

# 1 Puente de Wien

## 1.1 Diseño del puente

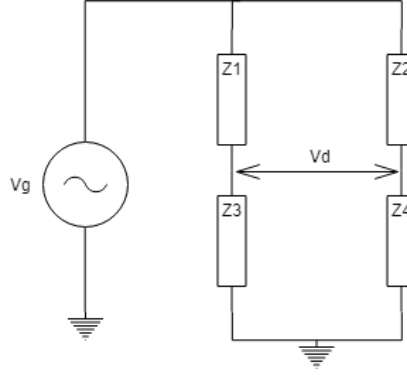


Figura 1: Puente con impedancias genéricas

La tensión de salida del puente de la figura 1 es  $V_d = V_g \frac{Z_3 Z_2 - Z_1 Z_4}{(Z_1 + Z_3)(Z_2 + Z_4)}$ . En el equilibrio ( $V_d = 0$ ), se cumple que  $Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3$ . En el caso del puente de Wien  $Z_1 = R_1 + \frac{1}{sC_1}$ ,  $Z_2 = R_2$ ,  $Z_3 = R_3 + \frac{1}{sC_3}$  y  $Z_4 = R_4$ . En el equilibrio se cumple que  $\frac{C_3 R_1}{C_1 R_3} = \frac{R_2}{R_4}$  y  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1 R_3 C_1 C_3}}$ . Si  $R = R_1 = R_3$ ,  $C = C_1 = C_3$  y  $R_2 = 2R_4$  entonces  $f = \frac{1}{2\pi RC}$ .

### 1.1.1 Elección de componentes

Asumiendo que  $R = R_1 = R_3$ ,  $C = C_1 = C_3$  y  $R_2 = 2R_4$ , se obtuvo que  $f = \frac{1}{2\pi RC}$ . El intervalo de frecuencias que se desea medir es  $f \in [10KHz, 100KHz]$ . Fijando  $C = 820pF$ ,  $R_2 = 20K\Omega$  y  $R_4 = 10K\Omega$  entonces  $R \in \left[\frac{1}{2\pi f_{max} C}, \frac{1}{2\pi f_{min} C}\right] = [1941\Omega, 19409\Omega]$ . Para conseguir dichos valores de  $R$  se utilizó un preset de  $25K\Omega$ .

### 1.1.2 Análisis de sensibilidades

Tal como ya fue mencionado,  $R = R_1 = R_3$  y dichas resistencias se implementaron con una resistencia de  $1.5K\Omega$  en serie con un preset de  $25K\Omega$ . El preset es de 25 vueltas y suponiendo que lo mínimo que se puede girar es un cuarto de vuelta, definimos nuestro  $\Delta R = 250\Omega$ . Además se supuso que la máxima diferencia entre una resistencia de ajuste era  $\Delta R = 250\Omega$ . De esta manera se graficaron las sensibilidades de  $V_d$  respecto de  $R_1$  y  $R_3$  variando  $R$  en el rango indicado en la sección anterior. Además se analizó la sensibilidad de  $V_d$  respecto a las mismas resistencias, pero variando la frecuencia en el rango de medición del puente.

