

ADAPTACION DEL CRONOMETRO DIGITAL PARA EXPERIENCIAS DE

FCA

Hoy día es posible encontrar en el mercado cronómetros digitales a un precio muy bajo, del orden de 5 \$, caso del modelo Audel Sports. Por ello, y porque usados como cronómetros automáticos en experiencias de Mecánica se consiguen errores máximos de 2 centésimas de segundo, es interesante introducirlos en el laboratorio de Física. De ello trata el presente artículo, que se ha dividido en dos partes. En la primera se describe la adaptación del cronómetro para medir el tiempo de un determinado fenómeno físico y en la segunda se exponen experiencias de aplicación.

La fig 1 representa la estructura general de un cronómetro digital. Consta de tres pulsadores que realizan las funciones siguientes:

1. Selector de funciones (MODE), entre ellas la cronométrica.
2. Start/Stop: conecta y para el cronómetro.
3. Reset: pone a cero el cronómetro cuando está seleccionada la función cronométrica.

Si está activada la función cronométrica mediante el pulsador 1, cuando se pulsa 2, éste actúa sobre una plaquita de circuito impreso (CI) (fig 2), cortocircuitando el terminal A del cronómetro a masa. Cada vez que el terminal A se pone a masa hace cambiar de estado el biestable que activa Start/Stop del cronómetro.

Adaptación del cronómetro digital

La adaptación del cronómetro digital consiste en sustituir la acción manual sobre el pulsador 2 (que cortocircuita A a masa) por un circuito electrónico (fig 3) que de forma automática realice la misma función.

Los terminales C1 y C2 del circuito se han de soldar a la plaquita del CI (fig 2) : C1 a masa y C2 a la pista 'A'. Para ello, es necesario abrir el cronómetro y taladrar un puente en su encapsulado de aproximadamente 2 mm de Ø para pasar por él C1 y C2. Se recomienda poner un tope a estos cables en el interior del cronómetro para que no sufran tensiones en la zona de soldadura.

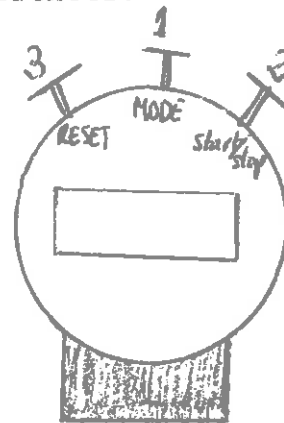


fig 1

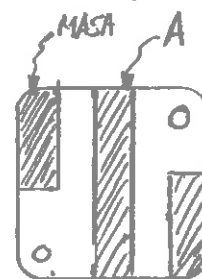


fig 2

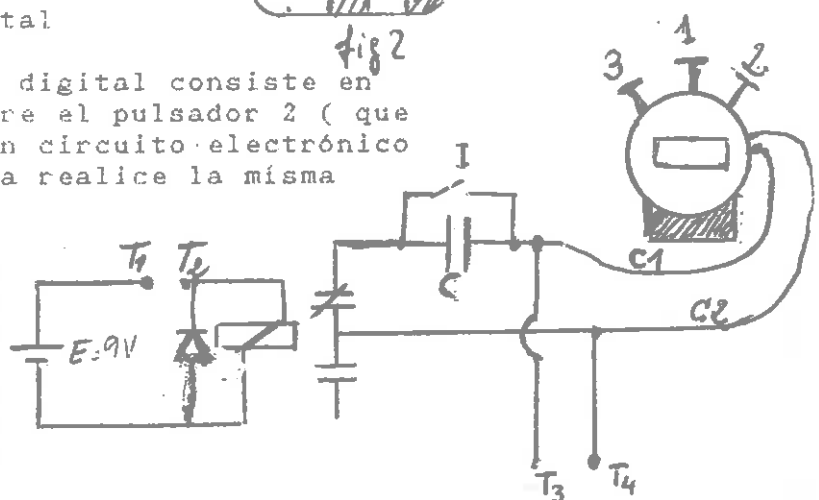


fig 3

$C = 1 \mu F, MKT$
 $I = \text{Interrupcion}$
 $E = 9V$
 $R_{d3} = 12V, 180\Omega$

Funcionamiento del cronómetro adaptado

Antes de iniciarse la experiencia:

Los terminales T1 y T2 han de estar cortocircuitados y por consiguiente el relé activado. Los contactos normalmente cerrados del relé, a los que está conectado el circuito, están abiertos y el terminal A no se puede cortocircuitar a masa.

