

Se desea medir la tensión en la resistencia  $R_2$

La tensión sobre  $R_2$  se puede calcular a partir de un divisor de tensión.

$$V_{R_2} = V_1 \cdot \frac{1 \text{ k}\Omega}{1 \text{ k}\Omega + (3 \pm 0,15) \text{ k}\Omega} = 100 \text{ V} \cdot \frac{1}{4 \pm 0,15}$$

$$V_{R_2} = V_2 \pm \Delta V \quad ; \quad V_2 = \left( \frac{100 \text{ V}}{4 - 0,15} + \frac{100 \text{ V}}{4 + 0,15} \right) / 2 = 25,035 \text{ V}$$

$$\Delta V = \left( \frac{100 \text{ V}}{4 - 0,15} - \frac{100 \text{ V}}{4 + 0,15} \right) / 2 = 0,939 \text{ V}$$

$$\text{Entonces } V_{R_2} = (25,035 \pm 0,939) \text{ V}$$

Falta considerar la incertidumbre debido a la clase del instrumento. Esta es:  $\frac{\text{clase}}{100} \cdot 50 \text{ V}$  ya que es un voltímetro analógico con un alcance de 50V

$$\text{Luego: } \Delta V = 0,939 \text{ V} + \frac{\text{clase}}{100} \cdot 50 \text{ V}$$

$$\text{Me piden que } \varepsilon = \frac{\Delta V}{V} \leq 0,05 \Rightarrow \frac{0,939 \text{ V} + \frac{\text{clase}}{100} \cdot 50 \text{ V}}{25,035 \text{ V}} \leq 0,05$$

$$\Rightarrow \text{clase} \cdot 0,5 \leq 0,05 \cdot 25,035 - 0,939$$

$\Rightarrow \text{clase} \leq 0,6255$ . A este valor se llegó a partir de algunos redondeos. Para estar seguros que la incertidumbre total sea menor al 5% podemos pedir que el instrumento sea de clase 0,6 o menor.

2) Se necesita un osciloscopio para analizar una señal de onda cuadrada de  $1000\text{ kHz} = 1\text{ MHz}$  de frecuencia y de un tiempo de crecimiento de  $5\text{ ns}$  y  $100\text{ V}$  de amplitud.

Sabemos que la relación entre el tiempo de crecimiento y el ancho de banda es:

$$BW = \frac{0,35}{t_r}$$

~~$1/2825 \Rightarrow BW = \frac{0,35}{5\text{ ns}} \Rightarrow 70\text{ MHz}$~~

Consideramos que para que la medición sea buena, el tiempo de crecimiento que se quiere analizar tiene que ser 5 veces mayor que el del instrumento.

Entonces  $t_r = \frac{1}{5} \times 5\text{ ns} = 1\text{ ns}$

Luego  $BW = \frac{0,35}{1\text{ ns}} = 350\text{ MHz}$

Por otro lado, la onda que se quiere analizar es cuadrada por lo tanto necesitamos que la frecuencia principal y sus 2 primeros armónicos estén dentro del ancho de banda.

Estas frecuencias son:  $1\text{ MHz}$ ,  $3\text{ MHz}$  y  $5\text{ MHz}$ .

Con un osciloscopio con un ancho de banda de  $350\text{ MHz}$  vamos a poder medir sin problemas estas frecuencias y observar la onda cuadrada.

Por último, como la señal tiene una amplitud de  $100\text{ V}$  necesitamos que el alcance del instrumento sea mayor a este valor.

Además, como la amplitud es  $100\text{ V}$  vamos a poder usar la punta  $\times 10$  para aprovechar el ancho de



FRANCISCO VIÑAS (103207)

