

开关电源快速设计与仿真系列讲座之四

[讲座序言]进入 21 世纪以来,利用计算机设计开关电源已成为国际上电源领域的一项新技术。基于 PC 的各种专用工具软件已成为设计各种开关电源的强大工具。利用这些软件不仅能完成开关电源的优化设计,还能对开关电源进行仿真,彻底改变了依赖于人工计算、样机制作和调试的传统设计模式。如今,设计开关电源已不再是专业工程技术人员才能完成的任务,初学者通过学习和实践也能掌握这项高新技术,自行开发具有高性价比的开关电源。本讲座共 8 讲,全面、系统地阐述了国际上最流行的开关电源计算机辅助设计软件及其应用,旨在帮助读者运用高科技手段,快速完成开关电源的设计与仿真。本期刊登的是第 4 讲。

WEBENCH 在线设计工具软件及其应用

沙占友, 王晓君, 魏书华

(河北科技大学 信息科学与工程学院, 河北 石家庄 050054)

摘 要:WEBENCH 是美国国家半导体公司(NSC)在世界上率先推出的基于互联网的在线设计稳压电源的大型免费工具软件。利用该软件能创建稳压器的原型,使设计者不经过制作样机就能解决在设计稳压电源中可能遇到的技术问题。结合设计实例,详细介绍了 WEBENCH 的在线设计、电路仿真和热仿真功能。

关键词:开关电源;设计软件;仿真技术;应用

WEBENCH On-line Design Tool Software and Its Application

SHA Zhan-you, WANG Xiao-jun, WEI Shu-hua

(Hebei University of Science & Technology, Shijiazhuang Hebei 050054, China)

Abstract: The WEBENCH is a kind of large free tool software for designing regulated power supply on-line based on Internet, which is firstly offered by National Semiconductor Corporation (NSC) in the world. Using the software, the prototype of the regulated power supply can be setup, which provides the facility of settling the probable technology problem without producing model. The on-line design, circuit simulation and hot simulation function of the WEBENCH are introduced combining with example.

Keywords: switch mode power supply; design software; simulation technology; application

中图分类号:TN86

文献标识码:A

文章编号:0219-2713(2007)12-0059-06

0 引言

美国国家半导体公司早在 1999 年就推出了 WEBENCH™(以下简称 WEBENCH),这是电子行业首个交互式网上在线设计工具软件。WEBENCH 能支持稳压电源(含开关稳压器、开关电容器和低

压差稳压器)、音频系统、放大器及有源滤波器的设计,可供选择的器件或组合方式多达上万种。2003 年,该公司创建了 <http://webench.national.com> 网站,还创办了远程学习中心“模拟技术大学”(Analog University®)。在此设计平台上,用户注册后即可免费使用 WEBENCH 进行交互式设计,挑选最合适的芯片完成样机设计,可大大缩短产品的研发周期。

收稿日期:2007-08-13

1 WEBENCH 在线设计软件的主要特点

(1)WEBENCH 在线设计工具软件集设计、仿真和测试于一体。其功能强大,设计便捷,能为用户保存设计结果,可极大地方便用户。

(2)在 WEBENCH 的背后有强大的技术支撑,它依托于 NSC 公司的超级计算机(含大型服务器和浏览器),能实时处理鼠标移动和按钮点击并采用工业标准 SPICE 来进行仿真。由于 WEBENCH 依赖一个高速、大功率的服务器,因此,用户不需要下载任何软件到自己的计算机上。该服务器上的软件是实时更新的,用户可随时获得最新信息。

(3)要使用 WEBENCH 在线设计工具软件,需首先登陆 <http://webench.national.com> 网站进行注册。该网站会要求输入一个电子邮箱地址作为帐号,并发出一封确认信,告知用户的身份识别号(ID号)。仅当用户输入自己的 ID 号之后,方可使用 WEBENCH。网站会给每个正式用户分配一个“My Webench”的磁盘空间,用于存储个人的设计及仿真信息,以便随时调用或查询。若没有 ID 号,就只能使用 WEBENCH 的演示版(Demo),且不能进行在线仿真。用户为了观察仿真电路和仿真波形,需要安装 Macromedia Flash 软件。

