

# digiCAN

## SISTEMA DE CRONOMETRAJE INALÁMBRICO PARA COMPETICIÓN

---

SISTEMAS DE BAJO COSTE

#DIY #MAKER

*“...La tecnología no es una forma de vida, vivir obsesionad@ con los avances tecnológicos es de locos... pero sí es un medio para buscar soluciones a problemas cotidianos. Y eso para mí, es ingeniería; ingeniería de barrio, casera y cercana”*

© Ignacio Ballesta Germán

Diciembre 2017

Versión 1.0



## CONTENIDO

Variables de entorno: ideario .....	2
1. Idea y objetivos del proyecto.....	3
2. Cronómetro con sensor de paso .....	4
Sensor (1).....	4
Display (2) .....	5
Alimentación eléctrica (3).....	5
Interruptor de encendido (4).....	5
Conexiones Auxiliares (5) .....	6
Pulsadores de control (6).....	6
Leds de control (8).....	8
3. Sensor Auxiliar de Paso.....	9
Sensor (1).....	9
Conexiones al Crono (2).....	9
Interruptor (3).....	10
Conexión a batería externa (5) .....	10
Led de control (5) .....	10
4. Display de Competición Grande.....	11
Digitos (1) .....	11
Alimentación (3) .....	11
Interruptor de encendido. Inicio del sistema (2) .....	11
Modo de funcionamiento .....	12
5. Mando a Distancia .....	12
Elementos del mando .....	13
Joystics (1) .....	13
Joystick izquierdo.....	13
Joystick derecho.....	14
Led de control (2) .....	14
Interruptor (3).....	14
Antena (4) .....	14
6. SISTEMA DE CONTROL POR ORDENADOR .....	14
Pantalla de control .....	14



### VARIABLES DE ENTORNO: IDEARIO

Podemos clasificar los proyectos tecnológicos en dos categorías: aquellos que nacen para solucionar un problema o necesidad, y aquellos que surgen para crear una necesidad normalmente innecesaria. Para el primer tipo de proyectos, necesitamos grandes dosis de ingeniería e innovación; el resto precisan comerciales, community manager, financiadores e ingenieros que trabajan como mercenarios (por poco más que el salario mínimo interprofesional). Con esta clasificación, todos apostaríamos por el desarrollo de proyectos prácticos y concretos, pero seguramente llegaríamos a un estado de desmotivación si, al menos, no conseguimos crear la necesidad de nuestro desarrollo: *“La virtud está en el justo medio entre dos extremos viciosos<sup>1</sup>”*.

No debemos olvidar, que para llegar a materializar una idea, hemos tenido que pasar por etapas de desarrollo que nos han llevado a crear dispositivos funcionalmente inútiles, pero que han proporcionado un aprendizaje indispensable para crear proyectos más complejos.

Para muchos desarrolladores de ideas, en los que me incluyo, la ingeniería está idealizada en Leonardo Da’Vinci, que realizó muuuuchoooooos inventos inútiles en su época, pero que sirvieron para que unos siglos después se reinventaran conceptos ya inventados. Leonardo no compraba por Internet, ni consultaba en google; pero supo optimizar sus recursos con un éxito propio de un verdadero genio. Hoy conocemos sus éxitos, pero lo verdaderamente importante, donde reside el aprendizaje, está en sus proyectos nulos, lo que hoy llamamos equivocadamente fracasos.

El éxito de un proyecto está en saber elegir la solución correcta, y saber poner en valor los recursos y medios de que dispones (acuérdate de Leonardo cuando no te funcionen las cosas). He intentado optimizar recursos, buscando soluciones económicas. Esto implica una inversión en tiempo y en “manualidad”. Pero lo más importante de una idea, es saber escuchar y disfrutar cuando tu proyecto cubre una necesidad real, y creo que las muchas horas invertidas han generado un producto que cubre bastantes necesidades

Toda esta historia nace desde el mundo del agility y para el agility, y gracias a los “profesionales/frikis” del agility, yo sólo he materializado con un poco de ingeniería las ideas de quien practica y ama este deporte ... Así que...

