

# 间接本振信号产生实验报告

## 锁相环路设计及信号观测

# 实验目的

---

- 通过锁相环本振信号产生实验，使学生加深对锁相环路产生本振信号的原理的理解。学生通过对锁相环环路滤波器的设计和相关信号的观测和分析，进一步加深锁相环环路参数对信号相位噪声影响的认识。

# 实验环境

---

1. 分组实验：三人一组

2. 设备：电脑一台，并口控制联接线一根，  
频谱仪一台，示波器一台，万用表一个，  
信号发生器一台，直流稳压电源一台。

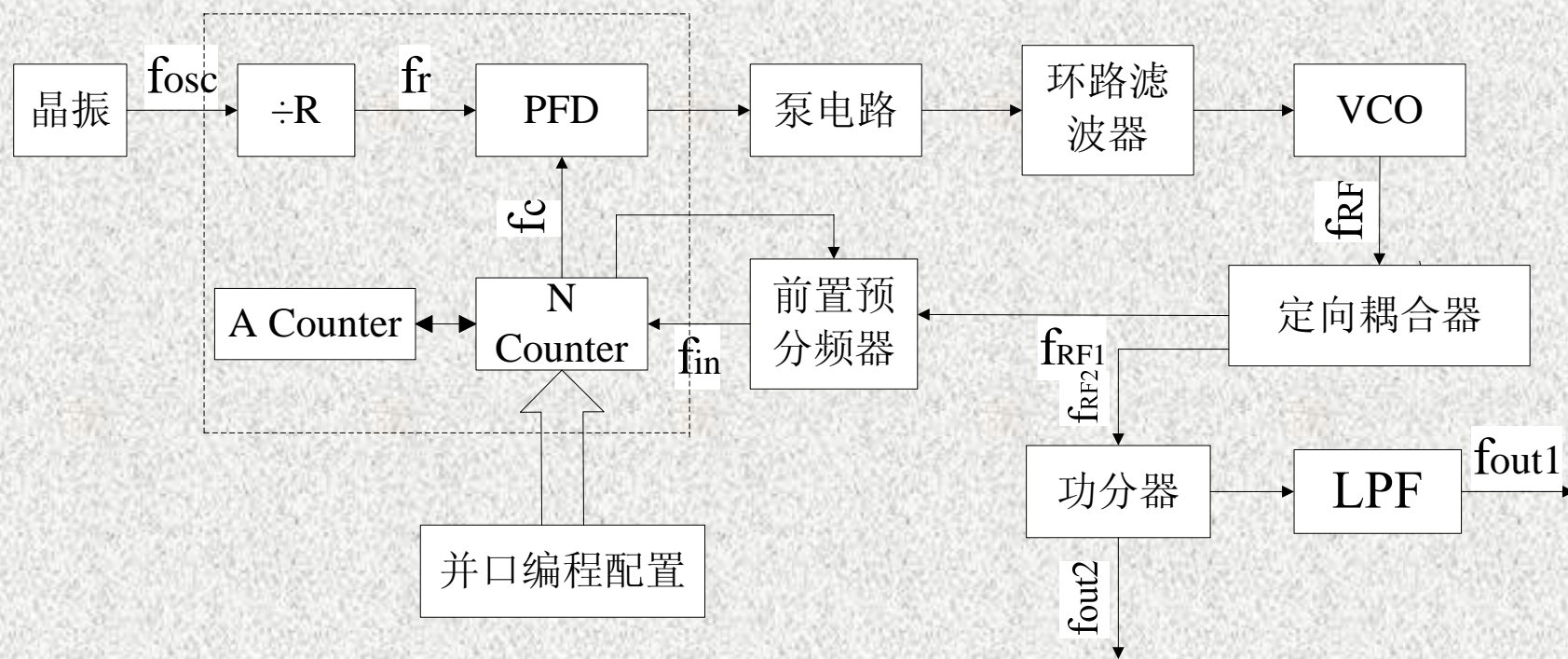
# 实验原理

---

1. 本实验系统是通过间接频率合成的方式产生本振信号。间接合成法就是利用锁相环路的窄带跟踪特性来得到不同的频率。整个锁相环路主要由锁相环主芯片MC145146（包括鉴相器、分频器）、电荷泵电路PD140、环路滤波器、VCO、前置双模预分频器、定向耦合器、功率分配器、微带低通滤波器等组成。

