

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的电源管理IC，用于移动产品

概述

MAX8660/MAX8661电源管理IC (PMIC)为应用于智能蜂窝电话、PDA、互联网设备和其它便携设备中的应用处理器(AP)提供电源。

芯片集成了四路降压型DC-DC输出、三个线性稳压器、一个(第八路)常备电源LDO以及电源管理电路。两路动态调节DC-DC为处理器内核、内存供电；另外两路DC-DC转换器为I/O、存储器及其它的外设供电。其它功能包括：输出开/关控制、低电池电压检测、复位输出和2线I²C串行接口。MAX8661与MAX8660功能相同，但没有REG1降压型调节器和REG7线性稳压器。

所有降压型DC-DC转换器采用高速2MHz PWM开关，允许使用更小尺寸的外围元件。它们可自动从PWM模式切换至高效的轻载工作模式，以降低工作电流，延长电池使用寿命。另外，强制PWM模式在任何负载下都可保持低噪声工作。过压锁定防止器件的输入电压大于7.5V。

应用

PDA、掌上电脑和 无线手持装置	个人多媒体播放器 数码相机
智能蜂窝电话	便携式GPS导航系统

特性

- ◆ 针对Marvell PXA300和Armada 100系列处理器进行优化
- ◆ 7.5V过压保护—高于6.3V时关断保护
- ◆ 四路同步降压转换器：REG1、REG2、REG3、REG4
- ◆ 四路LDO稳压器：REG5、REG6、REG7、REG8
- ◆ 2MHz开关频率允许使用更小的元件
- ◆ 深度休眠状态下耗电仅20 μ A
- ◆ 低电池电压检测与复位输出

订购信息

PART	PIN-PACKAGE	OPTIONS
MAX8660ETL+	40 Thin QFN	V1: 3.3V, 3.0V, 2.85V V2: 3.3V, 2.5V, 1.8V V3: 1.4V (default) V4: 1.4V (default)
MAX8660ETL/V+	40 Thin QFN	V1: 3.3V, 3.0V, 2.85V V2: 3.3V, 2.5V, 1.8V V3: 1.4V (default) V4: 1.4V (default)

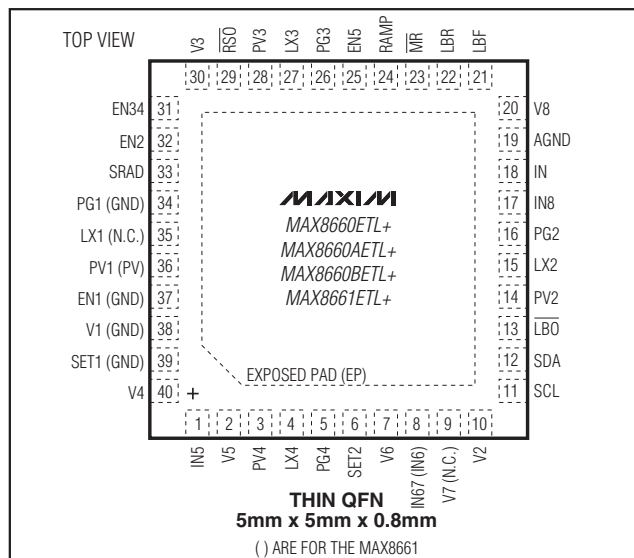
注：所有器件都指定工作在-40°C至+85°C温度范围。

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

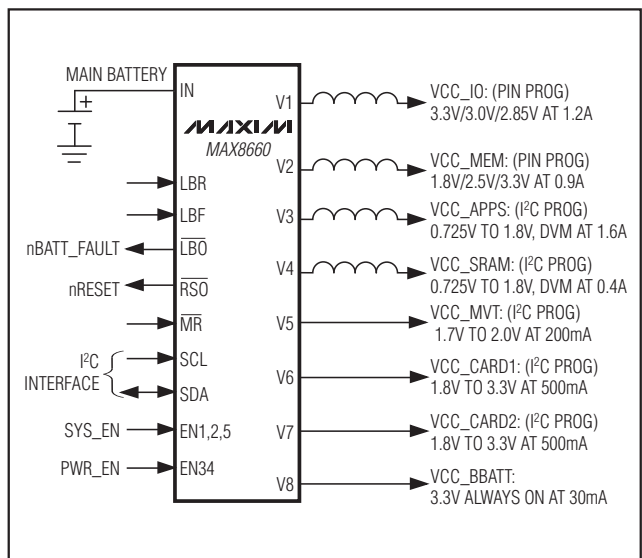
/V表示通过汽车标准认证的器件。

订购信息(续)在数据资料的最后给出。

引脚配置



简化功能框图



高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的 电源管理IC，用于移动产品

目录

概述	1
应用	1
特性	1
订购信息	1
简化功能框图	1
引脚配置	1
目录	2
Absolute Maximum Ratings	4
Electrical Characteristics	4
典型工作特性	11
引脚说明	19
详细说明	25
Maxim与Marvell PXA3xx的相关名词解释	25
降压型DC-DC转换器(REG1-REG4)	26
REG1 (VCC_IO)降压型DC-DC转换器(MAX8660)	26
REG2 (VCC_IO、VCC_MEM)降压型DC-DC转换器	26
REG3 (VCC_APPS)降压型DC-DC转换器	27
REG4 (VCC_SRAM)降压型DC-DC转换器	27
REG1-REG4降压型DC-DC转换器工作模式	27
REG1-REG4同步整流	27
REG1/REG2 100%占空比工作(低压差)	27
线性稳压器(REG5-REG8)	28
REG5 (VCC_MVT、VCC_BG、VCC_OSC13M、VCC_PLL)	28
REG6/REG7 (VCC_CARD1、VCC_CARD2)	28
REG8 (VCC_BBATT)常备稳压电源	28
斜率控制(RAMP)	28
供电顺序	29
使能信号(EN、PWR_EN、SYS_EN、I ² C)	29
REG3/REG4使能(EN34、EN3、EN4)	30
供电模式	30
上电和断电时序	30
Marvell PXA3xx电源配置寄存器(PCFR)	30
电压监视器、复位和欠压锁定功能	32
欠压和过压锁定	32
复位输出(RSO)和MR输入	32
低电池电压检测器(LBO、LBF、LBR)	32
内置关断-放电电阻	33
热过载保护	33
I ² C接口	33
数据传输	33
START和STOP条件	35
应答位	35
从器件地址	35
I ² C写操作	36

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的 电源管理IC，用于移动产品

目录(续)

设计步骤	38
设定输出电压	38
电感选择	38
输入电容选择	39
输出电容选择	39
降压转换器输出电流	39
应用信息	40
功率耗散	40
PCB布局及布线	40
封装标识	41
芯片信息	41
封装信息	42
修订历史	44
表	
表1. Maxim和Marvell PXA3xx所采用的电源名词	25
表2. Maxim和Marvell PXA3xx所采用的数字信号名词	26
表3. SET1逻辑控制	26
表4. SET2逻辑控制	26
表5. 使能信号	29
表6. V3/V4使能逻辑真值表	30
表7. 供电模式和相应的静态工作电流	31
表8. 内置关断-放电电阻	33
表9. I ² C寄存器	34
表10. DVM电压变化寄存器(VCC1、0x20)	36
表11. V3 (VCC_APPS)和V4 (VCC_SRAM)输出电压编码	37
表12. V5输出电压编码	37
表13. V6和V7输出电压编码	37
图	
图1. MAX8660与Marvell PXA3xx处理器的连接实例	22
图2. 功能框图	23
图3. 典型应用电路	24
图4. 软启动和电压变化时的斜率控制	28
图5. V3/V4使能逻辑	30
图6. 上电时序	31
图7. 低电池电压检测功能框图	32
图8. START和STOP条件	35
图9. 应答位	35
图10. 从器件地址字节	35
图11. MAX8660/MAX8661写操作	38
图12. 降压转换器最大输出电流示例	39

MAX8660/MAX8660A/MAX8660B/MAX8661

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的 电源管理IC，用于移动产品

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

IN, IN5, IN6, IN67, EN2, EN34, EN5, $\overline{LBO}$, $\overline{RSO}$, $\overline{MR}$, SET1, SET2, V1, V2, V3, V4, SCL, SDA, SRAD to AGND.....	-0.3V to +7.5V
LBF, LBR, EN1, RAMP to AGND	-0.3V to ($V_{IN} + 0.3V$)
V8 to AGND.....	-0.3V to ($V_{IN8} + 0.3V$)
V5 to AGND.....	-0.3V to ($V_{IN5} + 0.3V$)
V6, V7 to AGND.....	-0.3V to ($V_{IN67} + 0.3V$)
PV1 to PG1	-0.3V to +7.5V
PV2 to PG2	-0.3V to +7.5V
PV3 to PG3	-0.3V to +7.5V
PV4 to PG4	-0.3V to +7.5V
PV, PV1, PV2, PV3, PV4, IN8 to IN	-0.3V to +0.3V
LX1 Continuous RMS Current (Note 1)	2.3A

LX2 Continuous RMS Current (Note 1)	2.0A
LX3 Continuous RMS Current (Note 1)	2.6A
LX4 Continuous RMS Current (Note 1)	1.0A
PG1, PG2, PG3, PG4, EP to AGND.....	-0.6V to +0.6V
GND to AGND	-0.3V to +0.3V
All REGx Output Short-Circuit Duration.....	Continuous
Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ\text{C}$) 40-Pin Thin QFN (derate 35.7mW/°C above +70°C).....	2857mW
Operating Temperature Range	-40°C to +85°C
Junction Temperature	+150°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C
Soldering Temperature (reflow)	+260°C

Note 1: LX_ has internal clamp diodes to PG_ and PV_. Applications that forward bias these diodes must take care not to exceed the IC's package power-dissipation limits.

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

($V_{IN} = V_{IN5} = V_{IN67} = V_{IN8} = 3.6V$, Figure 3, $T_A = -40^\circ\text{C}$ to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ\text{C}$.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
PV1, PV2, PV3, PV4, IN, IN8 Supply Voltage Range	V_{IN}	PV1, PV2, PV3, PV4, IN, and IN8 must be connected together externally		2.6		6.0	V
IN Undervoltage-Lockout Threshold	V_{UVLO}	V_{IN} rising		2.250	2.400	2.550	V
		V_{IN} falling		2.200	2.350	2.525	
IN Overvoltage-Lockout Threshold	V_{OVLO}	V_{IN} rising		6.20	6.35	6.50	V
		V_{IN} falling		6.00	6.15	6.30	
Input Current	$I_{IN} + I_{PV1} + I_{PV2} + I_{PV3} + I_{PV4} + I_{IN5} + I_{IN67} + I_{IN8}$	No load; SDA = SCL = V8	Only V8 on (deep-sleep power mode)		20		μA
			V1, V2, and V8 on; V1 and V2 in normal (skip) operating mode		50		
			V1, V2, V5, and V8 on (sleep power mode); V1 and V2 in normal (skip) operating mode		90		
			V1, V2, V3, V4, V5, and V8 on (run power mode); V1, V2, V3, and V4 in normal (skip) operating mode		140		
			V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, and V8 (all on); V1, V2, V3, and V4 in normal (skip) operating mode		250		
			Undervoltage lockout, $V_{IN} = 2.2V$		1.5		
			Overvoltage lockout, $V_{IN} = 6.5V$		25		

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的 电源管理IC，用于移动产品

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = V_{IN5} = V_{IN67} = V_{IN8} = 3.6V$, Figure 3, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
PWM Switching Frequency	f_{SW}		1.9	2.0	2.1	MHz
REG1—SYNCHRONOUS STEP-DOWN DC-DC CONVERTER (MAX8660, MAX8660A, MAX8660B only)						
V1 Voltage Accuracy (MAX8860/MAX8860B)	V1	SET1 = IN, $V_{PV1} = 4.2V$, load = 600mA	3.250	3.300	3.350	V
		SET1 not connected, $V_{PV1} = 3.6V$, load = 600mA	2.955	3.000	3.045	
		SET1 = AGND, $V_{PV1} = 3.6V$, load = 600mA	2.807	2.850	2.893	
V1 Voltage Accuracy (MAX8660A)	V1	SET1 = IN, $V_{PV1} = 4.2V$, load = 600mA	2.463	2.500	2.538	V
		SET1 not connected, $V_{PV1} = 3.6V$, load = 600mA	1.970	2.000	2.030	
		SET1 = AGND, $V_{PV1} = 3.6V$, load = 600mA	1.773	1.800	1.827	
V1 Load Regulation		Load = 0 to 1200mA		-1.5		%/A
V1 Line Regulation				0.15		%/V
SET1 Input Leakage Current				0.01		μA
V1 Dropout Voltage		Load = 800mA (Notes 3, 4)		150		mV
		Load = 1200mA (Notes 3, 4)		200		
p-Channel On-Resistance	R_{P1}			0.12		Ω
n-Channel On-Resistance	R_{N1}			0.15		Ω
p-Channel Current-Limit Threshold	I_{LIM1}		1.5	1.8	2.2	A
n-Channel Zero-Crossing Threshold				25		mA
n-Channel Negative Current Limit		Forced-PWM mode only		-975		mA
REG1 Maximum Output Current	I_{OUT1}	$2.6V \leq V_{PV1} \leq 6V$ (Note 5)	1.2			A
V1 Bias Current				5		μA
LX1 Leakage Current		$V_{PV1} = 6V$, LX1 = PG1 or PV1, $V_{EN1} = 0V$	$T_A = +25^{\circ}C$	-2	± 0.03	μA
			$T_A = +85^{\circ}C$		± 0.2	
Soft-Start Ramp Rate (MAX8660/MAX8860B)		To V1 = 3.3V (total ramp time is 450 μs for all V1 output voltages)	5	7	9	mV/ μs
Soft-Start Ramp Rate (MAX8660A)		To V1 = 2.5V (total ramp time is 450 μs for all V1 output voltages)	3	5	7	mV/ μs
V5 to V1 Enable Time	$t_{VMHVSH1}$	Figure 6		350		μs
Internal Off-Discharge Resistance				650		Ω
Minimum Duty Cycle		Forced-PWM mode only, min duty cycle in skip mode is 0%		16.7		%
Maximum Duty Cycle				100		%

MAX8660/MAX8660A/MAX8660B/MAX8661

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的 电源管理IC，用于移动产品

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = V_{IN5} = V_{IN67} = V_{IN8} = 3.6V$, Figure 3, $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
REG2—SYNCHRONOUS STEP-DOWN DC-DC CONVERTER							
V2 Voltage Accuracy (MAX8660/MAX8660B)	V2	SET2 = IN, V _{PV2} = 4.2V, load = 600mA		3.250	3.300	3.350	V
		SET2 not connected, V _{PV2} = 3.6V, load = 600mA		2.463	2.500	2.538	
		SET2 = AGND, V _{PV2} = 3.6V, load = 600mA		1.773	1.800	1.827	
V2 Voltage Accuracy (MAX8660A)	V2	SET2 = IN, V _{PV2} = 4.2V, load = 600mA		2.463	2.500	2.538	V
		SET2 not connected, V _{PV2} = 3.6V, load = 600mA		1.970	2.000	2.030	
		SET2 = AGND, V _{PV2} = 3.6V, load = 600mA		1.773	1.800	1.827	
V2 Load Regulation		Load = 0 to 900mA		-1.7			%/A
V2 Line Regulation				0.15			%/V
SET2 Input Leakage Current				0.01			μA
V2 Dropout Voltage		Load = 900mA (Notes 3, 4)		225			mV
p-Channel On-Resistance	R _{P2}			0.18			Ω
n-Channel On-Resistance	R _{N2}			0.15			Ω
p-Channel Current-Limit Threshold	I _{LIM2}			1.10	1.30	1.50	A
n-Channel Zero Crossing Threshold				25			mA
n-Channel Negative Current Limit		Forced-PWM mode only		-800			mA
REG2 Maximum Output Current	I _{OUT2}	2.6V ≤ V _{PV2} ≤ 6V (Note 5)		0.9			A
V2 Bias Current				5			μA
LX2 Leakage Current		V _{PV2} = 6V, LX2 = PG2 or PV2, V _{EN2} = 0V	T _A = +25°C	-2	±0.03	+2	μA
			T _A = +85°C	0.2			
Soft-Start Ramp Rate		To V2 = 1.8V (total ramp time is 450μs for all V2 output voltages)		2	4	6	mV/μs
V5 to V2 Enable Time	t _{VMHVSH2}	Figure 6		350			μs
Internal Off-Discharge Resistance				650			Ω
Minimum Duty Cycle		Forced-PWM mode only; min duty cycle in skip mode is 0%		16.7			%
Maximum Duty Cycle				100			%
REG3—SYNCHRONOUS STEP-DOWN DC-DC CONVERTER							
V3 Output Voltage Accuracy	V3	MAX8860/MAX8660A/MAX8661 REG3 default output voltage, V _{PV3} = 3.6V, load = 600mA		1.379	1.400	1.421	V
		MAX8860B REG3 default output voltage, V _{PV3} = 3.6V, load = 600mA		1.133	1.150	1.167	
		REG3 serial programmed from 0.9V to 1.8V, load = 600mA (Note 6)		-1.5	+1.5		%
V3 Load Regulation		Load = 0 to 1600mA		-17			mV/A
V3 Line Regulation		(Note 7)		0.05			%/V
p-Channel On-Resistance	R _{P3}			0.12			Ω
n-Channel On-Resistance	R _{N3}			0.08			Ω

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的 电源管理IC，用于移动产品

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = V_{IN5} = V_{IN67} = V_{IN8} = 3.6V$, Figure 3, $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
p-Channel Current-Limit Threshold	I _{LIM3}			1.85	2.15	2.45	A
n-Channel Zero-Crossing Threshold				25			mA
n-Channel Negative Current Limit		Forced-PWM mode only		-0.8			A
REG3 Maximum Output Current	I _{OUT3}	2.6V ≤ V _{PV3} ≤ 6V (Note 5)		1.6			A
V3 Bias Current				0.01			μA
LX3 Leakage Current		V _{PV3} = 6V, LX3 = PG3 or PV3, V _{EN34} = 0V	T _A = +25°C	-2	+0.03	+2	μA
			T _A = +85°C	0.24			
Soft-Start Ramp Rate		MAX8660/MAX8660A/MAX8661, R _{RAMP} = 56kΩ to 1.4V		8			mV/μs
		MAX8660B, R _{RAMP} = 56kΩ to 1.15V		6.7			
V3 Dynamic-Change Ramp Rate		R _{RAMP} = 56kΩ		10			mV/μs
EN34 to V3 Enable Time	t _{PHLVTH3}	MAX8660/MAX8660A/MAX8661, powering up to 1.4V, Figure 6, R _{RAMP} = 56kΩ		400			μs
		MAX8660B, powering up to 1.15V, Figure 6, R _{RAMP} = 56kΩ		400			
Internal Off-Discharge Resistance				550			Ω
Minimum Duty Cycle		Forced-PWM mode only, min duty cycle in skip mode is 0%		16.7			%
Maximum Duty Cycle				100			%
REG4—SYNCHRONOUS STEP-DOWN DC-DC CONVERTER							
V4 Output Voltage Accuracy	V4	MAX8660/MAX8660A/MAX8661 REG4 default output voltage, V _{PV4} = 3.6V, load = 200mA		1.379	1.400	1.421	V
		MAX8660B REG4 default output voltage, V _{PV4} = 3.6V, load = 200mA		1.133	1.150	1.167	
		REG4 serial programmed from 0.9V to 1.8V, load = 200mA (Note 6)		-1.5		+1.5	%
V4 Load Regulation		Load = 0 to 400mA		-40			mV/A
V4 Line Regulation		(Note 7)		0.1			%/V
p-Channel On-Resistance	R _{P4}			0.37			Ω
n-Channel On-Resistance	R _{N4}			0.3			Ω
p-Channel Current-Limit Threshold	I _{LIM4}			0.65	0.78	0.90	A
n-Channel Zero-Crossing Threshold				25			mA
n-Channel Negative Current Limit		Forced-PWM mode only		-975			mA
REG4 Maximum Output Current	I _{OUT4}	2.6V ≤ V _{PV4} ≤ 6V (Note 5)		0.4			A
V4 Bias Current				0.01			μA
LX4 Leakage Current		V _{PV4} = 6V, LX4 = PG4 or PV4, V _{EN34} = 0V	T _A = +25°C	-2	±0.02	+2	μA
			T _A = +85°C	0.12			
Soft-Start Ramp Rate		MAX8660/MAX8660A/MAX8661, R _{RAMP} = 56kΩ to 1.4V		8			mV/μs
		MAX8660B, R _{RAMP} = 56kΩ to 1.15V		6.7			
V4 Dynamic-Change Ramp Rate		R _{RAMP} = 56kΩ		10			mV/μs

