

# 通信原理实验报告

(实验二：模拟 AM 调制解调系统)

班级：通信 2 班

姓名：杨承翰

学号：210210226

上课地点：K403

指导教师：高林

日期：10.31

## 实验二 模拟 AM 调制解调系统

### 一、实验目的

理解并掌握 AM 调制解调的原理，熟悉 LabVIEW 编程环境。

### 二、实验预习

简述 AM 调制、解调原理

#### 1. AM 调制原理：

基带信号：AM 调制的第一步是获取要传输的基带信号，它通常是音频信号或其他低频信号。这个基带信号的幅度变化会被用来调制载波信号。

载波信号：选择一个高频载波信号作为传输介质，该载波信号的频率通常远高于基带信号。

调制过程：AM 调制是通过改变载波信号的幅度来携带基带信号。调制过程就是将基带信号的幅度变化与载波信号相乘。这可以使用电路中的乘法器或运算放大器来实现。

#### 2. AM 解调原理：

接收信号：经过 AM 调制后的信号经过无线传输或其他媒介，到达接收端。

解调器：接收端使用解调器将调制信号还原为基带信号。

相干解调的步骤如下：

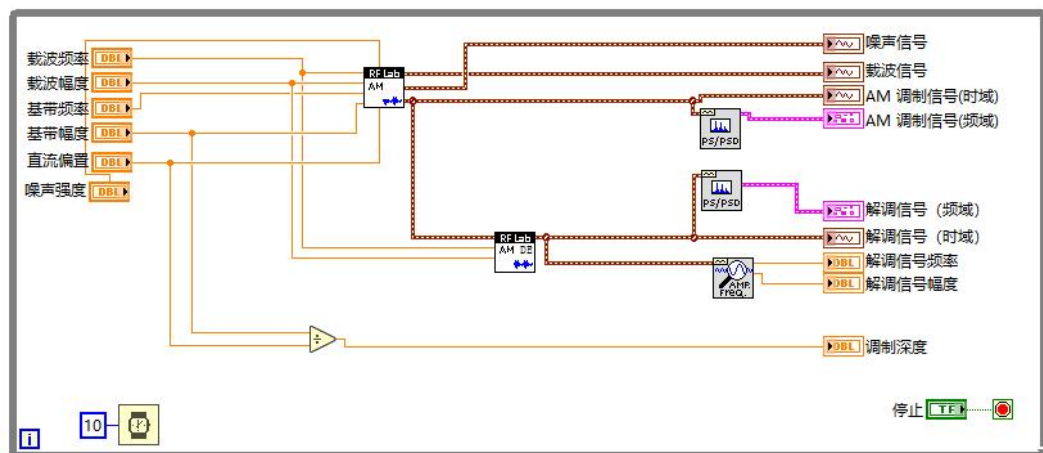
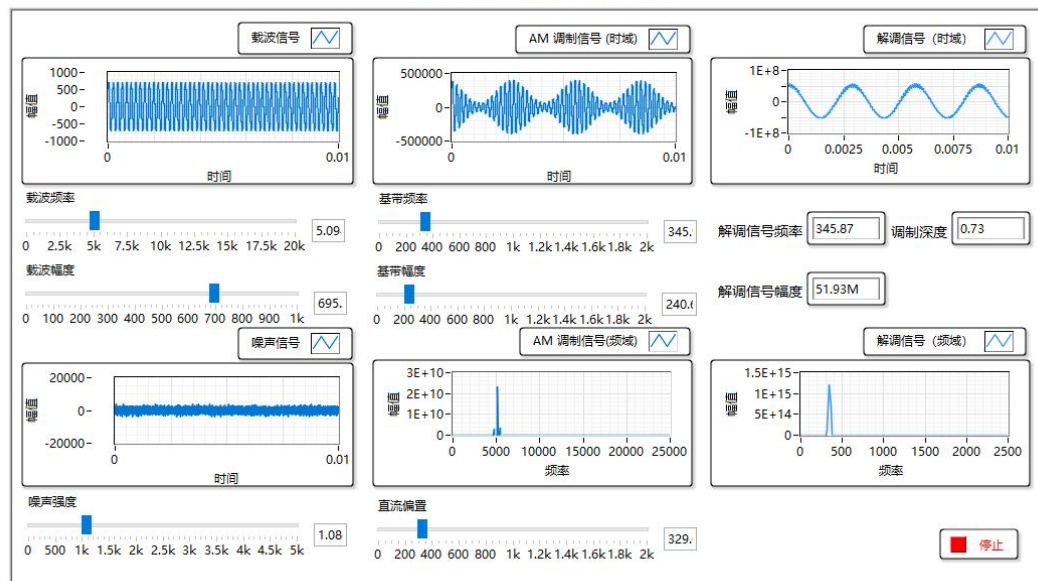
1. 接收：接收到经过 AM 调制的信号，其中包含了调制信号和载波的信息。
2. 同步：使用一个本地的参考信号作为参考，这个参考信号具有与发送端相同的频率和相位。这可以通过将接收到的信号与本地的参考信号进行混频得到。
3. 低通滤波：将混频后的信号通过一个低通滤波器，滤去高频成分。这样可以得到一个仅包含调制信号的基带信号。
4. 幅度检测：对基带信号进行幅度检测，即提取出信号的幅度变化。
5. 恢复原始信号：通过对幅度变化进行处理，可以恢复出原始的调制信号。

