

Guía 3: Acoplador de impedancias

Ing. Juan Miguel David Becerra Tobar

Resumen

El objetivo de esta práctica es familiarizarse con las transformaciones de impedancias usando elementos reactivos a través de una de sus aplicaciones más comunes: los acopladores resonantes.

1. Circuito resonante con derivación capacitiva.

Las impedancias resultantes de los circuitos en los que hay elementos reactivos permiten la transformación de impedancias como se demostrara a continuación. En la Figura 1 se observan 2 circuitos con una resistencia y una reactancia conectada en serie o paralelo.

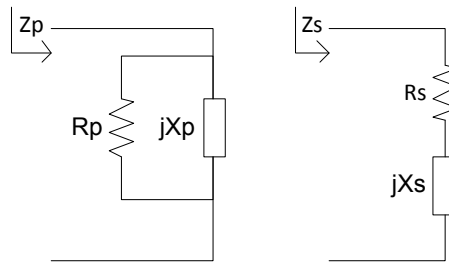


Figura 1: Resistencias con reactancias

Suponiendo que $Z_p = Z_s$ tenemos:

$$\frac{R_p * jX_p}{R_p + jX_p} = \frac{R_p * X_p^2}{R_p^2 + X_p^2} + j \frac{R_p^2 * X_p}{R_p^2 + X_p^2} = R_s + jX_s \quad (1)$$

Tomando en cuenta que $Q_p = \frac{R_p^2}{X_p^2}$, $Q_s = \frac{X_s^2}{R_s^2}$ y $Q_p = Q_s$, se puede realizar el reemplazo para la parte real e imaginaria:

$$\frac{R_p * X_p^2}{R_p^2 + X_p^2} = \frac{R_p}{\frac{R_p^2}{X_p^2} + 1} = \frac{R_p}{Q_p^2 + 1} = R_s; R_p = R_s(Q_s^2 + 1) \quad (2)$$

$$\frac{R_p^2 * X_p}{R_p^2 + X_p^2} = \frac{X_p}{1 + \frac{X_p^2}{R_p^2}} = \frac{X_p}{1 + \frac{1}{Q_p^2}} = X_s; X_p = X_s \left(1 + \frac{1}{Q_s^2} \right) \quad (3)$$

Como se puede ver en las ecuaciones (2) y (3) se puede utilizar el factor de calidad para relacionar la magnitud de la conversión, una resistencia pequeña en serie se ve multiplicada por el cuadrado del factor de calidad, tomando un valor elevado.

Nótese que en caso de un valor elevado de Q, mayor a 10, se pueden realizar aproximaciones que simplifican el diseño de este tipo de circuitos.

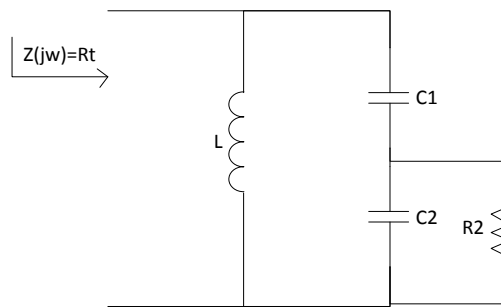


Figura 2: Circuito resonante con derivación capacitiva

En esta práctica se utilizara un circuito resonante, como el que se muestra en la Figura 2, el cual permite que una carga R_2 de valor reducido, sea vista en resonancia con un valor. Calculen el valor que tendría R_t de forma simbólica por medio de transformaciones.

Como ayuda comiencen por el paralelo de R_2 y C_2 transformándolo en serie a R_{2s} y C_{2s} , luego encuentren la capacitancia en serie C , realicen de nuevo una transformación a paralelo, y así encontraran el valor de R_t .

Ya que se observa claramente que existe una transformación de impedancias se puede relacionar a R_2 y R_t por medio de un transformador ideal con relación N^2 .

$$N^2 = \frac{R_t}{R_2} \quad (4)$$

Adicionalmente el factor de calidad Q_t para una configuración con 3 elementos en paralelo, bobina L , condensador C y resistencia R_t , se define en (5) para su frecuencia de resonancia.

$$Q_t = \frac{R_t}{\omega_0 L} \text{ y } Q_p = \omega_0 * C_2 * R_2 \quad (5)$$

Se puede obtener una expresión para relacionar los 2 factores de calidad en base a R_{2s} y utilizando la relación del transformador se obtiene (6).

$$\frac{R_2}{1 + Q_p^2} = \frac{R_t}{1 + Q_t^2} \rightarrow Q_p = \left[\frac{Q_t^2}{N^2} - 1 \right]^{1/2} \quad (6)$$

Para diseñar uno de estos circuitos a partir del ancho de banda B , frecuencia f , R_t y R_2 , calculen $Q_t = f/B$, luego $C = (2 * \pi * B * R_t)^{-1}$, posteriormente la bobina a partir de C y f , y por ultimo N .

Calculen Q_p , y a partir de este C_2 , y luego despejen C_1 de (7).

$$C = \frac{C_1 * C_{2s}}{C_1 + C_{2s}} \quad (7)$$

1.1. Pre laboratorio

Diseñen acoplador para tener un $R_t = 1000 \text{ ohms}$ con un $R_2 = 50 \text{ ohms}$ a una frecuencia de resonancia igual a $F_{grupos} = 4\text{MHz} + x * 100\text{KHz}$, donde x es su número de grupo con un ancho de banda de 10 kHz. En el amplificador usen una bobina de choque (de valor grande) en el colector para polarizar y usen el acoplador como carga.

Calculen los valores de polarización del circuito y ganancia en el colector.

1.2. Laboratorio

Empiecen midiendo los valores de polarización, si el error es razonable comparado con sus cálculos continúen, sino revisen su diseño.

Midan el ancho de banda, la ganancia y la potencia sobre la carga. Calcule el factor de calidad.

¿Qué propiedades observan del circuito?

¿Qué puede decir acerca de las propiedades observadas?

Mencione 2 aplicaciones de este tipo de circuitos

¿Qué tan bueno fue su cálculo del ancho de banda?

Concluya con respecto a sus datos y los observados en otras prácticas.