

# 具有开关控制和运算放大器的 升压调节器，用于TFT LCD

## 概述

MAX8758 包含高性能升压调节器、高速运算放大器和延迟时间可调、逻辑控制的高压开关控制模块。非常适合薄膜晶体管 (TFT) 液晶显示器 (LCD) 应用。

升压型DC-DC调节器可为显示面板的源极驱动器IC提供稳定的供电电压。该转换器是高频 (640kHz/1.2MHz) 电流模式调节器，内置 14V n沟道功率MOSFET。由于开关频率很高，因而允许使用超小尺寸的电感和陶瓷电容。电流模式控制架构可为脉冲负载提供快速瞬态响应。调节器采用自举供电方式，利用升压调节器的输出为内部栅极驱动器供电，从而获得高达85%的效率。这个升压调节器具有欠压锁定 (UVLO)、软启动和内部限流功能。大电流运算放大器专为驱动LCD背板 (VCOM) 而设计。该放大器具有高输出电流 ( $\pm 150\text{mA}$ )、高压摆率 ( $7.5\text{V}/\mu\text{s}$ )、宽带 (12MHz) 和满摆幅输入/输出特性。

MAX8758 采用24引脚、4mm x 4mm、薄型QFN封装，高度仅为0.8mm，适合超薄LCD面板设计。可工作在 $-40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$ 温度范围内。

## 应用

笔记本电脑显示器  
LCD监视器

## 订购信息

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX8758ETG	$-40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$	24 Thin QFN-EP* 4mm x 4mm

\*EP = 裸露焊盘。

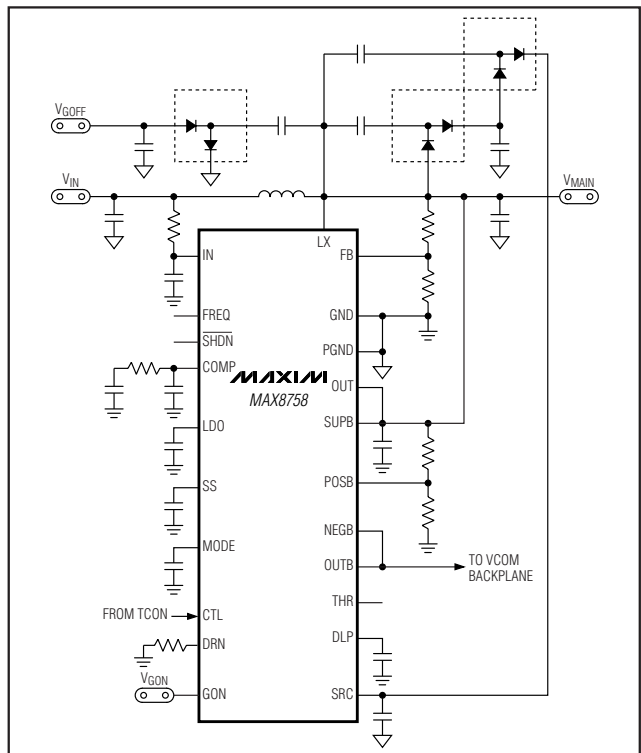
引脚配置在本数据手册末尾给出。

Dual Mode是Maxim Integrated Products, Inc.的商标。

## 特性

- ◆ 1.8V至5.5V输入电压范围
- ◆ 输入欠压锁定
- ◆ 0.5mA静态电流
- ◆ 640kHz/1.2MHz电流模式升压调节器
  - 快速瞬态响应
  - 高精度输出电压 (1.5%)
  - 内置 14V、2.5A、115m $\Omega$  MOSFET
  - 高效率
  - 可编程软启动
  - 无损耗限流
  - 定时延迟故障锁定
- ◆ 高速运算放大器
  - $\pm 150\text{mA}$ 输出电流
  - 7.5V/ $\mu\text{s}$ 压摆率
  - 3dB带宽为12MHz
  - 满摆幅输入/输出
- ◆ Dual Mode™、逻辑控制、延时可调的高压开关
- ◆ 热过载保护
- ◆ 24引脚、4mm x 4mm、薄型QFN封装

## 简化工作电路



# 具有开关控制和运算放大器的 升压调节器，用于TFT LCD

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

IN, $\overline{\text{SHDN}}$ , CTL, LDO to GND	-0.3V to +6V
SUPB, LX, OUT to GND	-0.3V to +14V
OUTB, NEGB, POSB to GND	-0.3V to (SUPB + 0.3V)
THR, DLP, MODE, FREQ, COMP, FB, SS to GND	-0.3V to $V_{\text{LDO}} + 0.3\text{V}$
PGND to GND	-0.3V to +0.3V
SRC to GND	-0.3V to +30V
GON, DRN to GND	-0.3V to $V_{\text{SRC}} + 0.3\text{V}$
GON RMS Current Rating	$\pm 50\text{mA}$

OUTB RMS Current Rating	$\pm 60\text{mA}$
LX RMS Current Rating	1.6A
Continuous Power Dissipation ( $T_A = +70^\circ\text{C}$ ) 24-Pin, 4mm x 4mm Thin QFN (derate 16.9mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$ )	1349.1mW
Operating Temperature Range	$-40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$
Junction Temperature	$+150^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	$-65^\circ\text{C}$ to $+160^\circ\text{C}$
Lead Temperature (soldering, 10s)	$+300^\circ\text{C}$

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

( $V_{\text{IN}} = V_{\overline{\text{SHDN}}} = +3\text{V}$ ,  $\text{OUT} = +10\text{V}$ ,  $\text{FREQ} = \text{GND}$ ,  $T_A = 0^\circ\text{C}$  to  $+85^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ\text{C}$ .)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
IN Input Voltage Range		1.8		5.5	V
IN Quiescent Current	$V_{\text{IN}} = 3\text{V}$ , $V_{\text{FB}} = 1.5\text{V}$		27	40	$\mu\text{A}$
IN Undervoltage Lockout	IN rising, 200mV hysteresis, LX remains off below this level		1.3	1.75	V
LDO Output Voltage	$6\text{V} \leq V_{\text{OUT}} \leq 13\text{V}$ , $I_{\text{LDO}} = 12.5\text{mA}$ , $V_{\text{FB}} = 1.5\text{V}$ (Note 1)	4.8	5.0	5.2	V
LDO Undervoltage Lockout Voltage	LDO rising, 200mV hysteresis	2.4	2.7	3.0	V
OUT Supply Voltage Range	(Note 1)	4.5		13.0	V
OUT Overvoltage Fault Threshold		13.2	13.6	14.0	V
OUT Undervoltage Fault Threshold				1.4	V
OUT Supply Current	$V_{\text{FB}} = 1.5\text{V}$ , no load		0.5	2.0	mA
	$V_{\text{FB}} = 1.1\text{V}$ , no load		4	10.0	
Shutdown Supply Current (Total of IN, OUT, and SUPB)	$V_{\text{IN}} = V_{\text{OUT}} = V_{\text{SUPB}} = 3\text{V}$		4	10	$\mu\text{A}$
Thermal Shutdown	Temperature rising, $15^\circ\text{C}$ hysteresis		+160		$^\circ\text{C}$
<b>STEP-UP REGULATOR</b>					
Operating Frequency	FREQ = GND	512	600	768	kHz
	FREQ = IN	1020	1200	1380	
Oscillator Maximum Duty Cycle	FREQ = GND	91	95	99	%
	FREQ = IN	88	92	96	
FB Regulation Voltage		1.228	1.24	1.252	V
FB Fault Trip Level	Falling edge	0.96	1.0	1.04	V
Duration to Trigger Fault Condition	FREQ = GND	43	51	64	ms
	FREQ = IN	47	55	65	
FB Load Regulation	$0 < I_{\text{LOAD}} < 200\text{mA}$ , transient only		-1		%
FB Line Regulation	$V_{\text{IN}} = 1.8\text{V}$ to $5.5\text{V}$	-0.15	-0.08	+0.15	%/V
FB Input Bias Current	$V_{\text{FB}} = 1.3\text{V}$		125	200	nA
FB Transconductance	$\Delta I = 5\mu\text{A}$ at COMP	75	160	280	$\mu\text{S}$
FB Voltage Gain	FB to COMP		700		V/V
LX On-Resistance	$I_{\text{LX}} = 200\text{mA}$		115	200	$\text{m}\Omega$

# 具有开关控制和运算放大器的 升压调节器，用于TFT LCD

MAX8758

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{IN} = V_{SHDN} = +3V$ ,  $OUT = +10V$ ,  $FREQ = GND$ ,  $T_A = 0^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ .)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
LX Leakage Current	$V_{LX} = 13V$		0.01	20	$\mu A$
LX Current Limit	65% duty cycle	2.0	2.5	3.0	A
Current-Sense Transresistance		0.19	0.3	0.40	V/A
SS Source Current		3.0	4.0	5.5	$\mu A$
<b>POSITIVE GATE DRIVER TIMING AND CONTROL SWITCHES</b>					
CTL Input Low Voltage	$V_{IN} = 1.8V$ to $5.5V$			0.6	V
CTL Input High Voltage	$V_{IN} = 1.8V$ to $2.4V$	1.4			V
	$V_{IN} = 2.4V$ to $5.5V$	2.0			
CTL Input Leakage Current	$V_{CTL} = 0$ or $V_{IN}$	-1		+1	$\mu A$
CTL-to-SRC Propagation Delay	GON rising, $V_{MODE} = 1.24V$ , $V_{CTL} = 0$ to $3V$ step, no load on GON		100		ns
	GON falling, $V_{MODE} = 1.24V$ , $V_{CTL} = 3V$ to $0$ step, no load on GON		100		
SRC Input Voltage	$V_{DLP} = 0$ , $V_{IN} = 3V$		2500		$\Omega$
SRC Input Current	MODE = DLP = CTL = LDO		150	250	$\mu A$
DRN Input Current	MODE = DLP = LDO, $V_{DRN} = 8V$ , $V_{CTL} = 0$		150	250	$\mu A$
SRC-to-GON Switch On-Resistance	DLP = CTL = LDO		15	30	$\Omega$
DRN-to-GON Switch On-Resistance	DLP = LDO, $V_{CTL} = 0$		65	130	$\Omega$
GON-to-PGND Switch On-Resistance	$V_{DLP} = 0$ , $V_{IN} = 3V$		2500		$\Omega$
MODE Switch On-Resistance	$V_{DLP} = 0$ , $V_{IN} = 3V$		1000		$\Omega$
MODE 1 Voltage Threshold	MODE rising		0.9 x $V_{LDO}$		V
MODE Capacitor Charge Current (MODE 2)	$V_{MODE} = 1.5V$	40	50	62	$\mu A$
MODE 2 Switch Transition Voltage Threshold	GON connected to DRN	2.3	2.5	2.7	V
MODE Current-Source Stop Threshold	MODE rising	3.3	3.5	3.7	V
DLP Capacitor Charge Current	During startup, $V_{DLP} = 1.0V$	4	5	6	$\mu A$
DLP Turn-On Threshold		2.375	2.500	2.625	V
THR-to-GON Voltage Gain	$V_{GON} = 12V$ , $V_{THR} = 1.2V$	9.7	10.0	10.3	V/V
<b>OPERATIONAL AMPLIFIER</b>					
SUPB Supply Range		4.5		13.0	V
SUPB Supply Current	Buffer configuration, $V_{POSB} = 4V$ , no load			1.0	mA
Input Offset Voltage	$V_{NEGB}$ , $V_{POSB} = V_{SUPB}/2$ , $T_A = +25^{\circ}C$			12	mV
Input Bias Current	$V_{NEGB}$ , $V_{POSB} = V_{SUPB}/2$	-50		+50	nA
Input Common-Mode Voltage Range		0		$V_{SUPB}$	V

