

# EC-3882

Laboratorio Proyectos II  
2015 Abril-Julio

# Objetivos generales de los laboratorios de proyectos

- Los Laboratorios de Proyectos deben orientarse a **integrar** y aplicaren forma práctica los conocimientos adquiridos en las distintas áreas que forman la carrera de Ingeniería. Electrónica: Electrónica, Digitales, Computación, Comunicaciones y Control.
- En todos los Laboratorios de Proyectos debe hacerse énfasis en la necesidad que los estudiantes desarrollen su capacidad de **manejar proyectos de ingeniería**, demuestren su capacidad de integrarse y ejercer liderazgo sobre grupos de trabajo orientados al desarrollo de proyectos.

## Segundo Año

Trimestre IV

Análisis de Circuitos  
Eléctricos I  
EC1251

Matemáticas 4  
MA2115

Física 3  
FS2211

Lab Física I  
FS2181

Estudios Generales 1

Trimestre V

Laboratorio de  
Mediciones  
EC1281

Análisis de Circuitos  
Eléctricos II  
EC2272

Matemáticas 5  
MA2112

Física 4  
FS2212

Estudios Generales 2

Trimestre VI

Computación I  
CI2125

Sistemas  
PS2315

Matemáticas 6  
MA2113

Física 5  
FS2213

Lab Física  
FS2282

## Tercer Año

Trimestre VII

Computación II  
CI2126

Circuitos Digitales  
EC1723

Matemáticas 7  
MA3111

Circuitos  
Eléctricos I  
EC1177

Nº Créditos

Estudios Generales 3

Trimestre VIII

Arquitectura del  
Computador I  
EC2721

Arquitectura del  
Computador II  
EC3731

Probabilidades  
CO3121

Circuitos  
Eléctricos II  
EC2178

Gerencia Estratégica  
de Proyectos  
CE2162

Estudios Generales 4

Trimestre IX

Pasantía Corta

Lab. Proyectos I  
EC3881

Comunicaciones 1  
EC2422

Adquis. Proc. y  
Control Ind. I  
EC3179

Teoría  
Electromagnética  
EC1311

Estudios Generales 5

Verano

## Cuarto Año

Trimestre X

Sistemas de  
Control I  
PS2322

Lab. Proyectos II  
EC3882

Comunicaciones 2  
EC3423

Adquis. Proc. y  
Control Ind. II  
EC4179

Teoría de Ondas  
EC2322

Estudios Generales 6

Trimestre XI

Sistemas de  
Control II  
PS2323

Lab. Proyectos III  
EC3883

Comunicaciones 3  
EC3424

Adquis. Proc. y  
Control Ind. III  
EC4180

Evaluación de  
Proyectos  
CE3122

Estudios Generales 7

Trimestre XII

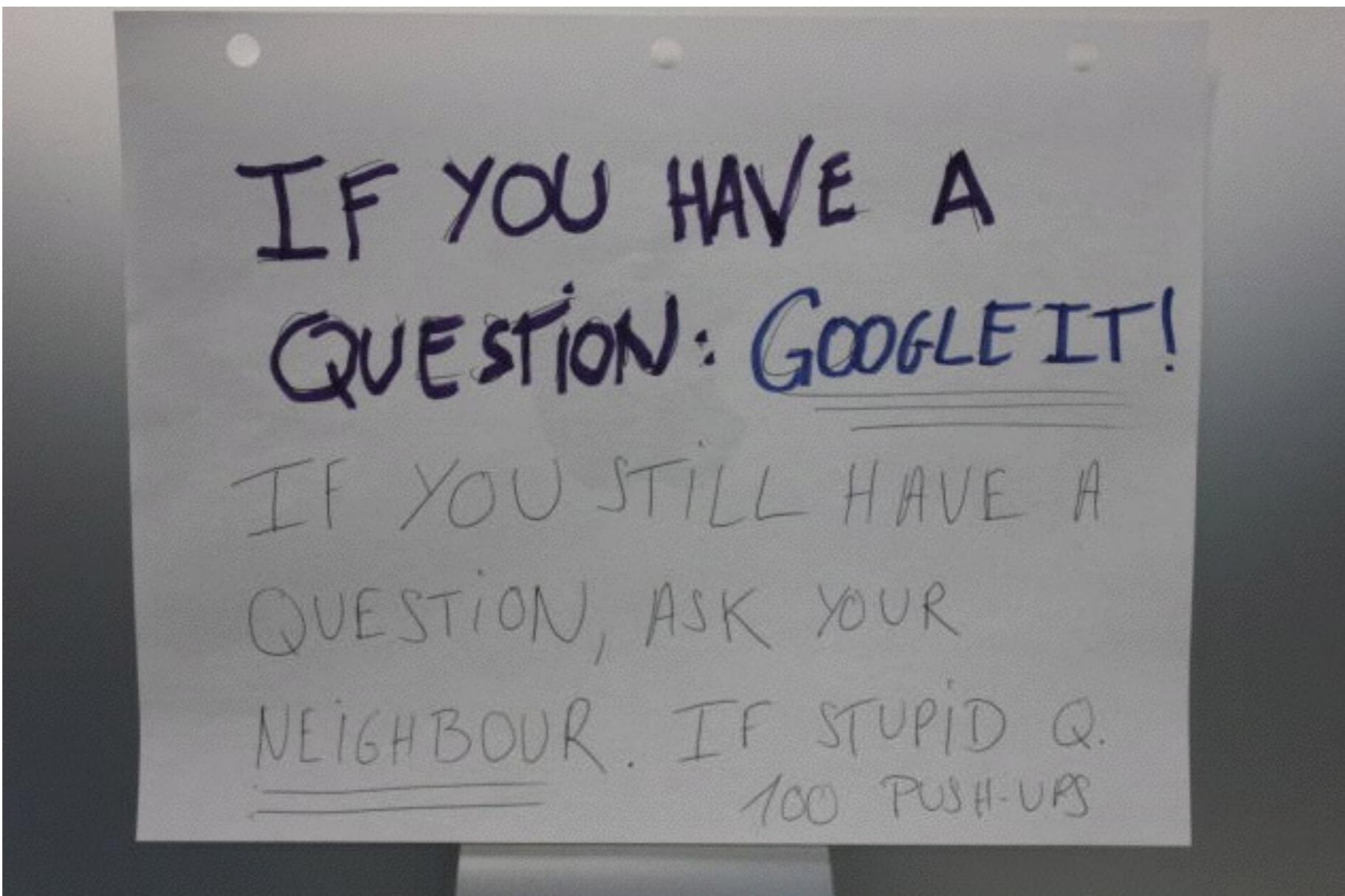
# ¡¡Proyecto!!

- No es un laboratorio dirigido.
- No existe una sola forma correcta de resolver los problemas pero también existen muchas formas de “**meter la pata**”. Debe aprender a diferenciarlas.
- La responsabilidad de culminar el proyecto es **suya**.
- Algunas técnicas y herramientas tendrán que aprenderlas por su cuenta.
- Aprovechar al máximo las horas de laboratorio. Planificar con antelación las actividades a realizar.
- Velar por el cuidado de los materiales y herramientas que el laboratorio coloca a su disponibilidad

El Sistema Educativo debe preparar a la nueva generación para trabajos que todavía no existen, con tecnología que no ha sido inventada para resolver problemas que no conocemos.

Richard Riley

“Help” desk de la academia para programadores **49US**

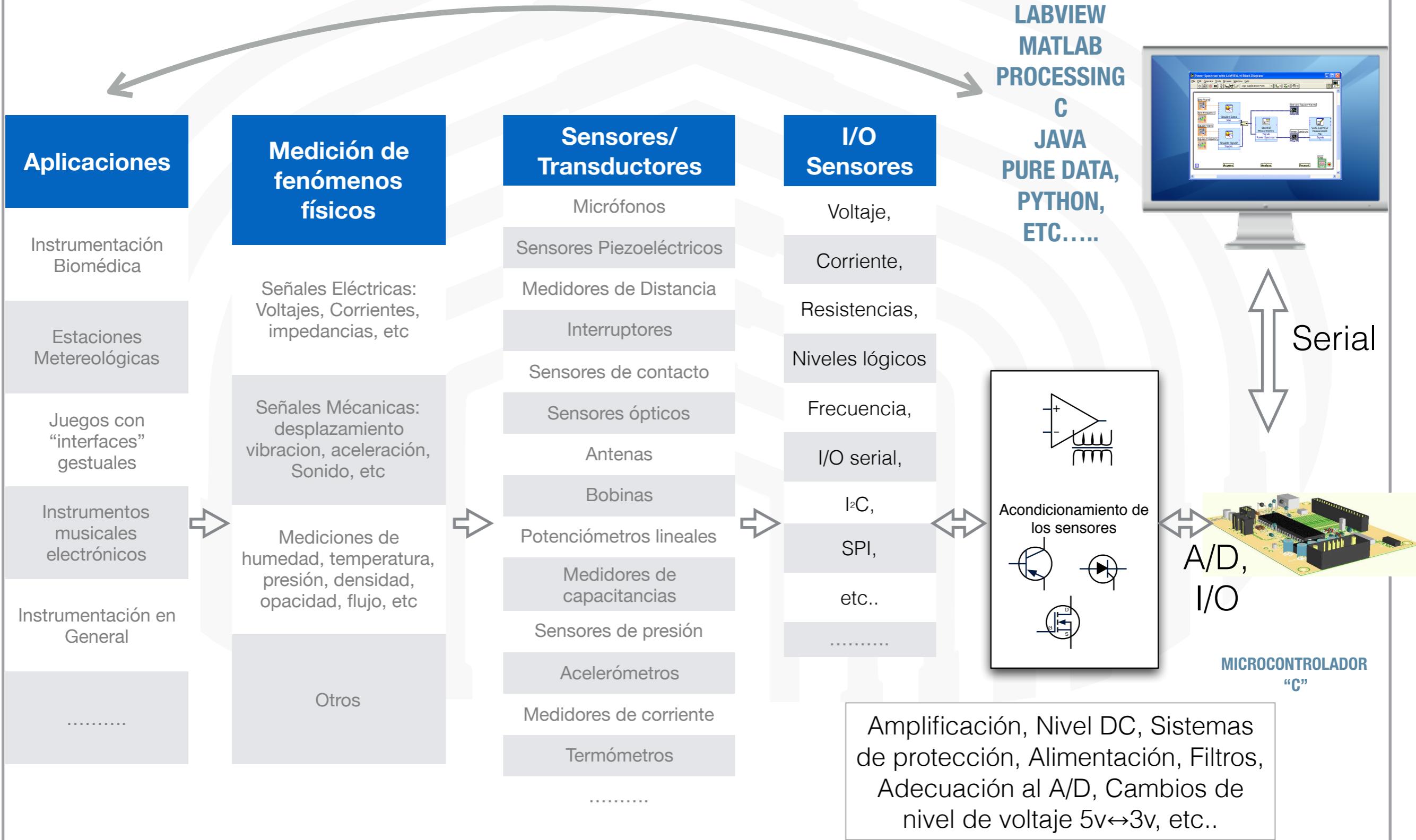


# Objetivos específicos de Laboratorio de Proyectos II

Para cumplir con los requerimientos de la Coordinación de Ingeniería Electrónica los proyectos asignados en EC-3882, tradicionalmente, consisten en:

- Un Sistema de Adquisición de Datos basado en Microcontroladores.
- Uso de diversos sensores con la debida implementación de la circuitería necesaria para el acondicionamiento de las señales.
- Desarrollo de una aplicación para procesar las señales en PC.
- Desarrollo de un protocolo de comunicaciones, ya sea entre el Microcontrolador y la PC, y/o entre PCs.
- Documentación e Informe Final

# Sistema de Adquisición y Procesamiento de Datos.....



# Proyectos

- Sistemas de adquisición de datos biomédicos
- Sistemas de adquisición de datos meteorológicos.
- Instrumentos musicales electrónicos.
- Juegos.
- Instrumentación.
- etc.

# Proyectos II

- Grupos de 2 estudiantes.
- Elegir una aplicación en las áreas de: Bioingeniería, Música Electrónica, Estaciones meteorológicas, Juegos, etc. que requiera la utilización de, **por lo menos, dos tipos de sensores y justifique la inversión de unas 100 a 120 horas de trabajo efectivo por estudiante:** (6 horas de laboratorio+3 o 4 en la casa)/ semana..
  - Primera discusión Miércoles semana 1 (presentar varias alternativas en la Bitácora).
  - Borrador del anteproyecto Lunes Semana 2 (Bitácora)
  - Entrega del anteproyecto definitivo: Miércoles Semana 2 ( PDF ).
- Tareas:
  - Seleccionar el proyecto
  - Seleccionar los sensores adecuados a la aplicación.
  - Diseñar y realizar:
    - El sistema de acondicionamiento de las señales.
    - El sistema de adquisición de datos.
    - El protocolo de comunicaciones para la transmisión de los datos entre el microcomputador y la computadora.
    - Realizar la aplicación de procesamiento e interfaz con el usuario en la computadora con el sistema de programación deseado: Processing, Labview, Matlab (Python o PureData en sus computadoras ), "C" etc. Preferiblemente aprenda un lenguaje nuevo ( se ve muy bien en su Curriculum Vitae).

# Proyectos II

- La evaluación tiene un componente grupal y uno individual. Deben quedar claramente especificadas las responsabilidades de cada miembro del grupo.
- Tome en cuenta que solo durante las horas de clases, cada equipo tiene garantizado el acceso a los recursos del Laboratorio C, tales como, osciloscopios, multímetros, fuentes, etc.
- El laboratorio es un ambiente de trabajo compartido, por lo tanto deberán evitarse las tertulias, los ruidos molestos, las "visitas", etc.
- La nota final será un reflejo de:
  - La calidad del trabajo realizado.
  - El número de horas de dedicación. Puntualidad en las horas de clases.
  - La puntualidad en las entregas parciales.
  - La calidad de la documentación.
  - Se tomará en cuenta la dificultad y originalidad del proyecto.

# Recursos

# Microcontrolador

- Módulo basado en DEMOQE128 o similar.  
Programación: Lenguaje C, entorno CodeWarrior con Processor Expert de Metrowerks.
- Bajo su responsabilidad puede usar:
  - Un microcontrolador con características similares al DemoQE. consulte con su profesor si puede usarlo.
  - Un Arduino **siempre que lo programe en lenguaje C con AVR Studio** y sin las librerías de Arduino.

# Sensores

# Sensores - Acelerómetros

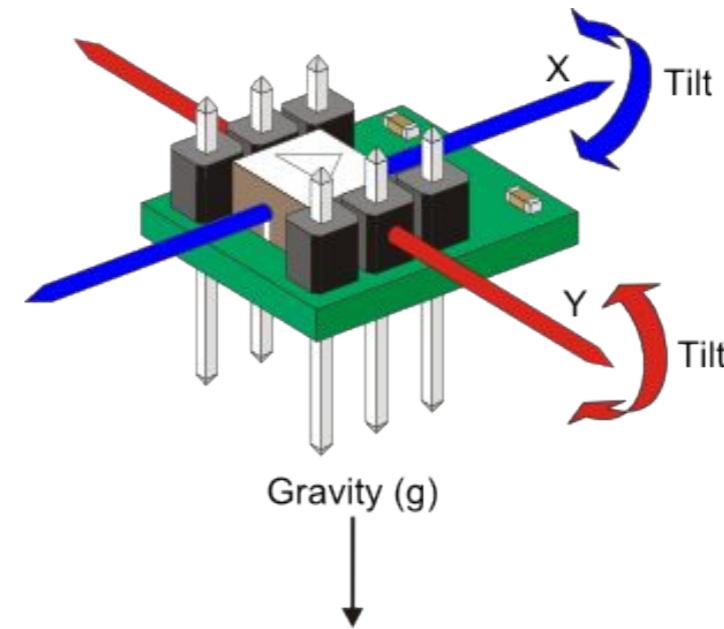
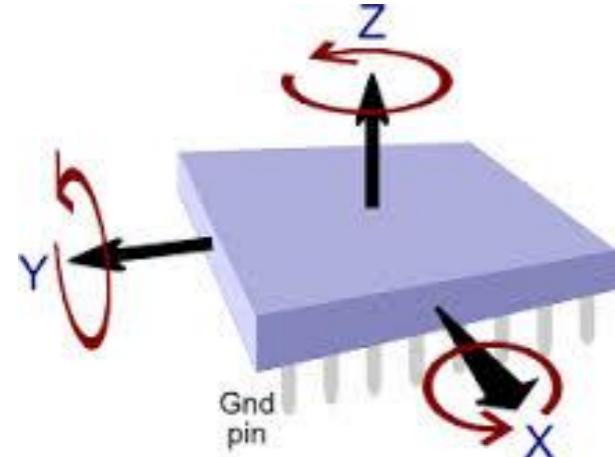
Disponibles de 2 y 3 ejes.

Es un dispositivo que mide la aceleración relativa en un marco inercial.

