

预备实验 信号源实验

(该部分内容为了解信号源，不需要提交实验报告)

一、实验目的

- 1、了解通信系统的一般模型及信源在整个通信系统中的作用。
- 2、掌握信号源模块的使用方法。

二、实验内容

- 1、对应液晶屏显示，观测 DDS 信源输出波形。
- 2、观测各路数字信源输出。
- 3、观测正弦点频信源输出。
- 4、模拟语音信源耳机接听话筒语音信号。

三、实验仪器

- | | |
|-------------|----|
| 1、信号源模块 | 一块 |
| 2、带话筒立体声耳机 | 一副 |
| 3、20M 双踪示波器 | 一台 |

四、实验原理

信号源模块大致分为 DDS 信源、数字信源、正弦点频信源和模拟语音信源几部分。

1、DDS 信源

DDS 直接数字频率合成信源输出波形种类、频率、幅度及方波 B 占空比均可通过“DDS 信源按键”调节（具体的操作方法见“实验步骤”），并对应液晶屏显示波形信息。

正弦波输出频率范围为 1Hz~200KHz，幅度范围为 200mV~4V。

三角波输出频率范围为 1Hz~20KHz，幅度范围为 200mV~4V。

锯齿波输出频率范围为 1Hz~20KHz，幅度范围为 200mV~4V。

方波 A 输出频率范围为 1Hz~50KHz，幅度范围为 200mV~4V，占空比 50%不变。

方波 B 输出频率范围为 1Hz~20KHz，幅度范围为 200mV~4V，占空比以 5%步进可调。

输出波形如下图 1-1 所示。

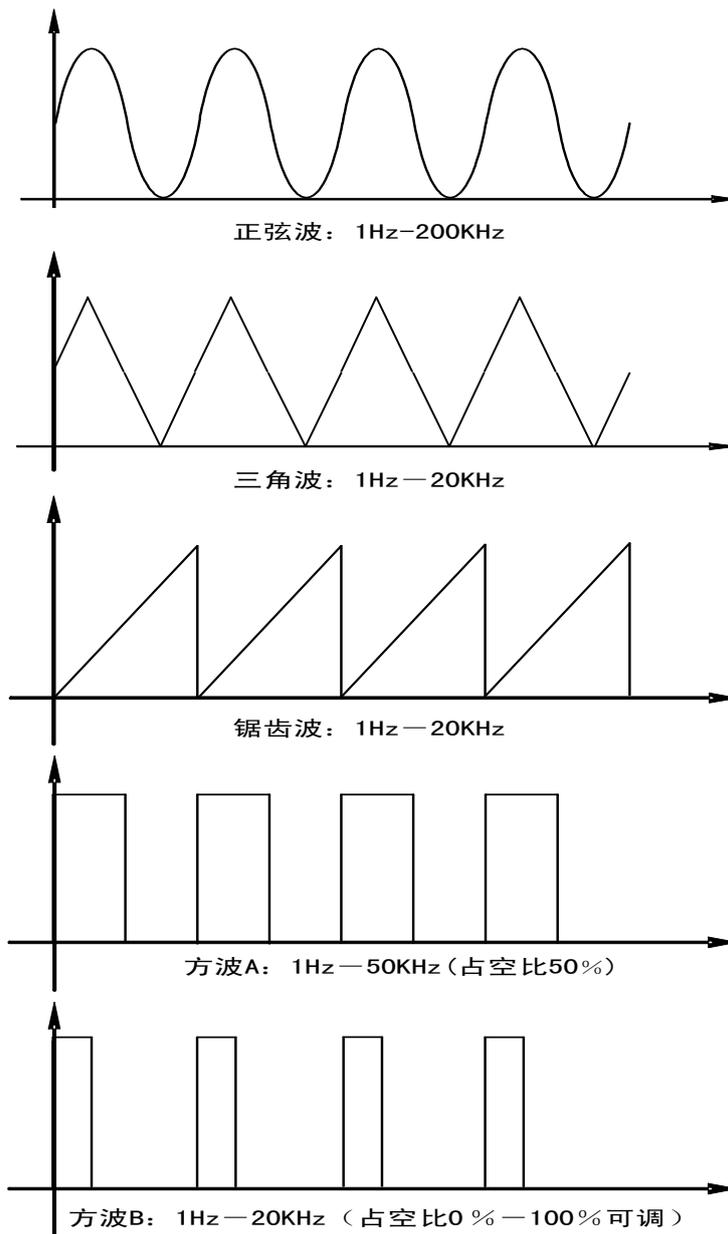


图 1-1 DDS 信源信号波形

2、数字信源

(1) 数字时钟信号

24.576M: 钟振输出时钟信号, 频率为 24.576MHz。

2048K: 类似方波的时钟信号输出点, 频率为 2048 KHz。

64K: 方波时钟信号输出点, 频率为 64 KHz。

32K: 方波时钟信号输出点, 频率为 32KHz。

8K: 方波时钟信号输出点, 频率为 8KHz。

输出时钟如下图 1-2 所示。

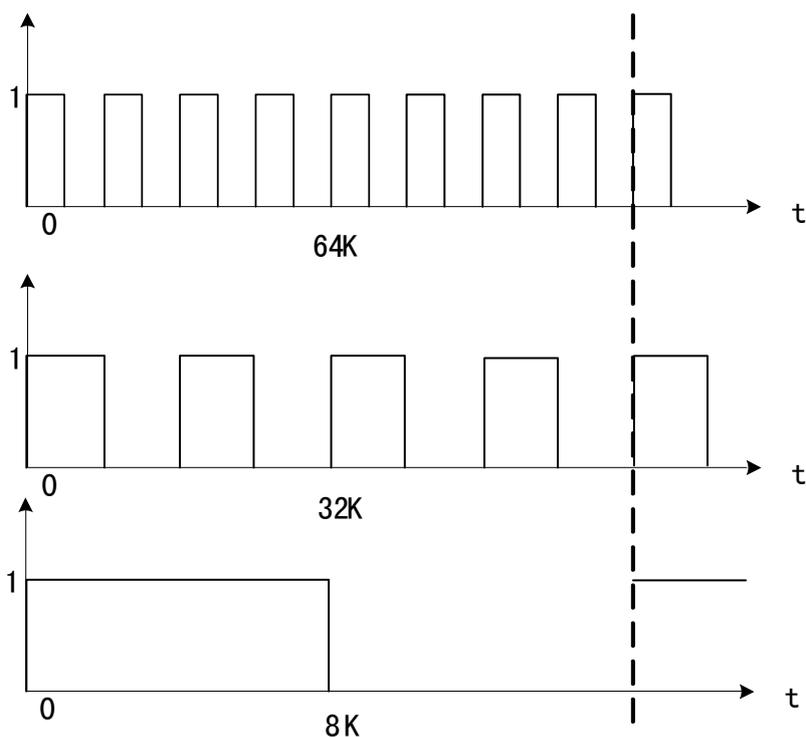


图 1-2 数字时钟信号波形

(2) 伪随机序列

PN15: N=15 位的 m 序列输出点, 码型为 1111 0101 1001 000, 15 位一周期循环。

PN31: N=31 位的 m 序列输出点, 码型为 1111 1001 1010 0100 0010 1011 1011 000, 31 位一周期循环。

PN511: N=511 位的 m 序列输出点, 511 位一周期循环。

(3) 24 位 NRZ 码信源

24 位 NRZ 码型由“NRZ 码型选择”拨码开关 SW01、SW02、SW03 任意设置;

