

《通信与网络》实验八 载波传输实验

清华大学 电子工程系

通信与网络课程组

2022年12月

目录

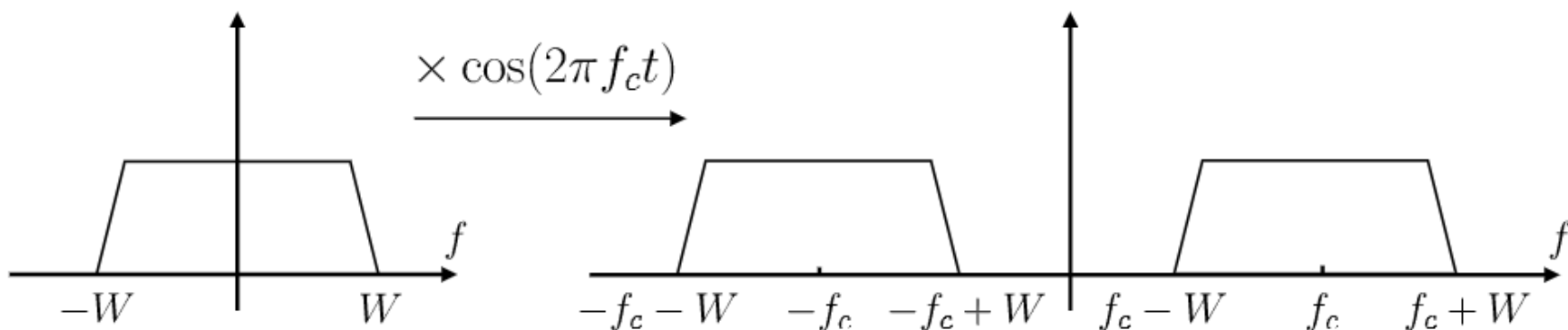
- 载波传输重点回顾
- 实验内容和流程

一、载波传输重点回顾

载波传输

- 为什么调制到载波？

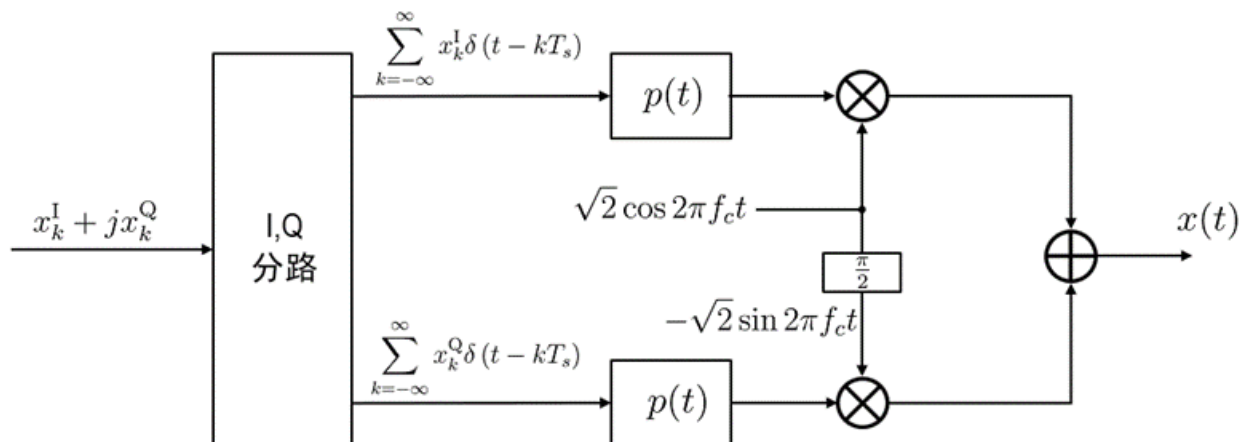
- 由于通信信道往往是带通的，待传输基带信号需要乘以 $\cos(2\pi f_c t)$ 搬移到频带上再进行传输，其中 f_c 为高频载波的频率