El condensador, C, se ha de cortocircuitar un instante con el interruptor, I, para descargarlo si estuviese cargado.

Mediante el pulsador 2 se ha de poner el contador a cero.

a) Activación de la función Start al iniciarse la experiencia :

Se ha de abrir el circuito de activación del relé por T1 y T2. Los contactos de éste, normalmente cerrados, pasan a abiertos y el terminal A se pone a masa un instante, que es el inicial de carga del condensador. El condensador cargado aísla al terminal A de masa.

b) Activación de la función Stop:

Los dos terminales T3 y T4 permanecen abiertos durante la experiencia. Al final de ésta, serán cortocircuitados por el dispositivo experimental para activar la función Stop.

De esta forma, por ejemplo, puede medirse el tiempo que tarda una bola de acero en bajar rodando una determinada distancia en un plano inclinado. Los terminales T1 y T2 estarían cortocircuitados por la bola en la parte superior del plano. Al comenzar a rodar la bola se abriría el circuito de excitación del relé y comenzaría a funcionar el cronómetro. Al rodar la bola el espacio considerado, se tendrían que cortocircuitar, por efecto de ésta, los terminales T3 y T4, parándose por consiguiente el cronómetro. A continuación se describe extensamente esta experiencia como ejemplo de aplicación.

CIRCUITO DETECTOR DE PASO POR INFRARROJOS

1. Aplicaciones:

- 1.1 Automatismo para el reloj digital
- 1.2 Circuitos contadores en cinemática rotacional.

2. Esquema eléctrico del circuito

En la fig 1 se da el esquema completo del circuito. Puede alimentarse a una tensión entre 9 y 14 voltios y está protegido contra las inversiones de polaridad. Éste puede considerarse formado por dos partes, una emisora de radiación infrarroja y otra receptora de ésta.

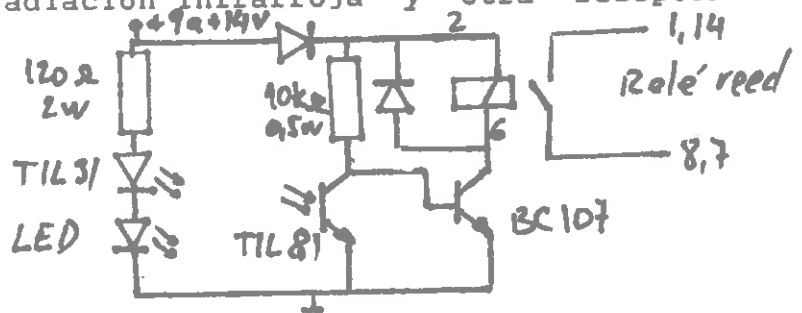


fig 1

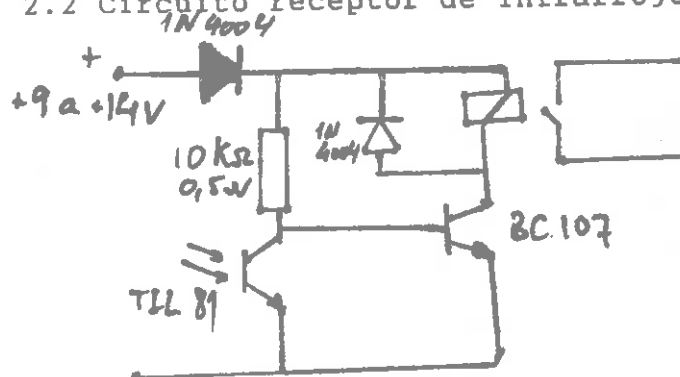
2.1 Circuito emisor de infrarrojos, fig 2.



fig 2

Consta de un diodo emisor de infrarrojos, TIL 31, y un LED rojo como indicador de funcionamiento. La resistencia de 120 Ω es un limitador de intensidad.