相干解调的关键是保持接收端和发送端之间的相位同步。只有当接收端的参考信号与发送端的载波相位相同，才能正确地恢复出调制信号。

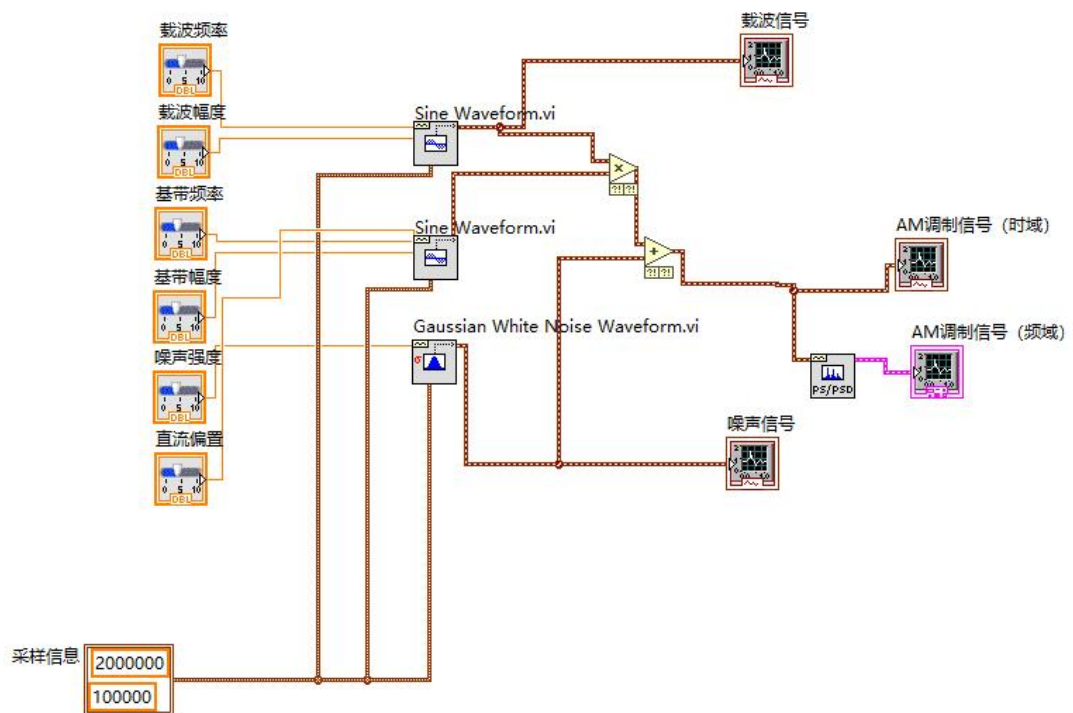
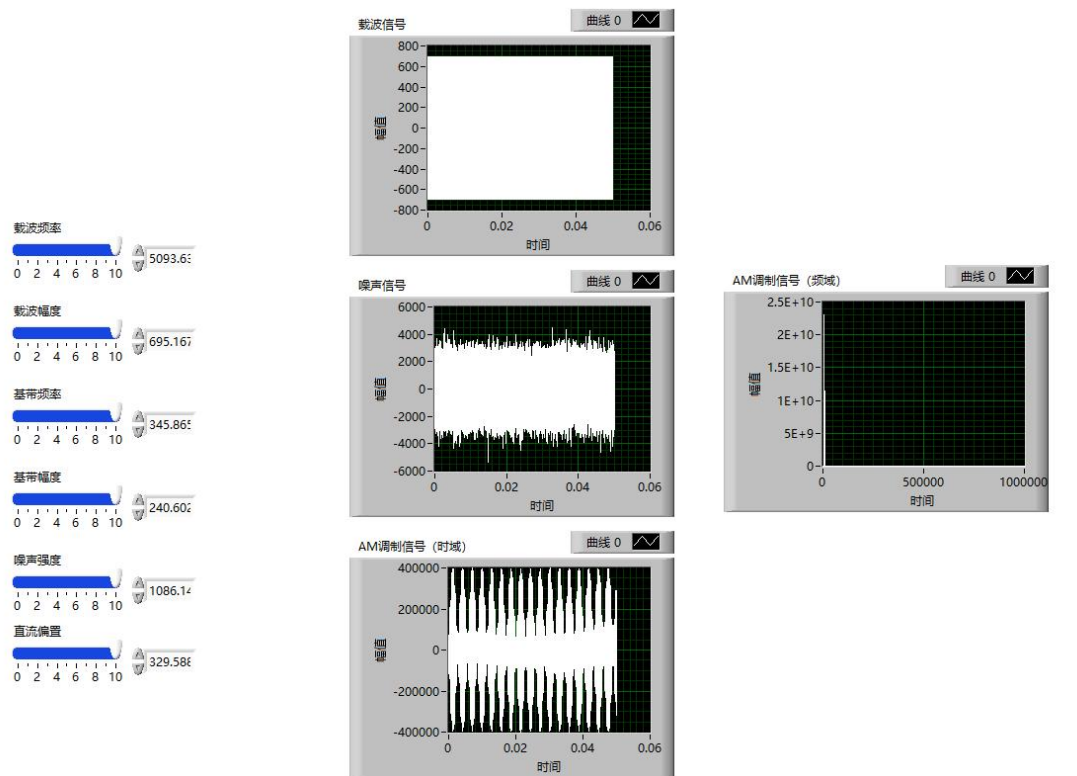
### 三、实验记录