DNI: 41472721

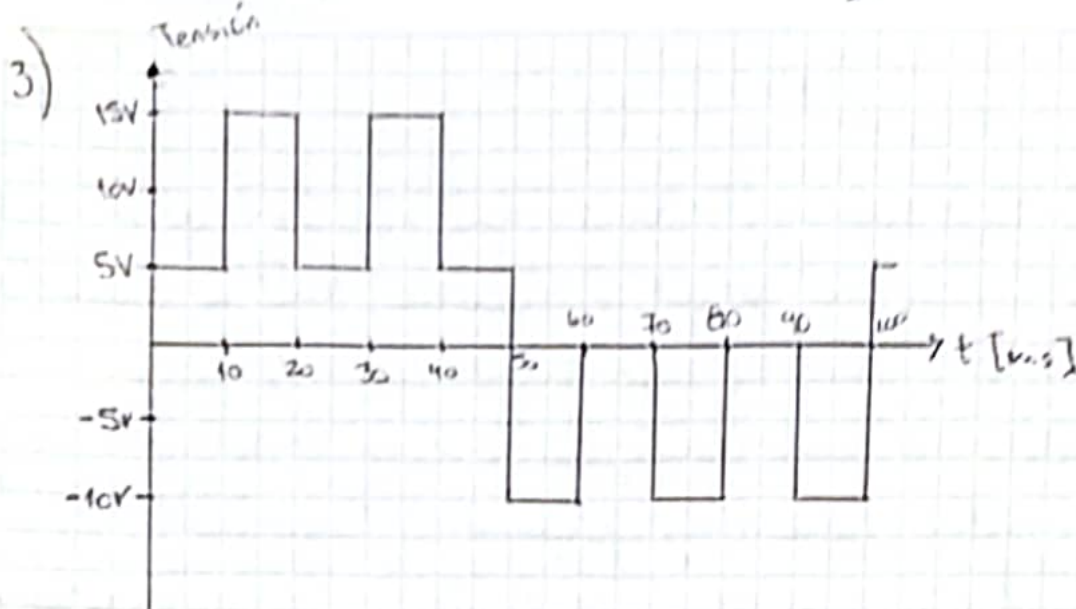
102021

p 3/7

banda del instrumento. Sabemos que podemos usar este punto porque la señal atenuada tendrá una amplitud de  $10V$ . Esto es una amplitud de señal que se puede medir con cualquier osciloscopio.

Si la amplitud fuese muy pequeña, tendríamos que usar obligatoriamente la punta  $\times 1$  y necesitaríamos una frecuencia de corte mucho mayor.

A partir de este análisis puedo concluir que se necesita un osciloscopio de ancho de banda de  $350 MHz$  y un tiempo de crecimiento de  $1ns$ . Además el alcance debe ser mayor a  $100V$ .

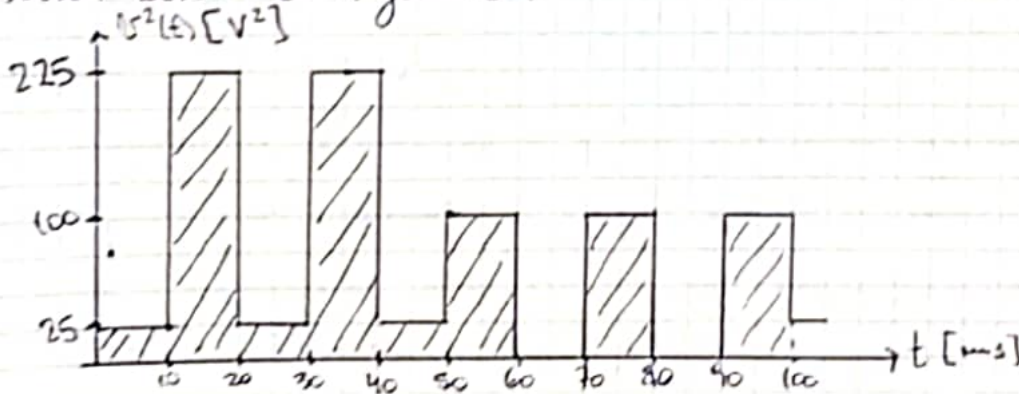


El valor que indicaría un voltímetro de valor eficaz verdadero está dado por la siguiente expresión:

$$V_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \text{Area}[v^2(t)]}$$

En el gráfico se observa que  $T = 100\text{ms}$

Si elevamos la tensión al cuadrado obtenemos una señal como la siguiente:



El área de  $v^2(t)$  se puede calcular fácilmente porque son áreas de rectángulos:

$$\text{Area}[v^2(t)] = (25 \cdot 10 \cdot 3 + 100 \cdot 10 \cdot 3 + 225 \cdot 10 \cdot 2) V^2 = 8250 V^2_{ms}$$

$$\text{Luego, } V_{ef} = \sqrt{\frac{1}{100\text{ms}} \cdot 8250 V^2_{ms}} = 9,08295 V$$

$$\text{Instrumento de } 4\frac{3}{4} \text{ dígitos} \Rightarrow \boxed{V_{indicada} = 9,083 V}$$

DNI: 41472721

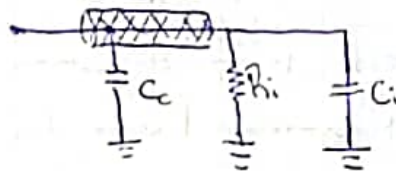
1C2021

p 5/7

FRANCISCO VIÑAS (103204)

4) Si usamos el osciloscopio con la punta directa, la tensión que llega a la punta es igual a la que se observa en la pantalla del instrumento (siempre y cuando esté dentro de las frecuencias válidas).