MAX8660/MAX8660A/MAX8660B/MAX8661

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的电源管理IC，用于移动产品

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = V_{IN5} = V_{IN67} = V_{IN8} = 3.6V$, Figure 3, $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
EN34 to V4 Enable Time	$t_{PHLVTH4}$	MAX8660/MAX8660A/MAX8661, powering up to 1.4V, Figure 6, $R_{RAMP} = 56k\Omega$		400		μs
		MAX8660B, powering up to 1.15V, Figure 6, $R_{RAMP} = 56k\Omega$		400		
Internal Off-Discharge Resistance				550		Ω
Minimum Duty Cycle		Forced-PWM mode only, minimum duty cycle in skip mode is 0%		16.7		%
Maximum Duty Cycle				100		%
REG5 LDO						
IN5 Input Voltage Range	V_{IN5}		2.35		V_{IN}	V
V5 Output Voltage	V5	REG5 default output voltage, $2.35V \leq V_{IN5} \leq 6V$, load = 0 to 200mA	1.764	1.800	1.836	V
		REG5 serial programmed from 1.7V to 2.0V, $2.35V \leq V_{IN5} \leq 6V$, load = 0 to 200mA	-2		+2	%
V5 Output Current Limit	I_{OUT5}		225	350	500	mA
V5 Output-Voltage Noise		10Hz to 100kHz, $I_{OUT5} = 10mA$		160		μV_{RMS}
V5 Power-Supply Rejection		$V_{IN5} = (V5 + 1V)$, $I_{OUT5} = 10mA$, $f = 10kHz$		40		dB
V5 Soft-Start Ramp Rate		Powering up to 1.8V (total ramp time is $225\mu s$ for all V5 output voltages)	5	7	9	mV/ μs
EN5 to V5 Enable Time	t_{SEHVMH}	Figure 6		290		μs
V5 Dynamic-Change Ramp Rate		$R_{RAMP} = 56k\Omega$		10		mV/ μs
Internal Off-Discharge Resistance				2		k Ω
REG6, REG7 LDOs						
IN67 Input Voltage Range	V_{IN67}		2.35		V_{IN}	V
REG6 and REG7 Output Voltage (POR Default to 0V, Set by Serial Input)	V6 V7	Setting from 1.8V to 3.3V in 0.1V steps, load = 0 to 300mA	-3		+3	%
V6, V7 Dropout Voltage		3V mode, load = 300mA (Note 3)		55	100	mV
V6, V7 Output Current Limit	I_{OUT6} I_{OUT7}	$V_{IN67} = 3.6V$		750		mA
V6, V7 Soft-Start Ramp Rate		Powering up to 3.3V (total ramp time is $450\mu s$ for all V6/V7 output voltages)	5	7	9	mV/ μs
Internal Off-Discharge Resistance				350		Ω
REG8 ALWAYS-ON LDO						
V8 Output Voltage	V8	Load = 0 to 15mA	3.168	3.300	3.432	V
		Load = 30mA	2.800	3.2	3.432	
V8 Dropout Voltage		Load = 15mA (Note 3)		180		mV
V8 Output Current Limit	I_{OUT8}	V8 = 2.5V	30	70	135	mA
Internal Off-Discharge Resistance				1.5		k Ω
LOW-BATTERY DETECTOR (LBF, LBR, LBO)						
Low-Battery Falling Threshold	V_{LBFTH}		1.182	1.200	1.218	V
Low-Battery Rising Threshold	V_{LBRTH}		1.231	1.250	1.268	V

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的 电源管理IC，用于移动产品

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = V_{IN5} = V_{IN67} = V_{IN8} = 3.6V$, Figure 3, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$\overline{LBO}$, $\overline{RSO}$ Output-High Leakage Current		$V_{IN} = 6V$, $T_A = +25^{\circ}C$			0.2	μA
$\overline{LBO}$ Output Low Level		$2.6V \leq V_{IN} \leq 6V$, sinking 3mA			0.2	V
		$V_{IN} = 1V$, sinking 100 μA			0.4	
Minimum V_{IN} for $\overline{LBO}$ Assertion		$\overline{LBO}$ is forced low when the device is in UVLO	1			V
$\overline{LBO}$ Deassert Delay	t_{VBHBFH}	Figure 6	0	3		μs
LBF and LBR Input Bias Current		$T_A = +25^{\circ}C$	-50	0	+50	nA
		$T_A = +85^{\circ}C$		0.5		
RESET ($\overline{MR}$, $\overline{RSO}$)						
$\overline{RSO}$ Threshold	V_{RSOTH}	Voltage on V8, falling, hysteresis is 5% (typ)	2.1	2.2	2.3	V
$\overline{RSO}$ Deassert Delay	$t_{VBHRSTH}$	Figure 6	20	24	28	ms
$\overline{RSO}$ Output-High Leakage Current		$V_{IN} = 6V$, $T_A = +25^{\circ}C$			0.2	μA
$\overline{RSO}$ Output Low Level		$2.6V \leq V_{IN} \leq 6V$, sinking 3mA			0.2	V
		$V_{IN} = 1V$, sinking 100 μA			0.4	
Minimum V_{IN} for $\overline{RSO}$ Assertion		$\overline{RSO}$ is forced low when the device is in UVLO	1			V
$\overline{MR}$ Input High Level		$2.6V \leq V_{IN} \leq 6V$	1.4			V
$\overline{MR}$ Input Low Level		$2.6V \leq V_{IN} \leq 6V$			0.4	V
$\overline{MR}$ Input Leakage Current		$V_{IN} = 6V$, $T_A = +25^{\circ}C$	-0.2		+0.2	μA
$\overline{MR}$ Minimum Pulse Width	t_{MR}			1		μs
THERMAL-OVERLOAD PROTECTION						
Thermal-Shutdown Temperature		T_J rising		+160		$^{\circ}C$
Thermal-Shutdown Hysteresis				15		$^{\circ}C$
ENABLE INPUTS (EN1, EN2, EN34, EN5)						
EN_ Input High Level		$2.6V \leq V_{IN} \leq 6V$	1.4			V
EN_ Input Low Level		$2.6V \leq V_{IN} \leq 6V$			0.4	V
EN_ Input Leakage Current		$V_{IN} = 6V$, $T_A = +25^{\circ}C$	-0.2		+0.2	μA
I²C LOGIC (SDA, SCL, SRAD)						
SCL, SDA Input High Voltage			1.4			V
SCL, SDA Input Low Voltage					0.4	V
SCL, SDA Input Hysteresis				0.1		V
SCL, SDA Input Current		$T_A = +25^{\circ}C$, IN = AGND, $V_{IN} = 6V$	-10		+10	μA
SDA Output Low Voltage		$2.6V \leq V_{IN} \leq 6V$, sinking 3mA			0.2	V
SRAD Input High Level		$2.6V \leq V_{IN} \leq 6V$	1.4			V
SRAD Input Low Level		$2.6V \leq V_{IN} \leq 6V$			0.4	V
SRAD Input Leakage Current		$V_{IN} = 6V$, $T_A = +25^{\circ}C$	-0.2		+0.2	μA

MAX8660/MAX8660A/MAX8660B/MAX8661

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的 电源管理IC，用于移动产品

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = V_{IN5} = V_{IN67} = V_{IN8} = 3.6V$, Figure 3, $T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
I²C TIMING						
Clock Frequency	f_{SCL}				400	kHz
Hold Time (Repeated) START Condition	$t_{HD;STA}$	Figure 8	0.6			μs
CLK Low Period	t_{LOW}		1.3			μs
CLK High Period	t_{HIGH}		0.6			μs
Set-Up Time for a Repeated START Condition	$t_{SU;STA}$	Figure 8	0.6			μs
DATA Hold Time	$t_{HD;DAT}$	Figure 9	0			μs
DATA Set-Up Time	$t_{SU;DAT}$	Figure 9	100			ns
Set-Up Time for STOP Condition	$t_{SU;STO}$	Figure 8	0.6			μs
Bus-Free Time Between STOP and START	t_{BUF}		1.3			μs
Maximum Pulse Width of Spikes that Must Be Suppressed by the Input Filter of Both DATA and CLK Signals				50		ns

Note 2: Limits are 100% production tested at $T_A = +25^\circ C$. Limits over the operating temperature range are guaranteed through correlation using statistical quality control (SQC) methods.

Note 3: The dropout voltage is defined as $V_{IN} - V_{OUT}$ when V_{OUT} is 100mV below the nominal value of V_{OUT} .

Note 4: Dropout voltage (V_{DO}) is a function of the p-channel switch resistance (R_P) and the inductor resistance (R_L). The given values assume $R_L = 50m\Omega$ for the REG1 inductor and $67m\Omega$ for the REG2 inductor:

$$V_{DO} = I_{LOAD} (R_P + R_L)$$

Note 5: The maximum output current is guaranteed by correlation to the p-channel current-limit threshold, p-channel on-resistance, n-channel on-resistance, oscillator frequency, input voltage range, and output voltage range. The maximum output current in the *Electrical Characteristics* table is the worst-case output current for the components shown in Figure 3 over the entire specified range of input and output voltage. More output current may be available when alternate components and voltage ranges are used. See the *Step-Down Converter Output Current* section for more information.

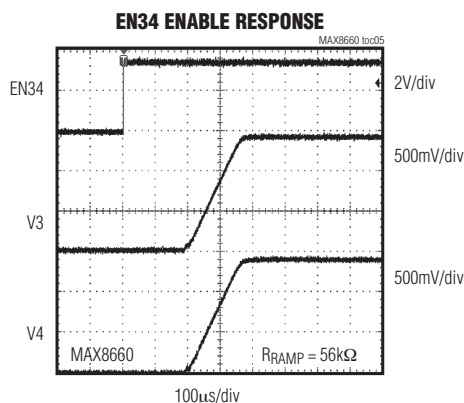
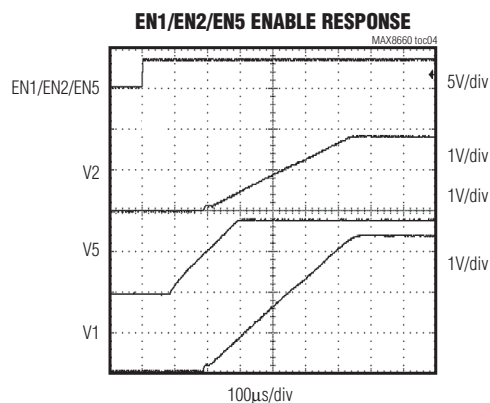
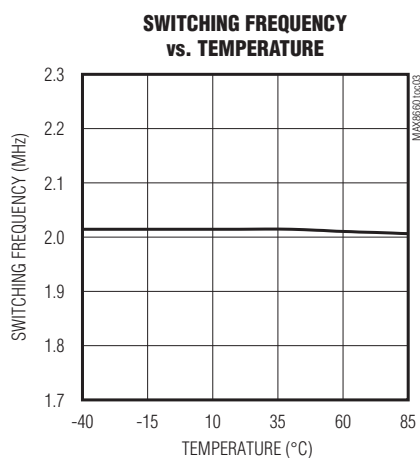
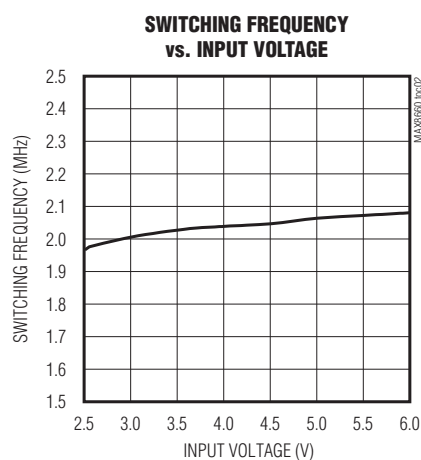
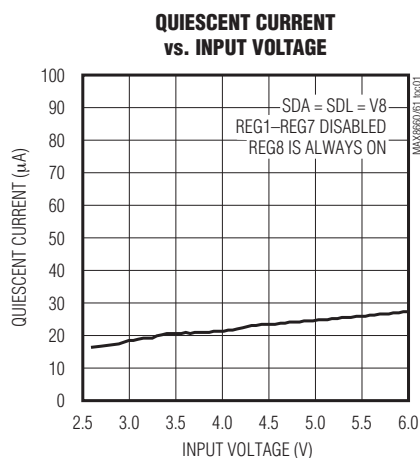
Note 6: Tested at 1.4V default output voltage for the MAX8660, MAX8660A, and MAX8661. Tested at 1.15V default output voltage for the MAX8660B.

Note 7: All output voltages are possible in normal mode. In forced-PWM mode, the minimum output voltage is limited by $0.167 \times V_{IN}$. For example, with $V_{IN} = 5.688V$, the minimum output is 0.95V.

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的 电源管理IC，用于移动产品

典型工作特性

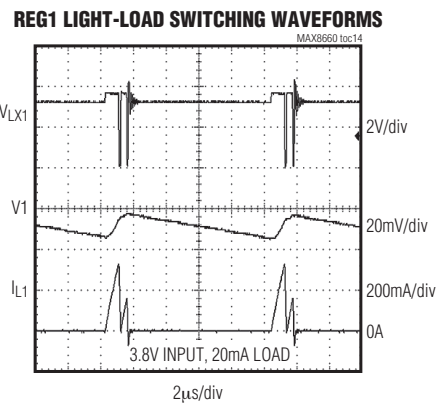
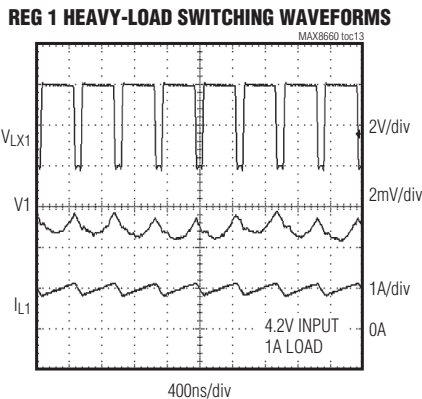
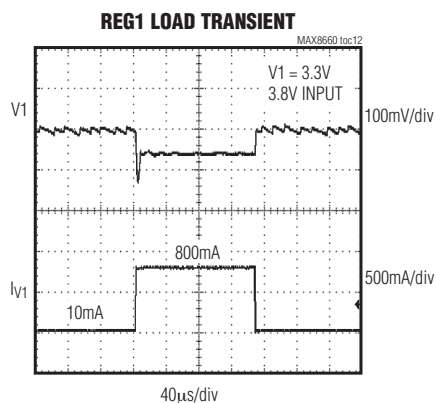
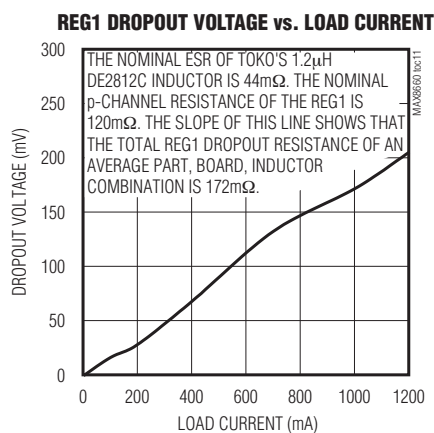
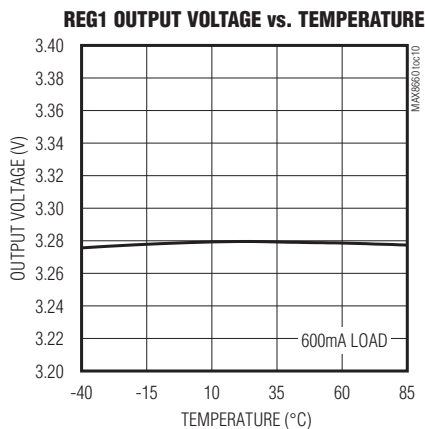
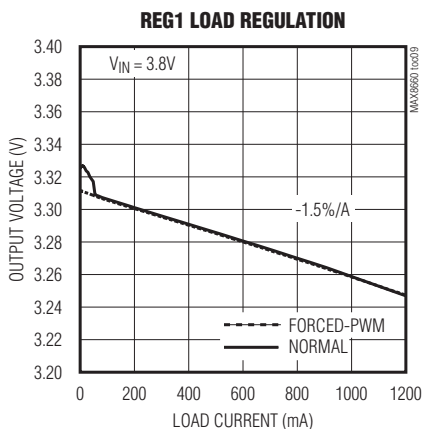
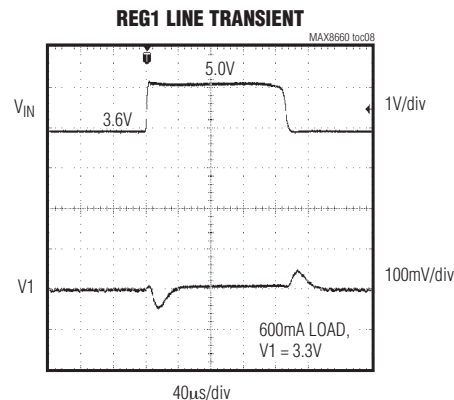
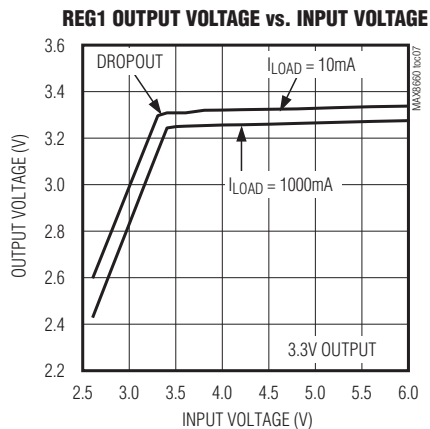
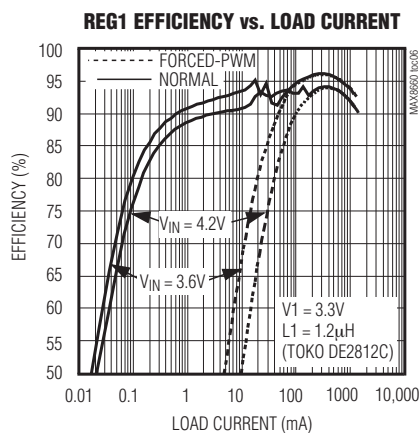
(Circuit of Figure 3, $V_{IN} = 3.6V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的电源管理IC，用于移动产品

典型工作特性(续)

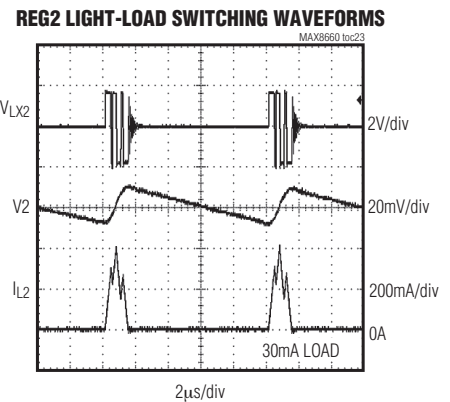
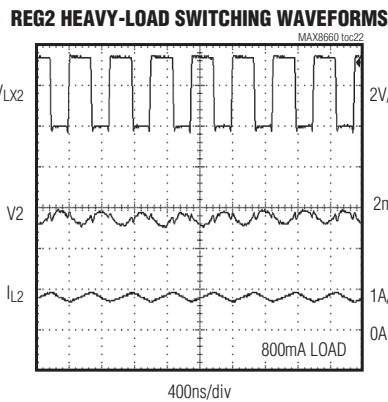
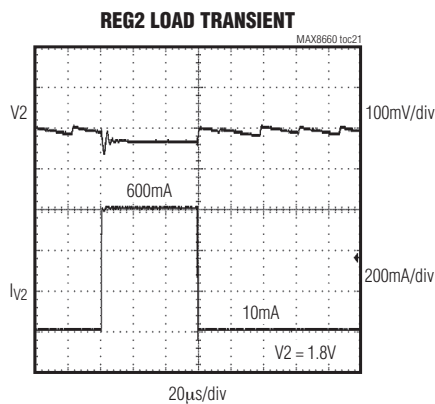
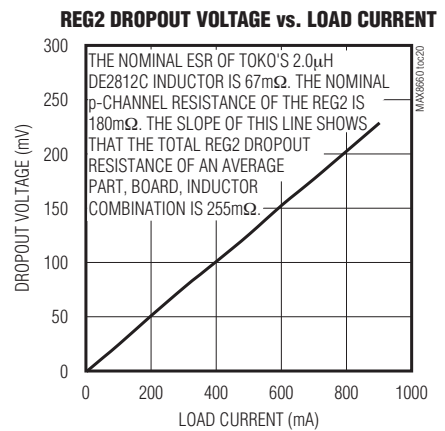
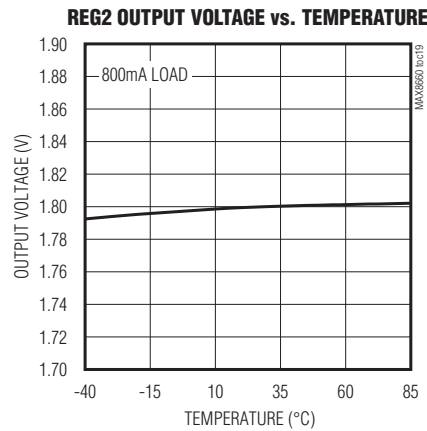
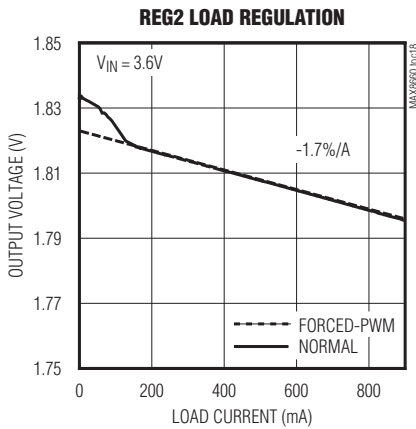
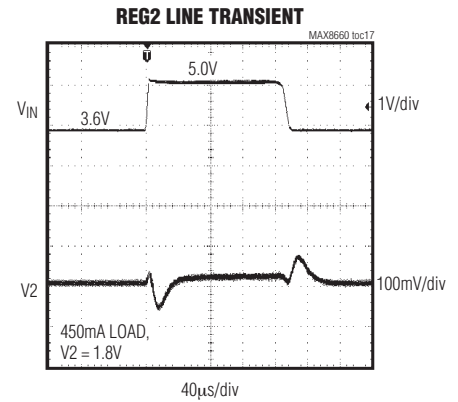
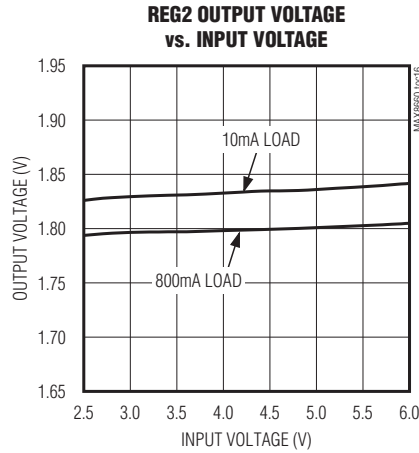
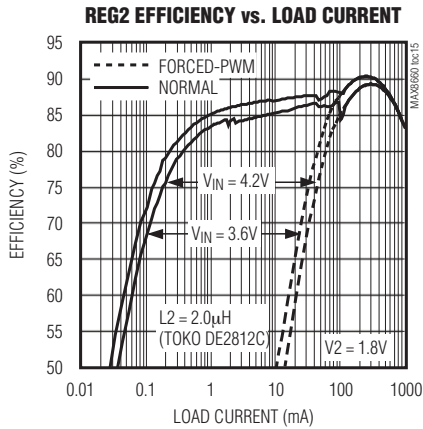
(Circuit of Figure 3, $V_{IN} = 3.6V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的 电源管理IC，用于移动产品

