

调频发信机系统 实验

◆ 【实验目的】

- ◆ 1. 掌握一般射频发射机原理，并理解实验电路的工作过程。
- ◆ 2. 了解FSK，FM信号调制原理，以及各个工作点的频谱或波形。

◆ 【实验环境】

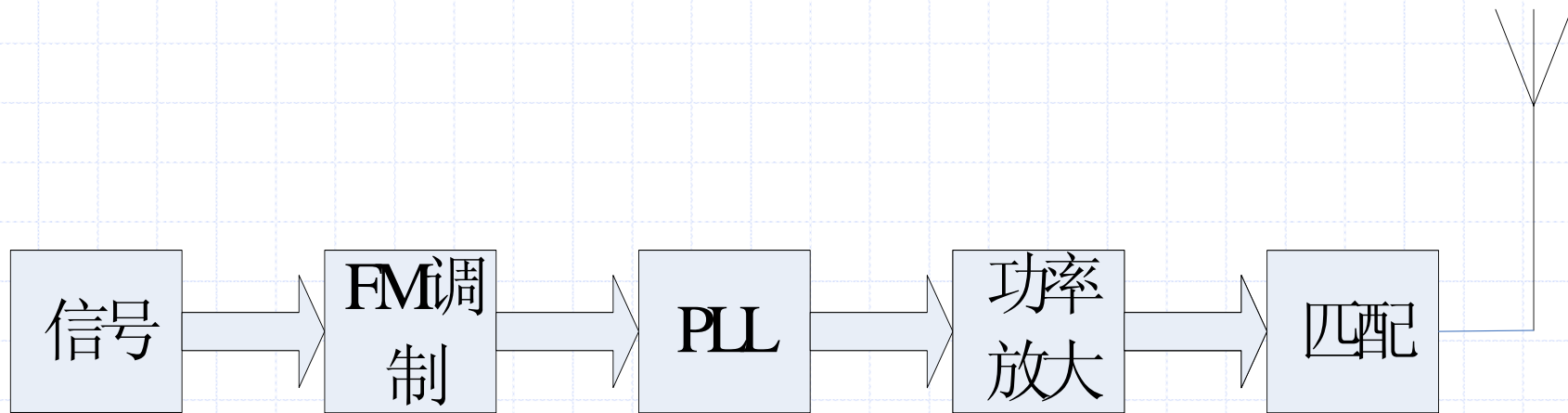
- ◆ 1. 分组实验：2~4人一组
- ◆ 2. 设备：电脑一台，实验电路板一套，频谱仪一台，示波器一台，电源一台，万用表一只，耳麦一套。

【实验原理】

◆ 由锁相环产生一个本振信号，一般频率较高，来作为信号的载频。用基带信号来调制载频，使载频携带基带信号的信息。为了使信号能有效地发射，还应该经过功率放大，带通滤波和天线的匹配。