Aplicaciones: Medidores de actividad física (pasos, distancia, inclinación).

$$x_n = x_{n-1} + v_{n-1}\Delta t + \frac{1}{2}\alpha_{n-1}\Delta t^2$$

$$v_n = v_{n-1} + \frac{1}{2}(\alpha_n + \alpha_{n-1})\Delta t$$

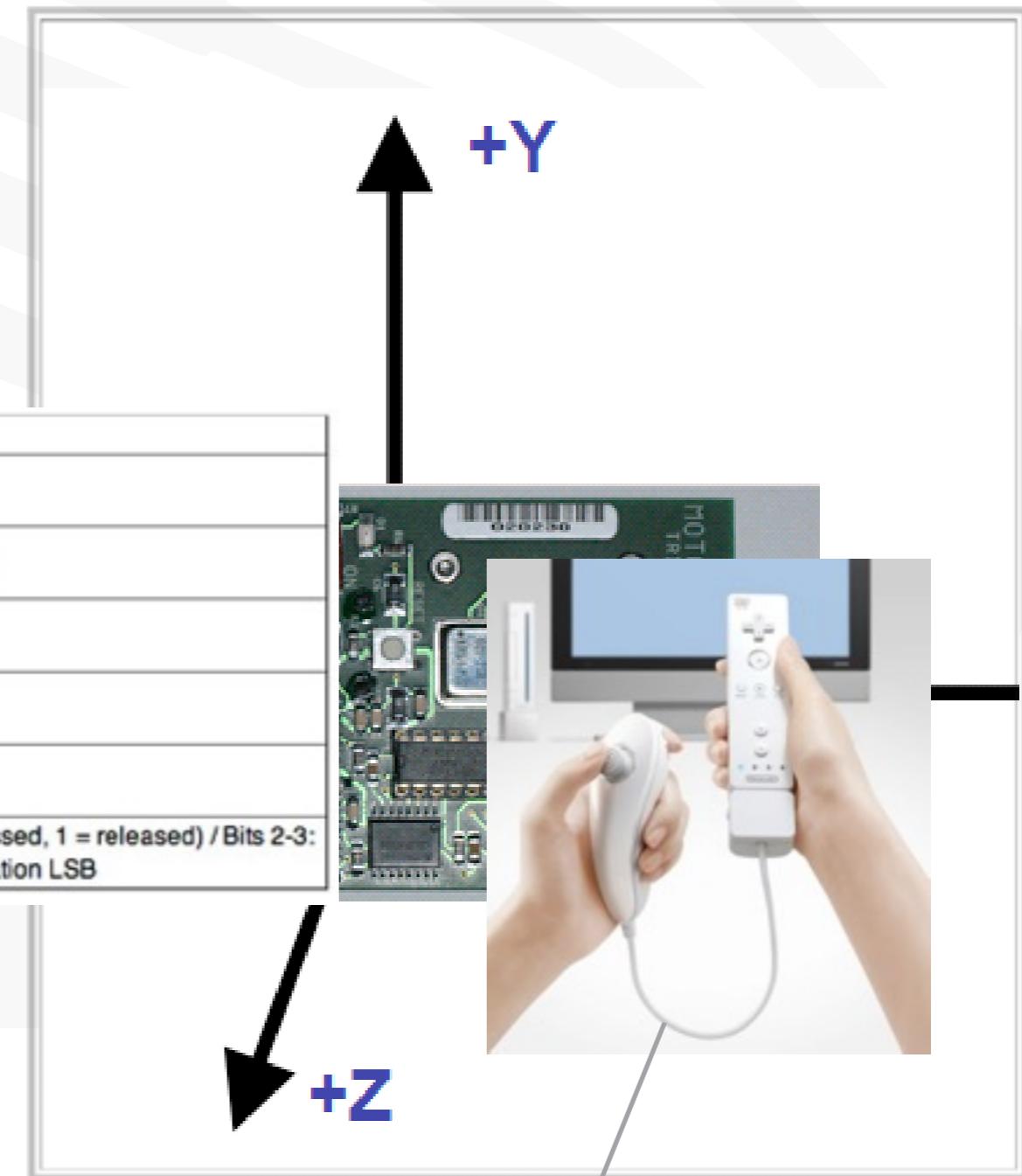


# Nunchuk de Nintendo

Aplicaciones:

- Medidores de actividad física: pasos, distancia inclinación
- Batutas electrónicas, Baterías, Juegos

Byte	Description	Values of sample Nunchuk
1	X-axis value of the analog stick	Min(Full Left):0x1E / Medium(Center):0x7E / Max(Full Right):0xE1
2	Y-axis value of the analog stick	Min(Full Down):0x1D / Medium(Center):0x7B / Max(Full Right):0xDF
3	X-axis acceleration value	Min(at 1G):0x48 / Medium(at 1G):0x7D / Max(at 1G):0xB0
4	Y-axis acceleration value	Min(at 1G):0x46 / Medium(at 1G):0x7A / Max(at 1G):0xAF
5	Z-axis acceleration value	Min(at 1G):0x4A / Medium(at 1G):0x7E / Max(at 1G):0xB1
6	Button state (Bits 0/1) / acceleration LSB	Bit 0: "Z"-Button (0 = pressed, 1 = released) / Bit 1: "C" button (0 = pressed, 1 = released) / Bits 2-3: X acceleration LSB / Bits 4-5: Y acceleration LSB / Bits 6-7: Z acceleration LSB



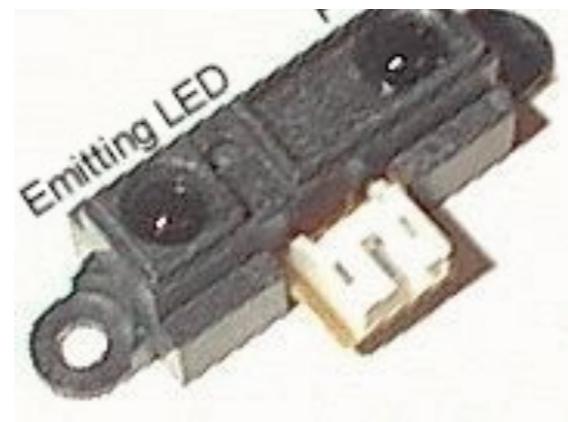


Fig. 1 - Sharp GP2D12 distance sensor

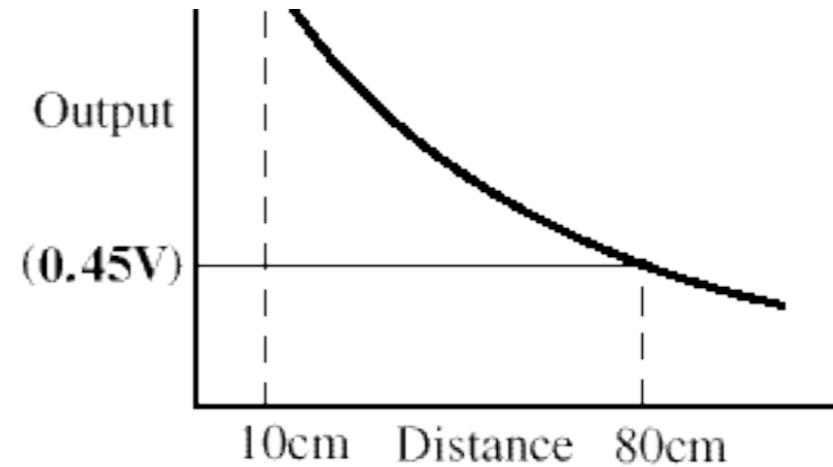


Fig. 2- Sharp GP2D12 output pattern

Although it exists a very similar sensor with a digital output (the [GP2D02](#)), I will focus only on the GP2D12 which has an analog output (see Fig. 2). The main motivation for this choice is that the digital version is almost twice slower than the GP2D12 (update period about 75ms against 40ms for the analog version). Table 1 gives a brief overview of the GP2D12 specifications ([Here is the full and latest official datasheet](#)).

Range: 10 to 80cm

Update frequency / period: 25Hz / 40ms

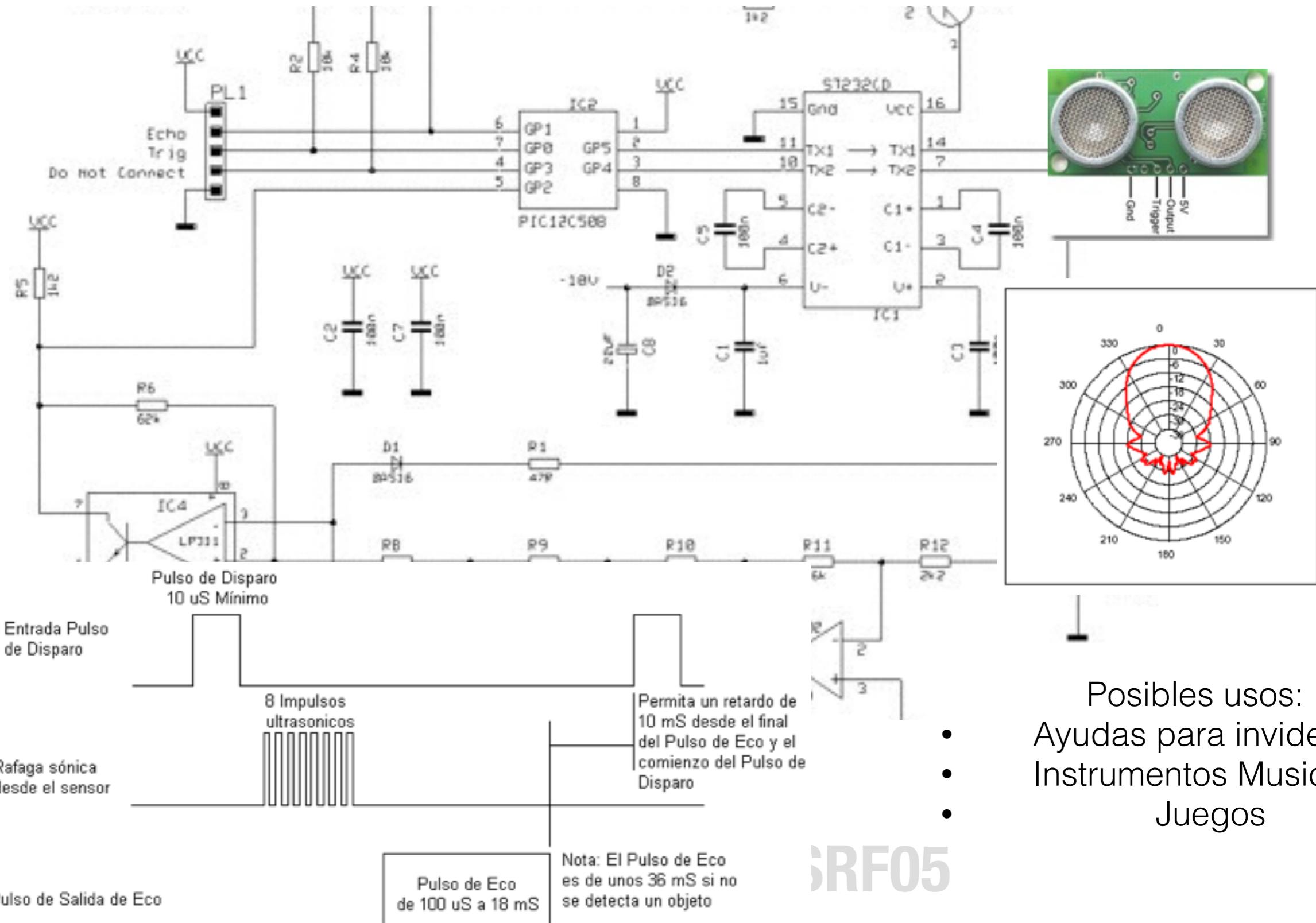
Direction of the measured distance: Very directional, due to the IR LED

Max admissible angle on flat surface: > 40°

Power supply voltage: 4.5 to 5.5V

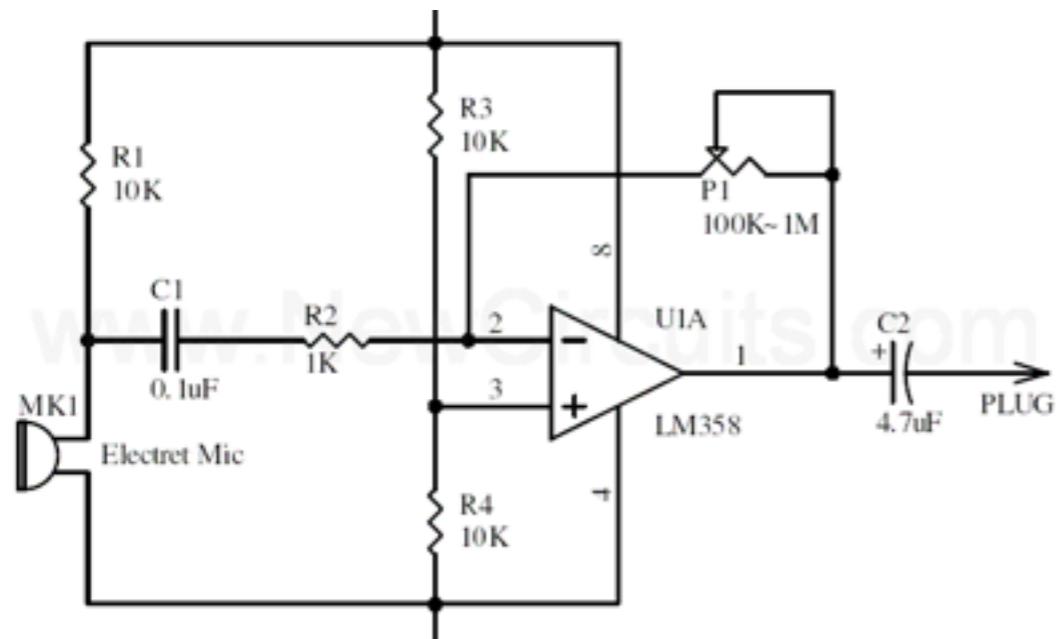
# Medidores de distancia

Sharp GP2Y0A21YK



**Posibles usos:**  
 • Ayudas para invidentes  
 • Instrumentos Musicales  
 • Juegos

RF05

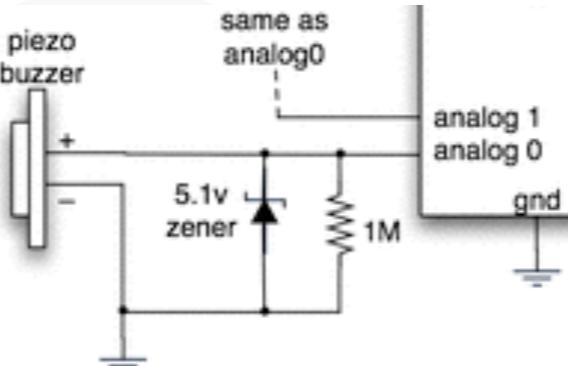
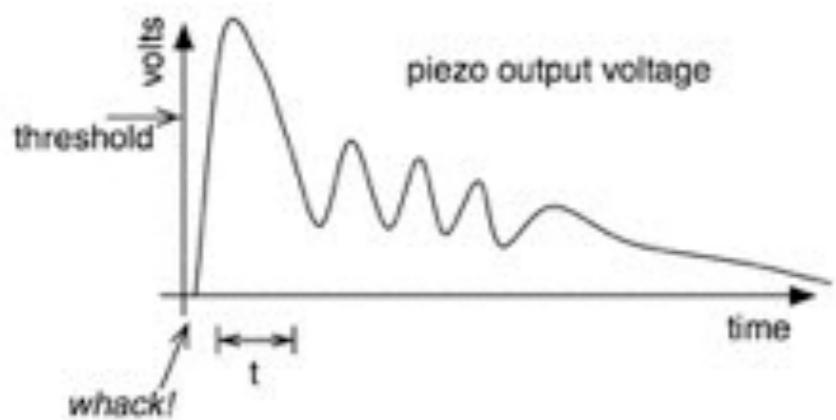


**señal medida podemos modular  
la intensidad de un instrumento  
virtual**

Posibles usos:

- Ayudas auditivas
- Instrumentos Musicales
- Juegos
- Estetoscopios Electrónicos





