

外差式收信机系统 实验

■ 【实验目的】

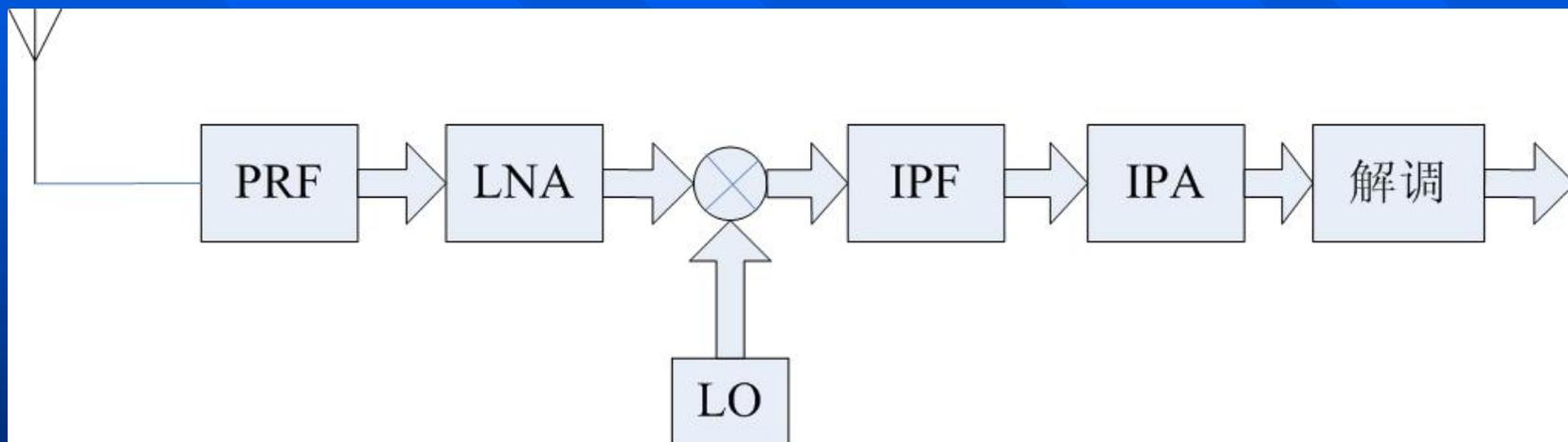
- 通过FSK/FM接收机实验，使学生加深对UHF波段超外差接收原理的理解，加深理解超外差接收机中的镜像频率干扰和邻道干扰。

