

DISEÑO DE AMPLIFICADORES DE ALTA FRECUENCIA ASISTIDO POR COMPUTADOR

L. Hernández, V. Brazón, B. Allocca y D. Marcano.
Universidad Simón Bolívar, Depto. de Electrónica y Circuitos.
Grupo de Telecomunicaciones-GTEL
Apdo. Postal 89000. Caracas 1080-A Venezuela
Tel. 58-2-9064018, Fax. 58-2-4009
Email : ballocca@usb.ve

RESUMEN.- El propósito del presente trabajo es el de desarrollar un paquete de software para el apoyo en la enseñanza del diseño de amplificadores de alta frecuencia. Los aspectos básicos a considerar son: La estabilidad de los amplificadores y su ganancia de potencia. El diseño se hace utilizando parámetros de redes de dos puertos y específicamente los de admitancia $[y]$ y los de dispersión $[s]$, en cada caso utilizando las técnicas que permiten un cabal entendimiento del proceso. La mayor ventaja de este paquete es su facilidad de uso, su amigabilidad, su gran poderío gráfico y la posibilidad de interactuar para conseguir los objetivos de diseño planteados.

1.- INTRODUCCION

El paquete presentado es una herramienta que facilita el diseño de amplificadores tanto a nivel profesional como para los estudiantes de un curso dedicado al aprendizaje de las técnicas de alta frecuencia. Los métodos utilizados para obtener los resultados son los mismos que se consiguen en la literatura especializada, la innovación está en su facilidad de uso y la manera gráfica de mostrar las soluciones (el software fue desarrollado bajo ambiente WINDOWS con Microsoft Visual Basic 3.0); además aligera los extensos y tediosos cálculos que envuelven un simple diseño, necesitando únicamente conocer los requerimientos y especificaciones deseadas en cuanto a ganancia y estabilidad, introducir los parámetros de dos puertos del dispositivo e indicar la frecuencia de operación deseada.

2.- DISEÑO UTILIZANDO LOS PARAMETROS $[y]$ y $[s]$

Cualquier dispositivo es capaz de entregar la máxima potencia y ofrecer su mayor ganancia si en sus terminales de entrada y salida se encuentra con las impedancias óptimas siempre y cuando resultare ser inherentemente estable a la frecuencia de interés. Sin embargo es común el conseguirse que a la frecuencia de interés tienda a oscilar dada la inestabilidad propia, luego se hace necesario indicar las impedancias con las cuales debe ser cargada la red de dos puertos para la estabilidad y los niveles de ganancia deseados.

El diseño que hace uso de los parámetros $[y]$ empieza por colocar un valor del factor de estabilidad de Stern mayor a la unidad de manera de garantizar la estabilidad del amplificador. Haciendo ésto, la parte real de las admitancias de carga, quedan determinadas y

sólo haría falta calcular la parte imaginaria de las mismas con la premisa de maximizar la ganancia de conversión.

En el diseño con parámetros de dispersión se proponen dos caminos a elegir por el usuario y que son: máxima ganancia o figura de ruido mínima. Diseñado para ganancia máxima se dibujan los círculos de ganancia constante en La Carta de Smith mientras que para figura de ruido serán los círculos de figura de ruido constante, estableciéndose por lo tanto la ganancia de potencia para cada nivel de ruido ubicando la intersección entre los diversos círculos. Igualmente se dibujan las soluciones con la correspondiente zona de estabilidad (círculo de estabilidad).

3.- REDES DE ACOUPLE

Una vez determinados los coeficientes de reflexión o las admitancias que garantizan el nivel de estabilidad, potencia y figura de ruido deseada se hace necesario introducir una red que las transforme en las impedancias de carga y fuente que normalmente se utilizan, es decir 50 ó 75 Ω .

Existen muchas redes que consiguen acoplar las impedancias, las más utilizadas son las redes en 'L', que utilizan dos elementos reactivos y las que poseen tres elementos como lo son las 'Pi' y las 'T'. Este paquete tiene una sección que se ocupa de la solución de redes de acople como se ha hecho de manera tradicional, es decir ofrece las soluciones dibujando en la carta de Smith los trazos que se hacían con regla y compás, además permite hacer acercamientos (zooms) de alguna sección de interés, leer cualquier punto de la carta sólo posicionándose en dicho punto con el puntero, etc.

