

双输出DC/DC控制器可实现 ±0.5%的V_{OUT}准确度

作者: Gregory Manlove, 凌力尔特公司电源设计部负责人



关键字: 数字电源, 电源管理, PMBus控制, 凌力尔特Linear

尽

管电源管理对新式电子系统的可靠运行至关重要,但是在今天以数字方式管理的系统中,稳压器也许是最后一个仍然存在的“盲点”。就稳压器而言,很少有办法直接配置或监视关键电源系统运行参数。因此,希望全面实现数字控制的电源设计师必须使用混杂在

一起的排序器、微控制器和电压监视器,以设定基本的稳压器启动和安全功能。目前已有数字可编程DC/DC转换器可用,特别是那些为VRM内核电源而设计并具备VID输出电压控制功能的转换器,但是这类有特定应用目标的转换器不能直接沟通重要的工作参数,例如实时电流。

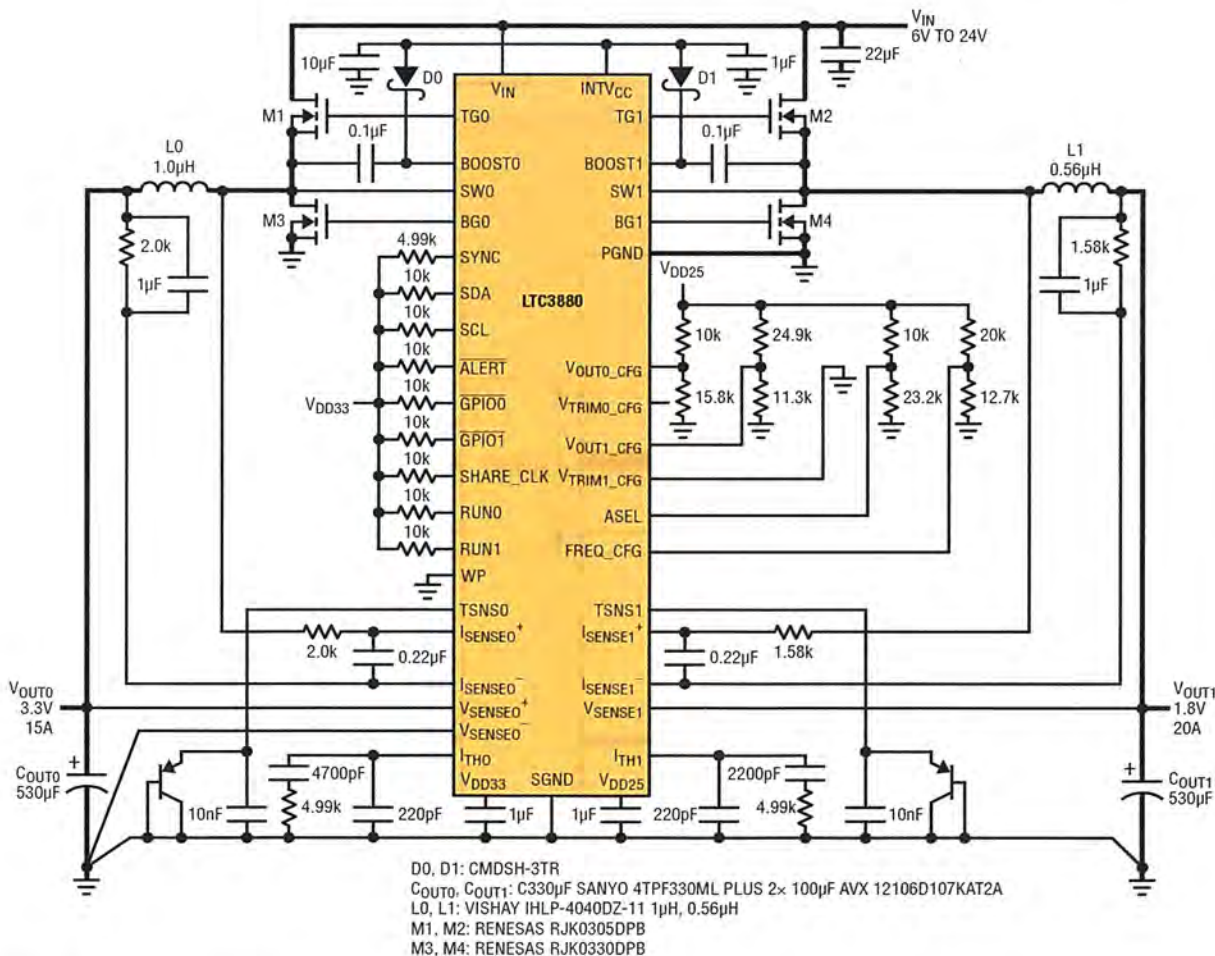


图1, 采用外部功率MOSFET的双输出稳压器。

LTC3880/LTC3880-1结合了双输出同步降压型DC/DC控制器和拥有通过基于I²C的PMBus总线使用全面的电源管理功能，这解决了复杂的电源系统管理问题。PMBus可用来设定输出电压、电压裕度、开关频率、排序以及若干其他工作参数(参见图1“PMBus控制”部分)。

LTC3880还允许通过16位数据采集系统监视电源，这种方法可提供输入和输出电压及电流、占空比以及温度的数字回读，其中包括重要参数的峰值。LTC3880还包括通过中断标志和非易失性存储器实现广泛的故障记录功能，非易失性存储器是一种“黑匣子”记录器，存储了在故障发生之前瞬间转换器的工作状态。

数字电源系统管理的一个主要好处是降低了设计费用，并加速了产品上市。LTC3880/LTC3880-1凭借免费提供和可下载的LTpowerPlay开发软件，极大地简化了复杂的多轨系统设计，