2.2 Circuito receptor de infrarrojos, fig 3.



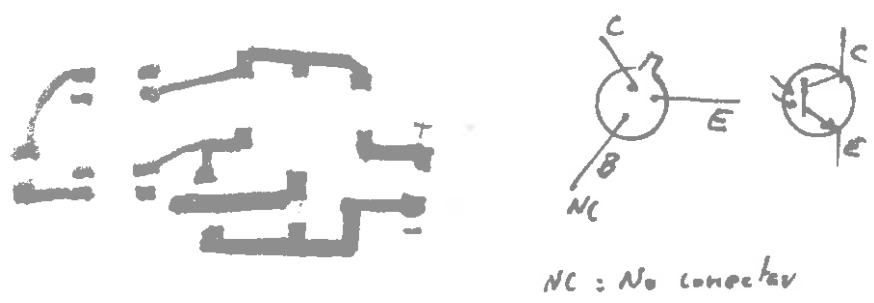


fig 3

El transistor TIL 81 está conectado para funcionar como fototransistor en dos estados: saturación y corte.

La saturación se produce al ser irradiado con la radiación infrarroja del emisor TIL 31. En este estado, el transistor BC 107 está bloqueado y el relé desactivado.

Si entre el diodo TIL 31 y el fototransistor se interpone un cuerpo opaco a la radiación infrarroja. El TIL 81 pasa al estado de corte, el BC 107 se satura y el relé se activa.

3. Aplicación del circuito a la automatización del reloj digital

Para utilizar el circuito en la automatización del reloj digital, en prácticas de cinemática, es conveniente montar los circuitos emisor y receptor de infrarrojos en sendos laterales de un puente y de forma que el TIL 31 y TIL 81 el mismo eje óptico, fig 4. El puente puede realizarse de forma fácil con metacrilato ya que éste se pega bien con acetona.

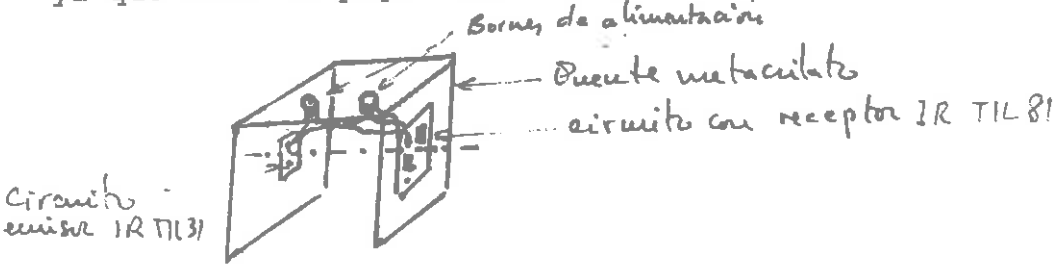


fig 4

El circuito puede utilizarse para conectar o parar el cronómetro. Para ello, se han de conectar los dos terminales del relé normalmente abiertos (terminales sin continuidad eléctrica cuando el relé no está activado) a los dos terminales del cronómetro que comandan la función Start/Stop. Esta función cambia de un estado al otro cada vez que detecta un dV/dt muy negativo, esto es, al ponerla a masa. A continuación, alimentando el circuito puede probarse lo expuesto: el relé conecta el cronómetro cuando se interrumpe la irradiación del TIL 81 ya que se activa el relé y pone a masa el terminal Start/Stop. Una segunda interrupción de la radiación pararía el cronómetro.

Los relés electromagnéticos corrientes tienen tiempos de activación y desactivación entre 5 y 20 milisegundos (ms). Si estos tiempos se quieren reducir a valores inferiores al ms, para no aumentar el error en la medida del tiempo que introduce el cronómetro, se han de emplear los relés reed, fig 5.