# 具有开关控制和运算放大器的 升压调节器，用于TFT LCD

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{IN} = V_{SHDN} = +3V$ ,  $OUT = +10V$ ,  $FREQ = GND$ ,  $T_A = 0^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ .)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Output Voltage Swing High	$I_{OUTB} = 100\mu A$	$V_{SUPB} - 15$			mV
	$I_{OUTB} = 5mA$	$V_{SUPB} - 150$			
Output Voltage Swing Low	$I_{OUTB} = -100\mu A$			15	mV
	$I_{OUTB} = -5mA$			150	
Slew Rate			7.5		V/ $\mu s$
-3dB Bandwidth			12		MHz
Gain-Bandwidth Product			8		MHz
Short-Circuit Current	OUTB shorted to $V_{SUPB}/2$ , sourcing	75	150		mA
	OUTB shorted to $V_{SUPB}/2$ , sinking	75	150		
<b>CONTROL INPUTS</b>					
FREQ Input Low Voltage	$V_{IN} = 1.8V$ to $5.5V$			0.6	V
FREQ Input High Voltage	$V_{IN} = 1.8V$ to $2.4V$	1.4			V
	$V_{IN} = 2.4V$ to $5.5V$	2.0			
FREQ Pulldown Current	$V_{FREQ} = 1.0V$	3.5	5.0	6.0	$\mu A$
$\overline{SHDN}$ Input Low Voltage	$V_{IN} = 1.8V$ to $5.5V$			0.6	V
$\overline{SHDN}$ Input High Voltage	$V_{IN} = 1.8V$ to $2.4V$	1.4			V
	$V_{IN} = 2.4V$ to $3.6V$	2.0			
	$V_{IN} = 3.6V$ to $5.5V$	2.9			
$\overline{SHDN}$ Input Current			0.001	1.0	$\mu A$

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

( $V_{IN} = V_{SHDN} = +3V$ ,  $OUT = +10V$ ,  $FREQ = GND$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
IN Input Voltage Range		1.8		5.5	V
IN Quiescent Current	$V_{IN} = 3V$ , $V_{FB} = 1.5V$			30	$\mu A$
IN Undervoltage Lockout	IN rising, 200mV hysteresis, LX remains off below this level			1.75	V
LDO Output Voltage	$6V \leq V_{OUT} \leq 13V$ , $I_{LDO} = 12.5mA$ , $V_{FB} = 1.5V$ (Note 1)	4.8		5.2	V
LDO Undervoltage Lockout Voltage	LDO rising, 200mV hysteresis	2.4		3.0	V
OUT Supply Voltage Range	(Note 1)	4.5		13.0	V
OUT Supply Current	$V_{FB} = 1.5V$ , no load			2.0	mA
	$V_{FB} = 1.1V$ , no load			10.0	
<b>STEP-UP REGULATOR</b>					
Operating Frequency	$FREQ = GND$	512		768	kHz
	$FREQ = IN$	990		1380	

# 具有开关控制和运算放大器的 升压调节器，用于TFT LCD

MAX8758

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{IN} = V_{SHDN} = +3V$ ,  $OUT = +10V$ ,  $FREQ = GND$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Oscillator Maximum Duty Cycle	FREQ = GND	91		99	%
	FREQ = IN	88		96	
FB Regulation Voltage		1.220		1.252	V
FB Transconductance	$\Delta I = 5\mu A$ at COMP	75		280	$\mu S$
LX On-Resistance	$I_{LX} = 200mA$			200	$m\Omega$
LX Current Limit	65% duty cycle	2.0		3.0	A
<b>POSITIVE GATE DRIVER TIMING AND CONTROL SWITCHES</b>					
SRC Input Voltage Range				28	V
SRC Input Current	MODE = DLP = CTL = LDO			250	$\mu A$
DRN Input Current	MODE = DLP = LDO, $V_{DRN} = 8V$ , $V_{CTL} = 0$			250	$\mu A$
SRC-to-GON Switch On-Resistance	DLP = CTL = LDO			30	$\Omega$
DRN-to-GON Switch On-Resistance	DLP = LDO, $V_{CTL} = 0$			130	$\Omega$
THR-to-GON Voltage Gain	$V_{GON} = 12V$ , $V_{THR} = 1.2V$	9.7		10.3	V/V
<b>OPERATIONAL AMPLIFIER</b>					
SUPB Supply Range		4.5		13.0	V
SUPB Supply Current	Buffer configuration, $V_{POSB} = 4V$ , no load			1.0	mA
Input Offset Voltage	$V_{NEGB}$ , $V_{POSB} = V_{SUPB} / 2$			18	mV
Input Common-Mode Voltage Range		0		$V_{SUPB}$	V
Output Voltage Swing High	$I_{OUTB} = 100\mu A$			$V_{SUPB} - 15$	mV
	$I_{OUTB} = 5mA$			$V_{SUPB} - 150$	
Output Voltage Swing Low	$I_{OUTB} = -100\mu A$			15	mV
	$I_{OUTB} = -5mA$			150	
Short-Circuit Current	OUTB shorted to $V_{SUPB}/2$ , sourcing	75			mA
	OUTB shorted to $V_{SUPB}/2$ , sinking	75			

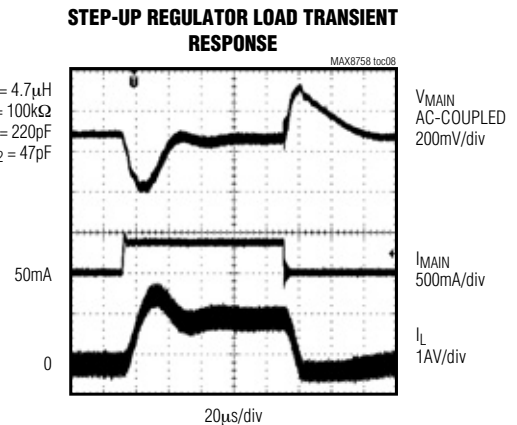
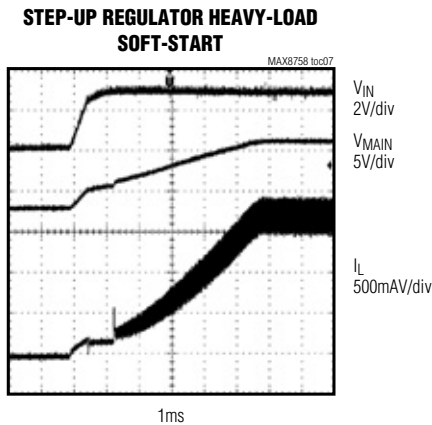
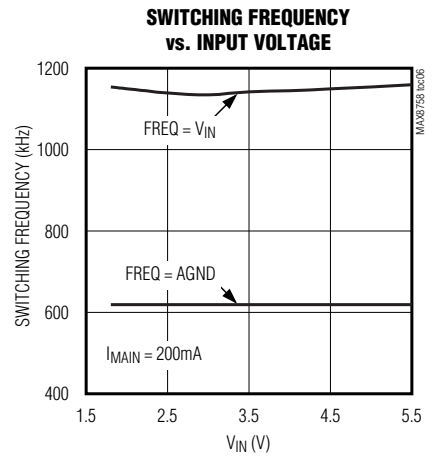
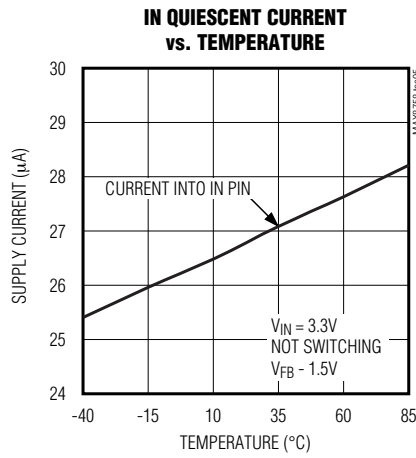
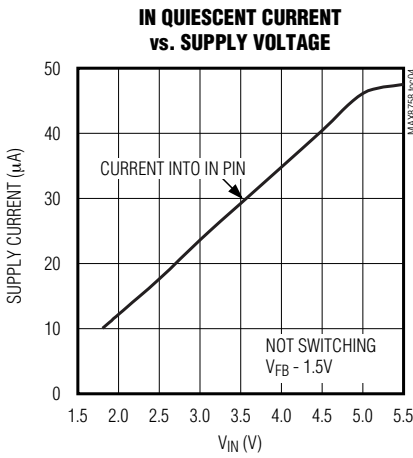
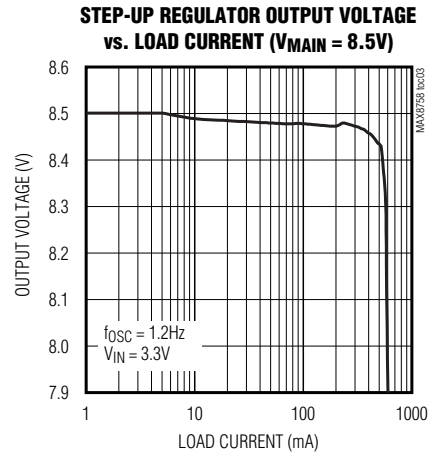
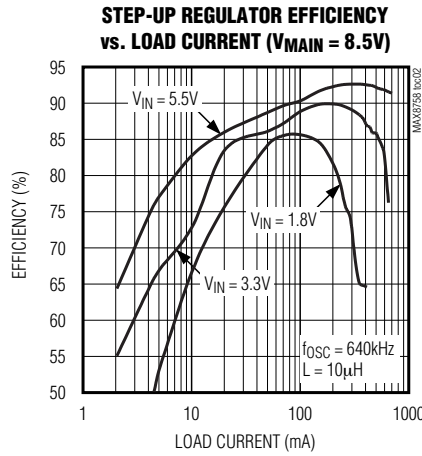
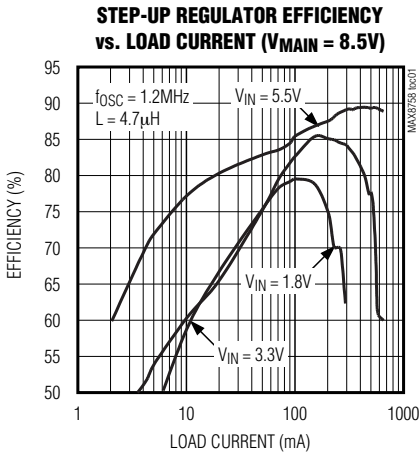
**Note 1:** OUT and SUP can operate down to 4.5V. LDO will be out of regulation, but IC will function correctly.

