

可提供评估板

MAXIM

集成 16 通道 LED 驱动器，  
具有开关模式 boost 及 SEPIC 控制器

## 概述

MAX16809/MAX16810 是集成的白光或 RGB LED 驱动器。该器件专为采用多串 LED 的 LCD 背光或其它 LED 照明应用而设计。MAX16809/MAX16810 的电流模式 PWM 控制器可将输出调节至 LED 阵列所需要的电压。该器件可以根据输入电压范围和 LED 电压范围的不同，选用 boost 或 buck-boost (SEPIC) 拓扑。

MAX16809/MAX16810 LED 驱动器提供 16 路漏极开路、恒定吸电流 LED 驱动输出，额定输出电压达 36V。LED 电流控制环路可以保证各串 LED 之间的电流匹配度达到  $\pm 3\%$ ，为了提供超过 55mA 的 LED 电流，可以将输出并联。输出使能引脚用于所有输出通道的同步 PWM 亮度调节。亮度调节频率范围为 50Hz 至 30kHz，调光比高达 5000:1。固定电流输出由单个电阻编程设置，每个输出通道的 LED 电流均可调节至高达 55mA。

MAX16809/MAX16810 工作在单机模式或由微控制器 ( $\mu\text{C}$ ) 通过工业标准 4 线串口控制。MAX16810 包含一个看门狗和 LED 开路自动检测电路。

MAX16809/MAX16810 具有过热保护，工作在  $-40^\circ\text{C}$  至  $+125^\circ\text{C}$  温度范围，采用 5mm x 7mm 增强散热型、38 引脚 TQFN 封装，带有裸焊盘。

引脚配置在数据资料的最后给出。

## 特性

- ◆ 16 路恒定电流输出 (每路电流高达 55mA)
- ◆ 各输出之间电流匹配度达  $\pm 3\%$
- ◆ 并联输出通道可以提供更高的 LED 电流
- ◆ 额定连续输出电压为 36V
- ◆ 输出使能引脚用于 PWM 亮度调节 (频率高达 30kHz)
- ◆ 采用单个电阻设置所有通道的 LED 电流
- ◆ 高达 5000:1 的调光比
- ◆ 低电流检测基准 (300mV)，实现高效率
- ◆ 8V 至 26.5V 输入电压范围或通过使用外部偏置器件工作在更高的输入电压
- ◆ LED 开路检测和看门狗定时器 (MAX16810)
- ◆ 4 线串行接口可独立控制各个输出通道

## 应用

LCD 白光或 RGB LED 背光：  
LCD TV、台式或笔记本电脑显示器  
汽车导航、智能仪表及信息终端显示器  
工业和医疗设备显示器  
环境照明灯、状态指示及音量指示灯

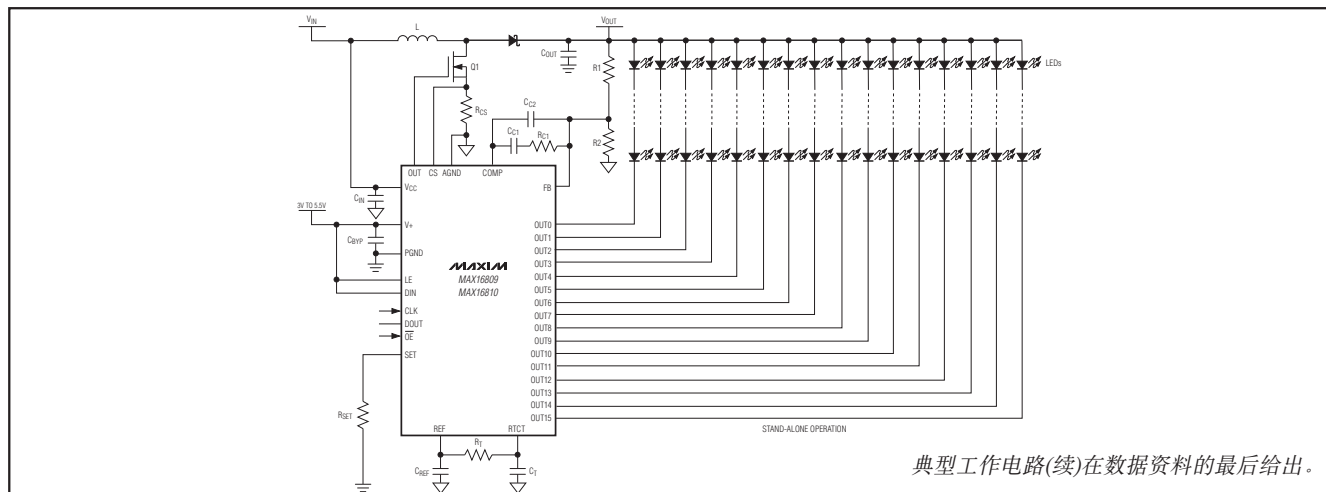
## 订购信息

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	PKG CODE
MAX16809ATU+	$-40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$	38 TQFN-EP*	T3857-1
MAX16810ATU+	$-40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$	38 TQFN-EP*	T3857-1

+ 表示无铅封装。

\*EP = 裸焊盘。

## 典型工作电路



典型工作电路(续)在数据资料的最后给出。

MAXIM

Maxim Integrated Products 1

本文是Maxim正式英文资料的译文，Maxim不对翻译中存在的差异或由此产生的错误负责。请注意译文中可能存在文字组织或翻译错误，如需确认任何词语的准确性，请参考Maxim提供的英文版资料。

索取免费样品和最新的数据资料，请访问Maxim的主页：[www.maxim-integrated.com](http://www.maxim-integrated.com)

www.BDTIC.com/maxim

MAX16809/MAX16810

# 集成 16 通道 LED 驱动器， 具有开关模式 boost 及 SEPIC 控制器

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V <sub>CC</sub> to AGND	-0.3V to +30V
Current into V <sub>CC</sub> (V <sub>CC</sub> > 24V)	30mA
V+ to PGND	-0.3V to +6V
OUT to AGND	-0.3V to (V <sub>CC</sub> + 0.3V)
OUT Current (10μs duration)	±1A
FB, COMP, CS, RTCT, REF to AGND	-0.3V to +6V
COMP Sink Current	10mA
OUT0–OUT15 to PGND	-0.3V to +40V
DIN, CLK, LE, $\overline{OE}$ , SET to PGND	-0.3V to (V+ + 0.3V)
DOU Current	±10mA

OUT0–OUT15 Sink Current	60mA
Total PGND Current (1s pulse time)	960mA
Continuous Power Dissipation (T <sub>A</sub> = +70°C)	
38-Pin TQFN (derate 35.7mW/°C* above +70°C)	2857mW
Operating Temperature Range	-40°C to +125°C
Junction Temperature	+150°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C

\*Per JEDEC51 Standard (Multilayer Board).

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 (PWM CONTROLLER)

(V<sub>CC</sub> = +15V, V+ = +3V to +5.5V referenced to PGND, R<sub>T</sub> = 10kΩ, C<sub>T</sub> = 3.3nF, REF = open, COMP = open, C<sub>REF</sub> = 0.1μF, V<sub>FB</sub> = 2V, CS = AGND, AGND = PGND = 0V; all voltages are measured with respect to AGND, unless otherwise noted. T<sub>J</sub> = T<sub>A</sub> = -40°C to +125°C, unless otherwise noted. Typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>REFERENCE</b>						
Output Voltage	V <sub>REF</sub>	I <sub>REF</sub> = 1mA, T <sub>J</sub> = +25°C	4.95	5	5.05	V
Line Regulation	ΔV <sub>LINE</sub>	12V < V <sub>CC</sub> < 25V, I <sub>REF</sub> = 1mA		0.4	4	mV
Load Regulation	ΔV <sub>LOAD</sub>	1mA < I <sub>REF</sub> < 20mA		6	50	mV
Total Output-Voltage Variation	V <sub>REFT</sub>	(Note 2)	4.875		5.125	V
Output Noise Voltage	V <sub>NOISE</sub>	10Hz < f < 10kHz		50		μV
Output Short-Circuit Current	I <sub>SHORT</sub>	V <sub>REF</sub> = 0V	30		180	mA
<b>OSCILLATOR</b>						
Initial Accuracy		T <sub>J</sub> = +25°C	51	54	57	kHz
Voltage Stability		12V < V <sub>CC</sub> < 25V		0.2	0.5	%
Temperature Stability				1		%
RTCT Ramp Peak-to-Peak				1.7		V
RTCT Ramp Valley				1.1		V
Discharge Current	I <sub>DIS</sub>	V <sub>RTCT</sub> = 2V, T <sub>J</sub> = +25°C	7.9	8.3	8.7	mA
		V <sub>RTCT</sub> = 2V, -40°C ≤ T <sub>J</sub> ≤ +125°C	7.5	8.3	9.0	
Frequency Range	f <sub>OSC</sub>		20		1000	kHz
<b>ERROR AMPLIFIER</b>						
FB Input Voltage	V <sub>FB</sub>	FB shorted to COMP	2.45	2.5	2.55	V
Input Bias Current	I <sub>B(FB)</sub>			-0.01	-0.1	μA
Open-Loop Gain	A <sub>VOL</sub>	2V ≤ V <sub>COMP</sub> ≤ 4V		100		dB
Unity-Gain Bandwidth	f <sub>GBW</sub>			1		MHz
Power-Supply Rejection Ratio	PSRR	12V ≤ V <sub>CC</sub> ≤ 25V	60	80		dB
COMP Sink Current	I <sub>SINK</sub>	V <sub>FB</sub> = 2.7V, V <sub>COMP</sub> = 1.1V	2	6		mA
COMP Source Current	I <sub>SOURCE</sub>	V <sub>FB</sub> = 2.3V, V <sub>COMP</sub> = 5V	0.5	1.2	1.8	mA
COMP Output-Voltage High	V <sub>OH</sub>	V <sub>FB</sub> = 2.3V, R <sub>COMP</sub> = 15kΩ to AGND	5	5.8		V
COMP Output-Voltage Low	V <sub>OL</sub>	V <sub>FB</sub> = 2.7V, R <sub>COMP</sub> = 15kΩ to V <sub>REF</sub>		0.1	1.1	V