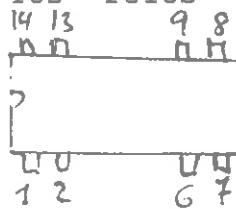
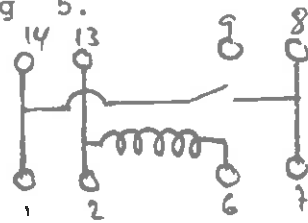


fig 5.



Relé reed PRMA 1A12

MEDIDA DE TIEMPOS EN EL PLANO INCLINADO CON EL CRONÓMETRO DIGITAL AUTOMATIZADO CON CIRCUITOS MONTADOS SOBRE PUENTE DE METACRILATO

Dispositivo experimental

Material:

- Plano inclinado
- Puente de metacrilato con los circuitos eléctricos para iniciar y parar el cronómetro
- Imán
- Bola de acero
- Cronómetro
- Cinta métrica metálica para pegar, con pegamento metal-metal, al lateral del carril.

1. Plano inclinado, fig 1.

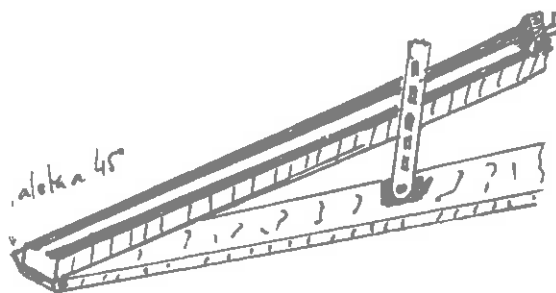
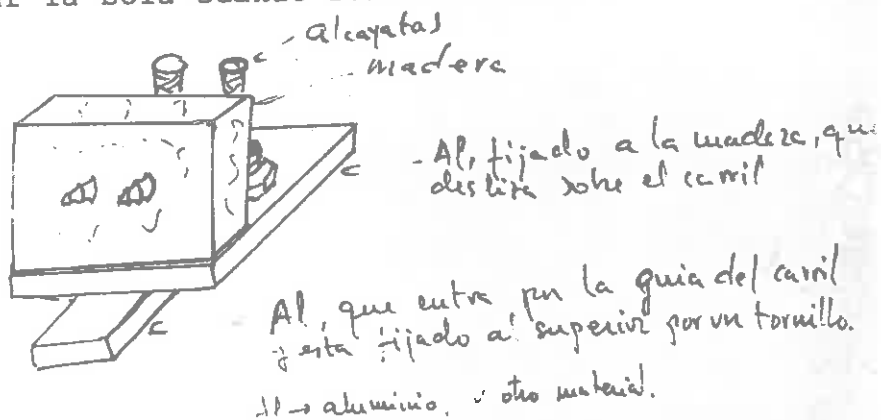


fig 1

Un plano inclinado puede realizarse fácilmente con un perfil de aluminio para ventana, a ser posible con un lateral de 45° que servirá de soporte al puente de metacrilato. Se une uno de sus extremos, mediante bisagra, a una madera horizontal respecto de la cual podrá variar el ángulo de inclinación fig 1. El ángulo de inclinación se mantendrá fijo durante la experiencia mediante un soporte vertical con base en la madera horizontal, con mecanismo rotatorio para ser abatible también.

En la parte superior del plano inclinado es necesario colocar una pieza de madera, fig 2, con dispositivo para fijarla al carril de aluminio. A ésta se le colocan dos alcayatas de madera, separadas 0,8 cm, que quedarán paralelas al carril y que servirán para parar la bola cuando sobre ellas se coloca un imán.



