

Práctica 1.- Instrumentación.

Material Necesario

- *Fuente de Alimentación*
- *Generador de funciones*
- *Osciloscopio*

Objetivos

- *Conocer el manejo de los instrumentos y equipos que se utilizarán en las prácticas de este curso*

A.- Fuente de Alimentación

La fuente de alimentación CPS250 (y otros modelos existentes en el laboratorio, que presentan un funcionamiento similar) posee tres fuentes de corriente continua con las siguientes características:

- Una proporciona una tensión fija de 5 V con una intensidad máxima de 2A
- Las dos restantes dan tensiones variables de 0 V a 20 V con una intensidad máxima de 0,5A cada una

Las fuentes variables, denominadas A y B poseen cada una dos controles para su regulación. El control VOLTAGE permite seleccionar la tensión de salida. El control CURRENT regula el valor máximo de intensidad que se permite que dé la fuente. Con este mando al máximo, la máxima corriente que puede dar es de 0,5A.

Tanto la tensión como la intensidad que proporcionan estas dos fuentes pueden ser medidas en el Voltímetro y Amperímetro del panel frontal. Para ello basta con seleccionar en A o B el conmutador intermedio y serán presentadas las medidas de la fuente seleccionada.

Funcionamiento

Las tres fuentes son totalmente independientes, es decir, no existe una referencia común de tensión entre ellas, se comportan como tres baterías separadas. Ahora bien, conectando algunos de los 2 terminales de cada fuente al terminal GND pueden conseguirse tensiones relativas entre ellas, por lo que existen tres modos de funcionamiento seleccionables con el conmutador A/B OUTPUTS: Modo Independiente, Modo Serie y Modo Paralelo. Nosotros usaremos únicamente el Modo Independiente.

a) Modo Independiente

Las tres fuentes son totalmente independientes, no tienen referencia común de tensión aunque pueden conectarse entre sí externamente para obtener diferentes rangos de tensiones.

- *Fuente fija: 5V*
- *Fuente A: de 0V a 20V*

- *Fuente B: de 0V a 20V*

Ejemplo:

1. Conecta una resistencia de 490Ω a los extremos de la fuente A y otra del mismo valor a la fuente B
2. Enciende la fuente accionando el interruptor POWER
3. Ajusta la fuente A a una tensión de 12V y la B a 17,5V utilizando el Voltímetro. Anota los valores de la intensidad que entrega cada fuente midiéndolos en el Amperímetro

A: mA; B: mA

B.- Generador de Funciones

Es un instrumento capaz de generar señales eléctricas. Puede generar señales continuas, alternas y compuestas, con frecuencias comprendidas entre 1 Hz y 2 MHz.

Las señales alternas pueden ser de 3 tipos:

- *Sinusoidales*
- *Triangulares*
- *Cuadradas*

También puede generar señales TTL comprendidas entre las frecuencias anteriores.

Para visualizar las señales obtenidas en el generador se utilizará el osciloscopio. En todos los casos, mientras no se indique lo contrario, el osciloscopio deberá estar configurado de la forma siguiente (posición base):

VERTICAL:

- *Selectores VOLTS/DIV (Canal 1 y 2):* 1V
- *Botones COUPLING:* DC
- *Botones MODE:* CH1
- *Potenciómetro POSITION ▲▼:* Ajustado para que la línea horizontal aparezca en el centro de la pantalla

HORIZONTAL:

- *Selector SEC/DIV:* 0,1 ms

TRIGGER:

- *MODE:* AUTO
- *SOURCE:* CH1
- *COUPLING:* DC

El botón SWEEP del generador de funciones (si existe) debe estar siempre en posición EXT, el pulsador VOLTS OUT (si existe) debe posicionarse para que dé 20V

como tensión máxima de pico a pico, y el pulsador SYMMETRY (si existe) estará inicialmente en posición CAL, es decir, los 3 botones hacia fuera.

