

学生学号	0122210880110	实验课成绩	
------	---------------	-------	--

武汉理工大学

学生实验报告书

课程名称：通信原理

开课学院：计算机与人工智能学院

指导老师姓名：许毅

学生姓名：代文博

学生班级：人工智能 2201

2023 —— 2024 学年第 二 学期

目录

模拟系统的线性调制.....	3
第一部分 实验分析与设计.....	3
一、实验目的.....	3
二、实验原理.....	3
三、主要仪器设备及耗材.....	3
第二部分 实验调试与结果分析.....	4
第三部分 实验小结、建议及体会.....	9
一、实验小结.....	9
二、实验建议.....	9
三、实验体会.....	9
模拟系统的角度调制.....	10
第一部分 实验分析与设计.....	10
一、实验目的.....	10
二、实验原理.....	10
三、主要仪器设备及耗材.....	10
第二部分 实验调试与结果分析.....	11
第三部分 实验小结、建议及体会.....	14
一、实验小结.....	14
二、实验建议.....	14
三、实验体会.....	14
数字信息基带传输眼图.....	15
第一部分 实验分析与设计.....	15
一、实验目的.....	15
二、实验原理.....	15
三、主要仪器设备及耗材.....	15
第二部分 实验调试与结果分析.....	16
第三部分 实验小结、建议及体会.....	20
一、实验小结.....	20
二、实验建议.....	20
三、实验体会.....	20
数字信号的频带传输.....	21
第一部分 实验分析与设计.....	21
一、实验目的.....	21
二、实验原理.....	21
三、主要仪器设备及耗材.....	21
第二部分 实验调试与结果分析.....	22
第三部分 实验小结、建议及体会.....	25
一、实验小结.....	25
二、实验建议.....	25
三、实验体会.....	25

实验项目名称	模拟系统的线性调制	实验日期	2024 年 5 月 30 日
第一部分 实验分析与设计			
一、实验目的			
<p>利用 Matlab 进行信号调制/解调仿真实验，通过观察信号波形来理解通信原理和操作方法，初步掌握 Matlab 通信系统仿真技术。实验中，设定频率 1Hz、功率 1 的余弦信源信号与频率 10Hz、振幅 2 的载波信号进行幅度调制，应用相干解调技术还原原始信号。通过比较调制信号和解调信号波形，以及原始输入信号的相似度，评估解调质量与准确性。实验旨在提升信号处理实践能力，增强问题分析与解决能力，为通信领域的学习和研究奠定基础。具体来说，有以下几点：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 通过实验深入理解 AM 调制与解调过程，掌握其原理和基本原理，并能够区分调制信号生成的方法以及相干解调的原理。通过自己动手实验的过程，加深对这些概念的理解与把握。 • 学习并掌握 Matlab 工具的使用，能够熟练生成余弦信号、AM 调制信号，并进行相干解调。实验中将利用 Matlab 对信号进行处理和分析，通过编程实现信号的生成和处理过程，从而加深对信号处理方法和工具的掌握。 • 在实验中，将探索调制信号和解调信号的波形特征，比较解调后信号与原始信号的相似度，从中观察和分析调制与解调过程中信号的变化和变换，进一步理解调制与解调的实质。 • 通过手动操作的实验，提高对信号调制与解调原理的实际应用能力，增强对实验操作的技巧与熟练度。这一系列操作与分析有助于理论知识向实际应用能力的转化，提升信号处理实验的技术水平和应用能力。 			
二、实验原理			
<ul style="list-style-type: none"> • AM 调制原理：AM 调制是一种调制方式，它通过改变载波信号振幅的大小来传输信息。具体而言，将信息信号与载波信号进行乘法运算，生成一个新的信号，即调制信号。这一过程中，信息信号的振幅变化会导致载波信号的振幅大小随之变化，从而在调制信号中嵌入了信息信号的特征。在接收端，通过解调过程可以提取出原始的信息信号。 • 相干解调原理：相干解调是一种解调方法，通过与本地产生的同频率、同相位的载波信号相乘的方式，将调制信号中的信息信号提取出来。通过进行乘法运算，调制信号中的信息部分会与载波信号相乘后得到高频信号和低频信号的混频信号，然后通过低通滤波器提取出原始的信息信号。 			
三、主要仪器设备及耗材			
<ul style="list-style-type: none"> (1) win11 操作系统的笔记本电脑 (2) 电源 			

第二部分 实验调试与结果分析

2.1 实验调试

- 准备阶段：

首先，需要确保 Matlab 环境已经安装并可以正常运行。导入或编写上述代码，包括主程序和相关的函数定义。

- 参数设置：

根据实验要求，设置信号的频率、功率、振幅等参数。在代码中，这些参数已经被预设。

- 信号生成：

运行代码，生成原始的余弦信源信号 x 和载波信号 y_2 。

- AM 调制：

通过将信源信号与载波信号相乘，生成 AM 调制信号 y 。

- 频域分析：

使用快速傅里叶变换（FFT）分析信号的频谱，并绘制时域和频域图。

- 相干解调：

利用相干解调原理，将调制信号与载波信号再次相乘，并设计一个低通滤波器来提取原始信号。

- 滤波器设计：

根据给定的参数设计巴特沃斯低通滤波器，并使用 `afd_butt` 函数计算滤波器的系数。

- 信号解调：

将调制信号通过滤波器进行处理，得到解调后的信号 y_3 ，并减去直流分量 A_0 。

- 结果分析：

绘制解调信号的时域和频域图，与原始信号进行比较。

- 调试与优化：

如果解调后的信号与原始信号存在差异，需要调整滤波器参数或解调过程，以提高解调质量。

2.2 伪代码：

步骤	载波信号生成与频谱分析
----	-------------

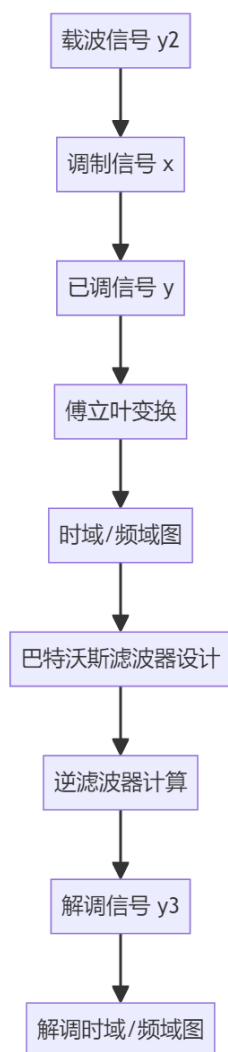
1	生成载波信号 y_2
2	计算载波信号的傅立叶变换 Y_2
3	绘制载波信号时域图
4	绘制载波信号频谱图