码速率由“码速率选择”拨码开关 SW04、SW05 任意设置。

拨码开关 SW04、SW05 的作用是改变分频器的分频比。每 4 位对应 BCD 码的 1 位, 来分别表示分频比的千位、百位、十位、个位。

用于分频的主频是 768KHz, 4 位 BCD 码最大表示为“9”, 大于“9”的均认为是“9”。

例如: SW04、SW05 设置为 00000001 00101000, 表示对 768KHz 主频 128 分频, 此时测试点“BS”输出位同步频率为 6 KHz, “NRZ”码速率为 6Kbps。

NRZ: 24 位 NRZ 码输出点, 码速率数值上等于位同步信号 BS 的频率, 码型可通过拨码开关 SW01、SW02、SW03 改变, 24 位一周期循环。

BS: 24 位 NRZ 码的位同步信号输出点, 方波, 频率由“码速率选择”拨码开关确定。

2BS: 对应 2 倍位同步信号频率值的方波输出点。

FS: 帧同步信号输出点, 窄脉冲, 高电平对应 24 位 NRZ 码第一位码元的前半位。

NRZ、BS、2BS、FS 输出如下图 1-3 所示。

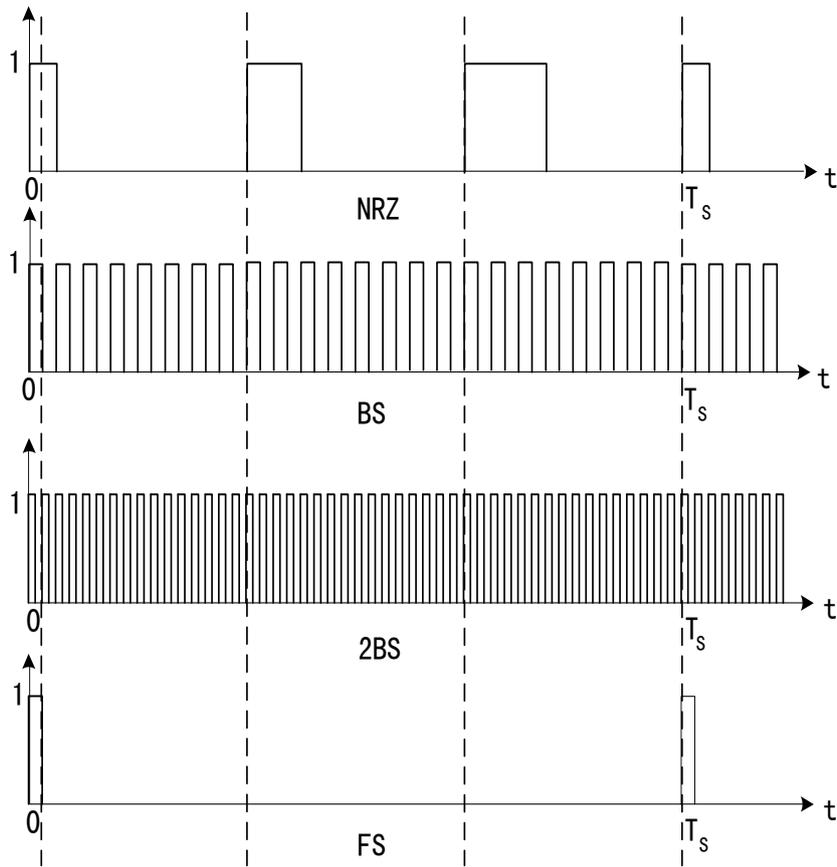


图 1-3 NRZ 码信源输出信号波形

3、正弦点频信源

1K 正弦基波：1KHz 正弦波输出点，波形关于地对称， $V_{p-p}=1V \pm 0.3V$ 。

2K 正弦基波：2KHz 正弦波输出点，波形关于地对称，调节“2K 调幅”旋转电位器 P03，幅度范围： $200mV \pm 200mV \sim 5V \pm 1V$ 。

192K 正弦载波：192KHz 正弦波输出点，波形关于地对称， $V_{p-p}=3.6V \pm 0.4V$ 。

384K 正弦载波：384KHz 正弦波输出点，波形关于地对称，调节“384K 调幅”旋转电位器 P04，幅度范围： $200mV \pm 200mV \sim 5V \pm 1V$ 。

4、模拟语音信源

话筒语音信号先进入音频放大电路，然后从“T—OUT”测试点输出。

接收到的语音信号从“R—IN”测试点输入，经音频放大电路送入耳机中接听。

两个旋转电位器“T 音量调节”和“R 音量调节”调节两个音频放大电路的放大倍数。

五、实验步骤

1、将模块小心地固定在主机箱中，确保电源接触良好。

2、插上电源线，打开主机箱右侧的交流开关，再按下信号源模块中的电源开关，对应的发光二极管灯亮，信号源模块开始工作。（注意，此处只是验证通电是否成功，在实验中均是先连线，后打开电源做实验，不要带电连线）

3、DDS 信源

(1) 按键“波形选择”，“DDS—OUT”测试点输出波形种类在正弦波、三角波、锯齿波、方波 A、方波 B 间循环切换。

(2) 按键“步进选择”，“DDS—OUT”测试点输出波形频率步进值在 1KHz、10KHz、

1Hz、50Hz 间循环切换。

- (3) 按键“+1”或“-1”，“DDS-OUT”测试点输出波形频率增加或减少相应的步进值。
 - (4) 当输出波形选择“方波 B”时，按键“功能切换”，此时液晶屏显示“步进”切换为“占空比”。再按键“+1”或“-1”，方波 B 占空比由 0% 开始，每次增加或减少 5%。再次按键“功能切换”，此时液晶屏显示“占空比”切换回“步进”。
 - (5) 按键“复位”，“DDS”测试点输出波形 2KHz 正弦波，频率步进值为 1KHz。
- 说明：**按“复位”键后，设置的方波 B 的占空比信息仍保存；若断电后再开电，方波 B 的占空比还原为 0%。
- (6) “DDS-OUT”的波形信息应与液晶屏显示对应。
 - (7) “DDS-OUT”测试点输出波形幅度可由“DDS 调幅”旋转电位器 P05 调节，波谷值为 0，波峰值在 200mV~4V 间变化。
 - (8) 对应液晶屏显示，示波器观测“DDS-OUT”测试点波形，掌握 DDS 信源的使用方法。

