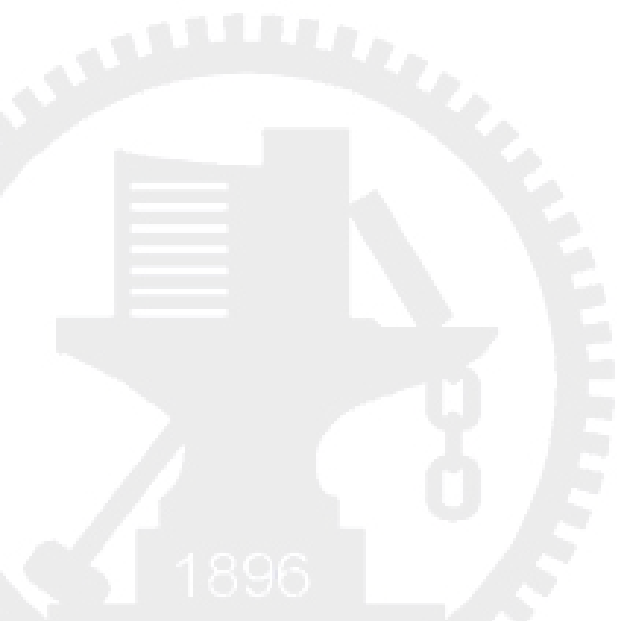




通信电子线路

Fundamentals of Communication Circuits

主讲：张莹
电信学院信通系



教材

联系方式:

办公室: 西一楼456

Email: yzhang627@mail.xjtu.edu.cn

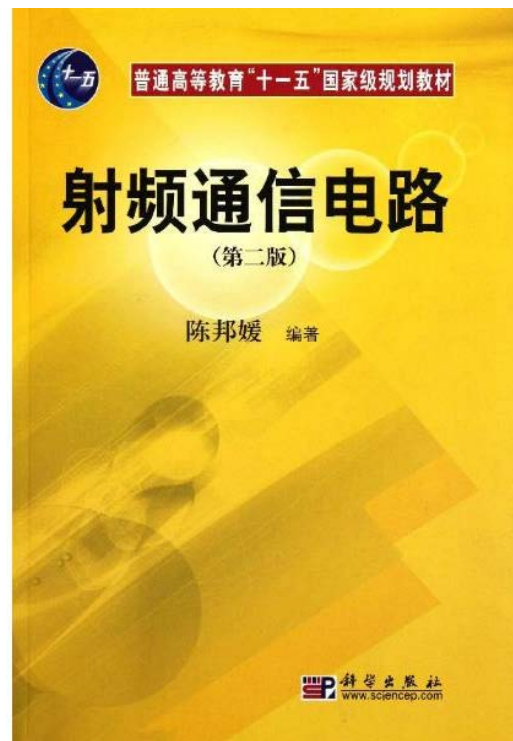
电话: 18092940735

上课时间:

1-16周 周三 3、4节

1-10周 周五 1、2节

答疑时间:



学习方法和要求

- 课程成绩计算办法

期末	70%
实验	10%
平时（含作业和考勤）	20%



绪论 (Introduction)

- 通信技术的发展历史 (略)
- 通信系统的组成和性能指标
- 无线通信面临的问题
- 射频收、发信机
- 课程内容、特点和学习方法



通信技术的发展历史

- 从历史上看，通信的发展可分为两个大的阶段：
 - 1) 依赖人力实现的信息交流——人类文明的建立和发展
 - 2) 以电磁波和光为媒介的信息交流——现代科技的发展

1) 依赖人力实现的信息交流（1000年以前）

- 信息的抽象与描述——语言、文字、数制、符号（鼓语、手语、八卦）
- 技术手段——指南针、造纸术、印刷术
- 人工远距离接力通信——烽火狼烟、邮车驿马、飞鸽传信、马拉松



通信技术的发展历史

2) 以电磁波和光为媒介的信息交流 (2000年以来)

- 电的发现与使用(1800)——电流产生磁场(1820)、电磁感应(1831)、莫尔斯电报(1838)、电话(1876)
- 麦克斯韦方程(1864)——赫兹的电磁波辐射实验(1887)、粉末检波器(1894)、马可尼无线电报(1896)、调谐电话(1900)
- 电子二极管(1904)、真空管(1906)、晶体管 (1947) ——有源可控器件小型化——集成电路 (1958)
- 调幅(1918)调频(1933)广播——超外差接收机(1936)
- 扫描成像电视(1929)——电视广播BBC(1933)
- 雷达系统(船用防撞雷达1903、无线探测目标1937)
- 信息论(1948)