*Vamos a ello...*

---

<sup>1</sup> Moral a Nicómaco. Libro segundo. Aristóteles



## 1. IDEA Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

Este proyecto surgió para solucionar el problema de cronometraje en competiciones de agility (modalidad competitiva donde un guía dirige a un perro sobre una serie de obstáculos, los cuales tiene que librar de manera limpia y lo más exacta posible, compitiendo contra reloj<sup>2</sup>). Por lo tanto, el reto inicial propuesto supone la detección de paso entre dos vallas, la detección de rehúses y faltas, y el cronometraje en tiempo real. Debido a las dimensiones de una pista de Agility, y la dificultad de cablear grandes superficies, es necesario que todos los elementos tengan alimentación autónoma y se comuniquen de forma inalámbrica.

Los principales retos en los que basamos nuestro desarrollo han sido:

- ✓ Bajo Coste
- ✓ Adaptable, reutilizable y Programable
- ✓ Modular y ampliable
- ✓ Basado en Software y hardware libre (no hay coste de licencias)
- ✓ Fiabilidad
- ✓ Bajo Consumo

El sistema se compone de varios módulos que se comunican entre sí de forma inalámbrica. Por lo tanto, a partir de un equipo básico mínimo se puede ampliar el sistema sin tener que utilizar nuevas unidades. A continuación se explicarán cada una de las unidades o componentes del sistema completo.

---

<sup>2</sup> <https://es.wikipedia.org/wiki/Agility>



## 2. CRONÓMETRO CON SENSOR DE PASO

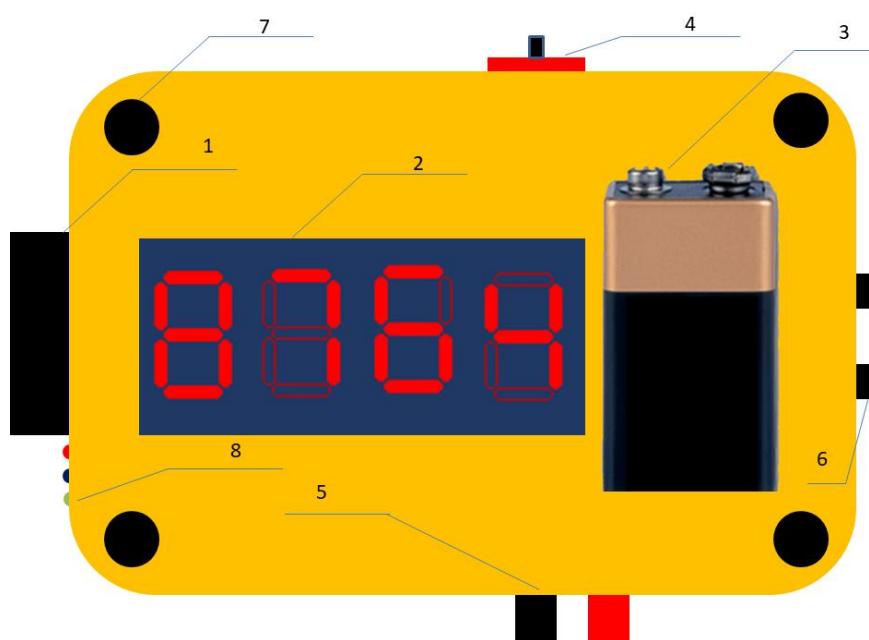
Este componente es el corazón del sistema. Integra los sensores de paso que enviarán las señales vía radio al resto de componentes.

Este crono puede funcionar como detección de salida, detección de meta o ambas funciones a la vez. Por lo tanto con un solo crono, se puede utilizar una valla como salida y meta.



*Destacar que el sistema tiene un tiempo de guarda o seguridad de dos segundos, es decir, se podrá detectar un segundo paso pasados dos segundos desde la última detección*

Todo el sistema está acoplado en una caja estanca con tapadera transparente, de esta manera se protegen los componentes internos y evita la entrada de polvo en el display.



