

# **Prototipo de sistema auxiliar para el conteo de patadas en los entrenamientos de Taekwondo**

**Trabajo Terminal No. 2021-B049**

*Alumnos: Gil López Andrea , \*Labra Peniche Luis Eduardo , Pérez Fabian Noe*

*Directores: García Ortega Víctor Hugo, Ortega González Rubén*

*\*e-mail: labrapenicheluis@gmail.com*

**Resumen.-** En los entrenamientos de Taekwondo es pertinente realizar mediciones de distintos parámetros como la fuerza, velocidad e incluso la precisión de las patadas para poder observar y analizar el desempeño de los atletas y así tomar estrategias para mejorar el mismo. Sin embargo, existe una carencia de sistemas que contemplen muchos de estos parámetros, concentrándose la mayoría en fuerza y en el conteo de puntos para el ámbito competitivo. El presente protocolo tiene como objetivo el implementar un prototipo de sistema para contar la cantidad de patadas por segundo en la zona del torso que se presenten en los entrenamientos del deporte de Taekwondo en la academia “MOO TKD Chicoloapan” mediante la aplicación de sensores en un peto que nos permitan realizar las mediciones necesarias para apoyar a los atletas a conseguir una mejora en su desempeño. Para realizar esto es necesario diseñar un sistema embebido que obtenga la información de los sensores y los envíe a una aplicación de usuario en forma de gráfica para su posterior análisis.

**Palabras clave.** - Academia de sistemas digitales<sup>1</sup>, Taekwondo, Sistema embebido, Sensores.

## **1. Introducción**

El taekwondo se ha convertido en una de las disciplinas deportivas olímpicas más exitosas para México, en los que, desde su aparición en el programa oficial en Sídney 2000, suma siete medallas. [1].

A pesar de que existen disciplinas de gran popularidad como el karate y el judo, el taekwondo se ha ganado un lugar considerable en la preferencia de los deportes de combate [1].

Este deporte se caracteriza por ser un deporte donde predomina la utilización de diversas técnicas de combate como patadas altas y rápidas, puños, desplazamientos, bloqueos, entre muchos más, todos con un carácter explosivo [2].

Desde su incorporación en los juegos olímpicos de Sídney en el 2000, México suma siete medallas, convirtiendo a México en medallista olímpico en cada uno de los juegos olímpicos, desde entonces, hasta los recientes juegos olímpicos de Tokio 2020, en el cual se notó un deficiente desempeño de los atletas, provocando que México no obtuviera ninguna medalla en esta disciplina [3].

El taekwondo cambio drásticamente con la introducción de petos electrónicos, ya que la manera en que estos registran los puntos obligó a los atletas a pelear de una manera más pasiva de los que se acostumbraba anteriormente cuando 4 jueces eran los que decidían si una patada conectada era punto o no, ya que se tenía que combatir de una manera más agresiva para poder impresionar a estos jueces, por ello es necesario que incluso en el caso de pequeñas academias como MOO TKD Chicoloapan se implemente el uso de dispositivos electrónicos que permitan ayuden a mejorar el rendimiento de los atletas.

Las soluciones existentes en la actualidad para el problema presentado, sistemas para entrenamiento de Taekwondo, son múltiples y de distinta naturaleza.

La capacidad decisiva en ataques y contraataques de los practicantes de esta disciplina en una competencia es conocida como fuerza de velocidad, pues tanto en velocidad como en potencia hay factores que influyen en las diferentes categorías del deporte. La velocidad se refleja en altas aceleraciones de salida o en la capacidad de puesta en acción de patadas consecutivas. Esto junto con la capacidad de realizar altas frecuencias de movimiento es base para la mayoría de las técnicas de Taekwondo [4].

1. Academia de sistemas digitales no es palabra clave, sin embargo, se coloca para identificar el área del protocolo propuesto.

Dentro del campo del control del entrenamiento específico y en particular en el Taekwondo, las orientaciones y metodologías que se han publicado son ínfimas con respecto a la resistencia especial la cual es aquella capacidad de adaptación a la estructura de carga en situación de competición y que está determinada por las propias particularidades del deporte y del nivel de rendimiento [5].

El desarrollo de la resistencia especial en Taekwondo no puede ser efectivo si no se ve acompañado de un gran desarrollo de ejercicios específicos de velocidad y fuerza [5].

El componente resistencia a la velocidad, constituye actualmente una de las direcciones determinantes del rendimiento en el Taekwondo, podemos decir que es la resistencia frente al cansancio en caso de cargas con velocidades submáximas a máximas y vía energética predominantemente anaeróbica. Por lo tanto, la resistencia a la velocidad se entiende como la capacidad de poder mantener la fase de velocidad máxima durante un periodo considerable de tiempo [5].