# 集成 16 通道 LED 驱动器， 具有开关模式 boost 及 SEPIC 控制器

MAX16809/MAX16810

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (PWM CONTROLLER) (continued)

( $V_{CC} = +15V$ ,  $V_+ = +3V$  to  $+5.5V$  referenced to PGND,  $R_T = 10k\Omega$ ,  $C_T = 3.3nF$ , REF = open, COMP = open,  $C_{REF} = 0.1\mu F$ ,  $V_{FB} = 2V$ , CS = AGND, AGND = PGND = 0V; all voltages are measured with respect to AGND, unless otherwise noted.  $T_J = T_A = -40^\circ C$  to  $+125^\circ C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ .) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
<b>CURRENT-SENSE AMPLIFIER</b>							
Current-Sense Gain	ACS	(Notes 3, 4)	2.85	3	3.40	V/V	
Maximum Current-Sense Signal	VCS_MAX	(Note 3)	0.275	0.300	0.325	V	
Power-Supply Rejection Ratio	PSRR	$12V \leq V_{CC} \leq 25V$		70		dB	
Current-Sense Input Bias Current	I <sub>CS</sub>	$V_{COMP} = 0V$		-1	-2.5	$\mu A$	
Current Sense to OUT Delay	t <sub>PWM</sub>	50mV overdrive		60		ns	
<b>MOSFET DRIVER</b>							
OUT Low-Side On-Resistance	V <sub>RDS_ONL</sub>	I <sub>SINK</sub> = 200mA	T <sub>J</sub> = -40°C to +85°C (Note 2)		4.5	10	$\Omega$
			T <sub>J</sub> = -40°C to +125°C		4.5	12	
OUT High-Side On-Resistance	V <sub>RDS_ONH</sub>	I <sub>SOURCE</sub> = 100mA	T <sub>J</sub> = -40°C to +85°C (Note 2)		3.5	7.5	$\Omega$
			T <sub>J</sub> = -40°C to +125°C		3.5	10	
Source Current (Peak)	I <sub>SOURCE</sub>	C <sub>LOAD</sub> = 10nF		2		A	
Sink Current (Peak)	I <sub>SINK</sub>	C <sub>LOAD</sub> = 10nF		1		A	
Rise Time	t <sub>R</sub>	C <sub>LOAD</sub> = 1nF		15		ns	
Fall Time	t <sub>F</sub>	C <sub>LOAD</sub> = 1nF		22		ns	
<b>UNDERVOLTAGE LOCKOUT/STARTUP</b>							
Startup Voltage Threshold	V <sub>CC_START</sub>		7.98	8.4	8.82	V	
Minimum Operating Voltage After Turn-On	V <sub>CC_MIN</sub>		7.1	7.6	8.0	V	
Undervoltage-Lockout Hysteresis	UVLOHYST			0.8		V	
<b>PULSE-WIDTH MODULATION (PWM)</b>							
Maximum Duty Cycle	D <sub>MAX</sub>		94.5	96	97.5	%	
Minimum Duty Cycle	D <sub>MIN</sub>				0	%	
<b>SUPPLY CURRENT</b>							
Startup Supply Current	I <sub>START</sub>	V <sub>CC</sub> = 7.5V		32	65	$\mu A$	
Operating Supply Current	I <sub>CC</sub>	V <sub>FB</sub> = V <sub>CS</sub> = 0V		3	5	mA	
V <sub>CC</sub> Zener Voltage	V <sub>Z</sub>	I <sub>CC</sub> = 25mA	24	26.5		V	

# 集成 16 通道 LED 驱动器， 具有开关模式 boost 及 SEPIC 控制器

MAX16809/MAX16810

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (LED DRIVER)

(V+ = +3V to +5.5V, AGND = PGND = 0V; all voltages are measured with respect to PGND, unless otherwise noted. T<sub>A</sub> = T<sub>J</sub> = -40°C to +125°C, unless otherwise noted. Typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Supply Voltage	V+		3.0		5.5	V
Output Voltage	V <sub>OUT_</sub>				36	V
Standby Current (Interface Idle, All Output Ports High Impedance)		R <sub>SET</sub> = 360Ω, DIN, LE, CLK = PGND or V+, OE = V+, DOUT unconnected		3.6	4.5	mA
Standby Current (Interface Active, All Output Ports High Impedance)		R <sub>SET</sub> = 360Ω, f <sub>CLK</sub> = 5MHz, OE = V+, DIN, LE = PGND or V+, DOUT unconnected		3.8	4.8	mA
Supply Current (Interface Idle, All Output Ports Active Low)	I+	R <sub>SET</sub> = 360Ω, OE = PGND, DIN, LE = V+, DOUT unconnected		30	52.5	mA
<b>INTERFACE (DIN, CLK, DOUT, LE, OE)</b>						
Input-Voltage High (DIN, CLK, LE, OE)	V <sub>IH</sub>		0.7 x V+			V
Input-Voltage Low (DIN, CLK, LE, OE)	V <sub>IL</sub>				0.3 x V+	V
Hysteresis Voltage (DIN, CLK, LE, OE)	V <sub>HYST</sub>			0.8		V
Input Leakage Current (DIN, CLK)	I <sub>LEAK</sub>		-1		+1	μA
OE Pullup Current to V+	I <sub>OE</sub>	V+ = 5.5V, OE = PGND	0.25	1.5	25	μA
LE Pulldown Current to PGND	I <sub>LE</sub>	V+ = 5.5V, LE = V+	0.25	1.5	25	μA
Output-Voltage High (DOUT)	V <sub>OH</sub>	I <sub>SOURCE</sub> = 4mA			V+ - 0.5V	V
Output-Voltage Low (DOUT)	V <sub>OL</sub>	I <sub>SINK</sub> = 4mA			0.5	V
OUT_ _ Output Current	I <sub>OUT_</sub>	0°C ≤ T <sub>A</sub> ≤ +125°C, V <sub>OUT</sub> = 1V to 2.5V, R <sub>SET</sub> = 360Ω	43.25	47.5	51.75	mA
		T <sub>A</sub> = -40°C, V <sub>OUT</sub> = 1V to 2.5V, R <sub>SET</sub> = 360Ω	40		55	
OUT_ _ Leakage Current		OE = V+			1	μA
OUT_ _ Fault Detection Threshold (MAX16810)	V <sub>OUTTH</sub>	V+ = 5.5V, OE = V+		0.8		V
Watchdog Timeout Period (MAX16810)	t <sub>WD</sub>	V+ = 5.5V	0.1	1	2.5	s

# 集成 16 通道 LED 驱动器， 具有开关模式 boost 及 SEPIC 控制器

MAX16809/MAX16810

## 5V TIMING CHARACTERISTICS

(V<sub>+</sub> = +4.5V to +5.5V, AGND = PGND = 0V; all voltages are measured with respect to PGND, unless otherwise noted. T<sub>A</sub> = T<sub>J</sub> = -40°C to +125°C, unless otherwise noted. Typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C.) (Notes 1, 5)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>INTERFACE TIMING CHARACTERISTICS</b>						
CLK Clock Period	t <sub>CP</sub>		40			ns
CLK Pulse-Width High	t <sub>CH</sub>		19			ns
CLK Pulse-Width Low	t <sub>CL</sub>		19			ns
DIN Setup Time	t <sub>DS</sub>		4			ns
DIN Hold Time	t <sub>DH</sub>		8			ns
DOUT Propagation Delay	t <sub>DO</sub>		10		50	ns
DOUT Rise Time	t <sub>DR</sub>	C <sub>DOUT</sub> = 10pF, 20% to 80%			10	ns
DOUT Fall Time	t <sub>DF</sub>	C <sub>DOUT</sub> = 10pF, 80% to 20%			10	ns
LE Pulse-Width High	t <sub>LW</sub>		20			ns
LE Setup Time	t <sub>LS</sub>		15			ns
LE Rising to OUT_ _ Rising Delay	t <sub>LRR</sub>	(Note 6)			110	ns
LE Rising to OUT_ _ Falling Delay	t <sub>LRF</sub>	(Note 6)			340	ns
CLK Rising to OUT_ _ Rising Delay	t <sub>CRR</sub>	(Note 6)			110	ns
CLK Rising to OUT_ _ Falling Delay	t <sub>CRF</sub>	(Note 6)			340	ns
$\overline{\text{OE}}$ Rising to OUT_ _ Rising Delay	t <sub>ÖER</sub>	(Note 6)			110	ns
$\overline{\text{OE}}$ Falling to OUT_ _ Falling Delay	t <sub>ÖEF</sub>	(Note 6)			340	ns
OUT_ _ Turn-On Fall Time	t <sub>F</sub>	80% to 20% (Note 6)			210	ns
OUT_ _ Turn-Off Rise Time	t <sub>R</sub>	20% to 80% (Note 6)			130	ns

# 集成 16 通道 LED 驱动器， 具有开关模式 boost 及 SEPIC 控制器

MAX16809/MAX16810

## 3.3V TIMING CHARACTERISTICS

(V+ = +3V to < +4.5V, AGND = PGND = 0V; all voltages are measured with respect to PGND, unless otherwise noted. T<sub>A</sub> = T<sub>J</sub> = -40°C to +125°C, unless otherwise noted. Typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C.) (Notes 1, 5)

PARAMETERS	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>INTERFACE TIMING CHARACTERISTICS</b>						
CLK Clock Period	t <sub>CP</sub>		52			ns
CLK Pulse-Width High	t <sub>CH</sub>		24			ns
CLK Pulse-Width Low	t <sub>CL</sub>		24			ns
DIN Setup Time	t <sub>DS</sub>		4			ns
DIN Hold Time	t <sub>DH</sub>		8			ns
DOUT Propagation Delay	t <sub>DO</sub>		12		70	ns
DOUT Rise Time	t <sub>DR</sub>	C <sub>DOUT</sub> = 10pF, 20% to 80%			12	ns
DOUT Fall Time	t <sub>DF</sub>	C <sub>DOUT</sub> = 10pF, 80% to 20%			12	ns
LE Pulse-Width High	t <sub>LW</sub>		20			ns
LE Setup Time	t <sub>LS</sub>		15			ns
LE Rising to OUT_ _ Rising Delay	t <sub>LRR</sub>	(Note 6)			140	ns
LE Rising to OUT_ _ Falling Delay	t <sub>LRF</sub>	(Note 6)			400	ns
CLK Rising to OUT_ _ Rising Delay	t <sub>CRR</sub>	(Note 6)			140	ns
CLK Rising to OUT_ _ Falling Delay	t <sub>CRF</sub>	(Note 6)			400	ns
$\overline{\text{OE}}$ Rising to OUT_ _ Rising Delay	t <sub>OER</sub>	(Note 6)			140	ns
$\overline{\text{OE}}$ Falling to OUT_ _ Falling Delay	t <sub>OEF</sub>	(Note 6)			400	ns
OUT_ _ Turn-On Fall Time	t <sub>F</sub>	80% to 20% (Note 6)			275	ns
OUT_ _ Turn-Off Rise Time	t <sub>R</sub>	20% to 80% (Note 6)			150	ns

**Note 1:** All devices are 100% production tested at T<sub>J</sub> = +25°C and +125°C. Limits to -40°C are guaranteed by design.