### SENSOR (1)

El sensor utilizado en este modelo es una fotocélula de infrarrojos que funciona por reflexión. El sistema emite un haz de luz infrarroja que “choca” con el reflector y es detectado por el receptor incluido en el mismo dispositivo. En el momento en que el haz se corta, emite una señal que es recogida por la electrónica interna del crono. La distancia máxima entre sensor y reflector es de **dos metros** con luz solar, en interior puede tener un alcance mayor.

Para que funcione correctamente es imprescindible alinear correctamente el sensor con el reflector. Es una tarea sencilla pero que requiere cierta práctica. En apartados posteriores se explicará como realizar el alineamiento.



## DISPLAY (2)

La visualización se realiza a través de un display de cuatro cifras que mostrarán valores alfanuméricos según el evento que se produzca.

Cuando funciona como crono, el display mostrará los segundos en los dos primeros dígitos, y las décimas y centésimas en los otros dígitos. Ambos bloques se separan por el símbolo dos puntos.

Cuando funciona como crono ascendente, al llegar al segundo 100, volverá a contar desde cero encendiéndose el led rojo lateral para indicar que estamos trabajando con centenas.

El display se utiliza para enviar mensajes de control al usuario.

## ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA (3)

El sistema funciona con una pila de 9 v. alcalina. Dependiendo de la calidad de la pila puede tener una autonomía de hasta 24 horas por lo que siempre es conveniente tener un repuesto de pila para evitar problemas. También es posible alimentarlo con baterías externas, respetando siempre los voltajes adecuados



*Para utilizar una batería de 12 voltios, es necesario reducir el voltaje a 9 v con un regulador de voltaje. Si utilizamos 12 voltios podemos dañar el sistema. Dentro de los accesorios del crono se puede utilizar el adaptador diseñado específicamente para este sistema. En el apartado de conexiones externas se explicará con más detalle la forma de conexión*

Para el reemplazo de baterías, es necesario quitar los cuatro tornillos (7) de la tapadera. El reemplazo de la pila debe hacerse con el interruptor del sistema apagado (4).

## INTERRUPTOR DE ENCENDIDO (4)

Utilizaremos el interruptor para el encendido del sistema. Cuando el crono está apagado no hay consumo de batería, por lo que es conveniente mantenerlo en OFF cuando no se esté utilizando el sistema.

Al encender el sistema se realiza un testeo de funcionamiento. La inicialización comienza con un amable saludo del sistema, en pantalla aparecerá el mensaje "HOLA PEPE", y posteriormente destellean los tres leds externos (8) situados junto al sensor , y un led interno.

Al iniciar el sistema, al igual que cuando se genera el evento RESET (ver Pulsadores de Control) comienza una cuenta regresiva de 15 segundos. Si pasados esos 15 segundos no se ha detectado paso entre el sensor y el reflector, destellea en pantalla el literal "ELI". Por el contrario, si se corta el haz, el crono comenzará su cuenta incremental.



## CRONÓMETRO DIGITAL INALÁMBRICO

---



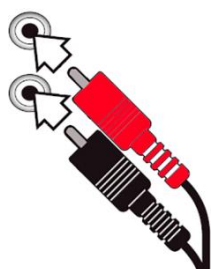
*Si utilizamos alimentación externa el interruptor de encendido no funciona. Para poder utilizar la cuenta regresiva de 15 segundos utilizaremos el botón de RESET.*

*Si utilizamos alimentación externa es conveniente poner el interruptor en OFF o bien quitar la pila interna, se evitaría así la descarga de la pila.*

### CONEXIONES AUXILIARES (5)

Una de las características más importantes de este crono es su modularidad y posibilidad de ampliación. Se han añadido dos conexiones de entrada/salida

para poder conectar o bien alimentación externa, y/o bien un segundo sensor para tener doble detección de paso y minimizar los errores.



