

打入工业和医疗市场的高集成度电源 IC

凌力尔特公司 Steve Knoth

采用最新“便携式”处理器的系统需要大量大电流、低压轨，典型情况为1.8V或更低。除了无数的低压轨，这些应用中很多还需要3V或3.3V电压轨，以给大型便携式硬盘驱动器、存储器、面向外部逻辑电路的I/O电源等供电。在嵌入式应用中，视电流需求的不同而不同，所有直接连接到处理器的电源电压都可以由高效率降压型DC/DC或LDO产生。

近来，这种同时要求高电源效率和高处理性能的需求也已经扩展到了工业和医疗便携式应用。作为最新和功能丰富的高端消费类便携式设备，手持式数据收集设备、坚固耐用的库存控制和跟踪设备、便携式气体检测仪、血液分析仪、便携式EKG设备以及其他便携式医疗设备，都需要类似甚至更高的电源效率和处理能力。此外，这些设备必须坚固耐用、可靠和足够轻，这样才能被看成是“便携”的。

就便携式应用而言，主电源一般是大型单节锂离子/聚合物电池，该电源可能提供高于或低于产品中3.3V系统电源的电压。不管这类“便携式”处理器系统是否是电池供电的，伴随它们而来的其他复杂性包括：需要以特定顺

序对所有电源的接通和断开排序；视系统处理需求的不同而不同，要能够动态地调高和调低电源电压。就系统设计师而言，满足所有微处理器和有关应用的电源需求的单个集成式解决方案极其有利。要在多种应用中满足这些需求，就需要一个高度灵活的、可编程和高效率的多输出电源解决方案。

降压-升压功能的设计挑战

今天功能丰富的新式电子系统大多数仍然需要+3V范围内的电压轨，例如，给汽车信息娱乐系统中的I/O或者外部设备轨供电。在电源管理

IC(PMIC)中集成同步降压-升压开关功能后，允许跨2.7~5.5V的整个输入电压范围以高效率实现3.3V调节，从而产生更高的工作裕度。不过，以降压-升压设计实现高效率比简单的降压型DC/DC转换器挑战性高得多，尤其是，如果要求低噪声和良好的负载阶跃瞬态响应时，更是这样。

减少热量，优化系统效率

很多任务业标准PMIC都带有各种内置的线性稳压器。不过，如果没有用足够的铜走线布线、散热器或良好设计的输入/输出电压和输出电流值对线

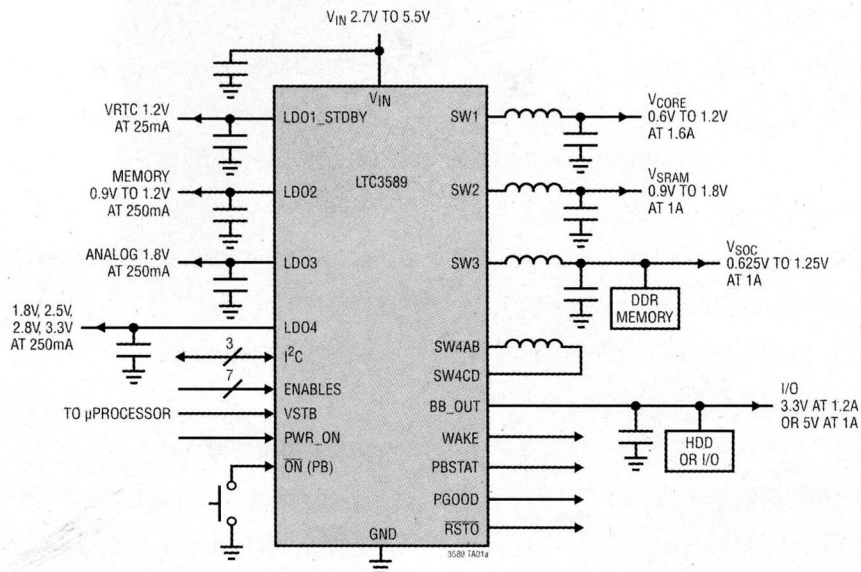


图1 LTC3589的简化方框图

性稳压器进行正确管理,那么线性稳压器可能在PC板上产生局部的热量“热点”。或者,当输入和输出电压之差很大,或如果输出电流很大时,开关稳压器可以提供效率更高的降压方式。在今天具有内置低压 μP 和具功能丰富的器件中,开关稳压器的使用很普遍。因此,为大部分电压轨部署基于开关模式的电源越来越重要了。不过,LDO提供低噪声输出和很高的PSRR性能,因此,必须评估这两种权衡之策。在很多情况下,恰当的IC分区包括两种类型的稳压器。

