



2ª SESIÓN



MARTES 4, 12:10-12:40

**Sistema robótico de asistencia en
rehabilitación clínica**

Ponente:

- **Manuel Álvarez Souto**
(Centro Tecnológico AIMEN)



Innovación y Tecnología

Jornadas de Automatización Industrial. Vigo, 04-10-2014

FISIOROB
Sistema robótico de asistencia en
rehabilitación clínica

Empresa Líder



Empresas Colaboradoras



Centros Investigación



MOTIVACIONES PROYECTO FISIOROB

Estimación y evolución de las más importantes causas de lesiones en el mundo

2002			2030		
Pos.	Enfermedad o dolencia	%	Pos.	Enfermedad o dolencia	%
1	Enfermedades cardíacas	12,6	1	Enfermedades cardíacas	13,1
2	Enfermedades cerebrovasculares	9,7	2	Enfermedades cerebrovasculares	10,3
3	Infecc. aparato respiratorio inferior	6,9	3	Sida	8,7
4	Sida	4,8	4	Infecciones pulmonares crónicas	7,9
5	Infecciones pulmonares crónicas	4,8	5	Infecc. aparato respiratorio inferior	3,5
6	Infecciones perinatales	4,3	6	Diabetes mellitus	3,1
7	Enfermedades diarreicas	3,3	7	Cáncer pulmón, traquea	3,0
8	Tuberculosis	2,7	8	Accidentes tráfico	2,8
9	Cáncer pulmón, traquea	2,2	9	Tuberculosis	2,4
10	Accidentes de tráfico	2,1	10	Infecciones perinatales	2,1

Investigación en robótica industrial y de servicios.
Nuevos escenarios de aplicación de la tecnología.
Mejora en algoritmos de control y sensorización.

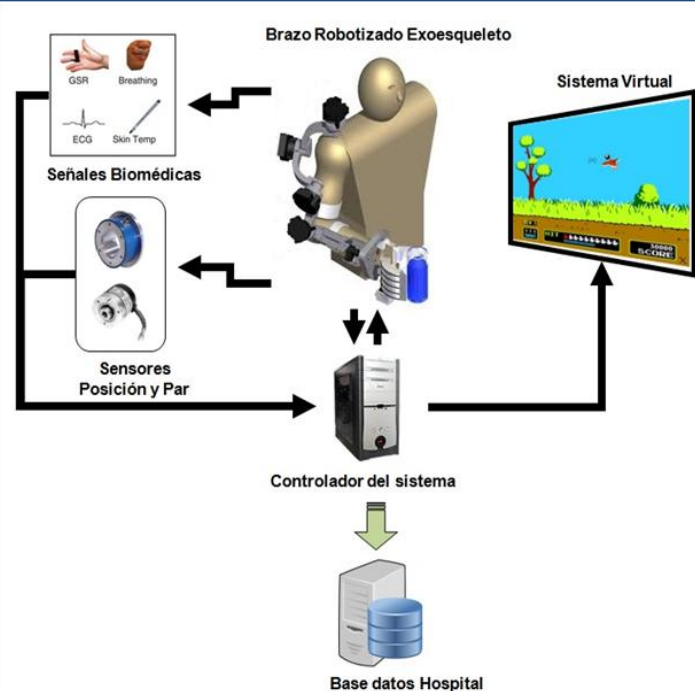
Alto coste de terapias de rehabilitación clínica

- **Personal especializado.**
- **Largo período de recuperación.**
- **Uso de máquinas específicas.**
- **A la larga, económicamente insostenible.**

- **Robótica adaptada a rehabilitación.**
- **Una de las cinco áreas de innovación (Key Enabling Technology - KET) a desarrollar para la mejora socio-sanitaria Europea.**
- **Replanteamiento del modelo de atención sanitaria.**
- **Desarrollo de nuevas terapias.**
- **Reducción de coste.**

PROTOTIPO FISIOROB

1. Desarrollo de un sistema robotizado modular con un sistema de control integral basado en la plataforma de código abierto ROS (Robotic Operating System).
2. Desarrollo de un sistema de adquisición de señales.
3. Desarrollo de un sistema de realidad virtual que motive al paciente en el desarrollo de los ejercicios de rehabilitación

