

通信系统综合实验报告实验报告

一、实验概述

1. 实验目的

(1) 本实验旨在使学生深入了解通信系统的基本原理和组成，通过实际操作，掌握通信系统中的信号调制、解调、信道编码和解码等关键技术。通过搭建一个简单的通信系统模型，让学生亲身体会通信过程中各个环节的工作原理，提高学生对通信技术的感性认识，为后续深入学习通信原理和专业课程打下坚实的基础。

(2) 实验过程中，学生需要学习如何使用实验设备，包括信号发生器、调制解调器、信道模拟器等，以及如何通过软件平台进行数据采集、分析和处理。通过这些实践操作，学生能够熟练掌握通信实验的基本技能，提高动手能力和问题解决能力。

(3) 此外，本实验还着重培养学生对通信系统性能的评估能力。通过对比不同调制方式、编码方式对系统性能的影响，学生能够理解不同通信技术在实际应用中的优缺点，为今后在通信工程领域选择合适的通信技术提供理论依据和实践经验。同时，实验过程中，学生需要学会撰写实验报告，锻炼其科学研究和论文写作能力。

2. 实验原理

(1) 实验原理基于通信系统的基本模型，包括信源、信道、信宿和传输媒介。信源产生原始信息，经过编码器处理后变为适合传输的信号，通过信道传输，最终由解码器恢复原始信息。在实验中，信源通常由计算机或其他信号发生器模拟，信道则通过实验设备模拟，信宿则是接收并处理信号的设备，如示波器或接收器。

(2) 调制是将信源产生的基带信号转换为适合在信道中传输的频带信号的过程，解调则是将接收到的频带信号还原为基带信号的过程。实验中，常见的调制方式包括幅度调制（AM）、频率调制（FM）和相位调制（PM）。调制过程涉及载波信号的产生、与基带信号的相乘和滤波，而解调过程则包括滤波、相乘、解调等步骤。

(3) 信道编码和解码是提高通信系统可靠性的重要手段。信道编码通过在原始信息中添加冗余信息，使接收端能够检测和纠正传输过程中可能出现的错误。常见的编码方式有汉明码、循环码和卷积码等。解码过程则包括解码器的设计和实现，通过解码器从接收到的信号中恢复出原始信息。实验中，学生需要学习这些编码和解码技术的基本原理，并通过实际操作验证其效果。

3. 实验设备与环境

(1)

实验设备主要包括信号发生器、调制解调器、信道模拟器、示波器、计算机以及相应的连接线和适配器。信号发生器用于产生各种信号波形，如正弦波、方波和三角波等，是搭建通信系统的基础设备。调制解调器用于实现信号的调制和解调功能，模拟实际通信过程中的信号传输。信道模拟器则用于模拟实际信道中的噪声和衰减，以测试通信系统的性能。

(2) 实验环境要求相对稳定，室内温度应保持在 20-25 摄氏度之间，湿度控制在 40%-70% 之间，以确保实验设备的正常运行。实验桌应平整，地面铺设防静电材料，防止设备受到静电干扰。实验室应配备充足的电源插座，并确保电源电压稳定，避免因电压波动影响实验结果。此外，实验室内应保持良好的通风，以保证实验过程中空气流通。

(3) 实验过程中，学生需要使用计算机进行数据采集、分析和处理。计算机应具备足够的处理能力和存储空间，以满足实验需求。软件平台应选用稳定的通信系统仿真软件，如 MATLAB、LabVIEW 或 Python 等，以便于进行实验数据的分析和结果展示。实验室内还应配备投影仪等辅助设备，以便于教师讲解实验原理和操作步骤。

二、实验准备

1. 实验方案设计

(1) 实验方案设计首先明确实验目标和预期达到的效果。本实验旨在验证通信系统中调制、解调、信道编码和解

码等基本技术的原理和应用。具体步骤包括搭建一个简单的通信系统，对信号进行调制和解调，模拟信道传输，并应用信道编码技术进行错误检测和纠正。

(2) 实验方案设计需详细规划实验步骤。首先，搭建通信系统，包括信源、信道、信宿和传输媒介。信源产生原始信号，经过调制器转换为频带信号，通过模拟信道传输，接收端通过解调器恢复出原始信号。在信道中加入噪声和衰减，模拟实际通信环境。此外，引入信道编码技术，对信号进行编码，以检测和纠正传输过程中的错误。

(3) 实验方案设计还需考虑实验参数的设置。包括调制方式的选择、信道参数的设定、编码方式的选择等。调制方式可以采用 AM、FM 或 PM 等，信道参数如噪声功率、衰减系数等根据实际需求设置。编码方式可以选用汉明码、循环码或卷积码等，根据实验目的和性能要求进行选择。实验过程中，对实验参数进行逐步调整，以观察不同参数对系统性能的影响。

2. 实验设备调试

(1) 实验设备调试是实验顺利进行的关键步骤。首先，对信号发生器进行调试，确保其能够产生稳定、精确的信号波形，如正弦波、方波和三角波等。调试过程中，检查信号发生器的频率、幅度和相位等参数是否达到预期要求，并对输出信号进行测试，确保信号质量符合实验标准。