**Note 2:**  $-40^{\circ}C$  specs are guaranteed by design, not production tested.

# 具有开关控制和运算放大器的 升压调节器，用于TFT LCD

典型工作特性

(Circuit of Figure 1,  $V_{IN} = 3.3V$ ,  $V_{MAIN} = 8.5V$ ,  $FREQ = \overline{SHDN} = IN$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)



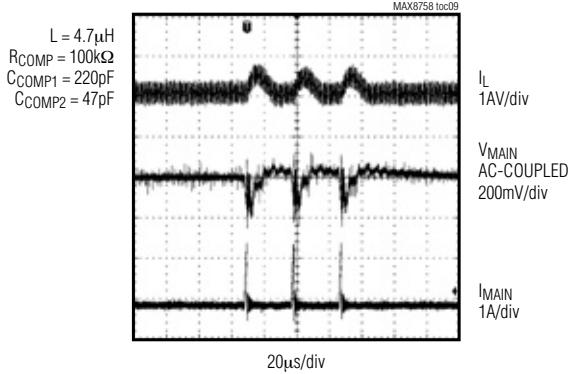
# 具有开关控制和运算放大器的 升压调节器，用于TFT LCD

典型工作特性 (续)

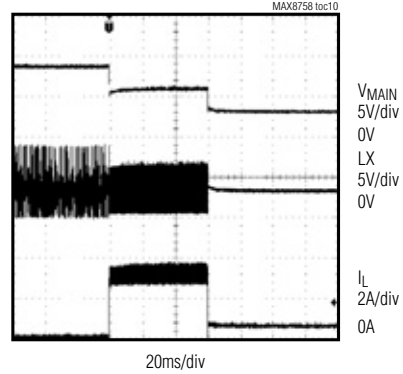
(Circuit of Figure 1,  $V_{IN} = 3.3V$ ,  $V_{MAIN} = 8.5V$ ,  $FREQ = \overline{SHDN} = IN$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

MAX8758

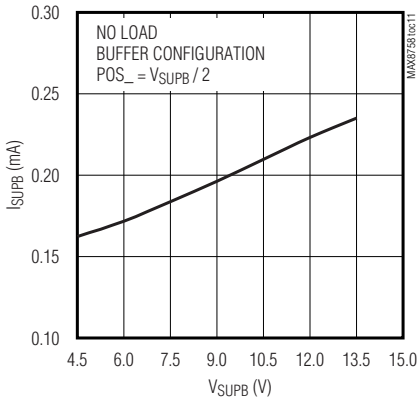
**STEP-UP REGULATOR PULSED LOAD  
TRANSIENT RESPONSE**



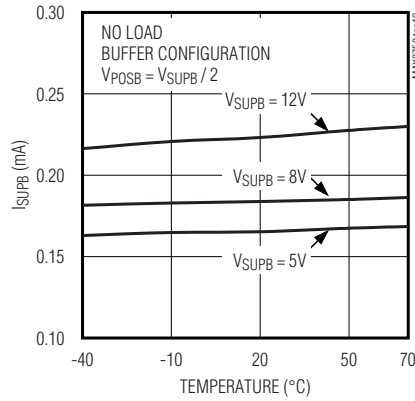
**TIMER-DELAY LATCH RESPONSE  
TO OVERLOAD**



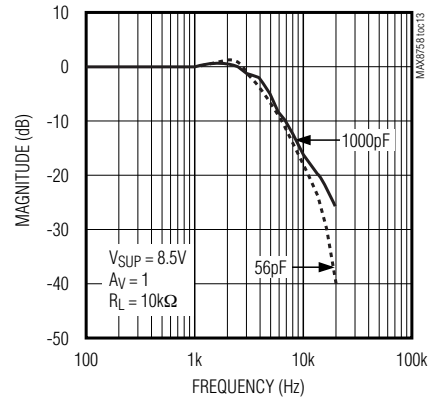
**SUPB SUPPLY CURRENT  
vs. SUPB VOLTAGE**



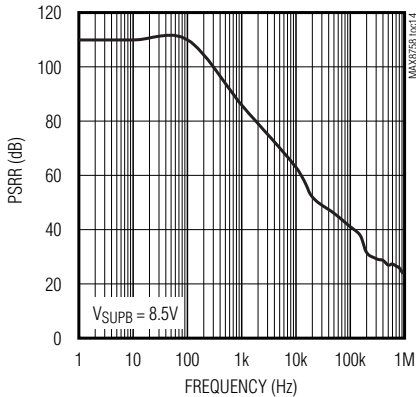
**SUPB SUPPLY CURRENT  
vs. TEMPERATURE**



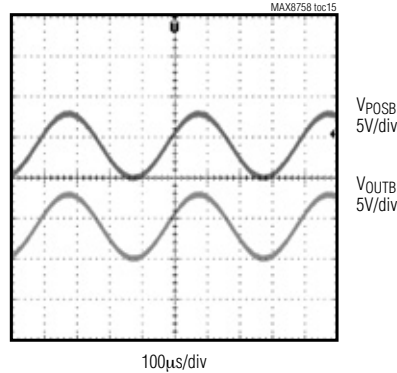
**OPERATIONAL AMPLIFIER FREQUENCY  
RESPONSE FOR VARIOUS  $C_{LOAD}$**



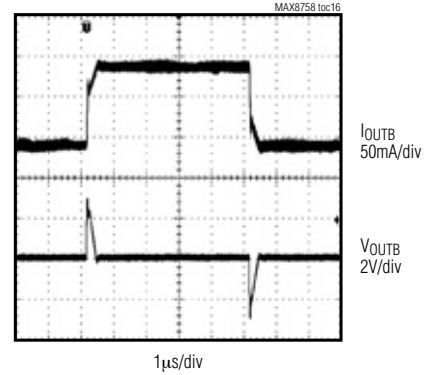
**POWER-SUPPLY REJECTION RATIO  
vs. FREQUENCY**



**OP-AMP RAIL-TO-RAIL INPUT/OUTPUT**



**OP-AMP LOAD TRANSIENT RESPONSE**

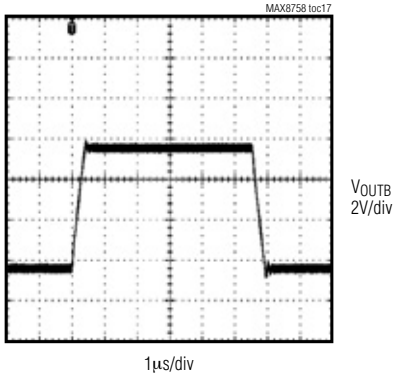


# 具有开关控制和运算放大器的 升压调节器，用于TFT LCD

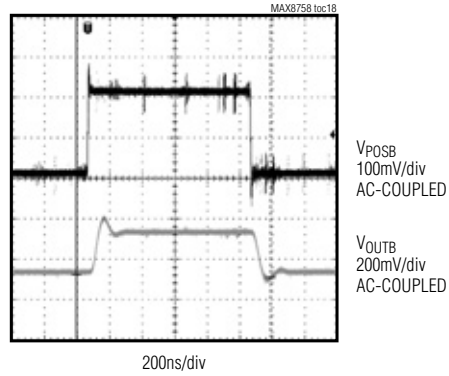
典型工作特性 (续)

(Circuit of Figure 1,  $V_{IN} = 3.3V$ ,  $V_{MAIN} = 8.5V$ ,  $FREQ = \overline{SHDN} = IN$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

