

北邮通原硬件实验报告

北京邮电大学

信息与通信工程学院 通信原理硬件实验报告



| | | | | |
|----|----|----|------|------|
| 姓名 | 班级 | 学号 | 班内序号 | 联系电话 |
|----|----|----|------|------|

指导教师: _____

实验日期: _____

实验一 双边带抑制载波调幅(DSB-SC AM)

一、实验目的

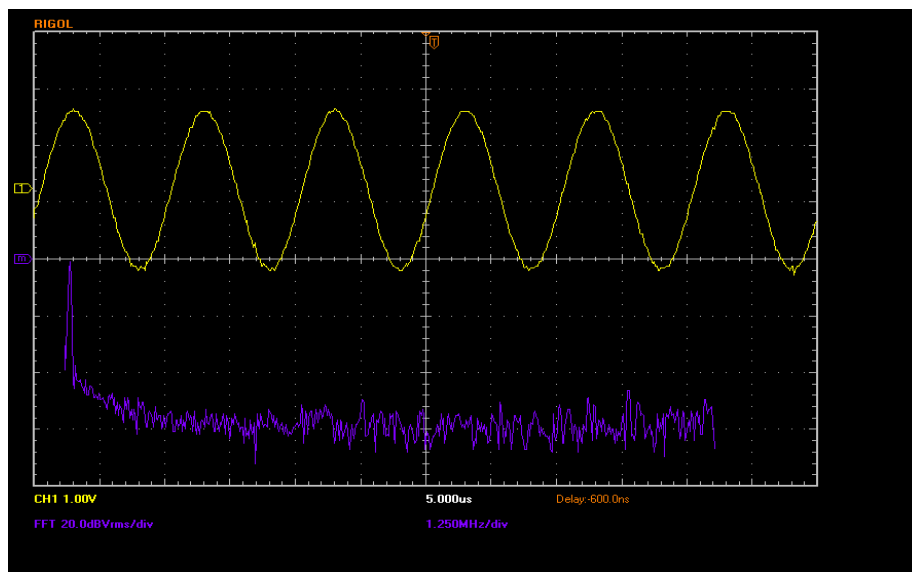
- 1) 了解 DSB-SC AM 信号的产生及相干解调的原理和实现方法。

- 2) 了解 DSB-SC AM 的信号波形及振幅频谱的特点，并掌握其测量方法。
- 3) 了解在发送 DSB-SC AM 信号加导频分量的条件下，收端用锁相环提取载波的原理及实现方法。
- 4) 掌握锁相环的同步带和捕捉带的测量方法，掌握锁相环提取载波调试方法。