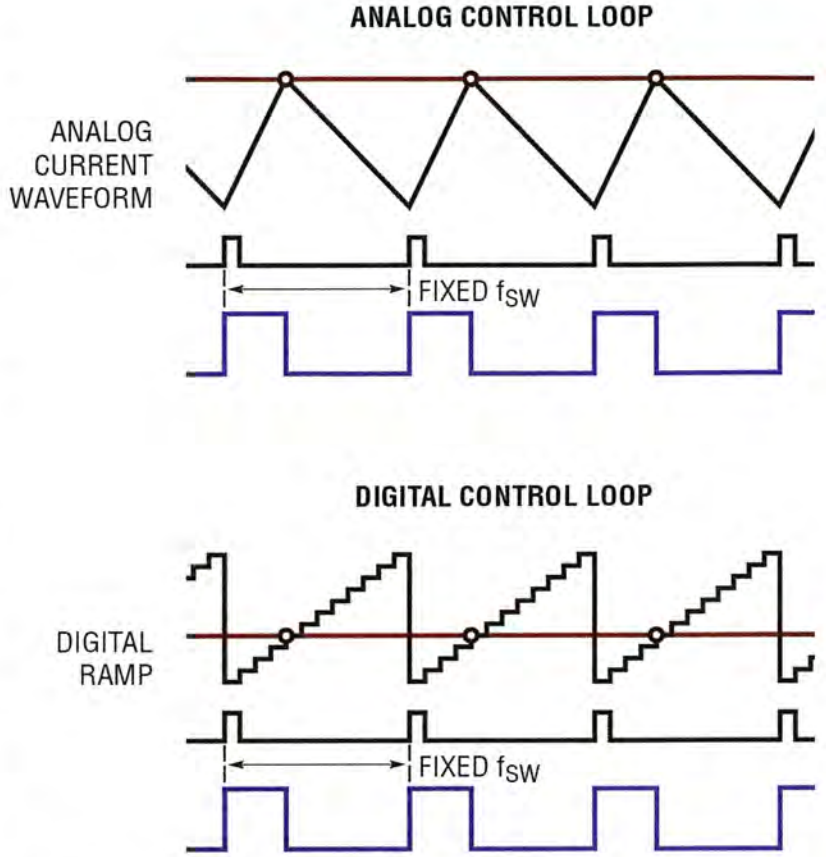


图2, LTC3880的模拟控制环路与数字控制环路的比较。

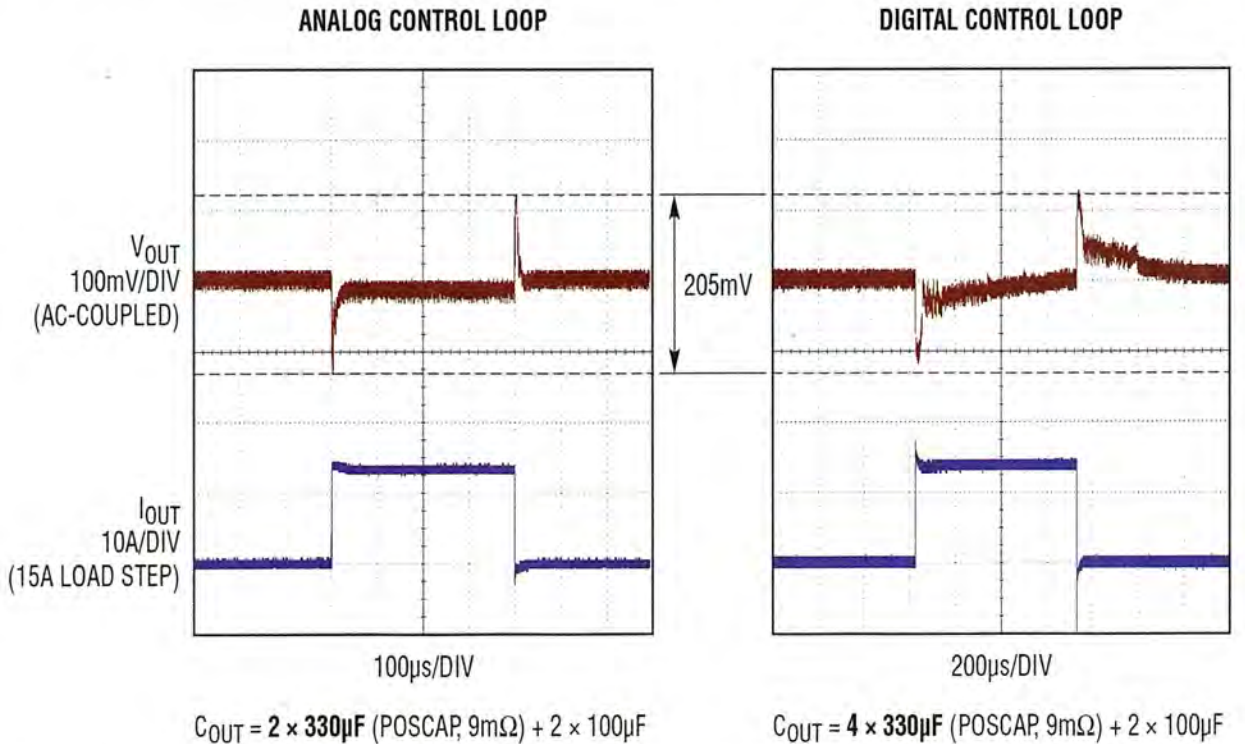


图3, 在15A瞬态负载步进情况下, 模拟和数字控制环路响应的比较。模拟控制环路需要的输出电容仅为数字环路的一半, 同时实现了理想的稳定时间。

该开发软件是一种基于PC的全面开发环境(参见图6)。在该环境中,在线测试(ICT)和电路板调试仅需要点击几下鼠标就可完成,而无需焊接到“白色导线”定位点中。由于可以使用实时遥测数据,所以可以立即得到设计结果,从而有可能预测电源系统故障,并立即采取预防性措施。

也许最重要的是,具备数字管理功能的DC/DC转换器允许设计师开发“绿色”电源系统,这类系统优化了能源利用率,同时满足系统性能目标(计算速度、数据传输速率等)。优化可以在负载点、电路板和机架上进行,甚至可以在安装阶段进行,从而降低了基础设施成本和产品整个寿命期内的总体拥有成本。

为了提供最佳性能调节,LTC3880坚持采用精确的基准和温度补偿模拟电流模式控制环路,以产生严格的 $\pm 0.5\%$ DC输出电压准确度。该模拟控制环路促成了非常容易的补偿,环路经过了校准,可不受工作条件的影响,该环路还可实现逐周期限流,并产生快速和准确的电压及负载瞬态响应,在运用数字控制的产品中没有见到与ADC量化有关的误差。