Detector de  
envolventes

**COMPUTADOR**

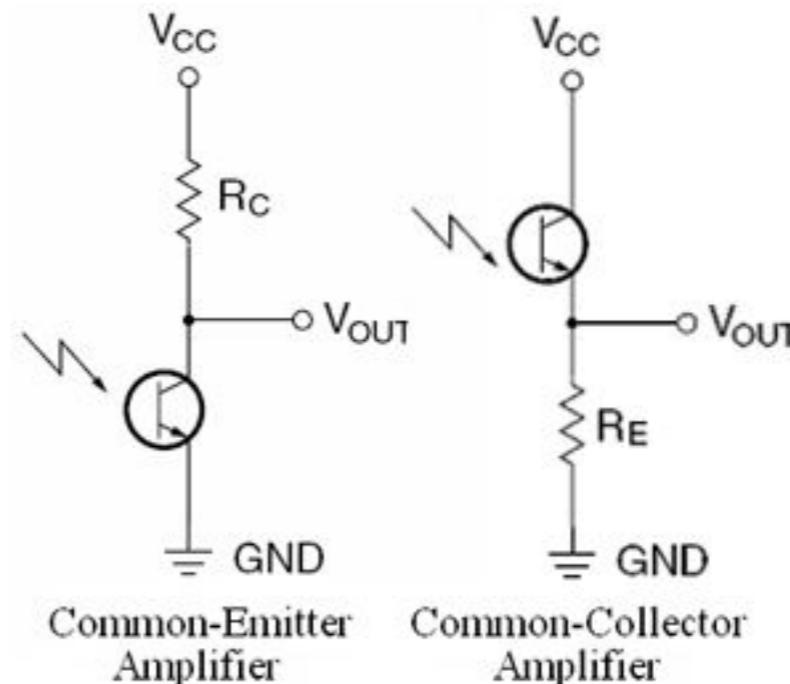
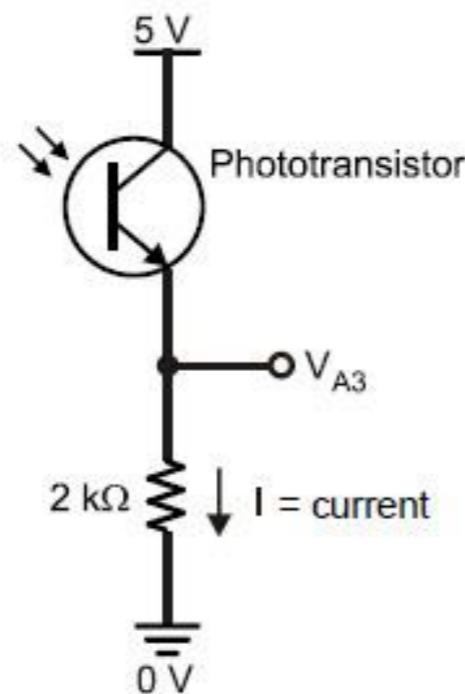
Posibles usos:

- Ayudas para invidentes
- Medidores de actividad Física
- Instrumentos Musicales
- Juegos
- Sensores de lluvia

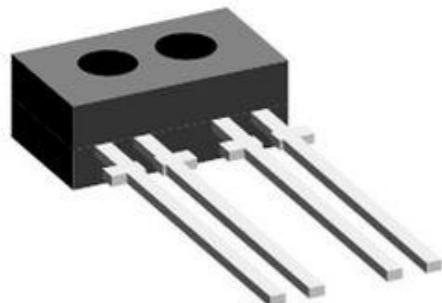
# Sensor Piezo-eléctrico

**Al aplicarle presión produce un voltaje en sus terminales mientras que si se le envía una señal a sus terminales produce sonido.**

# Sensores - Fotodiodos y Fototransistores



Par fotodiodo - fototransistor



Fotodiodo 940nm



Fototransistor 940 nm



# Otros Recursos

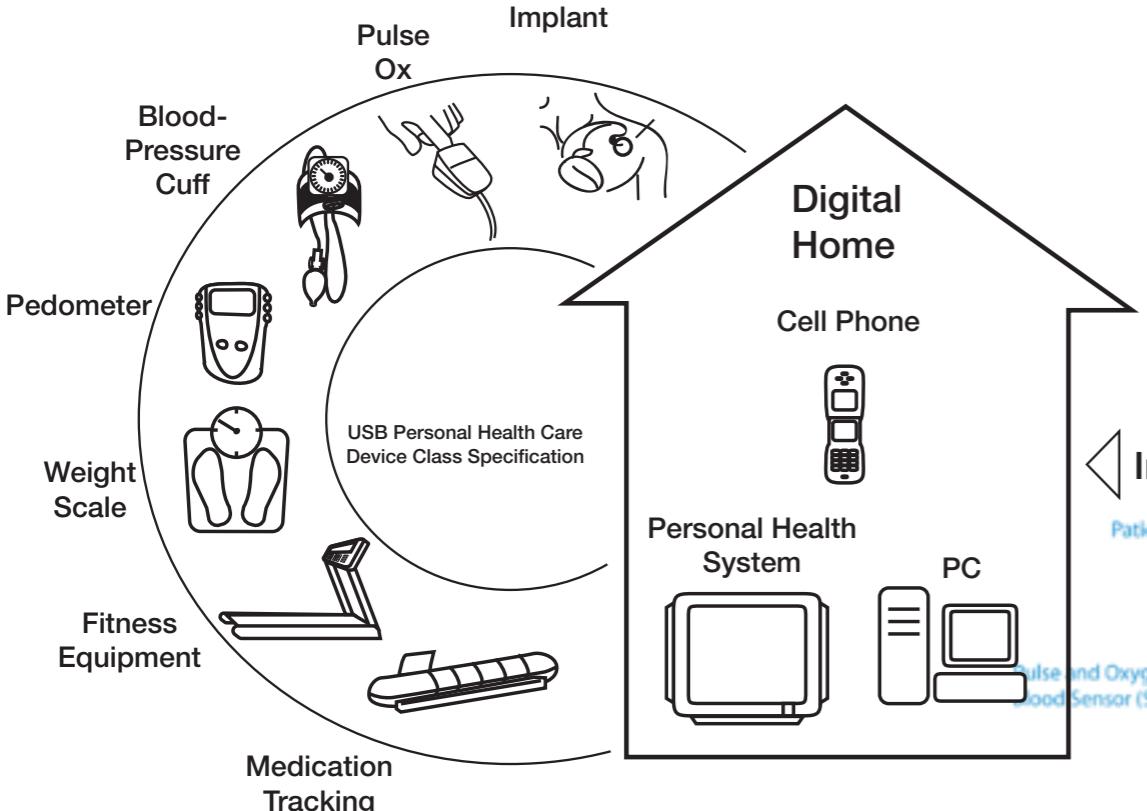
- Emisores y Receptores ultrasónicos de 40kHz.
- Cable de Nichrome. Tiene una resistencia relativamente alta fácil de medir. (Resistencias de los secadores de pelo).
- Emisores y receptores infrarrojos. LEDs, Fototransistores, Foto-resistencias, etc.
- Sensores de Efecto Hall.
- Componentes: OPAM, transistores, resistencias, bobinas, condensadores, etc.
- Lo que puedan conseguir ustedes ( preferiblemente producto de reciclado).
- Programación: Labview, Matlab, **Processing**. DemoQE con Codewarrior. ( ¿**Python**? ¿Pure Data? ¿Android? ¿IOS? ¿Raspberry ¿Py? etc..... en sus computadoras )

# Recuerde

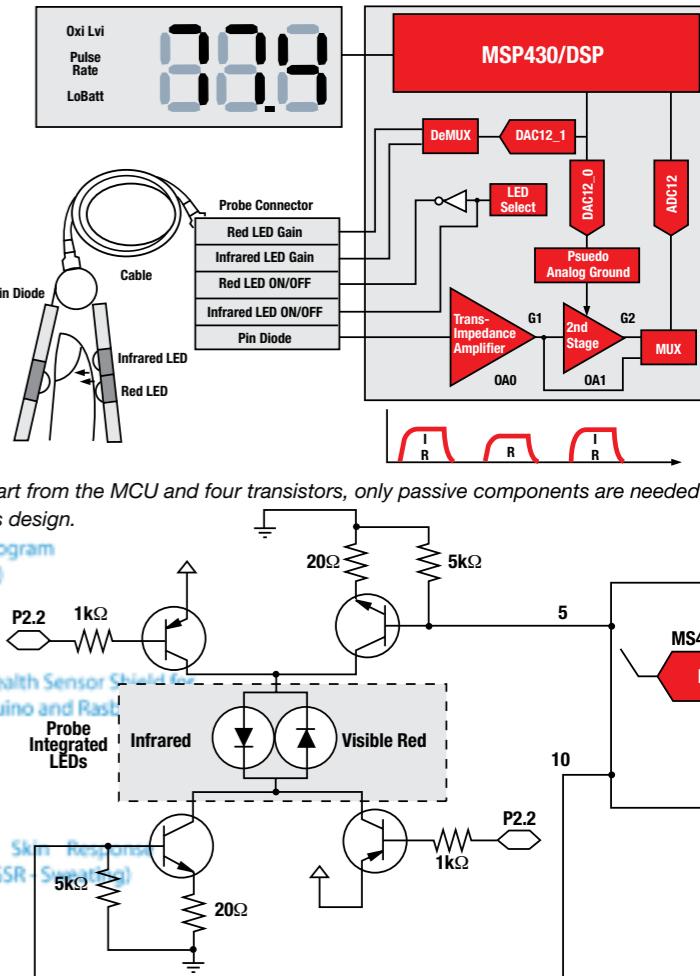
- No resuelvan con “**Hardware**” lo que pueden resolver con “**Software**”. Por algo uno es ““Hard” y el otro es “Soft”.
- Por su cuenta tendrán que realizar los tutoriales de las otras herramientas que ustedes seleccionen para realizar la aplicación final: Labview, Matlab, Processing, PureData, Python, MIDI, IOS, Andoid etc..
- La economía ya no paga a las personas por lo que saben, para eso está Google. Paga por lo que son capaces de hacer con esos conocimientos”.

# Ejemplos

# Sistemas de adquisición de datos biomédicos



# Medicina



**Electro-cardiogramas**

## Espirómetros

Medidores de actividad física

## Oximetría

## Estetoscopios

## Presión sanguínea

Termómetros

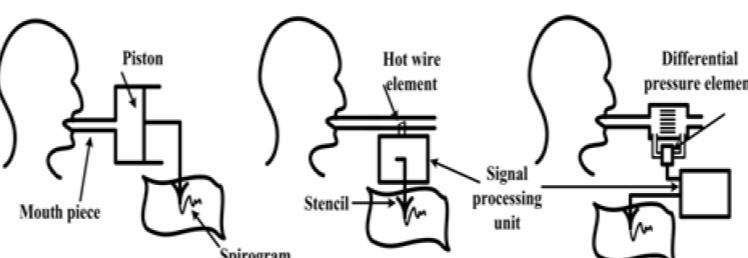
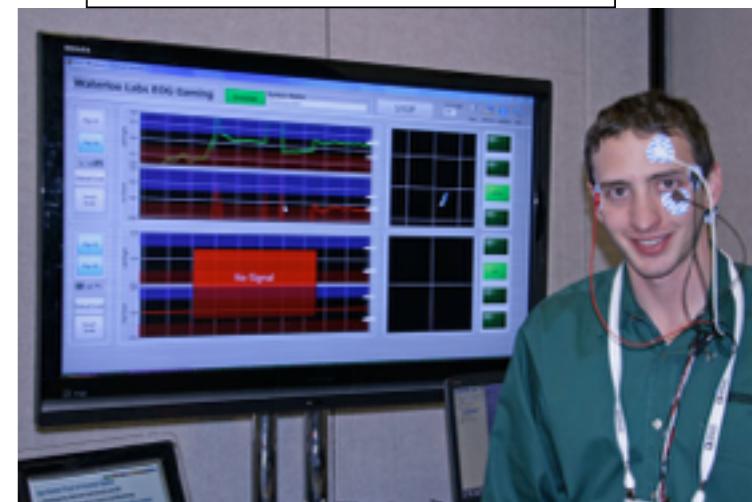
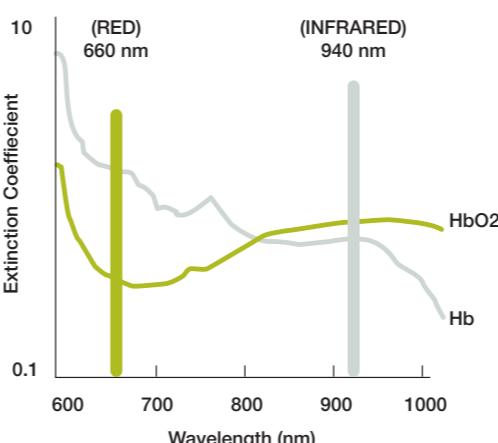


Figure 8-1: Spectrum of Oxyhemoglobin and Deoxyhemoglobin



# Sistema de Adquisición y Transmisión de Señales Biomédicas

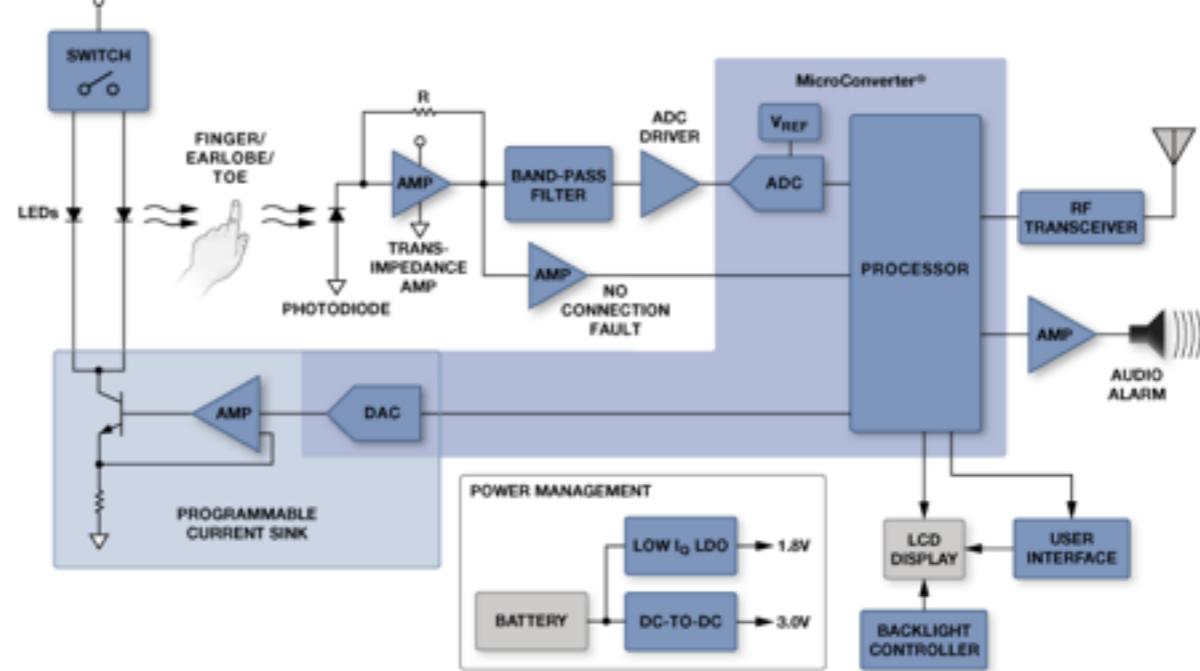
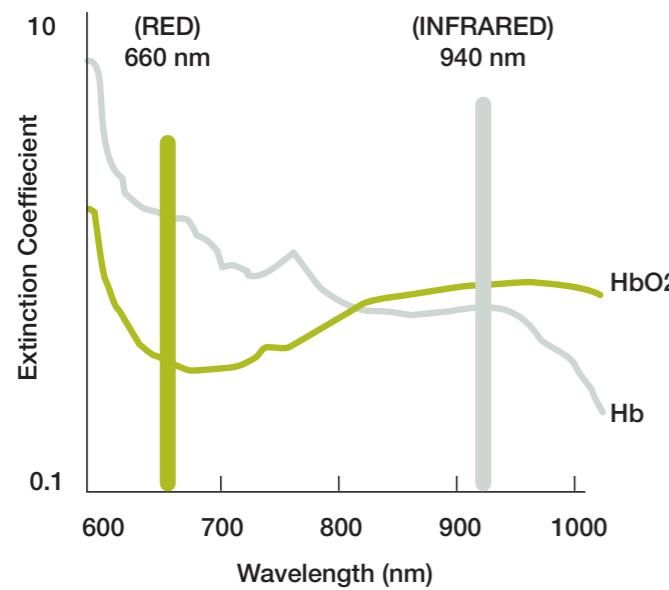
- Cuidado a distancia de pacientes.
- Supervisión del estado físico de deportistas.
- Cuidado de personas de la tercera edad.
- Emergencias.
- Medicina rural.
- etc....etc...