b) Generación de una señal continua pura

1. Conecta un extremo del cable del generador a la salida MAIN (dependiendo del modelo, en otros está marcado con el símbolo $O \rightarrow$) y el otro extremo a la entrada CH1 del osciloscopio
2. Haz que ninguno de los botones de selección de señal esté pulsado
3. Tira hacia fuera del botón DC OFFSET (en algunos modelos, en otros simplemente se mueve desde la posición de OFF) y gíralo hasta obtener las tensiones siguientes (en la posición base, cada cuadro en la pantalla del osciloscopio por encima de la horizontal central representa +1V y cada cuadro por debajo -1V):
+3V; +1,8V; -0,6V; +3,5V; -2V

c) Generación de una señal alterna pura

1. Pulsa el botón DC OFFSET en caso de que esté hacia fuera (en algunos modelos, en otros gíralo completamente a la izquierda a la posición OFF hasta escuchar el “click”)
2. Selecciona el tipo de señal (cuadrada, triangular o senoidal) mediante los botones FUNCTION
3. Selecciona la frecuencia de la señal mediante los botones de RANGE (en algunos modelos, en otros sólo se indica la escala) en combinación con el Dial, teniendo en cuenta que la frecuencia generada (f) vendrá dada por:

$$f = (\text{nº indicado por el dial} \times \text{Valor del botón pulsado})$$

4. Selecciona el nivel de amplitud con el mando AMPLITUDE

Siguiendo estos pasos, genera las siguientes señales:

- Triangular de $f = 1,3 \text{ MHz}$ y $A = 3,6V$
- Cuadrada de $f = 300 \text{ Hz}$ y $A = 2,2V$
- Sinusoidal de $f = 9 \text{ KHz}$ y $A = 1,6V$

(Modificar la posición del selector SEC/DIV del osciloscopio para poder visualizar las señales correctamente)

d) Generación de una señal compuesta

Para generar una señal compuesta de una continua pura y de una alterna pura debe seguirse el siguiente proceso general:

1. Seleccionar la componente alterna tal y como se vio en el apartado anterior
2. Deseleccionar el tipo de señal escogido, haciendo que todos los botones de FUNCTION estén sin pulsar
3. Seleccionar la componente continua tal y como se vio en el primer caso
4. Volver a pulsar el botón de FUNCTION correspondiente

Siguiendo estos pasos, genera las siguientes señales:

- Triangular de $f = 12 \text{ KHz}$ y $A = 3,6\text{V}$ con componente continua de $-2,2\text{V}$
- Cuadrada de $f = 7 \text{ KHz}$ y $A = 3,1\text{V}$ con componente continua de $-0,8\text{V}$
- Sinusoidal de $f = 8 \text{ KHz}$ y $A = 3,0\text{V}$ con componente continua de $+1,6\text{V}$

e) Generación de señales alternas de simetría modificada

La simetría de las señales alternas puede modificarse con el mando SYMMETRY (en algunos modelos, en otros con SYM), de forma que las señales cuadradas se transforman en pulsos y las triangulares en rampas o dientes de sierra. El proceso a seguir es el siguiente:

1. Obtener la señal alterna normal
2. Pulsar el botón SYMMETRY (si existe) para ponerlo en posición VARIABLE
3. Mover el potenciómetro SYMMETRY (o SYM) a una posición distinta del reposo

Realiza este proceso con señales cuadradas y triangulares y observa las señales obtenidas.

f) Generación de señales digitales TTL

En la salida SYNC (TTL) ó TTL (COMP) (según modelos) del generador se obtienen señales digitales TTL. Los mandos de AMPLITUDE, DC OFFSET, FUNCTION y VOLTS OUT no afectan a la señal obtenida en esta salida, que siempre se mantiene entre 2 valores (0V y +5V aproximadamente).

El proceso a seguir para obtener una señal de este tipo es el siguiente:

1. Conectar el cable de salida del Generador al terminal SYNC (TTL) ó TTL (COMP) (según modelos)
2. Seleccionar la frecuencia de la señal deseada con los botones de RANGE y el Dial tal y como se vio anteriormente
3. Modificar el botón y el potenciómetro SYMMETRY (TTL SYM en algunos modelos) si se desean obtener pulsos TTL

Siguiendo este proceso, genera una señal digital TTL de 11 KHz.

