

特性

MAX16809具有过热保护，工作在-40℃至+125℃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。

- ◆ 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
- ◆ 4线串行接口可独立控制各个输出通道

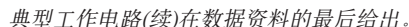
应用

环境照明灯、状态指示及音量指示灯

订购信息

*EP = 裸焊盘。

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

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V_{CC} to AGND.....-0.3V to +30V
 Current into V_{CC} (V_{CC} > 24V)30mA
 V+ to PGND.....-0.3V to +6V
 OUT to AGND.....-0.3V to (V_{CC} + 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)
 DOUT Current.....±10mA

OUT0–OUT15 Sink Current.....60mA
 Total PGND Current (1s pulse time)960mA
 Continuous Power Dissipation (T_A = +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_{CC} = +15V, V+ = +3V to +5.5V referenced to PGND, R_T = 10kΩ, C_T = 3.3nF, REF = open, COMP = open, C_{REF} = 0.1μF, V_{FB} = 2V, CS = AGND, AGND = PGND = 0V; all voltages are measured with respect to AGND, unless otherwise noted. T_J = T_A = -40°C to +125°C, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.) (Note 1)

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

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (PWM CONTROLLER) (continued)

(V_{CC} = +15V, V₊ = +3V to +5.5V referenced to PGND, R_T = 10k Ω , C_T = 3.3nF, REF = open, COMP = open, C_{REF} = 0.1 μ 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°C to +125°C, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.) (Note 1)

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

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (LED DRIVER)

(V+ = +3V to +5.5V, AGND = PGND = 0V; all voltages are measured with respect to PGND, unless otherwise noted. T_A = T_J = -40°C to +125°C, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Supply Voltage	V+		3.0		5.5	V
Output Voltage	V _{OUT_}				36	V
Standby Current (Interface Idle, All Output Ports High Impedance)		R _{SET} = 360Ω, DIN, LE, CLK = PGND or V+, $\overline{OE}$ = V+, DOUT unconnected		3.6	4.5	mA
Standby Current (Interface Active, All Output Ports High Impedance)		R _{SET} = 360Ω, f _{CLK} = 5MHz, $\overline{OE}$ = V+, DIN, LE = PGND or V+, DOUT unconnected		3.8	4.8	mA
Supply Current (Interface Idle, All Output Ports Active Low)	I+	R _{SET} = 360Ω, $\overline{OE}$ = PGND, DIN, LE = V+, DOUT unconnected		30	52.5	mA
INTERFACE (DIN, CLK, DOUT, LE, $\overline{OE}$)						
Input-Voltage High (DIN, CLK, LE, $\overline{OE}$)	V _{IH}		0.7 x V+			V
Input-Voltage Low (DIN, CLK, LE, $\overline{OE}$)	V _{IL}				0.3 x V+	V
Hysteresis Voltage (DIN, CLK, LE, $\overline{OE}$)	V _{HYST}			0.8		V
Input Leakage Current (DIN, CLK)	I _{LEAK}		-1		+1	μA
$\overline{OE}$ Pullup Current to V+	I $\overline{OE}$	V+ = 5.5V, $\overline{OE}$ = PGND	0.25	1.5	25	μA
LE Pulldown Current to PGND	I _{LE}	V+ = 5.5V, LE = V+	0.25	1.5	25	μA
Output-Voltage High (DOUT)	V _{OH}	I _{SOURCE} = 4mA	V+ - 0.5V			V
Output-Voltage Low (DOUT)	V _{OL}	I _{SINK} = 4mA			0.5	V
OUT_ _ Output Current	I _{OUT_}	0°C ≤ T _A ≤ +125°C, V _{OUT} = 1V to 2.5V, R _{SET} = 360Ω	43.25	47.5	51.75	mA
		T _A = -40°C, V _{OUT} = 1V to 2.5V, R _{SET} = 360Ω	40		55	
OUT_ _ Leakage Current		$\overline{OE}$ = V+			1	μA

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

MAX16809

5V TIMING CHARACTERISTICS

(V₊ = +4.5V to +5.5V, AGND = PGND = 0V; all voltages are measured with respect to PGND, unless otherwise noted. T_A = T_J = -40°C to +125°C, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.) (Notes 1, 5)

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

3.3V TIMING CHARACTERISTICS

($V_+ = +3V$ to $< +4.5V$, AGND = PGND = 0V; all voltages are measured with respect to PGND, unless otherwise noted. $T_A = T_J = -40^\circ C$ to $+125^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.) (Notes 1, 5)

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

Note 1: This device is 100% production tested at $T_J = +25^\circ C$ and $+125^\circ C$. Limits to $-40^\circ C$ are guaranteed by design.

Note 2: Guaranteed by design, not production tested.

Note 3: Parameter is measured at trip point of latch with $V_{FB} = 0V$.

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

Note 5: See Figures 3 and 4.

