

基于线性电源的高压放大器

钟清华, 黄伟强, 李子升

(华南师范大学 物理与电信工程学院 广东 广州 510631)

摘要: 介绍基于线性电源的高压放大器的实现, 它具有宽范围的电压输出、波形质量好的特点, 降低了对器件耐压的要求, 可用于实现压电陶瓷驱动器、高电压扫描电源以及高压功率源等应用。

关键词: 高压放大器; 线性电源; 扫描电源; 功率源

中图分类号: TM 832; TN 86

文献标识码: B

文章编号: 1004-373X (2004) 15-006-02

A High Voltage Amplifier Based on Linear Power Supply

ZHONG Qinghua, HUANG Weiqiang, LI Zisheng

(School of Physics & Telecommunication, South China Normal University, Guangzhou, 510631, China)

Abstract This paper describes the design of a high voltage amplifier based on linear power supply. It has the characteristics of high voltage output and high quality waveform. It can be used in the application of driving PZT, high voltage scanning power supply and high voltage power source, etc.

Keywords high voltage amplifier; linear power supply; scanning power supply; power source

1 引言

高压放大器广泛应用于扫描隧道显微镜、扫描探针显微镜、磁阻效应测试仪等各种自动测量仪表, 也可以用于核磁共振、等离子体探针测试等许多实验中。高压放大器通常采用高耐压器件构成的功率放大器来实现, 也可采用高压运算放大器电路实现。但高压输出要求器件具有很高的耐压性能, 放大器的制作成本较高。

串联型直流稳压电源实质上是高质量的大功率直流线性放大器, 其输出电压幅度由基准电压和取样电路的分压比来决定。如果线性地改变基准电压的大小, 则可线性地改变输出电压。传统的直流稳压电路采用了电压串联负反馈的接法, 其输出电压 $V = (1 + R_f/R_i)V_{ref}$, 通过控制参考电压 V_{ref} 可以实现输出电压的数字控制。本文采用改进的线性电源实现高压放大器, 它具有宽范围的电压输出、波形质量好等特点, 降低了对器件耐压的要求, 可用于实现压电陶瓷驱动器、高电压扫描电源等应用。

2 基于线性电源的高压放大器

采用如图 1 所示的高电压放大器可以克服器件的耐压要求。以调整管 Q1 的源极输出 (普通稳压电源的正输出端) 作为参考地, 输入电压的负端作为高电压放大器的输出端。运算放大器 A 采用外接正负 5V 的双电源供电, 其反相输入端通过电阻 R_3 连接电源地, 同相输入端 (为虚地) 通过电阻

连接输入控制信号 V_{in} 和放大器的输出端 V_{out} , 此时运算放大器输出端的电位很低。电路中的有源器件只有场效应管 Q1 的漏源极之间接入了高电压, 可选耐 500V 高压的功率场效应管 IRF840。运算放大器由于工作在低压状态, 采用低压的超低失调电压运算放大器 OP77, 而不需复杂的高压保护措施。为了实现放大器输出电流的控制, 采用了 Q2 和 R_2 构成的限流电路, 用以保护 Q1 的安全。

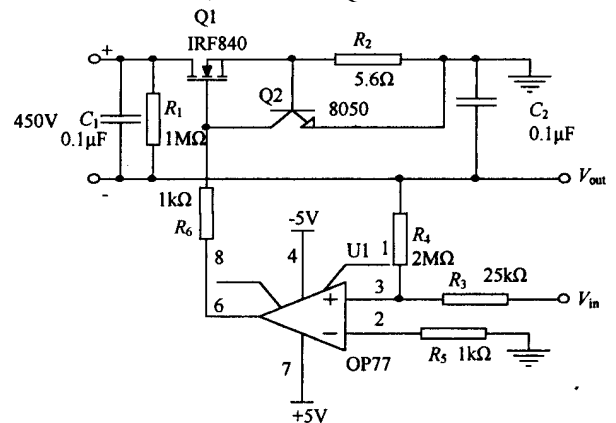


图 1 可调高压电源的原理图

图 1 的整个电路可以等效为一个引入电压并联负反馈的反相比例放大器 (组合放大器), 简化如图 2 所示。输入信号经 R_3 送至组合放大器的反相输入端 (等效), R_4 为电路的反馈电阻, 输出与输入存在下式的关系:

$$V_{out} = - (R_4/R_3) V_{in} = - 80 V_{in}$$

当输入信号为 0~5V 时, 输出信号为 0~-400V。

3 高压放大器的应用

3.1 构建宽范围数控扫描电源

为了获得双极性信号的放大, 可以将 2 个高电压放大器接成桥式接法, 输入电压采取互补的方式: 当一路的输入电压值为 V_{in} 时, 另一路的输入电压取 $5 - V_{in}$, 两路电源的输入电压和为 5 V, 电路如图 3 所示。