**Note 2:** Guaranteed by design, not production tested.

**Note 3:** Parameter is measured at trip point of latch with V<sub>FB</sub> = 0V.

**Note 4:** Gain is defined as  $A = \Delta V_{\text{COMP}} / \Delta V_{\text{CS}}$ ,  $0.05V \leq V_{\text{CS}} \leq 0.25V$ .

**Note 5:** See Figures 3 and 4.

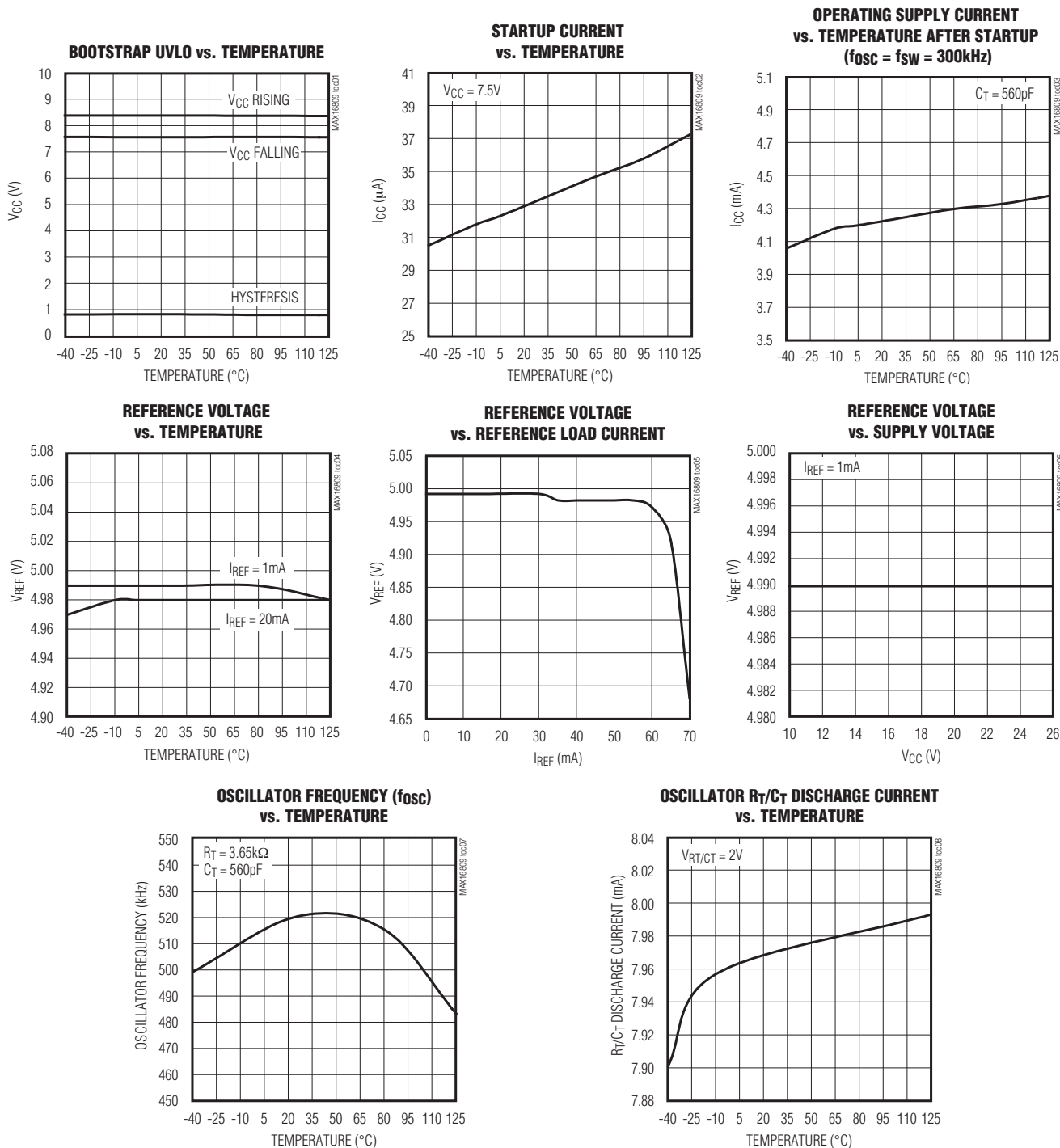
**Note 6:** A 65Ω pullup resistor is connected from OUT\_ \_ to 5.5V. Rising refers to V<sub>OUT\_ \_</sub> when current through OUT\_ \_ is turned off and falling refers to V<sub>OUT\_ \_</sub> when current through OUT\_ \_ is turned on.

# 集成 16 通道 LED 驱动器， 具有开关模式 boost 及 SEPIC 控制器

典型工作特性

( $V_{CC} = +15V$ ,  $V_+ = 3V$  to  $5.5V$ ,  $R_T = 10k\Omega$ ,  $C_T = 3.3nF$ ,  $V_{REF} = COMP = open$ ,  $C_{REF} = 0.1\mu F$ ,  $V_{FB} = 2V$ ,  $CS = AGND = PGND = 0V$ . Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

MAX16809/MAX16810

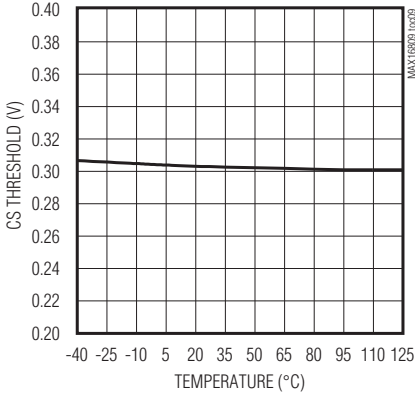


# 集成 16 通道 LED 驱动器， 具有开关模式 boost 及 SEPIC 控制器

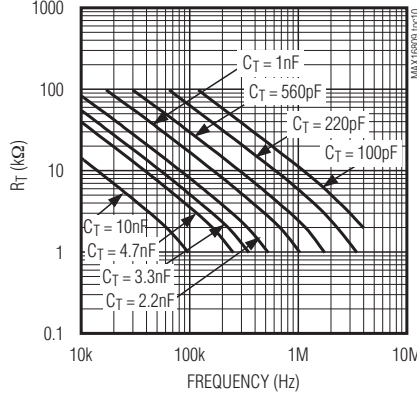
典型工作特性(续)

( $V_{CC} = +15V$ ,  $V_+ = 3V$  to  $5.5V$ ,  $R_T = 10k\Omega$ ,  $C_T = 3.3nF$ ,  $V_{REF} = COMP = open$ ,  $C_{REF} = 0.1\mu F$ ,  $V_{FB} = 2V$ ,  $C_S = AGND = PGND = 0V$ . Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

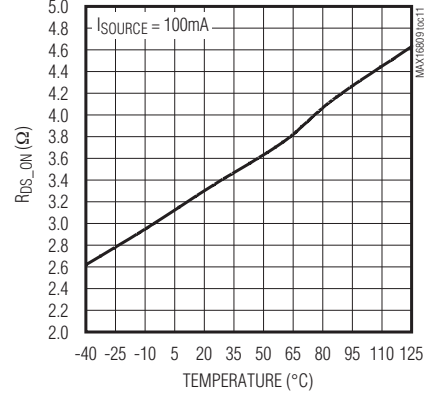
**CURRENT-SENSE TRIP THRESHOLD vs. TEMPERATURE**



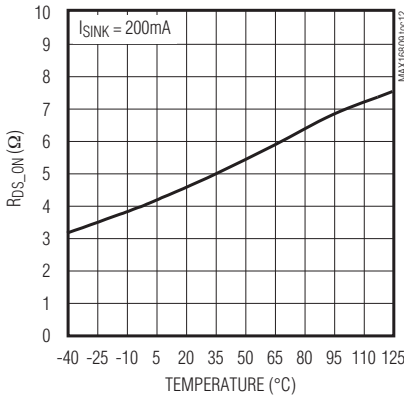
**TIMING RESISTANCE vs. OSCILLATOR FREQUENCY**



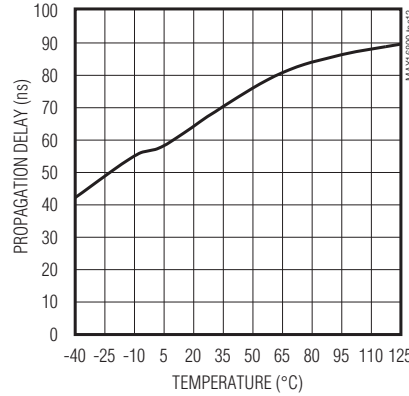
**OUT IMPEDANCE vs. TEMPERATURE (R<sub>DS\_ON</sub> PMOS DRIVER)**



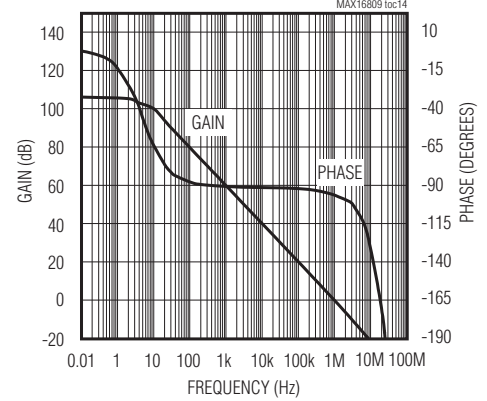
**OUT IMPEDANCE vs. TEMPERATURE (R<sub>DS\_ON</sub> NMOS DRIVER)**



