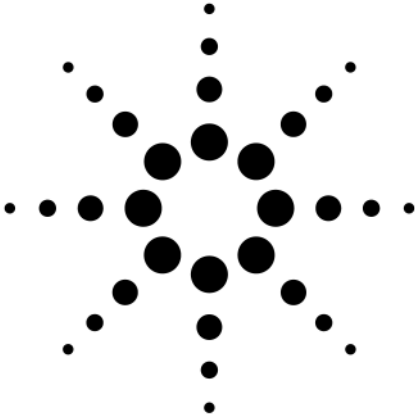


理解线性电源的工作



应用指南 1554

目录

线性电源工作综述 /2

输出特性 /3

扩展电压和电流范围 /5

远地编程 /6

这篇应用指南讲述线性电源的工作。并有大量帮助您更好了解与理想电源相比的线性电源输出特性信息。



Agilent Technologies

线性电源工作综述

电源的基本设计模型包括与整流器和负载器件串联的控制元件。图1是串联调整电源的简化电路图，它带有作为电源开关的相位控制预调整器和作为可变电阻器的串联元件。该相位控制预调整器通过保持串联元件上稳定的低压降而把功耗减到最小。图1所示电源的可变电阻串联元件实际由工作在线性模式(A类)的一个或多个功率晶体管构成；采用这种类型调整器的电源通常称为线性电源。线性电源有许多优点。由于它提供具有稳定调整和低噪声的充足功率，因此是作为工作台用电源的最简单和最有效的解决方案。

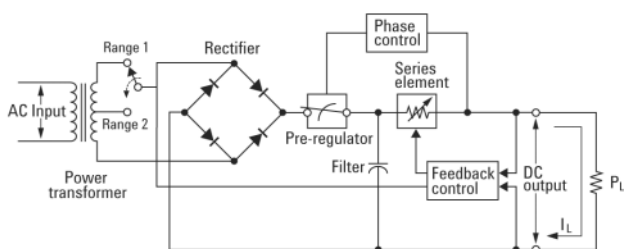


图1. 串联电源简化电路图

图1所示电源有两个量程，允许在低电流时有较高的电压，或在低电压时有较高的电流。单量程电源的最大输出功率仅在满度电压和满度电流时。而该线性电源所能提供的最大输出功率为两个量程的满度。电源中的预调整器使用电源变压器次级线包上的固态变压器抽头开关。这种技术对降低串行元件功耗是非常有效的。

在性能方面，线性调整电源有非常精密的调整特性，能快速响应电网和负载的变化。因此它的电源调整率、负载调整率和瞬态恢复时间等指标都优于使用其它调整技术的电源。线性电路电路简单，具有低纹波和噪声、容许环境温度变化和高可靠等众多优点。

线性调整器受由数字电路驱动的DAC控制，DAC提供正比于编程电压的电压值。该电源向控制电路发送一个电压，它代表电源输出端处的电压。控制电路接收来自前面板的信息，并把该信息送到显示器。同样，控制电路还通过 GPIB、RS-232、USB 或 LAN 接口向远地设备“讲”电源的输入和输出。远地接口是接地的，控制电路与电源间采用光隔离。