En la parte inferior del crono tenemos dos conectores RCA identificados por los colores rojo y negro.

Desde el conector **ROJO** podemos introducir la alimentación eléctrica con una pila o batería externa. Es importante destacar que la tensión máxima permitida desde el conector **ROJO** es de 9 voltios. Si introducimos tensiones superiores a este valor el sistema puede dañarse.

Recordar que en todo sistema electrónico es fundamental mantener la polaridad de la alimentación eléctrica adecuada para evitar daños.

El conector **NEGRO** se utiliza para control de entrada/salida de las señales de paso de un segundo sensor no incluido con el crono individual. (Ver *Sensor Auxiliar de Paso*)



*Es importante conectar correctamente los cables entre sistemas respetando los códigos de colores. Si conectamos un cable de alimentación **ROJO** a la clavija **NEGRA**, el sistema se dañará de forma inmediata.*

### PULSADORES DE CONTROL (6)

El crono cuenta con dos pulsadores con funcionalidad múltiple.

El **botón inferior** tiene las funciones de RESET. Es decir, similar a apagar y encender el sistema sin tener que utilizar el interruptor principal. Por lo tanto, el sistema se reiniciará de forma inmediata al pulsar el botón.

Al reiniciar el sistema, se producirá el chequeo de leds y display, y comenzará la cuenta regresiva de 15 segundos. En el caso de tener otros sensores en funcionamiento (por ejemplo si tenemos un sensor para valla de entrada y otro en valla de salida), se sincronizarán y comenzarán todos la cuenta regresiva.





## CRONÓMETRO DIGITAL INALÁMBRICO



El **botón superior** tiene distintas funciones. Si pulsamos una vez, el sistema se reiniciará a cero, mostrando en el display el valor 00:00 y dejaremos al sensor en estado de espera para la detección de paso.

### MODO ALINEAMIENTO

Si pulsamos una segunda vez, el sistema entrará en modo alineamiento del sensor. Si **NO** está alineado se mostrará en el display el siguiente literal:



Debemos por tanto, enfrentar el reflector al sensor para que se produzca el reflejo del haz infrarrojo y el sistema pueda detectar el paso.

Cuando el sistema detecte que el reflector y el sensor están alineados, se iluminará el led azul del frontal del crono y en pantalla aparecerá el siguiente literal:



Si pulsamos por tercera vez el botón superior, realizará el alineamiento del segundo sensor siempre que esté conectado correctamente a través de los conectores auxiliares.

Si **NO** está alineado se mostrará en el display el siguiente literal:



Cuando enfrentemos el reflector, de nuevo, se iluminará el led azul del frontal del crono y en pantalla aparecerá el siguiente literal:



El funcionamiento es similar al alineamiento del sensor principal.

Por último, si volvemos a pulsar el botón superior, volveremos a poner a cero el display.






*Para evitar cambios rápidos al pulsar el botón de configuración, se ha incluido un tiempo de espera de aproximadamente un segundo entre pulsaciones.*



## LEDS DE CONTROL (8)

El sistema cuenta con tres leds en la para aviso visual de eventos. Cada evento tiene asociado un led de un color y destellos con una duración determinada.

-  **Led Rojo**  
Este LED permanecerá encendido para indicar que estamos en el rango de CENTENAS. Al poner el sistema a cero el led se apagará.
  
-  **Led Azul**  
Cuando el sistema esté en modo ALINEAMIENTO, se encenderá cuando el reflector sea detectado por el sensor. Se encenderá tanto en el alineamiento del sensor 1 y/o 2
  
-  **Led Blanco**  
El led emitirá un destello cuando se detecte un paso entre el sensor y el reflector. También generará un destello cuando reciba cualquier señal desde el mando a distancia o desde el control del ordenador.



