OSC} < V _{OSC_FAIL} and ACD_EN_ bit is high, MAX5965B (Note 7)		1.8		2.2	V
OSC Input Impedance	Z _{OSC}	OSC input impedance when all the ACD_EN_ are active, MAX5965B		100			kΩ
Load Disconnect Timer	t _{DISC}	Time from V _{SENSE_} < V _{DCTH} to gate shutdown (Note 8)		300		400	ms
DETECTION							
Detection Probe Voltage (First Phase)	V _{DPH1}	AGND - V _{DET_} during the first detection phase		3.8	4	4.2	V
Detection Probe Voltage (Second Phase)	V _{DPH2}	AGND - V _{DET_} during the second detection phase		9.0	9.3	9.6	V
Current-Limit Protection	I _{DLIM}	V _{DET_} = AGND, during detection, measure current through DET_		1.5	1.8	2.2	mA
Short-Circuit Threshold	V _{DCP}	If 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			12.5		μA
Resistor Detection Window	R _{DOK}	(Note 9)		19.0		26.5	kΩ
Resistor Rejection Window	R _{DBAD}	Detection rejects lower values				15.2	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}	DET_ = AGND, during classification		68		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	14.5	16	
			Class 2, Class 3	21	23	25	
			Class 3, Class 4	31	33	35	
			Class 4, Class 5	45	48	51	

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{AGND} = 32V to 60V, V_{EE} = 0V, V_{DD} to V_{DGND} = +3.3V, all voltages are referenced to V_{EE}, unless otherwise noted. Typical values are at V_{AGND} = +48V, V_{DGND} = +48V, V_{DD} = (V_{DGND} + 3.3V), 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 (Referred to DGND)						
Digital Input Low	V _{IL}				0.9	V
Digital Input High	V _{IH}		2.4			V
Internal Input Pullup/Pulldown Resistor	R _{DIN}	Pullup (pulldown) resistor to V _{DD} (DGND) to set default level	25	50	75	kΩ
Open-Drain Output Low Voltage	V _{OL}	I _{SINK} = 15mA			0.4	V
Digital Input Leakage	I _{DL}	Input connected to the pull voltage			2	μA
Open-Drain Leakage	I _{OL}	Open-drain high impedance, V _{OUT_} = 3.3V			2	μA
TIMING						
Startup Time	t _{START}	Time during which a current limit set by V _{SU_LIM} is allowed, starts when the GATE_ is turned on (Note 9)	50	60	70	ms
Fault Time	t _{FAULT}	Maximum allowed time for an overcurrent condition set by V _{FLT_LIM} after startup (Note 9)	50	60	70	ms
Port Turn-Off Time	t _{OFF}	Minimum delay between any port turning off, does not apply in case of a reset		0.5		ms
Detection Reset Time		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}		2.0		2.4	s
Classification Time	t _{CLASS}	Time allowed for classification		19	23	ms
VEEU _{VLO} Turn-On Delay	t _{DLY}	Time V _{AGND} must be above the VEEU _{VLO} thresholds before the device operates	2		4	ms
Restart Timer	t _{RESTART}	Time a port has to wait before turning on after an overcurrent fault during normal operation, RSTR_EN bits = high	RSTR bits = 00		16 x t _{FAULT}	ms
			RSTR bits = 01		32 x t _{FAULT}	
			RSTR bits = 10		64 x t _{FAULT}	
			RSTR bits = 11		0	
Watchdog Clock Period	t _{WD}	Rate of decrement of the watchdog timer		164		ms
ADC PERFORMANCE						
Resolution				9		Bits
Range				0.51		V
LSB Step Size				1		mV
Integral Nonlinearity (Relative)	INL			0.2	1.5	LSB

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

MAX5965A/MAX5965B

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{AGND} = 32V$ to $60V$, $V_{EE} = 0V$, V_{DD} to $V_{DGND} = +3.3V$, all voltages are referenced to V_{EE} , unless otherwise noted. Typical values are at $V_{AGND} = +48V$, $V_{DGND} = +48V$, $V_{DD} = (V_{DGND} + 3.3V)$, $T_A = +25^\circ C$. Currents are positive when entering the pin and negative otherwise.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Differential Nonlinearity	DNL			0.2	1.5	LSB
Gain Error					3	%
ADC Absolute Accuracy		$V_{SENSE_} = 300mV$	295	300	305	LSB
TIMING CHARACTERISTICS (For 2-Wire Fast Mode)						
Serial-Clock Frequency	f_{SCL}				400	kHz
Bus Free Time Between a STOP and START Condition	t_{BUF}		1.2			μs
Hold Time for a START Condition	$t_{HD, STA}$		0.6			μs
Low Period of the SCL Clock	t_{LOW}		1.2			μs
High Period of the SCL Clock	t_{HIGH}		0.6			μs
Setup Time for a Repeated START Condition	$t_{SU, STA}$		0.6			μs
Data Hold Time	$t_{HD, DAT}$		100		300	ns
Data in Setup Time	$t_{SU, DAT}$		100			ns
Rise Time of Both SDA and SCL Signals, Receiving	t_R		20 + $0.1C_B$		300	ns
Fall Time of SDA Transmitting	t_F		20 + $0.1C_B$		300	ns
Setup Time for STOP Condition	$t_{SU, STO}$		0.6			μs
Capacitive Load for Each Bus Line	C_B				400	pF
Pulse Width of Spike Suppressed	t_{SP}				50	ns

Note 2: Limits to $T_A = -40^\circ C$ are guaranteed by design.

Note 3: Default values. The charge/discharge currents are programmable through the serial interface (see the *Register Map and Description* section).

Note 4: Default values. The current-limit thresholds are programmed through the I²C-compatible serial interface (see the *Register Map and Description* section).

Note 5: Functional test is performed over thermal shutdown entering test mode.

Note 6: This is the default value. Threshold can be programmed through serial interface R23h[2:0].

Note 7: AC disconnect works only if $(V_{DD} - V_{DGND}) \geq 3V$ and DGND is connected to AGND.

Note 8: t_{DISC} can also be programmed through the serial interface (R16h) (see the *Register Map and Description* section).

Note 9: $R_D = (V_{OUT2} - V_{OUT1}) / (I_{DET2} - I_{DET1})$. 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.

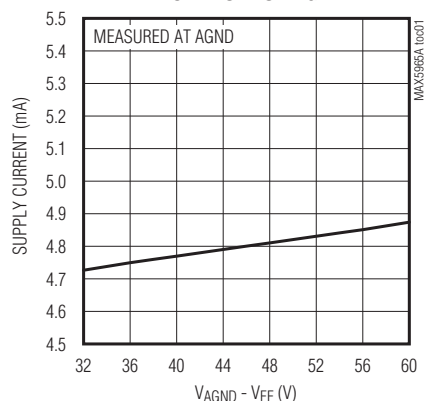
Note 10: Default values. The startup and fault times can also be programmed through the I²C serial interface (see the *Register Map and Description* section).

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

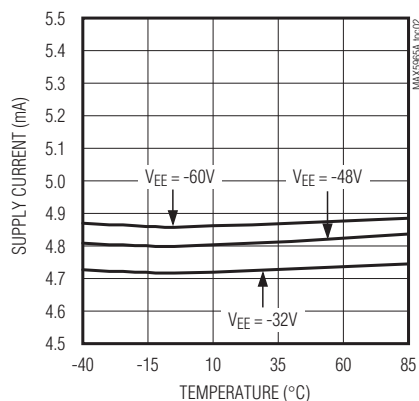
典型工作特性

($V_{EE} = -48V$, $V_{DD} = +3.3V$, $V_{AUTO} = V_{AGND} = V_{DGND} = 0V$, $\overline{RESET} = \overline{SHD}_- = \text{unconnected}$, $R_{SENSE_} = 0.5\Omega$, $I_{VEE} = 00$, $I_{CUT} = 000$, $T_A = +25^\circ C$, all registers = default setting, unless otherwise noted.)

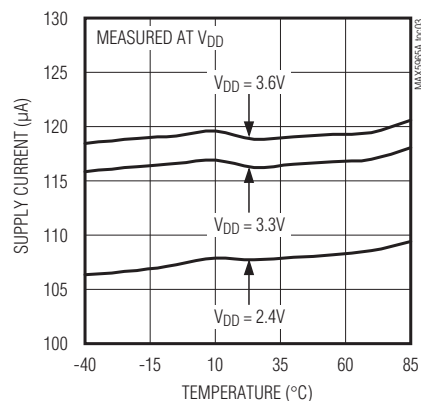
**ANALOG SUPPLY CURRENT
vs. INPUT VOLTAGE**



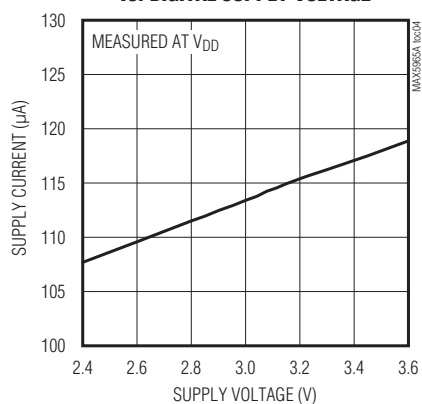
**ANALOG SUPPLY CURRENT
vs. TEMPERATURE**



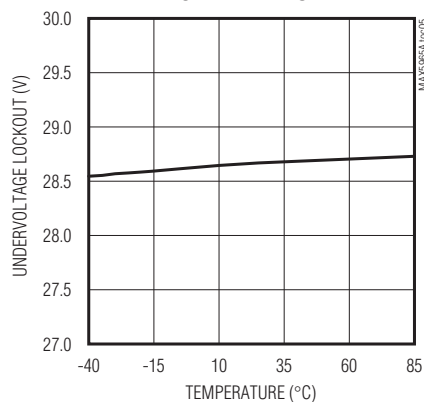
**DIGITAL SUPPLY CURRENT
vs. TEMPERATURE**



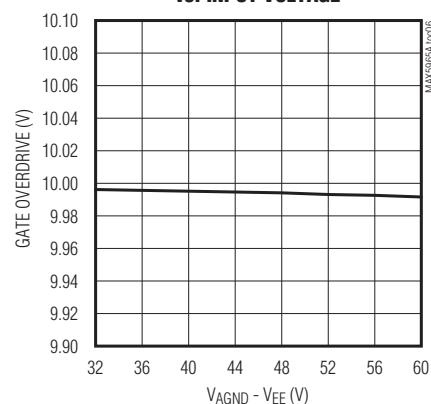
**DIGITAL SUPPLY CURRENT
vs. DIGITAL SUPPLY VOLTAGE**



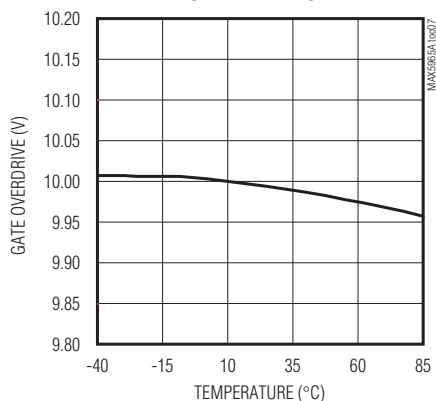
**VEE UNDERVOLTAGE LOCKOUT
vs. TEMPERATURE**



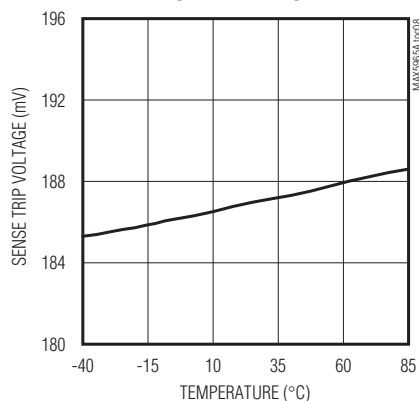
**GATE OVERDRIVE
vs. INPUT VOLTAGE**



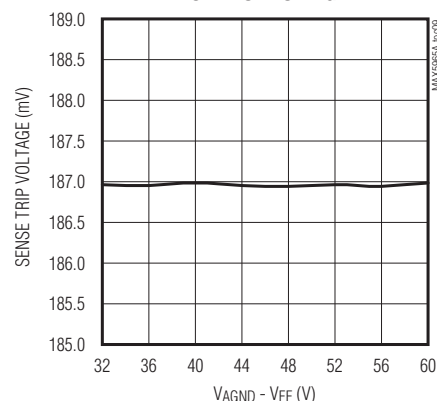
**GATE OVERDRIVE
vs. TEMPERATURE**



**SENSE TRIP VOLTAGE
vs. TEMPERATURE**



**SENSE TRIP VOLTAGE
vs. INPUT VOLTAGE**

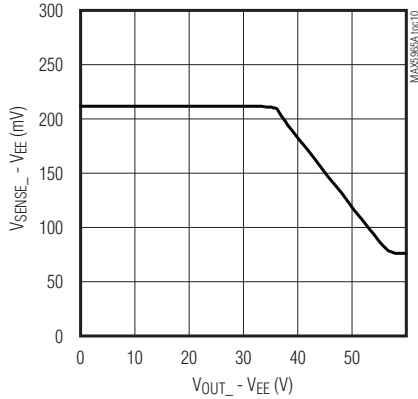


大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

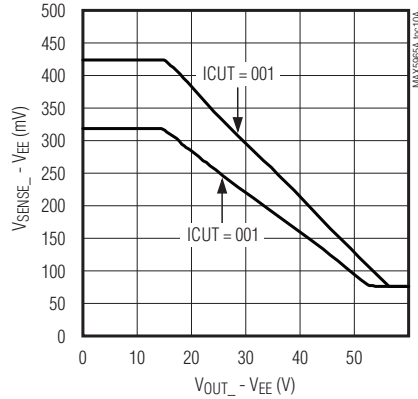
典型工作特性(续)

($V_{EE} = -48V$, $V_{DD} = +3.3V$, $V_{AUTO} = V_{AGND} = V_{DGND} = 0V$, $\overline{RESET} = \overline{SHD_} = \text{unconnected}$, $R_{SENSE_} = 0.5\Omega$, $I_{VEE} = 00$, $ICUT = 000$, $T_A = +25^\circ C$, all registers = default setting, unless otherwise noted.)

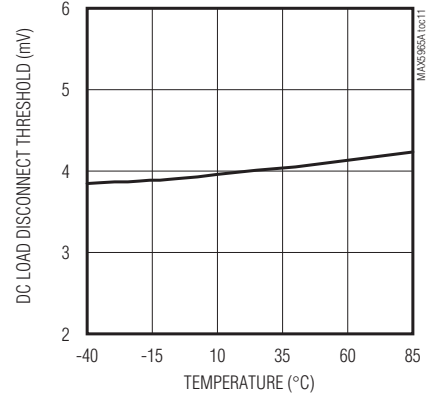
**FOLDBACK CURRENT-LIMIT THRESHOLD
vs. OUTPUT VOLTAGE**



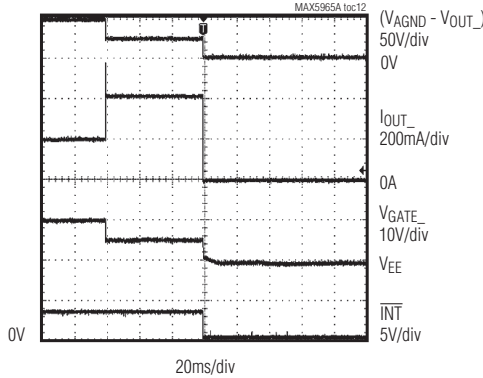
**FOLDBACK CURRENT-LIMIT THRESHOLD
vs. OUTPUT VOLTAGE**



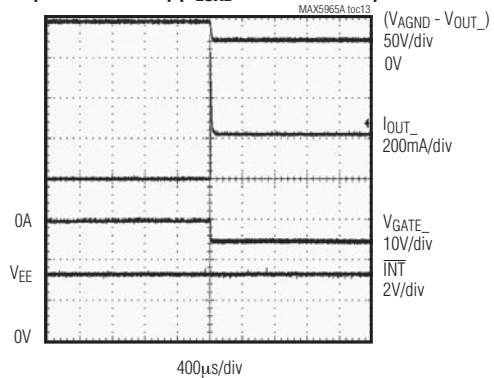
**DC LOAD DISCONNECT THRESHOLD
vs. TEMPERATURE**



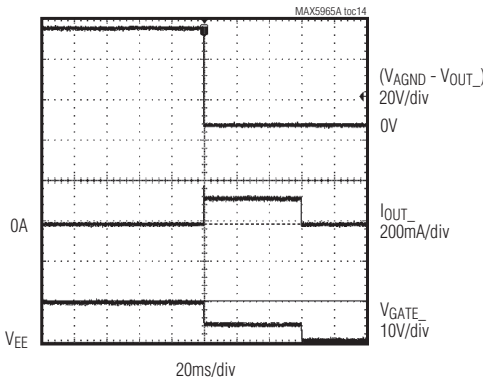
**OVERCURRENT TIMEOUT
($R_{LOAD} = 240\Omega$ TO 57Ω)**



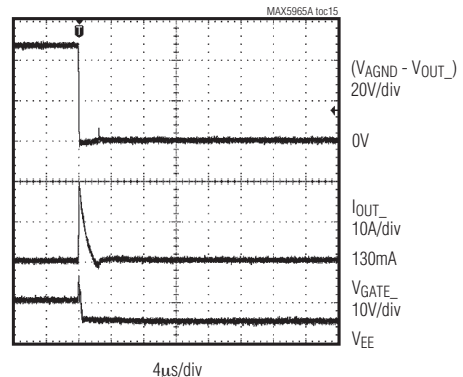
**OVERCURRENT RESPONSE WAVEFORM
(MAX5965AUAX) ($R_{LOAD} = 240\Omega$ TO 57Ω)**



SHORT-CIRCUIT RESPONSE TIME



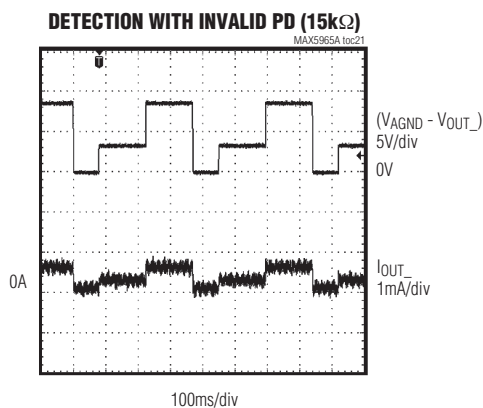
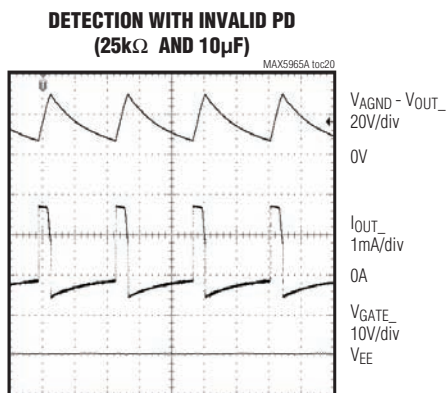
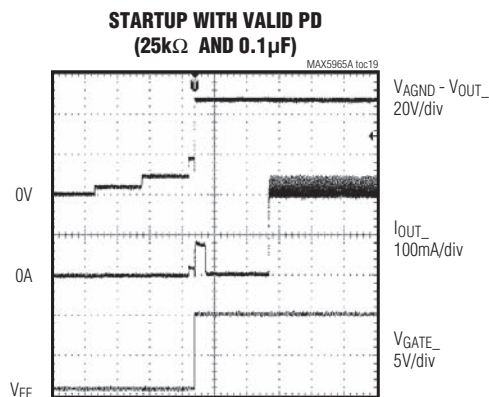
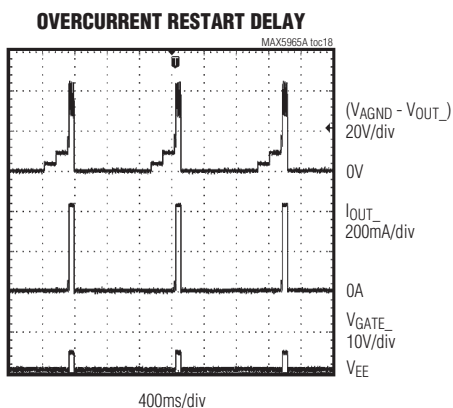
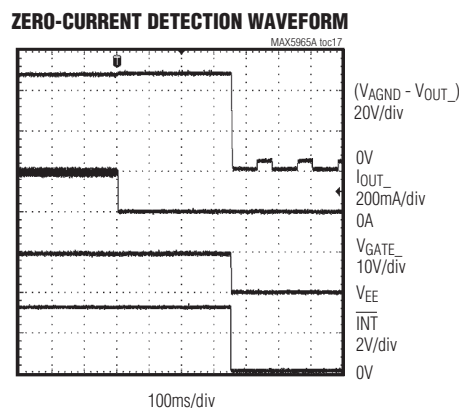
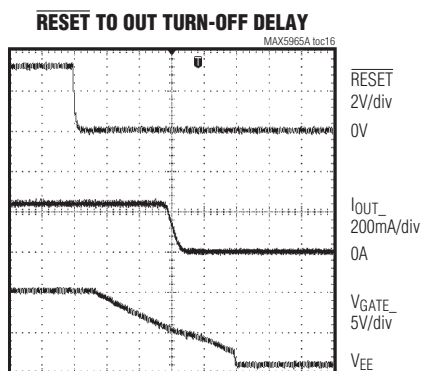
SHORT-CIRCUIT RESPONSE TIME