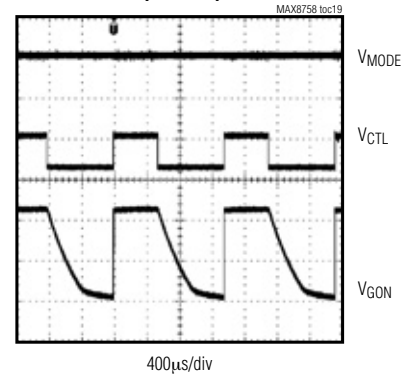
OP-AMP LARGE-SIGNAL STEP RESPONSE



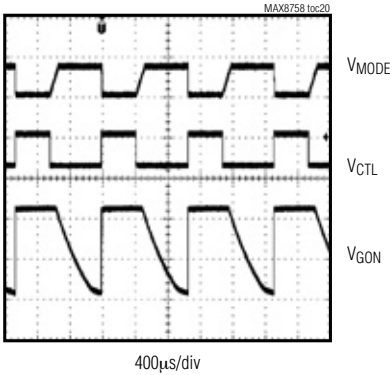
OP-AMP SMALL-SIGNAL STEP RESPONSE



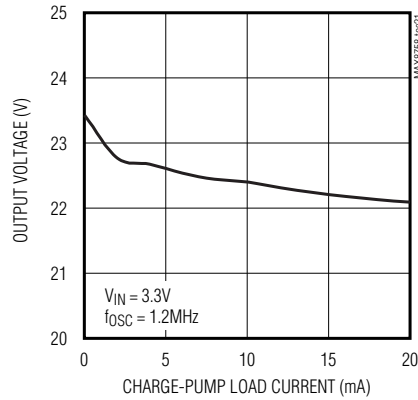
HIGH-VOLTAGE SWITCH CONTROL FUNCTION (MODE 1)



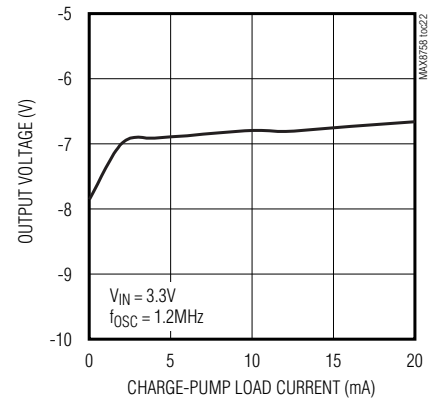
HIGH-VOLTAGE SWITCH CONTROL FUNCTION (MODE 2)



POSITIVE CHARGE-PUMP OUTPUT VOLTAGE vs. CHARGE-PUMP LOAD CURRENT



NEGATIVE CHARGE-PUMP OUTPUT VOLTAGE vs. LOAD CURRENT





# 具有开关控制和运算放大器的 升压调节器，用于TFT LCD

引脚说明

MAX8758

引脚	名称	功能
1	GND	模拟地
2	GON	内部高压开关公共连接端。GON是高压开关控制模块的输出。在关断模式下，GON通过1kΩ电阻内部下拉至PGND。详细内容参见高压开关控制部分。
3	CTL	高压开关控制模块定时引脚。详细内容参见高压开关控制部分。
4	DLP	高压开关控制模块延时引脚。DLP和GND之间接一个电容以设置延迟时间。以5μA的电流源给C <sub>DLP</sub> 充电。在关断模式下，DLP通过一个电阻被内部下拉至GND。详细描述参见高压开关控制部分。
5	THR	GON下降控制调节引脚。THR接至LDO (或OUT) 和GND间电阻分压器的中点，来调节V <sub>GON</sub> 下降稳压电平。实际的控制电平为10 x V <sub>THR</sub> 。详细描述参见高压开关控制部分。
6	SUPB	运算放大器电源输入。SUPB通过一只0.1μF电容旁路至GND。
7	OUTB	运算放大器输出
8	NEGB	运算放大器反相输入
9	POSB	运算放大器同相输入
10	N.C.	没有连接。无内部连接。
11	LDO	5V内部线性稳压器输出。该稳压器可为除运算放大器之外的所有内部电路供电。LDO采用一个0.22μF或更大的陶瓷电容旁路至GND。
12	OUT	内部线性稳压器电源引脚。OUT是内部5V线性稳压器的电源输入。OUT直接与升压调节器输出相连。
13	I.C.	内部连接引脚，无需外部连接。
14	SS	软启动控制引脚。SS和GND间接一个电容以设置升压调节器的软启动时间。详细描述参见自举和软启动部分。
15	COMP	误差放大器补偿引脚。详细描述参见升压调节器环路补偿部分。
16	FREQ	频率选择引脚。FREQ接GND时工作频率为600kHz；FREQ接IN时工作频率为1.2MHz。
17	IN	电源引脚。采用1μF陶瓷电容旁路至GND。该电容应尽可能靠近IN引脚。
18	LX	开关节点。LX是内部功率MOSFET的漏极。LX接电感和肖特基二极管，应尽量减少布线面积以降低EMI。
19	$\overline{\text{SHDN}}$	关断控制引脚。拉低 $\overline{\text{SHDN}}$ 时关断升压调节器、运算放大器和开关控制模块。
20	FB	反馈引脚。FB调节节点为1.24V (典型值)。FB接至升压调节器输出和GND间电阻分压器的中点，以设置升压调节器的输出电压。分压器应尽可能靠近FB引脚。
21	PGND	功率地
22	MODE	高压开关控制模块模式选择定时调节引脚。详见高压开关控制部分的描述。MODE接LDO时为高阻态。当V <sub>DLP</sub> < 0.5 x V <sub>LDO</sub> 或处于关断模式下时，进入UVLO状态，通过一个1kΩ电阻可将MODE内部拉低。
23	DRN	高压开关控制输入。DRN是GON端内部所接高压p沟道MOSFET的漏极。
24	SRC	高压开关控制输入。SRC是内部高压p沟道MOSFET的源极。

# 具有开关控制和运算放大器的 升压调节器，用于TFT LCD

## 典型工作电路

MAX8758 的典型工作电路 (图1) 是一个专为笔记本电脑 TFT LCD 面板设计的电源方案。该电路可产生 +8.5V 源极驱动电源，以及约为 +22V 和 -7V 的栅极驱动电源。该器件