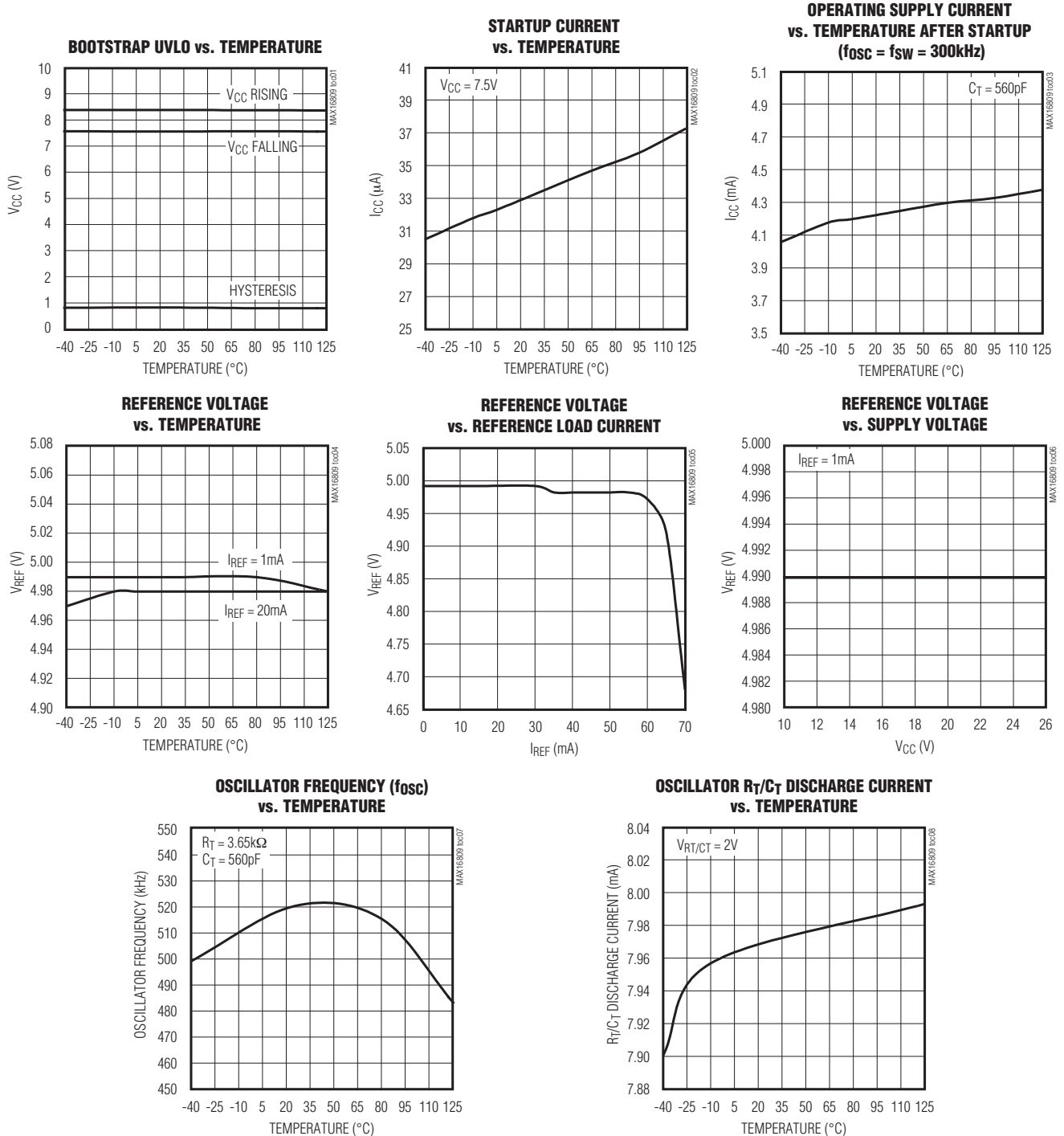
Note 6: A 65Ω pullup resistor is connected from OUT_ _ to 5.5V. Rising refers to $V_{OUT_}$ when current through OUT_ _ is turned off and falling refers to $V_{OUT_}$ when current through OUT_ _ is turned on.

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

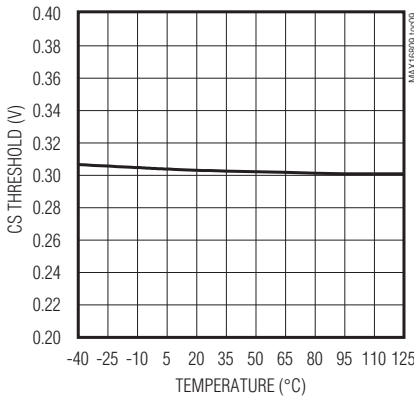


集成16通道LED驱动器， 具有开关模式boost及SEPIC控制器

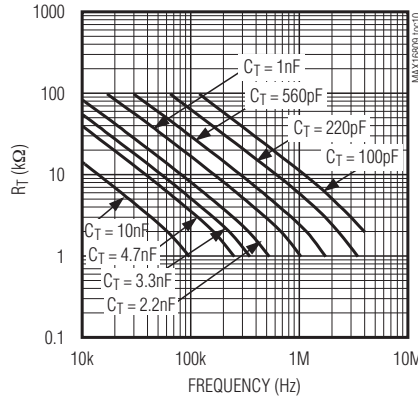
典型工作特性(续)

($V_{CC} = +15V$, $V_+ = 3V$ 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.)