典型工作特性(续)

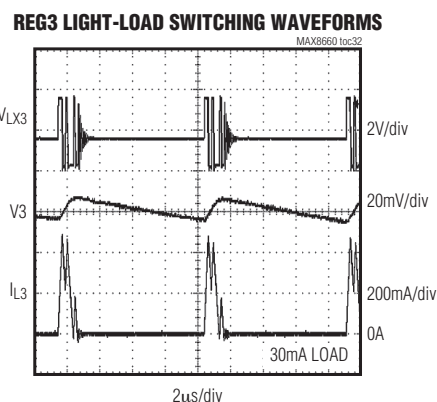
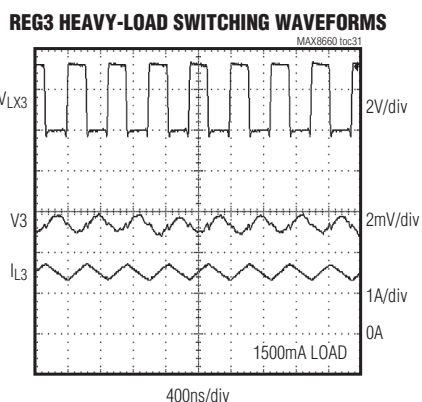
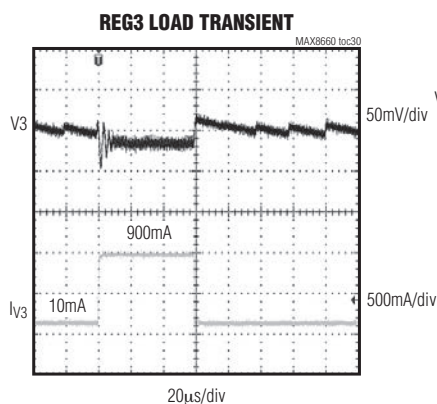
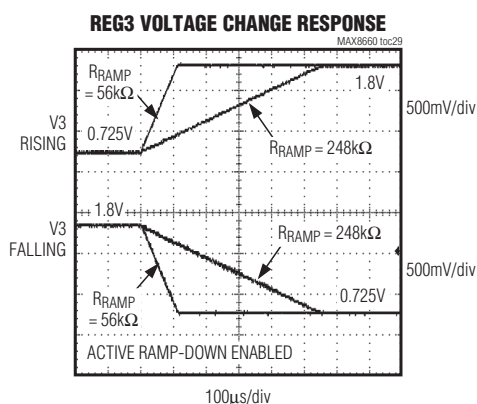
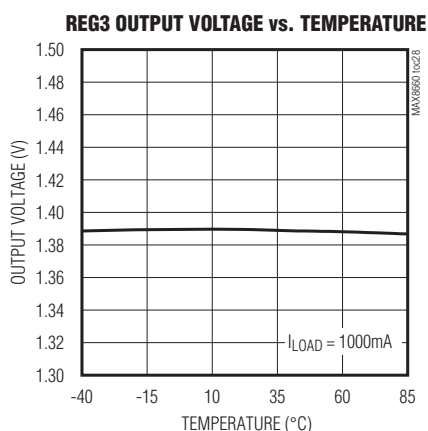
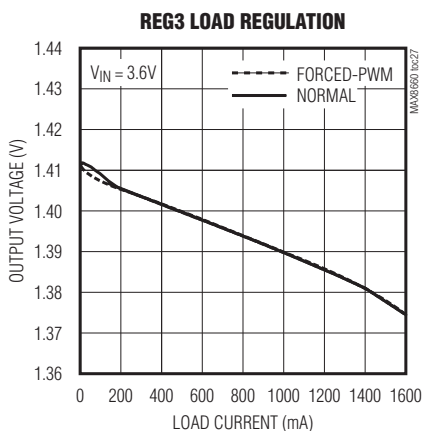
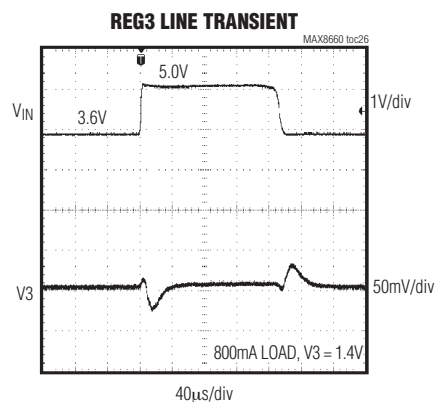
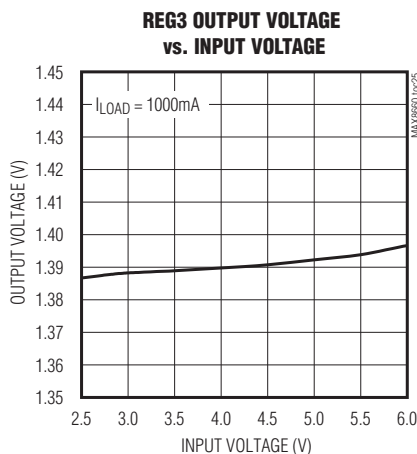
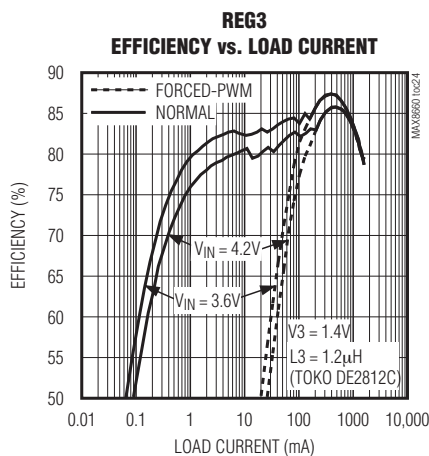
(Circuit of Figure 3, $V_{IN} = 3.6V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的电源管理IC，用于移动产品

典型工作特性(续)

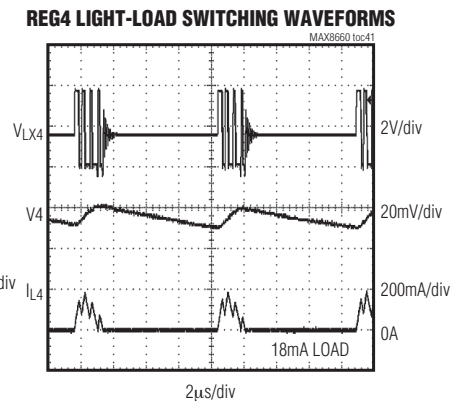
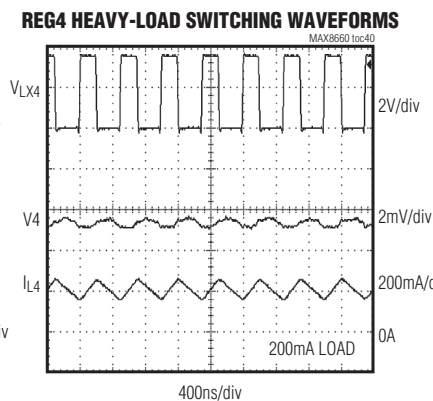
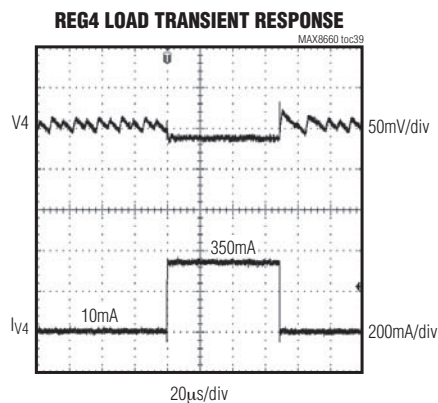
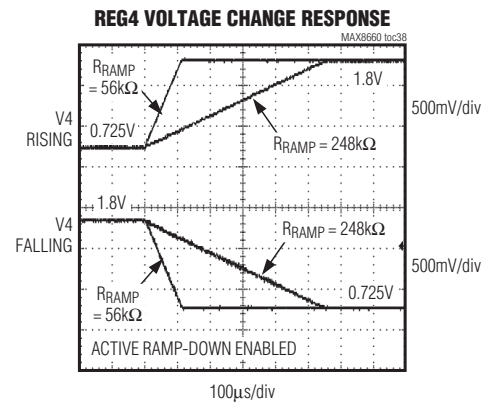
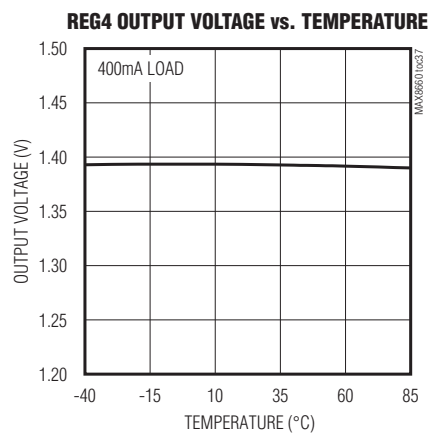
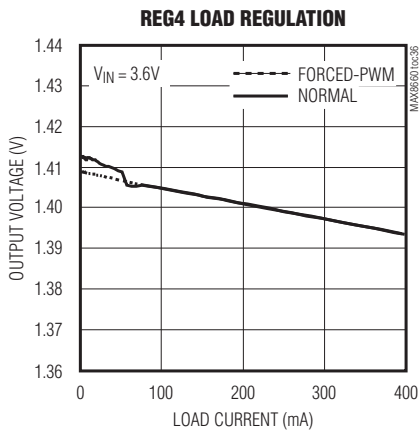
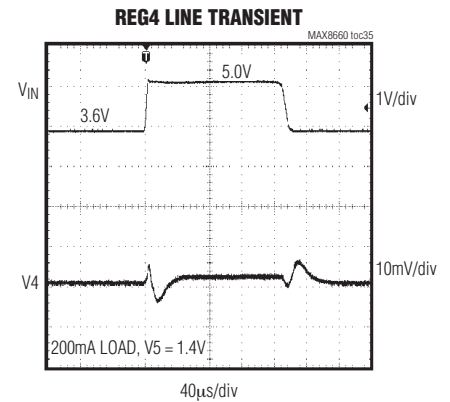
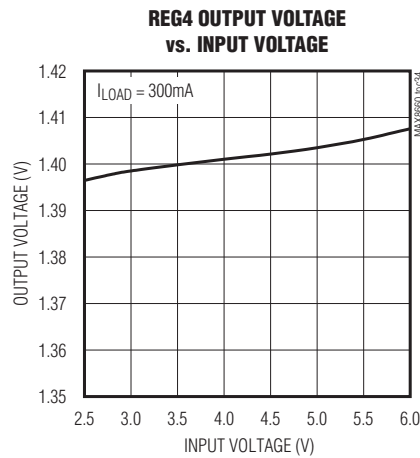
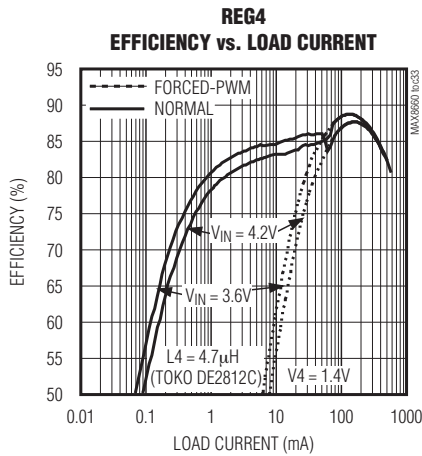
(Circuit of Figure 3, $V_{IN} = 3.6V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的 电源管理IC，用于移动产品

典型工作特性(续)

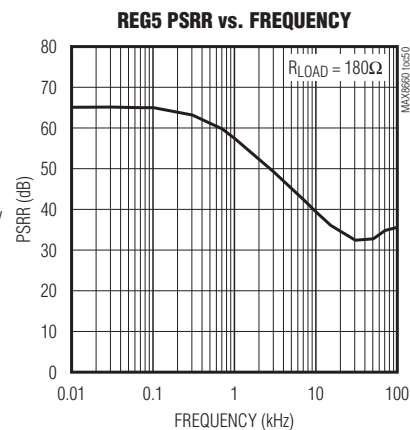
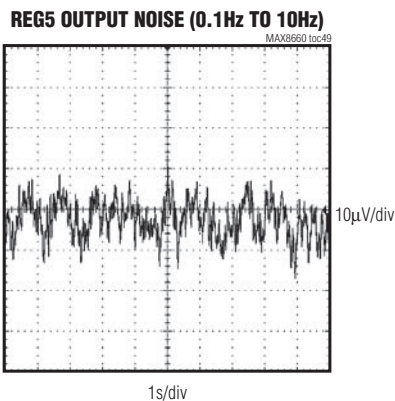
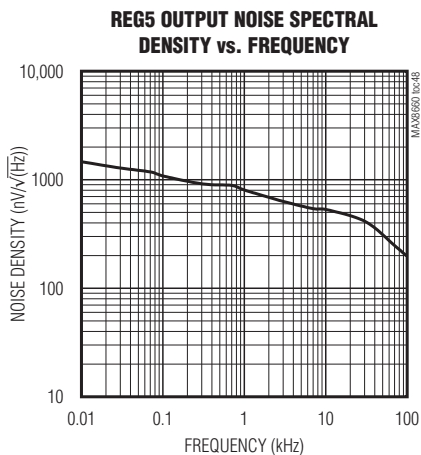
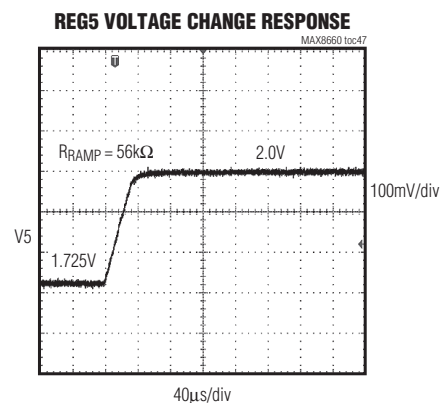
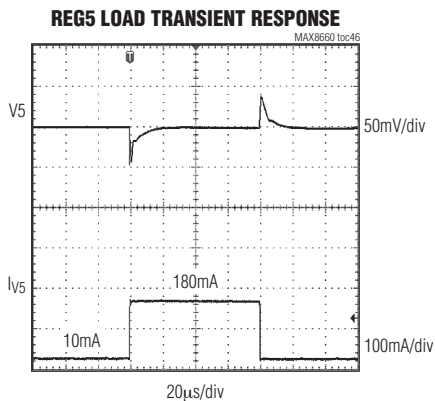
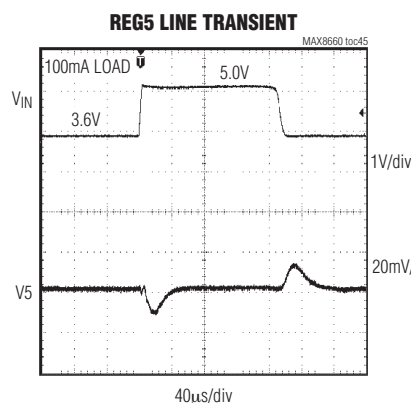
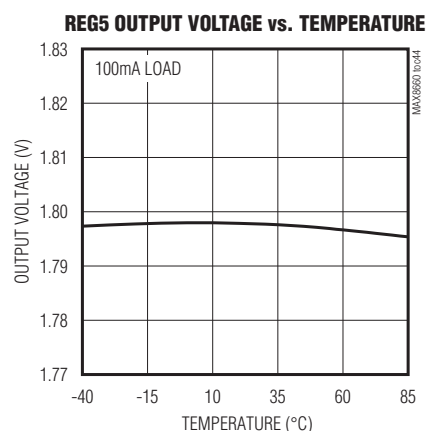
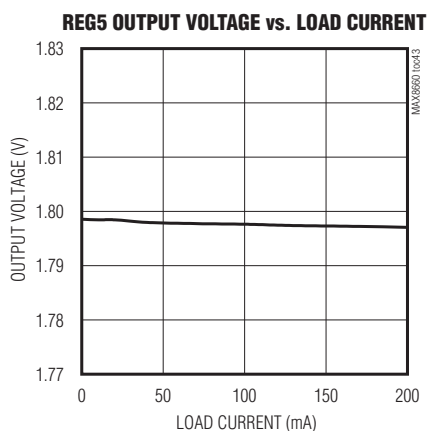
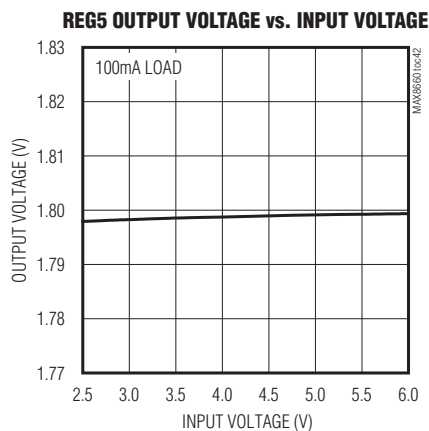
(Circuit of Figure 3, $V_{IN} = 3.6V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的电源管理IC，用于移动产品

典型工作特性(续)