#### 1. 运行成功后主程序的前面板与程序框图截图

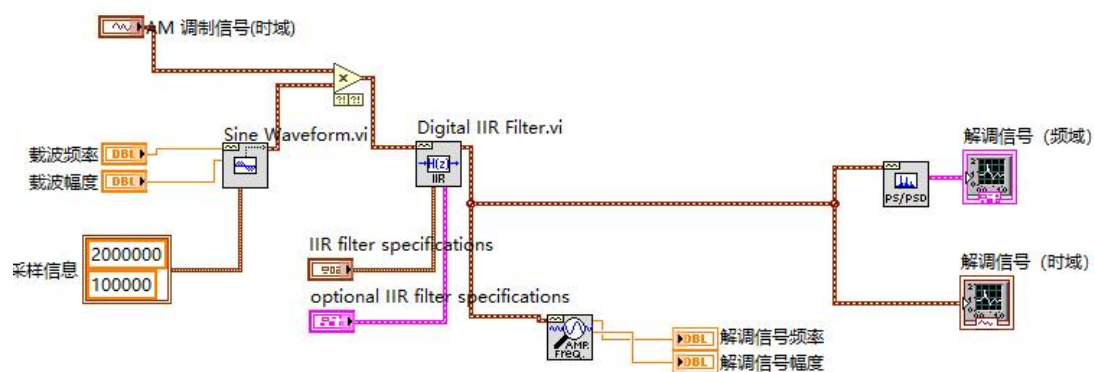
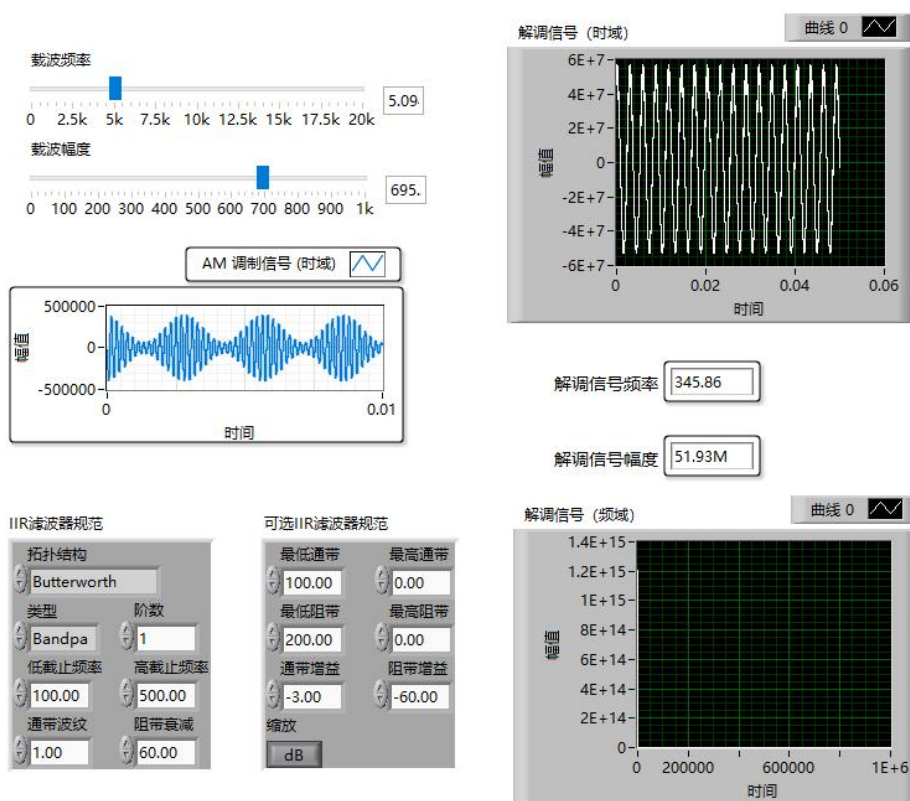
#### 实验2 幅度调制



