

Acelerometría. Tecnología aplicada

6387. NUEVAS TECNOLOGÍAS EN
EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTE
Curso 2023-2024

Dr. José Pino Ortega
María Isabel Moreno Contreras

Tabla de Contenidos

01

Conceptos

02

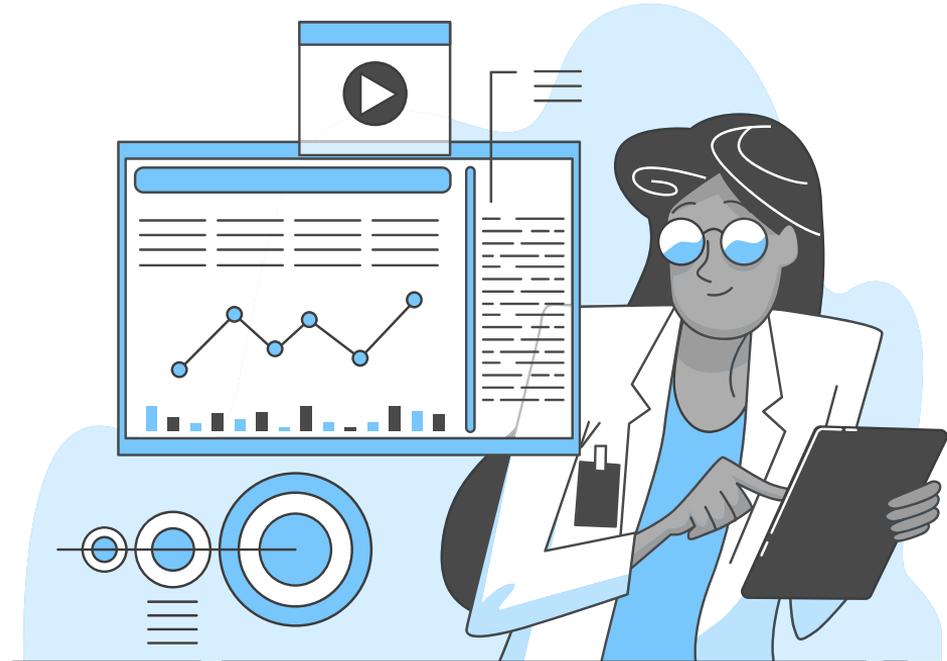
Métodos

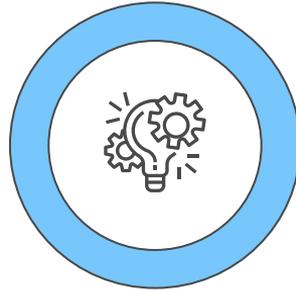
03

Bases científicas

04

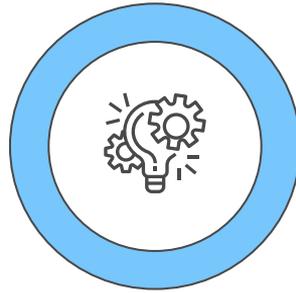
Reflexión final





Antes de empezar...

¿Qué significan 1G?



Sabias que...

El acelerómetro es un dispositivo increíblemente versátil y esencial en el panorama tecnológico actual. Se trata de un sensor que mide la aceleración lineal y angular, lo que permite analizar movimientos y orientación. Su capacidad para detectar y medir fuerzas de aceleración lo hace indispensable en una amplia variedad de dispositivos, desde smartphones hasta sistemas de navegación de vehículos y equipamiento deportivo.