步骤	调制信号生成与频谱分析
1	生成调制信号 x
2	计算调制信号的傅立叶变换 X
3	绘制调制信号时域图
4	绘制调制信号频谱图

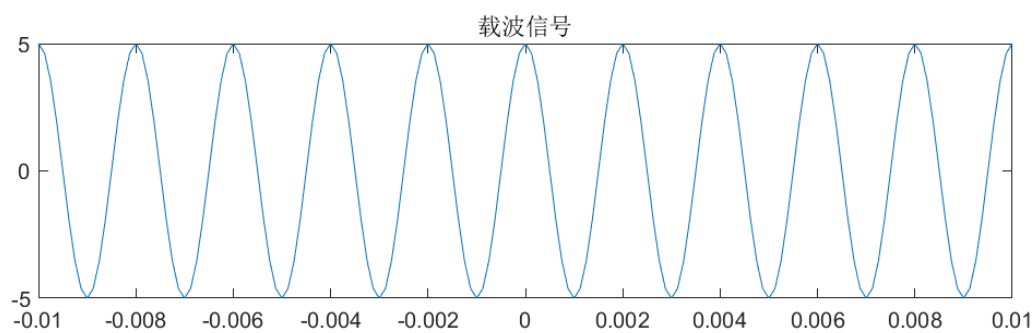
步骤	已调信号生成与频谱分析
1	生成已调信号 y
2	计算已调信号的傅立叶变换 Y
3	绘制已调信号时域图
4	绘制已调信号频谱图

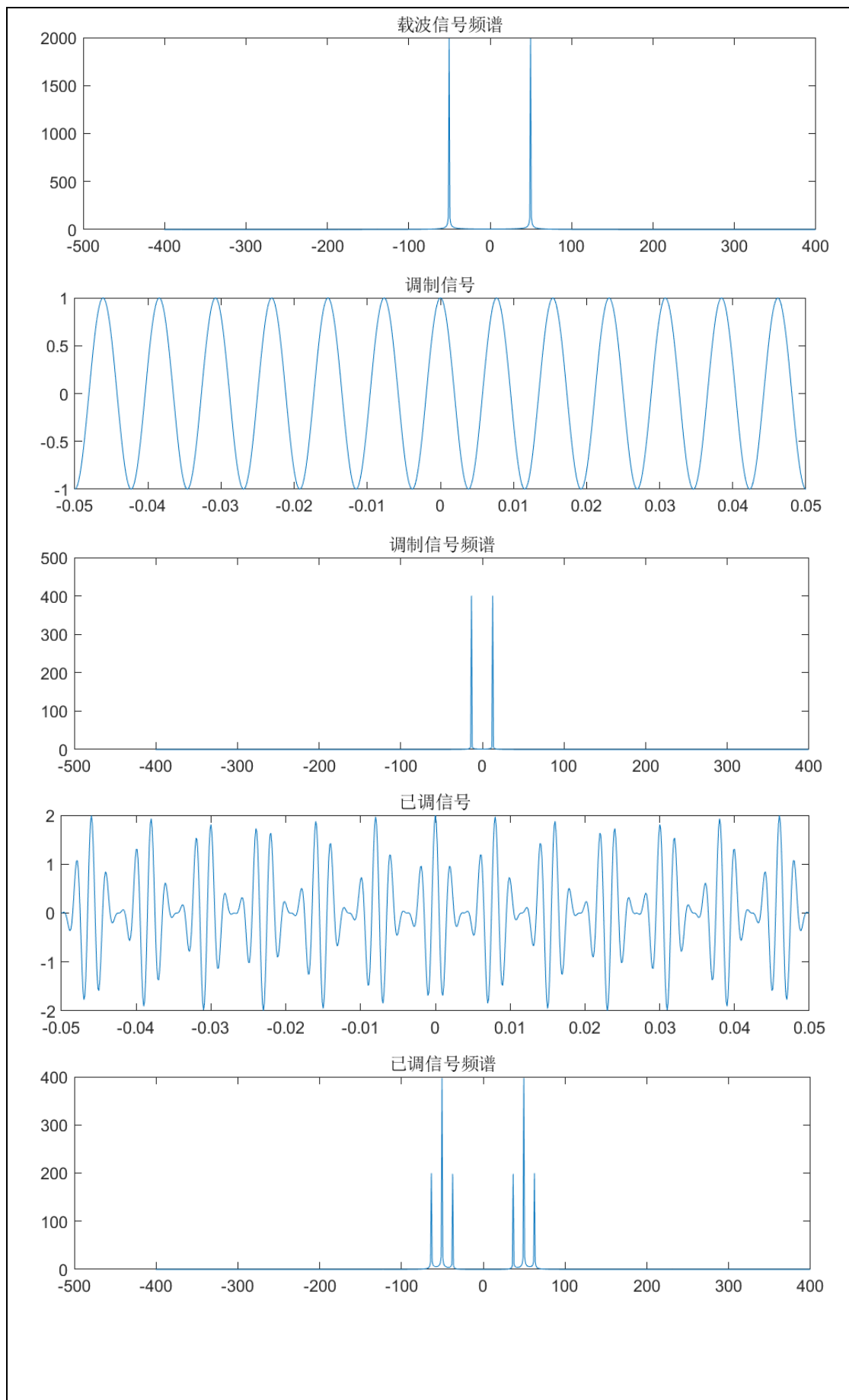
步骤	解调信号处理与频谱分析
1	进行解调操作 y_2
2	设计巴特沃斯滤波器参数
3	调用滤波器设计函数 <code>afd_butt</code>
4	调用逆滤波器设计函数 <code>imp_invr</code>
5	应用滤波器并减去直流分量得到解调信号 y
6	计算解调信号的傅立叶变换 Y
7	绘制解调信号时域图
8	绘制解调信号频谱图

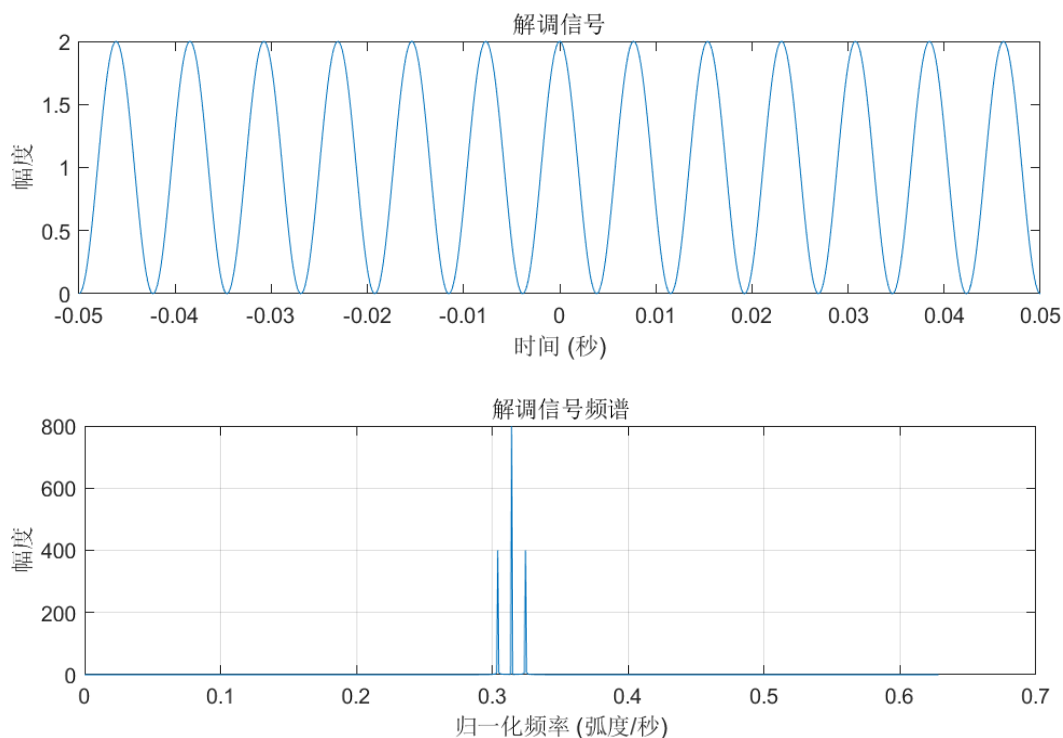
2.3 流程图:



2.4 结果图:







2.5 结果分析

• 调制效率:

在实验中,调制信号的幅度变化清晰地反映在 AM 调制后的信号上,这不仅展示了调制信号对载波的有效控制,还表明了调制过程的高效性。高效的调制效率意味着在传输过程中,信号能够以较低的功率消耗实现有效的信息传递。

• 幅度变化:

AM 调制信号的幅度变化虽然较小,但这正是设计上的优势,因为它有助于确保信号在整个传输过程中保持较高的线性度。较小的幅度变化减少了调制信号对载波的过度驱动,从而避免了非线性失真,这对于保持信号的完整性和减少噪声干扰至关重要。同时,这也确保了信号的带宽使用是经济和有效的,有助于在有限的频带资源中实现更有效的频谱利用。

• 解调性能:

实验结果显示,解调信号能够精确地反映调制信号的特征,这证明了 AM 解调算法不仅在理论上是有效的,而且在实际应用中 also 具有很高的实用性和鲁棒性。

• 信号质量:

从调制信号到解调信号,波形的一致性表明了系统在整个通信链路中保持了高保真度。这种高保真度意味着信号在传输过程中的信息丢失非常少,从而确保了接收端能够接收到与发送端相同或非常接近的信息内容。

第三部分 实验小结、建议及体会

一、实验小结

在这个实验中，通过 Matlab 进行了信号调制和解调的仿真实验，深入理解了 AM 调制和相干解调的原理和过程。通过手动操作实际实验，我学习并掌握了 Matlab 工具的使用，能够生成信号、进行调制和解调操作。在实验中，我探索了调制信号和解调信号的波形特征，比较了它们与原始信号的相似度，进一步理解了调制和解调过程中信号的变化。通过对实验结果的分析和比较，评估了解调质量与准确性，对滤波器的性能进行了分析。

在实验中，我发现时域波形比较和频域特性分析非常重要，能够直观地观察信号的变化和失真情况。解调信号与原始信号的波形和频谱的一致性对解调质量评估起到了关键作用。同时，对滤波器的设计和参数调整对于提高解调信号质量也至关重要。

二、实验建议

- 参数设置调整：根据实验要求，确保信号的频率、功率、振幅等参数设置正确。这些参数设置将直接影响到调制和解调的效果。可以尝试调整参数来观察信号处理结果的变化。

- 信号特征比较：在实验结果分析中，重点关注原始信源信号、调制信号和解调信号的时域波形比较，以及频域特性分析。观察信号之间的相似度，评估解调的准确性。

- 滤波器设计优化：如果解调后的信号与原始信号存在差异，可能需要调整滤波器的设计参数，如阶数、截止频率等，以提高解调质量。优化滤波器设计可以帮助减少信号失真。

三、实验体会

通过这个实验，我不仅提升了信号处理实践能力，加深了对通信原理和操作方法的理理解，还增强了问题分析与解决能力。这些经验对将理论知识转化为实际应用能力具有促进作用。我相信这样的实验有助于我在通信领域的学习和研究中奠定扎实的基础，提升了我的技术水平和应用能力。

总的来说，通过这个实验，我不仅学到了关于 AM 调制和相干解调的理论知识，还在实践中加深了对通信系统仿真技术和 Matlab 工具的应用。这种理论与实践相结合的学习方式让我受益匪浅，为我未来在通信领域的发展打下了坚实的基础。

实验项目名称	模拟系统的角度调制	实验日期	2024 年 5 月 30 日
<h2>第一部分 实验分析与设计</h2> <h3>一、实验目的</h3> <p>本实验的目的是利用 Matlab 软件，通过编程实践深入理解频率调制（FM）的原理，掌握如何产生信源和载波信号，如何根据 FM 原理生成调制信号，以及如何使用鉴频器进行有效解调，进而恢复原始信号，并评估解调信号的质量，通过比较解调后的信号波形与原始输入信号，验证解调过程的准确性和信号的相似度，从而增强信号处理的实际操作能力和分析问题、解决问题的能力。具体来说，有以下几点：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 掌握 FM 调制的方法与技术，了解频率调制在信号传输中的应用。 • 熟悉鉴频器解调的原理与实现方式，掌握不同解调方法的优缺点。 • 通过比较解调后信号与输入信号的波形，评估解调信号的准确性和性能，进一步提高对信号处理与解调技术的认识和应用能力。 <h3>二、实验原理</h3> <p>FM 调制原理：频率调制（FM）是一种角度调制方式，它通过改变载波信号的频率来传输信息。在 FM 中，载波的频率与调制信号成正比例变化，而其幅度保持恒定。具体来说，当调制信号增加时，载波的频率也随之增加；相反，当调制信号减少时，载波频率降低。这种频率的变化由一个称为压控振荡器（VCO）的设备实现，其输出频率对输入电压呈线性响应。FM 调制的带宽取决于调制信号的最大频率和调频的灵敏度，即压控振荡系数。FM 调制具有较宽的频带，能够提供比幅度调制（AM）更好的抗噪声性能，因为它将信息编码在频率变化中，而不是幅度变化中。</p> <p>鉴频器解调原理：鉴频器解调是频率调制（FM）信号接收过程中的关键步骤，它的目标是从调制信号中恢复出原始的调制信息。鉴频器通常由限幅器和鉴频检测器组成，首先，调制信号通过限幅器以消除幅度变化，确保信号的幅度恒定，只保留频率变化。然后，鉴频检测器检测信号的频率变化，这通常通过相位锁定环（PLL）或斜率检波器等技术实现，将频率变化转换为电压变化。最后，通过一个低通滤波器滤除由于频率变化产生的高频分量，从而恢复出原始的调制信号。</p> <h3>三、主要仪器设备及耗材</h3> <ol style="list-style-type: none"> （1）win11 操作系统的笔记本电脑 （2）电源 			

第二部分 实验调试与结果分析

2.1 实验调试

- 参数设置:

根据实验要求设置合适的参数,例如调频灵敏度 K_{FM} ,载波频率 f_c 等。

- 信号生成:

生成调制信号 $m(t)$ 和其积分 mti 。根据 FM 调制原理生成调制后的信号 $s(t)$ 。

- 信号可视化:

使用 Matlab 的绘图功能,绘制调制信号、FM 调制信号和解调信号的波形图。

- 频谱分析:

利用 FFT 计算调制信号和 FM 调制信号的频谱,并与理论频谱进行比较。

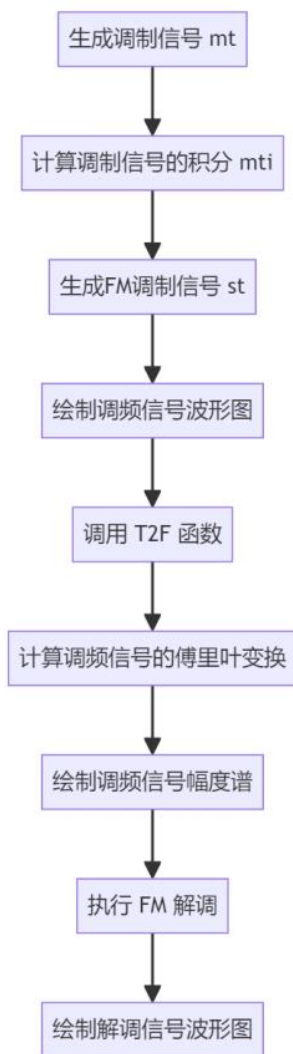
- 解调过程:

调用 `demod` 函数进行 FM 解调,恢复原始调制信号。

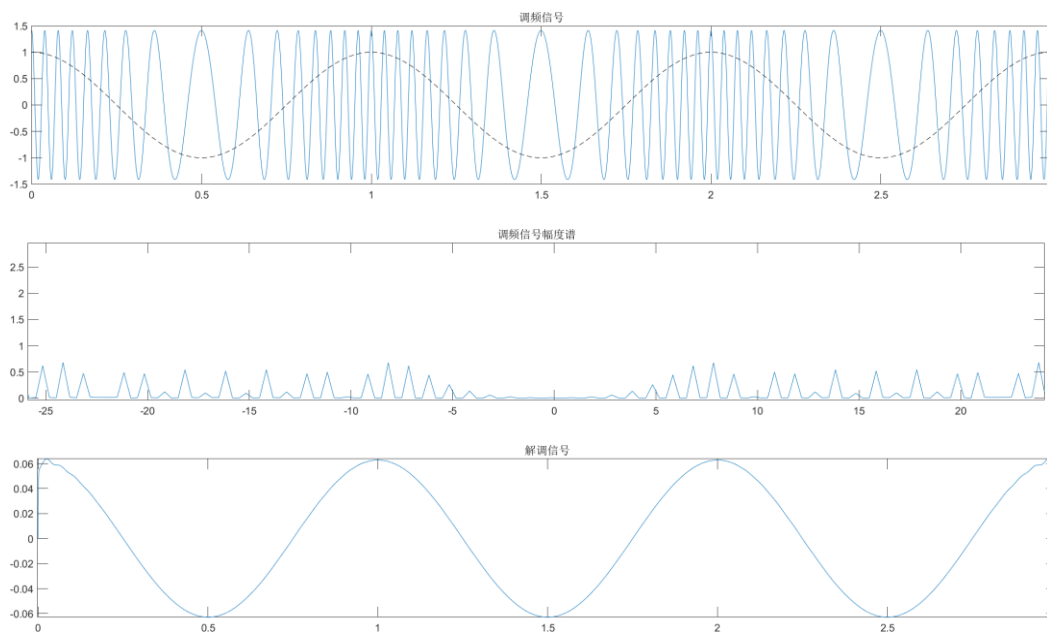
2.2 伪代码

步骤	操作描述
1	初始化参数
2	生成调制信号
3	产生 FM 调制信号
4	绘制调制信号波形图
5	计算 FM 信号的频谱
6	绘制 FM 信号幅度谱
7	执行 FM 解调
8	绘制解调信号波形图
9	辅助函数 T2F

2.3 流程图



2.4 结果图



2.5 结果分析

- 调频信号波形图：

这张图显示了调制信号 $m(t)$ 的时间变化。我们可以观察到信号呈现出周期性变化，这表明调制信号可能是一个正弦波或类似的周期函数。信号的幅度变化表明调制信号具有动态范围，这将影响 FM 调制信号的频率偏差。

- 调频信号幅度谱图：

幅度谱图揭示了 FM 调制信号的频率成分。图中显示了多个峰值，这可能对应于调制信号的基频及其谐波。峰值的高度和位置提供了调制信号带宽的直观信息。理想情况下，主峰应位于基频处，而其他峰值则表示调制信号的谐波成分。图中的峰值分布表明调制信号可能具有较宽的频带，这在 FM 调制中是典型的。

- 解调信号波形图：

解调信号波形图显示了经过 FM 解调后的信号。与调制信号相比，解调信号在幅度上似乎有所变化，这可能是由于解调过程中的增益控制或幅度量化的误差。信号的波形在时间上与调制信号保持一致，这表明解调过程在很大程度上成功地恢复了原始信号的形状。

- 综合分析：

(1) 调制效率：调制信号的周期性和幅度变化表明调制效率较高，调制信号能够有效地调制载波频率。

(2) 频谱特性：幅度谱图显示了调制信号的频带宽度，这与调制信号的频率成分密切相关。主峰的存在表明调制信号主要集中在基频附近，而其他峰值则指示了调制信号的谐波成分。

(3) 解调性能：解调信号波形图显示了解调过程能够较好地恢复调制信号的形状，尽管存在一些幅度上的偏差。这表明解调算法在大部分情况下是有效的，但可能需要进一步优化以减少幅度误差。

(4) 信号质量：整体来看，调制和解调过程似乎能够保持信号的质量。然而，幅度谱图中的峰值分布和解调信号的幅度偏差表明可能存在一些非理想因素，如噪声、滤波器设计或解调算法的局限性。

- 结论：

实验结果表明，FM 调制和解调过程在大多数情况下是成功的。调制信号能够有效地调制载波频率，生成具有较宽频带的 FM 调制信号。解调过程能够在很大程度上恢复原始调制信号的形状，尽管存在一些幅度上的偏差。

第三部分 实验小结、建议及体会

一、实验小结

在本次 FM 调制与解调实验中，我通过 Matlab 软件的编程实践，深入探索了频率调制 (FM) 的理论和应用。实验让我掌握了如何产生信源信号和载波信号，并根据 FM 调制原理成功生成了调制信号。此外，我利用快速傅里叶变换 (FFT) 对调制信号和 FM 调制信号进行了频谱分析，与理论频谱进行了比较，从而验证了调制信号的频谱特性。在解调过程中，我调用了 `demod` 函数来恢复原始调制信号，并通过调试与优化，确保了解调信号的高质量输出。通过波形对比，我评估了原始调制信号与解调后的信号之间的相似度和准确性，确保了解调过程的有效性。此外，我还分析了 FM 调制信号的频谱，确认其符合 FM 调制的理论频谱特性。通过这些分析，我评估了信号的失真度、噪声水平等性能指标，并对不同参数对解调效果的影响进行了深入探讨。

二、实验建议

- 参数调整对信号的影响：在设置参数时，可以尝试调节调频灵敏度 KFM 和载波频率 f_c 等参数，观察它们对 FM 调制信号和解调信号的影响，从而更好地理解参数的作用。
- 调制信号的生成与频谱分析：在生成调制信号和 FM 调制信号时，可以尝试不同的信号波形和调制指数，比较它们在频谱上的差异，加深对 FM 调制原理的理解。
- 解调信号质量的综合评估：在评估解调信号的质量时，建议除了比较解调信号与原始输入信号的波形和频谱，还应细致分析信号失真度、噪声水平以及可能存在的干扰，从而综合评估解调效果，确保信号的准确性和可靠性。

