

用于 D 类音频功放的三角波产生电路设计

■尹洪剑/重庆电子工程职业学院应用电子学院

摘要:考虑到 D 类音频功放对振荡器频率稳定的要求,本文在参考基本充电放电振荡器的基础上,提出了一种改进型的固定频率振荡器,该振荡器能有效处理电流发生突变时所产生的尖冲,以适应 D 类功放中对三角波线性度的要求。

关键词: D 类音频功 三角波产生 振荡波形 振荡器

1 前言

D 类音频功放采用 PWM 脉宽调制,效率高,由于输入的音频信息都包含在脉宽中,经过调制后的信号要真实的反映输入信号,才能使输出不产生失真,要求振荡器产生的三角波频率稳定而且具有较高的线性度。采用双边 PWM 调制方案实现的 D 类音频功放,其优点是在任一时刻它所包含和处理的信息量都是单边 PWM 调制方案的两倍,其电路主要由前置运算放大器、三角波发生器、积分电路和输出级电路构成,并且通常采用全 H-bridge 输出,包含两个反馈环路,第一个环路用于确定运放的增益,第二个环路则用来在输入音频信号与三角波信号比较前对其进行整形。

2 三角波产生电路设计

2.1 电路原理及整体设计

在 D 类音频功放设计中,三角波频率的选择,既不能太低,也不能太高;如果太低则滤波器难以将脉冲成分和音频信号彻底分离;如果太高则开关电路损耗增大。本文采用的频率是 250kHz。

考虑到集成的实现,三角波产生电路设计原理基于传统的 CMOS 基本充电放电振荡器并改进设计的最终结果如图 1 所示。

由电容 C1 充放电来完成振荡,假设开始触发器 Q 为低电平,那么由 M3 和 M4 组成的反相器中 PMOS 管 M3 导通,电流 I₂ 经 M3 向电容充电,电容器上的电压成线性上升,当上升到 V_H 时,比较器的输出翻转,触发器触发 Q 变为高电平,同时, Q 端为低电平, NMOS 管 M4 导通,电容通过 M4 和它下面的两个

NMOS 管对地放电,放电到 V_L 时,下面的比较器翻转,电容上的电压就在 V_H 和 V_L 之间充电放电形成振荡。

由于在 D 类功放中要求振荡器产生三角波,所以设计中采用充电电流和放电电流相等,即 I₁ = I₂,那么若不考虑比较器的延时,则振荡周期为:

$$T = \frac{2(V_H - V_L) C1}{I_1}$$

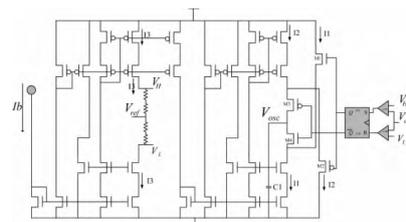


图 1 振荡器电路图

下面我们阐述设计中重点考虑影响频率的两个主要因素以及相应的处理。

2.2 振荡波形的顶端尖冲的处理

在电流发生突变的过程中,很容易在振荡波形的顶端产生尖冲,然而在 D 类功放系统中要求三角波来做调制用的载波,所以对三角波的线性度要求比较高。在本文的设计中加入了处理尖冲的电路。Q 端连接了两个 MOS 管 M1 和 M2,其中 M1 为 NMOS 管, M2 为 PMOS 管。

充电过程中, M4 关断, M1 和 M3 导通, M1 和 M4 下面串联的两个 NMOS 管形成通路, I₁ 从电源流向地; 放电时, M4 和 M2 导通, M1 关断,即充电和放电的过程中, M4 下面串联两个 NMOS 管总是有电流 I₁ 流过。同理 M3 上面连接的两个 PMOS 总是有电流 I₂ 流过。换句话说就是充电和放电过程只须将 M3 和 M4 管导通,从而使电流“连续”,即在充电和放电瞬时(只需要导通 1 个 MOS 管)让电流恒定,让电容电压变化成线性,否则,若没有这两个 MOS 管,在充电过程中,导通时,电流需要从电源流下来。

放电过程中,电流需要一直流到地,电容有个缓变放电过程,电容容易产生尖冲。本文设计的两个 MOS 管对波形起到平滑的作用。

3 电路仿真结果

图 2 是改变充电电流 0.5u 的仿真的波形的结果,三角波斜率改变时,周期不变(T₁ = T₂)。仿真结果很好地验证了前面的原理:充电电流受到干扰时,通过幅度的调节来稳定频率。

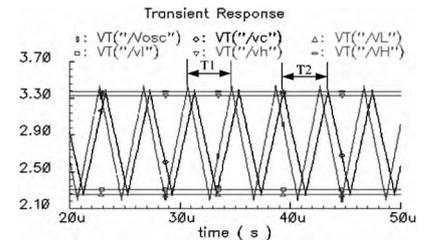


图 2 实际仿真结果

4 结语

采用 PWM 脉宽调制的 D 类音频功放具有效率高的特点,但是由于输入的音频信息都包含在脉宽中,经过调制后的信号要真实的反映输入信号,才能使输出不产生失真,因此要求振荡器产生的三角波频率稳定而且具有较高的线性度。本文基于传统的 CMOS 基本充电放电振荡器加以改进设计了适应 D 类音频功放参数要求的三角波产生电路,并针对影响频率的两个主要因素进行了电路改进消除了振荡波形的顶端尖冲;对振荡幅度和频率进行了稳定控制。

参考文献:

- [1] Paul R. Gray, Paul J. Hurst, Analysis and Design of Analog Integrated Circuits [M]. New York: John Wiley&Sons 2001 Fourth Edition.
- [2] 李桂宏, 谢世健. 集成电路设计宝典 [M]. 北京: 电子工业出版社 2006.
- [3] 毕查德·拉扎维著. 模拟 CMOS 集成电路设计 [M]. 陈贵灿, 程军, 张睿智, 等译. 西安: 西安交通大学出版社 2003.

作者简介: 尹洪剑(1982—),男,汉族,四川西昌人,硕士研究生,讲师,研究方向: 模拟集成电路设计与研究。