载波传输

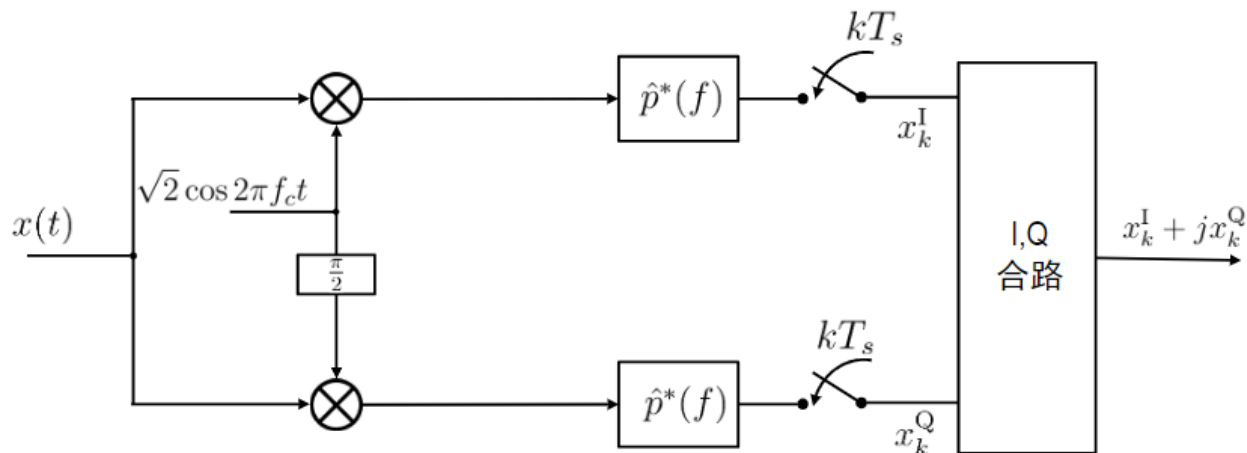
- 收发机设计

- 发送机



- 用正交的cos, -sin各自承载I, Q两路信号

- 接收机

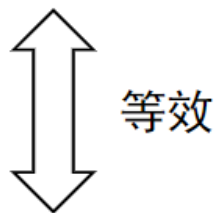


等效复电平模型

- 频带传输 \Rightarrow 等效复电平模型

- 理想的载波传输过程可等效为复电平信道，等效于发送复数电平，信道为复高斯噪声 $CN(0, n_0)$

$$y(t) = \sqrt{2} \cos 2\pi f_c t \cdot \sum_{k=-\infty}^{\infty} x_k^I p(t - kT_s) \\ + \sqrt{2} \sin 2\pi f_c t \cdot \sum_{k=-\infty}^{\infty} x_k^Q p(t - kT_s) + n(t)$$



$$y_k = x_k + n_k \text{ 或 } y_k^I + jy_k^Q = x_k^I + jx_k^Q + n_k^I + jn_k^Q$$

$$\text{或 } \begin{cases} y_k^I = x_k^I + n_k^I \\ y_k^Q = x_k^Q + n_k^Q \end{cases}$$

