

通信电子电路

任课教师：郑海永

选课号：0202004 课程号：071502101211

上课时间地点：周 1/34 节/7108 周 4/12 节/7108

优选专业年级：电子信息科学与技术 2010 级

中国海洋大学 电子工程系

2012 年 09 月



沟通方式

☆ 郑海永

✉ zhenghaiyong@gmail.com

☎ 13864805165

👤 崂山校区信息科学与工程学院南楼 A202

目录

- 1 引言
 - 教学
 - 课程
- 2 通信
 - 发展史
- 3 通信系统
 - 信道
 - 无线电波
 - 调制的通信系统
 - 本课程的主要内容
 - 思考

内容提要

1 引言

- 教学
- 课程

2 通信

- 发展史

3 通信系统

- 信道
- 无线电波
- 调制的通信系统
- 本课程的主要内容
- 思考

内容提要

1 引言

- 教学
- 课程

2 通信

- 发展史

3 通信系统

- 信道
- 无线电波
- 调制的通信系统
- 本课程的主要内容
- 思考

教与学

教与学



教育不是灌输，而是点燃火焰。

——苏格拉底

教与学

教

教育不是灌输，而是点燃火焰。

——苏格拉底

学

学而不思则罔，思而不学则殆。

——孔子

教与学

教

教育不是灌输，而是点燃火焰。

——苏格拉底

学

学而不思则罔，思而不学则殆。

——孔子



教与学

教

教育不是灌输，而是点燃火焰。

——苏格拉底

学

学而不思则罔，思而不学则殆。

——孔子



教与学

教

教育不是灌输，而是点燃火焰。

——苏格拉底

学

学而不思则罔，思而不学则殆。

——孔子



教与学

教

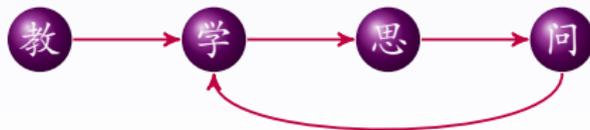
教育不是灌输，而是点燃火焰。

——苏格拉底

学

学而不思则罔，思而不学则殆。

——孔子



教与学

教

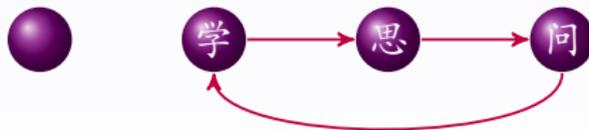
教育不是灌输，而是点燃火焰。

——苏格拉底

学

学而不思则罔，思而不学则殆。

——孔子



教与学

教

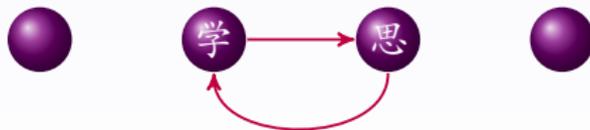
教育不是灌输，而是点燃火焰。

——苏格拉底

学

学而不思则罔，思而不学则殆。

——孔子



内容提要

1 引言

- 教学
- 课程

2 通信

- 发展史

3 通信系统

- 信道
- 无线电波
- 调制的通信系统
- 本课程的主要内容
- 思考

授课

方式

- 板书
- 多媒体

授课

方式

- 板书
- 多媒体

鼓励

- 提问讨论
- 仿真实践
- 了解前沿

授课

方式

- 板书
- 多媒体

鼓励

- 提问讨论
- 仿真实践
- 了解前沿

注意

- 诚实守信
- 课堂习惯
- 迟到早退
- 早饭问题

授课

方式

- 板书
- 多媒体

鼓励

- 提问讨论
- 仿真实践
- 了解前沿

注意

- 诚实守信
- 课堂习惯
- 迟到早退
- 早饭问题

授课

方式

- 板书
- 多媒体

鼓励

- 提问讨论
- 仿真实践
- 了解前沿

注意

- 诚实守信
- 课堂习惯
- 迟到早退
- 早饭问题

授课

方式

- 板书
- 多媒体

鼓励

- 提问讨论
- 仿真实践
- 了解前沿

注意

- 诚实守信
- 课堂习惯
- 迟到早退
- 早饭问题

考核

方式

40% 平时表现+分组报告

20% 主动提出或回答问题

20% 分组报告工作与表现

-10% 无故缺勤第1次

-10% 无故缺勤第2次

-20% 无故缺勤第3次

60% 期末考试 (闭卷)

初印象

通信电子电路之初印象？

初印象

通信电子电路之初印象？

- 日常生活
- 目的意义
- 学习价值
-

先修课程

- ① 高等数学：傅立叶变换、拉氏变换、幂级数分析法、贝塞尔函数等。
- ② 电路原理：电容电感元件、串并联谐振电路等。
- ③ 模拟电子技术：三极管工作特性、基本放大电路和 LC、RC 晶体振荡器等。
- ④ 数字电子技术：方波振荡器等。

先修课程

- ① 高等数学：傅立叶变换、拉氏变换、幂级数分析法、贝塞尔函数等。
- ② 电路原理：电容电感元件、串并联谐振电路等。
- ③ 模拟电子技术：三极管工作特性、基本放大电路和 LC、RC 晶体振荡器等。
- ④ 数字电子技术：方波振荡器等。

先修课程

- ① 高等数学：傅立叶变换、拉氏变换、幂级数分析法、贝塞尔函数等。
- ② 电路原理：电容电感元件、串并联谐振电路等。
- ③ 模拟电子技术：三极管工作特性、基本放大电路和 LC、RC 晶体振荡器等。
- ④ 数字电子技术：方波振荡器等。

先修课程

- ① 高等数学：傅立叶变换、拉氏变换、幂级数分析法、贝塞尔函数等。
- ② 电路原理：电容电感元件、串并联谐振电路等。
- ③ 模拟电子技术：三极管工作特性、基本放大电路和 LC、RC 晶体振荡器等。
- ④ 数字电子技术：方波振荡器等。

同期课程

- 信号与系统
- 信息论
- 自动控制原理

后续课程

- ① 通信原理
- ② 现代通信系统
- ③ 移动通信技术
- ④ ……

公开课

MIT OCW

- 6.002 Circuits and Electronics
- 6.776 High Speed Communication Circuits

课程教材



于洪珍.

通信电子电路.

清华大学出版社, 北京.



于洪珍.

通信电子电路教学参考书.

清华大学出版社, 北京.