通信技术的发展历史

- 采样定理(1928) —— 数字化处理的理论基础
- 布尔(1815-1864)代数 —— 逻辑电路 —— 数字电路 —— 冯·诺依曼计算机(1945)
- 交换技术与PSTN服务(人工1878、自动1891、程控1965)
- 人造卫星 (1957) —— 电视广播(1962)、通信(1958、1965)、遥测、侦察、气象监测、全球导航(1978)
- 光纤技术(1966) —— 信道带宽巨大扩展
- 蜂窝通信(1964、1G1979、2G1987、3G2001、4G2010) —— 个人通信
- IP网络(1968、TCP/IP提出1974、实施1983、html1991) —— 全球互联

造就当今移动通信辉煌局面的应首推
射频技术和微电子技术！

绪论 (Introduction)

- 通信技术的发展历史
- 通信系统的组成和性能指标
- 无线通信面临的问题
- 射频收、发信机
- 课程内容、特点和学习方法



无线通信系统示例

频段划分及典型应用：

频率范围/Hz	频段名称	典型应用
3k~30k	甚低频 VLF	远程导航、水下通信、声纳
30k~300k	低频 LF	导航、水下通信、无线电信标
300k~3000k	中频 MF	广播、海事通信、测向、遇险求救、海岸警卫
3M~30M	高频 HF	远程广播、电话、搜寻救生、海事通信、业余无线电
30M~300M	甚高频 VHF	电视、调频广播、陆地交通、空中交通管制、警察、导航、飞机通信
300M~3G	特高频 UHF	电视、蜂窝网、微波链路、无线电探空仪、卫星通信、GPS、监视雷达
3G~30G	超高频 SHF	卫星通信、微波链路、机载雷达、气象雷达、移动通信
30G~3T	极高频 EHF	雷达着陆系统、卫星通信、移动通信、铁路业务
43T~3000T	红外-可见光-紫外	光通信系统

无线通信系统示例

我们周围的无线信号:

- 广播电视信号
- 商用无线通信服务

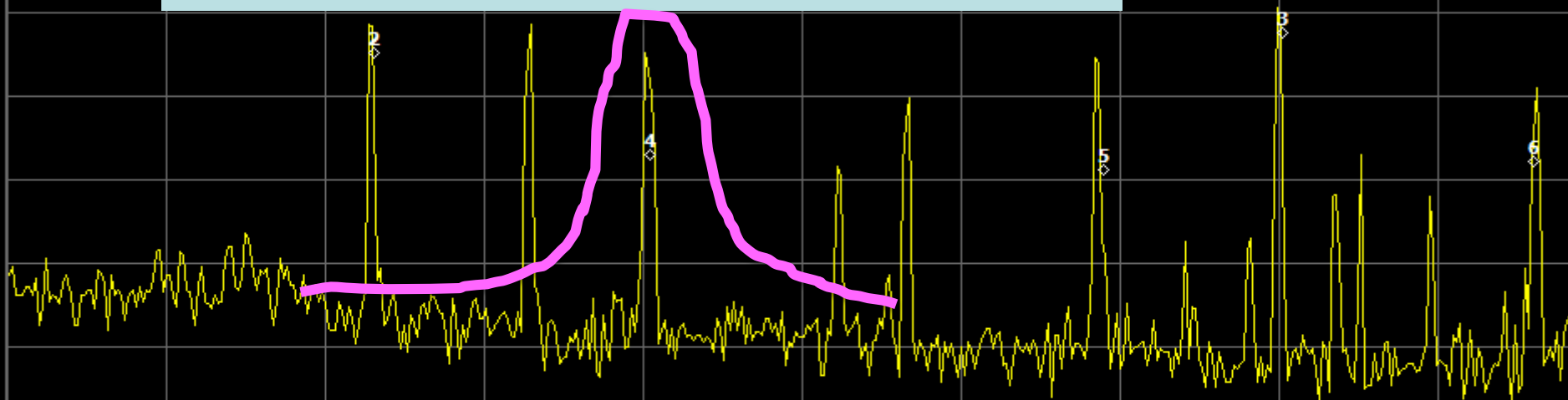
常用指标:

1. 工作频率
2. 通频带宽
3. 增益
4. 灵敏度
5. 相频特性等



-50.00dBm #Atten:0 dB Log/ 10 dB/ Y Axis Unit:dBm

无线频谱：中心频率95MHz，频率范围20MHz



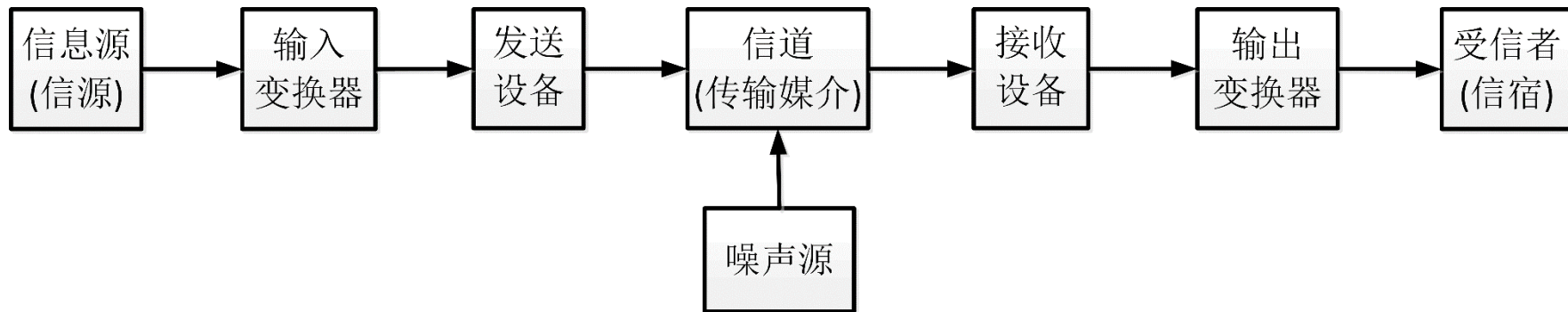
Center: 95 000 000 Hz Span: 20 000 000 Hz Start: 85 000 000 Hz Stop: 105 000 000 Hz
RBW: 10 000 Hz VBW: 10 000 Hz VBW/RBW: 1 SwpTime: 1.72 s

Marker1:	91 565 217 Hz	-68.45dBm	Marker3:	101 086 957 Hz	-72.14dBm	Marker5:	98 826 087 Hz	-88.89dBm
Marker2:	89 608 696 Hz	-74.66dBm	Marker4:	93 086 957 Hz	-86.77dBm	Marker6:	104 260 870 Hz	-87.84dBm

Address: USB0::2391::65519::CN0147000590::0::INSTR

通信系统的组成

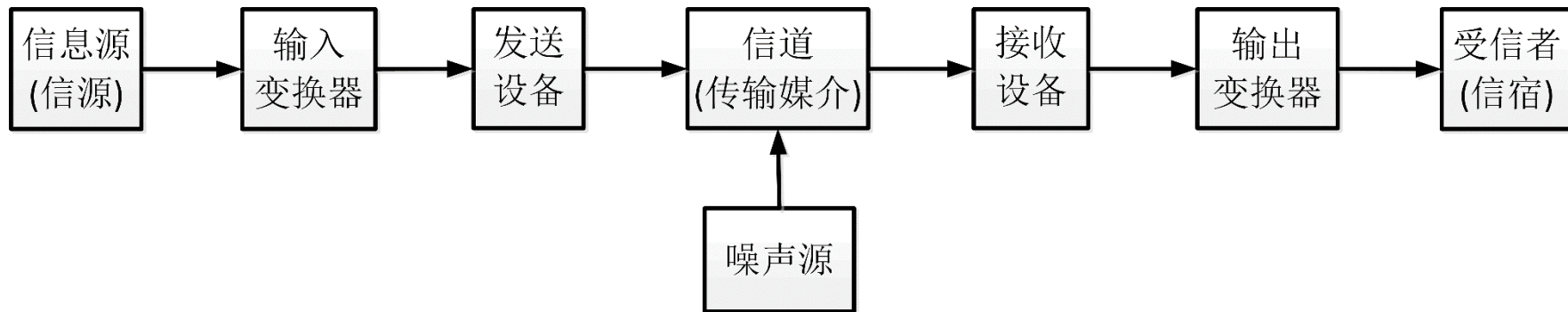
通信系统的典型结构如下图:



- 通信就是把信号（信息）从**发信端**（信源）传递到**受信端**（信宿）的过程。
- **信道**是通信系统的传输媒介。载有信息的信号在信道中传输，与信道中不可避免的噪声或干扰混合，送到输出端进行处理。信道中传输的信号的特性必须与信道的特性相匹配。
- **调制**（modulate）是实现上述目标的最基本的技术手段。调制是使一个信号的某一参量随另一个信号的变化而变化。

通信系统的组成

通信系统的典型结构如下图:



- 信号总是以某种物理量（声、光、电等）的形式存在的。它会占有一定的资源（直接：能量、时间、频率、空间等；间接：价格、易用性、优先级等）。它在空间和时间上的传播与扩散有其特有的规律性。
- 通信系统的两大基本任务是保证通信的**有效性**和**可靠性**。

绪论 (Introduction)

- 通信技术的发展历史
- 通信系统的组成和性能指标
- 无线通信面临的问题 (略)
- 射频收、发信机
- 课程内容、特点和学习方法



无线通信面临的问题

- 频谱资源限制
 - 信道匹配、调制解调的要求（天线尺度、带宽、过渡带…）
 - 工作频段更高带来的影响（器件、电路结构、分析方法）
- 高能效的传送要求
 - 在保证可靠性的前提下实现尽量远的信号传送
 - 接收微弱信号的能力+发送大功率信号的能力
 - 放大器增益、输出功率等
- 干扰和噪声抑制
 - 减小电路噪声+滤波措施+可靠性编码
- 多用户复用或分集接收
- 对环境的适应性（功率变化、工作频率变化、多径等）
- 最优化设计（元器件、电路拓扑、工作条件、制造和维护）

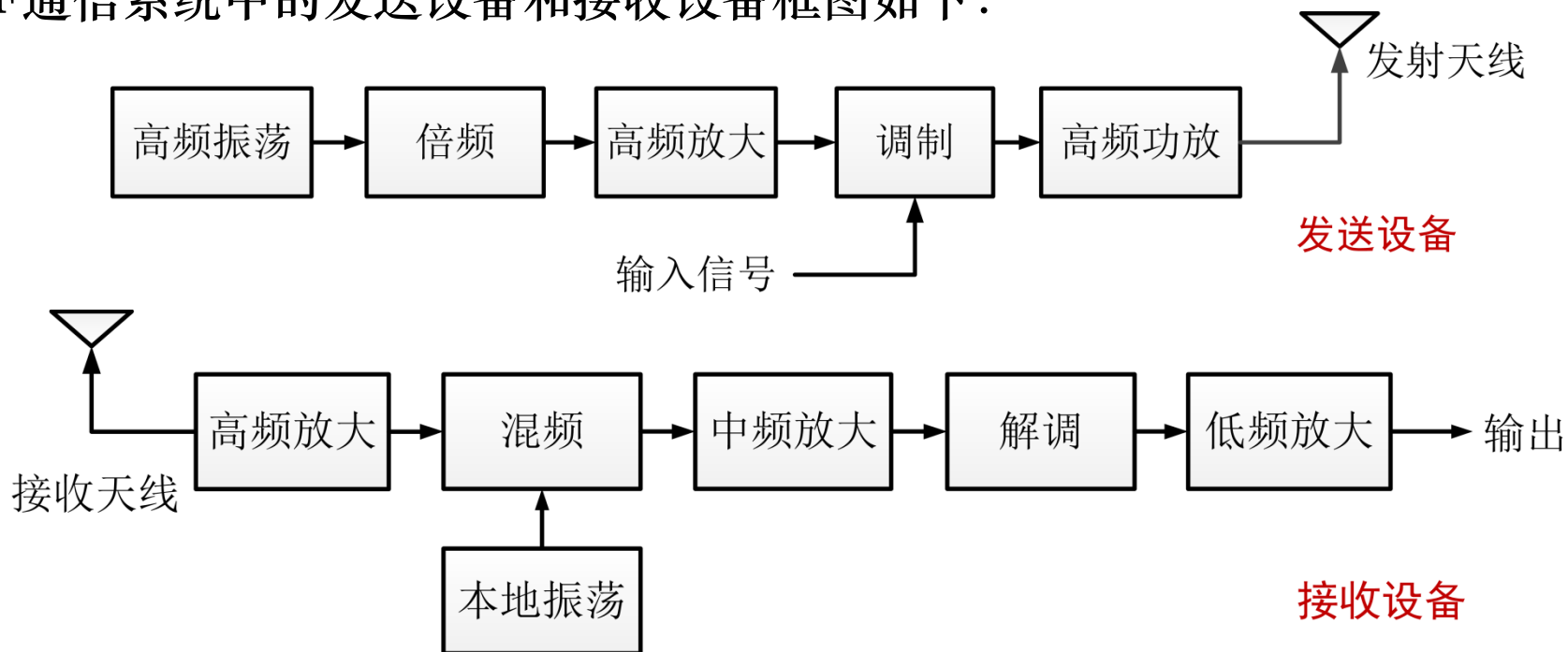
绪论 (Introduction)