$$\textcircled{1} x_k^I + jx_k^Q \in \mathcal{A}$$

$$\textcircled{2} E \left\{ \left| x_k^I + jx_k^Q \right|^2 \right\} = E_s$$

$$\textcircled{3} \|p(t)\|_2 = 1$$

$$\textcircled{4} S_n(f) = \frac{n_0}{2}$$

$$\textcircled{1} x_k \in \mathcal{A}$$

$$\textcircled{2} n_k \sim CN(0, n_0)$$

$$\text{或 } n_k^I, n_k^Q \sim N\left(0, \frac{n_0}{2}\right)$$

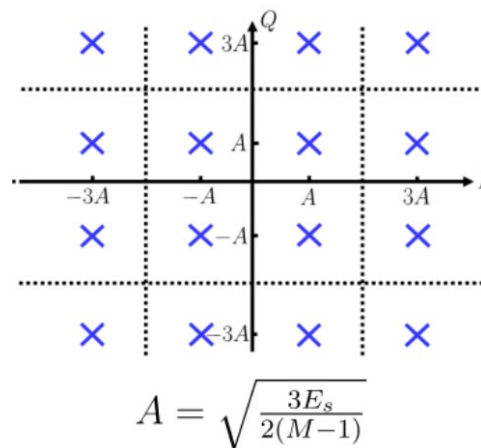
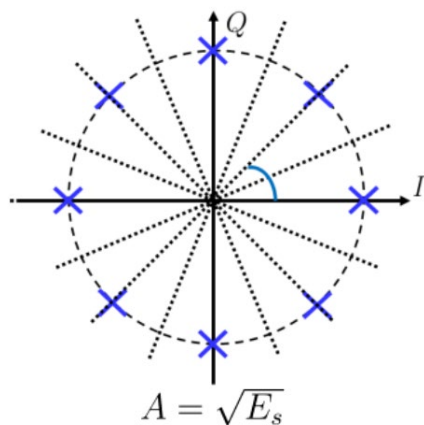
典型载波传输方式

