

浙江大学

本科实验报告

单极子天线仿真

课程名称:	天线理论与设计
姓名:	湛梓轩
学院:	信息与工程学院
专业:	电子科学与技术
学号:	3210105209
指导老师:	王浩刚

October 28, 2023

目 录

一、单极子天线原理	3
二、实验目的	3
三、仿真设计过程	3
1. 基本参数设置	3
2. 激励设置	5
3. 辐射边界条件设置	5
4. 仿真设置	6
四、仿真结果分析	6
1. 输入阻抗	6
2. 驻波比	6
3. 辐射方向图	7
(1) 2D E-Plane	7
(2) 3D E-Plane	8
五、总结与感悟	8

一、 单极子天线原理

单极天线是竖直的具有四分之一波长的天线。该天线安装在一个接地平面上，它可以是实际地面，也可以是诸如搭载工具车体等人造接地面上。单极天线的馈电是在下端点使用同轴电缆进行的，馈线的接地导体与平台相连接。在自由空间中，四分之一波长单极天线在垂直平面上的辐射方向图与半波偶极天线在垂直平面中的方向图形状相似，但没有地下辐射。在水平面上，垂直单极天线是全向性的。

其原理图如图 1所示

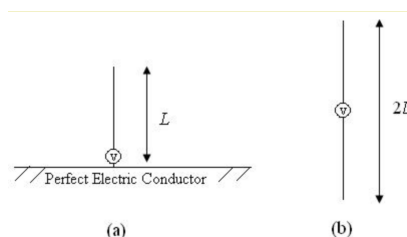


Figure 1: 单极子天线原理图