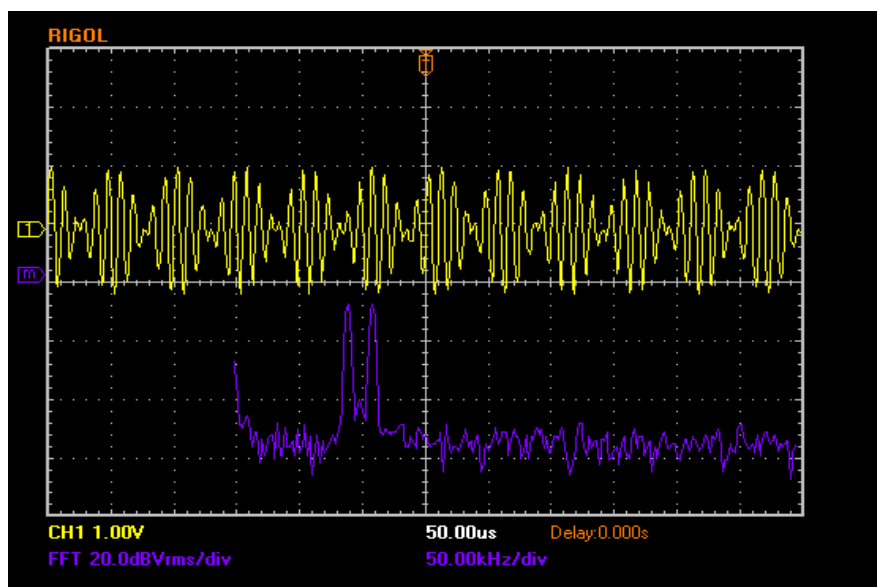
二、实验内容及步骤

1. DSB-SC AM 信号的产生

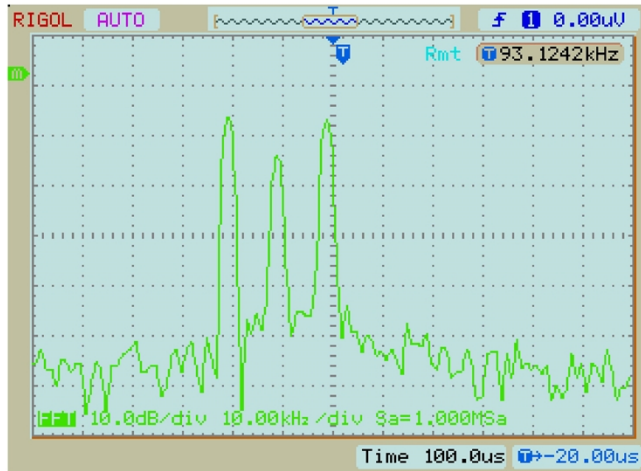
- 1) 按照指导书图示，连接实验模块。
- 2) 示波器观察音频振荡器输出调制信号 $m(t)$ ，调整频率 10kHz，均值 0
- 3) 示波器观察主振荡器输出信号波形和频率；



观察乘法器输出，注意相位翻转。



- 4) 测量已调信号的振幅频谱，调整加法器的 G 和 g ，使导频信号的振幅频谱的幅度为已调信号的边带频谱幅度的 0.8 倍。



2、DSB-SC AM 信号的相干解调及载波提取

1) 调试锁相环

a) 单独测试 VCO 的性能 Vin 暂不接输入，调节 f0 旋钮，改变中心频率，频率范围约为 70~130kHz。

Vin 接直流电压，调节中心频率 100kHz，使直流电压在 -2~2V 变化，观察 VCO 线性工作范围；由 GAIN 调节 VCO 灵敏度，使直流电压变化正负 1V 时 VCO 频偏为 10kHz。

b) 单独测试相乘和低通滤波工作是否正常。锁相环开环，LPF 输出接示波器。两 VCO 经过混频之后由 LPF 输出，输出信号为差拍信号。

c) 测试同步带和捕捉带：锁相环闭环，输出接示波器，直流耦合。

将信号源 VCO 的频率 f0 调节到比 100kHz 小很多的频率，使锁相环失锁，输出为交变波形。调节信号源 VCO 频率缓慢升高，当波形由交流变直流时说明 VCO 锁定，记录频率 f2=96.8kHz，继续升高频率，当直流突变为交流时再次失锁，记录频率 f4=115.6kHz。缓慢降低输入 VCO 频率，记录同步时频率 f3=106.9kHz 和再次失锁时频率 f1=90.7kHz。

