|  |  |
| --- | --- |
| 成绩 | 18 |



信息工程学院

信号与系统课程设计报告

**2023 — 2024 学年 第 二 学期**

题 目 基于MATLAB AM调制与解调的实现

学生院系 信息工程学院

专 业 通信工程

班 级 22通信2班

姓 名 张国斌

学 号 2209735010

指导教师 郭常盈

|  |
| --- |
| **1 设计要求**  本课程设计的主要要求是实现AM信号的调制与解调过程，并通过MATLAB进行仿真验证。  具体要求如下：  （1）掌握幅度调制（AM）基本概念，理解调制信号如何通过改变载波幅度来携带信息，以及直流偏置对信号的影响  （2）利用MATLAB编程生成基带信号、载波信号，并实现它们的幅度调制。重点在于通过数学运算模拟AM调制过程，得到已调制信号的时域表现及频谱特征。  （3）设计相干解调方案，包括相干载波的生成与使用，以及解调后信号的低通滤波处理。目标是精确恢复原始基带信号，展现从已调信号中提取信息的全过程。  （4）通过时域和频域的图形展示，对比分析原始信号、已调信号、解调信号的特性。评估调制与解调过程的效果，验证系统设计的正确性和效率，包括滤波器设计的有效性及信号失真程度。 |
| **2 设计方案**  **本实验使用的版本是MATLAB R2021a**  1.AM信号生成与观察  信号生成与调制：手动实现AM调制过程，不直接使用MATLAB内置的调制函数，以加深理解。首先，利用MATLAB生成一个低频的基带信号（1kHz的正弦波）作为模拟的音频信号。然后，生成一个高频载波信号（100kHz），最后实现幅度调制，得到AM信号。  2.AM信号的频谱分析  频谱计算与展示：运用MATLAB的FFT功能，计算AM信号的频谱，观察调制前后频谱的变化，识别载波及其边带结构。分析频谱，理解调制过程如何在频域中体现，以及如何通过频谱识别信号的调制特性。  3.AM信号的相干解调与信号恢复  相干解调实现：设计接收端的相干解调过程，包括相干载波的生成和与接收到的AM信号相乘。  低通滤波器设计与应用：设计并应用低通滤波器去除高频载波分量，恢复原始基带信号。  解调信号观察与分析：绘制解调后信号的时域波形，与原始基带信号对比，评估解调质量。  分析解调信号的时域特性，判断信号恢复的准确度。  进行频谱分析，确认高频成分已被有效滤除。 |
| **3 设计内容**    1.AM信号生成  设计MATLAB程序自动生成低频基带信号（代表信息信号）和高频载波信号，然后通过幅度调制方法合成AM信号。此步骤要求手动实现调制算法，避免直接调用MATLAB内置的调制函数，以加深对调制原理的理解。  2.信号可视化分析: 利用MATLAB强大的数据可视化能力，绘制基带信号、载波信号和AM信号的时域波形图。通过图形直观展示调制过程，观察调制后信号形态的变化。  3.频谱分析: 应用快速傅里叶变换（FFT）分析AM信号的频谱特性，展示调制信号在频域的表现。此步骤对于理解调制信号的频谱结构至关重要，尤其是载波和边带的位置关系。  4.相干解调与信号恢复: 设计接收端的相干解调过程，包括相干载波的生成和与接收到的AM信号相乘操作，随后通过设计和应用低通滤波器去除高频载波成分，从而恢复原始基带信号。 |
| **4 仿真与调试**  1.AM信号生成    幅度调制（AM）是一种基本的调制技术，它通过改变载波信号的振幅来传输信息。在这个过程中，一个称为“基带信号”的消息信号被用来调制一个较高频率的载波信号。数学上，AM信号可以表示为 𝑆(𝑡)=[𝐴𝑐+𝐴𝑚⋅𝑚(𝑡)]cos(2𝜋𝑓𝑐𝑡)S(t)=[Ac​+Am​⋅m(t)]cos(2πfc​t)，其中 Ac​ 是载波幅度，fc​ 是载波频率，m(t) 是基带信号，而 Am​ 是调制幅度。  在代码实现中，我们首先定义了基带信号m(t)，这里是一个正弦波作为示例，随后通过乘以载波信号并加上载波的直流偏置来生成AM信号。