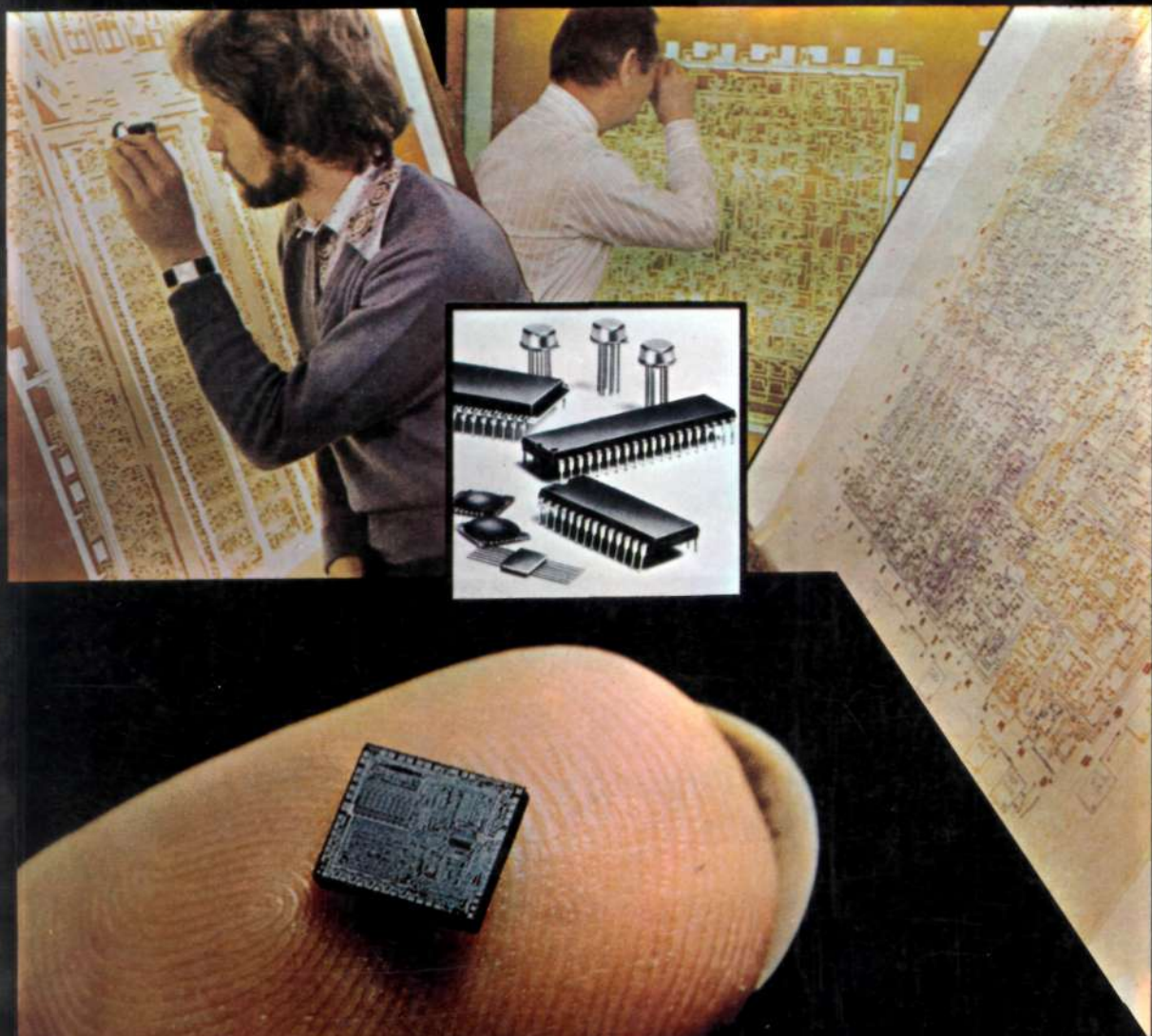


11

# electrónica fácil



Especial :  
Micro-curso

# ELECTRONICA DIGITAL

Un experimento de 60 Hz con un osciloscopio.....	4
Diez modos de preocuparse menos y hacer más. . . . .	20
Origen de la expresión DIGITAL.....	21
Notas de interés general.....	23
Las compuertas lógicas básicas.....	24
Tablas de verdad.....	26
Circuitos lógicos compuestos.....	27
Sistemas lógicos complejos.....	28
Circuitos lógicos combinacionales .....	29
Codificadores y decodificadores.....	32
Multiplexores y demultiplexores.....	33
Circuitos lógicos secuenciales.....	36
RS flip-flop.....	36
Clocked RS flip-flop.....	38
El Data RS flip-flop (laten).....	38
El JK flip-flop.....	39
Resetable JK flip-flop.....	40
Circuito monoestable (one-shot). . . . .	40
El multivibrador. . . . .	40
El Schmitt Trigger.....	42
Diagramas de tiempo.....	43
Divisores de frecuencia digital.....	45
Contadores digitales.....	47
Storage registers (memoria temporal). . . . .	50
Shift registers.....	51
Matrices. . . . .	53
Convertidores SERIE/PARALELO.....	54
Convertidores de ANALÓGICO a DIGITAL.....	56
Convertidores de DIGITAL a ANALÓGICO.....	57
Sample and Hold (muestra y sostenido).....	57
Fan-out, Fan-in.....	58
Salidas: TÓTEM-POLE, OPEN-COLLECTOR y COMPLEMENTARY ...	59
Tres estados lógicos.....	59
Multiplexor con tres estados.....	61
Consideraciones básica para el ensamble con circuitos IC.....	62
Diodo 1N914.....	63
Circuitos de visualizadores numéricos (displays).....	63
Sintetizador musical con TTL.....	67
Interruptor automático para luces y otras cosas. . . . .	70
Contador programable hasta 1.000.....	71
Transmisor en miniatura. . . . .	73
Alarma para vehículo y residencia. . . . .	75
Control remoto para el televisor: El Fotomatic.....	79
Links (enlaces) con direcciones de utilidad para navegar y descargar por Internet. . . . .	80