二、 实验目的

1. 通过 HFSS 对单极子天线进行建模
2. 对其仿真得到输入阻抗，驻波比和辐射方向图

三、 仿真设计过程

1. 基本参数设置

在 HFSS->Design Properties 中添加如图 2所示的基本参数。

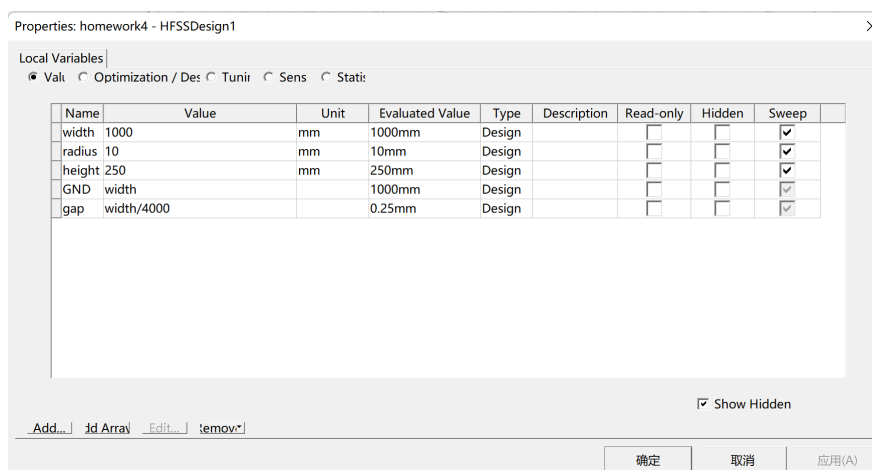


Figure 2: 基本参数设置

设置 GND 矩形面，其参数设置如图 3所示。

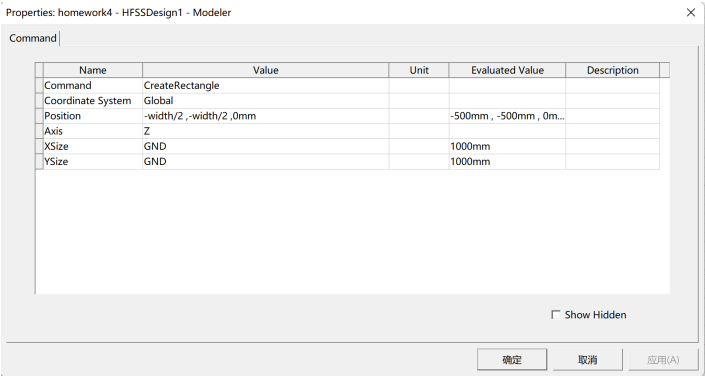


Figure 3: GND 参数

创建圆柱体，设置单极子天线，并将其材质设置为“pec”，其参数如图 4所示。

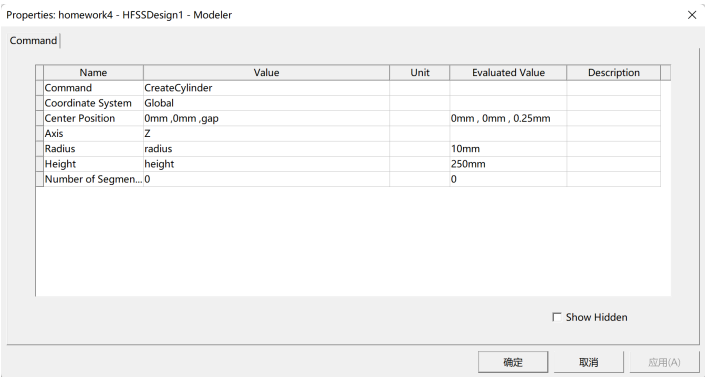


Figure 4: 单极子天线参数

最终得到的单极子天线模型如图 5所示。

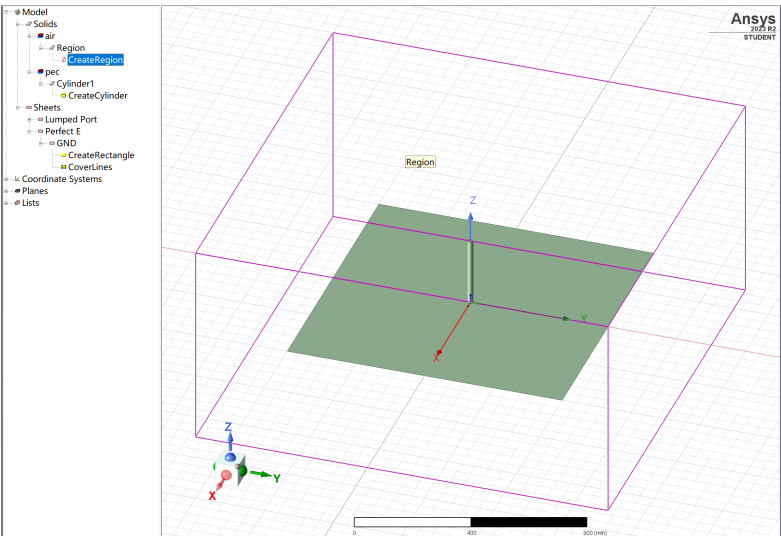


Figure 5: 单极子天线建模结果

2. 激励设置

首先设置激励端口，其相应的参数如图 6所示。

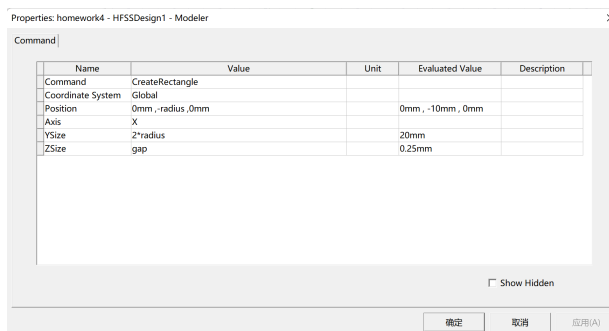


Figure 6: 激励端口参数设置