Por estos motivos consideramos pertinente cuantificar la cantidad de patadas en un intervalo de tiempo para que así, por medio de gráficas, podamos comprender el desempeño del atleta en términos de su velocidad.

En 2019 durante la Conferencia Internacional de Metodologías de Cómputo y Computación Sri Harsha, Mohana Roopa y B. Padmaja presentaron un análisis acerca del desempeño de los deportistas al usar tecnología con machine learning en el cual mediante investigación y pruebas pudieron observar que es importante difundir este tipo de tecnología por su impacto en atletas, ya que con ella se pueden obtener y generar patrones, estrategias e incluso planes para reducir el riesgo de algún daño físico y a la vez mejorar el desempeño de cada uno de ellos en sus diferentes deportes [6].

Durante la conferencia internacional de ciencias de la información e ingeniería de control del 2015, se presentó un artículo realizado en la universidad de Shandong, China en el cual se habla acerca de los cambios que represento el uso de los petos electrónicos para marcar puntaje, en la manera de se desarrollaban los combates, para conocer los factores que permiten determinar si una patada era marcada como un punto, se intentó replicar estos sistemas utilizando además un acelerómetro y un sensor de velocidad angular para conocer otros parámetros que intervienen para determinar si una pata se define como un punto o no. Al probar este sistema con dos atletas, se determinó que estos petos utilizan el impulso de la patada, haciendo uso de un sensor de presión, limitando así el área en el que las patadas pueden ser detectadas, además de que estos pueden ser calibrados para diferentes categorías de peso [7].

Durante el 2016, Sergio Saponara, miembro Senior de la IEEE publicó su artículo “Biometric performance measurements in combat sports” en el cual argumentó que las disciplinas están caracterizadas por sus métodos tradicionalistas que si bien le brindan a los atletas reglas y patrones para tener un desempeño óptimo, por otro lado carecen de la precisión para medir la eficiencia de los practicantes de las mismas. Para afrontar la problemática generó una red de tres nodos que realizaría mediciones con el fin de generar un análisis post-entrenamiento. Sus mediciones experimentales demostraron que existe una fuerte relación entre los análisis de un dispositivo y el nivel de habilidad real de los atletas, mostrando la diferencia entre varios y tomando estrategias para su posterior mejoría [8].

En cuanto a los Trabajos Terminales relacionados, realizados en la ESCOM, se encuentra el trabajo número: 2014 – A006 cuyo nombre es: “Herramienta de apoyo al entrenamiento de Karate Do” en el cual se logró desarrollar una herramienta con la cual se puede realizar la captura de movimiento de técnica de Karate Do así como la validación de estos, adicionalmente se introdujeron conceptos de “entrenamiento a distancia”. Este trabajo ayuda a entender la importancia que tiene el capturar y validar los movimientos específicos, no solo en el Karate Do sino en todas las artes marciales en las que se requiere realizar movimientos precisos [9].

En el mercado existen diversos productos como TK punching el cual se creó con la finalidad de generar entrenamientos personalizados de taekwondo, basándose en la fuerza y cantidad de patadas que ejecuta un atleta durante su entrenamiento, esto con ayuda de una funda la cual se coloca en el domi, limitando su uso únicamente para entrenamientos [10].

Además, existen marcas reconocidas por la federación mundial de taekwondo, los cuales son el equipo KPNP

y Adidas, estos se crearon con el fin de utilizarse en competencias, actualmente son las marcas que se permiten utilizar en competencias internacionales, estos equipos constan de un peto una careta y empeñeras, además de esto se venden receptores de señal los cuales pueden ser conectadas a una computadora para ver un marcador durante las competencias [11] [12].

