

D 类放大器原理及 EMI 抑制

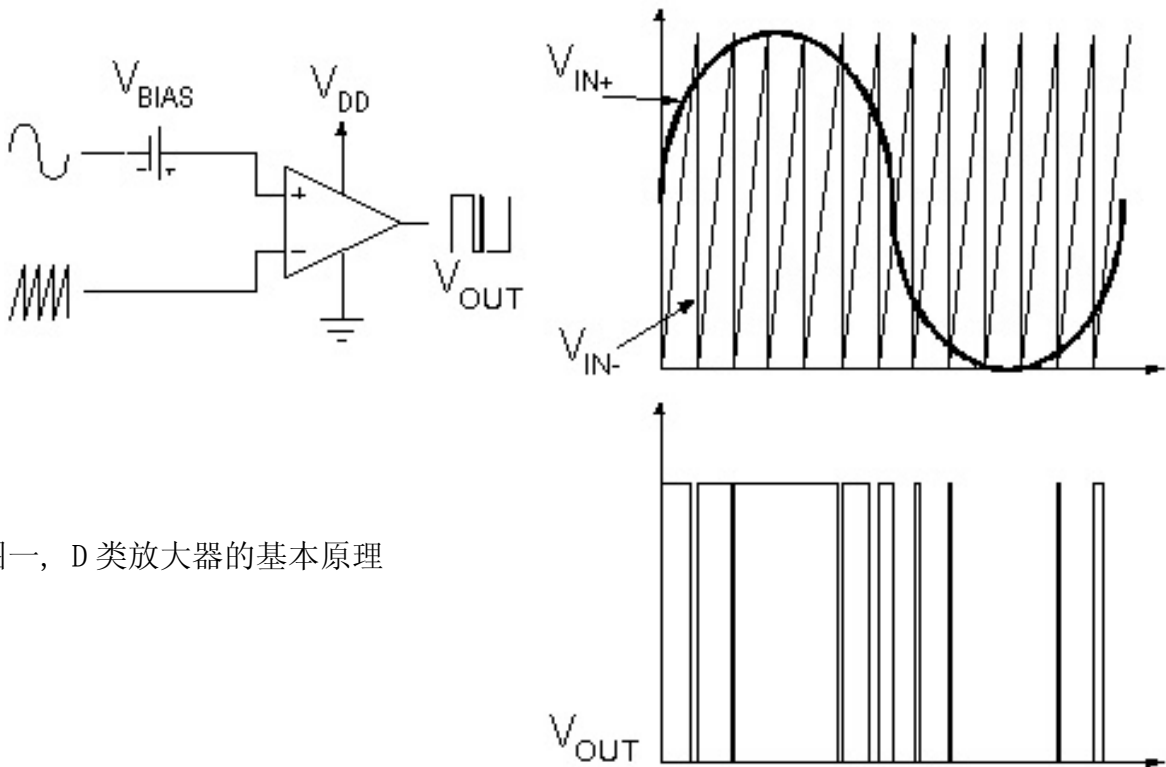
1. 前言:

在日新月异的多媒体时代, 便携式电子产品, 如智能电话、PDA、MP3、PMP、DSC、DVC、NB 等多媒体产品, 对声音质量的要求越来越严格。另外, 由于此类产品为电池供电, 除了要求音质的再突破外, 也要求整体效率的提升, 以达到高效、低功耗的设计目标。

此类产品的音频模块中, 除了输入端的信号源和输出端的喇叭或耳机外, 音频放大器是一个非常重要的角色。目前广泛用于便携产品的音频放大器有 AB 类和 D 类两种。通常, AB 类放大器能够提供好的音质, 但效率欠佳, 耗电较大; 而 D 类放大器具有高效、低温升效应和高输出功率等特点。