工具

仿真

SPICE Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis

Matlab/Simulink



通信

传递各种信息（语音、音乐、文本、图像和数据等）

通信

传递各种信息（语音、音乐、文本、图像和数据等）

张三说话

通信

传递各种信息（语音、音乐、文本、图像和数据等）

张三说话



张三手机

通信

传递各种信息（语音、音乐、文本、图像和数据等）



通信

传递各种信息（语音、音乐、文本、图像和数据等）



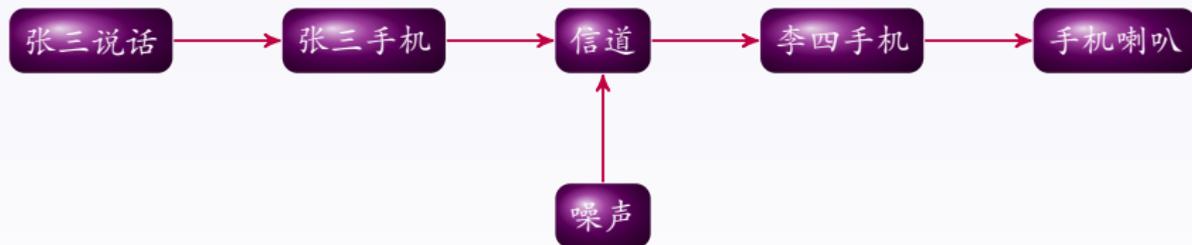
通信

传递各种信息（语音、音乐、文本、图像和数据等）



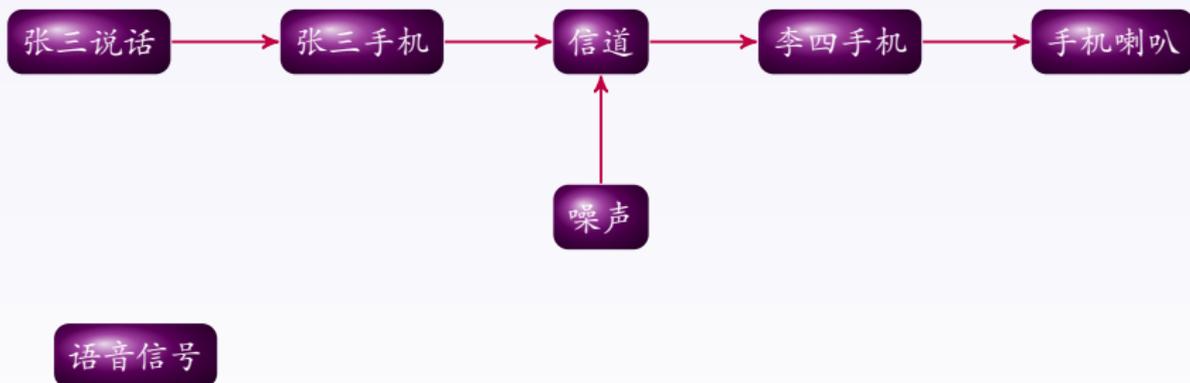
通信

传递各种信息（语音、音乐、文本、图像和数据等）



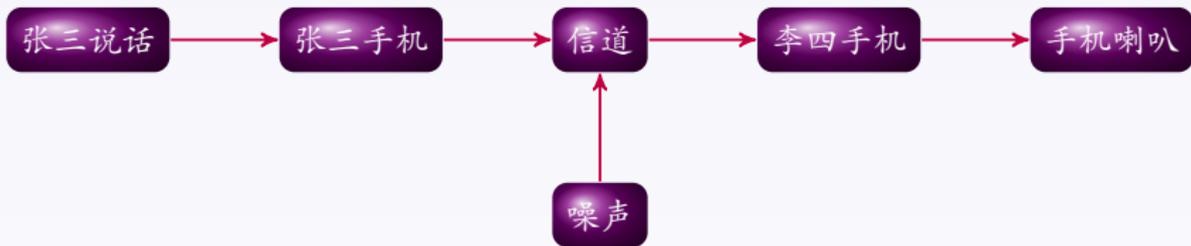
通信

传递各种信息（语音、音乐、文本、图像和数据等）



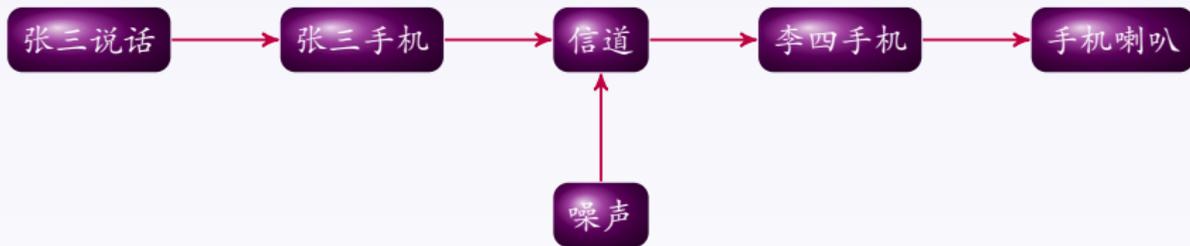
通信

传递各种信息（语音、音乐、文本、图像和数据等）



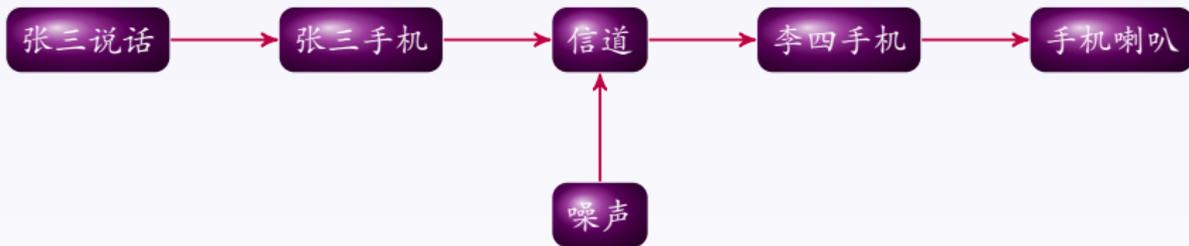
通信

传递各种信息（语音、音乐、文本、图像和数据等）



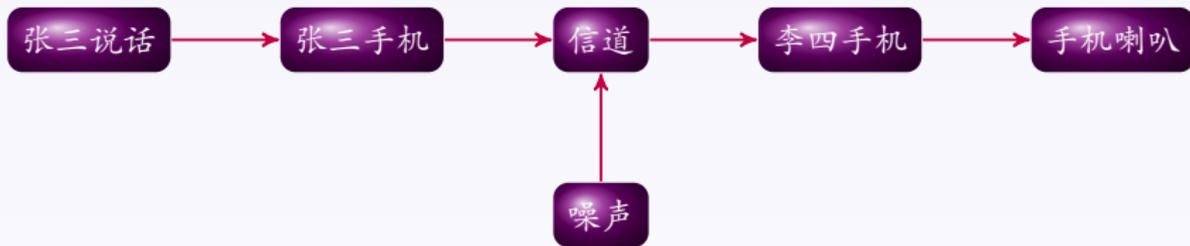
通信

传递各种信息（语音、音乐、文本、图像和数据等）



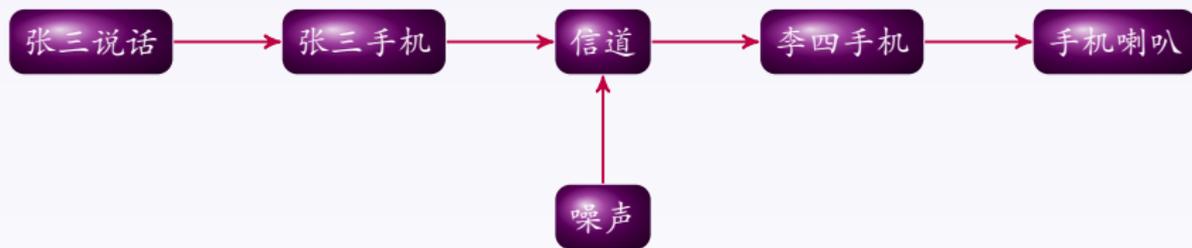
通信

传递各种信息（语音、音乐、文本、图像和数据等）



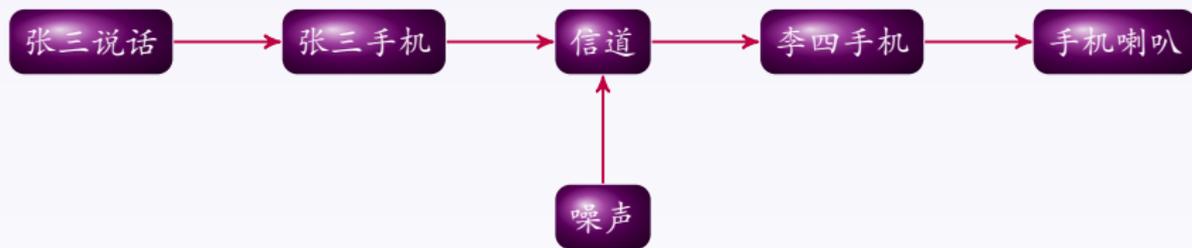
通信

传递各种信息（语音、音乐、文本、图像和数据等）



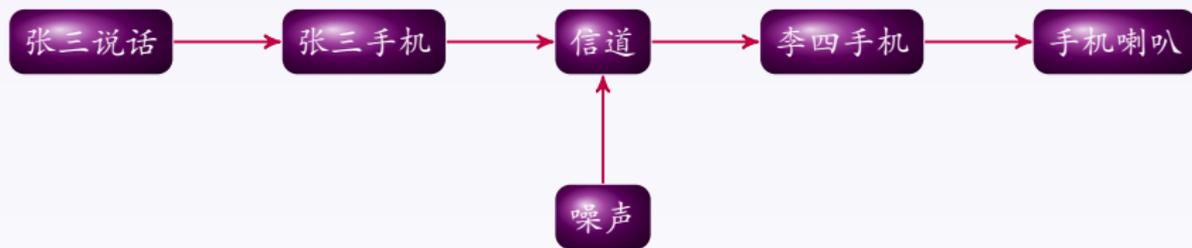
通信

传递各种信息（语音、音乐、文本、图像和数据等）



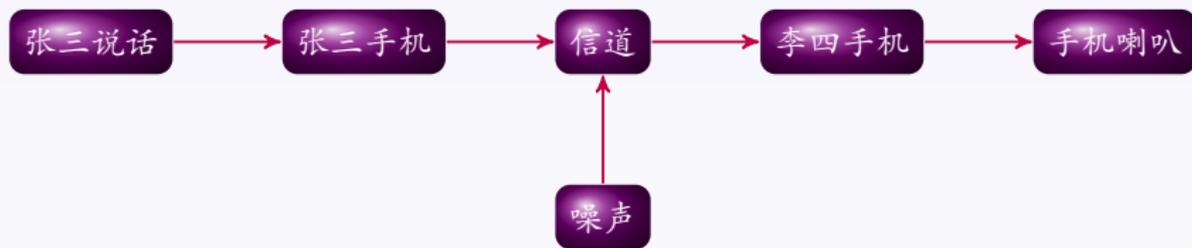
通信

传递各种信息（语音、音乐、文本、图像和数据等）



通信

传递各种信息（语音、音乐、文本、图像和数据等）



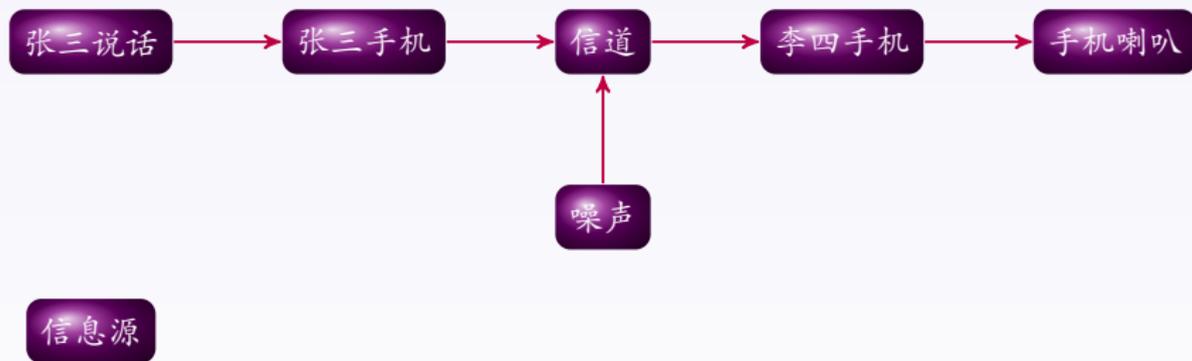
通信

传递各种信息（语音、音乐、文本、图像和数据等）



通信

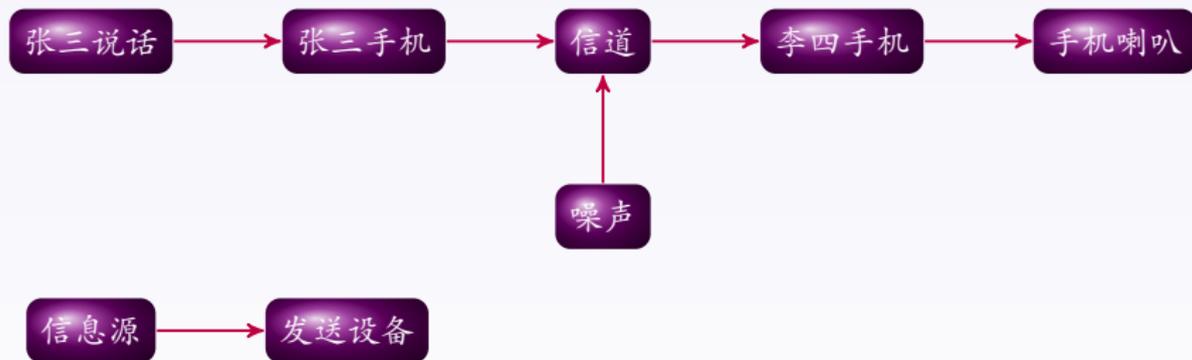
传递各种信息（语音、音乐、文本、图像和数据等）



信息源 要传送的原始信息，如文字、数据、语音、音乐、图像等。

通信

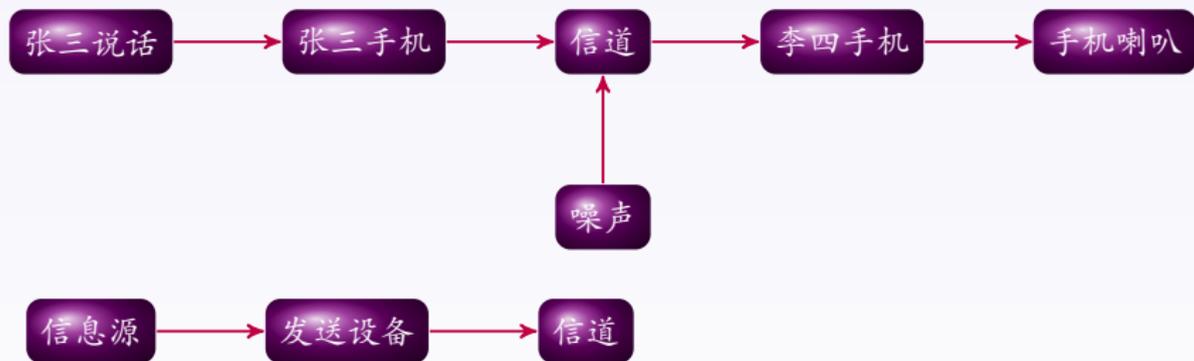
传递各种信息（语音、音乐、文本、图像和数据等）



发送设备 将电信号变换为适应于信道传输特性的信号的装置。

通信

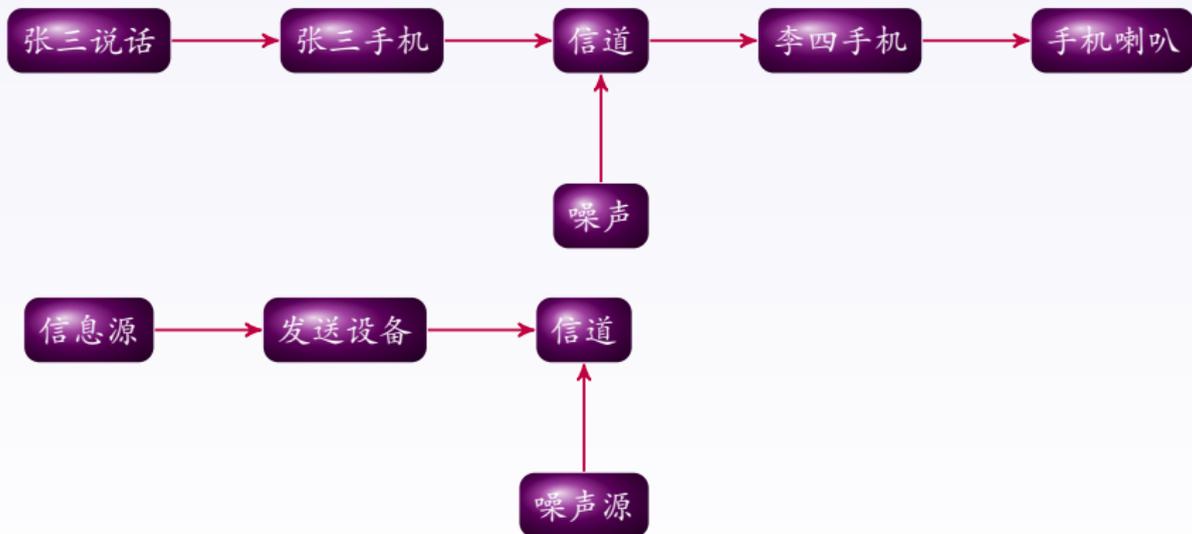
传递各种信息（语音、音乐、文本、图像和数据等）



信道 传输信息（或信号）的通道，有线信道和无线信道。

通信

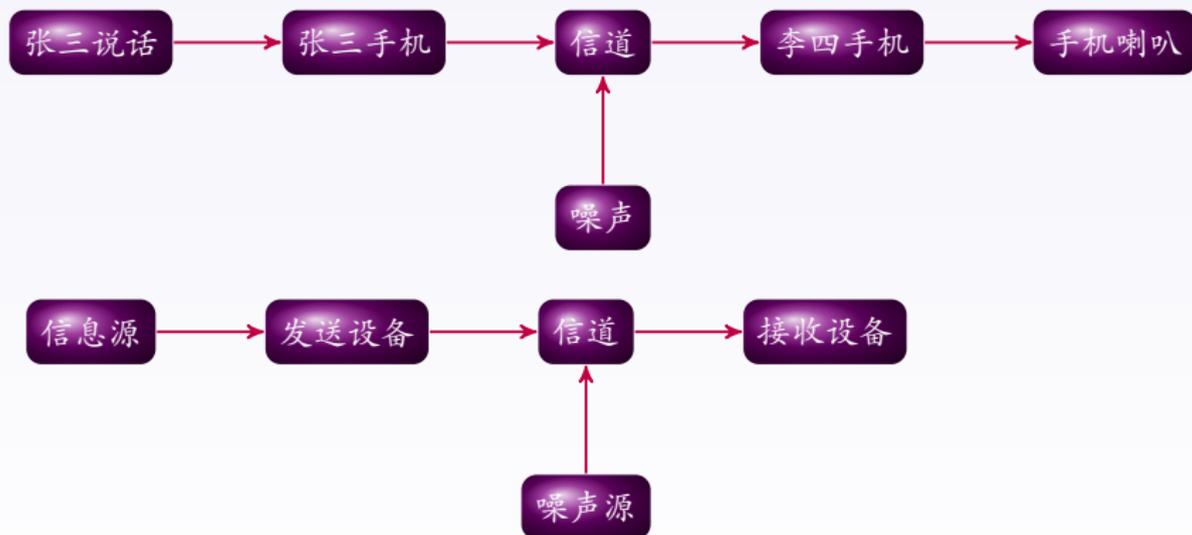
传递各种信息（语音、音乐、文本、图像和数据等）