■ 【实验环境】

- 1. 分组实验：2~4人一组
- 2. 设备：示波器一台，电源一台，耳麦和麦克风一套，实验电路板一套，频谱仪一台。

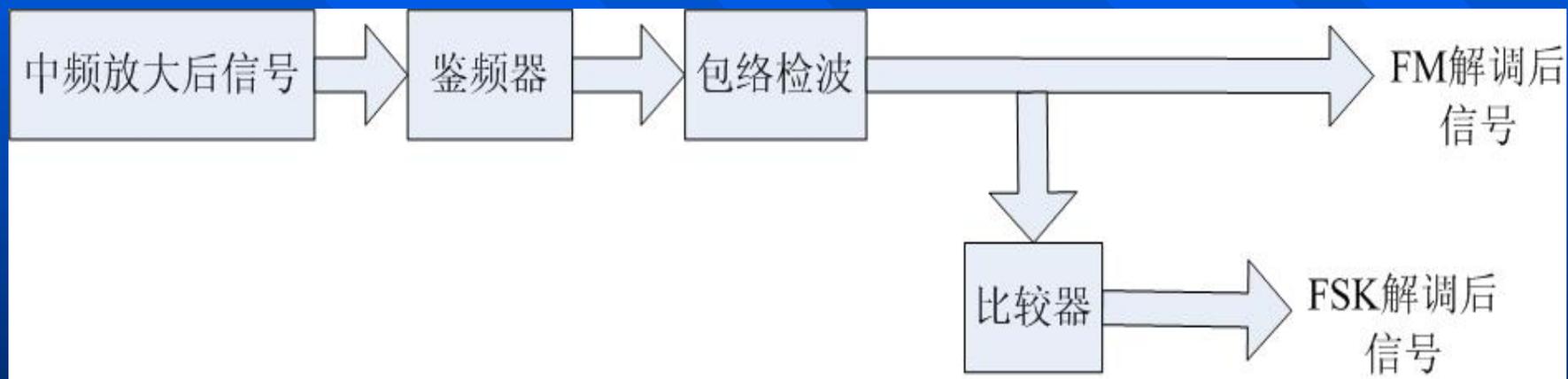
【实验原理】

- 接收机方案如图所示：



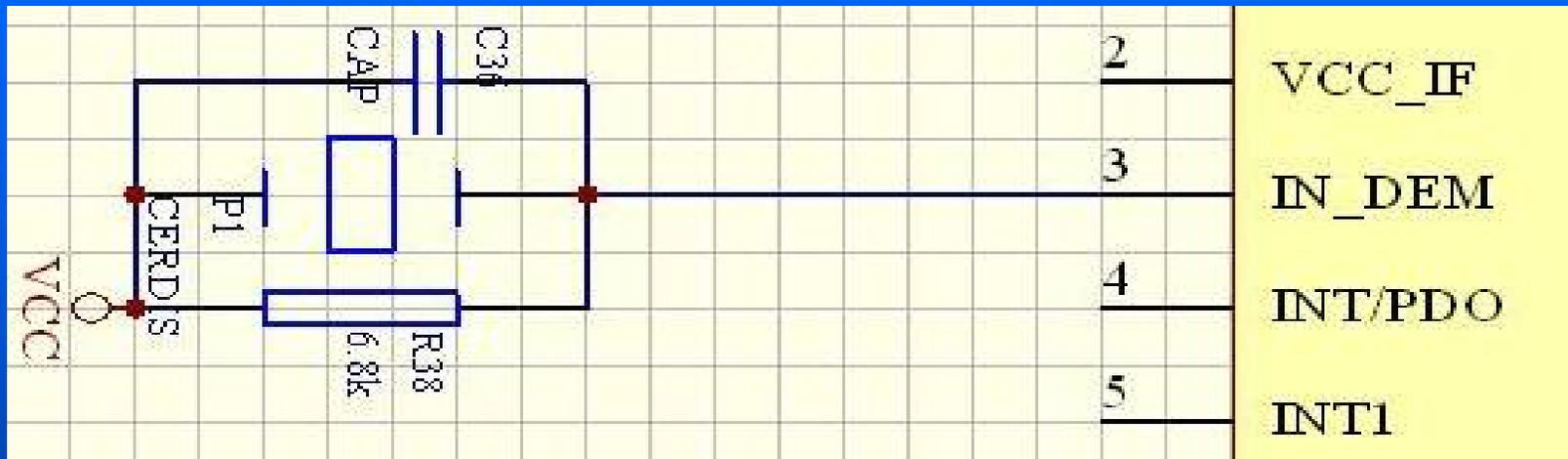
解调方案:

解调原理框图

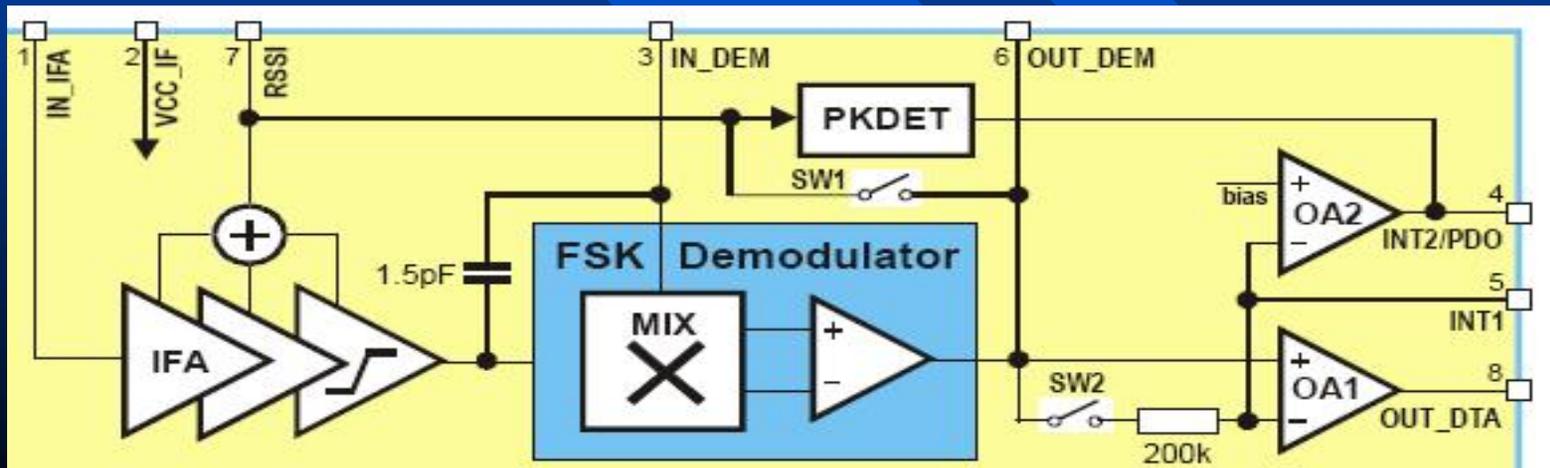


解调原理框图

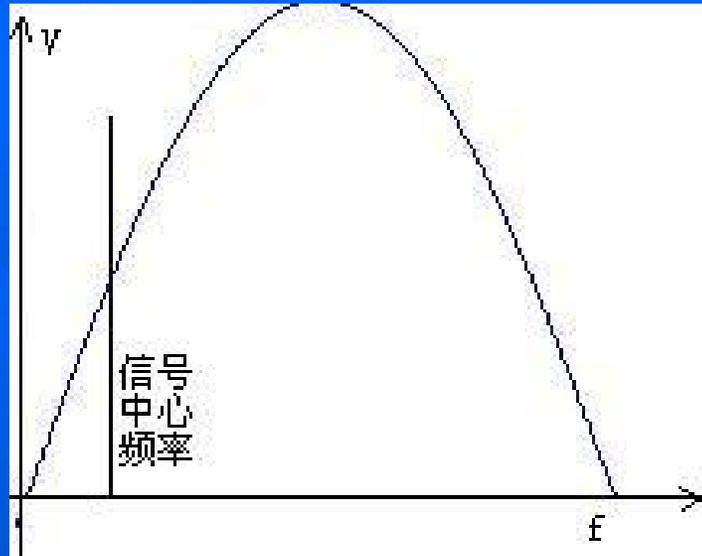
鉴频器为外接电路，电路如下：



与鉴频器相接的芯片内部电路如下：

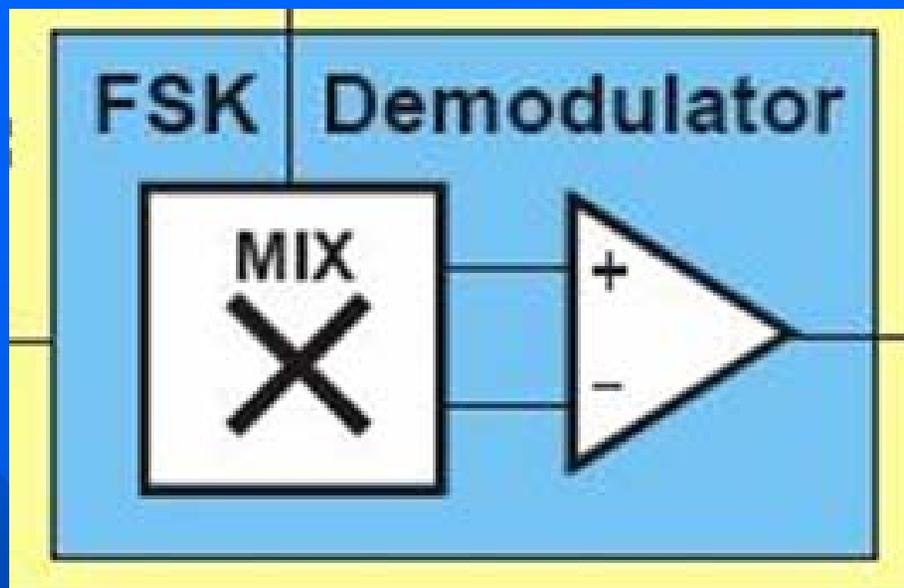


鉴频器工作原理如下：