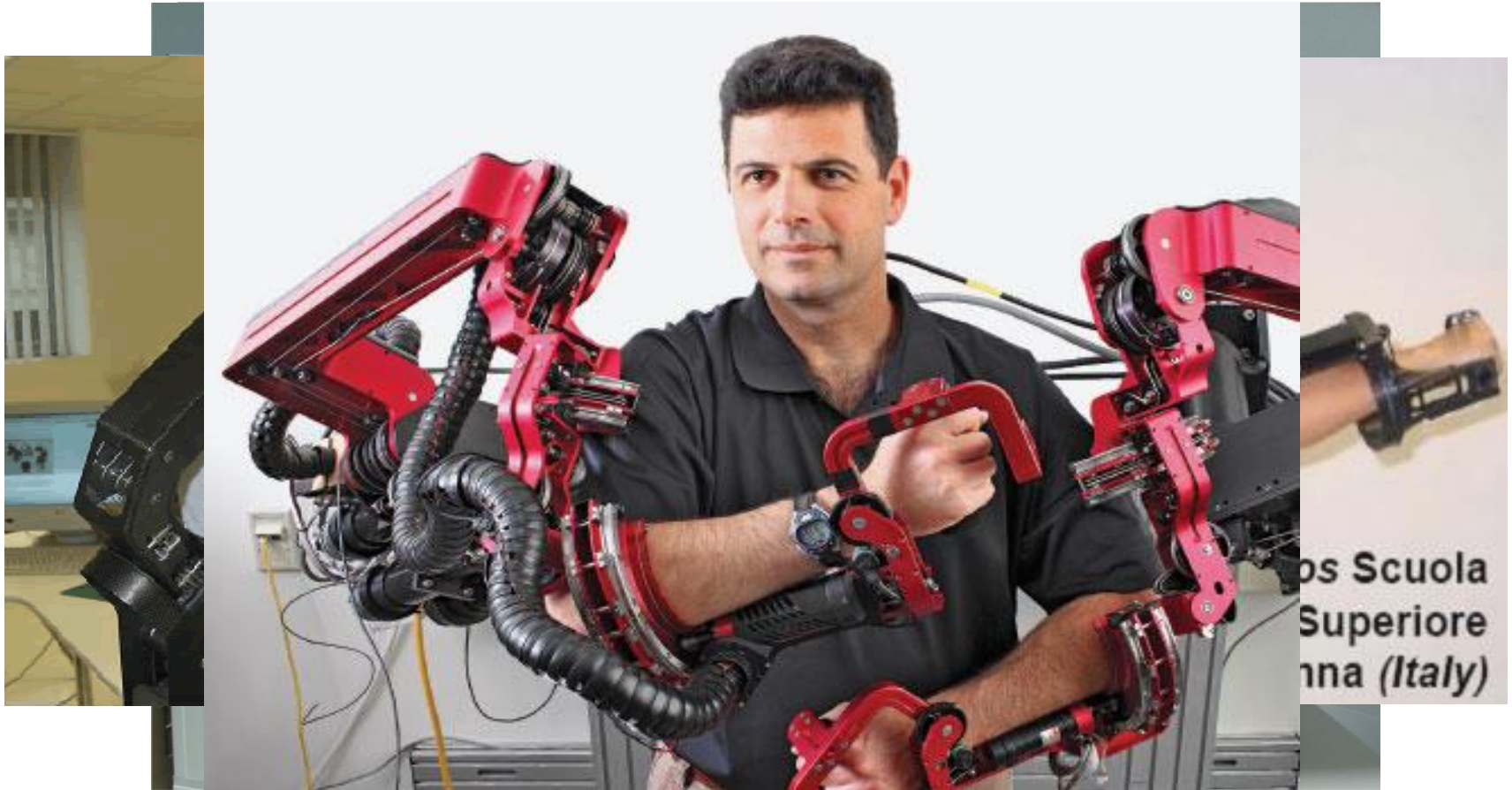


“Ejercicios activos realizados de manera intensa y repetida favorecen la recuperación motora, incluso en fases crónicas tras un daño cerebral, a través de la neurogénesis y la plasticidad cerebral.”

- Primera publicación sobre terapia asistida por robots data de 1997.
- Más de 70 ensayos clínicos con 24 robots diferentes
- Primer trabajo de robot para miembro superior alrededor del año 2000.
- Permite realizar tratamientos intensivos con mínima supervisión y buena aceptación por parte del paciente.
- Permite alcanzar movimientos completos desde fases muy tempranas.
- Permitiría tratar a pacientes en fase crónica sin suponer un gasto sanitario excesivo.
- Permitirían tratamientos a largo plazo en centros no sanitarios o incluso domiciliarios, como en centros de día. Los movimientos tienden a ser más rápidos, más estables y más suaves. Mayor habilidad para dirigir fuerzas.
- Las **sinergias motoras** inevitables en el paciente neurológico se relajan permitiendo movimientos más flexibles.







CARENCIAS SISTEMAS ROBOTIZADOS

- Robots que sólo permiten trabajar en dos planos del espacio
- Robots que eliminan el efecto de la gravedad
- Robots que bloquean y anulan la actividad de la muñeca y mano
- Robots que no tienen en consideración los sinergismos
- Ausencia de sistemas de realidad virtual o que no reproducen actividades de la vida diaria
- Robots que sólo permiten trabajar en sedestación
- Robots que no permiten la terapia bimanual

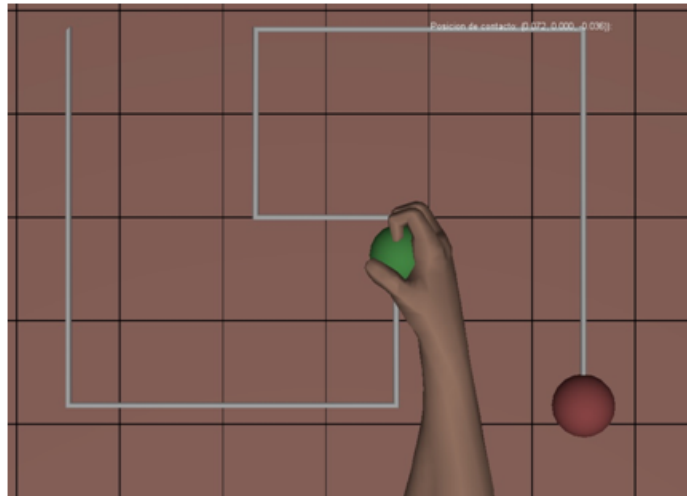
INNOVACIÓN PROYECTO FISIOROB

- Reproducir ejercicios que realicen los terapeutas de manera convencional.
- Desarrollar robots que permitan ejercitar la muñeca/mano. Básico empuñadura y pinza.
- Tratar de no limitar los movimientos de hombro, codo y muñeca/mano.
- Tener la posibilidad de realizar bloqueos y no eliminar el efecto de la gravedad.
- Diseñar actividades en Realidad Virtual con utensilios instrumentados.
- Posibilidad de manejo bimanual.
- Posibilidad de terapia en bipedestación.

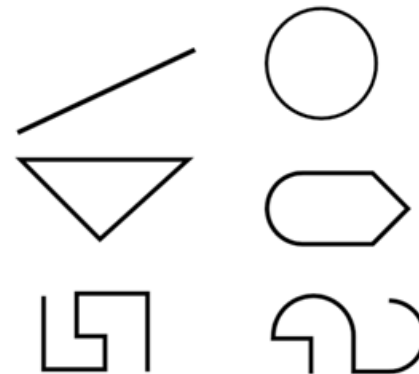
SISTEMA DE REALIDAD VIRTUAL

CARACTERÍSTICAS REALIDAD VIRTUAL

- Motor de desarrollo: Unity 3D 3.5
- Representación de la posición de los dedos.
- Diseño y desarrollo de programas de realidad virtual para entrenar **actividades básicas** de la vida diaria: simulación punto a punto, simulación de rastreo, simulación de manipulación.
- **Simulaciones planteadas inicialmente:** teléfono virtual para interactuar con él, preparación de café, paseo por el exterior interactuando con objetos y realizando diferentes acciones.
- **Ejercicios parametrizables:** posiciones de áreas y objetos, número de intentos, tiempo límite, dificultad,...
- Representación de objetos reales sensorizados.
- Representación de los dos brazos.