(4)可供 WEBENCH 选择的典型器件包括开关稳压器、低压差稳压器(LDO)、准低压差线性稳压器(QLDO)和开关电容电压变换器(亦称充电泵式电压变换器)。

(5)该软件能创建开关稳压器的设计原型,帮助设计者在制作样机之前就解决在安装、调试开关电源时可能遇到的许多问题,它还具有强大的仿真功能,包括电仿真(即电路仿真)和热仿真(可为设计散热器、优化印制板的布局提供依据)。WEBENCH 采用标准的集成电路仿真 SPICE 模型,确保可以更快、更容易地完成设计配置。

(6)使用 WebTHERM 的热仿真工具,能模拟印制板(PCB)的热效应。设置工作环境条件,如底部和顶部的环境温度、印制板规格、空气流动方向及流速,解决用户设计时面临的散热问题。WebTHERM 能绘制出 PCB 的彩色“温度云图”,便于掌握印制板上任何潜在的发热区。

2 WEBENCH 在线设计软件的设计步骤

使用 WEBENCH 工具软件,仅需按照以下 4 个步骤即可完成全部设计工作。

1 Choose a Part (步骤 1): 选择一个器件。根据稳压电源的规格(包括输入及输出电压范围、输出电流等设计指标),选择一种合适的稳压器型号。

2 Create a Design (步骤 2): 创建一个设计,包括选择外围元器件和参数值。

3 Analyze a Design (步骤 3): 分析设计,利用 WEBENCH 进行电路仿真和热仿真,对其性能作出评估。被评估的性能指标包括频率响应(交叉频率和相位裕度)、峰值电流和电压、热性能(电源效率、芯片结温和所有元器件的温度)。尽管这是基于模型的计算,但其测试结果能与实际数据相吻合。电路仿真可显示电路图,用户可更换元器件并对稳压器电路上进行测试,包括波德图(仅对固定频率的稳压器而言)、启动阶段、稳态、输入瞬态变化、输出瞬态变化的测试。但每次测试时,输入电压和负载电流都可能发生变化,默认值也可能与用户系统不匹配。用户要预先估计应得到的结果。如仿真结果与之不符,就要找出原因来。

4 Build It! (步骤 4): 完成(亦称构建)设计。根据设计得到的电路图和印制板图,订购组件、套件或评估板,以便将最终设计应用到实际中。

WEBENCH 的设计流程如图 1 所示。

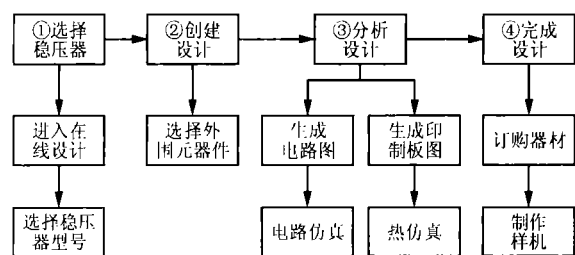


图 1 WEBENCH 的设计流程图

3 WEBENCH 在线设计开关稳压器的应用实例

下面介绍利用 WEBENCH 在线设计单路输出

式开关稳压器的应用实例。

(1) 首先登陆 <http://webench.national.com> 网站,进入 WEBENCH 的电源规格面板,然后输入用户自己的 ID 号。设置输入电压最小值为 9.0V,最大值为 15.0V,环境温度为 30℃,稳压器输出为 5.0V、5.0A。设置好的电源规格面板如图 2 所示。根据需要还可设计多路输出式开关稳压器,最多可输出 3 路。

Figure 2 shows the WEBENCH power supply design requirements panel. It includes sections for 'Basic Selections' and 'Choose Additional features (Optional)'. The 'Basic Selections' section has input fields for Vin Min (9.0 V), Vin Max (15.0 V), Operating ambient temperature (30 °C), and Output 1 (5.0 V, 5.0 A). The 'Choose Additional features (Optional)' section has radio buttons for On/Off Pin, Error Flag, and Sync Pin, all set to 'No'. At the bottom, there is a 'Coupon Id' field and a 'Show Recommended Power Management ICs' button.