同步带 $\Delta f_1 = f_4 - f_1 = 24.9\text{kHz}$

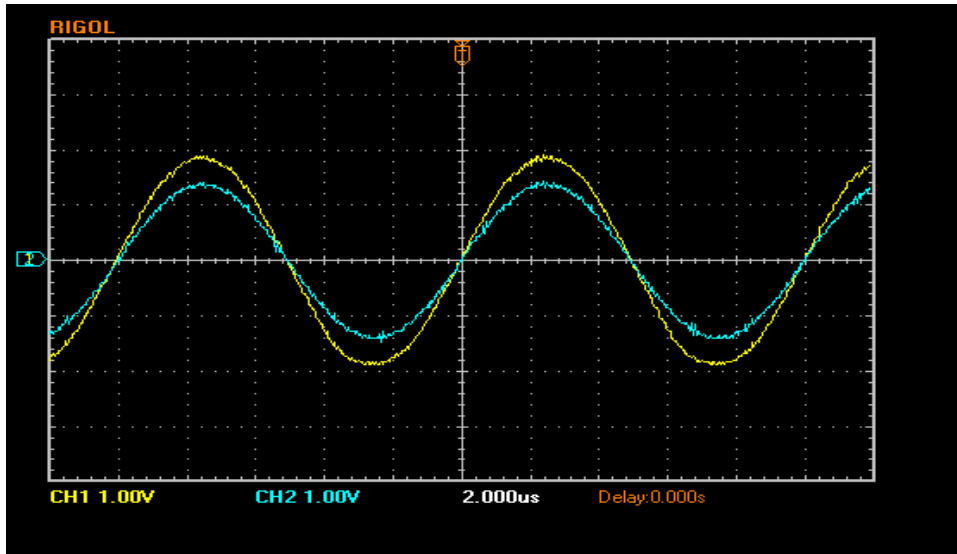
捕捉带 $\Delta f_2 = f_3 - f_2 = 20.1\text{kHz}$

2) 恢复载波

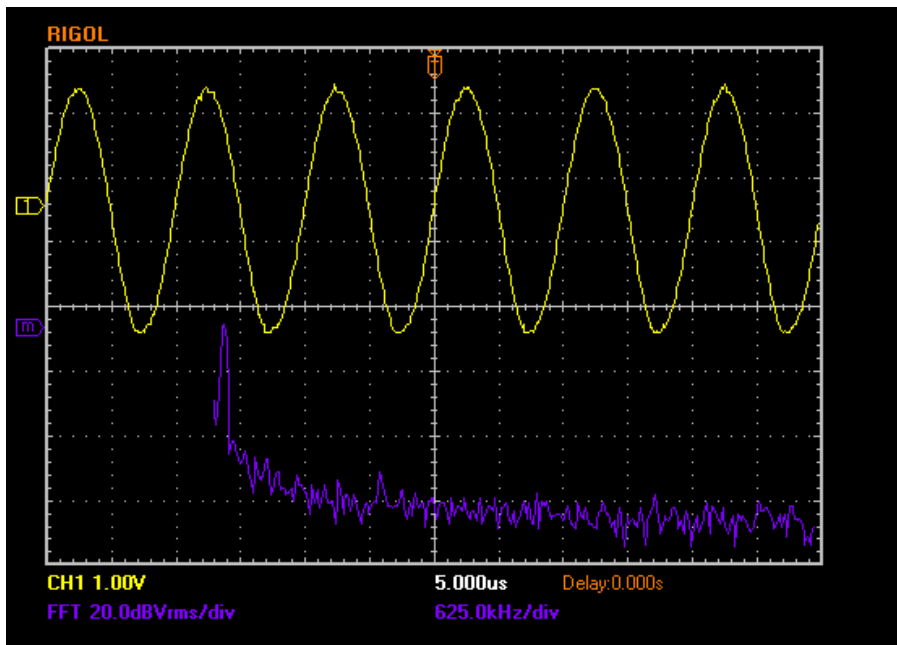
a) 将图中的锁相环按上述过程调好，在按照指导书图示实验连接，将加法器输出信号接至锁相环的输出端。将移相器模块印刷电路板上的频率选择开关拨到 HI 位置。

b) 用示波器观察锁相环的 LPF 输出信号是否是直流信号，以此判断载波提取 PLL 是否处于锁定状态。若锁相环锁定，用双踪示波器可以观察发端导频信号 $\cos 2\pi fct$ 与锁相环 VCO 输出的信号 $\sin(2\pi fct + \phi)$ 是同步的，二者的相应相位差为 $90^\circ + \phi$ ，且 ϕ 很小。若锁相环失锁，则锁相环 LPF 输出波形是交流信号，可缓慢调节锁相环 VCO 模块的 f0 旋钮，直至锁相环 LPF 输出为直流，即锁相环由失锁进入锁定，继续调接 f0 旋钮，使 LPF 输出的直流电压约为 0 电平。

c) 在确定锁相环提取载波成功后，利用双踪示波器分别观察发端的导频信号及收端载波提取锁相环中 VCO 的输出经移相后的信号波形，调节移相器模块中的移相旋钮，达到移相 90° ，使输入于相干解调的恢复载波与发来的导频信号不仅同频，也基本同相。



