**中 北 大 学**

《通信电子线路课程设计》

设计方案报告

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 学 生 姓 名： | 杨舒溶 | 学 号： | 2005040939 |
| 学 院： | 信息与通信工程学院 | | |
| 专 业： | 通信卓越班 | | |
| 题 目： | 调幅发射机的设计与实现 | | |
| 指导教师： | 陈燕 | | |

2022年12月20日

**课程设计方案报告**

|  |
| --- |
| 本设计要研究或解决的问题和拟采用的手段（途径）： |
| 目录  [2.1 振幅调制的分类 3](#_Toc123550273)  [2.2普通AM调幅 3](#_Toc123550274)  [2.3 AM信号功率 4](#_Toc123550275)  [2.4 普通调幅信号的产生和解调方法 4](#_Toc123550276)  [2.5 工作原理及框图 4](#_Toc123550277)  [3.1 主振荡电路设计与仿真 5](#_Toc123550278)  [3.2 缓冲电路设计 6](#_Toc123550279)  [3.3 乘法器设计 7](#_Toc123550280)  [3.4 高频信号放大器 8](#_Toc123550281)  [3.5 低频放大 10](#_Toc123550282)  [3.6 整体模块设计 12](#_Toc123550283)   1. 设计任务与要求   设计一个调幅发射机： 载波频率：(1.2MHz到3.6MHz)；频率稳定度：不低于 1e-3；输出负载： 50Ω；输出功率：>0.25W；调制指数：50%左右；调制频率： 20Hz-20kHz；   1. 系统总体设计方案   调制和解调是通信系统的重要组成部分，没有调制和解调，就无法实现信号的远距离通信。所谓调制，就是将我们要传输的低频信号“装载”在高频振荡信号上，使之能更有效地进行远距离传输。  所要传输的低频信号是指原始电信号,如声音信号、图像信号等,称为调制信号，用表示； 高频振荡信号是用来携带低频信号的，称为载波，用 表示； 载波通常采用高频正弦波，受调后的信号称为已调波，用 表示。  具体地说， 调制就是用调制信号控制载波的某个参数，并使其与调制信号的变化规律成线性关系。因此，对模拟信号具有三种调制方式： 调幅、调频和调相。  为了提高信号的频率，以便更有效地将信号从天线辐射出去。由天线理论可知,只有当辐射天线的尺寸与辐射的信号波长相比拟时，才能进行有效的辐射。而我们需要传送的原始信号，如声音等，通常频率较低(波长较长)，所以需要通过调制，提高其频率，以便于天线辐射。 2.1 振幅调制的分类 振幅调制可分为普通调幅(AM)，双边带调幅(DSB)，单边带调幅(SSB)与残留边带调幅(VSB)几种不同方式。 2.2普通AM调幅 设载波信号，单音频调制信号，由于已调信号的振幅与调制信号成正比，因此他的振幅可表示为  其中，是比例系数；称为调幅系数或调幅度，表示载波振幅受调制信号控制的强弱程度，，也可用百分数表示。  因此，AM信号的数学表达式为 2.3 AM信号功率 AM信号在负载电阻上产生的功率如下  载波功率  上边频（或下边频）功率  上下边频总功率  在调幅信号一周期以内，AM信号的平均输出功率是 2.4 普通调幅信号的产生和解调方法 普通调幅是通过将载波信号与调制信号直接耦合或相加之后，通过非线性器件，利用非线性器件在频谱上的线性搬移作用,产生新的频率分量，再经过带通滤波器滤除不需要的频率分量，从而产生调幅信号。解调方法包括包络检波和同步检波。  包络检波利用普通调幅信号的包络反映调制信号波形变化这一特点，将包络提取出来，从而恢复原来的调制信号。同步检波必须采用一个与发射端载波同频率同相的信号，这个信号称为同步信号。 2.5 工作原理及框图 该无线电调幅发射机的主要任务是完成音频信号(20Hz-20KHz)对高频载波的调制,将其变为在某一中心频率(1.2MHz到3.6MHz)上具有一定带宽、适合通过天线发射的电磁波。发射机包括三个部分:高频部分，低频部分和电源部分。  高频部分一般包括主振荡器、缓冲放大、倍频器、中间放大、功放推动级与末级功放。主振器的作用是产生频率稳定的载波。为了提高频率稳定性，主振级可以采用改进型的电容三端振荡器一─克拉泼电路，并在它后面加上缓冲级，以削弱后级对主振器的影响。  低频部分包括待调制信号发生器、低频电压放大级、低频功率放大级与末级低频功率放大级。低频信号通过逐渐放大，在末级功放处获得所需的功率电平，以便对高频末级功率放大器进行调制。  电源部分需要采用稳压电源，以减少对系统稳定性的影响。  图2.1 无线电调幅发射机方框图   1. 单元模块设计  3.1 主振荡电路设计与仿真 在无线电技术中，采用振荡器来产生高频电流。振荡器可以看做将直流电能转变为交流电能的换能器。振荡器是无线电调幅发射机的基本单元。本课程设计的主振荡器是产生正弦波。根据指标要求，设计出西勒振荡电路。下面给出电路设计图，并给出分析。    图3.1.1 西勒电路仿真图    图3.1.2 西勒电路仿真参数  在西勒振荡器中，调节C5可以改变西勒振荡器的振荡频率，此时C3不变，可以证明调节C5对放大器增益的影响不大，从而可以保证证振荡幅度的稳定。