大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

典型工作特性(续)

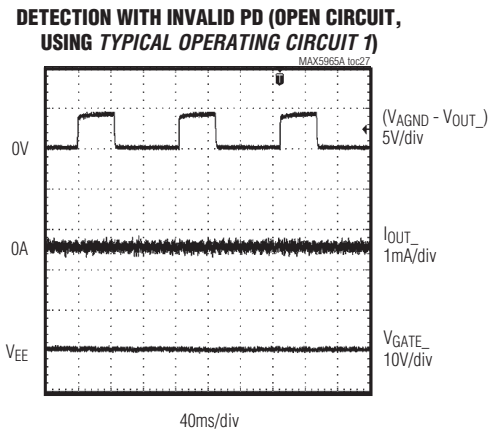
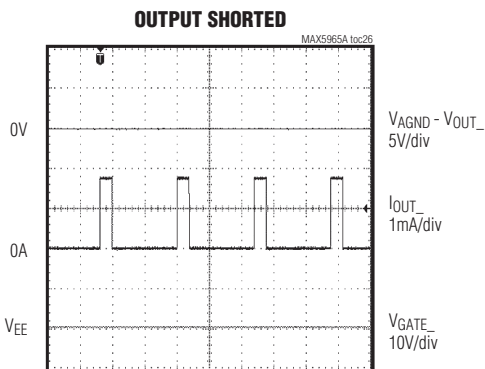
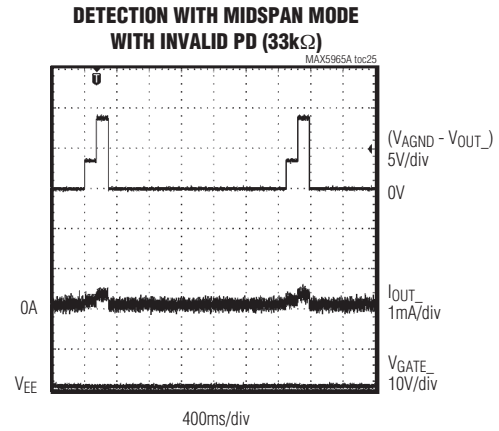
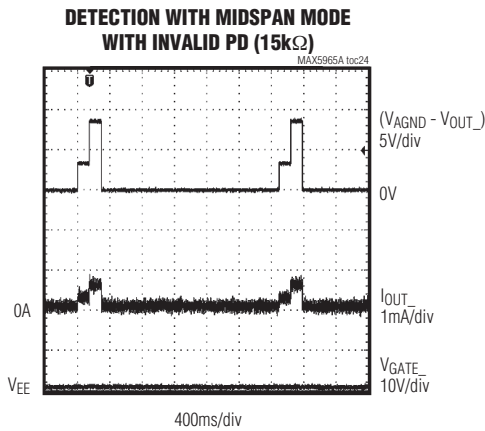
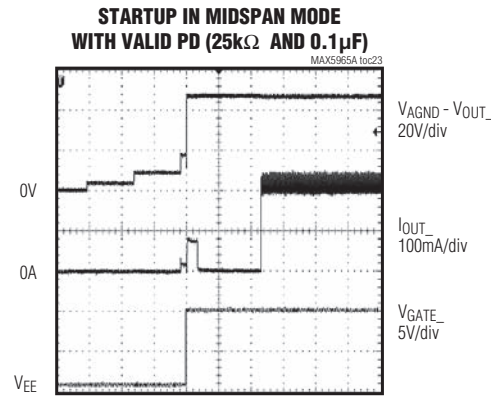
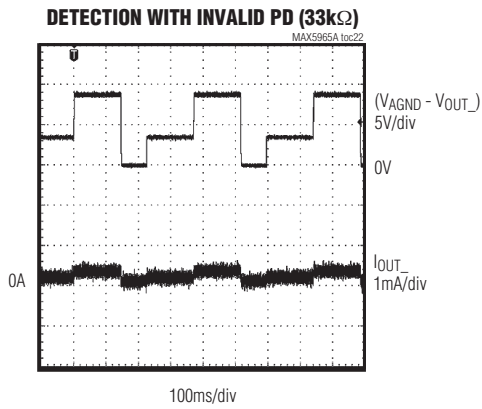
($V_{EE} = -48V$, $V_{DD} = +3.3V$, $V_{AUTO} = V_{AGND} = V_{DGND} = 0V$, $\overline{RESET} = \overline{SHD}_- = \text{unconnected}$, $R_{SENSE}_- = 0.5\Omega$, $I_{VEE} = 00$, $ICUT = 000$, $T_A = +25^\circ C$, all registers = default setting, unless otherwise noted.)



大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

典型工作特性(续)

($V_{EE} = -48V$, $V_{DD} = +3.3V$, $V_{AUTO} = V_{AGND} = V_{DGND} = 0V$, $\overline{RESET} = \overline{SHD_} = \text{unconnected}$, $R_{SENSE_} = 0.5\Omega$, $I_{VEE} = 00$, $I_{CUT} = 000$, $T_A = +25^\circ C$, all registers = default setting, unless otherwise noted.)

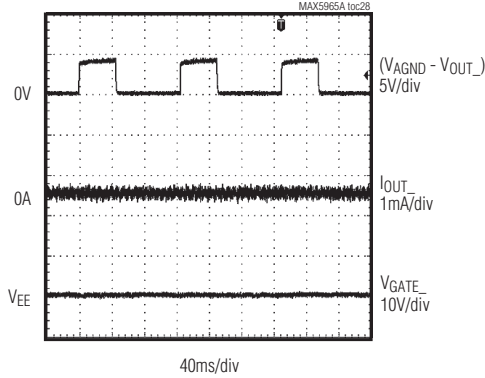


大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

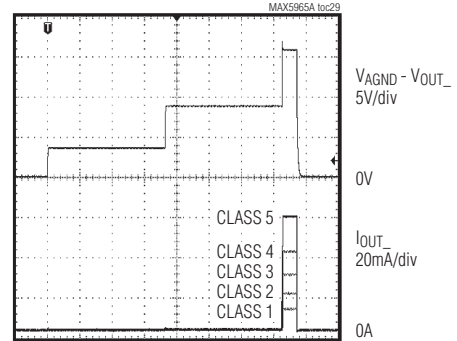
典型工作特性(续)

($V_{EE} = -48V$, $V_{DD} = +3.3V$, $V_{AUTO} = V_{AGND} = V_{DGND} = 0V$, $\overline{RESET} = \overline{SHD_} = \text{unconnected}$, $R_{SENSE_} = 0.5\Omega$, $I_{VEE} = 00$, $I_{CUT} = 000$, $T_A = +25^\circ C$, all registers = default setting, unless otherwise noted.)

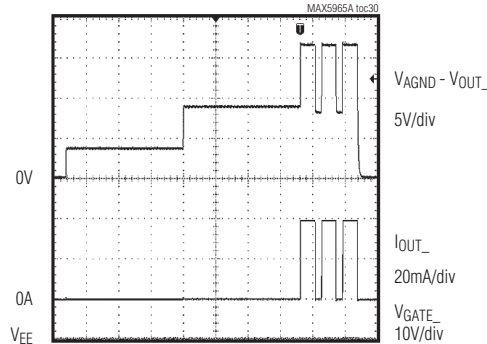
**DETECTION WITH INVALID PD (OPEN CIRCUIT,
USING TYPICAL OPERATING CIRCUIT 2)**



**STARTUP WITH DIFFERENT
PD CLASSES**



**2-EVENT CLASSIFICATION
WITH A CLASS 4 PD**



引脚说明

引脚	名称	功能
1	$\overline{RESET}$	硬件复位。拉低 $\overline{RESET}$ 至少300 μs 将使器件复位，所有内部寄存器复位至缺省值。当 $\overline{RESET}$ 由低变高时，地址(A0-A3)、AUTO和MIDSPAN输入逻辑电平被锁存。 $\overline{RESET}$ 通过50k Ω 电阻内部上拉至 V_{DD} 。
2	MIDSPAN	中跨模式输入。通过内部50k Ω 电阻下拉至DGND，设置缺省工作模式为端点PSE (通过信号线供电)。将MIDSPAN上拉至 V_{DIG} 则选中跨工作模式。在器件上电或复位之后，MIDSPAN的值被锁存(参见PD检测部分)。
3	$\overline{INT}$	漏极开路中断输出。出现故障时， $\overline{INT}$ 变低。可通过软件或将 $\overline{RESET}$ 拉低的方式复位故障状态(关于中断管理的更多信息请参见中断部分)。
4	SCL	串行接口时钟线输入。
5	SDAOUT	串行输出数据线。将数据线通过光耦连接到SDAOUT (参见典型工作电路)。如果采用2线I ² C兼容系统，可将SDAOUT和SDAIN连接在一起。

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

引脚说明(续)

引脚	名称	功能
6	SDAIN	串行接口输入数据线。将数据线通过光耦连接到SDAIN (参见典型工作电路)。如果采用2线I ² C兼容系统，可将SDAIN和SDAOUT连接在一起。
7–10	A3–A0	地址位，A3–A0组成器件地址的低四位。通过内部50k Ω 电阻上拉至V _{DD} ，默认地址输入状态为高电平。当V _{DD} 或V _{EE} 上升并超过其UVLO门限或者复位之后，地址被锁存。地址的3个MSB位置为010。
11–14	DET1–DET4	检测/分级电压输出。利用DET1设置端口1的检测电压和分级侦测电压。当使用交流断开结构时，DET1可用来检测端口1的交流电压(参见典型工作电路)。
15	DGND	数字地，连接至数字地。
16	V _{DD}	正数字电源，连接至数字电源(以DGND为参考)。
17–20	$\overline{\text{SHD1}}\text{--}\overline{\text{SHD4}}$	端口关断输入。拉低 $\overline{\text{SHD}}_n$ 可关断相应端口的的外部FET，该引脚通过50k Ω 电阻内部上拉至V _{DD} 。
21	AGND	模拟地，连接至高端模拟电源。
22, 25, 29, 32	SENSE4, SENSE3, SENSE2, SENSE1	MOSFET源极电流检测输入负端。连接至功率MOSFET的源极，在SENSE _n 和V _{EE} 之间连接一个检流电阻(参见典型工作电路)。
23, 26, 30, 33	GATE4, GATE3, GATE2, GATE1	相应端口的MOSFET栅极驱动输出。GATE _n 连接至外部MOSFET的栅极(参见典型工作电路)。
24, 27, 31, 34	OUT4, OUT3, OUT2, OUT1	MOSFET漏极输出电压检测。OUT _n 通过一只电阻(100 Ω 至100k Ω)连接至功率MOSFET的漏极。OUT _n 的漏电流很低，将电阻两端的压降限制在100mV以内(参见典型工作电路)。
28	V _{EE}	低端模拟电源输入。将低端模拟电源连接至V _{EE} (-48V)，AGND和V _{EE} 之间接1 μ F旁路电容。
35	AUTO	自动或关断模式输入。复位或上电后，强制AUTO为高电平使器件进入自动模式。驱动该引脚为低时，MAX5965A/MAX5965B进入关断模式。关断模式下，通过软件控制MAX5965A/MAX5965B的工作状态。内部50k Ω 下拉电阻默认将AUTO拉为低电平。当V _{DD} 或V _{EE} 上升且超过其UVLO门限或者当器件复位时，AUTO状态被锁存。当AUTO为高时，可通过软件命令使MAX5965A/MAX5965B脱离自动模式。
36	OSC	振荡器输入。交流断开检测功能需要使用OSC引脚，OSC连接100Hz $\pm$ 10%、2V _{p,p} $\pm$ 5%、+1.3V偏置的正弦波。如果振荡器正峰值落在OSC_FAIL的2V门限以下，已经使能交流断开检测功能的端口将被关断，并且不允许上电。当不使用交流断开检测功能时，OSC不连接。

MAX5965A/MAX5965B

MAX5965A/MAX5965B

The diagram illustrates the internal architecture of the MAX5965A/MAX5965B. Key components include:

- Register File:** Connected to address lines A0-A3 and data lines D0-D7.
- Central Logic Unit (CLU):** Manages internal state and control signals.
- Port State Machine (SM):** Interfaces with the Register File and controls the AC Disconnect Signal (ACD).
- AC Detection:** Uses a 9-bit ADC to measure the ACD reference current.
- Current Limiting:** Includes a Current Limit Detector (CLD) and a Fast Discharge Control block.
- Voltage Sensing:** Measures the output voltage (OUT) and provides feedback to the Foldback Control.
- Control Signals:** Includes PWR_EN, ACD_ENABLE, and FOLDBACK CONTROL.

MAXIM
MAX5965A/MAX5965B

*AC DETECTION ONLY FOR THE MAX5965B.

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

详细说明

MAX5965A/MAX5965B是一款四路-48V电源控制器，设计用于符合IEEE 802.3af标准/pre-IEEE 802.3at兼容的PSE。这两款器件提供PD检测、分级、限流以及直流和交流负载断开检测功能，符合IEEE 802.3af标准的要求。MAX5965A/MAX5965B与MAX5952/MAX5945/LTC4258/LTC4259A PSE控制器引脚兼容，并提供额外的功能。

MAX5965A/MAX5965B具有大功率模式，每端口可提供高达45W功率。器件允许用户对限流和过流门限进行编程，最大可设置为默认门限的2.5倍。MAX5965A/MAX5965B还可以设置限流和过流门限使其降低15%，以便在高压工作时保持输出功率恒定。

MAX5965A/MAX5965B提供新型5类和2事件分级(6类)，支持大功率PD检测和分级。MAX5965A/MAX5965B通过I²C接口随时读取每个端口的电流。MAX5965A/MAX5965B能够为早期的PD设备提供大电容检测。

MAX5965A/MAX5965B通过I²C兼容的3线串行接口和49个寄存器，利用软件对器件进行完全配置和编程。分级过流检测功能使系统电源管理电路能够检测PD的吸电流是否大于所允许的电流。MAX5965A/MAX5965B全面的可编程能力增强了系统的灵活性，并提供现场诊断功能，可用于其它系统。

MAX5965A/MAX5965B提供四种工作模式以适应不同的系统要求。自动模式允许器件自动工作，无需任何软件监控；半自动模式在软件初始化激活后对连接至端口的器件进行自动检测和分级，但在软件发出指令之前端口不上电；手动模式下完全由软件控制器件，非常适合系统诊断功能；关断模式终止所有操作，并安全关闭加载至端口的电源。

MAX5965A/MAX5965B提供输入欠压锁定、输入欠压检测、检测期间负载稳定性安全检查、输入过压锁定、过热检测、启动期间输出电压的摆率限制、电源就绪状态以及故障状态指示等。MAX5965A/MAX5965B的可编程功能包括：启动超时、过流超时以及负载断开检测超时。

MAX5965A/MAX5965B通过I²C兼容接口与系统微控制器进行通信。MAX5965A/MAX5965B具有独立的输入和输出数据线(SDAIN和SDAOUT)，允许使用光耦隔离。作为从器件，MAX5965A/MAX5965B包含四路地址输入，可提供16个独立地址。单独的INT输出和四个独立的关断输入(SHD₁)能够从发生故障到端口关断在MAX5965A/MAX5965B和微控制器之间提供快速响应。RESET输入提供器件的硬件复位。

复位

满足以下任一条件时，MAX5965A/MAX5965B进入复位状态：

- 1) 上电之后(V_{EE}和V_{DD}上升至各自UVLO门限以上)。
- 2) 硬件复位。上电后的任何时候，RESET输入被拉低后再拉高。
- 3) 软件复位。上电后的任何时候向R1Ah[4]写1。
- 4) 热关断。

复位期间，MAX5965A/MAX5965B将其寄存器复位至表37所示的复位状态，并锁存AUTO (引脚35)和MIDSPAN (引脚2)的状态。正常工作期间，AUTO和MIDSPAN输入的变化被忽略。在复位条件持续期间(如：高温、RESET输入为低或发生UVLO)，MAX5965A/MAX5965B不会应答来自串口的任何寻址操作。

端口复位(R1Ah[3:0])

正常工作期间，在任何时刻将这些位置高，对应端口的电源将被关闭，并清除事件寄存器和状态寄存器。端口复位操作仅复位事件寄存器和状态寄存器。

中跨模式

中跨模式下，器件在检测期间采用节奏控制时序，使能节奏控制时序并发生失效检测时，端口在尝试重新检测之前等待2s至2.4s。通过置高R11h[1]位激活中跨模式，上电期间或复位后，MIDSPAN引脚的状态被写入R11h[1]。MIDSPAN通过50kΩ电阻内部拉至低电平。

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

工作模式

MAX5965A/MAX5965B包含四个独立但完全相同的状态机，以便对四个网络端口进行可靠的实时控制。每个状态机具有四种不同的工作模式：自动模式、半自动模式、手动模式及关断模式。自动模式允许器件自动工作，无需任何软件监控；半自动模式根据要求对连接至端口的器件进行连续检测和分级，但在软件发出指令之前不会给端口上电；手动模式下完全由软件控制器件，非常适合系统诊断功能；关断模式终止所有操作，并安全关闭加载至端口的电源。

在自动、半自动或手动模式之间切换不会影响端口的工作情况。当端口被置于关断模式时，端口立刻停止所有工作，并保持空闲状态直到退出关断模式。

自动(auto)模式

在复位之前将AUTO输入强制为高电平，或在正常工作期间将R12h[P_M1,P_M0]设置为[1,1]，将使器件进入自动(auto)模式(参见表16a和表16b)。自动模式下，MAX5965A/MAX5965B执行检测、分级，并在端口检测到有效的PD时，自动对该端口上电。如果端口上没有连接有效的PD，MAX5965A/MAX5965B将连续地重复检测过程，直到检测到有效的PD。

进入自动模式后，DET_EN_和CLASS_EN_位置高，并始终保持为高，除非通过软件改变。通过软件将DET_EN_和/或CLASS_EN_置低，将使MAX5965A/MAX5965B跳过检测和/或分级过程。出于保护目的，在自动模式下禁止检测过程的端口将不能上电，除非将DET_BY (R23h[4])设置为1。

AUTO状态只在复位期间被锁存至寄存器。复位以后AUTO输入的任何变化都被忽略。

半自动(semi-auto)模式

正常工作期间，将R12h[P_M1,P_M0]设置为[1,0]可使器件进入半自动模式(参见表16a和表16b)。半自动模式下，MAX5965A/MAX5965B根据需要反复进行检测和/或分级，但无论端口的连接状态如何都不会给端口上电。

将R19h[PWR_ON_] (表22)设置为高可立即终止检测/分级过程，并开始给端口供电。

半自动模式下，R14h[DET_EN_, CLASS_EN_]默认为低。用软件将R14h[DET_EN_, CLASS_EN_]置高可启动检测和/或分级过程。每次利用软件命令关闭端口供电(通过复位或PWR_OFF_)时，R14h[DET_EN_, CLASS_EN_]都被复位。其它情况下，这些位的状态保持不变(包括状态机因负载断开或发生故障而关闭电源时)。

手动模式

正常工作期间，将R12h[P_M1,P_M0]设置为[0,1]可使器件进入手动模式(参见16a和表16b)。手动模式允许软件控制所有工作过程。向R14h[DET_EN_]和R14h[CLASS_EN_]写入1可分别启动检测和分级过程，并且按照此优先级顺序执行。执行后，寄存器中的命令被清除。PWR_ON_的优先权最高，任何时候设置PWR_ON_为高，将使器件立刻进入供电模式。同时设置DET_EN_和CLASS_EN_为高时，首先执行检测过程。一旦进入供电状态，器件将忽略DET_EN_或CLASS_EN_命令。