的输入电压范围为 +1.8V 至 +5.5V，但图1电路是针对 2.7V 至 3.6V 工作电压应用设计的。表1为所选元件的列表，表2为元件供应商的联系信息。

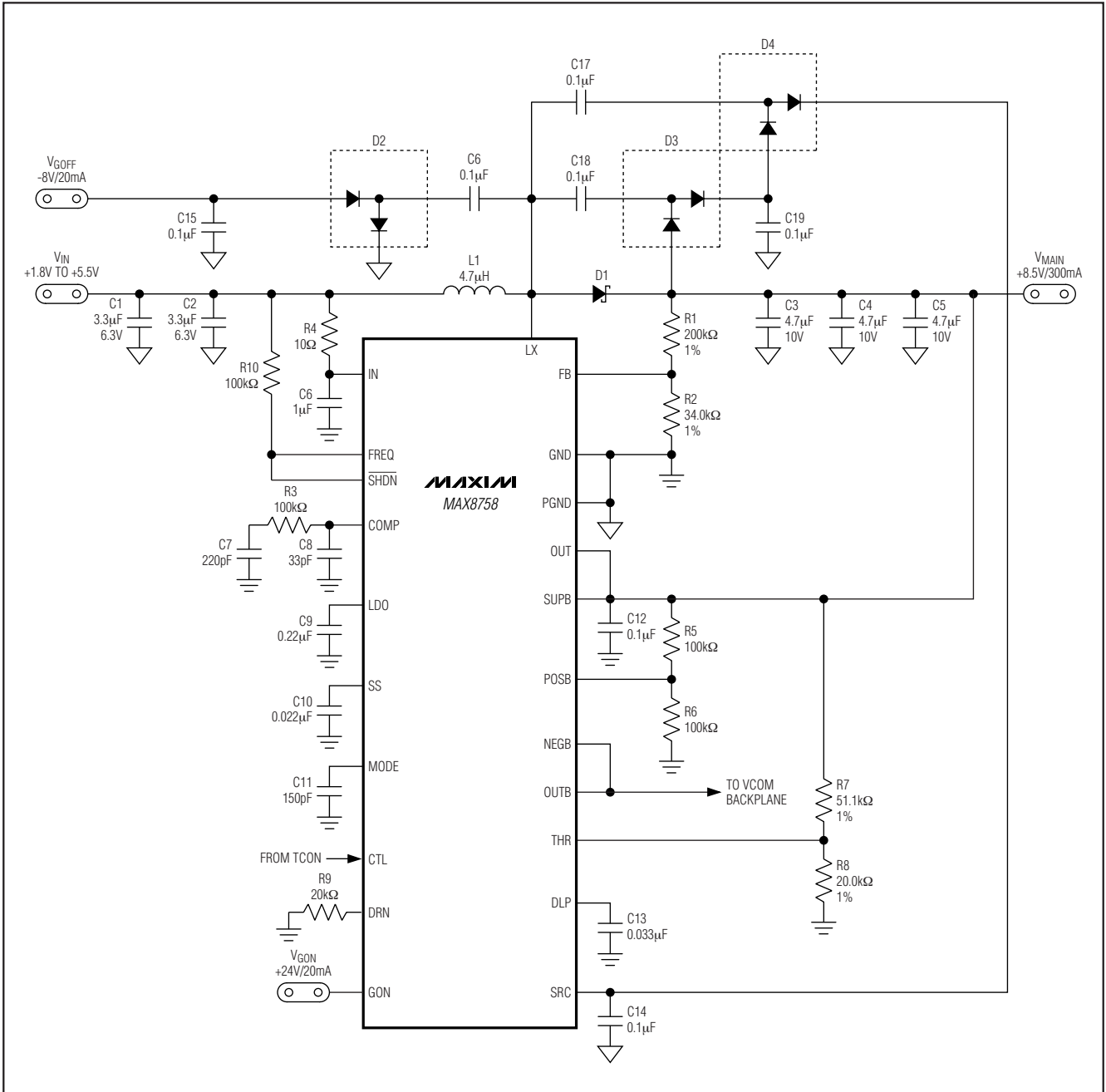


图1. 典型工作电路

## 具有开关控制和运算放大器的 升压调节器，用于TFT LCD

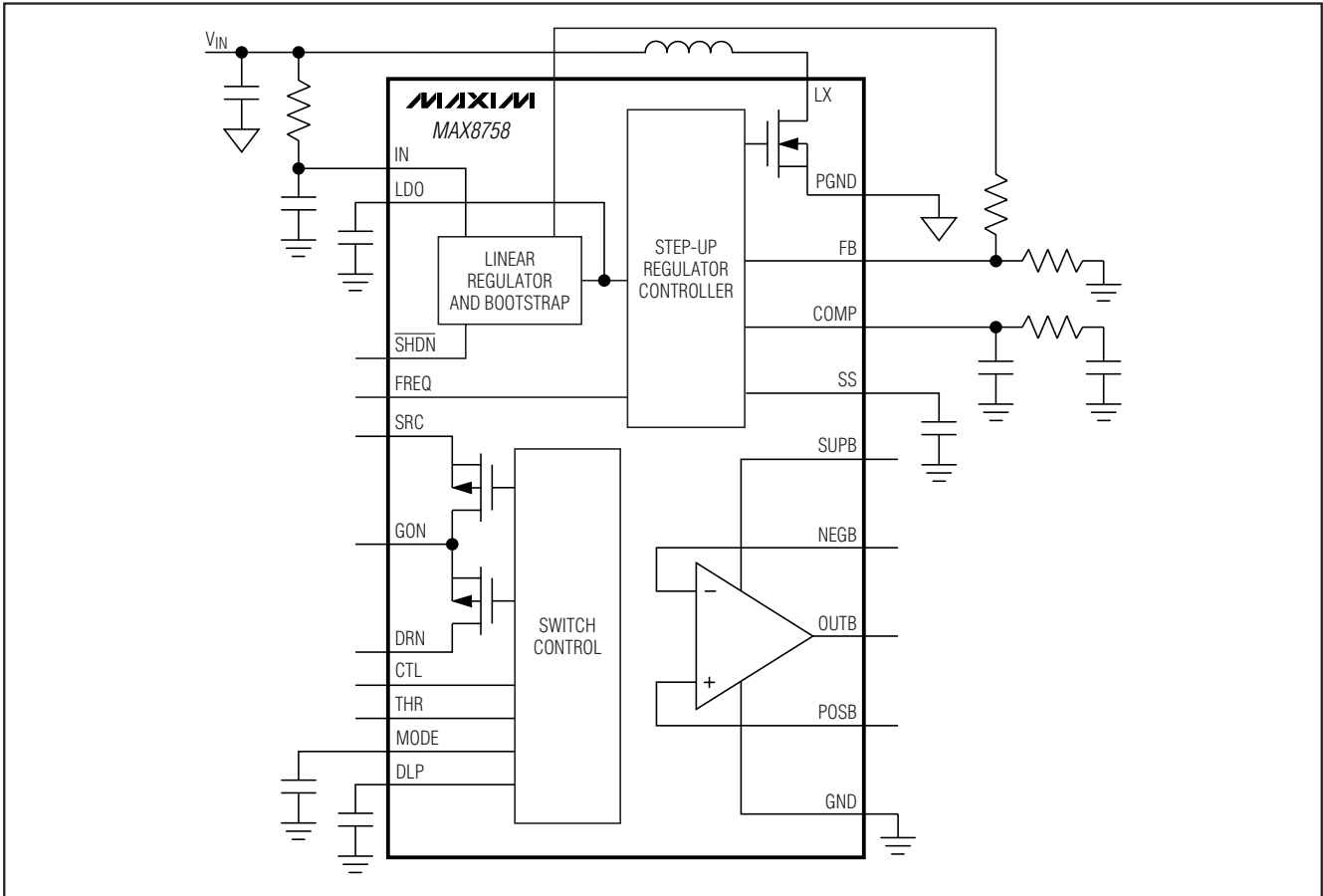


图2. 功能框图

表 1. 元件清单

DESIGNATION	DESCRIPTION
C1, C2	3.3 $\mu$ F $\pm$ 10%, 6.3V X5R ceramic capacitors (0603) TDK C1608X5R0J335M
C3, C4, C5	4.7 $\mu$ F $\pm$ 20%, 10V X5R ceramic capacitors (1206) TDK C3216X5R1A475M
D1	3A, 30V Schottky diode (M-flat) Toshiba CMS02 (top mark S2)
D2, D3, D4	200mA, 100V dual diodes (SOT23) Fairchild MMBD4148SE (top mark D4)
L1	4.2 $\mu$ H, 1.9A inductor Sumida CDRH6D12-4R2

### 详细描述

MAX8758主要针对笔记本电脑TFT LCD面板设计。该器件包含高性能升压调节器、高速运算放大器、具有可编程延时、逻辑控制的高压开关控制模块，以及用于自举供电的内部线性稳压器。图2为MAX8758功能框图。

### 升压调节器

升压调节器是专为产生LCD源极驱动电源而设计的。该调节器采用电流模式、固定频率PWM架构，可最大限度地增大环路带宽，并为TFT LCD面板源极驱动器典型应用中的脉冲负载提供快速瞬态响应。内部振荡器提供两种可通过引脚选择的频率 (640kHz/1.2MHz)，便于用户根据特定应用的要求优化他们的设计。

# 具有开关控制和运算放大器的 升压调节器，用于TFT LCD

表2. 元件供应商

SUPPLIER	PHONE	FAX	WEBSITE
Fairchild Semiconductor	408-822-2000	408-822-2102	www.fairchildsemi.com
Sumida	847-545-6700	847-545-6720	www.sumida.com
TDK	847-803-6100	847-390-4405	www.component.tdk.com
Toshiba	949-455-2000	949-859-3963	www.toshiba.com/taec

内部n沟道功率MOSFET减少了外部元件数目。内部线性稳压器输出以自举方式给内部栅极驱动供电，以提高低输入电压时的效率。外接电容的软启动电路可有效控制浪涌电流。通过外接电阻分压器，输出电压可设置在 $V_{IN}$ 至13V范围内。

### PWM控制模块

图3是升压调节器功能框图。在每个开关周期内，通过调制内部功率MOSFET的占空比(D)，该调节器可控制输出电压以及输出功率。MOSFET的占空比近似为：

$$D \approx \frac{V_{OUT} - V_{IN}}{V_{OUT}}$$

其中 $V_{OUT}$ 是升压调节器的输出电压。

在内部振荡器时钟的上升沿，控制器置位触发器，开启n沟道MOSFET将输入电压施加于电感两端。流过电感的电流线性上升，并在其磁场中存储能量。跨导误差放大器对FB电压和1.24V(典型值)参考电压进行比较。误差放大器通过对COMP电容的充放电来改变COMP电压。COMP电压与斜坡信号(即电流检测信号与斜坡补偿信号之和)相比较。一旦斜坡信号大于COMP电压，则控制器复位触发器并关闭MOSFET。由于电感电流是连续的，电感两端的反向电势升高，肖特基二极管(图1中的D1)导通。电感两端的电压变为输出电压和输入电压之差。这种放电条件强制流过电感的电流下降，将磁场中存储的能量传送给输出电容和负载。在其余的时钟周期内MOSFET保持关闭状态。

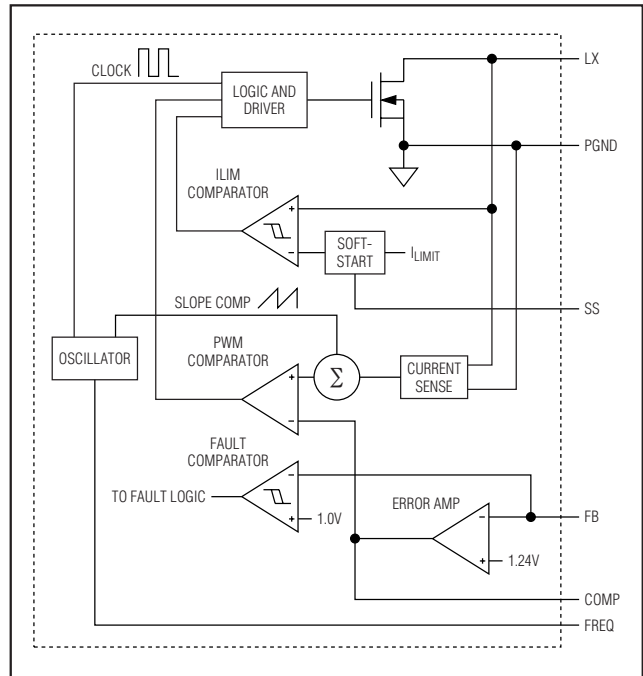


图3. 升压调节器内部框图

### 自举和软启动

MAX8758具有自举工作特性。正常工作时，内部线性稳压器为内部电路供电。线性稳压器的输入端(OUT)应直接与升压调节器的输出端连接。当OUT端电压大于1.75V、 $\overline{SHDN}$ 为高电平、且故障锁存器没有闭锁时，升压调节器开始工作。

被使能以后，升压调节器以一个受控的占空比开始开环开关操作，为线性稳压器提供电源。LDO电压大于2.7V(典型值)时，内部基准模块开启。当基准电压达到稳定值时，PWM控制器和限流电路使能，升压调节器进入软启动状态。

## 具有开关控制和运算放大器的升压调节器，用于TFT LCD

可通过连接在SS和GND间的外部电容来调节软启动定时时间。升压调节器使能后，SS引脚被立即充电至0.5V。然后以4 $\mu$ A（典型值）的恒定电流给电容充电。在充电期间，SS电压直接控制峰值电感电流，使其从零开始线性爬升至最大电流限。当SS引脚电压大于1.5V后，就可获得最大负载电流。当 $\overline{\text{SHDN}}$ 为低时，软启动电容被放电至地。软启动大大降低了浪涌电流和电压过冲，确保了完善的启动过程（参见典型工作特性中的升压调节器重载软启动波形）。

### 故障保护

在稳定状态工作模式下，MAX8758监视FB电压。如果FB电压低于1V（典型值），MAX8758激活内部故障定时器。如果在故障定时器持续时间内出现连续故障，MAX8758闭锁故障锁存器并关断所有输出。一旦故障条件消除，则再次加电可清除故障锁存状态并重新激活该器件。在软启动期间，故障检测电路不工作。

MAX8758监视OUT电压以判别欠压和过压状态。如果OUT电压低于1.4V（典型值）或高于13.5V（典型值），则MAX8758禁止升压调节器的栅极驱动器，并阻止内部MOSFET的开关动作。OUT欠压或过压状态不会闭锁故障锁存器。