Trayectorias previstas

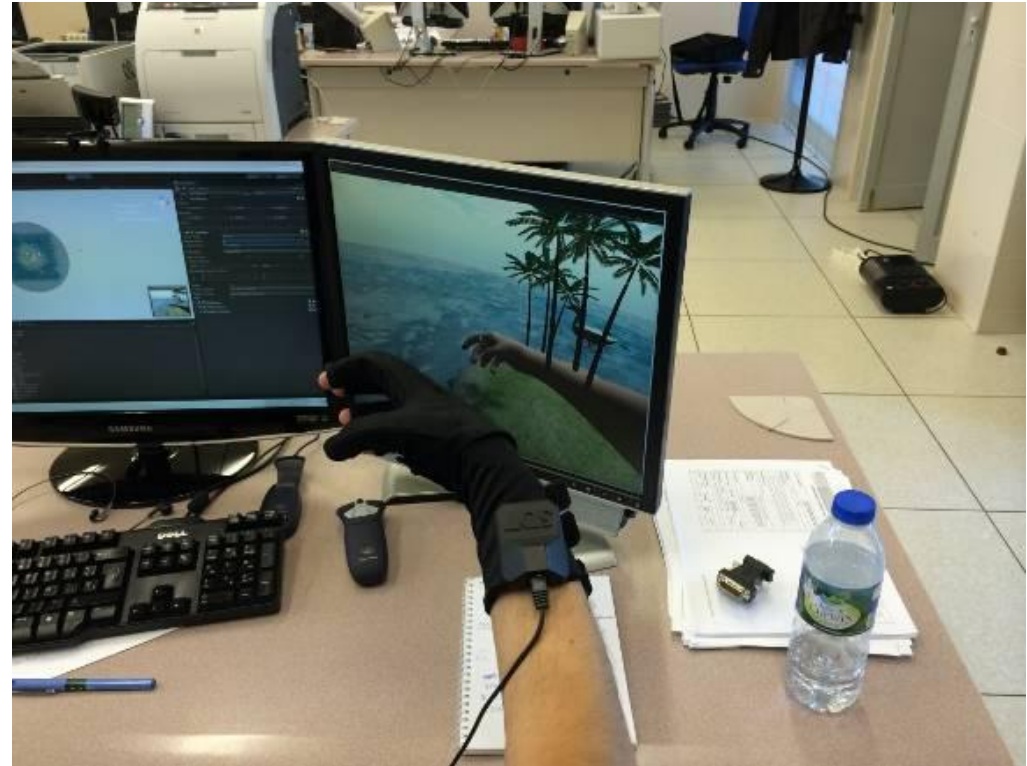






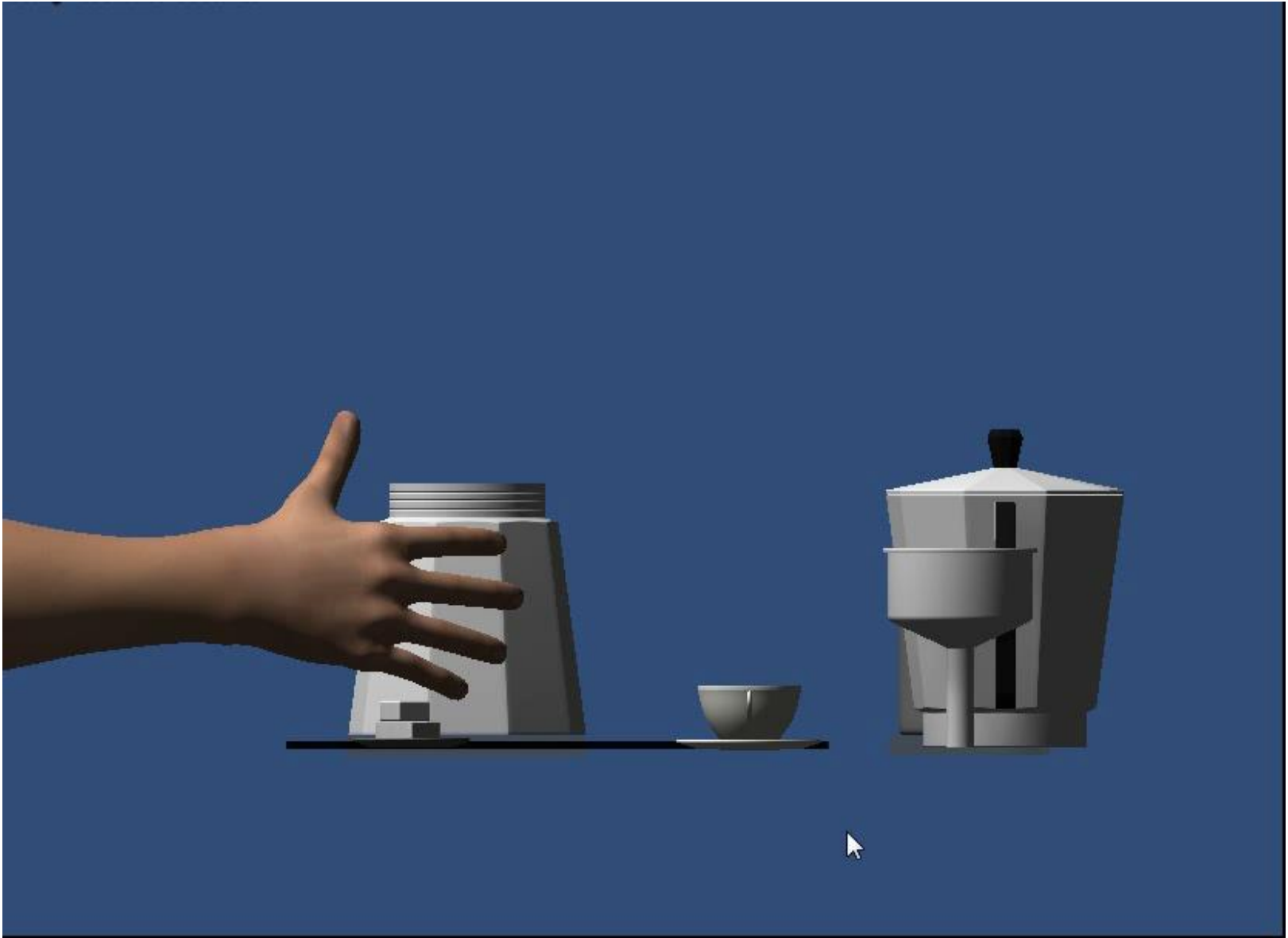
Guante utilizado: 5DT Data Glove 5 Ultra

- Comunicación a través del SDK del sistema.
- Plugin para Unity.
- Calibración del guantes.