图 2 设置好的电源规格面板

(2) 单击屏幕下边的“Show Recommended Power Management ICs”按钮,显示出推荐的电源管理芯片,首选为 LM3585 型降压式开关稳压器。由于 WEBENCH 只能对 LM3585 进行电路仿真()而对 LM2679-5.0 能做电路仿真和热仿真(),因此从推荐的其他电源管理芯片表格改选 LM2679-5.0 (软件在设计过程中表示为 LM2679)。选择好的设计规格面板如图 3 所示。

(3) 单击“Start Your Design”按钮,进入创建设计面板。再单击电路仿真按钮 ,弹出 LM2679 的电路图面板,如图 4 所示。

(4) 仿真类型选择若选择 Steady State 并开始新的仿真,即可得到稳态时的 V_{in} 和 V_{out} 仿真波形如图 5 所示。

(5) 返回创建设计面板,单击热仿真按钮 的名称,进入热仿真选择面板。在“WebTHERM™ Simulations:”栏目下面单击仿真文件名“Simulation for Design 40”,即可获得不加散热风扇时的

热仿真结果,如图 6 所示。该温度云图所对应的温度变化范围是 42~103℃。从软件生成的工作温度表(Operating Operating)上不难看出,LM2576 的温度最高(103℃),其次为输出整流二极管 D_1 (温度达到 99℃)。显然,设计的 LM2576 温度过高,容易使芯片过热保护。

降低温度的方法有两种,一种是加散热风扇强迫风冷。若使用速率为 200LFM 的风扇,则加散热风扇后的热仿真结果如图 7 所示,印制板上温度变化范围减小到 35~88℃。另一种方法是给 LM2576 加合适的散热器,后者最简单,也最为经济。

(6) 单击“4 Build It!”按钮,完成设计。

(7) 单击“Test It!”按钮,可进入测试面板。该面板给出了 NSC 公司的测试硬件(基于 PXI 总线的测量设备 Measurement Equipment.)和软件(如 Learn about LabView 软件),可帮助用户完成开关稳压器的测试工作。

4 WebSIM 软件简介

对于未列入 WEBENCH 的部分器件,用户可使用 WebSIM 软件完成电路仿真,WebSIM 是美国 MICROSIM 公司和 NSC 公司合作开发的一种在线设计软件。举例说明,WEBENCH 软件不能设计 LM2587-3.3,只能采用 WebSIM 软件完成设计。此时可单击第 3 步“Analyze a Design”按钮,直接调用 WebSIM 软件,弹出的 WebSIM 面板。再单击“Simulate this design using WebSIM”,所生成的电路如图 8 所示。利用此图可完成电路仿真。电路图上的探针可检测波形、更换元器件值及浏览仿真的历史记录。电路仿真对话框的左边有 3 个复选框。Setup Analysis(设置解析)复选框有 5 种仿真类型可供选择:环路增益测量(Loop Gain Measurement,即显示伯德图);线路瞬态响应(Line Transient Response,即输入瞬态响应);负载瞬态响应(Load Transient Response);启动(Startup);稳态(Steady State)。此外还有启动频率复选框(Start Frequency)以及停止频率复选框(Stop Frequency)。