## NUESTRA PORTADA

*La portada de esta edición numero 11 de ELECTRÓNICA FÁCIL es un fotomontaje hecho con fotografías de MUNDO ELECTRÓNICO (revista española), INTEL CORPORATION y MICRO-ELECTRONICS. Muestra el proceso seguido para la elaboración de un circuito integrado: primero, se hace un gran dibujo o esquema con el diseño del circuito; luego, se fotografía y reduce a un tamaño que permita revisar con lupa, detalle por detalle, todo el diseño. A continuación, se hace una gran reducción en el negativo y se pasa su imagen a una oblea de silicio, la cual se corta y pule hasta aparecer como el pequeño cuadrado que sostiene el dedo (allí hay todo un computador, con cientos de transistores, resistencias, condensadores, etc. Increíble, pero cierto).*

*El paso final consiste en colocar esa pequeña pastilla (chip) dentro del encapsulado adecuado y soldar con alambres de oro los terminales a sus correspondientes puntos (mediante maquinaria y microscopio). Esta fase aparece en el recuadro central, fondo blanco.*

## CONTENIDO DE ESTE NUMERO

*Era nuestra intención dedicar gran parte de esta edición a los proyectos prácticos, a los experimentos, pero luego de un concienzudo análisis de los temas enseñados hasta ahora en los 10 números que hemos editado, resolvimos hacer un MICRO-CURSO DIGITAL lo más completo posible. Escogimos este tema por la extraordinaria importancia que tiene en la electrónica actual, en la que ya no parece haber campo o aparato que no tenga este apelativo de por medio: se ha digitalizado la televisión, los relojes, los tableros de control de los vehículos y procesos industriales, etc., etc. Confiamos brindar con esta recopilación un buen material de consulta y trabajo a todos aquellos que por una u otra razón se han de ver vinculados a esta interesante especialización electrónica, tales como estudiantes, aficionados, profesores y personal de mantenimiento industrial.*

*Otra parte importante del contenido de este número 11, es la continuación de OPERACIÓN BÁSICA DEL OSCILOSCOPIO, artículo bastante útil para todos aquellos que apenas comienzan a conseguir su instrumental para el taller o laboratorio.*

