

Resultados Práctica 1: Estudio y modelado del comportamiento en frecuencia de un inductor

Muntenas, Alexandru Theodor

Compi de Laboratorio S.

Abril 2025

1 Desarrollo de la experiencia

Durante el mes de abril hemos estado desarrollando la Práctica 1, orientado al estudio y modelado del comportamiento en frecuencia de un inductor.

En esta práctica hemos analizado el comportamiento en frecuencia (desde 10 kHz hasta 30 MHz) de un inductor real (bobina) para verificar si su respuesta es similar a la de una inductancia ideal. Para ello, hemos medido el módulo de la impedancia de la bobina en función de la frecuencia. Con los datos obtenidos, hemos calculado los parámetros del modelo lineal de un inductor a altas frecuencias.

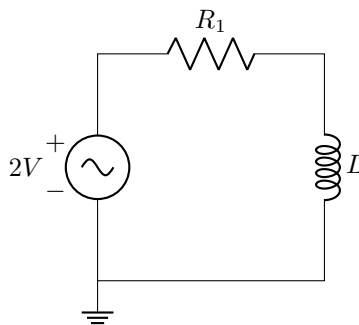
Hemos precisado el uso de diversos componentes para lograr nuestro objetivo...

- un generador de señal sinusoidal
- una resistencia de valores nominales $1k\Omega$ y $47k\Omega$ (en mediciones experimentales, de 992Ω y $46,7k\Omega$, respectivamente)
- y un inductor de $1.006\mu H$

... y diversas herramientas para interpretar los resultados:

- un osciloscopio PROMAX
- LibreOffice Calc

El circuito a montar es el siguiente:

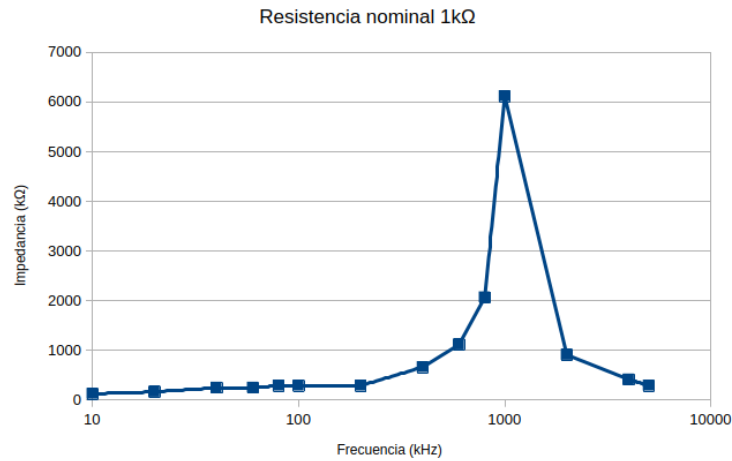


En la práctica se requería la cumplimentación de una tabla que contuviese la variación de frecuencias, la pulsación ω , la caída de tensión en la bobina ΔV_{bobina} y $\Delta V_{resistencia}$, la corriente que circula por la bobina y finalmente, la impedancia Z_{bobina} .

La primera tabla se corresponde a los resultados que hemos obtenido, tras variar la frecuencia del generador de señal sinusoidal, de la resistencia de $1k\Omega$:

kHz	ω (rad/s)	ΔV_{bobina} (V)	$\Delta V_{resistencia}$ (V)	I (A)	$20\log_{10}(Z_L)\Omega$	$Z_{bobina}\Omega$
10	62800	0,03	0,24	2,42	41,87	124
20	125600	0,04	0,24	2,42	44,36	165,33
40	251200	0,06	0,24	2,42	47,89	248
60	376800	0,06	0,24	2,42	47,89	248
80	502400	0,07	0,24	2,42	49,23	289,33
100	628000	0,07	0,24	2,42	49,23	289,33
200	1256000	0,07	0,24	2,42	49,23	289,33
400	2512000	0,16	0,24	2,42	56,41	661,33
600	3768000	0,27	0,24	2,42	60,95	1116
800	5024000	0,50	0,24	2,42	66,3	2066,66
1000	6280000	1,48	0,24	2,42	75,73	6117,33
2000	12560000	0,22	0,24	2,42	59,17	909,33
4000	25120000	0,10	0,24	2,42	52,32	413,33
5000	31400000	0,07	0,24	2,42	49,23	289,33

Interpretando los datos gráficamente, observamos que, aproximadamente, a partir de los 1000 MHz, la bobina empieza a tener características capacitivas. Entonces, la frecuencia de resonancia es $f_r = 1000kHz$.