(2)

接下来，对调制解调器进行调试。调制解调器是通信系统中的关键设备，负责信号的调制和解调。调试时，需要确保调制器能够将基带信号转换为适合信道传输的频带信号，解调器能够从接收到的频带信号中恢复出原始基带信号。调试过程中，调整调制解调器的参数，如调制指数、带宽等，以获得最佳的调制和解调效果。

(3) 信道模拟器是模拟实际信道传输效果的设备，调试时需要设置相应的信道参数，如噪声功率、衰减系数等。调试过程中，通过调整这些参数，观察信号在信道中的传输效果，确保信道模拟器能够准确模拟实际通信环境。此外，还需检查信道模拟器的输出信号质量，确保其在传输过程中的稳定性和可靠性。完成所有设备的调试后，进行系统联调，验证整个通信系统的性能和稳定性。

3. 实验软件安装与配置

(1) 实验软件的选择和安装是实验准备的重要环节。首先，根据实验需求和实验室现有资源，选择合适的通信系统仿真软件，如 MATLAB、LabVIEW 或 Python 等。在安装过程中，确保下载的软件版本与操作系统兼容，并遵循软件安装指南进行安装。

(2) 安装完成后，对软件进行配置。对于 MATLAB，需要配置相应的工具箱和函数库，如信号处理工具箱、通信系统工具箱等，以满足实验中的特定需求。对于 LabVIEW，需要安装与实验相关的虚拟仪器和模块，如通信系统模块、信

号处理模块等。Python 则需要安装 numpy、scipy、matplotlib 等科学计算库。

(3)

在软件配置过程中，还需确保软件与实验设备之间的兼容性和数据交互。例如，在 MATLAB 中，可能需要编写额外的代码来实现与示波器、信号发生器等设备的通信。在 LabVIEW 中，可能需要创建虚拟仪器（VIs）来实现与外部设备的接口。此外，对于 Python，可以使用 pyvisa 库等工具与实验设备进行交互。完成软件配置后，进行系统测试，确保软件能够正常运行并收集实验数据。

三、实验步骤

实验一：基本通信系统搭建

(1) 实验一的基本通信系统搭建旨在让学生了解通信系统的基本构成和功能。实验开始前，首先准备信源、信道、信宿和传输媒介等实验设备。信源产生原始信号，经过调制器转换为适合传输的频带信号，通过模拟信道传输，接收端通过解调器恢复出原始信号。搭建过程中，需要确保各部分设备连接正确，信号传输路径清晰。

(2) 在搭建通信系统时，重点调试信源和调制器。信源产生的信号应满足实验要求，如频率、幅度和波形等。调制器需调整至合适的调制方式，如 AM、FM 或 PM，并设置相应的调制参数。调试过程中，通过示波器观察信号波形，确保调制后的信号符合预期。

(3)

搭建完成后，进行系统测试。测试内容包括信号在信道中的传输效果、信噪比、误码率等。通过调整信道参数，如噪声功率、衰减系数等，观察系统性能的变化。同时，验证信道编码和解码功能是否正常，以确保通信系统在传输过程中具有较好的抗干扰能力。实验过程中，记录测试数据，为后续分析提供依据。

实验二：信号调制与解调

(1) 实验二聚焦于信号调制与解调技术的实践操作。在这一实验中，学生将学习如何将基带信号通过调制器转换为适合信道传输的频带信号，以及如何通过解调器将接收到的频带信号恢复为基带信号。实验开始前，首先选择合适的调制方式，如幅度调制（AM）、频率调制（FM）或相位调制（PM），并根据实验要求设置调制参数。

(2) 在调制过程中，调制器将基带信号与载波信号进行混合，生成频带信号。这一步骤中，关键在于调整载波的频率、幅度和相位，以实现有效的信号调制。实验中，通过示波器观察调制后的信号波形，确保调制效果符合预期。同时，记录调制信号的频谱特性，分析调制质量。

(3) 解调过程则是调制的逆过程，其目的是从接收到的频带信号中提取出原始基带信号。实验中，解调器根据调制方式和解调参数对频带信号进行解调，恢复出基带信号。通过对比调制前后的信号，评估解调效果。此外，实验还涉及解调过程中的滤波处理，以消除噪声和干扰，提高信号质量。

通过实验，学生能够深入了解调制与解调技术在通信系统中的重要作用。

实验三：信道编码与解码

(1)

实验三的重点在于信道编码与解码技术的实践操作，这是提高通信系统抗干扰能力和可靠性的关键环节。实验开始前，首先选择一种信道编码方式，如汉明码、循环码或卷积码，并确定编码和解码的具体参数。编码器的主要任务是在原始信息中加入冗余信息，以便在接收端进行错误检测和纠正。

(2) 在编码过程中，根据所选的编码方式，对原始信息进行编码处理，生成具有冗余特性的编码信号。这一过程中，编码器会根据特定的算法，将信息分割成不同的码字，并在码字之间插入额外的比特，以实现错误检测和纠正。实验中，通过示波器观察编码后的信号，分析编码效果。