<b>SOFTWARE</b>	<b>CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES</b>	<b>TECNOLOGÍA UTILIZADA</b>	<b>VISUALIZACIÓN DE DATOS</b>
<b>TK Punching</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Funda que se coloca en el domi.</li> <li>2. Placa de desarrollo que se vincula a través de bluetooth a una aplicación móvil.</li> <li>3. Mide: <b>número de patadas, patada más fuerte y fuerza promedio de pateo</b></li> <li>4. Almacena los datos obtenidos en la misma aplicación</li> </ol>	Placa de desarrollo, que a través de sensores logra captar los parámetros a medir, y por medio de un módulo bluetooth logra comunicarse a una aplicación móvil.	Los datos se visualizan mediante una aplicación móvil, conectada por medio de bluetooth, en esta interfaz se muestran gráficas y datos relacionados con la intensidad de las patadas.
<b>Equipo KPNP</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Consta de dos petos electrónicos (receptor y emisor)</li> <li>2. El emisor es el software que permite registrar los puntos de dos taekwondoinos durante el combate.</li> <li>3. El software está diseñado especialmente para competencias.</li> </ol>	Sensores de presión que permiten medir la intensidad de las patadas y definir si es un punto o no, estos datos se envían de manera inalámbrica a un receptor, el cual se conecta a una computadora.	Se muestra un marcador en la computadora en la cual se encuentra conectado el receptor, solo se permite visualizar el marcador.
<b>Equipo Adidas</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Consta de 2 petos electrónicos Adidas.</li> <li>2. Consta de un receptor, transmisor, empeñeras electrónicas, caretas electrónicas y el software.</li> <li>3. El software está enfocado principalmente a marcar puntos durante una competencia.</li> </ol>	Sensores de presión que permiten medir la intensidad de las patadas y definir si es un punto o no, estos datos se envían de manera inalámbrica a un receptor, el cual se conecta a una computadora.	Se muestra un marcador en la computadora en la cual se encuentra conectado el receptor, solo se permite visualizar el marcador.

Tabla 1. Características de los productos comerciales

## 5. Objetivo

Implementar un prototipo de sistema que funcione como apoyo para los entrenamientos de Taekwondo en el cual se contará la cantidad de patadas por segundo en la zona del torso a través de sensores en el peto de un taekwondoin.

Objetivos Específicos:

1. Realizar la configuración del sensor para determinar la patada en el peto por medio de un sistema embebido.
2. Realizar la configuración de un módulo de comunicación para el envío de información desde los sensores a una interfaz gráfica con el apoyo de un sistema embebido que nos permita conectar los sensores previamente configurados con el módulo de comunicación.
3. Realizar una interfaz de usuario para visualizar la información de manera gráfica con la ayuda de una base de datos.

## **6. Justificación**

En el mercado existe una carencia de dispositivos de medición que realmente sean de utilidad y accesibles económicamente para las academias de taekwondo locales. A la vez que se vuelve cada vez más difícil observar y analizar el desempeño y progreso de los estudiantes en una institución donde hay gran variedad de estos, diferentes edades, pesos y experiencia. En la academia MOO TKD Chicoloapan se han adquirido algunos dispositivos similares sin resultados exitosos, con bajos estándares de calidad y una avería casi inmediata.

Comprendemos la importancia de las patadas de la zona del torso ya que es donde se encuentra un mayor impacto durante los enfrentamientos, a la vez que llevar un conteo de patadas dentro de un intervalo de tiempo nos proporcionará la información necesaria para realizar un análisis sobre el desempeño del atleta.

Es por esto que nuestro prototipo de sistema no solamente contará las patadas por segundo que impacten en el área del torso, también nos mostrará una gráfica al finalizar el proceso de conteo, de esta manera el entrenador podrá comparar el desempeño de un taekwondoin con otro durante el entrenamiento y tener como resultado un análisis más amplio de sus progresos.

Aplicando los conocimientos adquiridos en nuestra carrera utilizaremos sensores específicos para llevar a cabo el conteo de las patadas por segundo en la zona protegida por el peto, junto con algún dispositivo compatible desarrollaremos el software necesario para su correcto funcionamiento en una combinación de software y hardware.

## **7. Productos o resultados esperados**

Al final de TT se obtendrán los siguientes productos:

- Prototipo funcional
- Código fuente
- Reporte técnico
- Manual de usuario

Peto:

1. Peto con sensores y emisor de datos.

Aplicación web:

1. Muestreo de cantidad de patadas por segundo.
2. Almacenamiento de cantidad de patadas por taekwondoin en una base de datos.
3. Recuperación de cantidad de patadas por taekwondoin en forma de gráfica.

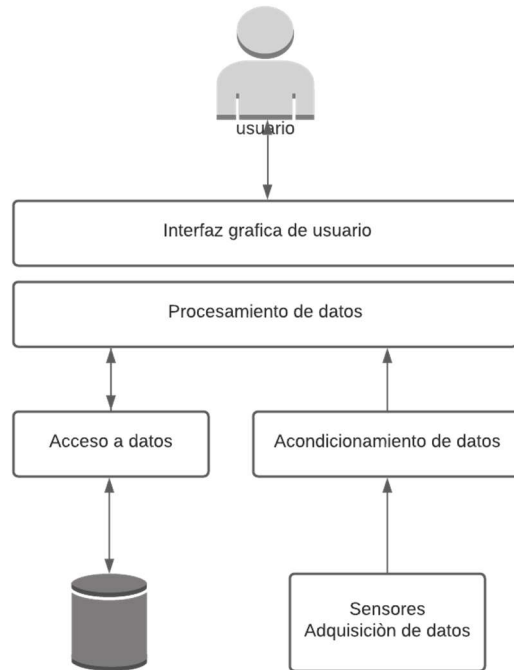


Figura 1. Arquitectura del prototipo

En la figura 1 se puede observar la arquitectura del sistema el cual se compone por los siguientes módulos:

- Sensores y adquisición de datos: En este módulo se obtiene la señal proveniente de los sensores necesarios para cuantificar la cantidad de patadas con los petos.
- Acondicionamiento de datos: Se acondiciona la señal proporcionada por los sensores, para poder ser procesada por el procesador.
- Base de datos: Contiene el historial de datos.
- Acceso a datos: En este módulo se conecta a la base de datos para poder almacenar y consultar datos.
- Procesamiento de datos: Se procesan los datos, para ser presentados en la interfaz gráfica.
- Interfaz gráfica de usuario: Se presentan los datos y las interacciones para el usuario.

## 8. Metodología

Para nuestro prototipo utilizaremos la metodología en V, también conocido como ciclo de vida en V, adaptado para su uso en sistemas embebidos. Es una variación del modelo en cascada que nos será de mucha utilidad pues nos muestra la relación entre las actividades de prueba con el análisis y diseño.

Consta de 7, en las cuales se parte de un análisis y diseño, siguiendo una implementación y por último una depuración e integración final. Las etapas que tiene este modelo, así como el diagrama de este se muestran en la figura 2 que puede observarse a continuación.



Al existir una fuerte relación entre las etapas de desarrollo y las diferentes pruebas nos ayudan a realizar un correcto desarrollo y evitar la mayor cantidad de fallas posibles, a la vez que especifica detalladamente los roles en las distintas pruebas a realizar.

## Prototipo de sistema auxiliar para la medición de patadas en los entrenamientos de Taekwondo

[illegible]

CRONOGRAMA: Gil López Andrea

## Prototipo de sistema auxiliar para la medición de patadas en los entrenamientos de Taekwondo

[illegible]

CRONOGRAMA: Labra Peniche Luis Eduardo

## Prototipo de sistema auxiliar para la medición de patadas en los entrenamientos de Taekwondo

[illegible]

## 10. Referencias

- [1] Comisión Nacional de Cultura Física y. Deporte. (2020, Junio 18). *Taekwondo, una historia de éxito para el deporte mexicano. Gobierno de Mexico.* [Online] Available: <https://www.gob.mx/conade/prensa/taekwondo-una-historia-de-exito-para-el-deporte-mexicano>
- [2] Cardozo, L. A. y Moreno Jimenez, J. (2018). *Valoración de la Fuerza Explosiva en Deportistas de Taekwondo: Una Revisión Sistemática.* [Online] Available: <https://g-se.com/valoracion-de-la-fuerza-explosiva-en-deportistas-de-taekwondo-una-revision-sistemica-2430-sa-y5b4e14fcec173>
- [3] El financiero, (2021, Julio 27) *Taekwondo mexicano se va en blanco por primera vez en la historia de Juegos Olímpicos.* [Online] Available: <https://www.elfinanciero.com.mx/tokio-2020/2021/07/27/taekwondo-mexicano-se-va-en-blanco-por-primera-vez-en-la-historia-de-juegos-olimpicos/>
- [4] Dr. Briñones Fernandez Andrés. (2017, Marzo 11) *El entrenamiento de la potencia en el taekwondo. Educación Física y deportes.* [Online] Available: <https://www.efdeportes.com/efd226/el-entrenamiento-de-la-potencia-en-el-taekwondo.htm>
- [5] MsC. Gómez Castañeda Pedro. (2001, Octubre). *Importancia de la resistencia especial en taekwondo. Educación Física y deportes.* [Online] Available: <https://www.efdeportes.com/efd41/tkwd.htm>
- [6] P. S. Harsha Vardhan Goud, Y. Mohana Roopa and B. Padmaja, "Player Performance Analysis in Sports: with Fusion of Machine Learning and Wearable Technology," 2019 3rd International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC), 2019, pp. 600-603, doi: 10.1109/ICCMC.2019.8819815.
- [7] L. Peng and Z. Yaping, "The Design and Realization of the Taekwondo Real-Time Hit Effect and Feedback System," 2015 2nd International Conference on Information Science and Control Engineering, 2015, pp. 946-950, doi: 10.1109/ICISCE.2015.214.
- [8] S. Saponara, "Biometric performance measurements in combat sports," 2016 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA), 2016, pp. 1-5, doi: 10.1109/MeMeA.2016.7533725.
- [9] Arroyo, E., Salazar, E. y Canchola, V., *Herramienta de Apoyo al Entrenamiento de Karate Do*, Tesis de Ingeniería, Sistemas Computacionales, Escuela Superior de Cómputo (ESCOM), CDMX, México, 2016, [Online]. Available: <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/20127>
- [10] Tk Punching. (s. f.). *TK Punching.* TK Punching. [Online] Available: <https://tkpunching.com/MX/>.
- [11] KPNP-Mexico. (2021, enero de). KPNP-Mexico. [Online] Available: <https://www.knp-mexico.com/>.
- [12] Aranda, C. (2013, 30 de marzo). *KPNP y Adidas acuerdan para conquistar el mercado electrónico. MAS TKD.* [Online] Available: <http://mastkd.com/2013/03/kpp-y-adidas-acuerdan-para-conquistar-el-mercado-electronico/>
- [13] PEREZ, A; et al. "Una metodología para el desarrollo de hardware y software embebidos en sistemas críticos de seguridad". Systemics, Cybernetics and Informatics Journal, vol 3, Num. 2, 2006, pp. 70-75.