4、数字信源

- (1) 示波器观测各路数字时钟信号。
- (2) 示波器观测各路伪随机序列。
- (3) 任意设置“NRZ 码型选择”拨码开关和“码速率选择”拨码开关，示波器观测 24 位 NRZ 码信源信号。

5、正弦点频信源

调节两个“调幅”旋转电位器，示波器观测四路正弦点频信源信号波形。

6、模拟语音信源

连接测试点“T-OUT”与“R-IN”，将耳机和话筒插入相应的音频插座，一边说话一边调节两个“音量调节”旋转电位器 P01、P02，直至耳机能听到清晰的说话声音。

深圳大学实验报告

课程名称： 通信理论

实验项目名称： 常规双边带调幅与解调实验（AM）

学院： 光电工程学院

专业：

指导教师： 文侨

报告人： 学号：

实验时间：

实验报告提交时间：

教务处制

实验一 常规双边带调幅与解调实验 (AM)

一、实验目的

- 1、掌握常规双边带调幅与解调的原理及实现方法。
- 2、掌握二极管包络检波法原理。
- 3、了解调幅信号的频谱特性。
- 4、了解常规双边带调幅的优缺点。

二、实验内容

- 1、完成常规双边带调幅，观测 AM 信号的波形及其频谱。
- 2、采用二极管包络检波法，解调 AM 信号。

三、实验仪器

- | | |
|-------------|----|
| 1、信号源模块 | 一块 |
| 2、模拟调制模块 | 一块 |
| 3、模拟解调模块 | 一块 |
| 4、20M 双踪示波器 | 一台 |
| 5、带话筒立体声耳机 | 一副 |

四、实验原理

1、常规双边带调幅 (AM) 典型波形和频谱 (幅度谱) 如下图 1 所示。

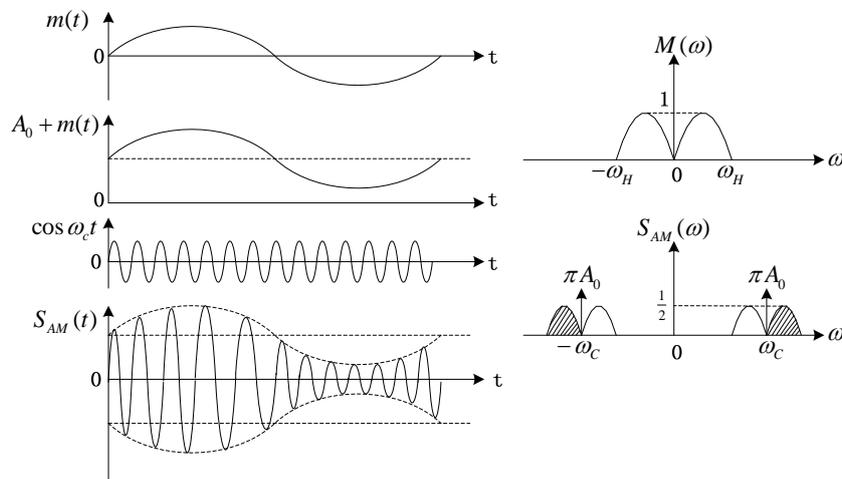


图 1 AM 信号的波形和频谱

本实验采用的 AM 调幅框图如下图 2 所示。

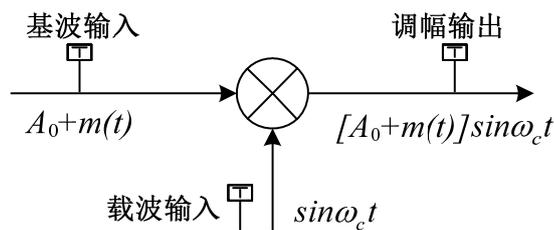


图 2 AM 调幅实验框图

上图中，由信号源模块 DDS 信源直接提供调制信号 $A_0+m(t)$ ，即含直流分量的正弦模拟信号，同时将信号源模块 384KHz 正弦载波作为载波输入，两者相乘得到“AM 调幅信号”输出。模块电路中“调制深度调节 1 (2)”旋转电位器可调节乘法器的调制深度。

2、包络检波法

本实验采用的二极管峰值包络检波器如下图 3 所示。

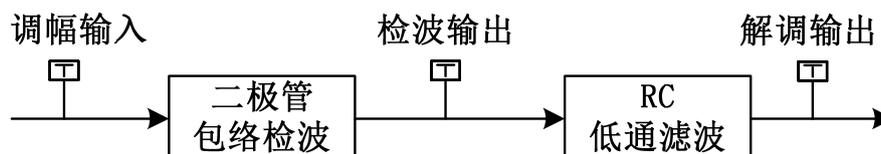


图 3 AM 解调实验框图（包络检波法）

实验中将 AM 调幅信号送入“调幅输入”，经二极管包络检波得到“检波输出”信号，它是 AM 调幅信号的包络，然后再经一级 RC 低通滤波器，还原出原调制信号。

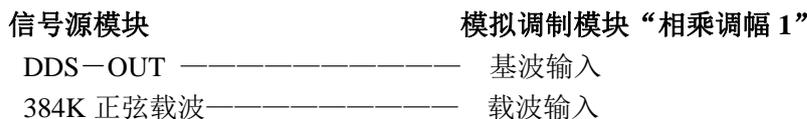
五、实验步骤

- 1、将模块小心地固定在主机箱中，确保电源接触良好。
- 2、插上电源线，打开主机箱右侧的交流开关，再分别按下三个模块中的电源开关，对应的发光二极管灯亮，三个模块均开始工作。（注意，此处只是验证通电是否成功，在实验中均是先连线，后打开电源做实验，不要带电连线）

3、AM 调幅

- (1) 信号源模块“DDS-OUT”测试点输出 2KHz 正弦波信号，调节“DDS 调幅”旋转电位器，使其峰峰值某一合适电压。同时，调节“384K 调幅”旋转电位器，使“384K 正弦载波”输出合适电压（注意观察信号源、载波不同电压的情况）。

