Laboratorio 4: Introducción al manejo de la herramienta HFSS, diseño de línea de transmisión y diseño de antenas*

Sergio Gutiérrez - 20136669** and Héctor Pulido - ***
Universidad de los Andes
(Dated: marzo de 2018)

Se calculo y simulo el funcionamiento de una antena tipo parche en el software de simulación de ANSSYS HFSS. Además se estudio una linea de transmisión y se graficaron los parámetro S(1,1)dB y S(1,1)deg, estos parámetros también fueron estudiados en el caso de la antena. Con esto podemos determinar su región de operación de laos diferentes sitemas estudiados.

Palabras clave: HFSS, Lineas de transmisión, Antenas

I. INTRODUCCIÓN

En esta practica se estudio la implementación de una linea de transición el software ANSYS HFSS [1] esta es una herramienta de simulación utilizada en la industria para el diseño de antenas; modelado de plataformas; animaciones en 3D; y comportamiento de los campos electromagnéticos para el diseño de alta frecuencia y para el diseño de componentes de alta velocidad. HFSS soluciona los modelos numéricamente utilizando el método de elementos finitos, ecuaciones integrales, algoritmos de análisis asintótico y métodos híbridos para resolver aplicaciones de radio frecuencia y aplicaciones digitales.
‘

Nuestra implementación se compuse de el diseño de una linea de transmisión para familiarizarse con el software y después se hizo el análisis y diseño de una antena tipo parche. Con este software se simulo los valor de los parámetros S(1,1)dB, S(1,1) deg y VSWR con estos se pude analizar los valores de funcionamiento de la antena.

II. OBJETIVOS

- Adquirir las herramientas necesarias para implementar el diseño de componentes de radiofrecuencia utilizando sustratos en el software HFSS.
- Familiarizarse con un nivel básico de diseño y análisis de líneas de transmisión
- Implementar el diseño de antenas en el Software HFSS.

III. MARCO EXPERIMENTAL

En esta practica primero se ejecuto la implementación de una linea de transición para la cual se utilizaron unos parámetro de físicos mostrados en Fig. 1. Los parámetro de implementación fueron dados en la guía por lo cual se muestran directamente los datos dados.

Característica	Valor	Unidades
Material: FR4	-	-
Constante dieléctrica (cr)	4.4	-
Tangente de pérdidas	0.02	-
Grosor dieléctrico (d)	1.6	mm
Frecuencia de operación	1	GHz
Impedancia de entrada (Z0)	50	ohm

Figura 1: Caption

Para el siguiente segmento de la actividad los calculo fueron hecho utilizando Matemática siguiendo los paso dados en la guía. Los datos fueron calculados de la siguiente manera Fig. 2:

```
v0 := 299 792 458
f := 2.92 * 10^{9}
er := 4.3
h := 1.6 * 10^-3

W = Sqrt[2 / (er + 1)] * v0 / (2 * f)
{0.0315344}

ereff = (er + 1) / 2 + (er - 1) / 2 * (1 / (Sqrt[1 + 12 * h / W]))
{3.95084}

dl = h * 0.412 * (((ereff + 0.3) * (W / h + 0.264)) / ((ereff - 0.258) * (W / h + 0.8)))
{0.000738976}

L = v0 / (2 * f * Sqrt[ereff]) - 2 * dl
{0.0243484}

Leff = L + dl
{0.0250874}
```

Figura 2: Definición de variables y calculo de la longitud efectiva de la antena y el valor de constante dieléctrica efectiva

Con el valor de la longitud ahora necesitamos saber los valores de impedancia de entrada de la linea estos

* Curso de Teoría Electromagnética
**
***

se calculan haciendo uso de las ecuaciones que se dieron en la guía pero la implementación computacional esta mostrada en Fig.3 con la cual encontramos los valores de las ganancias de entrada de la antena.

```
K0 = 2 * Pi * f / v0
{61.1987}

I1 = Integrate[((Sin[K0 * W * Cos[z] / 2] / Cos[z])^2) * Sin[z]^3, {z, 0, Pi}]
{1.16835}

G1 = I1 / (120 * Pi^2)
{0.000986489}

G12 = (120 * Pi^2)^(-1) * NIntegrate[
   ((Sin[K0 * W * Cos[z] / 2] / Cos[z])^2) * BesselJ[0, K0 * L * Sin[z]] * Sin[z]^3, {z, 0, Pi}]

{0.000591475}
```