设置完毕,单击右边仿真控制(Simulator Control)标题下面的“→GO”按钮,即开始仿真。与

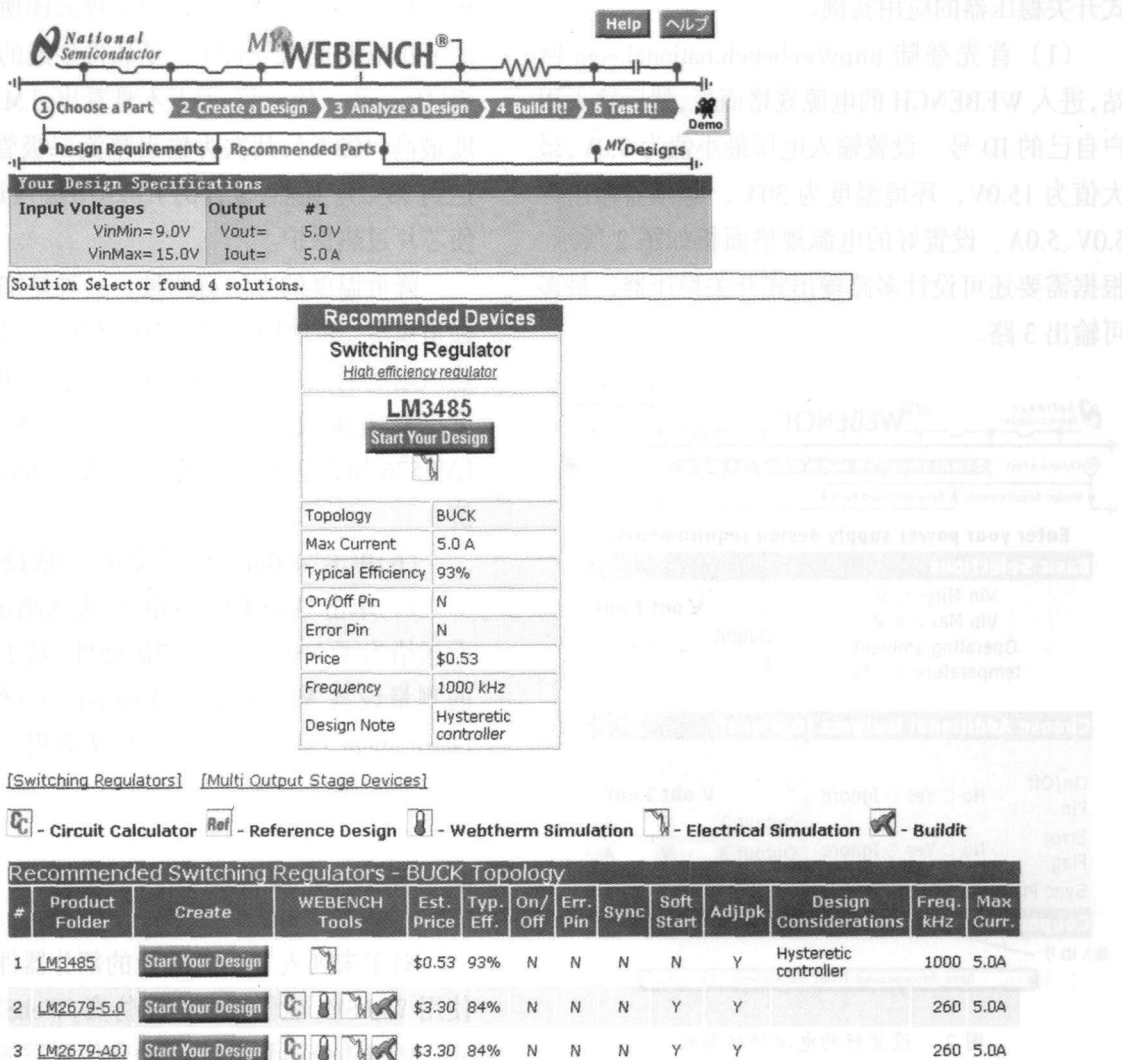


图 3 选择好的电源管理芯片面板

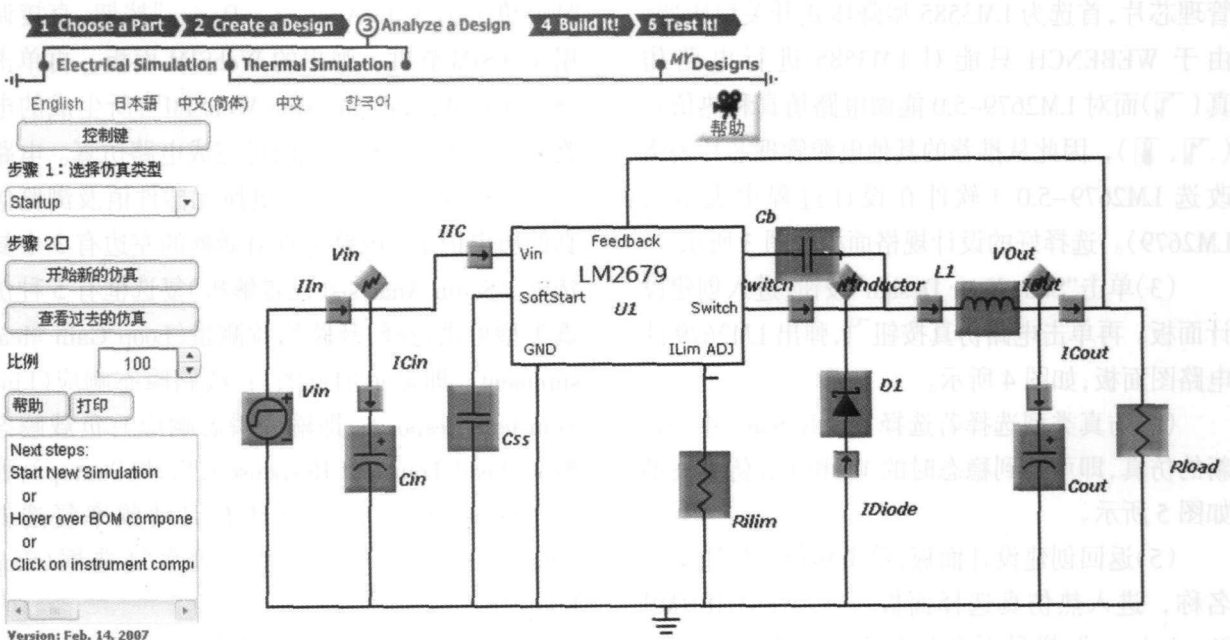