- (2) 实验连线如下：



- (3) 调节“调制深度调节 1”旋转电位器，用示波器观测“调幅输出”信号波形。这里也可采用“相乘调幅 2”电路完成同样过程。
- (4) 示波器双踪观测模拟调制模块“基波输入”与“调幅输出”信号时，将示波器两通道幅度单位调到同一档，例如均为“1V/格”档位，理解基波信号是 AM 调幅信号的“包络”这一概念。

4、AM 解调（包络检波法）

将 AM 调幅信号送入模拟解调模块中包络检波法“调幅输入”测试点，观测“检波输出”与“解调输出”测试点波形，并对比模拟信号还原的效果。

5、模拟语音信号 AM 调幅与解调

用信号源模块模拟语音信源输出的“T-OUT”语音信号代替 2K 正弦信号送入模拟调制模块中，模拟解调模块还原的“解调输出”信号送回信号源模拟语音信源“R-IN”测试点，耳机接收话筒语音信号，完成模拟语音信号 AM 调幅与解调的整个过程。

结果记录：

要求：如实记录实验过程和实验结果，数据表格、图像应有相应的文字说明。

实验结论及思考：

要求：获得实验结论，回答实验现场遇到的思考题。

指导教师批阅意见：（在相应栏目中打√）

| 评价等级 | 预习情况 | 实验过程 | | 报告撰写 | | 总体评价 |
|------|-------------|------|-------------|-------------|--------------|------|
| | 掌握实验原理和实验要求 | 实验态度 | 动手能力和团队协作能力 | 实验结果记录及处理情况 | 实验结论及思考题回答情况 | |
| 好 | | | | | | |
| 中 | | | | | | |
| 差 | | | | | | |

成绩评定：

指导教师签字：

年 月 日

备注：

深圳大学实验报告

课程名称： 通信理论

实验项目名称： 单边带调幅与解调实验 (SSB AM)

学院： 光电工程学院

专业： _____

指导教师： 文侨

报告人： _____ 学号： _____

实验时间： _____

实验报告提交时间： _____

教务处制

实验六 单边带调幅与解调实验 (SSB AM)

一、实验目的

- 1、掌握单边带调幅与解调的原理及实现方法。
- 2、了解 SSB (包括上边带、下边带) 调幅信号的频谱特性。
- 3、了解单边带调幅的优缺点。

二、实验内容

- 1、按相移法 SSB 调制框图, 实现 SSB 调幅, 观测 SSB 调幅信号的波形及频谱。
- 2、采用相干解调法解调 SSB 调幅信号。

三、实验仪器

- | | |
|-------------|----|
| 1、信号源模块 | 一块 |
| 2、模拟调制模块 | 一块 |
| 3、模拟解调模块 | 一块 |
| 4、20M 双踪示波器 | 一台 |
| 5、频谱分析仪 | 一台 |

四、实验原理

1、相移法 SSB 调幅框图如下图 1 所示。

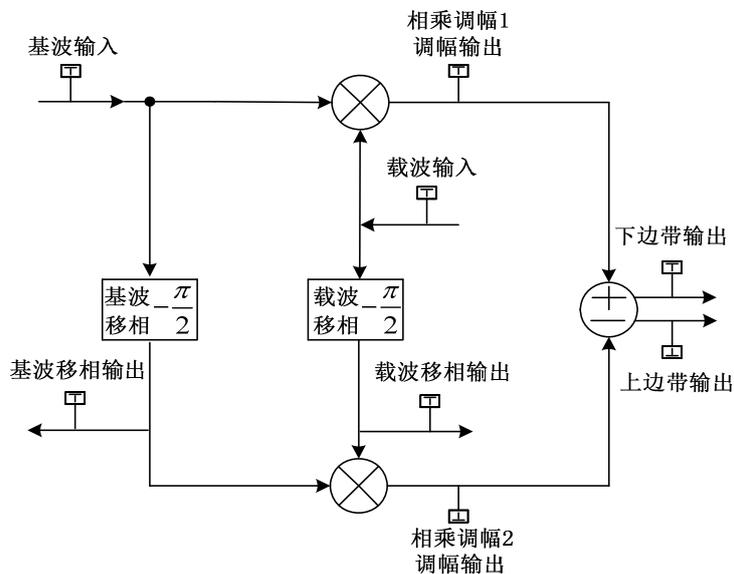


图 1 相移法 SSB 调幅实验框图

上图中, 由信号源模块提供 2K 正弦基波信号和 384K 载波信号, 分别进行两路 DSB 调幅。其中一路在相乘调幅前先将基波与载波信号分别移相 90 度, 以便在合成过程中将其中的一个边带抵消。两路 DSB 信号相减得上边带 SSB 调幅信号, 相加得下边带 SSB 调幅信号。

3、SSB 解调

我们同样采用相干解调法解调 SSB 信号, 参见 DSB 信号的解调。

五、实验步骤

- 1、将模块小心地固定在主机箱中，确保电源接触良好。
- 2、插上电源线，打开主机箱右侧的交流开关，再分别按下三个模块中的电源开关，对应的发光二极管灯亮，三个模块均开始工作。（注意，此处只是验证通电是否成功，在实验中均是先连线，后打开电源做实验，不要带电连线）

3、SSB 调幅

- (1) 信号源模块“2K 正弦基波”测试点，调节“2K 调幅”旋转电位器，选择合适的峰峰值电压；“384K 正弦载波”测试点，调节“384K 调幅”旋转电位器，选择合适的峰峰值电压。

- (2) 实验连线如下：

| 信号源模块 | 模拟调制模块 |
|-----------|--------------|
| 2K 正弦基波 | 基波移相输入 |
| 384K 正弦载波 | 载波移相输入 |
| 2K 正弦基波 | 基波输入（相乘调幅 1） |
| 384K 正弦载波 | 载波输入（相乘调幅 1） |

模拟调制模块内连线

| | |
|--------|--------------|
| 基波移相输出 | 基波输入（相乘调幅 2） |
| 载波移相输出 | 载波输入（相乘调幅 2） |

- (3) 示波器双踪观测基波移相“输入”与“输出”测试点波形，比较其相对相位关系。
- (4) 示波器双踪观测载波移相“输入”与“输出”测试点波形，比较其相对相位关系。
- (5) 调节“调制深度调节 1”旋转电位器，相乘调幅 1“调幅输出”一路 DSB 信号。
- (6) 调节“调制深度调节 2”旋转电位器，相乘调幅 2“调幅输出”另一路 DSB 信号。
- (7) 比较两路 DSB 调幅信号在频谱上的区别。
- (8) 观测“上边带输出”及“下边带输出”测试点信号的波形及频谱。