(3) 解码过程是编码过程的逆操作，其目的是在接收端从编码信号中恢复出原始信息。解码器通过解码算法，识别并纠正传输过程中可能出现的错误。实验中，通过比较解码后的信息与原始信息，评估解码效果。此外，实验还涉及信道噪声的模拟，以检验编码技术在实际通信环境中的性能。通过实验，学生能够深入理解信道编码与解码在提高通信系统可靠性和抗干扰能力方面的作用。

四、实验结果与分析

1. 实验数据记录

(1) 实验数据记录是实验过程中至关重要的一环，它直接反映了实验结果和系统性能。在记录实验数据时，首先记录实验设备的型号、参数设置以及实验环境条件，如温度、

湿度等。对于每一项实验步骤，详细记录输入信号的特征，包括频率、幅度、波形等。

(2) 对于信号调制与解调实验，记录调制信号的频率、幅度、相位等参数，以及解调信号的波形、频率、幅度等特征。同时，记录调制和解调过程中的误差信息，如误码率、信噪比等。在信道编码与解码实验中，记录编码信号的码字、冗余比特数，以及解码后的信号与原始信号的对比。

(3) 实验过程中，还需记录实验过程中遇到的问题和解决方案。对于每个实验步骤，详细描述实验现象和实验结果，包括成功和失败的情况。此外，对于实验中出现的异常数据，需进行标记和说明，以便后续分析和讨论。实验数据的记录应准确、完整，为实验报告的撰写和结果分析提供可靠依据。

2. 实验现象分析

(1) 在实验现象分析中，首先关注信号调制与解调过程中的波形变化。调制后的信号与原始基带信号相比，展现出新的频谱特性，如频率偏移、幅度变化等。通过分析这些变化，可以评估调制和解调器的性能。例如，在FM调制中，信号的相位变化反映了调制信号的频率变化。

(2) 在信道编码与解码实验中，观察编码后的信号与原始信号之间的差异，以及解码后的信号与编码信号的对应关系。编码过程中引入的冗余信息有助于在解码端检测和纠正错误。通过分析错误检测和纠正的能力，可以评估编码方案的可靠性。实验中，不同编码方式的性能差异也会被分析。

(3)

实验现象分析还包括对信道噪声和衰减的影响进行评估。在模拟信道中引入噪声和衰减，观察信号传输过程中的变化，如信号强度减弱、波形失真等。这些现象有助于理解信道对信号传输的影响，以及如何通过编码和解调技术来提高通信系统的抗干扰能力。通过对比不同实验条件下的信号表现，可以深入分析通信系统的性能和限制。

3. 实验结果讨论

(1) 在实验结果讨论中，首先对信号调制与解调的实验结果进行分析。通过对比调制前后的信号，讨论不同调制方式对信号质量的影响，如 AM 调制对噪声敏感度、FM 调制对频率稳定性的要求等。同时，分析解调过程中的误差来源，如相位误差、幅度误差等，以及这些误差对系统性能的具体影响。

(2) 对于信道编码与解码的实验结果，讨论不同编码方案对错误检测和纠正能力的影响。分析不同编码方式在相同信道条件下的性能差异，如汉明码在低误码率条件下的高效性，以及循环码在复杂信道环境中的优势。此外，讨论解码过程中的解码效率和解码复杂度，以及它们对系统资源消耗的影响。

(3)

在讨论信道噪声和衰减对通信系统的影响时，分析实验结果中信号强度的变化和误码率的提高。讨论如何通过调整编码参数、调制方式和信道参数来优化系统性能，以应对信道条件的变化。同时，讨论实验结果与理论预期的差异，分析可能的原因，如实验设备精度、实验环境因素等，并提出改进建议。通过实验结果讨论，总结实验中的关键发现和结论，为后续研究和工程应用提供参考。

五、实验误差分析

1. 系统误差分析

(1) 系统误差分析是评估实验结果准确性的重要步骤。在通信系统实验中，系统误差可能来源于多个方面。首先，设备本身的精度限制是导致系统误差的主要原因之一。例如，信号发生器的频率和幅度精度、调制解调器的线性度等都会影响实验结果的准确性。

(2) 其次，实验环境的稳定性也是系统误差的来源。温度、湿度、电磁干扰等因素都可能对实验结果产生影响。在实验过程中，这些因素的变化可能导致信号传输性能的波动，从而引入系统误差。因此，实验环境控制对于减少系统误差至关重要。

(3) 另外，实验操作和数据处理过程中也可能产生系统误差。例如，人为操作失误、数据记录错误或数据处理算法的不当应用等都可能引起偏差。在系统误差分析中，需要对实验流程进行回顾，识别可能引入误差的环节，并采取相应

的措施来降低这些误差的影响。通过系统误差分析，可以更准确地评估实验结果的可靠性和实验设计的合理性。

2. 随机误差分析

(1)

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/415112134312012021>