LTC3880具备内置的稳压器以提高集成度,而LTC3880-1允许使用外部偏置电压以实现最高效率。这两款器件都采用耐热增强型 $6\text{mm} \times 6\text{mm}$ QFN-40封装,工作节温范围为 $-40^\circ\text{C} \sim 105^\circ\text{C}$ (E级版本)或 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ (I级版本)。

模拟控制环路确保同类最佳的稳压器性能

LTC3880/LTC3880-1是数字可编程以实现无数功能,这包括输出电压和电流限制设定以及排序。控制环路尽管是纯模拟的,但提供了最佳环路稳定性和瞬态响应,而不会产生数字控制环路的量化效应。图2比较了具备模拟反馈控制环路的控制器IC与具备数字反馈控

制环路的控制器IC之斜坡曲线。模拟环路有平滑的斜坡,而数字环路有离散的步进,由于量化效应,这可能导致稳定性问题、较慢的瞬态响应,在某些应用中需要更大的输出电容以及在PWM控制信号上有更大的输出纹波和抖动。

实际上,与具备数字控制环路的可比较IC相比,LTC3880的模拟控制环路需要使用的输出电容小50%且具有更好的稳定性和更短的稳定时间。此外,由于存在ADC分辨率有限引起的量化效应,所以数字控制的瞬态响应在稳定之前有震荡。图3比较了LTC3880的模拟控制环路与同类IC的数字控制环路的瞬态响应。请注意,LTC3880使用约等于数字控制器一半的输出电容,但产生了更干净的结果。

LTC3880设计为,当修改其配置文件时,环路增益不变。当修改输出电压或电流限制时,瞬态响应不受影响,而且补偿环路不需要调节。

PMBus控制

LTC3880/LTC3880-1具备数字设定和回读,以实时控制和监视关键负载点转换器的功能。配置可通过I²C串行接口下载至内EEPROM,凌力尔特基

于PC的LTpowerPlay开发软件支持该接口。图4显示了具备USB至I²C/SMBus/PMBus适配器连接的LTpowerPlay开发平台。配置文件存储在内置的非易失性存储器中以后,控制器自主加电,而不会增加主机负担。配置电路板是一项简单的任务,完全不需要开发固件。

PMBus功能包括可设置特定的电源管理参数,包括:

- 输出电压和电压裕度
- 基于电感器温度的温度补偿电流限制门限
- 开关频率
- 过压和欠压高速监察器门限
- 输出电压接通/断开时间延迟
- 输出电压上升/下降时间
- 输入电压接通/断开门限
- 输出轨接通/断开
- 输出电压轨高裕度/低裕度
- 响应内部/外部故障
- 故障传播

此外,PMBus功能允许监视电源的运行,包括:

- 输出/输入电压
- 输出/输入电流
- 内部芯片温度
- 外部电感器温度

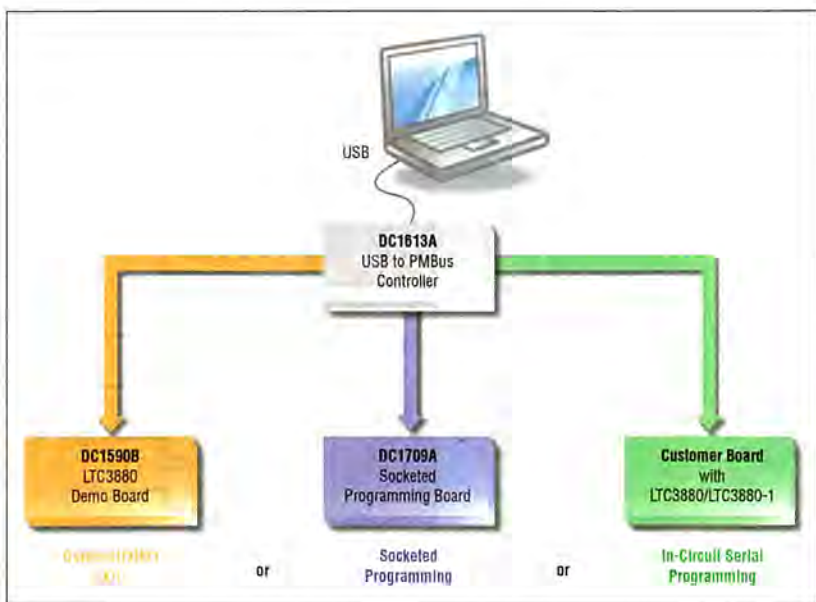


图4, 用LTpowerPlay软件建立完整的开发平台非常容易。

- 器件状态
- 故障状态
- 系统状态
- 峰值输出电流
- 峰值输出电压
- 峰值内部/外部温度
- 故障记录状态

组成一个多轨系统

大型多轨电源电路板一般由一个隔离式中间总线转换器组成，将来自背板的48V、24V或其他相对较高的电压转换成较低的中间总线电压(1BV)，一般为12V，该中间总线电压被分配到PC板卡各处。

单独的负载点(POL)DC/DC转换器将1BV降至所需的轨电压，轨电压通常在0.5V~5V范围，同时输出电流范围为0.5A~120A。图5显示，怎样用各种不同的凌力尔特控制器和DC/DC转换器PMBus器件控制一个多轨系统。负载点DC/DC转换器可以是自含式模块、单片器件，或者由DC/DC控制器IC以及有关的电感器、电容器和MOSFET组成解决方案。这些轨通常对排序、电压准确度、过流和过压限制、裕度调节以及监察有严格的要求。

电源管理的复杂性越来越高。具有超过30个轨的电路板并非不常见。这类电路板上组件排列已经相当密集，因此

所增加的数字电源系统管理电路必须占用最少的电路板空间和外部引脚。该系统必须非常容易由用户或系统主处理器进行修改。LTC3880可与凌力尔特其他PMBus监察器、伴随IC以及凌力尔特稳压器无缝配合，以实现复杂电路板的最佳控制。这些系统在初始配置完成后自主工作，或与主处理器通信，以获取命令、实现控制并报告遥测数据。

凌力尔特PMBus控制器(如LTC3880)以及伴随IC(如LTC2978)使得为任何数量的电源设定加电和断电排序都非常容易。利用基于时间的算法，用户能以任何顺序和简单的可编程延迟动态地对轨的接通和断开排序。利用单线SHARE_CLK总线以及一个或多个双向通用IO(/GPIO)引脚，也可以跨多个芯片排序。这极大地简化了系统设计，因为多个轨能以任何顺序排序。还可以在以后增加额外的PMBus芯片，而不必担心系统限制，例如连接器引脚数量有限等。PMBus支持多个地址，从而在同一条I²C总线上允许连接超过100个独特的器件。

轨接通的排序可以由响应各种条件而触发。例如，当中间总线电压超过所设定的门限(V_{IN(ON)})时，LTC3880和LTC2978可以自动排序。或者，轨接通排序可以由响应RUN/CONTROL引脚的上升沿而启动。轨接通排序还可以由PMBus命令启动。

凌力尔特PMBus伴随IC的故障引脚可以共享LTC3880上的/GPIO引脚，以控制轨之间的故障响应相关性。例如，可以对系统进行配置，以使一个轨上的故障可以启动任何数量轨的停机。如果将故障响应配置为“立即断开、不进行重试”，而且发生了一个故障，那么主处理器就必须采取行动，以使这些轨重启。或者，如果故障响应被设定为“立即断开、无限重试”，而且发生了一个故障，那么断开的轨就尝试以用户可编程的延迟和