当从其它模式切换至手动模式时，DET_EN_、CLASS_EN_默认为低。这些位的操作更像是按钮，而非配置位(也就是说，在手动模式下给这些位写1将命令器件执行一次检测和/或分级，执行完毕后这些位将复位至零)。

关断模式

复位之前将AUTO输入强制为低电平，或在正常工作期间将R12h[P_M1,P_M0]设置为[0,0]，将使器件进入关断模式(参见表16a和表16b)。将MAX5965A/MAX5965B置为关断模式会立刻关闭电源，并停止相应端口的所有工作。这些受影响的端口的事件和状态位被随之清零。关断模式下，忽略DET_EN_、CLASS_EN_和PWR_ON_命令。

关断模式下，串行接口保持正常工作。

PD检测

当PD检测激活后，MAX5965A/MAX5965B将侦测输出上是否存在有效PD。每次检测完成后，器件将DET_END_位(R04h/05h[3:0])设置为高，并在状态寄存器R0Ch[2:0]、R0Dh[2:0]、R0Eh[2:0]和R0Fh[2:0]中报告检测结果。读R05h或端口复位以后，DET_END_位被复位为低。

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

IEEE 802.3af/at标准规定，有效的PD可以检测到一个25k Ω 的特征电阻。表1给出了IEEE 802.3af/at对PSE检测到有效PD的规定，参见典型工作电路和图1a (检测、分级和端口上电顺序)。MAX5965A/MAX5965B可以对连接至端口的各种设备进行检测和分类，如：有效PD、开路、低阻负载、高阻负载、大电容负载、正直流电源或负直流电源。

检测期间，MAX5965A/MAX5965B断开外部MOSFET，并通过DET_输入施加两种检测电压。可以测得流过DET_输入的电流和OUT_电压。按照IEEE 802.3af标准规定，测量两点间斜率即可检验端口上连接设备的状况。MAX5965A/MAX5965B通过适当的建立时间和100ms的数字积分抑制50Hz/60Hz的电源噪声耦合。

外部二极管与DET_输入串联，将PD检测限制在IEEE 802.3af/at标准规定的第1象限。为了防止损坏非PD设备，同时防止自身因输出短路而损坏，PD检测期间，MAX5965A/MAX5965B将流入DET_的电流限制在2mA最大值以内。

中跨模式下，每次检测失败后，MAX5965A/MAX5965B会在开始下一次检测之前等待2.2s。但是，第一次检测在接收到检测命令后立即执行。

大电容检测

寄存器R23h[5]的CLC_EN位可使能对早期PD设备进行大电容检测。CLC_EN = 1时，大电容检测的上限可扩展到150 μ F；CLC_EN = 0时，为默认的正常电容检测状态，参见表1以及寄存器映射和说明部分。

表1. PSE PI检测模式的电气特性要求(IEEE 802.3af标准的表33-2)

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	Δ V _{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/ μ s	
Accept Signature Resistance	R _{GOOD}	19	26.5	k Ω	
Reject Signature Resistance	R _{BAD}	< 15	> 33	k Ω	
Open-Circuit Resistance	R _{OPEN}	500	—	k Ω	
Accept Signature Capacitance	C _{GOOD}	—	150	nF	
Reject Signature Capacitance	C _{BAD}	10	—	μ F	
Signature Offset Voltage Tolerance	V _{OS}	0	2.0	V	
Signature Offset Current Tolerance	I _{OS}	0	12	μ A	

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

用电设备分级(PD分级)

在PD分级模式下，MAX5965A/MAX5965B在DET_上施加一个侦测电压(-18V)，测量流入DET_的电流。测得的电流决定了PD的级别。

在每次分级过程完成后，器件设置CL_END_位(R04h/05h[7:4])为高，并在状态寄存器R0Ch[6:4]、R0Dh[6:4]、R0Eh[6:4]和R0Fh[6:4]中报告分级结果。读取寄存器R05h或端口复位以后，CL_END_位被复位为低。端口断电之后，事件寄存器R04h和R05h均被清零，表2给出了IEEE 802.3af标准中PSE对电源接口(PI)的PD分级要求。

MAX5965A/MAX5965B能够提供额外的分级(第5级或2事件分级形式)，支持功率高于IEEE 802.3af标准规定的大功率应用。

第5级PD分级

分级过程中，如果MAX5965A/MAX5965B的检测电流 $I_{CLASS} > 48\text{mA}$ ，则将该PD分类为第5级用电设备。在状态寄存器R0Ch[6:4]、R0Dh[6:4]、R0Eh[6:4]或R0Fh[6:4]中将报告第5级分级结果。

2事件(第6级) PD分级

在使能2事件分级过程时，重复3次分级周期且每个周期间等待8ms (参见图1b)。在每个分级周期期间，MAX5965A/MAX5965B不会完全复位端口电压，而是保持输出电压

为-9V。R1Ch[7:4]中的EN_CL6位用来使能每端口的2事件分级。

供电状态

当MAX5965A/MAX5965B进入供电状态时， t_{START} 和 t_{DISC} 定时器复位。打开端口电源之前，MAX5965A/MAX5965B检查是否还有其它端口未打开、 t_{FAULT} 定时器是否为零。如果ACD_EN_置位，则要进行另一项检查，这种情况下OSC_FAIL_位必须为低(振荡器正常)才能够为端口供电。

如果这些条件满足，MAX5965A/MAX5965B将进入启动过程，打开端口电源。当 V_{OUT} 和 V_{EE} 差值小于2V时，内部信号POK_置高。如果POK_保持为高的时间超过 t_{PGOOD} ，PGOOD_状态位置高；POK_变为低时PGOOD_立即复位(参见图2)。

当端口上电或掉电时，PG_CHG_置位。PWR_EN_在端口上电时置位，在端口关断时复位。端口关断定时器持续0.5ms，在此期间禁止其它端口关闭，除非在紧急关断情况下($\overline{RESET} = L$ 、 $RESET_IC = H$ 、 V_{EEUVLO} 、 V_{DDUVLO} 及 T_{SHD})。

关闭以前，MAX5965A/MAX5965B总是检查所有端口的状态。优先权逻辑系统确定关闭顺序，以防止端口被同时打开或关闭。序号较小的端口具有较高优先权(例如：端口1先打开，接着是端口2，端口3第三，端口4第四)。设置PWR_OFF_为高可关闭相应端口的电源。

表2. PSE对PD分级(IEEE 802.3af标准的表33-4)

MEASURED I_{CLASS} (mA)	CLASSIFICATION
0 to 5	Class 0
> 5 and < 8	May be Class 0 and 1
8 to 13	Class 1
> 13 and < 16	May be Class 1 or 2
16 to 21	Class 2
> 21 and < 25	May be Class 2 or 3
25 to 31	Class 3
> 31 and < 35	May be Class 3 or 4
35 to 45	Class 4
> 45 and < 51	May be Class 4 or 5
51 to 68	Class 5

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

MAX5965A/MAX5965B

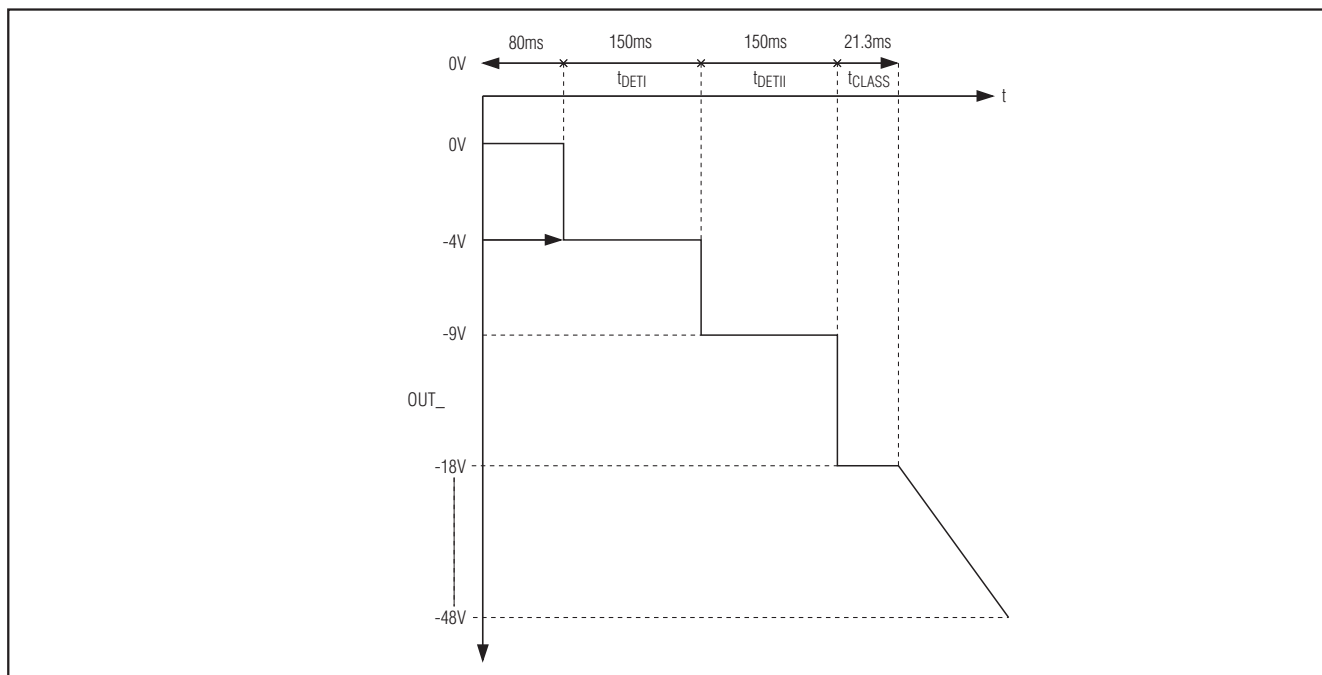


图1a. 检测、分级和端口上电顺序

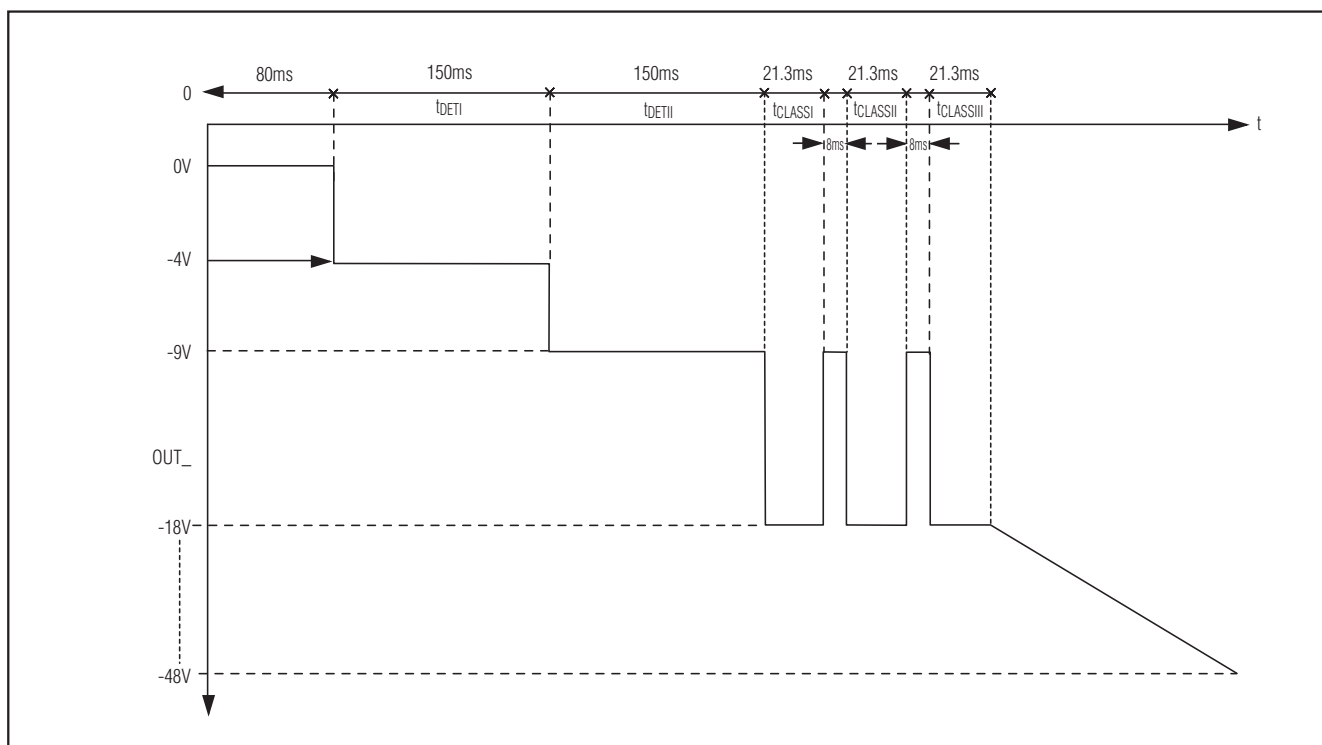


图1b. 检测、2事件分级和端口上电顺序

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

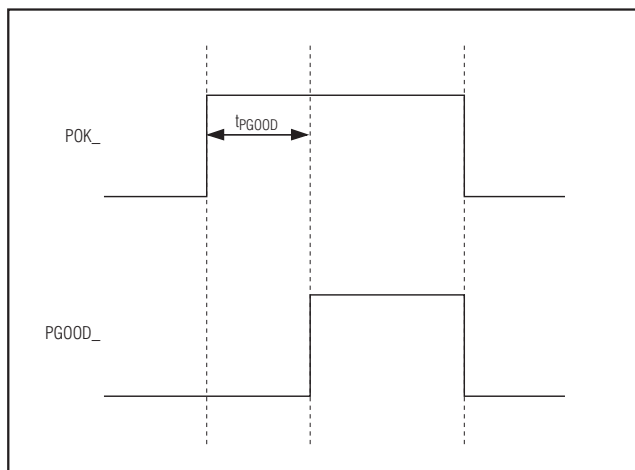


图2. PGOOD_时序

过流保护

利用连接在SENSE_和V_{EE}之间的检测电阻R_S对负载电流进行监测。正常工作情况下，R_S两端电压(V_{RS})不得超过门限V_{SU_LIM}。如果V_{RS}超过了V_{SU_LIM}，内部限流电路调节GATE_电压，将电流限制在I_{LIM} = V_{SU_LIM}/R_S。瞬变过程中，如果V_{RS}电压比V_{SU_LIM}高出1V以上，则激活快速下拉电路，迅速抑制电流过冲。启动期间，如果持续处于限流状态，当启动定时器t_{START}超时，端口被关闭且STRT_FLT_置位。正常供电状态下，MAX5965A/MAX5965B按照V_{FLT_LIM} (大约等于V_{SU_LIM}的88%)门限电压监测过流故障。t_{FAULT}计数器决定了允许连续过流的最长时间。当V_{RS}大于V_{FLT_LIM}时，t_{FAULT}计数值增加；当V_{RS}低于V_{FLT_LIM}时，t_{FAULT}计数值缓慢减小。缓慢递减的t_{FAULT}计数器能够检测出重复出现的短暂过流故障。当计数器达到t_{FAULT}限定值时，MAX5965A/MAX5965B关闭端口并置位IMAX_FLT_位。对于连续过流，经过一个t_{FAULT}周期后锁定故障。通过ICUT寄存器R2Ah[6:4]、R2Ah[2:0]、R2Bh[6:4]、R2Bh[2:0]和寄存器R29h[1:0]中的IVEE位可以设置V_{SU_LIM}。关于ICUT寄存器的更多信息请参考大功率模式部分。

过流故障造成断电后，如果RSTR_EN置位，t_{FAULT}定时器不会立刻复位，而是以同样缓慢的速度递减。只有当t_{FAULT}计数器为零时，MAX5965A/MAX5965B才允许端口上电。这一功能为外部MOSFET提供了自动占空比保护，避免发生过热。

当电流超过CLASS状态寄存器显示的分级所对应的最大电流时，MAX5965A/MAX5965B将连续产生报警标志。发生分级过流时，MAX5965A/MAX5965B置位寄存器R09h中的IVC_位。

ICUT寄存器和大功率模式

ICUT寄存器

ICUT寄存器决定了MAX5965A/MAX5965B每个端口所允许的最大电流限制。3位ICUT位(R2Ah[6:4]、R2Ah[2:0]、R2Bh[6:4]和R2Bh[2:0])允许编程设置超出IEEE标准限制的限流值和过流门限(见表34a、34b和34c)。当CL_DISC (R17h[2])设置为0时(见表3)，可通过I²C接口直接写ICUT寄存器。这种情况下，端口的限流配置与分级状态无关。

将CL_DISC位置1，可使MAX5965A/MAX5965B根据端口的分级结果自动设置ICUT寄存器，参见表3以及寄存器映射和说明部分。

大功率模式

当CL_DISC (R17h[2])置为0时，将ICUT位设置为除000、110或111 (注意000是IEEE标准限制的默认值)之外的任意组合，即可实现大功率模式配置，参见表3以及寄存器映射和说明部分。

折返电流

在启动和正常工作期间，内部电路检测OUT_电压，当(V_{OUT_} - V_{EE}) > 28V时，降低限流值。折返功能有助于减小FET功耗。当(V_{OUT_} - V_{EE}) > 48V时，限流值最终减少到I_{LIM}的1/3 (参见图3a)。对于大功率模式，当(V_{OUT_} - V_{EE}) > 10V时，启动折返模式(参见图3b)。大功率模式下，当(V_{OUT_} - V_{EE}) > 48V时，限流值(I_{LIM})降低到最小折返电流(V_{TH_FB}/R_S)。

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

MAX5965A/MAX5965B

表3. 自动编程ICUT

CL_DISC	PORT CLASSIFICATION RESULT	ENx_CL6	EN_HP_ALL	EN_HP_CL6	EN_HP_CL5	EN_HP_CL4	RESULTING ICUT REGISTER BITS
0	Any	X	X	X	X	X	User programmed
1	1	X	X	X	X	X	ICUT = 110
1	2	X	X	X	X	X	ICUT = 111
1	0, 3	X	X	X	X	X	ICUT = 000
1	4, 5	X	0	X	X	X	ICUT = 000
1	5	X	1	X	1	X	ICUT = R24h[6:4]
1	5	X	1	X	0	X	ICUT = 000
1	4	X	1	X	x	1	ICUT = R24h[6:4]
1	4	X	1	X	X	0	ICUT = 000
1	6 or Illegal	0	X	X	X	X	—
1	6 or Illegal	1	1	1	X	X	(See Table 35a)
1	6 or Illegal	1	1	0	X	X	ICUT = 000
1	6 or Illegal	1	0	X	X	X	ICUT = 000

MOSFET栅极驱动器

外部n沟道MOSFET的栅极连接至GATE_。内部50μA电流源将GATE_拉至(V_{EE} + 10V)，开启MOSFET；内部40μA电流源将GATE_拉低至V_{EE}，关断MOSFET。

上拉和下拉电流决定了开启和关断时输出的最大摆率，最大摆率可通过下式设置：

$$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta t} = \frac{I_{GATE}}{C_{GD}}$$

其中，C_{GD}是外部MOSFET的栅极和漏极之间的总电容。限流值和漏极电容负载决定了启动期间的摆率。限流状态下，MAX5965A/MAX5965B通过调节GATE_电压控制SENSE_上的电压(V_{RS})。如果V_{RS}大于限流门限(V_{SU_LIM})，将激活快速下拉电路。快速下拉电流随着过冲量的增加而增加，快速下拉电流的最大值为100mA。

