

设计实例

第33个符号开始。

稳定的调制特性：这是一项新指标，以前的蓝牙测试规范中是没有的。LE设备配备拥有稳定调制指数的发射器，可以通过功能配套机制把这种情况告诉接收的LE设备。这些发射器的调制指数在0.495和0.505之间。如果适用于其支持的所有LE发射器物理层，那么设备应只指明发射机具有稳定的调制指数。如果发射机没有稳定的调制指数，但仍在理想的调制指数0.5的1%裕量范围内，那么我们称其有标准调制指数。

频率偏置和漂移：通过在由1和0码型交替的指定间隔中求频率偏差平均值，可以计算频率偏置。以前低能耗标准中的间隔时长为10位或10 μ s。这种频率偏置在前置码和净荷中计算。然后计算这些频率偏置在50 μ s间隔中(相距5个间隔)的漂移。对LE 2M PHY，间隔仍为10 μ s，但由20

位组成，而不是10(因为是2Mpsps)。漂移测量仍分5组进行或相距5个间隔时长。对LE编码物理层标准，会选择16位间隔，而不是10，然后相距3个间隔时长(48 μ s)计算漂移，因为码型是00110011。

20dB带宽：测量带宽，直到频谱下跌到比峰值功率低20dB的点。

输出功率：计算整个包的功率。

深入蓝牙分析：除上述测量外，一些蓝牙分析软件提供了与测试信号有关的额外信息，可以帮助您调试和优化目标应用的性能，包括：

- 解码后的包信息，即已经解码的所有包头和包信息；
- 所有测量的摘要或截图及解码后的包信息；
- 多个显示画面，显示频率偏差随时间变化，在调试或解释调制图和漂移测量时使用；
- 漂移表，显示10位间隔中计算的

频率偏置及50 μ s中的漂移(相距5个间隔时长)；

- 星座图、眼图和符号表显示。

实现

在蓝牙应用中使用实时频谱分析仪也很有用，它可以显示隐藏在宽带噪声下面的问题。图6(右)显示了扫频分析仪在40MHz扫描中看到的東西，以及实时频谱分析仪(左)看到的東西。

蓝牙5.0较Bluetooth 4.2 LE作出了全面改进。通过密切关注测试测量战略，您设计的设备将能够利用新标准提供的每一个优势。EDN



几款电路设计的“败笔”

作者：Jerry Steele，安森美半导体

就电子设计文章的发布渠道而言，可分为专业类和个人爱好类这两个基本类别，大体上可以确定哪些内容是可以发表的，哪些内容是不能发表的。个人爱好类曾经有Popular Electronics和Electronics World等杂志，这些杂志在超市就可以买到，它们的主要目标读者是个人爱好者；EDN和Electronic Design (ED)则是专业类杂志的最佳代表。

总的来说，几乎任何电路设计都可以安全地在EDN和ED上发表，因为专业读者通常能理解任何明显的危险，而且专业作者一般会对大多数危险电路做出详细解释。但供爱好者阅

读的杂志本应该(我说本应该，是因为他们经常忽略这个要求)坚持一定的标准，避免发布危险的电路设计。虽然社会和法制对危险性发布的要求越来越严格，但在这些个人爱好者类杂志停刊前的最后几年里，危险电路设计仍在持续被发表。

撇开危险性不说，电路设计还有好坏之分，一个电路可能是好的设计，也可能是垃圾。无论专业还是爱好者类杂志，都存在一定数量的劣质电路设计。也许你认为出版行业的专业人员应该在某种程度上扮演质量把控的角色，以确保只有高质量的电路设计才能发表。然而问题在于，很多

真正优秀的工程师都在公司里忙于设计，这跟其它诸多行业一样。

遗憾的是，杂志很难找到优秀的工程师(随着市场的发展，这种现象只会变得更糟)。通常情况下，这不是一个问题，因为很多投稿人就是业内优秀的工程师。问题是许多杂志的工程师作为评判文章优劣的把控人，自身没有能力判断那些文章的技术优缺点。随着互联网的发展和普及，很多文章压根就没有经过筛选评判就直接发布出去了。