图 4 LM2679 的电路图面板

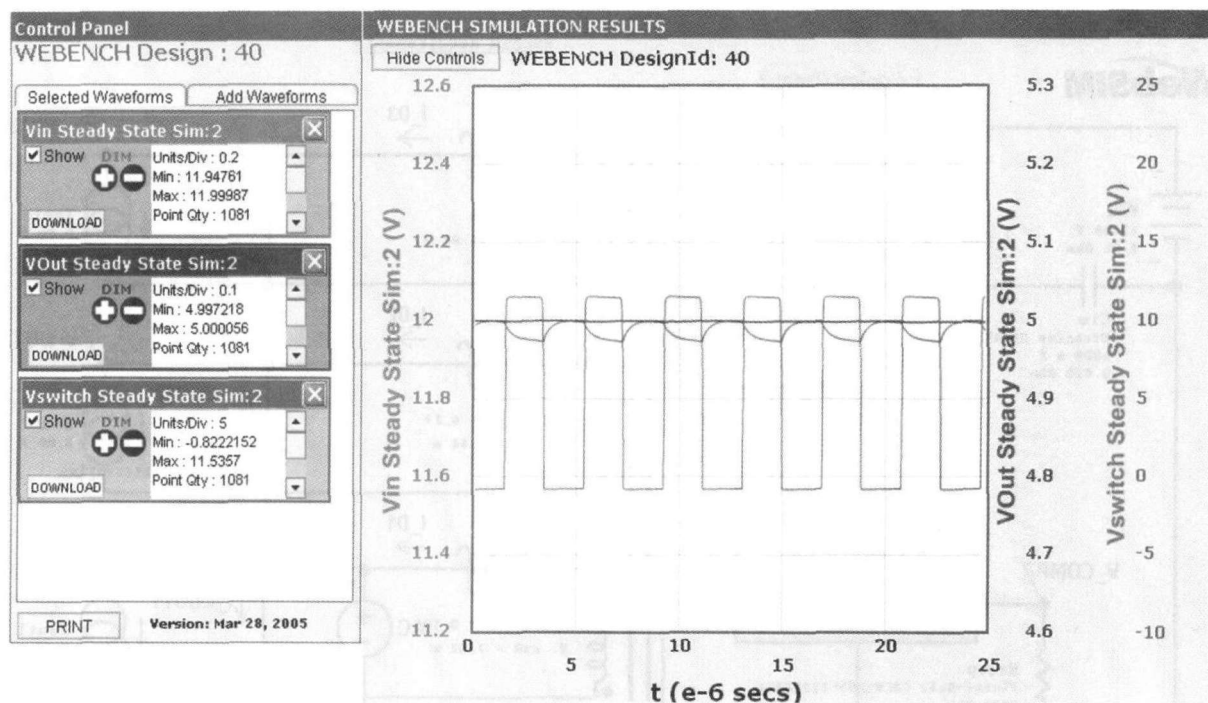
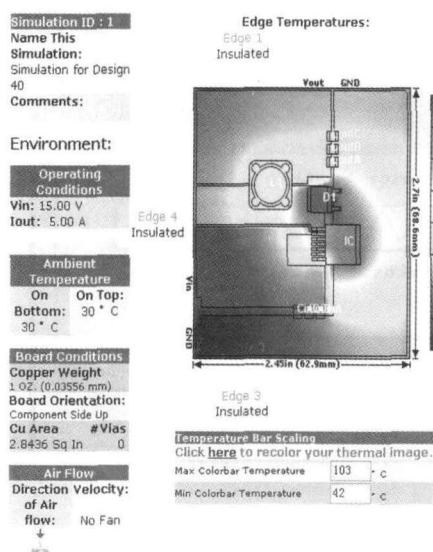
图5 稳态时的 V_{in} 和 V_{out} 仿真波形

