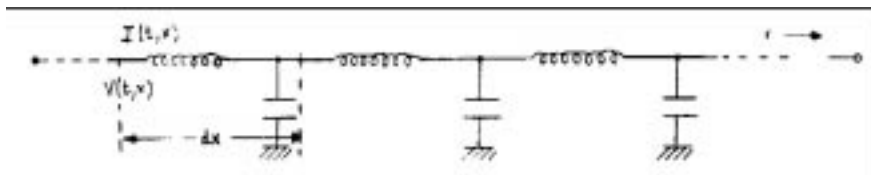


PRACTICA N°5

PROBLEMAS EN LA TRANSMISIÓN DE IMPULSOS EN CABLES COAXIALES

Un cable coaxial puede ser considerado equivalente a



Siendo L y C la autoinducción y la capacidad del cable por unidad de longitud.

Es fácil comprobar que en un punto x , se verifican las dos ecuaciones siguientes

$$\frac{\partial V}{\partial x} = -L \frac{\partial I}{\partial t}$$

$$\frac{\partial I}{\partial x} = -C \frac{\partial V}{\partial t}$$

lo que nos conduce a la ecuación

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = LC \frac{\partial^2 V}{\partial t^2}$$

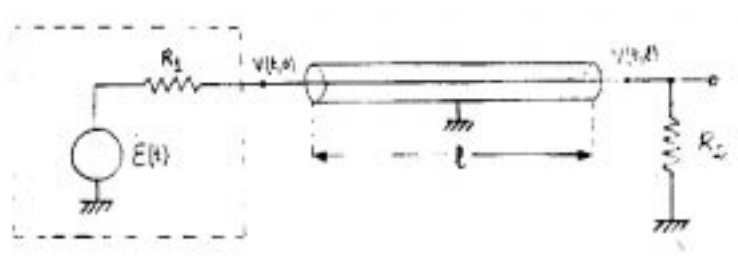
Expresión que nos indica que cualquier señal (perturbación) que se propaga en un cable coaxial sigue una ecuación de ondas y viaja con una velocidad igual a $v = (LC)^{-1/2}$. Las soluciones de esta ecuación son de la forma:

$$V(t, x) = f\left(t - \frac{x}{v}\right) + g\left(t + \frac{x}{v}\right)$$

$$I(t, x) = \sqrt{\frac{C}{L}} \left[f\left(t - \frac{x}{v}\right) - g\left(t + \frac{x}{v}\right) \right]$$

A la cantidad $\sqrt{\frac{L}{C}}$ se la denomina, R_0 (resistencia característica del cable) y en los cables coaxiales tiene valores típicos de 50 a 100Ω

Esta característica ondulatoria de la transmisión de señal en un cable coaxial tiene su plasmación "perversa" cuando estudiamos la transmisión de una señal generada por un detector cuya impedancia de salida es R_1 y cuya detección se va a realizar con un dispositivo cuya resistencia interna es R_2 .



Esquemáticamente

Es fácil comprobar que en un montaje de estas características las condiciones de frontera son

$$V(t,l) = R_2 I(t,l) \quad \varepsilon(t) - R_1 I(t,0) = V(t,0)$$

y que por lo tanto en $x=l$

$$g\left(t + \frac{l}{v}\right) = \frac{\frac{R_2}{R_0} - 1}{\frac{R_2}{R_0} + 1} f\left(t - \frac{l}{v}\right)$$

o lo que es lo mismo el impulso se refleja en $x=l$ con un coeficiente de reflexión

$$\rho_l = \frac{\frac{R_2}{R_0} - 1}{\frac{R_2}{R_0} + 1}$$

Análogamente la onda vuelve a reflejarse en $x=0$ con un coeficiente

$$\rho_0 = \frac{\frac{R_1}{R_0} - 1}{\frac{R_1}{R_0} + 1}$$

Las múltiples reflexiones de la señal en los cables coaxiales es un serio problema que puede evitarse escogiendo adecuadamente eligiendo los valores de R_1 y R_2 . Como puede apreciarse existen los siguientes casos límite:

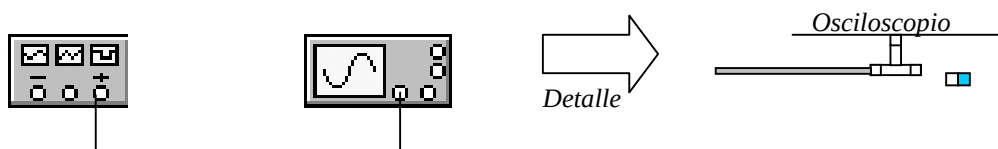
- $R \gg R_0$ $\rho=1$
- $R = R_0$ $\rho=0$
- $R \approx 0$ $\rho=-1$

Para visualizar este comportamiento disponemos de:

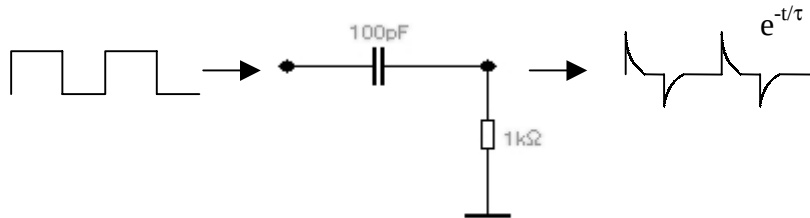
- 1) Un generador de señales con una impedancia de salida de 600Ω y una frecuencia máxima de 200 KHz.
- 2) Un filtro RC para bajas frecuencias montado en un cable coaxial.
- 3) Dos cables coaxiales de 1 metro y de 20 metros respectivamente.
- 4) Un osciloscopio con una impedancia de entrada de $1\text{ M}\Omega$.
- 5) Una resistencia variable (rango de 0Ω a 280Ω).
- 6) Un terminal en forma de T y una carga resistiva de adaptación.

Experiencias que deben realizarse.

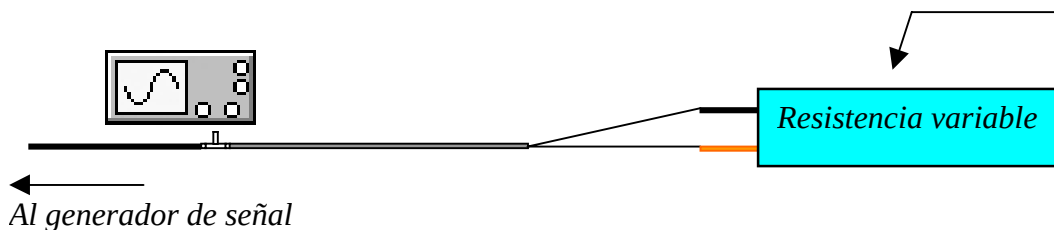
- Conectar directamente a la salida TTL del generador (a máxima frecuencia) el cable de 1 metro. Conectar el otro extremo del cable a uno de los extremos del terminal en forma de T y este último al osciloscopio (Deje libre uno de los extremos de la T). Dibujar la señal indicando su amplitud y su frecuencia. ¿Ocurre algo al conectar al extremo libre de la T la carga resistiva?



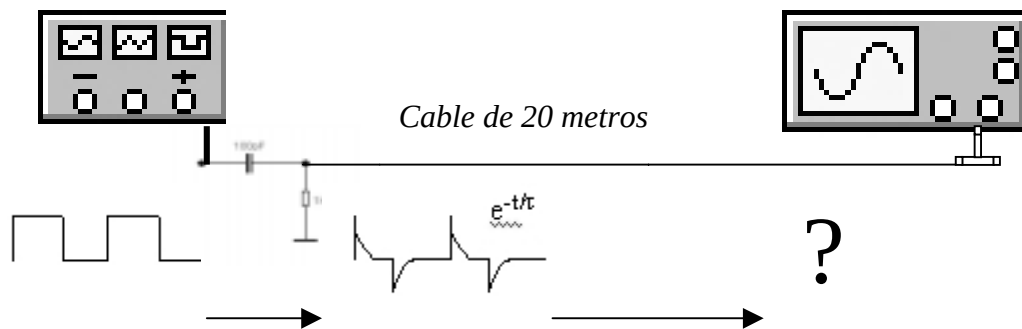
- Desconecte la carga resistiva e intercale entre el generador y el cable de 1 metro el filtro de baja frecuencia. Dibujar la señal indicando su amplitud y su frecuencia. Nota alguna peculiaridad en la señal. Indíquela.



- Repita lo realizado en el primer apartado conectando ahora el cable de 20 metros (no conecte la carga resistiva). ¿Qué le ocurre a la señal? Dibújela especificando sus parámetros (frecuencia, amplitud, etc). Explique el resultado. ¿Que ocurre al conectar la carga resistiva? (¿cómo se ven afectados los parámetros anteriores?) Explique las causas.
- Quite la carga resistiva y sustitúyala por la resistencia variable.



- Determine el valor de la resistencia específica del cable coaxial.
 - Utilizando este valor indique los valores que deben tomar los coeficientes de reflexión en los extremos del cable.
 - ¿Qué valor se puede medir para el producto de los coeficientes de reflexión?
- Realice ahora el siguiente montaje



¿Cómo es la señal a la entrada del osciloscopio? Dibújela. Indique todos sus parámetros.

¿Cuánto tarda la señal en viajar a lo largo del cable? Tenga en cuenta que realiza el trayecto de ida y de vuelta.

Sabiendo que tenemos 41 metros de cable ¿cual es el índice de refracción de la luz en el cable?

¿Qué ocurriría si trabajásemos con una frecuencia de salida de 2 MHz?