01

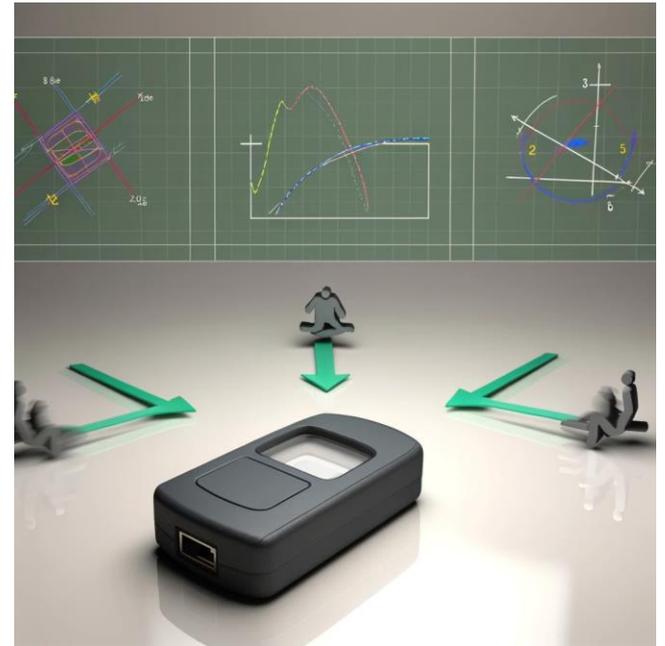
Concepto

Definición



Definición. Acelerometría

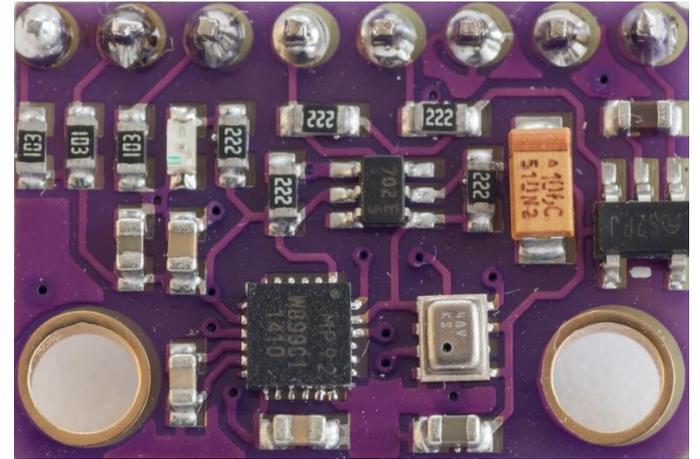
La acelerometría es una técnica que permite la monitorización de movimientos humanos de manera objetiva y fiable. Se utiliza para medir y registrar la aceleración de un objeto en movimiento, lo cual puede aplicarse en diversos contextos, incluida la vida diaria de las personas. Esta metodología es particularmente útil en el ámbito de la salud y el ejercicio, ya que permite evaluar la cantidad y la intensidad de la actividad física de una manera no intrusiva y precisa. Los dispositivos de acelerometría, conocidos como acelerómetros, pueden medir la aceleración en uno, dos o tres planos, proporcionando así una imagen detallada del movimiento corporal en comparación con el reposo



Izquierdo, M., Martínez-Ramírez, A., Larrion, J. L., Irujo-Espinosa, M., & Gómez, M. (2008, May). Functional capacity evaluation in a clinical and ambulatory setting: new challenges of accelerometry to assessment balance and muscle power in aging population. In *Anales del sistema sanitario de Navarra* (Vol. 31, No. 2, pp. 159-170).

¿Cómo funciona un acelerómetro?

El principio de los aceleradores no es demasiado complicado. Mide la fuerza de aceleración en la unidad g y puede medir en uno, dos o tres planos. Actualmente, los acelerómetros de 3 ejes más utilizados, cuya construcción consiste en un sistema de tres acelerómetros, cada uno de los cuales mide la aceleración en una dirección diferente, en los planos X, Y y Z. Un ejemplo de un acelerómetro de 3 ejes puede ser un modelo



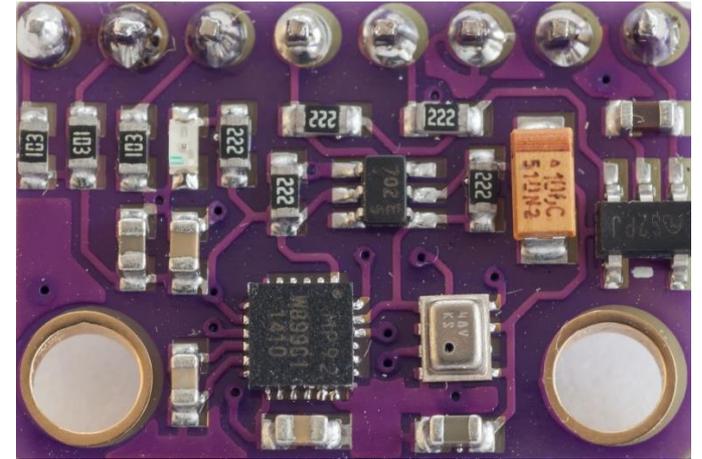
<https://www.tme.eu/es/news/library-articles/page/22568/Como-funciona-y-que-hace-el-acelerometro/>

Tipos de acelerómetros

Hay tres tipos entre los tipos básicos de acelerómetros: acelerómetros capacitivos **MEMS**, acelerómetros **piezoeléctricos** y **acelerómetros piezorresistivos**.

Acclerómetros capacitivos **MEMS**

Los acelerómetros capacitivos que utilizan la tecnología MEMS son los sensores más baratos, más comunes y más pequeños de este tipo.

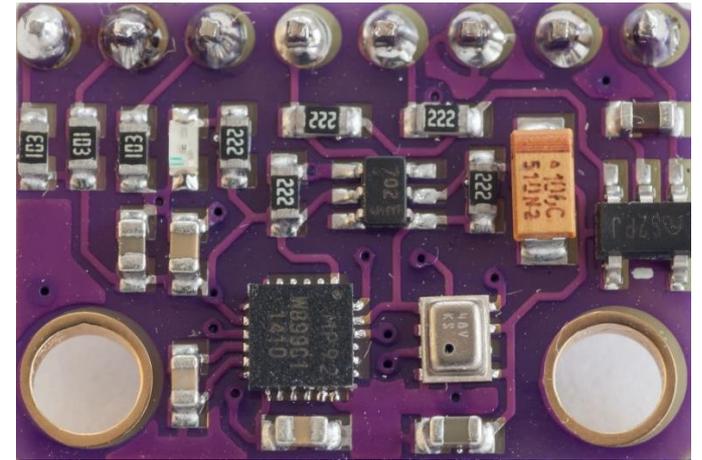


<https://www.tme.eu/es/news/library-articles/page/22568/Como-funciona-y-que-hace-el-acelerometro/>

Tipos de acelerómetros

Acelerómetros piezorresistivos

Estos tipos de acelerómetros están equipados con material piezorresistivo, que bajo la influencia de la fuerza externa se deforma, provocando un cambio en la resistencia.

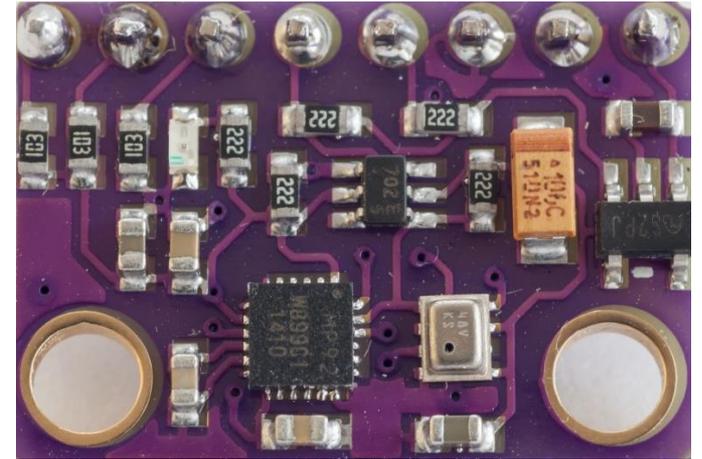


<https://www.tme.eu/es/news/library-articles/page/22568/Como-funciona-y-que-hace-el-acelerometro/>

Tipos de acelerómetros

Acelerómetros piezoeléctricos

Su funcionamiento es similar al funcionamiento de los sistemas piezorresistivos. Sin embargo, bajo la influencia de la aceleración, no cambian su resistencia y generan un voltaje eléctrico de cierto valor.

