

## APLICACIÓN DE PROGRAMA CUADRI.M MEDIANTE MATLAB PARA CÁLCULO DE FUNCIÓN DE PROPAGACIÓN DE UN CUADRIPOLO CON ELEMENTOS REACTIVOS

Valor de Z1 [Ohms] ? 2  
 Valor de Z2 [Ohms] ? 2\*i  
 Valor de Z3 [Ohms] ? -3\*i

### PARAMETROS IMPEDANCIA

```
Z11 = Z1 + Z2 = 2+2i [Ohms]
Z12 = Z21 = Z2 = 0+2i [Ohms]
Z22 = Z2 + Z3 = 0-1i [Ohms]
AZ = Z11*Z22-Z12*Z21 = 6-2i [Ohms^2]
```

### PARAMETROS TRANSMISION DIRECTA

```
A = Z11/Z21 = 1-1i [Adim]
B = AZ/Z21 = -1-3i [Ohms^2]
C = 1/Z21 = 0-0.5i [Mho]
D = Z22/Z21 = -0.5 [Adim]
```

### CÁLCULO DE LA IMPEDANCIA ITERATIVA

```
ZK1 = -(A-D)/(2*C)+sqrt(((A-D)/(2*C))^2+(B/C)) = 1.1914-1.2718i [Ohms]
ZK2 = -(D-A)/(2*C)+sqrt(((D-A)/(2*C))^2+(B/C)) = 3.1914+1.7282i [Ohms]
```

### CÁLCULO DE LA IMPEDANCIA IMAGEN

```
ZIM1 = sqrt((A*B)/(C*D)) = 2.2236+3.5978i [Ohms]
ZIM2 = sqrt((B*D)/(A*C)) = 0.34356-1.4553i [Ohms]
```

### CÁLCULO DE LA FUNCIÓN DE PROPAGACIÓN EN BASE ITERATIVA

```
Fun_Prop_It = ((A+D)/2)+sqrt(((A+D)/2)^2-1)
Fun_Prop_ZIt = 0.36408-1.5957i [Adim]
```

### CÁLCULO DE LA FUNCIÓN DE PROPAGACIÓN EN BASE IMAGEN

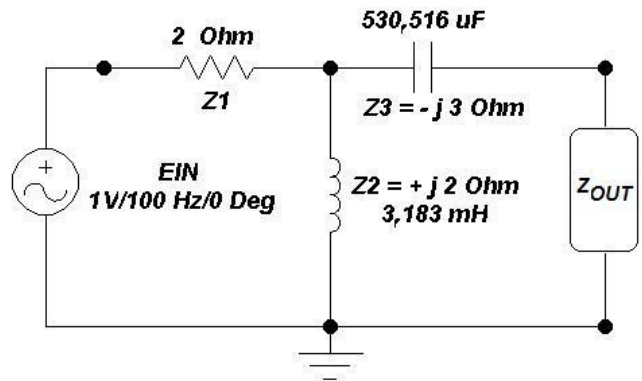
```
Fun_Prop_Im = sqrt(A/D)*((sqrt(A*D))+sqrt((A*D)-1))
Fun_Prop_ZIm = 2.7989-2.1118i [Adim]
```

### COMPROBACION DE LA FUNCIÓN DE PROPAGACIÓN EN BASE ITERATIVA

```
Fun_Prop_Zit_COMP = Ein/Eout
Fun_Prop_Zit_COMP = Z1+(Z2*(Z3+ZK2)/(Z2+Z3+ZK2))/(Z2*(Z3+ZK2)/(Z2+Z3+ZK2))*ZK2/(Z3+ZK2)
Fun_Prop_Zit_COMP = 0.36408-1.5957i [Adim]
```

### COMPROBACION DE LA FUNCIÓN DE PROPAGACIÓN EN BASE IMAGEN

```
Fun_Prop_Zim_COMP = Ein/Eout
Fun_Prop_Zim_COMP =
    Z1+(Z2*(Z3+ZIM2)/(Z2+Z3+ZIM2))/((Z2*(Z3+ZIM2)/(Z2+Z3+ZIM2))*(ZIM2/(Z3+ZIM2)))
Fun_Prop_Zim_COMP = 2.7989-2.1118i [Adim]
```