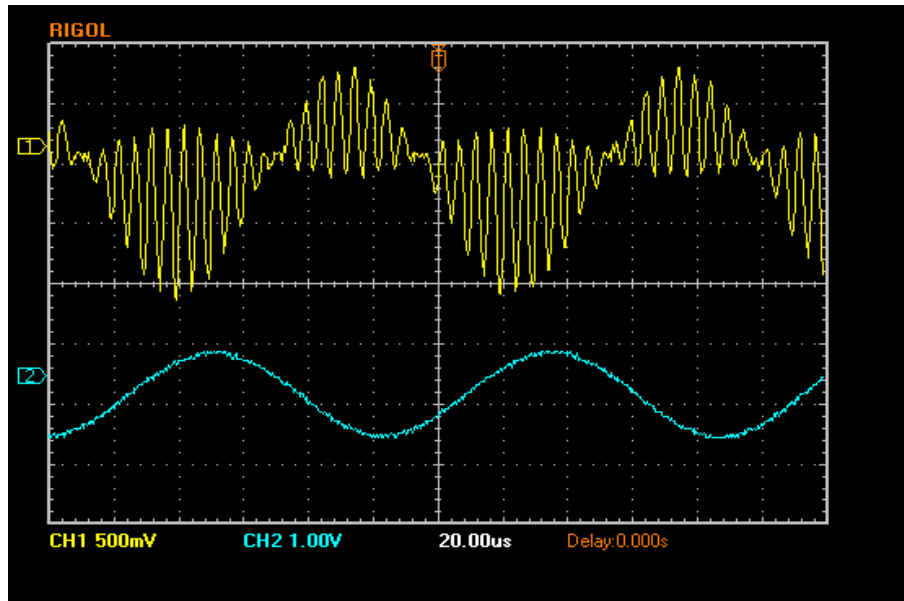
d) 用频谱仪观测恢复载波的振幅频谱，并加以分析。



3) 相干解调

a) 在前述实验的基础上，将信号和恢复载波分别连接至相干解调的乘法器的输入端。

b) 用示波器观察相干解调相乘、低通滤波后的输出波形。



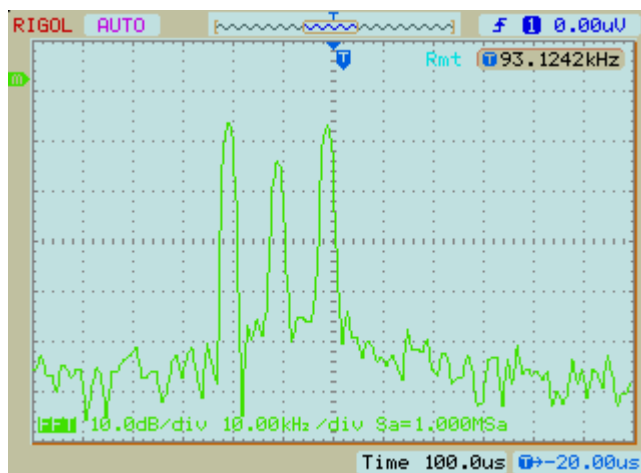
c)改变发端音频信号的频率，解调输出信号也随之改变

三、思考题

1. 整理实验记录波形，说明 DSB-SC AM 信号波形特点。

答：DSB-SC AM 信号频率为载波频率 10kHz，振幅包络受到调制信号控制，但有 180° 相位翻转。

2. 整理实验记录振幅频谱，画出已调信号加导频的振幅频谱图（标上频率值）。根据此振幅频谱，计算导频信号功率与已调信号功率之比。



$a=0.8$ $ps/pc=0.32$

3. 实验中载波提取锁相环的 LPF 是否可用 TIMS 系统中的“TUNEABLE LPF”?请说明理由。

答：不能。恢复载波要滤除高频分量，得到载波，载波频率 100kHz，TUNEABLE LPF 的滤波范围为 900Hz~12kHz，带宽不足。