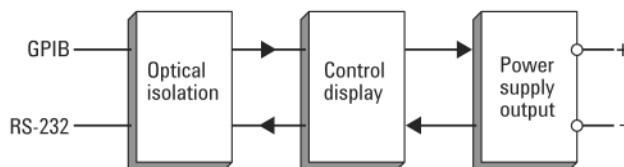


图2. 显示光隔离的电源框图

输出特性

理想恒压电源在所有频率时的输出阻抗均为零。如图3所示，无论负载造成输出电流何种变化，电压都始终保持为常数。

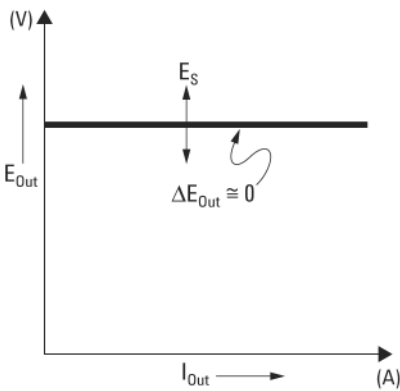


图3. 理想恒压电源

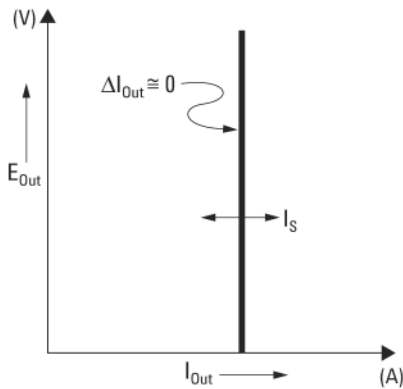


图4. 理想恒流电源

理想恒流电源在所有频率时的输出阻抗均为无穷大。如图4所示，理想恒流电源通过改变输出电压适应负载电阻的改变，其量值正好保持输出电流恒定。

该电源的输出可工作于恒压(CV)模式或恒流(CC)模式。在某种特定故障条件下，电源会不能工作于CV或CC模式而处于非调整状态。

图5示出该电源输出的工作模式。电源的工作点在线 $R_L = R_C$ 的上面或下面。这条线代表输出电压和输出电流等于电压和电流设置的负载。当负载 R_L 高于 R_C 时，由于电流低于电流设置值，输出电压为主导。此时电源处于恒压模式。点1处的负载有相对高的电阻值(与 R_C 相比)，输出电压即为电压设置，而输出电流小于电流设置。在这种情况下，电源为恒压模式，电流设置作为电流极限。

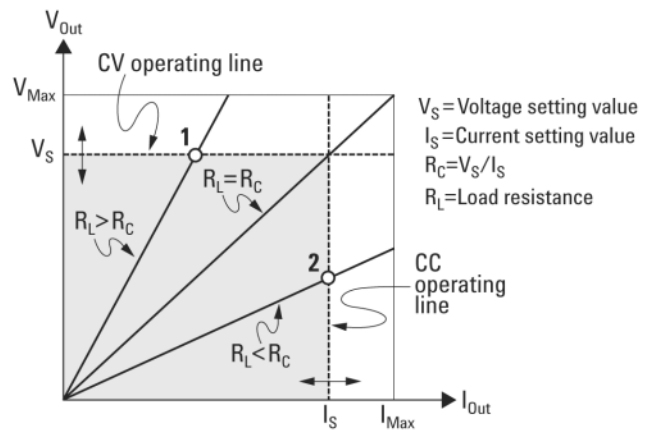


图5. 输出特性

当负载 R_L 低于 R_C 时,由于电压低于电压设置值,输出电流为主导。此时电源处于恒流模式。点2处的负载有相对低的电阻值,输出电压低于电压设置,而输出电流即为电流设置。此时电源为恒流模式,电压设置作为电压极限。

非调整状态

如果电源进入既非 CV 也非 CC 的工作模式,它就处于非调整状态。此种模式的输出是不可预期的。非调整模式可能是电源电压低于规范值的结果。非调整条件可在瞬间出现。例如当用大的电压跳变编程输出时,输出电容器或大的电容性负载将充电到高于电流极限设置。在输出电压上升期间,电源即处于非调整模式。如果在输出短路时,从 CV 到 CC 的转换期间也可能短时产生非调整状态。

不需要的信号

理想电源有完美的 DC 输出,没有跨输出端子或从端子到大地的信号。但实际电源输出端子上会有有限的噪声,以及通过任一端子至大地阻抗的有限电流。前者称为差模(或串模)电压噪声,后者称为共模电流噪声。图 6 示出共模和串模噪声源简图。

串模电压噪声由与电网频率相关的纹波及某些随机噪声叠加构成。在优质台式电源中,这两者都很小。仔细配线和让电源远离大功率设备及其它噪声源能够保持低的串模电压噪声。

对于以大地为参考的极灵敏电路,共模噪声可能会成为问题。当电路以大地为参考时,与电网相关的低电平电流就将从输出端子流入大地。任何对地阻抗都会产生等于该电流乘以阻抗值的压降。为最小化这一效应,可把输出端在输出端子处接地。此外,任何对地阻抗都应有互补的对地阻抗值,从而使产生的电压相互抵消。如果电路不以大地为参考,那么共模电源噪声通常就不会成为问题。