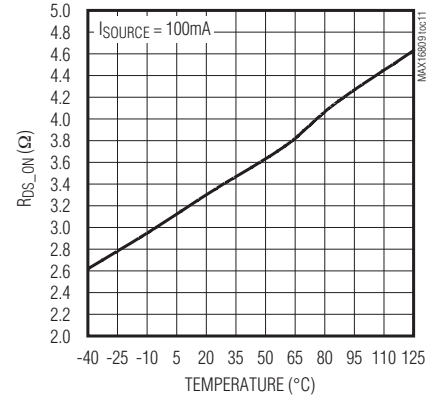
**CURRENT-SENSE TRIP THRESHOLD
vs. TEMPERATURE**



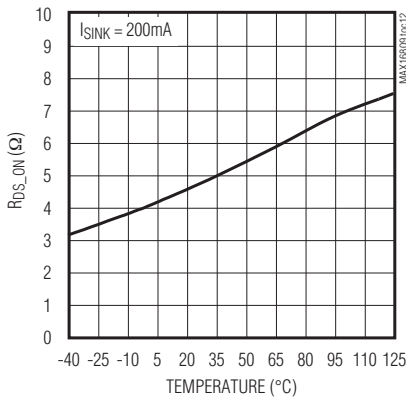
**TIMING RESISTANCE
vs. OSCILLATOR FREQUENCY**



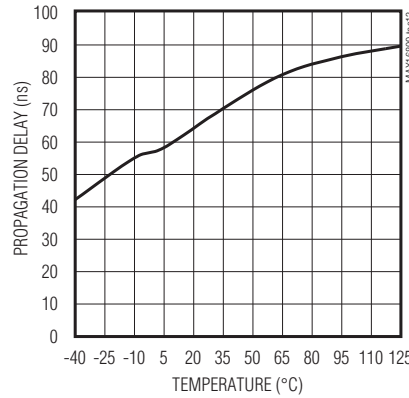
**OUT IMPEDANCE vs. TEMPERATURE
(R_{DS_ON} PMOS DRIVER)**



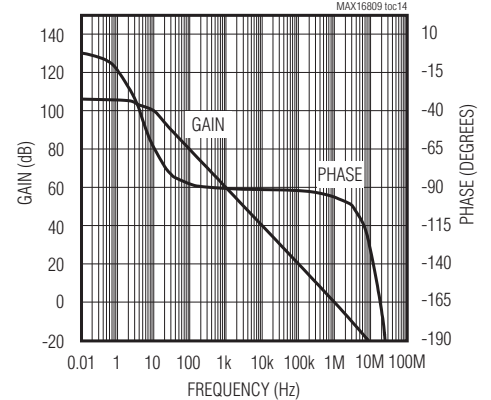
**OUT IMPEDANCE vs. TEMPERATURE
(R_{DS_ON} NMOS DRIVER)**



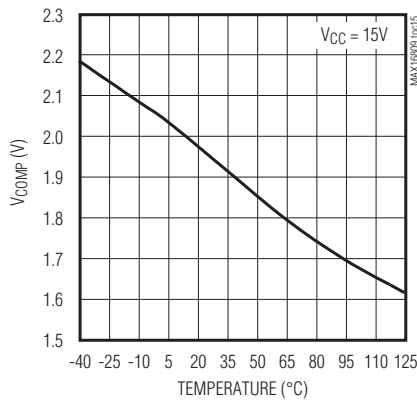
**PROPAGATION DELAY FROM CURRENT-LIMIT
COMPARATOR TO OUT vs. TEMPERATURE**



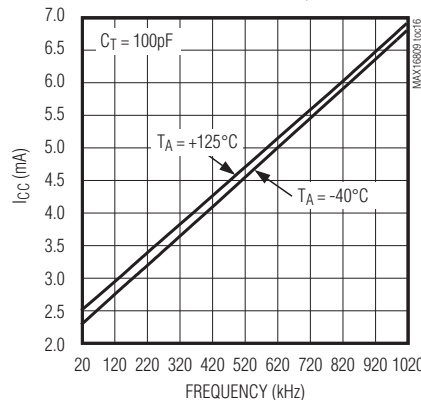
**ERROR-AMPLIFIER OPEN-LOOP GAIN
AND PHASE vs. FREQUENCY**



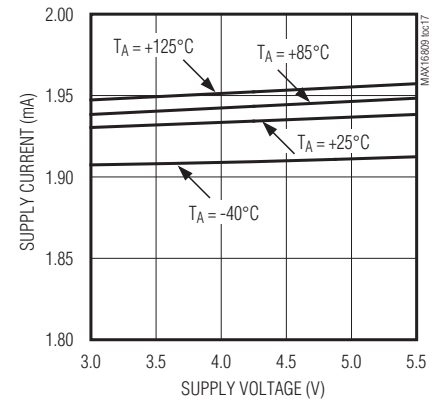
**COMP VOLTAGE LEVEL TO TURN
OFF DEVICE vs. TEMPERATURE**



**SUPPLY CURRENT
vs. OSCILLATOR FREQUENCY**



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

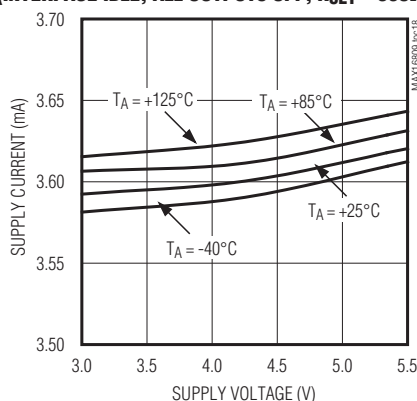


集成 16 通道 LED 驱动器， 具有开关模式 boost 及 SEPIC 控制器

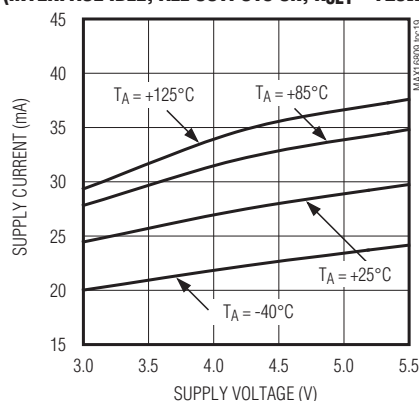
典型工作特性(续)

($V_{CC} = +15V$, $V_+ = 3V$ 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.)