关断期间，当GATE_电压低于1.2V时，激活强下拉开关，确保MOSFET可靠断开。

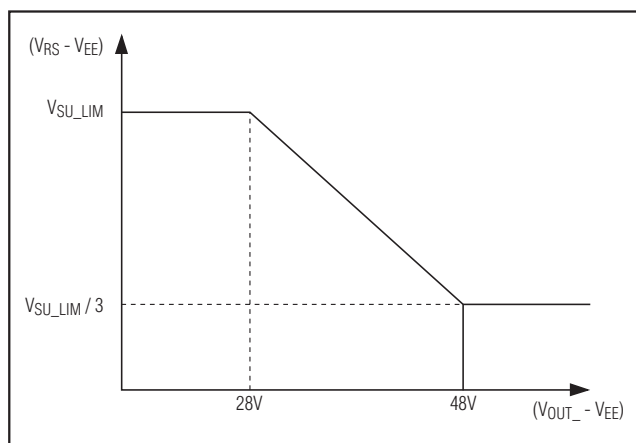


图3a. 折返电流特性

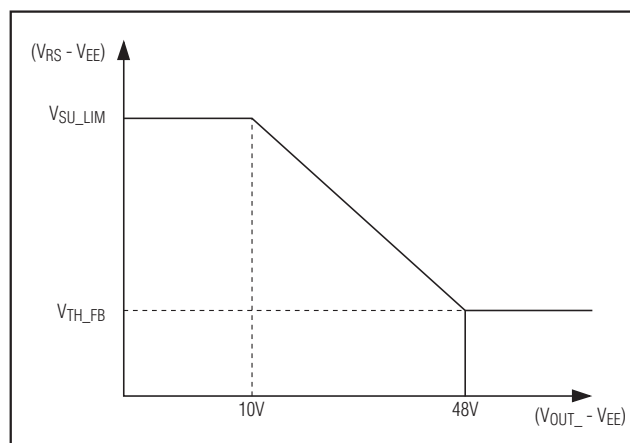


图3b. 大功率模式下的折返电流特性

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

数字逻辑

V_{DD} 为内部逻辑电路提供电源。 V_{DD} 范围从 +3.0V 至 +5.5V，并决定了 CMOS 信号 (SDAIN、SDAOUT、SCL、AUTO、 $\overline{\text{SHD}}$ 、A₁) 的逻辑门限。这一电压范围使 MAX5965A/MAX5965B 可以与非隔离低压微控制器接口。MAX5965A/MAX5965B 检查数字电源是否与内部逻辑兼容。MAX5965A/MAX5965B 还具有 +2.0V 的 V_{DD} 欠压锁定 (V_{DDUVLO})。 V_{DDUVLO} 情况下，MAX5965A/MAX5965B 保持复位状态且端口被关闭。 V_{DD} 恢复以后，电源事件寄存器中的第 0 位表示 V_{DDUVLO} 的状态 (表 12)。所有逻辑输入和输出都以 DGND 为参考，为进行交流负载断开检测，DGND 和 AGND 必须从外部连接在一起。应在系统内将 DGND 和 AGND 通过单点连接，连接点应尽量靠近 MAX5965A/MAX5965B。

硬件关断

$\overline{\text{SHD}}$ 无需通过串行接口即可关闭相应端口。硬件关断提供了紧急关闭功能，允许快速断开端口电源。拉低 $\overline{\text{SHD}}$ 可以移除电源， $\overline{\text{SHD}}$ 还可复位事件和状态寄存器的相应位。

中断

MAX5965A/MAX5965B 包含一个开漏逻辑输出 ($\overline{\text{INT}}$)，当出现中断条件时变为低电平。R00h 和 R01h (表 6 和表 7) 给出了中断寄存器的定义。屏蔽寄存器 R01h 决定触发中断的事件。作为对中断的响应，控制器读取事件寄存器的状态，以确定中断的起因以及随后应该采取的措施。每个中断事件寄存器还包含一个读清除 (CoR) 寄存器。读取 CoR 寄存器可清除中断。通过只读地址读中断时， $\overline{\text{INT}}$ 保持为低。例如，读地址 09h 可清除端口 4 的开启故障 (参见表 11)。通过寄存器 1Ah 中的全局按钮位 (第 7 位，表 23) 可以清除中断，也可以通过软件或硬件复位来清除中断。

欠压和过压保护

MAX5965A/MAX5965B 具有多种欠压和过压保护功能，寄存器映射和说明部分的表 12 详细列出了欠压和过压保护功能。内部 V_{EE} 欠压锁定 (V_{EEUVLO}) 电路使 MOSFET 保持关闭状态，MAX5965A/MAX5965B 保持复位状态，直到 $V_{AGND} - V_{EE}$ 大于 29V 的时间超过 3ms。当 ($V_{AGND} - V_{EE}$) 大于 60V 时，内部 V_{EE} 过压 (V_{EEOV}) 电路关闭端口。数字电源也有欠压锁定 (V_{DDUVLO}) 功能。MAX5965A/MAX5965B 还有另外三个欠压和过压中断： V_{EE} 欠压中断 (V_{EEUV})、 V_{DD} 欠压

中断 (V_{DDUV}) 和 V_{DD} 过压中断 (V_{DDOV})。对于 V_{EEUV} 、 V_{DDUV} 或 V_{DDOV} ，故障状况会被锁存在电源事件寄存器 (表 12) 中，但 MAX5965A/MAX5965B 不会关闭端口。

直流负载断开监测

正常供电状态下，设置 R13h[DCD_EN] 位为高将使能直流负载监测。如果 V_{RS} (R_S 两端的电压) 跌至直流负载断开门限 V_{DCTH} 以下，且持续时间超过 t_{DISC} ，器件关闭电源并置位相应端口的 LD_DISC 位。

交流负载断开监测 (MAX5965A/MAX5965B)

MAX5965A/MAX5965B 具有交流负载断开监测功能。OSC 连接一个外部正弦波，振荡器要求如下：

- 1) $V_{P-P} \times \text{频率} = 200V_{P-P} \times \text{Hz} \pm 15\%$
- 2) 正峰值电压 $> +2.2V$
- 3) 频率 $> 60\text{Hz}$

推荐采用 $100\text{Hz} \pm 10\%$ 、 $2V_{P-P} \pm 5\%$ 、+1.3V 偏置电平 ($V_{PEAK} = +2.3V$ ，典型值)。

MAX5965A/MAX5965B 将外部振荡器信号缓冲、放大 3 倍，并将信号发送至 DET₁，DET₁ 端的正弦波被交流耦合至输出。MAX5965A/MAX5965B 通过监测返回 DET₁ 的交流电流幅度判断负载是否存在 (参见功能框图)。

设置 R13h[ACD_EN] 位为高可使能正常供电状态下的交流负载断开监测。如果 DET₁ 输入的交流电流峰值跌至 I_{ACTH} 以下，且持续时间超过 t_{DISC} ，器件关闭电源并置位相应端口的 LD_DISC 位。 I_{ACTH} 可通过 R23h[2:0] 编程设置。

内部比较器可以检查振荡器输入的振幅是否合适。如果输入正弦波的正峰值低于 2V (典型值) 安全门限，OSC_FAIL 置位且端口关闭。ACD_EN 和 OSC_FAIL 都置高时不能给端口加电。不使用交流断开检测时，OSC 不连接或连接至 DGND。

热关断

如果 MAX5965A/MAX5965B 的管芯温度达到 +150°C，将导致过热故障，MAX5965A/MAX5965B 关闭且 MOSFET 关断。当 MAX5965A/MAX5965B 的管芯温度冷却至 +130°C 以下时才会脱离热故障状态，热关断以后器件复位。

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

MAX5965A/MAX5965B

看门狗

R1Eh和R1Fh寄存器控制看门狗的工作。启用看门狗功能时，若发生软件/固件故障，MAX5965A/MAX5965B可平稳地接管控制，或安全地关闭端口电源，详细情况请与工厂联系。

地址输入

A3、A2、A1和A0是器件地址的四个LSB，完整的芯片地址为7位(参见表4)。

RESET由低向高跳变时或电源(V_{DD} 或 V_{EE})启动以后，这四个LSB被锁定。地址输入通过内部50k Ω 电阻上拉至 V_{DD} ，默认为高电平。MAX5965A/MAX5965B也能通过全局地址30h响应呼叫(参见全局寻址与告警响应协议部分)。

表4. MAX5965A/MAX5965B地址

0	1	0	A3	A2	A1	A0	R/W
---	---	---	----	----	----	----	-----

I²C兼容串行接口

MAX5965A/MAX5965B是从器件，通过I²C兼容2线或3线接口发送和接收数据。该接口使用串行数据输入线(SDAIN)、串行数据输出线(SDAOUT)以及串行时钟线(SCL)实现主机和从机之间的双向通信。主机(一般是微控制器)启动与MAX5965A/MAX5965B之间的所有数据传输，并生成用来同步数据传输的SCL时钟。在多数应用中，SDAIN和SDAOUT线连接在一起作为串行数据线(SDA)。

当采用隔离电源给微控制器供电时，单独的输入和输出数据线方便了与控制器总线的光电隔离。

MAX5965A/MAX5965B的SDAIN线作为输入。MAX5965A/MAX5965B的SDAOUT作为开漏输出，SDAOUT要求典型值为4.7k Ω 的上拉电阻。MAX5965A/MAX5965B的SCL线只作为输入，如果系统中有多个主机，或单主机系统中的主机具有开漏SCL输出，则SCL要求典型值为4.7k Ω 的上拉电阻。

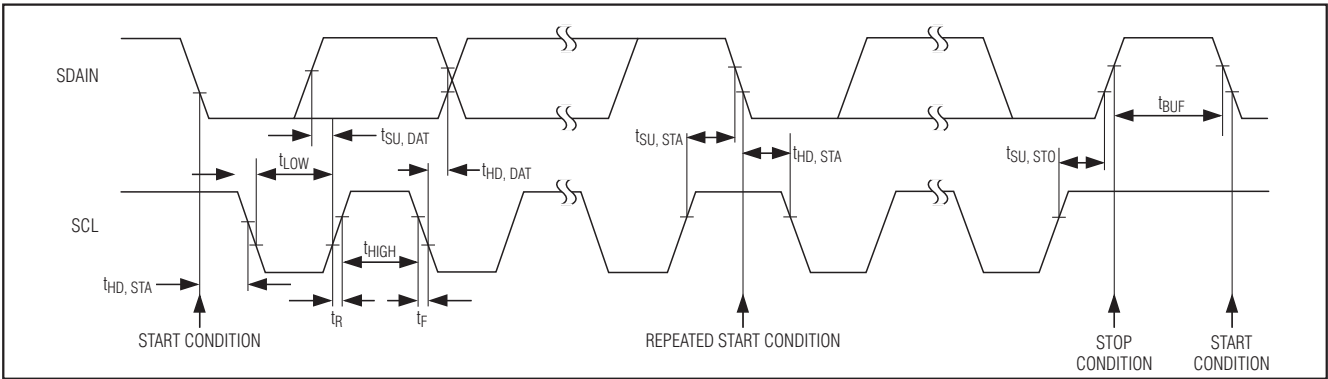


图4. 2线串行接口时序

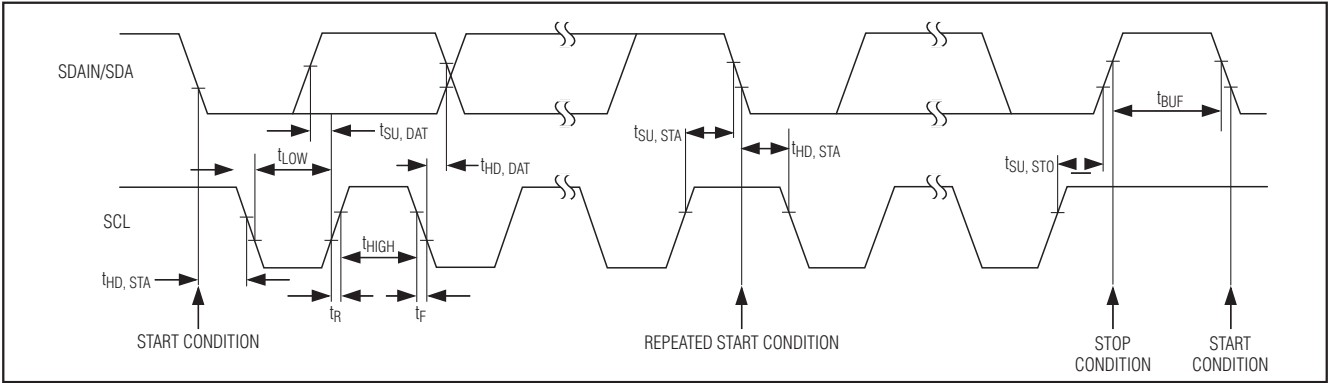


图5. 3线串行接口时序

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

串行寻址

每次传输包含一个主机发送的START条件(图6)和随后的MAX5965A/MAX5965B 7位从地址、R/ $\overline{W}$ 位、寄存器地址字节、一个或多个数据字节，最后是STOP条件。

START和STOP条件

接口空闲时SCL和SDA均为高。在SCL为高电平时，主机驱动SDA由高跳变到低即产生一个START (S)条件，表示一次传输的开始。当主机完成与从机的通信后，主机在SCL为高时驱动SDA由低跳变到高即发出一个STOP (P)条件。STOP条件使总线释放，为下一次传输做好准备。

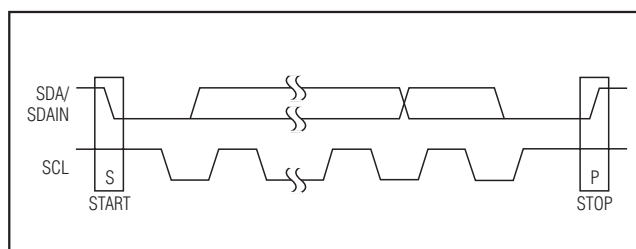


图6. START和STOP条件

位传输

每个时钟脉冲传输一个数据位(图7)。SCL为高期间SDA上的数据必须保持稳定。

应答

应答位是第9位数据(图8)，它被接收方作为接收每个数据字节的握手信号。因此，每个字节的有效传输需要9位。主机产生第9个时钟脉冲，接收方在应答时钟脉冲内将SDA(或3线接口的SDAOUT)拉低，所以，在应答时钟脉冲为高电平期间SDA线稳定在低电平。当主机给MAX5965A/MAX5965B发送数据时，MAX5965A/MAX5965B生成应答位；当MAX5965A/MAX5965B给主机发送数据时，主机生成应答位。

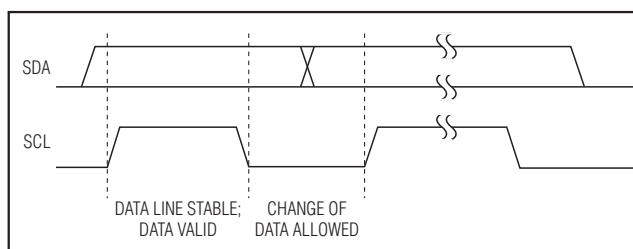


图7. 位传输

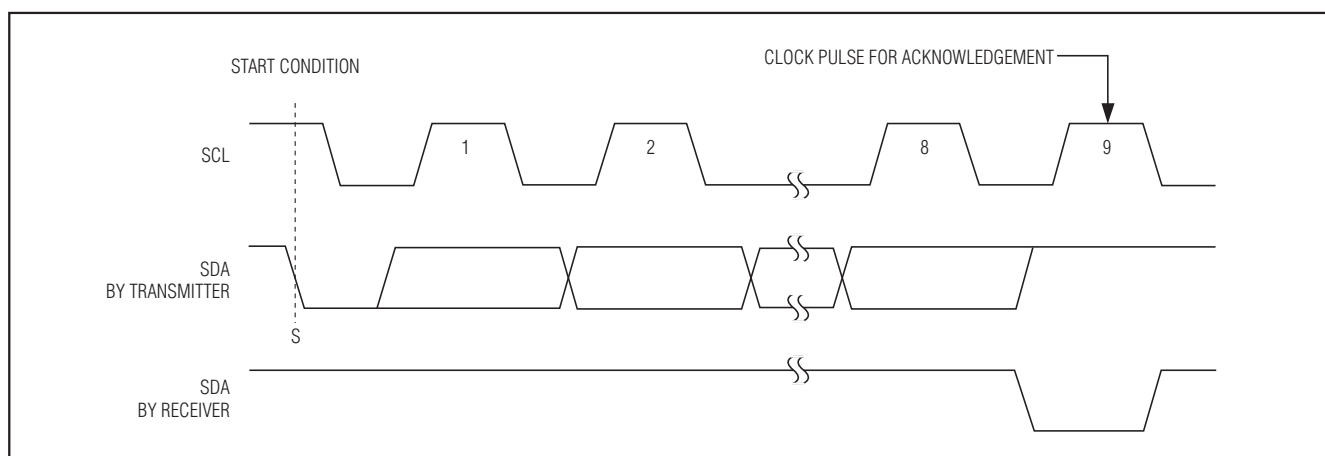


图8. 应答

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

从地址

MAX5965A/MAX5965B具有7位从地址(图9)。紧随7位从地址的是R/W位(第8位)，R/W位置低表示写操作，置高表示读操作。

MAX5965A/MAX5965B从地址的高三位(MSB)始终为010。从地址位A3、A2、A1和A0代表MAX5965A/MAX5965B的A3、A2、A1和A0输入的状态，因而允许多达16个MAX5965A/MAX5965B共享总线。在MAX5965A/MAX5965B复位时，A3、A2、A1和A0的状态被锁入R11h寄存器。MAX5965A/MAX5965B持续监测总线，等待START条件和随后的MAX5965A/MAX5965B从地址。MAX5965A/MAX5965B识别其从地址后，即发出应答并为后续通信做好准备。

全局寻址与告警响应协议

写模式下，全局地址呼叫用于对多个器件的相同寄存器写入数据(地址0x60)。读模式下(地址0x61)，全局地址呼叫用作告警响应地址。响应全局呼叫时，只要中断被激活，MAX5965A/MAX5965B就会将自己的地址放到数据线上，连接到SDAOUT线的所有其它器件如果有激活的中断也会如此响应。完成位传输后，MAX5965A/MAX5965B按

照发送的数据检查数据线。如果不一致，则退出并释放数据线。这种诉讼协议总是使具有最低地址的器件完成传输。然后微控制器响应中断并采取适当的行动。在告警响应协议结束时，MAX5965A/MAX5965B不会复位其自身中断。微控制器必须通过CoR地址，或触发CLR_INT按钮来清除事件寄存器。

写MAX5965A/MAX5965B的信息格式

向MAX5965A/MAX5965B写数据时，首先发送MAX5965A/MAX5965B的从地址，并将R/W位置0，随后至少发送一个字节的的信息。信息的第一字节为命令字节(图10)。命令字节确定下个字节(如果接收到的话)写入MAX5965A/MAX5965B的哪个寄存器。如果MAX5965A/MAX5965B在接收到命令字节后检测到STOP条件，那么MAX5965A/MAX5965B在存储命令字节之后不进行任何操作。命令字节后面接收的是数据字节，第一个数据字节写入由命令字节选择的MAX5965A/MAX5965B内部寄存器。如果在MAX5965A/MAX5965B检测到STOP条件之前收到了多个数据字节，这些字节会被存储在后续的MAX5965A/MAX5965B内部寄存器中，因为控制字节地址是自动递增的。

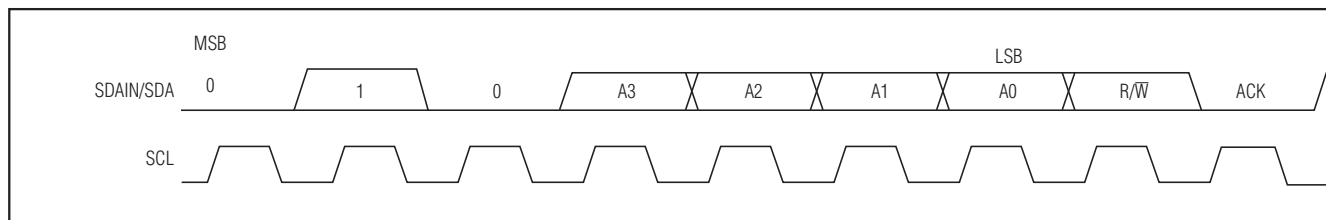


图9. 从地址

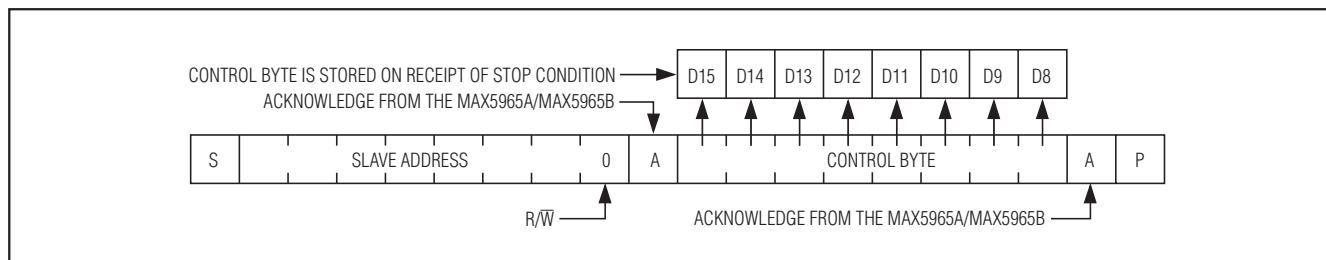


图10. 接收控制字节

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

读信息格式

读MAX5965A/MAX5965B时，MAX5965A/MAX5965B内部存储的命令字节被作为地址指针，类似于写操作时利用存储命令字节作为写地址指针。读完每个数据字节后指针自动递增，规则和写数据一样。因此，读操作时需要首先通过写命令配置MAX5965A/MAX5965B的命令字节。接着主机从MAX5965A/MAX5965B读取‘n’个连续字节，第一个数据字节从初始命令字节所寻址的寄存器读出。当执行先写后读验证操作时，记住应复位命令字节的地址，因为写操作后存储的控制字节地址会自动递增。