今天,几乎所有应用都对系统中的热量很敏感。随着处理性能和有关工作电流的上升,用开关稳压器取代LDO变得越来越重要了。在高度集成的电源中尤其是这样,因为单个IC散发热量的能力是有限的。此外,视所执行的处理操作的不同而不同,实现最佳功耗需要对很多内核处理轨进行动态调节。要以较高的时钟速率工作,较高的电源电压是必需的。类似地,就处理任务不那么密集的工作模式而言,非常低的电压就足够了。既然相应的电源电流往往跟踪输入电源电压,所以让处理器以最低电源电压工作是人们所希望的。要动态调节处理器电压源需要诸如 I^2C 这样的串行端口来通报所发生的变化。今天的高端便携式处理器几乎全部支持这种功能,不过,利用这种功能需要一个同样灵活和可编程的电源解决方案。

便携式医疗和工业仪器中的电源管理问题

如同其他很多应用的情况一样,低功率精确组件已经使便携式医疗仪器出现了快速增长。不过,与其他很多应用不同,便携式医疗产品除了要求重量轻以便于携带,一般还有高得多的可靠性、运行时间和坚固性标准。这种负担大部分落在了电源系统及其组件上。医疗产品必须正确工作,而且视设计和输入电源要求的不同而不同,常常必须在各种电源之间无缝切换。必须竭尽全力保护设备免受故障影响并能够承受故障,必须在电池供电时最大限度地延长工作时间,并确保无论何时,只要有效电源存在,就能可靠运行。此外,功率值随着功能和有关电压轨数量的增加而增加。除了遥远地区应用所需维护要少、能承受极端的温度变化以及受到机械振动或冲击时不会损坏等要求以外,工业便携式设备与医疗设备有很多相同的要求。

总之,系统设计师面临的主要挑战包括:

- 集成降压-升压型稳压器
- 在功耗与多个开关稳压器及LDO的高集成度之间权衡
- 集成动态 I^2C 控制
- 工业和医疗设备系统的可靠性和坚固性要求
- 解决方案尺寸和占板面积

一个简单的解决方案

过去的工业PMIC没有足够的功率来应对这些新式系统和微处理器。满足上述电源管理IC设计限制的任何解决方案

都必须兼有:高集成度,包括集成大电流开关稳压器和LDO;以诸如降压-升压型稳压器等难以使用的功能构件对关键参数进行动态 I^2C 控制。此外,一个具有高开关频率的器件可减少外部组件尺寸,而且陶瓷电容器可降低输出纹波。

面向新式处理器的大功率PMIC

LTC3589是一个完整的电源管理解决方案,面向基于ARM的处理器和先进的便携式微处理器系统。该器件含有:3个同步降压型DC/DC转换器,分别用于内核、存储器和SoC轨;一个同步降压-升压型稳压器,用于2.5~5V的I/O;3个250mA的LDO稳压器,用于低噪声模拟电源。 I^2C 串行端口用来控制稳压器启动、输出电压值、动态电压调节和转换率、工作模式以及状态报告。以所希望的顺序将稳压器输出连接到使能引脚或通过 I^2C 端口,可对稳压器启动

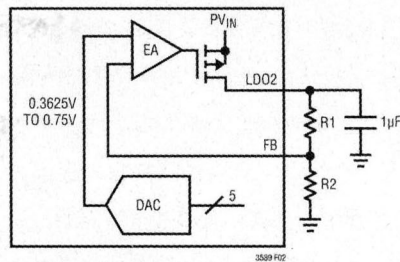


图2 LTC3589 LDO稳压器应用电路

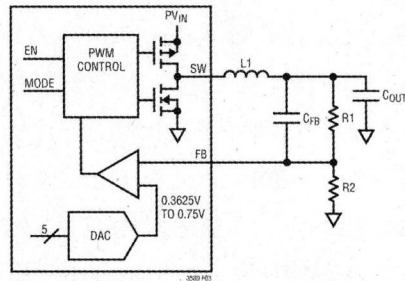


图3 LTC3589降压型开关稳压器应用电路

排序。通过一个按钮接口、引脚输入或I²C接口,可控制系统的加电、断电及复位功能。电压监视器和有源放电电路可在下一个使能序列之前确保一个干净的断电,另外,选定的稳压器可以免除用于电源的按钮控制(例如,存储器,当其必须在停机模式中保持运行时)。LTC3589以8个独立轨、恰当的功率值、动态控制和排序支持i.MX、PXA和OMAP处理器。其他特点包括VSTB引脚等提供的接口信号,该引脚同时在多达4个轨上、于设定的运行和备用输出电压之间切换。该器件采用扁平40引脚6mm×6mm裸露焊盘QFN封装。