## CÁLCULO DE FUNCIÓN DE PROPAGACION DEL CUADRIPOLO CARGADO CON $Z_{K2}$ COMPROBACIÓN DE RESULTADOS MEDIANTE EWB5

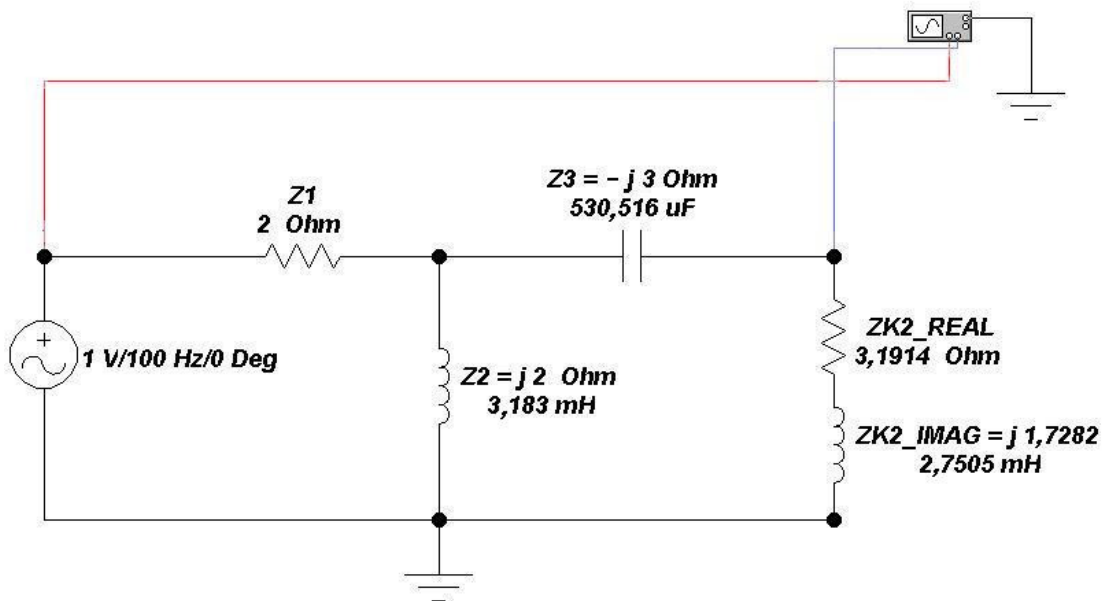
De los resultados obtenidos mediante MATLAB :

$$Z_{K2} = 3,1914 + j1,7282 \text{ [Ohms]}$$

De donde la parte resistiva valdrá 3,1914  $[\Omega]$  y la parte reactiva estará compuesta por un inductor de:

$$L = X_L / (2 * \pi * f) = 1.7282 / (2 * \pi * 100) = 2,7505 \text{ [mH]}$$

Implementamos el siguiente circuito mediante EWB5:



La siguiente Figura muestra los resultados medidos en el Osciloscopio:

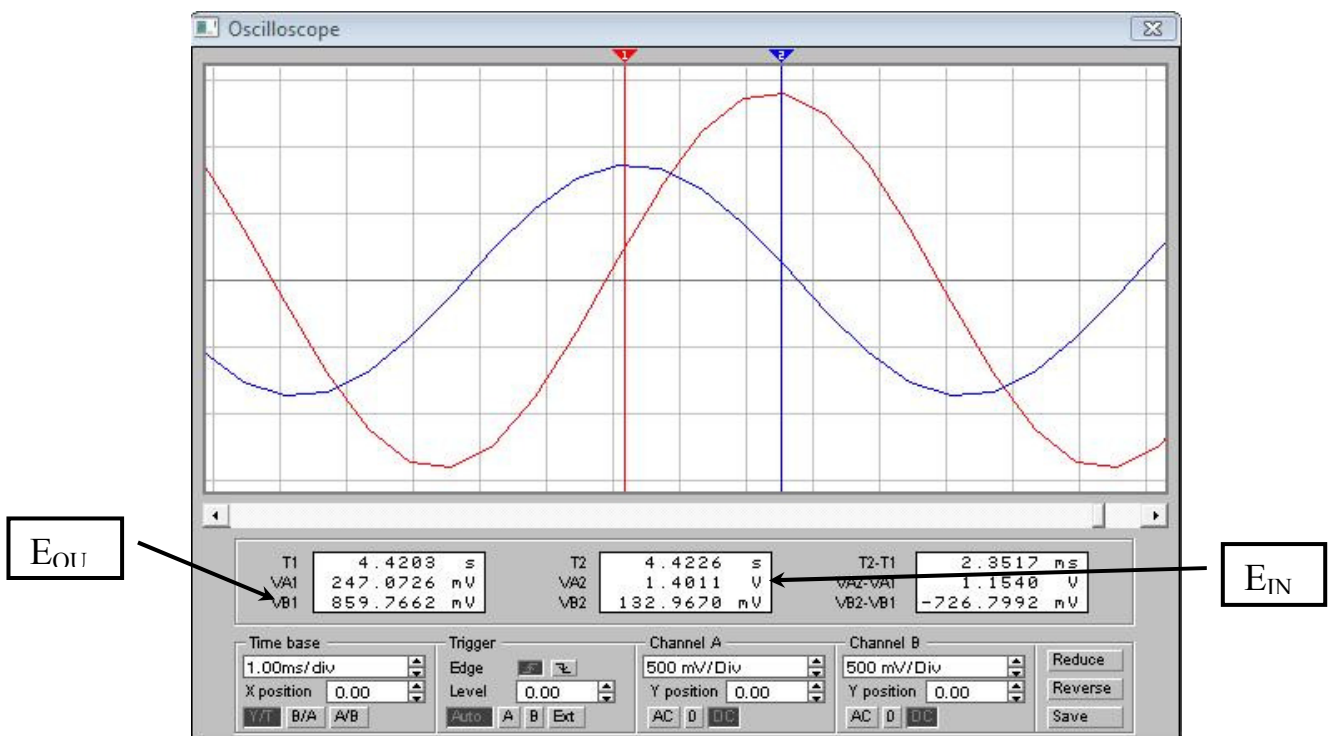


FIGURA 3. Vista del Osciloscopio para cálculo de Módulo de Func. Propagación.

Mediante MATLAB obtuvimos :

$$\text{Fun\_Prop\_ZIt} = 0.36408 - 1.5957i \text{ [Adim]}$$

De este modo, el Módulo valdrá :

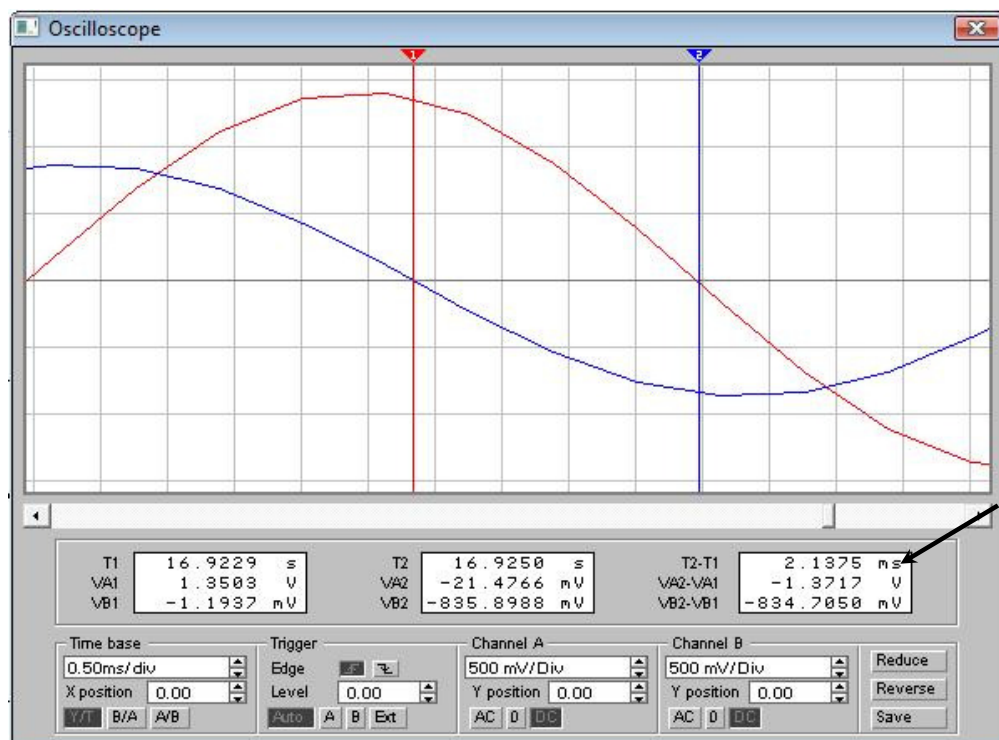
$$\text{Módulo} = \sqrt{(\text{Real})^2 + (\text{Imag})^2} = \sqrt{(0.36408)^2 + (1.5957)^2} = 1.636 \text{ [Adim]}$$