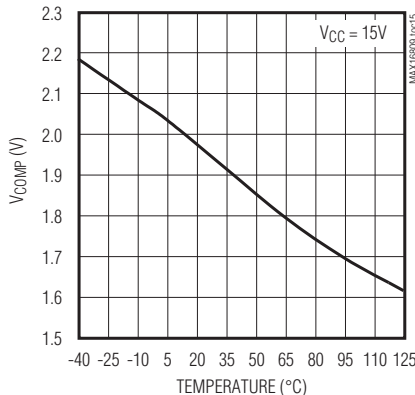
**PROPAGATION DELAY FROM CURRENT-LIMIT COMPARATOR TO OUT vs. TEMPERATURE**



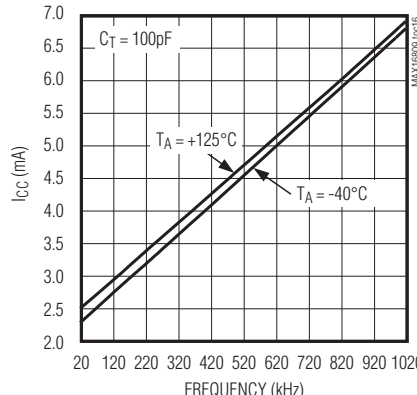
**ERROR-AMPLIFIER OPEN-LOOP GAIN AND PHASE vs. FREQUENCY**



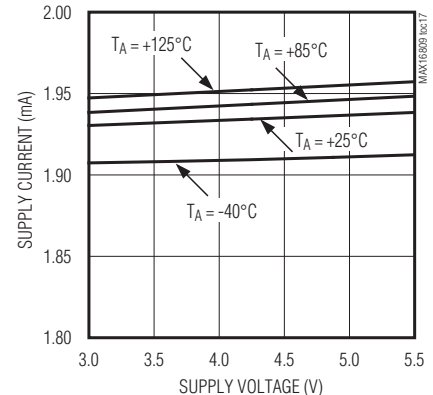
**COMP VOLTAGE LEVEL TO TURN OFF DEVICE vs. TEMPERATURE**



**SUPPLY CURRENT vs. OSCILLATOR FREQUENCY**



**SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE (INTERFACE IDLE, ALL OUTPUTS OFF, R<sub>SET</sub> = 720Ω)**





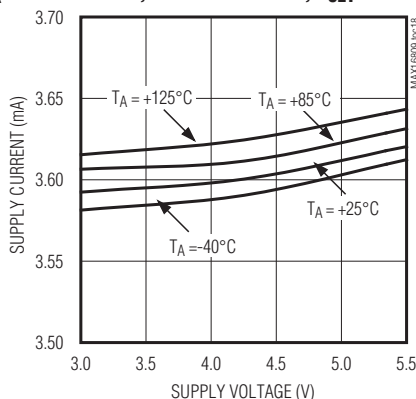
# 集成 16 通道 LED 驱动器， 具有开关模式 boost 及 SEPIC 控制器

典型工作特性(续)

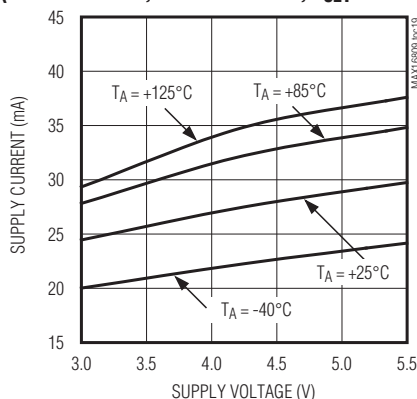
( $V_{CC} = +15V$ ,  $V_+ = 3V$  to  $5.5V$ ,  $R_T = 10k\Omega$ ,  $C_T = 3.3nF$ ,  $V_{REF} = COMP = open$ ,  $C_{REF} = 0.1\mu F$ ,  $V_{FB} = 2V$ ,  $CS = AGND = PGND = 0V$ . Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

MAX16809/MAX16810

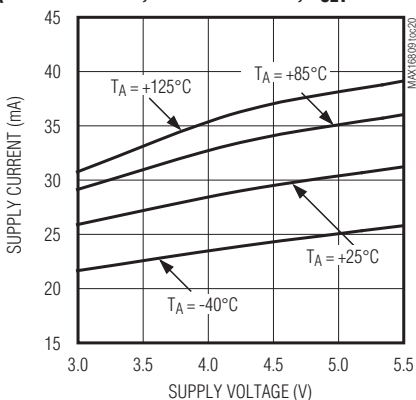
**SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE**  
(INTERFACE IDLE, ALL OUTPUTS OFF,  $R_{SET} = 360\Omega$ )



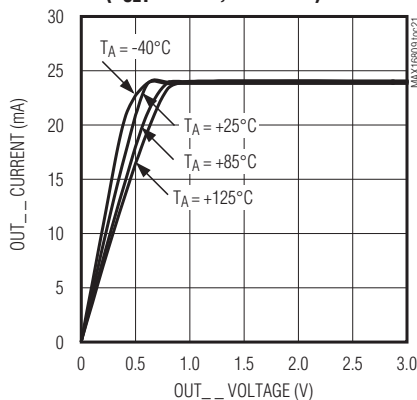
**SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE**  
(INTERFACE IDLE, ALL OUTPUTS ON,  $R_{SET} = 720\Omega$ )



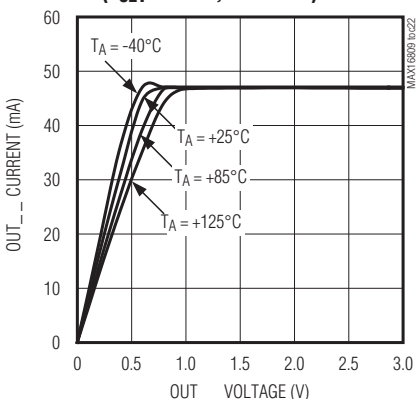
**SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE**  
(INTERFACE IDLE, ALL OUTPUTS ON,  $R_{SET} = 360\Omega$ )



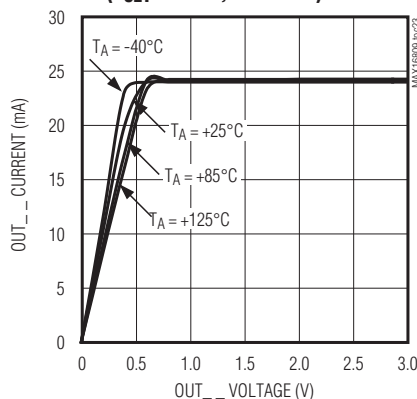
**OUT\_ CURRENT vs. OUT\_ VOLTAGE**  
( $R_{SET} = 720\Omega$ ,  $V_+ = 3.3V$ )



**OUT\_ CURRENT vs. OUT\_ VOLTAGE**  
( $R_{SET} = 360\Omega$ ,  $V_+ = 3.3V$ )



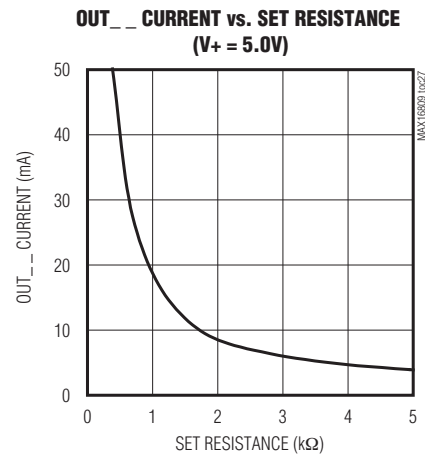
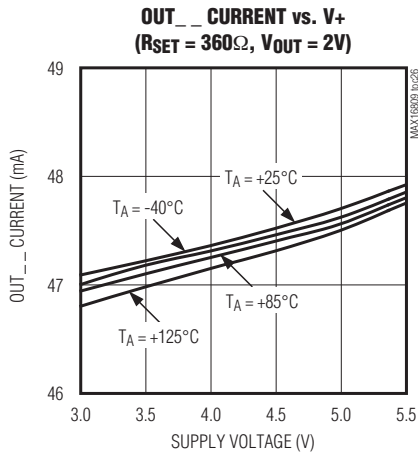
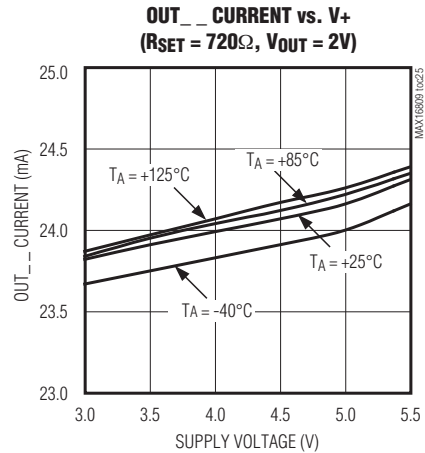
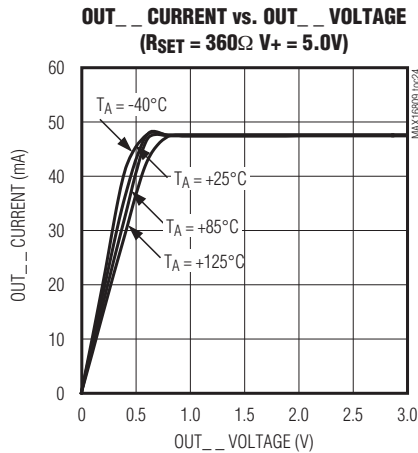
**OUT\_ CURRENT vs. OUT\_ VOLTAGE**  
( $R_{SET} = 720\Omega$ ,  $V_+ = 5.0V$ )



# 集成 16 通道 LED 驱动器， 具有开关模式 boost 及 SEPIC 控制器

典型工作特性(续)