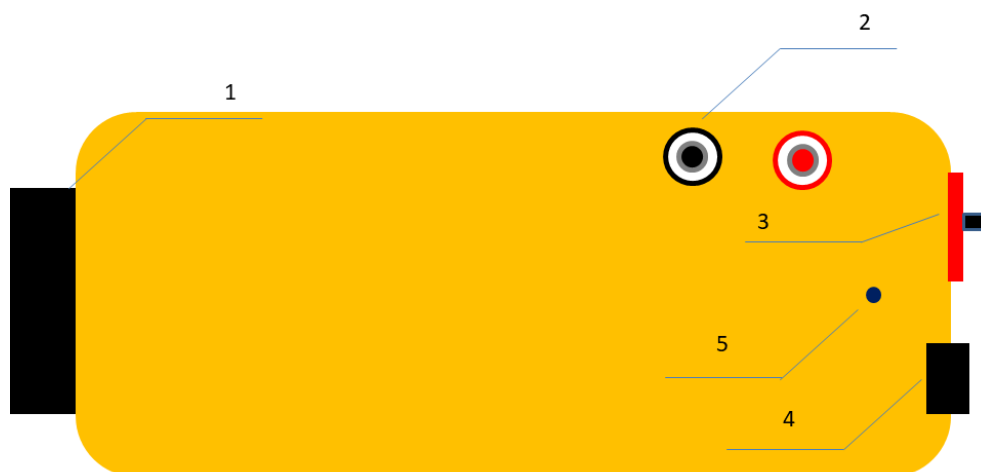
### 3. SENSOR AUXILIAR DE PASO

Si aplicamos la máxima de “dos ojos ven más que uno” entenderemos perfectamente la utilidad de este elemento.

Se trata de un segundo sensor de paso que complementa al módulo anterior. Para su funcionamiento no necesita alimentación eléctrica ya que recibe la alimentación del sensor principal, reduciendo su tamaño y los posibles problemas de “cables sueltos” con perros cerca.. Esto es evidentemente una mejora, pero sin embargo reduce el tiempo de autonomía de la batería del sistema.

Para evitar ese inconveniente, se ha incluido una entrada de tensión en la que podremos enchufar cualquier sistema de alimentación con una tensión entre 12 y 35 voltios de corriente continua. Es decir, cualquier batería de moto, coche, plomo, litio, etc de 12 voltios es ideal para olvidarnos de la pila de alimentación del sistema completo.

Describimos todos los los componentes del módulo.



#### SENSOR (1)

El sensor utilizado en este modelo es una fotocélula de infrarrojos idéntica a la utilizada en el módulo anterior. Recordamos que para su alineamiento utilizaremos el procedimiento descrito con el componente “AL-2”.

#### CONEXIONES AL CRONO (2)

Las conexiones RCA roja y negra se conectan mediante el cable proporcionado al crono principal. Debemos asegurarnos que las conexiones se realicen correctamente con un buen contacto.



*Es importante conectar correctamente los cables entre sistemas respetando los códigos de colores. Si conectamos un cable de alimentación **ROJO** a la clavija **NEGRA**, el sistema se dañará de forma inmediata.*



### INTERRUPTOR (3)

El interruptor del sistema auxiliar se utiliza para encender el sistema desde la batería exterior. La batería exterior se conecta en la entrada (4). Destacar que si utilizamos el sistema sin batería externa, la posición del interruptor es irrelevante.

### CONEXIÓN A BATERÍA EXTERNA (5)



Se incluye esta entrada para la conexión de una batería externa al sistema. La polaridad de la clavija es la utilizada en la gran mayoría de los sistemas electrónicos europeos (polaridad positiva).

Recordar que la tensión de entrada debe ser superior o igual a 12 v e inferior a 35 v.

Cuando alimentamos con una batería externa, no es necesario la alimentación con la pila de 9 voltios del crono principal, por lo que mantendremos apagado el interruptor del crono principal.