输出会随阻抗改变而改变。当负载加大时,输出电流将因输出阻抗(R)而在电压输出上造成一个小的压降。任何连接线的电阻都会增加这一阻值,从而增加该压降。您可用尽可能粗的连接线减小这一压降。在负载处使用远地感应线也能补偿负载线中的引线阻抗。

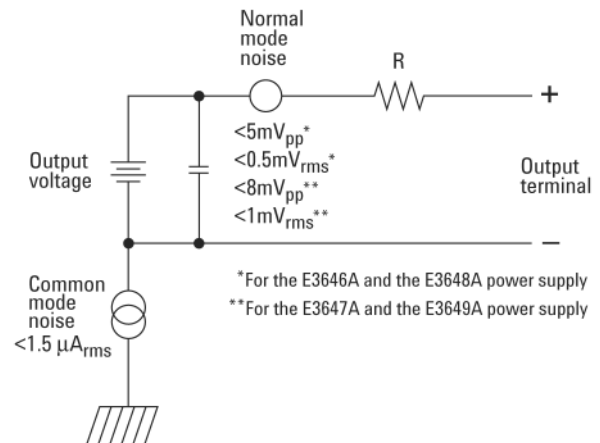


图 6. 共模和串模噪声源简图

当负载迅速改变,如继电器触点闭合时,连接线和电源输出中的电感将使负载上出现尖峰。该尖峰是负载电流变化率的函数。如预期负载会有非常快的变化时,可把电容器与一个低值电阻串联,然后再并联到电源上,在继电器闭合到负载时就能把这些电压尖峰减到最小。

扩展电压和电流范围

如果电网电压等于或高于其标称值时,电源可提供高于额定最大输出的电压和电流。通常可超过额定输出的3%而不会损坏电源,但性能也许达不到规定指标。当电网电压处于上限值时,电源有可能在规定指标范围内工作。如果仅是电压或电流超过,电源一般仍可满足指标要求。

串联

如果您需要高于单台电源所能提供的电压,可把输出隔离的两台或多台电源串联使用。把两台串联的电源加到一个负载上,或把每台电源加到单独的负载上。高质量台式电源的输出端间接有极性反转二极管,因此当电源串联工作时,就不会因负载短路或串联电源单独开机而损坏。

在电源串联使用时,输出电压是各单台电源电压之和。电流是任一电源的电流。您必须调整每一台电源,以得到要求的总电压。

并联

如果您的电源有自动CC/CV交叠工作能力,就能把两台或多台电源并联,以得到大于单台电源的总输出电流。总输出电流是各电源输出电流之和。您可分别设置各电源的输出。应把一台电源的输出电压控制设置到要求的输出电压;其它电源则设置到稍高的输出电压。具有较高输出电压设置的电源提供恒流输出,直到其输出电压降到等于其它电源的输出,其它电源则保持恒压工作,只提供额定输出电流的一小部分,使总电流达到负载要求。

远地编程

远地编程恒压调整电源将迅速改变输出电压。影响输出电压改变速度的最重要因素是输出电容和负载电阻。

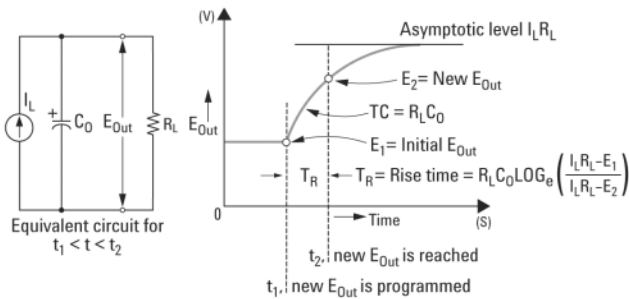


图7. 响应速度——上编程(满负载)

您在图7中可看到上编程电源时的等效电路和输出电压波形特性。当编程新输出时，电源调整电路检测到输出低于要求值，开启串联调整器至它的最大值 I_L ，即电流极限或恒流设置。

