

# OFDM 仿真实验

杨坤泽

2023210799

2023 年 12 月 6 日

## 1 参数计算

计算给出部分参数的 OFDM 系统的采样率，可以根据 FFT 采样点数与符号的持续时间计算得到。其中符号的持续时间与载波间隔有关。则有：

$$F_s = \frac{N_{FFT}}{T} = N_{FFT} \times f = 1024 \times 15000 = 15.36 MHz$$

对于循环前缀的采样点数，可以根据 OFDM 总符号时间与载波间隔计算得到，有

$$N_{cp} = \frac{T_{sym} - T}{T} \times N_{FFT} = 73$$

计算最多子载波数量，需要考虑最大带宽、载波间隔与导频数量，计算如下：

$$N_{sc} = \lfloor \frac{B}{f} \times \frac{4}{5} \rfloor = 716$$

根据 MATLAB 的代码框架补全代码，绘制出 OFDM 系统的框图如下：其中通过 IFFT 实现 OFDM 符号的生成，需要注意的是标准的 IFFT 运算

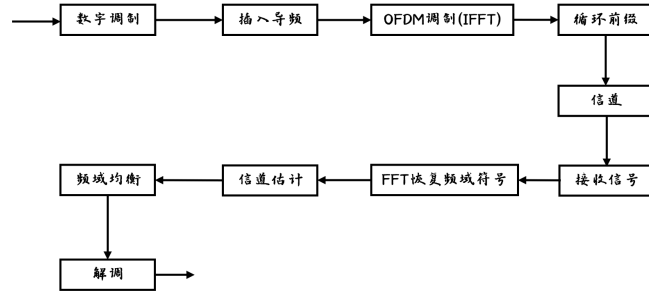
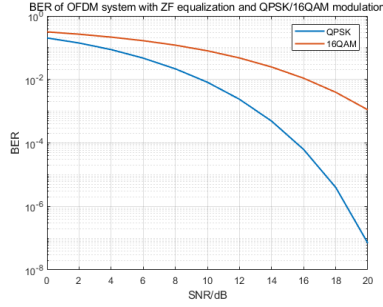


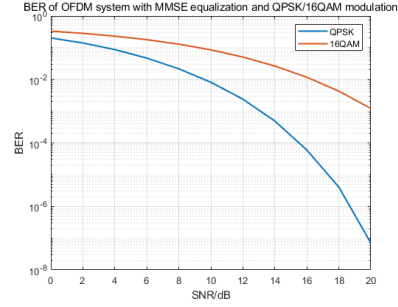
图 1: OFDM 系统框图

会带入  $\frac{1}{N_{FFT}}$  的系数进而影响时域符号的功率，因此在计算噪声时需要注意频域符号到时域符号的功率变化。

## 2 仿真结果



(a) ZF 均衡在 QPSK 与 16QAM 调制下的误码率曲线

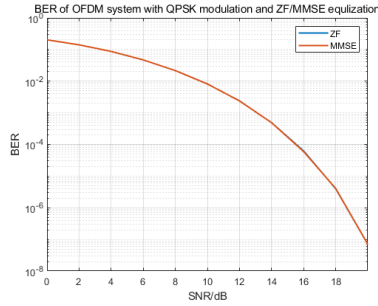


(b) MMSE 均衡在 QPSK 与 16QAM 调制下的误码率曲线

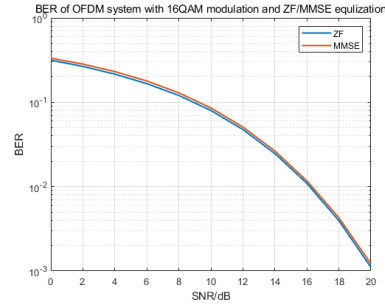
利用 MATLAB 仿真不同调制方式的结果，分别得到 ZF 均衡在 QPSK 与 16QAM 调制、MMSE 均衡在 QPSK 与 16QAM 调制下的误码率曲线图如下：

可以注意到 QPSK 调制的结果显著优于 16QAM 调制的结果，符合预期。

之后利用 MATLAB 仿真不同均衡方式的结果，分别得到 QPSK 调制在 ZF 与 MMSE 均衡、16QAM 调制在 ZF 与 MMSE 均衡下的误码率曲线图如下：



(c) QPSK 调制的 ZF/MMSE 均衡误码率曲线



(d) 16QAM 调制的 ZF/MMSE 均衡误码率曲线

可以注意到对于 QPSK 调制的 OFDM 系统来说，MMSE 均衡的性能整体优于 ZF 均衡的结果，是因为考虑到了噪声的影响，相较于迫零均衡而言复杂度更高，也更精确。而对于 16QAM 调制的 OFDM 系统来说则出现了比较奇怪的现象，MMSE 均衡的性能与 ZF 均衡的性能非常接近，前者稍差于后者，与经验结果有所区别。

在仿真的过程中遇到了许多问题，发现之前提交的代码中在信道传输

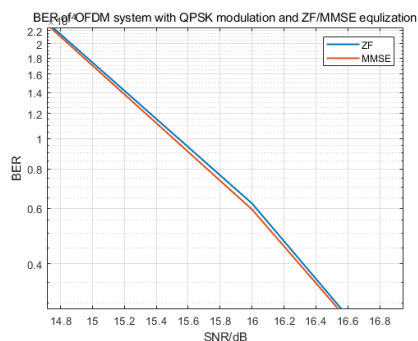


图 2: QPSK 调制高信噪比条件下 ZF 均衡与 MMSE 均衡误码率曲线

部分将加噪部分与信道冲激响应卷积后的  $x_h$  写为了  $x_{\text{ofdm}}$ , 导致存在错误; 同时也将转置  $'$  写作了  $'$ , 在修改过后得到了正确的结果。在找 bug 的过程中绘制星座图, 从频域时域各角度分析, 结果是因为转置的写法存在错误, 多余的共轭对星座图以及信号数据产生了巨大的影响。