这里可采用频谱分析仪或数字存储示波器的频谱分析功能进行信号频谱分析。

4、SSB 解调（相干解调法）

- (1) 实验连线如下：

| 信号源模块 | 模拟解调模块“相干解调法” |
|-----------------|---------------|
| 384K 正弦载波 | 载波输入 |
| 模拟调制模块 | 模拟解调模块“相干解调法” |
| “上边带输出”或“下边带输出” | 调幅输入 |

- (2) 调节“解调深度调节”旋转电位器，观测“相乘输出”与“解调输出”测试点波形，并对比模拟信号还原的效果。

实验记录：

要求：如实记录实验过程的数据表格、图像应有相应的文字说明。

实验结论及思考：

要求：获得实验结论，回答实验现场遇到的思考题。

指导教师批阅意见：（在相应栏目中打√）

| 评价等级 | 预习情况 | 实验过程 | | 报告撰写 | | 总体评价 |
|------|-------------|------|-------------|-------------|--------------|------|
| | 掌握实验原理和实验要求 | 实验态度 | 动手能力和团队协作能力 | 实验结果记录及处理情况 | 实验结论及思考题回答情况 | |
| 好 | | | | | | |
| 中 | | | | | | |
| 差 | | | | | | |

成绩评定：

指导教师签字：

年 月 日

备注：

深圳大学实验报告

课程名称： 通信理论

实验项目名称： 码型变换实验

学院： 光电工程学院

专业： _____

指导教师： 文侨

报告人： _____ 学号： _____

实验时间： 2016年12月13日

实验报告提交时间： _____

教务处制

码型变换实验

一、实验目的

- 1、了解数字基带传输的常用码型。
- 2、掌握 BPH、CMI、AMI、HDB₃ 四种典型传输码型的编码规则。

二、实验内容

- 1、BPH 码变换与反变换。
- 2、CMI 码变换与反变换。
- 3、AMI 码变换与反变换。
- 4、HDB₃ 码变换与反变换。

三、实验仪器

- 1、信号源模块 一块
- 2、码型变换模块 一块
- 3、20M 双踪示波器 一

台

四、实验原理

1、BPH 码

BPH 码是对每个二进制代码分别用两个具有两个不同相位的二进制新码去取代的码，或者可以理解为用一个周期的正负对称方波表示“1”码，用该方波的反相来表示“0”码。即，

0——>01

1——>10

eg: NRZ 1 0 0 1 0
BPH 10 01 01 10 01

BPH 码的特点是只使用两个电平，每个码元间隔的中心点都存在电平跳变。

2、CMI 码

CMI 码编码规则是：信息码中的“1”码交替用“11”和“00”表示，“0”码用“01”表示。

eg: NRZ 1 0 0 1 0
CMI 11 01 01 00 01
或 00 01 01 11 01

由于 10 为禁用码组，不会出现三个以上的连码，这个规律可用来宏观检错。

3、AMI 码

AMI 码的编码规则是：将信息码的“1”（传号）交替地变换为“+1”和“-1”，而“0”（空号）保持不变。

eg: NRZ 1 0 0 1 0
AMI +1 0 0 -1 0
或 -1 0 0 +1 0

AMI 码可看成单极性波形的变形，即“0”仍对应零电平，而“1”交替对应正、负电

平。

AMI 码当来获取定时信息时，由于它可能出现长的连 0 串，因而会造成提取定时信号的困难。解决连“0”码问题的有效办法之一是采用 HDB₃ 码。

4、HDB3 码

HDB₃ 码的编码规则如下：将 4 个连“0”信息码用取代节“000V”或“B00V”代替，当两个相邻“V”码中间有奇数个信息“1”码时取代节为“000V”；有偶数个信息“1”码（包括 0 个）时取代节为“B00V”，其它的信息“0”码仍为“0”码，这样，信息码的“1”码变为带有符号的“1”码，即“+1”或“-1”。

下表为 HDB₃ 码的编码规则。

表 HDB₃ 码编码规则

| 前面“1”码的极性 | 上次取代后“1”码的个数 | |
|-----------|-------------------|---------------------------------|
| | 奇数个“1” | 偶数个“1”（包括 0 个） |
| - | 000V ₋ | B ₊ 00V ₊ |
| + | 000V ₊ | B ₋ 00V ₋ |

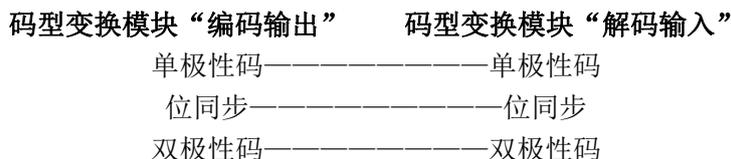
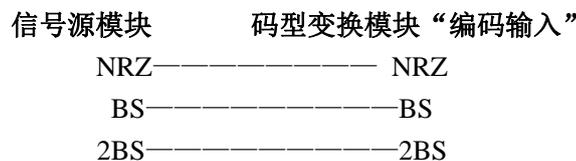
eg: NRZ 10000000 11000000 11100000 (一帧 24 位循环)
HDB₃ 1000+V000 -1+1-B00-V00 +1-1+1000+V0
 -1000-V000 +1-1+B00+V00 -1+1-1000-V0

+V、+B 表示正逻辑电平，这里是+5V；-V、-B 表示负逻辑电平，这里是-5V。

HDB₃ 码中“1”、“B”的符号符合交替反转原则，而“V”的符号破坏这种符号交替反转原则，但相邻“V”码的符号又是交替反转的。

五、实验步骤

- 1、将模块小心地固定在主机箱中，确保电源接触良好。
- 2、插上电源线，打开主机箱右侧的交流开关，再分别按下两个模块中的电源开关，对应的发光二极管灯亮，两个模块均开始工作。（注意，此处只是验证通电是否成功，在实验中均是先连线，后打开电源做实验，不要带电连线）
- 3、信号源模块“码速率选择”拨码开关及 24 位“NRZ 码型选择”拨码开关任意设置。
- 4、实验连线如下：



5、BPH 码变换与反变换

- (1) “码型选择”拨码开关 SW01 拨为 1000。
- (2) 示波器双踪观测编码输入“NRZ”与编码输出“单极性码”测试点。
此时，编码输出“单极性码”与“位同步”对应，编码与 BPH 码编码规则应相符。
- (3) 示波器双踪观测编码输入“NRZ”与解码输出“NRZ”，两者应码型一致。

