

浙江大学

本科实验报告

课程名称:	通信原理
姓 名:	方桀
学 院:	信息与工程学院
系:	信息工程系
专 业:	信息工程
学 号:	3140102328
指导教师:	陈惠芳

2017 年 6 月 14 日

专业：信息工程

姓名：方桀

学号：3130102309

日期：2017/6/14

浙江大学实验报告

课程名称：通信原理 指导老师：陈惠芳 成绩：

实验名称：仿真 2ASK 调制与解调误码率 实验类型：设计检验实验 同组学生姓名：

一、实验目的

二、实验内容与原理

三、主要仪器设备

四、实验步骤

五、实验代码

六、实验结果与分析

七、讨论、心得

一、实验目的

1. 掌握 2ASK 的调制与解调原理；
2. 掌握利用 MATLAB 实现 2ASK 调制与解调的仿真方法。

二、实验内容与原理

1. 实验内容：

请选择 2ASK, 2FSK, 2DPSK 中的一种，所选择的数字通带传输系统中加性高斯信道条件下，用 MATLAB/C(C++) 仿真采用相干解调与非相干解调接收时的误码率，并与理论结果进行比较。

2. 实验原理：

数字幅度调制又称幅度键控（ASK），二进制幅度键控记作 2ASK。2ASK 是利用代表数字信息“0”或“1”的基带矩形脉冲去键控一个连续的载波，使载波时断时续地输出。有载波输出时表示发送“1”，无载波输出表示发送“0”。借助于幅度调制的原理，2ASK 信号可表示为：

$$e_{2ASK}(t) = s(t) \cos \omega_c t$$

$$s(t) = \sum_n a_n g(t - nT_s)$$

其中 $s(t)$ 为二进制单极性基带信号， a_n 为二进制码元序列，取值为 1 或 0，基带波形 $g(t)$ 通常取幅值为 A，宽度为 T_s 的矩形脉冲， T_s 为码元持续时间。

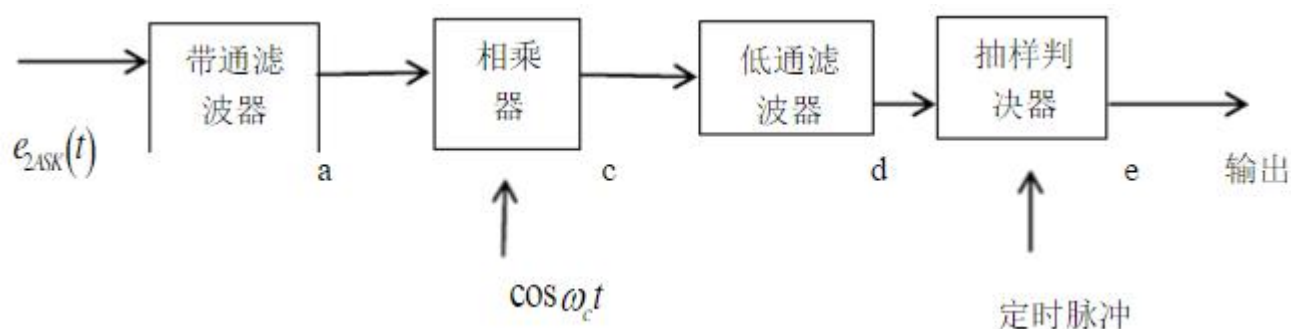
2ASK 信号有两种解调方法：相干解调和非相干解调。相干解调需要在接收端接入同频同相的载波，所以称为同步检测；非相干解调只需要检测出信号的包络，所以又称为包络检波。

（1）相干解调的设计原理：

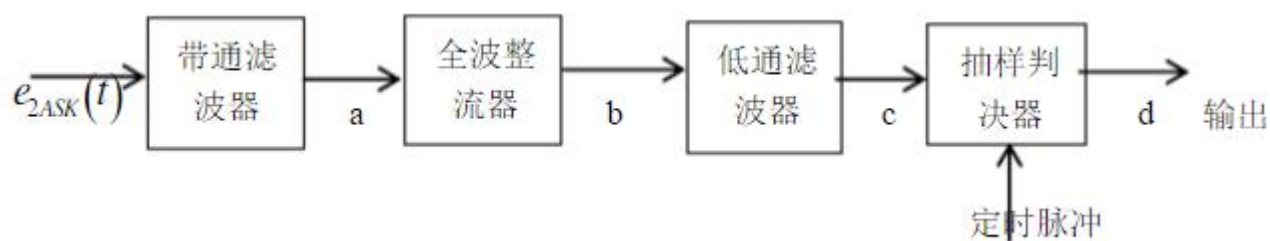
相干解调是在接收端利用本地载波与接收信号进行相乘得到包含基带信号频率分量的输出信号，然后通过低通滤波器滤除无用频率分量让基带通过，并将其送至抽样电路进行判决，因为在相干解调法中相乘电路需要有相干载波。这个信号是由收信机从接受信号中提取出来的，并且和接受信号的载波同频同相，