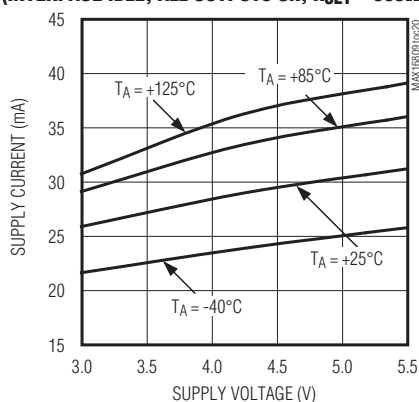
SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE
(INTERFACE IDLE, ALL OUTPUTS OFF, $R_{SET} = 360\Omega$)



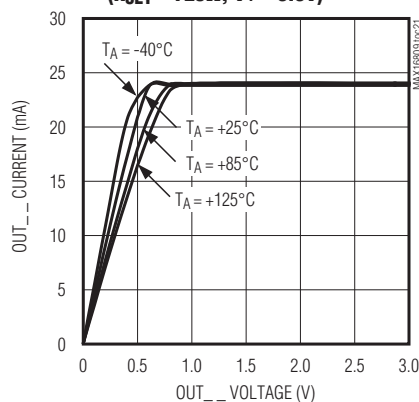
SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE
(INTERFACE IDLE, ALL OUTPUTS ON, $R_{SET} = 720\Omega$)



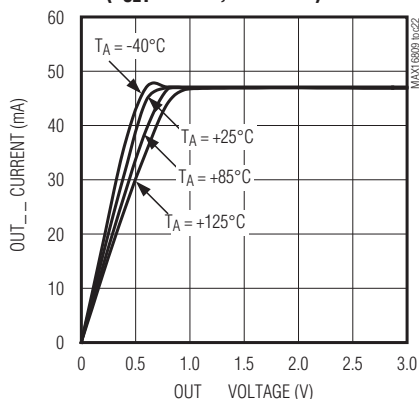
SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE
(INTERFACE IDLE, ALL OUTPUTS ON, $R_{SET} = 360\Omega$)



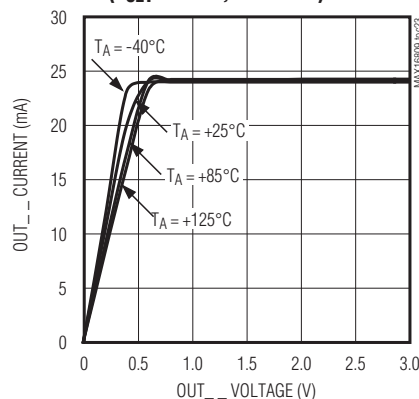
OUT_ CURRENT vs. OUT_ VOLTAGE
($R_{SET} = 720\Omega$, $V_+ = 3.3V$)



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



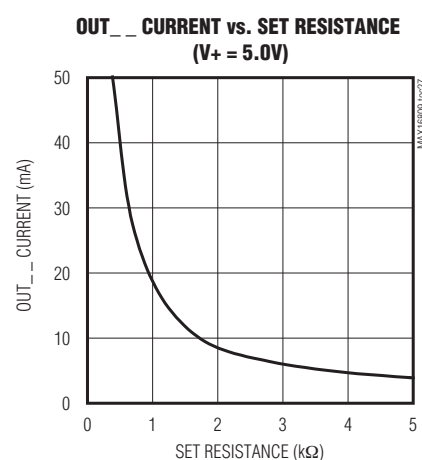
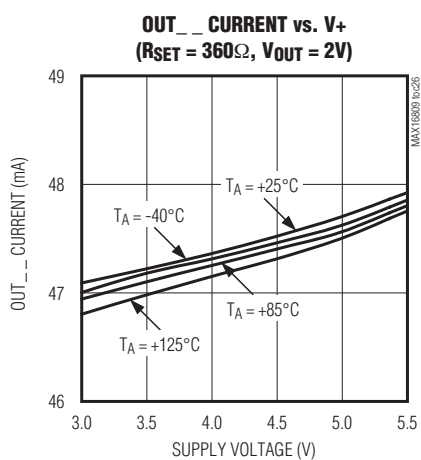
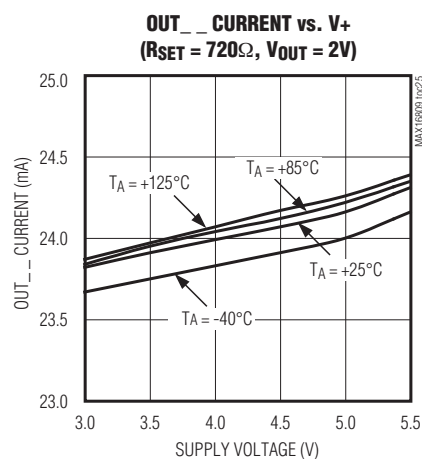
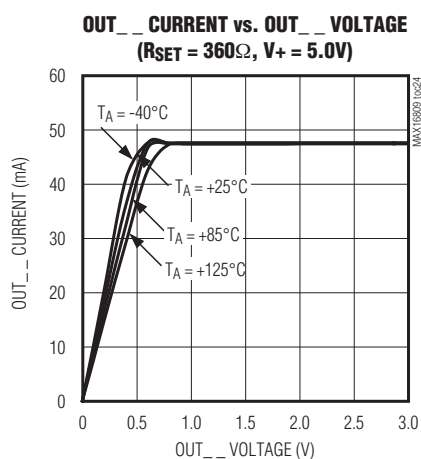
OUT_ CURRENT vs. OUT_ VOLTAGE
($R_{SET} = 720\Omega$, $V_+ = 5.0V$)