并将其激励的积分路线定为从下底线中心和上顶线中心，其设置如图所示。

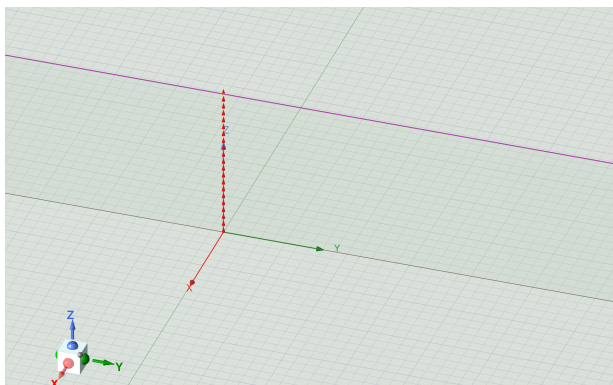


Figure 7: 激励方式设置

3. 辐射边界条件设置

设置方形空气层，并设置材质为“air”，其设置如图所示。

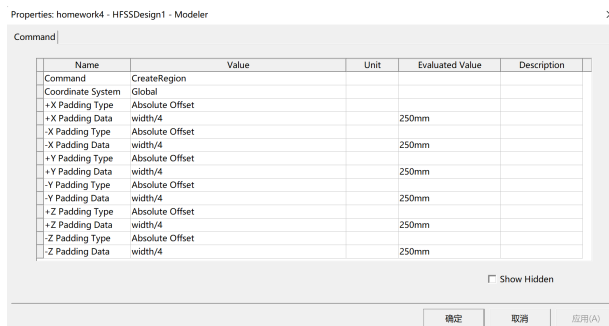


Figure 8: 边界参数设置

4. 仿真设置

最后在工程树的 analyze 处添加求解器，并设置扫描方式，如图 9所示。

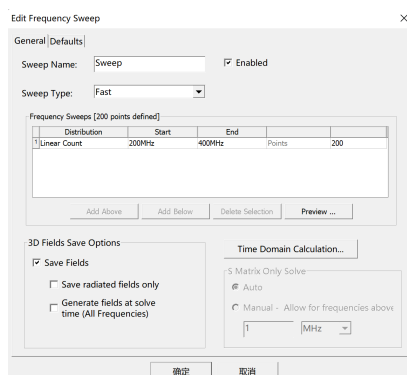


Figure 9: 求解扫描设置

四、 仿真结果分析

1. 输入阻抗

在工程树的 result 处添加输入阻抗的 report，可以得到如图 10所示的输入阻抗图。

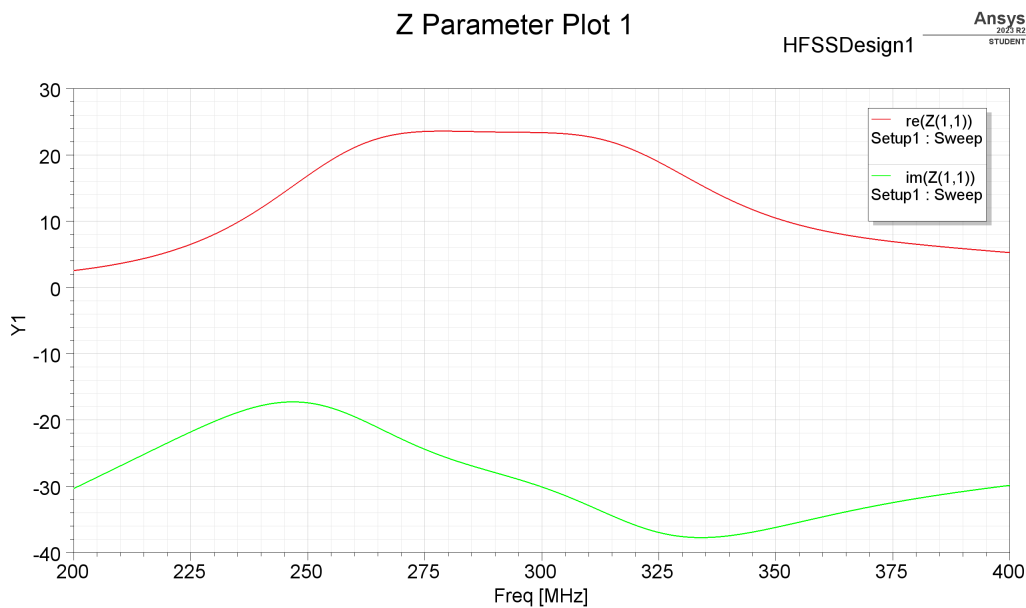


Figure 10: 输入阻抗仿真结果

从仿真结果中而可以看出，该单极子天线在接入了 50Ω 的负载后，其输入阻抗大约为 $23.5-j30.0\Omega$ ，并且在 200MHz 到 400MHz 内，输入阻抗一直保持为容抗，且随频率增大，阻抗先增大后减小。