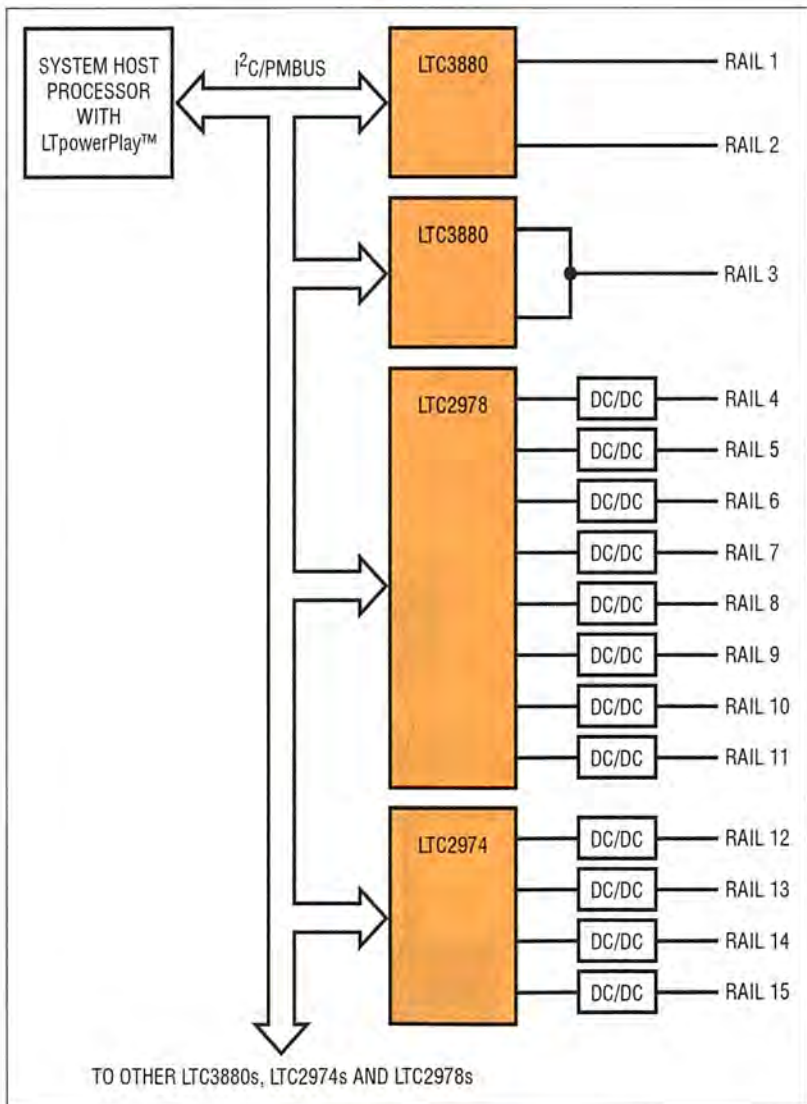


图5. 用来控制15个或更多轨的LTpowerPlay和PMBus。

打嗝模式自主加电。故障响应还可以设定为“忽略不计”，在这种情况下响应故障时，/ALERT引脚被拉低，以提醒主处理器出现了问题，但是电源继续给负载供电。/GPIO引脚还可以配置为电源良好状态引脚，或配置为快速UV比较器输出，以实现基于事件的排序。

LTpowerPlay开发系统

基于PC的LTpowerPlay软件开发系统全面支持LTC3880的控制功能，这允许设计师实时修改所有凌力尔特PMBus产品的配置值，而无需手动给电路板更换连接线。图6显示了工作中的LTpowerPlay，它控制了多个器件的多种功能，例如输出电压、保护限制和接通/断开斜坡。其中还显示了一些波形，包括多个轨的排序和遥测图。引起问题的轨用红色显示，任何受到影响的

轨都用黄色表示，以此指示故障情况。

LTpowerPlay是免费提供的，可从凌力尔特官方网站上下载。LTpowerPlay可与凌力尔特其他控制器和伴随IC配合使用，能快速和容易地配置多轨电源系统。

结论

LTC3880/LTC3880-1结合了同类最佳的模拟开关稳压器、精确的数据转换和灵活的数字接口，可实现无与伦比的高性能。多个LTC3880可以与凌力尔特其他产品一起使用，以组成优化的多轨数字电源系统。易于使用的LTpowerPlay软件开发系统支持所有凌力尔特的PMBus产品。

对模拟电源的数字控制使设计师能让系统快速进入正常工作状态，为监视、控制和调节电源电压、限制和排序提供了一条非常容易的途径。使用几条

标准PMBus命令，就可以非常容易地进行生产裕度测试。调试也得到了简化，因为可以通过该总线传递轨状态信息。

电源系统数据可以发送回OEM，以提供有关电源是否正常以及能耗的信息。如果电路板被返回，那么可以读出故障记录，以确定发生了什么故障、电路板温度和故障时间以及导致该故障的历史数据。这些数据可用于快速确定故障的根本原因，系统是否工作在规定的工作限制之外，或用来改善未来产品的设计。功耗数据可用于实时降低总体功耗。