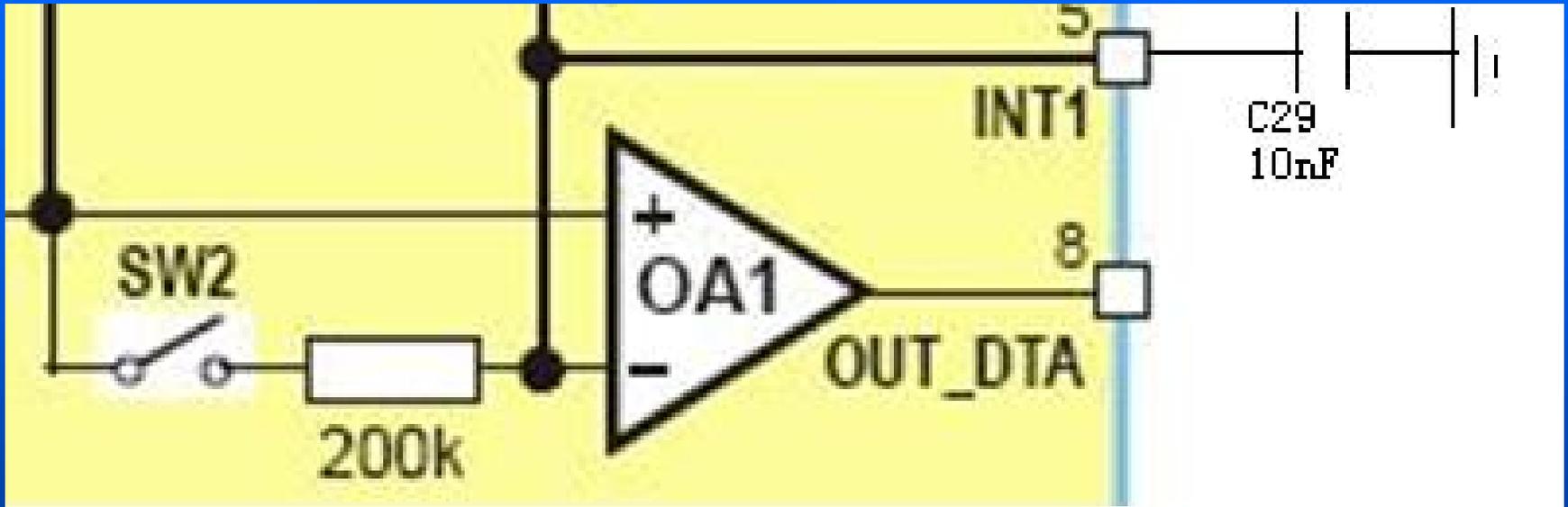


- 鉴频器里有一个谐振回路，其频率幅度响应图如上图，通过外接的C36和R38可以调整谐振中心频率，使得经IFA放大后的中频信号在其谐振频率响应图左边的上升沿，并近似认为这段上升沿为线性区。这样，鉴频器就可以根据信号频率的大小而输出对应不同幅度的信号，将信号的频率变化转化为信号的幅度变化。