该恒定电流 I_L 对输出电容 C_0 和并联负载电阻 R_L 充电。输出按时间常数 $R_L C_L$ 指数上升到电压电平 $I_L R_L$ ，其值高于新的编程输出电压。

当指数上升达到新的编程电压电平时，恒压放大器恢复常规调整动作和保持输出恒定。因此上升时间可使用图7中的近似公式确定。

如果电源输出端上未接负载电阻器，那么在上编程时输出电压将以 C_0/I_L 的速率线性上升，所可能的最短上编程时间为 $T_R = C_0 (E_2 - E_1) / I_L$ 。

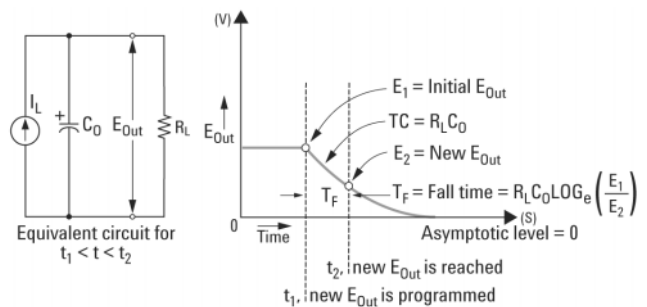


图8. 响应速度——下编程

图8示出电源下编程时的情况，调整器检测到输出电压高于要求值，完全关断串联晶体管。由于控制电路不能让串联调整器晶体管反向导通，因此输出电容只能通过负载电阻和内部电流源(I_S)放电、

在无负载时，输出电压以 I_S/C_0 的斜率跌落，在到达要求的新输出电压时停止下跌。如果连接的是满载，输出电压将较快地指数下降。

由于上编程速度得到串联调整器晶体管的帮助，而下编程的输出电容放电通常得不到有源器件的帮助，因此台式电源的上编程一般要比下编程快得多。

术语表

自动量程 - 当电源调整器使用可变电压源时，电源的电压源越低，就能输出越高的电流。为提供最大电流，电源用最低的内部电压源满足输出电压要求。自动量程电源能比单量程或双量程电源覆盖更多的电流组合。

共模噪声 - 流过接地环路的噪声。

恒流模式 - CV/CC 电源不能把输出设置为恒流。而要把电流极限设置为低于负载拖拽的值。一旦电源从调整输出电压切换到限制电流时，它就处于恒流模式。

恒压模式 - 负载变化时电源将输出编程电压，除非输出电流上升到超过编程电流设置。

下编程 - 把电源输出电压设置到较小值。电源被强制吸收电流。

双量程 - 输出电压从两个内部电压源产生。较低的电压源可产生较高的电流。双量程电源能比单量程电源覆盖更多的电压电流组合。

理想恒流电源 - 具有无穷大输出阻抗的源；电源在任何负载时都输出编程电流。

理想恒压电源 - 具有零输出阻抗的源；电源在任何负载时都输出编程电压。

线性电源 - 为调整输出，用一个或多个大功率晶体管把输出电压降到正确值。这些功率晶体管工作于线性(A类)模式。

串模噪声 - 以相同方向流过电源的噪声。

输出电压 - 在输出端测量到的电压。在使用远地感应时，通过补偿引线压降，将在编程电压上增加输出电压。

OVP - 过压保护，用以钳制输出电压和保护负载的独立电路。

编程电压 - 通过前面板、远地接口或模拟编程端的电压设置。

纹波和噪声 - 电源输出的交流成分；两者都用有效值和峰值规定。

稳定时间 - 输出达到编程电压所需要的时间。

单量程 - 输出可用最大电压和最大电流表征。单量程电源可输出该极限内的任何电压_电流组合。

响应速度 - 从一个电压改变到新编程电压的时间。

瞬态响应 - 因负载改变输出电压恢复到原值所需要的时间。

未调整状态 - 如果电压的工作既非CV，也非CC模式，它就处于未调整状态。此时的输出是不可预计的。

相关安捷伦资料

出版物标题	出版物类型	出版物号	网址
E3631A, E3632A, E3633A 和 E3634A 台式电源	技术资料	5968-9726EN	http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5968-9726EN.pdf
E3640A - E3649A 直流电源	技术资料	5968-7355EN	http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5968-7355EN.pdf
E3610A - E3630A 手动电源	技术资料	5968-9727EN	http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5968-9727EN.pdf