Posicion de contacto: SIN contacto

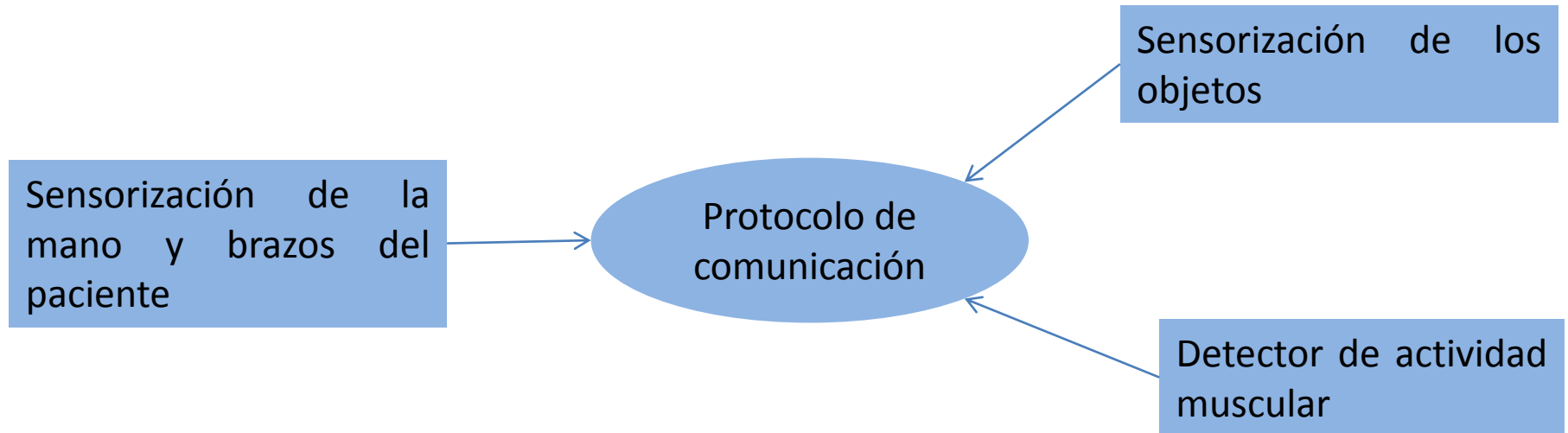






SISTEMA DE SENSORIZACIÓN

CARACTERÍSTICAS SENSORIZACIÓN



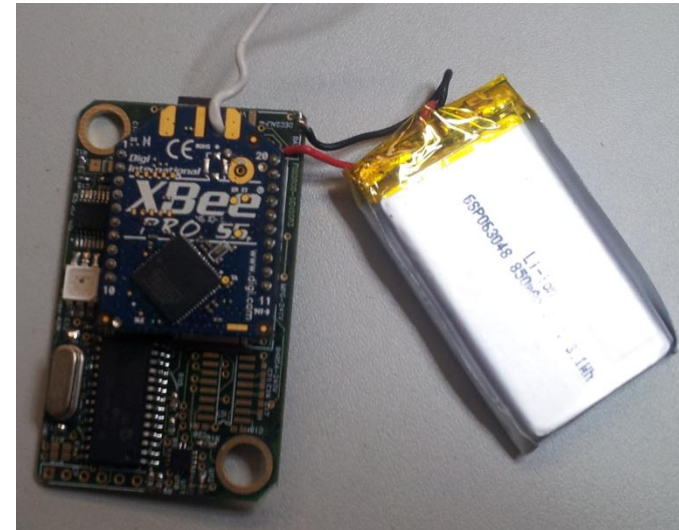
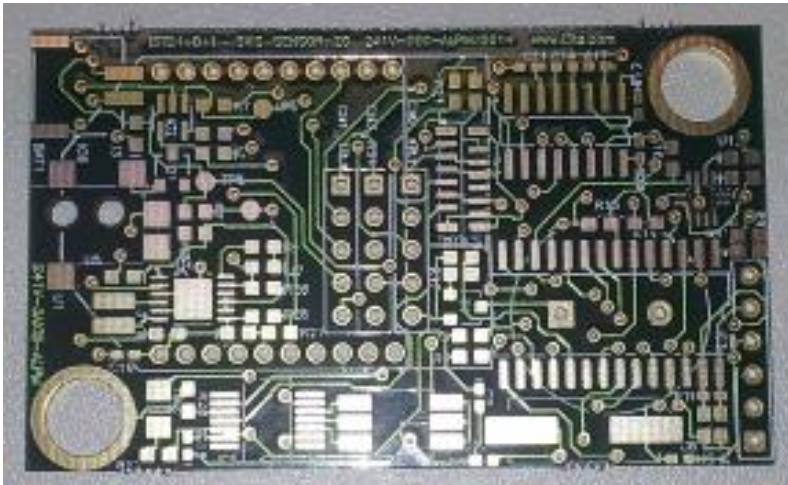
CARACTERÍSTICAS SENSORIZACIÓN

- Ausencia total sin cables.
- Funcionamiento a baterías recargables de alta duración.
- Bajo consumo energético.
- Comunicación con el sistema central de adquisición mediante radio digital, que pudiera ser: WIFI, ZigBee o BlueTooth.
- Captación de aceleraciones e inclinaciones y movimientos rotacionales.
- Captación de posibles pulsadores en el objeto para evaluar grados de habilidad.
- Incluir algún tipo de señalización acústica o luminosa.
- Identificación única del objeto.

Sensor de posición manos/objetos



Sensor de posición manos/objetos

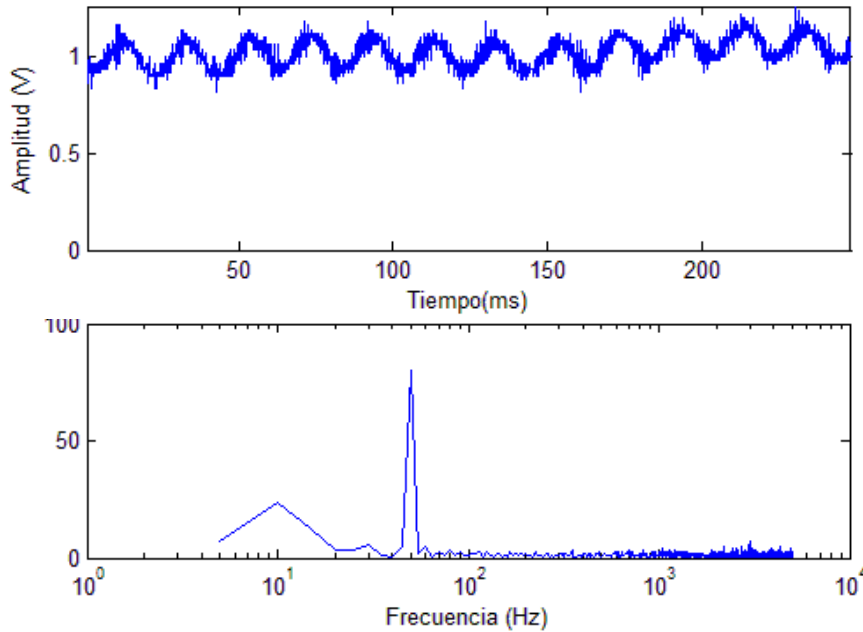


Detector de actividad muscular

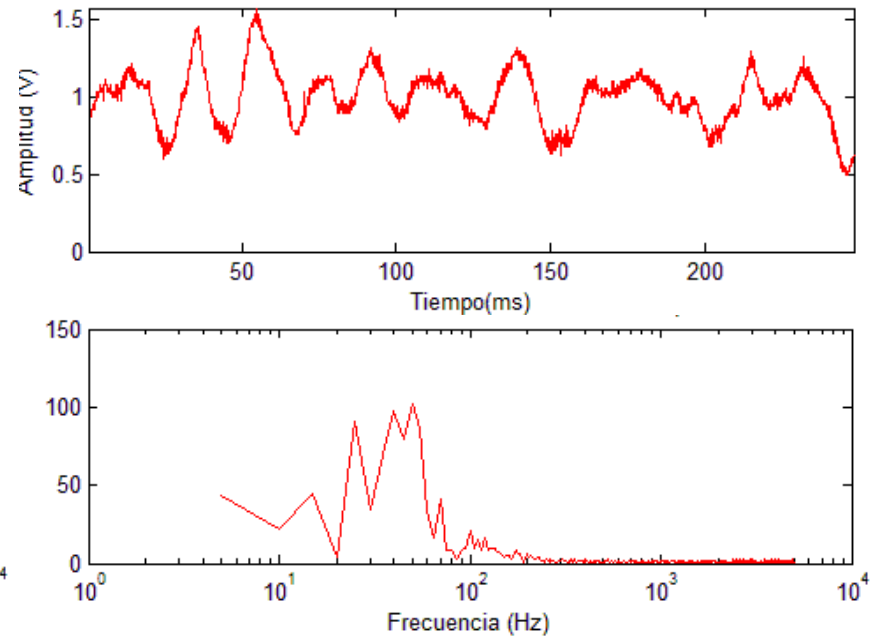
- Detección de la activación/desactivación de músculos durante la rehabilitación
- Colocación típica:
 - Músculos del brazo ejercitado
 - Músculos del hombro ejercitado
 - Músculos de la espalda
- Utilidad:
 - Detectar la correcta realización del ejercicio
 - Medir la mejoría del paciente entre sesiones (comparar número de veces que se ha realizado correctamente el ejercicio entre sesiones)

