



# Agenda

- 1 Introducción.
- 2 Objetivos.
- 3 Diseño de la Solución (Hardware y Software).
- 4 Resultados
- 5 Conclusiones

# Bio-Feedback Balance Postural

## Balance Postural

- El mantener la posición bipeda-quieta.

# Bio-Feedback Balance Postural

## Balance Postural

- El mantener la posición bipeda-quieta.
- Permanecer dentro de los limites de estabilidad (*Centro de masa*).

## Bio-Feedback

# Bio-Feedback Balance Postural

## Balance Postural

- El mantener la posición bipeda-quieta.
- Permanecer dentro de los limites de estabilidad (*Centro de masa*).

## Bio-Feedback

- Obtener información de un ser vivo.

# Bio-Feedback Balance Postural

## Balance Postural

- El mantener la posición bipeda-quieta.
- Permanecer dentro de los limites de estabilidad (*Centro de masa*).

## Bio-Feedback

- Obtener información de un ser vivo.
- Utilización Sensores.

# Bio-Feedback Balance Postural

## Balance Postural

- El mantener la posición bipeda-quieta.
- Permanecer dentro de los limites de estabilidad (*Centro de masa*).

## Bio-Feedback

- Obtener información de un ser vivo.
- Utilización Sensores.
- Controlar o mejorar problemas.

# Soluciones Presentes para el Estudio del Balance



Figura: Balance SD



# Soluciones Presentes para el Estudio del Balance



Figura: Balance SD

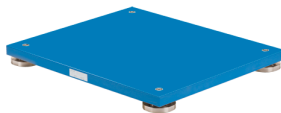
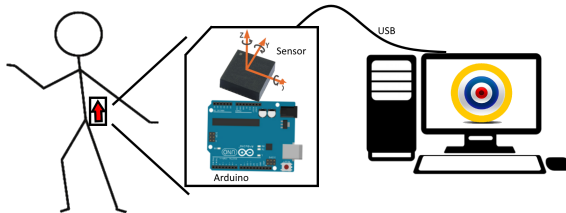


Figura: Kistler Force Plate

# Sistema de Bio-feedback

- Sistema de Bio-feedback para el Balance Postural.



## Objetivos General

## Objetivo General

*Diseñar e implementar un prototipo de software-hardware basado en un microcontrolador Arduino y un sensor de velocidad angular y acelerometría de 3 ejes, para el registro y representación gráfica del centro de masa y bio-realimentación..*



## Objetivos Específicos

## Objetivos Específicos

- Integrar microcontrolador Arduino con sensor (giroscopio-acelerómetro).
- Diseñar sistema que permita el registro y visualización de todas las variables cinemáticas (posición y velocidad angular) del centro de masa.

## Objetivos Específicos

## Objetivos Específicos

- Integrar microcontrolador Arduino con sensor (giroscopio-acelerómetro).
- Diseñar sistema que permita el registro y visualización de todas las variables cinemáticas (posición y velocidad angular) del centro de masa.
- Construcción de un sistema que facilite mediante bio-realimentación la posición del centro de presión (proyección del centro de masa).

# Montaje sensores y programación en Arduino

- Conexión del Sensor MPU6050 con la placa Arduino.

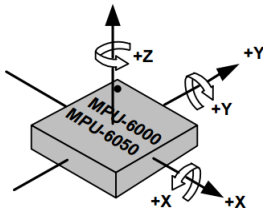
# Montaje sensores y programación en Arduino

- Conexión del Sensor MPU6050 con la placa Arduino.
- Establecer comunicación Sensor  $\leftrightarrow$  Arduino ( $I^2C$ ).



# Montaje sensores y programación en Arduino

- Conexión del Sensor MPU6050 con la placa Arduino.
- Establecer comunicación Sensor  $\leftrightarrow$  Arduino ( $I^2C$ ).







# Desarrollo de Sotware

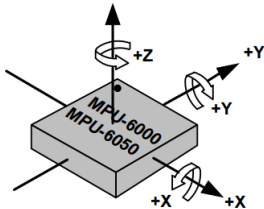
- Establecer comunicación con el Micro-controlador Arduino (Serial).
- Obtención y filtrado de las variables cinemáticas.

# Desarrollo de Sotware

- Establecer comunicación con el Micro-controlador Arduino (Serial).
- Obtención y filtrado de las variables cinemáticas.
- Despliegue en Tiempo real.

