



62.09 Electromagnetismo B

Trabajo práctico n°1

Adaptación de Impedancias con la carta de Smith

Ríos Martín J.	84831
Tempone Nicolás	84548
Figueroa Gonzalo	84255

2.^{do} cuatrimestre 2006

Introducción

La carta de Smith es un diagrama polar especial que contiene círculos de resistencia constante, círculos de reactancia constante, círculos de relación de onda estacionaria constante y curvas radiales que representan los lugares geométricos de desfase en una línea de valor constante; se utiliza en la resolución de problemas de guías de ondas y líneas de transmisión.

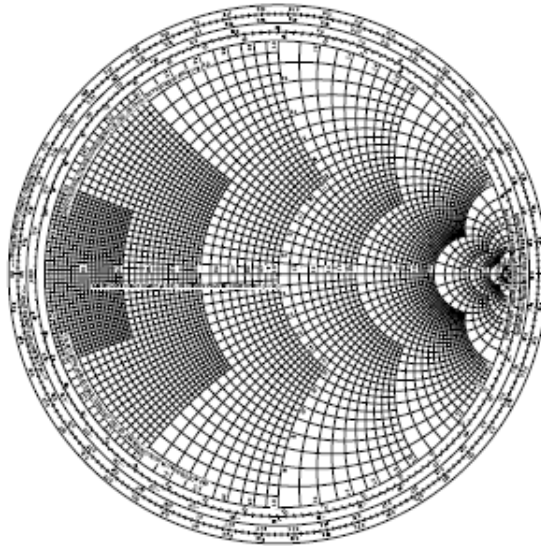
Fue inventada por Phillip Smith en 1939 mientras trabajaba para RCA, aunque el ingeniero japonés Kurakawa inventó un dispositivo similar un año antes. El motivo que tenía Smith para hacer este diagrama era representar gráficamente las relaciones matemáticas que se podían obtener con una regla de cálculo.

La carta de Smith fue desarrollada en los Laboratorios Bell. Debido a los problemas que tenía para calcular la adaptación de las antenas a causa de su gran tamaño, Smith decidió crear una carta para simplificar el trabajo. De la ecuación de Fleming, y en un esfuerzo por simplificar la solución del problema de la línea de transmisión, desarrolló su primera solución gráfica en la forma de un diagrama rectangular.

Phillip persistió en su trabajo y el diagrama fue desarrollado gradualmente con una serie de pasos. La primera carta rectangular fue limitada por la gama de datos que podría acomodar. En 1936 desarrolló un nuevo diagrama que eliminó la mayoría de las dificultades. La nueva carta era una forma coordinada polar especial en la cual todos los valores de los componentes de la impedancia podrían ser acomodados.

Las curvas del cociente constante de la onda de la situación, de la atenuación constante y del coeficiente de reflexión constante eran todos los círculos coaxiales con el centro del diagrama. Las escalas para estos valores no eran lineales, pero eran satisfactorias. Con el tiempo la gente que trabaja en este ámbito propuso las cartas para solucionar problemas de las líneas de transmisión.

The Complete Smith Chart



La carta de Smith es una herramienta gráfica usada para relacionar un coeficiente de reflexión complejo con una impedancia compleja. Se puede utilizar para una variedad de propósitos, incluyendo la determinación de la impedancia, la adaptación de la impedancia, la optimización del ruido, la estabilidad y otros. La carta de Smith es una ingeniosa técnica gráfica que virtualmente evita todas las operaciones con números complejos. Por ejemplo, se puede determinar la impedancia de entrada a una línea de transmisión dando su longitud eléctrica y su impedancia de carga.

La carta de Smith permite realizar con sencillez el diseño de circuitos para adaptar impedancias y optimizar la transferencia de energía en información a cargas. En este TP vamos a analizar la eficiencia de una adaptación desde el punto de vista del ancho de banda, es decir, el rango de frecuencias para el cual el sistema se halla dentro de la condición $|\rho| < 0,2$.

Desarrollo

La problemática planteada en el trabajo práctico puede dividirse en dos partes:

A Sistemas a adaptar.

B Preguntas teóricas.

A. Sistemas a adaptar

Para la realización de esta parte del Tp se utilizará el programa Smith Chart V2.0 que permite analizar la adaptación de impedancias mediante la carta de Smith. Se analizarán dos configuraciones distintas:

- 1 Se tiene un circuito impreso donde se trabaja en el rango de frecuencias $1GHz - 1,3GHz$. La impedancia característica de la línea microstrip es 87Ω . La impedancia de carga del circuito (entrada de un amplificador) se puede modelar en ese rango de frecuencias como una resistencia de 33Ω y una inductancia en serie de $17,8nHy$. Por lo se debe armar un adaptador de impedancia que adapte la línea con la impedancia de entrada de la antena (tomando como criterio de aceptación $|\rho| < 0,2$).
- 2 Se tiene un circuito impreso donde se trabaja en el rango de frecuencias $3GHz - 3,4GHz$. La impedancia característica de la línea microstrip es 132Ω . La impedancia de carga del circuito (entrada de un amplificador) se puede modelar en ese rango de frecuencias como una resistencia de 25Ω y una capacidad en serie de $1,9pF$. Por lo tanto se debe armar un adaptador de impedancia que adapte la línea con la impedancia de entrada de la antena (tomando como criterio de aceptación $|\rho| < 0,2$).

Se debe probar con el programa los siguientes adaptadores e indicar cuál tiene mayor ancho de banda:

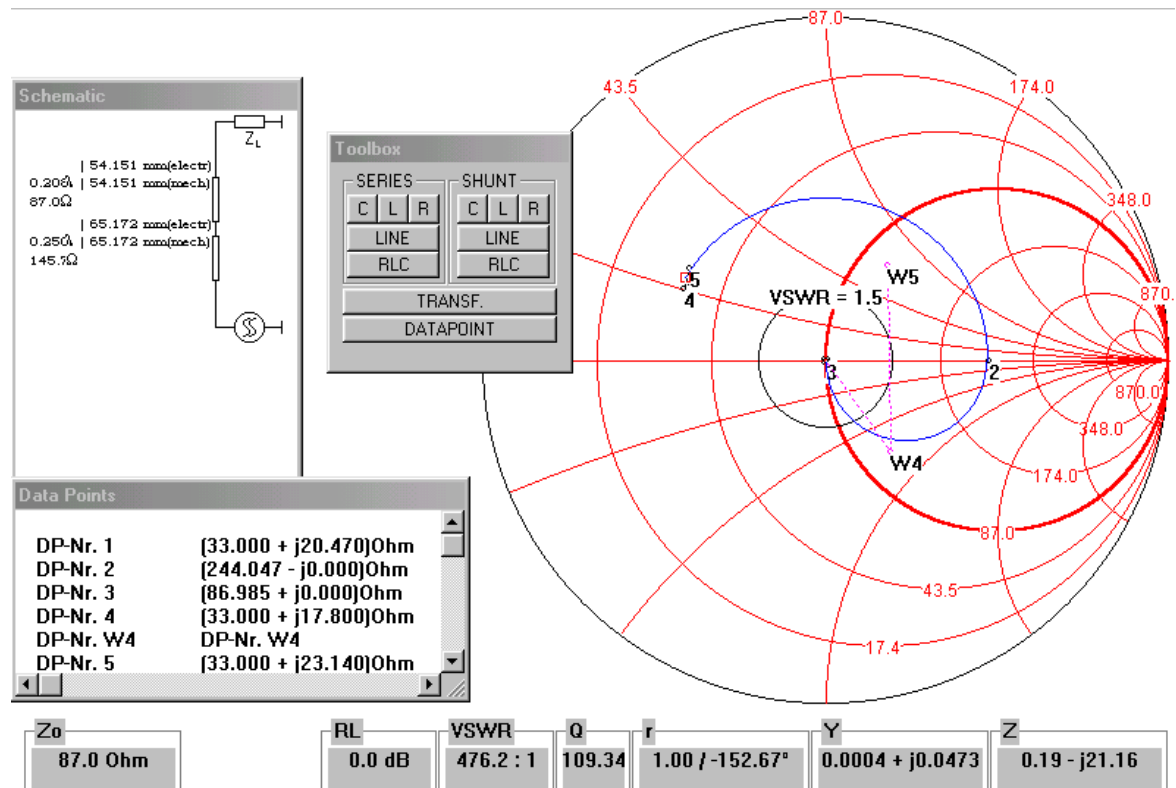
- a Cuarto de onda.
- b Dos elementos reactivos.
- c Tres elementos reactivos (Configuraciones π y T).
- d Cuatro elementos reactivos.
- e Uno o más elementos reactivos y transformador.
- f Adaptador Stub.

B. Preguntas

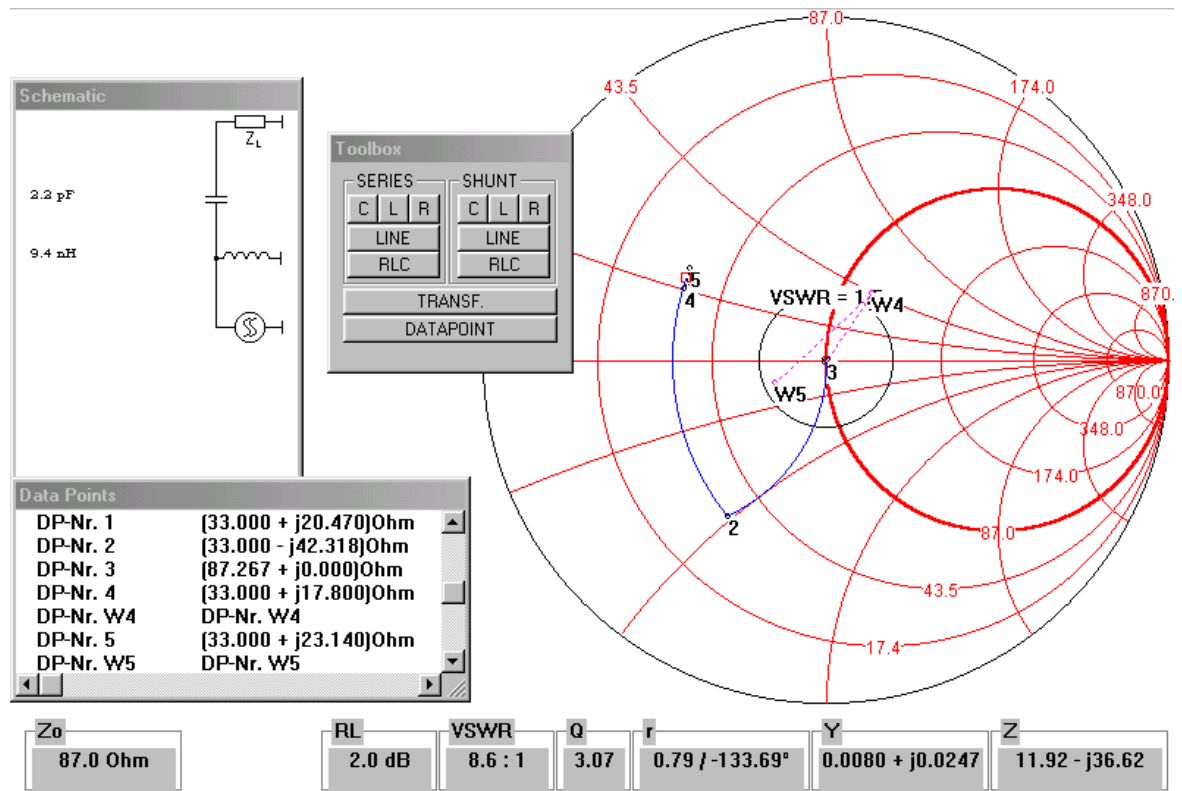
- 1 En el adaptador de dos elementos, ¿ existe un único par de elementos que adapta la carga?.
- 2 En los adaptadores de tres y cuatro elementos, ¿ cuántas posibilidades hay?
¿ Todas tienen igual ancho de banda?
- 3 Es sensible el adaptador Stub al ancho de banda de las señales de interés?.
Mencione ventajas y desventajas con respecto al adaptador de cuarto de onda.
- 4 Analice la factibilidad tecnológica de alguna de las adaptaciones conseguidas.