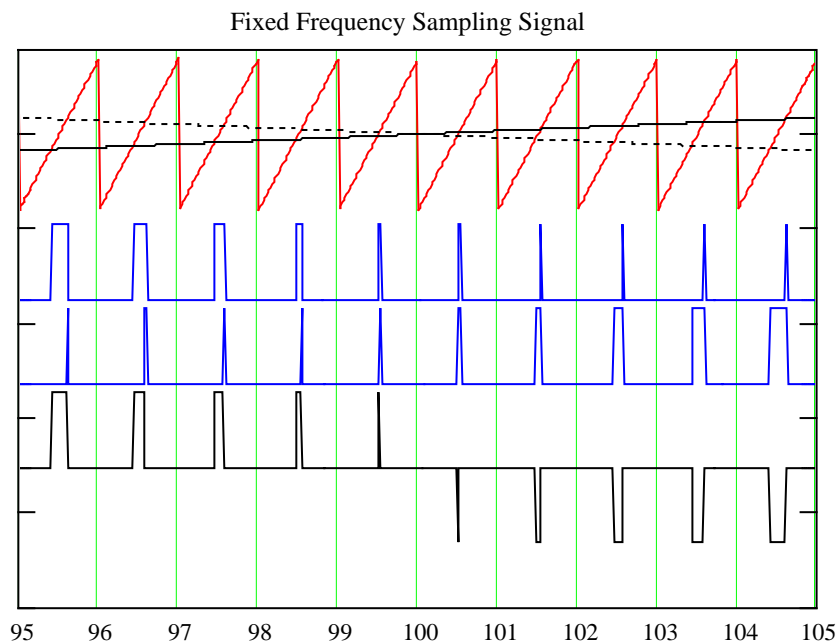
2. 理论分析:

AB 类放大器的工作原理类似于线性调节器, 效率差而且需考虑散热问题; D 类放大器的工作原理类似开关调节器, 具有较高效率, 无散热问题, 但电路需要一个采样时钟, 该时钟可以内置于芯片内, 也可以由外部提供。D 类放大器的基本原理如图一所示, 内部比较器的同相输入端连接音频信号源, 反相输入端连接采样三角波信号。当音频输入的电位高于三角波信号时, 比较器输出为高电平; 当音频输入的电位低于三角波信号时, 比较器输出为低电平。比较器的高、低电平输出驱动后续的 MOSFET 开关, 在 MOSFET 导通时产生电流推动扬声器。如果在 MOSFET 后级加上 LC 滤波电路, 则 LC 滤波器将 MOSFET 方波还原成与输入类似的模拟音频信号。