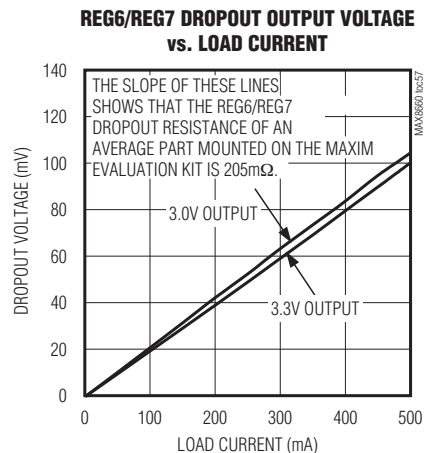
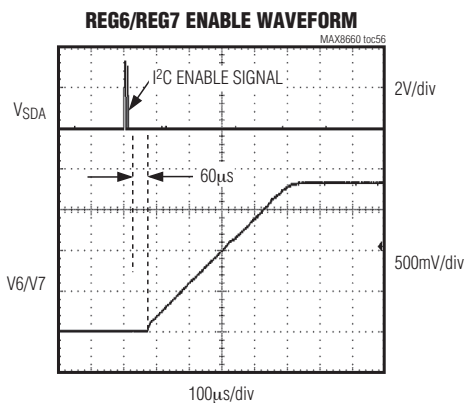
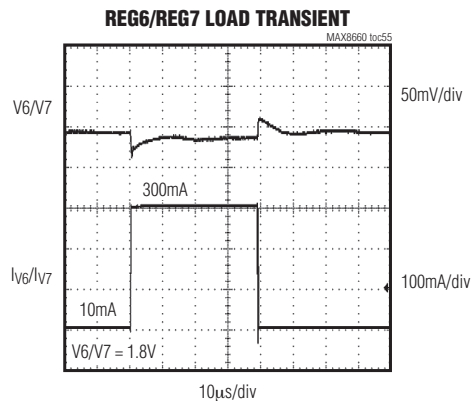
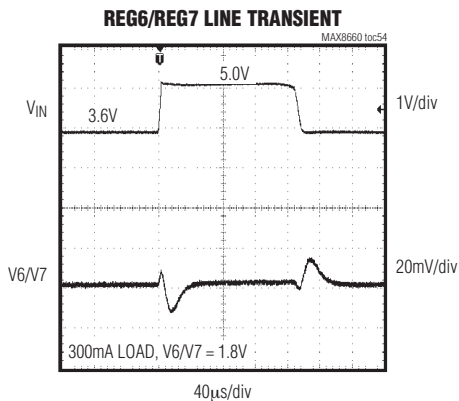
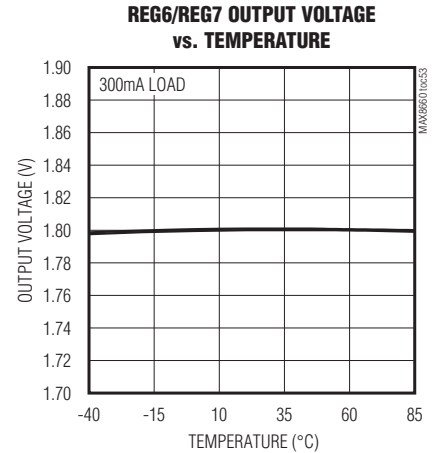
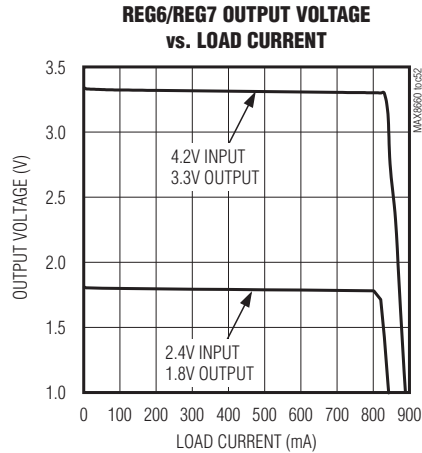
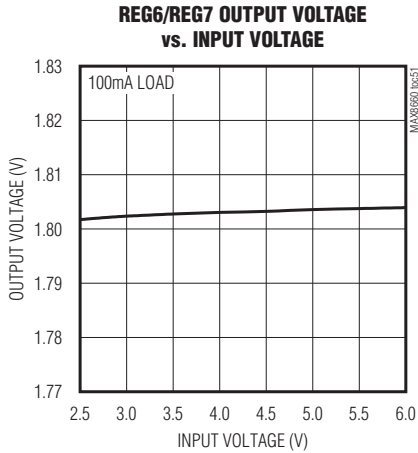
(Circuit of Figure 3, $V_{IN} = 3.6V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的 电源管理IC，用于移动产品

典型工作特性(续)

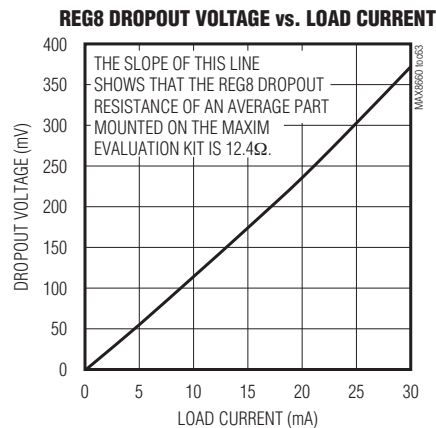
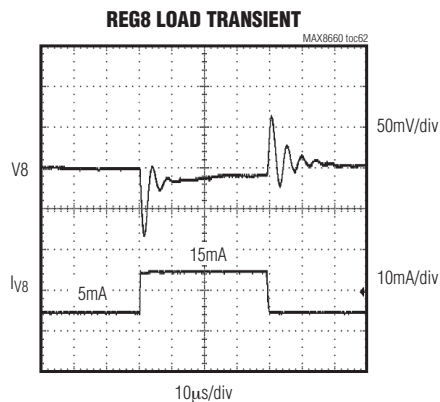
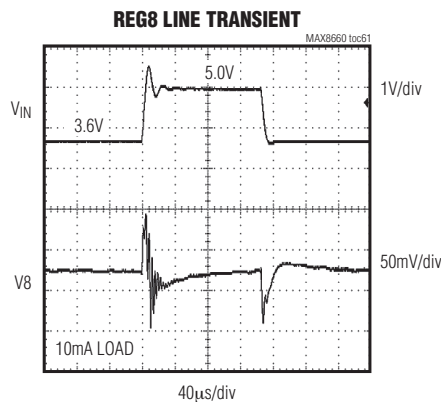
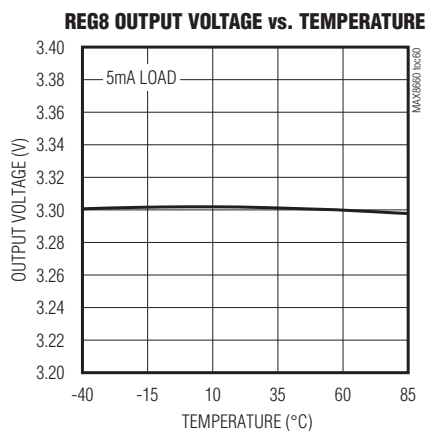
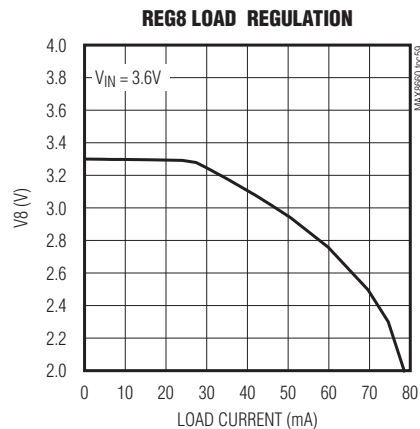
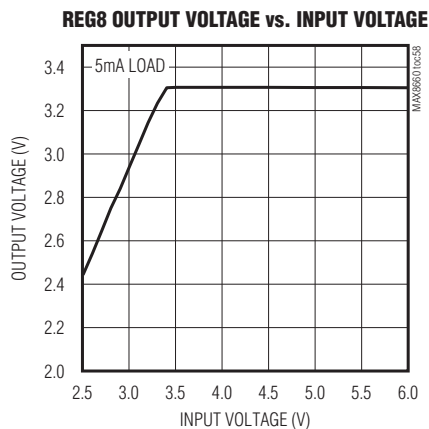
(Circuit of Figure 3, $V_{IN} = 3.6V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的电源管理IC，用于移动产品

典型工作特性(续)

(Circuit of Figure 3, $V_{IN} = 3.6V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的 电源管理IC，用于移动产品

引脚说明

引脚		名称	功能
MAX8660	MAX8661		
1	1	IN5	REG5电源输入，IN5接至IN保证V5首先上升，以满足Marvell PXA3xx处理器启动顺序的要求。如果不需要遵守该启动规范，IN5可连接至V1、V2或2.35V至 V_{IN} 之间的电源。详细信息请参考线性稳压器(REG5–REG8)部分。
—	2	V5	REG5线性稳压器输出，V5的默认值是1.8V，通过串行接口可设置在1.7V至2.0V之间。V5稳压器的输入是IN5。用V5为Marvell PXA3xx处理器的VCC_MVT、VCC_BG、VCC_OSC13M和VCC_PLL供电。当REG5关断时，V5通过一个2k Ω 的内部电阻拉至AGND。
3	3	PV4	REG4电源输入，在PV4和PG4之间接4.7 μ F的陶瓷电容。将所有PV引脚和IN引脚在外部连接在一起。
4	4	LX4	REG4开关节点，将LX4接REG4电感。当REG4关断时，LX4为高阻态。
5	5	PG4	REG4功率地，将PG1、PG2、PG3、PG4和AGND连接在一起。详细信息请参考MAX8660评估板数据资料。
6	6	SET2	REG2电压选择输入，SET2为三态逻辑输入。关于设置V2输出电压的SET2连接方式如表4所示。由SET2设置的REG2输出电压在REG2软启动过程的最后被锁存，启动后改变SET2将视为无效操作。
7	7	V6	REG6线性稳压器输出。REG6可通过串行接口使能和编程，输出电压可在1.8V到3.3V范围内以0.1V的步长调节。默认状态下REG6为关闭状态，当REG6关断时，V6通过350 Ω 内部电阻拉至AGND。V6可选择为Marvell PXA3xx处理器的VCC_CARD1供电。
8	—	IN67	REG6和REG7电源输入。通常IN67接IN，IN67可以与2.35V至 V_{IN} 之间的任意电源相连。
—	8	IN6	REG6电源输入。通常IN6接IN，IN6可以与2.35V至 V_{IN} 之间的任意电源相连。
9	—	V7	REG7线性稳压器输出。REG7可通过串行接口使能和编程，输出电压可在1.8V到3.3V范围内以0.1V步长调节。默认状态下REG7为关闭状态，当REG7关断时，V7通过350 Ω 内部电阻拉至AGND。V7可选择为Marvell PXA3xx处理器的VCC_CARD2供电。
—	9	N.C.	没有内部连接。
10	10	V2	REG2电压检测输入，V2直接与REG2的输出端相连。REG2的输出电压由SET2选择，当REG2关断时，V2通过650 Ω 内部电阻拉至AGND。V2为Marvell PXA3xx处理器的VCC_MEM供电。
11	11	SCL	串行时钟输入，见 I^2C 接口部分。
12	12	SDA	串行数据输入，见 I^2C 接口部分。
13	13	$\overline{LBO}$	低电池电压检测输出， $\overline{LBO}$ 为漏极开路输出。当LBF低于检测门限时， $\overline{LBO}$ 被拉低。通常 $\overline{LBO}$ 接至应用处理器的nBATT_FAULT输入端，用来检测没有电池连接或电池失效状态。
14	14	PV2	REG2电源输入，在PV2和PG2之间连接4.7 μ F陶瓷电容。所有的PV引脚和IN引脚在外部必须连接在一起。
15	15	LX2	REG2开关节点，LX2接REG2电感。当REG2关断时，LX2为高阻态。

MAX8660/MAX8660A/MAX8660B/MAX8661

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的电源管理IC，用于移动产品

引脚说明(续)

引脚		名称	功能
MAX8660	MAX8661		
16	16	PG2	REG2功率地。将PG1、PG2、PG3、PG4和AGND连接在一起。详细信息请参考MAX8660评估板数据资料。
17	17	IN8	REG8输入电源，IN8必须与IN相连。
18	18	IN	主电池输入，该输入为IC供电。在IN和AGND之间接0.47 μ F的陶瓷电容。
19	19	AGND	模拟地，将PG1、PG2、PG3、PG4和AGND连接在一起。详细信息请参考MAX8660评估板数据资料。
20	20	V8	REG8 3.3V LDO常备电源输出。REG8是MAX8660/MAX8661上电后首先工作的稳压器，由IN供电，可提供30mA电流。当IN欠压或过压锁定时，V8通过1.5k Ω 内部电阻拉至AGND。V8接Marvell PXA3xx处理器的VCC_BBATT。
21	21	LBF	低电池电压检测下降沿滞回输入，LBF的门限是1.20V，LBF接LBR可产生50mV的滞回；利用一组三电阻分压器可产生更大的滞回。LBF设置LBO变低时的电压，详细信息请参考低电池电压检测(LBO、LBF、LBR)部分。
22	22	LBR	低电池电压检测上升沿滞回输入，LBR的门限是1.25V，LBF接LBR可产生50mV的滞回。利用一组三电阻分压器可产生更大的滞回。LBR设置LBO变高时的电压，详细信息请参考低电池电压检测(LBO、LBF、LBR)部分。
23	23	$\overline{MR}$	手动复位输入， $\overline{MR}$ 的低电平输入将使 $\overline{RSO}$ 变低，使所有串行可编程寄存器复位到默认值。详细信息请参考复位输出(RSO)和MR输入部分。
24	24	RAMP	斜率控制输入，在RAMP和AGND之间接一个电阻用于设置稳压器的上升斜率。详细信息请参考斜率控制(RAMP)部分。
25	25	EN5	REG5使能输入，驱动EN5为高电平则开启REG5。EN5带有滞回，因此，用一个RC电路可实现相对于其它输入的上电顺序控制。通常EN5由Marvell PXA3xx处理器的SYS_EN输出端驱动。
26	26	PG3	REG3功率地，将PG1、PG2、PG3、PG4和AGND连接在一起。详细信息请参考MAX8660评估板数据资料。
27	27	LX3	REG3开关节点，LX3接REG3电感。当REG3关断时，LX3为高阻态。
28	28	PV3	REG3电源输入，在PV3和PG3之间接4.7 μ F陶瓷电容。所有的PV引脚和IN引脚在外部必须连接在一起。
29	29	$\overline{RSO}$	漏极开路复位输出。通常 $\overline{RSO}$ 连接到应用处理器的nRESET输入端。MAX8660/MAX8661的 $\overline{RSO}$ 输出一个低电平时，将使所有串行可编程寄存器复位到默认值，并使处理器进入复位状态。详细信息请参考复位输出(RSO)和MR输入部分。
30	30	V3	REG3电压检测输入，V3直接与REG3输出端连接。输出电压可通过串行接口设置在0.725V到1.8V之间。当REG3关断时，V3通过550 Ω 内部电阻拉至AGND。V3通常连接至Marvell PXA3xx处理器的VCC_APPS端。
31	31	EN34	REG3和REG4的高电平有效硬件使能输入。驱动EN34为高电平将同时使能REG3和REG4；驱动EN34为低电平则允许串行接口分别使能REG3和REG4。EN34带有滞回，因此，用一个RC电路可实现相对于其它输入的上电顺序控制。通常EN34由Marvell PXA3xx处理器的PWR_EN输出端驱动。详细信息请参考REG3/REG4使能(EN34、EN3、EN4)部分。

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的 电源管理IC，用于移动产品

引脚说明(续)

引脚		名称	功能
MAX8660	MAX8661		
32	32	EN2	REG2使能输入，驱动EN2为高则开启REG2。EN2带有滞回，因此，用一个RC电路可实现相对于其它输入的上电顺序控制。通常EN2由Marvell PXA3xx处理器的SYS_EN输出端驱动。
33	33	SRAD	串行地址输入。SRAD接AGND时，7位从器件地址为0110 100 (0x68)；SRAD接IN时，从器件地址为0110 101 (0x6A)。因为只能对MAX8660/MAX8661进行写操作，所以从器件地址的第8位为0。详细信息请参考从器件地址部分。
34	—	PG1	REG1功率地，将PG1、PG2、PG3、PG4和AGND连接在一起。详细信息请参考MAX8660评估板数据资料。
—	34	GND	地，所有GND引脚连接至EP。
35	—	LX1	REG1开关节点，LX1接REG1电感。当REG1关断时，LX1为高阻态。
—	35	N.C.	没有内部连接。
36	—	PV1	REG1电源输入。在PV1和PG1之间接4.7 μ F陶瓷电容。所有的PV引脚和IN引脚在外部必须连接在一起。
—	36	PV	电源输入，所有的PV引脚和IN引脚在外部必须连接在一起。
37	—	EN1	REG1使能输入。驱动EN1为高则开启REG1。EN1带有滞回，因此，用一个RC电路可实现相对于其它输入的上电顺序控制。通常EN1由应用处理器的SYS_EN输出端驱动。
—	37	GND	地，所有GND引脚连接至EP。
38	—	V1	REG1电压检测输入，V1直接与REG1的输出端连接。REG1的输出电压由SET1设置，V1连接至应用处理器的VCC_IOx端。当REG1关断时，V1通过650 Ω 内部电阻拉至AGND。
—	38	GND	地，所有GND引脚连接至EP。
39	—	SET1	REG1电压选择输入。SET1是一个三态逻辑输入。设置V1输出电压的SET1连接方式如表3所示。由SET1设置的REG1输出电压在REG1软启动的最后被锁存，启动后改变SET1的操作视为无效。
—	39	GND	地，所有GND引脚连接至EP。
40	40	V4	REG4反馈检测输入。V4直接与REG4的输出端连接。REG4的输出电压可通过串行接口设置在0.725V至1.8V之间。当REG4关断时，V4通过550 Ω 内部电阻拉至AGND。V4为应用处理器的VCC_SRAM供电。
—	—	EP	裸焊盘，裸焊盘连接至地。裸焊盘接地并不能取代正常的PG1、PG2、PG3、PG4和AGND的对地连接。裸焊盘通过环氧化物附着在衬底，以保证IC有良好的散热通道。