噪声源 信道中的噪声及分散在通信系统中其他各处的噪声。

通信

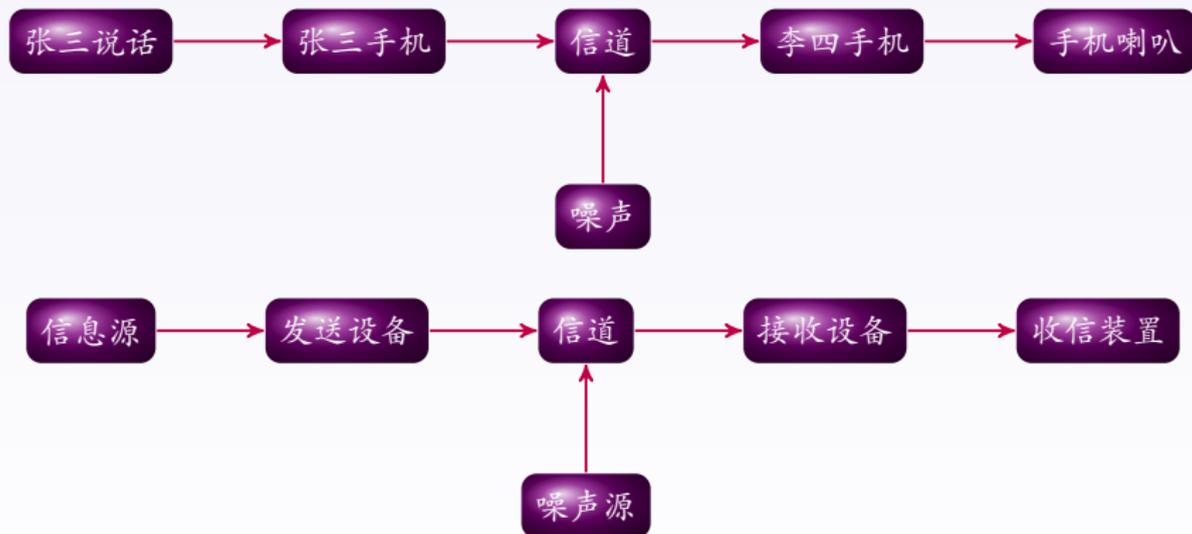
传递各种信息（语音、音乐、文本、图像和数据等）



接收设备 将接收到的信号恢复成与发送设备输入信号相一致的装置。

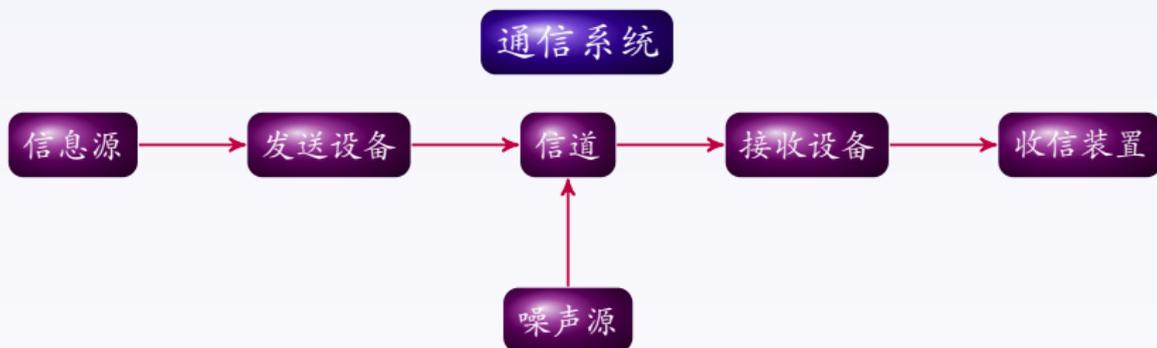
通信

传递各种信息（语音、音乐、文本、图像和数据等）

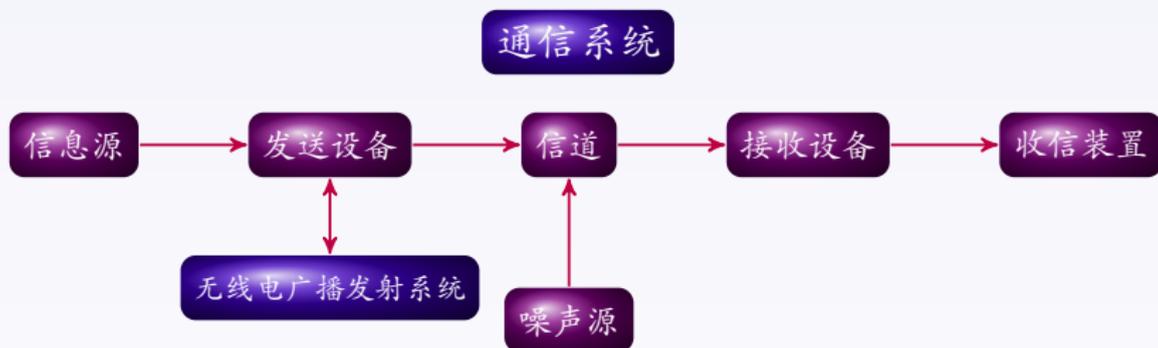


收信装置 将电信号还原成原来的信息。

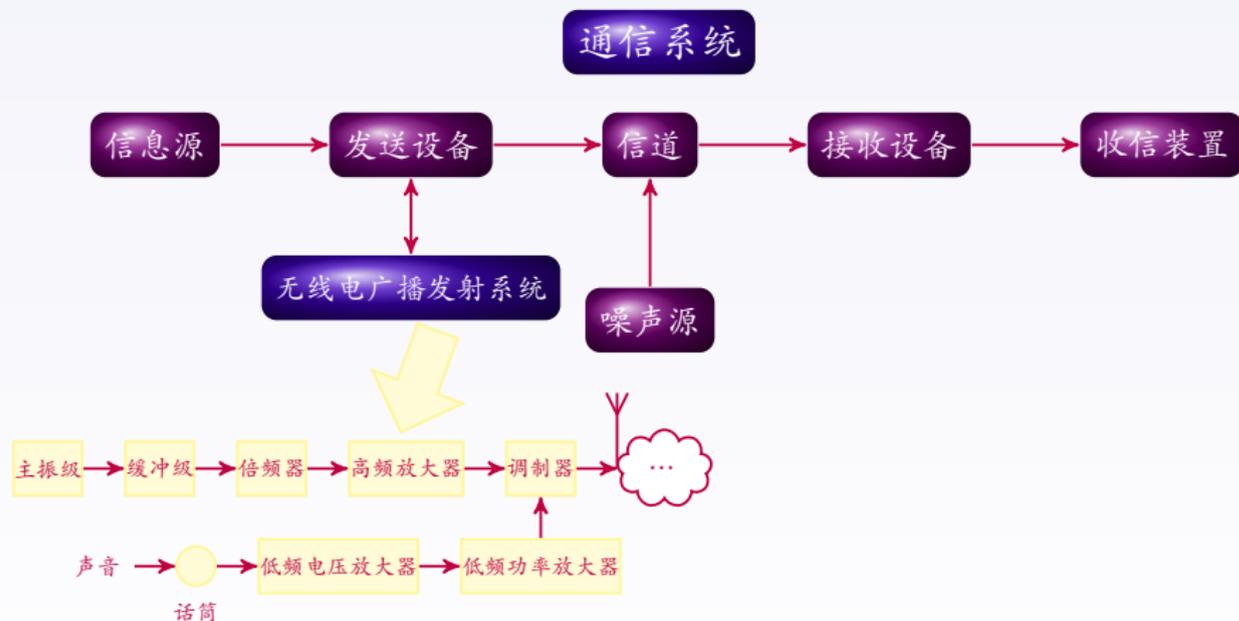
通信系统



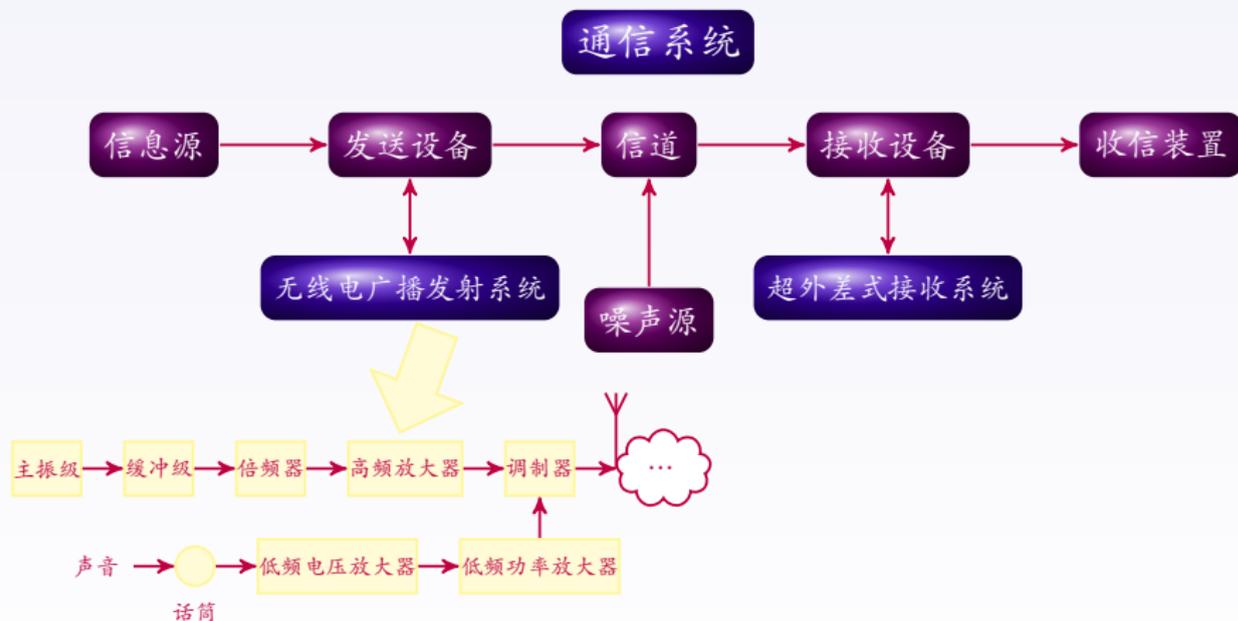
通信系统



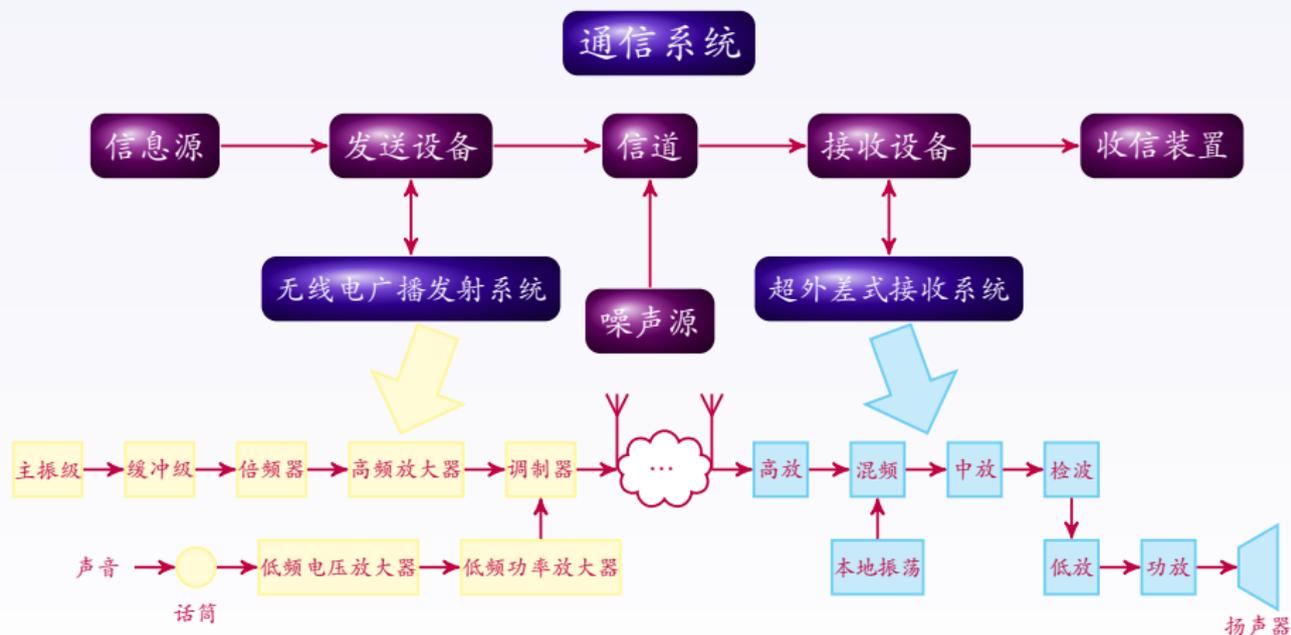
通信系统



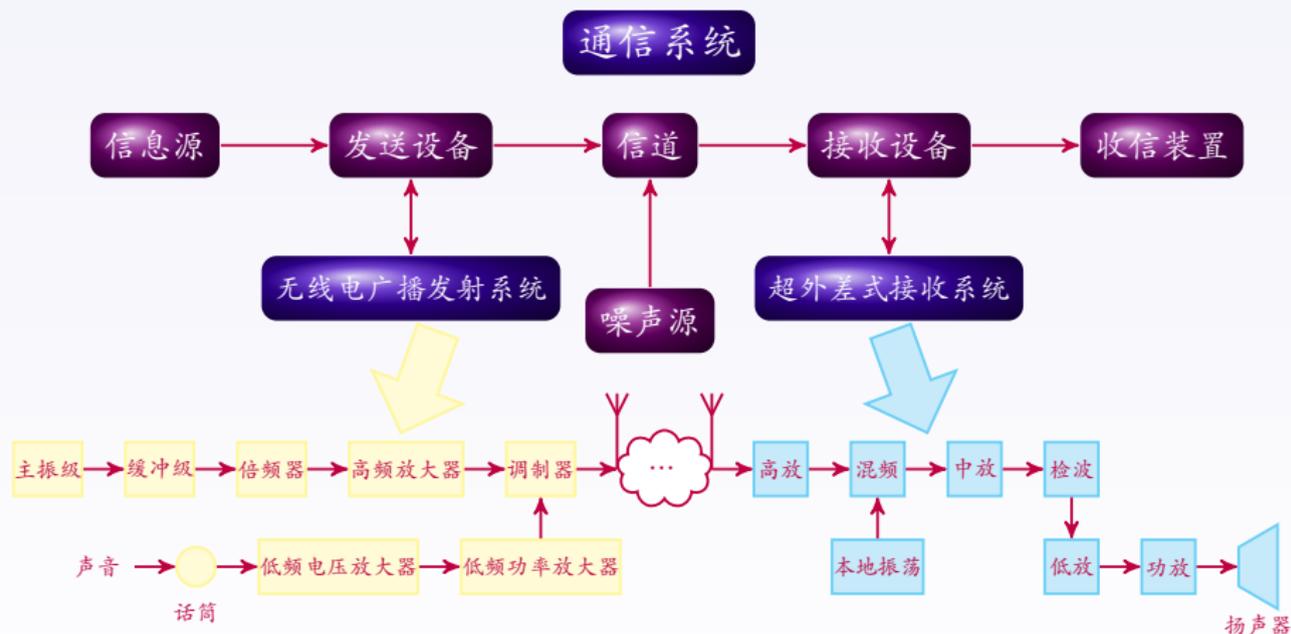
通信系统



通信系统



通信系统



通信系统是指实现通信过程的全部技术设备和信道的总和

《通信电子电路》

通信

电子电路

《通信电子电路》

研究实现**通信**（无线通信系统）的**电子电路**
基本概念、基本原理、基本电路和基本分析方法

《通信电子电路》

研究实现**通信**（无线通信系统）的**电子电路**
基本概念、基本原理、基本电路和基本分析方法

- 高频
- 非线性

《通信电子电路》

研究实现**通信**（无线通信系统）的**电子电路**
基本概念、基本原理、基本电路和基本分析方法

- 高频
- 非线性

高频电路是通信系统（特别是无线通信系统）的基础，是无线通信设备的重要组成部分。

《通信电子电路》

研究实现**通信**（无线通信系统）的**电子电路**
基本概念、基本原理、基本电路和基本分析方法

- 高频
- 非线性

高频电路是通信系统（特别是无线通信系统）的基础，是无线通信设备的重要组成部分。

《高频电子线路》

课程特点

- ① 理论性
- ② 工程性
- ③ 实践性
- ④ 先进性

课程特点

- ① 理论性
- ② 工程性
- ③ 实践性
- ④ 先进性

内容提要

1 引言

- 教学
- 课程

2 通信

- 发展史

3 通信系统

- 信道
- 无线电波
- 调制的通信系统
- 本课程的主要内容
- 思考

内容提要

1 引言

- 教学
- 课程

2 通信

- 发展史

3 通信系统

- 信道
- 无线电波
- 调制的通信系统
- 本课程的主要内容
- 思考

原始通信

- 1 烽火狼烟
- 2 飞鸽传信
- 3 驿马邮递
- 4 击鼓鸣金
- 5 ……
- 6 各种旗语



原始通信

- ① 烽火狼烟
- ② 飞鸽传信
- ③ 驿马邮递
- ④ 击鼓鸣金
- ⑤ ……
- ⑥ 各种旗语



原始通信

- ① 烽火狼烟
- ② 飞鸽传信
- ③ 驿马邮递
- ④ 击鼓鸣金
- ⑤ ……
- ⑥ 各种旗语



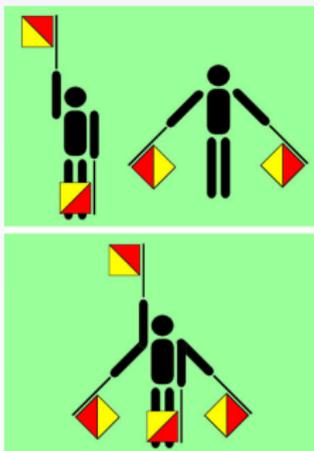
原始通信

- ① 烽火狼烟
- ② 飞鸽传信
- ③ 驿马邮递
- ④ 击鼓鸣金
- ⑤
- ⑥ 各种旗语



原始通信

- ① 烽火狼烟
- ② 飞鸽传信
- ③ 驿马邮递
- ④ 击鼓鸣金
- ⑤ ……