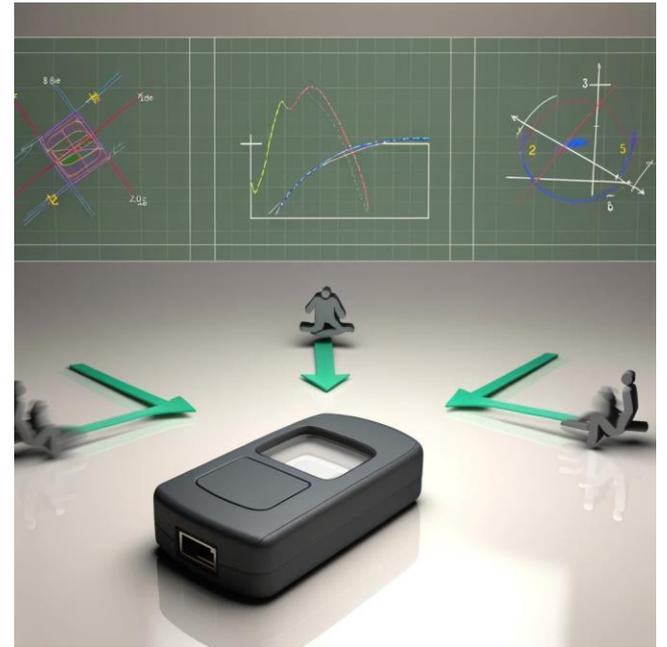


<https://www.tme.eu/es/news/library-articles/page/22568/Como-funciona-y-que-hace-el-acelerometro/>

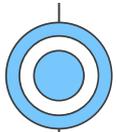


Acelerometría. Aplicaciones

Monitoreo de Actividad Física: Se utiliza en dispositivos de fitness y salud para monitorear la cantidad y el tipo de actividad física, como contar pasos, calcular calorías quemadas y medir la intensidad del ejercicio.

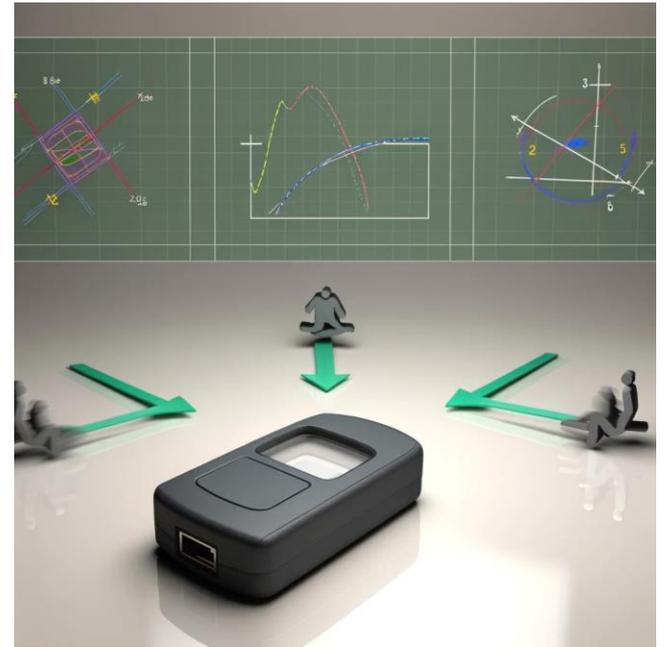


.Aguilar Cordero, M. J., Sánchez López, A. M., Barrilao, G., Rodríguez Blanque, R., Noack Segovia, J., & Cano, P. (2014). Descripción del acelerómetro como método para valorar la actividad física en los diferentes periodos de la vida: revisión sistemática. *Nutrición hospitalaria*, 29(6), 1250-1261. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112014000600005



Acelerometría. Aplicaciones

Salud y Rehabilitación: En el campo de la salud, la acelerometría ayuda a monitorear movimientos en pacientes con problemas de movilidad o para evaluar la efectividad de tratamientos de rehabilitación



<https://repositorio.uam.es/handle/10486/668347>



Acelerometría. Aplicaciones

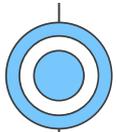
Biomecánica Deportiva: Se aplica en el análisis del rendimiento deportivo para mejorar la técnica y prevenir lesiones. Los acelerómetros pueden medir la fuerza y la velocidad de los movimientos, ayudando a los atletas a optimizar su entrenamiento



Acelerometría. Aplicaciones

Control de la carga en deporte: La acelerometría aplicada al control de carga en el deporte es un método utilizado para medir la cantidad y la intensidad del movimiento de los atletas durante el entrenamiento y la competición. Es especialmente útil en deportes de equipo como el baloncesto, donde las actividades son de naturaleza intermitente con cambios rápidos en velocidad y dirección





