

Medidas Eléctricas

Tema: Se analiza el procedimiento de medición y el cálculo del error en la medición del tiempo de subida de una onda cuadrada, con un osciloscopio HP 54603B, de 60 MHz y 20 MSa/s. Para realizar la experiencia se utilizó la onda de calibración del propio osciloscopio.

A continuación, se presentan los pasos conceptuales a seguir para realizar la medición, acompañando la explicación con fotografías obtenidas de la pantalla del osciloscopio. El alumno interesado podrá practicar siguiendo estos mismos pasos (indispensable para el aprendizaje). Por último, antes de empezar, viene bien recordar aquellas palabras que se le atribuyen al pensador Confucio:

Me lo contaron y lo olvidé

Lo vi y lo entendí

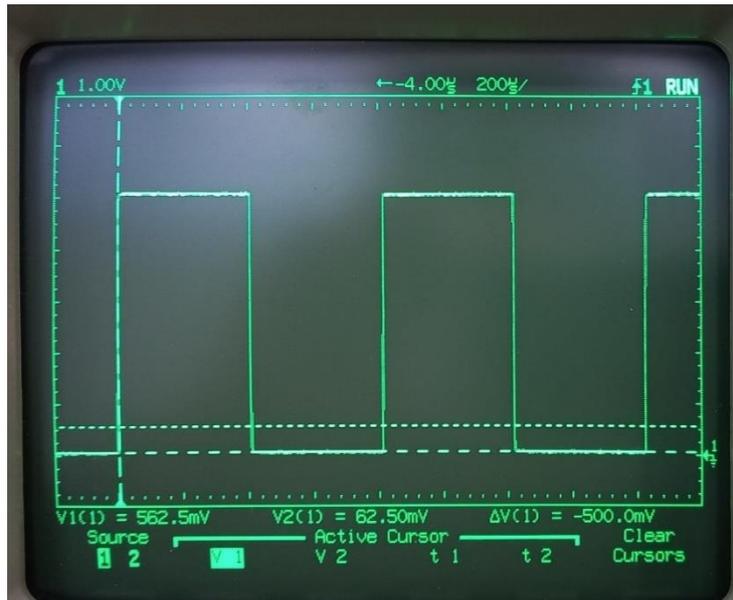
Lo hice y lo aprendí

1º) Visualizar en la pantalla del osciloscopio la onda completa, un ciclo o más, de manera de poder posicionar los cursores en el valor máximo y mínimo. En la siguiente figura se observa que el valor pico a pico es $\Delta V = -5,031$ V. El signo menos corresponde al hecho que el osciloscopio entrega el valor $\Delta V = V_2 - V_1$, como el cursor V2 se colocó en la parte inferior de la onda, el resultado es negativo.

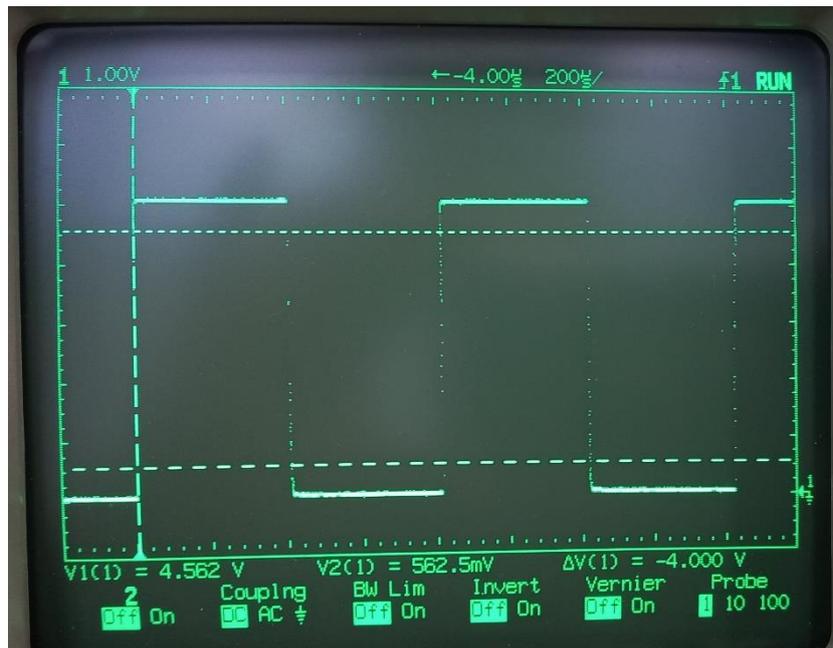


2º) Como segunda etapa, se debe posicionar uno de los cursores en el 10%. $V(10\%) = 0,1 * 5,031 = 0,5031$ V. En la siguiente fotografía se aprecia que el cursor V2 fue colocado en el valor más cercano al calculado, correspondiente a un $\Delta V = -500,0$ mV

Medidas Eléctricas



3º) Se debe colocar el restante cursor en el 90 %, esto corresponde a un valor entre cursores del 80 % del total, $\Delta V = 0,8 * 5,031 = 4,0248$ V. En la siguiente fotografía se aprecia que el cursor V1 se posicionó a un $\Delta V = -4,000$ V, valor más cercano al calculado.