MAX8660/MAX8660A/MAX8660B/MAX8661

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的 电源管理IC，用于移动产品

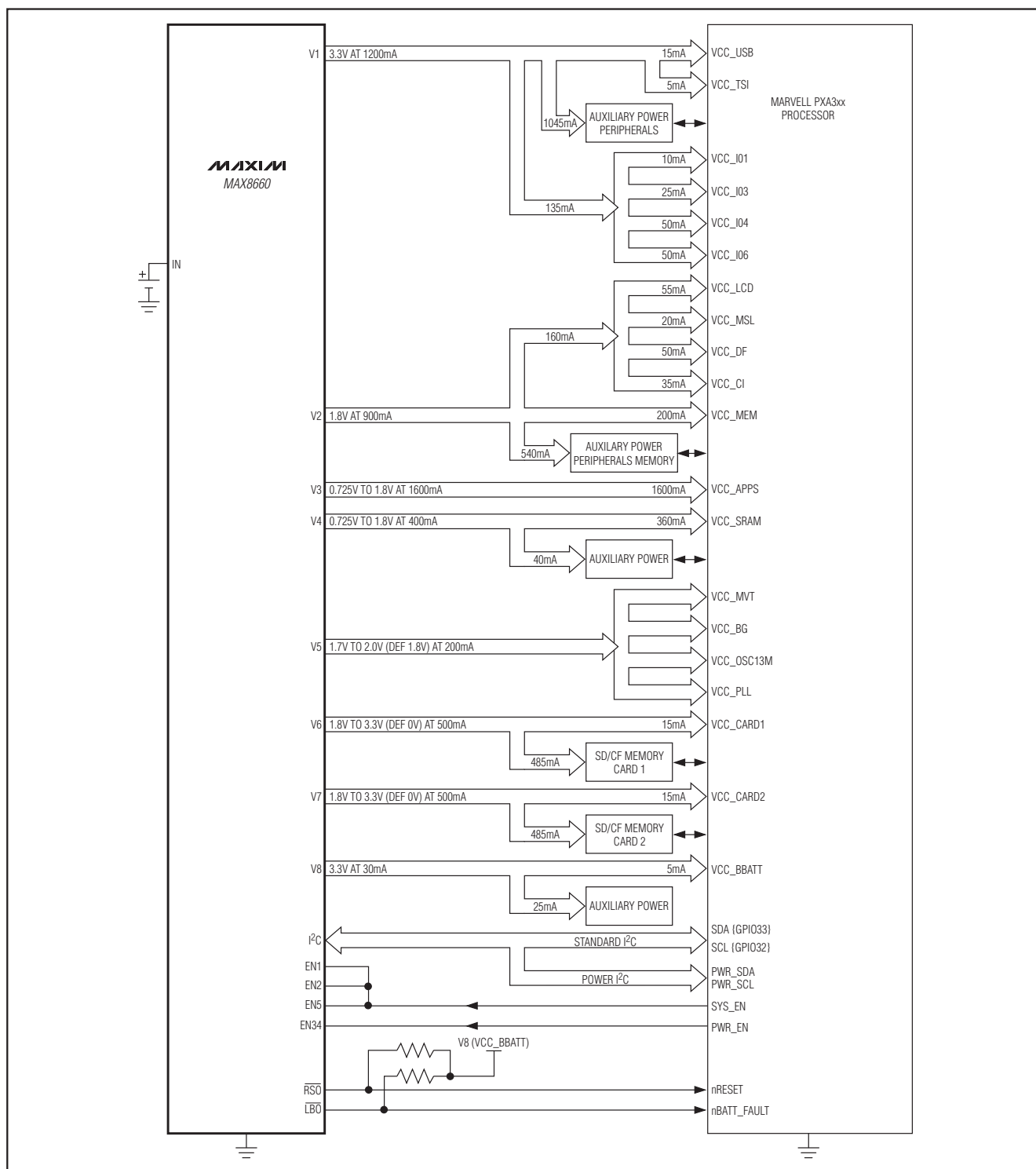


图1. MAX8660与Marvell PXA3xx处理器的连接实例，这只是一个连接实例，也支持其它连接

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的 电源管理IC，用于移动产品

MAX8660/MAX8660A/MAX8660B/MAX8661

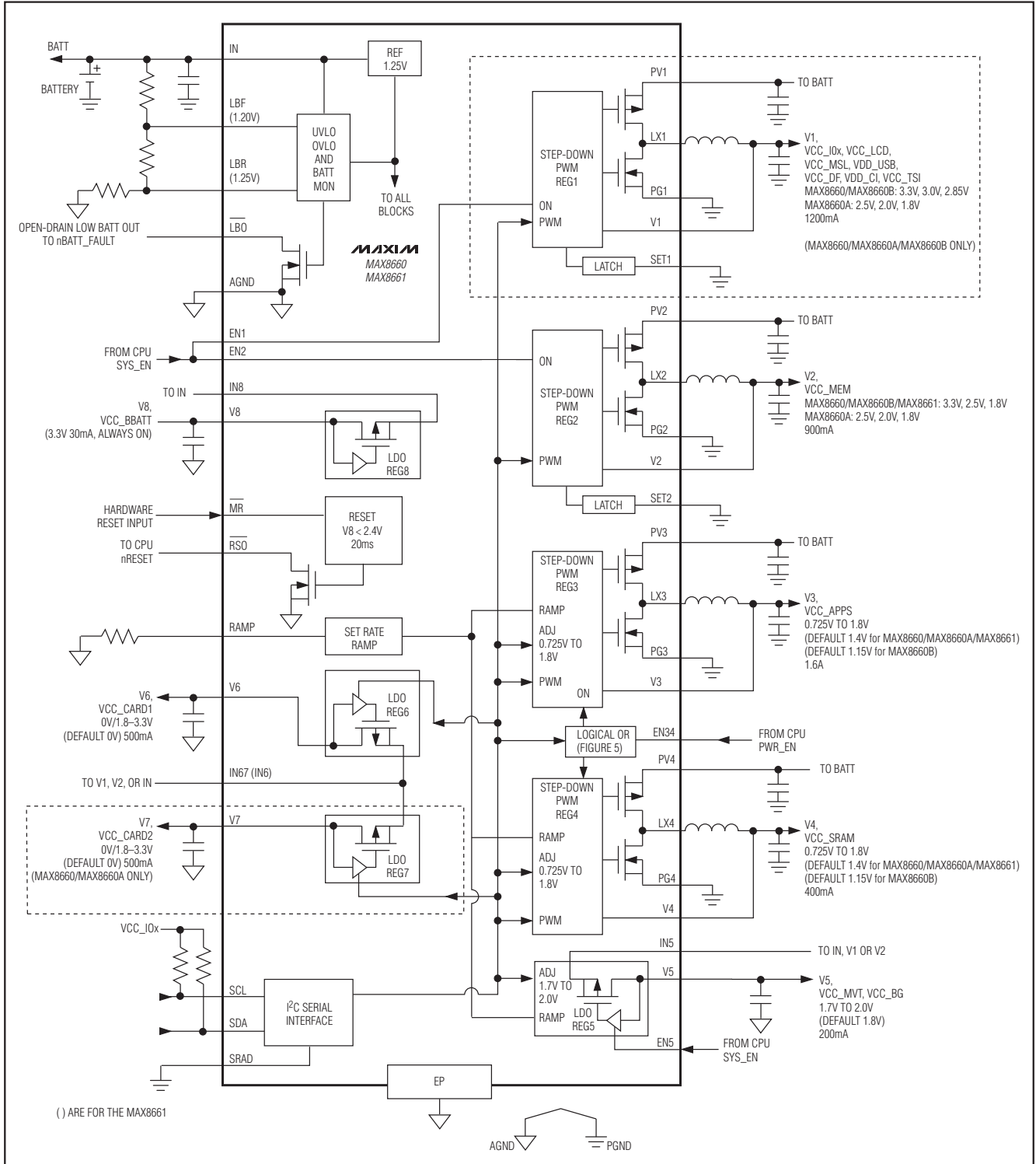


图2. 功能框图

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的 电源管理IC，用于移动产品

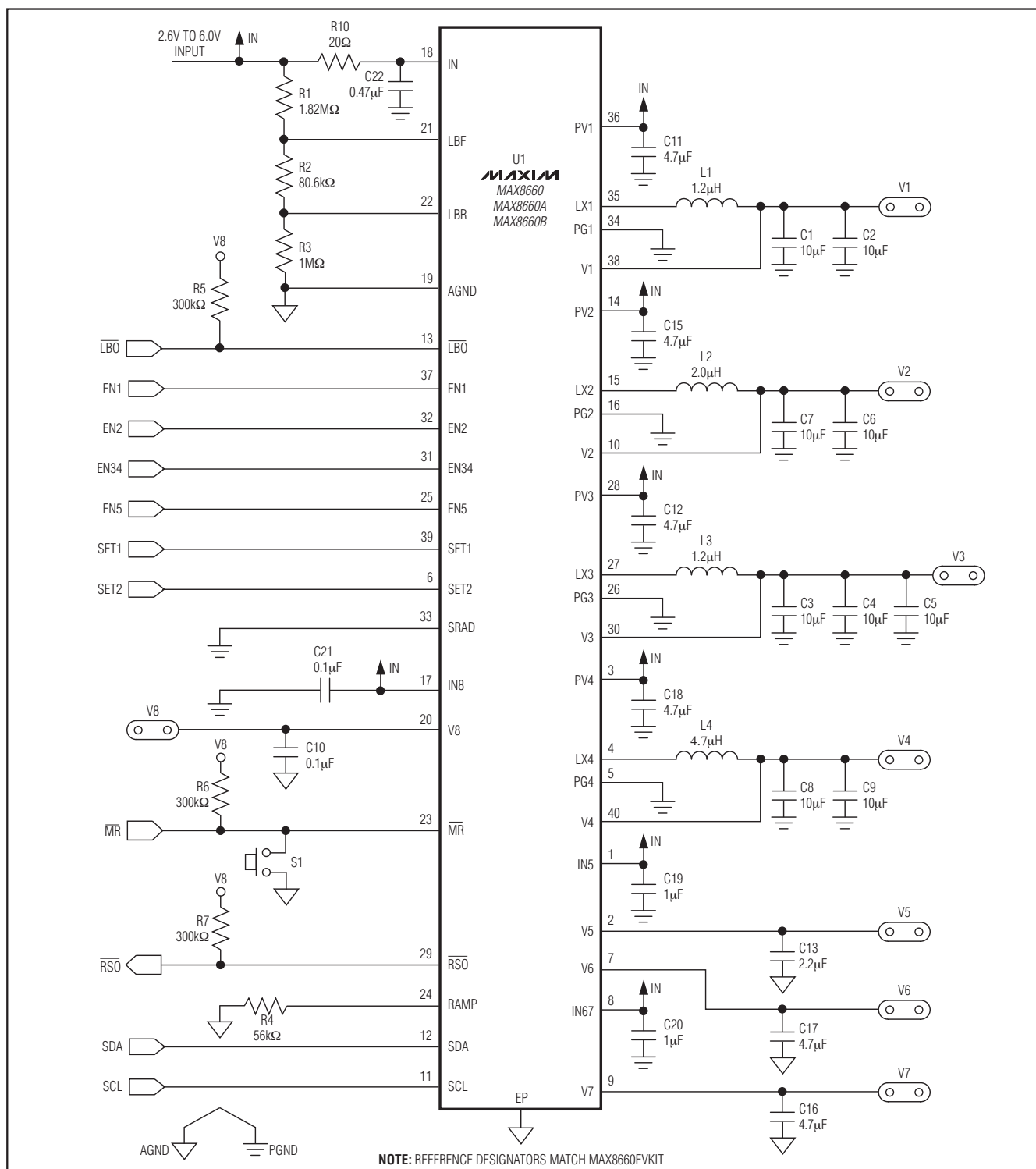


图3. 典型应用电路

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的电源管理IC，用于移动产品

详细说明

MAX8660/MAX8661是经过优化的电源管理IC，用于采用应用处理器的设备，包括智能蜂窝电话、PDA、互联网设备及其它需要超强计算和多媒体功能的低功耗便携产品。MAX8660/MAX8661符合Marvell PXA300系列(PXA3xx)和Marvell Armada 100系列(PXA16x)处理器规范。

如图2所示，MAX8660集成了8路高性能、低工作电流的电源。REG1–REG4为降压型DC-DC转换器，REG5–REG8为线性稳压器。其它功能包括低电池电压检测($\overline{LBO}$)、复位输出($\overline{RSO}$)、手动复位输入($\overline{MR}$)和2线I²C串行接口。MAX8661功能与MAX8660相同，但没有REG1降压调节器和REG7线性稳压器。

2.6V至6.0V的工作输入电压范围允许使用单节锂(Li+)电池、3节镍氢(NiMH)电池或5V电源输入。提供欠压、过压输入锁定保护。过压锁定能够防止器件在高达7.5V的输入电压下损坏。

Maxim与Marvell PXA3xx的相关名词解释

MAX8660/MAX8661与Marvell PXA3xx处理器兼容。图1列出了PXA3xx处理器与MAX8660/MAX8661各种可能连接中的一种。为便于PXA3xx处理器的系统开发，本文同时使用了Maxim和Marvell所采用的名词。Marvell采用的名词以圆括号中的斜体字表示，例如，本文档中所提到的“V8 (*VCC_BBATT*)”表示MAX8660的V8输出为Marvell的*VCC_BBATT*供电。表1和表2列出了Maxim和Marvell的相关名词解释。

表1. Maxim和Marvell PXA3xx所采用的电源名词

POWER DOMAIN	POWER DOMAIN ACCEPTABLE VOLTAGE	COMPATIBLE MAXIM POWER DOMAIN	DESCRIPTION
<i>VCC_IO1</i> <i>VCC_IO3</i> <i>VCC_IO4</i> <i>VCC_IO6</i>	1.8V $\pm$ 10% or 3.0V $\pm$ 10% or 3.3V $\pm$ 10%	V1 or V2	• Peripheral I/O supply for UARTs, standard I ² C, power I ² C, audio interface, SSPs, PWMs, etc. (<i>VCC_IO1</i> , <i>VCC_IO3</i> , <i>VCC_IO4</i> , <i>VCC_IO6</i>)
<i>VCC_LCD</i> <i>VCC_MSL</i> <i>VCC_CI</i> <i>VCC_DF</i>	1.8V $\pm$ 10% or 3.0V $\pm$ 10%	V1 or V2	• LCD interface logic (<i>VCC_LCD</i>) • Fast serial interface (<i>VCC_MSL</i>) • Camera flash interface (<i>VCC_CI</i>) • Data flash interface (<i>VCC_DF</i>)
<i>VCC_MEM</i>	1.8V $\pm$ 100mV	V2	• I/O supply for high-speed memory
<i>VCC_APPS</i>	0.95V to 1.41V $\pm$ 5%	V3	• Main processor core
<i>VCC_SRAM</i>	1.08V to 1.41V $\pm$ 100mV	V4	• Internal SRAM memory
<i>VCC_MVT</i> <i>VCC_BG</i> <i>VCC_OSC13M</i> <i>VCC_PLL</i>	1.8V $\pm$ 100mV	V5	• Internal logic and I/O blocks (<i>VCC_MVT</i>) • Bandgap reference (<i>VCC_BG</i>) • 13MHz oscillator (<i>VCC_OSC13M</i>) • Phase-locked loop (PLL) and oscillator (<i>VCC_PLL</i>)
<i>VCC_CARD1</i>	1.8V $\pm$ 10% or 3.0V $\pm$ 10% or 3.3V $\pm$ 10%	V6	• Removable storage and USIM card supply
<i>VCC_CARD2</i>	1.8V $\pm$ 10% or 3.0V $\pm$ 10% or 3.3V $\pm$ 10%	V7	• Removable storage and USIM card supply
<i>VCC_BBATT</i>	3.0V $\pm$ 1V	V8	• Regulated battery voltage
<i>VCC_USB</i>	3.3V $\pm$ 300mV	V1 or V2 (if programmed to 3.3V)	• Universal serial bus (<i>VCC_USB</i>)
<i>VCC_TSI</i>	3.3V $\pm$ 300mV	V1 or V2 (if programmed to 3.3V)	• Touch-screen interface (<i>VCC_TSI</i>)

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的电源管理IC，用于移动产品

表2. Maxim和Marvell PXA3xx所采用的数字信号名词

MAXIM	MARVELL	DESCRIPTION
EN34	<i>PWR_EN</i>	Active-High Enable Signal for Processor Core Power. The applications processor drives this <i>PWR_EN</i> signal high to exit sleep mode. The processor's <i>PWR_EN</i> logic is powered by the MAX8660/MAX8661 "always on" V8 (<i>VCC_BBATT</i>) regulator during sleep mode.
EN1, EN2, EN5	<i>SYS_EN</i>	Active-High Enable Signal for Peripheral Power Supplies. The applications processor drives this <i>SYS_EN</i> signal high to enter run mode.
$\overline{R\!S\!O}$	<i>nRESET</i>	Active-Low Reset. The MAX8660/MAX8661 drive this signal low to reset the processor. When $\overline{R\!S\!O}$ goes low, the MAX8660/MAX8661 I ² C registers are reset to their default values.
$\overline{L\!B\!O}$	<i>nBATT_FAULT</i>	Active-Low Battery Fault. The MAX8660/MAX8661 drive this signal low to signal the processor that the battery has been removed or discharged.
SDA	<i>GPIO33</i> <i>PWR_SDA</i>	I ² C Serial-Data Input/Output. The MAX8660/MAX8661 SDA generally connects to both the Marvell PXA3xx processor's standard I ² C data line (<i>GPIO33</i>) and its dedicated power I ² C data line. This connection operates as an I ² C multimaster system with the MAX8660/MAX8661 accepting commands from both the standard I ² C and the power I ² C.
SCL	<i>GPIO32</i> <i>PWR_SCL</i>	I ² C Serial Clock. The MAX8660/MAX8661 SCL generally connects to both the Marvell PXA3xx processor's standard I ² C clock line (<i>GPIO32</i>) and its dedicated power I ² C clock line. This connection operates as an I ² C multimaster system with the MAX8660/MAX8661 accepting commands from both the standard I ² C and the power I ² C.

降压型DC-DC转换器 (REG1–REG4)

REG1 (*VCC_IO*)降压型DC-DC转换器 (MAX8660)

REG1是一个高效率(REG1 + REG8 $I_Q = 40\mu A$)、2MHz电流模式降压转换器，能够输出高达1200mA的电流，转换效率可达96% (见典型工作特性)。输出电压(V1)由SET1输入设置，如表3所示。REG1输出电压设定值在REG1的软启动末期被锁存，启动后改变SET1将视为无效。

EN1是REG1的专用使能输入端，驱动EN1为高则使能REG1，驱动EN1为低则禁止REG1。EN1带有滞回，因此，用一个RC电路可实现相对于其它输入的上电顺序控制。在基于Marvell PXA3xx处理器的系统中，EN1、EN2和EN5通常连接至*SYS_EN* (表2)。

REG1降压调节器可以在标准或强制PWM模式下工作。详细信息请参考REG1–REG4降压型DC-DC转换器工作模式部分。

REG1具有片上同步整流器，详细信息请参考REG1–REG4同步整流部分。

REG1调节器能够工作在100%占空比。详细信息请参考REG1/REG2 100%占空比工作(低压差)部分。

表3. SET1逻辑控制

SET1*	MAX8660/ MAX8660B: V1 (V)	MAX8660A: V1 (V)
IN	3.3	2.5
UNCONNECTED	3.0	2.0
GROUND	2.85	1.8

*SET1在REG1启动后被锁存。

表4. SET2逻辑控制

SET2*	MAX8660/MAX8660B/ MAX8661: V2 (V)	MAX8660A: V2 (V)
IN	3.3	2.5
UNCONNECTED	2.5	2.0
GROUND	1.8	1.8

*SET2在REG2启动后被锁存。

REG2 (*VCC_IO*、*VCC_MEM*) 降压型DC-DC转换器

REG2为高效率(REG2 + REG8 $I_Q = 40\mu A$)、2MHz电流模式降压转换器，能够输出高达900mA的电流，转换效率可达96%。输出电压由SET2输入设置，如表4所示。REG2的输出电压设定值在REG2软启动的末期锁定，启动后改变SET2将视为无效。

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的电源管理IC，用于移动产品

EN2是REG2的一个专用使能输入。驱动EN2为高则使能REG2；驱动EN2为低则禁止REG2。EN2带有滞回，因此，用一个RC电路可实现相对于其它输入的上电顺序控制。在基于Marvell PXA3xx处理器的系统中，通常将EN1、EN2和EN5连接至SYS_EN (表2)。

REG2降压调节器可以在标准或强制PWM模式下工作，详细信息请参考REG1-REG4降压型DC-DC转换器工作模式部分。

REG2调节器具有片上同步整流器，详细信息请参考REG1-REG4同步整流部分。

REG2调节器能够工作在100%占空比，详细信息请参考REG1/REG2 100%占空比工作(低压差)部分。

REG3 (VCC_APPS)降压型DC-DC转换器

REG3是一个高效率(REG3 + REG8 $I_Q = 45\mu A$)、2MHz电流模式降压转换器，具有I²C电压调节接口，输出电压可设置在0.725V到1.800V范围，调节步长为25mV，转换效率高达92%。REG3的默认输出电压为1.4V (MAX8660/MAX8660A/MAX8661)和1.15V (MAX8660B) (如需其它默认电压值可联系厂商)。REG3输出电流可达1.6A，关于输出电压调节的详细信息请参考I²C接口部分。

REG3有一个I²C使能位(EN3)和一个共享的硬件使能引脚(EN34)，详细信息请参考REG3/REG4使能(EN34、EN3、EN4)部分。

REG3降压调节器可以在标准或强制PWM模式，详细信息请参考REG1-REG4降压型DC-DC转换器工作模式部分。

REG3调节器具有片上同步整流器，详细信息请参考REG1-REG4同步整流部分。

REG4 (VCC_SRAM)降压型DC-DC转换器

REG4是高效(REG4 + REG8 $I_Q = 45\mu A$)、2MHz电流模式降压转换器，具有I²C电压调节接口，其输出电压可在0.725V到1.800V范围调节，调节步长为25mV，转换效率可达92%。REG4默认输出电压为1.4V (MAX8660/MAX8660A/MAX8661)和1.15V (MAX8660B) (如需其它默认电压值请联系厂商)。REG4输出电流可达400mA，关于输出电压调节的详细信息请参考I²C接口部分。

REG4具有一个I²C使能位(EN4)和一个共享的硬件使能引脚(EN34)，详细信息请参考REG3/REG4使能(EN34、EN3、EN4)部分。

REG4降压调节器可以工作在标准或强制PWM模式，详细信息请参考REG1-REG4降压型DC-DC转换器工作模式部分。

REG4调节器具有片上同步整流器，详细信息请参考REG1-REG4同步整流部分。

REG1-REG4降压型DC-DC转换器工作模式

REG1-REG4可独立运行在标准模式或强制PWM模式。上电或复位后，REG1-REG4默认为标准运行模式，通过I²C接口设置FPWM寄存器(表9)中的相应位将开启强制PWM模式，FPWM的控制位可随时更改。

在强制PWM模式下，不论输出负载多大，转换器工作在2MHz固定频率。MAX8660/MAX8661通过调整占空比达到稳定输出电压的目的。由于输出电压纹波很小(< 10mV_{p-p})，开关谐波仅发生在固定开关频率的整数倍，易于滤除，所以强制PWM模式非常适合低噪声系统。然而，在轻载条件下，强制PWM模式下的功耗高于标准模式下的功耗(表7)。

轻载条件下，标准模式仅在负载需要时工作，从而提高了转换效率。在中等负载到重载情况下，调节器工作在固定的2MHz频率，与强制PWM模式相同。当负载电流满足下式要求时，工作在固定频率：

$$I_{OUT} \geq \frac{V_{IN} - V_{OUT}}{2 \times L} \times \frac{V_{OUT}}{V_{IN} \times f_{SW}}$$

REG1-REG4同步整流

内部n沟道同步整流器省去了外部肖特基二极管且提高了转换效率。同步整流器将在每个开关周期的下半周期开启(空闲时间)，在此期间，电感两端的电压翻转，电感电流线性下降。PWM模式下，同步整流器在转换周期末端关断。标准模式下，当电感电流低于25mA或转换周期结束时，无论首先发生哪种情况，同步整流器都将关断。

REG1/REG2 100%占空比工作(低压差)

当供电电压接近于输出电压时，REG1和REG2降压型DC-DC转换器将工作在100%占空比。当输入电压不低于所要求的输出电压与转换器规定的压差之和时，这些转换器能

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的电源管理IC，用于移动产品

够正常工作。工作在100%占空比时，高边p沟道MOSFET连续导通，通过电感连接输入与输出，压差(V_{DO})可用下式计算：

$$V_{DO} = I_{LOAD} (R_P + R_L)$$

其中：

R_P = p沟道功率开关的 $R_{DS(ON)}$

R_L = 外部电感的ESR

REG1在1200mA的负载下，最小压差为200mV (电感电阻 = 50m Ω)；REG2在900mA负载下，最小压差为225mV (电感电阻 = 67m Ω)。