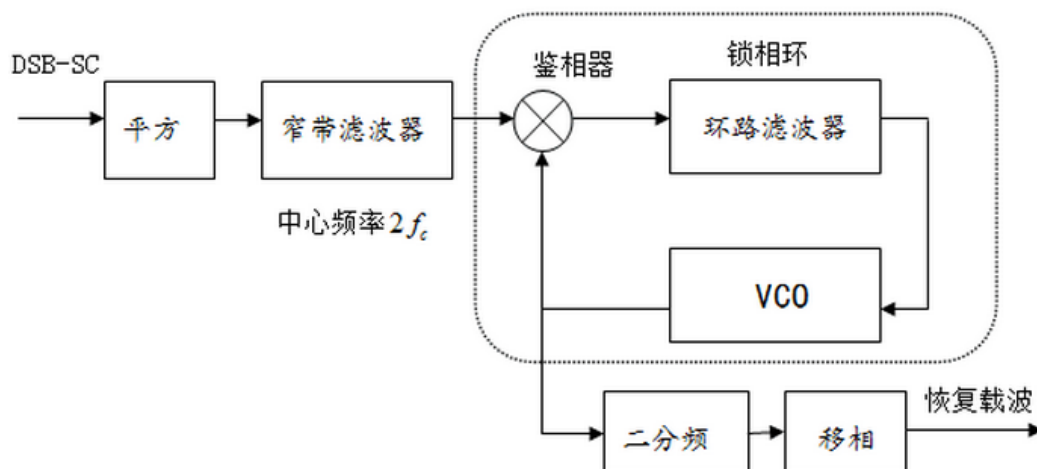
4. 若本实验中的音频信号为 1kHz，请问实验系统所提供的 PLL 能否用来提取载波。为什么？

答：不能。因为本实验中回复载波信号的锁相环中使用了截止频率为 2.8kHz 的 RC LPF 滤波器，音频信号如果是 1kHz，锁相环就会跟踪到音频信息的波形变化，使得信号失真。

5. 若发端不加导频，收端提取载波还有其他方法吗？请画出框图。

答：不加导频就没有离散的频谱分量，不窄带滤波。可用平方环法或科斯塔斯环法提取载波。

平方环法



四、心得体会

由于是开头的实验，对于器材不够熟悉，调整 G 和 g 时不知道具体作用是什么，调整时间较长，振幅之间 0.8 倍也仅仅是目测。载波提取调试锁相环，最开始选用的中心频率不当，总是调不出锁相环的效果，或者只能出现一半，后来改变中心频率小于 100kHz ，按照课本上原理图连接重新调测，正确测得同步带和捕捉带。后面恢复载波比较简单

实验二 具有离散大载波的双边带调幅 (AM)