Observando la Figura 3:

$$\text{Función\_Propagación}_{\text{ITERATIVA}} = \frac{E_{IN}}{E_{OUT}} = \frac{1.4011}{0.85976} = 1.6296 \text{ [Adim]}$$

El pequeño error es debido a la simulación.

Para el cálculo de la fase, empleamos la Figura siguiente obtenida de EWB5:



Diferencia de cruce por cero entre  $E_{IN}$  y  $E_{OUT}$  .  
NOTA: debemos cambiar el signo

FIGURA 4. Vista del Osciloscopio para cálculo de la Fase de la Func.Propagación.

Mediante MATLAB obtuvimos :

$$\text{Fun\_Prop\_ZIt} = 0.36408 - 1.5957i \text{ [Adim]}$$

De este modo, la Fase valdrá :

$$\text{Fase} = \text{tg}^{-1} \frac{\text{Imag}}{\text{Real}} = \text{tg}^{-1} \frac{-1.5957}{0.36408} = -77.147^\circ$$

De la Figura 4 vemos que la diferencia de tiempo en el cruce por cero de  $E_{IN}$  y  $E_{OUT}$  es de -2,1375 mili-segundos. Para calcular el ángulo de desfase hacemos :

$$\text{Fase}_{\frac{E_{IN}}{E_{OUT}}} = \frac{360^\circ}{\text{Periodo Señal}} * \text{Diferencia de cruce por cero de } E_{IN} \text{ y } E_{OUT} = \frac{360^\circ}{1} * (-2.1375 * 10^{-3}) = -76.95^\circ$$

Nuevamente el pequeño error es debido a la simulación.

## CÁLCULO DE FUNCIÓN DE PROPAGACION DEL CUADRIPOLO CARGADO CON $Z_{IM2}$ COMPROBACIÓN DE RESULTADOS MEDIANTE EWB5

De los resultados obtenidos mediante MATLAB :

$$Z_{IM1} = 2,2236 + j3,5978 \text{ [Ohms]}$$

$$Z_{IM2} = 0,34356 - j1,4553 \text{ [Ohms]}$$

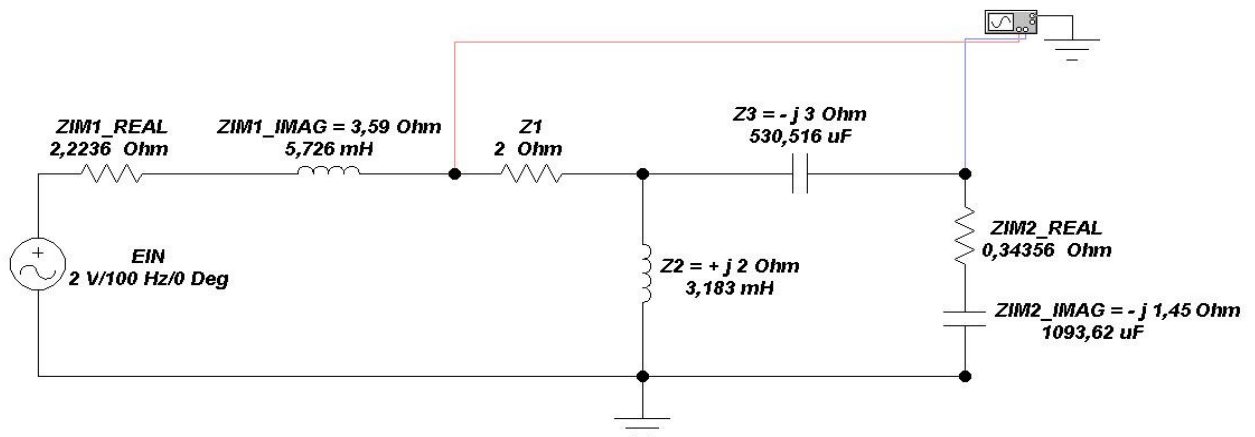
De donde, para  $Z_{IM1}$  la parte resistiva valdrá 2,2236 [Ω] y la parte reactiva estará compuesta por un inductor de:

$$L = X_L / (2 * \pi * f) = 3,5978 / (2 * \pi * 100) = 5,726 \text{ [mH]}$$

Mientras que para  $Z_{IM2}$  la parte resistiva valdrá 0,34356 [Ω] y la parte reactiva estará compuesta por un capacitor de:

$$C = 1 / (X_C * 2 * \pi * f) = 1 / (1,4553 * 2 * \pi * 100) = 1093,623 \text{ [uF]}$$

Implementamos el siguiente circuito mediante EWB5:



La siguiente Figura muestra los resultados medidos en el Osciloscopio:

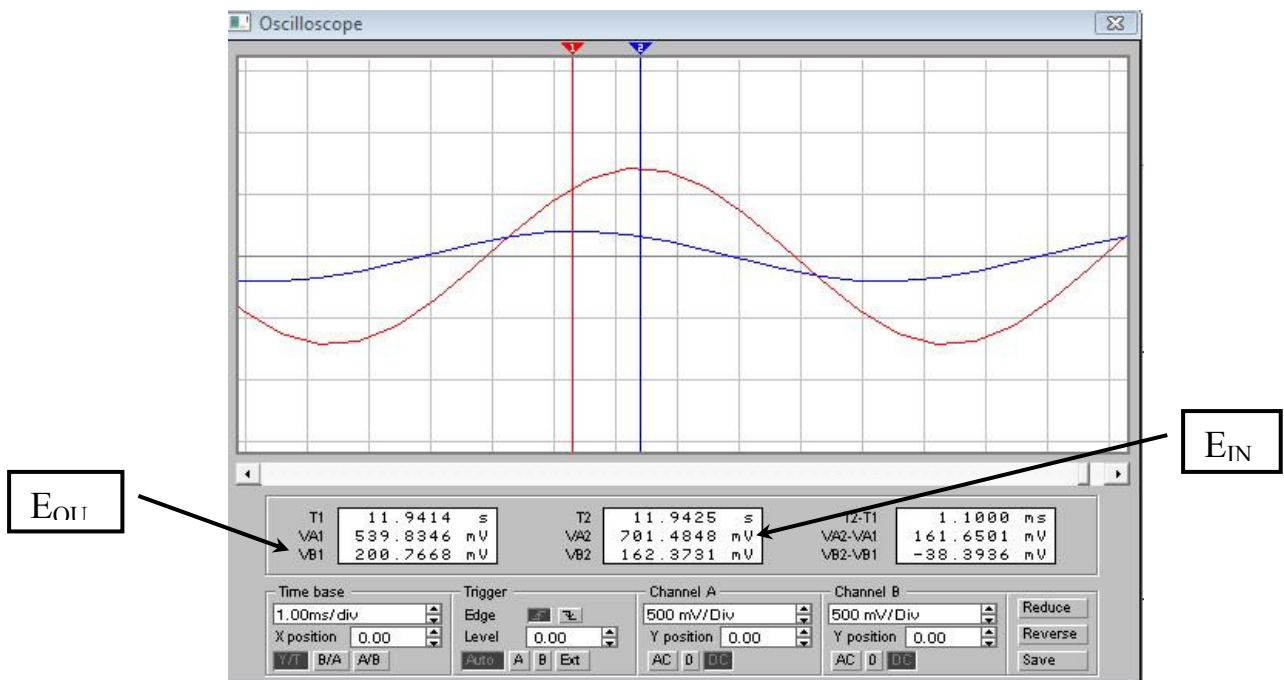


FIGURA 6. Vista del Osciloscopio para cálculo de Módulo de Func. Propagación.

Mediante MATLAB obtuvimos :

$$\text{Fun\_Prop\_ZIm} = 2.7989 - 2.1118i \text{ [Adim]}$$

De este modo, el Módulo valdrá :

$$\text{Módulo} = \sqrt{(\text{Real})^2 + (\text{Imag})^2} = \sqrt{(2.7989)^2 + (2.1118)^2} = 3.5062 \text{ [Adim]}$$

Observando la Figura 6:

$$\text{Función\_Propagación}_{\text{IMAGEN}} = \frac{E_{IN}}{E_{OUT}} = \frac{0.70148}{0.20076} = 3.494 \text{ [Adim]}$$

El pequeño error es debido a la simulación.