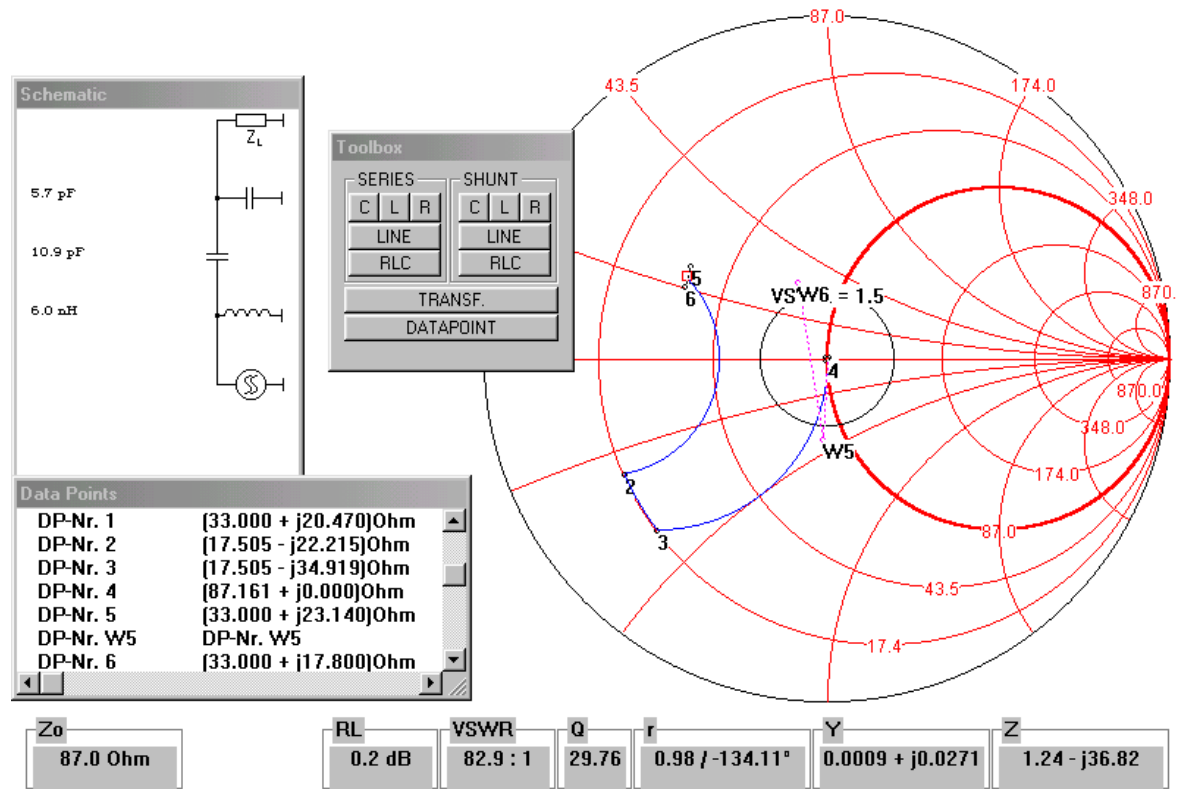
Problema 1

a)

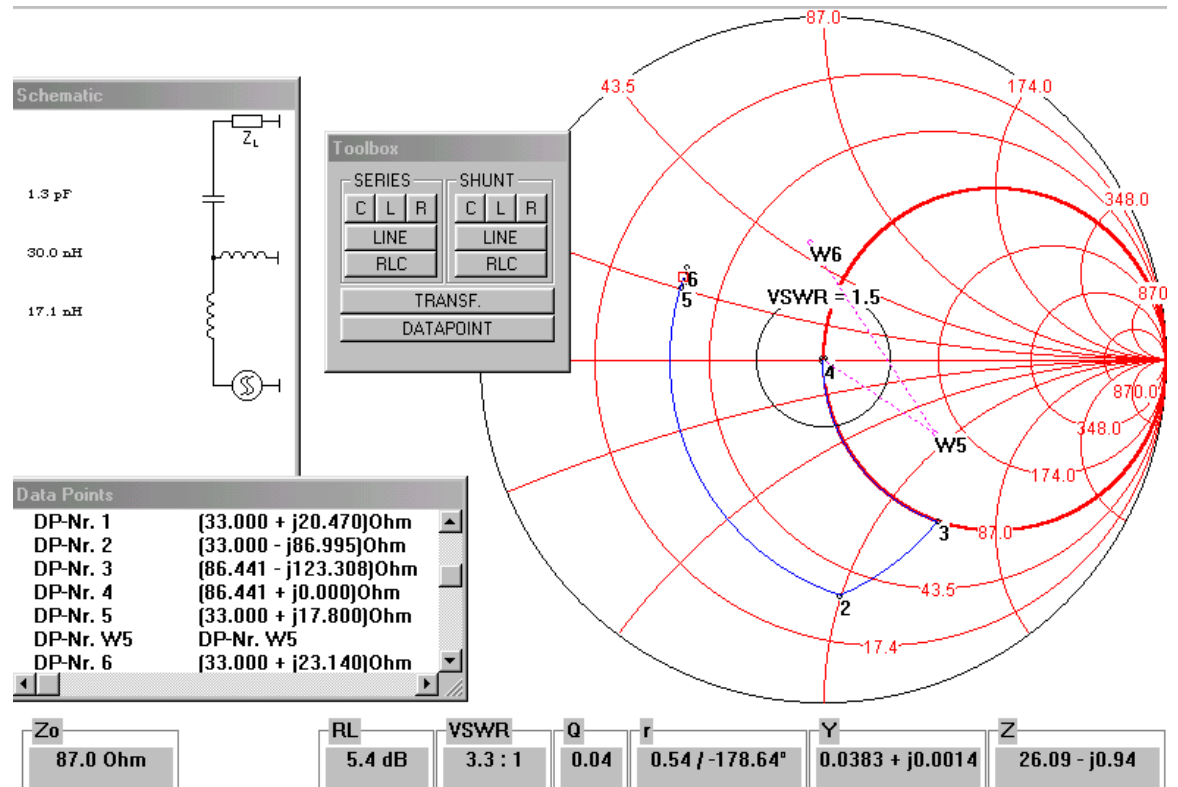


b)