Acelerometría. Aspectos a tener en cuenta

Valores referenciales

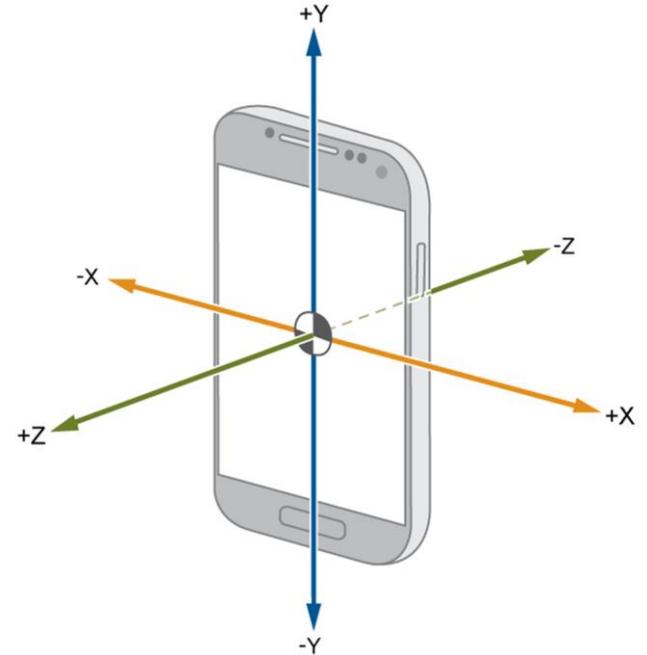
Calibración

Temperatura

Fondo de escalas de los acelerómetros

Redundancia en la medición

Frecuencia

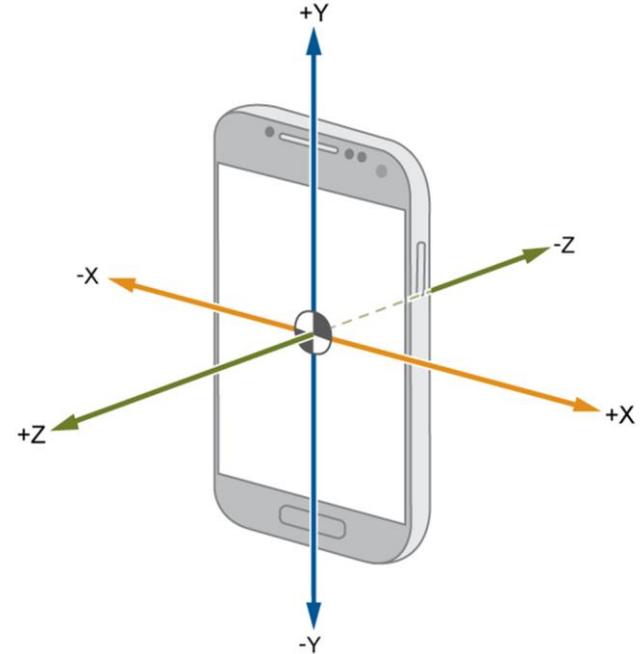


.ZZ



Acelerometría. Aspectos a tener en cuenta. Valores referenciales (1)

Los valores referenciales, para determinar que el acelerómetro esta correctamente calibrado deben estar entre 0,99 y 1,01 (g)



Acelerometría. Aspectos a tener en cuenta. **Calibración (2)**

Los valores referenciales, para determinar que el acelerómetro esta correctamente calibrado deben estar entre 0,99 y 1,01 (g). **Acelerómetro sin calibrar.**



Acelerometría. Aspectos a tener en cuenta. **Calibración (2)**

Los valores referenciales, para determinar que el acelerómetro esta correctamente calibrado deben estar entre 0,99 y 1,01 (g). **Acelerómetro calibrado.**





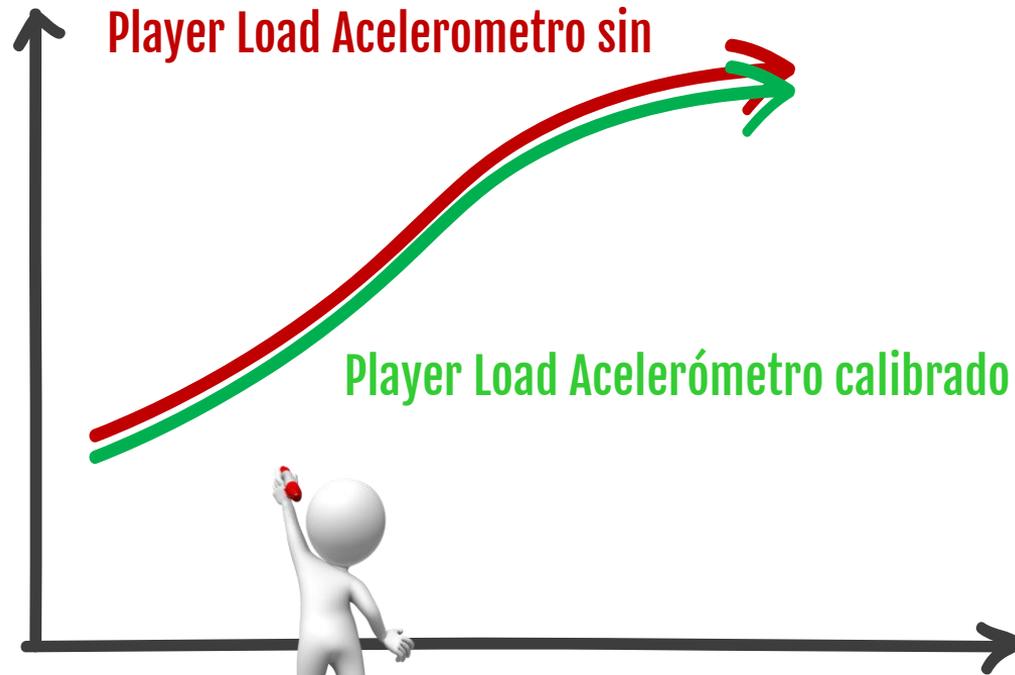
Acelerometría. Aspectos a tener en cuenta. **Calibración (2)**

Los valores referenciales, para determinar que el acelerómetro esta correctamente calibrado deben estar entre 0,99 y 1,01 (g).