此时，解码输出“NRZ”与“BS”对齐。

- (4) 改变信号源模块 NRZ 码的码型，重复上述实验步骤，观察 BPH 码变换规则。
- (5) 观察 NRZ 码不同的码型，不同码速率时对应的频谱图。

6、CMI 码变换与反变换

- (1) “码型选择”拨码开关 SW01 拨为 0100。
- (2) 示波器双踪观测编码输入“NRZ”与编码输出“单极性码”测试点。
此时，编码输出“单极性码”与“位同步”对应，编码与 CMI 码编码规则应相符。
- (3) 示波器双踪观测编码输入“NRZ”与解码输出“NRZ”，两者应码型一致。
此时，解码输出“NRZ”与“BS”对齐。
- (4) 改变信号源模块 NRZ 码的码型，重复上述实验步骤，观察 CMI 码变换规则。

7、AMI 码变换与反变换

- (1) “码型选择”拨码开关 SW01 拨为 0001。
- (2) 示波器双踪观测编码输入“NRZ”与编码输出“双极性码”测试点，
此时，编码输出“双极性码”与“位同步”对应，编码与 AMI 码编码规则相符。
- (3) 示波器双踪观测编码输入“NRZ”与解码输出“NRZ”，两者应码型一致。
此时，解码输出“NRZ”与“BS”对齐。
- (4) 改变信号源模块 NRZ 码的码型，重复上述实验步骤，观察 AMI 码变换规则。

8、HDB₃ 码变换与反变换

- (1) “码型选择”拨码开关 SW01 拨为 0010。
- (2) 示波器双踪观测编码输入“NRZ”与编码输出“双极性码”测试点，
此时，编码输出“双极性码”与“位同步”对应，编码与 HDB₃ 码编码规则相符。
- (3) 示波器双踪观测编码输入“NRZ”与解码输出“NRZ”，两者应码型一致。
此时，解码输出“NRZ”与“BS”对齐。
- (4) 改变信号源模块 NRZ 码的码型，重复上述实验步骤，观察观察 HDB₃ 码变换规则。

实验记录：

要求：如实记录实验过程的数据表格、图像应有相应的文字说明。

实验结论及思考：

要求：获得实验结论，回答实验现场遇到的思考题。

指导教师批阅意见：（在相应栏目中打√）

| 评价等级 | 预习情况 | 实验过程 | | 报告撰写 | | 总体评价 |
|------|-------------|------|-------------|-------------|--------------|------|
| | 掌握实验原理和实验要求 | 实验态度 | 动手能力和团队协作能力 | 实验结果记录及处理情况 | 实验结论及思考题回答情况 | |
| 好 | | | | | | |
| 中 | | | | | | |
| 差 | | | | | | |

成绩评定：

指导教师签字：

年 月 日

备注：

深圳大学实验报告

课程名称： 通信理论

实验项目名称： 模拟信号数字化实验

学院： 光电工程学院

专业：

指导教师： 文侨

报告人： 学号：

实验时间： 2016年12月20日

实验报告提交时间：

教务处制

模拟信号数字化实验

一、实验目的

- 1、掌握模拟信号、数字信号概念以及抽样定理的概念。
- 2、掌握模拟信号抽样与还原的原理及实现方法。
- 3、了解模拟信号抽样过程的频谱。

二、实验内容

- 1、采用不同频率的方波对同一模拟信号抽样并还原，观测并比较抽样信号及还原信号的波形和频谱。
- 2、采用同一频率但不同占空比的方波对同一模拟信号抽样并还原，观测并比较抽样信号及还原信号的波形和频谱。

三、实验仪器

- | | |
|-------------|----|
| 1、信号源模块 | 一块 |
| 2、模拟信号数字化模块 | 一块 |
| 3、20M 双踪示波器 | 一 |
| | 台 |
| 4、带话筒立体声耳机 | 一副 |
| 5、频谱分析仪 | 一台 |

四、实验原理

- 1、下图是模拟信号的抽样原理框图。

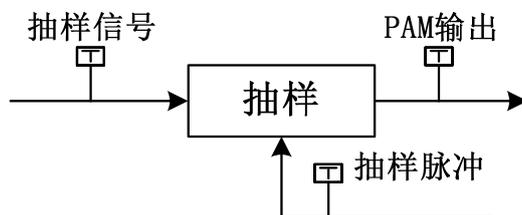


图 模拟信号的抽样原理框图

实际上理想冲激脉冲串物理实现困难，实验中采用 DDS 直接数字频率合成信源产生的矩形脉冲来代替理想的窄脉冲串。

抽样信号规定在音频信号 300~3400Hz 范围内，由信号源模块提供。抽样脉冲的频率根据抽样定理的描述，应大于或等于输入音频信号频率的 2 倍。

抽样信号和抽样脉冲送入模拟信号数字化模块抽样电路中，产生 PAM 抽样信号。

3、抽样信号的还原

若要解调出原始语音信号，将抽样信号送入截止频率为 3400Hz 的低通滤波器即可。



图 抽样信号的还原原理框图

五、实验步骤

- 1、将模块小心地固定在主机箱中，确保电源接触良好。
- 2、插上电源线，打开主机箱右侧的交流开关，再分别按下两个模块中的电源开关，对应的发光二极管灯亮，两个模块均开始工作。（注意，此处只是验证通电是否成功，在实验中均是先连线，后打开电源做实验，不要带电连线）
- 3、信号源模块调节“2K 调幅”旋转电位器，使“2K 正弦基波”输出幅度为 3V 左右。
- 4、实验连线如下：

| | |
|---------|------------|
| 信号源模块 | 模拟信号数字化模块 |
| 2K 正弦基波 | ————— 抽样信号 |
| DDS-OUT | ————— 抽样脉冲 |

模拟信号数字化模块内连线

PAM 输出 ————— 解调输入

5、不同频率方波抽样

- (1) 信号源模块“DDS-OUT”测试点输出选择“方波 A”，调节“DDS 调幅”旋转电位器，使其峰峰值为 3V 左右。
- (2) 示波器双踪观测“抽样信号”与“PAM 输出”测试点波形，对比方波 A 的频率为 4KHz、8KHz、16KHz 等典型频率值时“PAM 输出”测试点波形及频谱的区别。这里可采用频谱分析仪或数字存储示波器的频谱分析功能进行信号频谱分析。
- (3) 示波器双踪观测“抽样信号”和“解调输出”测试点波形，对比方波 A 的频率为 4KHz、8KHz、16KHz 等典型频率值时抽样信号还原的效果。