#### 2. 调试好的 Exercises AM Modulation.vi 子程序前面板与程序框图截图



3. 调试好的 Exercises AM Demodulation.vi 子程序前面板与程序框图截图



#### 四、扩展问题

1. 幅度调制中为什么要抑制载波？对于 AM 信号来说抑制载波的双边带信号可以增加多少功效？

在幅度调制 (AM) 中，抑制载波是为了压缩信号的带宽并提高功效。抑制载波的双边带信号是指将原始信号的振幅调制到一个载波上后，去掉载波的部分，只保留两个对称的边带。

抑制载波的主要目的是减小信号所占用的频带宽度，从而在传输和储存过程中节省带宽资源。原始信号的频谱范围可能很宽，如果直接进行调制并包含整个载波频率，将占用较大的带宽。而抑制载波后，信号只包含原始信号的双边带部分，可以极大地减小频带宽度。

对于 AM 信号来说，抑制载波的双边带信号能够提高功效。功效是指在发送信号时，所传输的有效信号功率与总输出功率的比值。当抑制载波后，双边带信号只包含了原始信号的信息，而不包含载波，因此可以更高效地利用传输系统的功率资源。

具体来说，抑制载波后的双边带信号功效为约 33% ( $1/\pi$ )，即有效功率占总输出功率的  $1/\pi$ 。这是因为抑制载波后，双边带信号的峰值功率是原始信号的一半，而总输出功率等于载波功率。因此，通过抑制载波，可以提高 AM 信号的功效并更有效地利用功率资源。

需要注意的是，抑制载波也会带来一些副作用，如信号失真和相位偏移。因此，在实际应用中需要综合考虑抑制载波对信号质量的影响，并根据具体需求进行合理的设计和调整。

简述 DSB、SSB、VSB 的概念和实现方式。分析并比较 DSB 和 SSB 的抗噪声性能。

DSB 是双边带调制，SSB 是单边带调制，VSB 是残余边带调制。它们都是用于在无线通信中传输语音、图像和数据等信息的调制方式。

1. DSB 调制：它将原始信号直接进行幅度调制，并产生两个对称的边带，同时包含了载波频率。DSB 调制的实现方式简单，但占用的带宽相对较大，且容易受到噪声的影响。

平衡调制器法：平衡调制器法是一种常用的 DSB 调制方法。基带信号被应用于平衡调制器中，在这里信号会被分别与两个本地振荡器信号进行调制，然后通过滤波器生成 DSB 调制信号。平衡调制器由两个输入相位差为 180 度的二极管环节组成，能够将基带信号与本地振荡器信号进行调制，得到上、下两侧带信号。经过平衡调制器后，DSB 调制的信号中的载波信号被抑制，只保留了正、负两侧带信息。