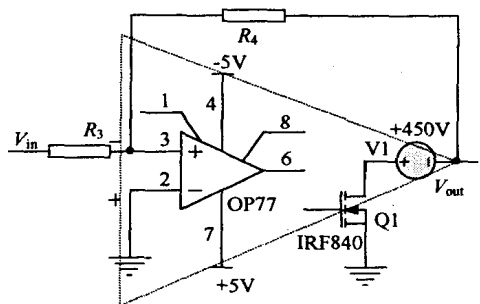


图 2 高电压放大器的等效电路

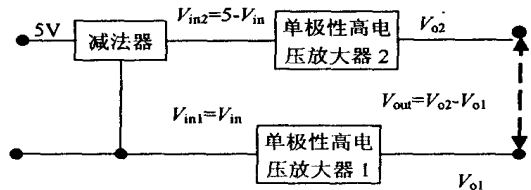


图 3 双极性高电压放大器的实现

当 D/A 输出电压为 2.5 V 时, 两路高电压放大器的输入控制电压均为 2.5 V, 此时扫描电源的输出电压, 即两路高电压放大器的输出电压差值 ($V_{O2} - V_{O1}$) 为 0; 当 D/A 输出电压为 5 V 时, 一路高电压放大器的输入控制电压为 5 V, 另一路的输入控制电压为 0 V, 扫描电源的输出电压 ($V_{O2} - V_{O1}$) 为正最大值 (400 V); 当 D/A 输出为 0 V 时, 一路高电压放大器的输入控制电压为 0 V, 另一路的输入电压为 5 V, 扫描电源的输出电压 ($V_{O2} - V_{O1}$) 为负最大值 (-400 V)。输入输出波形如图 4 所示。这样只需采用一路 D/A, 单片机向 D/A 输出有符号数就可以方便地控制两路高压可调电源实现双极性输出。

3.2 构建高压测试信号源

前述的高压放大器为单极性放大器, 对交流信号放大时, 则需进行电平变换, 电路原理如图 5 所示。先将输入的交流信号变换成两路互补的直流信号, 然后分别经高压放大器放大, 输出电压为两路高压放大器输出电压的差。

作者简介 钟清华 男, 1968 年出生, 硕士, 讲师, 主要从事测控技术、计算机应用领域的教学及科研工作。

这样, 将低压输出的信号源与高压放大器结合起来, 就可构建高压测试用的信号源。

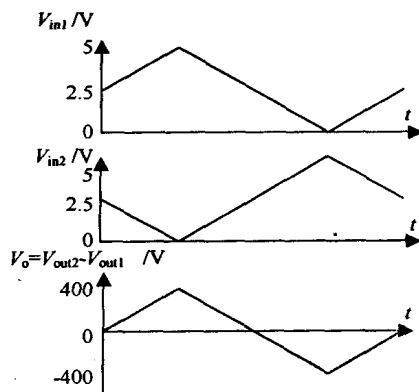


图 4 输入输出波形情况

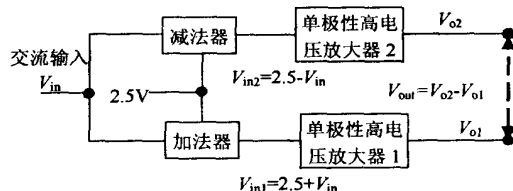


图 5 双极性高电压放大器的实现

4 结语

基于线性电源的高压放大器能够输出可达 800 V 峰值的电压。通过计算机输出控制电压, 高压放大器可以方便地实现宽范围的扫描电源, 其输出具有很高的纹波抑制能力和电压稳定性。同时, 通过将任意波形发生器与高压放大器结合起来, 可以实现很高输出幅度的调节, 可用作各种高压测试的功率源。

参考文献

- [1] Fikri M uhammad. Multichannel 1.1 kV arbitrary waveform generator for beam steering using ferroelectric device[J]. IEEE Photonics Technology Letters, Vol. 14, No. 11, November 2002.
- [2] 康士秀. 用于铁磁共振的扫场电源[J]. 物理实验, 2000, 20(10).
- [3] 康华光. 电子技术基础模拟部分(第3版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.

欢迎订阅 2005 年《现代电子技术》(半月刊)

国内邮发代号 52-126

国内定价 6.80 元/期; 163.20 元/全年

订购地址 西安市雁塔西路 158 号 双鱼花园广场 B 座 1606 室

单位 陕西电子杂志社发行部

电话 029-85393376, 85397961, 85398771

国外发行代号 M 3262

国外定价 8.00 美元/期; 192.00 美元/全年

邮编 710061