涉足危险区

让我们来看一个最令人难忘的电子工

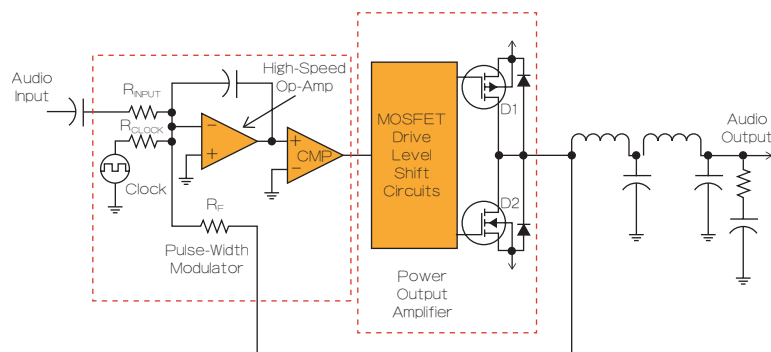


图1：表示一个正确设计的D类开关音频功率放大器的基本拓扑结构。

程设计灾难。令我震惊的是，它竟然于1996年发布在最受欢迎的电子爱好者杂志上。在法制要求这么严格的现代社会，这篇文章的发表简直令人难以置信。即便不考虑法律问题，发表这个电路设计也是不负责任的。除此之外，还有一些不那么严重但仍很重要的问题。

这个电路用于D类开关音频功率放大器，这一技术不仅早在1975年就已经被详细地介绍过了(就在这些非常流行的电子爱好者杂志上)，而且索尼在这一时期制造出了第一个商用开关音频功率放大器。当时，索尼研发出了因垂直J-FET型结构而得名的V-FET器件。作为FET，这些器件轻松地实现了与高质量音频相匹配的250kHz开关频率的高速需求(这意味着采样速率比理想的上限频率高一个数量级)。广义D类放大器的基本拓扑类似于Sigma-Delta调制器：

需要注意的是，这个广义拓扑的设计都是正确的。调制器包含在一个封闭的反馈环路内，以确保忠实还原输入信号。输出滤波器在反馈回路外部，极大地简化了稳定性问题，实际上还可以支持更大的带宽。这个基本拓扑图省略了很多细节。比如，功率器件的门极驱动(包括索尼的原始V-FET)带来了一些需要级联跟随器

等电路的挑战。

D类开关设计所独有的一个难点在于，它们依赖于输出级中未使用能量的再循环来实现其效率。当从单个输出级为负载提供直流电压驱动时，就会产生问题。我们可以利用图2中的基本电路来解释。图2所示电路基于一个假设，那就是我们试图生成一个负输出电压。它还包括一些实际电路中不会出现的器件，像D3和D4。增加这两个二极管的目的是为了强调一个事实，即多数供电电源具有很好的拉电流特性，但灌电流却很糟糕。

图2上面部分所示电路描述下面部分的MOSFET Q2导通，向负载提供必要的电流以产生负输出。任何一个中间输出电压就决定了小于100%(或大于0%)的占空比，因此如底部的示意图所示，最终Q2关断，Q1导通。在这些条件下，受输出滤波器内电感作用的影响，电流持续流向同一个方向，其唯一通道是从Q2源极，通过D1反激式二极管，到Q2漏极，然后进入正电源。这样的电流方向会引起正电源电压每个周期都上升一点，直到高到足以损害电路器件。