这一过程确保了基带信号的变化反映在载波信号的幅度上。  2.信号可视化分析      通过MATLAB的绘图功能，我们可以直观地看到原始基带信号和调制后AM信号的时域波形。这对于验证信号处理的正确性至关重要。时域波形图展示了信号随时间变化的幅度，帮助我们确认调制过程是否按照预期进行了幅度的变化，同时也能观察到基带信号的特征是否被成功嵌入到载波中。  3.频谱分析      频谱分析是通过快速傅里叶变换FFT将时域信号转换成频域信号的过程，展示信号的频率组成。对于AM信号，频谱图中应能看到载波频率以及两侧对称分布的边带。边带与载波之间的距离等于基带信号的最高频率成分，且边带的功率反映了基带信号的信息。频谱分析对于理解信号的能量分布、检测干扰和评估信号质量非常重要。  4.相干解调与信号恢复    相干解调是AM信号接收端恢复基带信号的关键步骤。它涉及使用与发送端同频同相的载波信号与接收到的AM信号相乘，这一步骤理论上可以完全恢复出原始的基带信号。然而，实际操作中需要精确的相位同步，否则会产生失真。  相干解调：通过乘法操作，将接收到的AM信号与本地产生的载波信号相乘，这样基带信号的包络得以恢复，但此时信号中还包含了载波分量和高频成分。  低通滤波：为了从解调信号中去除载波和高频噪声，使用低通滤波器是必要的。滤波器的设计需要根据基带信号的最高频率来确定截止频率，以保证基带信号能顺利通过而滤除其他不需要的频率成分。 |
| **5 总结与体会**  本实验围绕幅度调制(AM)信号的生成、分析、解调及恢复进行了深入探讨，不仅限于理论学习，更注重实践操作与理解深化。通过亲自动手完成AM信号的构建、观察其时频特性、实施相干解调并最终恢复基带信号，我们深刻体会到信号处理各环节的微妙与精密。MATLAB作为强大的辅助工具，其内置函数与工具箱极大地简化了信号分析与处理的复杂度，加速了实验进程，同时也让我们学会了如何有效利用现成资源提升研究效率。  实验过程中，我们面临了一系列挑战，例如：  调制参数的敏感性：载波频率、调制指数等参数的选择对AM信号的质量有着直接影响，要求我们在设计中精细调优。  解调精度的把握：相干解调的精髓在于载波的精确重建，任何相位误差都会导致解调信号的失真，强调了系统同步的重要性及其实现难度。  通过这些实践，我们不仅巩固了信号处理的基本概念，更重要的是，学会了如何面对实际问题进行灵活应对与策略调整。我们认识到，成功的信号处理不仅依赖于深厚的理论知识，还需具备丰富的实践经验，以及对特定应用场景的深刻理解。此外，本次实验也启发我们思考更多潜在的通信难题，如非线性效应、多径传播等，激励我们继续探索通信领域的广袤天地，不断寻求技术创新与突破。总之，本次实验是一次理论与实践紧密结合的学习旅程，既增强了我们的技术能力，也拓宽了科研视野，为未来深入学习通信技术奠定了坚实的基础。 |
| **参考文献**  [1]王青龙,韩春昊,王春霞,等.数字通信信号调制方式识别研究[J].电声技术,2024,48(01):142-145.DOI:10.16311/j.audioe.2024.01.042.  [2]廖湘萍,乐露露,胡世新,等.基于Matlab Guide的信号调制与解调演示实验设计[J].物理通报,2020(12):106-109.  [3]王睿庭.一种AM信号解调方法的研究[J].电子质量,2024(03):83-86.  [4]张勇,许忆南.AM信号正交解调方法的性能分析[J].电子世界,2013(13):42-43.  [5]张艺萌.几种AM信号数字化解调算法比较[J].现代电子技术,2011,34(17):125-128.DOI:10.16652/j.issn.1004-373x.2011.17.052.  [6]付涛,李治安,李晓明.AM信号数字化解调方法研究[J].通信技术,2009,42(01):41-43.  [7]陈善继.AM信号相干解调与非相干解调比较[J].青海师专学报.教育科学,2003(06):79-81. |

**附件1：**

