

1 Medición de capacitores

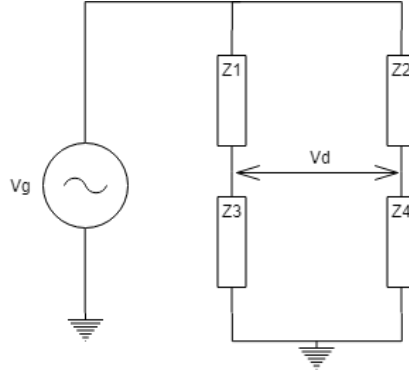


Figura 1: Puente con Impedancias genericas

Se diseñó un puente que permita medir capacitores, en un rango de capacidad $C \in [10nF, 100nF]$ y en un rango de factor de disipación $D \in [0.015, 0.09]$, para una frecuencia de 10KHz.

Partiendo del puente de la figura 1, donde $V_d = \frac{Z_3}{Z_1 + Z_3} - \frac{Z_4}{Z_2 + Z_4}$, en el equilibrio $Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3$. Reemplazando $Z_1 = R_1 + \frac{1}{sC_1}$, $Z_2 = R_x + \frac{1}{sC_x}$, $Z_3 = R_3$ y $Z_4 = R_4$. En el equilibrio se cumple que $C_x = \frac{C_1 R_3}{R_4}$, $R_x = \frac{R_1 R_4}{R_3}$ y $D_x = 2\pi f C_1 R_1$.

1.1 Elección de componentes

Fijando $C_1 = 3nF$ y $R_3 = 1K\Omega$, y a partir de las ecuaciones $C_x = \frac{C_1 R_3}{R_4}$ y $D_x = 2\pi f C_1 R_1$, se obtuvieron los valores de las variables de ajuste, $R_1 \in \left[\frac{D_{min}}{2\pi f C_1 R_1}, \frac{D_{max}}{2\pi f C_1 R_1} \right] = [79.5\Omega, 477.46\Omega]$ y $R_4 \in \left[\frac{C_1 R_3}{C_{xmax}}, \frac{C_1 R_3}{C_{xmin}} \right] = [30\Omega, 300\Omega]$.

La resistencia R_1 se implementó con una resistencia de 68Ω en serie con dos presets de 200Ω y la resistencia R_4 se implementó con una resistencia de 20Ω en serie con un preset de 200Ω y otro de 100Ω .

1.2 Analisis de sencivilidades

Para analizar la sencivilidad del puente, se grafico el cosiente de la sencivilidad de V_d respecto de R_1 y R_2 . y el objetivo es que dicho cociente se encuentre lo mejor posible ditribuido entre 0 y 1. Con los valores de los componentes indicados anteriormente se obtuvo el siguiente grafico del cosiente de las sencivilidades

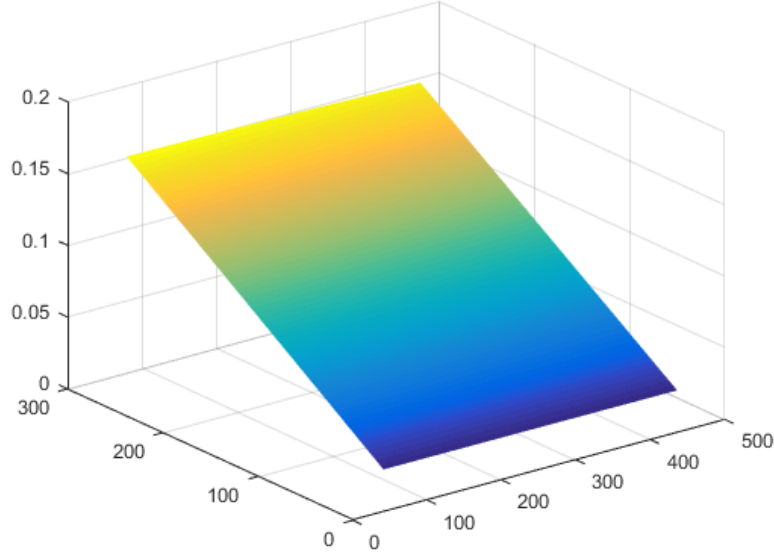


Figura 2: Cosciente de sencivilidades

Como se observa en el grafico al variar R_1 y R_4 se obtuvo una superficie acotada entre 0 y 1.