实验名称： 仿真 2ASK 调制与解调误码率 姓名： 方桀 学号： 3140102328

所以这种方法比包络检波法要复杂些。相干解调法的原理如下图：



(2) 非相干解调的设计原理：



2ASK 信号的非相干解调器原理图如上：

1) 使 2ASK 信号进入所设计的解调仿真系统开始解调过程。首先通过带通滤波器，使 2ASK 中的干扰减少，使波形更接近理想。

2) 从带通滤波器出来后进入全波整流器，使 2ASK 的正弦部分的波形的下半边都翻到上半边，从而方便下面的抽样判决。

3) 从全波整流器出来后进入低通滤波器，低通滤波器会使在全波整流器中反折成的双峰波部分形整流成近似的矩形波形，这样就可以判决了。

4) 从全波整流器出来后的近似于矩形的波形送入抽样判决器用定时脉冲进行抽样判决，有类矩形脉冲的部分判决为 1，没有的部分判决为 0，这样就可以判决出与输入数字信号序列一样的数字信号。

三、主要仪器设备

一台装有 Matlab 的笔记本

实验名称： 仿真 2ASK 调制与解调误码率 姓名： 方桀 学号： 3140102328

四、实验步骤

1. 生成 2ASK 码元和基带信号
2. 信号通过噪声信道
3. 解调信号
4. 判决
5. 计算误码率

五、实验代码

1. 生成 2ASK 码元和基带信号

```

1      %=====得到2ASK码元和基带信号=====
2 -    rs=1e3;%时间轴频率步进
3 -    fc=1e2;%载波频率100HZ
4 -    tzd=1e2;%1个码元用100个点模拟
5 -    t=0:1/rs:(tzd-1/rs);
6 -    for snrb=0:1:10 %不同信噪比
7 -        ratio=0;%初始误码数设为0，累计十次得到总误码数
8 -        for k=1:10 %十次循环产生10000码元
9 -            n=1e3;%一次产生码元数
10 -            g=randint(1,n);%产生1000个码元
11 -            tz=g(ceil(10*t+(1/rs))).*cos(2*pi*fc*t);%得到调制信号tz，100个点表示1个码元

```

2. 信号通过噪声信道

```

12     %=====信号通过噪声信道=====
13 -    signal=awgn(tz,snrb);%信号通过白噪声信道

```

3. 解调信号

- (1) 相干解调

```

14     %=====解调过程=====
15 -    Fs=1e3;%采样频率
16 -    [b,a]=butter(2,[80,120]*2/Fs);%设计巴特沃斯带通滤波器，2阶，系数为a,b
17 -    sg1=filter(b,a,signal);%信号通过该BPF
18 -    sg2=2*sg1.*cos(2*pi*fc*t);%信号通过相乘器
19 -    Fs=1e3;%采样频率
20 -    [b,a]=butter(2,10*2/Fs);%设计巴特沃斯低通滤波器
21 -    sg3=filter(b,a,sg2);%信号通过该LPF

```

实验名称： 仿真 2ASK 调制与解调误码率 姓名： 方桀 学号： 3140102328

(2) 非相干解调

```

14 %=====解调过程=====
15 - Fs=1e3;%采样频率
16 - [b,a]=butter(2,[80,120]*2/Fs);%设计巴特沃斯带通滤波器，2阶，系数为a,b
17 - sg1=filter(b,a,signal);%信号通过该BPF
18 - sg2=abs(sg1);%信号通过全波整流器
19 - Fs=1e3;%采样频率
20 - [b,a]=butter(2,10*2/Fs);%设计巴特沃斯低通滤波器
21 - sg3=filter(b,a,sg2);%信号通过该LPF

```

4. 判决

```

22 %=====判决过程=====
23 - b=0.4;%判决门限
24 - LL=tzd/2;
25 - for i=1:n
26 -     if sg3((i-1)*tzd+LL)>b;%取sg2的中间的点作为判决点
27 -         sg4(i)=1;
28 -     else
29 -         sg4(i)=0;
30 -     end
31 - end%得到判决后信号sg4