### LED DE CONTROL (5)

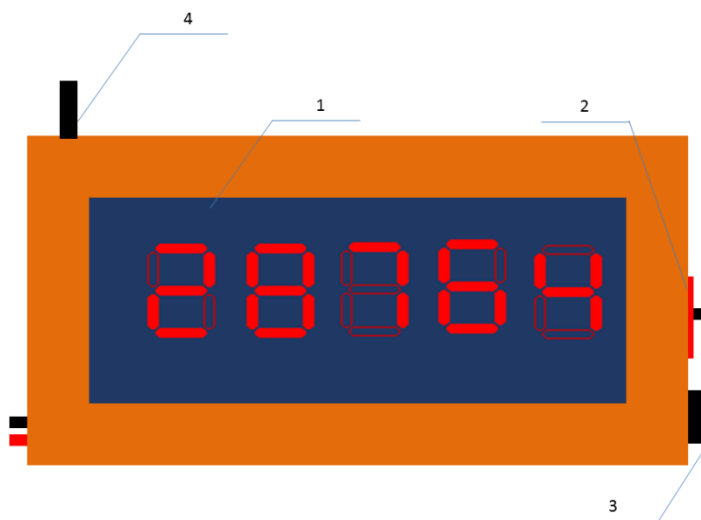
El led de control se utiliza para detectar el Alineamiento del sensor.



## 4. DISPLAY DE COMPETICIÓN GRANDE

De gran utilidad en competición es la visualización de resultados por parte del público asistente a la prueba. El visualizador de resultados está diseñado con cinco dígitos del tamaño DIN A4 (un folio, vamos..) y con la posibilidad de ampliación para incluir un marcador de faltas y rehúses.

Se ha diseñado con la misma filosofía que el resto de componentes, siendo compatible con las señales inalámbricas de los sensores de vallas y con el mando a distancia.



### DIGITOS (1)

El sistema cuenta con cinco dígitos y un separador de dos puntos entre las unidades y las décimas.

### ALIMENTACIÓN (3)

EL sistema permite la conexión directa a la red eléctrica a 220 v. Se incluye una entrada para la conexión con batería externa de 12 v. (3)

### INTERRUPTOR DE ENCENDIDO. INICIO DEL SISTEMA (2)

El interruptor de encendido pondrá en marcha el cronómetro. El interruptor lleva incluido un led que se encenderá cuando se conecte el sistema.

Al encender el sistema, se generará una secuencia que encenderá los segmentos de los dígitos de forma secuencial, mostrará el mensaje "HOLA PEPE" y se mantendrá en estado de reposo esperando las señales inalámbricas de los cronos de entrada/salida, o las señales del mando a distancia en el caso de manejo manual.

El sistema lleva incluido un sistema de antena (4) para la comunicación con los distintos módulos del sistema.



## MODO DE FUNCIONAMIENTO

El crono no necesita ninguna atención, es totalmente autónomo. Está programado para recibir las siguientes señales por parte de los distintos módulos.

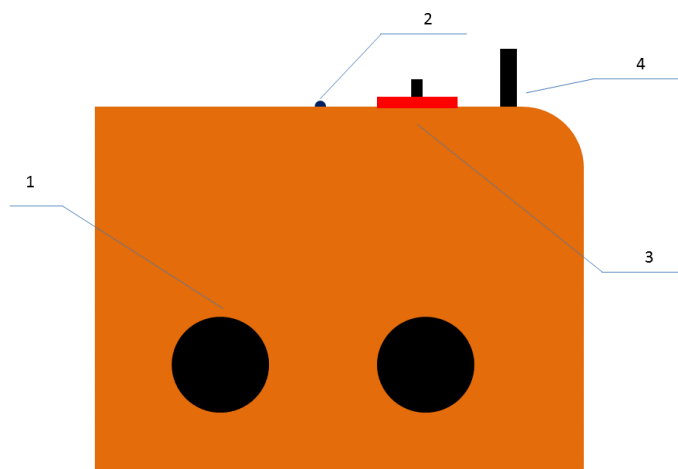
RESET	Anula cualquier visualización y pone el marcador a cero
START	Pone en marcha el cronometro
PARAR	Para el cronometro mostrando el tiempo final, las faltas realizadas y los rehúses en intervalos de dos segundos
INICI	Muestra la cuenta regresiva de 15 segundos
FALT+	Aumenta el número de faltas mostrando el total de faltas durante un segundo y continuando con el cronometraje
FALT-	Decrementa el número de faltas mostrando el total de faltas durante un segundo y continuando con el cronometraje
REHU+	Aumenta el número de rehuses mostrando el total de rehuses durante un segundo y continuando con el cronometraje
REHU-	Decrementa el número de rehuses mostrando el total de rehuses durante un segundo y continuando con el cronometraje
TIME	Muestra la hora en formato HH:MM
RESUL	Muestra el resultado del último cronometraje junto con las faltas y los rehúses
CUENT	Hace una cuenta atrás comenzando desde 300, dando así un tiempo de cinco minutos para reconocer la pista

