



内容

1 LM10500 概述.....	1
2 自适应电压调节技术.....	1
3 特性.....	2
4 应用.....	2
5 评估套件概述.....	2
6 典型应用电路.....	4
7 连接指南.....	5
7.1 默认设置和工作选项.....	5
7.2 端子说明.....	5
7.3 跳线设置.....	5
8 操作指南.....	6
8.1 独立运行.....	6
8.2 使用 USB2PWI 板的 PWI 通信.....	6
8.3 使用 9 引脚连接器 J1 的 PWI 通信.....	7
9 用户的 LM10500 评估板 GUI.....	7
9.1 快速入门指南.....	7
9.2 GUI 布局和惯例.....	8
9.3 寄存器读写.....	9
10 典型性能特性.....	11
11 评估板原理图.....	13
12 评估板物料清单.....	14
13 电路板布局.....	16
14 修订历史记录.....	18

商标

PowerWise® is a registered trademark of Phybridge Inc..

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 LM10500 概述

LM10500 是一款 5A 能量管理单元 (EMU)，它利用连续、实时、闭环自适应电压调节 (AVS) 方案来主动降低系统级功耗。LM10500 与 PowerWise® 兼容 AVS 的 ASIC、SoC 和处理器协同工作，以根据工艺和温度变化自适应地优化电源电压。该器件通过 PWI 1.0 或 PWI 2.0 高速串行接口进行控制。

当 LM10500 与兼容 AVS 的 ASIC、SoC 和处理器一同使用时，通常可节能 40%。

2 自适应电压调节技术

PowerWise 自适应电压调节 (AVS) 技术是一种先进的闭环技术，用于降低数字处理引擎和 ASIC 的运行和待机能耗。硬件性能监控器 (HPM) 与高级电源控制器 (APC) 一同设计到数字引擎中，以根据工艺和温度变化监控器件的性能。信息被反馈到能量管理单元 (EMU)，然后根据处理器的需要精确设置电压。AVS 技术可实现向处理器、ASIC 和 SoC 出色地输送电力，从而最大限度地降低整体系统能耗。AVS 技术不受工艺和架构的影响。

3 特性

- 闭环自适应电压调节
- PWI 1.0-/PWI 2.0 兼容
- 电阻器可编程开关频率
- 频率同步
- 精密使能
- 内部软启动，可减小浪涌电流
- 电源正常 (PWROK)
- 欠压锁定 (UVLO)
- 过压保护 (OVP)
- 逐周期电流限制 (OCP)
- 热关断

4 应用

- 负载点调节
- 服务器和网卡
- 存储设备
- 机顶盒处理器
- 医疗和工业处理器

5 评估套件概述

LM10500 评估板可以独立运行，与 USB2PWI 接口板或外部 AVS 主接口板进行通信。USB2PWI 接口板和图形用户界面 (GUI) 包含在评估套件中，可通过 PC 轻松评估 LM10500 AVS 功能。评估套件包括：

- LM10500 评估板，如图 5-1 中所示
- USB2PWI 接口板，如图 5-2 中所示
- 5 引脚 Mini USB 电缆
- 一个 CD，包括：
 - LM10500 评估 GUI
 - LM10500 数据表
 - LM10500 评估板用户指南 (本文档)

LM10500 评估板有两个版本：LM10500SQ-0.8EV 和 LM10500-1.0EV。下表总结了两个版本的差异。

评估板 ID	LM10500SQ-0.8EV	LM10500SQ-1.0EV
器件 ID	LM10500SQ-0.8	LM10500SQ-1.0
板默认输出电压， V_{OUT}	0.8V	1.2V
反馈节点默认电压， V_{FB}	0.8V	1.0V

