Laboratorio 2 Teoría Electromagnética*

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

Se construyeron varios transformadores de cuarto de onda con diferentes distancias calculadas para los casos reales e ideales, y luego se normalizo este valor para poder graficarlo en la aplicación de la carta de Smith

Palabras clave: Analizador Vectorial,Acoplamiento, Carta de Smith, Impedancias, Transformador de cuarto de onda

I. INTRODUCCIÓN

Primero, se hallo el valor de la carga utilizando el dato dado y el dato de la impedancia del conector para luego proceder a calcular la longitud de onda teórica cuando el factor de disipación es ideal y cuando es real. Teniendo la longitud de onda, se divide sobre 4 para hallar las longitudes que deben tener las lineas de transmisión

Utilizando estos datos se construyeron los transformadores de un cuarto de onda y por último se midieron los valores experimentales de las impedancias con el software de la carta de Smith.

II. OBJETIVOS

- Realizar un transformador de cuarto de onda para acoplar impedancias a frecuencias específicas a lo largo de una línea de transmisión.
- Aprender a utilizar la carta de Smith para ubicar impedancias e implementar el transformador de cuarto de onda.
- Interpretar el comportamiento del circuito cuando se agrega una sección de acople.

III. MARCO TEÓRICO



Figura 1: Analizador vectorial Rohdes and Schwarz

El instrumento utilizado para recopilar las señales fue el analizador vectorial. Este dispositivo tenia un rango de operación entre 100 kHz y 8 GHz, lo cual significa que podía captar señales de ese estilo. Para que la recepción de señales sea mas óptima, se tiene que llevar el analizador vectorial a un lugar al aire libre y apuntarle la antena que se le conecte a los puntos donde todas las señales se vuelvan mas fuertes

Para esta práctica de laboratorio se quiso observar si se cumplía el acoplamiento por compensación en transformadores de cuarto de onda cuando tenían diferentes longitudes. Cuando se utiliza el acoplamiento se evita que se generen ondas estacionarias que son perjudiciales para los dispositivos electrónicos

Para esto se utilizan transformadores de cuarto de onda ya que este tipo de transformadores varían de acuerdo a la longitud de la linea y como resultado, varían el valor de la impedancia al final. Esto fue probado por el software de la gráfica de Smith cuando se construyeron las gráficas de los valores de la impedancias experimentales y teóricos

IV. PROCEDIMIENTO

]

En primer lugar, se realizaron los calculos para hallar los valores de la longitud de las lineas de transmision. Se

* Curso de Teoría Electromagnética
**
***

empezaba calculando el valor de la carga para el transformador con la siguiente fórmula

$$Z_0 = 75\ \Omega,\ Z_{in} = 50\ \Omega,\ Z_{in} = \frac{Z_0^2}{Z_L} \rightarrow Z_l = 112{,}5\ \Omega \quad (1)$$

Sabiendo el valor teórico de la carga se calculo la longitud teórica para tres frecuencias diferentes, sabiendo que las distancia y frecuencia se relacionan como:

$$\lambda = \frac{c \cdot v_f}{f} \rightarrow d = \frac{\lambda}{4} \quad (2)$$

Se hace el calculo de las distancia asumiendo el factor de disipación v_f como ideal y el valor real $vf = 1$, $v_f = 0{,}66$ respectivamente. En la figura 2 se muestran las distancias teorice para $vf = 1$ y en la figura 3 son la distancias de $v_f = 0{,}66$ con estos datos se construyo la lineas de transición la cual requiero montar 4 diferente lineas porque tenemos 4 longitudes diferentes en total.

Freq [MHz]	λ [m]	d [m]
300	0.999	0.250
450	0.666	0.167
750	0.400	0.100

Figura 2: Distancias calculadas teóricamente para un linea de transformador de cuarto de onda con un factor de disipación $vf = 1$

Freq [MHz]	λ [m]	d [m]
300	0.660	0.165
450	0.440	0.110
750	0.264	0.066

Figura 3: Distancias calculadas teóricamente para un linea de transformador de cuarto de onda con un factor de disipación $vf = 0{,}66$

Con esto se construyeron los transformadores y se les mido su impedancia de entrada con el analizador vectorial. Los datos obtenidos se muestran en las figuras 4-5 donde las normalización y los errores están calculados utilizando :

$$\%Err = \frac{|Teo - Exp|}{Teo} \cdot \%100,\ Z_{Lnorm} = \frac{|Z_{Lexp}|}{Z_{Lteo}} \quad (3)$$

Después de esto, se procedió a armar los transformadores con el cable coaxial, la resistencia de 120 ohms y el conector de SMA de jack para medir los valores de las impedancias reales de las 4 lineas de transmisión

Freq [MHz]	d [m]	Z [Ω]	Carga Norm.	Error
300	0.250	50.3+j24.8	1.1216	50.15%
450	0.167	41.1-j13.2	0.8633	61.63%
750	0.100	69.0+j52.1	1.7292	23.15%

Figura 4: Resultados experimentales para las linea de transmisión para las distancias calculadas usando $v_f = 1$ con sus respectivos errores para cada medición por frecuencia.