Desde los sensores auxiliares de paso se envían las señales START, PARAR, e INICI

Desde el mando a distancia se envían las señales START, PARAR, INICI, FALT+, FALT-, REHU+ REHU-, TIME y RESUL. Este mando se suele utilizar para el control manual del crono.

Desde el sistema de control por ordenados se pueden remitir todas las señales.

## 5. MANDO A DISTANCIA





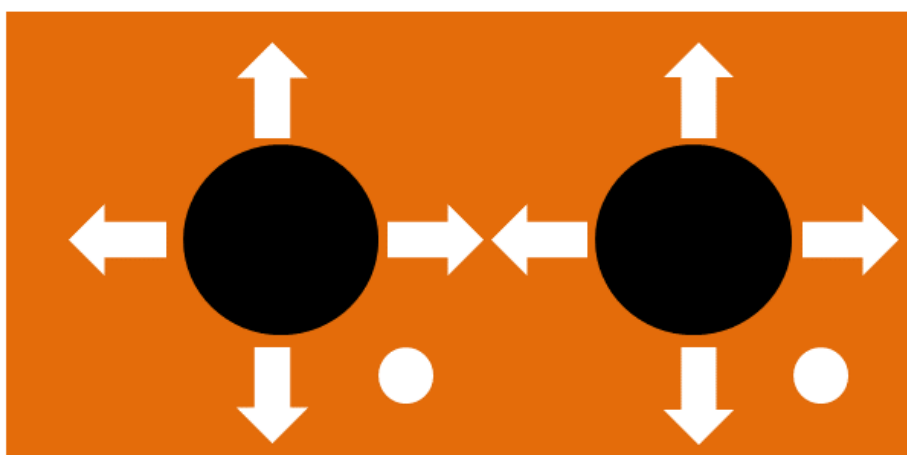
## CRONÓMETRO DIGITAL INALÁMBRICO

Para un funcionamiento manual, utilizaremos el mando a distancia. Las señales de control enviadas funcionarán tanto en el cronómetro gigante como en los cronos de vallas.






### ELEMENTOS DEL MANDO

#### JOYSTICS (1)

El sistema de control está formado por dos joystick que tienen asignada diversas señales de control. Puede configurarse cada movimiento según necesidades del usuario, por defecto las señales configuradas son:



#### JOYSTICK IZQUIERDO

-  Envía la señal de **START**. Pone en marcha los cronómetros
-  Envía la señal **PARAR**. Para el tiempo mostrando la marca realizada
-  Envía la señal **RESET**. Pone a cero los marcadores
-  Envía la señal **INICI**. Comienza la señal de cuenta atrás de 15 segundos
-  Envía la señal **RESUL**. Muestra la última marca, el número de faltas y el número de rehuses



## JOYSTICK DERECHO



Envía la señal de FALT+. Incrementa las faltas y muestra el número de faltas totales durante un segundo



Envía la señal de FALT-. Decrementa las faltas y muestra el número de faltas totales durante un segundo



Envía la señal de REHU+. Incrementa los rehuses y muestra el número de rehuses totales durante un segundo



Envía la señal de REHU-. Decrementa los rehuses y muestra el número de rehuses totales durante un segundo



Envía la señal HORA. Muestra la hora actual

## LED DE CONTROL (2)

El sistema dispone de un led que destellea cada vez que se envía una señal. Al iniciarse el sistema realiza un chequeo mediante diversos parpadeos.