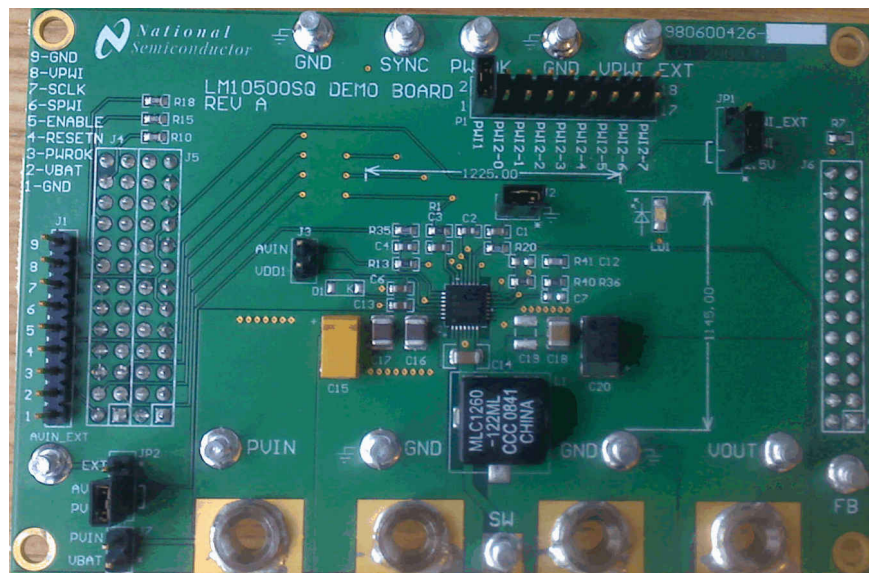


图 5-1. LM10500 评估板

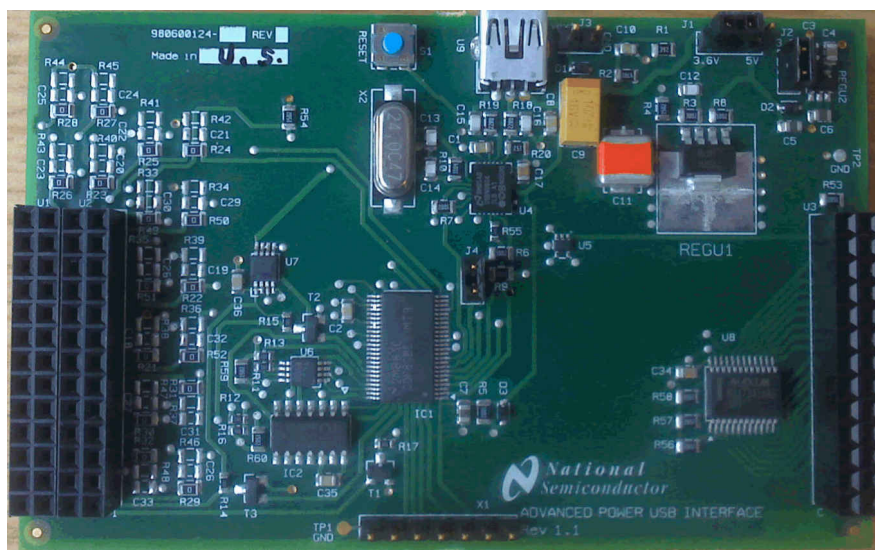


图 5-2. USB2PWI 接口板

6 典型应用电路

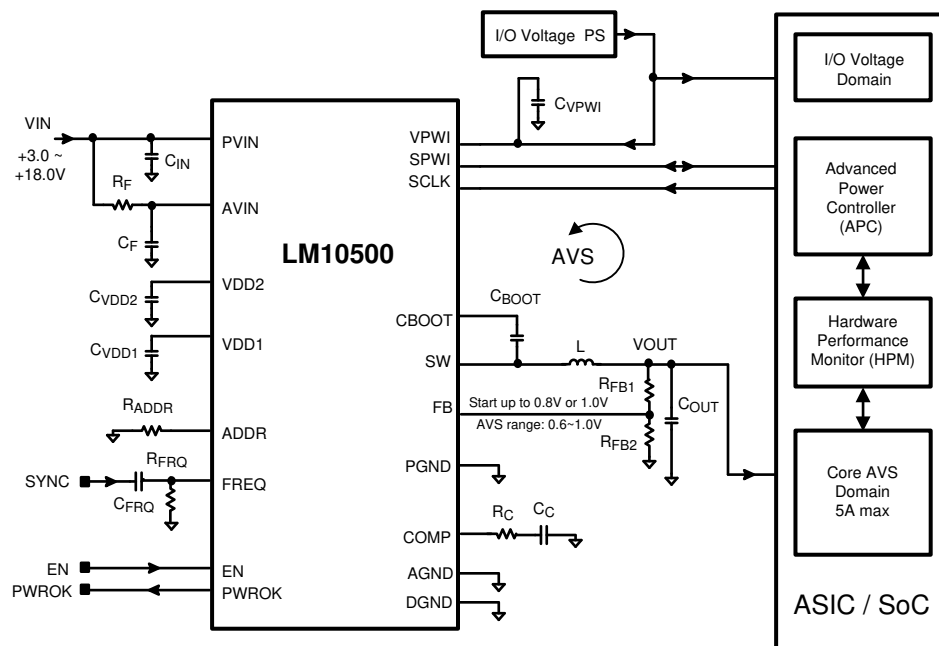


图 6-1. 典型应用电路

7 连接指南

7.1 默认设置和工作选项

为 LM10500 评估板设计的默认条件和工作范围如下表所示。

参数	默认设置	工作范围和选项
PVIN	J7 断开 连接到外部电源 = 12V	J7 断开, 将 PVIN 连接到外部电源。电压范围为 3V 至 18V。 J7 闭合, 将 PVIN 连接到 $V_{BAT} = 3.6V$ 。 V_{BAT} 由 USB2PWI 板生成。为保护 USB2PWI 板, 请勿在 J7 闭合的情况下将 PVIN 连接到外部电源。 V_{BAT} 的加载能力非常有限。
AVIN	= PVIN 通过 JP2	在 JP2 上, 将 AVIN 连接到 PVIN。AVIN 等于 PVIN 电压。 在 JP2 上, 将 AVIN 连接到 AVIN_EXT。AVIN_EXT 可以连接到外部电源。电压范围为 3V 至 18V, 无论 PVIN 电压如何。请注意, AVIN = 5V 可提供最优效率。
V_{OUT}	1.2V @LM10500SQ-1.0EV 0.8V @LM10500SQ-0.8EV	0.6V 至 5V (使用电阻分压器和 PWI 编程)
VPWI	2.5V	在 JP1 上, 将 VPWI 连接到 2.5V。VPWI 由板载 LDO 供电。 在 JP1 上, 将 VPWI 连接到 VPWI_EXT。VPWI 由外部电源供电 (1.8V - 10% 至 3.3V + 10%)。
开关频率	300kHz	J2 闭合, 频率范围是 300kHz 至 1.5MHz, 由 R20 编程。 J2 断开, 开关节点可与外部时钟同步。请注意, 还应选择 R20 以提供与外部时钟相同的频率。更多详情, 请参阅 LM10500 具有 PowerWise 自适应电压调节功能的 5A 降压式能量管理单元 数据表。
I_{OUT}		0A 至 5A
PCB 层数	4	
最高温度	85°C	