Freq [MHz]	d [m]	Z [Ω]	Carga Norm.	Error
300	0.165	58.7-j84.6	2.3517	10.43%
450	0.110	47.9-j8.68	0.9461	56.68%
750	0.066	54.8+j12.3	1.4367	47.71%

Figura 5: Resultados experimentales para las linea de transmisión para las distancias calculadas usando $v_f = 1$ con sus respectivos errores para cada medición por frecuencia.

Por ultimo se midió el valor de experimental de la carga utilizando un oh-metro el cual nos di $Z_L = 118{,}3\ \Omega$ esto es mostrado en la carta de Smith utilizando software en la figura 8 para el valor real y en la figura 7 para el valor teórico. De estas imágenes se puede notar como hay esta perfectamente centrado para el valor teórico Fig. 7 y como no pega en el centro para el valor de la carga real lo que muestra que no esta acoplado.

Valor	Carga Norm.	Error
Teorico	2.25	5.30%
Real	2.339	

Figura 6: Error entre el valor real y teórico de la carga para el transformador de cuarto de onda

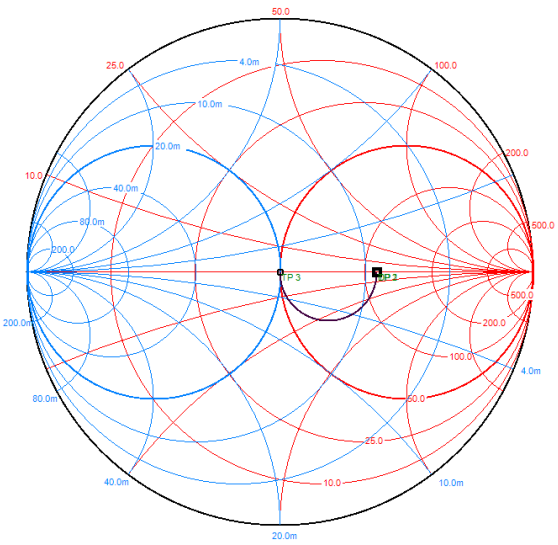


Figura 7: Carta de Smith para el valor teórica de la carga $Z_L = 112{,}5$

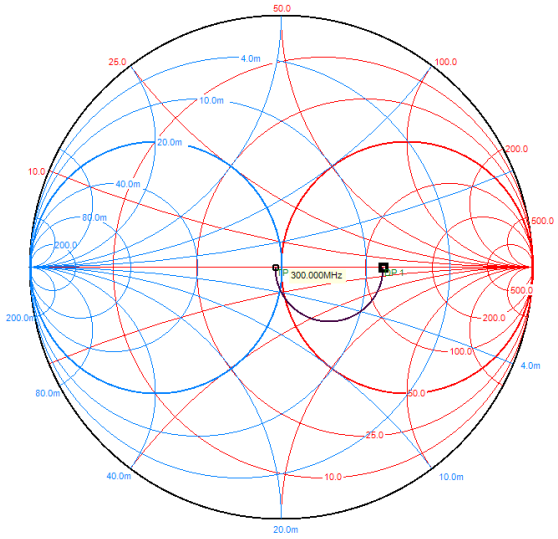


Figura 8: Carta de Smith para el valor experimental de la carga $Z_L = 118{,}3$

V. ANÁLISIS Y RESULTADOS

Se puede observar en los datos teóricos que existe un acople en los datos en la parte resistiva de la carga pero existe una parte capacitiva en la impedancia de entrada experimental que no se comporta de la manera querida teóricamente. Esto fue comprobado al usar el software de la carta de Smith, por eso es que las gráficas 7 y 8 tienen sus diferencias

Se logro notar que en los casos en los que el factor de disperción valia 0.66, el porcentaje de error iba incrementando con respecto a la frecuencia , ademas de que el segundo objeto en la impedancia de entrada cambiaba de ser un condensador a ser un inductor cuando la frecuencia era muy grande. Lo contrario paso cuando se observo el comportamiento entre la frecuencia y el porcentaje de error es inversamente proporcional, ademas de que la parte imaginaria de la impedancia iba a quedar como un inductor para luego paso a ser un condensador

VI. CONCLUSIONES

- Se construyeron 4 transformadores de cuarto de onda ya que 4 valores de longitudes se acercaban (0.167 y 0.165, 0.10 y 0.11)
- Se analizó que los porcentajes de error de las impedancias en el caso de factor de dispersión ideal iba decreciendo a medida de que se aumentaba la frecuencia
- Se observo que la gráfica en la carta de Smith para el valor teórico de la carga estuvo perfectamente centrada mientras que para la carga experimental no estuvo centrado. Según lo que se dijo antes, esto significa que la carga real no estaba acoplada

VII. BIBLIOGRAFÍA

[1] Wayne Tomasi. Sistemas de Comunicaciones electrónicas. Pearson educación, 2003.

[2] Circuitos Eléctricos – Quinta Edición, 2003 – DORF, R. C. y SVOBODA, J. A.

[3] Carl TA Johnk. Teoría electromagnética principios y aplicaciones. Noriega Editores Editorial LI-MUSA, 1993

[4] "Weng Cho Chew", Wc- 2017. [Online]. Available: [Accessed: 09- Feb- 2018].