C.- El Osciloscopio

Las características generales del osciloscopio analógico son las siguientes:

- *Su utilidad básica consiste en representar en la pantalla señales eléctricas de tensión periódicas existentes entre un punto y masa de un circuito determinado. La masa del osciloscopio siempre debe estar conectada a la masa del circuito*
- *Pueden medirse 2 señales independientes, pues posee 2 canales de entrada habitualmente (existen modelos de osciloscopios con 4 canales)*
- *Las escalas de tensiones y de tiempos pueden ajustarse para poder visualizar señales de diferentes frecuencias y amplitudes. Las escalas de tensión pueden ajustarse por separado, mientras que la escala de tiempos es la misma para todos los canales*
- *Pueden visualizarse las señales de cada canal por separado en la misma pantalla, o también la suma o la diferencia entre la del canal 1 y la del 2.*

- El nivel de 0V puede situarse en el lugar de la pantalla que se desee, para ello se utilizan los mandos POSITION ▲▼ de la escala vertical
- Permite también representar una tensión frente a otra (función X-Y). En el eje X siempre se representa la tensión del canal 1 y en el Y la tensión del canal 2, o bien la suma o diferencia entre el 1 y el 2. Esto se utiliza preferentemente para obtener características de transferencia de circuitos

a) Medidas de señales continuas

Para la medida de tensiones de cualquier tipo, los potenciómetros VAR (si existen, en otros osciloscopios se llaman VARIABLE o CAL) de los mandos VOLTS/DIV de cada canal deben estar calibrados (a tope en sentido horario).

1. Coloca el osciloscopio en la posición base
2. Ajusta el nivel de 0V del canal 1 en el centro de la pantalla, para ello presiona el botón GND (en algunos modelos, en otros mueve la palanca marcada con AC-GND-DC) y gira el mando POSITION ▲▼ hasta que la línea esté en el centro de la pantalla. Luego vuelve a accionar el botón o palanca en modo DC
3. Genera una tensión continua cualquiera con el generador de funciones y aplícala al canal 1
4. Pulsa el botón AUTO-SETUP (si está disponible) del osciloscopio para que éste ajuste automáticamente los selectores VOLTS/DIV y SEC/DIV de acuerdo a la señal de entrada. Si el modelo de osciloscopio no presenta dicho botón, realizar los ajustes a mano hasta lograr una correcta visualización de la onda
5. El valor de tensión V viene dado por:

$$V = (\text{Distancia vertical en divisiones } X \\ \text{valor seleccionado en el conmutador VOLTS/DIV})$$

En el osciloscopio este valor puede obtenerse directamente seleccionando la opción DC del menú VOLTIMETER (si está disponible) o utilizando los cursores para medir tensiones que suele haber presente. Para activar los cursores pulsar sobre el botón CURSOR, CURSOR ON/OFF o SEL (según modelos), dentro de la sección CURSOR del osciloscopio, y una vez activado seleccionamos el tipo de cursor que deseamos, sabiendo que existen dos tipos:

- Tensión: indicado con ΔV
- Tiempo, Frecuencia: indicado con ΔT , $1/\Delta T$

En nuestro caso seleccionamos tensión (ΔV) y aparecerán en pantalla dos líneas punteadas horizontales, las cuales las podemos mover con los botones y/o potenciómetros adecuados dentro de la sección CURSOR del osciloscopio; ponemos el primero de ellos en la tensión más baja que deseamos medir, el segundo en la más alta, y el osciloscopio nos indica la diferencia de potencial entre los mismos.

b) Medidas de señales alternas

1. Ajusta el nivel de 0V del canal 1 en el centro de la pantalla
2. Acciona el botón o palanca para situarlo en mode AC para el canal 1
3. Genera una señal sinusoidal de 10 KHz con cualquier amplitud.

4. Pulsa el botón AUTO-SETUP (si está disponible) del osciloscopio para visualizar la señal. Si el modelo de osciloscopio no presenta dicho botón, realizar los ajustes a mano hasta lograr una correcta visualización de la onda

Medida de la amplitud

La amplitud A viene dada por:

$$A = (\text{Distancia vertical en divisiones entre el punto más bajo y más alto de la señal} \times \text{valor del conmutador VOLTS/DIV}) / 2$$

Puede obtenerse directamente escogiendo la opción +PEAK ó –PEAK del menú VOLTIMETER (si está disponible) o utilizando los cursores de medida de tensiones como se ha explicado con anterioridad. El valor obtenido, en valor absoluto, corresponde a la amplitud de la señal.