7.2 端子说明

端子	说明
PVIN	在此端子与旁边的 GND 端子之间连接电源。该器件的额定电压为 3V 至 18V。绝对最大额定电压为 22V。
GND	GND 端子用于为旁边的电源和信号端子提供闭合返回路径。它们在电路板上都连接在一起。
SW	SW 连接到功率级的开关节点。它可用于使用示波器监控开关节点波形。
VOUT	VOUT 端子连接到板上的输出电容, 并应连接到负载
FB	FB 端子连接到 LM10500 的 FB 引脚。它可用于监控由 PWI 编程的 AVS 电压命令。注意不要给 FB 端子添加任何噪音或以任何方式加载它。
AVIN_EXT	外部 AVIN 电源。将 AVIN 连接到 JP2 上的 AVIN_EXT 以从外部为 AVIN 供电。
SYNC	同步时钟输入。当 J2 闭合时, 开关频率由板载电阻 R20 控制。当 J2 断开时, 开关节点波形将同步到连接至 SYNC 端子的时钟源。
PWROK	该端子连接到 LM10500 的 PWROK 引脚。PWROK 通过 10k Ω 电阻器上拉至 2.5V。
VPWI_EXT	外部 VPWI 电源。将 VPWI 连接到 JP2 上的 VPWI_EXT 以从外部为 VPWI 供电。
J4 J5 J6	USB2PWI 板的连接器如 节 8.2 所示; 参阅 节 8.2 。
J1	用于监控 AVS 信号或连接到外部控制器的连接器; 参阅 节 8.3 。

7.3 跳线设置

跳线	说明
JP1	VPWI 选择, 默认 VPWI = 2.5V
JP2	AVIN 选择, 默认 AVIN = PVIN
J2	默认闭合: 开关频率由 R20 控制 (默认值为 300kHz) 断开时: 开关频率将同步到连接至 SYNC 端子的时钟源

跳线	说明
J3	默认断开
	只能在 $AVIN \leq 5V$ 时连接。当 $AVIN \leq 5V$ 时，连接 J3 可以提高效率。 注意：如果 $AVIN > 5.5V$ ，连接 J3 可能会损坏 LM10500 器件。
J7	默认断开
	只有在没有电压电源连接到 PVIN 和 AVIN 时才应连接。旨在通过 $V_{BAT} = 3.6V$ 为 PVIN 和 AVIN 供电来轻松演示电路板。 注意：如果 PVIN 高于 5.5V，连接 J7 可能会损坏 USB2PWI 电路板。VBAT 无法支持较大负载电流。
P1	PWI 版本和地址选择。请注意，LM10500 支持 PWI1、PWI2-0、PWI2-1、PWI2-2 和 PWI2-3。USB2PWI 板支持 PWI1 和 PWI2-0。

8 操作指南

8.1 独立运行

LM10500 评估板无需连接 PWI 接口即可独立运行。它是一款功能齐全的高性能 5A 同步降压稳压器，针对解决方案尺寸、灵活性和高转换效率进行了优化。它还具有涉及以下功能的单片集成：

- 高侧和低侧功率 MOSFET
- 电阻器可编程开关频率
- 频率同步
- 内部软启动
- 精密使能
- 电源正常状态 (PWROK) 指示器
- 输入欠压闭锁
- 过压保护
- 过流保护
- 热关断

8.2 使用 USB2PWI 板的 PWI 通信

LM10500 的独特特性是闭环自适应电压调节 (AVS) 功能。LM10500 与 PowerWise 兼容 AVS 的 ASIC、SoC 和处理器协同工作，以根据工艺和温度变化自适应地优化电源电压。为了简化 LM10500 中 AVS 功能的评估，评估板设计为与 USB2PWI 接口板（包含在评估套件中）一同工作。使用 USB2PWI 板，PWI 寄存器和 LM10500 运行状态可由 PC 通过简单的基于寄存器的图形用户界面 (GUI) 控制。通过 J4、J5 和 J6 将 LM10500 评估板连接到 USB2PWI 板顶部，如图 8-1 所示，然后使用 5 引脚 Mini USB 电缆（包含在评估套件中）将 USB2PWI 板连接到 PC。



图 8-1. 将 LM10500 评估板连接到 USB2PWI 接口板

USB2PWI 板由 USB 端口供电。它会生成 3.6V V_{BAT} 。 V_{BAT} 在评估板上用于提供板载 2.5V 电压，为 VPWI 供电。 V_{BAT} 也可以在没有其他电源可用时连接到 PVIN 为 LM10500 供电，但 V_{BAT} 上的负载能力受限。如果可用，PVIN 应由具有足够电压和电流范围的台式电源供电。

8.3 使用 9 引脚连接器 J1 的 PWI 通信

LM10500 评估板还可以使用 J1 连接到兼容 AVS 的主控制器。与 PWI 信令环境相关的所有信号都可以在电路板边缘的这个 1x9 接头上获得。虽然主要用于信号检查，但此标头还允许对 PWI 通信进行外部控制。该连接器允许使用主控制器（例如兼容 AVS 的 ASIC、SoC 和处理器）在 AVS 闭环中测试 LM10500。

J1 的引脚列表如下表所示。

引脚	标签	类型	说明
1	GND	GND	接地
2	VBAT	功率	VBAT 或感测
3	PWROK	输出	PWROK
4	RESETN	输入	1：有效 0：复位
5	ENABLE	输入	1：启用 0：禁用
6	SPWI	输入/输出	PWI 数据
7	SCLK	输入	PWI 时钟
8	VPWI	功率	VPWI-EXT 或感测
9	GND	GND	接地

引脚间隔为 100mil。它们也可以用作感测引脚来确定 PWI 接口引脚的驱动电平：SCLK、SPWI、PWROK、ENABLE 和 RESETN。未连接 USB2PWI 板时应使用 VBAT 和 VPWI 作为控制电压输入。SPWI 和 SCLK 分别是 PWI 通信数据引脚和时钟引脚。ENABLE 连接到器件的 EN 引脚。它通过电路板上的 10k Ω 电阻上拉至 AVIN。该引脚还可用于在外部启用/禁用器件。如果从外部驱动，通常大于 1.2V 的电压将启用该器件。VPWI 用于从外部为 VPWI 引脚供电或监控 VPWI 引脚。VPWI 范围为 (1.8V - 10%) 至 (3.3V + 10%)。