## Un Experimento de 60 Hz con un Osciloscopio



*Un experimento fácil de hacer con un osciloscopio es observar las señales producidas por los campos electromagnéticos del ambiente. Esto permitirá al usuario familiarizarse con el uso del osciloscopio. En la sociedad moderna, el individuo se encuentra rodeado de campos electromagnéticos de 60 Hz (ó 50 Hz en algunos países) producidos por la red de alimentación eléctrica en casas, edificios, etc. La influencia de estos campos en nuestro cuerpo puede observarse por medio de un osciloscopio.*

*El primer paso de esta investigación (ó cualquier otra investigación) es verificar que el osciloscopio esté conectado adecuadamente a tierra. Si el osciloscopio tiene un enchufe con toma de tierra, deberá ser conectado a un tomacorriente adecuado. El usuario deberá verificar que el tomacorriente tenga una conexión a tierra. Si esta verificación no está al alcance del usuario, la misma podrá ser hecha por un electricista competente. Si el osciloscopio no tiene un enchufe con toma de tierra, conéctelo a tierra de acuerdo con las instrucciones del fabricante. A continuación hay que obtener una traza horizontal libre siguiendo los pasos dados en la sección Puesta en Funcionamiento. Una vez que aparezca la traza, conecte la punta de prueba a la entrada vertical (Y) del osciloscopio. Coloque el control de acoplamiento de entrada en la posición AC. Coloque el control de la base de tiempo (SEC/DIV) en la escala 5 ms/dv. Toque con el dedo el extremo de la punta de prueba y ajuste el control de sensibilidad (VOL TS/DIV) hasta que aparezca una señal. (Véase la Figura 15).*

*Verifique que los controles de base de tiempo (SEC/DIV) y sensibilidad (VOLTS/DIV) estén en la posición calibrada. Si la imagen no es estable coloque el control de modo de disparo en la posición NORM, el control de pendiente en la posición positiva (+) y ajuste el control de nivel de disparo (LEVEL) hasta que la imagen sea estable. La señal presentada es el campo de 60 Hz captado por el cuerpo cuando actúa como una antena con respecto a la tierra del osciloscopio. La Figura 16 muestra un ejemplo del campo de 60 Hz captado por el cuerpo humano.*

Vamos a usar la señal obtenida para demostrar los efectos de algunos de los controles del osciloscopio.

Si el control SEC/DIV de la base de tiempo es incrementado, más ondas completas aparecerán en la pantalla. Disminuya el control SEC/DIV hasta que la pantalla tenga aproximadamente dos ondas. Mueva la onda horizontalmente hasta lograr que el punto de cruce, de positivo a negativo de una onda completa, esté en la primera línea vertical de la izquierda de la grátícula. Cuente el número de divisiones entre este punto y el punto de cruce del ciclo próximo. (Véase la Figura 17).

Multiplique el número obtenido por la escala SEC/DIV de la base de tiempo. El número obtenido da el período de la onda. La inversa del período es la frecuencia. La frecuencia obtenida será aproximadamente 60 Hz.

$$\text{PERIODO} = T \times \text{SEC/DIV} \qquad \text{FRECUENCIA} = \frac{1}{\text{Período}}$$

EJEMPLO (FIGURA 17):

$$\begin{aligned} \text{PERIODO} &= 3.35 \times 5 \times 10^{-3} & \text{FRECUENCIA} &= 1/0,01675 \text{ seg.} \\ &= 0,01675 \text{ seg.} & &= 59,7 \text{ Hz} \end{aligned}$$

Usando el control de posición vertical (POSITION) mueva la onda haciendo que los valles estén alineados en una línea horizontal. Mueva la onda horizontalmente usando el control POSITION horizontal hasta que un pico intercepte el eje vertical. Cuente el número de divisiones verticales entre los valles y los picos. (Véase la Figura 18).