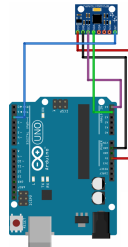
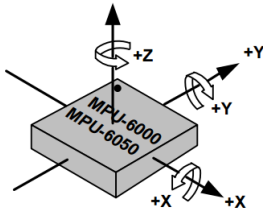
# Desarrollo de Sotware

- Establecer comunicación con el Micro-controlador Arduino (Serial).
- Obtención y filtrado de las variables cinemáticas.
- Despliegue en Tiempo real.



# Desarrollo de Sotware

- Establecer comunicación con el Micro-controlador Arduino (Serial).
- Obtención y filtrado de las variables cinemáticas.
- Despliegue en Tiempo real.



# Flujo de Datos: HTTP Polling

- El servidor no puede iniciar un canal de comunicación sin recibir una solicitud de un cliente.

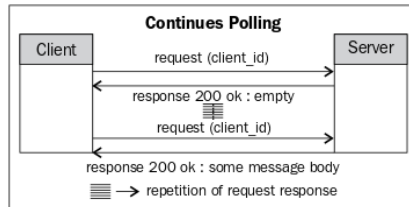


Figura: Esquema HTTP Polling



## Flujo de Datos: HTTP Polling

- El servidor no puede iniciar un canal de comunicación sin recibir una solicitud de un cliente.
- Se envía una respuesta **“200 OK”** independiente del estado de la solicitud.

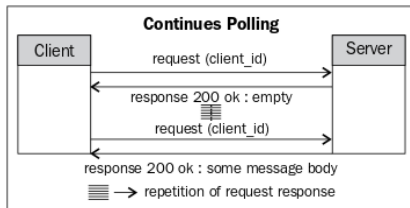


Figura: Esquema HTTP Polling

# Flujo de Datos: HTTP Polling

- El servidor no puede iniciar un canal de comunicación sin recibir una solicitud de un cliente.
- Se envía una respuesta **“200 OK”** independiente del estado de la solicitud.
- Desperdicia recursos a medida que las solicitudes aumentan.

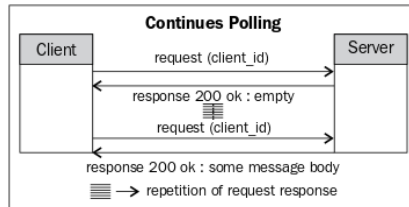
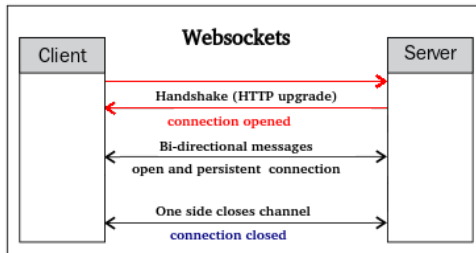


Figura: Esquema HTTP Polling

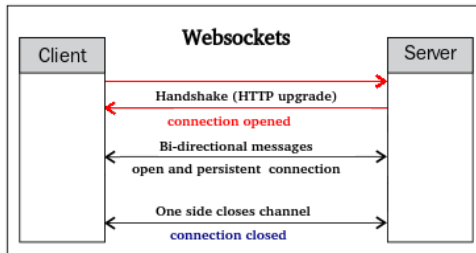
# Flujo de Datos: Websocket

- Consiste en una apertura de un **Handshake**.



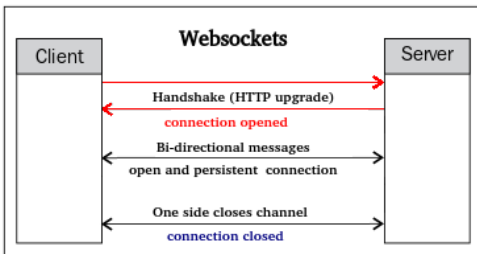
# Flujo de Datos: Websocket

- Consiste en una apertura de un **Handshake**.
- Mantiene una conexión Full-Duplex.



## Flujo de Datos: Websocket

- Consiste en una apertura de un **Handshake**.
- Mantiene una conexión Full-Duplex.
- Se configura en base al entorno Web que usa generalmente el paradigma solicitud/respuesta.



# Modificación de la etapa de Flujo de Datos

- Presencia de una comunicación HTTP Polling en Agrosense.

# Modificación de la etapa de Flujo de Datos

- Presencia de una comunicación HTTP Polling en Agrosense.
- Aumento del tiempo de respuesta con alta concurrencia.

# Modificación de la etapa de Flujo de Datos

- Presencia de una comunicación HTTP Polling en Agrosense.
- Aumento del tiempo de respuesta con alta concurrencia.
- Integración de Websocket en Flujo de Datos.