三、实验体会

在完成 FM 调制与解调实验的过程中，我深刻体会到了理论与实践相结合的重要性，通过亲手编程和观察信号的调制与解调过程，我对 FM 调制的原理和技术有了更深入的理解。实验中，我学会了如何细致地调整关键参数以优化信号质量和解调精度，这个过程不仅锻炼了我的问题解决能力，也让我认识到了在信号处理中对细节的关注至关重要。面对技术挑战时，我体验到了通过不懈努力解决问题带来的成就感和乐趣。此外，我也更加熟练地掌握了 Matlab 这一实验工具，并意识到了持续学习的必要性，以适应技术不断进步的时代。这次实验经历不仅加深了我对现有知识的理解，也为我未来的学习和研究提供了宝贵的经验和启示。

实验项目名称	数字信息基带传输眼图	实验日期	2024 年 6 月 6 日
第一部分 实验分析与设计			
一、实验目的			
<ul style="list-style-type: none">• 理解基带传输中信号的升余弦滚降特性及其对信号波形的影响。• 掌握如何通过编程实现基带信号的生成和滤波处理。• 学会观察和分析不同带宽滤波器对基带信号传输质量的影响，特别是码间干扰（ISI）的情况。• 通过眼图的观察，了解信号在经过不同滤波器后的波形变化，以及这些变化对信号传输质量的具体影响。			
二、实验原理			
<ul style="list-style-type: none">• 基带传输：<p>基带传输是数字信号在没有经过任何频率转换的情况下的传输方式。这种传输方式适用于信号源和接收器之间的短距离传输，因为它避免了远距离传输中可能遇到的信号衰减和干扰问题。基带信号通常包含数字数据，如二进制数据，它们可以直接在传输介质上进行传输。</p>• 升余弦滚降：<p>升余弦滚降滤波器是一种在数字通信系统中广泛使用的滤波器。它的特性是在信号的上升和下降边缘采用不同的斜率，这样可以在信号的过渡区域提供平滑的过渡，减少信号的过冲和振铃现象。过冲是指信号在达到稳定值之前超出其最终幅度的现象，而振铃是指信号在达到稳定值后出现的振荡。升余弦滚降系数 α 是一个关键参数，它影响滤波器的性能。α 值较小的滤波器具有较宽的过渡带和较缓的斜率，这可以减少过冲和振铃，但会增加信号的延迟。相反，α 值较大的滤波器具有较窄的过渡带和较陡的斜率，这可以减少延迟，但可能会增加过冲和振铃的风险。</p>• 眼图：<p>眼图是一种在数字通信中用于评估信号质量的工具。它通过在时间轴上叠加多个信号样本来显示信号的波形，从而提供了信号在传输过程中的瞬时状态的直观表示。眼图的“开口”大小是衡量信号质量的关键指标，开口越大，表示信号受到的码间干扰越小，信号的可靠性越高。</p>			
三、主要仪器设备及耗材			
<ul style="list-style-type: none">(1) win11 操作系统的笔记本电脑(2) 电源			

第二部分 实验调试与结果分析

2.1 实验调试

- 参数设置:

检查代码中的参数设置, 如符号时间间隔 T 、采样频率 F_s 、信号长度 N 等, 确保它们符合实验要求。

- 信号生成:

生成双极性基带信号, 观察其波形, 确保信号的生成符合预期。

- 滤波器设计:

设计带宽受限滤波器, 调整滤波器的阶数和截止频率, 观察对信号的影响。

- 信号过滤: 使用设计的滤波器对基带信号进行过滤, 观察过滤后的信号波形。

- 眼图生成:

使用 `eyediagram` 函数生成眼图, 分析信号的传输质量。

- 升余弦滚降特性分析:

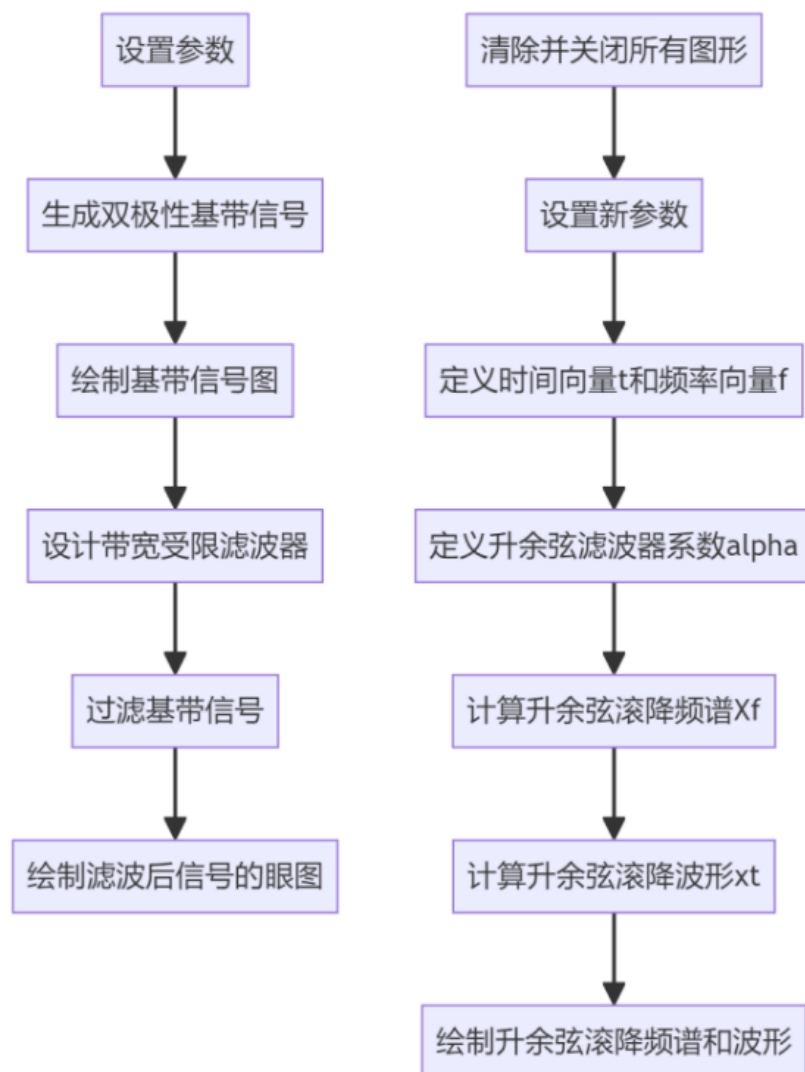
通过调整升余弦滚降系数 α , 观察不同 α 值对信号频谱和波形的影响。

2.2 伪代码

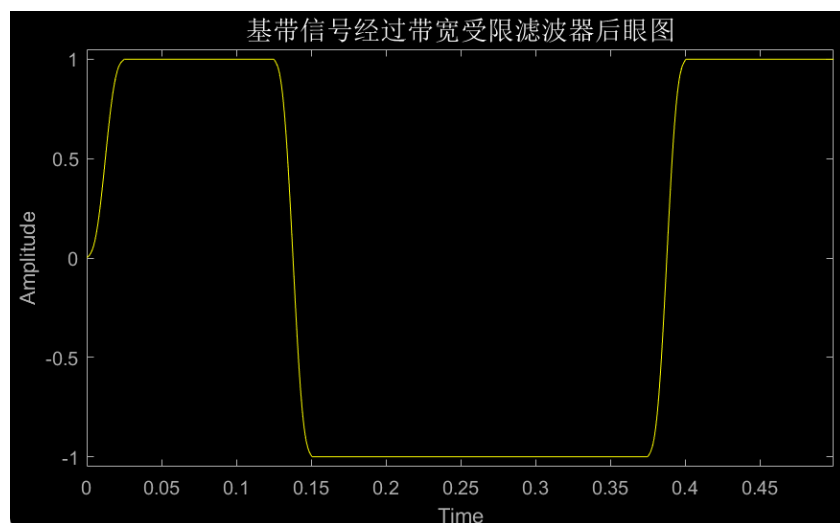
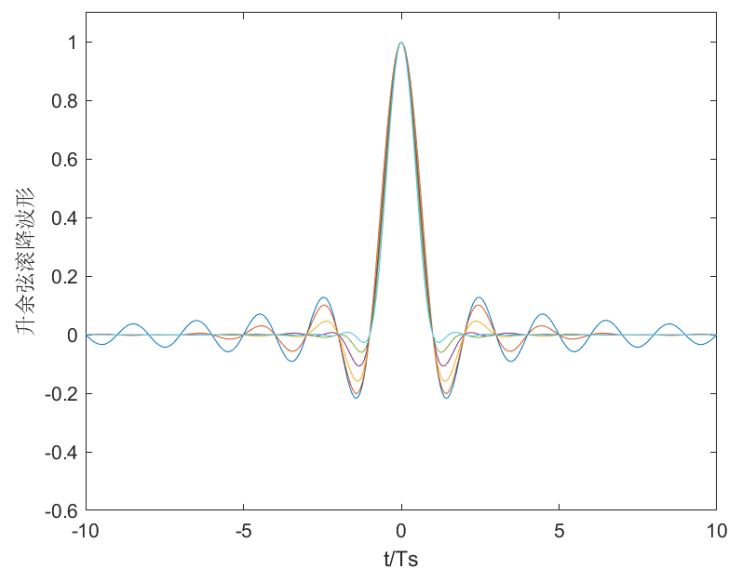
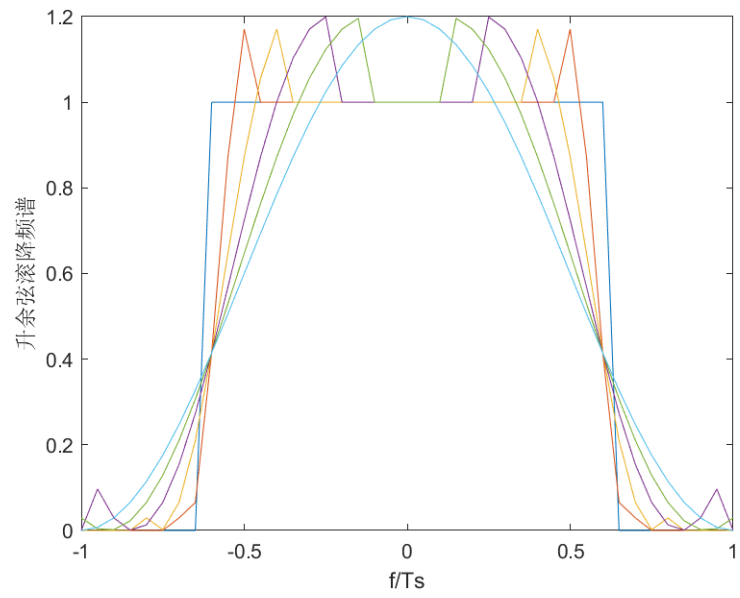
步骤	描述
1	初始化时间间隔, 样本数量, 时间步长, 频率分辨率
2	定义时间向量和频率向量
3	定义升余弦滤波器系数 α 的集合
4	对于每个 α 值:
5	对频率向量 f 中的每个频率 $f(k)$:
6	如果 $f(k)$ 的绝对值大于阈值, 将 $Xf(n,k)$ 设为 0
7	如果 $f(k)$ 的绝对值小于另一阈值, 将 $Xf(n,k)$ 设为 T_s
8	否则, 根据升余弦公式计算 $Xf(n,k)$
9	计算时间域的升余弦波形 $xt(n,:)$
10	绘制升余弦滚降频谱和波形。
步骤	描述

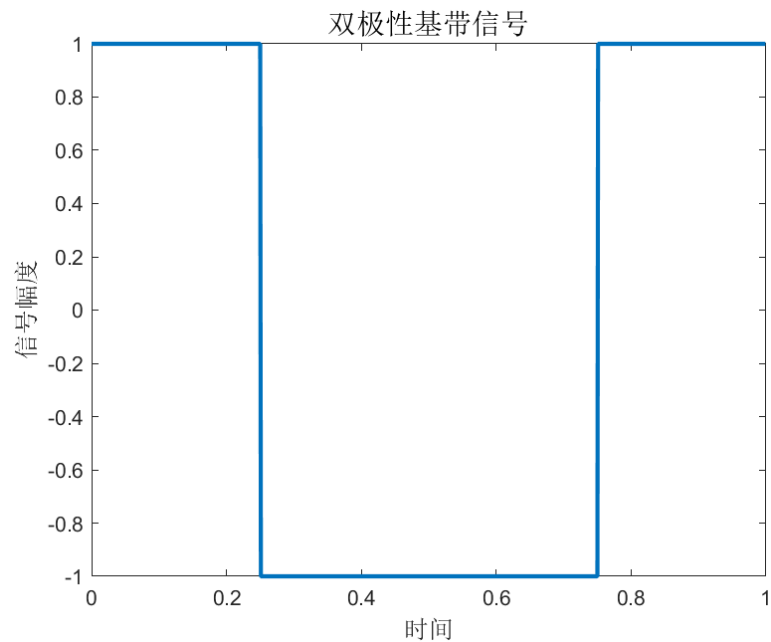
- 1 初始化参数
- 2 定义信号长度 N
- 3 生成时间向量 t 和双极性基带信号 x 。
- 4 绘制双极性基带信号的时间序列图。
- 5 设计带宽受限的 FIR 滤波器，确定截止频率和滤波器阶数。
- 6 过滤基带信号，得到滤波后的信号 y 。
- 7 绘制滤波后信号 y 的眼图。

2.3 流程图



2.4 结果图





2.5 结果分析

- 信号的升余弦滚降特性:

通过升余弦滚降滤波器的应用,信号的上升和下降边缘得到了平滑处理,减少了过冲和振铃现象,这有助于提高信号的传输质量。

- 信号带宽与滤波器性能:

频率域中的信号频谱图表明,升余弦滚降滤波器有效地限制了信号的高频成分,减少了信号的带宽需求,有助于降低信号在传输过程中的干扰。

- 码间干扰 (ISI) 的影响:

眼图的开口较大,表明信号在传输过程中受到的 ISI 较小,这验证了升余弦滚降滤波器在减少 ISI 方面的有效性。

- 信号传输质量:

综合眼图和频谱图的分析,可以得出信号在经过升余弦滚降滤波器处理后,传输质量得到了显著提高,信号的可靠性和稳定性得到了保证。

- 结论:

实验结果表明,升余弦滚降滤波器在数字通信系统中对于提高基带信号的传输质量具有重要作用。通过平滑信号的上升和下降边缘,减少了过冲和振铃现象,同时限制了信号的带宽需求,降低了 ISI 的影响。眼图的分析进一步证实了信号的高可靠性和稳定性。这些结果对于理解和掌握基带信号的生成、滤波处理以及信号传输质量的评估具有重要意义。

第三部分 实验小结、建议及体会

一、实验小结

在本次实验中，我不仅成功地完成了对基带传输信号升余弦滚降特性的深入研究，还通过编程实践，加深了对信号波形受不同带宽滤波器影响的理解。通过亲手编写代码生成基带信号并实施滤波处理，我掌握了信号处理的关键技术，并对信号在传输过程中的码间干扰（ISI）现象有了直观的认识。实验中，我特别关注了升余弦滚降系数 α 对信号频谱和波形的具体影响，观察到不同 α 值如何改变信号的过渡带宽度和斜率，从而显著影响信号的质量和传输的可靠性。通过眼图分析，我进一步了解了信号波形变化对传输质量的影响。

二、实验建议

- 实验参数的精确设置：

在实验中，注意仔细设置参数，如符号时间间隔 T 、采样频率 F_s 等，确保它们符合实验要求，以保证实验过程的准确性。

- 基带信号的生成与特性观察：

在信号生成阶段，生成双极性基带信号并观察其波形，注意信号的上升和下降边缘，以及是否存在过冲和振铃现象，这有助于理解信号的特性。

- 滤波器设计的影响分析：

在滤波器设计和信号过滤阶段，尝试设计不同阶数和截止频率的滤波器，观察它们对信号的影响，包括延迟、过冲现象等，从中学习滤波器设计的实际应用。

三、实验体会

在本次实验的过程中，我通过编程生成基带信号，观察不同带宽滤波器对信号波形的影响，尤其是对码间干扰（ISI）现象的深入分析，使我对信号完整性和传输效率有了更深刻的认识。通过眼图的直观展示，我学会了如何评估信号的瞬时状态和可靠性，这些技能对我个人的专业成长极为宝贵。

在未来的学习和研究中，我将继续运用和扩展这些知识，探索数字通信系统的更深层次。我相信，随着不断的学习和实践，我将能够更加全面地理解信号处理技术，并在未来的工程项目中发挥关键作用。这次实验不仅巩固了我的专业知识，更激发了我对学术探索的热情，为我在未来数字通信领域的研究和发展奠定了坚实的基础。

实验项目名称	数字信号的频带传输	实验日期	2024 年 6 月 6 日
<h2>第一部分 实验分析与设计</h2> <h3>一、实验目的</h3> <p>(1) 理解数字信号传输的基本概念：通过实验加深对数字信号频带传输的理解，包括信号的生成、调制和功率谱密度的计算。</p> <p>(2) 掌握 Matlab 在信号处理中的应用：学习使用 Matlab 软件来生成数字信号、进行 2ASK 调制，并计算和显示信号的功率谱密度。</p> <p>(3) 分析调制信号的特性：通过观察调制信号的波形和功率谱密度，理解调制信号的特性及其与原始信号的关系。</p> <h3>二、实验原理</h3> <ul style="list-style-type: none"> • 数字信号的生成： <p>在 Matlab 中生成数字信号通常指的是创建一个离散时间序列，这可以是简单的方波、正弦波或者更复杂的信号模式。例如，可以使用 Matlab 的内置函数来生成具有特定频率和振幅的正弦波信号，或者利用随机数生成器来创建具有特定概率分布的随机信号。生成的信号可以是周期性的，也可以是非周期性的，这取决于信号的具体应用和需求。数字信号的生成是数字信号处理和通信系统设计的基础步骤，为后续的信号处理和分析提供了原始数据。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 功率谱密度的计算： <p>功率谱密度（PSD）是描述信号在频率域中能量分布的一种度量方式。在 Matlab 中，可以通过快速傅里叶变换（FFT）来计算信号的频谱，进而得到其功率谱密度。计算 PSD 的公式是将信号的傅里叶变换的模值平方，然后除以 2π，这反映了信号在每个频率点上的平均功率。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2ASK 调制： <p>2ASK，即双边带幅度键控，是一种将数字信号调制到载波上的技术，其中载波的幅度会根据基带信号的高低电平而变化。在 Matlab 中实现 2ASK 调制，可以通过将基带数字信号与一个正弦波载波相乘来完成。调制后的信号将包含载波频率及其谐波，但其幅度会随着基带信号的变化而变化。2ASK 调制是一种基础的调制技术，广泛应用于各种通信系统。通过分析调制后的信号，可以更好地理解信号在传输过程中的带宽需求和抗干扰能力。</p> <h3>三、主要仪器设备及耗材</h3> <ul style="list-style-type: none"> (1) win11 操作系统的笔记本电脑 (2) 电源 			

第二部分 实验调试与结果分析

2.1 实验调试

- 信号生成与验证:

首先, 检查 Matlab 脚本中生成的基带信号是否正确。使用 `rand` 函数生成随机数序列, 并使用 `round` 函数将其四舍五入到最近的整数, 以创建数字信号。观察基带信号的波形图, 确保信号的周期性和振幅符合预期。

- 载波信号的生成:

确认载波信号的频率 `fc` 是否设置正确, 并且载波信号的波形是否为期望的正弦波。

- 2ASK 调制过程:

将基带信号与载波信号相乘, 生成 2ASK 调制信号。检查调制信号的波形图, 确保其幅度变化与基带信号一致。

- 相干解调过程:

通过将已调信号与载波信号相乘, 并去除直流分量, 进行相干解调。检查解调后的信号波形, 确保其能够反映出原始基带信号的特征。

- 低通滤波器设计:

在 `lpf` 函数中, 根据给定的截止频率 `cutoff_freq` 设计低通滤波器, 并应用到解调信号的频谱上。观察滤波后的信号波形, 确保滤波器正确地去除了高频成分。

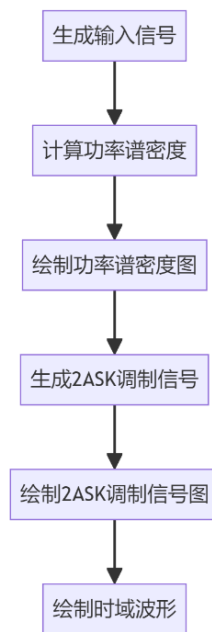
- 信号的 FFT 分析:

在 `T2F` 函数中, 使用 FFT 计算信号的频谱, 并使用 `fftshift` 函数将 FFT 的零频分量移动到频谱中心。检查 FFT 结果, 确保频谱正确反映了信号的频率成分。