9 用户的 LM10500 评估板 GUI

提供了用户 GUI 以通过 USB 连接控制 LM10500 评估板。LM10500 的 GUI 如图 9-1 所示。它与 PWI1.0 和 PWI2.0 兼容。GUI 支持 PWI1.0 和 PWI2.0 地址 0。LM10500 器件支持 PWI1.0 和 PWI2.0 地址 0、1、2 和 3。GUI 可以读写 LM10500 寄存器以控制和监视输出电压和运行模式。GUI 还可以通过生成 PWI 命令来启用、复位 LM10500，以及控制睡眠、唤醒、关机和复位等运行状态。LM10500 的所有 AVS 功能都可以通过 GUI 轻松测试。

9.1 快速入门指南

1. 将 LM10500 评估板连接到 USB2PWI 接口板（如图 8-1 所示）并使用 USB 电缆将 USB2PWI 板插入 PC。将 PVIN 和 AVIN 电源应用于 LM10500 评估板。默认情况下启用该器件。按下 SUB2PWI 板上的复位按钮。复位按钮是位于 USB 连接器旁边的蓝色按钮。
2. 从 PC 双击“Evaluation.exe”运行 GUI，其中“Evaluation.ini”和“usb1ptio.dll”在同一文件夹中。GUI 的默认状态如图 9-1 所示。

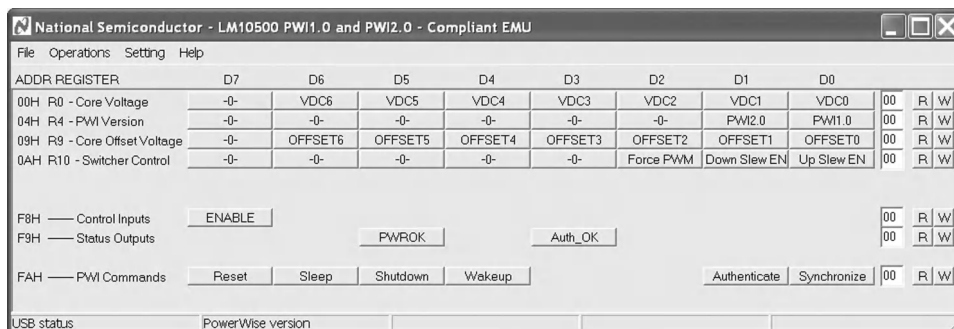


图 9-1. 用户的 LM10500 评估板 GUI

3. (可选) 通过点击 GUI 右下角的“Authenticate”(验证)按钮检查验证。然后点击“Auth_OK”按钮右侧的“R”，回读认证结果。如果“PWROK”和“Auth_OK”都为“1”(处于按下位置)，则验证成功，GUI 已准备好控制 LM10500 评估板。
4. CTRL + R，或从菜单“Operations”(操作)中选择“Read all”(全部读取)，将从 LM10500 中读取默认寄存器值并显示在 GUI 中，如图 9-2 所示。如果未显示默认寄存器设置，请按下 USB2PWI 板上的复位按钮并重复此步骤。

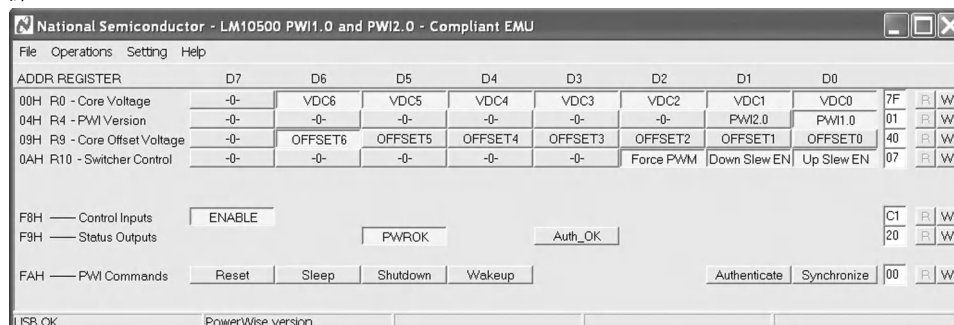


图 9-2. 具有默认寄存器值和状态的 LM10500 GUI (LM10500SQ-0.8)

备注

请注意，图片显示了采用 PWI1.0 的 LM10500SQ-0.8 的默认值。对于 LM10500SQ-1.0，R9 为 0H。对于 PWI2.0 协议，R4 为 02H。

9.2 GUI 布局和惯例

按钮处于按下位置表示相应位等于 1，逻辑高电平；处于升起位置表示相应位等于 0，逻辑低电平。按钮上的“-0-”表示未使用该位。读取未使用位会返回“0”，写入未使用位将被忽略。

GUI 的前四行是 LM10500 的 PWI 寄存器。R0 控制内核电压，范围从 00h 到 7Fh。R4 显示 PWI 版本：01h 表示 PWI1.0，02h 表示 PWI2.0。R9 是内核电压偏移，在 LM10500SQ-0.8 和 LM10500SQ-1.0 中的默认值有所不同。R9 在 LM10500SQ-1.0 中的默认值为 00h，在 LM10500SQ-0.8 中为 40h。如果 (R0-R9) 大于零，实际内核电压代码由 (R0-R9) 的目标代码确定，否则，内核电压代码为零。R10 可启用和禁用 FPWM 和步进控制。有关更多详情，请参阅 [LM10500 具有 PowerWise 自适应电压调节功能的 5A 降压式能量管理单元](#) 数据表。

如果连接到 LM10500，“ENABLE”按钮控制硬件启用。

PWROK 和 Auth_OK 是只读位，分别表示 LM10500 具有正确的输出电压和成功的认证。

PWI 命令按钮会发送命令以更改 PWI 辅助设备 LM10500 的运行状态、进行身份验证并同步。有关 PWI 标准的详细信息，请参阅 [pwistandard.com](#) 上的 PowerWise 接口规范。