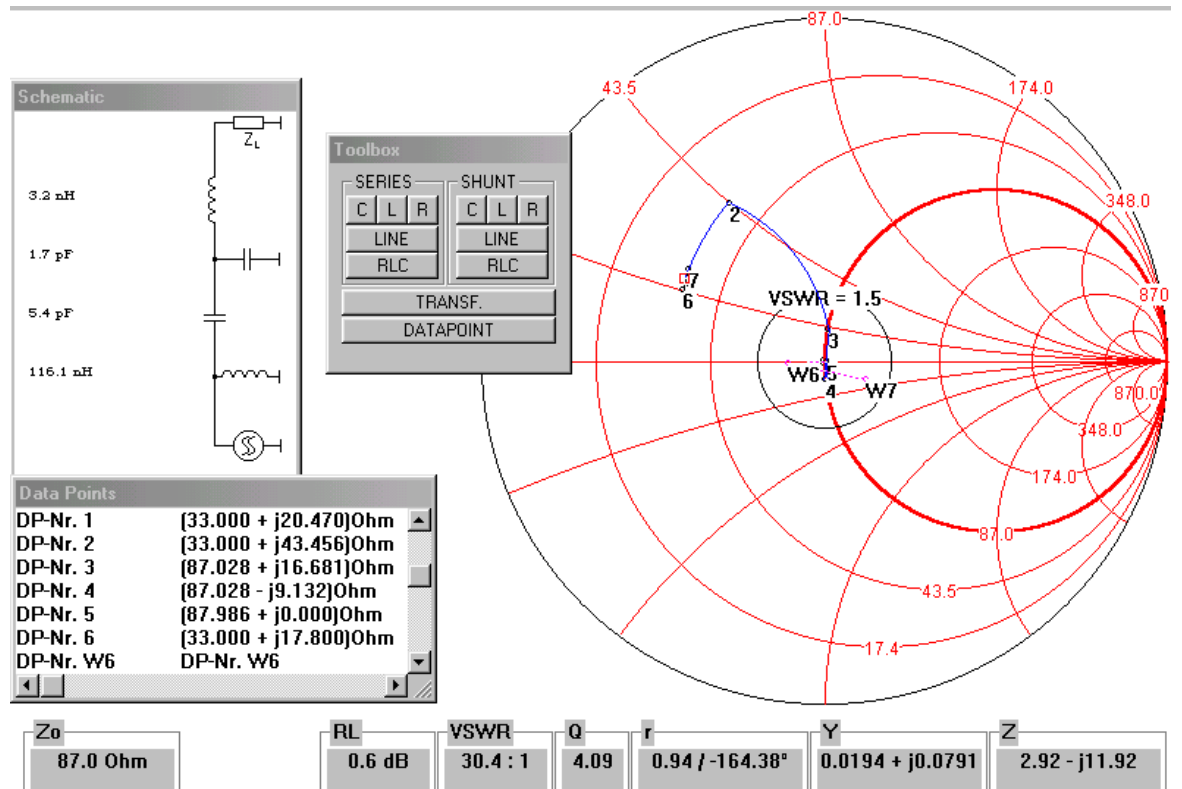


c] Configuración π 

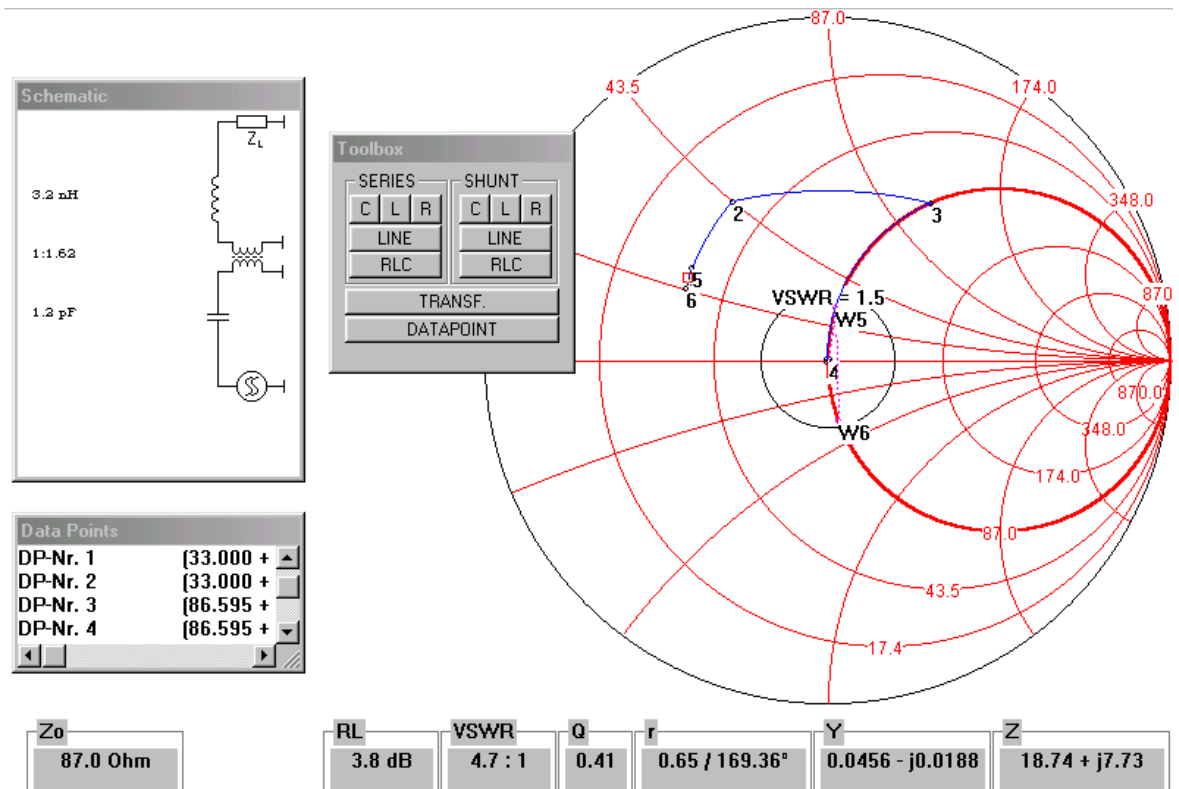
Configuración T



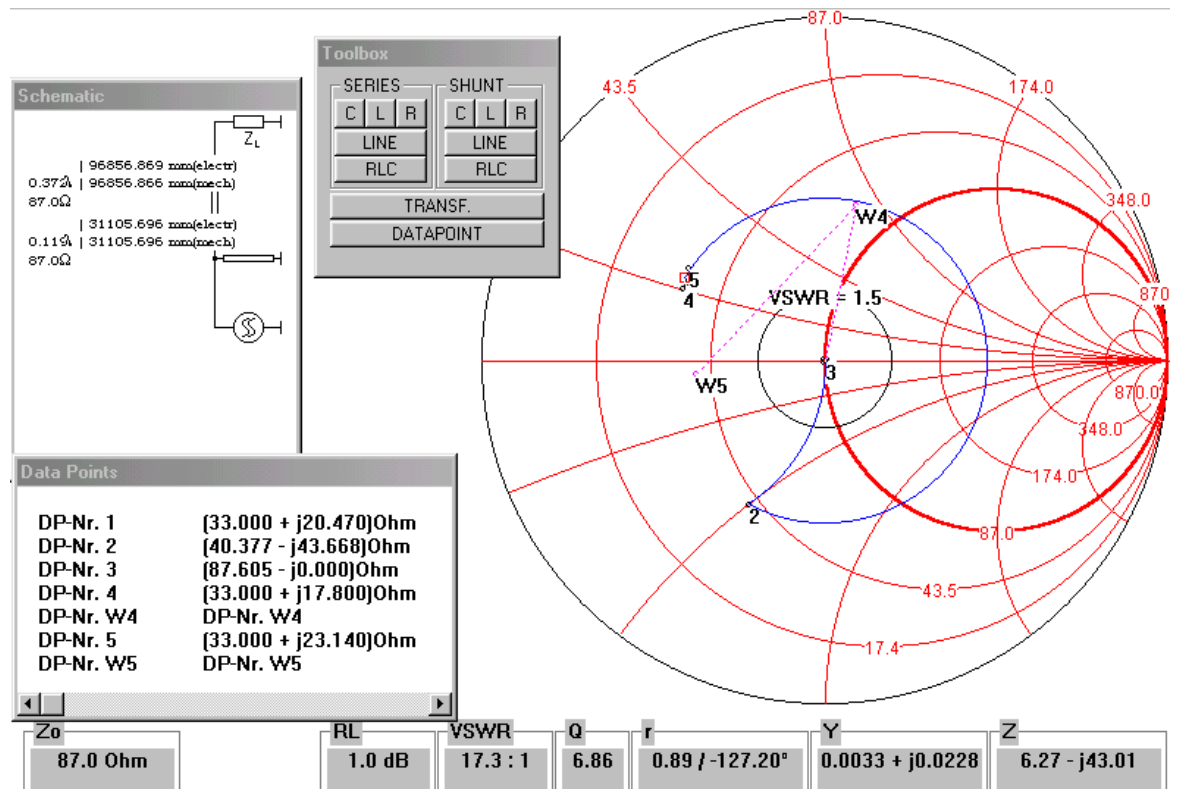
d)