包络检波电路：

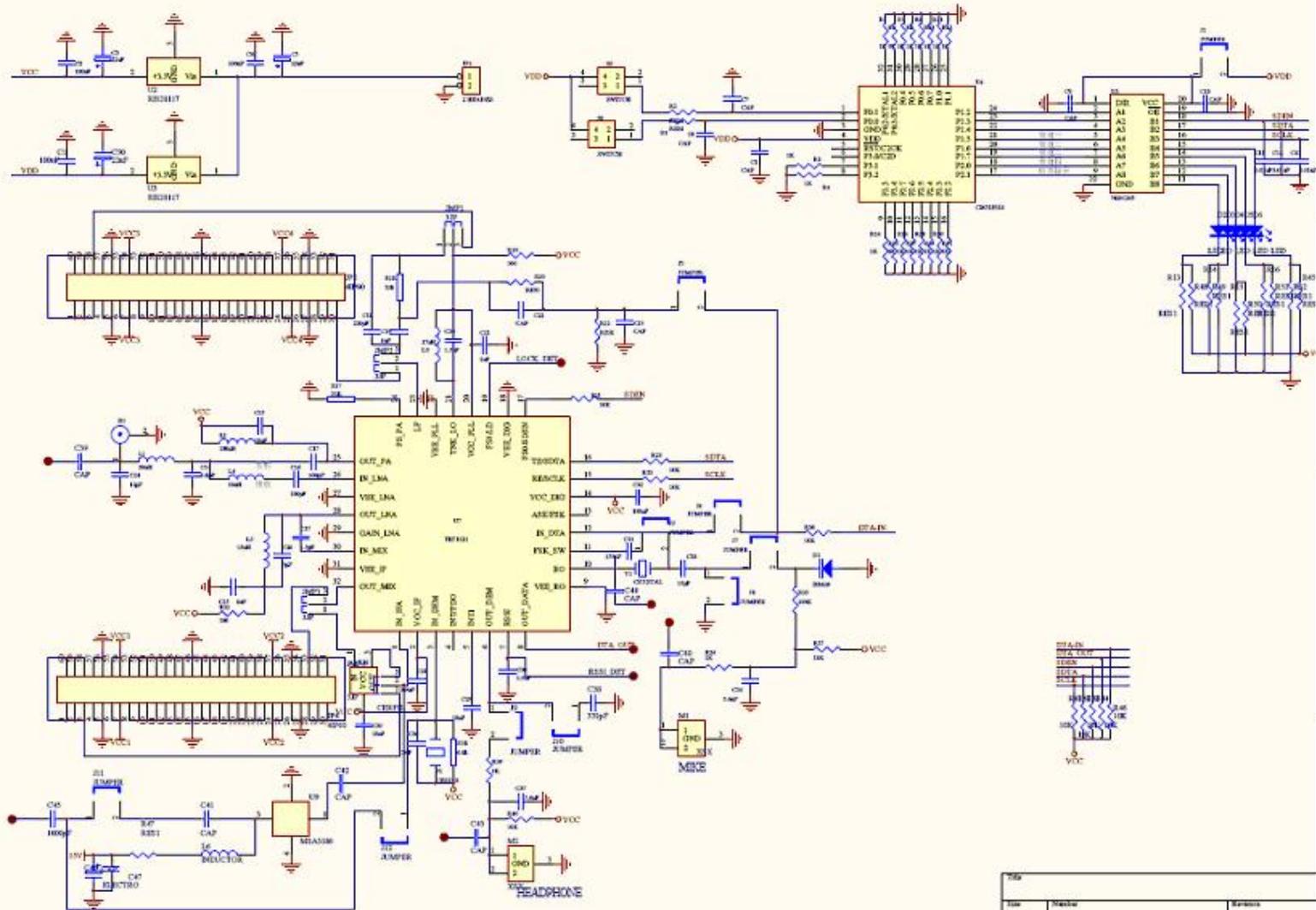


- 如果接收的是FM信号，经过包络检波后即可通过OUT_DEM脚输出最终的信号即解调下来的语音或单频信号。
- 如果接收的是FSK信号，经过包络检波后，还要经过一个由运算放大器OA1构成的比较器，输出高低两种电平信号，即解调下来的数字信号。