- ⑥ 各种旗语



原始通信

- ① 烽火狼烟
- ② 飞鸽传信
- ③ 驿马邮递
- ④ 击鼓鸣金
- ⑤ ……
- ⑥ 各种旗语



原始通信

- ① 烽火狼烟
- ② 飞鸽传信
- ③ 驿马邮递
- ④ 击鼓鸣金
- ⑤ ……
- ⑥ 各种旗语

视觉和听觉

有线通信

1837年 美国**莫尔斯** (F.B.Morse)：电磁式**电报机** (莫尔斯电码)。

1875年 美国**贝尔** (A.G.Bell)：取得**电话机**专利。

有线通信

1837年 美国莫尔斯 (F.B.Morse)：电磁式电报机 (莫尔斯电码)。

1875年 美国贝尔 (A.G.Bell)：取得电话机专利。

有线通信

1837年 美国莫尔斯 (F.B.Morse)：电磁式电报机 (莫尔斯电码)。

1875年 美国贝尔 (A.G.Bell)：取得电话机专利。

普通导线、同轴电缆、双绞线、光纤、光缆等

无线通信

1864年 英国**麦克斯韦** (J.C.Maxwell)：电磁波的存在设想。

1888年 德国**赫兹** (H.Hertz)：证实**电磁波**的存在。

1895年 俄国**波波夫**、意大利**马可尼**：无线电报。

1904年 英国**弗莱明**：**二极管**。

1906年 美国**弗森登**：无线电广播。

1907年 美国**德福莱斯特**：真空**三极管**；美国**阿姆斯特朗**：超外差式接收装置。

1920年 美国**康拉德**：匹兹堡世界上第一家商业无线电广播电台。

1924年 第一条短波通信在**瑙恩**和**布宜诺斯艾利斯**之间建立。

1933年 法国**克拉维尔**建立了英法之间第一条商用微波无线电路。

60年代 **集成电路**出现。

无线通信

1864年 英国**麦克斯韦** (J.C.Maxwell)：电磁波的存在设想。

1888年 德国**赫兹** (H.Hertz)：证实**电磁波的存在**。

1895年 俄国波波夫、意大利马可尼：无线电报。

1904年 英国弗莱明：**二极管**。

1906年 美国弗森登：无线电广播。

1907年 美国德福莱斯特：**真空三极管**；美国阿姆斯特朗：超外差式接收装置。

1920年 美国康拉德：匹兹堡世界上第一家商业无线电广播电台。

1924年 第一条短波通信在瑙恩和布宜诺斯艾利斯之间建立。

1933年 法国克拉维尔建立了英法之间第一条商用微波无线电路。

60年代 **集成电路**出现。

无线通信

1864年 英国**麦克斯韦** (J.C.Maxwell)：电磁波的存在设想。

1888年 德国**赫兹** (H.Hertz)：证实**电磁波**的存在。

1895年 俄国**波波夫**、意大利**马可尼**：**无线电报**。

1904年 英国**弗莱明**：**二极管**。

1906年 美国**弗森登**：无线电广播。

1907年 美国**德福莱斯特**：真空**三极管**；美国**阿姆斯特朗**：超外差式接收装置。

1920年 美国**康拉德**：匹兹堡世界上第一家商业无线电广播电台。

1924年 第一条短波通信在**瑙恩**和**布宜诺斯艾利斯**之间建立。

1933年 法国**克拉维尔**建立了英法之间第一条商用微波无线电路。

60年代 **集成电路**出现。

无线通信