## Cardiovascular System

Blood pressure, direct method	Frequency range: dc to 200 Hz; d.c to 60 Hz usually adequate. Pressure range, arterial: 40 to 300 mm Hg; venous: 0 to 15 mm Hg.
Blood pressure, indirect method, intermittent systolic and diastolic	Auscultatory criterion (Korotkoff Sounds): 30 to 150 Hz usually adequate. Palpatory criterion: 0.1 to 60 Hz. Both require additional signal showing occluding pressure.
Pulse waves, indirect method, peripheral artery	Frequency range: 0.1 to 60 Hz usually adequate. Pulse trace similar to blood pressure, direct but without baseline zero.
Plethysmogram (Volume measurements)	Frequency range: dc to 30 Hz.
Heart rate	Average rate, human: 45 to 200 beats/min; lab animal: 50 to 600 beats/min.
Oximetry	Frequency range: 0 to 60 Hz; 0 to 5 Hz usually adequate
Cardiac output	Frequency range: 0 to 60 Hz; 0 to 5 Hz usually adequate
Electrocardiogram	Frequency range: 0.05 to 100 Hz. Signal range: 10 µV (fetal) to 5 mV (adult).
<b>Bioelectric potentials</b>	
Electroencephalogram	Frequency range: dc to 100 Hz; major diagnostic components lie in <b>range</b> 0.5 to 60 Hz. Normal signal range: 15 to 100 µV.
Electromyogram (primary signal)	Frequency range: 10 to 200 Hz. Pulse duration: 0.6 to 20 ms
Electromyogram (averaged)	An average of the primary signal, after full-wave rectification.
Electroretinogram	Frequency range: dc to 20 Hz adequate. Normal signal strength: 1/2 µV to 1mV.
Electrocardiogram	(See listing under cardiovascular system.)
Electronystagmogram	Direct: frequency range, 0 to 20 Hz Typical signal strength, 100 µV/10° eye movement. Derivative or velocity: frequency range, 0 to 20 Hz. Signal derived from direct reading.

## Respiratory system

Flow rate (pneumotachogram)	Frequency components to 40 Hz. Normal flow range: 250 to 500 ml/s; maximum 8 liters/s.
Breathing rate calculated from record (with approximate relative respiratory volume)	Average rate: human, 12 to 40 breaths/min; lab animal, 8 to 60 breaths/min
Tidal volume (measured per breath or integrated to provide volume/min)	Typical volume, adult human: 600 ml/breath; 6 to 8 liters/min.
CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O or halothane concentration in respired air	Normal range, CO <sub>2</sub> : 0 to 10%; end-tidal CO <sub>2</sub> , human: 4 to 6%. N <sub>2</sub> O: 0 to 100%. Halothane: 0 to 3%.
Dissolved gases and pH Partial pressure of dissolved O <sub>2</sub> in vivo or in vitro	Frequency range: dc to 1 Hz usually adequate. Normal measurement range: 0 to 800 mm Hg P <sub>O2</sub> . Hyperbaric P <sub>O2</sub> range: 800 to 3000 mm Hg.
pH, in vitro	Signal range: 0 to 700 mV covers pH range.
Partial pressure of dissolved CO <sub>2</sub> , <i>in vitro</i>	Normal signal range: 0 to 150 mV covers range from 1 to 1000 mm Hg PCO <sub>2</sub> .



- Oximetría. (% de Hemoglobina saturada con oxígeno).



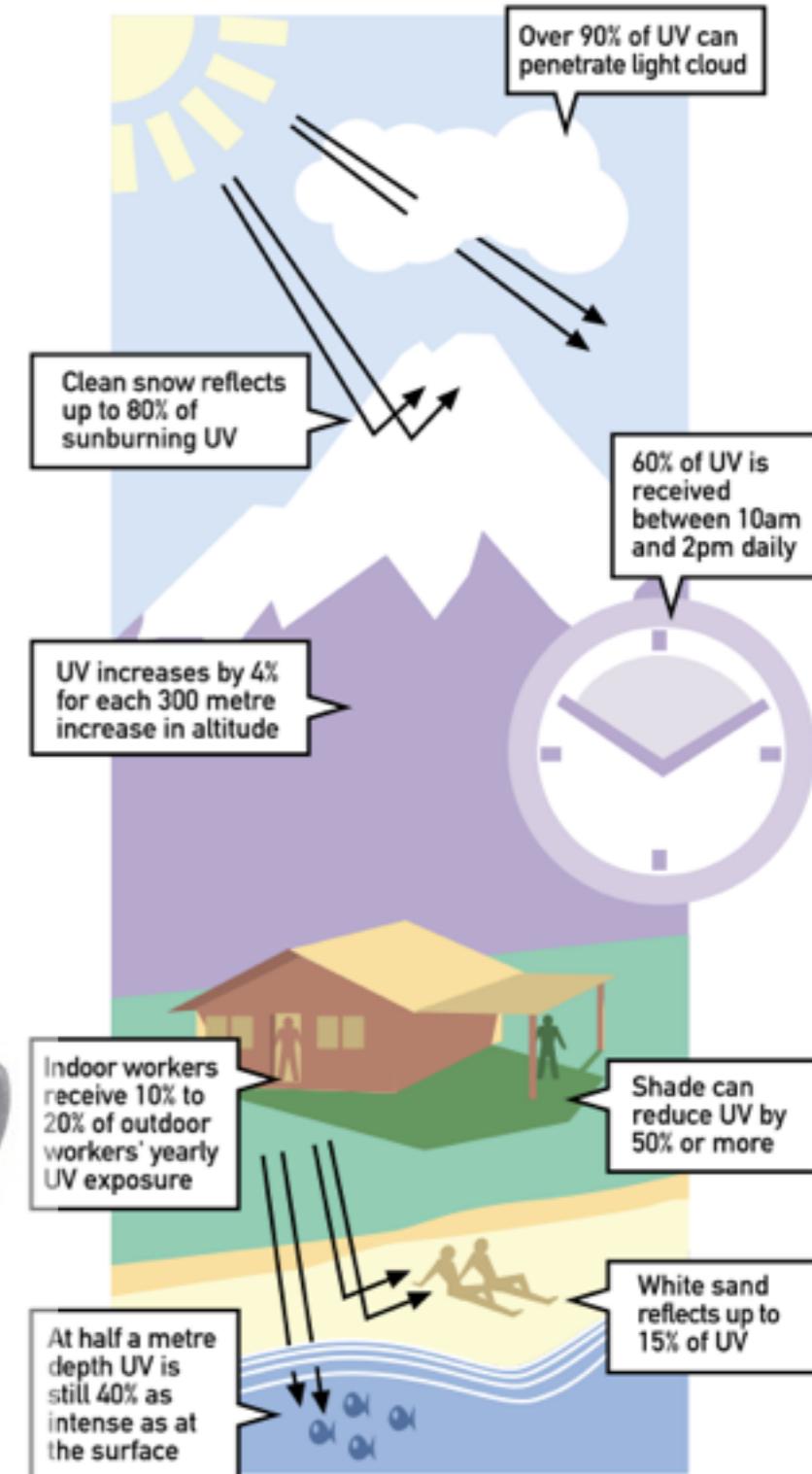
Frecuencia respiratoria.  
Estetoscopio Digital.





ADAM

- Temperatura corporal.
- Contador de pasos y distancia.
- Estimado de Calorías quemadas.
- Detectores de movimiento y posición
- Sudoración
- Dosímetro de UV.



- Presión Sanguínea.
- Espirómetro



Figure 12-2: Spirometer

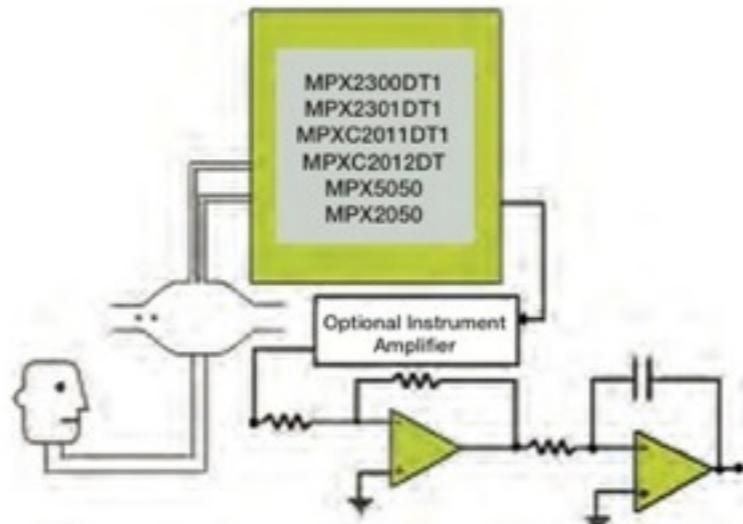
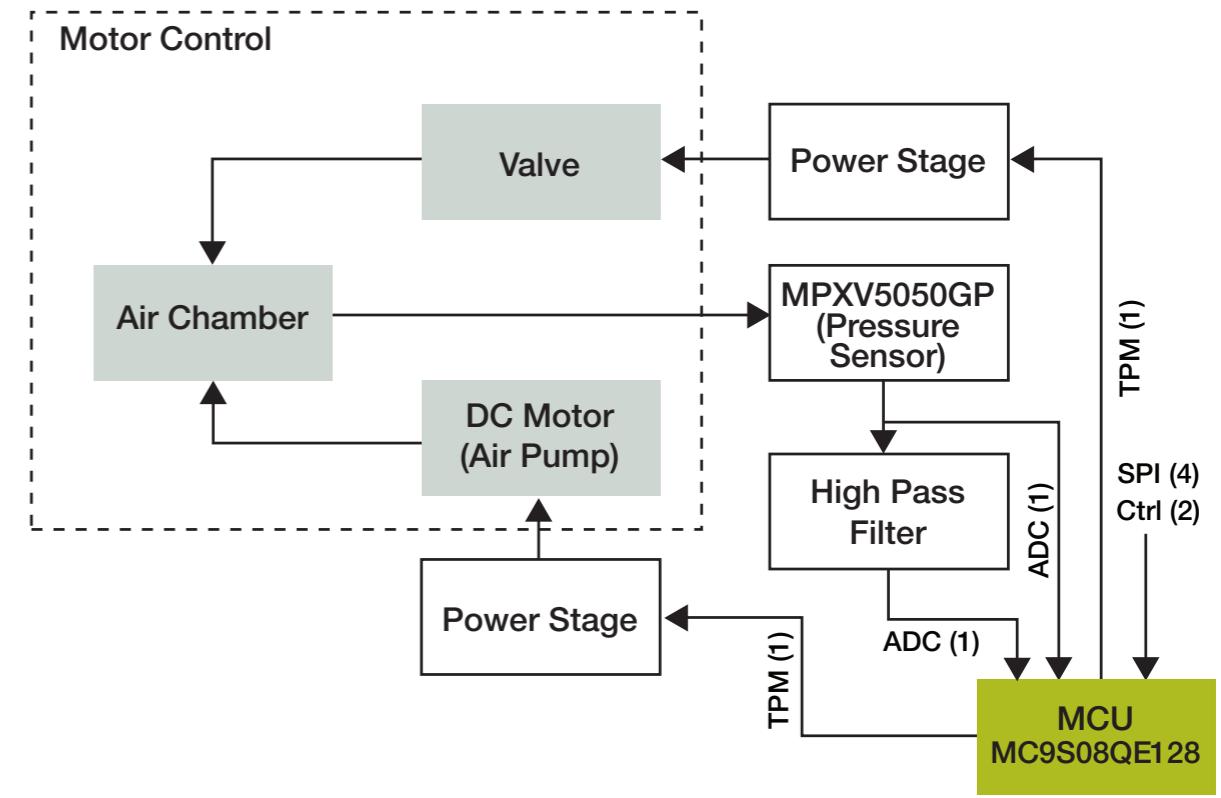
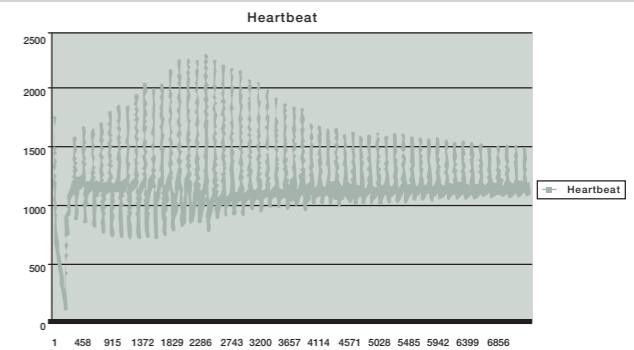


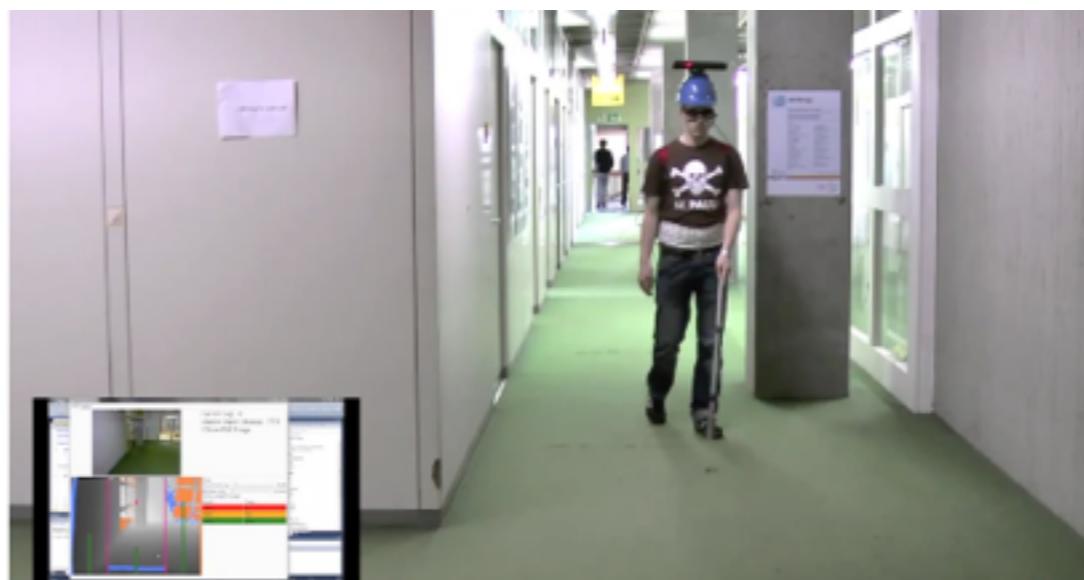
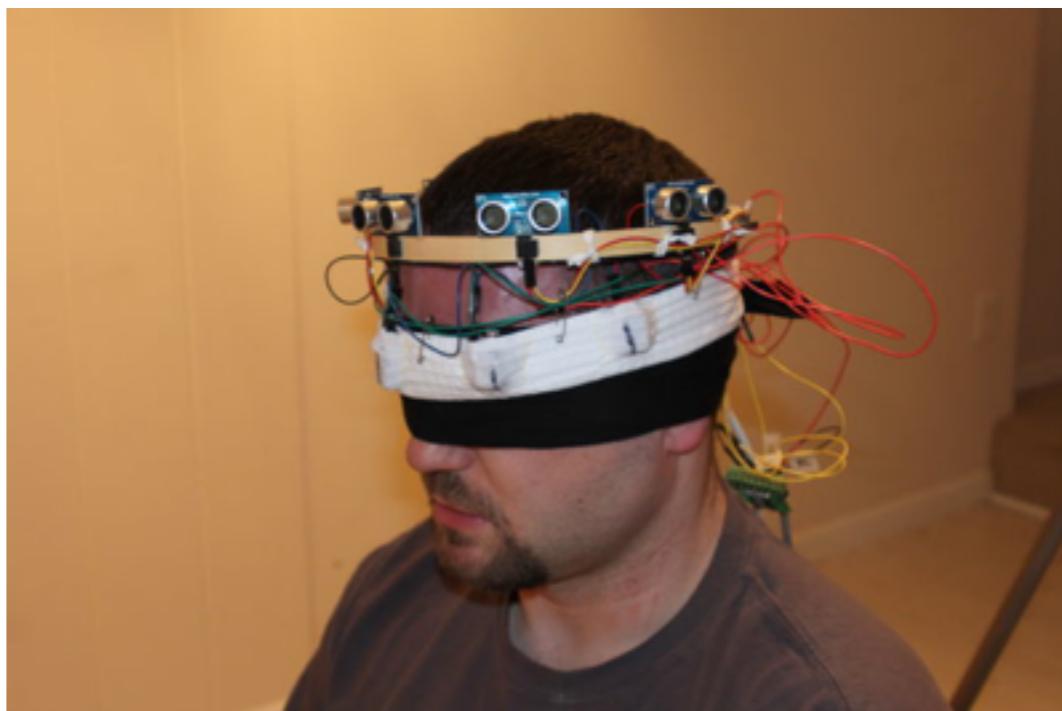
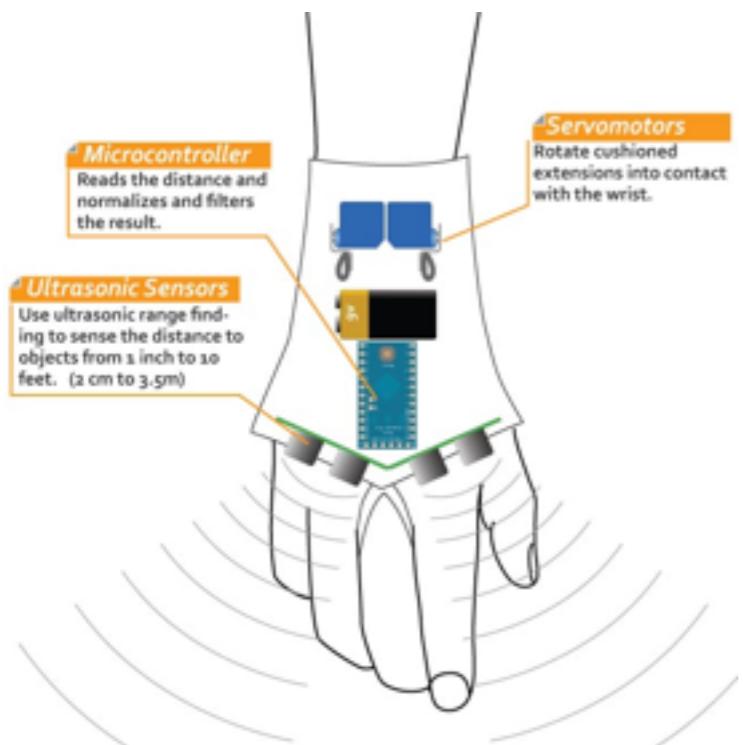
Figure 4-2: Heartbeat Signal