多主机工作

当MAX5965A/MAX5965B的2线接口挂接多个主机时，主机在读MAX5965A/MAX5965B时，应在设置MAX5965A/MAX5965B地址指针的写操作和从该地址读取数据的读操作之间使用重复开始条件。在主机1设置完MAX5965A/MAX5965B地址指针，但主机1尚未读取数据时，主机2有可能会接管总线。如果主机2接下来复位MAX5965A/

MAX5965B地址指针，则主机1就可能从一个未知地址读取数据。

命令地址自动递增

地址自动递增大大减少了配置MAX5965A/MAX5965B需要发送的命令地址的次数，减小了传输量。存储在MAX5965A/MAX5965B中的命令地址通常在每次写或读一个数据字节后递增(表5)。MAX5965A/MAX5965B能够避免覆盖未使用的寄存器地址和意外操作产生的地址重叠。

表5. 自动递增规则

COMMAND BYTE ADDRESS RANGE	AUTOINCREMENT BEHAVIOR
0x00 to 0x26	Command address autoincrements after byte read or written
0x26	Command address remains at 0x26 after byte written or read

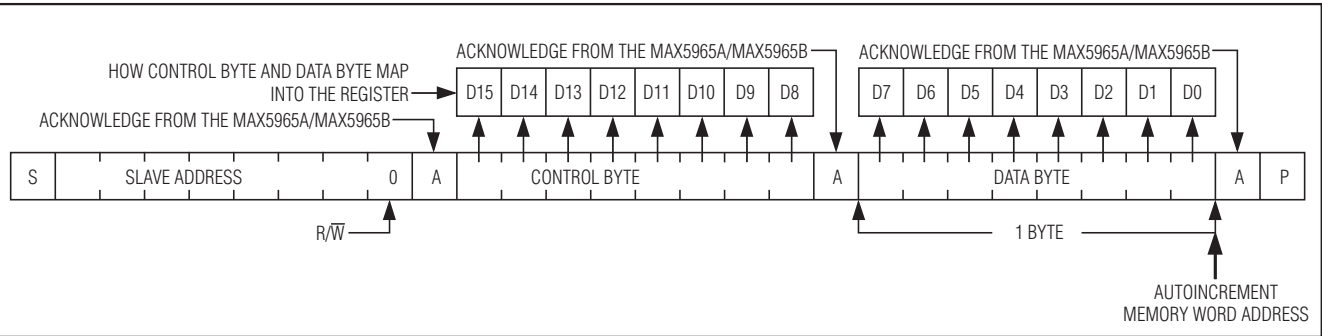


图11. 接收控制字节和单个数据字节

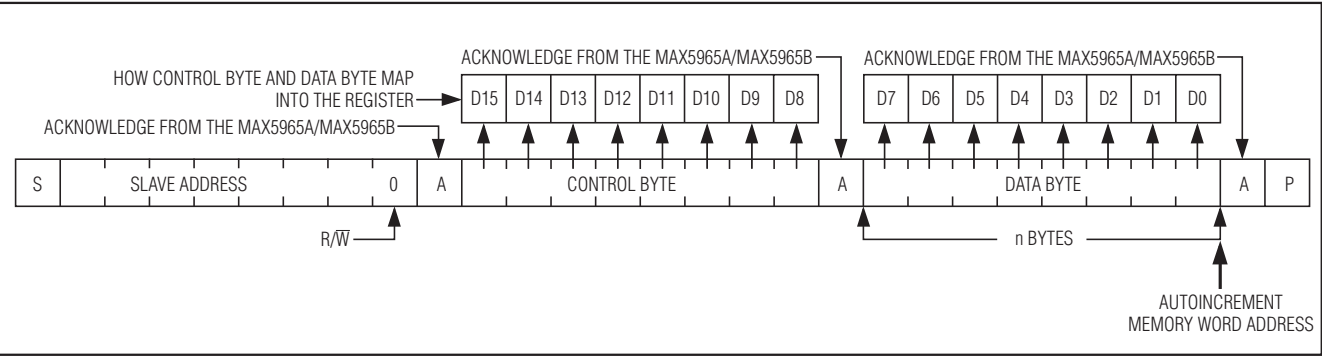


图12. 接收‘n’个数据字节

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

MAX5965A/MAX5965B

寄存器映射和说明

中断寄存器(表6)概括了事件寄存器状态，并用于向控制器发送中断信号($\overline{\text{INT}}$ 为低)。向R1Ah[7]写1可清除所有中断和事件寄存器，复位后R00h为00h。

INT_EN (R17h[7])是一个全局中断屏蔽(表7)，MASK_位用于激活寄存器R00h中相应的中断位，向INT_EN (R17h[7])写0禁止 $\overline{\text{INT}}$ 输出。

复位后R01h为AAA00A00b，其中A为复位之前AUTO输入的状态。

表6. 中断寄存器

ADDRESS = 00h			DESCRIPTION
SYMBOL	BIT	R/W	
SUP_FLT	7	R	Interrupt signal for supply faults. SUP_FLT is the logic OR of all the bits [7:0] in register R0Ah/R0Bh (Table 12).
TSTR_FLT	6	R	Interrupt signal for startup failures. TSTR_FLT is the logic OR of bits [7:0] in register R08h/R09h (Table 11).
IMAX_FLT	5	R	Interrupt signal for current-limit violations. IMAX_FLT is the logic OR of bits [3:0] in register R06h/R07h (Table 10).
CL_END	4	R	Interrupt signal for completion of classification. CL_END is the logic OR of bits [7:4] in register R04h/R05h (Table 9).
DET_END	3	R	Interrupt signal for completion of detection. DET_END is the logic OR of bits [3:0] in register R04h/R05h (Table 9).
LD_DISC	2	R	Interrupt signal for load disconnection. LD_DISC is the logic OR of bits [7:4] in register R06h/R07h (Table 10).
PG_INT	1	R	Interrupt signal for PGOOD status change. PG_INT is the logic OR of bits [7:4] in register R02h/R03h (Table 8).
PEN_INT	0	R	Interrupt signal for power-enable status change. PEN_INT is the logic OR of bits [3:0] in register R02h/R03h (Table 8).

表7. 中断屏蔽寄存器

ADDRESS = 01h			DESCRIPTION
SYMBOL	BIT	R/W	
MASK7	7	R/W	Interrupt mask bit 7. A logic-high enables the SUP_FLT interrupts. A logic-low disables the SUP_FLT interrupts.
MASK6	6	R/W	Interrupt mask bit 6. A logic-high enables the TSTR_FLT interrupts. A logic-low disables the TSTR_FLT interrupts.
MASK5	5	R/W	Interrupt mask bit 5. A logic-high enables the IMAX_FLT interrupts. A logic-low disables the IMAX_FLT interrupts.
MASK4	4	R/W	Interrupt mask bit 4. A logic-high enables the CL_END interrupts. A logic-low disables the CL_END interrupts.
MASK3	3	R/W	Interrupt mask bit 3. A logic-high enables the DET_END interrupts. A logic-low disables the DET_END interrupts.
MASK2	2	R/W	Interrupt mask bit 2. A logic-high enables the LD_DISC interrupts. A logic-low disables the LD_DISC interrupts.
MASK1	1	R/W	Interrupt mask bit 1. A logic-high enables the PG_INT interrupts. A logic-low disables the PG_INT interrupts.
MASK0	0	R/W	Interrupt mask bit 0. A logic-high enables the PEN_INT interrupts. A logic-low disables the PEN_INT interrupts.

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

供电事件寄存器(表8)记录四个端口供电状态的变化。PGOOD_ (R10h[7:4])的任何变化会将PG_CHG_置为1；PWR_EN_ (R10h[3:0])的任何变化会将PWEN_CHG_置为1。PG_CHG_和PWEN_CHG_分别由PGOOD_和PWR_EN_的跳变

沿触发，而与该位的实际状态无关。供电事件寄存器有两个地址。读取R02h地址时寄存器内容不变。读取CoR R03h地址时寄存器内容将被清除。复位后R02h/R03h = 00h。

表8. 供电事件寄存器

SYMBOL	BIT	ADDRESS		DESCRIPTION
		02h	03h	
		R/W	R/W	
PG_CHG4	7	R	CoR	PGOOD change event for port 4
PG_CHG3	6	R	CoR	PGOOD change event for port 3
PG_CHG2	5	R	CoR	PGOOD change event for port 2
PG_CHG1	4	R	CoR	PGOOD change event for port 1
PWEN_CHG4	3	R	CoR	Power enable change event for port 4
PWEN_CHG3	2	R	CoR	Power enable change event for port 3
PWEN_CHG2	1	R	CoR	Power enable change event for port 2
PWEN_CHG1	0	R	CoR	Power enable change event for port 1

每当相应端口的检测/分级完成后，DET_END_/CL_END_被设置为高。任一个CL_END_位为1将设置R00h[4]为1，任一个DET_END_位为1将设置R00h[3]为1。和其它事件

寄存器一样，检测事件寄存器也有两个地址。读取R04h地址时寄存器内容不变。读取CoR R05h地址时寄存器内容将被清除，复位后R04h/R05h = 00h。

表9. 检测事件寄存器

SYMBOL	BIT	ADDRESS		DESCRIPTION
		04h	05h	
		R/W	R/W	
CL_END4	7	R	CoR	Classification completed on port 4
CL_END3	6	R	CoR	Classification completed on port 3
CL_END2	5	R	CoR	Classification completed on port 2
CL_END1	4	R	CoR	Classification completed on port 1
DET_END4	3	R	CoR	Detection completed on port 4
DET_END3	2	R	CoR	Detection completed on port 3
DET_END2	1	R	CoR	Detection completed on port 2
DET_END1	0	R	CoR	Detection completed on port 1

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

当检测到由于负载移开而关闭相应端口时，LD_DISC_被设置为高。成功启动后，如果端口由于长期过流而关闭，IMAX_FLT_被设置为高。任一个LD_DISC_位为1将设置R00h[2]为1，任一个IMAX_FLT_位为1将设置R00h[5]为1。

与其它事件寄存器一样，故障事件寄存器也有两个地址。读取R06h地址时寄存器内容不变。读取CoR R07h地址时寄存器内容将被清除。复位后R06h/R07h = 00h。

表 10. 故障事件寄存器

SYMBOL	BIT	ADDRESS		DESCRIPTION
		06h	07h	
		R/W	R/W	
LD_DISC4	7	R	CoR	Disconnect on port 4
LD_DISC3	6	R	CoR	Disconnect on port 3
LD_DISC2	5	R	CoR	Disconnect on port 2
LD_DISC1	4	R	CoR	Disconnect on port 1
IMAX_FLT4	3	R	CoR	Overcurrent on port 4
IMAX_FLT3	2	R	CoR	Overcurrent on port 3
IMAX_FLT2	1	R	CoR	Overcurrent on port 2
IMAX_FLT1	0	R	CoR	Overcurrent on port 1

如果在启动周期结束后，端口停留在限流状态，或不满足PGOOD条件，那么端口将被关闭，相应的STRT_FLT_被置1。任一个STRT_FLT_为1将设置R00h[6]为1。当任一端口的电流超出了该端口所在分级(在分级过程中确定)所允许的最大电流时，IVC_被置为1。任一个IVC_为1将设置R00h[6]为1。CL_DISC (R17h[2])为1时，端口将按照

*Electrical Characteristics*表中规定的分级电流对负载电流进行限制。和其它事件寄存器一样，启动事件寄存器也有两个地址。读取R08h地址时寄存器内容不变。读取CoR R09h地址时寄存器内容将被清除。复位后R08h/R09h = 00h。

表 11. 启动事件寄存器

SYMBOL	BIT	ADDRESS		DESCRIPTION
		08h	09h	
		R/W	R/W	
IVC4	7	R	CoR	Class overcurrent flag for port 4
IVC3	6	R	CoR	Class overcurrent flag for port 3
IVC2	5	R	CoR	Class overcurrent flag for port 2
IVC1	4	R	CoR	Class overcurrent flag for port 1
STRT_FLT4	3	R	CoR	Startup failed on port 4
STRT_FLT3	2	R	CoR	Startup failed on port 3
STRT_FLT2	1	R	CoR	Startup failed on port 2
STRT_FLT1	0	R	CoR	Startup failed on port 1

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

MAX5965A/MAX5965B连续监测电源，并设置电源事件寄存器(表12)中的相应位。当 V_{DD}/V_{EE} 超过对应的过压门限时， V_{DD_OV}/V_{EE_OV} 被设置为1。当 V_{DD}/V_{EE} 跌至对应的欠压门限以下时， V_{DD_UV}/V_{EE_UV} 被置为1。

当OSC输入的振荡器信号振幅跌落至某一电平以下，以致于可能影响交流负载断开检测功能时，OSC_FAIL被置为1。只有当至少一个ACD_EN (R13h[7:4])位设置为高时，OSC_FAIL才能产生中断。

热关断电路监测管芯温度，并在温度超过+150°C后复位MAX5965A/MAX5965B。MAX5965A/MAX5965B返回正常工作模式后TSD被置为1。每次UVLO复位以后TSD也会被置为1。

当 V_{DD} 和/或 V_{EE} 低于其UVLO门限时，MAX5965A/MAX5965B进入复位模式并安全关闭所有端口。当 V_{DD} 和/或 V_{EE} 上升至大于各自的UVLO门限时，器件会在最后一个电源超过UVLO门限时脱离复位状态。最后一个电源对应的电源事件寄存器的UV和UVLO位将被置1。

电源事件寄存器中的任一位为1将使R00h[7]置1。和其它事件寄存器一样，电源事件寄存器有两个地址。读取R0Ah地址时寄存器内容不变，读取CoR R0Bh地址时寄存器内容将被清除。如果 V_{DD} 在 V_{EE} 之后建立，复位后R0Ah/R0Bh为00100001b；如果 V_{EE} 在 V_{DD} 之后建立，复位后R0Ah/R0Bh为00010100b。

表12. 电源事件寄存器

SYMBOL	BIT	ADDRESS		DESCRIPTION
		0Ah	0Bh	
		R/W	R/W	
TSD	7	R	CoR	Overtemperature shutdown
V_{DD_OV}	6	R	CoR	V_{DD} overvoltage condition
V_{DD_UV}	5	R	CoR	V_{DD} undervoltage condition
V_{EE_UVLO}	4	R	CoR	V_{EE} undervoltage lockout condition
V_{EE_OV}	3	R	CoR	V_{EE} overvoltage condition
V_{EE_UV}	2	R	CoR	V_{EE} undervoltage condition
OSC_FAIL	1	R	CoR	Oscillator amplitude is below limit
V_{DD_UVLO}	0	R	CoR	V_{DD} undervoltage lockout condition

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

MAX5965A/MAX5965B

端口状态寄存器(表13a)记录每个阶段结束时的检测和分级的结果，分别用三位编码表示。R0Ch中包含了端口1的检测和分级状态，R0Dh、R0Eh、R0Fh分别对应端口2、3、4的检测和分级状态。表13b和表13c分别给出了检测/分级结果的编码定义。CLC_EN = 0时，检测结果如表13b所示；CLC_EN设置为高时，MAX5965A/MAX5965B可以对高达150 μ F的容性负载进行有效检测。

2事件分级没有使能时(ENx_CL6 = 0)，分级状态如表13c所示。2事件分级使能时(ENx_CL6 = 1)，CLASS_[2:0]位设置为000，分级结果由R2Ch–R2Fh表示。

作为一项保护措施，当POFF_CL (R17h[3]，表21)为1时，对于那些在分级后返回状态111的端口，MAX5965A/MAX5965B禁止打开其电源。复位后0Ch、0Dh、0Eh、0Fh为00h。

表13a. 端口状态寄存器

ADDRESS = 0Ch, 0Dh, 0Eh, 0Fh			DESCRIPTION
SYMBOL	BIT	R/W	
Reserved	7	R	Reserved
CLASS_	6	R	CLASS_[2]
	5	R	CLASS_[1]
	4	R	CLASS_[0]
Reserved	3	R	Reserved
DET_ST_	2	R	DET_ST_[2]
	1	R	DET_ST_[1]
	0	R	DET_ST_[0]

表13b. 检测结果编码表

DET_ST_[2:0] (ADDRESS = 0Ch, 0Dh, 0Eh, 0Fh)	DETECTED	DESCRIPTION
000	None	Detection status unknown
001	DCP	Positive DC supply connected at the port (AGND - V _{OUT_} < 1V)
010	HIGH CAP	High capacitance at the port (> 8.5 μ F)
011	RLOW	Low resistance at the port, R _{PD} < 15k Ω
100	DET_OK	Detection pass, 15k Ω < R _{PD} < 33k Ω
101	RHIGH	High resistance at the port, R _{PD} > 33k Ω
110	OPEN0	Open port (I < 10 μ A)
111	DCN	Negative DC supply connected to the port (V _{OUT_} - V _{EE} < 2V)

表13c. 分级结果编码表

CLASS_[2:0] (ADDRESS = 0Ch, 0Dh, 0Eh, 0Fh)	CLASS RESULT
000	Unknown
001	1
010	2
011	3
100	4
101	5
110	0
111	Current limit (> I _{CILIM})

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

在上电启动周期结束后，如果满足电源就绪条件($0 < (V_{OUT} - V_{EE}) < PG_{TH}$)，PGOOD_被置1 (表14)。电源就绪条件的保持时间必须超过 t_{PGOOD} ，方可触发PGOOD_信号。只要输出不满足电源就绪条件，PGOOD_即被复位为0。发生故障时立即强制PGOOD_为低。

端口电源打开时PWR_EN_置1，端口关闭后PWR_EN_即复位到0。PGOOD_和PWR_EN_位的任何变化都会将供电事件寄存器R02h/R03h的相应位置位(表8)，复位后R10h = 00h。

表 14. 供电状态寄存器

ADDRESS = 10h			DESCRIPTION
SYMBOL	BIT	R/W	
PGOOD4	7	R	Power-good condition on port 4
PGOOD3	6	R	Power-good condition on port 3
PGOOD2	5	R	Power-good condition on port 2
PGOOD1	4	R	Power-good condition on port 1
PWR_EN4	3	R	Power is enabled on port 4
PWR_EN3	2	R	Power is enabled on port 3
PWR_EN2	1	R	Power is enabled on port 2
PWR_EN1	0	R	Power is enabled on port 1

A3、A2、A1、A0 (表15)是MAX5965A/MAX5965B地址的低四位(表4)。复位期间，器件将这些地址位锁入R11h。这

四位地址来自相应的输入引脚，MIDSPAN和AUTO也来自相应输入的状态。正常工作期间这些输入的变化将被忽略。

表 15. 地址输入状态寄存器

ADDRESS = 11h			DESCRIPTION
SYMBOL	BIT	R/W	
Reserved	7	R	Reserved
Reserved	6	R	Reserved
A3	5	R	Device address, A3 pin latched-in status
A2	4	R	Device address, A2 pin latched-in status
A1	3	R	Device address, A1 pin latched-in status
A0	2	R	Device address, A0 pin latched-in status
MIDSPAN	1	R	MIDSPAN input's latched-in status
AUTO	0	R	AUTO input's latched-in status

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

MAX5965A/MAX5965B

MAX5965A/MAX5965B的每个端口使用两个控制位设置工作模式，按照表16a和表16b设置工作模式。

复位后R12h = AAAAAAAAAb，其中A代表复位之前锁存的AUTO输入的状态。可用软件改变工作模式，软件复位端口(RESET_P_位，表23)不影响模式寄存器。

