

1 Componentes pasivos medidos con analizador de impedancia

Se utilizó un analizador de impedancias para medir la inductancia,

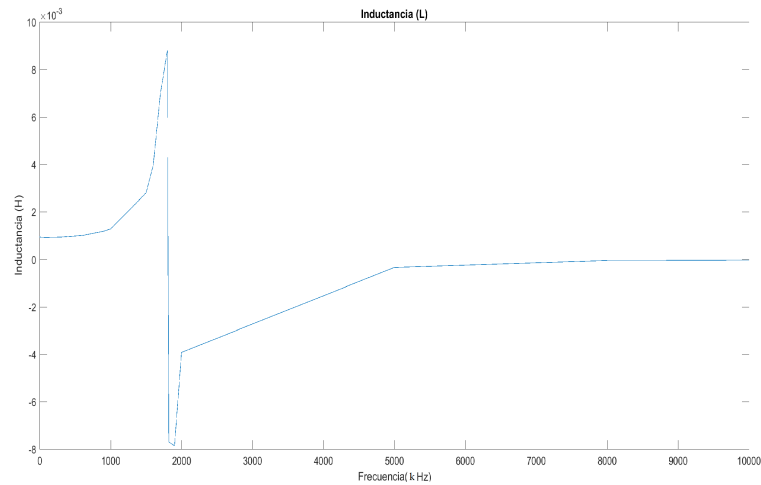


Figure 1: Inductancia de la bobina en función de la frecuencia

Se observa del gráfico anterior que el elemento deja de ser inductivo puro y se vuelve capacitivo a partir de una cierta frecuencia (a partir de los 1820 kHz según las mediciones). Es decir, el modelo de inductor ideal deja de ser suficiente cuando se observa todo el espectro de posibles frecuencias de trabajo, por lo que surge la necesidad de plantear un nuevo modelo.