## INTERRUPTOR (3)

Interruptor de encendido/apagado

## ANTENA (4)

Puede utilizarse diversos tipos de antena, el sistema cuenta con una antena exterior enroscable.

## 6. SISTEMA DE CONTROL POR ORDENADOR

El sistema se completa con un módulo para la visualización y control del sistema de cronometraje. Consta de un software para Windows y un elemento electrónico que se conecta por USB al ordenador.

El componente electrónico se encarga de enviar y recibir señales del resto de módulos. Estas señales se traducen para visualizar y programar eventos en el sistema. El software permite la visualización de un crono en pantalla, e incluso puede utilizarse como elemento de visualización ya que permite escalar el tamaño de la visualización del crono adaptándolo a pantallas de cualquier tamaño.

Este sistema puede sustituir al mando a distancia ya que las funciones soportadas por el mando están incluidas en este software.

## PANTALLA DE CONTROL

El software se instala desde un fichero ejecutable que realiza la copia de los ficheros necesarios en un directorio del ordenador.

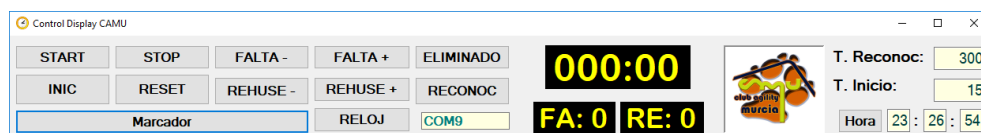




## CRONÓMETRO DIGITAL INALÁMBRICO

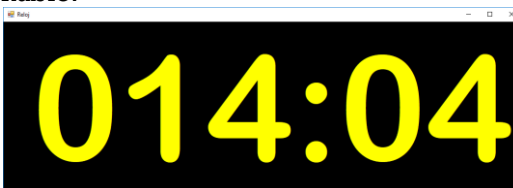
Una vez instalado, instalará un icono en el escritorio de nuestro equipo. Antes de ejecutar el programa, debemos conectar el módulo auxiliar de recepción y emisión de señales a cualquier puerto USB del equipo. En el caso de ejecutar el programa sin conectar el módulo, el sistema mostrará un mensaje de error y se cerrará.

Una vez en ejecución, mostrará el siguiente panel de control:



Los comandos emitidos por el panel de botones son:

START	Inicia el crono. Se mostrará en pantalla el conteo del crono
STOP	Para el crono mostrando la última marca
FALTA +	Incrementa el contador de faltas y muestra el número total en pantalla
FALTA -	Decrementa el contador de faltas y muestra el número total en pantalla
ELIMINADO	Muestra el mensaje –ELIMI- en pantalla
INIC	Inicializa la cuenta atrás de 15 segundos, si en ese intervalo de tiempo no se pulsa o se recibe la señal START el crono mostrará el mensaje –ELIMI -
RESET	Pone el crono a cero
REHUSE +	Incrementa el contador de rehuses y muestra el número total en pantalla
REHUSE -	Decrementa el contador de rehuses y muestra el número total en pantalla
RECONOC	Inicia la cuenta atrás de 300 segundos (5 minutos) para reconocimiento de pista
Marcador	Muestra un panel con el valor del crono. Esta pantalla es redimensionable.



RELOJ	Manda una señal al marcador principal para que muestre la hora actual
HORA	Envía las señales necesarias para poner en hora el marcador principal
T. Reconoc	Podemos modificar el tiempo de reconocimiento enviando un valor en segundos
T. Inicio	Podemos modificar el tiempo de INICIO mediante un valor en segundos