- **相位偏移调制**

- PSK: Phase Shift Keying
- 通过改变载波的频率调制信息。

- **正交幅度调制**

- QAM: Quadrature Amplitude Modulation
- 通过改变载波的相位和幅度调制基带信息。

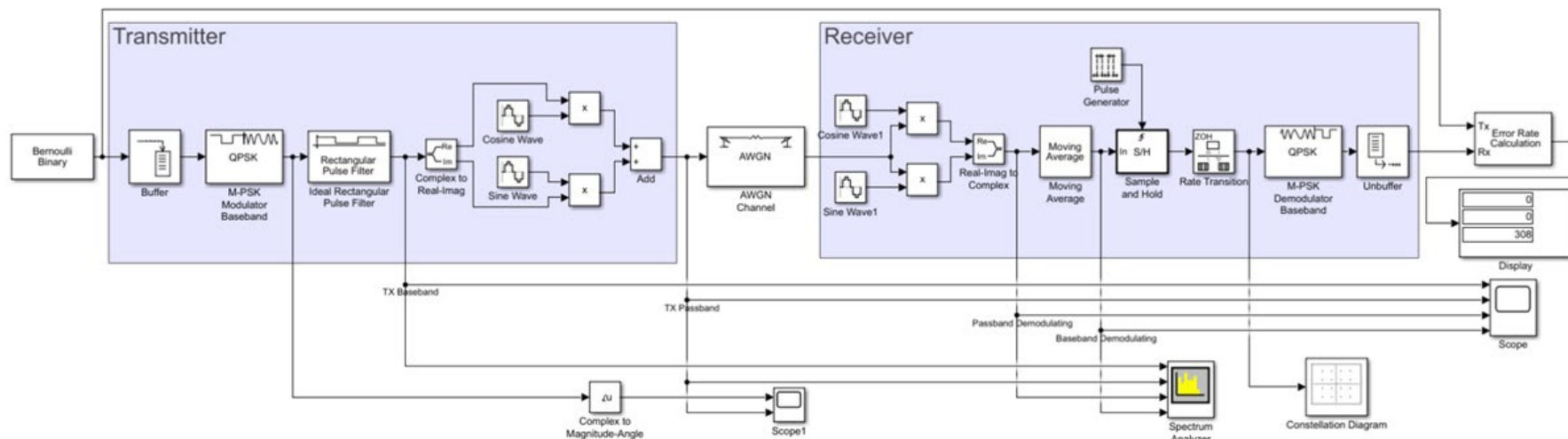


二、实验内容介绍

1. 多进制相位偏移调制

• 搭建模型

- 基带调制：理想矩形脉冲滤波器+匹配滤波
- 载波调制：cos, sin各自承载I, Q两路信号



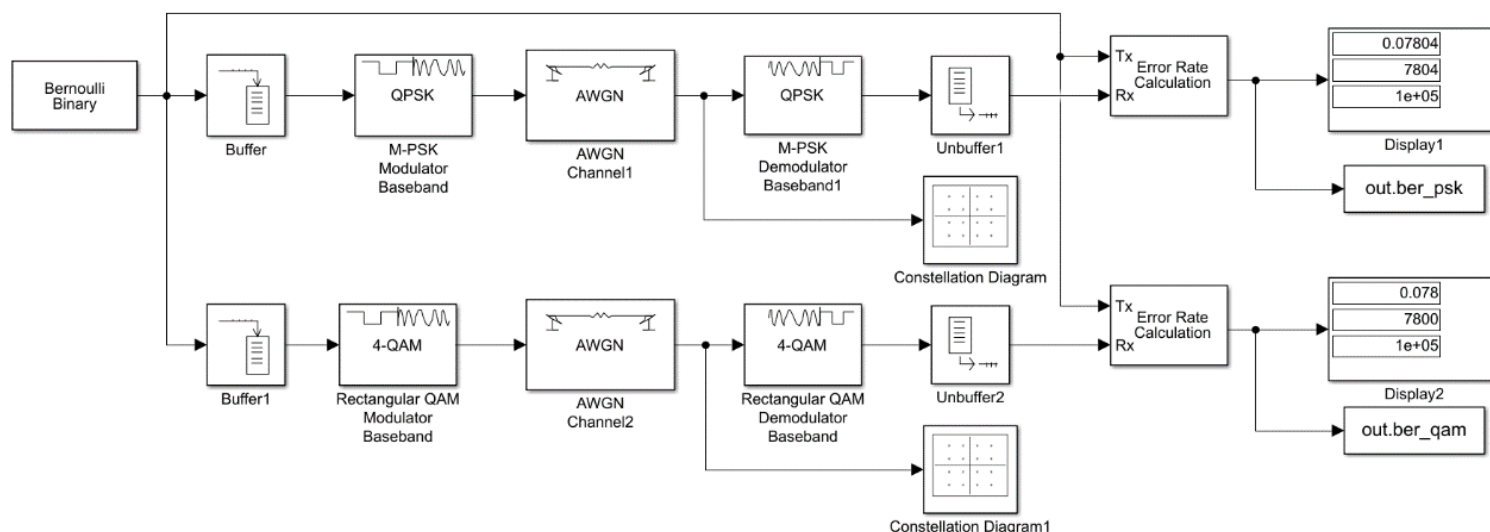
• 观察载波调制与解调过程

- 波形、频谱、载波相位与复电平对应关系
- 记录误符号率与 E_b/n_0 关系，并对比复电平等效信道

2. 复电平映射方式对比

- 搭建模型

- 复电平符号映射+判决



- 观察记录不同噪声下的接收星座图
- 运行脚本exp8.m绘制误符号率-信噪比曲线
 - 对比理论结果

3. 综合实验：完整通信系统搭建

- 设计要求

- 比特率不低于 2.1kbps
- 满足 $E_s/n_0 \geq 12\text{dB}$ 时，误比特率不超过0.01

- 设计方法

- 信道编码：Hamming码，参数自选
- 符号映射：可选M-QAM或M-PSK，M自选
- 基带：根号升余弦滤波器作为发送调制和接收，滚降系数 $\alpha = 0.5$ ，符号率 $R_s = 1\text{kHz}$ ，带宽 $W = \frac{(1+\alpha)}{2} R_s = 0.75\text{kHz}$
- 载波：分成I路和Q路调制到 $f_c = 10\text{kHz}$ 的载波上，占用频段 $[9.25\text{kHz}, 10.75\text{kHz}]$ ，信号采样率为 1MHz

- 观察波形、功率谱，记录误比特率

注意事项

- **提交实验报告至网络学堂**
- **实验报告需包括代码、实验流程记录、思考题回答**