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

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_{SET} 设定 LED 电流。
15	V+	LED 驱动器正电源，使用一个 0.1 μ 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_T 和连接在 RTCT 与 AGND 之间的电容 C_T 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 _{CC}	电源输入，使用一个 0.1 μ F 的陶瓷电容或 0.1 μ F 并联一个更高容值的陶瓷电容将 V _{CC} 旁路至 AGND。
37	REF	5V 基准输出，使用一个 0.1 μ 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 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 和 1b)。

MAX16809 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

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

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_{SET} 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)。

MAX6970 和 MAX6971 系列产品与 MAX16809 配合使用可以扩展通道数量。

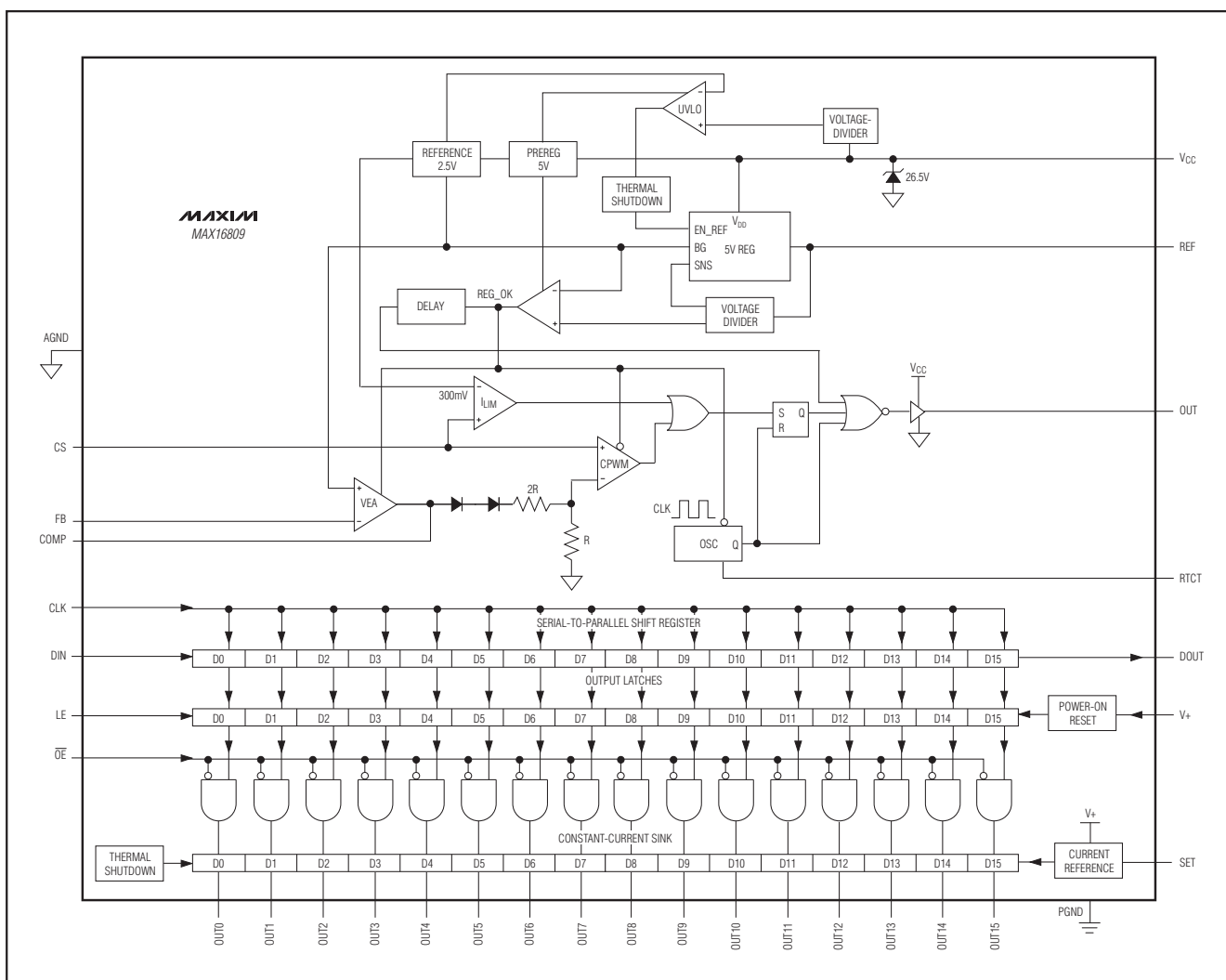


图1a. 内部框图

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

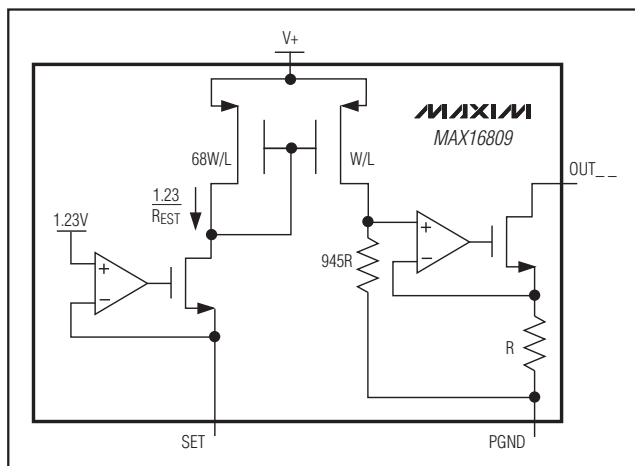


图 1b. 输出(OUT_)驱动内部框图

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 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 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 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 μ 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 Ω 、nMOS 导通电阻典型值为 4.5 Ω ，驱动器可源出 2A 电流或吸入 1A 电流。