图6 不加散热风扇时的热仿真结果

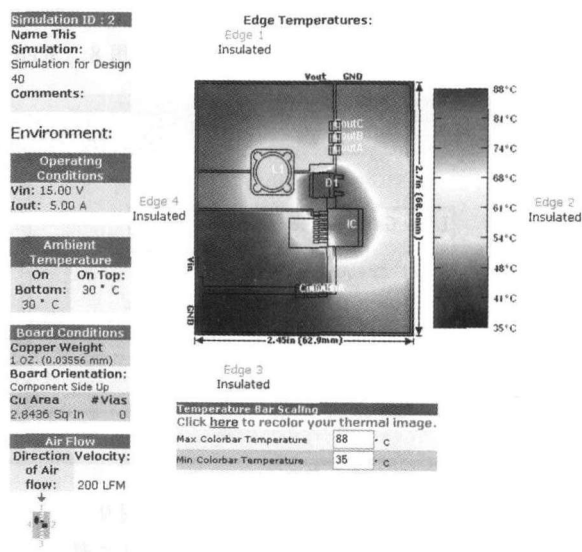


图7 加散热风扇后的热仿真结果

此同时,在右边复选框中就显示不断衰减的振荡波形的动画(参见图9)。一旦振荡波形消逝,就表示仿真结束。此时只需将鼠标移到探针所指位置,即可获得该点的电压波形。用户还可随时改变电路中的元器件参数,以达到最佳性能指标。

参考文献

- [1] 沙占友. 单片开关电源计算机辅助设计软件与应用(含设计软件光盘)[M]. 机械工业出版社, 2007.

- [2] NSC公司. Power Supply Design Using WEBENCH[Z]. 2003.
- [3] 沙占友. KDP Expert 专家系统的设计与使用指南(利用计算机设计单片开关电源讲座之四)[J]. 电源技术应用, 2002, (1/2).