www.agilent.com

安捷伦测试和测量技术支持、服务和协助

Agilent 公司的宗旨是使您获得最大效益，而同时将您的风险和问题减少到最低限度。我们将努力确保您获得的测试和测量能力物有所值，并得到所需要的支持。我们广泛的支持和服务能帮助您选择正确的 Agilent 产品，并在应用中获得成功。我们所销售的每一类仪器和系统都提供全球保修服务。对于停产的产品，在 5 年内均可享受技术服务。“我们的承诺”和“用户至上”这两个理念高度概括了 Agilent 公司的整个技术支持策略。

我们的承诺

我们的承诺意味着 Agilent 测试和测量设备将符合其广告宣传的性能和功能。在您选择新设备时，我们将向您提供产品信息，包括切合实际的性能指标和经验丰富的测试工程师的实用建议。在您使用 Agilent 设备时，我们可以验证设备的正常工作，帮助产品投入生产，以及按要求对一些特别的功能免费提供基本的测量协助。此外，还提供一些自助软件。

用户至上

用户至上意味着 Agilent 公司将提供大量附加的专门测试和测量服务。您可以根据自己的独特技术和商务需要来获得这些服务。通过与我们联系取得有关校准、有偿升级、超过保修期的维修、现场讲解和培训、设计和系统组建、工程计划管理和其它专业服务，使用户能有效地解决问题并取得竞争优势。经验丰富的 Agilent 工程技术人员能帮助您最大限度地提高生产率，使您在 Agilent 仪器和系统上的投资有最佳回报，并在产品寿命期内得到可靠的测量精度。

Agilent Open

Agilent Open 简化连接和编程测试系统的过程，以帮助工程师设计、验证和制造电子产品。Agilent 的众多系统就绪仪器，开放工业软件，PC 标准 I/O 和全球支持，将加速测试系统的开发。要了解更详细的情况，请访问：www.agilent.com/find/openconnect。

欢迎订阅免费的



安捷伦电子期刊

www.agilent.com/find/emailupdates

得到您所选择的产品和应用的最新信息。

Agilent Direct

www.agilent.com/find/agilentdirect

高置信地快速选择和使用您的测试设备解决方案

有关安捷伦开放实验室暨测量方案中心和安捷伦测试与测量技术认证，请访问：www.agilent.com.cn/find/openlad。

请通过 Internet、电话、传真得到测试和测量帮助。

在线帮助：www.agilent.com/find/assist

热线电话：800-810-0189

热线传真：800-820-2816

安捷伦科技有限公司总部

地址：北京市朝阳区建国路乙 118 号

招商局中心 4 号楼京汇大厦 16 层

电话：800-810-0189

(010) 65647888

传真：(010) 65647666

邮编：100022

上海分公司

地址：上海市西藏中路 268 号

来福士广场办公楼 7 层

电话：(021) 23017688

传真：(021) 63403229

邮编：200001

广州分公司

地址：广州市天河北路 233 号

中信广场 66 层 07-08 室

电话：(020) 86685500

传真：(020) 86695074

邮编：510613

成都分公司

地址：成都市下南大街 2 号

天府绿洲大厦 0908-0912 室

电话：(028) 86165500

传真：(028) 86165501

邮编：610012

深圳分公司

地址：深圳市高新区南区

黎明网络大厦 3 楼东区

电话：(0755) 82465500

传真：(0755) 82460880

邮编：518057

西安办事处

地址：西安市高新区科技路 33 号

高新国际商务中心

数码大厦 23 层 01-02 号

电话：(029) 88337030

传真：(029) 88337039

邮编：710075

安捷伦科技香港有限公司

地址：香港太古城英皇道 1111 号

太古城中心 1 座 24 楼

电话：(852) 31977777

传真：(852) 25069256

香港热线：800-938-693

香港传真：(852) 25069233

Email: tm_asia@agilent.com

本文中的产品指标和说明可不经通知而更改

©Agilent Technologies, Inc. 2006

出版号：5989-2291CHCN

2006 年 7 月 印于北京



Agilent Technologies