基于单片机辅助的音频功率放大器

摘要：本文以常见的甲乙类OCL互补推挽音频功率放大器作为实验骨架，增加PIC16F506单片机实现各种辅助功能。实现一个低成本的数字增益控制和智能保护放大器。也可以通过改变骨架放大器的种类，用在如大功率或者高保真等更有价值的放大器上。重点介绍了数字音量控制，智能衰减过高输入，输出中点电压自动调整，根据工作点状态开机延时，串行数码显示等。并且已经在万能板上成功将电路实现。实测电路能完成本文所规划的功能。

关键字：单片机 音频放大器 PIC16F506 数字音量

引言：

多媒体时代，晶体管音频放大器的功率越来越大，种类也越来越多。由于元器件的制造工艺不断提高，噪音和不稳定性也日益改善。于是人们不再停留在以前音响界盛誉的“简洁至上（Simple is the Best）”的阶段。纷纷使用大规模高复杂电路，以求实现良好的可控制性和补偿元器件本身缺陷带来的影响。特别是D类功放和数字功放的快速发展，更是对音响技术带来了一场科技革命。但是复杂电路和放大器种类多样性带来了很多不可避免的问题，如放大器的稳定性，各级间相互匹配，出现问题时是否会影响其他设备，开关机时器件能否协调等。必须采取措施去控制各种不利情况的发生。并且新式放大器加入了更多人性化的东西，如实时显示状态信息，支持遥控或者触摸控制等。

实验骨架：

一个标准的全对称甲乙类OCL互补推挽音频功率放大器，使用两对2SC1815,2SA1015作为对称差分输入放大级；名管2SB649,2SD669作为推动级；TIP41C,TIP42C作为输出级；使用大环路电压负反馈。相比于标准电路，此电路做了一些改动以适应单片机控制。电路在Multisim10.1中仿真表明：电源电压±20V，输入信号1kHz 100mV时，电路总谐波失真THD<0.2%。

骨架中电路可能存在的问题：

上述音频放大器能正常工作，可是仍然存在一些问题：

由于避免低频损失，输出没有使用耦合电容，而是直接接到了喇叭负载上。在开机时可能因电容器件和非线性元件尚未进入稳定状态，导致输出电压直流分量不为0。这种不稳定会导致喇叭通过大电流瞬时烧毁。(图1)

电路处于稳定增益的状态，即UO=KUI。但是由于电源电压的限制，这种理想的状态是不可能实现的，此电路中，输出电压峰值到达接近2Vcc时，将会出现削峰失真。(图2)

负载改变时，中点电压可能会改变，导致对称管中一方超载，而且由于半导体负温度系数的特性导致电路失衡后一般都不能自主回复到正常状态。而是向破坏性状态发展，直至晶体管烧毁为止。(图3)

对此，我们使用一块PIC16F506微控制器芯片和M62429电子电位器去解决上述问题。并且利用单片机独特的优势设计了一些交互功能，方便用户控制电路工作。

音频放大器电路检测和控制点：

* 电源控制点：控制电源的开关操作。
* 音量控制点：开机未准备好时静音；开机就绪后自动调整为上次存储的音量；数字控制调整音量；检测到关机动作时立即静音。
* 交流电压检测点：直接检测来自交流电源整流输出的电压，此电压在关闭交流电源时立即为0，但此时由于大容量滤波电容仍然存有电荷，功放仍然处于工作状态直至大容量滤波电容放电完毕。此时应该断开所有输出负载以免欠压导致中点漂移。
* 负载电流检测点：检测负载电流情况，判断负载是否处于过载状态。如果持续过载，则应断开负载。
* 输出中点电位检测点：开机时先检测中点电位是否为0，若不为0则需要校正才能接入负载。工作时定时检测0电位并校正。
* 喇叭继电器控制点：控制负载的接通和断开。

M64629的：

* 至参考电压点：接参考0电位，以便校正使用。
* 至中点调整端：M64629通过此端口控制中点电压。
* 至音频端子输入：接来自外部的音频输入到M64629中。
* 至功放音频输入端：外部的音频经过M64629进行音量处理后由此端口输出到音频放大器。