所以其频率覆盖系数较大，可达1.6~1.8。是该电路适用于对波形和频率要求比较高的场合，比如本题中。由C1和C2较小，因此振荡器频率近似为 3.2 缓冲电路设计 考虑到主振荡回路的频率稳定性和波形因素，减弱后级对主振器的影响，所以需要在它后面加入缓冲级。所谓缓冲级就是一级几乎不需要推动功率的放大器。通常采用射极跟随器电路。根据要求设计出其电路如下图所示。    图3.2.1 缓冲电路设计图    图3.2.2 缓冲电路仿真图 3.3 乘法器设计 采用 MC1496 搭建乘法器进行 AM 调幅，载波和调制信号输入乘法器输出调幅波，乘法器结构图如下所示。    图3.3.1 乘法器总结构图    图3.3.2 MC1496结构图  乘法器IN1和IN2分别为2.29MHz的载波电路，20KHz的调制信号。调制信号为,载波信号为.两者相乘得到的信号为包络。可通过调整改变的值，本次仿真中近似为0.5。 3.4 高频信号放大器 为实现较大信号和较大功率。经过多个模块测试，最终选择，电路对乘法器输出的调制信号先进行小信号放大，再进行功率放大。  利用三极管的电流控制作用或场效应管的电压控制作用将电源的功率转换为按照输入信号变化的电流。因为声音是不同振幅和不同频率的波，即交流信号电流，三极管的集电极电流永远是基极电流的β倍，β是三极管的交流放大倍数，应用这一点，若将小信号注入基极，则集电极流过的电流会等于基极电流的β倍，然后将这个信号用隔直电容隔离出来，就得到了电流(或电压)是原先的β倍的大信号，这现象成为三极管的放大作用。经过不断的电流及电压放大，就完成了功率放大。  在无线通信系统中，经过较长距离进行的传输通信，信号会遭遇干扰和减弱，信号到达接收设备时已经成为了很微弱的高频信号，信号被处理之前，必须要进行干扰限制和放大调制。这时候高频小信号放大器就发挥了作用。    图3.4.1 高频小信号放大器  功率放大器是依靠激励信号，对放大管电流的控制， 起到把集电极电源的直流功率变换成负载回路的交流功率作用。在同样的直流功率的条件下，转换效率越高， 输出的交流功率越大。  丙类放大状态下的三极管，，其中是集电极的负载阻抗。集电极的输出功率，而集电极的电源能提供的直流功率为，为集电极电流脉冲的直流分量。  根据实际情况，载波频率为2.29MHz，选择L=120uH，C=30.3pF。电路图如下所示。    图3.4.2 高频功率放大器  最终可以得到，在负载电阻为50欧时，输出功率为300mW。通过电压指针得到的Vpp值，可以观察到高频小信号放大器和高频功率放大器的工作效果。如图所示：    图3.4.3 高频放大器模块工作效果 3.5 低频放大 由于传统小信号直接输出电压 10mV 以下，不能直接用来调幅，因此需要将其进行放大，  然后送入乘法器进行调幅。因此要对其进行功率放大。本次设计用 3354AM芯片对低频信号进行  放大。  根据深度反馈原理知，放大倍数  电路图及仿真效果如下所示    图3.5.1 低频放大电路    图3.5.2 低频小信号函数发生器    图3.5.3 低频小信号仿真效果图 3.6 整体模块设计 整个电路采用AM调幅调制，所调信号为20KHz的小信号，载波频率为2.18MHz，最终可以实现约为48.43%的载波调制，输出功率可以达到300mW到400mW，频率可以达到误差范围内的稳定。  输出载波如下所示    图3.6.1 调制输出信号    图3.6.2 电路输出功率图  通过调整乘法器里面的电阻还可以实现改变的值，如下图所示  当取40%时，大约为80%    图3.6.3 与关系图1  当取70%时，大约为50%    图3.6.3 与关系图1   1. 进度安排  |  |  | | --- | --- | | **时间节点** | **任务** | | 2022年12日月14日至16日 | 下发任务要求； | | 2022年12月17日至2021年12月20日 | 根据任务书，查阅相关资料，进行方案选择 | | 2022年12月20日 | 开题答辩 | | 2022年12月21日至2021年12月23日 | 根据任务书要求，完成相应模块设计，撰写中期报告 | | 2022年12月23日 | 中期任务答辩与验收。 | | 2022年12月24日至2023年1月2日 | 完成所有模块设计和系统联调，对系统性能进行完善 | |
| 1. 心得体会   本次课设，我亲自动手设计了调幅放大电路。在整个过程中，相对于以前的实验，我进一步熟悉了multisim的使用。课设与实验的差距在于，课设相当于是一个完整的开发任务了。这其实也是我大学以来第一次完成的硬件开发任务。之前做的各种开发项目主要以软件开发和嵌入式编程为主。  这次的电路设计，让我熟悉了硬件电路开发的工作流程，提升了我这方面的工程能力。在整个过程中，我发现电路开发的核心在于，理解原理，并将原理用元器件表示出来。同时，合理的应用网上各种资料的，已经搭好的电路。也就是说用之前要理解，不能盲目套用。我期间遇到了很多困难，其中多次调不出来的主要原因就是直接套用没有理解。这和软件开发里面，复制别人代码一样。复制可以，但一定要理解，这样才能用对，不然一定会用错！  除此以外，这次的课程设计更让我对高频电子线路中的各种电路模块有了更深刻的理解。总之，这一次项目经历的收获还是很大的。最后感谢陈老师的耐心指导，感谢学院给我提供这次机会。 |