### 热过载保护

热过载保护功能可防止过量的功耗造成MAX8758温度过高。当结温超过 $T_J = +160^\circ\text{C}$ 时，温度传感器立即开启故障保护功能，同时锁存故障并关断所有输出，使器件冷却。器件结温降低约 $15^\circ\text{C}$ 后，再次上电或触发 $\overline{\text{SHDN}}$ 可清除故障锁存器并重新启动器件。

热过载保护功能可在故障状态下保护控制器。连续工作时，结温不能超过 $T_J = +150^\circ\text{C}$ 的极限值。

### 频率选择 (FREQ)

通过FREQ引脚可以选择开关频率。由FREQ连接方式所决定的开关频率如表3所示。高频（1.2MHz）工作可缩小元件的尺寸，但由于开关损耗的增加，效率会有所损失。低频（600kHz）工作时总效率达到最佳，却是以增大元件尺寸和电路板空间为代价的。

表3. 频率选择

FREQ	SWITCHING FREQUENCY (kHz)
GND	600
IN	1200

### 运算放大器

MAX8758的运算放大器通常用于驱动LCD背板（VCOM）或伽马纠正分压器。运算放大器具有 $\pm 150\text{mA}$ 的短路输出电流、7.5V/ $\mu\text{s}$ 的压摆率和12MHz的带宽。满摆幅输入和输出特性大大提高了系统的灵活性。

### 短路电流限制

如果输出直接短接至SUPB或GND，运算放大器将短路电流限制在约为 $\pm 150\text{mA}$ 。如果短路状态持续，IC结温将一直升高直至热关断门限（典型值 $+160^\circ\text{C}$ ）。一旦结温达到热关断门限，内部温度传感器立即锁存故障，关断所有IC输出。再次上电或触发 $\overline{\text{SHDN}}$ 之前，器件将始终保持关闭状态。

### 驱动纯容性负载

这个运算放大器通常用于驱动LCD（VCOM）背板或伽马纠正分压器。LCD背板由分布式的串联电容和电阻组成，这种负载很容易由运算放大器驱动。然而，如果运算放大器用在纯容性负载的应用中，则必须采取一些措施来确保工作的稳定性。

随着运算放大器容性负载的增大，放大器的带宽减小，增益峰值升高。在OUTB和容性负载之间接一个 $5\Omega$ 至 $50\Omega$ 的小电阻可以降低峰值，但同时也降低了增益。另一个可选措施是在容性负载上并联一个串联的RC网络（缓冲器）。该RC网络不会给输出造成连续负载或减小直流增益。电阻的典型值为 $100\Omega$ 至 $200\Omega$ ，电容的典型值为 $10\text{pF}$ 。

### 高压开关控制

MAX8758的高压开关控制模块（图4）由两个高压p沟道MOSFET：Q1（SRC和GON之间）和Q2（GON和DRN之间）组成。当 $V_{\text{DLP}}$ 大于 $V_{\text{LDO}}/2$ 时开关控制模块使能，然后通过CTL和MODE控制Q1和Q2。有两种不同的工作模式（参见典型工作特性部分）。

## 具有开关控制和运算放大器的 升压调节器，用于 TFT LCD

MODE接LDO时激活第一种工作模式。CTL为逻辑高电平时，Q1导通而Q2关断，GON接SRC。CTL为逻辑低电平时，Q1关断而Q2导通，GON接DRN。然后GON通过DRN和PGND (或AV<sub>DD</sub>) 间的电阻放电。当V<sub>GON</sub>电压为THR电压的10倍时，Q2关断且GON停止放电。

当V<sub>MODE</sub>的电压小于0.9 x V<sub>LDO</sub>时，开关控制模块在第二种模式下工作。V<sub>CTL</sub>上升沿导通Q1，关断Q2，GON接SRC。位于MODE和GND之间的内部n沟道MOSFET Q3也被导通，以使MODE和GND之间的外部电容放电。V<sub>CTL</sub>的下降沿关断Q3，并有一个内部的50μA电流源开始对MODE电容充电。一旦V<sub>MODE</sub>大于0.5 x V<sub>REF</sub>，开关控制模块关断Q1，导通Q2，GON连接至DRN。GON通过连接在DRN和GND (或AV<sub>DD</sub>) 之间的电阻放电。当V<sub>GON</sub>电压为THR电压的10倍时，Q2关断且GON停止放电。

使能开关控制模块的时间可通过DLP和GND间的外部电容进行调节。如果输入电压大于1.75V (典型值)、 $\overline{\text{SHDN}}$ 为高且故障锁存器没有闭锁，则内部电流源开始对DLP电容充电。由于恒流充电的缘故，DLP上的电压线性升高。当VDLP大于2.5V (典型值) 时开关控制模块使能。MAX8758处于关断或故障状态时开关控制模块被禁止，DLP保持为低电平。

### 线性稳压器 (LDO)

MAX8758内含一个5V线性稳压器。OUT是线性稳压器的输入端，应直接与升压调节器的输出端连接。输入电压范围为4.5V至13V。线性稳压器的输出设置为5V (典型值)。稳压器可为包括栅极驱动器在内的所有内部电路供电。该特性大大提高了低输入电压下的效率。采用0.22μF或更大的陶瓷电容将LDO引脚旁路至GND。

## 设计步骤

### 升压调节器

#### 升压调节器电感选择

在选择电感时，需要考虑电感值、额定峰值电流以及串联电阻等诸多因素。这些因素可影响转换器的效率、最大输出负载能力、瞬态响应时间以及输出电压纹波。此外，还需要考虑物理尺寸和成本。

最大输出电流、输入电压、输出电压和开关频率确定了电感值的大小，大电感值可减少电流纹波，因而降低了峰值电流，这可以降低电感内的磁芯损耗以及整个功率通路的I<sup>2</sup>R损耗。然而，大电感值意味着需要更多的电感储能和更多的线圈匝数，这会增大物理尺寸并增加电感内的I<sup>2</sup>R损耗。小的电感值则可减小物理尺寸，但电流纹波和峰值电流会增大。因此需要在电路效率、电感尺寸和成本之间权衡考虑，来选取最佳的电感值。

此处给出的公式中含有一个常量LIR，它是满载电流时，电感峰-峰纹波电流与平均电感电流的比值。升压调节器电感尺寸和电路效率之间的最佳平衡点通常在0.3和0.5之间的LIR。不过，考虑到电感磁芯材料的交流特性，以及电感电阻与功率通路上的其他电阻的比值，最佳LIR值会上下偏移。如果电感电阻相对较高，可适当增大纹波，以减小所需的线圈匝数、增加线圈直径。如果电感电阻偏小，则增大电感以降低峰值电流，可降低整个功率通路上的损耗。如果采用非常薄的高阻值电感，就像LCD面板应用中那样，最佳LIR可能增加到0.5至1.0之间。

# 具有开关控制和运算放大器的 升压调节器，用于TFT LCD

MAX8758

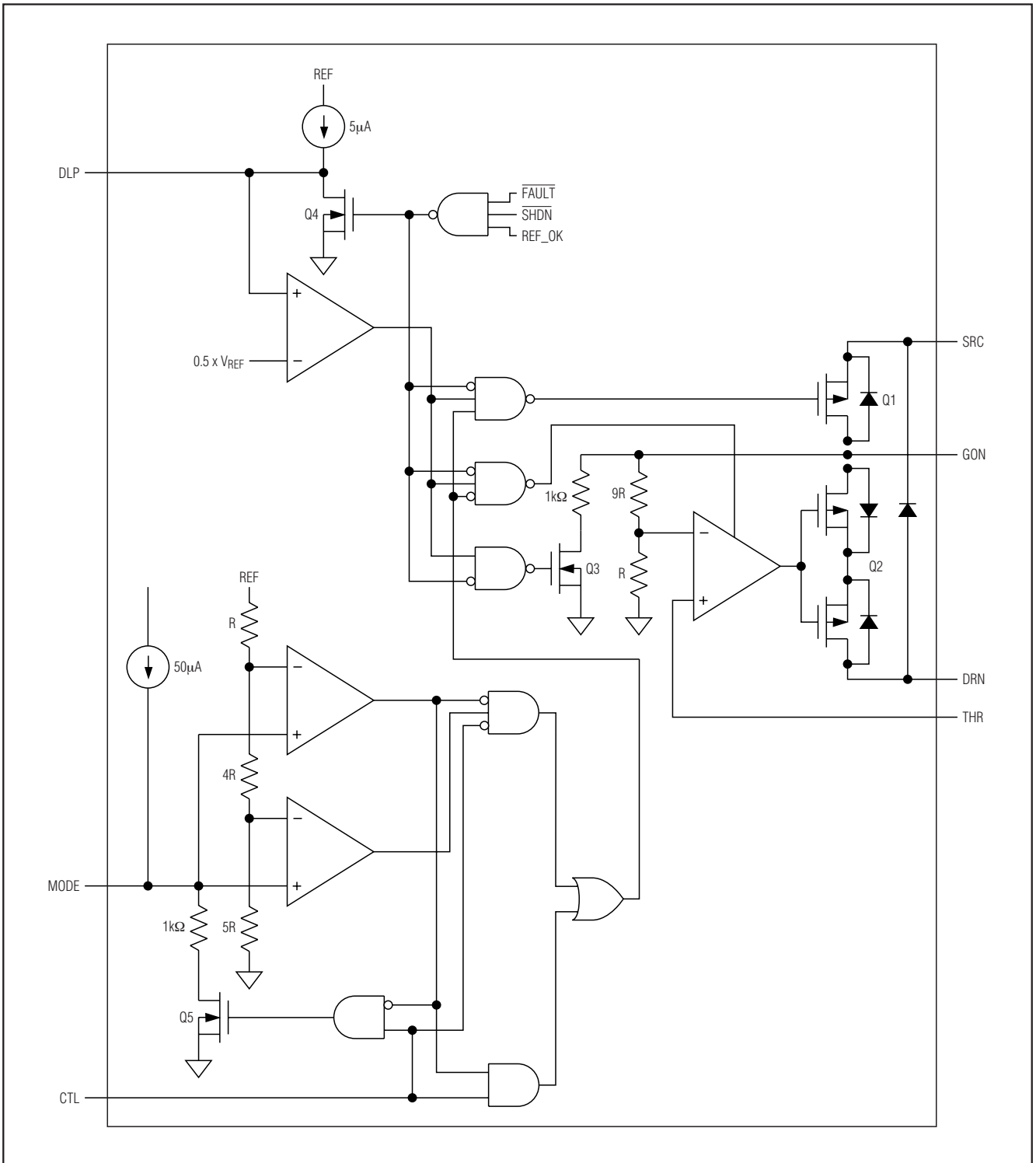


图4. 开关控制

## 具有开关控制和运算放大器的 升压调节器，用于TFT LCD

在图1的典型工作电路中，LCD的栅极导通电压和栅极关断电压是由两个非稳压型电荷泵（由升压调节器的LX节点驱动）产生的。因此，在计算电感时要考虑到LX上的额外负载。有效的最大输出电流 $I_{\text{MAIN(EFF)}}$ 等于升压调节器输出电流和正、负电荷泵电流之和。

$$I_{\text{MAIN(EFF)}} = I_{\text{MAIN(MAX)}} + n_{\text{NEG}} \times I_{\text{NEG}} + (n_{\text{POS}} + 1) \times I_{\text{POS}}$$