Para el cálculo de la fase, empleamos la Figura siguiente obtenida de EWB5:

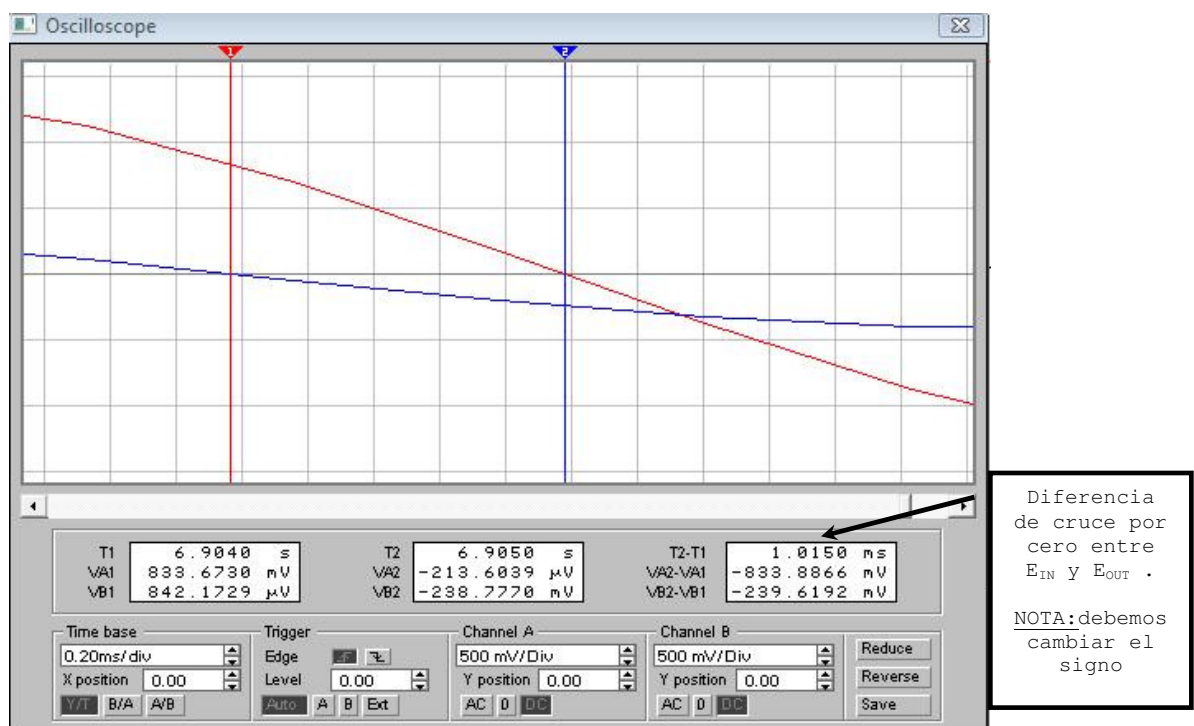


FIGURA 7. Vista del Osciloscopio para cálculo de la Fase de la Func.Propagación.

Mediante MATLAB obtuvimos :

$$\text{Fun\_Prop\_ZIm} = 2.7989 - 2.1118i \text{ [Adim]}$$

De este modo, la Fase valdrá :

$$\text{Fase} = \text{tg}^{-1} \frac{\text{Imag}}{\text{Real}} = \text{tg}^{-1} \frac{-2.1118}{2.7989} = -37.034^\circ$$

De la Figura 7 vemos que la diferencia de tiempo en el cruce por cero de  $E_{IN}$  y  $E_{OUT}$  es de 1 mili-segundos. Para calcular el ángulo de desfase hacemos :

$$\text{Fase}_{\frac{E_{IN}}{E_{OUT}}} = \frac{360^\circ}{\text{Periodo Señal}} * \text{Diferencia de cruce por cero de } E_{IN} \text{ y } E_{OUT} = \frac{360^\circ}{1} * (-1.015 * 10^{-3}) = -36.54^\circ$$

Nuevamente el pequeño error es debido a la simulación.