El voltaje de pico a pico puede obtenerse multiplicando el número de divisiones entre valle y pico por la escala de VOLTS/DIV. La mitad de este valor da la amplitud del campo inducido en el cuerpo humano.

$$\text{Voltios Pico a Pico} = H \times \text{VOLTS/DIV.}$$

$$\text{AMPLITUD} = 1/2 \text{ Pico a Pico}$$

EJEMPLO (FIGURA 18):

$$\begin{aligned} \text{AMPLITUD} &= 1/2 \times (4,8 \times 0,2) \\ &= 0,48 \text{ Voltios} \end{aligned}$$

Girando el control variable de la base de tiempo, la onda se expande horizontalmente. La escala estará en este caso descalibrada. Esto le permite observar la forma de onda con más detalles. (Véase la Figura 19).



FIGURA 15. La disposición necesaria para el experimento de 60 Hz.

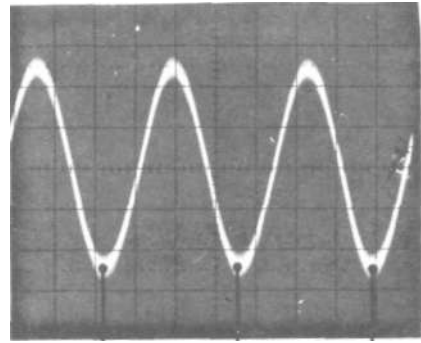


FIGURA 16. La forma de onda de 60 Hz vista en la pantalla depende de las características de la antena, (el experimentador) y el campo electromagnético. La forma de onda varía de persona a persona y con la distribución de cargas del campo.

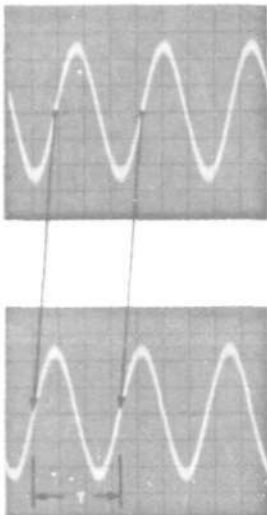
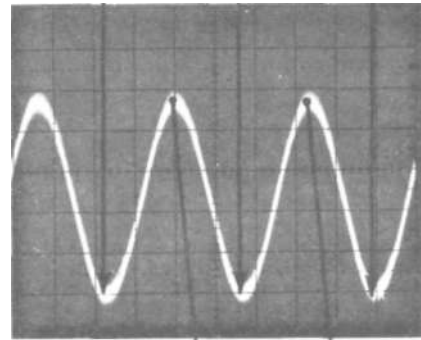
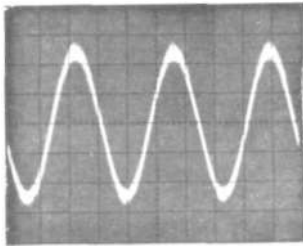


FIGURA 17. La forma de onda puede desplazarse con el control de posición horizontal (base de tiempo) hasta que cruce la intersección de una de las líneas verticales y el eje horizontal de la graticula. T indica el número de divisiones de un período de la onda.

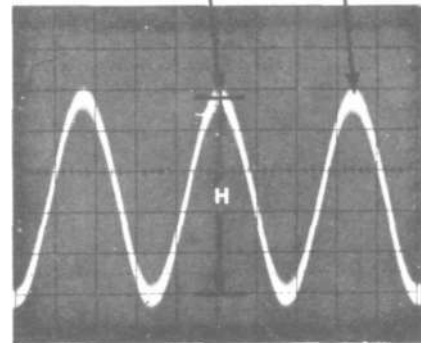


FIGURA 18. La forma de onda puede desplazarse con los controles de posición horizontal y vertical hasta que los valles de la onda estén alineados con una línea horizontal de la graticula y un pico de la onda esté alineado con el eje vertical de la misma.

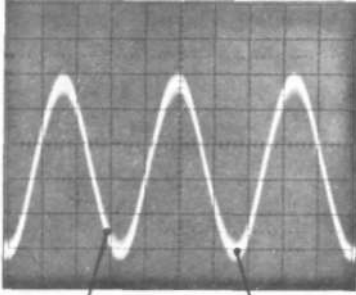


Figura 19.