其中 $I_{\text{MAIN(MAX)}}$ 是输出电流的最大值， $n_{\text{NEG}}$ 是负压电荷泵级数， $n_{\text{POS}}$ 是正压电荷泵级数， $I_{\text{NEG}}$ 是负压电荷泵的输出电流， $I_{\text{POS}}$ 是正压电荷泵的输出电流，假设 $I_{\text{POS}}$ 的电荷泵电源为 $V_{\text{MAIN}}$ 。

所需的电感可按照下列公式来计算：

$$L = \left( \frac{V_{\text{IN}}}{V_{\text{MAIN}}} \right)^2 \times \left( \frac{V_{\text{MAIN}} - V_{\text{IN}}}{I_{\text{MAIN(EFF)}} \times f_{\text{OSC}}} \right) \times \left( \frac{\eta_{\text{TYP}}}{\text{LIR}} \right)$$

其中 $V_{\text{IN}}$ 是输入电压的典型值， $\eta_{\text{TYP}}$ 是期望获得的效率（根据典型工作特性中的相应曲线确定）。

在适当的电感系列中选择一个标准电感值。在最小输入电压 $V_{\text{IN(MIN)}}$ 下，根据能量守恒定律以及典型工作特性中有关曲线所提供的特定工作点下的期望效率（ $\eta_{\text{MIN}}$ ），计算最大输入直流电流。

$$I_{\text{IN(DC,MAX)}} = \frac{I_{\text{MAIN(EFF)}} \times V_{\text{MAIN}}}{V_{\text{IN(MIN)}} \times \eta_{\text{MIN}}}$$

计算该工作点的纹波电流以及电感峰值电流。

$$I_{\text{RIPPLE}} = \frac{V_{\text{IN(MIN)}} \times (V_{\text{MAIN}} - V_{\text{IN(MIN)}})}{L \times V_{\text{MAIN}} \times f_{\text{OSC}}}$$

$$I_{\text{PEAK}} = I_{\text{IN(DC,MAX)}} + \frac{I_{\text{RIPPLE}}}{2}$$

电感额定饱和电流和MAX8758保证的LX限流指标（ $I_{\text{LIM}}$ ）最小值应大于 $I_{\text{PEAK}}$ ，电感的额定直流电流应大于 $I_{\text{IN(DC,MAX)}}$ 。为实现较高的效率，应选用串联电阻小于 $0.1\Omega$ 的电感。

考虑典型工作电路，升压调节器的最大负载电流（ $I_{\text{MAIN(MAX)}}$ ）为300mA，两级正压电荷泵和单级负压电荷泵的最大负载电流为20mA。加在一起，在8.5V输出电压和3.3V典型输入电压下，等效最大输出电流（ $I_{\text{MAIN(EFF)}}$ ）为360mA。开关频率设置为1.2MHz。在此工作点上，LIR取0.4，效率预估为85%：

$$L = \left( \frac{3.3\text{V}}{8.5\text{V}} \right)^2 \times \left( \frac{8.5\text{V} - 3.3\text{V}}{0.36\text{A} \times 1.2\text{MHz}} \right) \times \left( \frac{0.85}{0.4} \right) \approx 4.2\mu\text{H}$$

利用电路的最小输入电压（3V）和此工作点上估计的80%的效率：

$$I_{\text{IN(DC,MAX)}} = \frac{0.36\text{A} \times 8.5\text{V}}{3\text{V} \times 0.8} \approx 1.28\text{A}$$

纹波电流和峰值电流为：

$$I_{\text{RIPPLE}} = \frac{3\text{V} \times (8.5\text{V} - 3\text{V})}{4.2\mu\text{H} \times 8.5\text{V} \times 1.2\text{MHz}} \approx 0.4\text{A}$$

$$I_{\text{PEAK}} = 1.28\text{A} + \frac{0.4\text{A}}{2} \approx 1.48\text{A}$$

峰值电感电流没有超过*Electrical Characteristics*表中规定的LX限流指标的最小值。

### 升压调节器输出电容的选择

总输出电压纹波由两部分组成：输出电容充放电造成的容性纹波和由电容等效串联电阻（ESR）造成的欧姆纹波：

$$V_{\text{RIPPLE}} = V_{\text{RIPPLE(C)}} + V_{\text{RIPPLE(ESR)}}$$

$$V_{\text{RIPPLE(C)}} \approx \frac{I_{\text{MAIN}}}{C_{\text{MAIN}}} \times \left( \frac{V_{\text{MAIN}} - V_{\text{IN}}}{V_{\text{MAIN}} \times f_{\text{SW}}} \right)$$

和

$$V_{\text{RIPPLE(ESR)}} \approx I_{\text{PEAK}} \times \text{RESR}$$

其中 $I_{\text{PEAK}}$ 是峰值电感电流（参见升压调节器电感选择部分）。对于陶瓷电容，输出电压纹波一般主要为 $V_{\text{RIPPLE(C)}}$ 。同时还应考虑输出电容的额定电压和温度特性。



## 具有开关控制和运算放大器的升压调节器，用于 TFT LCD

### 升压调节器输入电容的选择

输入电容用来降低从输入电源吸收的电流尖峰，降低注入 IC 的噪声。在一般实验室条件下，由于源阻抗较大，因此典型应用电路 (图 1) 中采用两个 10 $\mu$ F 陶瓷电容。在实际应用中，由于升压调节器通常直接接在另一个稳压电源的输出上，因此其源极阻抗要低得多。通常来讲，输入电容可以低于典型应用电路中给出的值。

### 升压调节器整流二极管

MAX8758 的高开关频率需要高速整流器。由于肖特基二极管具有较快的恢复时间以及较低的正向电压，因此在大多数应用中推荐使用这种二极管。通常，2A 肖特基二极管可以很好地配合内部 MOSFET。

### 升压调节器输出电压的选择

升压调节器的输出电压可通过输出端 ( $V_{OUT}$ ) 和 GND 间的电阻分压器来调节，其中心抽头连接至 FB (参见图 1)。在 10k $\Omega$  和 50k $\Omega$  之间选择 R2。采用下列公式计算 R1。

$$R1 = R2 \times \left( \frac{V_{MAIN}}{V_{FB}} - 1 \right)$$

其中， $V_{FB}$  (升压调节器的反馈设置点) 为 1.25V。应将 R1 和 R2 靠近 IC 放置。

### 升压调节器环路补偿

$R_{COMP}$  (图 1 中的 R3) 用于设置积分器的高频增益，提供快速瞬态响应。 $C_{COMP}$  (图 1 中的 C7) 设置积分电路零点，以保持环路的稳定。

对于 ESR 较小的输出电容，可采用以下公式来获得稳定的性能和较好的瞬态响应：

$$R_{COMP} \approx \frac{315 \times V_{IN} \times V_{MAIN} \times C_{MAIN}}{L \times I_{MAIN(MAX)}}$$

$$C_{COMP} \approx \frac{V_{MAIN} \times C_{MAIN}}{10 \times I_{MAIN(MAX)} \times R_{COMP}}$$

若想获得更好的瞬态响应，可以 20% 的幅度改变  $R_{COMP}$ ，以 50% 的幅度改变  $C_{COMP}$ ，同时注意观察瞬态响应波形。

在 COMP 和 GND 之间接  $C_{COMP2}$  (图 1 中的 C8) 来增加另一个高频极点。 $C_{COMP2}$  的范围在 10pF 和 47pF 之间。

### 升压调节器软启动电容

软启动电容的容值应足够大，在输出稳定之前它不应到达终值。软启动电容 ( $C_{SS}$ ) 的计算公式如下：

$$C_{SS} = 21 \times 10^{-6} \times C_{MAIN} \times \left( \frac{V_{MAIN}^2 - V_{IN} \times V_{MAIN}}{V_{IN} \times I_{INRUSH} - I_{MAIN} \times V_{MAIN}} \right)$$

其中  $C_{MAIN}$  是总输出电容， $V_{MAIN}$  是最大输出电压， $I_{INRUSH}$  是允许的峰值浪涌电流， $I_{MAIN}$  是最大输出电流， $V_{IN}$  是最小输入电压。

负载必须在软启动周期结束后才能吸收较多的负载电流。负载开始吸收最大负载电流之前需等待的时间为：

$$t_{MAX} = 6.77 \times 10^5 \times C_{SS}$$

### 电荷泵

#### 选择电荷泵级数

为了获得尽可能高的效率，应选择能满足输出电压要求的最低级数的电荷泵。

$$n_{POS} = \frac{V_{GON} - V_{MAIN}}{V_{MAIN} - 2 \times V_D}$$

其中： $n_{POS}$  是正压电荷泵级数， $V_{GON}$  是正压电荷泵的输出电压， $V_{MAIN}$  是主升压调节器输出电压， $V_D$  是电荷泵二极管的正向压降。

以下给出了负压电荷泵级数：

$$n_{NEG} = \frac{-V_{GOFF}}{V_{MAIN} - 2 \times V_D}$$

其中： $n_{NEG}$  是负压电荷泵级数， $V_{GOFF}$  是负压电荷泵输出电压， $V_{MAIN}$  是主升压调节器输出电压， $V_D$  是电荷泵二极管的正向压降。