Características de las señales

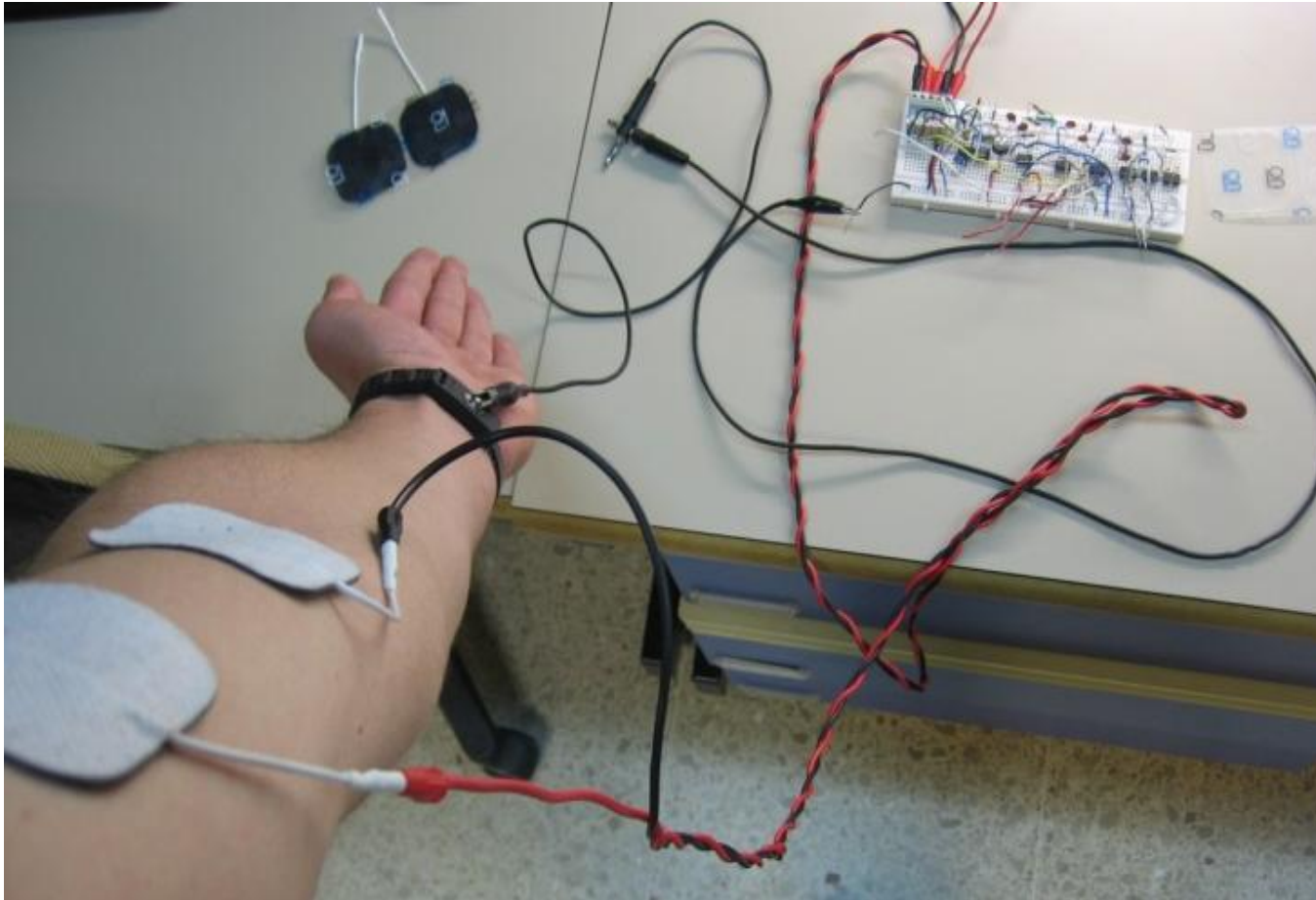
Bíceps relajado:



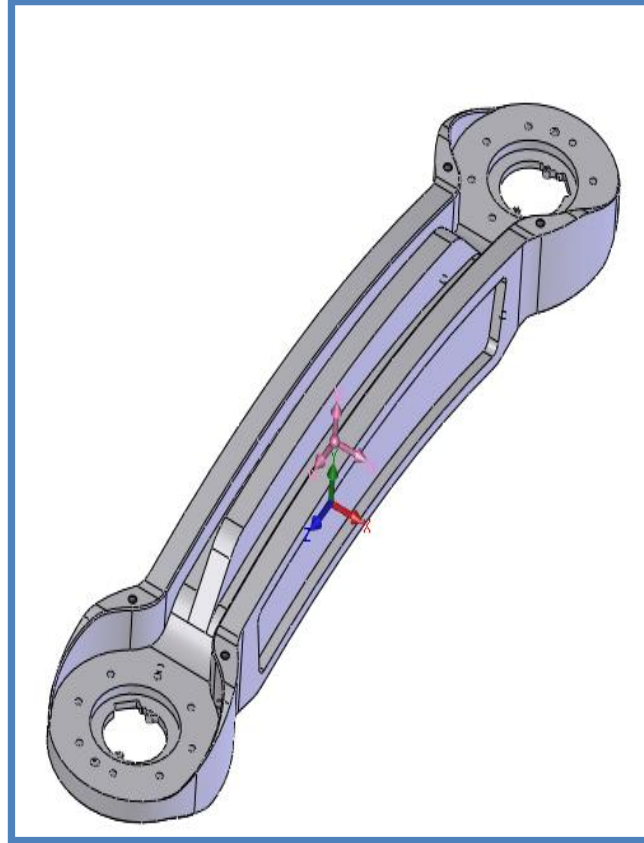
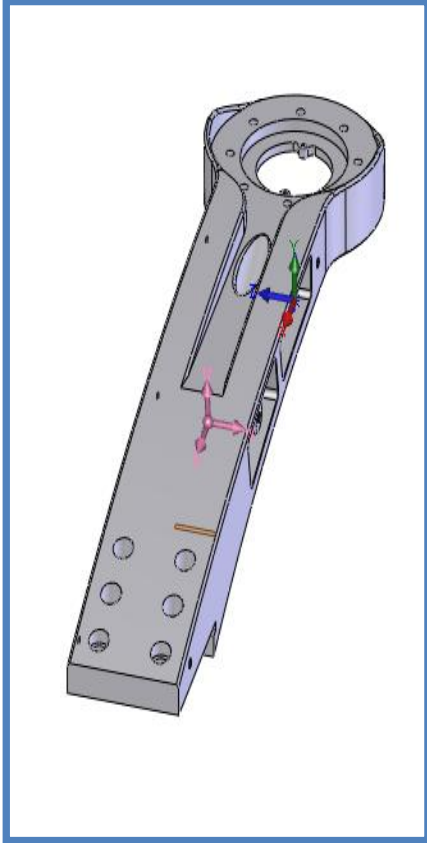
Bíceps activo:



Prototipo de detector de actividad muscular



BRAZO ROBÓTICO





Elección final: Actuadores basados en los módulos ERB.