这个电路不可能暴露在直流输入端，也不能形成一个可以作为静态直流输出出现的偏移。在这种情况下，输出滤波器的再生能量将会提高轨道

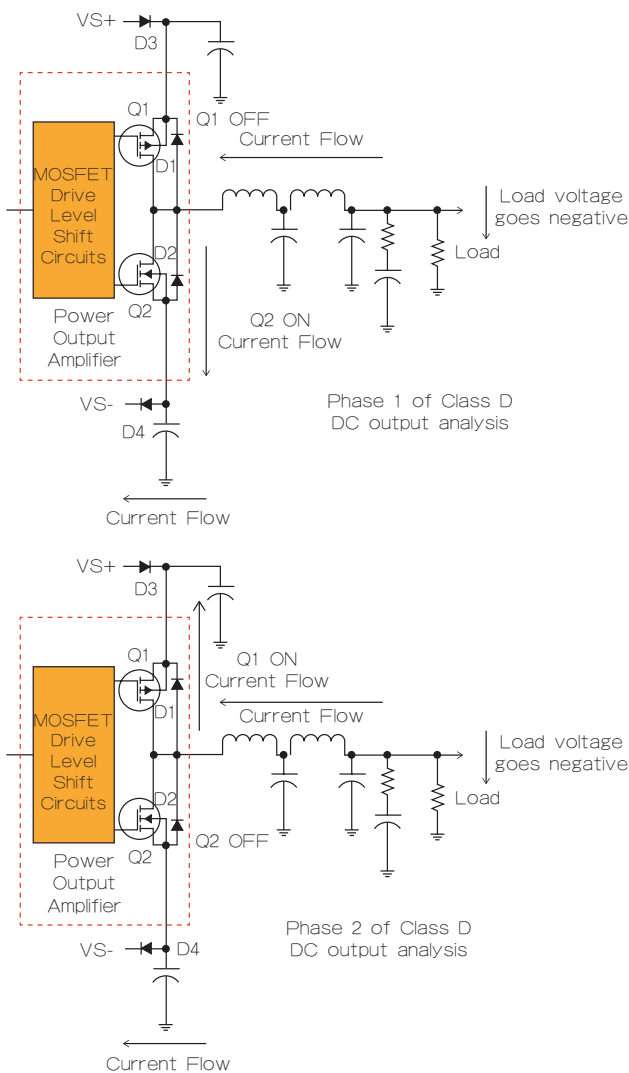


图2：这一电路显示单端D类只能用于没有直流分量的交流信号。

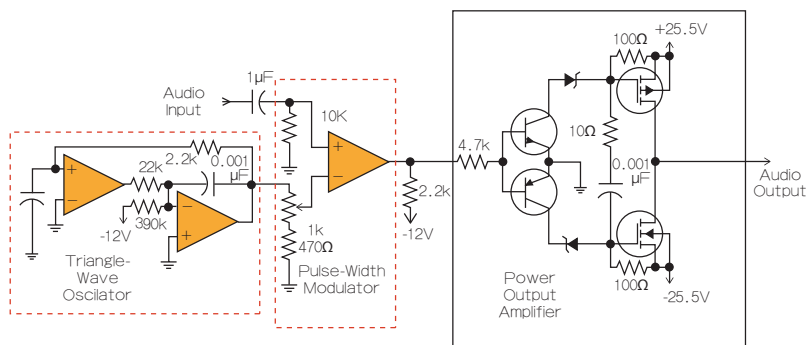


图3：这是脉宽调制器最简单的实现方式。它是一个开环回路，而且没有输出滤波器，这是一个很粗糙的设计。

上与负载供电相反的电源电压(例如，负载端正直流电平将会对负电源轨起到推动作用)。索尼通过交流耦合输入来处理这个问题，内置一个能够关闭放大器的“电压升高检测器”。一个更巧妙的解决办法是将开关放大器设置成全桥，以便可以回收能量。

一个严重的工程设计灾难

现在我们已经大致描述了一个设计合理的D类放大器的基本原理，接下来就让我们通过两张原理图(图3中的放大器和图4中的电源设计)来看看所谓的“工程设计灾难”。显而易见，这一业余级的D类放大器设计中既没有负反馈，也没有输出滤波。这是一个开关频率为50kHz的开环架构。是的，它是可行的，但绝对达不到高保真级别。

放大器没有输出滤波也能工作，毕竟扬声器不能对50kHz做出响应。滤波可改善这一电路可能产生的严重失真问题。更糟糕的后果是来自较长的扬声器引线的RFI(射频干扰)问题，扬声器引线会携带具有大量强大谐波50kHz开关波形。这很有可能会打扰到你的邻居。

脉宽调制器由最基本的比较器组成，其中一侧输入端为三角波形，另一侧输入端为所需的模拟信号。鉴于50kHz的低开关频率，将比较器输出耦合到功率器件的电路只能尽可能的简单。

