

# **SISTEMA PARA AUTOMATIZACIÓN DEL TEST YO-YO INTERMITENTE PARA DETERMINAR EL RENDIMIENTO FÍSICO DE LOS DEPORTISTAS**

## **CAMPO TÉCNICO**

5

La presente invención se ubica dentro del campo técnico de las ciencias del deporte y la ingeniería, más específicamente en los dispositivos que pueden ser usados para llevar a cabo pruebas o test de rendimiento.

- 10 Así, la presente invención se relaciona con un sistema para la automatización del test yo-yo intermitente para determinar el rendimiento físico de deportistas, en donde dicha automatización permite que a través de sensores integrados a la pista donde se realiza el test se pueda monitorear los tiempos reales que le toma al deportista realizar la prueba y así determinar las capacidades físicas del
- 15 deportista de una manera más acertada. De este modo, las principales ventajas del sistema de la presente invención se basan en el hecho de automatizar un proceso que actualmente aún se realiza de manera manual, obteniendo mediciones más precisas a través de sensores interconectados, los cuales disminuyen el error que se presenta por la toma manual de los tiempos de los
- 20 recorridos, los cuales se tornan subjetivos y no son tan confiables para las mediciones indirectas de las que depende esta prueba.

## **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

- 25 A lo largo de los años las ciencias del deporte y de la actividad física han trabajado en el diseño diferentes tests y pruebas de esfuerzo para conocer, estimar y comparar diversos parámetros de nuestra condición física.

- Estos diferentes test miden en los deportistas la capacidad aeróbica, que se ha
- 30 definido como la capacidad del corazón, los vasos sanguíneos y los pulmones para trabajar de manera eficiente. La capacidad aeróbica está directamente

relacionada con el consumo máximo de oxígeno necesario durante la realización de una actividad que requiere esfuerzo físico.

5 Entre estos test físicos encontramos el yo - yo intermitente, que ha probado ser una de las pruebas indirectas más fiables en todo el mundo, el cual busca medir el consumo máximo de oxígeno de forma progresiva, aumentando su dificultad en el tiempo y termina cuando el atleta ya no puede continuar con la prueba.

10 La adquisición de los tiempos que les toma realizar los recorridos en la prueba, se realiza actualmente de manera manual, dicha práctica genera la obtención de resultados poco confiables de las velocidades promedio parciales y totales, así como el volumen máximo de oxígeno, variables importantes para determinar el rendimiento físico de los deportistas.

15 Es por esto que automatizar un proceso que actualmente se realiza de manera manual, permite obtener mediciones más precisas, las cuales disminuyen el error que se presenta por la toma manual de los tiempos de los recorridos, los cuales se tornan subjetivos y no son tan confiables para las mediciones indirectas de las que depende esta prueba.

20

Así las cosas, en el estado del arte existe una pluralidad de divulgaciones relacionadas con tecnologías afines con algún tipo de procesos de determinación del rendimiento físico en deportistas, específicamente con procesos automáticos que permiten obtener un resultado deseado, para así hacer un análisis independiente, dentro de las que se encuentra el documento CN 202329563 Este documento describe un probador de longitud de cuerdas elásticas Yo-yo, donde el probador de longitud comprende un sistema de motor y una estructura de soporte de acero, donde el sistema de motor comprende un servomotor transversal, un controlador de servomotor transversal, un servomotor longitudinal, un controlador de servomotor longitudinal, un servomotor giratorio, un controlador de servomotor giratorio, un transmisor de rejilla óptica transversal, un receptor de rejilla óptica transversal, un transmisor de rejilla óptica

25

30

longitudinal, un receptor de rejilla óptica longitudinal, un controlador programable, un conector de control programable y una fuente de alimentación; y la estructura de ménsulas de acero comprende un pedestal, una ménsula longitudinal y una ménsula transversal. De acuerdo con la invención, se puede

5 lograr el control automático del proceso de prueba; la longitud de una cuerda de un yo-yo durante la rotación se puede calcular de forma automática y precisa, de modo que se evita la interferencia de dispositivos externos utilizados en un yo-yo; para un yo-yo cuya cuerda tiene más de 500 mm de largo y el controlador programable puede hacer sonar una alarma; se usa una abrazadera para fijar

10 una parte de sujeción manual del yo-yo, de modo que se evita que el resultado de la prueba se vea afectado por el alargamiento de la parte de sujeción manual durante la prueba.