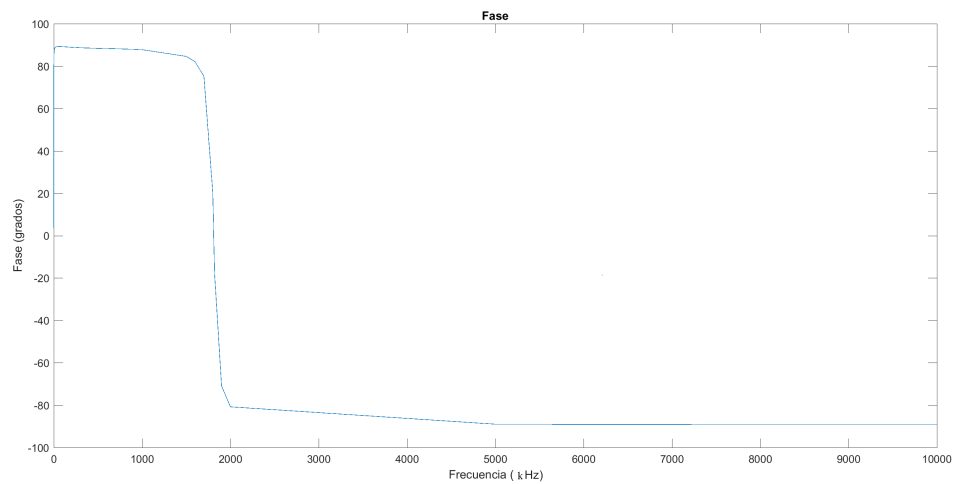


Figure 2: Fase de la bobina en función de la frecuencia

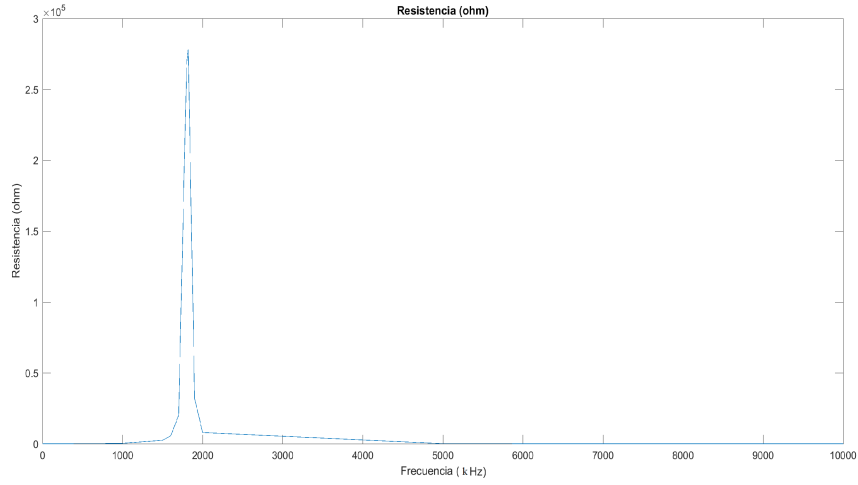


Figure 4: Resistencia de la bobina en función de la frecuencia

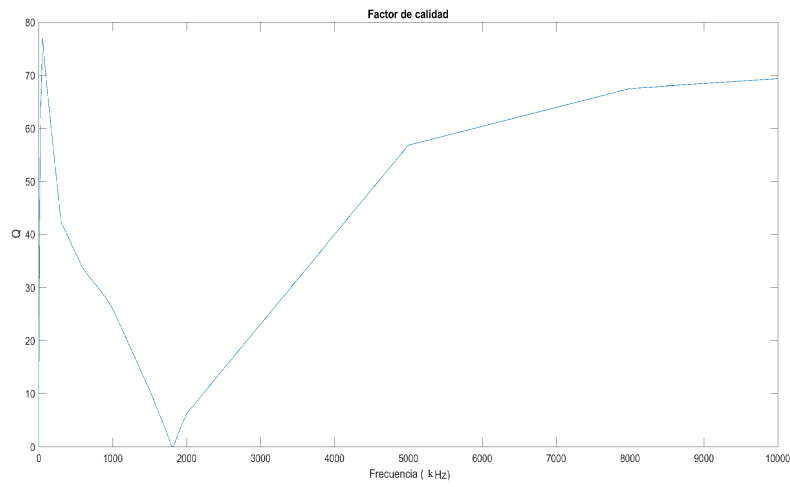


Figure 3: Q de la bobina en función de la frecuencia

Se observa de los gráficos anteriores y de los datos tomados que en la frecuencia $f_0 \approx 1810 \cdot kHz$, el inductor entra en resonancia, siendo éste ahora un componente únicamente resistivo. Se utilizará este dato para lograr obtener un modelo de inductor más real.

1.1 Modelo para el inductor no ideal

Se plantea un nuevo modelo de inductor, el inductor real, para lograr reproducir de una manera más precisa la curvas obtenidas anteriormente.

El modelo propuesto es el siguiente:

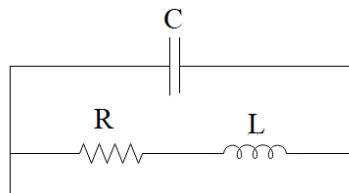


Figure 5: Modelo del inductor real

De donde se plantea la impedancia equivalente Z como:

$$Z = \frac{R + s \cdot L}{s^2 \cdot C \cdot L + s \cdot C \cdot L + 1}$$

Reemplazando $s = j \cdot w$, obtenemos:

$$Z = \frac{R+j \cdot w \cdot L}{(1-w^2 \cdot C \cdot L)+j \cdot w \cdot C \cdot R}$$

Eligiendo $A = 1 - w^2 \cdot C \cdot L$, $B = w \cdot C \cdot R$, $D = w \cdot L$, se reduce la expresión anterior a una más sencilla y compleja, con su parte real y su parte imaginaria explicitadas, de modo tal que

$$Z = \frac{R \cdot A + D \cdot B}{A^2 + B^2} + j \cdot \frac{D \cdot A - R \cdot B}{A^2 + B^2}$$

Sabiendo que la frecuencia de resonancia del circuito resulta ser $f_0 = 1810 \cdot kHz$ (por lo que $w_0 = 2 \cdot \pi \cdot f_0$), y que en tal frecuencia la resistencia total es del orden de $r_0 = 2.7 \cdot 10^5 \Omega$ podemos despejar la relación entre los componentes al anular la parte imaginaria del equivalente y igualar la real a r_0 cuando nos encontramos en esa frecuencia de trabajo:

Imaginaria igual a cero:

$$D \cdot A = R \cdot B$$

$$A = \frac{R \cdot B}{D}$$

Real igual a r_0 :

$$R \cdot A + D \cdot B = r_0 \cdot (A^2 + B^2)$$

$$\frac{R^2 \cdot B}{D} + D \cdot B = r_0 \cdot \left(\frac{R^2 \cdot B^2}{D^2} + B^2 \right)$$

$$1 = r_0 \cdot \frac{B}{D}$$

$$\frac{D}{B} = r_0$$

$$\frac{L}{C \cdot R} = r_0$$

$$L = r_0 \cdot R \cdot C$$

De la relación $A = \frac{R \cdot B}{D}$, se obtiene que $A = 1 - w_0^2 \cdot C \cdot L = \frac{R}{r_0}$, y por lo tanto $\left(\frac{1}{r_0} + w_0^2 \cdot r_0 \cdot C^2 \right)^{-1} = R$

De aquí, fijando $C = 10 \text{ pF}$, (un valor del todo razonable porque la capacitancia comienza a notarse a muy altas frecuencias, se pueden determinar $R = 286 \Omega$, $L = 0.772 \text{ mH}$, valor cercano al nominal, de 1 mH).

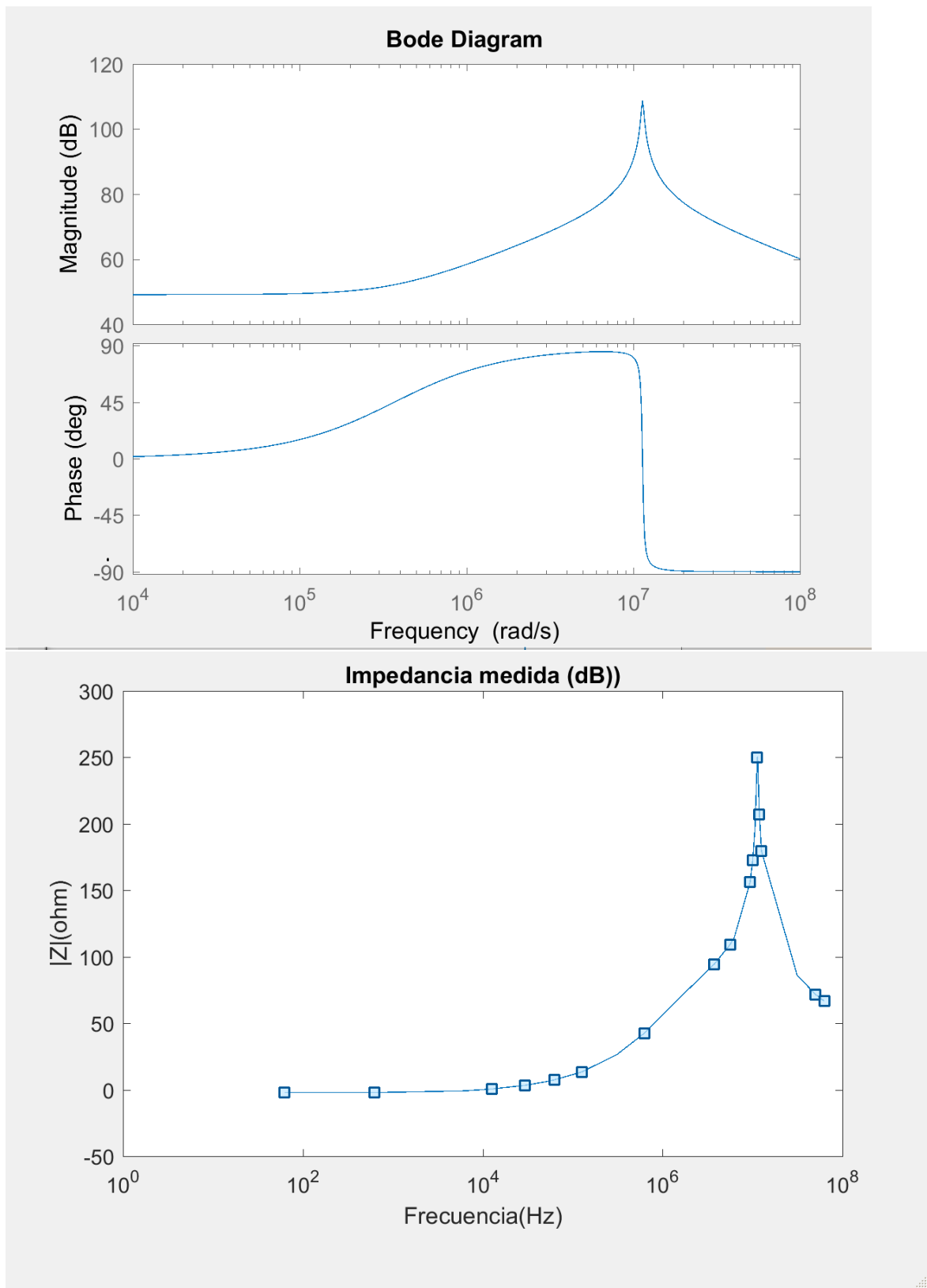


Figure 6: Comparación con modelo