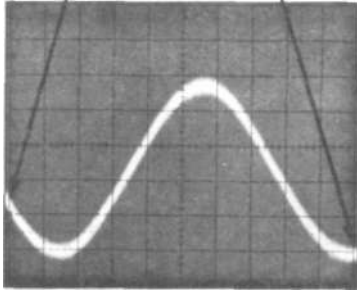


FIGURA 19. Sacando el control de base de tiempo del retén y variándolo se puede observar que la forma de onda se puede observar que la forma de onda se expande. La expansión total está en una relación aproximada de tres a uno.

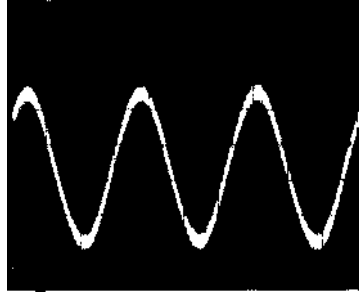


Figura 20.

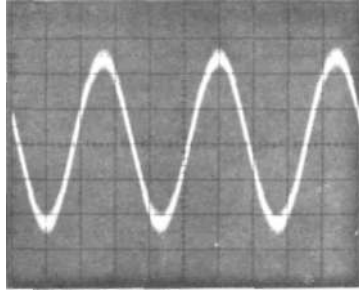


Figura 21.

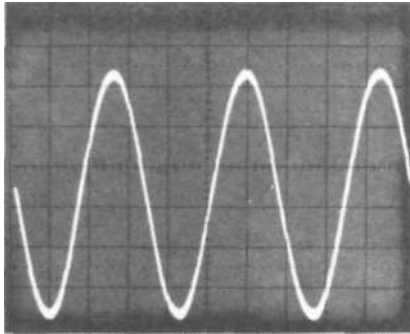
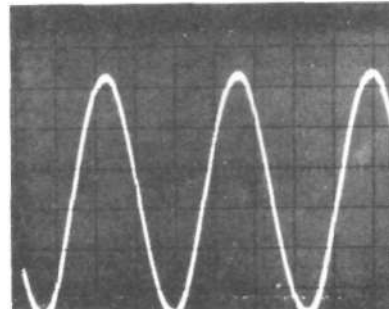
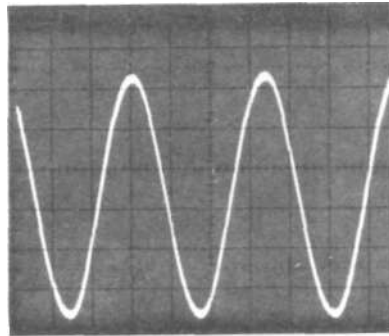


FIGURA 22. El control de pendiente es negativo ( $\rightarrow$ ), y el nivel de disparo está disminuyendo en cada uno de los tres casos.



*Ajuste el control de posición horizontal (POSITION) hasta que la parte izquierda de la traza esté alineada con la línea vertical de la extrema izquierda de la graticula. Coloque los controles SOURCE en la posición /NT, MODE en NORM y SLOPE en (+) y aplique nuevamente la señal (toque el extremo de la punta de prueba); la imagen observada es similar a la dada en la Figura 20.*

*Cambiando solamente el control SLOPE de positivo (+) a negativo (—), la imagen aparecerá como la forma de onda de la Figura 21.*

*Observe que el comienzo de la traza de la onda en el primer caso (Figura 20) tiene una pendiente positiva, y que el comienzo de la traza del segundo caso (Figura 21) tiene una pendiente negativa.*

*Varíe el control de nivel (LEVEL) y observe el efecto en la señal presentada. A medida que el nivel decrece, el punto de disparo en que la señal comienza cambia. Si el nivel es menor que el nivel de la señal, no hay disparo y por lo tanto no hay señal. Las imágenes de la Figura 22 muestran una secuencia decreciente de niveles de disparo.*

*Ajustando conjuntamente los controles de nivel (LEVEL) y de pendiente (SLOPE) el usuario podrá seleccionar el punto de la forma de onda donde comienza la traza. Este es el punto de disparo.*

*Cuando se usa un osciloscopio al que no se está acostumbrado, la señal de 60 Hz es muy útil para poder familiarizarse con las funciones de los controles del mismo.*