Dado el caso que se esté en una solución como la red Pi, donde uno de los se puede variar a disposición, la gráfica (de respuesta en frecuencia ó recorridos en la Carta de Smith) se actualiza automáticamente según se varía el componente de interés. El esquemático de la red que resuelve el problema propuesto se muestra en pantalla tal cual debe ser implementado. Cabe mencionar que el acople puede hacerse utilizando redes con elementos distribuidos tales como secciones de microlíneas, es decir: stub, doble stub y transformadores de $\lambda/4$.

4.- DESCRIPCION DEL PAQUETE

Las secciones que constituyen el programa son:

- Diseño utilizando parámetros de dispersión
- Diseño utilizando parámetros de admitancia
- Diseño de redes de acople con elementos de parámetros concentrados
- Diseño de redes de acople con elementos de parámetros distribuidos.
- Respuesta en frecuencia del dispositivo activo y del amplificador resultante.

La carta de Smith es la herramienta más utilizada para mostrar los resultados tanto para el diseño de los amplificadores como para las redes de acople. Una vez que el usuario introduce los datos solicitados puede interactuar con el programa para conseguir el diseño deseado. Las tres posibles salidas se muestran en las figuras 1, 2, y 3.

En la Fig. 1. Se tiene el diseño con parámetros $[y]$ y en la misma se observa un gráfico que indica la ganancia de potencia en función del factor de estabilidad (K) de Stern, con la posibilidad de acercarse alguna zona de interés así como de marcar posicionándose sobre la curva e inmediatamente leer el valor de "K" y la correspondiente ganancia de potencia. En la misma figura se observa que están disponibles las admitancias de entrada y salida con las respectivas redes de acople, si se hiciera algún cambio en el factor de estabilidad por ejemplo, el programa recalcula y actualiza todas las soluciones.

En la Fig. 2 se puede observar la pantalla que se muestra cuando el usuario solicita el diseño de mínima figura de ruido haciendo uso de los parámetros de dispersión; se pueden observar en la Carta de Smith los coeficientes de reflexión tanto de fuente como de carga, así como los círculos de ganancia de potencia y de figura de ruido constantes; igualmente en este gráfico se pueden realizar acercamientos de las áreas deseadas.

En la Fig. 3. Se observa la ventana que tiene a disposición el usuario para realizar el diseño para máxima ganancia utilizando parámetros $[s]$ por lo que ahora se dibujan los círculos de estabilidad además de los de potencia.

La sección de redes de acople ofrece la posibilidad de observar las soluciones tal como se harían utilizando una Carta de Smith (Fig. 4), proporcionando herramientas gráficas.

Una última sección permite visualizar la respuesta en frecuencia de cualquier red cuyos parámetros en función de la frecuencia sean conocidos (lo que puede encontrarse en la mayoría de los manuales relacionados con el tema), sólo basta cargar dichos parámetros en la base de datos del programa y el programa proporcionará la gráfica correspondiente a la respuesta en frecuencia, ya sea sólo del dispositivo activo ó del amplificador en su totalidad relacionando las redes de entrada y salida con el dispositivo.

5.- RESULTADOS

Los resultados obtenidos con este paquete han sido verificados con éxito utilizando los distintos ejemplos y casos que pueden encontrarse en la literatura.

6.- CONCLUSIONES

El trabajo aquí presentado aligera la labor del ingeniero en el diseño de amplificadores en alta frecuencia, mientras que se convierte en una gran ayuda para el estudiante que encuentra cierta dificultad para entender las técnicas de diseño en alta frecuencia; además hace que esta área se vuelva más atractiva para dichos estudiantes ya que el programa está desarrollado bajo un ambiente muy amigable que ofrece gran cantidad de información y una poderosa capacidad de cálculo utilizando métodos gráficos e interactivos ampliamente conocidos por él.

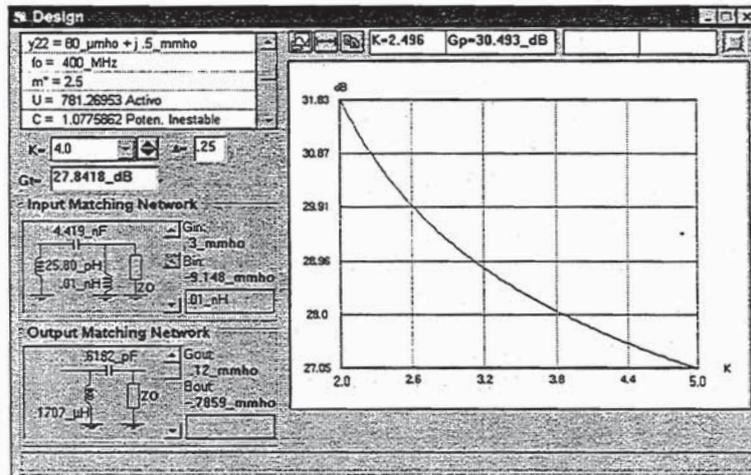


Fig. 1 Ventana de diseño: Diseño hecho teniendo como entrada parámetros [y].

