80MHz-100MHz频谱仪

（2015国赛E题）

项目笔记

2019年5月

**任务与要求**

# 一 任务

设计制作一个简易频谱仪。频谱仪的本振原用锁相环制作。频谱仪的基本结构框图如图1-1所示。

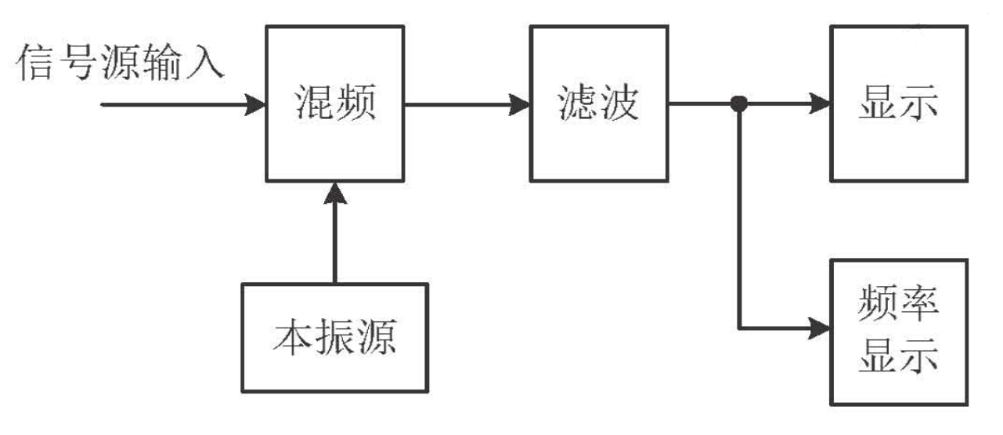


图1-1 频谱仪的基本结构

# 二 要求

1 基本要求

制作一个基于锁相环的本振源：

* 1. 频率范围 90MHz-110MHz；
  2. 频率步进100kHz；
  3. 输出电压幅度10mV-100mV，可调；
  4. 在整个频率范围内可自动扫描；扫描时间在1-5S之间可调；可手动扫描；还可预置在某一特定频率；
  5. 显示频率；
  6. 制作一个附加电路，用于观测整个锁定过程；
  7. 锁定时间小于1ms。

2 发挥部分

制作一个80MHz-100MHz频谱分析仪：

1. 频率范围80MHz-100MHz；
2. 分辨率100kHz
3. 可在频段内扫描并能显示信号频谱和对应幅度最大的信号频率；
4. 测试在全频段内的杂散频率（大于主频分量幅度2%为杂散频率）个数；
5. 其他。

# 三 说明

在频谱仪滤波器的输出端应有一个测试端子，便于测量。

**目 录**

第1章 题目分析

根据题目要求，列出系统功能和指标要求，如表1-1。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 指标  功能 | 基本要求 | 发挥部分 |
| 频率范围、频率步进的测量 | 锁相环的本振源；  频率范围90MHz-110MHz；  频率步进100kHz； | 频谱分析仪；  频谱范围80MHz-100MHz;  分辨率100kHz； |
| 电压幅度的测量 | 输出电压幅度10mV-100mV可调； |  |
| 扫频功能测量 | 在整个频率扫描范围内可自动扫描；扫描时间在1-5s之间可调；可手动扫描；还可预置在某一特定频率； |  |
| 锁定时间的测量 | 制作一个附加电路，用于观测整个锁定过程；且锁定时间小于1ms。 |  |
| 频谱测试 |  | 可在频段内扫描并能显示信号频谱和对应幅度最大的信号频率；测试在全频段内的杂散频率（大于主频分量的2%为杂散频率）个数； |
| 其他 |  |  |

表1-1 系统功能与性能指标

第2章 方案论证与系统总体设计

# 2.1 方案论证

## 2.1.1 锁相环方案论证

方案一：使用集成频率合成器芯片MC145152，配合前置分频器芯片MC12022和压控振荡器芯片MC1648进行电路设计，可通过简单的单片机控制实现较小步进调整，较宽的频带输出，性能稳定，但是系统相对复杂，设计周期长，调试难度大。

方案二：利用分立的元件：ADI公司的鉴相器芯片ADF4001，环路滤波器设计和压控振荡器芯片MC1648进行电路设计，同时使用ADI公司的锁相环仿真工具ADIsimPLL，可降低开发周期，方便设计调试，但是电路相对较大，不利于集成。

综合考虑，选择方案二。

## 2.1.2 混频器方案论证

方案一：利用二极管或者三极管的非线性器件特性实现混频器。这样利用分立元件设计出的混频器具有动态范围宽，噪声低等优点，但是对于这样的混频器容易发生本振泄露，且调试难度大。

方案二：利用集成的混频器芯片实现。如ADI公司的AD831混频器芯片，该芯片是一款高性能，低失真的混频器，具有500MHz射频信号和本振信号的输入带宽，250MHz中频输出带宽，同时集成有放大器和滤波器，最重要的是芯片的输出频率精确稳定，外围电路简单，容易操作。

综合考虑，选择方案二。

## 2.1.3 滤波器方案论证

本系统包含有三部分的滤波模块，分别是锁相环部分的环路滤波器，锁相环输出信号后的低通滤波器和混频器后的窄带带通滤波器（中频滤波器）。

1. 其中环路滤波器部分使用ADI公司锁相环仿真工具ADIsimPLL设计实现，其中包括以下两种设计方案：

方案一：无源RC滤波器。使用简单的电阻电容实现滤波功能，具体成本低廉，体积小，电路运行稳定，可靠性高等优点。

方案二：有源滤波器设计。环路滤波器中使用芯片进行滤波，不仅提供给后级所需的增益，而且提供良好的隔离作用，可以滤除信号中谐波成分，但这样增加原件数量，提升设计成本，增加板件体积。

综合考虑，选择方案一。

1. 锁相环输出信号后的低通滤波器，其中包括以下两种方案：

方案一：巴特沃斯低通滤波器。巴特沃斯型低通滤波器通带响应较为平坦，但是如果要实现的过渡带宽窄，就需要较高滤波阶数设计，这样提升设计实现的难度和成本。

方案二：椭圆低通滤波器。虽然椭圆滤波器通带内有起伏，但是相对于同阶情况的其他滤波器具有最窄的过渡带，最快的戒指特性。因为锁相环输出信号后接了AGC模块，所以这里选择椭圆低通滤波器能较好符合这里的设计需求。

综合考虑，选择方案二。

1. 混频器后的窄带带通滤波器，其中包含以下三种方案：

方案一：使用电阻，电容和电感等分立元件设计无源滤波器。这样设计的滤波电路简单，但是输出特性差，容易受到前后级电路的影响，且调试难度大。

方案二：使用集成的滤波器芯片。采用集成芯片构成的滤波器其特点是外围电路简单、能实现较大阶数，截止频率可预置，且可以设置成不同类型的滤波器。但是普遍价格偏高。

方案三：使用晶体滤波器。晶体滤波器具有较高的频率选择性，容易操作，稳定且成本低，这里滤波器设计关系到频谱仪整体性能，即滤波器通带越窄，频谱仪分辨率越高，频谱仪性能越高，晶体滤波器能较好满足本部分的设计需求。

综合考虑，选择方案三。

## 2.1.4 AGC模块方案论证