## **PROPIEDADES Y CONTROLES DE OSCILOSCOPIOS MAS SOFISTICADOS**

### **OPERACIÓN DEL OSCILOSCOPIO**

*Medir con un osciloscopio, en muchos casos, es un proceso muy sencillo. Encienda el osciloscopio, ponga la señal a la entrada, seleccione los parámetros de disparo, seleccione la escala SEC/DIV, seleccione la escala VOLTS/DIV y, finalmente, vea y analice la imagen. Aunque parece muy simple pueden existir ciertas complicaciones pero éstas son muy fáciles de evitar.*

*Cuando se desea medir en la escala calibrada (CALIBRATED OPERATION) deberá verificarse que el control esté en la posición de retén. Uno de los problemas más comunes que se encuentran, es que el usuario, después de hacer una serie de medidas, se da cuenta de que la sensibilidad vertical o la escala de tiempo horizontal está descalibrada, porque los controles no están en la posición de retén.*



A veces, los controles no están en la posición de retén, porque el usuario desea escalas diferentes a las establecidas por los controles VOLTS/DIV y SEC/DIV. Otro problema muy común es el debido al desajuste de la punta de prueba. Muchos osciloscopios tienen una punta de prueba para voltaje como un accesorio adicional. En la Figura 23 se pueden ver dos puntas de prueba típicas, una X1 y la otra X10. La punta de prueba es el elemento que transmite la energía de la señal de la fuente a la entrada del osciloscopio sin disturbar la fuente o cambiar la estructura de la señal.

Esto es una situación ideal. En la realidad, la punta de prueba carga el circuito analizado y produce cierta distorsión de la señal. Una forma de minimizar estos efectos es usar una punta de prueba de impedancia característica alta. Sin embargo, estas puntas de prueba atenúan la señal y por lo tanto requieren una sensibilidad mayor en la sección vertical del osciloscopio.

Si la punta de prueba que se está usando es X1 (sin atenuación) no se requiere compensación. Sin embargo, si la punta de prueba tiene una atenuación X10 (diez veces) es casi seguro que se requerirá compensación. Compensación es el ajuste eléctrico que debe hacerse a la punta de prueba para adaptarla al osciloscopio. Esto permite la transmisión de señales sin distorsión en el rango de frecuencias especificado por la punta de prueba. En la Figura 24 se ve el efecto de diferentes compensaciones en algunas formas de onda conocidas.

Muchos osciloscopios tienen una señal de ajuste interna para permitir la compensación de la punta de prueba. La señal es generalmente una forma de onda cuadrada, pues contiene componentes de frecuencia baja y frecuencia alta. Para compensar una punta de prueba, conéctela a la entrada vertical del osciloscopio y toque con el extremo de la misma el terminal de la señal de ajuste (Véase la Figura 23). Coloque el control VOLTS/DIV en una escala que produce una imagen de la señal de dos o tres divisiones de amplitud. Ajuste el control de compensación de la punta de prueba, hasta obtener una onda perfectamente cuadrada. Este proceso de compensación debe ser una rutina cada vez que se hace una medición. El ajuste, quizás no siempre necesario, es una precaución útil pues toma poco tiempo y evita problemas.

Para hacer una medida fidedigna con un osciloscopio se requieren dos cables de conexión entre el instrumento y el sistema que se analiza: un cable para la señal y otro para la referencia de tierra o común.

La conexión común puede hacerse usando el cable del enchufe del osciloscopio, pero puede causar errores en la medición. Lo más adecuado, para la conexión de común, es usar un cable adicional como el cable de tierra de la punta de prueba. (Véase Figura 23). El usuario deberá tener en cuenta que el cable de tierra está conectado al chasis del osciloscopio y que si se lo conecta a puntos del circuito

SEÑAL DE AJUSTE DE  
LA PUNTA DE PRUEBA



CONTROL DE COMPENSACIÓN DE  
LA PUNTA DE PRUEBA

FIGURA 23. La punta de prueba X1 está conectada a la entrada Y del modelo T921. En el frente se ve una punta de prueba X10.



FIGURA 25. El modelo TEKTRONIX T922 es un ejemplo de un osciloscopio de doble traza.

SECCIÓN DE DOBLE  
TRAZA

## Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