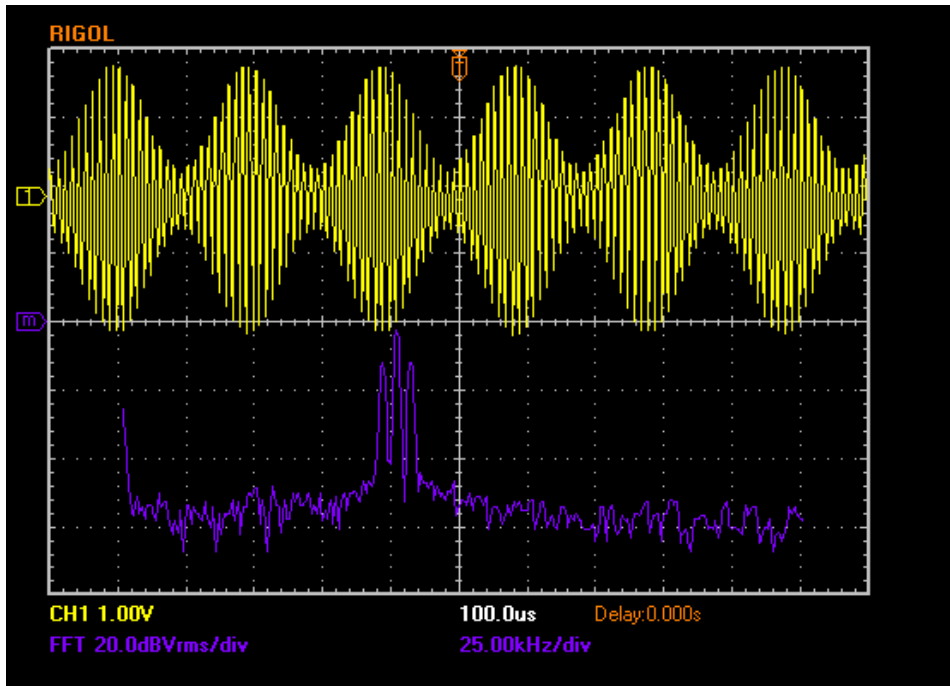
一、实验目的

- 1) 了解 AM 信号的产生原理和实现方法。
- 2) 了解 AM 信号波形和振幅频谱的特点，并掌握调幅系数的测量方法。
- 3) 了解 AM 信号的非相干解调原理和实现方法。

二、实验内容及步骤

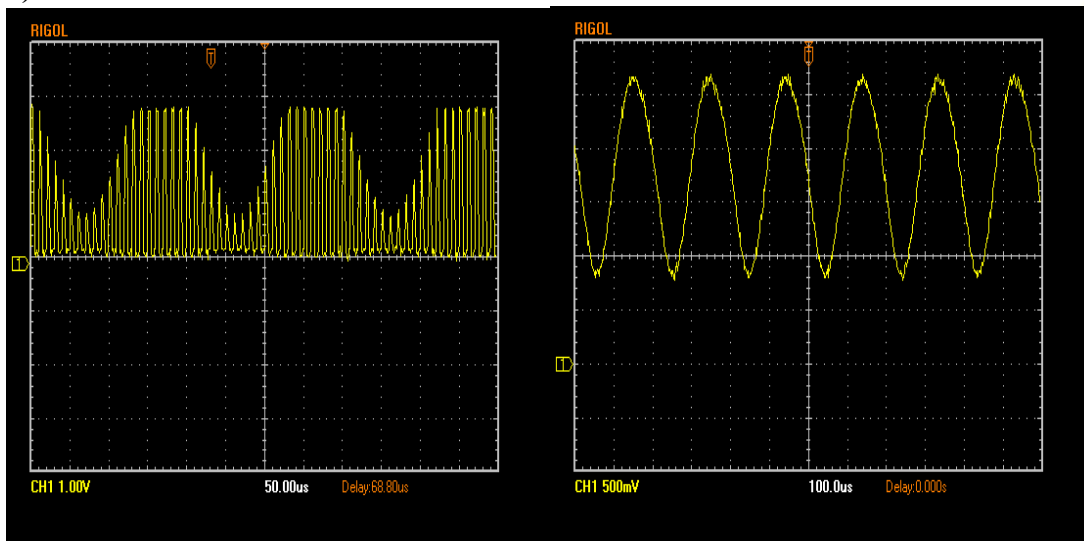
1. AM 信号的产生

- 1) 按照书中图示进行模块的连接。
- 2) 分别调整增益 G 和 g 均为 1 。
- 3) 观察乘法器输出是否为 AM 波形。
- 4) 测量 AM 信号的条幅系数 a 的值，并调整可变电压，使得 $a=0.8$ ，并测量振幅频谱。