4º) Ahora se debe cambiar el barrido, de manera que el valor del tiempo de subida ocupe la mayor parte de la pantalla, con el objetivo de reducir el error. En el caso analizado, éste resultó 200ns/div. En la fotografía siguiente, se observa que se han llevado los cursores de tiempo a la intersección de la curva con los cursores de tensión

Medidas Eléctricas



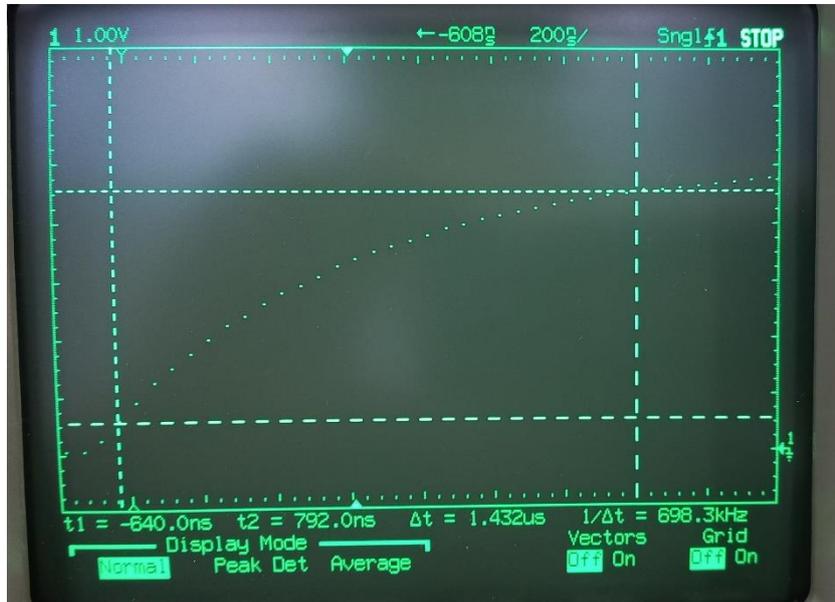
5º) Se cambian los controles del osciloscopio para que muestre el tiempo entre cursores de tiempo. En la siguiente fotografía se ve que este valor corresponde a $\Delta t = 1,432 \mu s$



Dado que la pendiente de la onda para el valor 90 % ha disminuido respecto del valor al 10 %, y que se hace más difícil determinar el punto de cruce entre el cursor de tensión al 90 % y la onda, se puede pasar los controles del osciloscopio a vectors off, de manera de ver solo puntos

Medidas Eléctricas

Con lo que se facilita la determinación del cursor de tiempo, como se aprecia en la fotografía siguiente.



6º) Resta calcular el error de medición del tiempo de subida medido. Para esto recurrimos a la expresión dada por el fabricante para la utilización de dos cursores

Cursor Accuracy $\Delta t = \pm 0,01\% \pm 0,2\%$ of full scale ± 200 ps

El valor $\pm 0,01\%$ debe entenderse como porcentaje del valor medido, para que todos los sumandos tengan unidades de tiempo.

$$e = \pm \left(0,01 + \frac{0,2 \frac{200ns}{div} 10div}{1,432\mu s} + \frac{200ps}{1,432\mu s} 100 \right) \% = \pm (0,01 + 0,28 + 0,014)\% = \pm 0,3\%$$

El tiempo de subida del osciloscopio vale $t_{s\ osc} = 0,35/60$ MHz = 5,8 ns.

$$t_{medido} = \sqrt{5,8^2 + t_{subida\ señal}^2} = 1432\ ns$$

Se aprecia que el tiempo de subida del osciloscopio no influye en la medición.

El resultado será:

$$t_s = (1,432 \mp 0,004)\mu s$$

Si bien en este punto puede considerarse que el problema ha finalizado, cabe preguntarse, ¿cómo sería el tratamiento si el valor medido fuese más cercano al tiempo de subida propio del osciloscopio?

Para hacer este análisis, podemos suponer que el valor medido fue 58 ns (diez veces el tiempo de subida del osciloscopio).

El error, aplicando la expresión dada por el fabricante será:

Medidas Eléctricas

$$e = \pm \left(0,01 + \frac{0,2 \frac{10ns}{div} 10div}{58ns} + \frac{200ps}{58ns} 100 \right) \% = \pm 0,7\%$$

Se ha considerado que se ha usado un barrido de 10 ns/div, y para no complicar la explicación, no se ha usado vernier.

Entonces, si el valor medido es 58 ns, el valor de la señal será:

$$t_{subida\ señal} = \sqrt{t_{medido}^2 - 5,8^2} = 57,71\ ns$$

Este valor difiere del medido en -0,5 %, valor que no es despreciable frente al $\pm 0,7$ % obtenido en la medida, por lo que no será válido el camino utilizado para acotar el resultado en el primer caso, y dado que no se posee la información necesaria para hacer la propagación de errores, en este caso habrá que conformarse con tener solo una aproximación del valor buscado.

Nota: Este es un primer abordaje al tema de medición del tiempo de subida de una onda con un osciloscopio. En el caso de querer profundizar en el tema para expresar la incertidumbre en el mismo, habría que considerar el aporte a la incertidumbre debido a la posición de los cursores de tensión, además, mejorar la presentación haciendo uso de verniers, tanto en la ganancia vertical utilizada como en la base de tiempo, pero esto escapa al alcance de este curso.

Noviembre de 2024.