图 9-3 展示了运行状态的摘要。

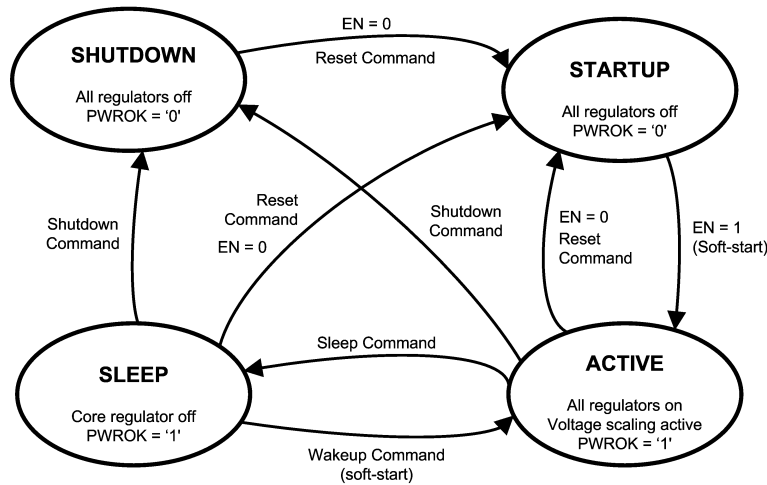


图 9-3. PWI 辅助设备运行状态示意图

9.3 寄存器读写

有几种方法可以通过 GUI 读取和写入寄存器。

寄存器读取

- 点击寄存器右端的“R”按钮，从 LM10500 读取该寄存器的值。
- 点击菜单“Operations”（操作），然后选择“Read all”（全部读取）(Ctrl + R)，读入所有寄存器值。
- 点击菜单“Settings”（设置），选择“Register Polling”（寄存器轮询），将“polling time”（轮询时间）设置为非零，如图 9-4 所示，然后每个“polling time”（轮询时间）读入一次所有寄存器。
- 点击菜单“Operations”（操作），然后选择“Direct access”（直接访问），通过提供寄存器地址来读取该寄存器，如图 9-5 所示。

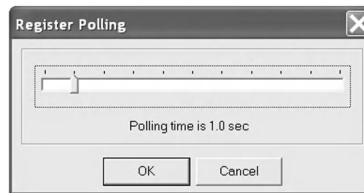


图 9-4. GUI 中的寄存器轮询设置

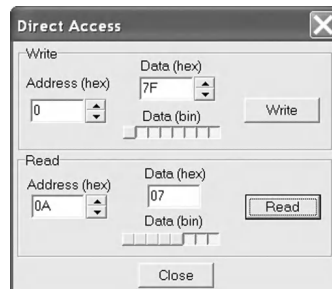


图 9-5. GUI 中的直接访问读取/写入

寄存器写入

- 点击寄存器右端的“W”按钮，将该寄存器写入 LM10500。
- 点击菜单“Operations”（操作），然后选择“Write all”（全部写入）(Ctrl + W)，将 GUI 中的当前值写入 LM10500 中的所有寄存器。
- 点击菜单“Settings”（设置），然后选择“Update immediately”（立即更新），选中后，只要更新 GUI 中的按钮，就会写入 LM10500 中的寄存器。

- 点击菜单“Operations”（操作），然后选择“Direct access”（直接访问），通过提供寄存器地址和值来写入该寄存器，如图 9-5 所示。

10 典型性能特性

除非另有说明：PVIN = AVIN = 12V，V_{OUT} = 1.2V，L = 2.2μH，C_{OUT} = 220 μF，f_s = 300kHz。

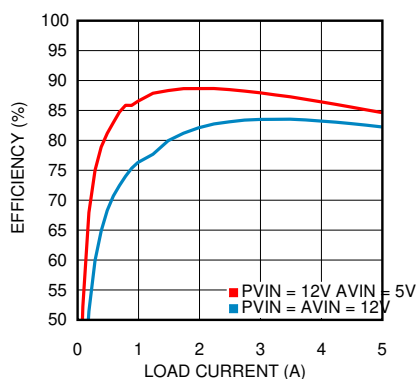


图 10-1. 效率
f_s = 300kHz，V_{OUT} = 1.2V，FPWM = 0

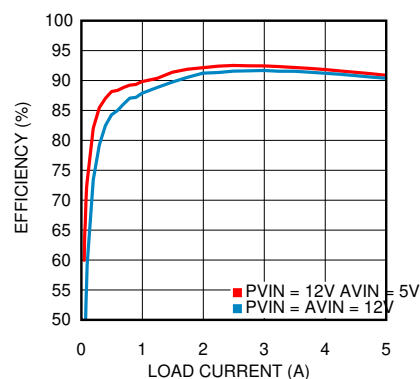


图 10-2. 效率
f_s = 300kHz，V_{OUT} = 3.3V，FPWM = 0

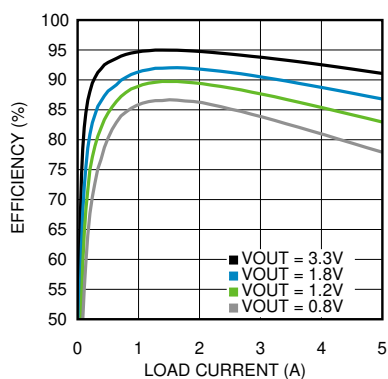


图 10-3. 效率
f_s = 300kHz，AVIN = PVIN = 5V，FPWM = 0

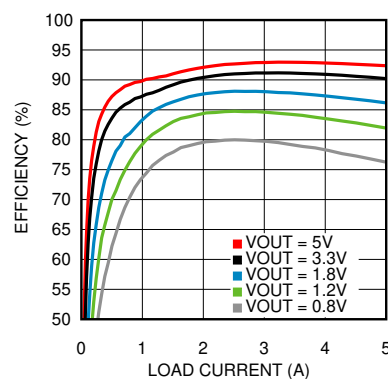


图 10-4. 效率
f_s = 300kHz，AVIN = PVIN = 12V，FPWM = 0

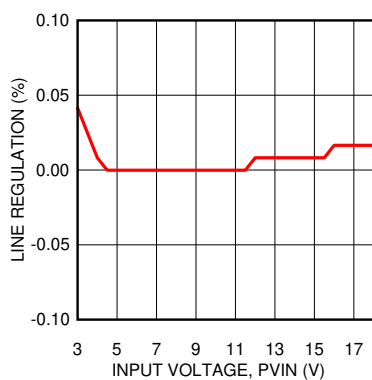


图 10-5. 线路调节 (%)