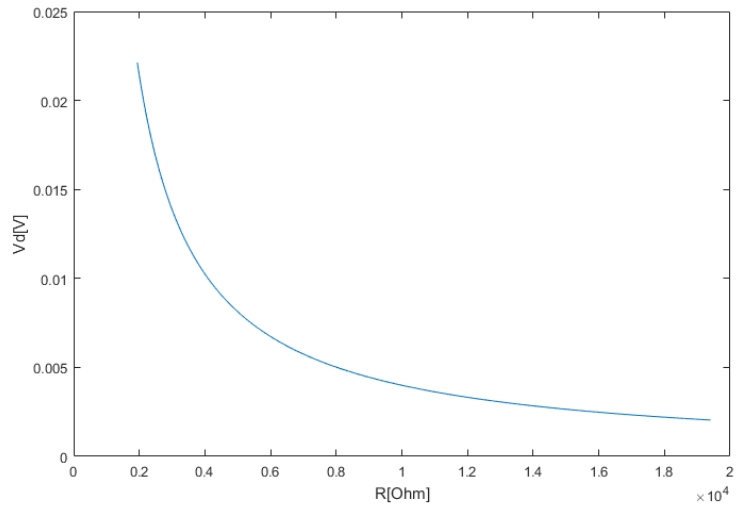


Figura 2: Sensibilidad de  $V_d$  respecto a  $R_3$

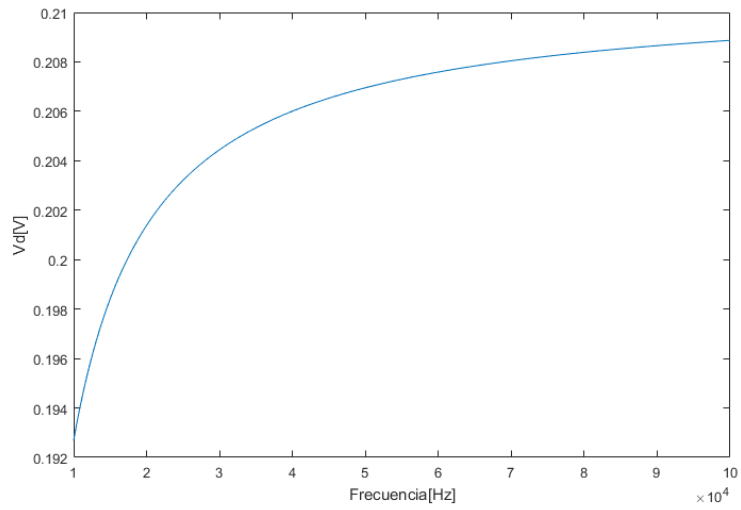


Figura 3: Sensibilidad de  $V_d$  respecto a  $R_3$  variando  $f$

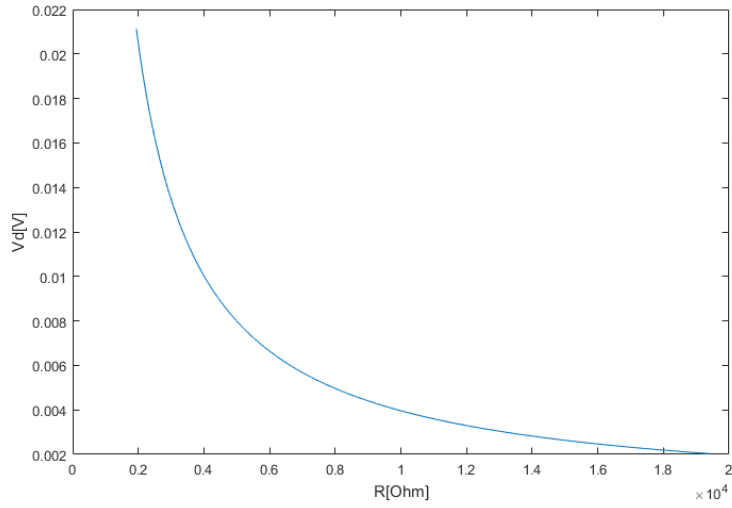


Figura 4: Sensibilidad de  $V_d$  respecto a  $R_1$

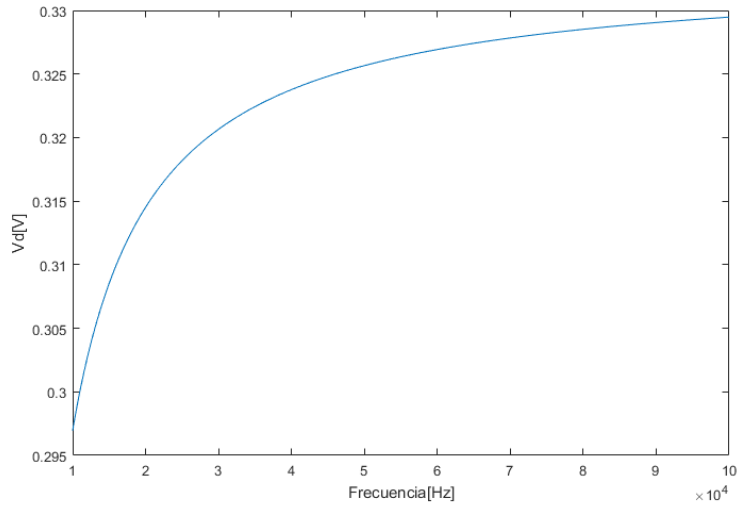


Figura 5: Sensibilidad de  $V_d$  respecto a  $R_1$  variando  $f$

Tal como se observa en ambas imágenes la sensibilidad de  $V_d$  respecto a ambas resistencias es prácticamente la misma, por ende una resistencia no enmascara a la otra. Además la sensibilidad de ambas resistencias empeora al aumentar la frecuencia.