1864 年 英国**麦克斯韦** (J.C.Maxwell)：电磁波的存在设想。

1888 年 德国**赫兹** (H.Hertz)：证实**电磁波**的存在。

1895 年 俄国**波波夫**、意大利**马可尼**：无线电报。

1904 年 英国**弗莱明**：**二极管**。

1906 年 美国**弗森登**：无线电广播。

1907 年 美国**德福莱斯特**：真空**三极管**；美国**阿姆斯特朗**：超外差式接收装置。

1920 年 美国**康拉德**：**匹兹堡**世界上第一家商业无线电广播电台。

1924 年 第一条短波通信在**瑙恩**和**布宜诺斯艾利斯**之间建立。

1933 年 法国**克拉维尔**建立了英法之间第一条商用微波无线电路。

60 年代 **集成电路**出现。

无线通信

1864 年 英国**麦克斯韦** (J.C.Maxwell)：电磁波的存在设想。

1888 年 德国**赫兹** (H.Hertz)：证实**电磁波**的存在。

1895 年 俄国**波波夫**、意大利**马可尼**：无线电报。

1904 年 英国**弗莱明**：**二极管**。

1906 年 美国**弗森登**：**无线电广播**。

1907 年 美国**德福莱斯特**：真空**三极管**；美国**阿姆斯特朗**：超外差式接收装置。

1920 年 美国**康拉德**：**匹兹堡**世界上第一家商业无线电广播电台。

1924 年 第一条短波通信在**瑙恩**和**布宜诺斯艾利斯**之间建立。

1933 年 法国**克拉维尔**建立了英法之间第一条商用微波无线电路。

60 年代 **集成电路**出现。

无线通信

1864 年 英国**麦克斯韦** (J.C.Maxwell)：电磁波的存在设想。

1888 年 德国**赫兹** (H.Hertz)：证实**电磁波**的存在。

1895 年 俄国**波波夫**、意大利**马可尼**：无线电报。

1904 年 英国**弗莱明**：**二极管**。

1906 年 美国**弗森登**：无线电广播。

1907 年 美国**德福莱斯特**：**真空三极管**；美国**阿姆斯特朗**：**超外差式接收装置**。

1920 年 美国**康拉德**：**匹兹堡世界上第一家商业无线电广播电台**。

1924 年 第一条短波通信在**瑙恩和布宜诺斯艾利斯**之间建立。

1933 年 法国**克拉维尔**建立了**英法之间第一条商用微波无线电路**。

60 年代 **集成电路**出现。

无线通信

- 1864 年 英国**麦克斯韦** (J.C.Maxwell)：电磁波的存在设想。
- 1888 年 德国**赫兹** (H.Hertz)：证实**电磁波**的存在。
- 1895 年 俄国**波波夫**、意大利**马可尼**：无线电报。
- 1904 年 英国**弗莱明**：**二极管**。
- 1906 年 美国**弗森登**：无线电广播。
- 1907 年 美国**德福莱斯特**：真空**三极管**；美国**阿姆斯特朗**：超外差式接收装置。
- 1920 年 美国**康拉德**：**匹兹堡世界上第一家商业无线电广播电台**。
- 1924 年 第一条短波通信在**瑙恩**和**布宜诺斯艾利斯**之间建立。
- 1933 年 法国**克拉维尔**建立了英法之间第一条商用微波无线电路。
- 60 年代 **集成电路**出现。