Acelerometría. Aspectos a tener en cuenta. **Calibración (2)**

Los valores referenciales, para determinar que el acelerómetro esta correctamente calibrado deben estar entre 0,99 y 1,01 (g).





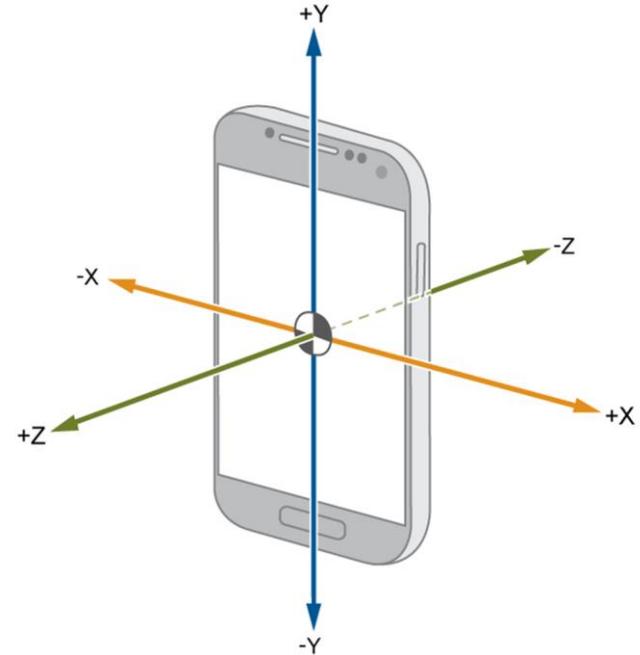
Acelerometría. Aspectos a tener en cuenta. **Calibración (2)**

Cuando Los valores referenciales del acelerómetro no están incluidos en el intervalo **0,99 y 1,01 (g)** se considera que el acelerómetro no está calibrado.

Por ello es necesario realizar un proceso de calibración.

Para los dispositivos móviles, existen aplicaciones (app) para realizar el proceso de calibración.

En otros dispositivos, específicos, el fabricante ha desarrollado procesos propios de calibración.



Acelerometría. Aspectos a tener en cuenta. **Calibración (2)**

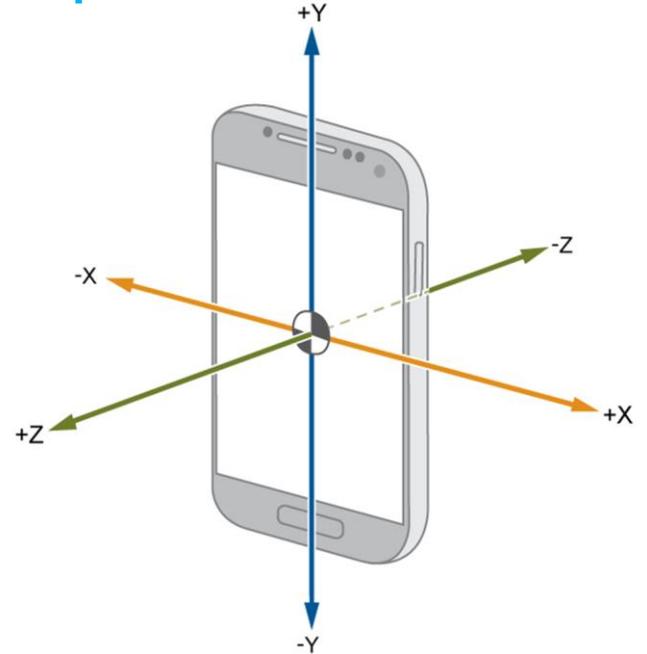
Proceso de calibración dispositivo wimu https://www.hudl.com/en_gb/products/wimu





Acelerometría. Aspectos a tener en cuenta. **Temperatura (3)**

La temperatura del dispositivo puede afectar a la medición.



Acelerometría. Aspectos a tener en cuenta. Fondo de escala (4)

El concepto de "fondo de escala" en un acelerómetro se refiere al máximo valor de medición que el sensor puede registrar. Este valor define los límites superior e inferior de la propiedad medida que el acelerómetro puede detectar de manera precisa y fiable



Acelerómetro

	Max. scale	Default scale	Frequency
ACCEL. 1	± 16 G.	± 16 G.	10 / 100 / 500 / 1000 Hz
ACCEL. 2	± 16 G.	± 16 G.	10 / 100 / 500 / 1000 Hz
ACCEL. 3	± 32 G.	± 16 G.	10 / 100 / 500 / 1000 Hz
ACCEL. 4	± 400 G.	± 100 G.	10 / 100 / 500 / 1000 Hz



Acelerometría. Aspectos a tener en cuenta. Fondo de escala (4)

En otras palabras, el rango de fondo de escala determina la magnitud máxima de aceleración que el dispositivo puede medir sin distorsión o error. Un rango más pequeño de fondo de escala suele significar que el sensor es más sensible y puede detectar cambios más pequeños en la aceleración, mientras que un rango más grande permite medir aceleraciones más intensas, pero con menos sensibilidad en los cambios pequeño.