Figure 4-3: Heartbeat Over Time



# Ayudas Electrónicas para personas discapacitadas



# Estaciones Meteorológicas

- Dirección y Velocidad del viento 1m/s a 40m/s



- Temperatura ambiente -10°C a 50°C

- Presión Atmosférica milibar

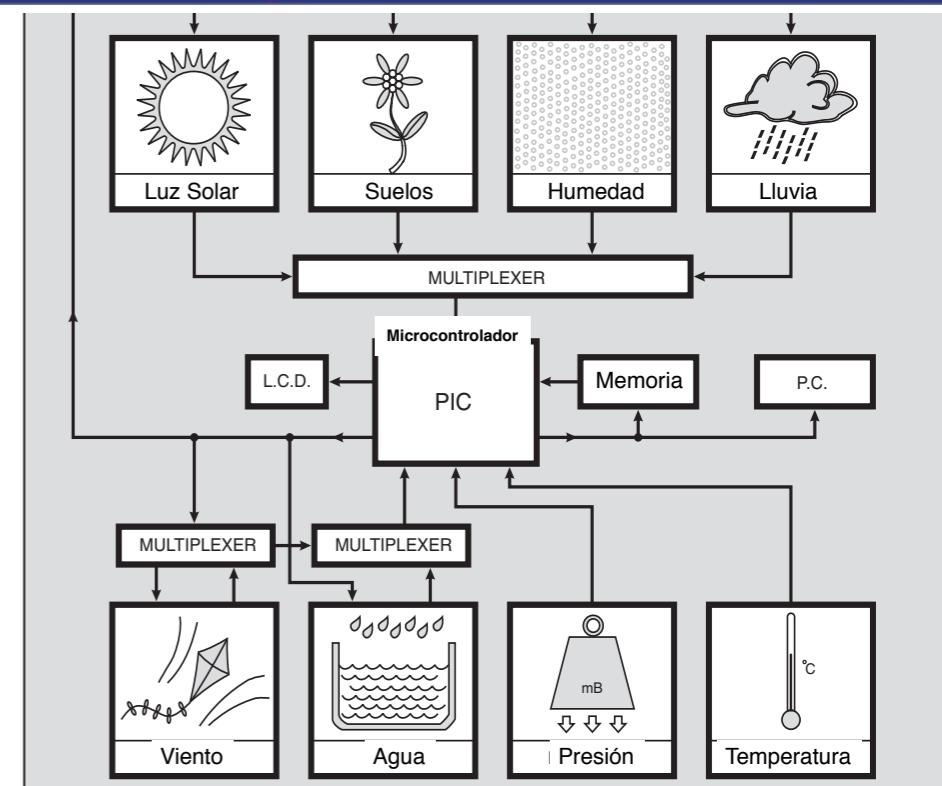
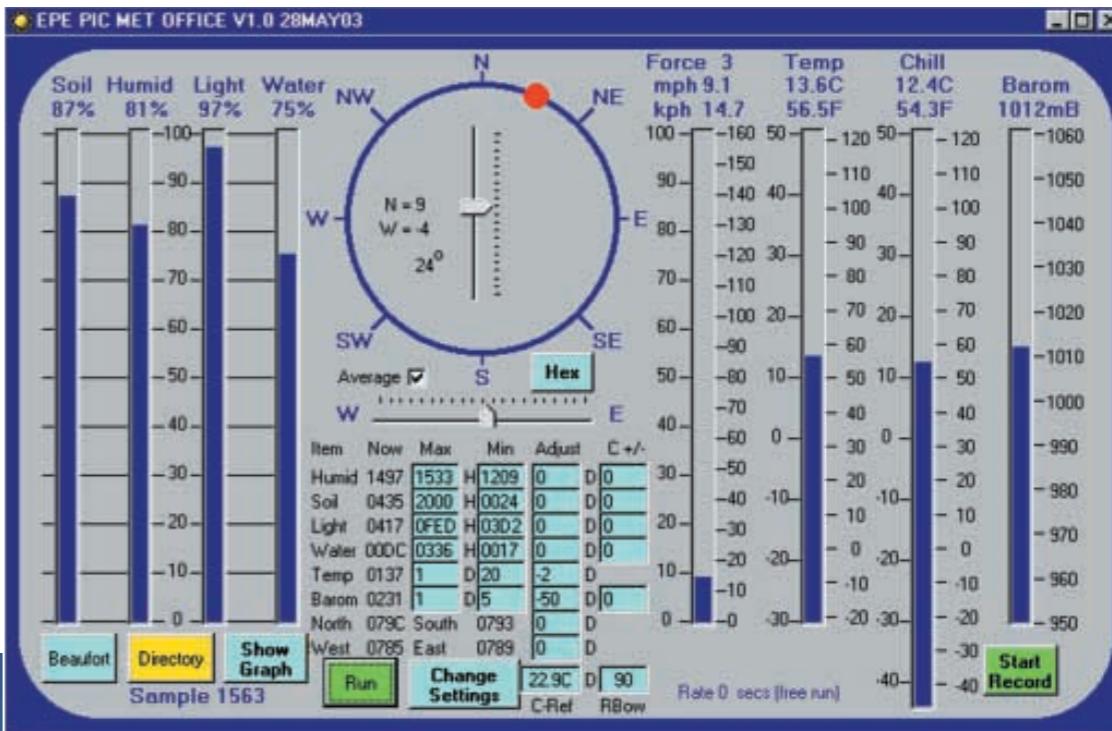
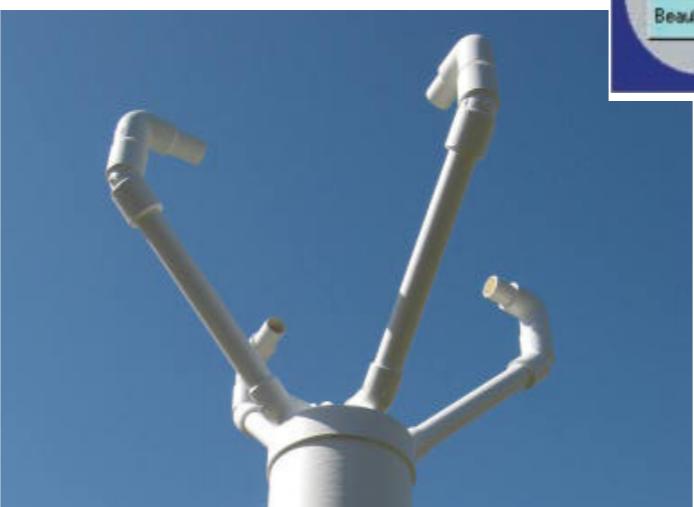
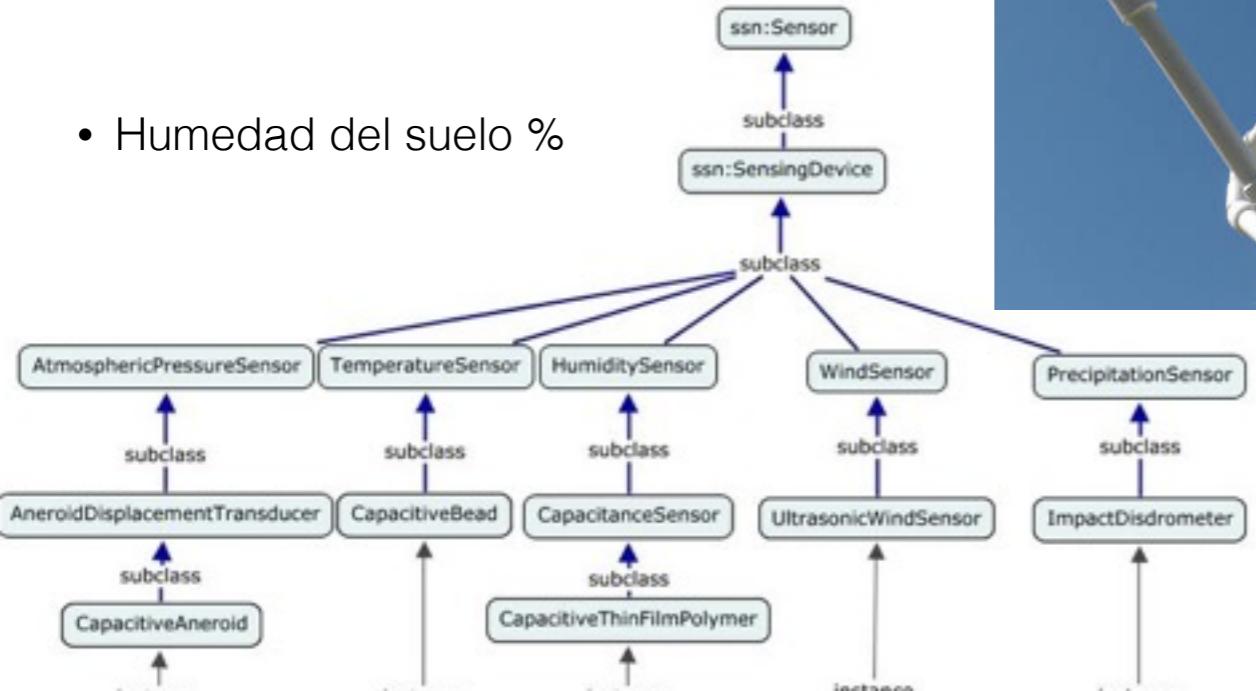
- Humedad relativa 0 a 100%

- Tasa de Lluvia mm/hora mm/día mm acumulados

- Radiación Solar w/m<sup>2</sup>

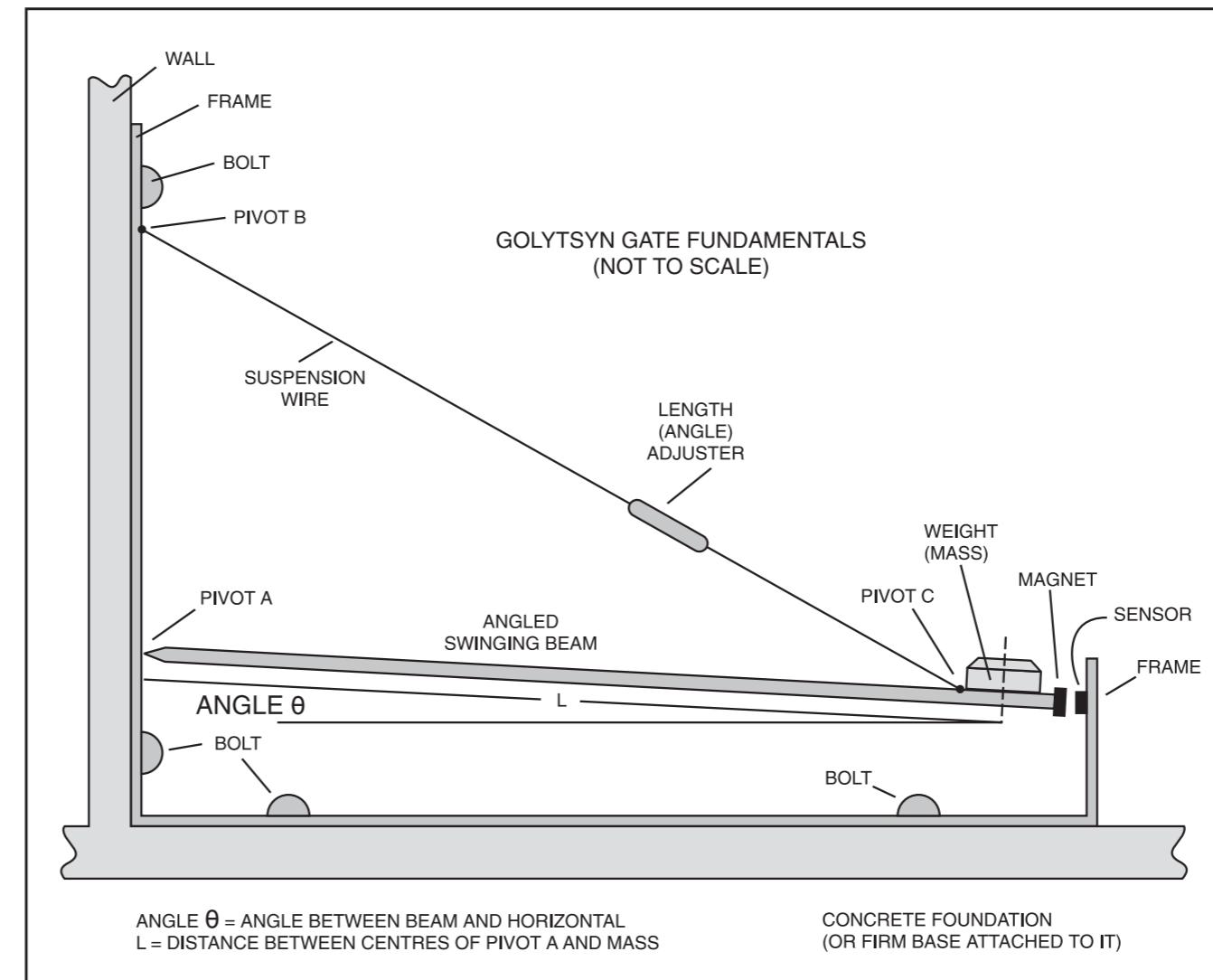
- Factor de evaporación mm

- Humedad del suelo %

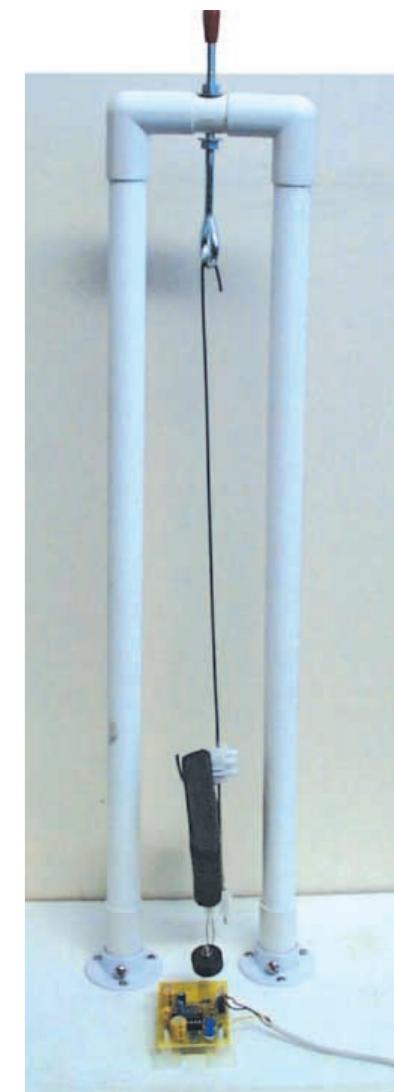
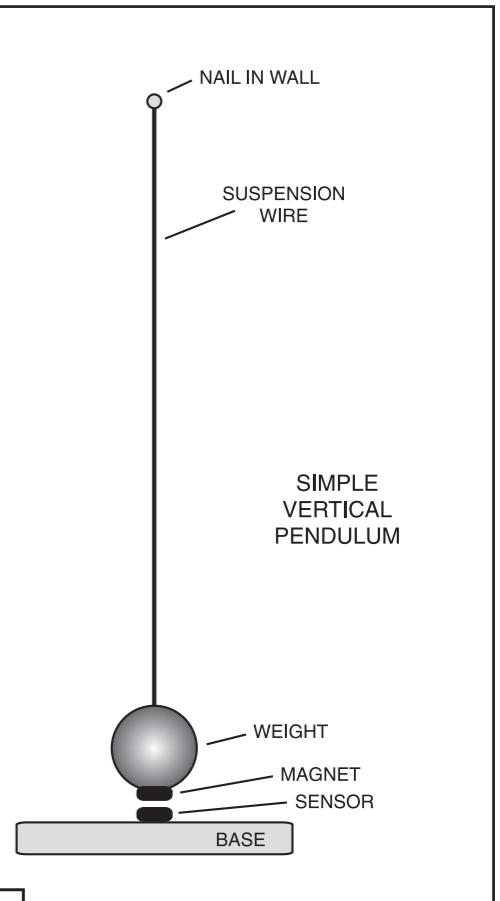