# 具有开关控制和运算放大器的 升压调节器，用于TFT LCD

## 电荷泵飞电容

增大飞电容 (C6、C17、C18) 值可降低等效内阻，增加输出电流容量。但无限地增大电容对输出电流容量的影响微乎其微，因为二极管阻抗限制了内阻的下限。在大多数需要10mA至20mA输出电流的应用中，0.1μF或更大的陶瓷电容可以满足要求。

飞电容的额定电压必须大于：

$$V_C > n \times V_{MAIN}$$

其中n是飞电容所在的级数， $V_{MAIN}$ 是主升压调节器的输出电压。

## 电荷泵输出电容

增大输出电容或降低ESR可降低输出电压纹波和负载瞬变期间的峰-峰电压波动。采用陶瓷电容时，输出电压纹波的大小主要取决于电容值。采用以下公式来估算所需的电容值：

$$C_{MAIN\_CP} \geq \frac{I_{LOAD\_CP}}{2 \times f_{OSC} \times V_{RIPPLE\_CP}}$$

其中 $C_{MAIN\_CP}$ 是电荷泵输出电容， $I_{LOAD\_CP}$ 是电荷泵负载电流， $V_{RIPPLE\_CP}$ 是输出纹波的峰-峰值。

电荷泵输出电容通常也是线性稳压器的输入电容。常常需要增大该电容值，以保持线性稳压器的稳定性。

## 电荷泵整流二极管

可采用额定电流等于或大于电荷泵平均输入电流两倍的低成本、硅开关二极管。如果有可能省掉一级，部分或者所有二极管均可用额定电流相等的肖特基二极管来替换。

## PC板布局和接地

仔细的PCB布局对电路正确工作非常重要。按照以下准则可实现良好的PCB布局：

- 1) 尽可能减小高电流环的面积。将升压调节器的电感、二极管以及输出电容紧靠其输入电容、LX和GND引脚放置。这个输入高电流环从输入电容正极开始，经

电感，然后至IC的LX引脚，流出PGND，最后回到输入电容负极。高电流输出环从输入电容正极开始，经电感、输出二极管 (D1)、输出电容正极，最后通过输出电容和输入电容接地端的连接返回。应采用短且宽的布线连接这些环路中的元件，在高电流环中应避免使用过孔。如果不能避免的话，应采用多个并行过孔以降低电阻和电感。

- 2) 采用一个功率地岛 (PGND) 连接升压调节器的输入、输出电容接地端和PGND引脚。采用尽可能宽的功率地布线可提高效率，降低输出电压纹波和噪声尖峰。用一个模拟地平面 (GND) 连接GND引脚、反馈分压器地端、COMP和DLP电容地端以及器件背面裸露的焊盘。通过将两个接地引脚直接连接至裸露的背面焊盘，来实现PGND和GND岛的连接。除此之外，这些分离的地平面之间不要再进行其他连接。
- 3) 反馈分压器的电阻应尽可能靠近反馈引脚放置。分压器中心抽头走线应尽量短。如果电阻放置较远，长FB走线会成为拾取开关噪声的天线。需要特别注意：避免使反馈走线靠近LX。
- 4) IN引脚旁路电容应尽可能靠近器件。该电容的地应采用宽走线直接接至GND引脚。
- 5) 为获得最佳瞬态响应，输出电容至负载的走线要尽量短、尽可能宽。
- 6) 尽可能减小LX节点的尺寸，并使其短且宽。LX节点应远离反馈节点 (FB) 和模拟地。如有必要，可以用DC走线作为屏蔽。

MAX8758评估板给出了一个正确的电路板布局实例，可作为设计参考。

# 具有开关控制和运算放大器的 升压调节器，用于TFT LCD

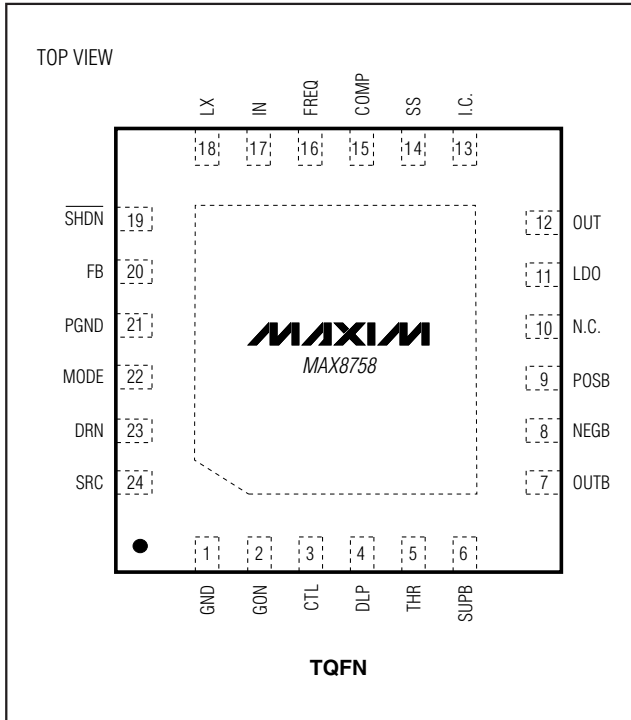
## 引脚信息

## 芯片信息

TRANSISTOR COUNT: 3208

PROCESS: BiCMOS

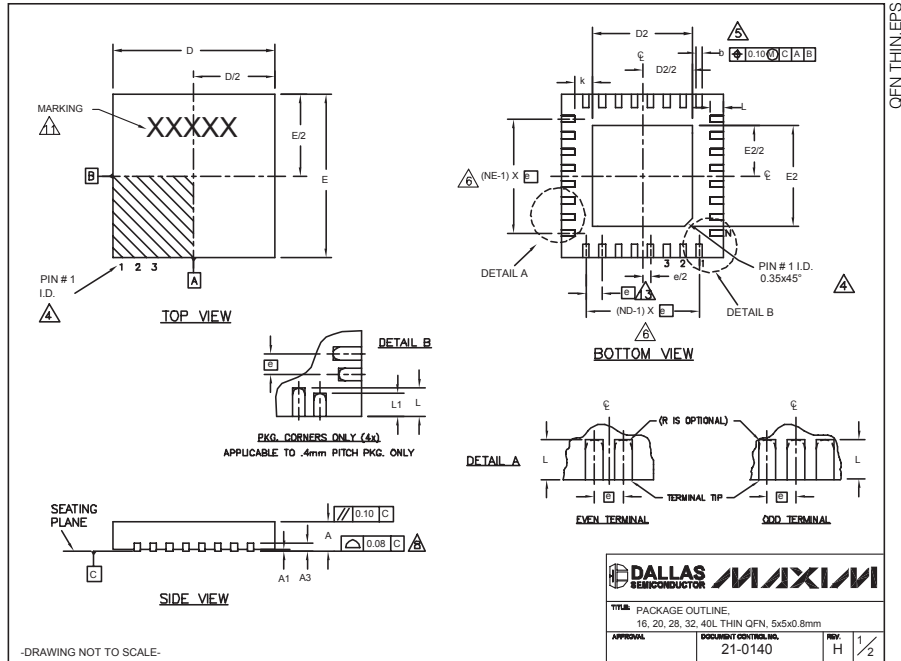
MAX8758



# 具有开关控制和运算放大器的 升压调节器，用于TFT LCD

## 封装信息

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



COMMON DIMENSIONS															
PKG.	16L 5x5			20L 5x5			28L 5x5			32L 5x5			40L 5x5		
SYMBOL	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.
A	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80
A1	0	0.02	0.05	0	0.02	0.05	0	0.02	0.05	0	0.02	0.05	0	0.02	0.05
A3	0.20 REF.			0.20 REF.			0.20 REF.			0.20 REF.			0.20 REF.		
b	0.25	0.30	0.35	0.25	0.30	0.35	0.20	0.25	0.30	0.20	0.25	0.30	0.15	0.20	0.25
D	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10
E	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10	4.90	5.00	5.10
e	0.80 BSC.			0.65 BSC.			0.50 BSC.			0.50 BSC.			0.40 BSC.		
k	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	0.35	0.45
L	0.30	0.40	0.50	0.45	0.55	0.65	0.45	0.55	0.65	0.30	0.40	0.50	0.40	0.50	0.60
L1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.30	0.40	0.50
N	16			20			28			32			40		
ND	4			5			7			8			10		
NE	4			5			7			8			10		
JEDEC	WHHB			WHHC			WHHD-1			WHHD-2			-----		

EXPOSED PAD VARIATIONS												
PKG. CODES	D2			E2			L	DOWN BONDS ALLOWED				
	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.			±0.15			
T1655-1	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	NO				
T1655-2	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	YES				
T1655N-1	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	NO				
T2055-2	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	NO				
T2055-3	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	YES				
T2055-4	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	NO				
T2055-5	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35	0.40	YES				
T2855-1	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35	**	NO				
T2855-2	2.60	2.70	2.80	2.60	2.70	2.80	**	NO				
T2855-3	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35	**	YES				
T2855-4	2.60	2.70	2.80	2.60	2.70	2.80	**	YES				
T2855-5	2.60	2.70	2.80	2.60	2.70	2.80	**	NO				
T2855-6	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35	**	NO				
T2855-7	2.60	2.70	2.80	2.60	2.70	2.80	**	YES				
T2855-8	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35	0.40	YES				
T2855N-1	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35	**	NO				
T3255-2	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	NO				
T3255-3	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	YES				
T3255-4	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	NO				
T3255N-1	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20	**	NO				
T4055-1	3.20	3.30	3.40	3.20	3.30	3.40	**	YES				

\*\* SEE COMMON DIMENSIONS TABLE

**DALLAS SEMICONDUCTOR MAXIM**

TITLE: PACKAGE OUTLINE  
16, 20, 28, 32, 40L THIN QFN, 5x5x0.8mm

APPROVAL: H 2/2  
DOCUMENT CONTROL NO.: 21-0140

-DRAWING NOT TO SCALE-

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。

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