Sin embargo, la invención definida en esta anterioridad se basa en el uso de una

15 serie de cuerdas y elementos mecánicos, tal como motores y servomotores para hacer la prueba, no cuenta con dos extremos con sensores que miden el tiempo real que le toma al deportista hacer la prueba para determinar las capacidades físicas.

20 De otra parte, se tiene el documento CN 109675266 relacionado con una pelota de entrenamiento sensible a la luz fotoeléctrica, un método de prueba intermitente YO-YO y un método de entrenamiento de las extremidades inferiores del cuerpo humano. El balón de entrenamiento fotoeléctrico sensible comprende un cuerpo de balón, una fuente de luz y una placa de circuito que

25 están dispuestas dentro del cuerpo de balón, en el que la parte superior del cuerpo de balón es una parte de transmisión de luz opuesta a la fuente de luz; un sensor está dispuesto en un espacio del lado interior de la parte de transmisión de luz y se usa para detectar la acción táctil de la parte de transmisión de luz; la placa de circuito cuenta con un microprocesador y un

30 módulo de red; el microprocesador está conectado y comunicado con un sistema superior a través del módulo de red para adquirir una instrucción de operación o cargar datos; la fuente de luz se controla a través del microprocesador para

realizar el control de encendido/apagado y se enciende para recordar al usuario que debe realizar la acción táctil; después de ser tocado efectivamente, la parte de transmisión de luz se apaga para indicar que la acción ha terminado; y el toque efectivo se refiere al toque en la parte de transmisión de luz y los datos de detección correspondientes se generan a través del sensor. El método de prueba intermitente YO-YO y el método de entrenamiento de las extremidades inferiores del cuerpo humano se utilizan para adquirir datos de acción de los alumnos a través de la pelota de entrenamiento fotoeléctrica sensible.

- 10 No obstante, esta anterioridad se basa en el uso de un balón o pelota de entrenamiento sensible fotoeléctrica, a su vez todo el entrenamiento depende del contacto del deportista con el balón y los sensores que detectan dicho contacto y no cuenta con dos extremos con sensores que miden el tiempo real que le toma al deportista hacer la prueba para determinar las capacidades físicas.

Así mismo, el documento CN 214209393 describe un sistema de monitoreo de prueba YOYO, que comprende una primera caja de sonido, un módulo de control principal y dos o más grupos de dispositivos de monitoreo, cada dispositivo de monitoreo comprende un módulo de detección, una segunda caja de sonido y una lámpara de visualización; el punto de partida y el punto de giro de cada pista están provistos cada uno de un dispositivo de monitoreo. El módulo de control principal está conectado respectivamente con la primera caja de sonido, el módulo de detección, la segunda caja de sonido y la lámpara de visualización; el módulo de detección se utiliza para generar una señal de detección cuando se acerca un alumno y enviar la señal de detección al módulo de control principal; la primera caja de sonido se usa para reproducir música de prueba de resistencia intermitente y enviar la música de prueba de resistencia intermitente al módulo de control principal; el módulo de control principal controla respectivamente la segunda caja de sonido y la lámpara de visualización de acuerdo con la señal de inducción recibida y la señal de música para indicar a los alumnos si la prueba está calificada o no. El dispositivo puede monitorear si un atleta llega a un punto

de partida o un punto de inflexión a tiempo o no, se lleva a cabo un aviso de sonido y luz y se resuelven los problemas existentes en la observación manual.

5 Sin embargo, esta anterioridad presenta la desventaja que no cuenta con dos extremos con sensores que miden el tiempo real que le toma al deportista hacer la prueba para determinar las capacidades físicas y hace uso de señales sonoras o música que se reproduce cuando el deportista se acerca a un sensor.