# Otras variables

- Nubosidad
- Visibilidad
- Sismógrafo

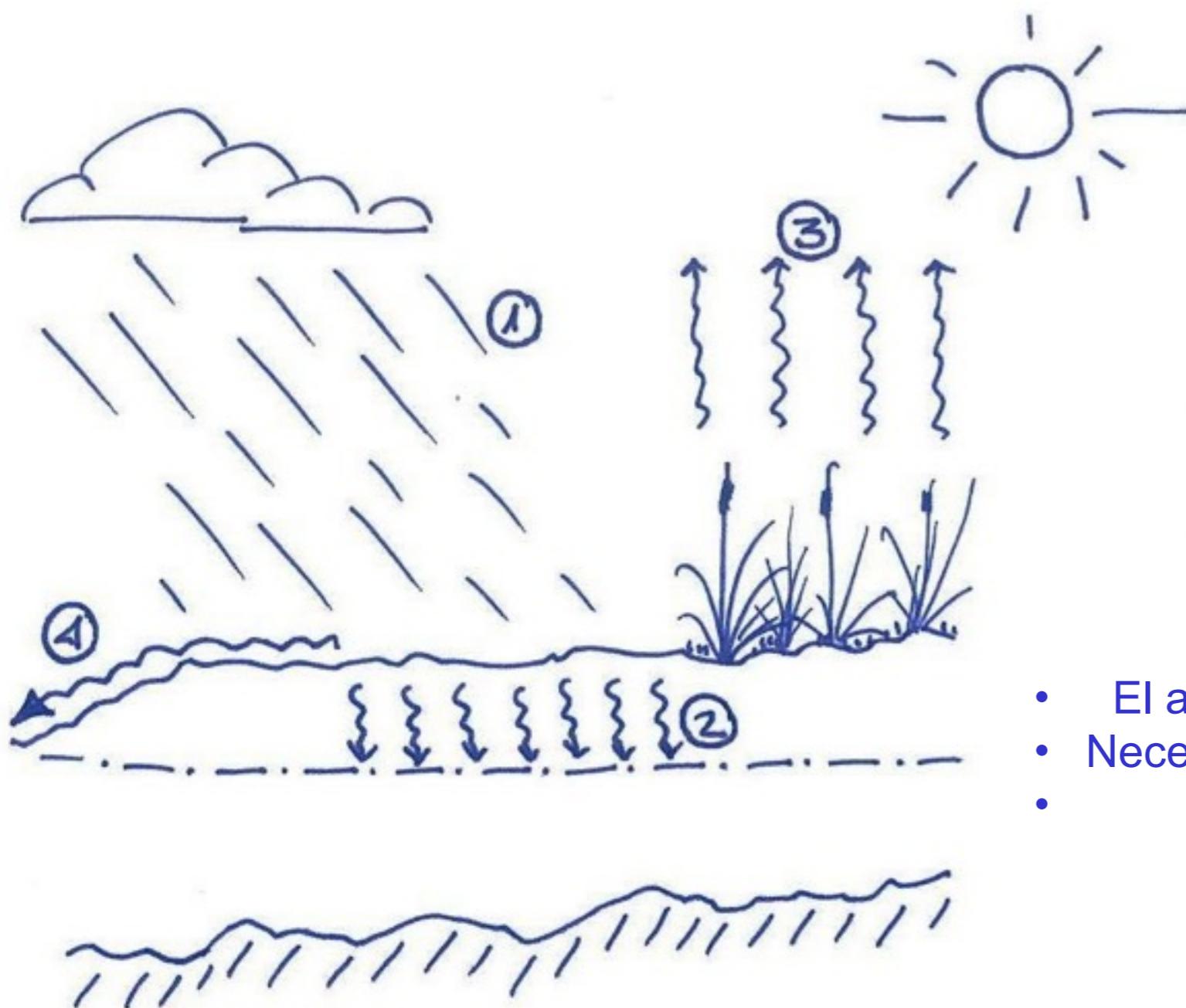


*Fig.2. A Golitsyn Gate type of pendulum for sensing seismic activity.*





# ArduDrop 1.1



① PRECIPITACIÓN

② PERCOLACIÓN

③ EVAPOTRANSPIRACIÓN

④ ESCORRIENTÍA

] ENTRADAS

] PERMEDIOS

] SAIDAS

- El agua como recurso natural imprescindible
- Necesidad de realizar una gestión responsable
- Valoración de las necesidades



# ArduDrop 1.1

## Condicionantes/Requisitos:

Bajo coste / Mantenimiento / Logística

Medición de datos ambientales básicos:

**Temperatura del aire**

**Humedad ambiental**

**Humedad del suelo**

**Precipitaciones**

**Velocidad del viento**

**Radiación incidente**

**Temperatura al sol**

**Flujo térmico**

**Longitud del día**

Almacenamiento de datos y fácil acceso a los mismos

**Sistema autónomo**



# ArduDrop 1.1

## Componentes:

### Sensores:

Temperatura del aire (1.0) : SH15 ( DHT11)

Humedad ambiental (1.0) : SH15 ( DHT11)

Humedad del suelo (1.0) : [DIY]

Intensidad de la lluvia (1.0) : piezo [DIY]

Temperatura al sol (1.0) : DS18B20

Longitud del día (1.0) : LDR PDV-P9203 10K

Flujo térmico (1.1) : DS18B20

Almacenamiento de datos: microSD 2 Gb

Microcontrolador:

Arduino Duemilanove



# Instrumentos Musicales Electrónicos

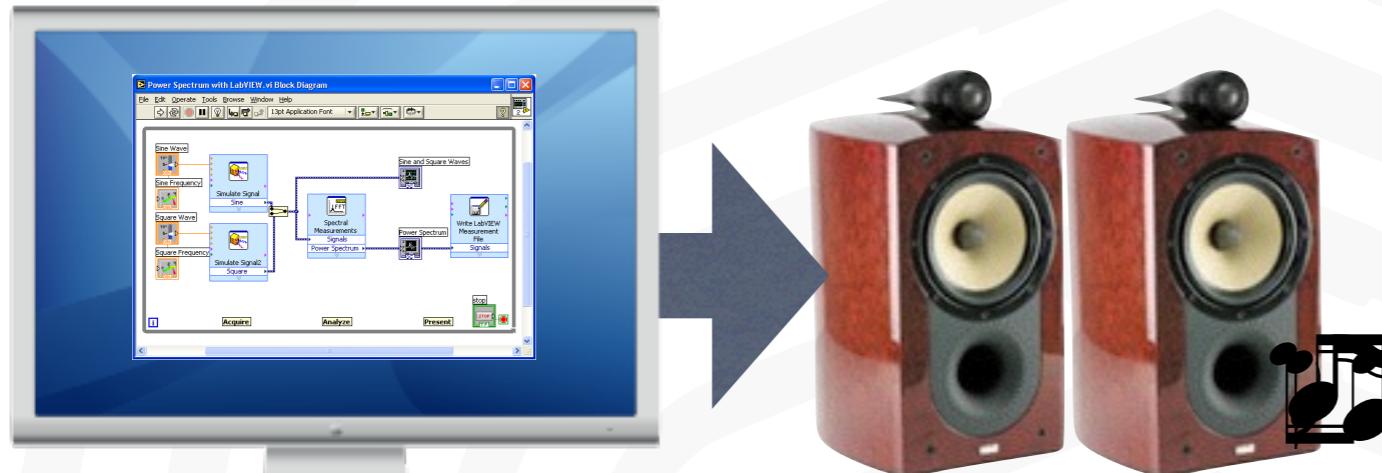
- Cuerda
  - Punteada: Guitarra, Mandolina, Arpa. etc.
  - Frotada: Violín, Cellos, Contrabajos. etc.
  - Percutida: Piano.
- Viento: Trompetas, Trombones, Flautas, etc
- Percusión
  - Armónicos: Xilófono, marimba, campanas
- No armónicos: Bombos, Tambores, baterías, etc.



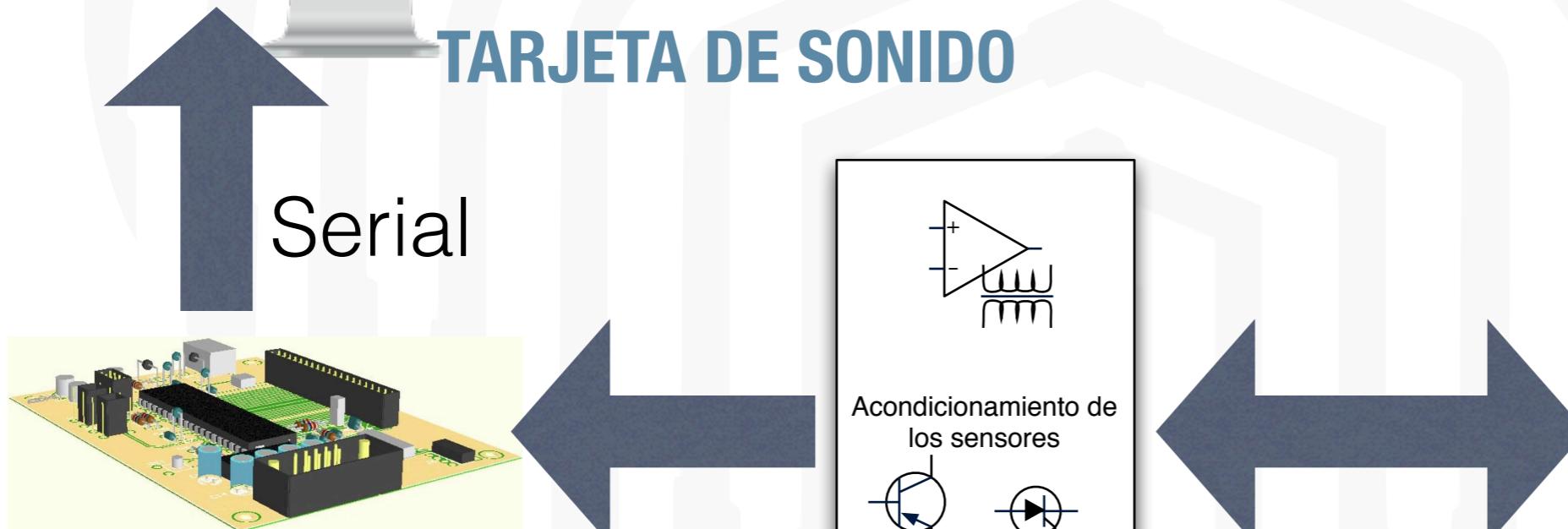
<http://projectgus.github.io/hairless-midiserial/>

# DIME-NC

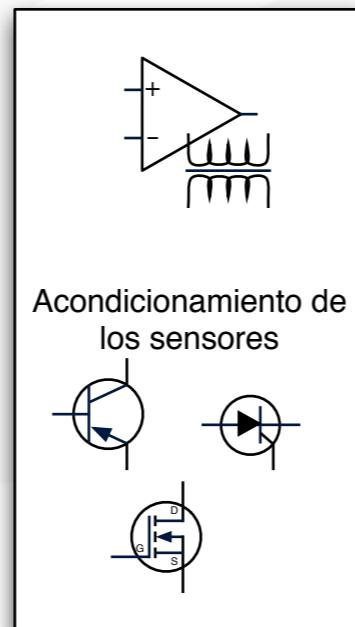
## MIDI APLICACIÓN



## TARJETA DE SONIDO



## MICRO



## INSTRUMENTOS

### Sensores

Micrófonos Electret

Sensores Piezoeléctricos

Medidores de Distancia

Interruptores

Sensores de contacto

Sensores ópticos

Antenas

Bobinas

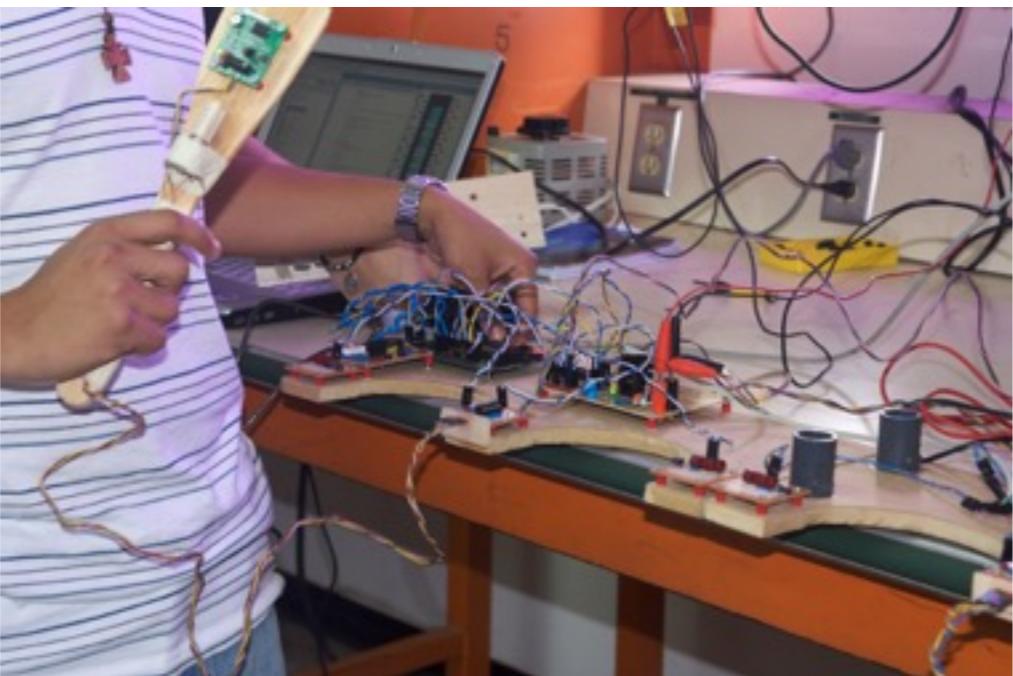
Potenciómetros lineales

Medidores de capacitancias

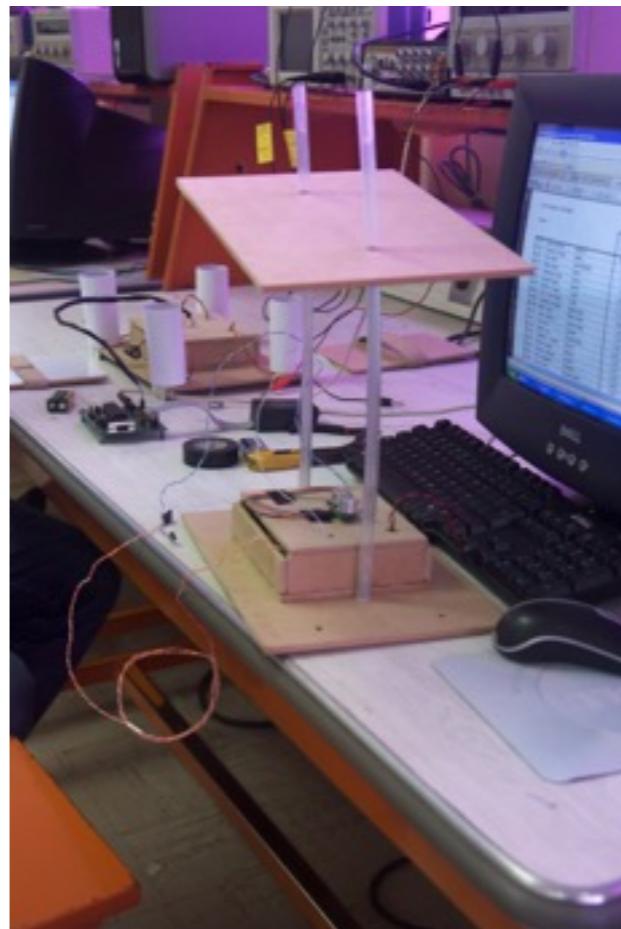
Efecto Hall

Etc.....

Baterias



¿ Piano ?