由运算放大器构成的比较器

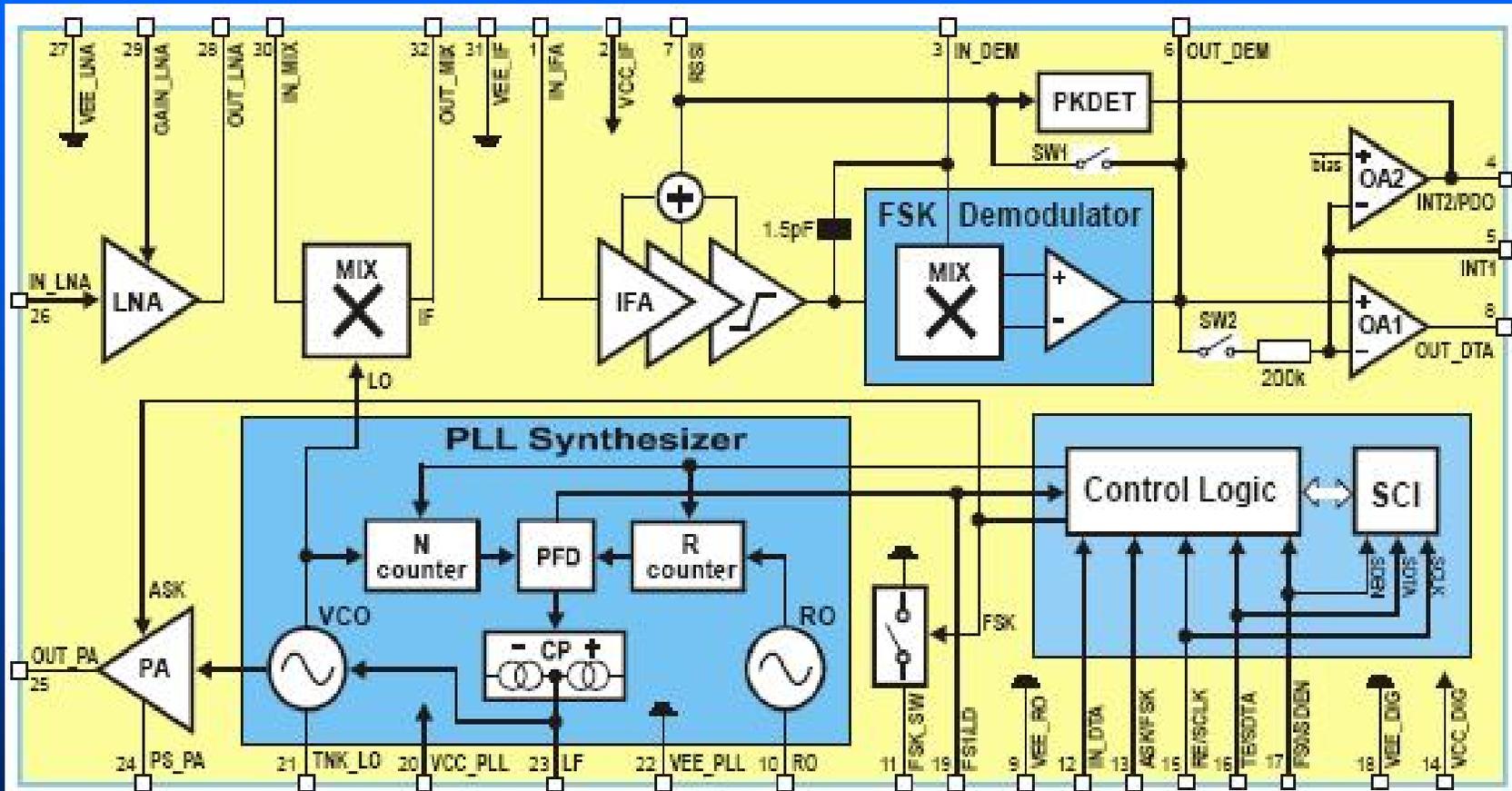
本实验电路图如下:



- 本实验采用Melex公司的TH7122芯片作为设计的主芯片，该芯片内置一个N整数锁相环电路，由锁相环电路产生本振信号。TH7122是可编程无线收发芯片。它可应用于低功耗多通道或单通道半双工数据传输系统，可工作在ISM频段(300~930MHz)。TH7122的内部结构包括：可变增益的低噪声放大器(LNA)、混频器、中频放大器、FSK解调器、运算放大器(OA1, OA2)、ASK解调器、控制逻辑串行接口(SCI)、功率放大器(PA)、锁相环合成器等。

- 该实验板作为接收机（即处于接收状态）时，天线接收到的射频信号经过预选滤波器滤除部分带外信号后进入芯片，在经过芯片内置的LNA放大信号后，由PLL产生的本振频率将射频信号下变频到中频10.7MHz，再通过外接的中心频率为10.7MHz，带宽为150KHz的陶瓷滤波器，随后经过芯片内的中频放大器IFA放大信号，最后FSK信号直接由芯片内部的FSK解调器解调，FM信号由外接的鉴频器解调出来。

- 在实验前，学生应该弄清楚在实验板作为发射机工作时的几个主要模块电路的组成和作用。
- 附：TH7122的功能块示意图：



- 本实验电路工作在四个频点（410MHz，412MHz，414MHz，416MHz），中频10.7MHz。在同一时刻只能工作一种状态（发射状态或接收状态），一个频点，在实验中通过单片机对TH7122主芯片的设置，可以实现接收或发射的状态转换和四个频点间的切换。

【实验步骤】

■ FSK接收机实验步骤：

- (1) 按实验盒上要求接好电源。
- (2) 确保实验板上跳线J1,J8,J10接上, J1,J5,J6,J7,J9断开, 确保JMP1,JMP2,JMP3,JMP4的1, 2脚接上。
- (3) 按S1键, 使得T/R指示灯处于熄灭状态, 准备通过单片机向TH7122主芯片发送接收控制字。

(4) 按S2键，选择发射选用的频点，第一次按S2按键，CHANNEL1指示灯将会发光，以后每按一次，CHANNEL1-4四个指示灯中将有一个指示灯按照从CHANNEL1到CHANNEL4的顺序循环发光，其中CHANNEL1代表410MHz的频点，CHANNEL2代表412MHz的频点，CHANNEL3代表414MHz的频点，CHANNEL4代表416MHz的频点，当一盏指示灯处于发光状态时，该指示灯相应的频点的接收控制字发送成功。

- (5) 将万用表调到20V档位，观测LOCKDET观测柱，如果电压 $>3V$ ，表示芯片内部PLL锁定，否则表示PLL未锁定。
- (6) 断开J12,，接上J11,用示波器观测C42旁边的观测柱，观测中频滤波后，中频放大前的信号波形。
- (7) 断开J11,，接上J12,用示波器观测C42旁边的观测柱，观测中频放大后的信号波形，对比与放大前信号幅度值大小。

- (8) 使用示波器观测DTA_OUT 观测柱，观测接收机解调下来的数字信号脉冲波形，对比发射机发送的数字信号（与发射机实验同步，DATA 观测柱），做详细记录，绘图。
- (9) 接上跳线JMP3, JMP4的2, 3脚，插上学生自己设计的中频滤波器，重复（6）-（8）步骤。
- (10) 接上跳线JMP1, JMP2的2, 3脚，插上学生自己设计的环路滤波器，重复（4）-（8）步骤。