Figura 3: Calculo computacional de los valores de ganancia de la antena definida en la guía

Con estos calculamos el valor de la resistencia de entrada y longitud y_0 para poder definir con precisión las dimensión de la antena al momento de hacer la simulación en el software.

```
Rin = 1 / (2 * (G1 + G12))
{316.864}

y0 = L * ArcCos[Sqrt[50 / Rin]] / Pi
{0.00900816}

g = (v0 * 10^{2} * 4.65 * 10^{-12}) / (Sqrt[2 * ereff] * f * 10^{-9})
{0.0169836}
```

Figura 4: Caption

IV. ANÁLISIS Y RESULTADOS

En la primera actividad de la practica, se diseño una linea de transmisión, en la cual se utilizaron rectángulos para describir la tierra, la linea de transmisión y los puertos de entrada y salida, y se utilizaron solidos para simbolizar el sustrato y el medio en el cual se encontraba la linea de transmisión.

Como material del sustrato se utilizo FR4 y como material del medio se utilizó el vacio. Al vacío se le asigno un parámetro de radiación, a la linea de transmisión y a la tierra se les asigno "Perfect Ez a los 2 extremas de la linea se les asignaron puertos de entrada y de salida respectivamente.

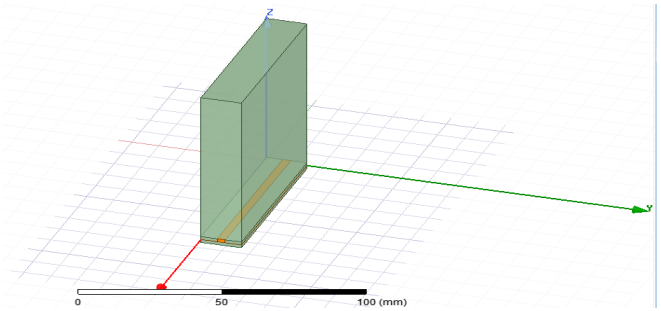


Figura 5: Linea de transmision con todos los parametros

Finalmente, en el "Solution Setup"se cuadro la frecuencia de solución como 1 GHz y se añadió un barrido de frecuencia desde 0.5 hasta 2 GHz con pasos de 0.05 GHz y se graficaron los parámetros S(1,1)dB y S(1,1)deg

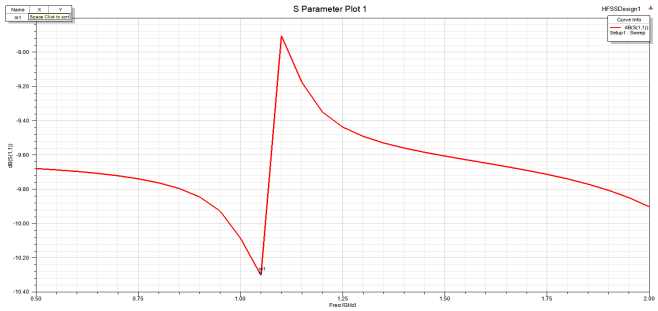


Figura 6: Gráfica del parametro S(1,1)dB

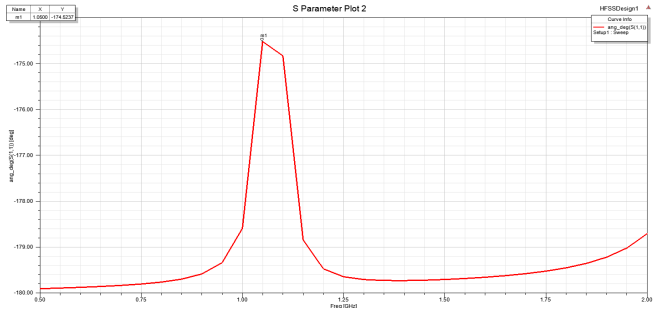


Figura 7: Gráfica del parametro S(1,1)deg

En la segunda actividad de la práctica, se desarrollo una antena tipo parche con las longitudes dadas en un archivo conjunto a la practica, y cuyos valores se acercaban a los valores experimentales calculados en el preinforme. Se utilizaron solidos para graficar casi todas las partes de la antena menos el puerto, el cual se hizo con un rectángulo. Para el material de la tierra y la antena se utilizo cobre, de sustrato se utilizo FR4 y como medio se utilizo el vacío nuevamente. Como parámetros se le añadió un puerto de entrada al rectángulo y

radiación al medio.