( $V_{CC} = +15V$ ,  $V_+ = 3V$  to  $5.5V$ ,  $R_T = 10k\Omega$ ,  $C_T = 3.3nF$ ,  $V_{REF} = COMP = open$ ,  $C_{REF} = 0.1\mu F$ ,  $V_{FB} = 2V$ ,  $CS = AGND = PGND = 0V$ .  
Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)



# 集成 16 通道 LED 驱动器， 具有开关模式 boost 及 SEPIC 控制器

引脚说明

MAX16809/MAX16810

引脚	名称	功能
1, 31, 32, 36, 38	N.C.	无连接，没有内部连接。不要连接。
2	FB	误差放大器反相输入。
3	COMP	误差放大器输出。
4–11	OUT8–OUT15	LED 驱动器输出。OUT8–OUT15 为漏极开路、额定电压为 36V 的恒定吸电流输出。
12	$\overline{OE}$	低电平有效输出使能控制。将 $\overline{OE}$ 驱动至 PGND 低电平则使能 OUT0–OUT15；将 $\overline{OE}$ 驱动至高电平则禁止 OUT0–OUT15。
13	DOUT	串行数据输出，数据在 CLK 的上升沿从内部 16 位移位寄存器移出到 DOUT 端。
14	SET	LED 电流设置，在 SET 与 PGND 之间连接 R <sub>SET</sub> 设定 LED 电流。
15	V+	LED 驱动器正电源，使用一个 0.1 $\mu$ F 的陶瓷电容旁路 V+ 至 PGND。
16, 17	PGND	功率地。
18	DIN	串行数据输入，数据在 CLK 的上升沿移入内部 16 位移位寄存器。
19	CLK	串行时钟输入。
20	LE	锁存器使能输入，当 LE 为高电平时，数据从内部移位寄存器透明传输到输出锁存器；数据在 LE 的下降沿锁存到输出锁存器，且在 LE 为低电平时保持。
21–28	OUT0–OUT7	LED 驱动器输出，OUT0–OUT7 是漏极开路、额定电压为 36V 的恒定吸电流输出。
29	RTCT	PWM 控制器定时电阻/电容连接。振荡器频率由连接在 RTCT 与 REF 之间的电阻 R <sub>T</sub> 和连接在 RTCT 与 AGND 之间的电容 C <sub>T</sub> 设定。
30	CS	PWM 控制器电流检测输入。
33	AGND	模拟地。
34	OUT	MOSFET 驱动器输出 OUT，连接至外部 n 沟道 MOSFET 的栅极。
35	V <sub>CC</sub>	电源输入，使用一个 0.1 $\mu$ F 的陶瓷电容或 0.1 $\mu$ F 并联一个更高容值的陶瓷电容将 V <sub>CC</sub> 旁路至 AGND。
37	REF	5V 基准输出，使用一个 0.1 $\mu$ F 陶瓷电容旁路 REF 至 AGND。
—	EP	裸焊盘，连接至地层以改善功率耗散。不要作为唯一的接地端使用。

## 详细说明

MAX16809/MAX16810 LED 驱动器包含一个开关模式控制器，可用作 boost 或 buck-boost (SEPIC) 转换，产生驱动多串 LED 所需的电压。该器件集成了一个完整的低边驱动器、可编程振荡器(20kHz 至 1MHz)、误差放大器、用于实现高效率的低压(300mV)电流检测器和为外部供电的 5V 基准(参见图 1a、1b 和 1c)。

MAX16809/MAX16810 LED 驱动器带有 4 线串行接口和电流模式 PWM 控制器，用来提供驱动 16 路漏极开路、恒定吸电流输出端口所需的电压。驱动器采用电流检测反馈环路(不是简单的电流镜)，保证在所提供的输出电压范围

内电流变化最小(参见典型工作特性)。4 线串行接口包含 16 位移位寄存器和 16 位透明锁存器。通过时钟输入 CLK 和数据输入 DIN 将数据写入移位寄存器，数据还将传递到数据输出端 DOUT。数据输出允许多个驱动器级联，一起工作。16 位移位寄存器的内容通过锁存器使能控制 LE 装载到透明锁存器。当 LE 为高电平时锁存器与移位寄存器之间透明传输数据，在 LE 的下降沿锁存当前的状态。每个驱动器输出都采用漏极开路、恒定吸电流方式，应该连接到串联 LED 的阴极。每路输出的恒定电流可以达到 55mA，由一个外部电阻 R<sub>SET</sub> 设置所有 16 路输出。器件可工作在单机模式(见典型工作电路)。





# 集成 16 通道 LED 驱动器， 具有开关模式 boost 及 SEPIC 控制器

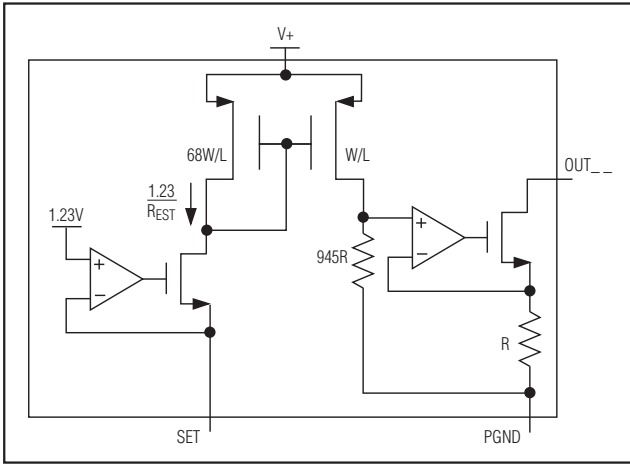


图 1c. 输出(OUT\_)驱动内部框图

## 开关控制器

### 电流模式控制环路

电流模式控制与电压模式控制相比主要有两方面的优势：首先，控制器具有前馈特性，有助于补偿每个周期的输入电压变化；其次，电流模式控制器对稳定性的要求可以将系统简化为单极点设计，而电压模式控制架构则需使用双极点系统。MAX16809/MAX16810 采用电流模式控制环路，环路误差放大器的输出与电流检测电压( $V_{CS}$ )进行比较。当电流检测信号低于 CPWM 比较器的反相输入时，比较器的输出为低电平，且开关在每个时钟脉冲都打开。当电流检测信号高于 CPWM 比较器的反相输入时，输出为高电平，关闭开关。

### 欠压锁定(UVLO)

MAX16809/MAX16810 的启动电压为 8.4V (典型值)，一旦  $V_{CC}$  达到 8.4V，基准开始上电。启动电压与 UVLO 门限值之间存在 0.8V 的滞回。 $V_{CC}$  达到 8.4V 后，MAX16809/MAX16810 即可正常工作，直至  $V_{CC}$  降至 7.6V；当  $V_{CC}$  低于 7.6V (典型值) 时，器件进入 UVLO 状态。在 UVLO 状态下， $V_{CC}$  静态电源电流降至 32 $\mu$ A (典型值)，且 OUT 和 REF 拉低。

### MOSFET 驱动器

OUT 驱动外部 n 沟道 MOSFET，输出电压摆幅介于 AGND 和  $V_{CC}$  之间。必须确保  $V_{CC}$  低于外部 MOSFET 的绝对最大

值  $V_{GS}$ 。OUT 为推挽式输出，pMOS 导通电阻典型值为 3.5 $\Omega$ 、nMOS 导通电阻典型值为 4.5 $\Omega$ ，驱动器可源出 2A 电流或吸入 1A 电流。允许 MAX16809/MAX16810 快速导通或关闭栅极电荷较大的 MOSFET。使用一个或多个 0.1 $\mu$ F 的陶瓷电容旁路  $V_{CC}$  至 AGND，并将旁路电容靠近  $V_{CC}$  放置。驱动外部 MOSFET 的平均电流取决于栅极电荷( $Q_G$ )的总和及转换器的工作频率。MAX16809/MAX16810 的功耗是平均输出驱动电流( $I_{DRIVE}$ )的函数，由下式计算  $I_{DRIVE}$  引起的器件功耗：

$$I_{DRIVE} = (Q_G \times f_{sw})$$

$$PD = (I_{DRIVE} + I_{CC}) \times V_{CC}$$

其中  $I_{CC}$  为工作电流，给定频率下的工作电流可查询典型工作特性。

### 误差放大器

MAX16809/MAX16810 内置误差放大器，其反相输入端为 FB，同相输入端在内部连接至 2.5V 基准电压。在转换器的输出  $V_{OUT}$ 、FB 和 AGND 之间连接电阻分压器，用于设定输出电压，利用下式计算输出电压：

$$V_{OUT} = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) \times V_{FB}$$

其中， $V_{FB} = 2.5V$ 。

### 振荡器

振荡器的频率由 RTCT 的外接电容和电阻设置(见典型工作电路中的  $R_T$  和  $C_T$ )。 $R_T$  连接在 RTCT 和 5V 基准(REF)之间， $C_T$  连接在 RTCT 与 AGND 之间。REF 通过  $R_T$  给  $C_T$  充电，直至电压达到 2.8V。然后， $C_T$  通过内部 8.3mA 吸电流通路放电，直至  $C_T$  电压达到 1.1V，此后， $C_T$  又通过  $R_T$  充电。振荡周期是  $C_T$  充放电时间的总和。计算充电时间如下：

$$t_C = 0.57 \times R_T \times C_T$$

其中  $t_C$  的单位为秒， $R_T$  单位为欧姆( $\Omega$ )， $C_T$  单位为法拉(F)。放电时间由下式计算：

$$t_D = (R_T \times C_T \times 1000) / [(4.88 \times R_T) - (1.8 \times 1000)]$$

其中， $t_D$  单位为秒， $R_T$  单位为欧姆( $\Omega$ )， $C_T$  单位为法拉(F)。振荡频率可由下式得出：

$$f_{OSC} = \frac{1}{(t_C + t_D)}$$

## 集成 16 通道 LED 驱动器， 具有开关模式 boost 及 SEPIC 控制器

### 基准输出

REF 输出 5V 基准电压，可提供 20mA 电流，使用一个 0.1μF 电容旁路 REF 至 AGND。

### 电流限制

MAX16809/MAX16810 包含一个快速限流比较器，发生过载或故障条件时终止上电过程。连接在外部 MOSFET 源极和 AGND 之间的电流检测电阻  $R_{CS}$  设定限流值。CS 输入的触发门限 ( $V_{CS}$ ) 为 0.3V，由下式计算  $R_{CS}$ ：

$$R_{CS} = \frac{V_{CS}}{I_{P-P}}$$

$I_{P-P}$  是流过 MOSFET 的峰值电流，当该电流 (通过电流检测电阻) 产生的电压超过限流比较器门限时，MOSFET 驱动器 (OUT) 将在 60ns 内关闭开关。大多数情况下，需要小尺寸 RC 滤波器滤除检测波形上的毛刺，设定 RC 滤波器的时间常数为 50ns。