Acelerómetro

	Max. scale	Default scale	Frequency
ACCEL. 1	± 16 G.	± 16 G.	10 / 100 / 500 / 1000 Hz
ACCEL. 2	± 16 G.	± 16 G.	10 / 100 / 500 / 1000 Hz
ACCEL. 3	± 32 G.	± 16 G.	10 / 100 / 500 / 1000 Hz
ACCEL. 4	± 400 G.	± 100 G.	10 / 100 / 500 / 1000 Hz



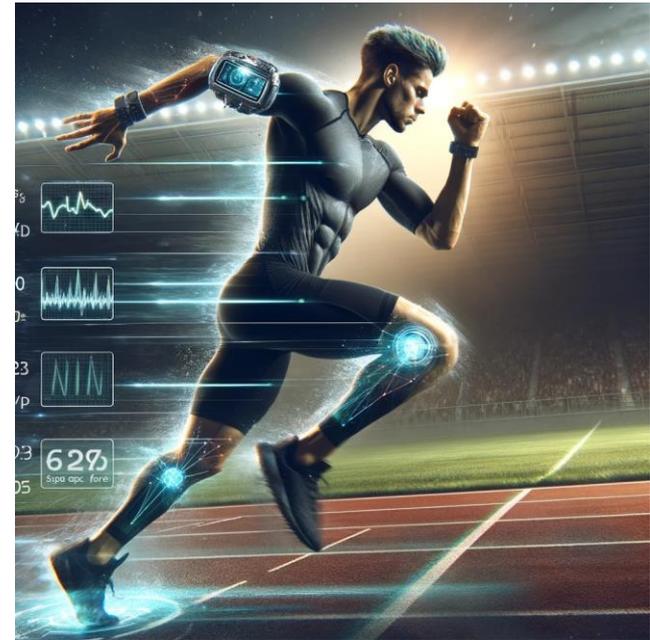
Acelerometría. Aspectos a tener en cuenta. Fondo de escala (4)

El acelerómetro con un fondo de escala pequeño es especialmente útil en aplicaciones de actividad física debido a su alta sensibilidad y precisión en la detección de movimientos sutiles.



Acelerometría. Aspectos a tener en cuenta. Fondo de escala (4)

El acelerómetro con un fondo de escala grande es especialmente útil en aplicaciones de actividad física y deporte para analizar movimientos explosivos.



Acelerometría. Aspectos a tener en cuenta. Redundancia en la medición (5)

Los sistemas redundantes, en ingeniería, son aquellos en los que se repiten datos o hardware de carácter crítico que se quiere asegurar ante los posibles fallos que puedan surgir por su uso continuado



Acelerómetro

	Max. scale	Default scale	Frequency
ACCEL. 1	± 16 G.	± 16 G.	10 / 100 / 500 / 1000 Hz
ACCEL. 2	± 16 G.	± 16 G.	10 / 100 / 500 / 1000 Hz
ACCEL. 3	± 32 G.	± 16 G.	10 / 100 / 500 / 1000 Hz
ACCEL. 4	± 400 G.	± 100 G.	10 / 100 / 500 / 1000 Hz



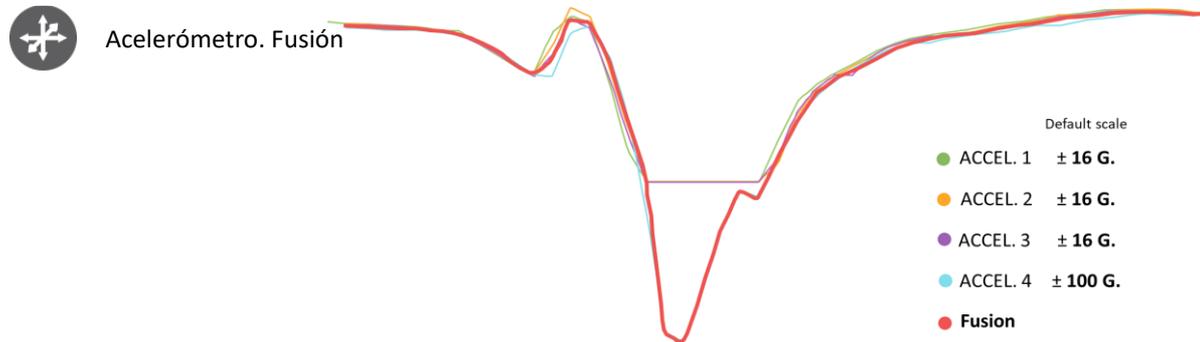


Acelerometría. Aspectos a tener en cuenta. Redundancia en la medición (5)