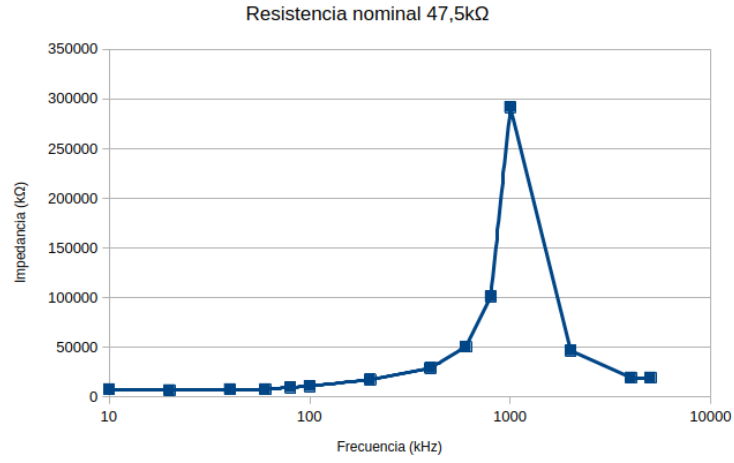


La línea azul corresponde a la impedancia de la bobina obtenida experimentalmente.

La segunda tabla se corresponde a los resultados que hemos obtenido, tras variar la frecuencia del generador de señal sinusoidal, de la resistencia de 47k Ω :

kHz	ω (rad/s)	ΔV_{bobina} (V)	$\Delta V_{resistencia}$ (V)	I (A)	$20\log_{10}(Z_L)\Omega$	$Z_{bobina}\Omega$
10	62800	0,04	0,24	$5,14 \times 10^{-6}$	77,82	7783,33
20	125600	0,04	0,24	$5,14 \times 10^{-6}$	76,66	6810,42
40	251200	0,04	0,24	$5,14 \times 10^{-6}$	77,82	7783,33
60	376800	0,04	0,24	$5,14 \times 10^{-6}$	77,82	7783,33
80	502400	0,05	0,24	$5,14 \times 10^{-6}$	79,76	9729,17
100	628000	0,06	0,24	$5,14 \times 10^{-6}$	80,75	10896,67
200	1256000	0,09	0,24	$5,14 \times 10^{-6}$	84,87	17512,50
400	2512000	0,20	0,24	$5,14 \times 10^{-6}$	89,30	29187,50
600	3768000	0,26	0,24	$5,14 \times 10^{-6}$	94,08	50591,67
800	5024000	0,52	0,24	$5,14 \times 10^{-6}$	100,11	101183,33
1000	6280000	1,50	0,24	$5,14 \times 10^{-6}$	109,30	291875,00
2000	12560000	0,24	0,24	$5,14 \times 10^{-6}$	93,39	46700,00
4000	25120000	0,10	0,24	$5,14 \times 10^{-6}$	85,78	19458,33
5000	31400000	0,10	0,24	$5,14 \times 10^{-6}$	85,78	19458,33

Interpretando los datos gráficamente, observamos que, nuevamente, aproximadamente a partir de los 1000 MHz, la bobina empieza a tener características capacitivas.



La línea azul corresponde a la impedancia de la bobina obtenida experimentalmente.

