

甚高频 VHF 航空接收机的设计

1. 实验内容与任务

- 1) 设计一个能接收甚高频（频率在 100MHz~150MHz 范围内）的接收机。
- 2) 可以接收调频广播节目（至少 3 个电台）。
- 3) 改进电路及天线，使接收距离增加，能接收到飞机与机场塔台的通信信号，实现航空接收机的功能。

2. 实验过程及要求

- 1) 学习甚高频 VHF 接收机的原理及相关电路，包括直放接收机和超外差接收机的原理。弄清评价接收机性能的主要指标；
- 2) 尽可能多地查找接收机中要使用的元件、器件及集成电路；
- 3) 设计满足实验内容与任务要求的甚高频 VHF 接收机的方案，并使用相关仪器（信号源、示波器、网络分析仪、频谱分析仪）测试接收的性能指标；
- 4) 实测接收调频广播节目（至少 3 个电台）；
- 5) 改进电路及天线，使接收距离增加，能接收到飞机与塔台的通讯信息，实现航空接收机的功能。
- 6) 撰写设计总结报告，并通过分组演讲，学习交流不同解决方案的特点。

3. 教学目的

从一个完整的甚高频 VHF 接收机的设计项目实现过程中，引导学生了解接收机的原理、类型及设计、安装与调试方法；引导学生根据项目性能要求去选择优电路、选择元器件，构建测试环境与条件，并通过外场测试、原始数据分析对甚高频 VHF 接收机作出定量的技术评价。

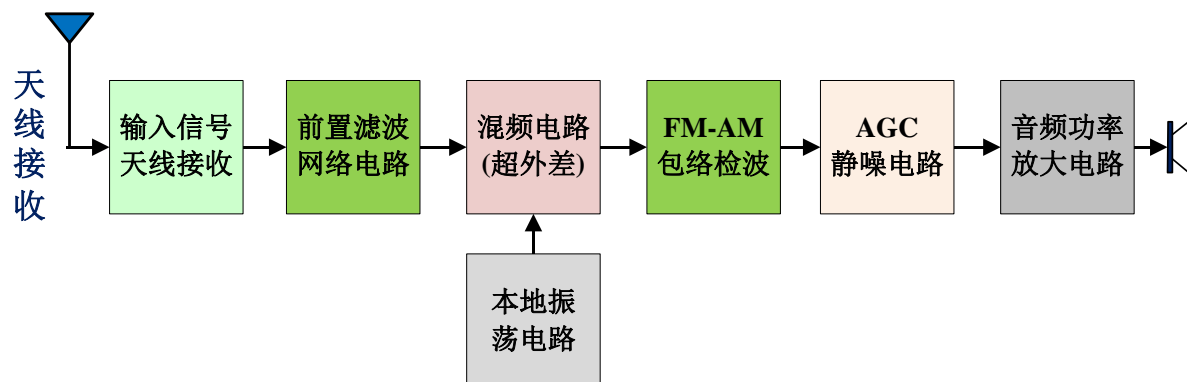
4. 实验教学与指导

本实验是一个涉及到甚高频 VHF 接收机全部内容的实验案例，在实验教学中，应在以下几个方面加强对学生的引导：

- 1) 首先根据“实验内容与要求”，全面弄清本实验的技术指标，要实现的整体功能；
- 2) 学习甚高频 VHF 接收机的原理及相关电路，包括直放接收机和超外差接收机的原理。弄清评价接收机性能的主要指标含义；
- 3) 尽可能多地查找接收机中要使用的元件、器件及集成电路；
- 4) 设计满足实验要求的甚高频 VHF 接收机的方案，并使用相关仪器（信号源、示波器、网络分析仪、频谱分析仪等）测试接收的性能指标；
- 5) 实测接收调频广播节目效果（如 FM103，FM108 等电台）；
- 6) 改进电路及天线，使接收距离增加，能接收到飞机与塔台的通讯信息，实现航空接收机的功能；可以在外场（如高楼平台当有飞机经过时或机场附近）进行测试。
- 7) 撰写设计总结报告，实验报告应给出实测数据、实测波形，并对数据的合理性给出分析。
- 8) 在实验完成后，可以组织学生以项目演讲、答辩、评讲的形式进行交流，了解不同解决方案及其特点，拓宽知识面。