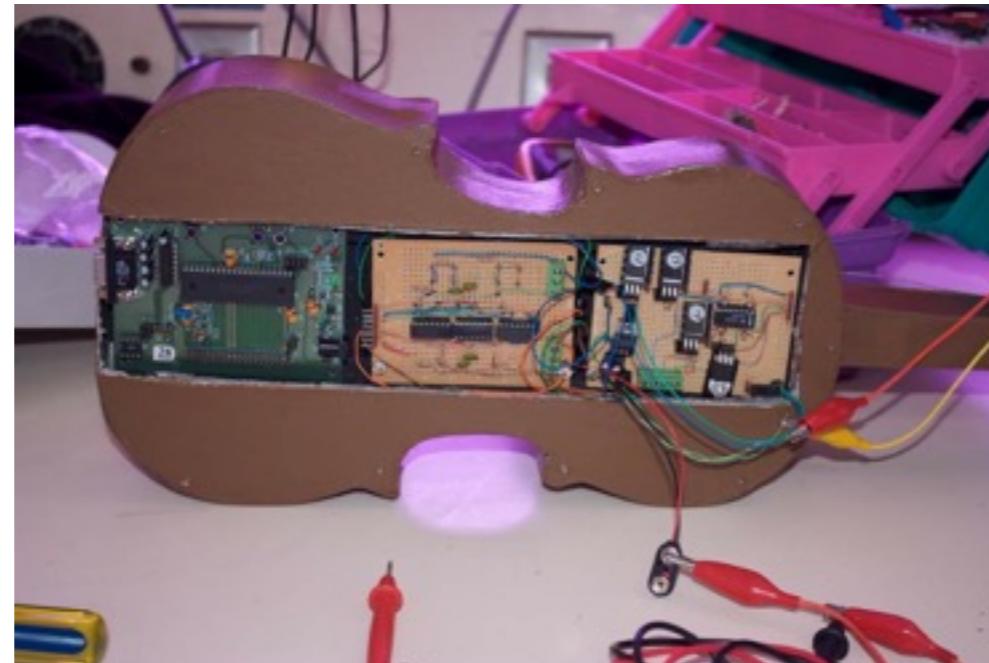


Acordión

Contrabajo

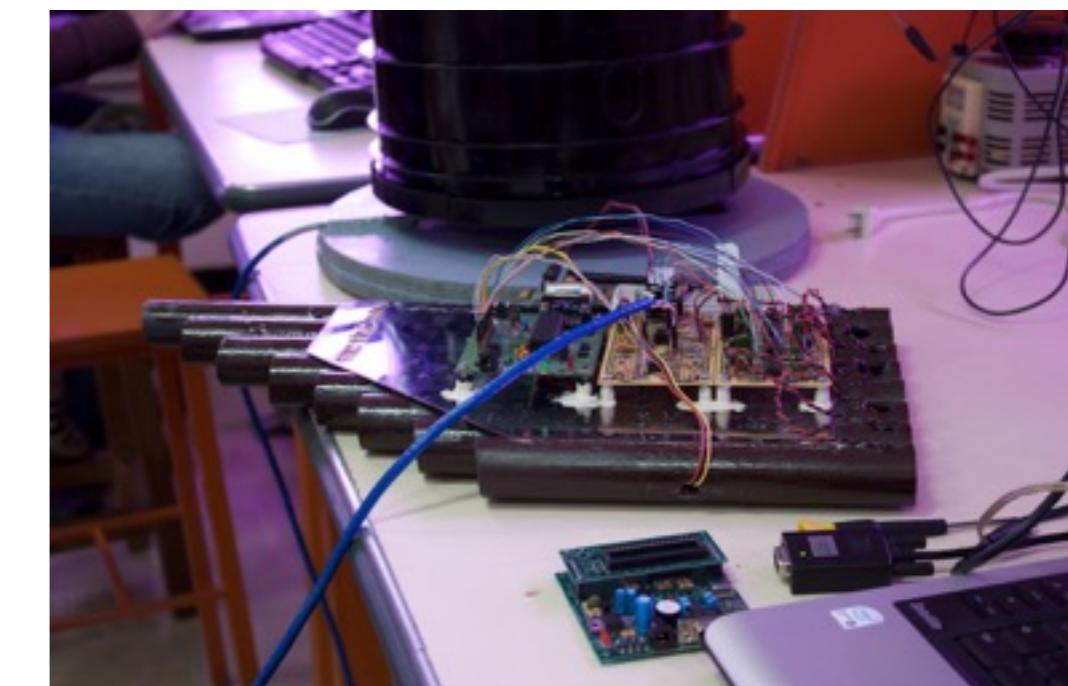
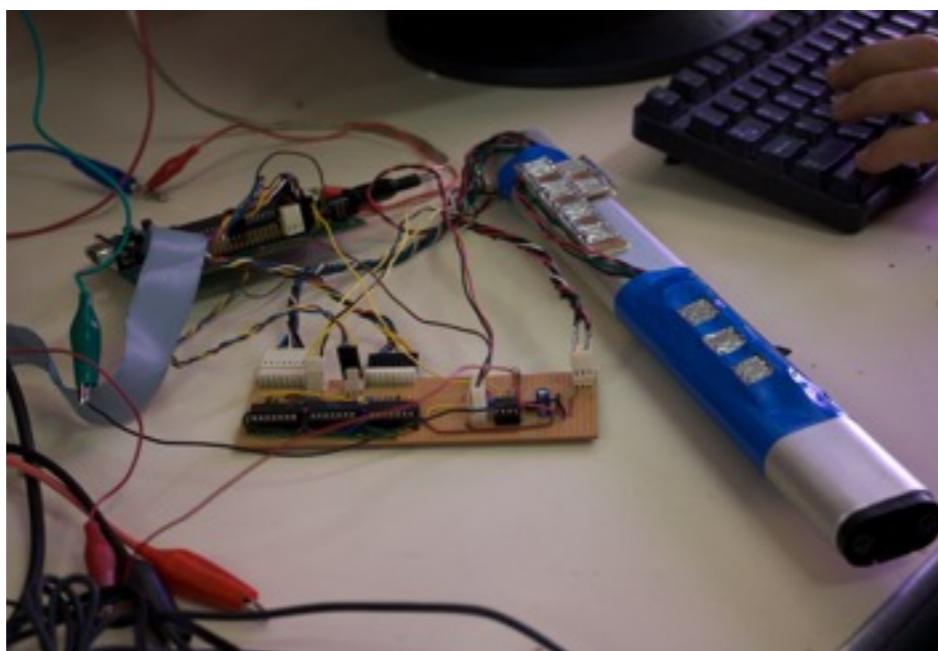


Violin



Cuerdas de Nichrome ¿Arco?

Flautas

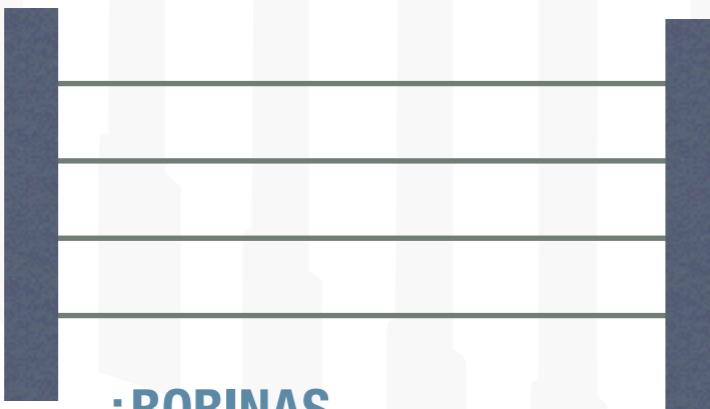


Micrófono y sensores de contacto

¿Como diseñaría un instrumento de cuerda tipo cuatro o guitarra?

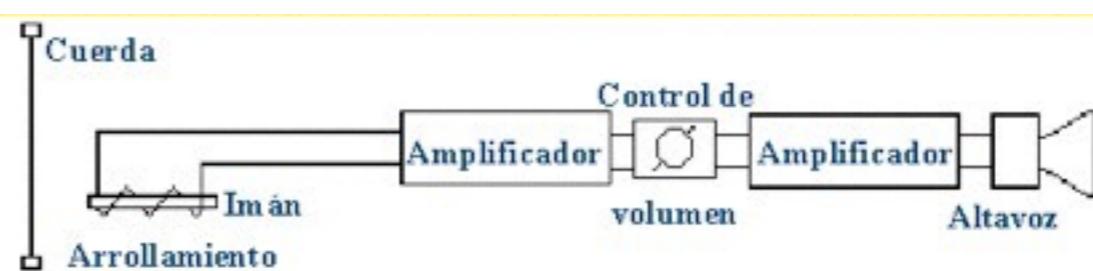
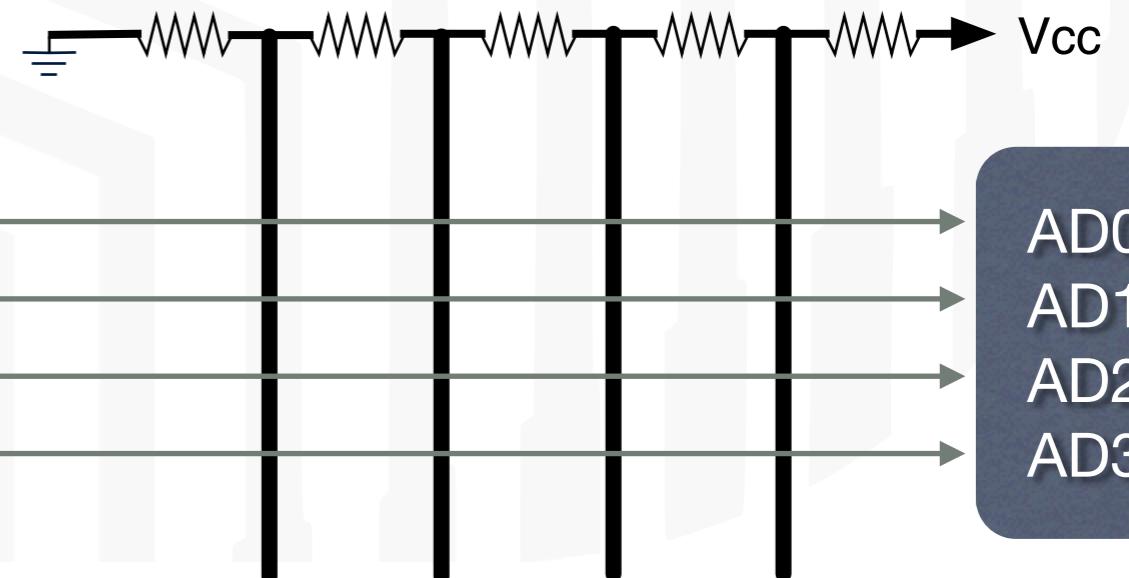


## ¿COMO DETECTAR LA AMPLITUD?

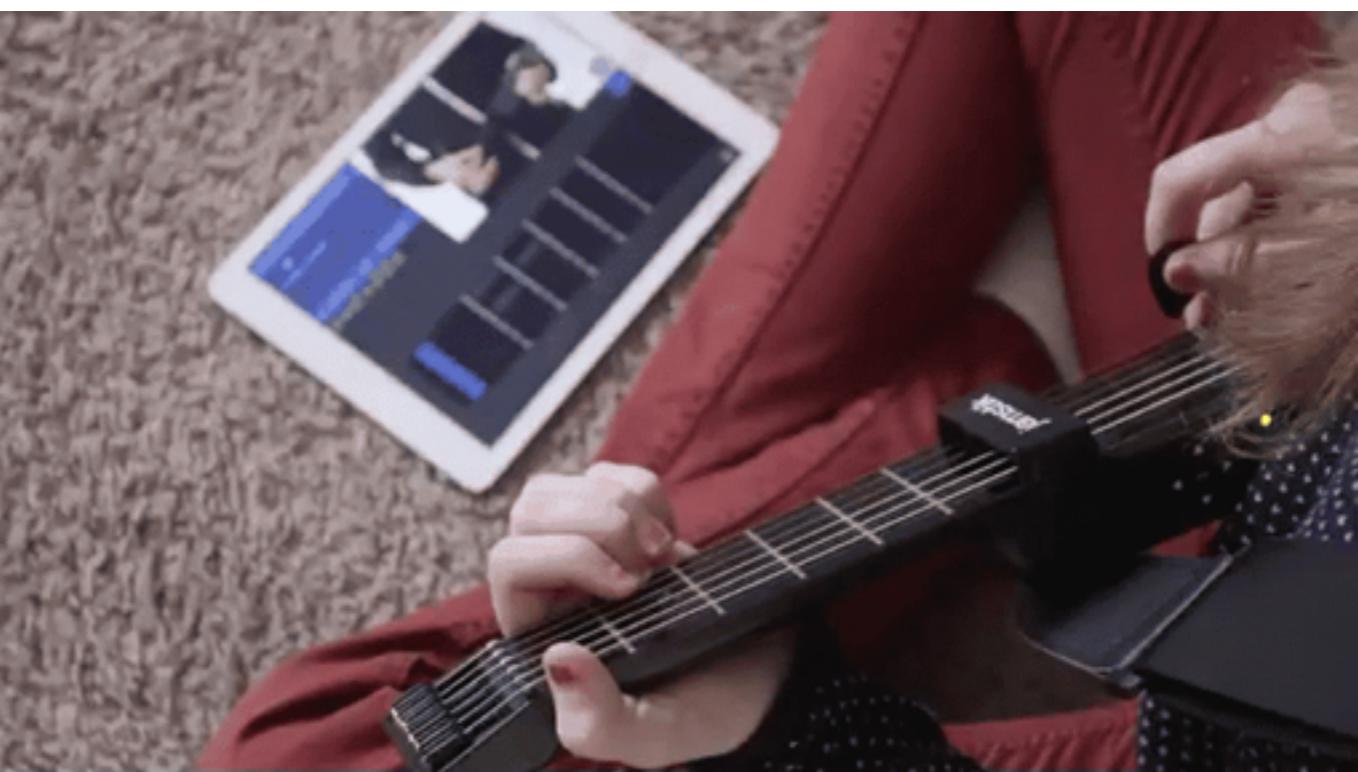


¿BOBINAS.

DETECTOR DE CAMPOS ELÉCTRICOS,  
EFECTO HALL,  
OPTOELECTRÓNICOS, ETC?