Observando el módulo de la impedancia medida y comparándola con el módulo de la impedancia calculada para el modelo utilizado, se observa que la forma de la curva es completamente similar, con la ubicación del sobrepico correcta. Hay un problema de escala en el gráfico en cuanto a la máxima amplitud lograda que no se descubrió en las cuentas el error, pero es claramente por un factor de 2 sobrante en el gráfico medido a la hora de calcular el módulo de la impedancia.

Luego de contrastar, se acepta el modelo propuesto como un modelo válido.

1.2 Modelo para el capacitor no ideal

Se plantea un nuevo modelo de capacitor para lograr reproducir de una manera más precisa la curvas obtenidas anteriormente.

El modelo propuesto es el siguiente:

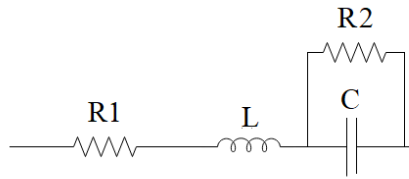


Figure 7: Modelo del capacitor real

Dado que se perdieron mediciones de tanto G como la fase para el capacitor, no se pudo continuar con la resolución del modelo. Se adjuntan los datos obtenidos

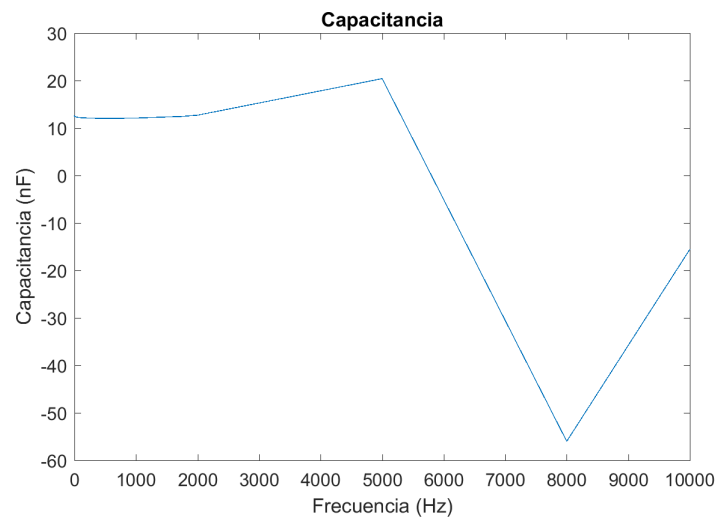


Figure 8: Capacitancia medida

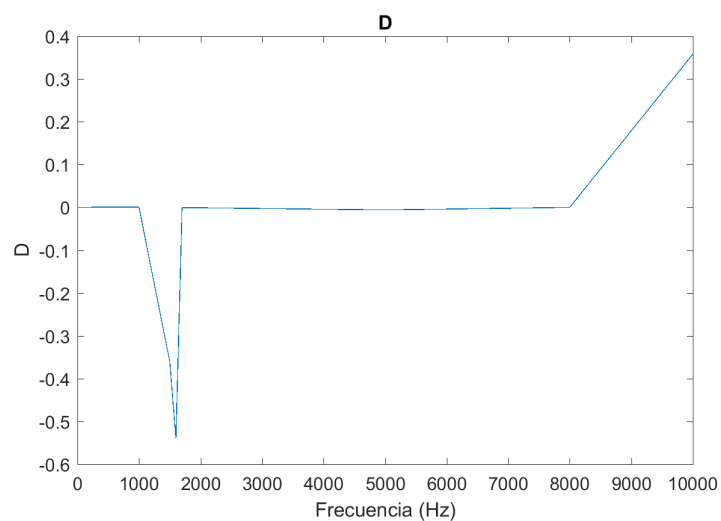


Figure 9: D medido