### Buck-boost (SEPIC) 转换

图 2 给出了单机模式下 MAX16809/MAX16810 的 buck-boost 转换应用电路，当 LED 串的总导通压降使得  $V_{OUT}$  低于或高于  $V_{IN}$  时，必需采用 SEPIC 拓扑。

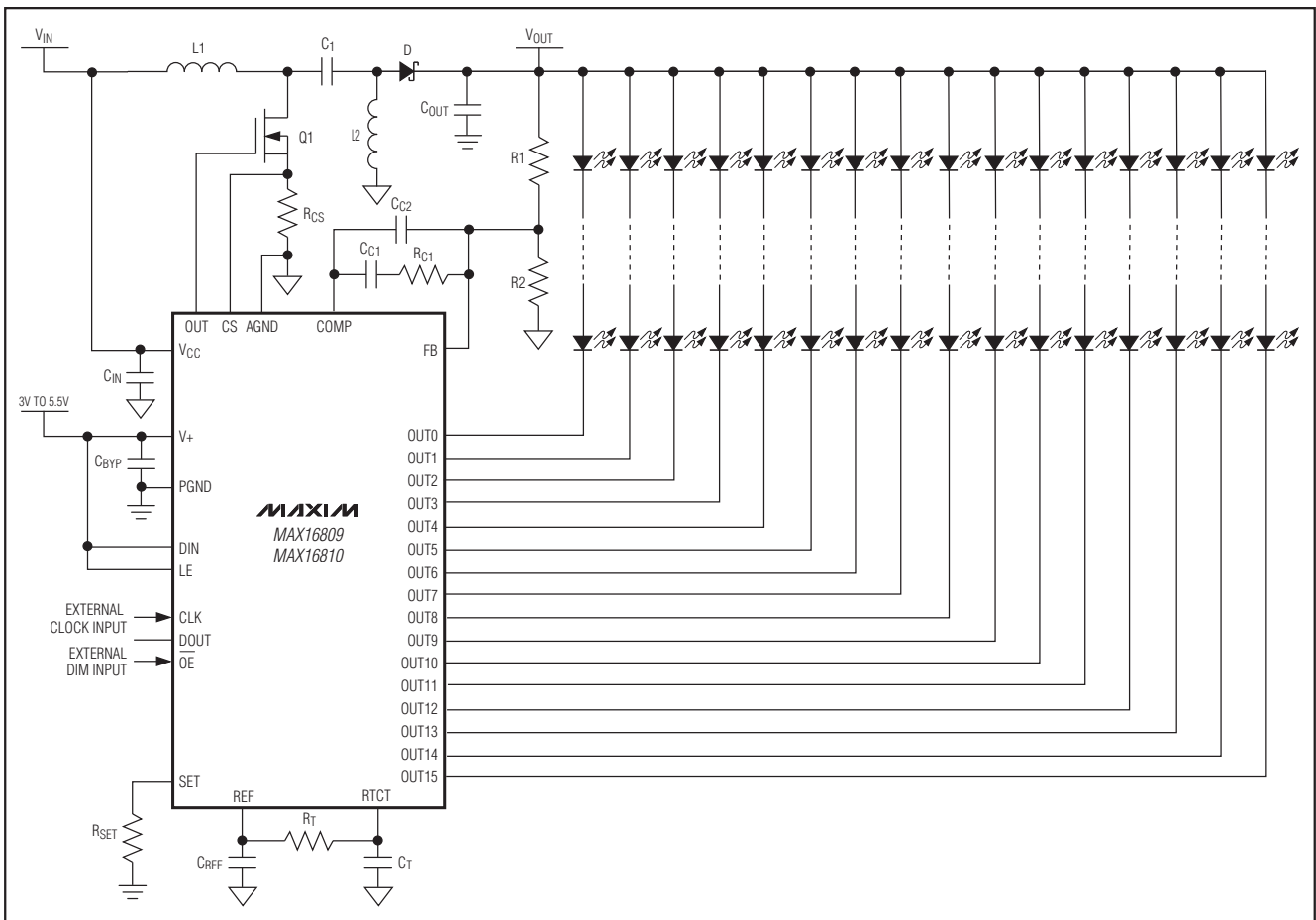


图2. Buck-boost (SEPIC) 工作电路

# 集成 16 通道 LED 驱动器， 具有开关模式 boost 及 SEPIC 控制器

## LED 驱动器

### 4 线接口

MAX16809/MAX16810 可以单机工作(参见典型工作电路)，当与微控制器一起使用时，MAX16809/MAX16810 提供一个 4 线串口，DIN、CLK、LE、 $\overline{OE}$  为输入，DOUT 为数据输出，通过该接口将 LED 通道数据写入 MAX16809/MAX16810。串行接口数据字长为 16 位：D0–D15，如图 3 所示。

五个接口引脚的功能如下：

DIN 是串行数据输入，在 CLK 的上升沿采样时必须保持数据稳定。数据的 MSB 首先移入，即数据位 D15 首先输入，随后是其它 15 位数据，最后一位是 LSB，D0。

CLK 是串行时钟输入，在 CLK 的上升沿将 DIN 数据送入 MAX16809/MAX16810 的 16 位移位寄存器。

LE 是 MAX16809/MAX16810 的锁存使能输入，控制数据从 16 位移位寄存器传送到 16 位输出锁存器(透明锁存)，数据在 LE 的下降沿锁存(图 4)。第 4 个输入( $\overline{OE}$ )为输出驱动器提供输出使能控制。当  $\overline{OE}$  为高电平时，输出(OUT0–OUT15)被强制为高阻态，无需改变输出锁存器的内容；驱动  $\overline{OE}$  为低电平时，使能输出使其跟随输出锁存器的状态。 $\overline{OE}$  控制独立于串行接口操作。无论  $\overline{OE}$  状态如何，数据均可移入串行移位寄存器并锁存。DOUT 是串行数据输出，MAX16809/MAX16810 在 CLK 的上升沿从 16 位移位寄存器将数据移出。DIN 数据通过移位寄存器传输，在 16 个时钟周期后出现在 DOUT 端。表 1 给出了 4 线串行接口的真值表。

表 1. 4 线串行接口真值表

SERIAL DATA INPUT DIN	CLOCK INPUT CLK	SHIFT REGISTER CONTENTS						LOAD INPUT LE	LATCH CONTENTS						BLANKING INPUT $\overline{OE}$	OUTPUT CONTENTS CURRENT AT OUT_ _					
		D0	D1	D2	...	Dn-1	Dn		D0	D1	D2	...	Dn-1	Dn		D0	D1	D2	...	Dn-1	Dn
H		H	R0	R1	...	Rn-2	Rn-1														
L		L	R0	R1	...	Rn-2	Rn-1														
X		R0	R1	R2	...	Rn-1	Rn														
		X	X	X	...	X	X	L	R0	R1	R2	...	Rn-1	Rn							
		P0	P1	P2	...	Pn-1	Pn	H	P0	P1	P2	...	Pn-1	Pn	L	P0	P1	P2	...	Pn-1	Pn
									X	X	X	...	X	X	H	L	L	L	...	L	L