允许 MAX16809 快速导通或关闭栅极电荷较大的 MOSFET。使用一个或多个 0.1 μ 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 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 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 (Ω)， 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 (Ω)， C_T 单位为法拉 (F)。

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

振荡频率可由下式得出：

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

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 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} ：

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

$I_{\text{P-P}}$ 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 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，必须采用 SEPIC 拓扑。

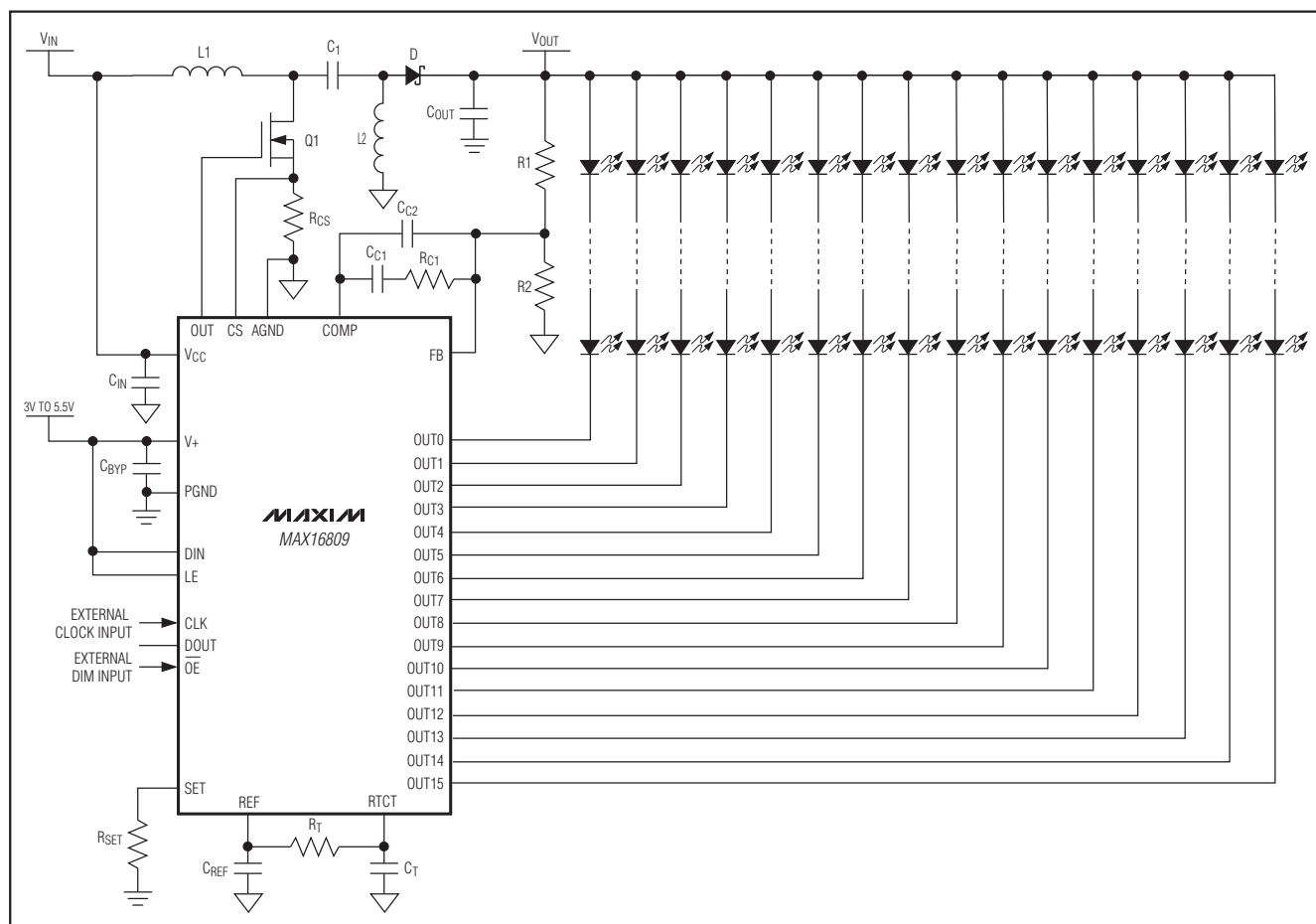


图2. Buck-boost (SEPIC) 工作电路

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 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 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。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 的 16 位移位寄存器。