无线通信

- 1864 年 英国**麦克斯韦** (J.C.Maxwell)：电磁波的存在设想。
- 1888 年 德国**赫兹** (H.Hertz)：证实**电磁波**的存在。
- 1895 年 俄国**波波夫**、意大利**马可尼**：无线电报。
- 1904 年 英国**弗莱明**：**二极管**。
- 1906 年 美国**弗森登**：无线电广播。
- 1907 年 美国**德福莱斯特**：真空**三极管**；美国**阿姆斯特朗**：超外差式接收装置。
- 1920 年 美国**康拉德**：**匹兹堡**世界上第一家商业无线电广播电台。
- 1924 年 **第一条短波通信在瑙恩和布宜诺斯艾利斯之间建立。**
- 1933 年 法国**克拉维尔**建立了英法之间第一条商用微波无线电路。
- 60 年代 **集成电路**出现。

无线通信

- 1864 年 英国**麦克斯韦** (J.C.Maxwell)：电磁波的存在设想。
- 1888 年 德国**赫兹** (H.Hertz)：证实**电磁波**的存在。
- 1895 年 俄国**波波夫**、意大利**马可尼**：无线电报。
- 1904 年 英国**弗莱明**：**二极管**。
- 1906 年 美国**弗森登**：无线电广播。
- 1907 年 美国**德福莱斯特**：真空**三极管**；美国**阿姆斯特朗**：超外差式接收装置。
- 1920 年 美国**康拉德**：匹兹堡世界上第一家商业无线电广播电台。
- 1924 年 第一条短波通信在**瑙恩**和**布宜诺斯艾利斯**之间建立。
- 1933 年 法国**克拉维尔**建立了**英法之间第一条商用微波无线电路**。
- 60 年代 **集成电路**出现。

无线通信

- 1864 年 英国**麦克斯韦** (J.C.Maxwell)：电磁波的存在设想。
- 1888 年 德国**赫兹** (H.Hertz)：证实**电磁波**的存在。
- 1895 年 俄国波波夫、意大利马可尼：无线电报。
- 1904 年 英国弗莱明：**二极管**。
- 1906 年 美国弗森登：无线电广播。
- 1907 年 美国德福莱斯特：真空**三极管**；美国阿姆斯特朗：超外差式接收装置。
- 1920 年 美国康拉德：匹兹堡世界上第一家商业无线电广播电台。
- 1924 年 第一条短波通信在瑙恩和布宜诺斯艾利斯之间建立。
- 1933 年 法国克拉维尔建立了英法之间第一条商用微波无线电路路。
- 60 年代** **集成电路**出现。

发展

电磁波

- 无线电技术（广播、移动通信等）
- 图像传播技术（电视、激光器、雷达等）
- 信息超远控制技术（遥控、遥测、遥感等）
- 射频技术（RFID 等）
- ……

数学分析方法

- 傅立叶分析
- 拉普拉斯变换
- Z 变换
- 状态方程分析
- ……

发展

电磁波

- 无线电技术（广播、移动通信等）
- 图像传播技术（电视、激光器、雷达等）
- 信息超远控制技术（遥控、遥测、遥感等）
- 射频技术（RFID 等）
- ……

数学分析方法

- 傅立叶分析
- 拉普拉斯变换
- Z 变换
- 状态方程分析
- ……

发展

电磁波

- 无线电技术（广播、移动通信等）
- 图像传播技术（电视、激光器、雷达等）
- 信息超远控制技术（遥控、遥测、遥感等）
- 射频技术（RFID 等）
- ……

数学分析方法

- 傅立叶分析
- 拉普拉斯变换
- Z 变换
- 状态方程分析
- ……

电子技术 + 通信技术 + 其他技术 ⇒ 数字化信息时代

内容提要

1 引言

- 教学
- 课程

2 通信

- 发展史

3 通信系统

- 信道
- 无线电波
- 调制的通信系统
- 本课程的主要内容
- 思考

通信系统



信息源 要传送的原始信息，如文字、数据、语音、音乐、图像等。

发送设备 将电信号变换为适应于信道传输特性的信号的装置。

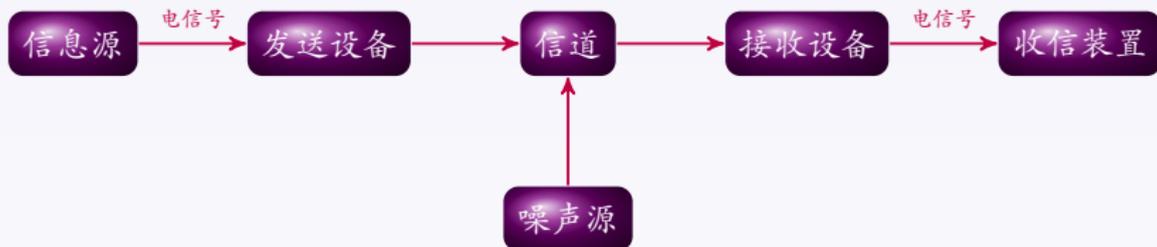
信道 传输信息（或信号）的通道，有线信道和无线信道。

噪声源 信道中的噪声及分散在通信系统中其他各处的噪声。

接收设备 将接收到的信号恢复成与发送设备输入信号相一致的装置。

收信装置 将电信号还原成原来的信息。

通信系统



信息源 要传送的原始信息，如文字、数据、语音、音乐、图像等。

发送设备 将电信号变换为适应于信道传输特性的信号的装置。

信道 传输信息（或信号）的通道，有线信道和无线信道。

噪声源 信道中的噪声及分散在通信系统中其他各处的噪声。

接收设备 将接收到的信号恢复成与发送设备输入信号相一致的装置。

收信装置 将电信号还原成原来的信息。

内容提要

1 引言

- 教学
- 课程

2 通信

- 发展史

3 通信系统

- 信道
- 无线电波
- 调制的通信系统
- 本课程的主要内容
- 思考

信道



信道 传输信息（或信号）的通道，有线信道和无线信道。

有线信道 架空明线、电缆、光缆等，例如三网。

无线信道 地球表面的大气层、水、地层及宇宙空间等，例如手机到基站。

信道



信道 传输信息（或信号）的通道，有线信道和无线信道。

有线信道 架空明线、电缆、光缆等，例如三网。

无线信道 地球表面的大气层、水、地层及宇宙空间等，例如手机到基站。

信道



信道 传输信息（或信号）的通道，有线信道和无线信道。

有线信道 架空明线、电缆、光缆等，例如三网。

无线信道 地球表面的大气层、水、地层及宇宙空间等，例如手机到基站。

通信距离

有线

无线

通信距离

有线

- RS232
- RS485
- 双绞线
- 同轴电缆
- 光缆
- ……

无线

通信距离

有线

- RS232
- RS485
- 双绞线
- 同轴电缆
- 光缆
- ……

无线

- BlueTooth
- ZigBee
- WiFi
- WiMax
- 3G
- LTE、4G
- NFC
- ……

通信距离

有线

- RS232
- RS485
- 双绞线
- 同轴电缆
- 光缆
- ……

无线

- BlueTooth
- ZigBee
- WiFi
- WiMax
- 3G
- LTE、4G
- NFC
- ……

有线通信 电信号依靠导线传送。

无线通信 电信号依靠**电磁波**传送。

内容提要

1 引言

- 教学
- 课程

2 通信

- 发展史

3 通信系统

- 信道
- 无线电波
- 调制的通信系统
- 本课程的主要内容
- 思考

无线电波的频段划分

频率在几十千赫至几万兆赫的电磁波 \Rightarrow 频段或波段（相对）
波长 λ 、频率 f 、电磁波传播速度 $c = 3 \times 10^8 m/s$ ： $\lambda = cT = \frac{c}{f}$

无线电波的频段划分

频率在几十千赫至几万兆赫的电磁波 \Rightarrow 频段或波段 (相对)

波长 λ 、频率 f 、电磁波传播速度 $c = 3 \times 10^8 m/s$: $\lambda = cT = \frac{c}{f}$

超长波	3Hz ~ 30kHz	VLF	音频、电话、数据终端
长波	30Hz ~ 300kHz	LF	导航、信标、电力线通信
中波	300kHz ~ 3MHz	MF	AM 广播、业余无线电
短波	3 ~ 30MHz	HF	移动电话、短波广播、业余无线电
超短波	30 ~ 300MHz	VHF	FM 广播、TV、导航、移动通信
分米波	300MHz ~ 3GHz	UHF	TV、遥控遥测、雷达、移动通信
厘米波	3 ~ 30GHz	SHF	微波通信、卫星通信、雷达
毫米波	30 ~ 300GHz	EHF	微波通信、雷达、射电天文学

无线电波的频段划分

频率在几十千赫至几万兆赫的电磁波 \Rightarrow 频段或波段 (相对)

波长 λ 、频率 f 、电磁波传播速度 $c = 3 \times 10^8 m/s$: $\lambda = cT = \frac{c}{f}$

超长波	3Hz ~ 30kHz	VLF	音频、电话、数据终端
长波	30Hz ~ 300kHz	LF	导航、信标、电力线通信
中波	300kHz ~ 3MHz	MF	AM 广播、业余无线电
短波	3 ~ 30MHz	HF	移动电话、短波广播、业余无线电
超短波	30 ~ 300MHz	VHF	FM 广播、TV、导航、移动通信
分米波	300MHz ~ 3GHz	UHF	TV、遥控遥测、雷达、移动通信
厘米波	3 ~ 30GHz	SHF	微波通信、卫星通信、雷达
毫米波	30 ~ 300GHz	EHF	微波通信、雷达、射电天文学

RFID

身份证、门票、一卡通等

RFID

身份证、门票、一卡通等

低频	125 ~ 135kHz	< 60cm	动物晶片、门禁、停车场
高频	13.56MHz	~ 60cm	交通卡、门禁
超高频	433MHz	50 ~ 100m	医院病患监护
	860 ~ 960MHz	被 ~ 10m 主 ~ 100m	物流
微波	2.45GHz	被 ~ 1m 主 ~ 50m	物流