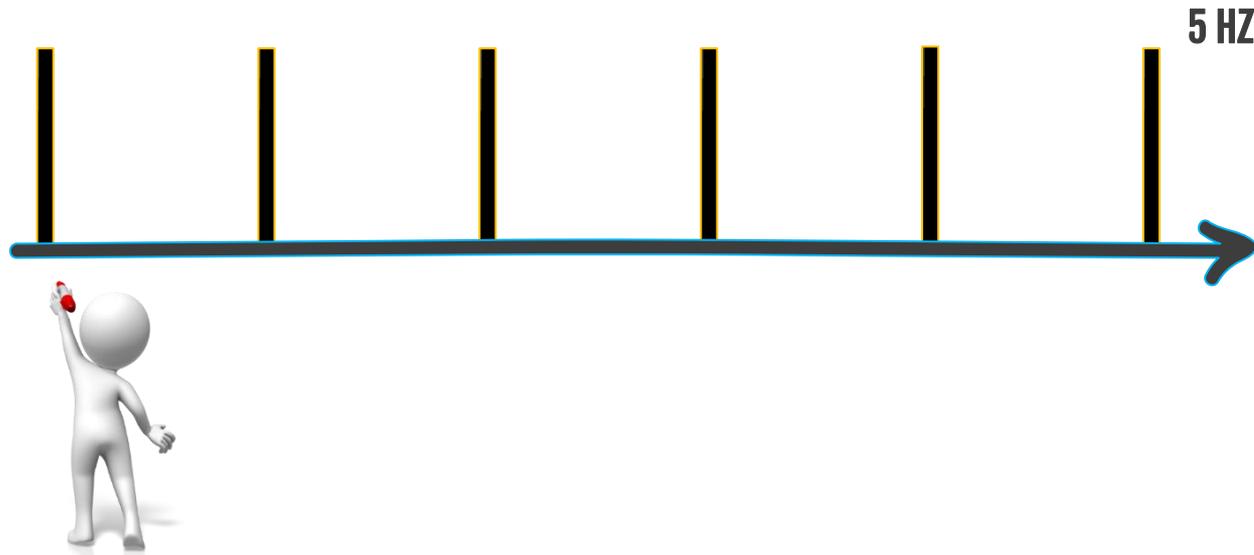
Fusión sensorial

Combinación de varios acelerómetros con diferentes fondos de escala



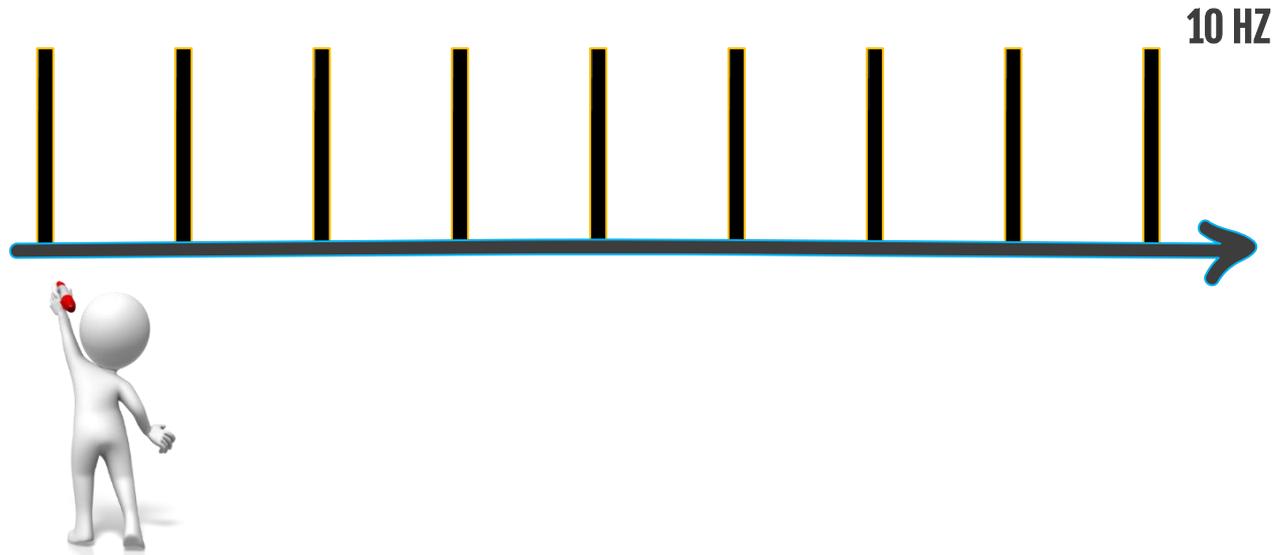


Acelerometría. Aspectos a tener en cuenta. Frecuencia (6)





Acelerometría. Aspectos a tener en cuenta. Frecuencia (6)

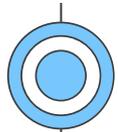




Acelerometría. Impacto

En el contexto de un acelerómetro, el término "impacto" se refiere a una fuerza repentina y de alta magnitud que se aplica a un objeto, la cual es capaz de generar una aceleración





Acelerometría

Muy ligero	5 – 6 g	Fuerte	7 – 8 g
Ligero	6 – 6,5 g	Muy fuerte	8 – 10 g
Moderado	6,5 – 7 g	Severo	+ 10 g

Akubat, I., Barrett, S. y Abt, G. (2014). Integrando las cargas de entrenamiento internas y externas en el fútbol. Revista internacional de fisiología y rendimiento del deporte , 9 (3), 457-462.





02

Métodos

Valoración





Acelermetria. Métodos

Dispositivos móviles
Dispositivos genéricos
Wearables
Dispositivos multisensores
Dispositivos específicos





Acelerometría. Métodos. **Dispositivos móviles**

Teléfonos inteligentes y tabletas utilizan acelerómetros para detectar la orientación del dispositivo (por ejemplo, para cambiar entre modo retrato y paisaje) y para funciones como contar pasos en aplicaciones de salud y fitness



Acelerometría. Métodos. Dispositivos genéricos

Existen gran cantidad de productos genéricos

<https://www.wit-motion.com/>





Acelerometria. Métodos. Dispositivos wearables

Existen gran cantidad de dispositivos que integran un acelerómetro

- Pulsera de actividad
- Relojes inteligentes
- Anillos
- Cintas HR
- Otros





Acelermetría. Métodos. **Dispositivos wearables**

Pulseras de Actividad o Cuantificadoras: Son dispositivos diseñados para monitorizar la actividad física del usuario, como contar pasos, medir la distancia recorrida, las calorías quemadas, y a veces monitorizar el sueño.

Ejemplos:

- Fitbit
- Xiaomi Mi Band



<https://www.xatakandroid.com/guias-de-compra/nueve-pulseras-inteligentes-mejor-calidad-precio-2021>



Acelerometría. Métodos. **Dispositivos wearables**

Relojes Inteligentes: Además de realizar las funciones de una pulsera de actividad, los relojes inteligentes ofrecen funcionalidades adicionales como recibir notificaciones, responder llamadas, y acceder a aplicaciones. Modelos como el Samsung Galaxy Watch Active integran acelerómetros para una variedad de aplicaciones de salud y fitness



<https://www.xatakamovil.com/guias-de-compra/mejores-relojes-inteligentes-2022>



Acelerometría. Métodos. **Dispositivos wearables**

Dispositivos de Seguimiento de la Salud: Algunos wearables están enfocados específicamente en la monitorización de la salud, integrando acelerómetros junto con otros sensores para medir parámetros como la frecuencia cardíaca, la saturación de oxígeno (SpO2), y el ritmo cardíaco.