e]

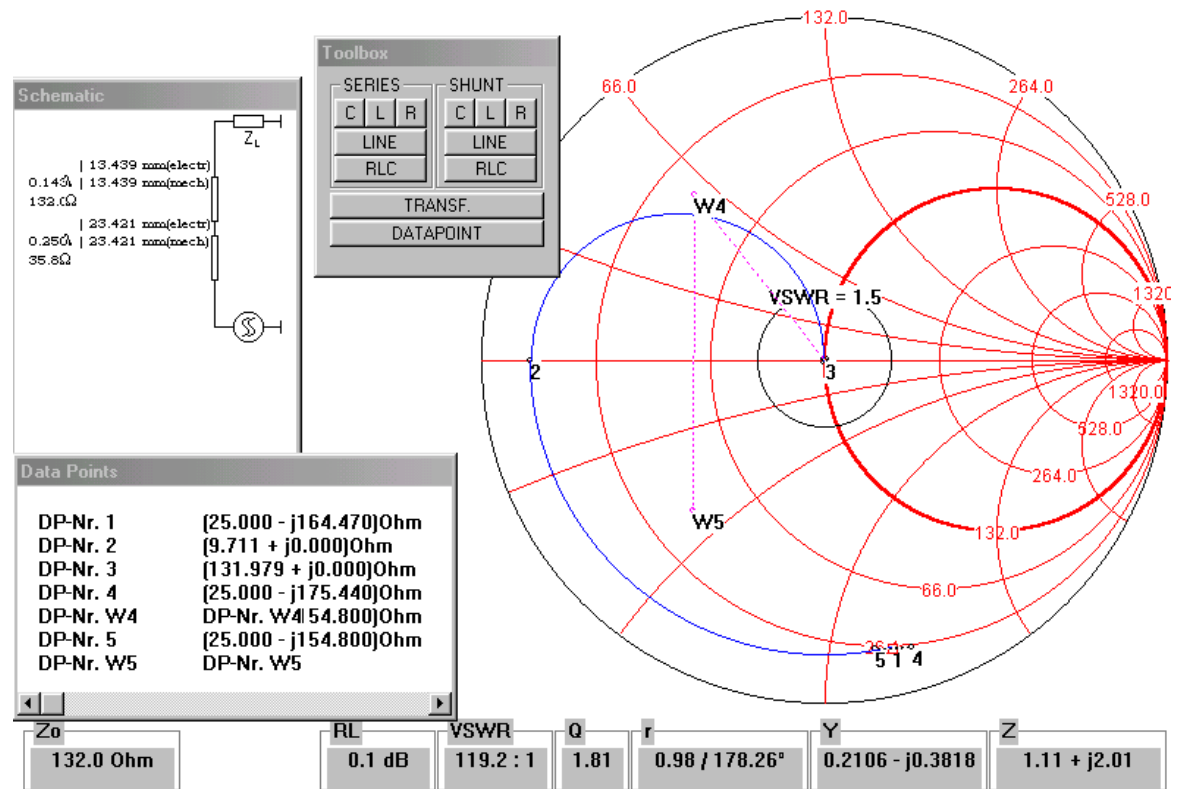


f]