Medida del periodo y la frecuencia

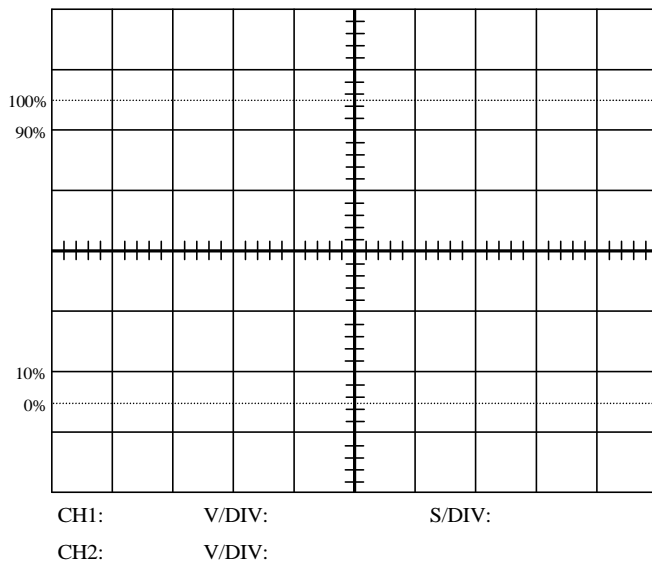
Pueden medirse directamente seleccionando las opciones PERIOD para el periodo y FREQ para la frecuencia del menú COUNTER/TIMER (si está disponible). Una segunda forma de medir periodos o frecuencia de una señal es utilizar los cursores, para lo cual lo activamos pulsando el botón CURSOR, CURSOR ON/OFF o SEL (según modelos), dentro de la sección CURSOR del osciloscopio, y una vez activado seleccionamos el tipo de cursor de medida de tiempos (ΔT , $1/\Delta T$); colocamos el primer cursor al inicio del periodo de la señal, y el segundo más a la derecha cuando comienza una nueva repetición de la misma, y el osciloscopio nos da la medida del periodo en tiempo y/o en frecuencia (según modelos). Para osciloscopios que no posean medidas digitales, el proceso a seguir es el siguiente:

1. Ajusta el conmutador SEC/DIV hasta que se vea en pantalla al menos un ciclo completo de la señal
2. Girando el mando ◀▶ POSITION haz coincidir el corte de la señal con la línea horizontal en la vertical izquierda de la pantalla
3. Al final del ciclo, la señal cortará de nuevo en la línea horizontal central en un nuevo punto. El valor del periodo T viene dado por:

$$T = (\text{Distancia horizontal en divisiones entre ambos puntos} \times \text{valor seleccionado del conmutador SEC/DIV})$$

(Si el botón X10 MAG está activado, el valor obtenido debe ser dividido por 10 para obtener el valor correcto)

4. Representa la pantalla visualizada y a su lado los resultados obtenidos (amplitud, periodo y frecuencia)



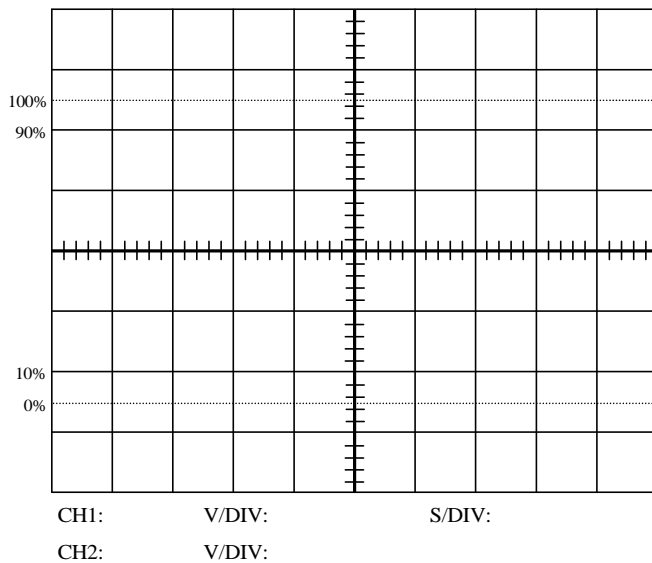
c) Medidas de tiempos de subida y bajada

Estas medidas pueden obtenerse directamente a partir de la opción RISE/FALL del menú TIME (si está disponible). Para osciloscopios que no tengan esta opción, el procedimiento a seguir es el siguiente:

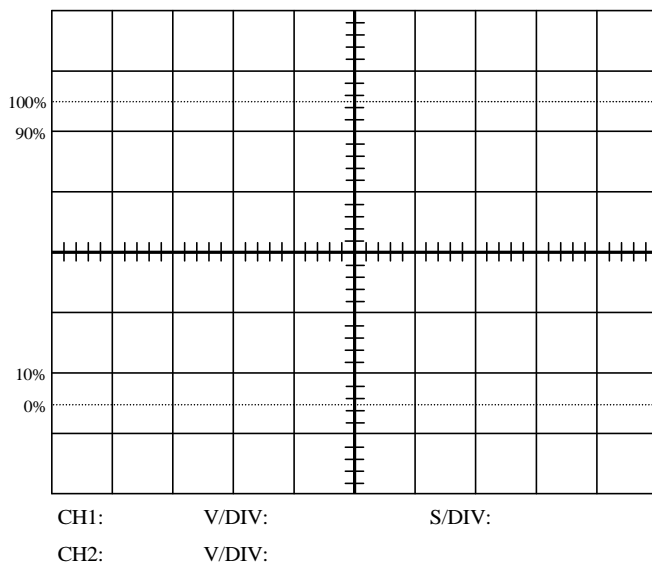
1. Coloca el osciloscopio en la posición base
2. Genera una señal digital de elevada frecuencia, por ejemplo, de 1 MHz
3. Aplica la sonda del canal 1 a la señal generada
4. Mediante el mando VOLTS/DIV y el de calibrado, haz que la parte baja de la señal coincida con el lugar de la pantalla marcado con 0% y el lugar alto con el 100%
5. Mediante el mando SEC/DIV y activando si es preciso la opción x10 MAG, haz que en la pantalla aparezca una sola subida o bajada de la señal
6. Si es una subida, gira ◀▶ POSITION hasta que el punto de corte de la señal con el 10% se produzca justo en la línea vertical izquierda de la pantalla
7. Observa el lugar donde la señal corta a la línea de puntos que representa el 90%
8. Mide el número de divisiones (d) entre la línea vertical izquierda y el punto de corte anterior. El tiempo de subida viene dado por:

$$t_r = (d \times \text{valor seleccionado de SEC/DIV}) / 10$$

9. Representa la pantalla visualizada y anota a la derecha el valor de t_r



10. Pulsa el botón LEVEL (SLOPE en algunos osciloscopios) y repite el mismo proceso anterior para el tiempo de bajada

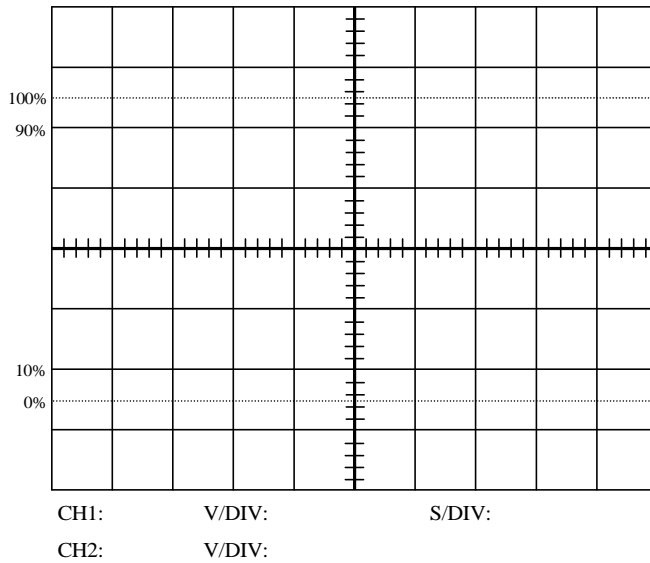


d) Visualización simultánea de más de una señal

Para visualizar más de una señal en la pantalla, debe dividirse ésta de forma imaginaria en tantas partes como señales se tenga. Esto se hace colocando el nivel de referencia de 0V de cada canal en una zona distinta de la pantalla. Luego se seleccionarán los selectores VOLTS/DIV en posiciones que permitan visualizar las distintas señales sin que se entrecrucen. Por ejemplo:

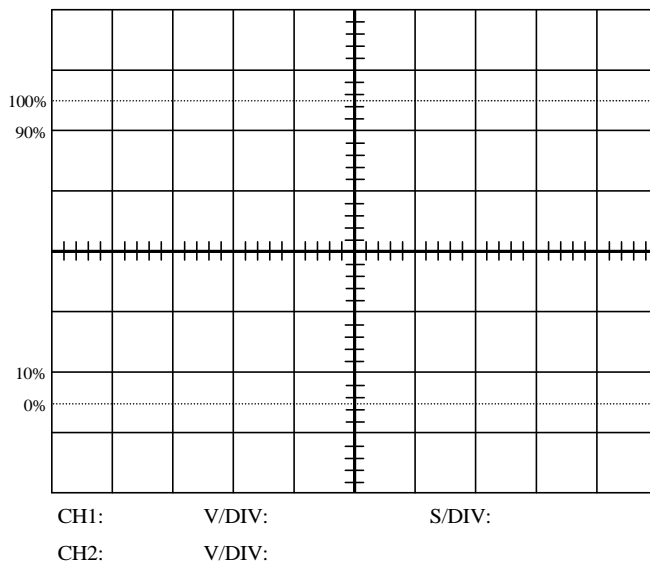
1. Aplica al canal 1 una señal triangular de 3V de amplitud pico a pico y 10 KHz de frecuencia, y al canal 2 una digital TTL de la misma frecuencia
2. Selecciona en MODE los canales 1 y 2 simultáneamente (en algunos modelos mover la palanca a la posición BOTH)
3. Coloca el nivel de 0 del canal 1 dos divisiones por encima de la horizontal central y el nivel de 0 del canal 2 tres divisiones por debajo
4. Ajusta los selectores VOLTS/DIV de los 2 canales para que no se entrecrucen ambas señales

5. Representa la pantalla visualizada



e) Suma de señales

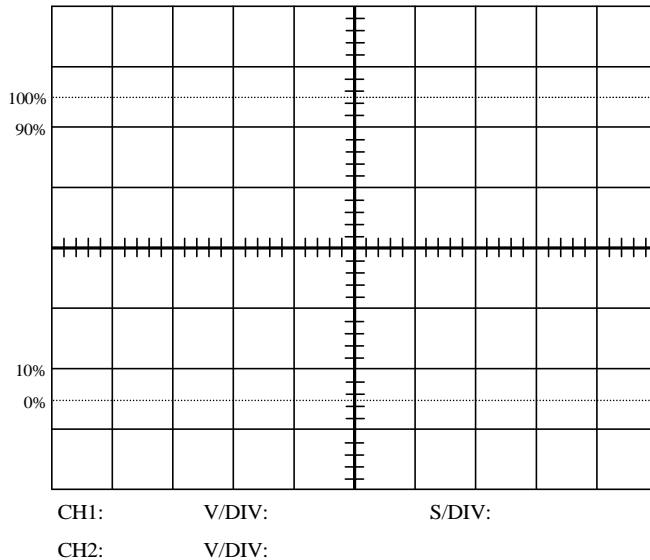
1. Coloca los niveles de 0V de los 2 canales en la línea horizontal central de la pantalla
2. Aplica al canal 1 una señal triangular de 3V de amplitud pico a pico y 10 KHz de frecuencia, y al canal 2 una digital TTL de la misma frecuencia
3. Coloca los selectores VOLT/DIV de ambos canales en la misma posición
4. Presiona el botón ADD y haz que sea el único de la zona MODE que esté iluminado (en algunos modelos, en otros mover la palanca de MODE a la posición ADD)
5. Representa la pantalla visualizada



f) Resta de señales

1. Realiza las mismas operaciones que en el apartado anterior

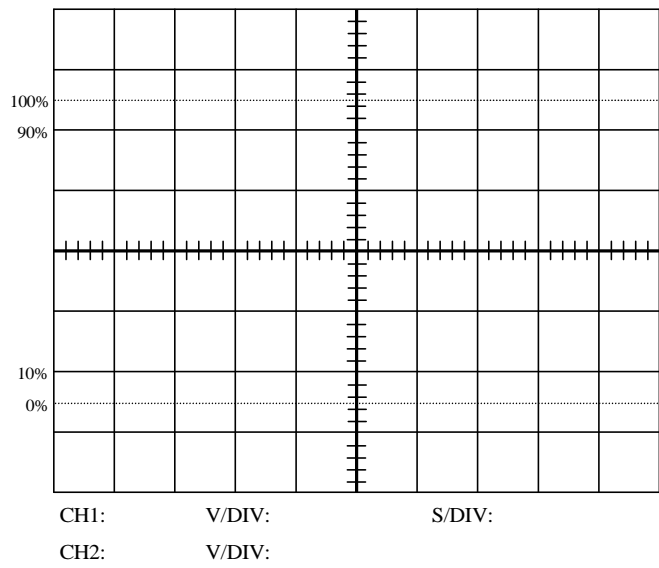
2. Activa el indicador CH2 INVERT (en algunos modelos, en otros lo indica simplemente como INVERT, y en otros tirando de la rueda titulada PULL INV)
3. Representa la pantalla visualizada