Con toda esta información podemos proceder al cálculo de la capacidad parásita C_d y R_s con $R_1 = 1k\Omega$:

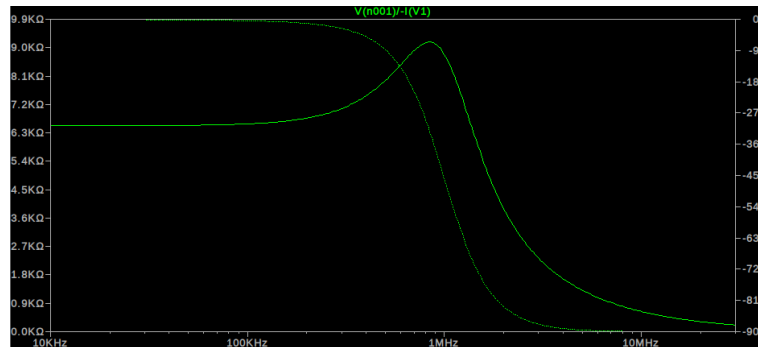
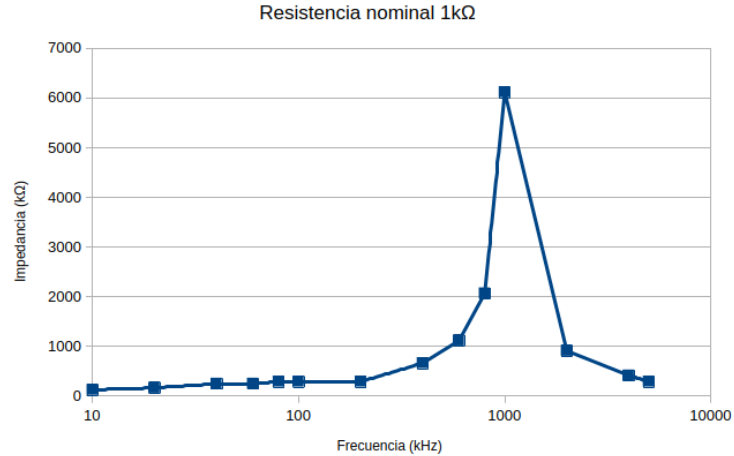
$$R_1 = 992\Omega, \longrightarrow \omega_0 = 6280000\text{rad/s}$$

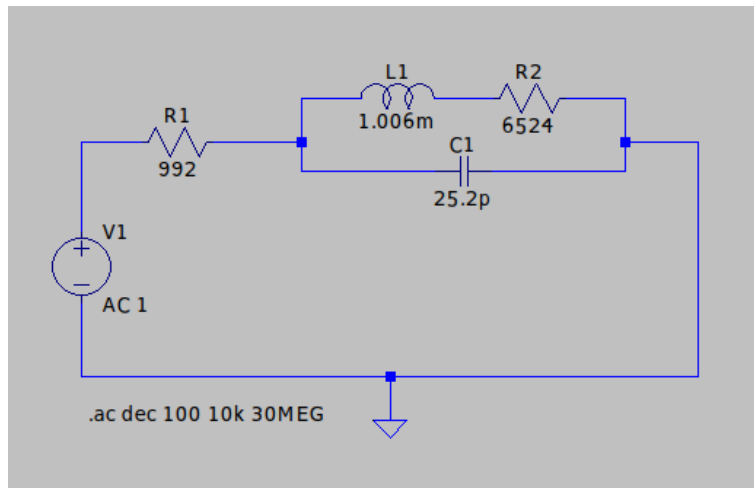
$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC_d}} \Rightarrow C_d = \frac{1}{L\omega_0^2} \Rightarrow C_d \approx 25.2\text{nF}$$

$$R_T = \frac{L}{C_d R_s} \Rightarrow R_s = \frac{L}{C_d R_T} \Rightarrow R_s = 6524.588\Omega$$

Para $R_1 = 47,5k\Omega$, $C_d = 7,35F$ y $R_s = 1,367 * 10^{-4}\Omega$

Realizamos finalmente la simulación con los datos obtenidos experimentalmente:





En el caso de $R_1 \simeq 1k\Omega$, observamos que, si bien la representación se asemeja a las gráficas que hemos obtenido en el laboratorio.

2 Conclusión

El gráfico obtenido en LT-Spice muestra un comportamiento similar al de los datos experimentales. Al comparar ambos resultados con los datos de la simulación y el gráfico generado en LibreOffice Calc, se confirma que la simulación valida el modelo lineal basado en la impedancia ideal. Los resultados coinciden con los datos experimentales, lo que respalda que el modelo lineal es adecuado para describir el comportamiento en frecuencia del inductor real en esta práctica.