表 16a. 工作模式寄存器

ADDRESS = 12h			DESCRIPTION
SYMBOL	BIT	R/W	
P4_M1	7	R/W	MODE[1] for port 4
P4_M0	6	R/W	MODE[0] for port 4
P3_M1	5	R/W	MODE[1] for port 3
P3_M0	4	R/W	MODE[0] for port 3
P2_M1	3	R/W	MODE[1] for port 2
P2_M0	2	R/W	MODE[0] for port 2
P1_M1	1	R/W	MODE[1] for port 1
P1_M0	0	R/W	MODE[0] for port 1

表 16b. 工作模式状态

MODE	DESCRIPTION
00	Shutdown
01	Manual
10	Semi-auto
11	Auto

设置DCD_EN_为1，将使能直流负载断开检测功能(表17)。设置ACD_EN_为1，将使能交流负载断开检测功能。如果上述功能使能，在启动之后，当R10h寄存器(表14)中对应

的PGOOD_位变高，进入供电模式后负载断开检测电路开始工作。复位后R13h = 0000AAAAb，其中A代表复位之前锁存的AUTO输入的状态。

表 17. 负载断开检测使能寄存器

ADDRESS = 13h			DESCRIPTION
SYMBOL	BIT	R/W	
ACD_EN4	7	R/W	Enable AC disconnect detection on port 4
ACD_EN3	6	R/W	Enable AC disconnect detection on port 3
ACD_EN2	5	R/W	Enable AC disconnect detection on port 2
ACD_EN1	4	R/W	Enable AC disconnect detection on port 1
DCD_EN4	3	R/W	Enable DC disconnect detection on port 4
DCD_EN3	2	R/W	Enable DC disconnect detection on port 3
DCD_EN2	1	R/W	Enable DC disconnect detection on port 2
DCD_EN1	0	R/W	Enable DC disconnect detection on port 1

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

设置DET_EN_/CLASS_EN_为1 (表18)，可分别使能负载检测/分级。检测的优先级始终高于分级。如果不需要检测就执行分级时，应设置DET_EN_位为低，CLASS_EN_位为高。

手动模式下，R14h的作用类似于按钮。将其中的位置高将启动相应的过程，过程结束后该位被清零。

进入自动模式后，R14h默认为FFh。进入半自动或手动模式后，R14h默认为00h。复位或上电后设置R14h = AAAAAAAAb，其中A代表复位之前锁存的AUTO输入的状态。

表 18. 检测和分级使能寄存器

ADDRESS = 14h			DESCRIPTION
SYMBOL	BIT	R/W	
CLASS_EN4	7	R/W	Enable classification on port 4
CLASS_EN3	6	R/W	Enable classification on port 3
CLASS_EN2	5	R/W	Enable classification on port 2
CLASS_EN1	4	R/W	Enable classification on port 1
DET_EN4	3	R/W	Enable detection on port 4
DET_EN3	2	R/W	Enable detection on port 3
DET_EN2	1	R/W	Enable detection on port 2
DET_EN1	0	R/W	Enable detection on port 1

EN_HP_CL_、EN_HP_ALL 配合 CL_DISC (R17h[2]) 和 ENx_CL6 (R1Ch[7:4])，共同设置大功率模式，详细信息请参考表3。

BCKOFF_置1 (表19)时使能对应端口的节奏控制时序，每次负载检测失败时将关闭端口并等待2.2s。IEEE 802.3af标

准要求通过空闲线对供电的PSE (中跨PSE)具备节奏控制功能。

复位或上电后设置R15h = 0000XXXXb，其中‘X’是MIDSPAN和AUTO输入状态的逻辑“与”。

表 19. 回退和大功率使能寄存器

ADDRESS = 15h			DESCRIPTION
SYMBOL	BIT	R/W	
EN_HP_ALL	7	R/W	High-power detection enabled
EN_HP_CL6	6	R/W	Class 6 PD high-power enabled
EN_HP_CL5	5	R/W	Class 5 PD high-power enabled
EN_HP_CL4	4	R/W	Class 4 PD high-power enabled
BCKOFF4	3	R/W	Enable cadence timing on port 4
BCKOFF3	2	R/W	Enable cadence timing on port 3
BCKOFF2	1	R/W	Enable cadence timing on port 2
BCKOFF1	0	R/W	Enable cadence timing on port 1

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

MAX5965A/MAX5965B

TSTART[1,0] (表20a)设置启动定时器，启动时间是启动期间允许端口处于限流状态的时间。TFAULT[1,0]设置故障时间，故障时间是正常工作期间允许端口处于限流状态的时间。RSTR[1,0]设置TFAULT_计数器的放电速率，并有效地设定了发生过流故障后端口保持关断的时间。TDISC[1,0]设置负载断开检测时间，如果不能提供持续时间长于负载断开检测时间(t_{DISC})的维持供电的最低电源，器件将关闭对端口的供电。

设置R16h中的位，可将 t_{START} 、 t_{FAULT} 、 t_{DISC} 在*Electrical Characteristics*表中规定的标称值基础上成比例地改变。

由于长时间过流导致MAX5965A/MAX5965B关闭端口时(启动期间或正常工作期间)，如果RSTR_EN置高，则器件不允许端口在重启定时器(表20b)归零之前再次上电。这实际上为外部MOSFET设置了一个最小占空比，避免因端口长时间的过流而使MOSFET过热损坏。复位后设置R16h = 00h。

表20a. 定时配置寄存器

ADDRESS = 16h			DESCRIPTION
SYMBOL	BIT	R/W	
RSTR[1]	7	R/W	Restart timer programming bit 1
RSTR[0]	6	R/W	Restart timer programming bit 0
TSTART[1]	5	R/W	Startup timer programming bit 1
TSTART[0]	4	R/W	Startup timer programming bit 0
TFAULT[1]	3	R/W	Overcurrent timer programming bit 1
TFAULT[0]	2	R/W	Overcurrent timer programming bit 0
TDISC[1]	1	R/W	Load disconnect timer programming bit 1
TDISC[0]	0	R/W	Load disconnect timer programming bit 0

表20b. 定时寄存器的启动、故障和负载断开时间

BIT [1:0] (ADDRESS = 16h)	RSTR	t_{DISC}	t_{START}	t_{FAULT}
00	$16 \times t_{\text{FAULT}}$	t_{DISC} nominal (350ms, typ)	t_{START} nominal (60ms, typ)	t_{FAULT} nominal (60ms, typ)
01	$32 \times t_{\text{FAULT}}$	$1/4 \times t_{\text{DISC}}$ nominal	$1/2 \times t_{\text{START}}$ nominal	$1/2 \times t_{\text{FAULT}}$ nominal
10	$64 \times t_{\text{FAULT}}$	$1/2 \times t_{\text{DISC}}$ nominal	$2 \times t_{\text{START}}$ nominal	$2 \times t_{\text{FAULT}}$ nominal
11	$0 \times t_{\text{FAULT}}$	$2 \times t_{\text{DISC}}$ nominal	$4 \times t_{\text{START}}$ nominal	$4 \times t_{\text{FAULT}}$ nominal

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

CL_DISC置1时(表21)，使能端口分级过流保护，此时MAX5965A/MAX5965B根据端口分级状态，按比例减小过流限制(V_{FLT_LIM})。该功能可以对系统提供额外保护，使其不受超过最大分级电流容限的PD的影响。

MAX5965编程设置为切换至大功率配置且HP_TIME为低电平，只有在成功启动使PD作为正常的15W设备上电后，才会使能大电流设置。如果HP_TIME与EN_HP_ALL一起设置，则大电流设置会在上电前使能。对于第4、5和6级

分级，寄存器R15h中对应的使能位必须与EN_HP_ALL一起设置。其它情况下，电流分级默认为第0级。

CL_DISC和EN_HP_CL_ (R15h[6:4])、EN_HP_ALL (R15h[7])、ENx_CL6 (R1Ch[7:4])共同设置大功率模式，详细信息请参考表3。

设置OUT_ISO为高(表21)，强制DET_进入高阻状态。

复位后设置R17h = 0xC0。

表21. 综合配置1寄存器

ADDRESS = 17h			DESCRIPTION
SYMBOL	BIT	R/W	
INT_EN	7	R/W	A logic-high enables $\overline{INT}$ functionality
RSTR_EN	6	R/W	A logic-high enables the autorestart protection time off (as set by the RSTR[1:0] bits)
Reserved	5	—	Reserved
Reserved	4	—	Reserved
POFF_CL	3	R	A logic-high prevents power-up after a classification failure ($I > 50mA$, valid only in AUTO mode)
CL_DISC	2	R/W	A logic-high enables reduced current-limit voltage threshold (V_{FLT_LIM}) according to port classification result
OUT_ISO	1	R/W	Forces DET_ to high impedance. Does not interfere with other circuit operation.
HP_TIME	0	R/W	Enables high power after startup.

用于半自动和手动模式的供电使能“按钮”如表22所示。PWR_ON_置为1时，打开相应端口的电源；PWR_OFF_置为1时，关闭相应的端口电源。当端口已经供电或关断期间，PWR_ON_被忽略。当端口已经关闭或关断期间，PWR_OFF_被忽略。操作完成后，这些位复位为0。在检

测或分级期间，如果PWR_ON_变为高，MAX5965A/MAX5965B平稳地终止当前的操作并打开端口电源。自动模式下MAX5965A/MAX5965B忽略PWR_ON_，复位后设置R19h = 00h。

表22. 供电使能“按钮”寄存器

ADDRESS = 19h			DESCRIPTION
SYMBOL	BIT	R/W	
PWR_OFF4	7	W	A logic-high powers off port 4
PWR_OFF3	6	W	A logic-high powers off port 3
PWR_OFF2	5	W	A logic-high powers off port 2
PWR_OFF1	4	W	A logic-high powers off port 1
PWR_ON4	3	W	A logic-high powers on port 4
PWR_ON3	2	W	A logic-high powers on port 3
PWR_ON2	1	W	A logic-high powers on port 2
PWR_ON1	0	W	A logic-high powers on port 1

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

MAX5965A/MAX5965B

向CLR_INT (表23)写1将清除所有事件寄存器和寄存器R00h中相应的中断位。向RESET_P_写1，将关闭相应端口的电源，只复位该端口的状态和事件寄存器。操作完

成以后，这些位复位为0。向RESET_IC写1将导致全局软件复位，此后寄存器映射被置回为复位状态。复位后设置R1Ah = 00h。

表23. 全局“按钮”寄存器

ADDRESS = 1Ah			DESCRIPTION
SYMBOL	BIT	R/W	
CLR_INT	7	W	A logic-high clears all interrupts
Reserved	6	—	Reserved
Reserved	5	—	Reserved
RESET_IC	4	W	A logic-high resets the MAX5965A/MAX5965B
RESET_P4	3	W	A logic-high resets port 4
RESET_P3	2	W	A logic-high resets port 3
RESET_P2	1	W	A logic-high resets port 2
RESET_P1	0	W	A logic-high resets port 1

ID寄存器(表24)保留器件ID号及版本号，MAX5965A/MAX5965B的ID_CODE[4:0] = 11001b。关于REV[2:0]的数值请联系厂方查询。

表24. ID寄存器

ADDRESS = 1Bh			DESCRIPTION
SYMBOL	BIT	R/W	
ID_CODE	7	R	ID_CODE[4]
	6	R	ID_CODE[3]
	5	R	ID_CODE[2]
	4	R	ID_CODE[1]
	3	R	ID_CODE[0]
REV	2	R	REV[2]
	1	R	REV[1]
	0	R	REV[0]

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

将对应的EN_x_CL6位置位(表25)可使能端口的2事件分级。当该位使能时，分级周期将重复3次，每次间隔21.3ms。每个分级周期期间，器件将输出电压保持为-9V。重复分级过程可使能检测第6级PD的操作。EN_x_CL6位仅在自动模式或半自动模式下有效。

注：在手动模式下连续执行3次分级操作，与在半自动模式或自动模式下执行2事件分级不同。

设置EN_WHDOG (R1Fh[7])为1可使能SMODE功能(表25)。当看门狗计数器归零且端口切换至硬件控制模式时，SMODE_位变为高。每当软件试图使端口上电，但由于端口处于硬件模式而被拒绝时，SMODE_也变为高。复位时设置R1Ch = 00h。

表25. SMODE和2事件分级使能寄存器

ADDRESS = 1Ch			DESCRIPTION
SYMBOL	BIT	CoR or R/W	
EN4_CL6	7	R/W	Port 4 2-event classification enabled
EN3_CL6	6	R/W	Port 3 2-event classification enabled
EN2_CL6	5	R/W	Port 2 2-event classification enabled
EN1_CL6	4	R/W	Port 1 2-event classification enabled
SMODE4	3	CoR	Port 4 hardware control flag
SMODE3	2	CoR	Port 3 hardware control flag
SMODE2	1	CoR	Port 2 hardware control flag
SMODE1	0	CoR	Port 1 hardware control flag

设置EN_WHDOG (R1Fh[7])为1将使能看门狗功能。看门狗激活之后，看门狗定时计数器WDTIME[7:0]每隔164ms向零递减。一旦计数器值归零(也称作看门狗超时)，MAX5965A/MAX5965B即进入硬件控制模式，各端口转换到由寄存器R1Fh中HWMODE_位(表27)设置的工作模式。用软件设置WDTIME (表26)，并在寄存器归零之前不断设置该寄存器

为非零值，以免看门狗超时。这样，软件就可在系统崩溃或切换时平稳地管理端口电源。

在硬件控制模式下，MAX5965A/MAX5965B忽略所有打开电源的请求，SMODE_标记表明硬件接管了MAX5965A/MAX5965B的控制权。另外，硬件控制模式下不允许软件改变工作模式。复位时设置R1Eh = 00h。

表26. 看门狗寄存器

ADDRESS = 1Eh			DESCRIPTION
SYMBOL	BIT	R/W	
WDTIME	7	R/W	WDTIME[7]
	6	R/W	WDTIME[6]
	5	R/W	WDTIME[5]
	4	R/W	WDTIME[4]
	3	R/W	WDTIME[3]
	2	R/W	WDTIME[2]
	1	R/W	WDTIME[1]
	0	R/W	WDTIME[0]

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

设置EN_WHDOG (表27)为高将激活看门狗计数器。当计数器归零时，端口切换至由相应的HWMODE_位确定的硬件控制模式。HWMODE_为低时，设置寄存器R12h中的位为00，从而使端口切换至关断模式。HWMODE_位为高

时，设置寄存器R12h中的位为11，从而使端口切换至自动模式。如果WD_INT_EN置位，则任一SMODE位置位时，均触发中断。复位时设置R1Fh = 00h。

表27. 切换模式寄存器

ADDRESS = 1Fh			DESCRIPTION
SYMBOL	BIT	R/W	
EN_WHDOG	7	R/W	A logic-high enables the watchdog function
WD_INT_EN	6	R/W	Enables interrupt on SMODE_ bits
Reserved	5	—	Reserved
Reserved	4	—	Reserved
HWMODE4	3	R/W	Port 4 switches to AUTO if logic-high and to SHUTDOWN if logic-low when watchdog timer expires
HWMODE3	2	R/W	Port 3 switches to AUTO if logic-high and to SHUTDOWN if logic-low when watchdog timer expires
HWMODE2	1	R/W	Port 2 switches to AUTO if logic-high and to SHUTDOWN if logic-low when watchdog timer expires
HWMODE1	0	R/W	Port 1 switches to AUTO if logic-high and to SHUTDOWN if logic-low when watchdog timer expires

CLC_EN可使能大电容检测功能。当CLC_EN置位时，器件可识别高达150μF的电容负载；CLC_EN复位后，MAX5965A/MAX5965B进行正常的检测功能。

AC_TH允许对交流断开比较器的门限值进行设置。该门限值定义为比较器判断DET_输入端的电流脉冲峰值超过预设门限时刻的电流值，电流门限计算如下：

$$IAC_TH = 226.68\mu A + 28.33 \times NAC_TH$$

其中，NAC_TH为AC_TH的十进制值。

当DET_BY置低时，如果在自动模式下不进行检测，则禁止端口上电。当DET_BY置高时，允许器件为IEEE 802.3af标准以外的负载供电，无需检测。如果OSCF_RS置高，则OSC_FAIL位被忽略。复位或上电时设置R23h = 04h，IAC_TH默认值为340μA。

表28. 设置寄存器

ADDRESS = 23h			DESCRIPTION
SYMBOL	BIT	R/W	
Reserved	7	—	Reserved
Reserved	6	—	Reserved
CLC_EN	5	R/W	Large capacitor detection enable
DET_BY	4	R/W	Enables skipping detection in AUTO mode
OSCF_RS	3	R/W	OSC_FAIL reset bit
AC_TH	2	R/W	AC_TH[2]
	1	R/W	AC_TH[1]
	0	R/W	AC_TH[0]

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

HP[2:0]设置默认功率，检测到第4、5或6级PD设备时进行写操作。复位或上电时设置R24h = 00h。

表29. 大功率模式寄存器

ADDRESS = 24h			DESCRIPTION
SYMBOL	BIT	R/W	
Reserved	7	—	Reserved
HP	6	R/W	HP[2]
	5	R/W	HP[1]
	4	R/W	HP[0]
Reserved	3	—	Reserved
	2	—	Reserved
	1	—	Reserved
	0	—	Reserved

表30. 保留寄存器(25h)

ADDRESS = 25h			DESCRIPTION
SYMBOL	BIT	R/W	
Reserved	7	—	Reserved
	6	—	Reserved
	5	—	Reserved
	4	—	Reserved
	3	—	Reserved
	2	—	Reserved
	1	—	Reserved
	0	—	Reserved

表31. 保留寄存器(26h)

ADDRESS = 26h			DESCRIPTION
SYMBOL	BIT	R/W	
Reserved	7	—	Reserved
	6	—	Reserved
	5	—	Reserved
	4	—	Reserved
	3	—	Reserved
	2	—	Reserved
	1	—	Reserved
	0	—	Reserved

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

IVEE位可使得限流比例调节(表32)。这一功能可以降低系统工作在高压情况下的限流值，以保持所要求的输出功率。

表32. 综合配置2寄存器

ADDRESS = 29h			DESCRIPTION
SYMBOL	BIT	R/W	
Reserved	7	—	Reserved
	6	—	Reserved
	5	—	Reserved
	4	—	Reserved
	3	—	Reserved
LSC_EN	2	—	LSC_EN
IVEE	1	R/W	IVEE[1]
	0	R/W	IVEE[0]

三个ICUT_位(表34a和表34b)允许设置超出IEEE 802.3af标准限制的限流值和过流门限。MAX5965A/MAX5965B可以自动设置ICUT寄存器或通过软件手动写入(见表3)。

率。按照表33所示设置限流比例调节寄存器，复位或上电时设置R29h = 00h。

表33. 限流比例调节寄存器

IVEE[1:0] (ADDRESS = 29h)	CURRENT LIMIT (%)
00	Default
01	-5
10	-10
11	-15

通过软件也可以设置第1级和第2级的限制，与分级状态无关，参见表3，复位或上电时设置R2Ah = R2Bh = 00h。

表34a. ICUT寄存器1和寄存器2

ADDRESS = 2Ah			DESCRIPTION
SYMBOL	BIT	R/W	
Reserved	7	—	Reserved
ICUT2	6	R/W	ICUT2[2]
	5	R/W	ICUT2[1]
	4	R/W	ICUT2[0]
Reserved	3	—	Reserved
ICUT1	2	R/W	ICUT1[2]
	1	R/W	ICUT1[1]
	0	R/W	ICUT1[0]

表34b. ICUT寄存器3和寄存器4

ADDRESS = 2Bh			DESCRIPTION
SYMBOL	BIT	R/W	
Reserved	7	—	Reserved
ICUT4	6	R/W	ICUT4[2]
	5	R/W	ICUT4[1]
	4	R/W	ICUT4[0]
Reserved	3	—	Reserved
ICUT3	2	R/W	ICUT3[2]
	1	R/W	ICUT3[1]
	0	R/W	ICUT3[0]

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

表34c. ICUT寄存器值对应的限流门限

ICUT_[2:0] (ADDRESS = 2Ah, 2Bh)	SCALE FACTOR	TYPICAL CURRENT-LIMIT THRESHOLD (mA)
000	1x	375
001	1.5x	563
010	1.75x	656
011	2x	750
100	2.25x	844
101	2.5x	938
110	0.3x	Class 1
111	0.53x	Class 2

表35a. 分级状态寄存器

ADDRESS = 2Ch, 2Dh, 2Eh, 2Fh			DESCRIPTION
SYMBOL	BIT	R/W	
Reserved	7	—	Reserved
	6	—	Reserved