<https://www.xatakamovil.com/guias-de-compra/mejores-relojes-inteligentes-2022>





Acelerometría. Métodos. **Dispositivos wearables**

Auriculares y Buds Inteligentes: Aunque su uso principal es la reproducción de audio, algunos modelos avanzados utilizan acelerómetros para funciones como el control táctil mediante gestos, pausar automáticamente la música cuando se retiran de la oreja, o para asistencia en actividades deportivas. Samsung Galaxy Buds es un ejemplo de esto



<https://www.xatakamovil.com/guias-de-compra/mejores-relojes-inteligentes-2022>





Acelermetría. Métodos. **Dispositivos multisensores**

Existen gran cantidad de dispositivos que integran varios sensores en el ámbito deportivo. Principalmente están orientados para el seguimiento en deportes coletivos.

<https://www.comparesportstech.com/compare-gps-lower-tier>



Playertek



Fittogether
OhCoach



Insiders
INSPIRIT
(Formerly ASI
Fieldwiz)



MCLLOYD



PLAYR



Polar



QUANTRAX



Acelermetría. Métodos. **Dispositivos específicos**

ActiGraph es el único socio tecnológico que ofrece una solución de tecnología de salud digital (DHT) de extremo a extremo que combina los mejores dispositivos portátiles de grado médico de su clase, una plataforma de monitoreo remoto escalable impulsada por algoritmos de última generación y Servicio completo de soporte operativo y de ciencia de datos para garantizar la recopilación exitosa de medidas digitales centradas en el paciente y adecuadas para su propósito

<https://www.palt.com/why-activpal/>

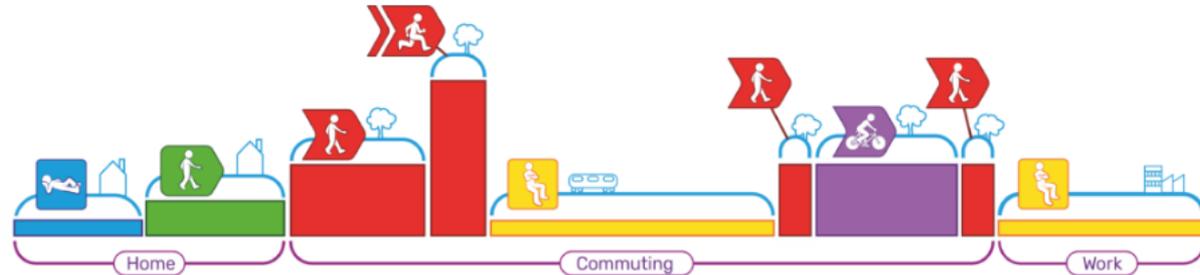


Acelermetría. Métodos. Dispositivos específicos

El activPAL™ mide la actividad física. Cuando te mueves, se mueve generando totales del tiempo que pasas acostado, sentado, de pie y dando pasos, cada segundo del día.

El activPAL es un registrador electrónico en miniatura diseñado para cuantificar las actividades diarias de la vida libre. El dispositivo contiene un microprocesador, un elemento sensor, un elemento registrador, la electrónica asociada y una fuente de alimentación. El microprocesador controla el procesamiento y registro de la señal del sensor y la comunicación con una PC host.

<https://theactigraph.com/>





03

Bases científicas



Bases científicas.

Validity and reliability of accelerometers contained within wearable tracking devices in team sports. Wundersitz, D. (2015). Accelerometer Validity to Measure and Classify Movement in Team Sports <https://goo.gl/yx3rgh>

Author	Year	Device	Movement or Sport	Measure	Comparison measure
Barrett and colleagues (128)	2014	Minimax S4	Treadmill locomotion	Convergent validity, test-retest reliability	Accelerometer, oxygen consumption, HR
Beanland and colleagues (134)	2013	Minimax S4	Swimming	Criterion validity	Video replay
Boyd, Ball, and Aughey (131)	2011	MinimaxX	AF	Test-retest reliability	Hydraulic shaker
Casamichana and colleagues (132)	2013	Minimax S4	Football	Convergent validity	Session RPE, HR
Gabbett, Jenkins, and Abernethy (11)	2010	MinimaxX	Tackling	Concurrent validity	Video replay
Gastin and colleagues (129)	2013	Minimax S4	Tackling	Concurrent validity	Video replay
Janssen and Sachlikidis (135)	2010	MinimaxX	Kayaking	Validity and reliability	Video replay
Kelly and colleagues (20)	2012	SPI Pro	Rugby Union	Concurrent validity	Video replay
Kelly and colleagues (130)	2014	SPI Pro X II	Mechanical testing	Concurrent validity, test-retest reliability	Accelerometer
McNamara and colleagues (14)	2014	MinimaxX	Cricket	Concurrent validity	Manual counts
Scott and colleagues (133)	2013	Minimax S4	AF	Convergent validity	Session RPE, HR
Tran and colleagues (10)	2010	SPI Pro	Jumping, landing	Criterion validity	Force platform
Wundersitz and colleagues (18)	2013	SPI Pro X	Running, COD	Criterion validity	Force platform

Note boldface indicates studies published prior to the commencement of this thesis. AF, Australian football; HR, heart rate; RPE, rating of perceived exertion.



04

Reflexión final





Reflexión final

Preguntas para debate

- ¿Crees importante es acelerómetro, sensor?
- ¿Es importante cuantificar la carga mecánica?





Dr. José Pino Ortega

✉ josepinoortega@um.es

 [José Pino-Ortega](#)

Despacho 12 - Tercera Planta