10 Ahora bien, la publicación internacional ES 2881927 enseña un dispositivo multifunción para pruebas de condición física, que comprende un ordenador central, comprendiendo dicho dispositivo multifunción para pruebas de condición física: un cuerpo principal; una parte para pruebas de resistencia muscular conectada al cuerpo principal, cuya parte para pruebas de resistencia muscular comprende una placa plegable y una pieza de fijación del pie, en la que la pieza  
15 de fijación del pie se conecta a la placa plegable; una parte para pruebas de flexibilidad ubicada junto a la pieza de fijación del pie, en la que la parte para pruebas de flexibilidad tiene una placa sensora de empuje configurada para permitir al usuario empujar una distancia de empuje de modo que pueda medirse la flexibilidad de un cuerpo del usuario según la distancia de empuje; una parte  
20 para pruebas de agarre; una parte para pruebas de función cardiopulmonar, conectada eléctricamente al ordenador central; una parte para pruebas de fuerza, conectada eléctricamente al ordenador central, en la que la parte para pruebas de fuerza comprende un anillo de tracción y un peso de la parte para pruebas de fuerza configurada para ser ajustada por el usuario, estando configurado el anillo de tracción de la parte para pruebas de fuerza para ser  
25 sostenido y tirado por el usuario de manera que la parte para pruebas de fuerza esté configurada para probar la fuerza o la resistencia muscular del usuario; y una parte para almacenamiento de energía, conectada eléctricamente a la parte para pruebas de función cardiopulmonar y la parte para pruebas de fuerza, para  
30 convertir una energía cinética generada por la parte para pruebas de función cardiopulmonar y la parte para pruebas de fuerza en electricidad y para almacenar la electricidad; en el que el ordenador central está conectado al

cuerpo principal y eléctricamente conectado a la placa plegable, la parte para pruebas de flexibilidad y la parte para pruebas de agarre; en el que el ordenador central comprende además un módulo inalámbrico, en el que el módulo inalámbrico está conectado eléctricamente a la parte para pruebas de resistencia muscular, la parte para pruebas de flexibilidad, la parte para pruebas de agarre, la parte para pruebas de función cardiopulmonar y la parte para pruebas de fuerza a través de un procedimiento inalámbrico; y en el que la parte para pruebas de función cardiopulmonar está diseñada como pedales de bicicleta, el usuario puede usar los pedales de bicicleta de la parte para pruebas de función cardiopulmonar de modo que la parte para pruebas de función cardiopulmonar esté configurada para registrar una función cardiopulmonar con la velocidad de pisada, calorías quemadas y distancia recorrida según una pisada del usuario.

No obstante, la invención de esta anterioridad, No está dirigido específicamente a una prueba yo-yo, hace uso de una serie de elementos adicionales que deben ser usados o sujetados a una parte del cuerpo del usuario para poder medir sus condición o resistencia física. No cuenta con dos extremos con sensores que miden el tiempo real que le toma al deportista hacer la prueba para determinar las capacidades físicas.

Finalmente, el documento ES 2901223 describe un dispositivo de control de la resistencia para estimar un nivel de resistencia de un usuario, que comprende: un módulo sensor que está configurado para detectar una señal fisiológica del usuario; una interfaz de usuario que está configurada para recibir una información biológica del usuario y para emitir el nivel de resistencia estimado; un módulo de almacenamiento que está configurado para almacenar la información biológica y al menos un modelo matemático; caracterizado por: un módulo de procesamiento que está configurado para utilizar el al menos un modelo matemático para realizar un proceso que comprende los pasos de: estimar un nivel de energía anaeróbica y un nivel de energía aeróbica en tiempo real en base a la señal fisiológica y a la información biológica, donde la estimación del nivel de energía anaeróbica y del nivel de energía aeróbica en

tiempo real comprende: estimar el nivel de energía anaeróbica en base a los ajustes de estimación anaeróbica, donde los ajustes de estimación anaeróbica se ajustan en función del nivel de energía anaeróbica estimado cuando la condición física real del usuario está subestimada; y estimar el nivel de energía

5 aeróbica en base a los ajustes de estimación aeróbica, donde los ajustes de estimación aeróbica se ajustan en función del nivel de energía aeróbica estimado cuando la condición física real del usuario está subestimada; y estimar el nivel de resistencia en función del nivel de energía anaeróbica y del nivel de energía aeróbica.

10

Sin embargo, esta anterioridad está enfocada en la medición de las variables del cuerpo, tal como resistencia, ritmo cardiaco; no se especifica que sea una prueba de yo-yo y finalmente no cuenta con dos extremos con sensores que miden el tiempo real que le toma al deportista hacer la prueba para determinar las

15 capacidades físicas.

15

A partir de la información anterior, es claro que los documentos existentes en el estado del arte corresponden a una serie de sistemas y métodos para la evaluación de la resistencia o condición física de un usuario, donde en algunos

20 casos se menciona específicamente una prueba yo-yo que se hace siguiendo una serie de parámetros preestablecidos, donde en unos casos se utilizan elementos externos tal como balones, cuerdas, u otros elementos o componentes que deben ser sujetados o contactados por el usuario para poder llevar a cabo la medición o el comienzo de la prueba.