El conjunto punta directa y osciloscopio se puede representar a partir del siguiente modelo:

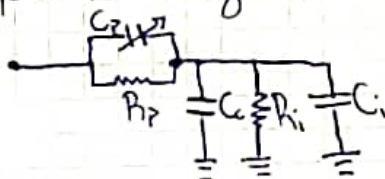


donde  $R_i$  y  $C_i$  son la impedancia y capacitancia de entrada del osciloscopio. Además tenemos la capacitancia propia del cable ( $C_c$ ) que está en paralelo con  $R_i$  y  $C_i$ .

Las capacitancias del modelo se pueden sumar y reducir a una sola. Como consecuencia tenemos un circuito que se carga y que la señal de salida está desfasada con respecto a la de entrada (a frecuencias altas).

Usando el osciloscopio con la punta atenuada, la tensión que se observa en la pantalla del osciloscopio es 10 veces menor a la que llega a la punta (por eso también se la llama punta  $\times 10$ ).

El conjunto punta atenuada y osciloscopio se puede representar a partir del siguiente modelo:





DNI: 41472721

El objetivo de esta punta es compensar la punta y el osciloscopio de forma tal que  $C_p R_p = (C_c + C_i) R_i$ .

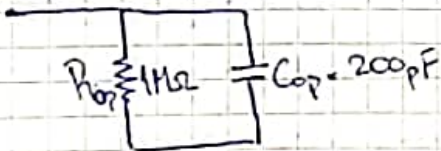
Para lograr esto, ~~se tiene~~ <sup>se tiene</sup> una capacitancia variable ~~se tiene~~.

Para lograr esto, se tiene  $C_p$  que es una capacitancia variable.

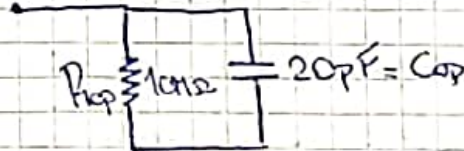
Una vez que la punta está compensada, el ancho de banda de la punta + osciloscopio es igual al ancho de banda del osciloscopio. Es decir, se aprovecha todo el ancho de banda del instrumento (a diferencia de la punta directa).

Estos dos puntas se los puede reducir a modelos aún más sencillos:

Punta directa (+ osc)



Punta atenuada (+ osc)



La punta atenuada tiene 2 ventajas con respecto a la punta directa. En primer lugar, la resistencia es el ~~de~~ 10 veces mayor en la punta atenuada, por lo tanto carga menos el circuito. Y en segundo lugar, la capacitancia es 10 veces menor, por lo tanto la frecuencia de corte es 10 veces mayor. La desventaja que tiene la punta atenuada es que la señal está 10 veces atenuada.

DNi: 41472721

102021

p 7/7

FRANCISCO VIÑAS (103207)

Teniendo en cuenta estas cuestiones, si queremos medir una señal de frecuencias altas vamos a tener que usar la punta atenuada si o si. Y si queremos medir una señal de amplitud muy pequeña nos vamos obligados a usar la punta directa porque la atenuada nos introduciría una incertidumbre muy grande (e en el peor de los casos, ni siquiera se puede observar la señal).

CARRERA: ING. EN INFORMÁTICA Plan (1986)

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES  
Facultad de INGENIERIA  
CODIGO DE REGISTRO DEL ALUMNO

18141472721

AÑO



FIRMA DEL ALUMNO

FIRMA DEL EMPLEADO

NOTA: Esta libreta constituye un documento interno de la Universidad que acredita al alumno como tal en sus distintos organismos.

103207

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

Apellido VIÑAS

Nombre FRANCISCO NICOLÁS

Nacido el 30 de AGOSTO de 1998  
en CABA

Título secundario BACHILLER

Doc. Nac. Id. 41.472.721

Cédula de Identidad

Pasaporte N°

Domicilio RUTA 9 S/N

Localidad ESCORBAL

Tel.:

Nota: Anotaciones válidas únicamente para uso interno de la Universidad