# 实验原理

## 2. 系统原理框图



# 实验原理

---

## 3.总分频比的计算

实现方法为：在N分频器与压控振荡器之间插入高速双模前置分频器（ $\div P$ 与 $(P+1)$ ）和吞食计数器A，最终得到总的计数分频比为： $V = A(P+1) + P(N-A) = PN + A$

输出频率为： $f_0 = (PN + A)f_R$

# 实验原理

---

## 4.环路滤波器的设计

由于环路可等效为理想二阶环，所以可用理想二阶环的计算公式来推导具体的低通滤波器元件的数值。

具体计算步骤请参考本课程教案！

# 实验步骤

---

## 1. 计算出环路参数

晶振参考输入信号  $f_{osc}=12.8\text{MHz}$

鉴相频率  $f_R=200\text{KHz}$

$I_d=14.34\text{ mA}$ ,  $K_\phi=I_d/2\pi\text{ V/弧度}$

根据试验板序号来确定  $K_{VCO}$

$\xi = 0.7 \sim 1.4$  （在该范围内可自定取值）

$f_n = 0.3 \sim 3\text{ KHz}$  （在该范围内可自定取值）

根据介绍过的公式计算出滤波器参数： $C1, R1, C2, R2, C3$ 。



# 实验步骤

---

## 2. 连通电路

连接好电源线、并口配置线及正确连接跳线**JP3**和跳线**JP4**，接入环路滤波器，通过计算机并口对锁相环路芯片进行配置，然后观察锁定指示**LED**灯是否亮或通过频谱仪观测是否锁定。如果**LED**灯未亮（或亮度不明显）或频谱仪看不到输出信号，检查连线、跳线是否连接正确，置数是否正确。

跳线说明请看附录一：



# 实验步骤

---

3. 锁相环锁定时，用示波器观测观测点  
(1)、(2)、(3)、(4)、(5)、  
(7)、(9)、记录各自相应频率以及  
波形。

观测点说明请看附录二：



# 实验步骤

---

4. 将频谱仪连接到“RFout\_D”端，观察输出信号的鉴相纹波，记录频偏200KHz的鉴相纹波值和波形；观察信号的环路带宽并记录输出信号在1KHz、10KHz、100KHz处的相噪值和波形。

# 实验步骤

---

5. 将频谱仪分别连接到标注有“RFout\_D”和“RFout\_LPF”的SMA接口端，将频谱仪观测频率范围设置为100MHz到6GHz，观测并记录各自的频谱图，比较两处输出信号频谱的差异，并分析其原因。

# 实验步骤

---

6. 将频谱仪连接到“RFout\_D”端，在并口编程配置软件分别选择输出模式为扫频输出和跳频输出，观测相应的频谱变化，并记录所观测到的现象。


# 实验步骤

---

7. (选作) 自行推导有源滤波器计算公式，选取合适的环路参数并通过实验进行验证。

# 附录一：跳线连接说明

---

- **JP1&JP2:** JP1和JP2均跳到1、2脚时，选择外部参考时钟信号输入；JP1和JP2均跳到2、3脚时，选择内部晶振电路作为参考时钟信号输入；
- **JP3&JP4:**用于选择标准低通环路滤波器还是小插板环路低通滤波器。当选择标准环路滤波器时，跳线帽跳到JP3的左右两个脚并插上JP4；当选择小插板环路滤波器时，跳线帽跳到JP3的上下两个脚并拔掉JP4的跳线帽。
- **JP5:**用于选择前置双模预分频器的分频比。插上跳线帽分频比为**64/65**，拔掉跳线帽则分频比为**128/129**（本次实验设为**64**）。
- 注：三针跳线针脚从左到右分别为**1、2、3脚**！
- 返回请点击 

# 附录二：各观测点说明

---

- 观测点**1**：外部参考输入信号
- 观测点**2**：鉴相输出脉冲信号：**PDout**
- 观测点**3**：鉴相频率：**fr**
- 观测点**4**：分频器后输出信号**fv**
- 观测点**5&6**：经反相后的差分鉴相脉冲信号： $\Phi R$
- 观测点**7&8**：经反相后的差分鉴相脉冲信号： $\Phi v$
- 观测点**9**：从前置预分频器反馈回来的信号：**fin**
- 观测点**10**：**145146**到前置预分频器的模式控制信号**MC**
- 观测点**11**：定向耦合器副路输出射频信号：**fout**
- 返回请点击 