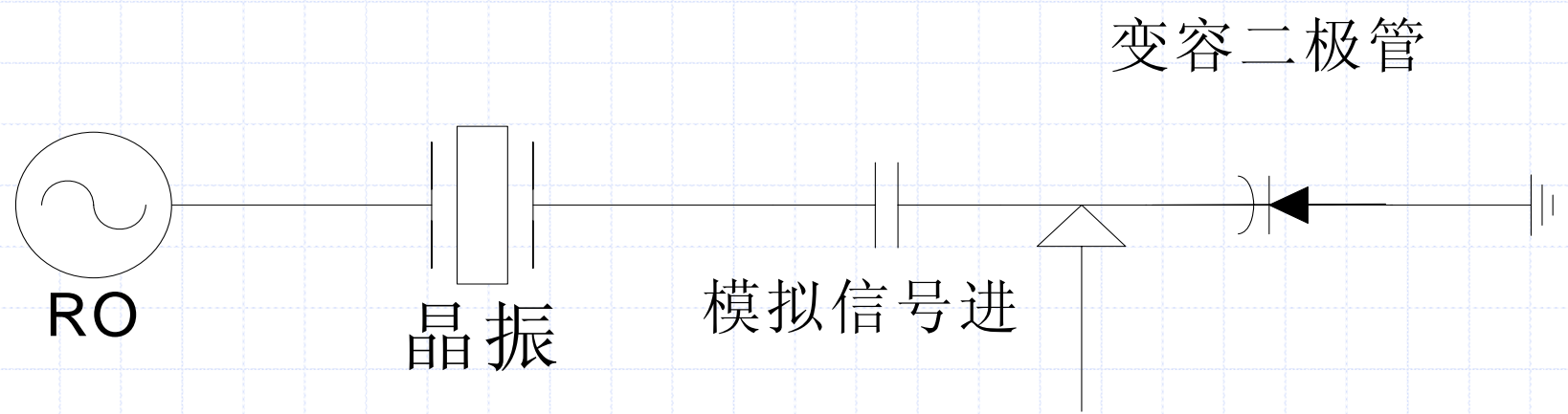
发射机方案原理框图如下：

1.FM调制方式

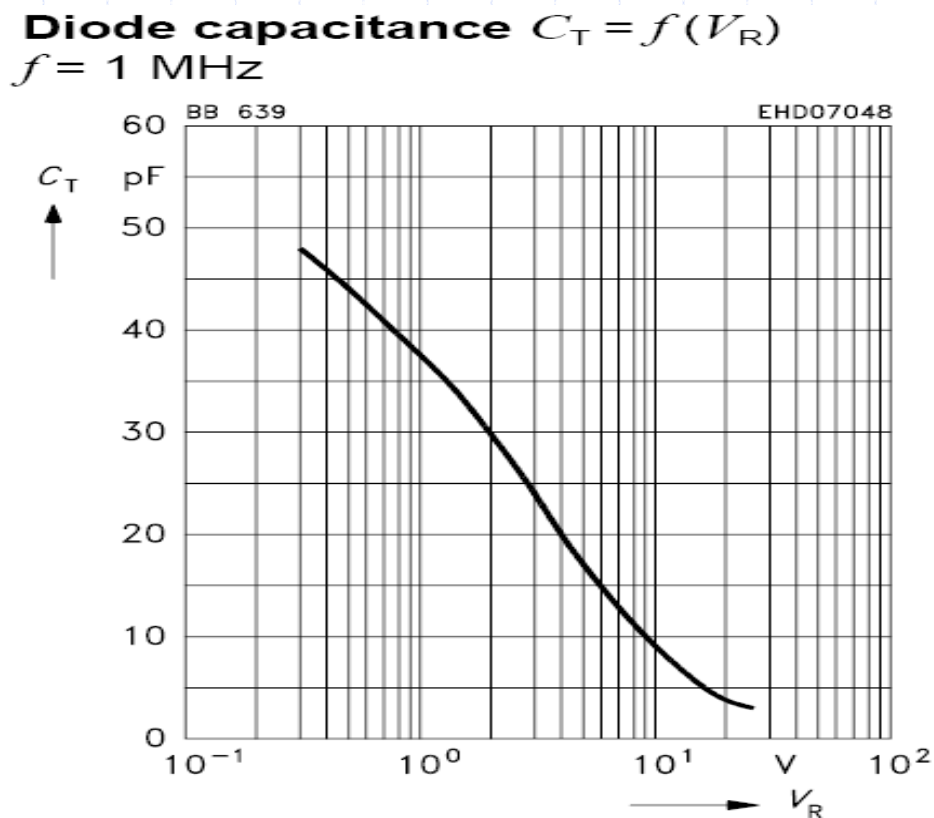


◆ 本实验采用的是直接法产生调频信号。直接法采用压控振荡器作为产生调频信号的调制器，压控振荡器的输出频率正比于所加的控制电压。本实验中具体实现采用模拟信号电压来改变晶振的频率，从而改变锁相环的鉴相频率，锁相环中压控振荡器的输出频率随着鉴相频率的改变输出不同的频率。