无线电波的传播特性

无线电信号的传播方式、传播距离、传播特点等
取决于无线电信号的**频率**和**信道**。

- 不同频段的无线电信号，其传播特性不同。
- 同一信道对不同频率的信号传播特性不同。

地球表面 频率越高，损耗越严重，传播距离越短。

电离层 频率越高，被吸收的能量越小，穿入也越深。

无线电波的传播特性

无线电信号的传播方式、传播距离、传播特点等
取决于无线电信号的**频率**和**信道**。

- 不同频段的无线电信号，其传播特性不同。
- 同一信道对不同频率的信号传播特性不同。

地球表面 频率越高，损耗越严重，传播距离越短。

电离层 频率越高，被吸收的能量越小，穿入也越深。

无线电波的传播特性

无线电信号的传播方式、传播距离、传播特点等
取决于无线电信号的**频率**和**信道**。

- 不同频段的无线电信号，其传播特性不同。
- 同一信道对不同频率的信号传播特性不同。

地球表面 频率越高，损耗越严重，传播距离越短。

电离层 频率越高，被吸收的能量越小，穿入也越深。

无线电波的传播特性

无线电信号的传播方式、传播距离、传播特点等
取决于无线电信号的**频率**和**信道**。

- 不同频段的无线电信号，其传播特性不同。
- 同一信道对不同频率的信号传播特性不同。

地球表面 频率越高，损耗越严重，传播距离越短。

电离层 频率越高，被吸收的能量越小，穿入也越深。

绕射 沿着地球的弯曲表面传播，地波（中、长波）。

折射反射 利用电离层折射和反射传播，天波（短波）。

直射 从发射天线发出，沿直线传播到接收天线，空间波（超短波）。

无线电波的传播特性

无线电信号的传播方式、传播距离、传播特点等
取决于无线电信号的**频率**和**信道**。

- 不同频段的无线电信号，其传播特性不同。
- 同一信道对不同频率的信号传播特性不同。

地球表面 频率越高，损耗越严重，传播距离越短。

电离层 频率越高，被吸收的能量越小，穿入也越深。

绕射	地波	中、长波	$< 1.5\text{MHz}$
折射反射	天波	中、短波	$1.5 \sim 30\text{MHz}$
直射	空间波	超短波 +	$> 30\text{MHz}$