表35b. 分级排序状态

CLASS_[5:0] (ADDRESS = 2Ch, 2Dh, 2Eh, 2Fh)	CLASS SEQUENCE	ICUT_[2:0]	CLASS_[5:0] (ADDRESS = 2Ch, 2Dh, 2Eh, 2Fh)	CLASS SEQUENCE	ICUT_[2:0]
000000	000 (Class 0)	000	010101	333 (Class 3)	000
000001	001	000	010110	004	000
000010	010	HP[2:0]	010111	040	000
000011	011	000	011000	044	000
000100	100	000	011001	400	000
000101	101	HP[2:0]	011010	404	000
000110	110	000	011011	440	000
000111	111 (Class 1)	110	011100	444 (Class 4)	HP[2:0]
001000	002	000	011101	005	000
001001	020	011	011110	050	000
001010	022	000	011111	055	000
001011	200	000	100000	500	000
001100	202	100	100001	505	000
001101	220	000	100010	550	000
001110	222 (Class 2)	111	100011	555 (Class 5)	HP[2:0]
001111	003	000	100100	Reserved	000
010000	030	010	100101	Reserved	000
010001	033	000	100110	Reserved	000
010010	300	000	100111	Reserved	000
010011	303	010	101000	Illegal	000
010100	330	000	101001	Illegal	000

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

MAX5965A/MAX5965B

表35b. 分级排序状态(续)

CLASS_[5:0] (ADDRESS = 2Ch, 2Dh, 2Eh, 2Fh)	CLASS SEQUENCE	ICUT_[2:0]
101010	Illegal	000
101011	Illegal	000
101100	Illegal	000
101101	Illegal	000
101110	Illegal	000
101111	Illegal	000
110000	Reserved	000
110001	Reserved	000
110010	Reserved	000
110011	Reserved	000
110100	Reserved	000

CLASS_[5:0] (ADDRESS = 2Ch, 2Dh, 2Eh, 2Fh)	CLASS SEQUENCE	ICUT_[2:0]
110101	Reserved	000
110110	Reserved	000
110111	Reserved	000
111000	Reserved	000
111001	Reserved	000
111010	Reserved	000
111011	Reserved	000
111100	Reserved	000
111101	Reserved	000
111110	Reserved	000
111111	Reserved	000

当ENx_CL6 (R1Ch[7:4])置位时，2事件分级使能。分级周期将重复3次，分级结果根据表35b设置。

第6级PD可定义为[00x、0x0、0xx、x00、x0x、xx0]任意类型的顺序，其中，“x”可以是1、2、3、4或5。所有序列由相同分级结果产生，定义了自身分级(例如，222定义了第2级)。除此之外的序列将被视为非法，并用101XXX编码表示。例如，序列232或203为非法序列。所有非法序列均默认为第0级。复位或上电时，设置R2Ch = R2Dh = R2Eh = R2Fh = 00h。

MAX5965A/MAX5965B提供分级和正常功率模式下的端口电流读取功能。每个端口的电流信息用单独的9位数据表

示，放在每个端口的2个连续寄存器中。利用地址指针的自动递增功能可快速获取相应的信息。为了避免读取MSB寄存器时LSB寄存器的内容发生变化，一旦地址指针指向某一电流寄存器，则其中的信息将被冻结。

功率模式下，电流值可由下式计算：

$$I_{PORT} = N_{IPD_} \times 1.953125\text{mA}$$

分级时，电流为：

$$I_{CLASS} = N_{IPD_} \times 0.0975\text{mA}$$

其中，N_{IPD_}为9位字的十进制值。ADC在满量程和零值时均达到饱和，复位时设置R30h至R37h = 00h。

表36. 电流寄存器

ADDRESS = 30h, 31h, 32h, 33h, 34h, 35h, 36h, 37h			DESCRIPTION
SYMBOL	BIT	R/W	
IPD_	7	RO	IPD_[8]
	6	RO	IPD_[7]
	5	RO	IPD_[6]
	4	RO	IPD_[5]
	3	RO	IPD_[4]
	2	RO	IPD_[3]
	1	RO	IPD_[2]
	0	RO	IPD_[1]/IPD_[0]

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

表37. 寄存器总结

ADDR	REGISTER NAME	R/W	PORT	BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0	RESET STATE
INTERRUPTS												
00h	Interrupt	RO	G	SUP_FLT	TSTR_FLT	IMAX_FLT	CL_END	DET_END	LD_DISC	PG_INT	PEN_INT	0000,0000
01h	Interrupt Mask	R/W	G	MASK7	MASK6	MASK5	MASK4	MASK3	MASK2	MASK1	MASK0	AAA0,0A00
EVENTS												
02h	Power Event	RO	4321	PG_CHG4	PG_CHG3	PG_CHG2	PG_CHG1	PWEN_CHG4	PWEN_CHG3	PWEN_CHG2	PWEN_CHG1	0000,0000
03h	Power Event CoR	CoR	—									—
04h	Detect Event	RO	4321	CL_END4	CL_END3	CL_END2	CL_END1	DET_END4	DET_END3	DET_END2	DET_END1	0000,0000
05h	Detect Event CoR	CoR	—									—
06h	Fault Event	RO	4321	LD_DISC4	LD_DISC3	LD_DISC2	LD_DISC1	IMAX_FLT4	IMAX_FLT3	IMAX_FLT2	IMAX_FLT1	0000,0000
07h	Fault Event CoR	CoR	—									—
08h	Startup Event	RO	4321	IVC4	IVC3	IVC2	IVC1	STRT_FLT4	STRT_FLT3	STRT_FLT2	STRT_FLT1	0000,0000
09h	Startup Event CoR	CoR	—									—
0Ah	Supply Event	RO	4321	TSD	V _{DD_OV}	V _{DD_UV}	V _{EE_UVLO}	V _{EE_OV}	V _{EE_UV}	OSC_FAIL	V _{DD_UVLO}	—
0Bh	Supply Event CoR	CoR	—									—
STATUS												
0Ch	Port 1 Status	RO	1	Reserved	CLASS1[2]	CLASS1[1]	CLASS1[0]	Reserved	DET_ST1[2]	DET_ST1[1]	DET_ST1[0]	0000,0000
0Dh	Port 2 Status	RO	2	Reserved	CLASS2[2]	CLASS2[1]	CLASS2[0]	Reserved	DET_ST2[2]	DET_ST2[1]	DET_ST2[0]	0000,0000
0Eh	Port 3 Status	RO	3	Reserved	CLASS3[2]	CLASS3[1]	CLASS3[0]	Reserved	DET_ST3[2]	DET_ST3[1]	DET_ST3[0]	0000,0000
0Fh	Port 4 Status	RO	4	Reserved	CLASS4[2]	CLASS4[1]	CLASS4[0]	Reserved	DET_ST4[2]	DET_ST4[1]	DET_ST4[0]	0000,0000
10h	Power Status	RO	4321	PGOOD4	PGOOD3	PGOOD2	PGOOD1	PWR_EN4	PWR_EN3	PWR_EN2	PWR_EN1	0000,0000
11h	Address Input Status	RO	G	Reserved	Reserved	A3	A2	A1	A0	MIDSPAN	AUTO	00A3A2, A1A0MA
CONFIGURATION												
12h	Operating Mode	R/W	4321	P4_M1	P4_M0	P3_M1	P3_M0	P2_M1	P2_M0	P1_M1	P1_M0	AAAA,AAAA
13h	Load Disconnect Detection Enable	R/W	4321	ACD_EN4	ACD_EN3	ACD_EN2	ACD_EN1	DCD_EN4	DCD_EN3	DCD_EN2	DCD_EN1	0000,AAAA
14h	Detection and Classification Enable	R/W	4321	CLASS_EN4	CLASS_EN3	CLASS_EN2	CLASS_EN1	DET_EN4	DET_EN3	DET_EN2	DET_EN1	AAAA,AAAA
15h	Backoff and High-Power Enable	R/W	4321	EN_HP_ALL	EN_HP_CL6	EN_HP_CL5	EN_HP_CL4	BCKOFF4	BCKOFF3	BCKOFF2	BCKOFF1	0000,XXXX
16h	Timing Configuration	R/W	G	RSTR[1]	RSTR[0]	TSTART[1]	TSTART[0]	TFAULT[1]	TFAULT[0]	TDISC[1]	TDISC[0]	0000,0000
17h	Miscellaneous Configuration 1	R/W	G	INT_EN	RSTR_EN	Reserved	Reserved	POFF_CL	CL_DISC	OUT_ISO	HP_TIME	1100,0000
PUSHBUTTONS												
18h	Reserved	R/W	G	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	—
19h	Power Enable	WO	4321	PWR_OFF4	PWR_OFF3	PWR_OFF2	PWR_OFF1	PWR_ON4	PWR_ON3	PWR_ON2	PWR_ON1	0000,0000
1Ah	Global	WO	G	CLR_INT	Reserved	Reserved	RESET_IC	RESET_P4	RESET_P3	RESET_P2	RESET_P1	0000,0000
GENERAL												
1Bh	ID	RO	G	ID_CODE[4]	ID_CODE[3]	ID_CODE[2]	ID_CODE[1]	ID_CODE[0]	REV[2]	REV[1]	REV[0]	1100,0000
1Ch	SMODE and 2-Event Enable	CoR or R/W	4321	EN4_CL6	EN3_CL6	EN2_CL6	EN1_CL6	SMODE4	SMODE3	SMODE2	SMODE1	0000,0000
1Dh	Reserved	—	G	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	—
1Eh	Watchdog	R/W	G	WDTIME[7]	WDTIME[6]	WDTIME[5]	WDTIME[4]	WDTIME[3]	WDTIME[2]	WDTIME[1]	WDTIME[0]	0000,0000
1Fh	Switch Mode	R/W	4321	EN_WHDOG	WD_INT_EN	Reserved	Reserved	HWMODE4	HWMODE3	HWMODE2	HWMODE1	0000,0000

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

MAX5965A/MAX5965B

表37. 寄存器总结(续)

ADDR	REGISTER NAME	R/W	PORT	BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0	RESET STATE
MAXIM RESERVED												
20h	Reserved	—	G	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	—
21h	Reserved	—	G	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	—
22h	Reserved	—	G	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	—
23h	Program	R/W	4321	Reserved	Reserved	CLC_EN	DET_BY	OSCF_RS	AC_TH[2]	AC_TH[1]	AC_TH[0]	—
24h	High-Power Mode	R/W	G	Reserved	HP[2]	HP[1]	HP[0]	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	0000,0000
25h	Reserved	—	G	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	0000,0000
26h	Reserved	—	G	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	0000,0000
27h	Reserved	—	G	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	—
28h	Reserved	—	G	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	—
29h	Miscellaneous Configuration 2	R/W	1234	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	LSC_EN	IVEE[1]	IVEE[0]	0000,0000
2Ah	ICUT Registers 1 and 2	R/W	21	Reserved	ICUT2[2]	ICUT2[1]	ICUT2[0]	Reserved	ICUT1[2]	ICUT1[1]	ICUT1[0]	0000,0000
2Bh	ICUT Registers 3 and 4	R/W	43	Reserved	ICUT4[2]	ICUT4[1]	ICUT4[0]	Reserved	ICUT3[2]	ICUT3[1]	ICUT3[0]	0000,0000
CLASSIFICATION STATUS REGISTERS												
2Ch	Port 1 Class	RO	1	Reserved	Reserved	CLASS1[5]	CLASS1[4]	CLASS1[3]	CLASS1[2]	CLASS1[1]	CLASS1[0]	0000,0000
2Dh	Port 2 Class	RO	2	Reserved	Reserved	CLASS2[5]	CLASS2[4]	CLASS2[3]	CLASS2[2]	CLASS2[1]	CLASS2[0]	0000,0000
2Eh	Port 3 Class	RO	3	Reserved	Reserved	CLASS3[5]	CLASS3[4]	CLASS3[3]	CLASS3[2]	CLASS3[1]	CLASS3[0]	0000,0000
2Fh	Port 4 Class	RO	4	Reserved	Reserved	CLASS4[5]	CLASS4[4]	CLASS4[3]	CLASS4[2]	CLASS4[1]	CLASS4[0]	0000,0000
CURRENT REGISTER												
30h	Current Port 1 (MSB)	RO	1	IPD1[8]	IPD1[7]	IPD1[6]	IPD1[5]	IPD1[4]	IPD1[3]	IPD1[2]	IPD1[1]	0000,0000
31h	Current Port 1 (LSB)	RO	1	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	IPD1[0]	0000,0000
32h	Current Port 2 (MSB)	RO	2	IPD2[8]	IPD2[7]	IPD2[6]	IPD2[5]	IPD2[4]	IPD2[3]	IPD2[2]	IPD2[1]	0000,0000
33h	Current Port 2 (LSB)	RO	2	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	IPD2[0]	0000,0000
34h	Current Port 3 (MSB)	RO	3	IPD3[8]	IPD3[7]	IPD3[6]	IPD3[5]	IPD3[4]	IPD3[3]	IPD3[2]	IPD3[1]	0000,0000
35h	Current Port 3 (LSB)	RO	3	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	IPD3[0]	0000,0000
36h	Current Port 4 (MSB)	RO	4	IPD4[8]	IPD4[7]	IPD4[6]	IPD4[5]	IPD4[4]	IPD4[3]	IPD4[2]	IPD4[1]	0000,0000
37h	Current Port 4 (LSB)	RO	4	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	IPD4[0]	0000,0000