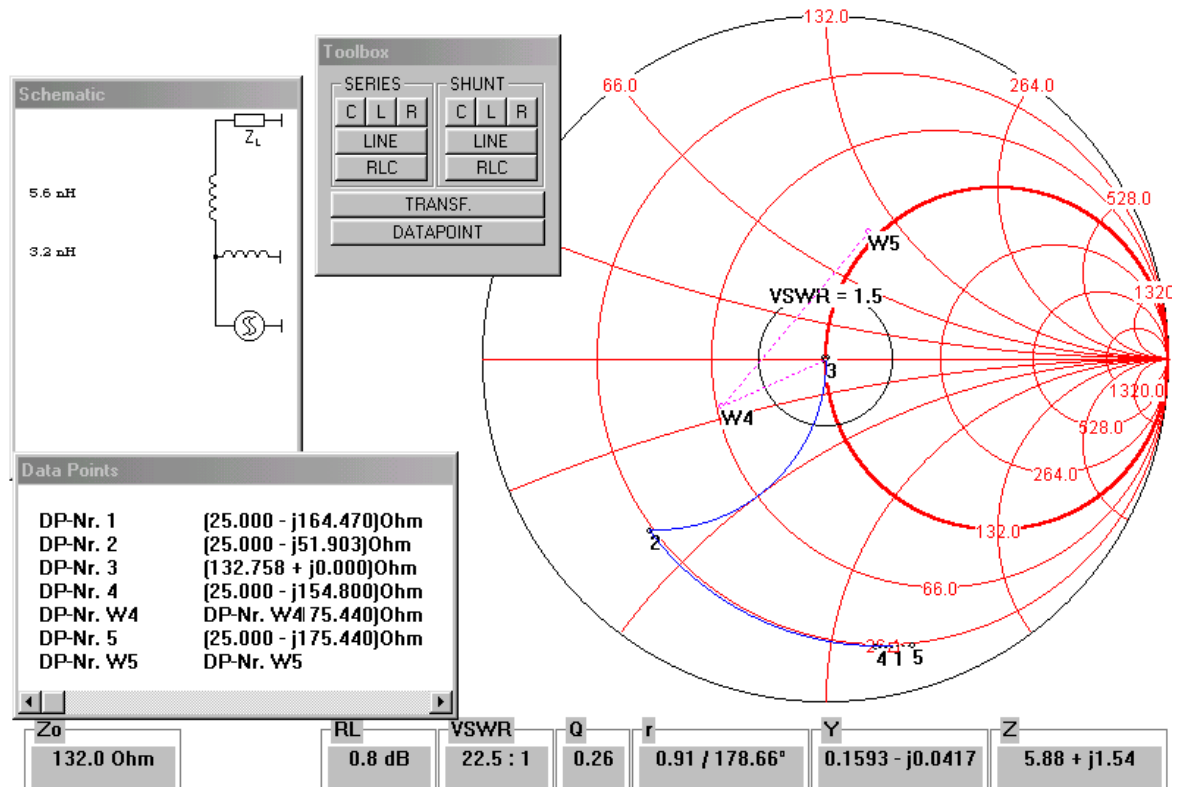


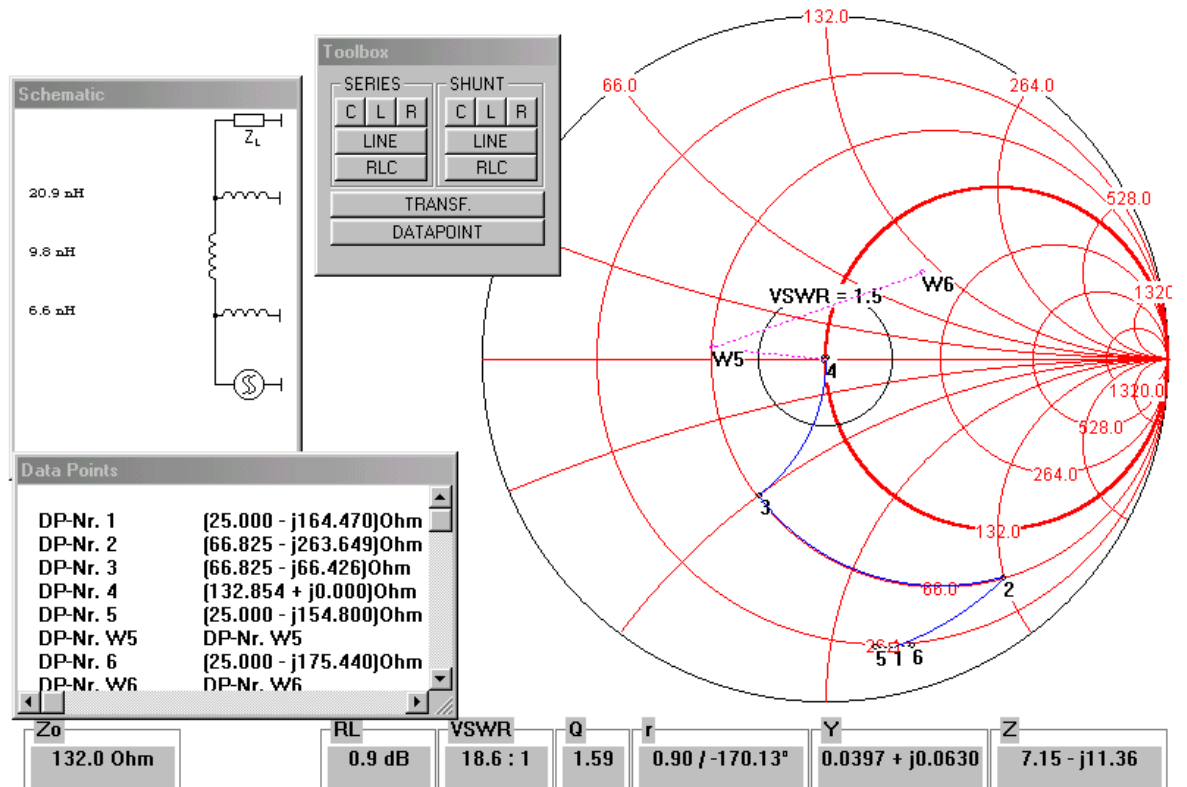
Problema 2

a)

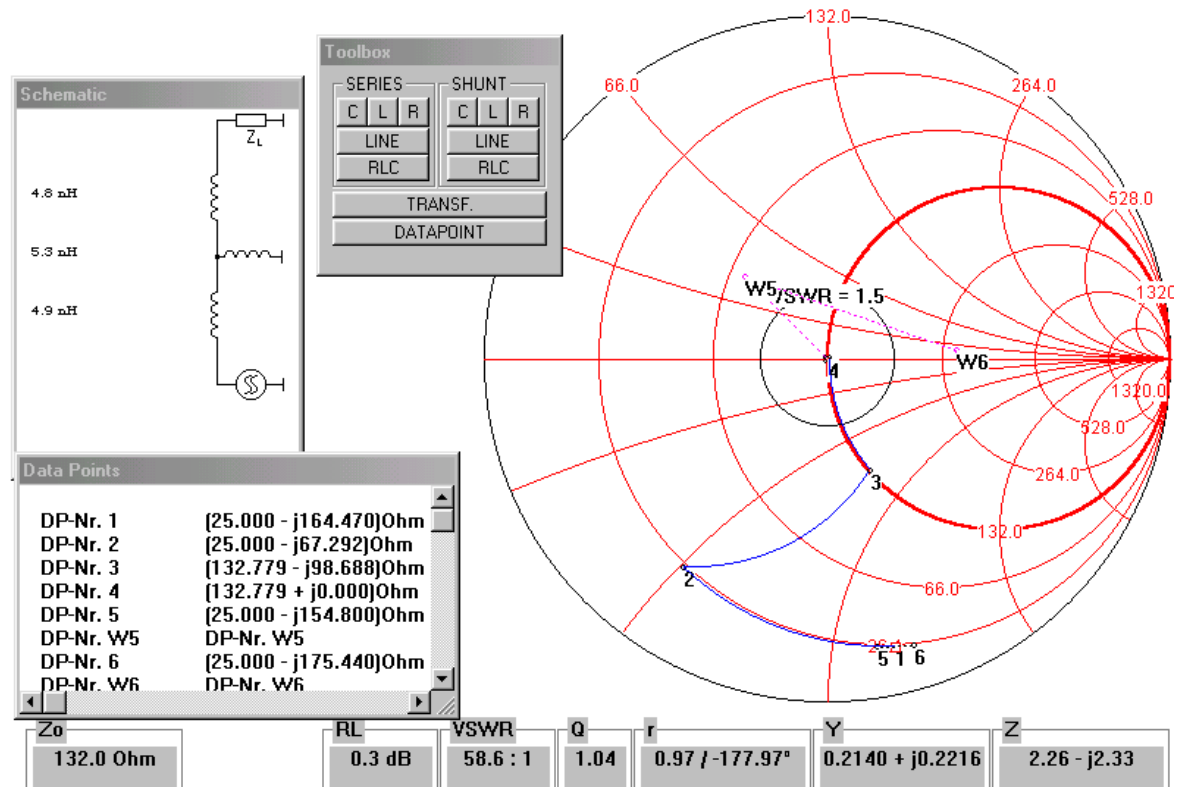


b)