无线电传播

只有当天线的尺寸大到可以与信号波长相比拟时，天线才具有较高的辐射效率。

无线电传播

只有当天线的尺寸大到可以与信号波长相比拟时，天线才具有较高的辐射效率。

- ① 为了减少制造天线的困难
- ② 使所发射的信号不致混淆

无线电传播

只有当天线的尺寸大到可以与信号波长相比拟时，天线才具有较高的辐射效率。

- ① 为了减少制造天线的困难
- ② 使所发射的信号不致混淆

需要将语音（低频）信号搬移到不同的高频段——**调制传输**

内容提要

1 引言

- 教学
- 课程

2 通信

- 发展史

3 通信系统

- 信道
- 无线电波
- 调制的通信系统
- 本课程的主要内容
- 思考

调制传输

基带传输 将从消息变换而来的基带（低频）信号直接传送。

调制传输 将从消息变换而来的基带（低频**调制**）信号“装载”到**载波**（高频）信号上进行传送。

调制传输

基带传输 将从消息变换而来的基带（低频）信号直接传送。

调制传输 将从消息变换而来的基带（低频**调制**）信号“装载”到**载波**（高频）信号上进行传送。

调制传输

基带传输 将从消息变换而来的基带（低频）信号直接传送。

调制传输 将从消息变换而来的基带（低频**调制**）信号“装载”到**载波**（高频）信号上进行传送。

调制 在发送端用低频**调制信号**（例如语音信号）去控制高频**载波信号**的幅度（频率或相位）并使其随低频调制信号而变化形成**已调信号**。

解调 在接收端从收到的**已调信号**中把调制信号恢复出来。

调制传输

基带传输 将从消息变换而来的基带（低频）信号直接传送。

调制传输 将从消息变换而来的基带（低频**调制**）信号“装载”到**载波**（高频）信号上进行传送。

调制 在发送端用低频**调制信号**（例如语音信号）去控制高频**载波信号**的幅度（频率或相位）并使其随低频调制信号而变化形成**已调信号**。

解调 在接收端从收到的**已调信号**中把**调制信号**恢复出来。

调制传输

基带传输 将从消息变换而来的基带（低频）信号直接传送。

调制传输 将从消息变换而来的基带（低频**调制**）信号“装载”到**载波**（高频）信号上进行传送。

调制 在发送端用低频**调制信号**（例如话音信号）去控制高频**载波信号**的幅度（频率或相位）并使其随低频调制信号而变化形成**已调信号**。

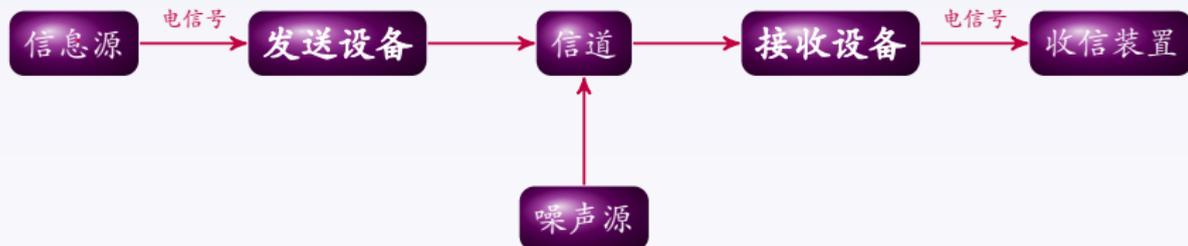
解调 在接收端从收到的**已调信号**中把**调制信号**恢复出来。

调幅 \Leftrightarrow 检波

调频 \Leftrightarrow 鉴频

调相 \rightarrow 调频

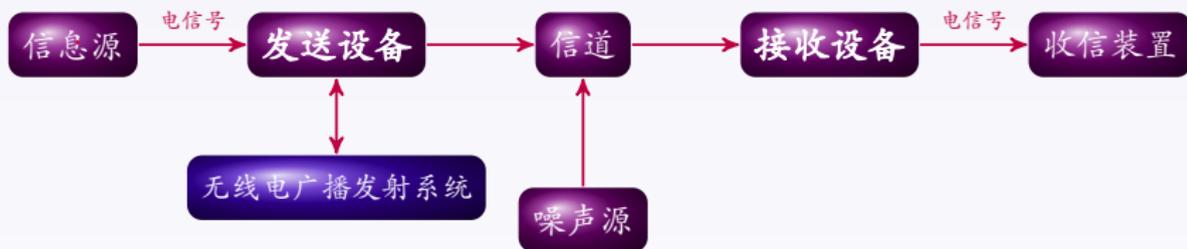
发送设备与接收设备



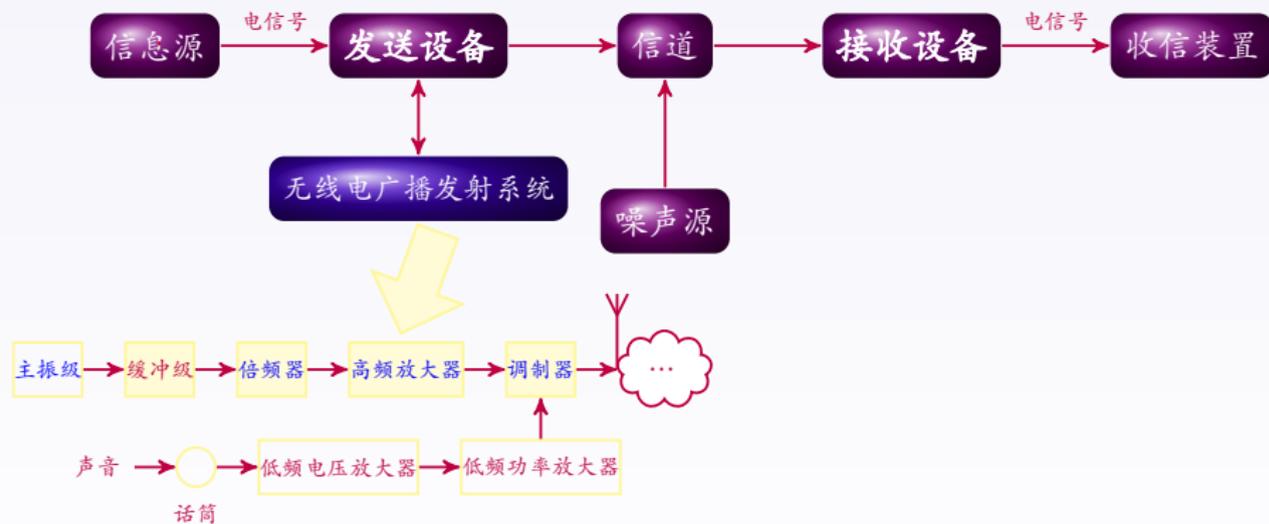
发送设备 将电信号变换为适应于信道传输特性的信号的装置。

接收设备 将接收到的信号恢复成与发送设备输入信号相一致的装置。

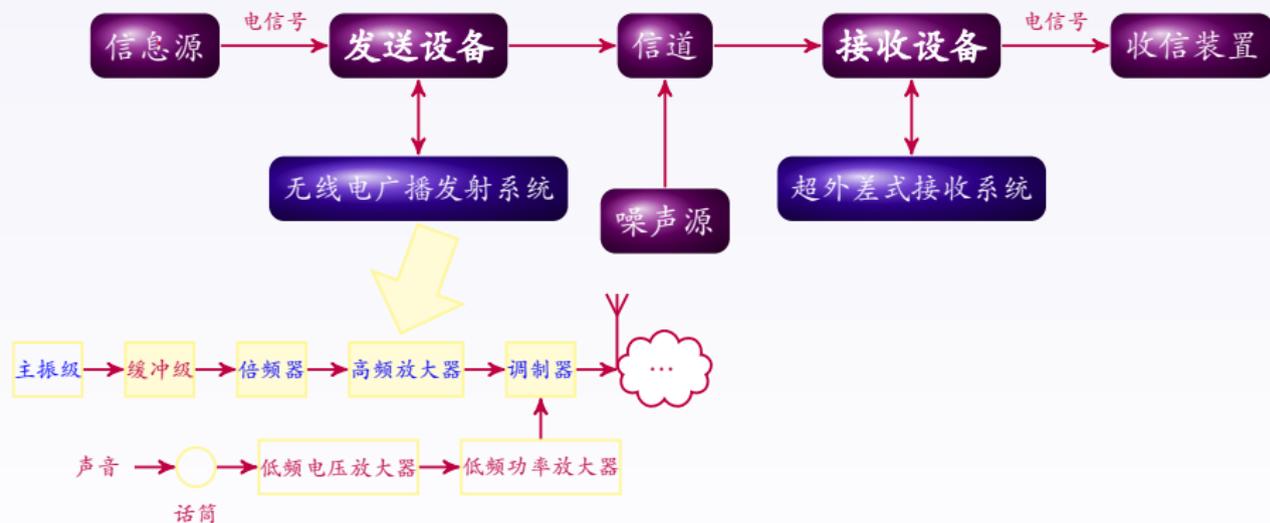
发送设备与接收设备



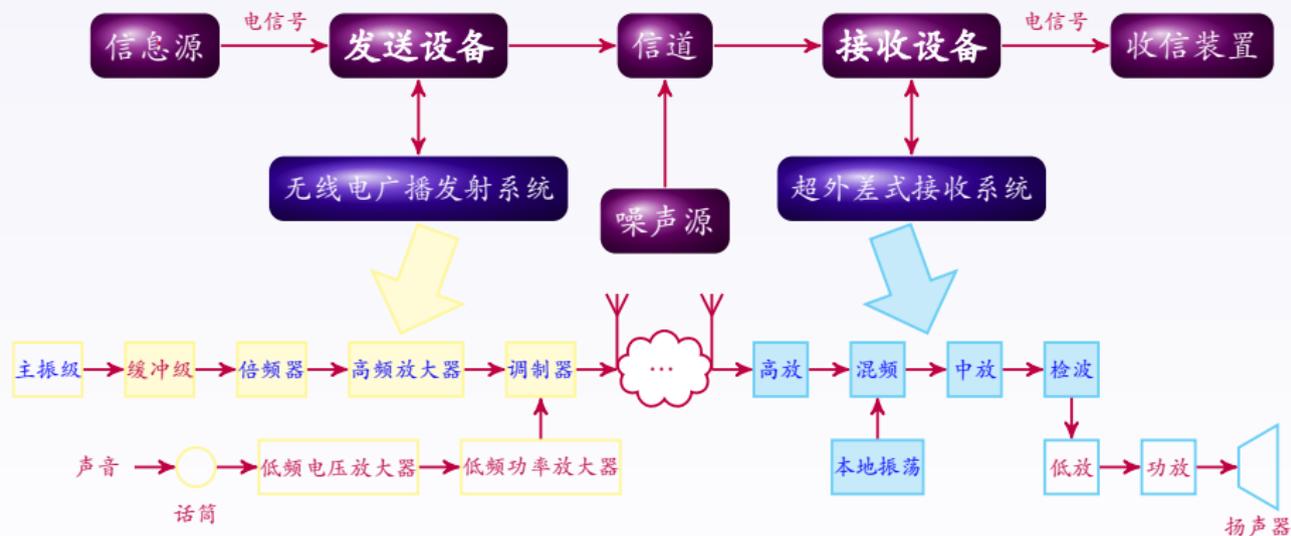
发送设备与接收设备



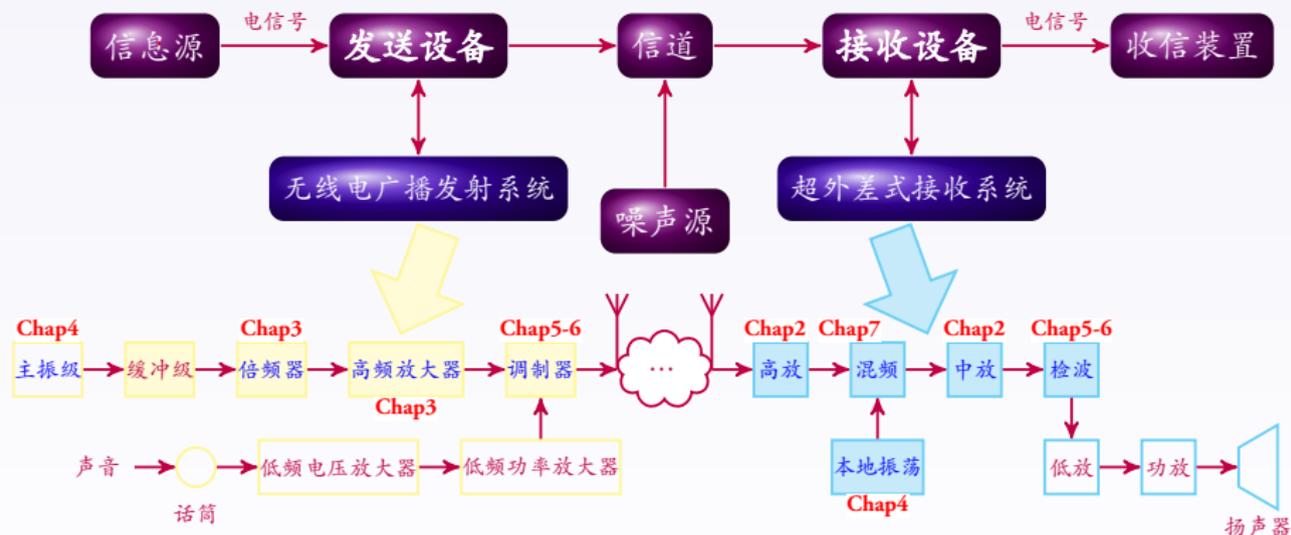
发送设备与接收设备



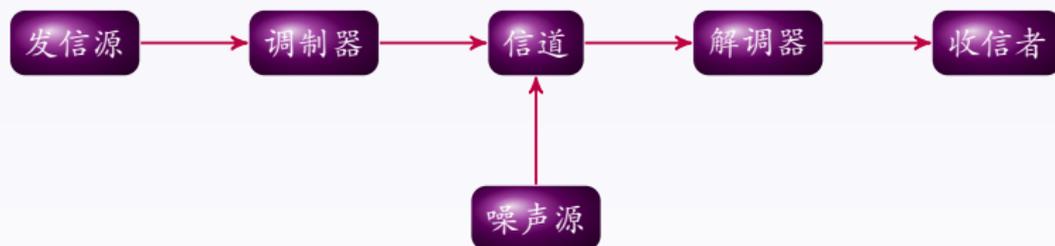
发送设备与接收设备



发送设备与接收设备



模拟通信系统



数字通信系统



内容提要

1 引言

- 教学
- 课程

2 通信

- 发展史

3 通信系统

- 信道
- 无线电波
- 调制的通信系统
- 本课程的主要内容
- 思考

课程主要内容



- ① Chap2 谐振回路
- ② Chap2 小信号调谐放大器
- ③ Chap3 调谐功率放大器
- ④ Chap3 倍频器
- ⑤ Chap4 正弦波振荡器
- ⑥ Chap5 振幅调制与解调
- ⑦ Chap6 角度调制与解调
- ⑧ Chap7 变频器
- ⑨ Chap8 锁相环

课程主要内容



- ① Chap2 谐振回路
- ② Chap2 小信号调谐放大器
- ③ Chap3 调谐功率放大器
- ④ Chap3 倍频器
- ⑤ Chap4 正弦波振荡器
- ⑥ Chap5 振幅调制与解调
- ⑦ Chap6 角度调制与解调
- ⑧ Chap7 变频器
- ⑨ Chap8 锁相环

- ① 电阻、电容、电感等无源线性元件
- ② 二极管、三极管等有源非线性器件
- ③ LC 谐振回路、基本放大电路、振荡器电路等

课程主要内容



- ① Chap2 谐振回路
- ② Chap2 小信号调谐放大器
- ③ Chap3 调谐功率放大器
- ④ Chap3 倍频器
- ⑤ Chap4 正弦波振荡器
- ⑥ Chap5 振幅调制与解调
- ⑦ Chap6 角度调制与解调
- ⑧ Chap7 变频器
- ⑨ Chap8 锁相环

- ① 电阻、电容、电感等无源线性元件
- ② 二极管、三极管等有源非线性器件
- ③ LC 谐振回路、基本放大电路、振荡器电路等

着重讨论发送设备和接收设备各单元的工作原理和组成，以及构成发送、接收设备的各种单元电路的工作原理、典型电路和分析方法。

课程主要内容



- ① Chap2 谐振回路
- ② Chap2 小信号调谐放大器
- ③ Chap3 调谐功率放大器
- ④ Chap3 倍频器
- ⑤ Chap4 正弦波振荡器
- ⑥ Chap5 振幅调制与解调
- ⑦ Chap6 角度调制与解调
- ⑧ Chap7 变频器
- ⑨ Chap8 锁相环

- ① 电阻、电容、电感等无源线性元件
- ② 二极管、三极管等有源非线性器件
- ③ LC 谐振回路、基本放大电路、振荡器电路等

着重讨论发送设备和接收设备各单元的工作原理和组成，以及构成发送、接收设备的各种单元电路的工作原理、典型电路和分析方法。

基本概念、基本原理、基本电路、基本分析方法

关键词

①

高频

②

调制

解调

③

电子电路

内容提要

1 引言

- 教学
- 课程

2 通信

- 发展史

3 通信系统

- 信道
- 无线电波
- 调制的通信系统
- 本课程的主要内容
- 思考

思考

无线通信为什么要进行调制？

思考

无线通信为什么要进行调制？

- ① 根据电磁波理论，只有天线实际长度与电信号的波长相比拟时，电信号才能以电磁波形式有效地辐射，这就要求原始信号必须又足够高的频率。
- ② 人的声音都处于同一（低）频段内，如果各电台都用同样的频率发射，在空间会形成干扰，接收端将无法接收到需要的信号。

为了减少制造天线的困难，且使各电台所发射的信号不致混淆，需要将信号搬到不同的高频段。

思考

无线通信为什么要进行调制？

- ① 根据电磁波理论，只有天线实际长度与电信号的波长相比拟时，电信号才能以电磁波形式有效地辐射，这就要求原始信号必须又足够高的频率。
- ② 人的声音都处于同一（低）频段内，如果各电台都用同样的频率发射，在空间会形成干扰，接收端将无法接收到需要的信号。

为了减少制造天线的困难，且使各电台所发射的信号不致混淆，需要将信号搬到不同的高频段。

为什么主要研究高频电路？

思考

无线通信为什么要进行调制？

- ① 根据电磁波理论，只有天线实际长度与电信号的波长相比拟时，电信号才能以电磁波形式有效地辐射，这就要求原始信号必须又足够高的频率。
- ② 人的声音都处于同一（低）频段内，如果各电台都用同样的频率发射，在空间会形成干扰，接收端将无法接收到需要的信号。

为了减少制造天线的困难，且使各电台所发射的信号不致混淆，需要将信号搬到不同的高频段。

为什么主要研究高频电路？

- ① 高频电路是通信系统（特别是无线通信系统）的基础，是无线通信设备的重要组成部分。
- ② 《通信电子电路》主要研究实现通信（特别是无线通信）的电子电路。