- Compacto.
- Dos ejes por conjunto.
- Potencia suficiente.

- 1. Electrónica de control.**
- 2. Encoder.**
- 3. Driver.**
- 4. Transmisión.**
- 5. Freno de retención.**
- 6. Eje hueco.**

Solución industrial



ATI Industrial Automation

Sensor ATI mini45

- Compacto.
- Alta capacidad.
- Muy baja distorsión.
- Compatible con ROS.



**Problema de integración
con los actuadores**



**Solución industrial basada en el mismo
sensor.**

Compatibles con los motores elegidos

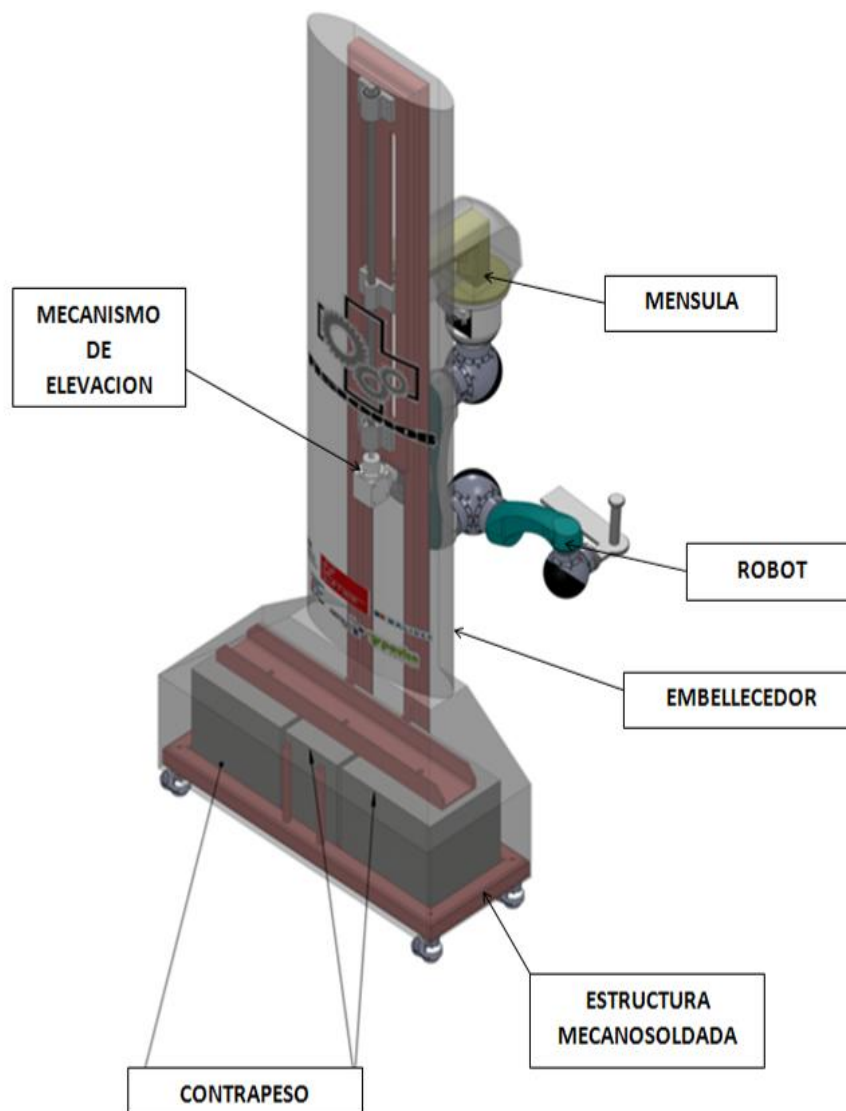
Sensor FTM115

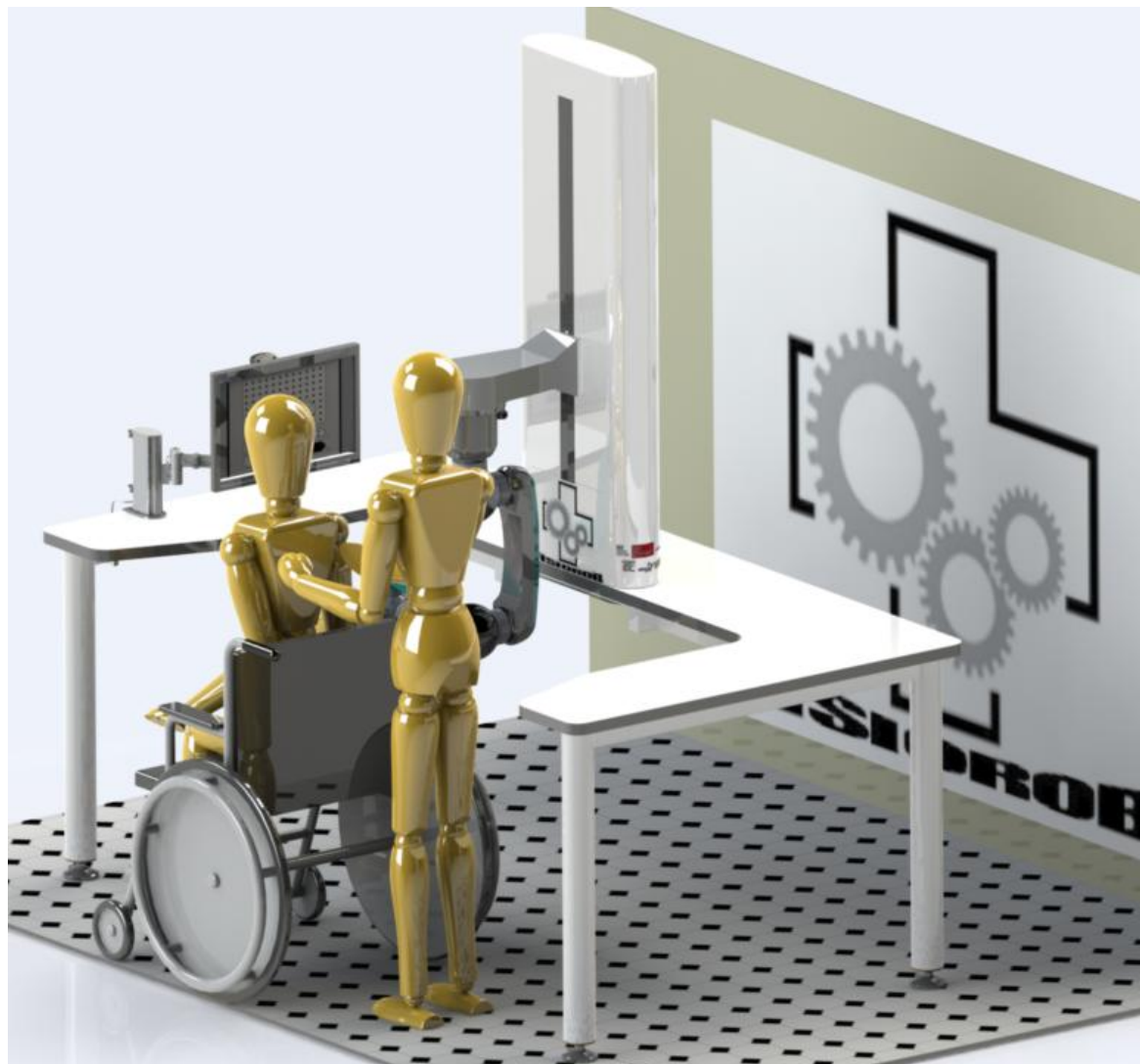


Características finales:

- Brazo ligero de alta densidad de potencia.
- Diseño compacto.
- Peso final de 16 Kg aproximadamente.
- Capacidad de carga de 7 Kg.
- 6 grados de libertad.