线性稳压器(REG5–REG8)

REG5 (VCC_MVT 、 VCC_BG 、 VCC_OSC13M 、 VCC_PLL)

REG5为线性稳压器，可通过I²C接口调节电压，输出电压能够设置在1.700V到2.000V范围，调节步长为25mV (REG5 + REG8 I_Q = 55 μ A)。REG5默认输出电压为1.8V，输出电流可达200mA。关于输出电压调节的详细信息请参考I²C接口部分。

REG5线性稳压器的电源输入端是IN5，IN5输入电压可低至2.35V。注意：按照Marvell PXA3xx规范要求， SYS_EN 使能 VCC_MVT (与V1、V2一起)，但是不能在V1 (VCC_IO)或V2 (VCC_MEM)之后上电。这个要求需要将IN5接至IN，而不是V1或V2。

EN5是REG5的专用使能输入端，驱动EN5为高则使能REG5；驱动EN5为低则禁止REG5。EN5带有滞回，因此，用一个RC电路可实现相对于其它输入的上电顺序控制。在基于Marvell PXA3xx处理器的系统中，EN1、EN2和EN5通常连接到 SYS_EN (表2)。

REG6/REG7 (VCC_CARD1 、 VCC_CARD2)

REG6/REG7线性稳压器均可提供高达500mA的电流(REG6或REG7 + REG8 I_Q = 85 μ A)。V6和V7的输出电压可通过串行接口设置在1.8V至3.3V，以0.1V步长进行调节(表13)。关于调整V6或V7输出电压的详细信息请参考I²C接口部分。MAX8660的REG6和REG7线性稳压器电源输入是IN6，MAX8661的REG6电源输入是IN6 (MAX8661没有REG7)。

REG6和REG7默认为禁止状态，必须通过I²C串行接口使能。REG6和REG7在OVER2寄存器中具有独立的使能位：EN6和EN7 (表9)。如需使能稳压器，将相应的使能位置位。

REG8 (VCC_BBATT)常备稳压电源

REG8 (V8)的输出在输入电压(V_{IN})高于欠压锁定门限2.55V (最大)、低于过压锁定门限6.0V (最小)时有效。IN

是REG8线性稳压器的输入端，其输出为3.3V，输出电流可达30mA。低压差时，REG8内部调整管的导通电阻为12 Ω ，输出电流为15mA时最小压差为180mV。Marvell PXA3xx处理器应用中，V8接 VCC_BBATT 。如果V8低于2.2V (下降典型值)， $\overline{RSO}$ 输出低电平。

斜率控制(RAMP)

当REG1和REG2使能时以固定的软启动斜率上升，消除了输入浪涌电流。使能200 μ s后，REG1和REG2的输出开始在450 μ s内从0V线性上升到设置电压。禁止稳压器输出时，输出电压按输出电容、内部650 Ω 放电电阻和外部负载所决定的速率衰减。

REG3和REG4的输出电压上升斜率可由连接至RAMP和AGND之间的电阻(R_{RAMP})设定。这个电阻在软启动和发生正向电压变化(例如：从1.0V变化到1.4V)时，控制输出电压的上升斜率。当ARD位在标准模式下置位(表9)，发生负向电压变化(例如：从1.4V变化到1.0V)则由强制PWM模式控制。图4给出了 R_{RAMP} 与输出电压斜率之间的关系。利用56k Ω 的 R_{RAMP} 即可满足Marvell PXA3xx处理器的一般需求；使能200 μ s后，REG3和REG4的输出电压以 R_{RAMP} 设定的斜率从0V线性升至所设定的电压。禁止REG3和REG4输出时，输出电压按输出电容、内部550 Ω 放电电阻和外部负载所决定的速率衰减。

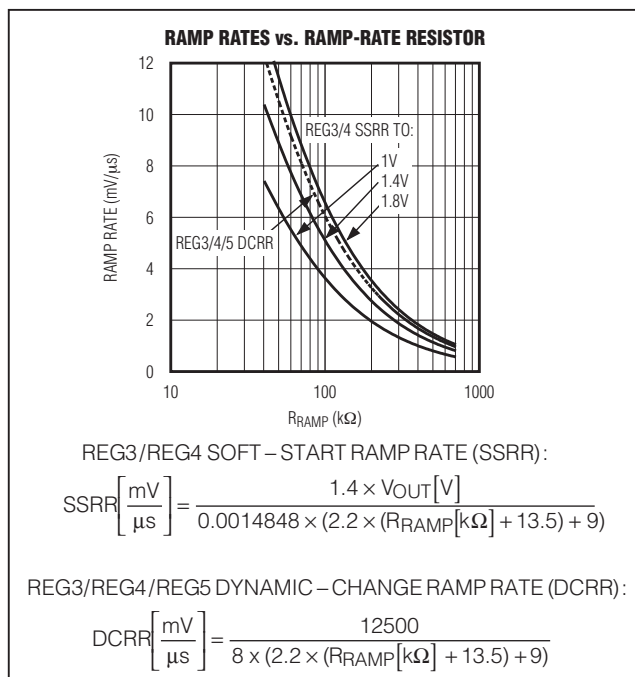


图4. 软启动和电压变化时的斜率控制

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的电源管理IC，用于移动产品

线性下降是强制PWM模式所固有的特性。工作在标准模式时，线性下降可通过将ARD3、ARD4置位使能(表9)。线性下降使能后，稳压器输出电压以 R_{RAMP} 设置的斜率下降。轻载时，稳压器必须从输出电容吸入电流以保证输出电压线性下降。标准模式下，如禁止电压线性下降，稳压器输出将按输出电容、外部负载所决定的斜率下降。结果使得轻载下输出电压的衰减速率比 R_{RAMP} 所决定的速率慢；重载($> C_{OUT} \times \text{RAMPRATE}$)时输出电压的衰减速率不会比 R_{RAMP} 所决定的速率快。

使能80 μs 后，REG5输出在225 μs 内从0V线性上升到设定的输出电压，发生正向电压变化(例如：从1.8V变化到1.9V)时的上升斜率由 R_{RAMP} 决定；发生负向电压变化(例如：从1.9V变化到1.8V)时，REG5输出电压按照输出电容和外部负载所决定的速率衰减，衰减速度不会比 R_{RAMP} 所设定的速度快。禁止REG5时，输出电压按输出电容、内置2k Ω 放电电阻和外部负载所决定的速率衰减。

通过I²C使能60 μs 后，REG6和REG7输出在450 μs 内从0V线性上升到所设定的输出电压。REG6和REG7没有正向电压变化(例如：从1.8V变化到2.5V)时的斜率控制。发生正向电压变化时，输出电压 dV/dt 变化很快。为避免较快的 dV/dt ，在输出改变之前要禁止REG6或REG7。通过这种方式，使软启动斜率限制输出电压的变化率 dV/dt ，从而

控制输入电流。发生负向电压变化(例如：从2.5V变化到1.8V)时，REG6或REG7输出电压的衰减率由输出电容和外部负载决定。禁止REG6或REG7时，输出电压衰减率由输出电容、内置350 Ω 放电电阻和外部负载决定。

供电顺序

使能信号(EN_{-} 、 PWR_EN 、 SYS_EN 、 I^2C)

如表5所示，MAX8660/MAX8661拥有众多使能控制，能够提供很大的灵活性。对于Marvell PXA3xx处理器的典型应用，很多使能信号都连接在一起。EN1、EN2和EN5通常连接至 SYS_EN 输出端，这种连接架构REG5最先上电(如果IN5连接至IN)。EN34通常连接至Marvell的 PWR_EN 输出端，REG3和REG4也可通过I²C接口开启(详细信息请参考REG3/REG4使能($EN34$ 、 $EN3$ 、 $EN4$)部分)。REG6和REG7可以通过串行接口开启。REG8没有使能输入端，只要MAX8660/MAX8661的供电电压在UVLO和OVLO规定的范围内，REG8就保持工作状态。当电源电压超出UVLO和OVLO范围时，所有稳压器都被强制关断。详细信息请参考欠压和过压锁定部分。

注：Marvell PXA3xx处理器 SYS_EN 和 PWR_EN 的控制逻辑电路由 VCC_BBATT 供电。

表5. 使能信号

POWER DOMAIN	MAXIM ENABLE SIGNAL		APPLICATIONS PROCESSOR ENABLE SIGNAL
	HARDWARE	SOFTWARE	
V1 (VCC_IO) (MAX8660/MAX8660A only)	EN1	—	SYS_EN
V2 (VCC_MEM)	EN2	—	
V5 (VCC_MVT)	EN5	—	
V3 (VCC_APPS)	EN34	EN3 (OVER1)	PWR_EN & PWR_I^2C
V4 (VCC_SRAM)		EN4 (OVER1)	
V6 (VCC_CARD1)	—	EN6 (OVER2)	Standard I^2C
V7 (VCC_CARD2) (MAX8660/MAX8660A only)	—	EN7 (OVER2)	
V8 (VCC_BBATT)	Always on		—

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的电源管理IC，用于移动产品

REG3/REG4使能(EN34、EN3、EN4)

REG3和REG4拥有独立的I²C使能位(EN3、EN4)和一个共用的硬件使能引脚(EN34)。如图5所示，EN34硬件使能输入与I²C使能位是逻辑“或”的关系，表6是V3/V4的使能逻辑真值表。注意，如果只使用I²C使能/禁止稳压器，EN34要接地。同样，如果只使用硬件控制稳压器的使能/禁止，必须将I²C使能位置于默认值(EN3 = EN4 = 0 = 关闭)；仅使用硬件不能分别使能/禁止V3和V4。

注：低电平 $\overline{MR}$ 驱动 $\overline{RSO}$ 为低，并使I²C寄存器恢复到默认值：EN3 = 0和EN4 = 0。

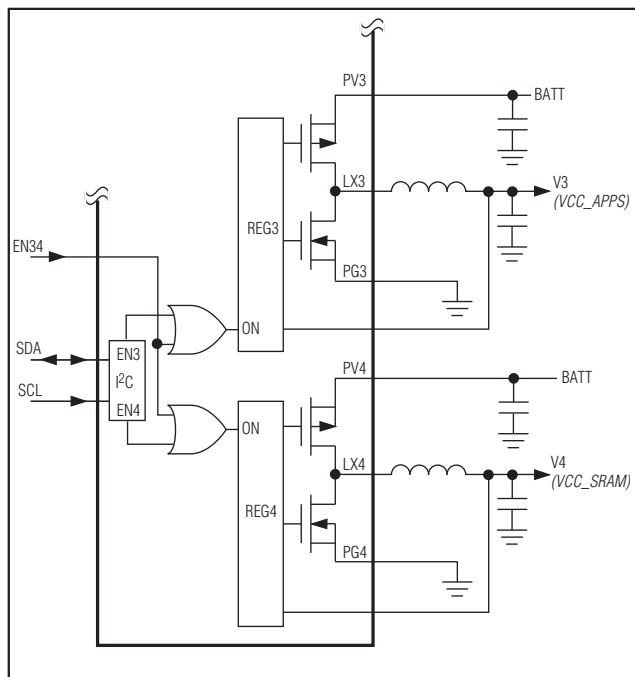


图5. V3/V4使能逻辑

表6. V3/V4使能逻辑真值表

HARDWARE INPUT	I ² C BITS		V3	V4
	EN34	EN3 EN4		
0	0 (default)	0 (default)	OFF	OFF
0	0	1	OFF	ON
0	1	0	ON	OFF
X	1	1	ON	ON
1	X	X	ON	ON

X = 无关。

供电模式

MAX8660/MAX8661提供多种使能控制信号(表5)，通过这些信号可以使能或禁止相应电源的任意组合形式。表7列出了为PXA3xx处理器定义的多种供电模式和对应的MAX8660/MAX8661静态工作电流。

上电和断电时序

图6说明了Marvell PXA3xx系列处理器的上电顺序，通常电源应按如下顺序上电：

- 1) 上电：V8 → V5 → V1和V2 → V3和V4
- 2) REG6和REG7通常为外部卡槽供电，并且可以根据应用需求上电和断电。

注意，Marvell PXA3xx处理器使用相同的SYS_EN信号控制EN1/EN2/EN5，而Marvell时序图显示V5的上电应该在V1和V2之前。考虑到PXA3xx系列的时序参数，绝大多数系统将EN1/EN2/EN5连接在一起，并用SYS_EN驱动。上电时，这种连接可以保证V5在V1和V2之前上电(仅当V5由IN供电时)。

Marvell PXA3xx电源配置寄存器(PCFR)

MAX8660/MAX8661符合Marvell PXA3xx电源I²C寄存器规范，使得PMIC可以与带little-to-no软件开发的处理器一起使用。如表9所示，虽然I²C寄存器很多，但由于通过电源I²C接口控制，处理器可以自动更新PMIC数据；只需对REG6和REG7使能位进行编程设置即可充分利用PMIC的功能。

Marvell PXA3xx处理器包含一个电源管理单元通用配置寄存器(PCFR)，该寄存器的默认值与MAX8660/MAX8661一致。利用该寄存器可以优化处理器的“唤醒”功能：

- PCFR寄存器含有用于SYS_DEL和PWR_DEL时序参数的计时器，如图6所示。每个计时器的缺省值为125ms。使用MAX8660/MAX8661时，这些计时器能够缩短到2ms，以加快整个系统的“唤醒”速度。
- 使能“缩短唤醒延时”功能(SWDD位)，对SYS_DEL和PWR_DEL计时器旁路，利用Marvell PXA3xx处理器的电压检测器可优化整个系统的“唤醒”延时。

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的电源管理IC，用于移动产品

表7. 供电模式和相应的静态工作电流

POWER MODE	POWER DOMAIN STATE	DIGITAL CONTROL STATE	MAX8660 QUIESCENT OPERATING CURRENT (FIGURE 3)	
			NORMAL OPERATING MODE	FORCED-PWM MODE
ALL ON	V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, and V8 are on	EN1/EN2/EN5 (SYS_EN) and EN34 (PWR_EN) are asserted; V6 and V7 are enabled by I ² C	250μA	23mA
RUN, IDLE, and STANDBY	V1, V2, V3, V4, V5, and V8 are on	EN1/EN2/EN5 (SYS_EN) and EN34 (PWR_EN) are asserted	140μA	22.9mA
	V6 and V7 are off	V6 and V7 are disabled by I ² C (default)		
SLEEP	V1, V2, V5, and V8 are on	EN1/EN2/EN5 (SYS_EN) are asserted	90μA	10mA
	V3, V4, V6, and V7 are off	EN34 (PWR_EN) is deasserted; V6 and V7 are disabled by I ² C (default)		
DEEP SLEEP	All supplies off except V8	EN1/EN2/EN5 (SYS_EN) and EN34 (PWR_EN) are deasserted; V6 and V7 are disabled by I ² C	20μA	

注：强制PWM模式的电流是在MAX8660评估板上测得的。电流会随降压转换电感和输出电容的变化而变化。

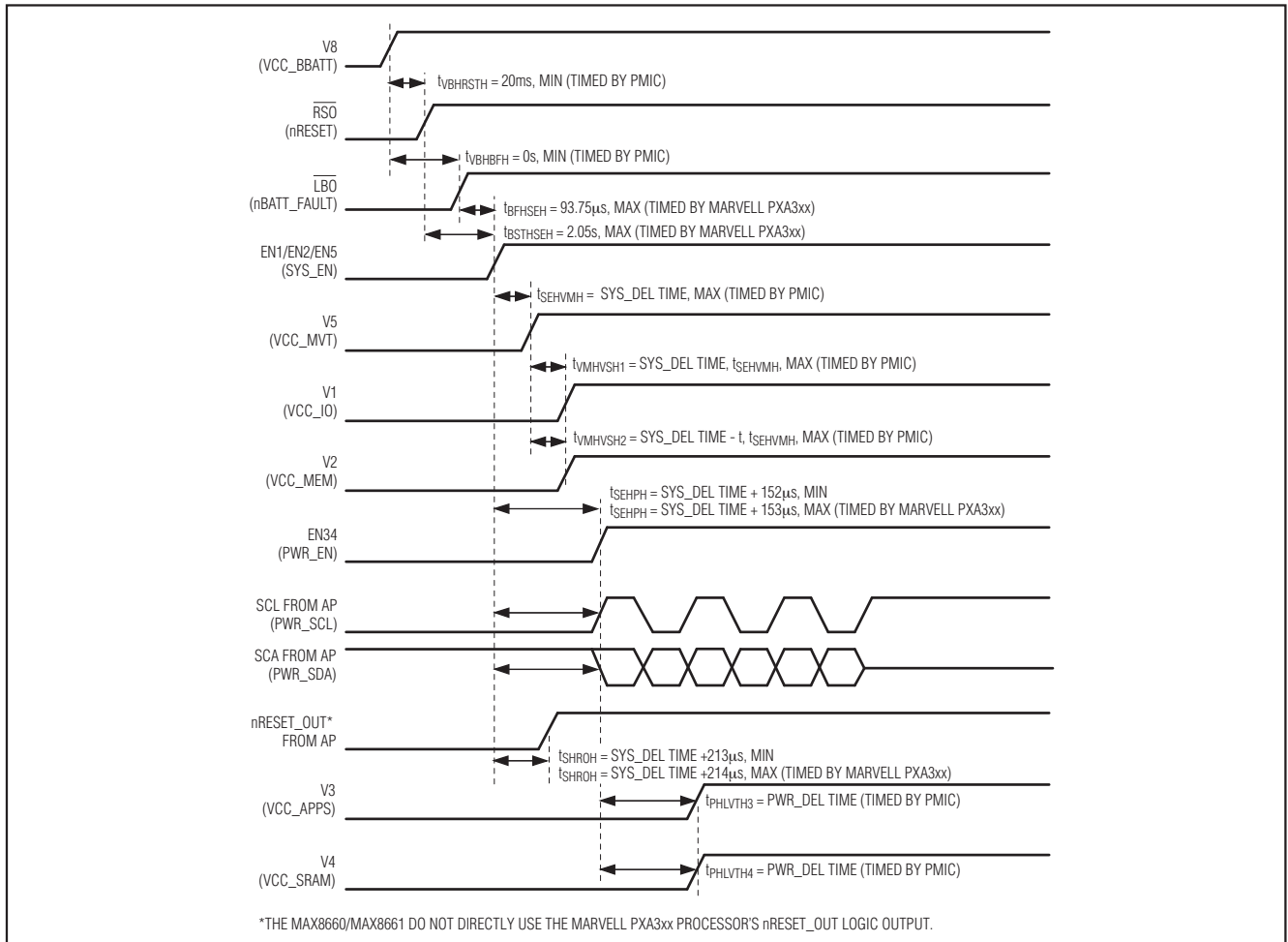


图6. 上电时序

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的电源管理IC，用于移动产品

电压监视器、复位和欠压锁定功能

欠压和过压锁定

当输入电压 V_{IN} 低于 V_{UVLO} (典型值2.35V)，MAX8660/MAX8661将进入欠压锁定模式(UVLO)，UVLO模式强制器件进入休眠状态。UVLO模式下，输入电流非常低(1.5 μ A)，关断所有稳压器。当输入电压在1V (典型值)和 V_{UVLO} 之间时， $\overline{RSO}$ 和 $\overline{LBO}$ 被置为低电平。UVLO模式下， I^2C 不工作，寄存器内容被复位。

当输入电压高于 V_{OVLO} (典型值6.35V)时，MAX8660/MAX8661将进入过压锁定模式(OVLO)。OVLO模式可保护MAX8660/MAX8661不受高压冲击，OVLO模式下，输入电流为25 μ A且关断所有稳压器， $\overline{RSO}$ 保持为低， I^2C 不工作，寄存器内容被复位。OVLO模式下， $\overline{LBO}$ 继续有效；但是，由于 $\overline{LBO}$ 通常被上拉至V8 (V_{CC_BBATT})，而V8被禁止，所以 $\overline{LBO}$ 表现为低电平。此外， $\overline{LBO}$ 也可能上拉至IN。

复位输出($\overline{RSO}$)和 $\overline{MR}$ 输入

$\overline{RSO}$ 为漏极开路复位输出，如图1所示， $\overline{RSO}$ 通常连接至应用处理器的 $nRESET$ 输入端且上拉至V8 (V_{CC_BBATT})。 $nRESET$ 为低电平时将使处理器进入复位状态。

当下列条件中的一个或多个成立时， $\overline{RSO}$ 强制为低：

- $\overline{MR}$ 为低。
- V8低于 V_{RSOTH} (2.2V下降典型值)。
- V_{IN} 低于 V_{UVLO} (2.35V典型值)。
- V_{IN} 高于 V_{OVLO} (6.35V典型值)。

当以下条件都满足时， $\overline{RSO}$ 为高阻态：

- $\overline{MR}$ 为高。
- V8高于 V_{RSOTH} (2.35V上升典型值)。
- $V_{UVLO} < V_{IN} < V_{OVLO}$ 。
- $\overline{RSO}$ 失效延时结束(典型值 $t_{VBHRSTH} = 24ms$)。