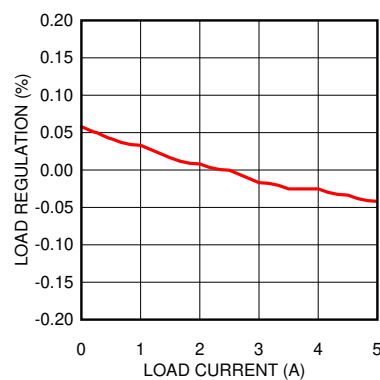


图 10-6. 负载调节 (%)

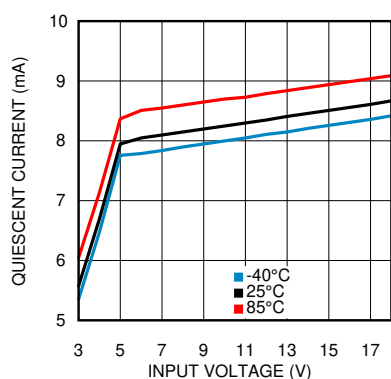


图 10-7. I_Q 当 $EN = 1$ 、 $I_{OUT} = 0$ 、 $FPWM = 0$

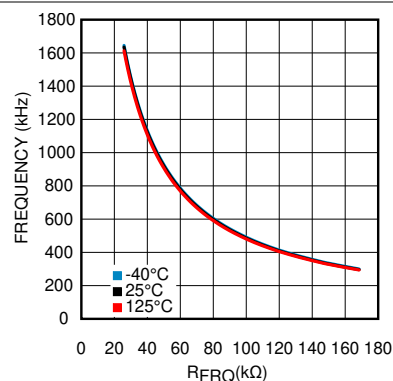


图 10-8. 开关频率 (kHz)
与
 R_{FRQ} (kΩ)

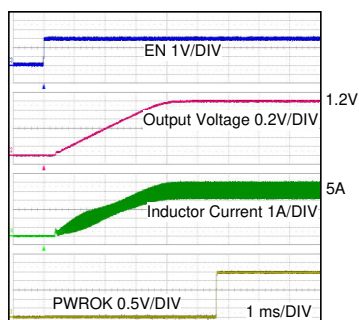


图 10-9. 具有 5A 负载的软启动，
由 EN 上升沿触发

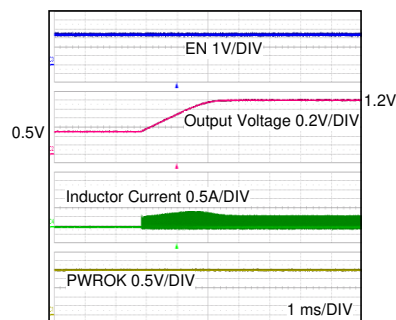


图 10-10. 具有 0.5V 预偏置电压的软启动，DCM 运行，
由 PWI “Wakeup” 命令触发

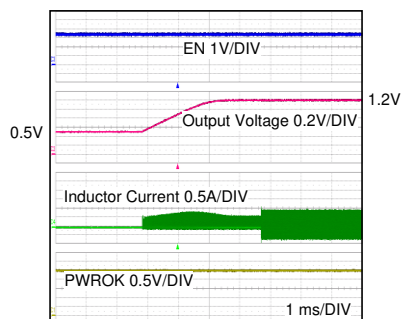


图 10-11. 具有 0.5V 预偏置电压的软启动，CCM 运行，
由 PWI “Wakeup” 命令触发

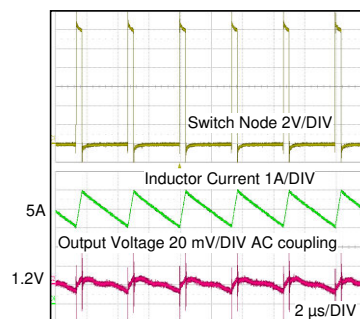


图 10-12. 5A 负载时的开关波形

图 11-2. LM10500 评估板原理图 (第 II 部分)