## 11. Alumnos y directores

Gil López Andrea.- Alumna de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta:2015010398, Tel. 5623345991, e-mail: [andreagil990109@gmail.com](mailto:andreagil990109@gmail.com).



Firma: \_\_\_\_\_

Labra Peniche Luis Eduardo.- Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta:2013031445, Tel. 5523344576, e-mail: [labrapenicheluis@gmail.com](mailto:labrapenicheluis@gmail.com).



Firma: \_\_\_\_\_

Pérez Fabian Noé.- Alumno de la carrera de Ing. en Sistemas Computacionales en ESCOM, Especialidad Sistemas, Boleta:2015090559, Tel. 5611587408, e-mail: [perezozo709@gmail.com](mailto:perezozo709@gmail.com).



Firma: \_\_\_\_\_

Víctor Hugo García Ortega.- Ing. en Sistemas Computacionales egresado de la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional (IPN-1999). Maestría en Ingeniería de Cómputo con especialidad en Sistemas Digitales en el Centro de Investigación en Computación del IPN (2006). Actualmente es profesor Titular en la Escuela Superior de Cómputo del IPN trabajando en el área de Sistemas embebidos, Arquitectura de Computadoras y Procesamiento Digital de Imágenes y Señales. e-mail: [vgarciaortega@yahoo.com.mx](mailto:vgarciaortega@yahoo.com.mx), [vgarciao@ipn.mx](mailto:vgarciao@ipn.mx).

Rubén Ortega González.- Recibí el grado de licenciatura en ingeniería eléctrica por el Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México, 1999, el grado de M.Sc. en ingeniería de sistemas en el Instituto Politécnico Nacional, México, el de M.Sc. en ingeniería eléctrica, electrónica de computadores y sistemas de la Universidad de Oviedo, Oviedo, España, en 2009. El grado de Ph.D con mención honorífica en ingeniería electrónica por la Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España, en 2012. He sido profesor en la Escuela Superior de Computo, Instituto Politécnico Nacional desde 1995. Mis principales campos de investigación son en el modelado y control de convertidores de potencia aplicados en la generación de energía en el ámbito de las microrredes, smart grids y energías renovables, así como procesamiento digital de señales. e-mail: [rortegag@ipn.mx](mailto:rortegag@ipn.mx)

CARÁCTER: Confidencial FUNDAMENTO LEGAL: Artículo 11 Fracc. V y Artículos 108, 113 y 117 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública. PARTES CONFIDENCIALES: Número de boleta y teléfono.



**Victor Garcia**  
para mí ▾

Estoy de acuerdo en fungir como Director de este trabajo terminal

M. en C. Victor Hugo García Ortega  
Instituto Politécnico Nacional  
Escuela Superior de Cómputo  
Departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales  
Academia de Sistemas Digitales  
Tel. (52)55 57296000 ext. 52064



**Ruben Ortega Gonzalez**  
para mí ▾

Acuso de recibido este correo, con el cual acepto mi participación como director de este trabajo terminal.

Atentamente  
Prof. Rubén Ortega González

De: Luis Eduardo Labra Peniche <[labrapenicheluis@gmail.com](mailto:labrapenicheluis@gmail.com)>  
Enviado: lunes, 8 de noviembre de 2021 08:55 p. m.  
Para: Ruben Ortega Gonzalez <[rortegag@ipn.mx](mailto:rortegag@ipn.mx)>  
Asunto: Acuse de aceptación de trabajo terminal