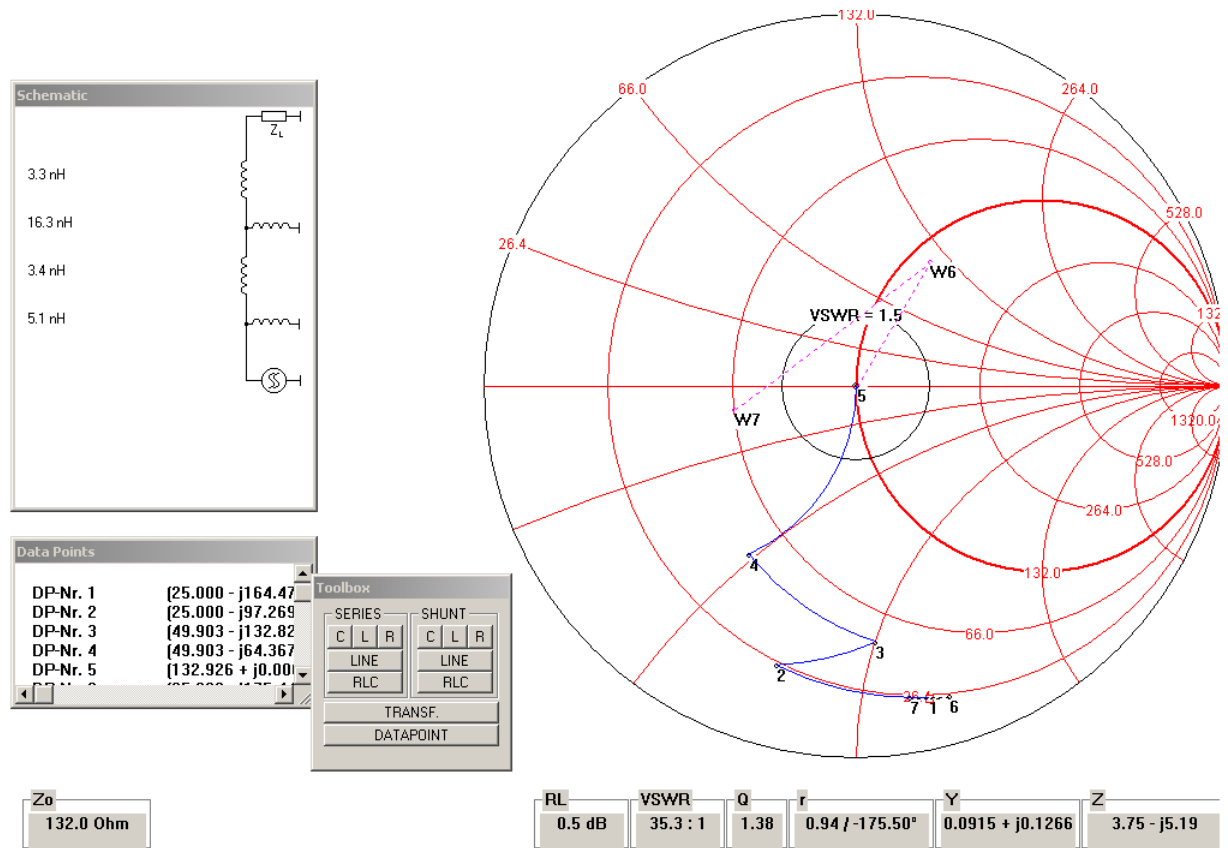


c] Configuración π 

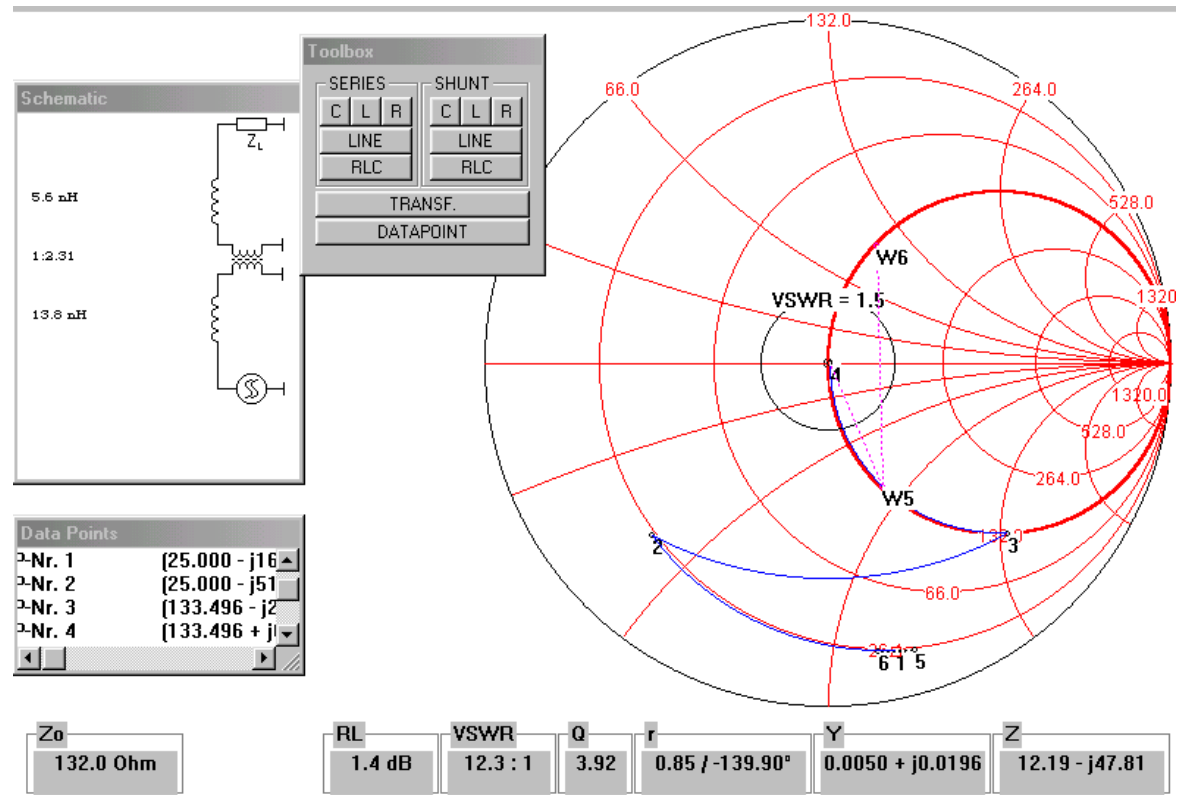
Configuración T



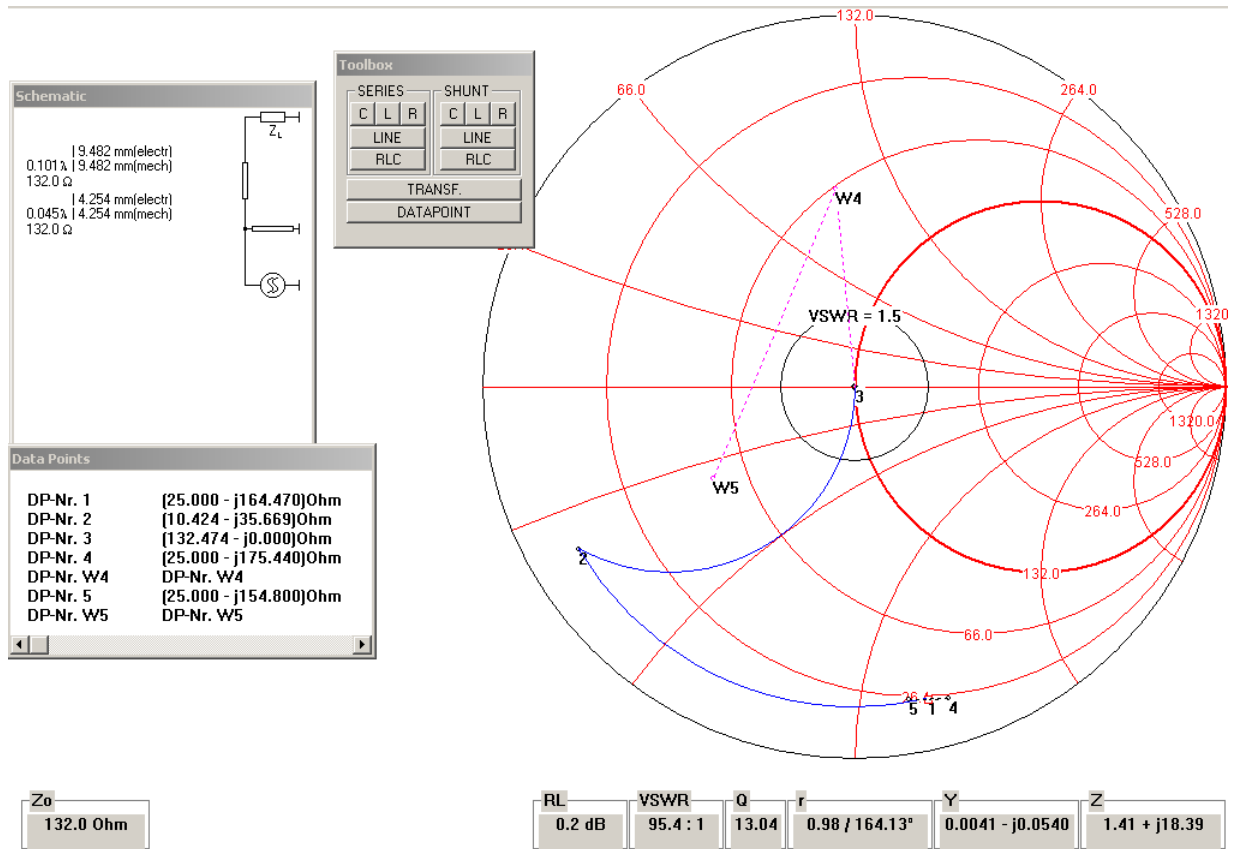
d)



e]



f]



B. Preguntas

- 1 Para adaptar una carga con dos elementos se trata de alcanzar el círculo de impedancia o admitancia normalizada con el primer elemento y luego el punto donde $\rho_l = 0$ con el segundo elemento. El hecho de que exista la posibilidad de moverse hacia el círculo de admitancia normalizada y también de poder ir hacia el círculo de impedancia normalizada genera dos pares de elementos distintos.
- 2 Tomando en cuenta la idea desarrollada en el punto anterior podemos decir que en este caso existen infinitos posibles valores si se utilizan tres o cuatro elementos para adaptar una línea. Esto se debe a que el único valor condicionado es el del penúltimo elemento, en el adaptador, que es el que tiene que cortar el círculo de impedancia o admitancia normalizada. Vale decir que este tercer elemento condiciona el valor del cuarto. Sin embargo, no hay restricciones para los valores del primer y segundo elemento; esto implica que existen infinitas posibilidades de adaptar la línea.
- 3 La adaptación funciona a una única frecuencia, porque los parámetros de diseño son proporcionales a la longitud de onda en la línea a la frecuencia de adaptación. Si se cambia esta frecuencia se debe cambiar la