# Modificación de la etapa de Flujo de Datos

- Presencia de una comunicación HTTP Polling en Agrosense.
- Aumento del tiempo de respuesta con alta concurrencia.
- Integración de Websocket en Flujo de Datos.
- Desarrollo de servidor con el Framework Node.js.

## Modificación de la etapa de Flujo de Datos



Figura: Flujo de Datos Websocket

# Evaluación de la Solución Propuesta

- Implementación de servidor HTTP Polling con el Framework Node.js.

## Evaluación de la Solución Propuesta

- Implementación de servidor HTTP Polling con el Framework Node.js.
- Igualdad de condiciones en términos de lenguaje de programación.

## Evaluación de la Solución Propuesta



Figura: Flujo de Datos HTTP Polling

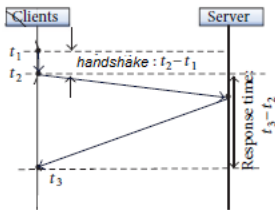
# Elección de la métrica adecuada

- Calcular el tiempo de respuesta frente a un alto número de peticiones.



## Elección de la métrica adecuada

- Calcular el tiempo de respuesta frente a un alto número de peticiones.
- Promedio del tiempo de respuesta fijado en la duración de la experimentación que son cada 5 minutos.



$$P_C = \frac{(t_3 - t_2)}{t_{test}}$$

- Tiempo expresado en milisegundos.





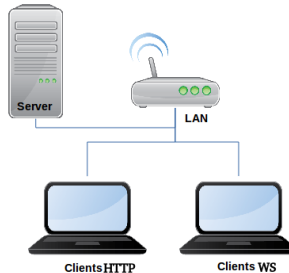


# Elección del tipo de prueba y construcción de su ambiente

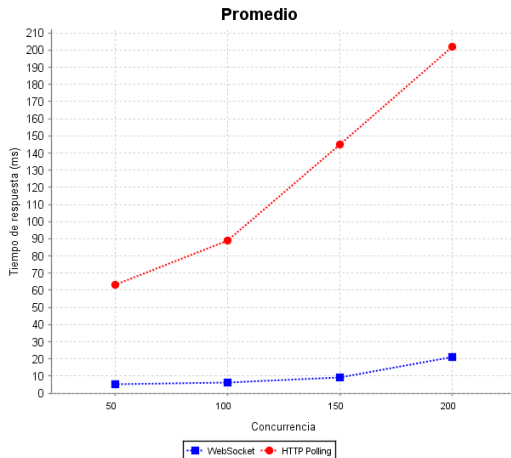
- **Tipo de prueba:** Prueba de Carga.
  - Número esperado de usuarios concurrentes.
  - Realizan cantidades específicas de transacciones durante un tiempo.

# Elección del tipo de prueba y construcción de su ambiente

- **Tipo de prueba:** Prueba de Carga.
  - Número esperado de usuarios concurrentes.
  - Realizan cantidades específicas de transacciones durante un tiempo.



# Resultados



## Conclusiones

- *Los sensores inerciales montados en una placa Arduino genera resultados similares a una plataforma especializada en el estudio del Balance.*

## Conclusiones

- Los sensores inerciales montados en una placa Arduino genera resultados similares a una plataforma especializada en el estudio del Balance.
- El bajo coste de la solución propuesta.

## Conclusiones

- Los sensores inerciales montados en una placa Arduino genera resultados similares a una plataforma especializada en el estudio del Balance.
- El bajo coste de la solución propuesta.
- Los resultados expuestos son un buen punto de partida para nuevas investigaciones.



## Trabajos Futuros

*Los trabajos futuros que pueden desprenderse de esta tesis son:*

## Trabajos Futuros

- la validación de la solución como un instrumento para el estudio del Balance.

## Trabajos Futuros

- la validación de la solución como un instrumento para el estudio del Balance.
- Añadir interfaces para comunicación inalámbrica.

## Trabajos Futuros

*Los trabajos futuros que pueden desprenderse de esta tesis son:*

- *la validación de la solución como un instrumento para el estudio del Balance.*
- *Añadir interfaces para comunicación inalámbrica.*
- *Mejora de algoritmos y sensores utilizados.*

## Trabajos Futuros

*Los trabajos futuros que pueden desprenderse de esta tesis son:*

- *la validación de la solución como un instrumento para el estudio del Balance.*
- *Añadir interfaces para comunicación inalámbrica.*
- *Mejora de algoritmos y sensores utilizados.*
- *Generar un sistema empaquetado.*

Héctor Gabriel Peredo Urbina

Noviembre 2016