Nota: Este método es el que se utiliza para medir tensiones entre dos puntos de un circuito cuando ninguno de ellos es masa.

g) Representación de una tensión frente a otra

1. Coloca el osciloscopio en la posición base
2. Coloca en posición GND (AC y DC apagados, o según modelos, mueve la palanca a la posición GND o pulsa el botón GND) el COUPLING de los canales 1 y 2
3. Coloca el selector MODE en la posición X-Y (en algunos modelos, pulsa el botón "X-Y"). Aparecerá un punto en la pantalla. Si es muy brillante, disminuye su intensidad
4. Mediante los mandos POSITION del canal 2 y el HORIZONTAL, coloca el punto de la pantalla en el centro de la misma
5. Coloca el COUPLING de los 2 canales en AC, para eliminar la componente de continua de las señales
6. Aplica al canal 1 una señal triangular de 3V de amplitud pico a pico y 10 KHz de frecuencia, y al canal 2 una digital TTL de la misma frecuencia
7. Gira los conmutadores VOLTS/DIV de cada canal hasta visualizar la curva completa
8. Representa la pantalla visualizada



Práctica 1.- Simulación SPICE.

Material Necesario

- Ordenador Personal
- Simulador LTSpice

Objetivos

- Conocer el manejo del simulador LTSpice, para usarlo como herramienta de análisis y diseño de circuitos electrónicos.

A.- Ejercicio personalizado.

Crear el esquemático del siguiente circuito utilizando el simulador LTSpice, donde los valores de las resistencias R1, R2, R3, y R4 se calculan como sigue.

Cada alumno debe sumar los números que componen su DNI, cuyo resultado será la variable *total*. Los valores de las resistencias serán:

$$R1 = \text{total mod } 5 + 3;$$

$$R2 = \text{total mod } 5 + 1;$$

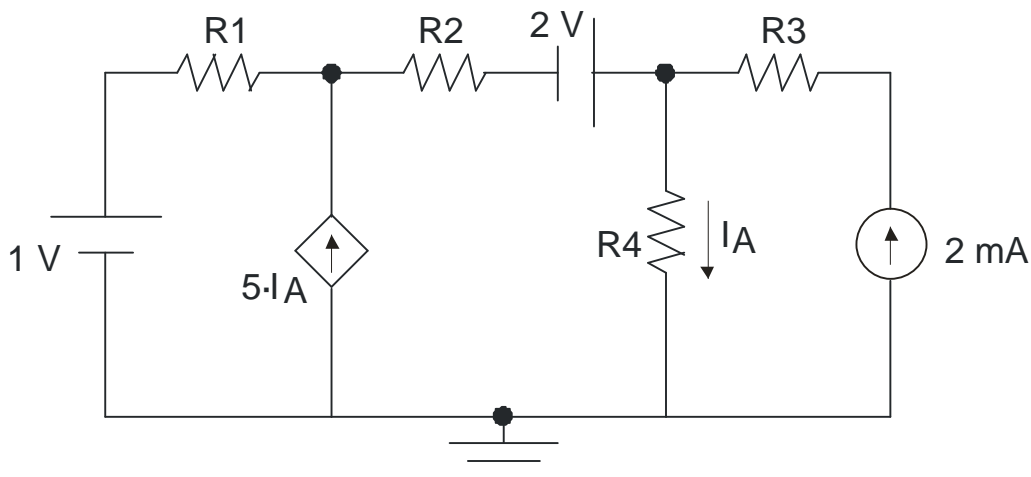
$$R3 = \text{total mod } 5 + 4;$$

$$R4 = \text{total mod } 5 + 2;$$

Nota: $\text{total mod } 5 = \text{resto de total}/5$ (nos dará un valor comprendido entre 0 y 4)

1. Cada alumno debe rellenar con sus valores particulares los siguientes datos.

DNI
total
total mod 5
R1
R2
R3
R4



2. Adjuntar grafico con el esquemático generado con LTSpice
3. Incluir netlist generado por LTSpice
4. Simular el circuito y obtener los valores de todas las incógnitas del circuito, esto es, tensiones en todos sus nodos e intensidades de todas sus ramas.