```

5. 计算误码率

(1) 相干解调

```

32 %=====相干解调计算误码率过程=====
33 - [numbers,pe1]=symerr(g,sg4);%利用函数得到误码率和误码数
34 - ratio=ratio+numbers;
35 - end
36 - r1=ratio/(n*10);%误码数除以总点数为误码率
37 - pe1(1,snrb+1)=r1;%11个信噪比对应的11个误码率存入数组pe1
38 - end
39 - figure;%画图
40 - x=0:1:10;
41 - x1=10.^(x+7./10);%分贝值转化为真值
42 - y=0.5*(erfc(sqrt(x1/4)));%2ASK信号相干解调理论误码率计算
43 - semilogy(x,pe1,'-r',x,y,'-b');
44 - legend('simulation','theoretical case');
45 - xlabel('信噪比');
46 - ylabel('误码率');grid on;
47 - title('2ASK信号相干解调时信噪比与误码率的关系');

```

实验名称： 仿真 2ASK 调制与解调误码率 姓名： 方桀 学号： 3140102328

(2) 非相干解调

```

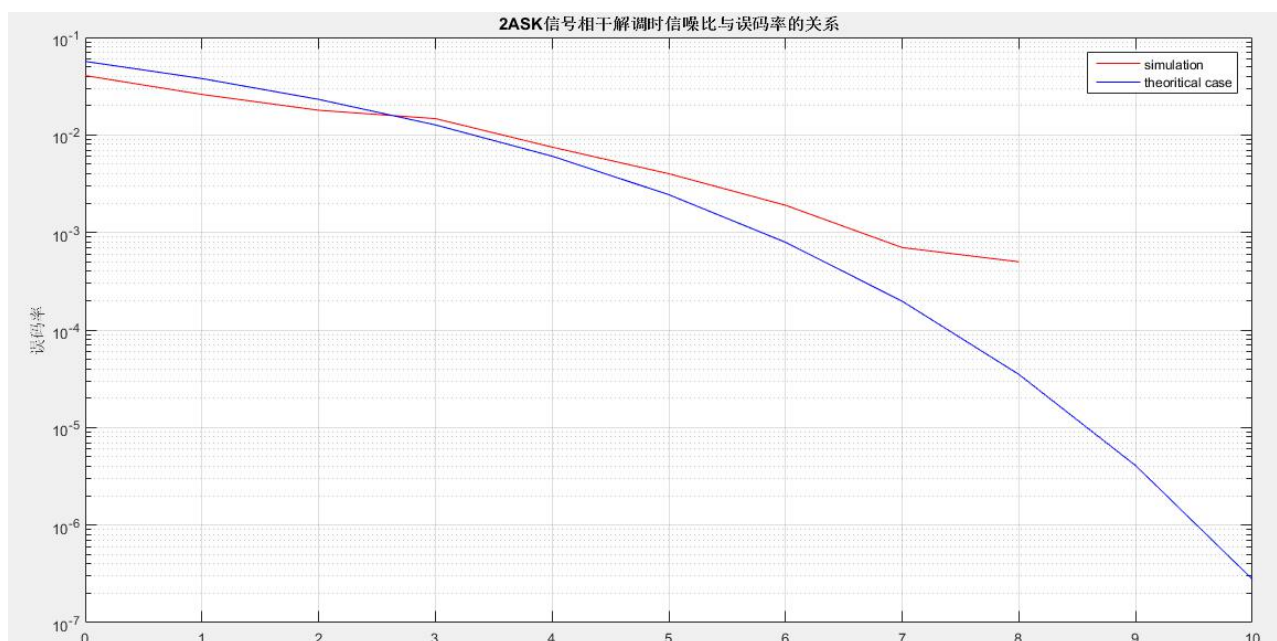
32 %=====非相干解调计算误码率过程=====
33 [numbers,pe] =symerr(g,sg4);%利用函数得到误码率和误码数
34 ratio=ratio+numbers;
35 end
36 r1=ratio/(n*10);%误码数除以总点数为误码率
37 pel(1,snrb+1)=r1;%11个信噪比对应的11个误码率存入数组pel
38 end
39 figure;%画图
40 x=0:1:10;
41 x1=10.^((x+7)./10);%分贝值转化为真值
42 y=0.5*(erfc(sqrt(x1/4)));%2ASK信号非相关解调理论误码率计算
43 semilogy(x,pel,'-r',x,y,'-b');
44 legend('simulation','theoretical case');
45 xlabel('信噪比');
46 ylabel('误码率');grid on;
47 title('2ASK信号非相干解调时信噪比与误码率的关系');