测量点说明：

- DTA_OUT : 接收解调后的数字信号。
- LOCKDET : TH7122芯片内部PLL锁定指示，当电压为高时，表示芯片内部PLL锁定，当电压为低时，表示PLL未锁定。
- C42旁边的接线柱 : 中频放大前或中频放大后信号。

F1M接收机实验步骤:

- (1) 确保实验板上跳线J1、J8、J9、J10接上, J5, J6, J7断开, JMP1, JMP2, JMP3, JMP4的1, 2脚接上。
- (2) 按S1键, 使得T/R指示灯处于熄灭状态, 准备通过单片机向TH7122主芯片发送接收控制字。

FIM发射机实验步骤:

- (3) 按S2键，选择发射选用的频点，第一次按S2按键，CHANNEL1指示灯将会发光，以后每按一次，CHANNEL1-4四个指示灯中将有一个指示灯按照从CHANNEL1到CHANNEL4的顺序循环发光，其中CHANNEL1代表410MHz的频点，CHANNEL2代表412MHz的频点，CHANNEL3代表414MHz的频点，CHANNEL4代表416MHz的频点，当一盏指示灯处于发光状态时，该指示灯相应的频点的接收控制字发送成功。
- (4) 终止发送FSK测试数据。

- (5)将万用表调到20V档位，观测LOCKDET观测柱，如果电压 $>3V$ ，表示PLL锁定,否则表示锁相环未锁定。
- (6)断开J12,，接上J11,用示波器观测C42旁边的接线柱，观测射频信号下变频到中频后，中频放大前的信号波形。
- (7)断开J11,，接上J12,用示波器观测C42旁边的接线柱，观测中频放大后的信号波形，对比与放大前信号幅度值大小。
- (8)用示波器观察HEADPHONE引脚信号波形。
- (9)接上跳线JMP3,JMP4的2, 3脚，插上学生自己设计的中频滤波器，重复（5） - （8）步骤。
- (10)接上跳线JMP1,JMP2的2, 3脚，插上学生自己设计的环路滤波器，重复（3） - （8）步骤。

测量点说明:

- DATA : 由计算机并口输入的数字信号。
- LOCKDET : TH7122芯片内部PLL锁定指示, 当电压为高时, 表示PLL锁定, 当电压为低时, 表示PLL未锁定。
- C42旁边的接线柱 : 中频放大前或中频放大后信号。
- HEADPHONE: 解调下来的语音信号。

测量接收机灵敏度

■ 实验步骤:

(1) 将接收机天线取下，用双Q9接头线将接收机天线口和信号发生源接上。

(2) 调节信号发生器件产生幅度为 -20dB ，调制信号为 5KHz ，载波信号为 410MHz 的FM信号。

(3) 用耳麦听接收机接收到的声音，会听到连续的刺耳的啸叫声。

(4) 调节信号发生器，降低FM信号幅度，保持FM信号其他不变，同时注意听耳麦发出的啸叫声，当不能清楚的听到啸叫声时，记下此刻的FM信号幅度值，这就是此接收机的接收灵敏度。

测试镜像频率干扰

■ 实验步骤:

- (1) 按照发射FM信号实验步骤，发射载频为410MHz，调制信号为语音的FM信号。
- (2) 将信号发生器输出口接上天线，调节信号发生器，产生载频为388.6MHz，幅度为-20dB,调制信号为5KHz的FM信号。
- (3) 听耳麦，感受镜像干扰对解调后信号音质的干扰影响。

邻道干扰测试

■ 实验步骤:

- (1) 按照发射FM信号实验步骤，发射载频为410MHz，调制信号为语音的FM信号。
- (2) 将信号发生器输出口接上天线，调节信号发生器，产生载频为412MHz，幅度为-20dB，调制信号为5KHz的FM信号。
- (3) 听耳麦，看音质是否发生改变。