6、同频率但不同占空比方波抽样

- (1) 信号源模块“DDS-OUT”测试点输出选择“方波 B”，以 4KHz 频率为例，其峰峰值不变。

说明：为能稳定观测“抽样信号”与“PAM 输出”测试点波形，每次方波 B 的占空比调节好后，均要重新按“功能切换”键，将“占空比”菜单切换回“步进”菜单。

- (2) 示波器双踪观测“抽样信号”与“PAM 输出”测试点波形，对比方波 B 的占空比为 20%、50%、80%等比值相差较大时“PAM 输出”测试点波形及频谱的区别。这里可采用频谱分析仪或数字存储示波器的频谱分析功能进行信号频谱分析。观察模拟信号抽样前、后的频谱，比较它们的差异。
- (3) 示波器双踪观测“抽样信号”和“解调输出”测试点波形，对比方波 B 的占空比为 20%、50%、80%等比值相差较大时抽样信号还原的效果。
- (4) 改变方波 B 的频率，重复上述实验步骤。

7、模拟语音信号抽样与还原

用信号源模块模拟语音信源输出的“T-OUT”语音信号代替 2K 正弦信号输入模拟信号数字化模块中，还原的“解调输出”信号送回信号源模拟语音信源“R-IN”测试点，耳机接收话筒语音信号，完成模拟语音信号抽样与还原的整个过程。

实验记录：

要求：如实记录实验过程和实验结果，数据表格、图像应有相应的文字说明。

实验结论及思考：

要求：获得实验结论，回答实验现场遇到的思考题。

指导教师批阅意见：（在相应栏目中打√）

| 评价等级 | 预习情况 | 实验过程 | | 报告撰写 | | 总体评价 |
|------|-------------|------|-------------|-------------|--------------|------|
| | 掌握实验原理和实验要求 | 实验态度 | 动手能力和团队协作能力 | 实验结果记录及处理情况 | 实验结论及思考题回答情况 | |
| 好 | | | | | | |
| 中 | | | | | | |
| 差 | | | | | | |

成绩评定：

指导教师签字：

年 月 日

备注：

深圳大学实验报告

课程名称： 通信理论

实验项目名称： 数学信号的调制与解调实验

学院： 光电工程学院

专业：

指导教师： 文侨

报告人： 学号：

实验时间： 2016年12月27日

实验报告提交时间：

教务处制

数学信号的调制与解调实验

一、实验目的

- 1、了解数字调制与解调的概念。
- 1、掌握 2ASK 调制的原理及实现方法。
- 2、掌握 2ASK 解调的原理及实现方法。

二、实验内容

- 1、采用数字键控法 2ASK 调制，观测 2ASK 调制信号的波形。
- 2、采用包络检波法 2ASK 解调。

三、实验仪器

- | | |
|-------------|----|
| 1、信号源模块 | 一块 |
| 2、数字调制模块 | 一块 |
| 3、数字解调模块 | 一块 |
| 4、20M 双踪示波器 | 一 |

台

四、实验原理

1、2ASK 调制

2ASK 信号的产生方法通常有两种：数字键控法和模拟相乘法。

下图是 2ASK 调制数字键控法原理框图。

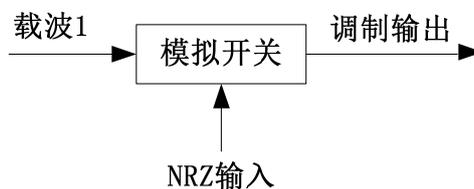


图 2ASK 调制数字键控法原理框图

为便于实验观测，由信号源模块提供码速率为 96Kbit/s 的 NRZ 码数字基带信号和 384KHz 正弦载波信号，载波信号频率是数字信号码速率的整 4 倍关系，即 NRZ 码的一个码元对应正弦载波的 4 个周期。

实验中采用模拟开关作为正弦载波的输出通/断控制门，数字基带信号 NRZ 码用来控制门的通/断。当 NRZ 码为高电平时，模拟开关导通，正弦载波通过门输出；当 NRZ 码为低电平时，模拟开关截止，正弦载波不通过，门输出为 0。如下图所示。

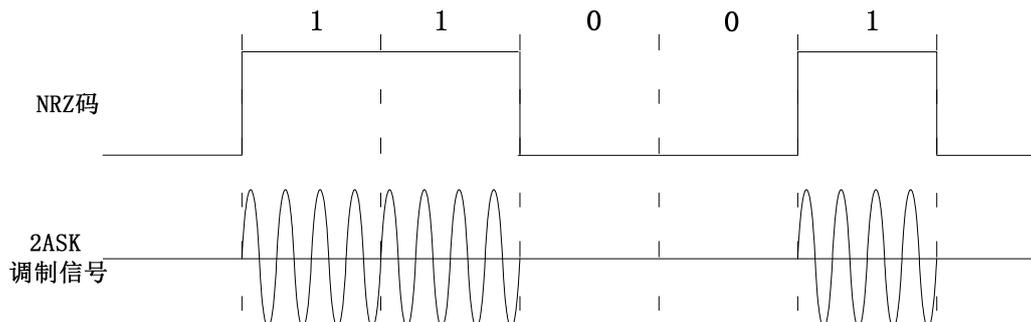


图 2ASK 调制信号波形

下图是 2ASK 调制模拟相乘法原理框图。

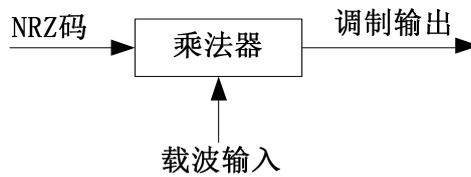


图 2ASK 调制模拟相乘法原理框图

信号源模块提供 96K NRZ 码和 384K 正弦载波送入数字调制模块，两信号直接相乘。

2、2ASK 解调

我们采用包络检波法，其原理框图如下图所示。

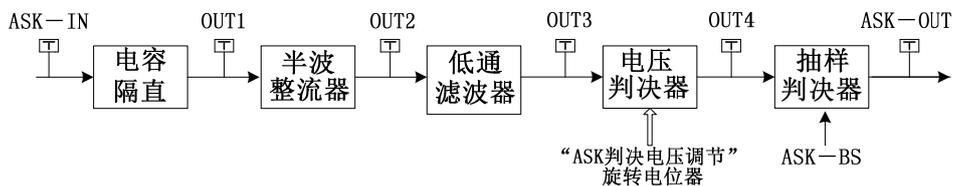


图 2ASK 解调包络检波法原理框图

2ASK 已调信号从“ASK-IN”测试点输入，经电容隔直得“OUT1”信号。

“OUT1”信号先半波整流，取出高于二极管导通电压（约 0.7V 左右）的半波波形，得“OUT2”信号。

“OUT2”信号经巴特沃斯二阶低通滤波器，滤波得“OUT3”信号。

“OUT3”信号再经电压比较电路进行电压判决，用来作比较的判决电压电平可通过“ASK 判决电压调节”旋转电位器来调节。判决电压过高，可能造成部分数字信息的丢失；判决电压过低，可能造成还原结果中出现错码。因此，只有合理地选择判决电压，才能得到正确的解调结果，此时电压判决输出“OUT4”测试点波形变化应与原 NRZ 码的码型大致相同。