12 评估板物料清单

标识符	器件说明	器件型号	封装	制造商
U1	IC BUF NON-INV	NC7SZ125M5X	SOT 23-5	FAIRCHILD (仙童半导体)
U2	AVS 兼容 EMU	LM10500 *	28 WQFN	德州仪器 (TI)
	AVS 兼容 EMU	LM10500 **	28 WQFN	德州仪器 (TI)
U3	IC REG LDO MICROPOWER	LP2985AIM5-2.5	SOT 23-5	德州仪器 (TI)
C1	陶瓷 100pF 100V	ECJ-1VC2A101J	603	PANASONIC (松下)
C2、C4、C8、C11、C14	陶瓷 1.0μF 35V X5R	GMK107BJ105KA	603	TAIYO YUDEN (太阳诱电)
C3、C6、C13	陶瓷 0.1μF 50V X7R	UMK107B7104KA-T	603	TAIYO YUDEN (太阳诱电)
C5、C12	陶瓷 10000pF 25V	C1608C0G1E103J	603	TDK
C7、C19	NL	NL	NL	NL
C9、C10	CER 10μF 10V X7R 20% 1206	C3216X7R1A106M	1206	TDK
C15	TANT 47μF 25V	T495X476K025ATE150	CASE D	KEMET (基美)
C16、C17	陶瓷 10μF 50V	UMK325C7106MM-T	1210	TAIYO YUDEN (太阳诱电)
C18	陶瓷 47μF X5R	GRM32ER61A476KE20L	1210	MURATA (村田)
C20	220μF POLYMER 6.3V	EEF-UE0J221LR	CASE D	PANASONIC (松下)
D1	NL	NL		NL
L1	1.2μH SMD 电感器 *	MLC1260-122ML		COILCRAFT (线艺)
	2.2μH SMD 电感器 **	SER1052-222ML		COILCRAFT (线艺)
LD1	LED 绿色 2.1V 0805	CMDA5CG7D1Z	805	CML
R1、R13	10.0KΩ 0603 1%	RC0603FR-710KL	603	YAGEO (国巨)
R2、R3、R4、R5、R6	33Ω 0603 1%	RC0603FR-0733RL	603	YAGEO (国巨)
R7、R8	1.5KΩ 0603 1%	RC0603FR-071K5L	603	YAGEO (国巨)
R9、R34、R35、R38	1Ω 0603 1%	RC0603FR-071RL	603	YAGEO (国巨)
R10、R11、R12、R15、R16、R17、R18、R19、R30、R31、R32、R33、R37、R39	1KΩ 0603 1%	RC0603FR-071KL	603	YAGEO (国巨)
R14	249Ω 0603 1%	RC0603FR-07249RL	603	YAGEO (国巨)
R20	169KΩ 0603 1%	RC0603FR-07169KL	603	YAGEO (国巨)
R21	0.00Ω 0603 1%	CRCW06030000Z0EA	603	VISHAY/DALE (威世/达勒)
R22	40.2KΩ 0603 1%	RC0603FR-0740K2L	603	YAGEO (国巨)
R23	60.4KΩ 0603 1%	RC0603FR-0760K4L	603	YAGEO (国巨)
R24	80.6KΩ 0603 1%	RC0603FR-0780K6L	603	YAGEO (国巨)
R25	100KΩ 0603 1%	RC0603FR-07100KL	603	YAGEO (国巨)
R26	120KΩ 0603 1%	RC0603FR-07120KL	603	YAGEO (国巨)
R27	140KΩ 0603 1%	RC0603FR-07140KL	603	YAGEO (国巨)
R28	160KΩ 0603 1%	RC0603FR-07160KL	603	YAGEO (国巨)
R29	180KΩ 0603 1%	RC0603FR-07180KL	603	YAGEO (国巨)
R36	1.74KΩ 603 1% *	RC0603FR-071K74KL	603	YAGEO (国巨)
	2KΩ 0603 1% **	RC0603FR-072KL	603	YAGEO (国巨)

标识符	器件说明	器件型号	封装	制造商
R40	0.00Ω 0603 1% *	CRCW06030000Z0EA	603	VISHAY/DALE (威世/达勒)
	2KΩ 0603 1% **	RC0603FR-072KL	603	YAGEO (国巨)
R41	NL *			
	10KΩ 0603 1% **	RC0603FR-710KL	603	YAGEO (国巨)