LE 是 MAX16809 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 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	SHIFT REGISTER CONTENTS						LOAD INPUT	LATCH CONTENTS						BLANKING INPUT	OUTPUT CONTENTS CURRENT AT OUT_					
	CLK	D0	D1	D2	...	Dn-1	Dn	LE	D0	D1	D2	...	Dn-1	Dn	$\overline{OE}$	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)。

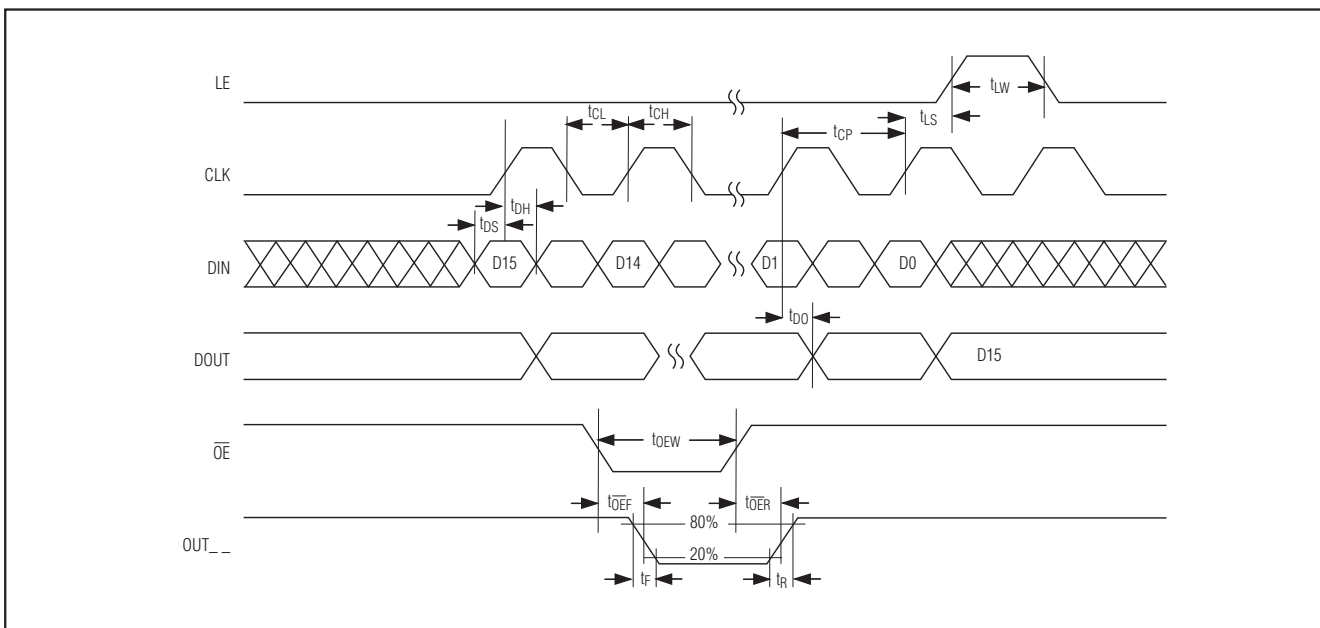


图3. 4线串行接口时序图

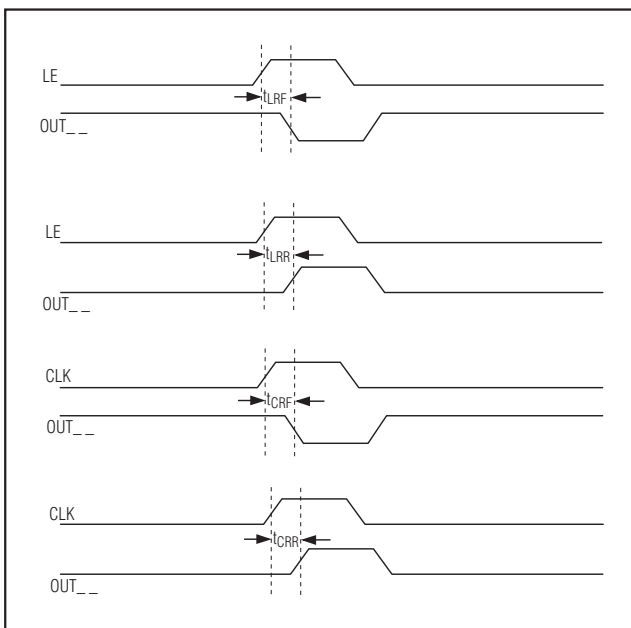


图4. LE和CLK至OUT_ _时序

选择外部元件 R_{SET} 设定LED输出电流

MAX16809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 311Ω ,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：

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

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内置温度传感器，当管芯温度超过+165°C时关闭所有输出。当管芯温度降至+140°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。

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

单机工作

单机工作模式下，MAX16809 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。

LED 亮度调节

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。

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 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 的端口输出电压