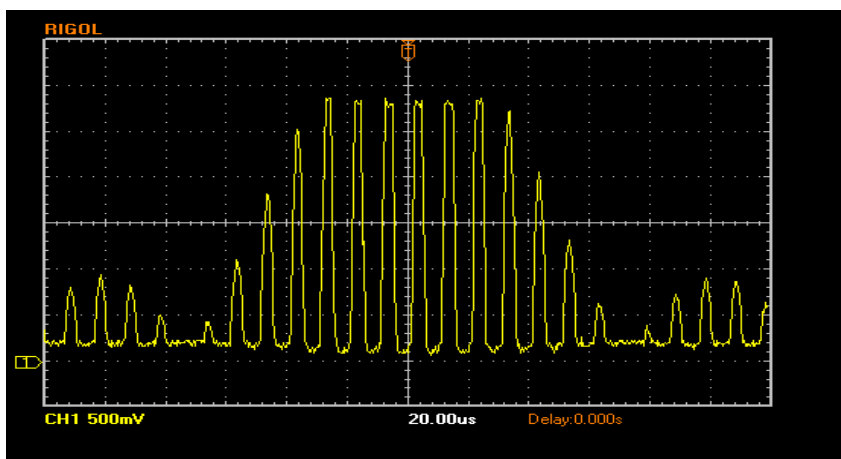


2.AM 信号的非相干解调

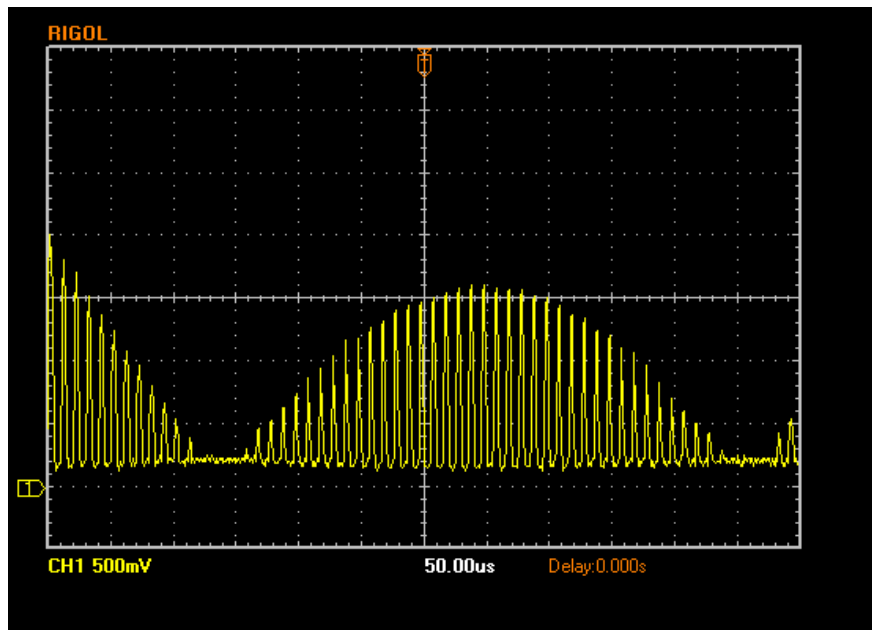
1) 用示波器观察整流器的输出波形，观察 LPF 的输出波形。



2) 改变输入 AM 信号的调幅系数，观察包络检波器输出波形的变化。



3) 改变发端调制信号的频率，观察包络检波输出波形的变化。



三、思考题

1. 在什么情况下，会产生 AM 信号的过调现象？

答：当调制系数 $a > 1$ 时，已调信号的包络不再是调制信号，信号波形失真，包络检波器无法从中解调出正确信号。AM 信号产生过调现象。

2. 对于 $a=0.8$ 的 AM 信号，请计算载频功率与边带功率之比。

答： $P_c/P_s = 1/(0.5 \times 0.8^2) = 3.125$

3. 是否可用包络检波器对 DSB-SC AM 信号进行解调？请解释原因。

答：不可以。因为 DSB-SC AM 信号的产生由调制信号与载波直接相乘，不具有离散大载波，它的包络无法表征调制信号，故只能用相干解调方式。

实验三 调频 (FM)