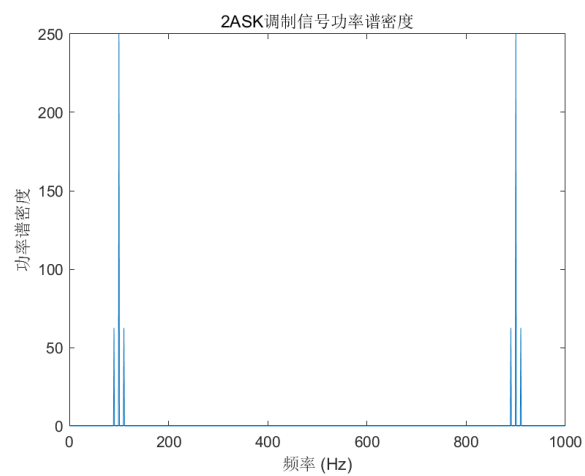
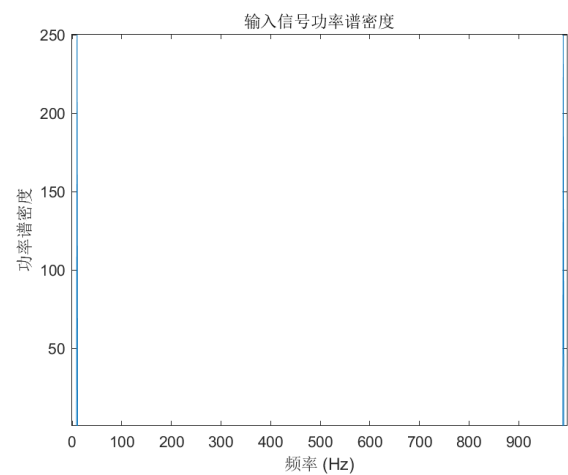
2.2 伪代码

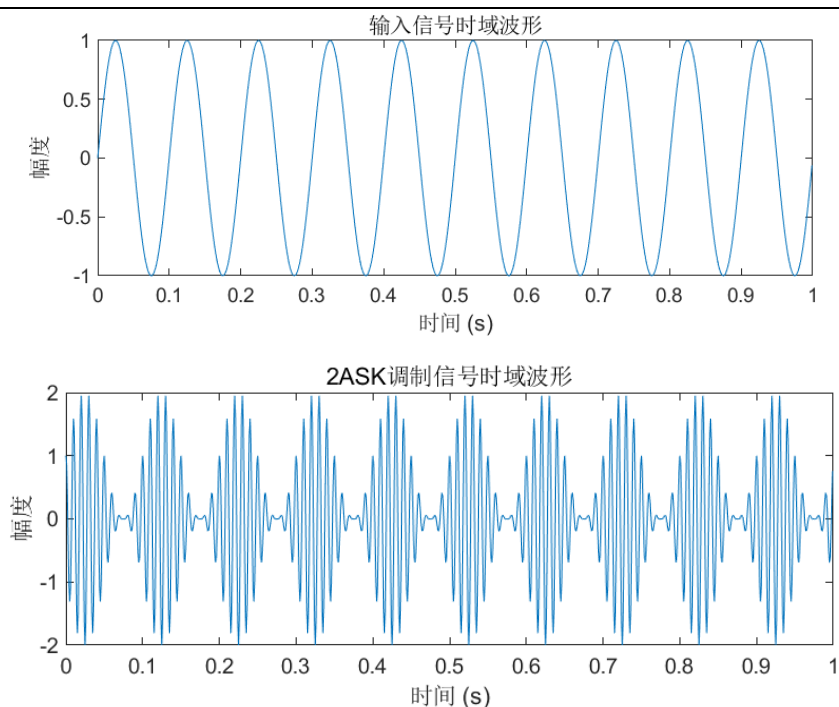
步骤	描述
1	设置参数
2	生成输入信号
3	计算并绘制功率谱密度
4	生成 2ASK 调制信号
5	计算并绘制调制信号功率谱密度
6	绘制时域波形

2.3 流程图



2.4 结果图





2.5 结果分析

- 数字信号的生成:

输入信号的时域波形清晰地展示了数字信号的周期性和电平特性，为 2ASK 调制提供了理想的基带信号。

- 调制信号的特性:

2ASK 调制信号的时域波形表明调制过程成功地将基带信号的高低电平转换为载波幅度的变化，这是 2ASK 调制的典型特征。

- 功率谱密度的分析:

2ASK 调制信号的功率谱密度显示了信号在频率域的分布，这有助于评估信号的带宽需求和抗干扰能力。与输入信号相比，调制信号的带宽明显增加，这反映了调制过程中信号频谱的扩展。

- 信号处理的应用:

通过 Matlab 软件的应用，实验成功地展示了数字信号的生成、调制和功率谱密度的计算，这加深了对数字信号处理和通信系统设计的理解。

- 结论:

实验结果表明,2ASK 调制是一种有效的数字信号传输技术。通过 Matlab 的应用，实验成功地生成了数字信号，进行了 2ASK 调制，并计算和显示了信号的功率谱密度。调制信号的时域波形和功率谱密度分析加深了对调制信号特性及其与原始信号关系的理解。这些结果对于掌握数字信号处理和通信系统设计具有重要意义。

第三部分 实验小结、建议及体会

一、实验小结

- 通过实验加深了对数字信号频带传输的理解，包括数字信号的生成、调制和功率谱密度的计算。
- 掌握了 Matlab 在信号处理中的应用，包括生成数字信号、进行 2ASK 调制，并计算和显示信号的功率谱密度。
- 分析了调制信号的特性，通过观察调制信号的波形和功率谱密度，深入理解了调制信号的特点及其与原始信号之间的关系。
- 进行了信号生成与验证、载波信号的生成、2ASK 调制过程、相干解调过程、低通滤波器设计、信号的 FFT 分析以及功率谱密度的计算与显示等步骤，全面了解了数字信号处理流程。

二、实验建议

- 在进行 Matlab 编程时，建议先编写好各个函数模块，例如实现基带信号生成、2ASK 调制、相干解调等功能的函数，便于组织和调用。
- 在进行实验时，注意调试代码和参数设置，确保信号生成、调制、解调等步骤的正确性。可以逐步验证每个环节的结果，确保实验进程顺利。
- 在分析实验结果时，建议将各个步骤的输出结果保存下来，便于后续对比分析和结果展示。同时，可以尝试调整不同参数，观察对结果的影响，深入理解数字信号处理的原理和特性。

三、实验体会

- 通过这次实验，我对数字信号处理和调制技术有了更深入的了解，了解了数字信号的生成方式以及调制技术的应用和原理。
 - Matlab 在信号处理中的应用非常广泛且便捷，通过实际操作，我学会了如何在 Matlab 中生成信号、进行调制以及计算其功率谱密度。
 - 对调制信号的特性有了更清晰的认识，特别是了解了 2ASK 调制的原理和调制后信号的波形特点。
 - 通过分析信号的频谱和功率谱密度，我更好地理解了信号在频域上的分布和特性，对信号的频率成分和带宽有了更直观的认识。
- 总的来说，这次实验让我更深入地理解了数字信号传输和调制技术，在 Matlab 的实验操作中，我不仅掌握了相关知识，也提升了对数字信号处理的实际操作能力。希望通过这样的实验，能够更好地理解和应用数字信号处理技术。