I_{OUTi} = 由 R_{SET} 设定的 LED 驱动电流

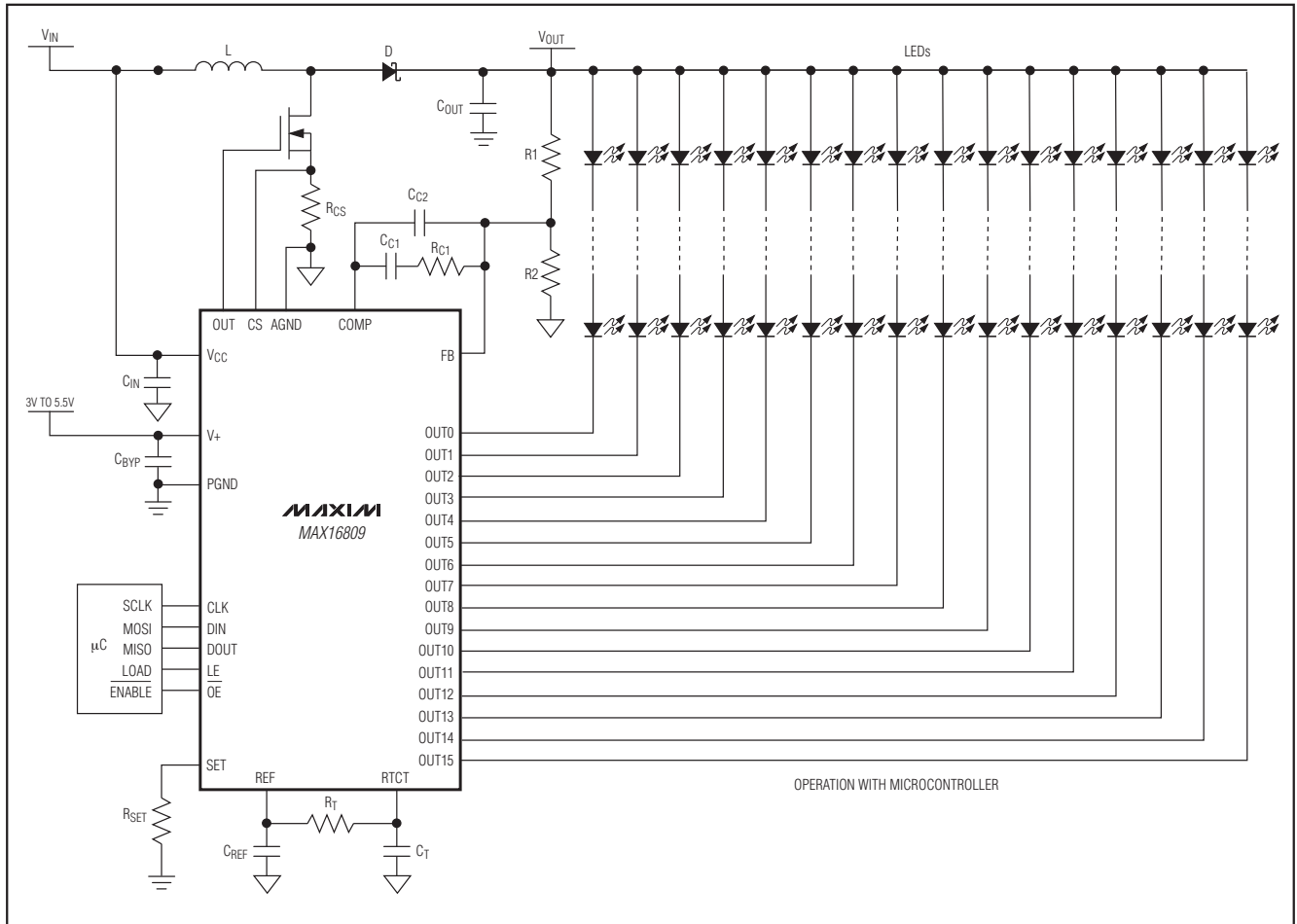
PD = 功耗。

PCB 布线

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。

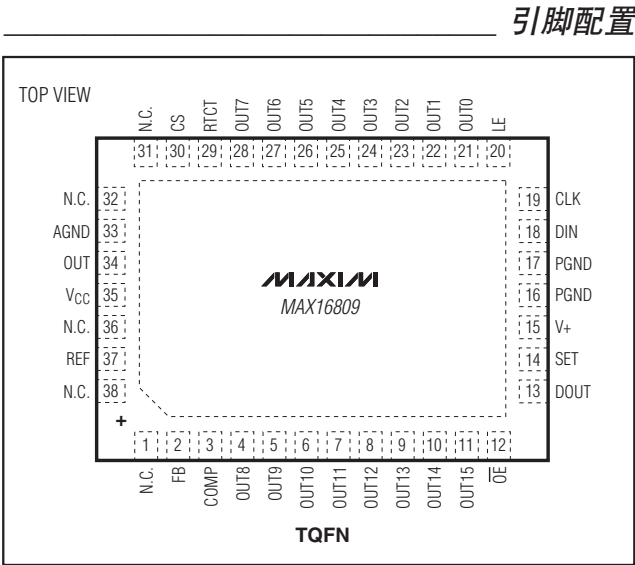
集成 16 通道 LED 驱动器， 具有开关模式 boost 及 SEPIC 控制器

典型工作电路(续)



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

MAX16809



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
38 TQFN-EP	T3857-1	21-0172

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

修订历史

修订号	修订日期	说明	修改页
0	10/06	最初版本。	—
1	3/07	在数据资料中发布 MAX16810 相关内容。	1, 14, 16, 22, 23
2	8/09	将 MAX16810 相关内容从数据资料中删除。	1–20

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