2. 驻波比

在工程树的 result 处添加 VSWR 的 report，可以得到如图 11所示的驻波比仿真图。

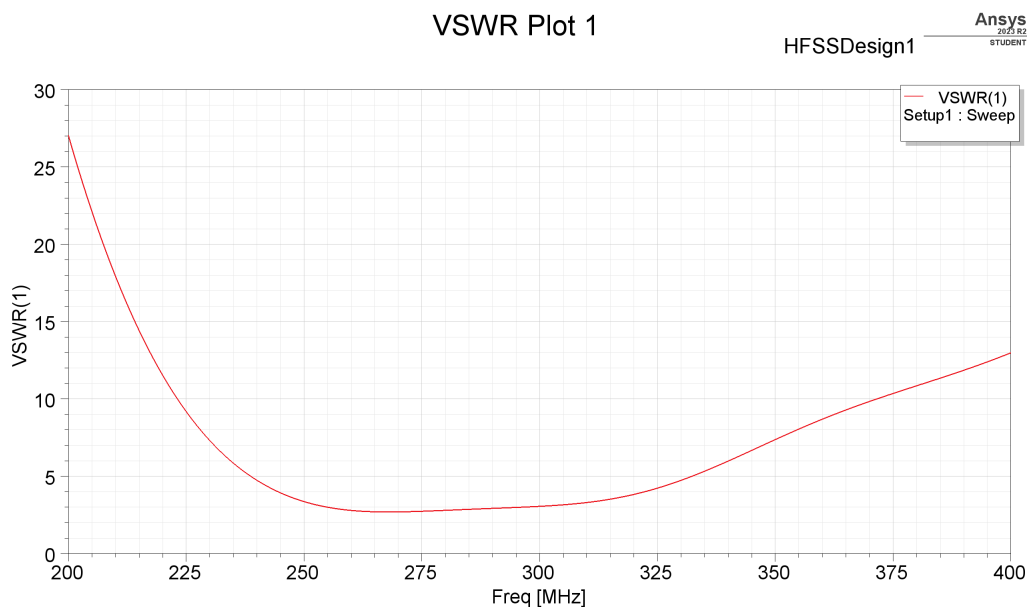


Figure 11: 驻波比仿真结果

从仿真结果中可以看出，在 300MHz 时，驻波比约为 3，在 250MHz 至 325MHz 之间，驻波比低于 5，效果较好，符合预期，但其余频段的驻波比性能就较不理想。

3. 辐射方向图

(1) 2D E-Plane

如图 12所示是该单极子天线的 2D 辐射方向图。

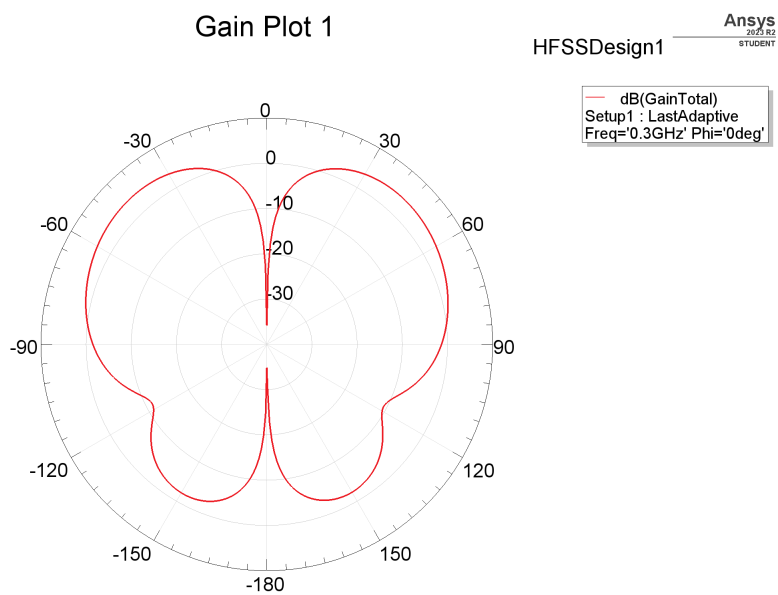


Figure 12: 2D 方向图

(2) 3D E-Plane

如图 13和 14所示是该单极子天线的 3D 辐射方向图。

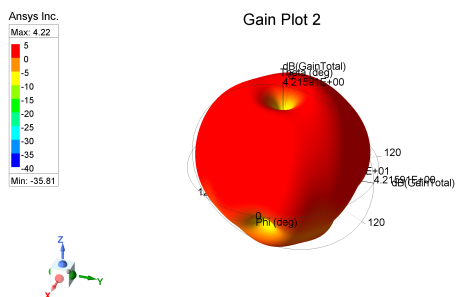


Figure 13: 3D 方向图顶面

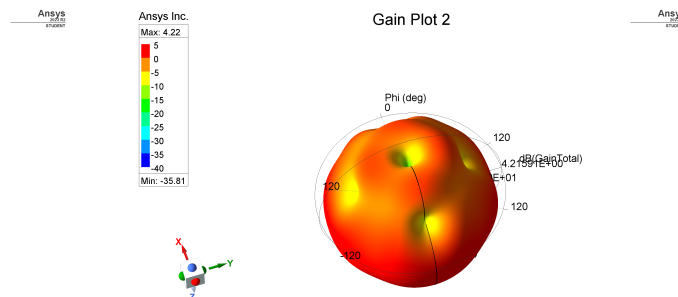


Figure 14: 3D 方向图底面

从仿真结果中可以看出，天线的最大增益为 4.215dB，在 $\phi > 0$ 的部分，是偶极子天线的一半，在 $\phi < 0$ 部分有多处衰减。

五、 总结与感悟

这是第一次独立完成 HFSS 的仿真实验，虽然单极子天线的结构较为简单，但是要注意的操作依旧不少，使我进一步熟悉 HFSS 的建模仿真流程。同时，对天线的各类指标有了进一步的理解，对天线理论的掌握更加深刻。