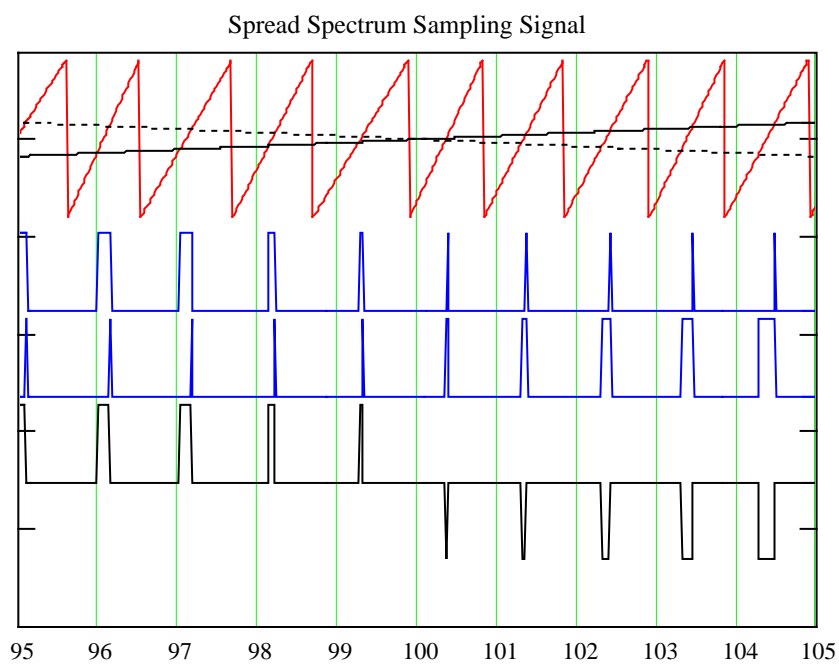
图一, D 类放大器的基本原理

传统的 D 类放大器采用固定采样频率, 存在较强的 EMI, 因此限制了 D 类放大器的使用。随着 IC 设计技术的不断提升, Maxim 扩展频谱技术在 D 类放大器的应用, 可有效抑制 EMI, 完全满足 FCC 的 EMI 限制。图二给出了固定频率模式下 D 类放大器的输出波形, 其输出频谱为基波和对应的高次谐波。有些 D 类放大器允许改变采样频率, 使基波及高次谐波避开敏感频段。



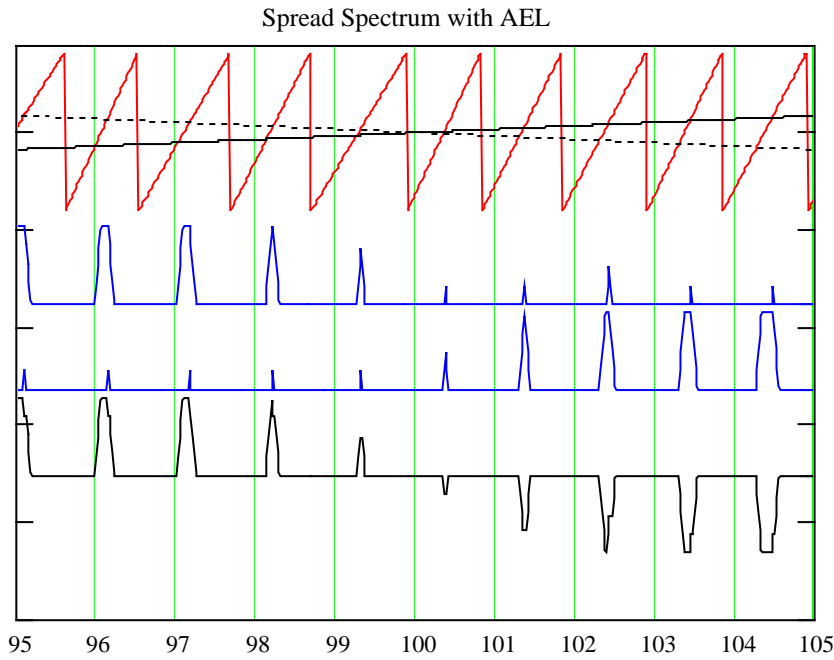
图二. 固定频率模式 (FFM)

扩展频谱模式下，采样时钟频率在规定的范围内逐周期变化（图三），使输出频谱的分布比较平坦，从而改善了经过喇叭或音频线缆的 EMI 辐射。采样频率的变化不会破坏音频信号的恢复，也不会降低整体效率。



图三. 扩展频谱模式 (SSM)

一些 D 类放大器也可允许接受外部的系统频率同步，来降低或避开敏感的频带。另外，Maxim D 类放大器具有主动辐射限制电路 (AEL)，AEL 电路会在输出瞬变时主动控制输出 FET 的栅极，避免传统 D 类放大器中因感性负载的续流所引起的高频辐射，进而降低 EMI（如图四）。