* V_{EE} 和 V_{DD} 的UV和UVLO位按照 V_{EE} 和 V_{DD} 的上电顺序置位。

A = 复位前AUTO引脚状态。

M = 复位前MIDSPAN状态。

A3...0 = 复位前ADDRESS输入状态。

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

应用信息

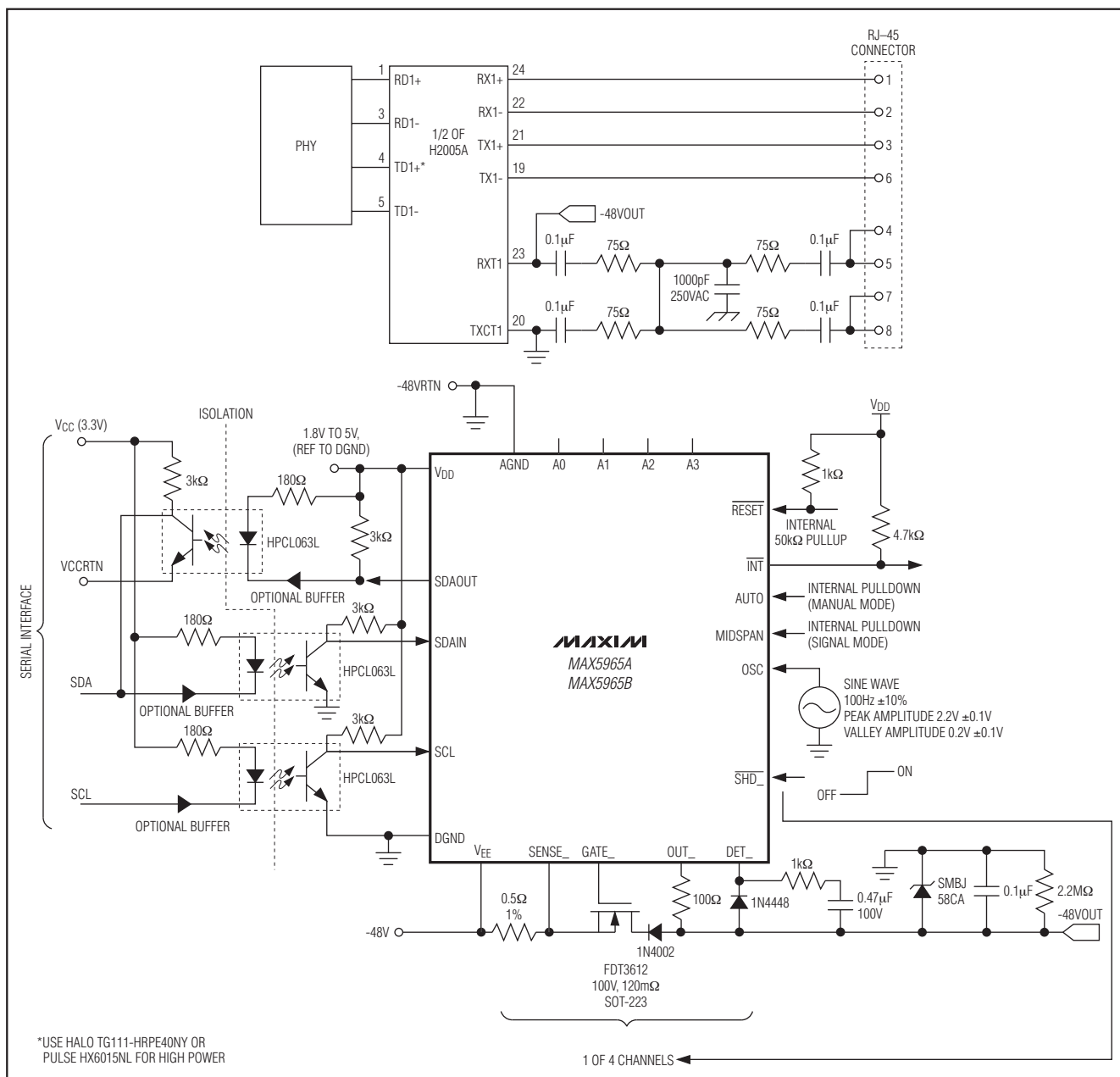


图13. PoE系统框图

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

MAX5965A/MAX5965B

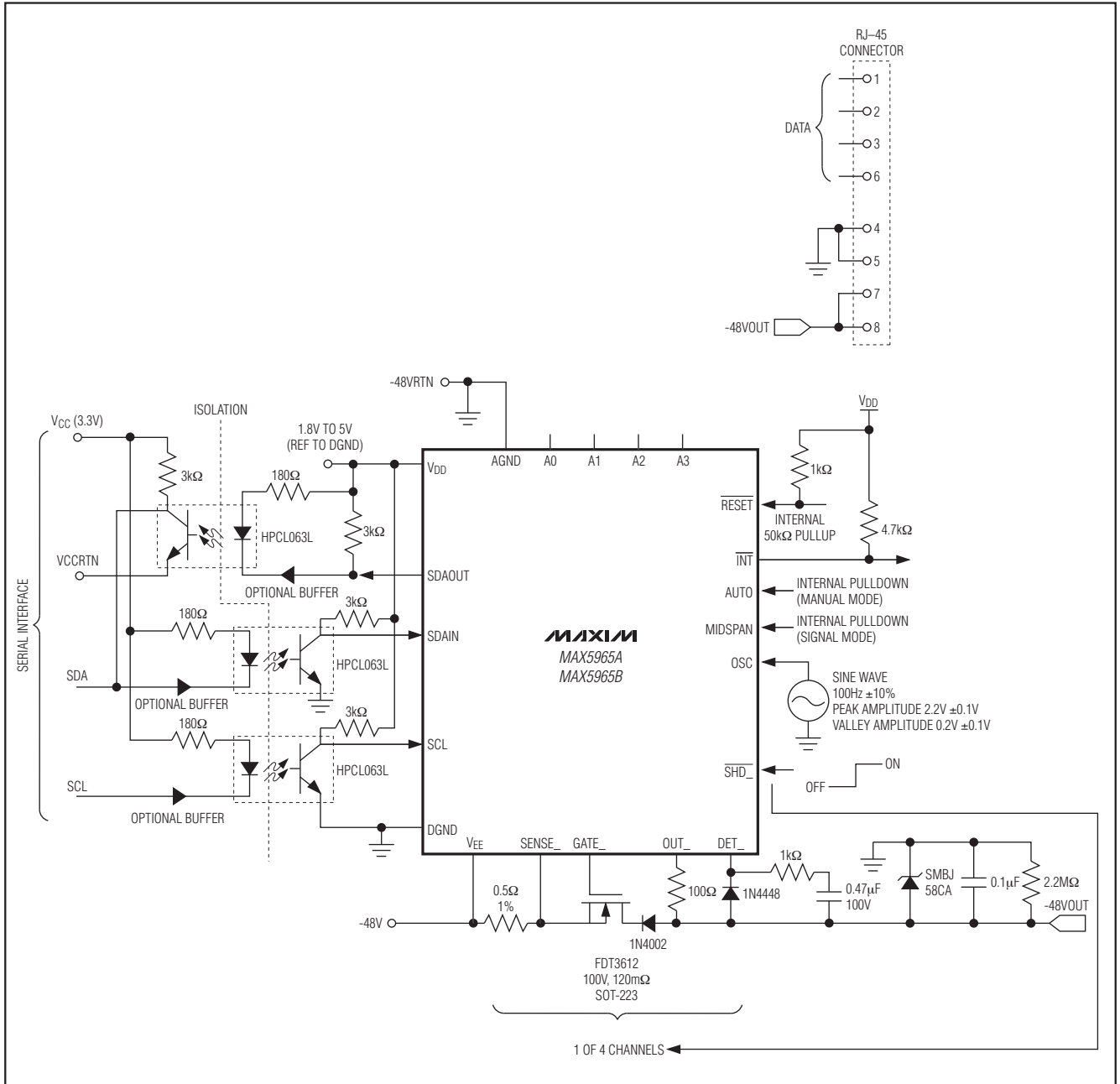
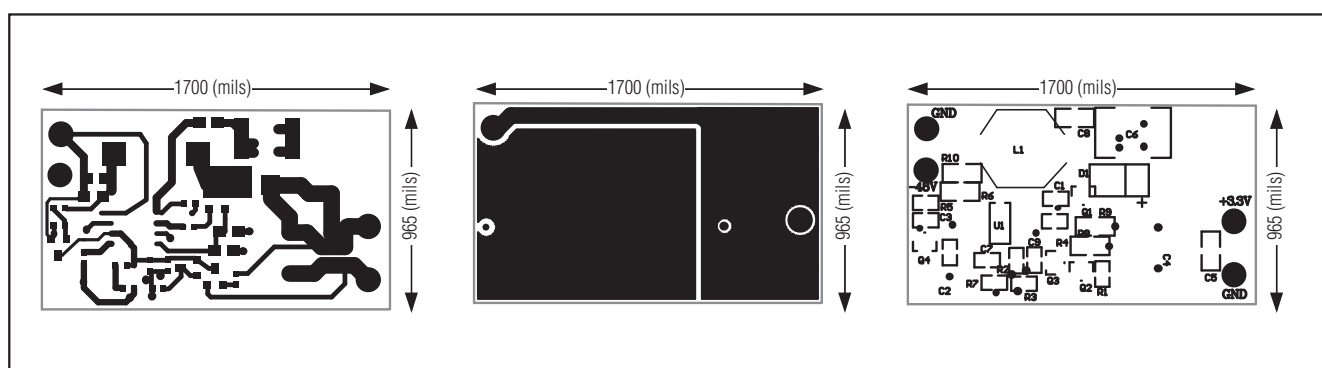
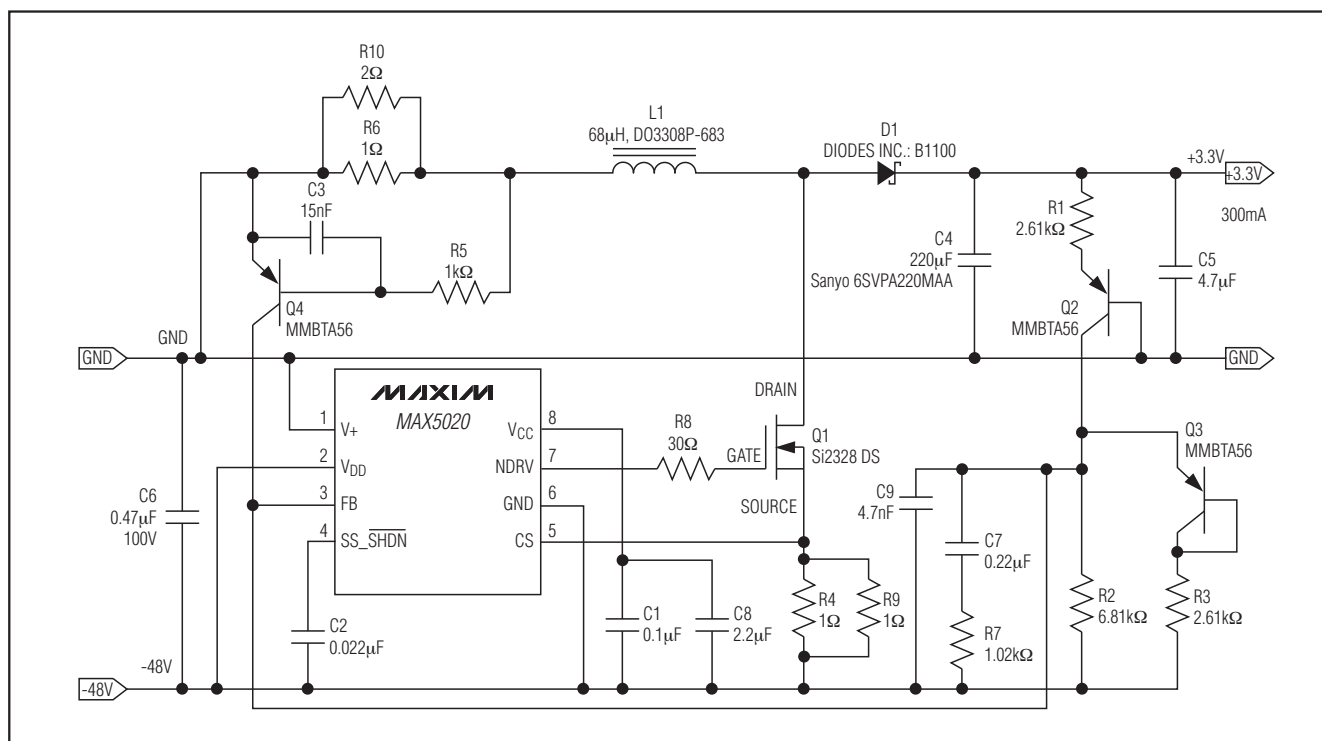


图14. PoE系统框图



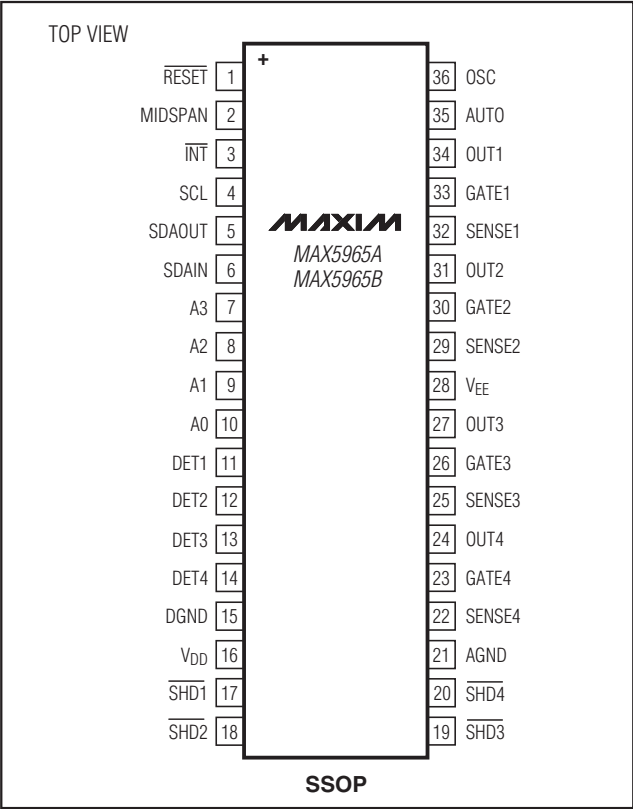
大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

MAX5965A/MAX5965B
V_{DIG}电源元件列表

DESIGNATION	DESCRIPTION
C1	0.1μF, 25V ceramic capacitor
C2	0.022μF, 25V ceramic capacitor
C3	15nF, 25V ceramic capacitor
C4	220μF capacitor Sanyo 6SVPA220MAA
C5	4.7μF, 16V ceramic capacitor
C6	0.47μF, 100V ceramic capacitor
C7	0.22μF, 16V ceramic capacitor
C8	2.2μF, 16V ceramic capacitor
C9	4.7nF, 16V ceramic capacitor
D1	B1100 100V Schottky diode
L1	68μH inductor Coilcraft DO3308P-683 or equivalent

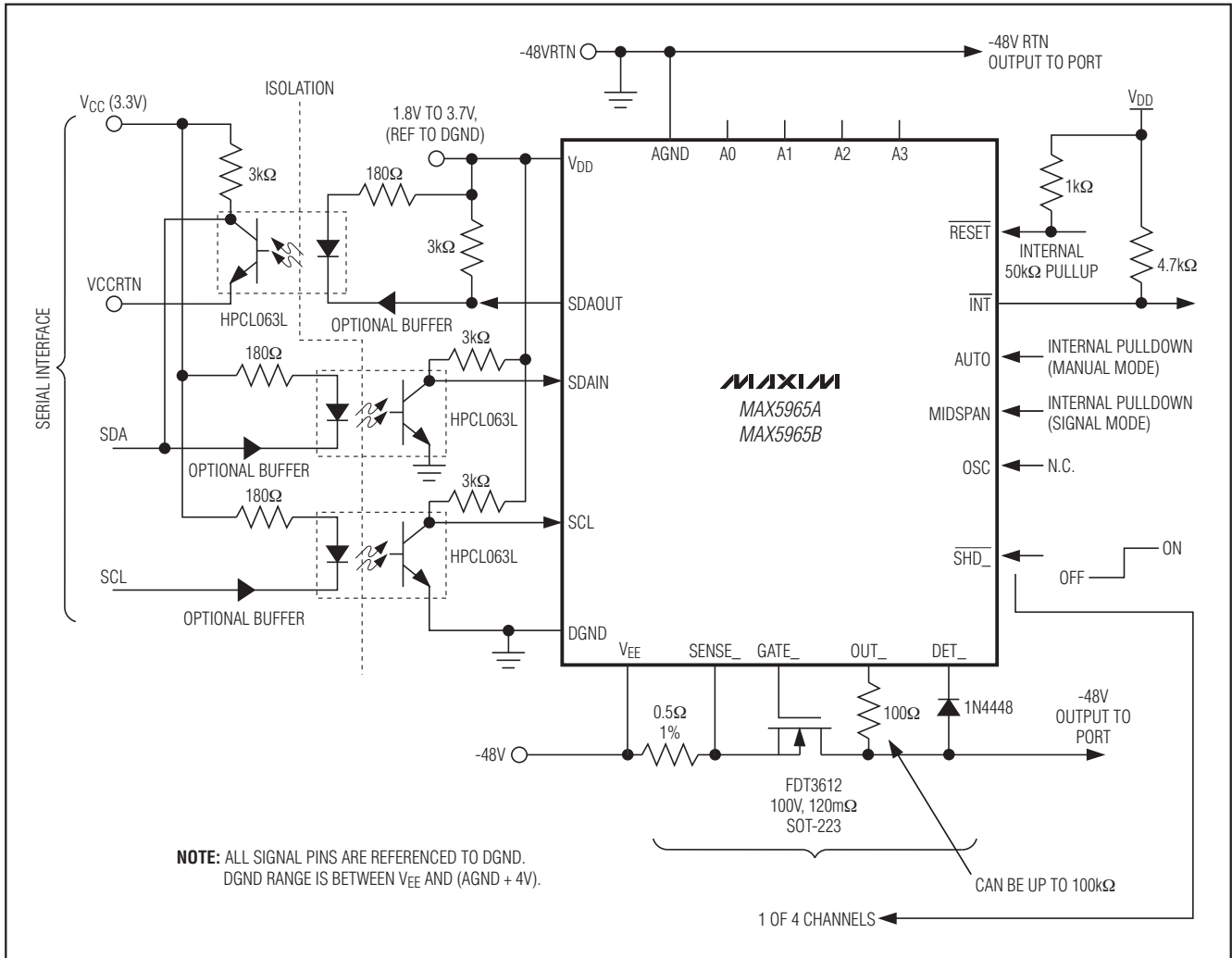
DESIGNATION	DESCRIPTION
Q1	Si2328DS Vishay n-channel MOSFET, SOT23
Q2, Q3, Q4	MMBTA56 small-signal PNP
R1, R3	2.61kΩ ±1% resistors
R2	6.81kΩ ±1% resistor
R4, R6, R9	1Ω ±1% resistors
R5	1kΩ ±1% resistor
R7	1.02kΩ ±1% resistor
R8	30Ω ±1% resistor
R10	2Ω ±1% resistor
U1	High-voltage PWM IC MAX5020ESA (8-pin SO)

引脚配置



大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

典型工作电路

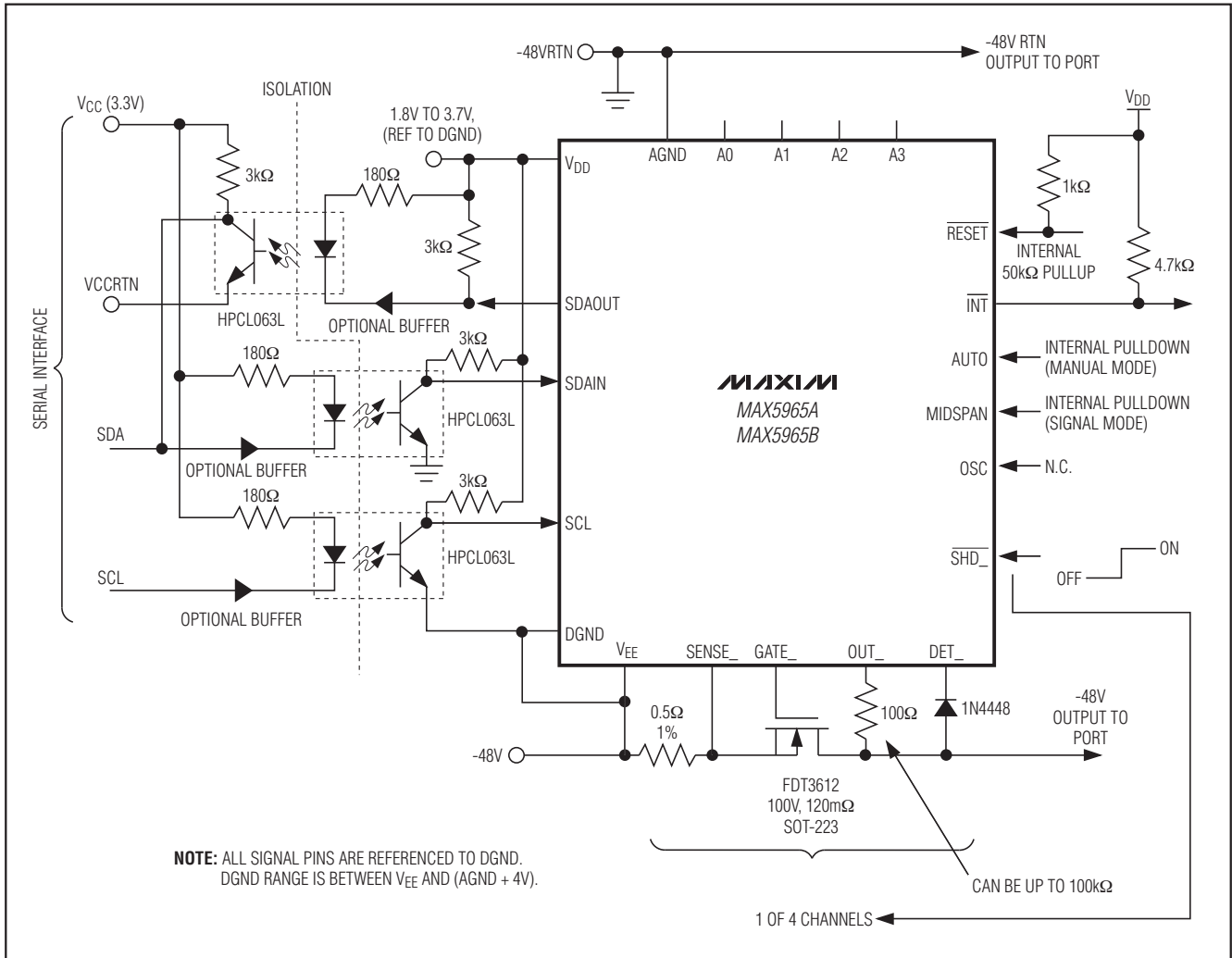


典型工作电路1 (不带交流负载断开检测)

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

典型工作电路(续)

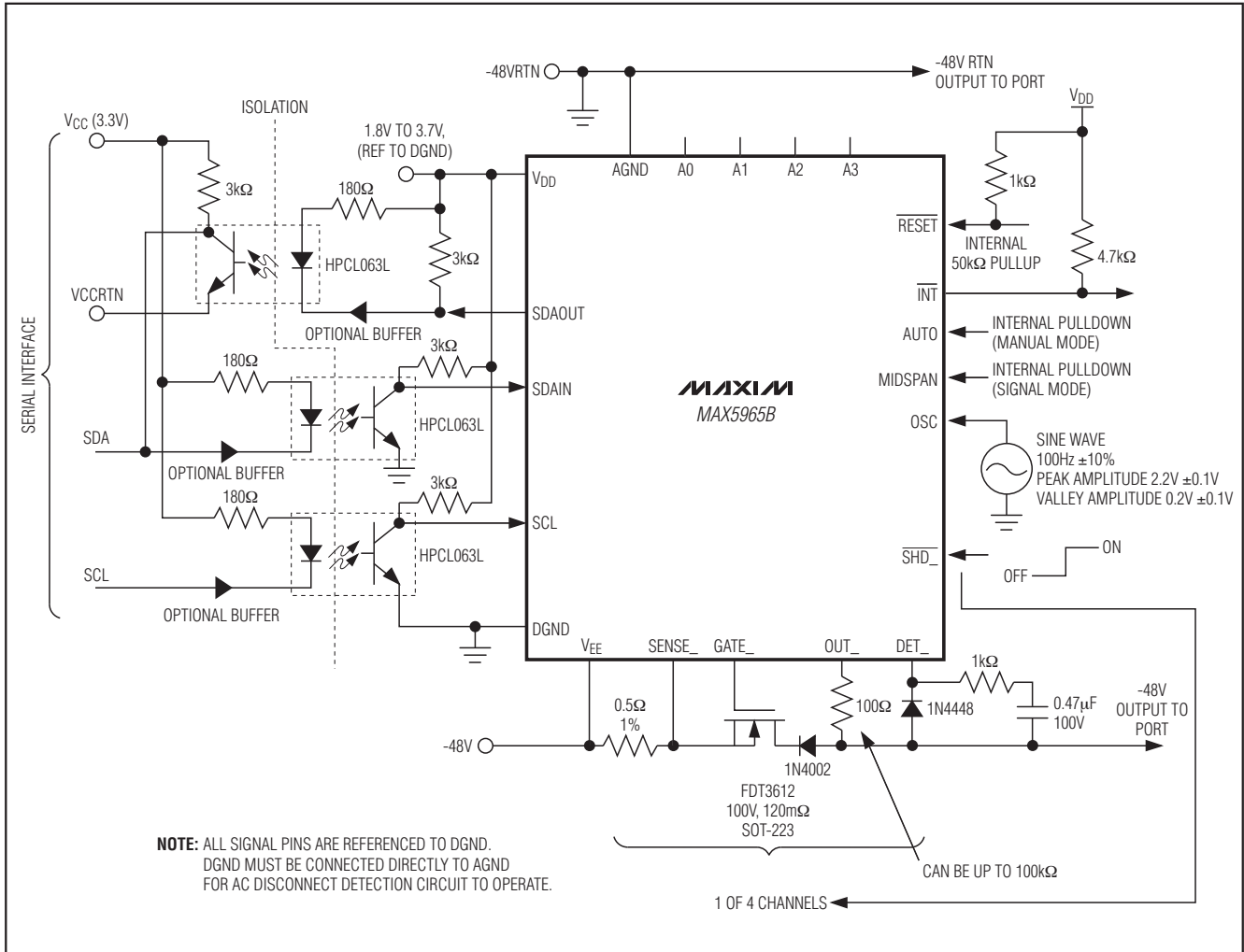
MAX5965A/MAX5965B



典型工作电路2 (不带交流负载断开检测); 另一种DGND连接方式

大功率、单芯片、四通道PSE控制器， 用于以太网供电

典型工作电路(续)



典型工作电路3 (带有交流负载断开检测)

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	文档编号
36 SSOP	A36-4	21-0040

大功率、单芯片、四通道PSE控制器，
用于以太网供电

修订历史

修订号	修订日期	说明	修改页
0	7/09	最初版本。	—
1	1/10	修改了特性、寄存器映射和说明部分以及表32和表37。	1, 37, 41, 45

MAX5965A/MAX5965B

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。

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600 53