```

六、实验结果与分析

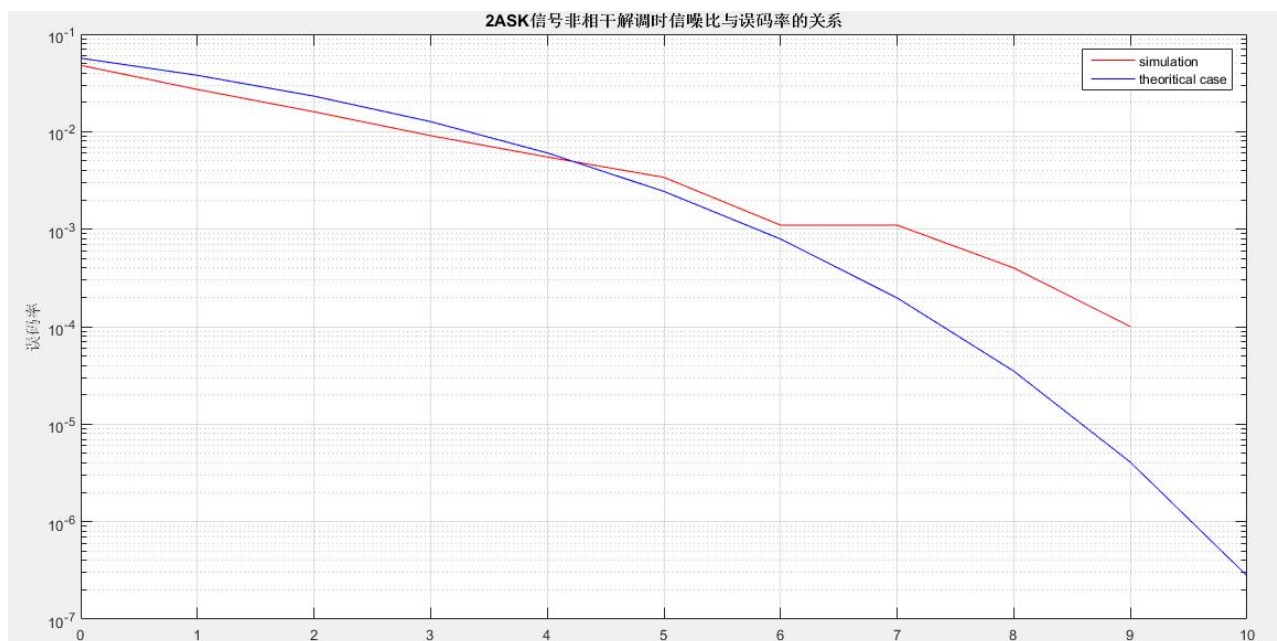
1. 程序运行结果

(1) 相干解调误码率与信噪比的关系



实验名称： 仿真 2ASK 调制与解调误码率 姓名： 方桀 学号： 3140102328

(2) 非相干解调误码率与信噪比的关系



2. 结果分析

从图中我们可以看出不管是非相干解调还是相干解调，在信噪比较低的时候，仿真误码率和理论误码率都十分接近，而当信噪比逐渐提高的时候，仿真的误码率与理论的误码率逐渐拉开差距，仿真的误码率要比理论值大上不少。

对于相干解调，信噪比在 2 到 3 之间的时候，仿真误码率与理论误码率相等；对于非相干解调，信噪比在 4 到 5 之间的时候，仿真误码率与理论误码率相等。

可以看出，在相同的 2ASK 码元和基带信号的条件，非相干解调的抗噪性能要优于相干解调。不过在同等信噪比的条件下，相干解调的误码率要低于非相干解调。

七、讨论、心得

本次实验是使用 Matlab 对 2ASK 信号在加性高斯信道下的非相干解调和相干解调进行的仿真。

这次实验不仅当我对于 Matlab 的代码、函数更熟悉之外，还加深了课上上过的 2ASK 的发生与解调的知识理解。

实验过程中也遇到了几个问题，比如该如何生成 2ASK 码元和基带信号、解调过程中的滤波器函数是什么等等。但都通过百度、看书、问同学等方式解决了。最后也成功的仿真了出来。可以说收获不少。