对于输出器件，更是没有任何电流限制或其它保护。扬声器引线短路肯定会导致灾难性的后果。更不用说可能引起的其它风险了，比如输出器件的短路和高电流有可能引起火灾。

如果这还不算是糟糕透顶的、几乎不值得花费金钱或时间去设计的电路，那么这项工程设计的最大灾难非电源设计莫属。请注意，这位作者是从老式管类设备入手的，例如5管无

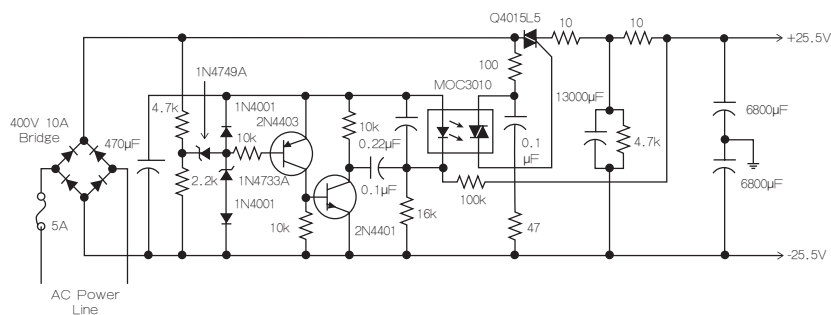


图4: 请勿设计这样的供电电路。如果一定要这样做, 必须通过隔离变压器将其连接至交流电源。

变压器式无线电设计, 其内部电路是直接连接到交流电端的。然而, 那个时候, 制造商在这方面也非常老道, 你不会看见任何类型的外部连接器孔, 而且任何客户可能触碰到或抓住的也都经过细致的绝缘处理。因此, 我对于直连交流电源的设备操作并不陌生, 它可以处理得很好, 但很容易被忽视。

再次强调, 这一放大器的电源直接连接到交流电只是一个基本问题。由于放大器电路本身输入和输出端外部连接的必要性, 缺乏隔离措施可能引起更加危险的后果。当交流电源接通时, 用户可能会接触到连接线。

一些读者可能会观察到示意图中交流电线两侧都没有明显的“直接”连接, 例如输入插孔或扬声器连接。那么就让我对此来说明一下, 当您使用交流电源线时, 会面对以下两种场景之一: 1) 无绝缘; 2) 绝缘(使用某种类型的变压器完全隔离交流线路)。在场景2中, 绝不可能通过放大器上的任何连接, 经由交流线路产生电流, 进而绝对确保操作人员的电气安全。这里描述的放大器并没有这种隔离。虽然可以通过整流器、滤波器帽、TRIAC和一些电阻器来建立交流线路的电流路径, 但一旦接触到人, 仍然极具风险。交流电源线是我们通

常接触到的最危险的电能源。当人们接触到交流电连接时, 绝缘是绝对有必要的, 这是毋庸置疑的。

这会延伸到交流线路安全问题, 包括交流电源线的极性, 确保低端总是与地面位于同侧。然而所有这些问题在任何设计合理的电路中都是应该避免的, 采取的措施就是使用电源变压器。前面讨论的这种放大器只需简单地包含一个常用的隔离变压器, 至少能确保安全(但不一定很好)。

作为后话, 值得一提的是, 该杂志在后续期刊中发表了一些声明, 指出这个电路设计欠缺隔离的问题。然而, 对新手们来说, 一开始便尝试这样的设计, 着实是可怕的。

除了以上的问题, 其实这个电源设计在某些方面还算巧妙, 它使用TRIAC交流线路相位控制作为51V电源的一个高效“粗调”稳压器。但是, 当你了解到相位控制调节会产生相当大的RFI, 并且有悖于现代电源设计时, 它就显得没那么巧妙了。现代电源设计侧重功率因数校正, 引入了电流波形图的波形和相位, 并尽可能地使其与电压波形图(参见相位控制调光器)保持一致。简而言之, 电源中的电流会沿着交流电正弦波的电压波形图, 在多处短脉冲形式流动。光谱上会显得很凌乱。显然, 这只是其

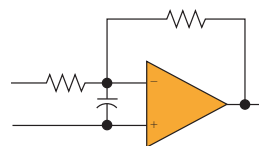


图5: 该电路被视为增加运算放大器电路带宽的可行方法。实际上, 这可能是运算放大器最不稳定的结构之一。

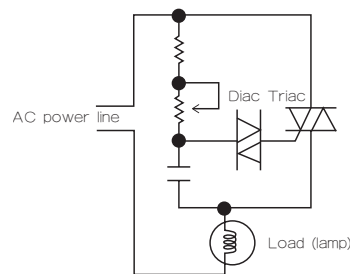


图6: TRIAC调光器电路

中一个较小的问题。

不合格问题

上世纪80年代, 一家著名的政府科研机构主办的杂志发表了一篇设计笔记, 是关于如何通过运算放大器电路实现更高带宽的。其中只包含一个简单的、非常通用的原理图(图5)。

对运算放大器和反馈理论有基本了解的人都会很容易意识到, 假设运算放大器的开环增益显著高于反馈电阻的比率, 则信号增益仅能按照反馈电阻的比率来进行设置。当开环增益下降到等于或小于基于反馈电阻设置的值时, 此时的频率就决定了带宽。除非选择不同的运算放大器, 否则无法改善开环增益中增益与频率的关系。