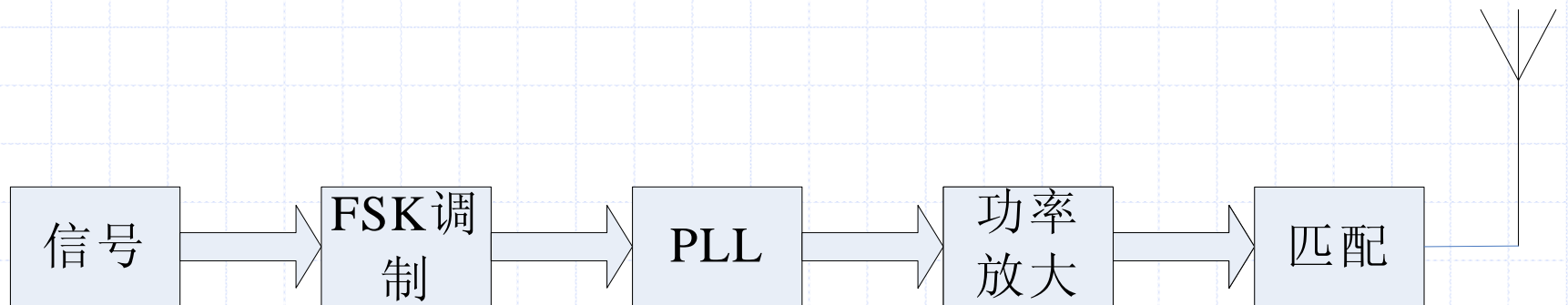
◆ 具体电路如下：



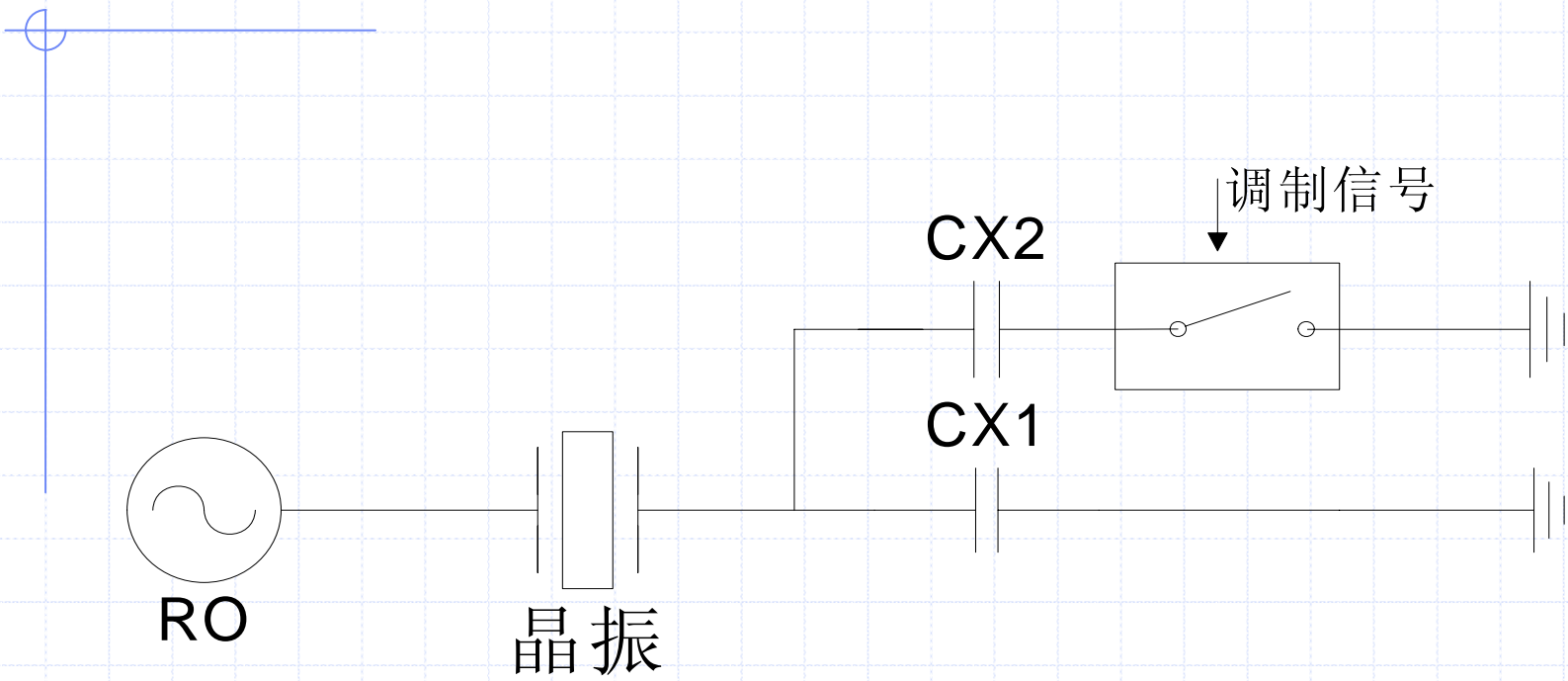
变容二极管的容值随着外加电压的改变而改变。下图为本实验中采用变容二极管BB639一特性曲线。