Para armar la antena en el programa, se utilizaron las opciones de cortar áreas que se intersectan de 2 bloques y la opción de unir 2 bloques cuyos bordes se tocan. Como resultado final la antena quedo de la siguiente forma con todos los parámetros añadidos.

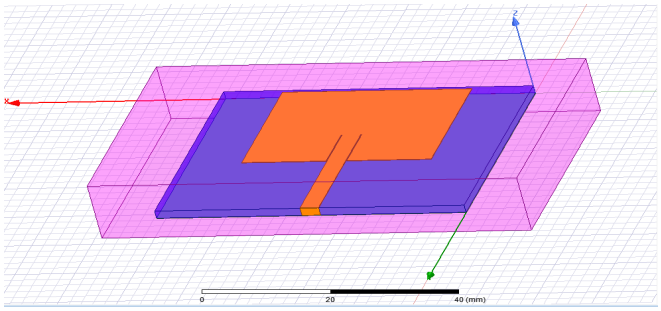


Figura 8: Gráfica de la antena construida en el software

Después, en el "solution setup"se cuadro la frecuencia de solución como 2.919 GHz y se añadió un barrido de frecuencia desde 2 hasta 4 GHz con pasos de 0.5 GHz y se graficaron los parámetros S(1,1)dB, S(1,1)deg, VSWR, magnitud y fase de la impedancia de entrada

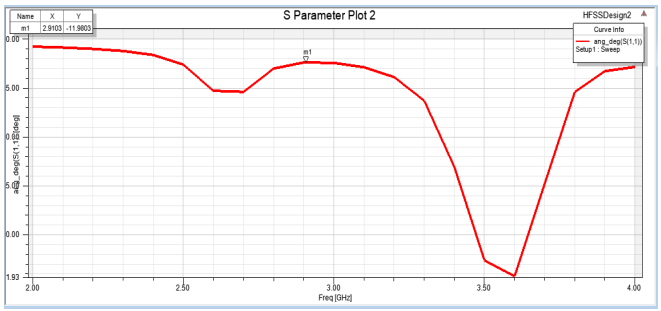


Figura 9: Gráfica del ángulo de S(1,1)

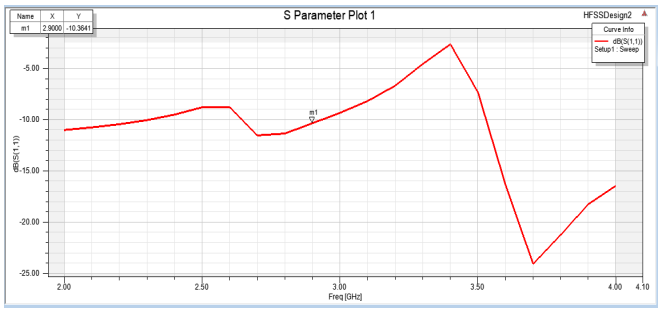


Figura 10: Gráfica del dB de S(1,1)