高集成度—支持多个大功率轨

LTC3589是一个面向便携式微处理器和外部设备的完整电源管理解决方案。它总共提供8个电压轨,以给处理器内核、SDRAM、系统存储器、PC卡、始终保持接通的实时时钟以及HDD功能组件供电。提供这些电压轨的是一个始终保持接通的低静态电流25mA LDO、一个1.6A和两个1A降压型稳压器、一个1.2A降压-升压型稳压器以及3个250mA的低压差线性稳压器。支持多个稳压器的是高度可配置的电源排序功能、动态电压转换DAC输出电压控制、一个按钮接口控制器、通过I²C接口的稳压器控制以及大量状态报告和中断输出。

LTC3589的内部补偿、恒定频率电流模式降压型开关稳压器提供1A和1.6A的电流。就每一个采用I²C命令寄

存器的降压型稳压器而言,降压型稳压器2.25MHz或1.125MHz的开关频率(包括相位)是独立选择的。加电默认频率是2.25MHz,而且含有边缘速率调整以降低EMI。每个降压型转换器都有动态转换的DAC输入基准和外部反馈引脚,以设置输出电压范围。这些降压型稳压器的3种工作模式——脉冲跳跃模式、突发模式(Burst Mode)工作或强制连续模式——用I²C接口设定。在脉冲跳跃模式时,稳压器会支持100%占空比。突发模式工作在低输出负载时有利于实现最高效率。除了电压输出设定点之间的最佳动态转换控制以外,强制连续模式还在轻负载时最大限度地降低了输出电压纹波。

单电感器、4开关降压-升压型DC/DC电压模式转换器从2.5~5V电压产生一个用户可编程的输出电压轨。该降压-升压型转换器利用专有开关算法,以高于、低于或等于所需输出轨的输入电压保持高效率和低噪声工作。降压-升压误差放大器采用一个固定的0.8V基准,而且输出电压通过一个外部电阻器分压器设定。突发模式工作通过I²C控制寄存器启动。就降压-升压型转换器而言,无须外部补偿组件。

动态电压轨控制和其他I²C控制的功能

LTC3589具有高端便携式应用处理器所需的I²C控制功能、动态电压调节(Dynamic Voltage Scaling)和可选电压转换设置。为了使该IC的转换DAC基准能够工作,3个LTC3589降压型开

关稳压器和线性稳压器LDO2具有可编程DAC基准输入。每个DAC在0.3625~0.75V范围内都是可按照12.5mV步进编程的。

也可以命令DAC基准以4个可选转换率之一、独立地在两个电压之间转换。每个DAC都有两个独立的输出电压寄存器以及电压寄存器选择、转换率和启动控制。不必为改变DAC输出而启动这些稳压器。

图4显示降压型稳压器1、2、3和LDO2以4种可能的转换率在0.8~1.2V之间转换,转换由VSTB引脚(灰色)启动。这些值是8个单独的DAC代码。

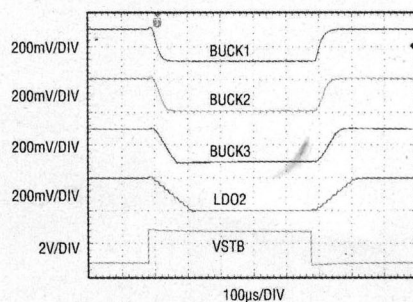


图4 LTC3589动态电压调节转换

通用I²C串行端口用来控制稳压器启动、输出电压值、工作模式和状态报告。LTC3589上的I²C串行端口含有13个用来控制每个稳压器的命令寄存器、一个用来监视每个稳压器电源良好状态的只读寄存器、一个用来读取IRQ事件原因的只读寄存器和一个清除IRQ命令寄存器。LTC3589 I²C端口支持对任何寄存器的随机寻址,而且可以利用多种START顺序、按照任何顺序写寄存器。所有寄存器都可以回读,以验证软件和硬件的完整性。

EPC