1.3 Calculo del error

Para calcular el error en la maedicion se tuvo que distinguir cuales fueron las fuentes de error en la medicion, supusimos que el error en analizador de impedancias es despreciable. Las fuentes de error que supusimos fueron las siguientes:

- El error en la medición de las resistencias por parte del ohmetro lo cosnideramos de 1Ω
- Como V_d nunca llega a cero, y como la medicon se realizo con el voltmetro de banco consideramos que el error en la medicion de V_d es de 1mv ...

Conociendo que constructivamente R_1 y R_4 se realizaron con presets de 200Ω , estamos el $\Delta R_1 = \Delta R_2 = 2\Omega$ (un cuarto de vuelta del preset).

$$S_{R_1}^{V_d} \Delta R_1 = \Delta V_d$$

$$\Delta R_1 = 8\Omega$$

Considerando el peor caso cuando se suman los errores, para $\Delta R_1 = 8\Omega$, ahora calculamos para C_x .

$$\Delta C_x = C_1 R_3 \frac{\Delta R_4}{R_4^2}$$

como en el peor caso $R_4 = 30\Omega$

$$\Delta C_x = 3nF$$

y por ultimo, hay que hallar el error en D_x . Como $D_x = 2\pi f C_1 R_1$, entonces:

$$\Delta D_x = 2\pi f C_1 \cdot \Delta R_1$$

$$\Delta D_x = 0.0009$$

1.4 Convergencia

Se analizo si el puente convergia para un unico valor de R_1 a un unico D_x y R_4 a un unico C_x . Para ello se grafico vd en funcion de C_x y R_4 en un caso y R_1 , D_x para el otro.