作者简介

沙占友(1944-),男,石家庄,河北科技大学(享受国务院政府特殊津贴),主要研究方向为数字化测量技术、智能仪器及特种电源。

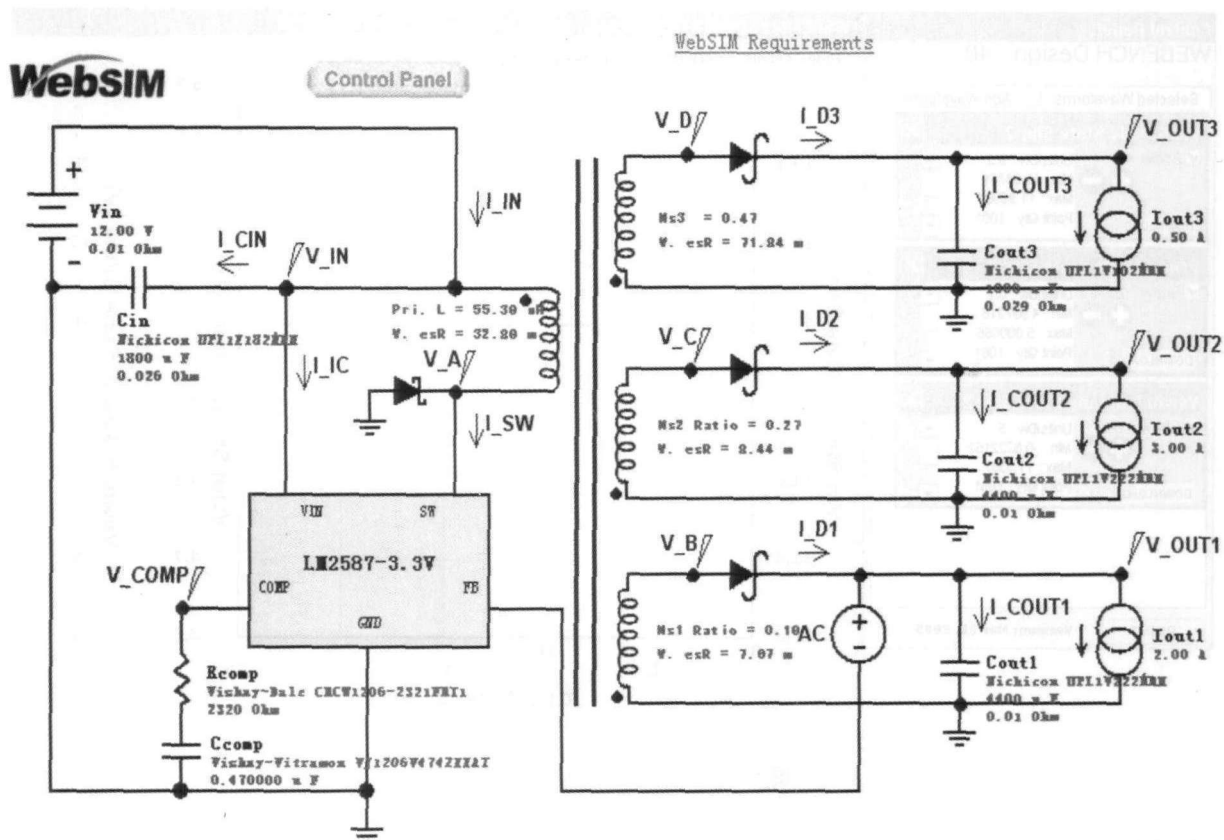


图 8 WebSIM 所生成的电路图

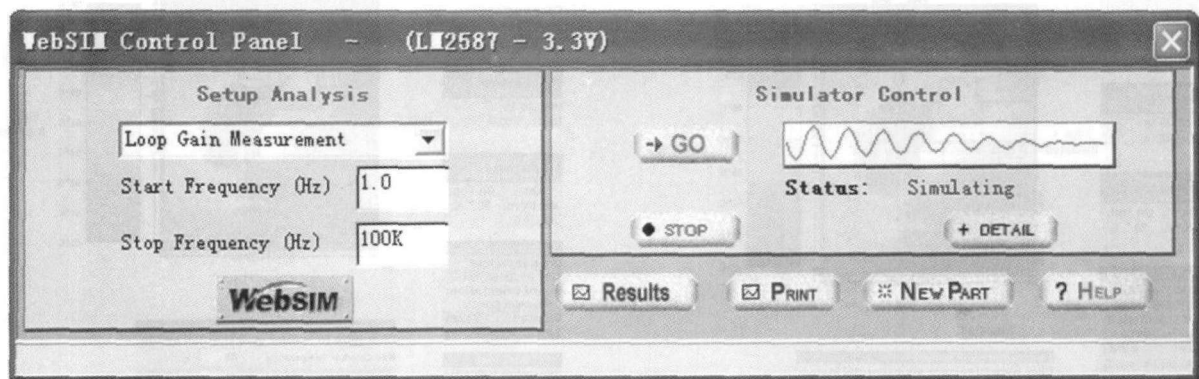


图9 WebSIM 的电路仿真对话框

魏书华(1970-),河北科技大学校园规划与建设处工
程师,硕士。

安森美高效电源管理技术助力节能环保

“环保节能型”设计的需求在给半导体产业带来巨大机遇的同时,也带来了重大挑战。在满足政府及相关组织提出的节能环保标准和规范的同时,半导体企业还必须考虑消费者的特定需求。作为业内领先的电源半导体解决方案供应商,安森美半导体拥有专业的设计队伍及高效的供应链流程,一直致力于研发并提供高效的符合环保要求的电源管理方案,在成功应对电源管理市场挑战的同时,为实现环保和节能提供卓越的解决方案。