L = 低逻辑电平。

H = 高逻辑电平。

X = 无关。

P = 当前状态(移位寄存器)。

R = 前期状态(锁存)。



# 集成 16 通道 LED 驱动器， 具有开关模式 boost 及 SEPIC 控制器

MAX16809/MAX16810

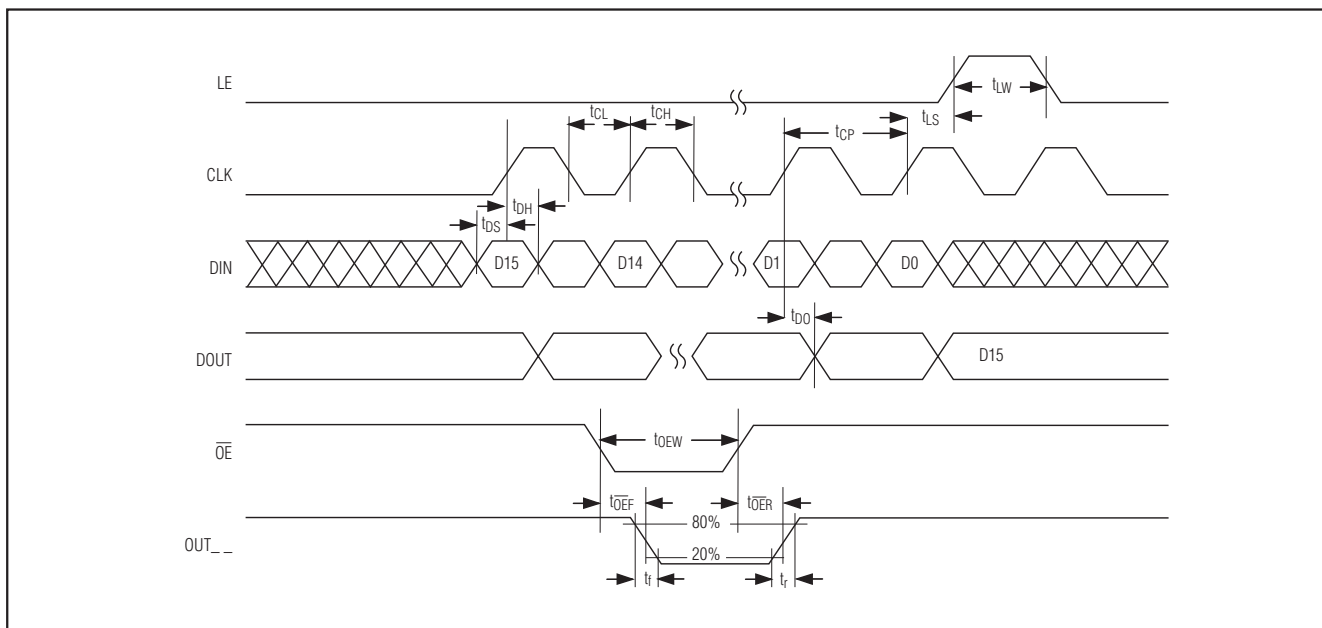


图3. 4线串行接口时序图

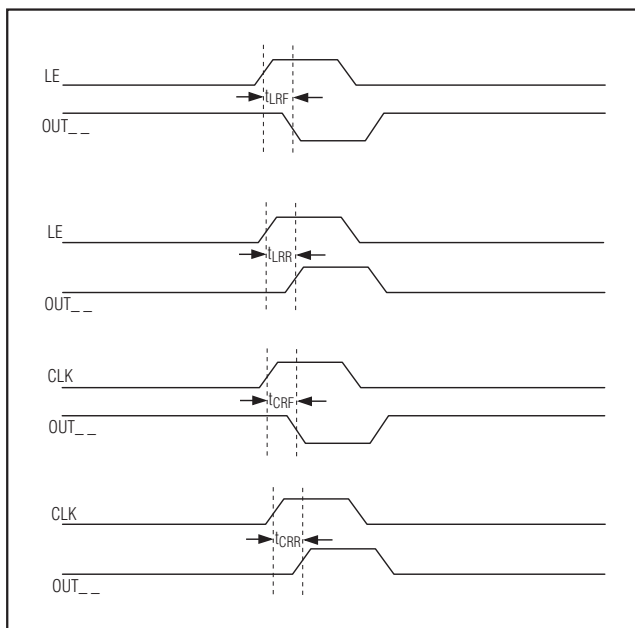


图4. LE和CLK至OUT\_ \_时序

## 看门狗(MAX16810)

MAX16810包含一个看门狗电路，可监控CLK、DIN和LE输入。如果这三个输入中的任何一个1秒钟内没有变化，输出锁存器将被清除，输出OUT0-OUT15变为类似初始上电时的高阻态，关断连接至这些输出的所有LED。移位寄存器的数据不变，仍为输出锁存数据。触发看门狗时，输出将保持关断状态直到驱动器输出锁存器更新数据使输出导通为止。因为MAX16810在发生看门狗超时状态下没有锁定状态，因此可自动从暂时的传输故障中恢复。当串口恢复有效工作时，将复位看门狗定时器并重新启动串口监控功能，MAX16810正常工作。看门狗功能无需改变MAX16810驱动软件，CLK、DIN和LE的上升时间应小于10 $\mu$ s。

# 集成 16 通道 LED 驱动器， 具有开关模式 boost 及 SEPIC 控制器

## LED 故障检测 (MAX16810)

MAX16810 包含 LED 开路故障自动检测电路，当一个输出的吸电流低于设置电流的 50% 时，则判断发生开路故障。开路故障检测只在  $\overline{OE}$  的下降沿之后进行。故障数据在 LE 的上升沿锁存，当有新的 LED 数据从移位寄存器装入输出锁存器时移出。如果有一个或多个输出端口被检测到开路故障，DOUT 的 D14 和 D13 位将变为高电平；如果没有检测到开路故障，D14 和 D13 位将为低电平，DOUT 的其它 14 位数据不会改变。在 LE 的下降沿之后，故障状态数据将在前两个时钟的上升沿移至 DOUT (见图 5)。在 16 位新的 LED 数据移入移位寄存器并且 DOUT 输出数据的 D15 位时，LE 才会变为高电平。通常，故障检测时可以测试所有的移出数据。D0-D12 位和 D15 位与原来的传输数据进行比较，检测数据连接的完整性。首先检测 D13、D14 位，观察它们是否包含相同的数据(有效状态)，其次，根据其实际电平检测是否产生故障报告。

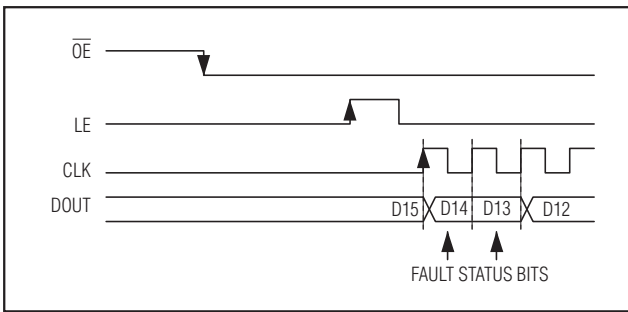


图 5. 故障时序

## 选择外部元件 $R_{SET}$ 设定 LED 输出电流

MAX16809/MAX16810 通过一个外部电阻  $R_{SET}$  设定输出 OUT0-OUT15 的 LED 电流， $R_{SET}$  的最小值为  $311\Omega$ ，设定的输出电流为 55mA。 $R_{SET}$  的最大值为  $5k\Omega$  ( $I_{OUT\_} = 3.6mA$ )，SET 所允许的最大电容为 100pF。

根据以下公式设置输出电流：

$$R_{SET} = \frac{17,100V}{I_{OUT\_}}$$

其中  $I_{OUT\_}$  为所期望的输出电流，单位为毫安， $R_{SET}$  取值单位为欧姆。

## 过热关断

MAX16809/MAX16810 内置温度传感器，当管芯温度超过  $+165^{\circ}C$  时关闭所有输出。当管芯温度降至  $+140^{\circ}C$  以下时，输出重新使能。寄存器的内容不会受影响，所以，当驱动器功耗过大时，由于驱动器反复出现过热、冷却，表现出的外部特征是负载 LED 周期性地开通、关断。

## 单机工作

单机工作模式下，MAX16809/MAX16810 不使用 4 线串口 (参见典型工作电路)。DIN 和 LE 接  $V+$ ，并提供至少 16 个外部时钟脉冲至 CLK 使能 16 路输出端口。这个启动过程可通过外部时钟或 PWM 信号实现，外部时钟可由 RTCT 端的信号和外部比较器产生。

# 集成 16 通道 LED 驱动器， 具有开关模式 boost 及 SEPIC 控制器

MAX16809/MAX16810

## LED 亮度调节

## PCB 布线

### PWM 亮度调节

所有输出通道通过  $\overline{OE}$  端的 PWM 信号 (50Hz 到 30kHz) 同时调节亮度，能够在较宽范围内进行亮度调节，调光比可达 5000:1。通过 4 线串口可以分别控制每个通道的通、断，LED 亮度正比于 PWM 占空比。

细致的 PCB 布线对获得低开关损耗、低噪声、稳定的工作状态至关重要。尽可能使用多层板可获得更好的抗干扰能力，利用星形接地方式有助于保护敏感的模拟地。将 AGND、PGND、输入旁路电容的地线、输出滤波器地线连接到一个独立的接地点 (星形接地配置)，有助于降低地线噪声。同样，使引线长度最短可以减少寄生电容、引线电阻和辐射噪声，输出分压器和 FB 引脚之间、AGND 和 PGND 之间的连线必须尽可能短。

### LED 电流幅度调节

利用模拟信号或数字电位器作为  $R_{SET}$ ，可以实现 LED 电流幅度的调节和线性调光。

## 功耗计算

MAX16809/MAX16810 的功耗 (PD) 上限可由下式估算：

$$PD = DUTY \times \left[ (V_+ \times I_+) + \sum_{i=0}^{i=15} V_{OUTi} \times I_{OUTi} \right] + (V_{CC} \times I_{CC})$$

其中：

$V_+$  = 供电电压

$I_+$  =  $V_+$  工作电流

DUTY =  $\overline{OE}$  端 PWM 信号的占空比

$V_{OUTi}$  = 驱动负载 LED 时，MAX16809/MAX16810 的端口输出电压

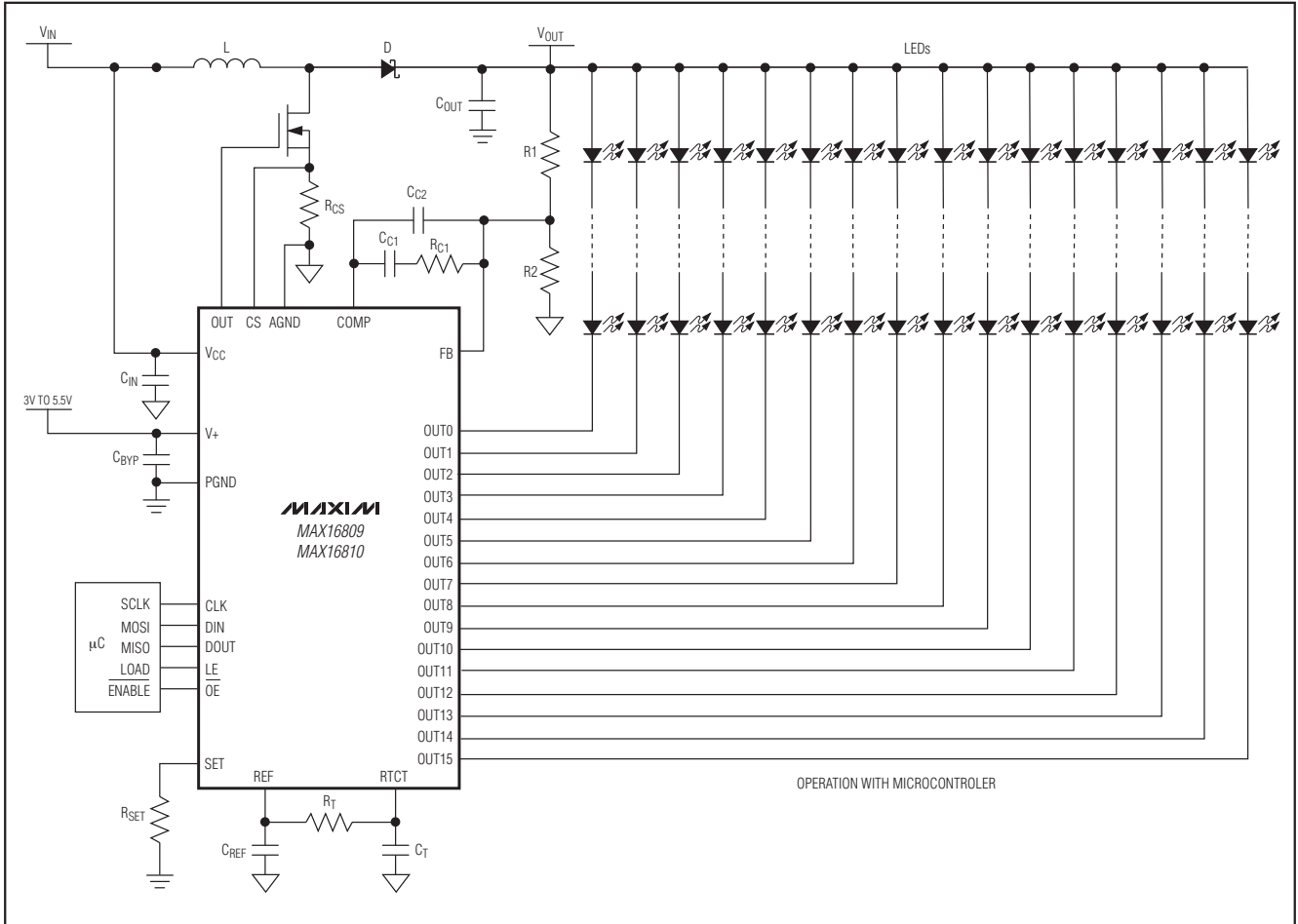
$I_{OUTi}$  = 由  $R_{SET}$  设定的 LED 驱动电流