当 $\overline{RSO}$ 变低时，MAX8660/MAX8661 I^2C 寄存器复位到缺省值。

如果不使用 $\overline{MR}$ 功能，将 $\overline{MR}$ 接高电平；如果不使用 $\overline{RSO}$ 功能，将 $\overline{RSO}$ 拉至低电平。

低电池电压检测器($\overline{LBO}$ 、LBF、LBR)

$\overline{LBO}$ 为漏极开路输出，通常连接到应用处理器的 $nBATT_FAULT$ 输入端，指示没有电池或电池失效(图1)。 $\overline{LBO}$ 通常上拉至V8 (V_{CC_BBATT})。

LBR和LBF监视输入电压(通常为电池)并触发 $\overline{LBO}$ 输出(图7)。图7中真值表显示，当LBR到AGND的电压(V_{LBR})超过低电池电压上升阈值(典型值 $V_{LBRTH} = 1.25V$)时， $\overline{LBO}$ 为高阻态；当LBF到AGND的电压(V_{LBF})低于低电池电压下降阈值(典型值 $V_{LBFTH} = 1.20V$)时， $\overline{LBO}$ 为低电平。上电时，输入电压必须在 $\overline{LBO}$ 释放之前超过LBR阈值。

将LBF、LBR连接到两个分压电阻，以LBF为参考设置50mV的滞回电压(电池电压的滞回由电阻分压得到)，将LBF、LBR分别连接到三电阻分压器的两个节点(图7)，可单独设置下降阈值和上升阈值(获得更大滞回电压)。图7中的电阻值由所要求的下降阈值(V_{LBOF})和上升阈值(V_{LBOR})决定，选择方法如下：

首先，在100k Ω 到1M Ω 的范围内选择R3：

$$R1 = R3 \times \frac{V_{LBOR}}{V_{LBRTH}} \times \left(1 - \frac{V_{LBFTH}}{V_{LBOF}}\right)$$

$$R2 = R3 \times \left(\frac{V_{LBFTH} \times V_{LBOR}}{V_{LBRTH} \times V_{LBOF}} - 1\right)$$

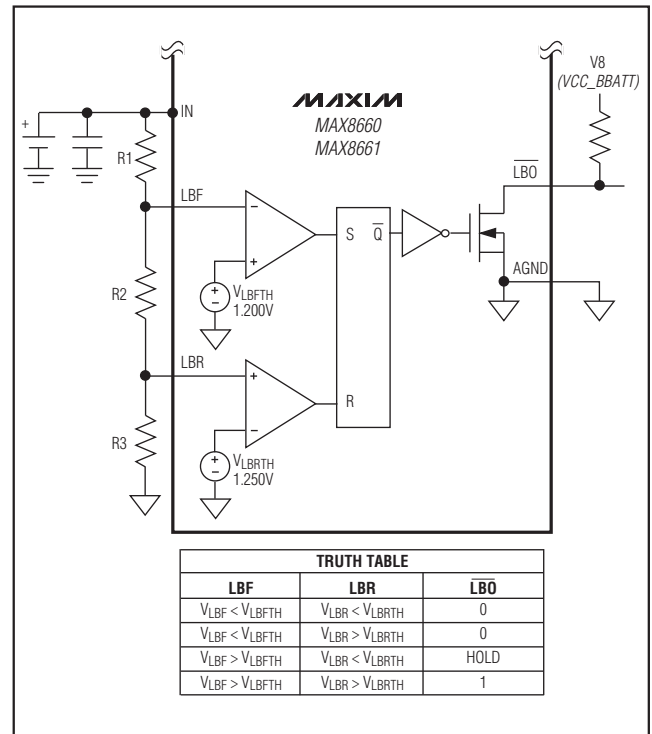


图7. 低电池电压检测功能框图

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的电源管理IC，用于移动产品

I²C接口

通过I²C兼容的2线串行接口控制MAX8660/MAX8661的各种功能：

- V3–V7的输出电压由串行接口设定。
- 四路降压型DC-DC转换器(REG1–REG4)中的每一路都可设定为强制PWM模式。
- REG3和REG4可通过串行接口或硬件引脚(EN34)使能，详细信息请参考REG3/REG4使能(EN34、EN3、EN4)部分。
- REG6和REG7只能由串行接口使能。

只要 V_{IN} 处于 V_{UVLO} (典型值2.40V)和 V_{OVLO} (典型值6.35V)之间，串行接口将保持工作。当 V_{IN} 超出I²C的工作范围时，I²C寄存器将复位到缺省值。

串行接口由双向串行数据线(SDA)和串行时钟输入(SCL)构成。MAX8660/MAX8661是从器件，依靠主控制器产生时钟信号。主控制器(通常为应用处理器)启动总线上的数据传输，并产生SCL，以准许数据传输。

I²C为漏极开路总线，SDA、SCL要求上拉电阻(500 Ω 或更大)。可以选择在SDA、SCL线上串联电阻(24 Ω)，以保护器件输入端免受总线上的高压冲击。串联电阻也有助于减小总线上的信号串扰和过冲。

Marvell PXA3xx的说明书包含了各种功能寄存器的完整清单，MAX8660/MAX8661不完全提供这些寄存器，表9列出了与PMIC相关的Marvell清单中的功能。虽然MAX8660/MAX8661只使用了指定寄存器的一部分，但可应答整个寄存器空间(0x00到0xFF)的写操作。

在Marvell PXA3xx的应用中，上拉电阻通常接到 VCC_{IOx} 。

数据传输

每一个SCL时钟周期传输一位数据，SDA数据在SCL时钟的高电平期间必须保持稳定。SCL为高电平时，SDA的状态变化将产生控制信号(详细信息请参考START和STOP条件部分)。

每一传输序列都由START (S)条件和STOP (P)条件划分为一帧，每个数据包长度为9位：8位数据与后续的应答位。MAX8660/MAX8661支持高达400kHz的数据传输速率。

式中， V_{LBOF} 是当 $\overline{LBO}$ 变为高电平时，R1顶端(通常为 V_{IN})的上升电压； V_{LBOF} 是当 $\overline{LBO}$ 变为低电平时，R1顶端的下降电压。

例如：设置 V_{LBOF} 为3.6V、 V_{LBOF} 为3.2V，选择R3为1M Ω ，则 $R1 = 1.8M\Omega$ ， $R2 = 80k\Omega$ 。

如果不需要低电池电压检测，则将 $\overline{LBO}$ 接地，LBF和LBR接IN。

内置关断-放电电阻

MAX8660/MAX8661的每路稳压器都有一个内置电阻，用于稳压器关断时对输出电容放电(表8)。当稳压器不工作时，内部放电电阻将它们各自的输出拉至地电位，以保证负载电路完全关断。当禁止一个稳压器工作、器件处于OVLO模式或处于UVLO模式且 V_{IN} 高于1.0V时，内部关断放电电阻进行放电。 V_{IN} 低于1.0V时，内部关断放电电阻有可能无效。

热过载保护

热过载保护限制了MAX8660/MAX8661的整体功耗，当内部温度传感器检测到管芯温度超过+160°C时，将关断相应的稳压器，使IC冷却。结温下降15°C后，稳压器重新打开，因此，在连续过热条件下将产生脉冲式稳压器输出。

REG1至REG5中任意一个稳压器过热只会关断对应的稳压器，而REG6或REG7过热将使两个稳压器一起关断。热关断时，REG8不断，I²C接口和电压监视器保持有效。

表8. 内置关断-放电电阻

REGULATOR	INTERNAL OFF-DISCHARGE RESISTOR VALUE
REG1	650 $\Omega \pm 30\%$
REG2	650 $\Omega \pm 30\%$
REG3	550 $\Omega \pm 30\%$
REG4	550 $\Omega \pm 30\%$
REG5	2k $\Omega \pm 30\%$
REG6	350 $\Omega \pm 30\%$
REG7	350 $\Omega \pm 30\%$
REG8	1.5k $\Omega \pm 30\%$

表 9. I²C 寄存器

REGISTER ADDRESS	REGISTER NAME	R/W	FUNCTION	DATA BIT											
				7	6	5	4	3	2	1	0				
0x10	OVER1*	W	Output-Voltage Enable Register 1. Enables/disables V3 and V4. See the <i>REG3/REG4 Enable (EN34, EN3, EN4)</i> section for more information.	R	R	R	R	R	EN4 (S_EN)	R	EN3 (A_EN)	0			
0x12	OVER2	W	Output-Voltage Enable Register 2. Enables/disables V6 and V7. See the <i>REG6/REG7 (VCC_CARD1, VCC_CARD2)</i> section for more information.	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0x20	VCC1*	W	Voltage-Charge Control Register. Independently specifies that the V3, V4, and V5 output voltage must follow either target register 1 or 2. See Table 10.	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0x23	ADTV1*	W	VCC_APPS (V3) DVM Target Voltage 1 Register. Sets target 1 voltage for V3.	MVS	MGO	SVS	SGO	R	R	AVS	AGO	0			
0x24	ADTV2*	W	VCC_APPS (V3) DVM Target Voltage 2 Register. Sets target 2 voltage for V3.	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0x29	SDTV1*	W	VCC_SRAM (V4) DVM Target Voltage 1 Register. Sets target 1 voltage for V4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0x2A	SDTV2*	W	VCC_SRAM (V4) DVM Target Voltage 2 Register. Sets target 2 voltage for V4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0x32	MDTV1	W	VCC_MVT (V5) Target Voltage 1 Register. Sets target 1 voltage for V5.	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0x33	MDTV2	W	VCC_MVT (V5) DVM Target Voltage 2 Register. Sets target 2 voltage for V5.	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0x39	L12VCR	W	LDO1 and LDO2 Voltage-Control Register (V6 and V7 on MAX8660). Specifies the V6 and V7 output voltage. V6 and V7 are enabled/disabled with OVER2.	V7 Voltage—See Table 13				V6 Voltage—See Table 13				0			
0x80	FPWM	W	Forced-PWM Register. The FPWM_ bits allow V1, V2, V3, and V4 to independently operate in either skip mode or forced-PWM mode. See the <i>REG 1—REG4 Step-Down DC-DC Converter Operating Modes</i> section for more information. The ARD_ bits allow the output voltage to be actively ramped down during negative voltage transitions. See the <i>Ramp-Rate Control (RAMP)</i> section for more information. Note that this is a Maxim custom register that is not required by the Marvell PXA3xx processor.	ARD4	ARD3	—	—	FPWM4	FPWM3	FPWM2	FPWM1**	0			

R 表示这些数据位是 Marvell PXA3xx 说明书中的保留位。

注：MAX8660/MAX8661 应答 0x00 到 0xFF 整个地址空间的写操作，即使 IC 中的实际地址仅为上述地址的一部分。

* 这些寄存器由 Marvell PXA3xx 处理器的电源 I²C 总线访问。

** MAX8661 保持这些位为其缺省值 0。

高效、低 I_Q、具有动态电压调节的
电源管理 IC，用于移动产品

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的电源管理IC，用于移动产品

应答位

主控制器和MAX8660/MAX8661(从器件)都在接收数据时产生应答位。应答位是9位数据包的最后一位。要产生一个应答位(A)，接收设备必须在应答时钟脉冲(第9个脉冲)的上升沿之前将SDA拉低，并在时钟脉冲的高电平期间保持低电平(图9)。为了产生非应答位($\bar{A}$)，接收设备必须在应答时钟脉冲的上升沿之前将SDA拉高，并在时钟脉冲高电平期间保持高电平。

监控应答位可检测不成功的数据传输。如果接收设备忙或发生系统错误，就会导致不成功的数据传输。数据传输失败时，总线控制器应在稍后再次尝试通信。

从器件地址

总线控制器通过发送START条件和从器件地址，启动一次与从器件(MAX8660/MAX8661)的通信。如图10所示，从器件地址由7位地址和一个读/写位(R/ $\bar{W}$)组成。接收到正确的地址后，MAX8660/MAX8661通过在第9个时钟周期拉低SDA发出应答位。注意，由于MAX8660/MAX8661为只写器件，R/ $\bar{W}$ 位总是零。

Marvell PXA3xx处理器支持0x68 (SRAD = GND)作为I²C从器件地址。

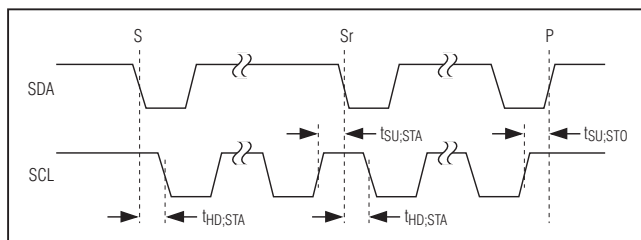


图8. START和STOP条件

START和STOP条件

在串行接口空闲时，SDA和SCL为高电平。主控制器通过发送START条件启动通信过程，START条件是在SCL为高电平时，SDA由高电平跳变至低电平产生；STOP条件是在SCL为高电平时，SDA由低电平跳变到高电平产生(图8)。

主控制器发送START条件给MAX8660/MAX8661，表示传输开始。主控制器通过发出非应答位及随后的STOP条件终止传输(详细信息请参考应答位部分)。STOP条件释放总线，为了将一系列的命令传送给从器件，主控制器会发送REPEATED START (Sr)命令而非STOP命令，以便保持对总线的控制权。通常，REPEATED START命令在功能上等同于标准的START命令。

当检测到停止条件或错误地址时，MAX8660/MAX8661内部将断开SCL与串行接口的连接，直到下一个开始条件为止，可大大降低数字噪音和馈通。

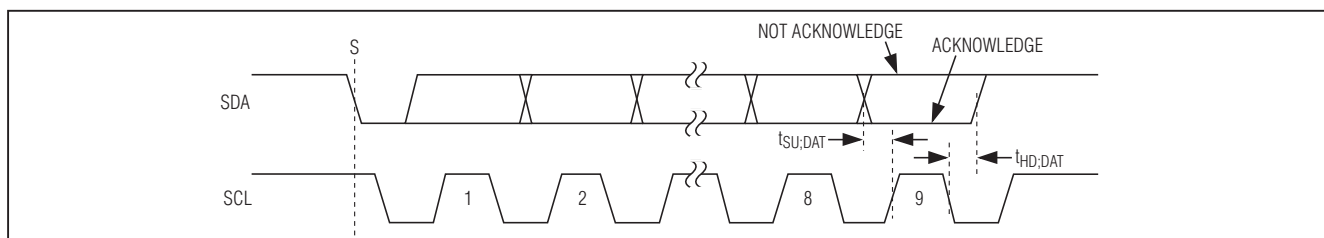


图9. 应答位

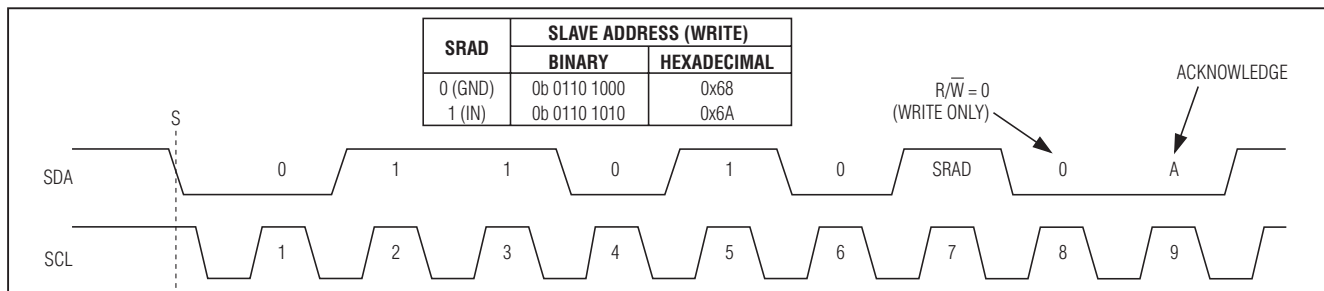


图10. 从器件地址字节

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的 电源管理IC，用于移动产品

表 10. DVM电压变化寄存器(VCC1、0x20)

REGISTER ADDRESS	REGISTER NAME	BIT	NAME	FUNCTION
0x20	VCC1	7	MVS	V5 (VCC_MVT) voltage select: 0—Ramp V5 to voltage selected by MDTV1 (default) 1—Ramp V5 to voltage selected by MDTV2
		6	MGO	Start V5 (VCC_MVT) voltage change: 0—Hold V5 at current level (default) 1—Ramp V5 as selected by MVS
		5	SVS	V4 (VCC_SRAM) voltage select: 0—Ramp V4 to voltage selected by SDTV1 (default) 1—Ramp V4 to voltage selected by SDTV2
		4	SGO	Start V4 (VCC_SRAM) voltage change: 0—Hold V4 at current level (default) 1—Ramp V4 as selected by SVS
		3	R	Reserved
		2	R	Reserved
		1	AVS	V3 (VCC_APPS) voltage select: 0—Ramp V3 to voltage selected by ADTV1 (default) 1—Ramp V3 to voltage selected by ADTV2
		0	AGO	Start V3 (VCC_APPS) voltage change: 0—Hold V3 at current level (default) 1—Ramp V3 as selected by AVS

I²C写操作

MAX8660/MAX8661是只写器件，关于“写字节”协议的定义可以参考SMBus规范说明，或图11中的A。I²C控制器按照“写字节”协议发送一个字节的的数据给从器件。“写字节”协议要求为后续的写操作提供寄存器指针地址。即使器件只存在部分寄存器，MAX8660/MAX8661也能够应答地址空间中的任何一个寄存器指针。“写字节”协议如下：

- 1) 控制器发送START命令。
- 2) 控制器发送7位从器件地址和一位写操作位。
- 3) 被寻址的从器件通过拉低SDA产生应答位。
- 4) 控制器发送8位寄存器指针。
- 5) 从器件应答寄存器指针。
- 6) 控制器发送数据字节。
- 7) 从器件更新数据。
- 8) 从器件应答数据字节。
- 9) 控制器发送STOP条件。

除了“写字节”协议外，MAX8660/MAX8661也接受图11 B中的多字节寄存器数据协议。该协议允许I²C控制器仅对从器件寻址一次，即可以任意顺序将数据发送到多个寄存器。寄存器将被连续写入，直到控制器发出STOP条件。

多字节寄存器数据协议如下：

- 1) 控制器发送START命令。
- 2) 控制器发送7位从器件地址和一位写操作位。
- 3) 被寻址的从器件通过拉低SDA产生应答位。
- 4) 控制器发送8位寄存器指针。
- 5) 从器件应答寄存器指针。
- 6) 控制器发送数据字节。
- 7) 从器件更新数据。
- 8) 从器件应答数据字节。
- 9) 按照控制器要求不断重复步骤5)至7)，可以以任意顺序写入寄存器。
- 10) 控制器发送STOP条件。

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的 电源管理IC，用于移动产品

表 11. V3 (VCC_APPS)和V4 (VCC_SRAM)
输出电压编码

REGISTER ADDRESS	REGISTER NAME	DATA BYTE	OUTPUT VOLTAGE (V)*
		0x00	0.725
		0x01	0.750
		0x02	0.775
		0x03	0.800
		0x04	0.825
		0x05	0.850
		0x06	0.875
		0x07	0.900
		0x08	0.925
		0x09	0.950
		0x0A	0.975
		0x0B	1.000
		0x0C	1.025
		0x0D	1.050
		0x0E	1.075
		0x0F	1.100
		0x10	1.125
		0x11	1.150**
		0x12	1.175
		0x13	1.200
0x23	ADTV1	0x14	1.225
0x24	ADTV2	0x15	1.250
0x29	SDTV1	0x16	1.275
0x2A	SDTV2	0x17	1.300
		0x18	1.325
		0x19	1.350
		0x1A	1.375
		0x1B	1.400 (default)***
		0x1C	1.425
		0x1D	1.450
		0x1E	1.475
		0x1F	1.500
		0x20	1.525
		0x21	1.550
		0x22	1.575
		0x23	1.600
		0x24	1.625
		0x25	1.650
		0x26	1.675
		0x27	1.700
		0x28	1.725
		0x29	1.750
		0x2A	1.775
		0x2B	1.800

*如需其它缺省电压值，请与厂商联系。

**MAX8660B的默认电压为1.15V。

***MAX8660/MAX8660A/MAX8661的默认电压为1.4V。

表 12. V5输出电压编码

REGISTER ADDRESS	REGISTER NAME	DATA BYTE	OUTPUT VOLTAGE (V)
		0x00	1.700
		0x01	1.725
		0x02	1.750
		0x03	1.775
		0x04	1.800 (default)
0x32	MDTV1	0x05	1.825
0x33	MDTV2	0x06	1.850
		0x07	1.875
		0x08	1.900
		0x09	1.925
		0x0A	1.950
		0x0B	1.975
		0x0C	2.000