longitud del stub y su posición. La longitud se puede modificar con cierta facilidad, colocando un cortocircuito móvil en el extremo de carga, pero la posición es difícilmente variable. Por lo tanto puede decirse que dicho tipo de adaptación es sensible al ancho de banda. Una de las ventajas más relevantes con respecto a la adaptación por cuarto de onda radica en la posibilidad de lograr una adaptación simplemente conectando en paralelo un trozo de la misma línea cortocircuitada.
- 4 Al analizar la factibilidad tecnológica de la implementación de las adaptaciones realizadas, debemos considerar la posibilidad de conseguir los elementos necesarios para dicho fin. Es claro que los capacitores son mucho más accesibles que los inductores, por lo que se prefieren a la hora de adaptar con elementos reactivos. En el caso de una adaptación de cuarto de onda, hay que verificar si algún tipo de línea tiene la impedancia característica adecuada. Para el Stub se utiliza una línea de igual impedancia característica que la línea original. El análisis de este caso consiste sólo en ubicar el stub en el lugar correspondiente, y hacerlo del largo adecuado. En el caso del problema 10, esto implica que como $W_0 = 1,15\text{GHz} \Rightarrow \lambda = 546,4\text{m}$ (con $v_p = c$) con lo cual el stub está ubicado a $0,37\lambda = 202,15\text{m}$ y tiene una longitud de $0,11\lambda = 60,1\text{m}$.