### 1.1.3 Mediciones

Se midieron las siguientes frecuencias:

| Frecuencia generador [KHz] | $R_1 [K\Omega]$ | $R_3 [K\Omega]$ | Frecuencia calculada [KHz] | Error [ % ] |
|----------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|-------------|
| 9.7                        | 19.4            | 19.4            | 10                         | 3.1         |
| 28.4                       | 6.5             | 6.5             | 29.8                       | 5.1         |
| 37.7                       | 4.85            | 4.85            | 40                         | 6.1         |
| 54.6                       | 3.34            | 3.34            | 58.1                       | 6.4         |
| 75.5                       | 2.76            | 2.76            | 70                         | 6.8         |
| 106.5                      | 1.94            | 1.94            | 99                         | 8.7         |

Table 1: Mediciones de frecuencias.

### 1.1.4 Convergencia del puente

Para analizar la convergencia del puente, se realizó un grafico de  $V_d(R, f)$  en matlab variando R y f en los intervalos correspondientes.

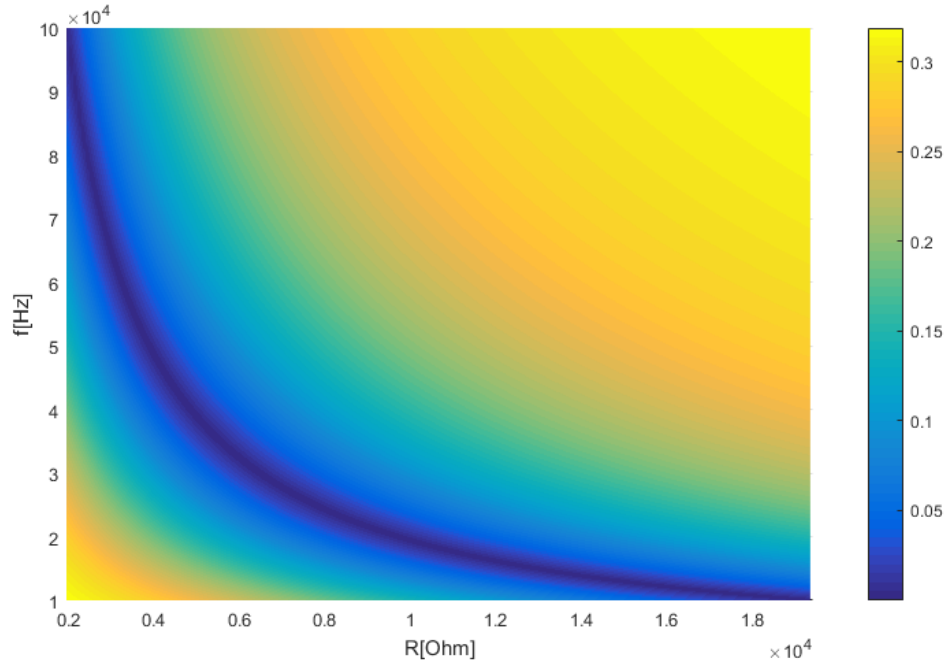


Figura 6: Gráfico  $V_d(R, f)$

Como se observa en la figura 6, hay una única franja violeta (mínimo). Esto quiere decir, que existe

un único valor de  $R$  para cada frecuencia  $f$  que genera un mínimo de  $V_d$ .

#### **1.1.5 Conclusión**

Como la convergencia del puente es única para cada valor de resistencia el puente no necesita un manual para su utilización. En cuanto al error que obtuvimos en la medición, lo atribuimos a que la medición se realizó con el osciloscopio y sin amplificador de instrumentación, además de a las tolerancias del 10% en los capacitores. También puede estar entrando en juego el hecho que al aumentar la frecuencia aumenta la sensibilidad frente a las variables de ajuste. Dicho fenómeno se observa en el hecho de que el error aumenta con el aumento de la frecuencia.