2. Circuito eléctrico para conectar el cronómetro con bola que parte del reposo, fig 3.

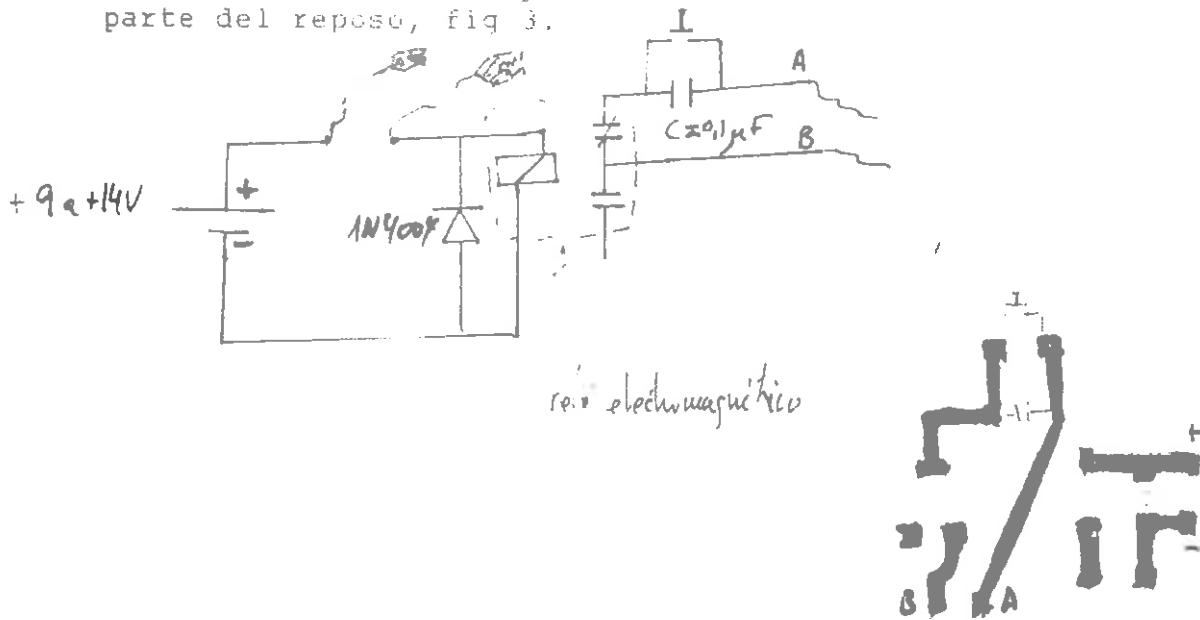


fig 3.

Este circuito se montará en la parte superior horizontal del puente de metacrilato. Los dos terminales que sirven para cerrar, con la bola, el circuito de excitación del relé, irán conectados mediante pinzas de cocodrilo, a las alcayatas de madera de la pieza colocada en la parte superior del carril. Los otros dos terminales, A y B, que comandan la función Start del cronómetro se soldarán en el circuito de infrarrojos a los a la salida de cronómetro de éste.

3. Circuito de infrarrojos para parar el cronómetro al detectar el paso de la bola:

Ya ha sido descrito. Se montará el emisor y receptor de infrarrojos en los laterales del puente, de forma que el diodo y transistor de infrarrojos queden enfrentados con el mismo eje óptico y a la altura adecuada para que el haz de infrarrojos sea interrumpido por el paso de la bola por el carril. Los dos terminales de cronómetro se conectaran, mediante pinzas de cocodrilo, a los terminales de éste de la función Start/Stop.

Funcionamiento:

Colocar el plano con un ángulo de inclinación. Seleccionar en la cinta métrica una distancia de recorrido de la bola, colocar el puente en la posición adecuada.

1. Seleccionar la función cronométrica del cronómetro. Conectar los terminales de cronómetro del puente con los de salida de éste.

2 Conectar los terminales de excitación del relé, a las alcayatas de madera. Colocar el imán soportado en el ángulo que éstas

forman y a continuación colocar la bola de forma que las dos puntas de las alcayatas la toquen.

3. Alimentar el circuito a una ddp entre 8 y 14 V.
4. Pulsar el pulsador de descarga del condensador. Poner el cronómetro a cero
5. Quitar el imán y el cronómetro medirá el tiempo