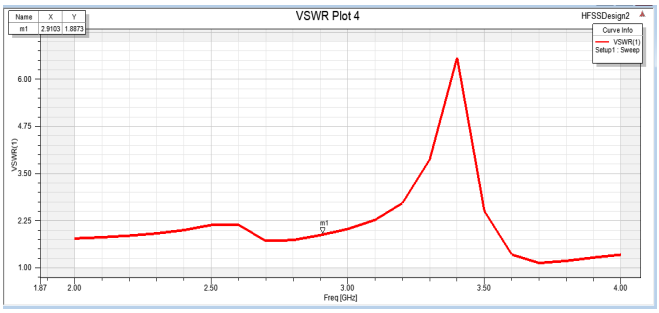


Figura 11: Gráfica del VSWR de la antena

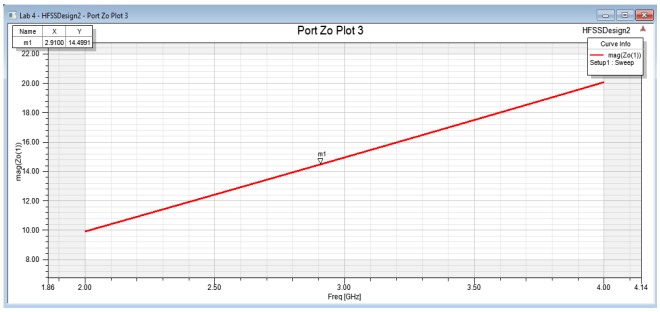


Figura 12: Gráfica de la magnitud de la impedancia de entrada de la antena

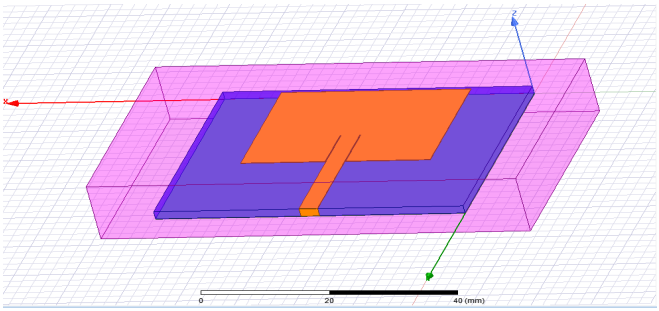


Figura 13: Gráfica de la fase de la impedancia de entrada de la antena

Para crear las gráficas polares, primero se tuvo que crear una geometría de esfera infinita con ángulo entre -180 y 180 grados y después se utilizo la opción Çreate Far Field Report - 3D Polar Plot"para graficar la ganancia y la directividad de la antena

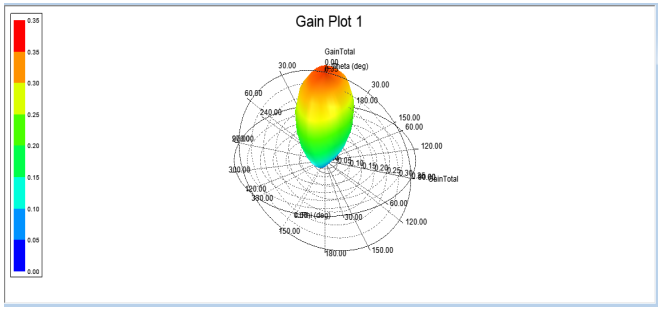


Figura 14: Gráfica de la ganancia de la antena

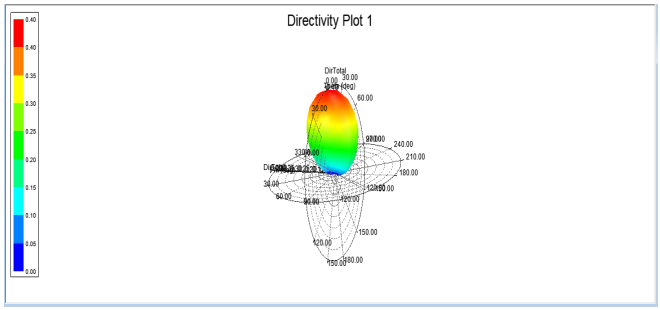


Figura 15: Gráfica de la directividad de la antena

V. CONCLUSIONES

- Para el diseño de los componentes en el software, es preferible utilizar variables a usar resultados numéricos ya que es mas fácil hallar un error de implementación de formulas de este modo
- Utilizando los datos proporcionados, se dio cuenta que se necesitaba usar la definición de Leff ya que los resultados debían tener 4 cifras significativas en total para no causar ningún error en el diseño
- Se deben tener datos exactos ya que al mas mínimo error el programa no deja correr los análisis

VI. BIBLIOGRAFÍA

[1] .ᴱⁿgineering Simulation 3-D Design Software — ANSYS", Ansys.com, 2018. [Online]. Available: https://www.ansys.com. [Accessed: 21- Mar- 2018]