客户需要越来越复杂的电路板，在这一需求的驱动下，数字电源成为一个快速增长的领域。LTC3880和凌力尔特其他PMBus产品一起使用，可为高性能电源提供灵活的数字控制。电路板设计师现在拥有了简化流程、快速为市场提供同类最佳性能的工具。EDN

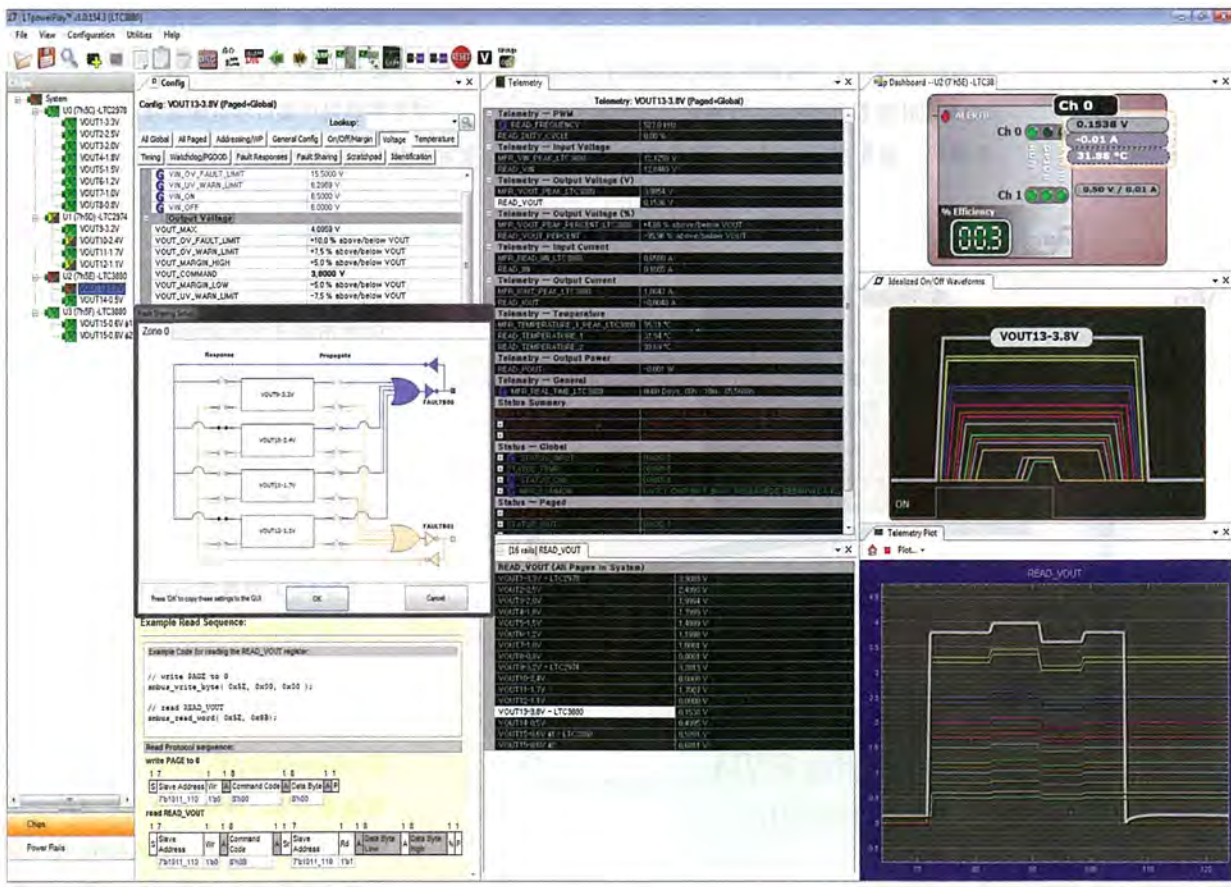


图6，复杂的多轨电源系统得到了简化。LTpowerPlay使你能随时实现全面的电源控制。