表 13. V6和V7输出电压编码

REGISTER ADDRESS	REGISTER NAME	DATA NIBBLE	OUTPUT VOLTAGE (V)
		0x0	1.8 (default)
		0x1	1.9
		0x2	2.0
		0x3	2.1
		0x4	2.2
		0x5	2.3
		0x6	2.4
0x39	L12VCR	0x7	2.5
		0x8	2.6
		0x9	2.7
		0xA	2.8
		0xB	2.9
		0xC	3.0
		0xD	3.1
		0xE	3.2
		0xF	3.3

MAX8660/MAX8660A/MAX8660B/MAX8661

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的电源管理IC，用于移动产品

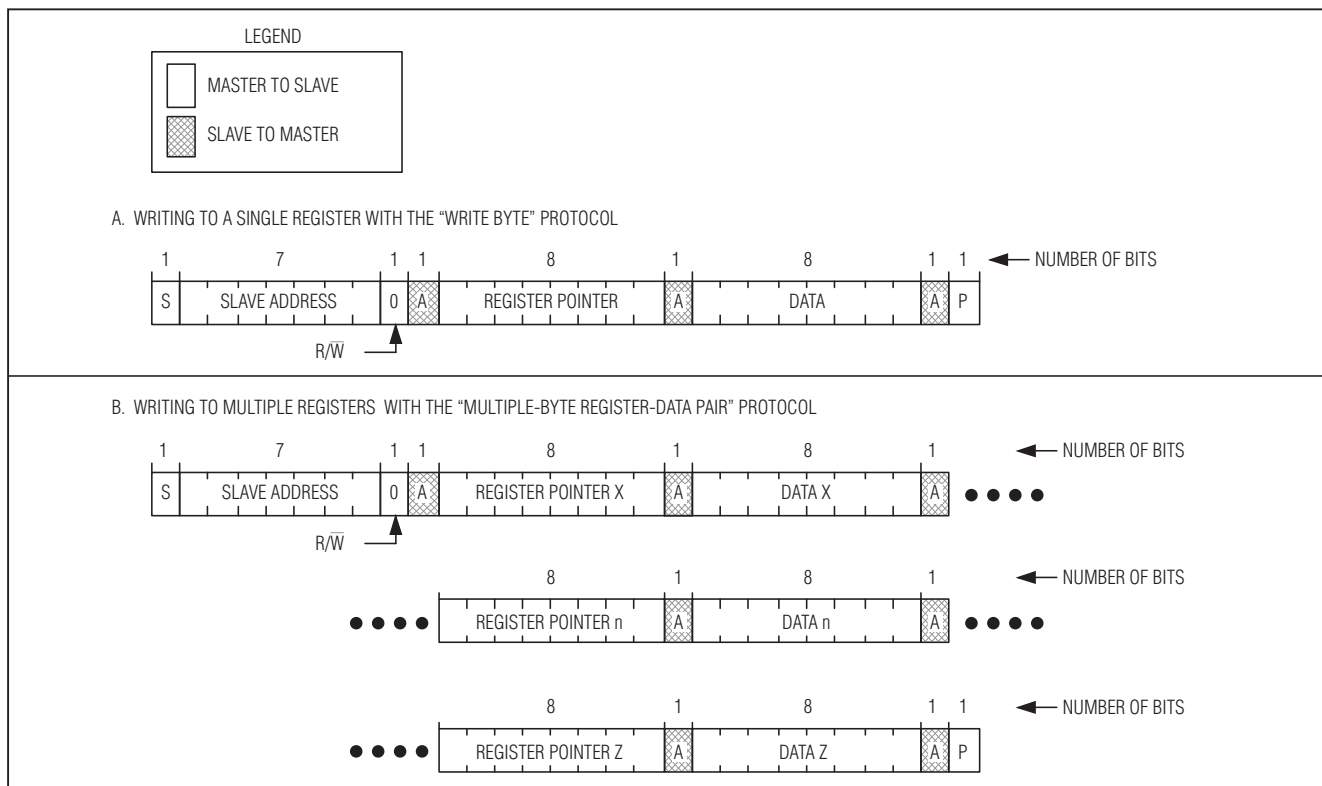


图11. MAX8660/MAX8661 写操作

设计步骤

设定输出电压

REG1和REG2稳压器各自都有三个通过输入SET1、SET2设置的预置电压。详细信息请参考REG1 (VCC_IO)降压型DC-DC转换器(MAX8660)和REG2 (VCC_IO、VCC_MEM)降压型DC-DC转换器部分。V8固定为3.3V，不可调节。

V3-V7由I²C接口设置，详细信息请参考I²C接口部分。注意，在强制PWM模式下，若输入电压高于4.3V，则REG3和REG4的最小输出电压将受最小占空比限制。强制PWM模式下，REG3或REG4的最小输出电压为：

$$V3_{\text{MIN}} = 0.167 \times V_{\text{PV3}}$$

$$V4_{\text{MIN}} = 0.167 \times V_{\text{PV4}}$$

注意上面的最小电压限制不能用于标准模式。

电感选择

按下式计算REG1至REG4各自的电感值(L_{IDEAL})：

$$L_{\text{IDEAL}} = \frac{4 \times V_{\text{IN}} \times D \times (1 - D)}{I_{\text{OUTMAX}} \times f_{\text{OSC}}}$$

将电感纹波电流的峰峰值设定为最大输出电流的1/4。振荡频率 f_{OSC} 为2MHz，占空比D为：

$$D = \frac{V_{\text{OUT}}}{V_{\text{IN}}}$$

给定 L_{IDEAL} ，电感纹波电流的峰峰值是 $0.25 \times I_{\text{OUTMAX}}$ ；电感峰值电流为 $1.125 \times I_{\text{OUTMAX}}$ 。要保证电感的饱和电流大于电感峰值电流，且额定最大直流电感电流大于最大输出电流(I_{OUTMAX})。选择小于 L_{IDEAL} 的电感可以减小电感尺寸；但是，如果电感值过小，峰值电感电流将会上升，

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的电源管理IC，用于移动产品

需要更大的输出电容抑制输出纹波。选择大于 L_{IDEAL} 的电感能够获得更大的输出电流，但电感尺寸也会增大。有关电感的推荐值，请参考MAX8660评估板数据资料。

输入电容选择

降压型DC-DC转换器的输入电容可以减少从电池或其它输入电源吸收的峰值电流，并降低控制器的开关噪声。在开关频率下，输入电容的阻抗应该小于输入源阻抗，使高频开关电流不会流入输入源。

输入电容应满足降压转换器对输入纹波电流的要求。考虑到对上电电流的耐冲击性，陶瓷电容为首选输入电容。选择电容时应满足以下条件：由输入纹波电流引起的温升不超过 10°C 。对于降压型DC-DC转换器，最大的输入纹波电流是输出电流的1/2。当降压转换器工作在50%占空比时，输入纹波电流最大($V_{IN} = 2 \times V_{OUT}$)。

有关输入电容推荐值请参考MAX8660评估板数据资料。

输出电容选择

降压型DC-DC转换器中的输出电容有助于降低输出纹波，保证控制环路的稳定性。输出电容在开关频率下还必须具有较低的阻抗。可以使用陶瓷、聚合物及钽电容，其中陶瓷电容具有最低的ESR和最低的高频阻抗。

电容输出纹波可近似为(忽略ESR)：

$$V_{RIPPLE} = \frac{I_L(PEAK)}{2\pi \times f_{OSC} \times C_{OUT}}$$

由电容ESR所产生的输出纹波为：

$$V_{RIPPLE}(ESR) = I_L(PEAK) \times ESR$$

有关输出电容的推荐值请参考MAX8660评估板数据资料。

降压转换器输出电流

*Electrical Characteristics*表中给出了每个降压转换器的最大输出电流。该电流与p沟道开关限流门限、p沟道开关导通电阻、n沟道开关导通电阻、振荡器频率、输入电压范围和输出电压范围有关。*Electrical Characteristics*表中列出的最大输出电流是针对图3所示元件在整个输入和输出电压范围内的指标。对于不同的元件或电压范围，最大输出电流也有所不同。通常，较大的电感值会提高最大输出电流值，但同时电感的物理尺寸也较大，减缓了输出电压对负载瞬变的响应时间。

通过以下两个步骤计算特定应用条件下的最大输出电流(参见图12)。输入电压(V_{IN})采用最大期望值，p沟道电流限制(I_{LIM})、振荡器频率(f)和电感(L)采用最小期望值，将得到最差工作条件下的最大输出电流(即最低值)。保守的

TO FIND THE ABSOLUTE WORST-CASE MAXIMUM OUTPUT CURRENT FOR REG3 WITH $V_{IN} = 3.2\text{V TO } 4.2\text{V}$, $V_{OUT} = 1.2\text{V}$, $L = 1.2\mu\text{H} \pm 30\%$, AND $R_L = 50\text{m}\Omega$

$$D = \frac{V_{OUT} + I_{OUTAR}(R_N + R_L)}{V_{IN} + I_{OUTAR}(R_N - R_P)} = \frac{1.2\text{V} + 1.6\text{A}(0.08\Omega + 0.05\Omega)}{4.2\text{V} + 1.6\text{A}(0.08\Omega - 0.12\Omega)} = 0.34$$

$$I_{OUTMAX} = \frac{I_{LIM} - \frac{V_{OUT}(1-D)}{2 \times f \times L}}{1 + (R_N + R_L) \frac{1-D}{2 \times f \times L}} = \frac{1.85\text{A} - \frac{1.2\text{V}(1-0.34)}{2 \times (1.9 \times 10^6\text{Hz}) \times (1.2 \times 10^{-6}\text{H} \times 0.7)}}{1 + (0.08\Omega + 0.05\Omega) \frac{1-0.34}{2 \times (1.9 \times 10^6\text{Hz}) \times (1.2 \times 10^{-6}\text{H} \times 0.7)}} = 0.482\text{A}$$

图12. 降压转换器最大输出电流示例

高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的电源管理IC，用于移动产品

设计方法是选择 I_{LIM} 、 f 和 L 的最小值进行计算，但是在任何特定的设计中，这三个参数同时处于最小值的可能性极小。一种更为实际的方法是总结出每个参数变量对于最大输出电流值的影响，从而采用每个变量的RMS值进行计算。可参见数据表格(china.maxim-ic.com/tools/other/software/MAX8660-step-down_output_current.xls)对最大输出电流进行简单估算。该表格给出了最差工作条件下和采用RMS计算方法的电流计算结果。

1) 利用下式计算占空比近似值(D):

$$D = \frac{V_{OUT} + I_{OUTTAR}(R_N + R_L)}{V_{IN} + I_{OUTTAR}(R_N - R_P)}$$

其中:

V_{OUT} = 输出电压

I_{OUTTAR} = 目标(期望)输出电流—不能大于p沟道开关的最低限流门限

R_N = n沟道开关导通电阻

R_P = p沟道开关导通电阻

R_L = 外部电感的ESR

V_{IN} = 输入电压—最大值

2) 利用下式计算最大输出电流(I_{OUTMAX}):

$$I_{OUTMAX} = \frac{I_{LIM} - \frac{V_{OUT}(1-D)}{2 \times f \times L}}{1 + (R_N + R_L) \frac{1-D}{2 \times f \times L}}$$

其中:

I_{LIM} = p沟道开关限流门限—最小值

V_{OUT} = 输出电压

D = 第1步中计算得到的占空比近似值

f = 振荡器频率—最小值

L = 外部电感值—最小值

R_N = n沟道开关导通电阻

R_L = 外部电感的ESR

应用信息

功率耗散

MAX8660/MAX8661具有热关断特性，以保护IC在管芯温度超过+160°C时不会损坏(详细信息请参考热过载保护部分)。为防止芯片过热，并使每个稳压器能够输出最大负载电流，必须确保由MAX8660/MAX8661产生的热量能够迅速地耗散在PCB上。裸焊盘必须焊接在PCB上，使热量能够通过裸焊盘(EP)下面的多个过孔传导至地层。

MAX8660/MAX8661结点到外壳的热阻(θ_{JC})为2.7°C/W，将其正确地装配在多层PCB上时，结点到外界的典型热阻(θ_{JA})为28°C/W。

PCB布局及布线

良好的印刷电路板(PCB)布局对于实现最佳性能尤其关键，承载非连续电流的导线和任何大电流路径都必须尽可能采用短而宽的布线。

有关PCB的布局实例请参考MAX8660评估板数据资料。每个电源输入端(IN到AGND、PV1到PG1、PV2到PG2、PV3到PG3、PV4到PG4)都需放置旁路电容，并使其尽可能靠近IC安装。

裸焊盘(EP)是IC散热的主要通道，裸焊盘通过多个过孔接地有助于热量迅速消散。

高效、低I_Q、具有动态电压调节的
电源管理IC，用于移动产品

MAX8660/MAX8660A/MAX8660B/MAX8661

封装标识

TOP VIEW		

“yww”为日期代码。
“aaaa”为装配码。
+ 表示无铅封装以及引脚1的定位标识。

订购信息(续)

PART	PIN-PACKAGE	OPTIONS
MAX8660AETL+	40 Thin QFN	V1: 2.5V, 2.0V, 1.8V V2: 2.5V, 2.0V, 1.8V V3: 1.4V (default) V4: 1.4V (default)
MAX8660BETL+	40 Thin QFN	V1: 3.3V, 3.0V, 2.85V V2: 3.3V, 2.5V, 1.8V V3: 1.15V (default) V4: 1.15V (default)
MAX8661ETL+	40 Thin QFN	No REG1 and REG7 V2: 3.3V, 2.5V, 1.8V V3: 1.4V (default) V4: 1.4V (default)

注：所有器件都指定工作在-40°C至+85°C温度范围。
+ 表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

芯片信息

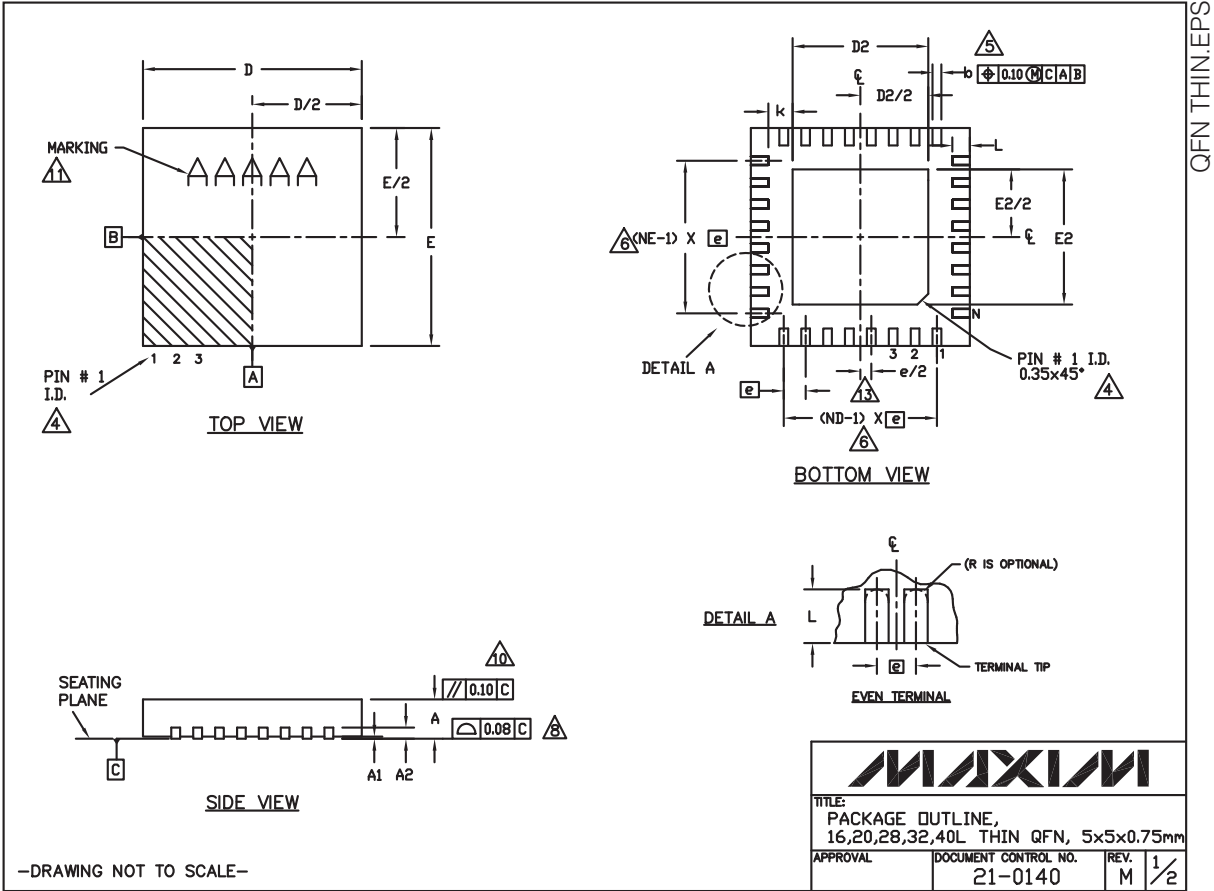
PROCESS: BiCMOS

高效、低I_Q、具有动态电压调节的 电源管理IC，用于移动产品

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
40 TQFN	T4055-1	21-0140



高效、低 I_Q 、具有动态电压调节的 电源管理IC，用于移动产品

封装信息(续)

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。

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
A2	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	-	-
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	0.30	0.40	0.50
N	16			20			28			32			40		
ND	4			5			7			8			10		
NE	4			5			7			8			10		
JEDEC	VHHB			VHHC			VHHD-1			VHHD-2			-----		

NOTES:

- DIMENSIONING & TOLERANCING CONFORM TO ASME Y14.5M-1994.
- ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS. ANGLES ARE IN DEGREES.
- N IS THE TOTAL NUMBER OF TERMINALS.
- THE TERMINAL #1 IDENTIFIER AND TERMINAL NUMBERING CONVENTION SHALL CONFORM TO JEDEC 95-1 SPP-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.
- DIMENSION b APPLIES TO METALLIZED TERMINAL AND IS MEASURED BETWEEN 0.25 mm AND 0.30 mm FROM TERMINAL TIP.
- ND AND NE REFER TO THE NUMBER OF TERMINALS ON EACH D AND E SIDE RESPECTIVELY.
- DEPOPULATION IS POSSIBLE IN A SYMMETRICAL FASHION.
- COPLANARITY APPLIES TO THE EXPOSED HEAT SINK SLUG AS WELL AS THE TERMINALS.
- DRAWING CONFORMS TO JEDEC MO220, EXCEPT EXPOSED PAD DIMENSION FOR T2855-3, T2855-6, T4055-1 AND T4055-2.
- WARPAGE SHALL NOT EXCEED 0.10 mm.
- MARKING IS FOR PACKAGE ORIENTATION REFERENCE ONLY.
- NUMBER OF LEADS SHOWN ARE FOR REFERENCE ONLY.
- LEAD CENTERLINES TO BE AT TRUE POSITION AS DEFINED BY BASIC DIMENSION 'e', ± 0.05 .
- ALL DIMENSIONS APPLY TO BOTH LEADED (-) AND PbFREE (+) PKG. CODES.

-DRAWING NOT TO SCALE-

EXPOSED PAD VARIATIONS						
PKG. CODES	D2			E2		
	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.
T1655-2	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20
T1655-3	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20
T1655-4	2.19	2.29	2.39	2.19	2.29	2.39
T165N-1	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20
T2055-3	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20
T2055-4	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20
T2055-5	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35
T2055MN-5	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35
T2855-3	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35
T2855-4	2.60	2.70	2.80	2.60	2.70	2.80
T2855-5	2.60	2.70	2.80	2.60	2.70	2.80
T2855-6	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35
T2855-7	2.60	2.70	2.80	2.60	2.70	2.80
T2855-8	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35
T2855N-1	3.15	3.25	3.35	3.15	3.25	3.35
T3255-3	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20
T3255-4	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20
T3255M-4	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20
T3255-5	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20
T3255N-1	3.00	3.10	3.20	3.00	3.10	3.20
T4055-1	3.40	3.50	3.60	3.40	3.50	3.60
T4055-2	3.40	3.50	3.60	3.40	3.50	3.60
T4055N-1	3.40	3.50	3.60	3.40	3.50	3.60
T4055MN-1	3.40	3.50	3.60	3.40	3.50	3.60

MAXIM

TITLE:
PACKAGE OUTLINE,
16,20,28,32,40L THIN QFN, 5x5x0.75mm

APPROVAL	DOCUMENT CONTROL NO.	REV.
	21-0140	M 2/2

高效、低I_Q、具有动态电压调节的
电源管理IC，用于移动产品

修订历史

修订号	修订日期	说明	修改页
2	8/09	增加了MAX8660B以及汽车应用器件选项；将文中的Intel替换为Marvell。	1, 2, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 19–34, 36, 37
3	6/10	增加了Marvell Armada 100系列处理器的相关信息，增加了焊接温度信息，修正了REG4 p沟道开关限流门限中的一个错误，增加了降压转换器输出电流部分，改进了数据资料的一致性和格式问题。	1, 2, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 14, 15, 25, 26, 30, 33, 35, 39

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。

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