简单的检测表明, 我们正在本单极系统的反馈路径中放置一个极点, 这种情况只会使系统更趋于不稳。

这种电容可能的唯一影响是瞬态响应过冲加剧, 并大幅提高高频噪声(可能作者注意到高频噪声的增加, 并由此推断出更高的带宽)。在某些情况

下,还会发生直接振荡。

伪科学

大约在1996年中期,某电子爱好者杂志上刊登了一篇关于魔术灯的文章,声称通过简单地应用普通的台灯调光器电路,可以大大提高白炽灯的效率。实际上,这种电路更加糟糕,因为它是半波。

作者声称,使用30V灯泡而不是100V灯泡,其电压和电流只是后者的三分之一,因此可以节省90%的电能。

马上就有人开始好奇,比如如何对光输出进行比较(使用光度计测量是显而易见的,但很容易出现测量误差),并指出30V灯泡并没有比110V灯泡的温度更低。但是,这里的关键性错误在于120°延迟半波相位控制中,平均值和有效值RMS之间存在3:1的巨大差异。

这种设计之所以会大行其道,是因为作者采用的是非常基本、便宜的仪器来测量电压和电流,而且测量的是非线性波形。更令人惊讶的是,该设计方法还被授予了专利(美国专利5463307)。

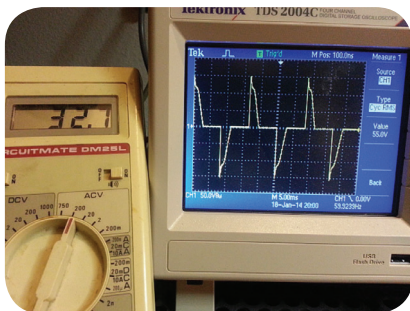


图7: 示波器设置为测量负载电压,并连接一个传统的平均值交流电表。请注意,示波器测量功能可捕获的实际有效值为55V,而电表却显示为32V。

为尝试了解这类电路的测量方法,该作者对全波TRIAC调光器电路进行了一些测量,如图6所示。该电路与魔术灯电路的不同之处在于,魔术灯为半波,而这一电路为全波,但它能够说明测量中的问题。

随着调光器两端交流电压在每个周期的增加,电容器开始充电。当达到约30V时,DIAC会断掉并传导,将电压降到足够低来让电容器放电,从而触发TRIAC。由于这是交流半导体,因此每半个周期重复一次。

在图7中,我们能够看到一张照片,里边有用于测量台灯负载两端电压

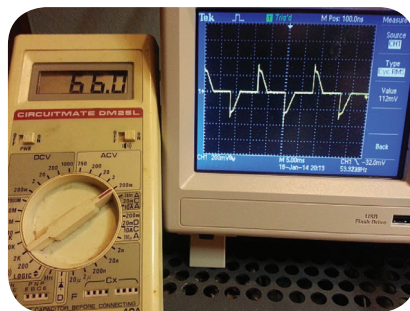


图8: 图7中的设置是通过2Ω电阻器测量电流。同样,平均测量结果是不准确的,其读数偏低。

的示波器,并联一个普通的平均值交流电压表。示波器测量功能被设置为测量周期有效值电压。图7显示了电流测量的结果(通过一个2Ω电阻器)。如果用这一电表来计算功率,则可以得出结论:负载在32.7V时消耗33mA电流,功耗为1.08W。而实际上,它是在55V时消耗了56mA电流,功耗为3.08W。 EDN



文章链接
请扫描
二维码

确保电气安全的关键是采用合适的技术

作者: Tony Quebbemann, Molex公司

正是由于在安全上进行了众多重大的改进,在过去20年间,工作场所的致命电气伤害事故数量一直稳步降低,从1992年的334起降到了2013年的139起。然而,非致命性电气伤害的趋势发展则并不保持一致,根据美国劳工统计局的统计结果,伤害次数每年在1700到2950起之间。

在2003到2010年间,对于非致命性伤害来说,主要的电气伤害情况为“接

触机器、工具、电器或灯具的电流”,占全部伤害数量的37%。第二个主要原因是“接触布线、变压器或其它电气元件”,占伤害数量的35%。

许多遭受过电气伤害的工作人员在操作带电电气设备方面或者在其有关区域内作业方面接受的培训不足。时间压力以及主管人员的苛刻要求可能造成工作人员必须违反规则才能更快地完成作业。采取走捷径的方式对于在工业电

力设备附近工作的人员可能产生潜在的致命风险。

正确培训的重要性

以接触电气安全危害的全部工作人员为目标的培训计划(在识别与避免电气危害方面)可以提供极大的帮助。这类计划必须始终专注于为什么永远不能接受采取走捷径以及“变通”的安全规程来更快地完成作业。