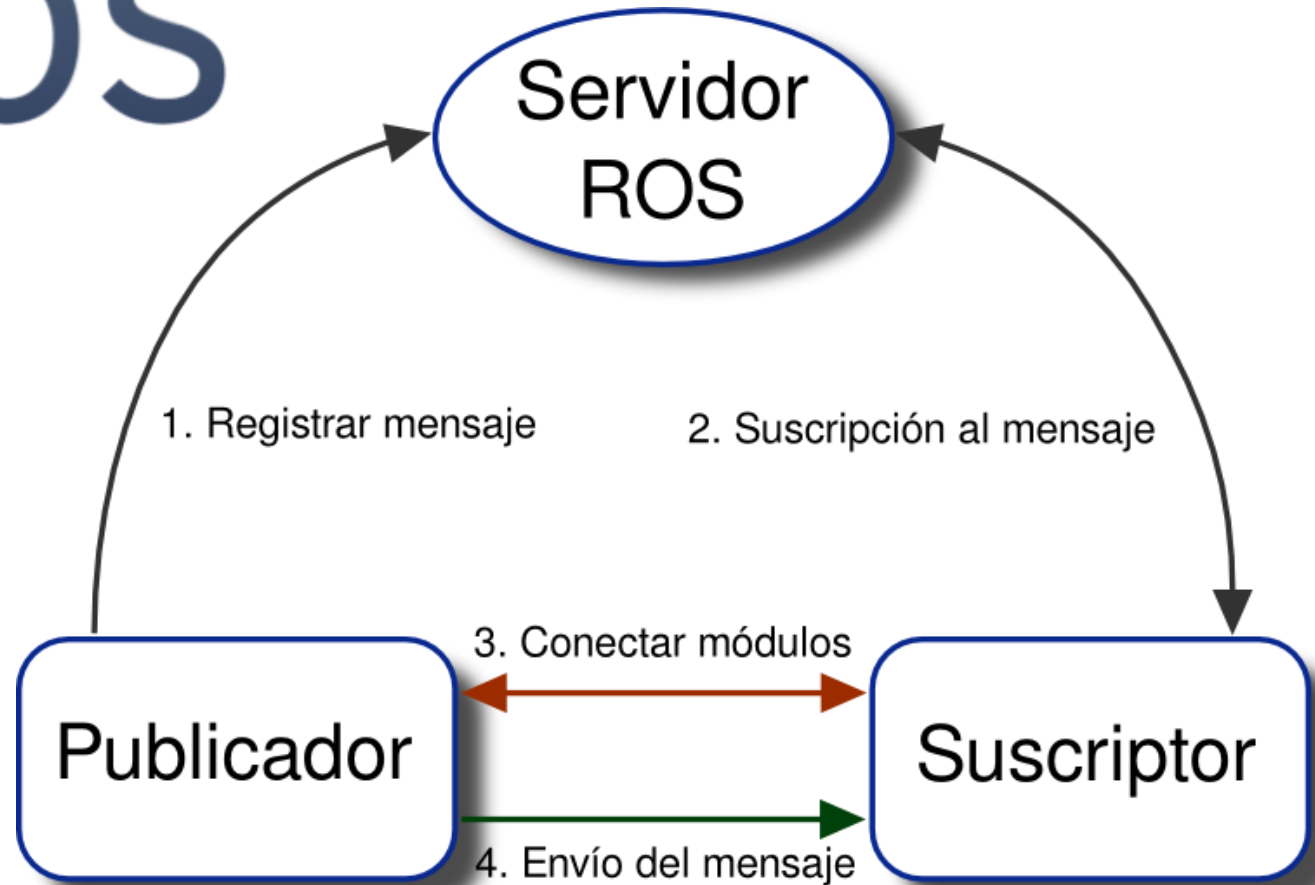






CARACTERÍSTICAS CONTROL

ROS



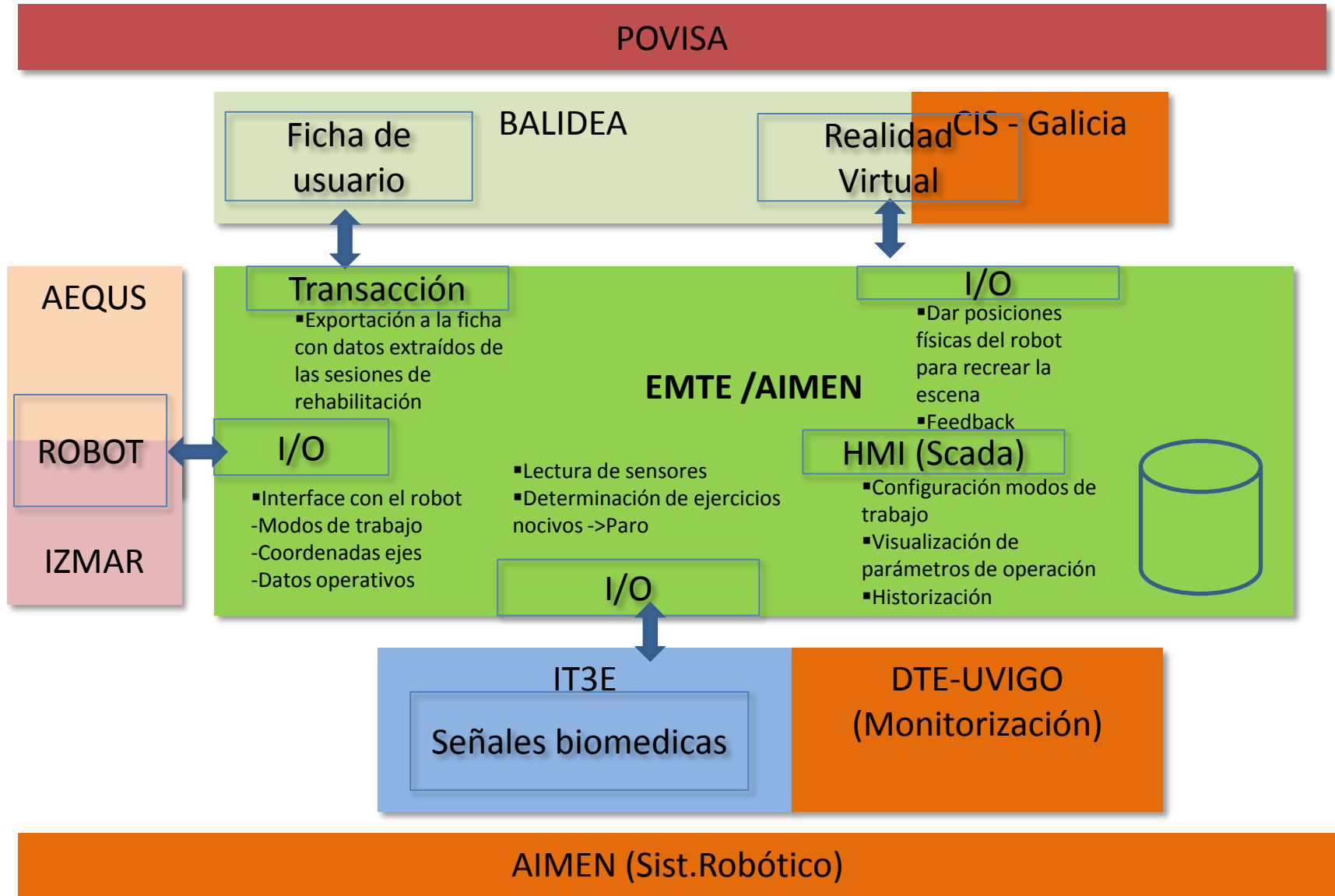
CARACTERÍSTICAS CONTROL

- Implementación de controladores PID en velocidad.
- Independiente para cada eje.
- Uso de las medidas de par utilizando el sensor de fuerza/par definido.
- Manejo de información sensorial en tiempo real.
- Descomposición cinemática inversa
- Determinación del par aplicado sobre cada uno de los ejes y del desplazamiento de cada uno de ellos.

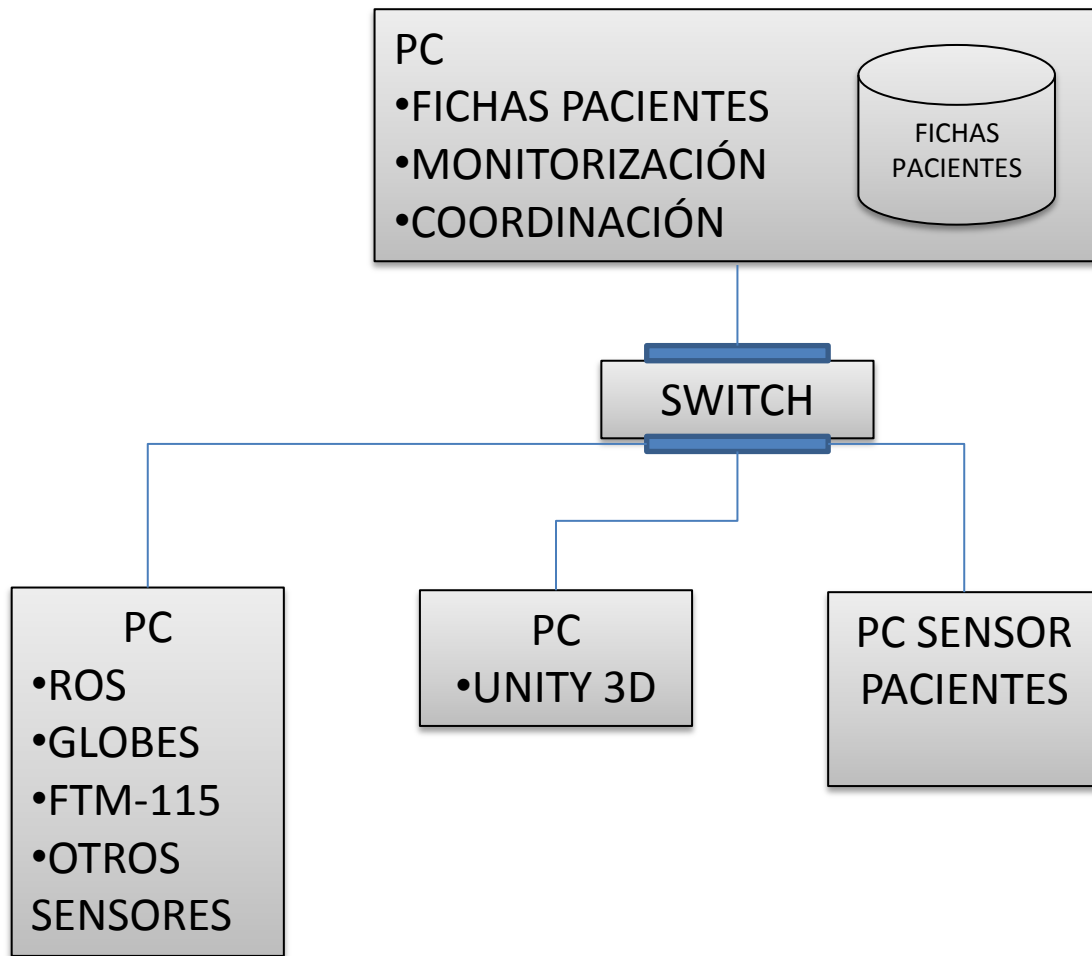
Modos de funcionamiento:

- Resistencia positiva. Configurable para cada articulación. Velocidad de desplazamiento variable.
- Resistencia nula.
- Resistencia negativa. Existe resistencia a una trayectoria pregrabada.

INTEGRACIÓN



INTEGRACIÓN



Sede Central

Centro de Aplicaciones Láser

Polígono Industrial de Catoboi
SUR-PI-2 (Sector 2) Parcela 3
E36410 O PORRIÑO
Pontevedra – España
Telf. +34 986 344 000
Fax +34 986 337 302

Sede Torneiros

Relva 27 A – Torneiros
E36410 O PORRIÑO
Pontevedra – España
Telf. +34 986 344 000
Fax +34 986 337 302

Delegación A Coruña

Polígono Industrial de Pocomaco
Parcela D-22 Oficina 20
E15190 A CORUÑA
Telf. +34 617 395 153

Delegación Madrid

Avda. General Perón 32 8º H
Edificio Torre Castellana
E28020 MADRID
Telf. +34 687 448 915

aimen@aimen.es
www.aimen.es



Gracias por su atención

Manuel Álvarez Souto | *Ingeniero I+D*

Tlf. +34 986 344 000 | masouto@aimen.es