◆ 2.FSK调制方式:



◆ 本实验中FSK调制采用类似模拟信号调频电路产生，同样采用直接法调频，实现方式上存在差别。如下面的图示，设置了一个开关FSK_SW,当输入数字信号为‘0’（低电压），开关闭合，CX1和CX2并联，晶振频率较低，鉴相频率较低，压控振荡器产生一个较低的FSK频率。当输入数字信号为‘1’，开关打开CX2断路，晶振频率较高，鉴相频率较高，压控振荡器产生一个较高的FSK频率。从而实现数字信号的FSK调制。

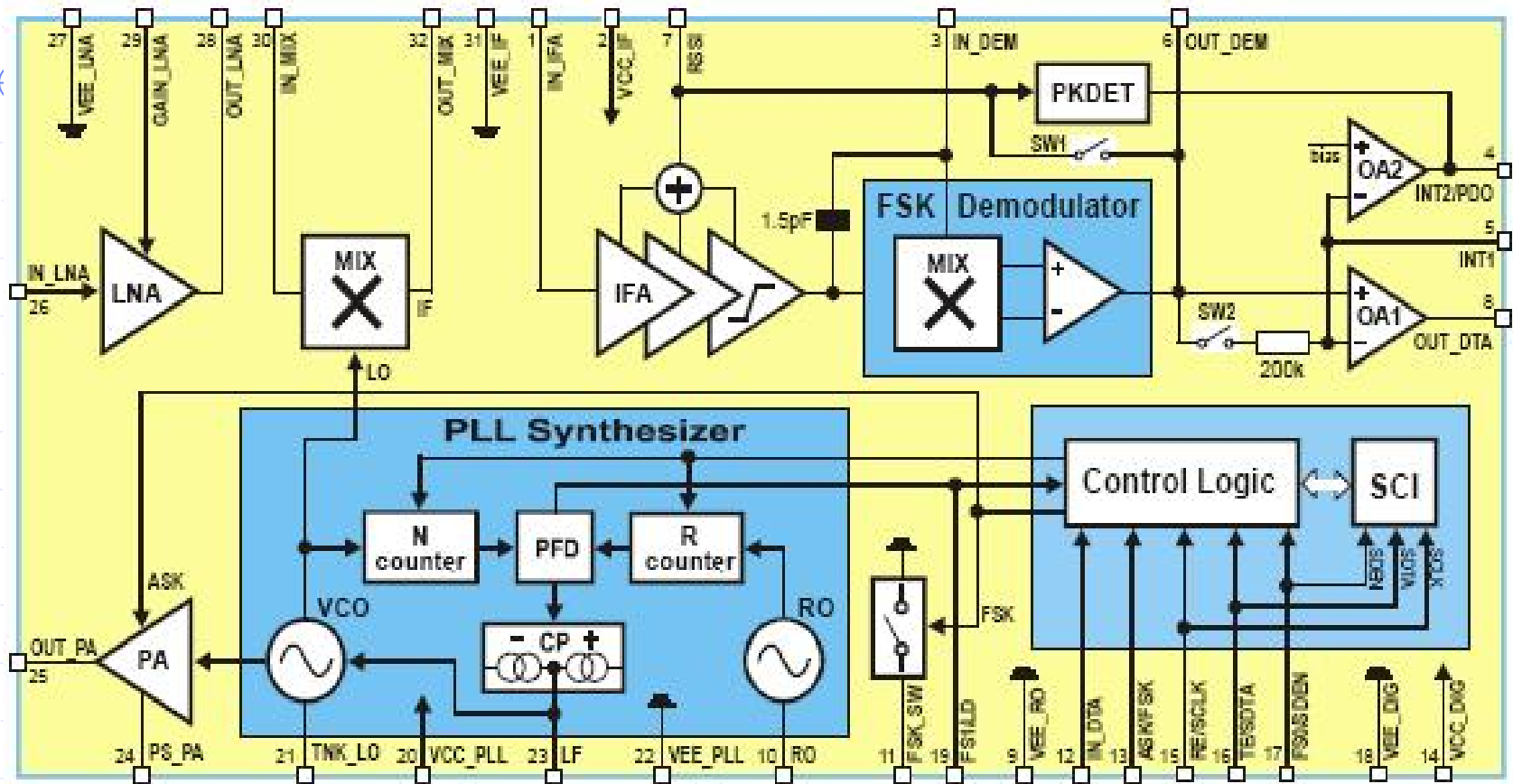


本实验采用Melex公司的TH7122芯片作为设计的主芯片，该芯片内置一个N整数锁相环电路，由锁相环电路产生本振信号。该实验板作为发射机（即处于发射状态）时，压控振荡器(VCO)输出的信号直接送入功率放大器。压控振荡器的频率此时就是载波频率。本实验对信号的调制有两种方式，分别是FSK数字调制和FM调制。

频移键控(FSK), 或称数字频率调制, 是数字通讯中较常使用的一种调制方式。FSK调制方法简单, 易于实现, 并且解调不须恢复本地载波, 可以异步传输, 抗噪声和抗衰落性能也较强。缺点是占用频带较宽, 频带利用不够经济。FSK主要应用于低, 中速数据传输, 以及衰落信道和频带较宽的信道中。本实验中为2FSK调制, 载波频率随着调制信号1或0改变, 1对应与载波频率 f_1 , 0对应于载频 f_2 。二进制频移键控已调信号可以看成是两个不同载频的幅度键控已调信号之和。二进制频移键控的调制器可以采用模拟信号调频电路来实现。本实验FM调制是直接用模拟信号比如语音信号来直接调制, 通过调整晶振的频率来控制锁相环的鉴相频率, 从而实现对载频的调制。

◆ 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，在试验中通过单片机对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发射机实验步骤：

- (1) 按要求接好电源。
- (2) 确保实验板上跳线J1，J5，J6,J8，J10接上,J3,J7，J9断开，JMP1,JMP2的1，2脚接上。
- (3) 按S1键，使得T/R指示灯处于发光状态，准备通过单片机向TH7122主芯片发送发射控制字。

(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，因此当一盏指示灯处于发光状态时，该指示灯相应的频点的发射控制字发送成功。

- ◆ (5) 用示波器观测CRYSTAL观测柱，观测晶振产生的振荡频率。
- ◆ (6) 使用频谱仪观测T/R PORT观测柱，观测发射时的信号频谱，观测信号的功率大小，做详细记录。