25

Así las cosas, es importante tener en cuenta el hecho que, aunque en el estado del arte existe una serie de divulgaciones relacionadas con métodos o sistemas que permiten medir la condición física o el rendimiento, no existe un único documento que mencione las características de la presente invención

30 relacionadas con ser un proceso que permite la automatización de la prueba de yo-yo a través una serie de sensores integrados a la pista donde se lleva a cabo la prueba para monitorear el tiempo real que le toma al deportista realizar la

30

prueba y poder determinar así las capacidades físicas de éste de una forma más precisa y acertada.

De acuerdo con la información anterior, es claro para el experto en la materia que en el estado del arte existe una necesidad por diseñar e implementar un que permita el desarrollo que permita la automatización del test yo-yo, que a través de sensores integrados a la pista donde se realiza el test se pueda monitorear los tiempos reales que le toma al deportista realizar la prueba y así determinar las capacidades físicas del deportista de una manera más acertada.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Considerando los problemas y/o necesidades anteriores mencionadas, los presentes inventores han propuesto un nuevo sistema de automatización del test yo-yo intermitente para determinar el rendimiento físico de deportistas, en donde dicha automatización permite que a través de sensores integrados a la pista donde se realiza el test se pueda monitorear los tiempos reales que le toma al deportista realizar la prueba.

Así, el presente sistema cuenta con una tarjeta de desarrollo siendo la controladora principal del prototipo tiene conexión con los sensores de inicio y tiempo parcial de los tiempos, además de dar la conexión al equipo de cómputo vía USB, a través de la antena de radio frecuencia se recibe la señal emitida en la otra meta de los tiempos parciales por la antena de radio frecuencia, la cual es controlada por la tarjeta de desarrollo nano ubicada a 20 metros, de esta manera se unifica la información para ser posteriormente procesada en el equipo de cómputo. En el proceso de aplicación de la prueba el deportista debe iniciar en la meta donde se encuentran los sensores de inicialización y tiempo parcial sostenidos en el tablero de soporte, además de permitir la graduación de la altura a través de un trípode; en esta sección se da el inicio del contador del tiempo de la prueba y la toma de tiempos parciales una vez realiza el deportista cada recorrido. En la otra sección (a 20 metros) con la conexión inalámbrica se ubica

el sensor en el tablero de soporte que a su vez también tiene un trípode graduable, en esta sección se toman los tiempos parciales al realizar la mitad del recorrido total de la pista, transmitiéndolos a la tarjeta principal.

- 5 De este modo, las principales ventajas de la presente invención se basan en el hecho de automatizar un proceso que actualmente aún se realiza de manera manual, obteniendo mediciones más precisas a través de sensores interconectados, los cuales disminuyen el error que se presenta por la toma manual de los tiempos de los recorridos, los cuales se tornan subjetivos y no son  
10 tan confiables para las mediciones indirectas de las que depende esta prueba

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

- La presente invención se entiende de forma más clara a partir de las siguientes  
15 figuras donde se muestran los componentes asociados al presente sistema, dispositivo y/o aparato, así como los elementos novedosos con respecto al estado del arte, en donde las figuras no pretenden limitar el alcance de la invención, el cual está únicamente dado por las reivindicaciones adjuntas, en donde:

20

La Figura 1 corresponde a una representación esquemática general del sistema de prueba de yo-yo de la presente invención, donde se ilustran sus componentes y la diferencia deseada a la cual se deben ubicar éstos para poder llevar a cabo dicha prueba de rendimiento.

25

### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

- La presente invención está dirigida a un sistema para la automatización del test yo-yo intermitente con el fin de determinar el rendimiento físico de deportistas,  
30 en donde dicho sistema de automatización permite que a través de sensores integrados a la pista donde se realiza el test se pueda monitorear los tiempos reales que le toma al deportista realizar la prueba, sin necesidad de realizar las

mediciones de forma manual y permitiendo el almacenamiento para su análisis posterior de forma remota o local.