- 通信技术的发展历史
- 通信系统的组成和性能指标
- 无线通信面临的问题
- 射频收、发信机
- 课程内容、特点和学习方法



射频收发信机

RF通信系统中的发送设备和接收设备框图如下：



- 图中所示接收机的结构称为超外差式接收机 (Superheterodyne Receiver)
- 本课程主要讨论模拟通信系统中的发送设备和接收设备的电子电路实现技术。更具体地说，以RF通信设备的实现为主。

绪论 (Introduction)

- 通信技术的发展历史
- 通信系统的组成和性能指标
- 无线通信面临的问题
- 射频收、发信机
- 课程内容、特点和学习方法



课程内容

- 课程任务
 - 介绍射频 (RF, radio frequency) 通信中信号处理电路的原理和实现技术
- 课程主要内容
 - 射频电路设计基础 (第1章、第2章)
 - 调制和解调的概念 (第3章)
 - 发射、接收机的系统方案与性能指标 (第4章)
 - 各模块电路：电路功能、指标要求、电路原理 (第5章 ~ 第10章)

学习方法和要求

• 学习方法

- 以电路的工作原理为核心，从电路结构、元器件的工作状态、信号的波形和频谱特点、所采用的分析方法和主要结论等方面掌握好有关的内容。
(掌握不同的模块和功能电路；大信号、小信号工作状态)
- 重视实用电路的电路图、工作原理和性能特点。关心针对各种不同应用要求和实际问题所采取的措施和做法。
(以非线性电路为主——非线性受控源的特性；不同频率的信号共同作用于同一电路)
- 经常总结学习内容，及时解决遇到的问题，与老师和同学多交流、多讨论，利用好答疑的机会，提高学习效率。

• 学习要求

- 认真听课，读懂教材和参考资料的主要内容。
- 按要求完成作业。提倡互相讨论，反对抄袭作假。
- 认真做好实验。在实际电路中验证理论知识，发现和解决问题。

参考书目

1. 谈文心等. 高频电子线路. 西安交通大学出版社. 1996年10月
2. 谢嘉奎等. 电子线路(非线性部分). 高等教育出版社. 2000年5月
3. 汪胜宁等. 电子线路(第四版)教学指导书. 高等教育出版社. 2003年5月
4. 刘长军等. 射频通信电路设计. 科学出版社. 2005年9月
5. 董在望等. 通信电路原理. 高等教育出版社. 2002年8月
6. 曾兴雯等. 高频电路原理与分析(第三版). 西安电子科技大学出版社. 2001年
7. 张玉兴. 射频模拟电路. 电子工业出版社. 2002年9月
8. R.Ludwig. RF Circuit Design:Theory and Applications. Pearson Education. 2002
9. J.Everard. Fundamentals of RF Circuit Design. John Wiley & Sons. 2001
10. W.Alan Davis. Radio Frequency Circuit Design. John Wiley & Sons. 2001
11. Carr J.J. Secrets of RF Circuit Design . McGraw-Hill. 2001
12. 谢沅清等. 通信电子电路. 北京邮电大学出版社. 2000年2月
13. 张凤言. 电子电路基础(第二版). 高等教育出版社. 1995年5月
14. 杨小牛等. 软件无线电原理与应用. 电子工业出版社. 2001年1月