“OUT4”信号最后经位同步抽样判决电路，还原出原始的 NRZ 码。抽样判决用的时钟信号就是 2ASK 基带信号的位同步信号，该信号可以由发送端 NRZ 码相应的 BS 直接引入，也可以从频带同步提取模块位同步提取电路中提取出来。

另外，需要说明的是：在实际应用的通信系统中，解调器的输入端都有一个带通滤波器来滤除带外的信道白噪声并确保系统的频率特性符合无码间串扰的条件。本实验简化了实验设备，在调制部分的输出端没有加带通滤波器，并且假设信道是理想的，所以在解调部分的输入端也没有加带通滤波器匹配。

解调过程中各测试点波形如下图所示。

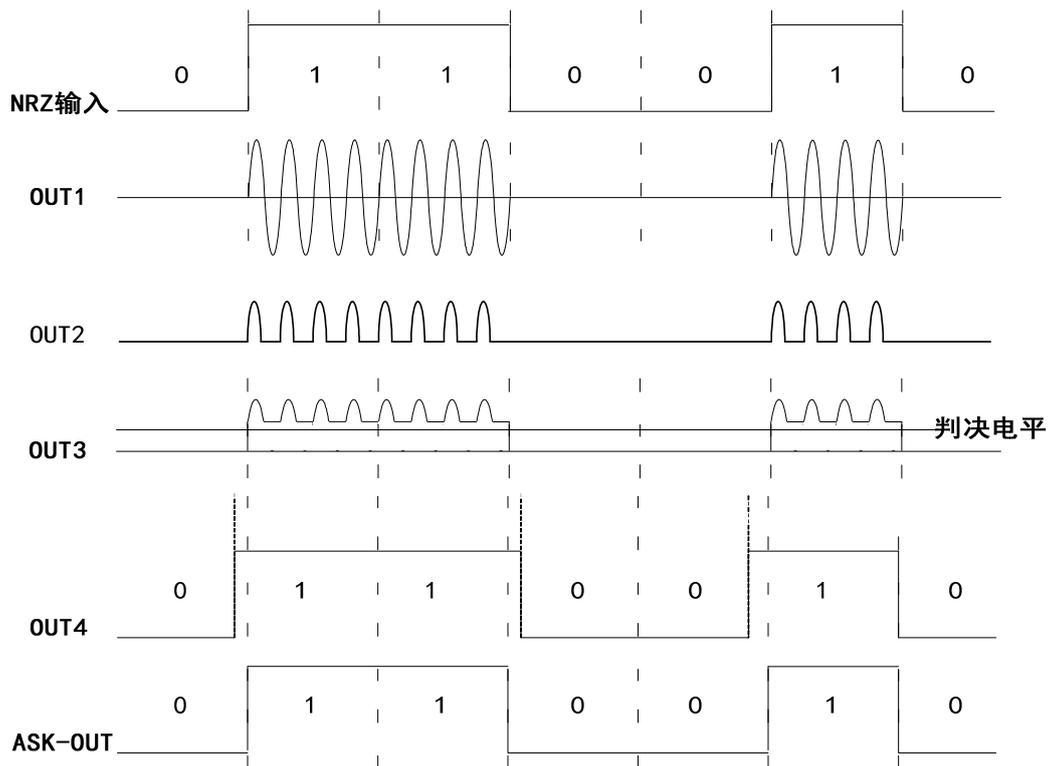


图 2ASK 解调各测试点波形

五、实验步骤

- 1、将模块小心地固定在主机箱中，确保电源接触良好。
- 2、插上电源线，打开主机箱右侧的交流开关，再分别按下三个模块中的电源开关，对应的发光二极管灯亮，三个模块均开始工作。（注意，此处只是验证通电是否成功，在实验中均是先连线，后打开电源做实验，不要带电连线）
- 3、信号源模块设置
 - (1) “码速率选择”拨码开关设置为 8 分频，即拨为 00000000 00001000。
 - 24 位“NRZ 码型选择”拨码开关任意设置。
 - (2) 调节“384K 调幅”旋转电位器，使“384K 正弦载波”输出幅度为 3.6V 左右。
- 4、2ASK 调制

(1) 实验连线如下：

| | |
|-----------|------------------|
| 信号源模块 | 数字调制模块 |
| NRZ | NRZ 输入（数字键控法调制） |
| 384K 正弦载波 | 载波 1 输入（数字键控法调制） |

- (2) 数字调制模块“键控调制类型选择”拨码开关拨成 1000，即选择 2ASK 调制方式。
- (3) 以数字调制模块“NRZ 输入”的信号为内触发源，示波器双踪观测“NRZ 输入”和“调制输出”测试点波形。观察数字信号调制前、后的频谱差异。
- (4) 改变信号源模块 NRZ 码的码型，观察 2ASK 调制信号波形的相应变化。

5、2ASK 解调

(1) 以上模块设置和连线均不变，增加连线如下：

| | |
|---------------|--------|
| 数字调制模块 | 数字解调模块 |
| 调制输出（数字键控法调制） | ASK-IN |

信号源模块

数字解调模块

BS —————ASK—BS

- (2) 示波器双踪两两观测“ASK-IN”、“OUT1”、“OUT2”、“OUT3”测试点波形。
- (3) 调节“ASK 判决电压调节”旋转电位器，示波器双踪观测“OUT3”与“OUT4”测试点波形，分析随判决电压值的不同，“OUT4”波形的变化。
- (4) 示波器双踪观测信号源模块“NRZ”与数字解调模块“ASK-OUT”测试点码型，对比 2ASK 解调还原的效果。比较已调信号解调前、后的频谱差异。
- (5) 改变信号源模块 NRZ 码的码型，重复上述实验步骤。

实验记录：

要求：如实记录实验过程和实验结果，数据表格、图像应有相应的文字说明。

实验结论及思考：

要求：获得实验结论，回答实验现场遇到的思考题。

指导教师批阅意见：（在相应栏目中打√）

| 评价等级 | 预习情况 | 实验过程 | | 报告撰写 | | 总体评价 |
|------|-------------|------|-------------|-------------|--------------|------|
| | 掌握实验原理和实验要求 | 实验态度 | 动手能力和团队协作能力 | 实验结果记录及处理情况 | 实验结论及思考题回答情况 | |
| 好 | | | | | | |
| 中 | | | | | | |
| 差 | | | | | | |

成绩评定：

指导教师签字：

年 月 日

备注：