5. 实验原理及方案

1) 系统结构图



图一 系统结构图

如果采用直放结构，则去掉系统结构中的混频电路和本地振荡电路。

2) 电路参考实现方案框图

实验电路原理图如图二。天线接收到的信号首先进入一个带通滤波器，本参考实现方案的带通滤波器是确保118MHz-136MHz的信号可以进入2SC3355 高放，其他信号被最大程度的衰减。经过滤波后的信号经Q1（2SC3355）进行放大，然后进入NE602 混频，同时NE602 内部有一个压控振荡器，其频率因D1 的结电容变化而变化，设计覆盖约120MHz-150MHz，因本机是按超外差机原理设计的，加上前面带通滤波器的抑制，最终可确保118MHz-136MHz 信号全部覆盖。如果需要接收其他的频段，则可根据要求重新设计滤波器。

本机中频为10.7MHz，经过NE602 混频的信号送给10.7MHz 的陶瓷滤波器，其功能是滤除混频产生的无用信号，然后把信号再送给Q2 做中放，最后送给MC1350 做进一步中频放大。MC1350 放大的信号，经中周T1 选频后，变成调频调幅波，然后送入D2 进行包络检波。

检出来的音频信号经过U4A 和U5B、LM386 放大后再送给扬声器输出。其中，AGC 功能由U4A 和U4B 配合完成，静噪功能由U5A、U5B 配合完成。

3) 参考电路

见“航空波段接收机套件说明书 V3.1. pdf”。

6. 实验报告要求

- 1) 根据案例要求完成甚高频 VHF 接收机的原理设计的分析；
- 2) 电路设计与参数选择：通过软件仿真论证参数的可行性，并对参数进行微调；
- 3) 电路测试方法：至少应给出以下几点：
 - a) 前置滤波网络电路和小信号放大的测试；
 - b) 本地振荡器的测试；
 - c) 混频器的测试；
 - d) FM-AM 检波器测试；
 - e) 统调
- 4) 实验数据记录：包括数据表格和示波器得到的波形图，收到电台信息，飞机与塔台的通话记录等；
- 5) 数据处理分析；
- 6) 实验结果总结

7. 思考题

- 1) 当有飞机来时，未接收到飞机与机场塔台的信号时，原因和解决方案？
- 2) 系统电路还有哪些可以改进的地方，请谈谈你的看法。
- 3) 系统软件还有哪些可以完善的地方，请谈谈你的看法。

8. 考核要求与方法

- 1) 基本要求及提高要求：基本要求实现图一甚高频 VHF 接收机，使用实验室仪器测试，接收机灵敏度，限幅灵敏度，最大调制频偏，信号选择性等。提高要求可以接收调频广播节目（至少 3 个电台）。进阶要求改进电路及天线，使接收距离增加，能接收到飞机与机场塔台的通信信号，实现航空接收机的功能。
- 2) 实物验收：完成“实验内容与任务”与性能指标的程度、进度，处理故障的能力；
- 3) 实验质量：电路方案的合理性、焊接质量、组装工艺；
- 4) 自主创新：自主思考与独立实践能力，电路设计的创新性；
- 5) 实验数据：测试数据、测量波形、对故障的分析及失真的分析；
- 6) 实验报告：实验报告的规范性与完整性。

表 1 实验结果考核表

要求	内容	得分
基本要求	完成甚高频 VHF 接收机电路设计	20
	达到指标要求	30
提高要求	接收 FM 电台 3 个	10
	实现航空接收机的功能	20
实验报告	实验报告	20