13 电路板布局

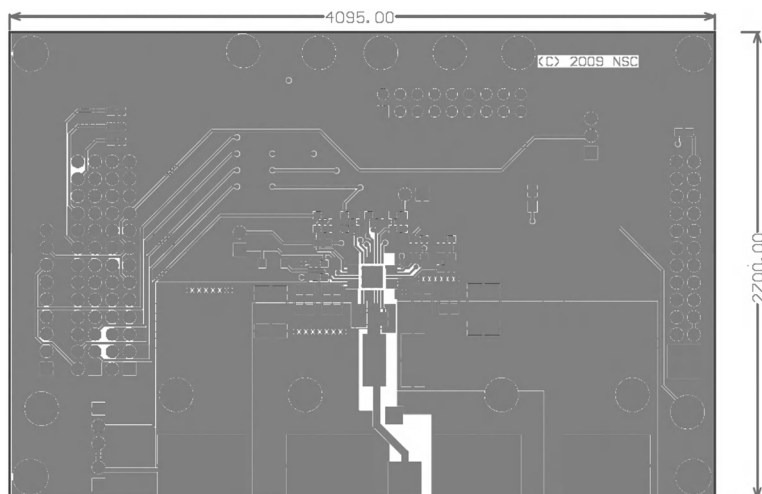


图 13-1. 顶层

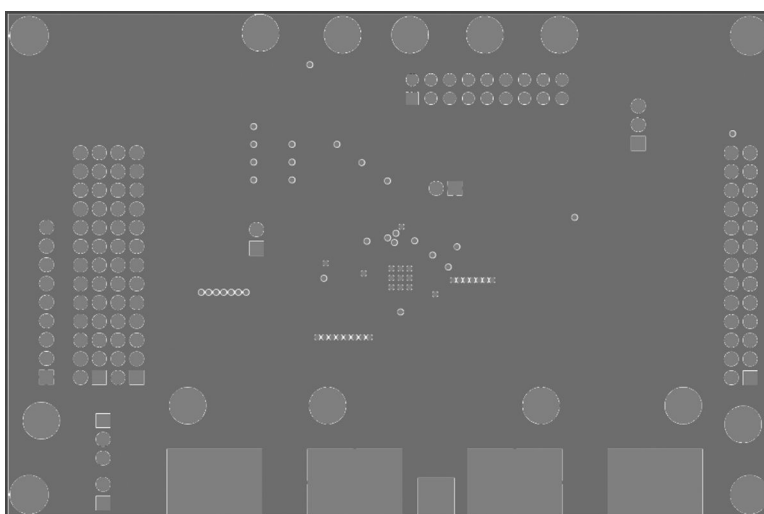


图 13-2. 中间层 1

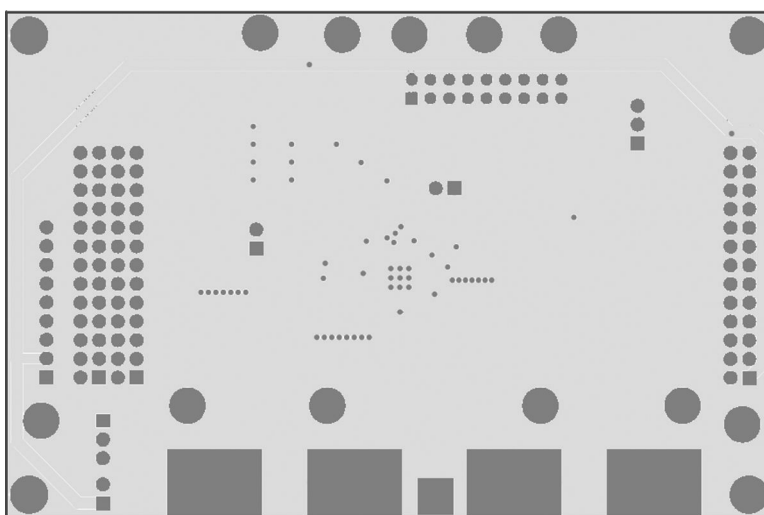


图 13-3. 中间层 2

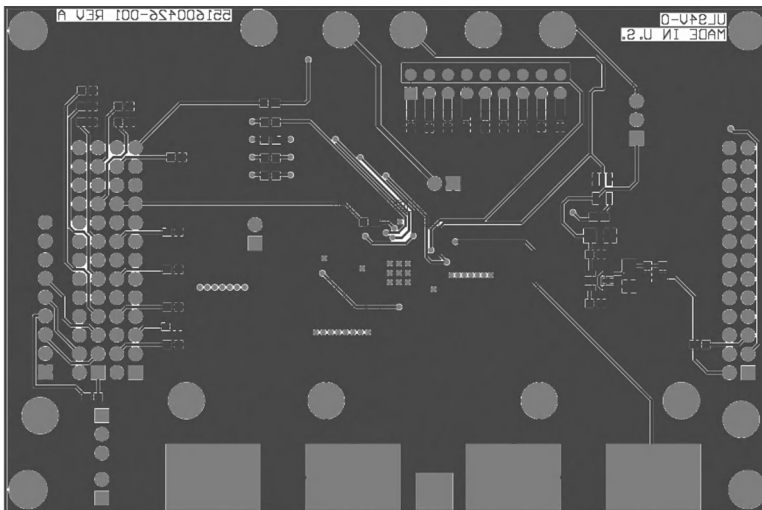


图 13-4. 底层

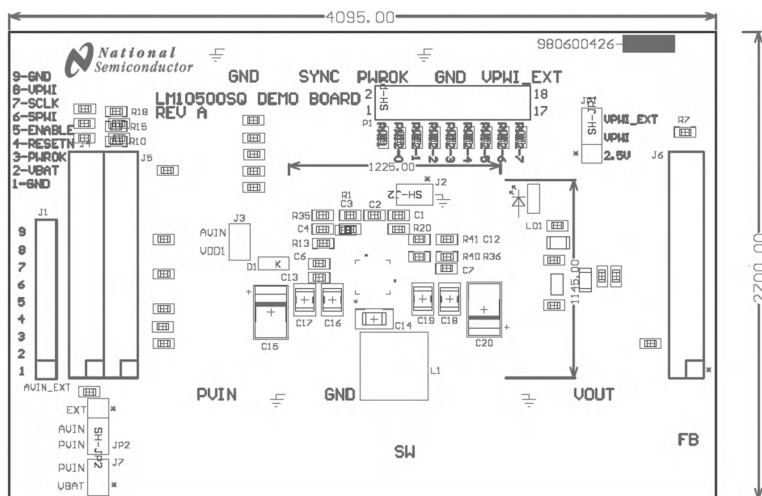


图 13-5. 顶部覆盖层

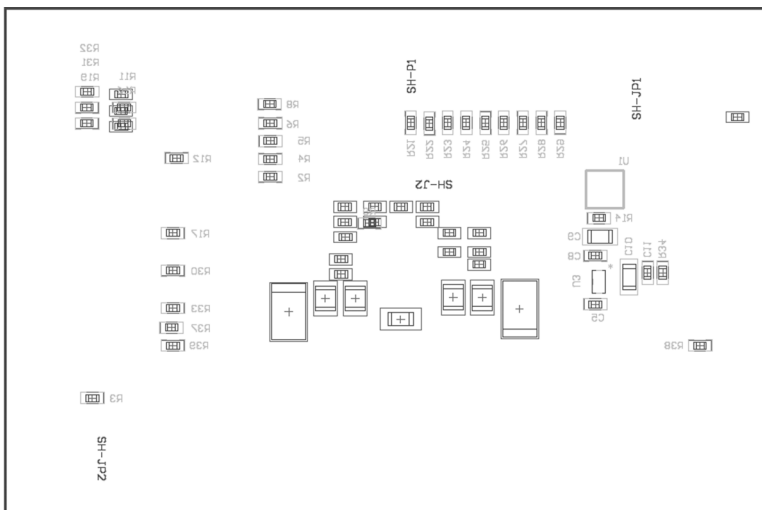


图 13-6. 底部覆盖层

14 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision A (April 2013) to Revision B (January 2022)	Page
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式。	1
• 更新了用户指南的标题.....	1
• 编辑了用户指南，使之更清晰.....	1

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2022，德州仪器 (TI) 公司