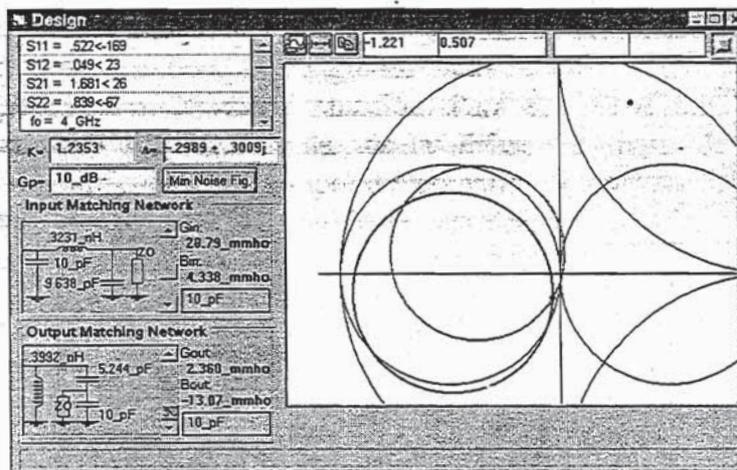


Fig. 2 Ventana de diseño: Diseño con parámetros [s], tomando en cuenta la figura de ruido.

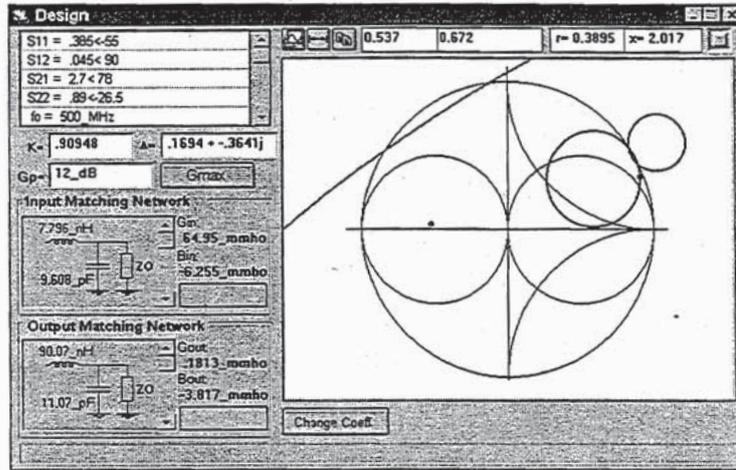


Fig. 3 Ventana de diseño: Diseño con parámetros [s], tomando en cuenta máxima ganancia.

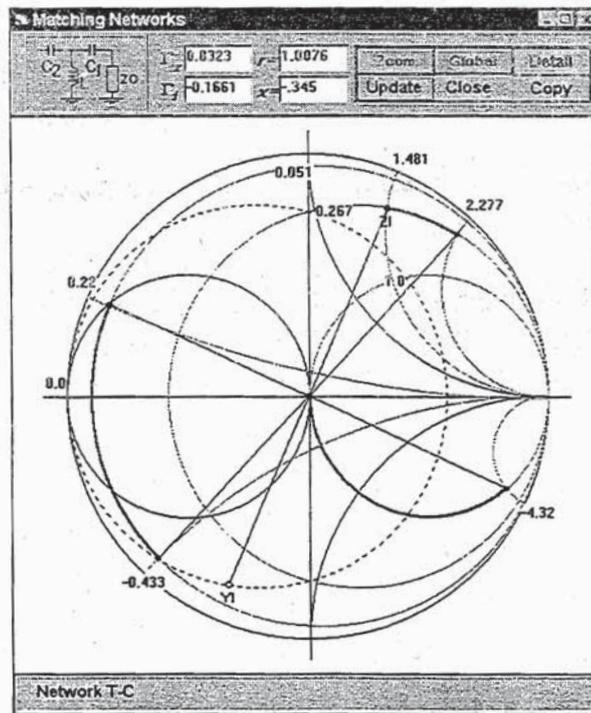


Fig. 4. Carta de Smith: Trazos hechos para el diseño de una red de acople.