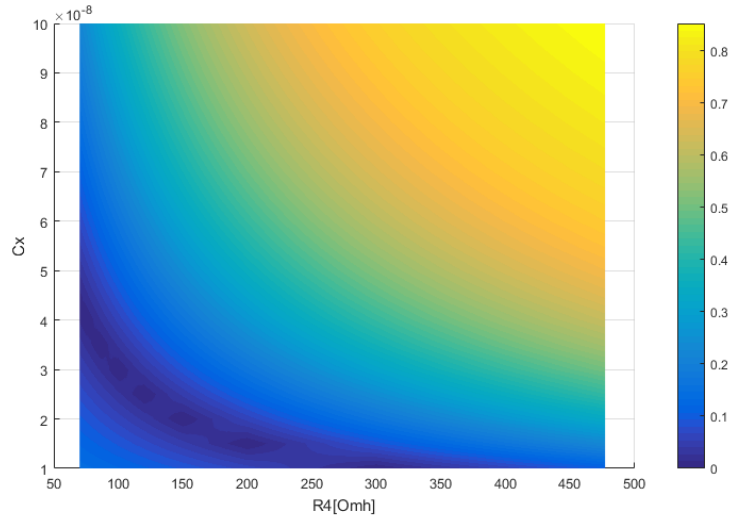


Figura 3: Convergencia de V_d respecto de R_4 y C_x

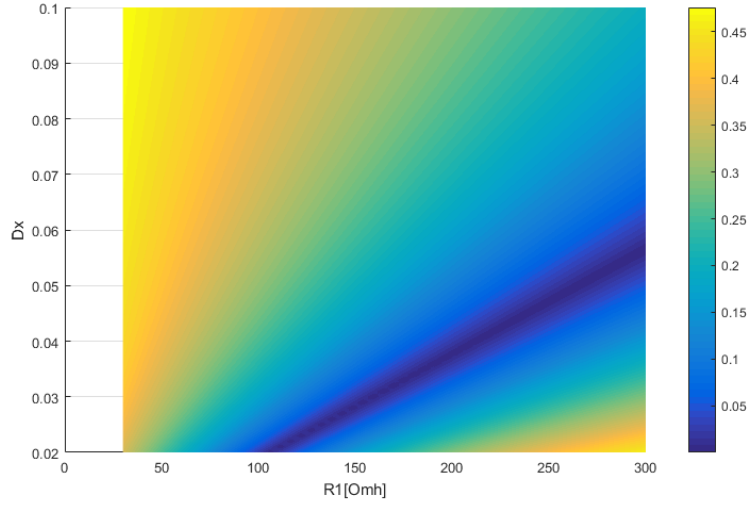


Figura 4: Convergencia de V_d respecto de R_1 y D_x

Como se observa en ambas figuras hay una unica franja violeta (minimo) de V_d , por ende la convergencia del puente es unica para cada C_x y D_x .

1.5 Manual de uso

Para poder medir en el puente, se recomienda primero ajustar el preset correspondiente a R_4 , debido a que la sencivilidad del puentes es mallor respecto a dicha reisitencia, encontrando el minimo de V_d . Despues variar R_1 para minimizar aun mas V_d . Posteriormente desconectar todos los elementos del puente y medir las resistencias R_4 y R_1 . Finalmente con las ecuaciones anteriormente mencionadas se obtiene el valor del capacitor medido, donde $C_x = \frac{C_1 R_3}{R_4}$, $R_x = \frac{R_1 R_4}{R_3}$ y $D_x = 2\pi f C_1 R_1$.

1.6 Mediciones

Se midieron los capacitores con el analizador de impedancias y con el puente.

1.6.1 Analizador de impedancia

Frecuencia	C	D
1KHz	9.8nf	0.015
10KHz	9.6nF	0.023
100KHz	9.3nF	0.085

Table 1: Capacitor minimo

Frecuencia	C	D
$1KHz$	47.24nf	0.019
$10KHz$	26nF	0.003
$100KHz$	43.56nF	0.08

Table 2: Capacitor medio

Frecuencia	C	D
$1KHz$	108nf	0.018
$10KHz$	108nF	0.024
$100KHz$	102nF	0.083

Table 3: Capacitor maximo

Frecuencia	C	D
$1KHz$	186nf	0.01
$10KHz$	181nF	0.016
$100KHz$	171nF	0.08

Table 4: Capacitor doble del maximo

1.6.2 Puente

Se midió V_d con el voltmetro de banco

Frecuencia	C	D
$1KHz$	9.87nf	0.005
$10KHz$	9.9nF	0.013
$100KHz$	9.58nF	0.1

Table 5: Capacitor minimo

Frecuencia	C	D
$1KHz$	44.8nf	0.0013
$10KHz$	45.5nF	0.012
$100KHz$	42.4nF	0.13

Table 6: Capacitor medio

Frecuencia	C	D
$1KHz$	108nf	0.0013
$10KHz$	108nF	0.013
$100KHz$	89.6nF	0.14

Table 7: Capacitor maximo

Frecuencia	C	D
$1KHz$	115nf	0.003
$10KHz$	115nF	0.037
$100KHz$	115nF	0.3

Table 8: Capacitor doble del maximo

1.7 Conclusión

Como era de esperarse la medicion del capacitor al doble del maximo, no se pudo medir debido que el preset llego a su maximo. En cuanto a la medicion del D del capacitor en todos los casos nos dio mal, esto atribuimos a que se devio a un errado analisis de sencivilidades, y esto implico que al variar el preset correspondiente al D no se pudiese apreciar una variacion en el V_d . Ademas para mejorar la medición se tendria que haber meidido con un amplificador de instrumentación.