De esta forma, la Figura 1 muestra el sistema de automatización del test yo-yo de la invención, el cual está compuesto, comprende o consiste esencialmente, en general, sin limitaciones, de las siguientes partes o componentes:

- Una primera base o soporte que cuenta con una tarjeta de control principal (1) que permite el control de todos los componentes electrónicos y envía los datos para poder ser almacenados o visualizados de forma remota, un módulo de comunicación inalámbrica (2) que permite la comunicación con la otra sección que forma parte del presente sistema y que se define más adelante, unos sensores de inicialización (3) y de tiempo parcial (4) que envían las señales detectadas a la tarjeta de control principal (1) para su procesamiento, un tablero de soporte (5) donde se ubican los componentes electrónicos para realizar la prueba de forma adecuada, y una estructura (6) ubicada en la parte inferior y que soporta el tablero de soporte (5), donde dicha estructura presenta un elemento para ubicación en el suelo y permitir que toda la primera base o soporte se quede fija durante la prueba a realizar, en donde esta primera base o soporte permite iniciar un contador del tiempo de la prueba y la toma de tiempos parciales una vez realiza el deportista cada recorrido, hecho que se lleva a cabo internamente en la tarjeta de control principal (1); y
- Una segunda base o soporte, la cual se ubica a una distancia predeterminada de la primera base o soporte, y cuenta con una tarjeta de control (10) que controla los componentes electrónicos en esta base o soporte, un módulo de comunicación inalámbrica (9) que se comunica vía inalámbrica con el módulo de comunicación inalámbrica (2) de la primera base o soporte, un sensor (8) de detección del paso de deportista, un tablero de soporte (7) donde se ubican los componentes electrónicos, y una estructura (11) ubicada en la parte inferior y que soporta el tablero de soporte (7), donde dicha estructura (11) presenta un elemento para

ubicación en el suelo y permitir que toda la primera base o soporte se quede fija durante la prueba a realizar, en donde en esta segunda sección se toman los tiempos parciales al realizar la mitad del recorrido total de la pista, transmitiéndolos a la tarjeta principal (10), y se recibe la señal emitida en la otra meta de los tiempos parciales por medio del módulo de comunicación inalámbrica (9), de esta manera se unifica la información para ser posteriormente procesada en un equipo de cómputo o procesamiento externo (no mostrado).

Así las cosas, el sistema de la presente invención permite automatizar la prueba o test de yo-yo, el cual usualmente es llevado a cabo de forma manual y puede llevar a errores por subjetividad de la persona que está realizando la prueba, por lo que permite hacer una replicación de dicha prueba, pero de forma totalmente autónoma y automatizada para que los datos sean correctos.

En una modalidad preferida de la invención, los módulos de procesamiento o tarjetas de control (1, 10) de la primera base o soporte y de la segunda base o soporte, respectivamente, cuentan con un puerto para conexión de un dispositivo de procesamiento o computación externo, donde dicha conexión al equipo de cómputo es preferiblemente vía USB.

Ahora bien, de forma preferida, los módulos inalámbricos (2, 9) de la primera base o soporte y de la segunda base o soporte, respectivamente, son módulos de comunicación por radiofrecuencia.

Del mismo modo, tanto la estructura (6) de la primera base o soporte, como la estructura (11) de la segunda base o soporte, es una estructura graduable y, preferiblemente permite la graduación de la altura de dicha base o soporte a través de un trípode.

En una modalidad preferida, la distancia a la cual se ubica la primera y la segunda bases o soportes es preferiblemente de 20 metros, que es la distancia

estándar utilizada para llevar a cabo el test de yo-yo, sin embargo, la presente invención también contempla otras distancias teniendo en cuenta el rango de conexión que permiten los módulos de comunicación inalámbrica (2, 9) de las bases o soportes.

5

Por medio de la prueba realizada con el sistema de la presente invención es posible tomar medidas de velocidades promedias totales, volumen máximo de oxígeno, y otras mediciones similares que dependen de las distancias y las velocidades a las que las realizan los deportistas.

10

De acuerdo con lo anterior, el sistema de la presente invención cuenta con una serie de ventajas sobre los dispositivos o sistemas similares existentes en el estado del arte, especialmente en lo relacionado con el hecho de automatizar un proceso que actualmente aún se realiza de manera manual, obteniendo mediciones más precisas a través de sensores interconectados, los cuales disminuyen el error que se presenta por la toma manual de los tiempos de los recorridos, los cuales se tornan subjetivos y no son tan confiables para las mediciones indirectas de las que depende esta prueba.

15

20

Aunque la presente invención ha sido definida en términos de las modalidades y/o configuraciones preferidas que permiten obtener el resultado deseado, se entiende entonces que dentro de la presente divulgación se contemplan las múltiples modificaciones y/o alternativas que se puedan derivar de forma evidente para un experto en la materia, razón por la cual el alcance de la presente invención no está definido únicamente por las implementaciones preferidas definidas acá, sino que, por el contrario, el mismo está enteramente definido por las reivindicaciones adjuntas.

25