- ◆ (7) 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。

- ◆ (8) 打开计算机上FSK发送数据程序，通过计算机并口向实验板发射需要FSK调试的数字信号，此信号由实验同学自己设定。
- ◆ (9) 使用示波器观测DATA 观测柱，观测通过计算机并口发送的数字信号，同时和接收解调后的信号（与接收机实验同步，接收机DTA_OUT观测柱）进行比较。



(10) 使用频谱仪观测T/R PORT观测柱，观测发射时的信号频谱，做详细记录。



(11) 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）-（7）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。
- ◆ T/R PORT : 待发射的射频信号。

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。

FM发射机实验步骤:

- ① 用信号源产生FM调制信号，用频谱仪观察信号频谱，调整信号输出功率观察调制信号输出频谱的变化，比较异同。
- ② 确保实验板上跳线J1,J7接上,J5,J8断开，JMP1,JMP2的1，2脚接上。
- ③ 按S1键，使得T/R指示灯处于发光状态，准备通过单片机向TH7122主芯片发送发射控制字。

FM发射机实验步骤:

- (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，因此当一盏指示灯处于发光状态时，该指示灯相应的频点的发射控制字发送成功。

- ④ 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。
- ⑤ 用示波器观测MIKE观测柱，观测输入语音信号波形，做详细记录，绘图。
- ⑥ 用频谱仪关心MIKE观测柱，观测输入语音信号频谱，做详细记录，绘图。
- ⑦ 用频谱仪观测CRYSTAL观测柱，观测晶振产生的振荡频率经过语音调制后的频谱，做详细记录，绘图。
- ⑧ 使用频谱仪观测T/R PORT观测柱，观测发射时的信号频谱，做详细记录，绘图。
- ⑨ 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：

- ◆ 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。
- ◆ MIKE : 输入的语音信号。
- ◆ CRYSTAL : 被语音信号调制后的振荡频率。
- ◆ T/R PORT : 待发射的射频信号。

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。