PD = 功耗。

# 集成 16 通道 LED 驱动器， 具有开关模式 boost 及 SEPIC 控制器

MAX16809/MAX16810

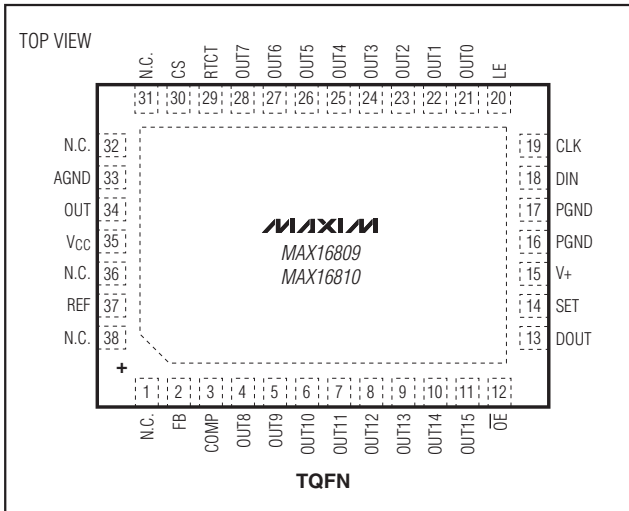
典型工作电路(续)



# 集成 16 通道 LED 驱动器， 具有开关模式 boost 及 SEPIC 控制器

## 引脚配置

## 芯片信息



PROCESS: BiCMOS

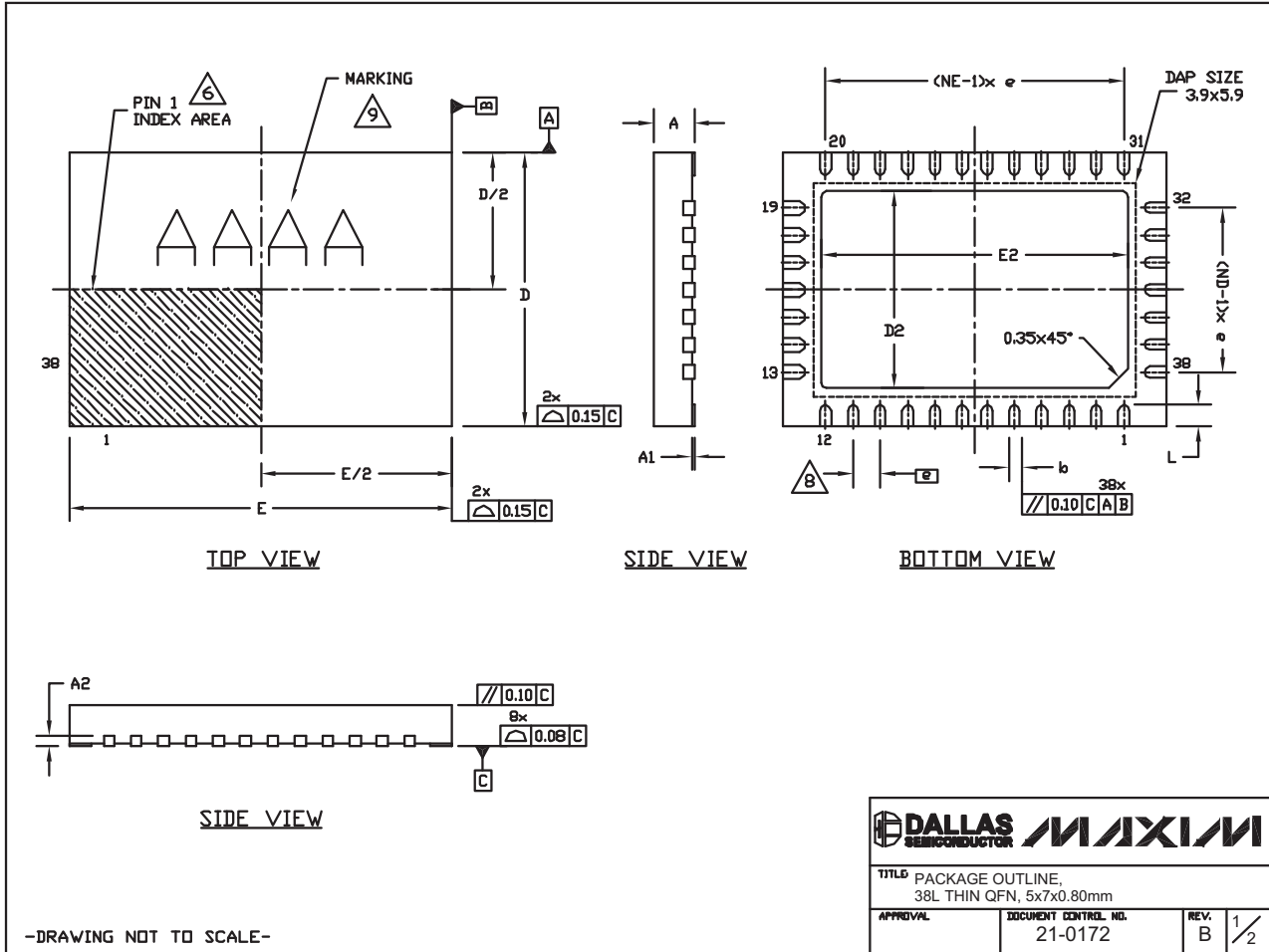
MAX16809/MAX16810

# 集成 16 通道 LED 驱动器， 具有开关模式 boost 及 SEPIC 控制器

封装信息

(本数据资料提供的封装图可能不是最近的规格，如需最近的封装外形信息，请查询 [www.maxim-ic.com.cn/packages](http://www.maxim-ic.com.cn/packages).)

MAX16809/MAX16810



38L THIN QFN:EPS

# 集成 16 通道 LED 驱动器， 具有开关模式 boost 及 SEPIC 控制器

封装信息(续)

(本数据资料提供的封装图可能不是最近的规格，如需最近的封装外形信息，请查询 [www.maxim-ic.com.cn/packages](http://www.maxim-ic.com.cn/packages).)

MAX16809/MAX16810

**NOTES:**

1. ALL DIMENSION ARE IN mm. ANGLES IN DEGREES.
2. COPLANARITY APPLIES TO THE EXPOSED PAD AS WELL AS THE TERMINALS. COPLANARITY SHALL NOT EXCEED 0.08mm.
3. WARPAGE SHALL NOT EXCEED 0.10mm.
4. PACKAGE LENGTH / PACKAGE WIDTH ARE CONSIDERED AS SPECIAL CHARACTERISTIC(S)
5. REFER JEDEC MO-220, WHKD-1.
6. THE TERMINAL #1 IDENTIFIER AND TERMINAL NUMBERING CONVENTION SHALL CONFORM TO JESD 95-1 PP-012. DETAILS OF TERMINAL #1 IDENTIFIER ARE OPTIONAL, BUT MUST BE LOCATED WITHIN THE ZONE INDICATED. THE TERMINAL #1 IDENTIFIER MAY BE EITHER A MOLD OR MARKED FEATURE.
7. ND AND NE REFER TO THE NUMBER OF TERMINALS ON EACH D AND E SIDE RESPECTIVELY.
8. LEAD CENTERLINES TO BE AT TRUE POSITION AS DEFINED BY BASIC DIMENSION "e", ±0.05.
9. MARKING IS FOR PACKAGE ORIENTATION REFERENCE ONLY.
10. ALL DIMENSIONS APPLY TO BOTH LEADED (-) AND LEAD FREE (+) PACKAGE CODES.

COMMON DIMENSIONS			
SYMBOLS	MIN.	NOM.	MAX.
A	0.70	0.75	0.80
A1	0.00	---	0.05
A2	0.20 REF.		
b	0.20	0.25	0.30
D	4.90	5.00	5.10
e	0.50 BSC.		
E	6.90	7.00	7.10
L	0.35	0.40	.045
N	38		
ND	7		
NE	12		

PACKAGE	EXPOSED PAD DIMENSIONS					
	D2			E2		
	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.
T3857-1	3.50	3.60	3.70	5.50	5.60	5.70
T3857M-1	3.50	3.60	3.70	5.50	5.60	5.70

-DRAWING NOT TO SCALE-

			
TITLE PACKAGE OUTLINE, 38L THIN QFN, 5x7x0.80mm			
APPROVAL	DOCUMENT CONTROL NO.	REV.	2/2
	21-0172	B	

## 修订历史

Rev 1 中的修改页: 1、14、16、22、23。

## 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

23

© 2007 Maxim Integrated Products

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

[www.BDTIC.com/maxim](http://www.BDTIC.com/maxim)