直接 DSB 调制法：直接 DSB 调制法将基带信号直接与载波信号进行乘法器调制，然后通过低通滤波器去除调制后的信号中的高频分量，得到 DSB 调制信号。

2. SSB 调制：SSB 调制是在 DSB 调制的基础上，通过滤波器去除一个边带，只保留一个边带和载波。通常保留的是上边带或下边带。SSB 调制可以有效地节省带宽资源，并减小系统复杂性。由于仅保留一个边带，SSB 调制相比于 DSB 调制具有更好的抗噪声性能，因为只有一半的功率分布在一个窄带内。

3. VSB 调制：VSB 调制是在 SSB 调制的基础上进一步改进的调制方式。它通过在滤波器中引入一个小的残余边带，以便实现更好的抗多径传播性能。VSB 调制在数字电视和数字音频广播等应用中得到广泛使用。

比较 DSB 和 SSB 的抗噪声性能时，SSB 通常具有更好的性能。这是因为 SSB 只保留一个边带，将功率集中在较窄的频带内，相比于 DSB 调制，噪声对信号的影响更小。此外，SSB 调制还可以利用后续的解调滤波器来进一步滤除噪声和干扰。因此，在受到噪声干扰的情况下，SSB 调制通常可以提供更好的信号质量和较高的抗噪声性能。

然而，需要注意的是，SSB 调制的实现相对复杂，并且解调过程中存在载波恢复和频率偏移等问题。这些问题需要额外的技术手段来解决。在实际应用中，需要根据具体的需求和系统条件来选择适合的调制方式。

2. 根据已学知识简述幅度调制有哪些解调方式，它们的基本原理是什么，各有什么优缺点？

1. 包络检测法：

原理：包络检测法基于信号的幅度变化来解调。解调器通过将调制信号经过非线性元件（如二极管）处理，提取出信号的包络部分。

优点：简单实用，成本低，适用于简单的 AM 调制信号。

缺点：会引入非线性失真，对噪声和干扰敏感。

2. 同步检波法：

原理：同步检波法利用解调器中的本地振荡器与载波信号保持同步，通过相乘操作将调制信号还原。

优点：能有效抑制噪声和干扰，提高解调信号的质量。

缺点：需要准确的频率和相位同步，复杂度较高，对时钟漂移等问题敏感。

3. 直接检波法：

原理：直接检波法即简单地采用一个整流器（如二极管）对调制信号进行整流，将负半波部分削减，得到基带信号。

优点：简单易实现，成本低。

缺点：容易受到非线性失真的影响，抗噪声能力较弱。

4. 相干检测法：

原理：相干检测法利用解调器中的本地振荡器与载波信号保持频率和相位同步，并通过相减操作还原出基带信号。

优点：可以实现高品质的解调信号，抗噪声能力较强。

缺点：需要准确的本地振荡器，复杂度较高。

不同的解调方式适用于不同的应用场景。包络检测法简单实用，但容易引入非线性失真；同步检波法和相干检测法能够提供较好的抗噪声性能，但对频率和相位同步要求较高；直接检波法简单易实现，但抗噪声能力较弱。

3. 什么是门限效应？AM 信号采用包络检波时为什么会产生门限效应？为什么相干解调不存在门限效应？

门限效应是指在包络检测法中，由于采用非线性元件（如二极管）对调制信号进行处理，当信号幅度低于某个门限值时，解调后的信号会失真或完全消失的现象。

在 AM 信号采用包络检测时产生门限效应的原因主要有以下两点：

1. 非线性特性：包络检测法中使用的非线性元件（如二极管）只对正半波的信号有效，而对于幅度较小的负半波信号，非线性元件会将其削弱甚至完全消除，导致解调信号失真。

2. 门限设置：门限效应与解调器中设置的门限值有关，当信号的幅度低于门限值时，解调器无法正确还原出原始信号。

相干解调不存在门限效应的原因是相干解调法利用本地振荡器与载波信号保持同步，在解调过程中通过相减操作得到基带信号。相干解调不需要使用非线性

性元件，因此不会受到非线性特性的影响。同时，相干解调法中本地振荡器的频率和相位与载波信号保持同步，可以有效还原出原始的调制信号，不受门限效应的影响。

因此，相比于包络检测法，相干解调法具有更好的抗噪声性能和信号还原能力，并且不存在门限效应的问题。

## **五、总结和实验心得**

本实验让我收获很大，动手能力增强的同时理论基础更加扎实，在此次实验中，我加深了对于通信原理知识的理解，而且锻炼了我的实验思维，可以拓展课本之外的能力，让自己不仅仅依靠书本上的知识发展自己的认知，我认为本课程极具教育意义。