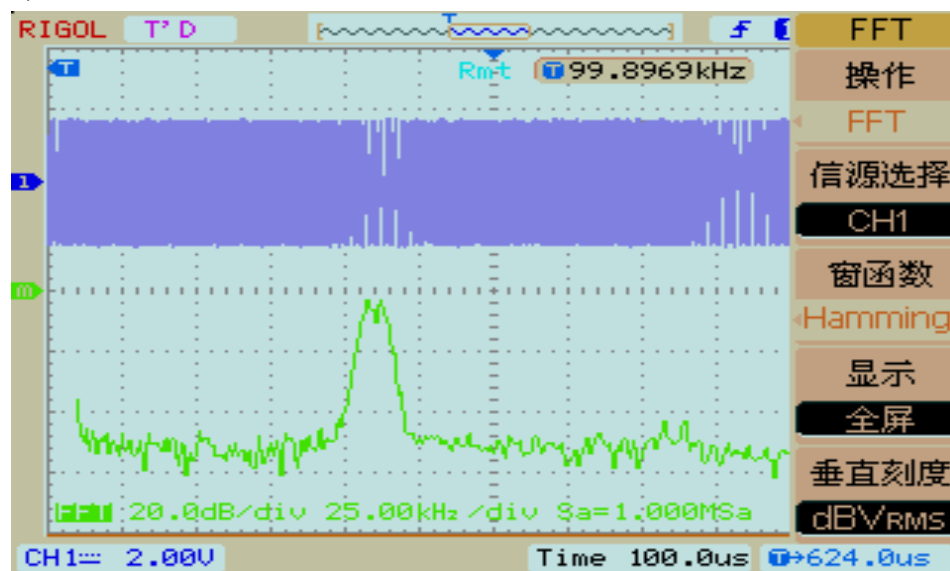
一、实验目的

- 1) 了解用 VCO 作调频器的原理及实验方法。
- 2) 测量 FM 信号的波形及振幅频谱。
- 3) 了解利用锁相环作 FM 解调的原理及实现方法。

二、实验内容及步骤

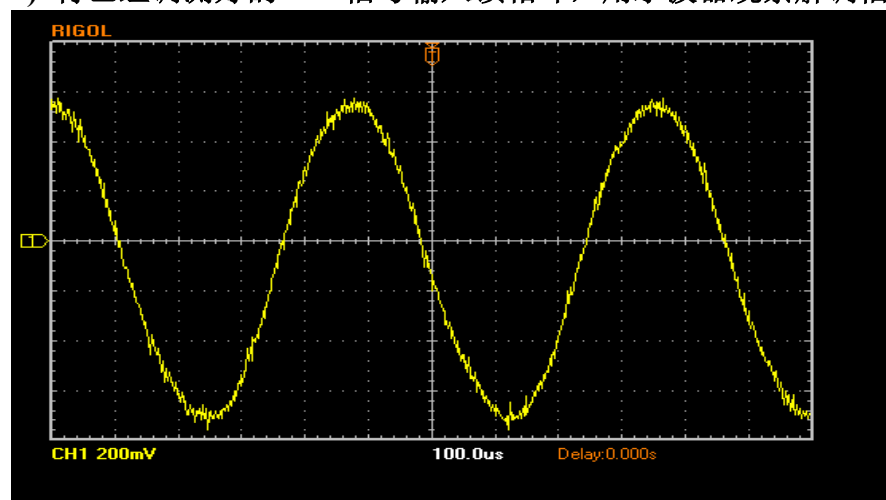
1. FM 信号的产生

- 1) 单独调测 VCO，方法同实验一类似。Vin 接直流电压，当直流电压为零时，调节中心频率 100kHz；在直流±2V 内观察 VCO 线性工作范围；由 GAIN 调节 VCO 灵敏度，使直流电压±2V 变化时 VCO 频偏为±5kHz。
- 2) 将音频振荡器的频率调为 2kHz，作为调制信号输入 VCO 的 Vin 端。
- 3) 测量 FM 输出波形及振幅频谱。



2. FM 信号的锁相环解调

- 1) 单独调测 VCO，此处同实验一中的调测完全一致。f2=94.2kHz f4=114.5kHz f3=106.3kHz f1=86.5kHz
- 2) 将已经调测好的 FM 信号输入锁相环，用示波器观察解调信号。



- 3) 改变发端的调制信号频率，观察 FM 解调的输出波形变化。频率增大

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/327145136162006065>