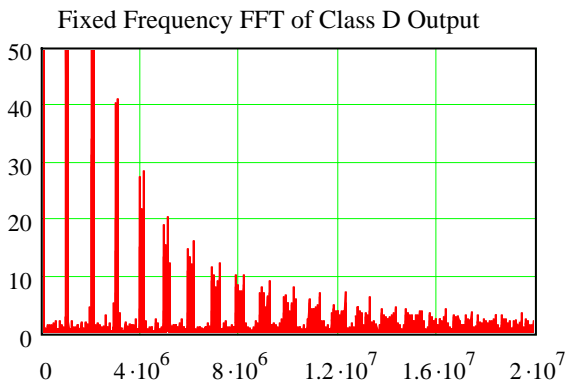
图四，扩展频谱 + AEL

Maxim 新推出的 MAX9705、MX9773 两款 D 类放大器除了具有普通的固定频率模式 (FFM)、扩展频谱模式 (SSM)、外部同步模式及 SSM+AEL 模式，用户可利用其 SYNC 引脚设定取样频率 (表一)。

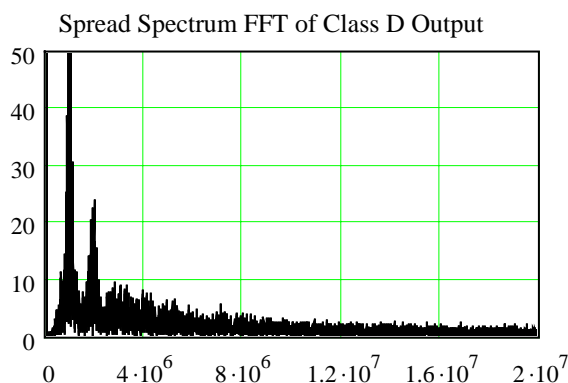
SYNC	MODE
GND	FFM, $f_{osc} = 1100\text{KHz}$
FLOAT	FFM, $f_{osc} = 1400\text{KHz}$
VDD	SSM, $f_{osc} = 1200\text{KHz} \pm 60\text{KHz}$
Clocked	FFM, $f_{osc} = \text{外部时钟}$

表一，SYNC 引脚设定 D 类放大器之采样频率

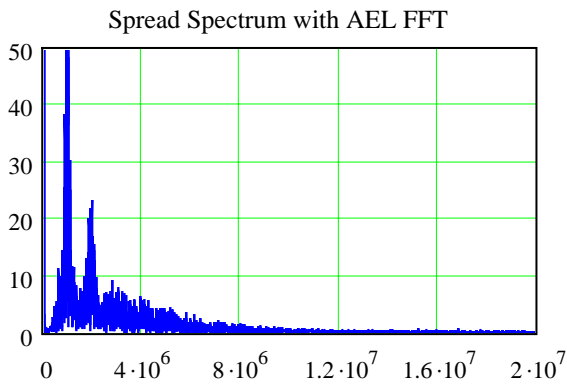
利用 Maxim 新推出的 D 类放大器，加上仿真程序的计算，可计算出各个模式下的 EMI 特性，下图对各种模式的 EMI 特性进行了比较，扩展频谱模式+主动幅射限制模式下，提供最佳的 EMI 抑制。



a). 固定频率模式下 D 类放大器的输出频谱



b). 扩展频谱模式下 D 类放大器的输出频谱



c). 扩展频谱+AEL 模式下 D 类放大器的输出频谱

图八. 各种模式下 D 类放大器的输出频谱

3. 结论:

在手持式多媒体产品中使用D类放大器除了保持优秀的音质外，还可以有效延长电池的使用时间。对于需要大功率音频驱动的产品，如LCD监视器、LCD电视等，选择D类放大器还可以解决散热问题。在日渐普及的音/视频产品中，还需考虑EMI抑制问题。传统的固定频率模式（FFM）D类放大器由于存在EMI设计问题，已被新推出的扩展频谱模式（SSM）所替代。而Maxim新推出的从小功率输出到大功率输出的D类放大器，除了具有固定频率模式（FFM）和扩展频谱模式（SSM）外，还具有主动辐射限制（AEL）功能，巧妙地利用这些模式可大幅度降低EMI辐射。