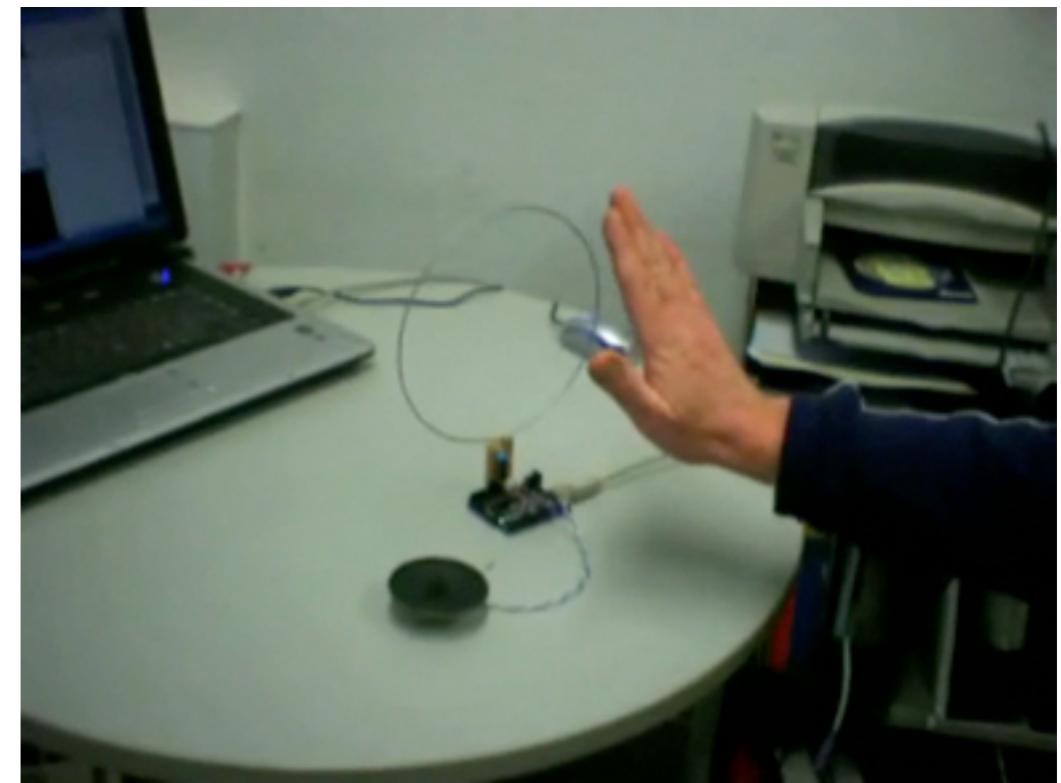
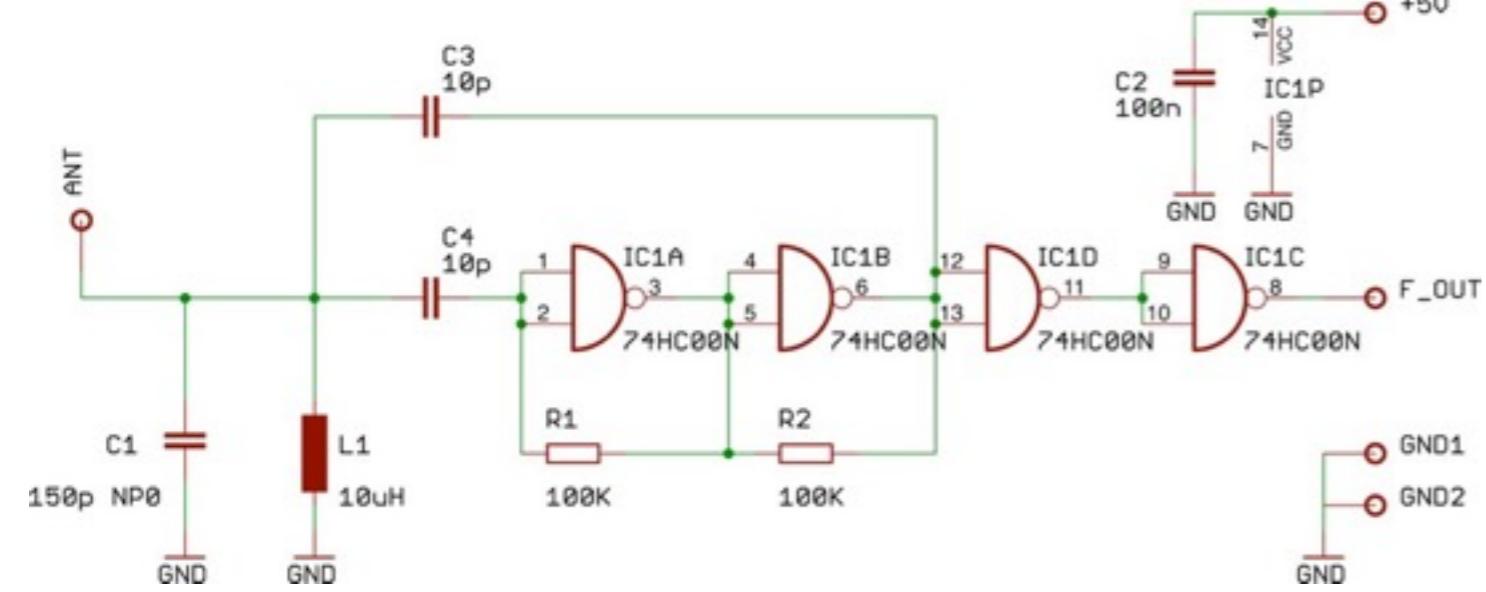
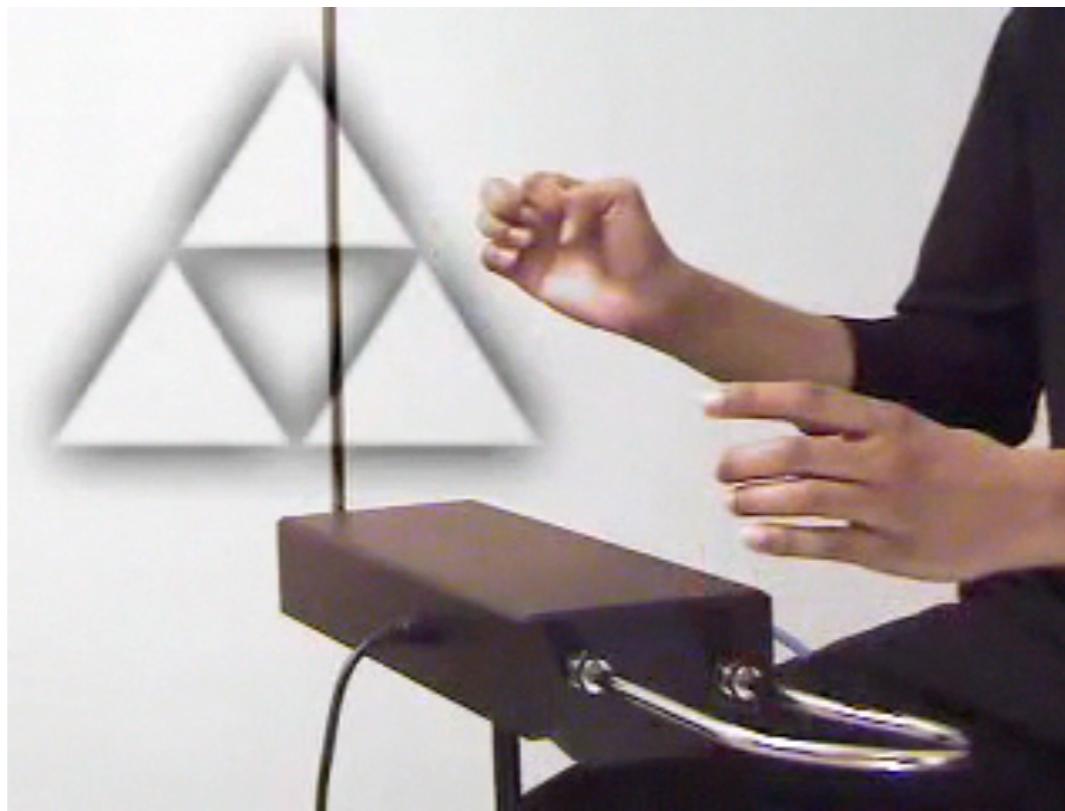


## NOTAS





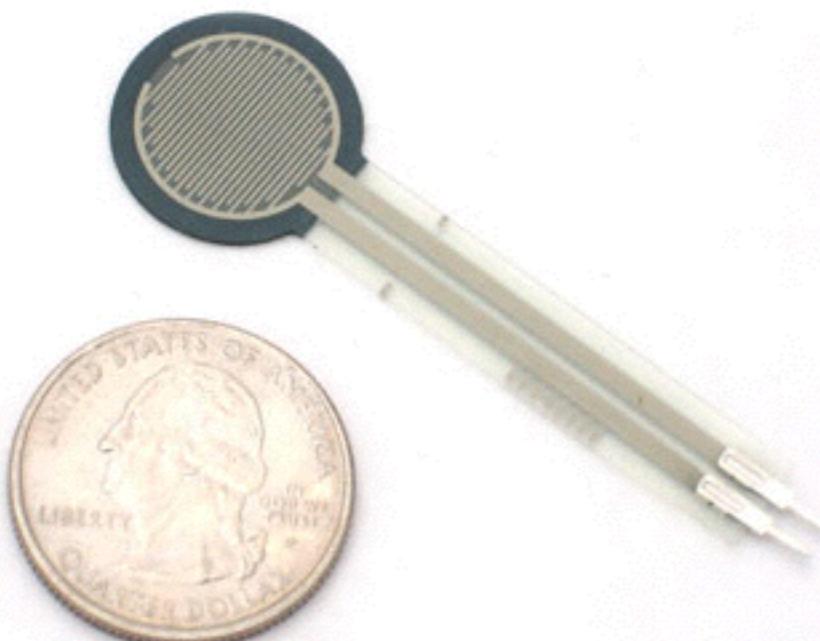
# Theremin



Hall effect sensor



Flex (bend) sensor



Force-Sensitive Resistor (FSR)

Arpa Laser

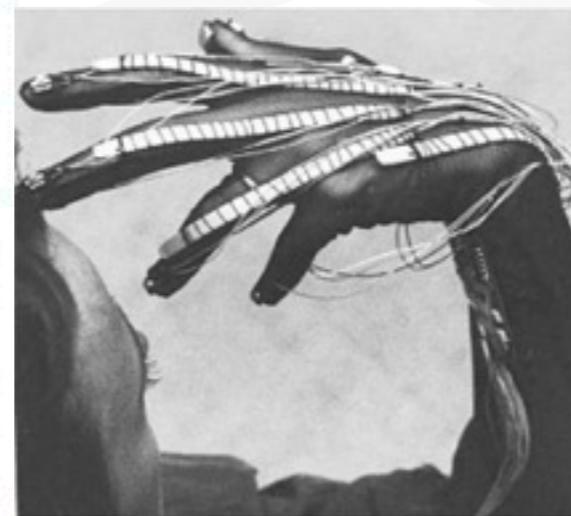
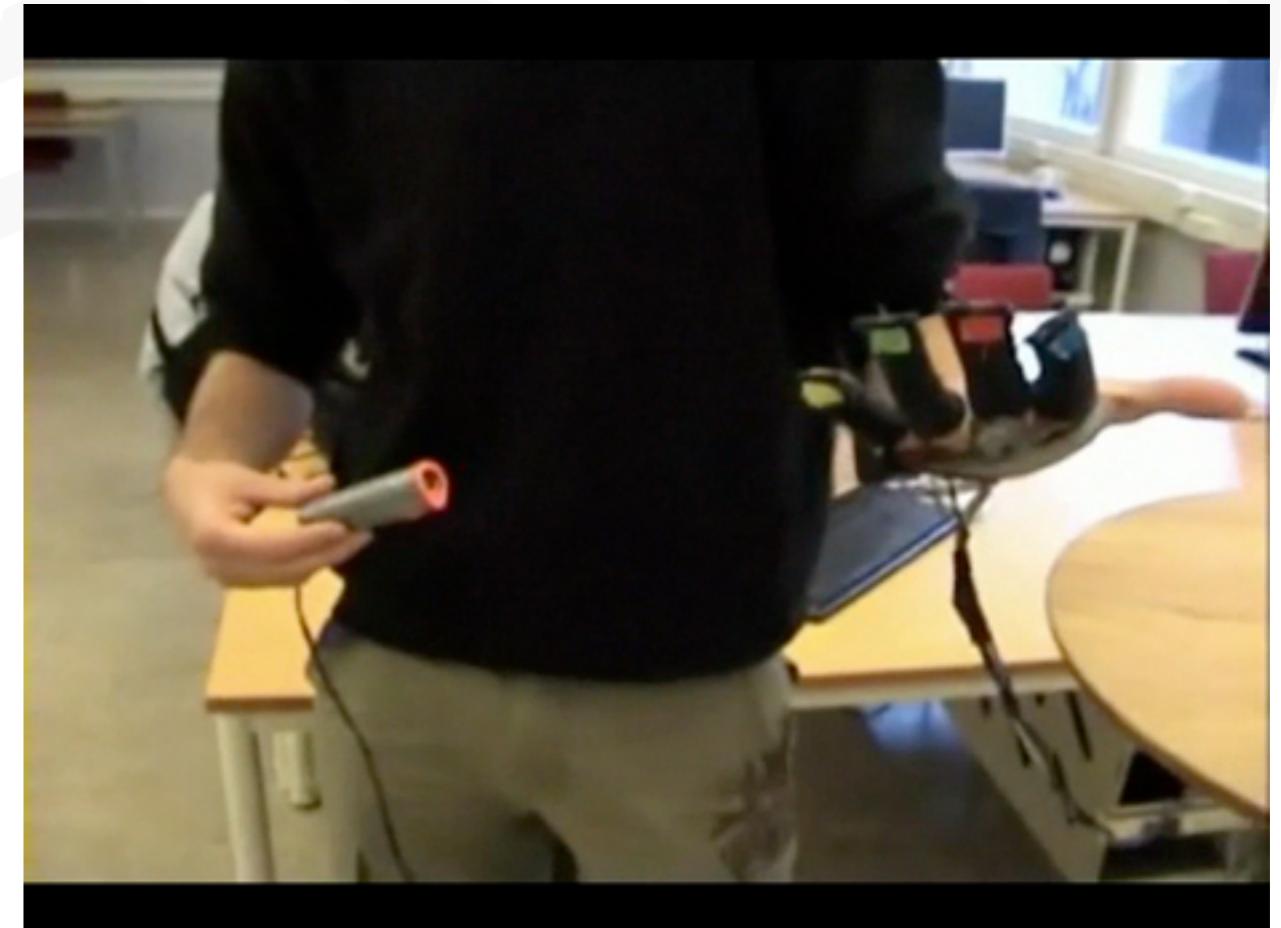
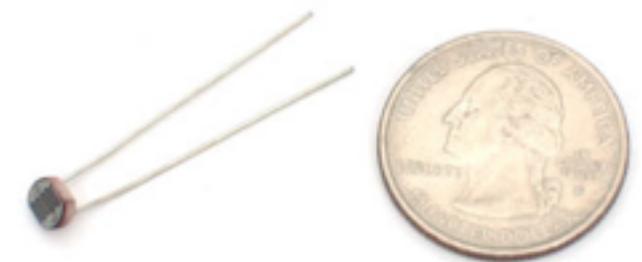
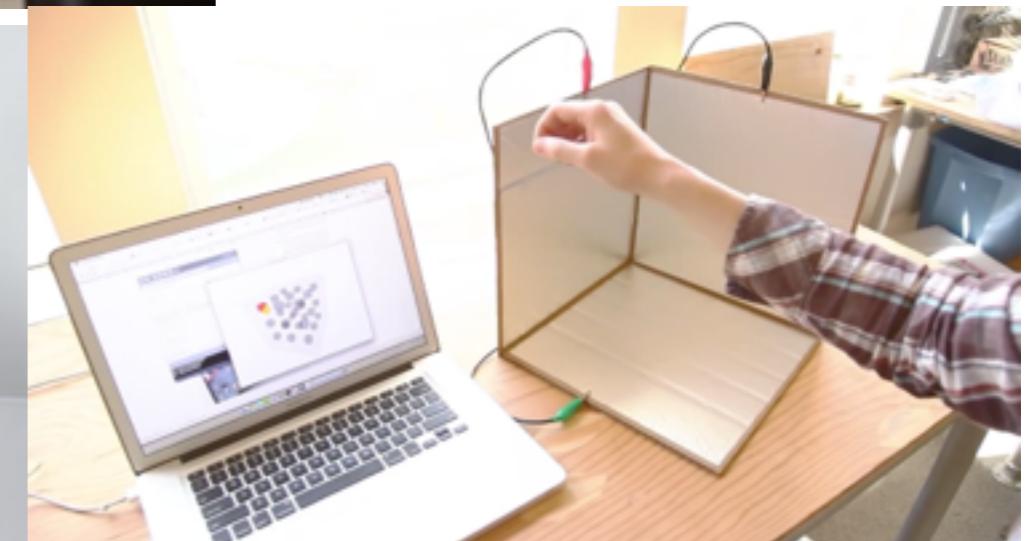


Photo cell (CdS photoresistor)

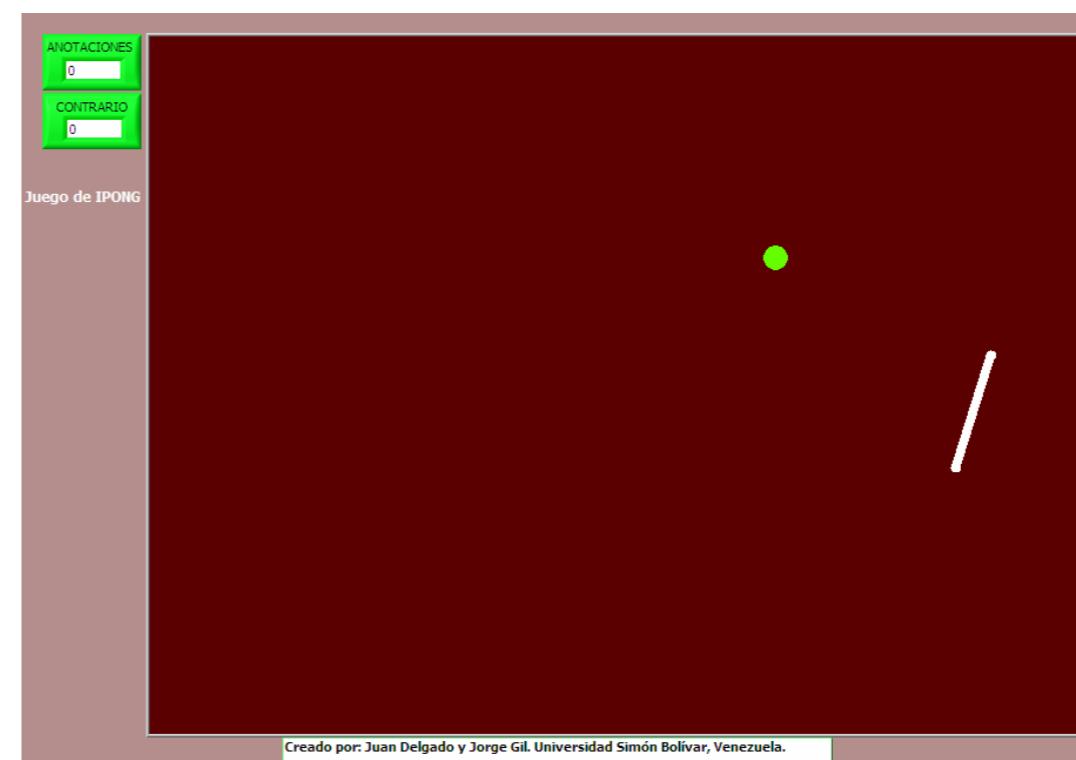
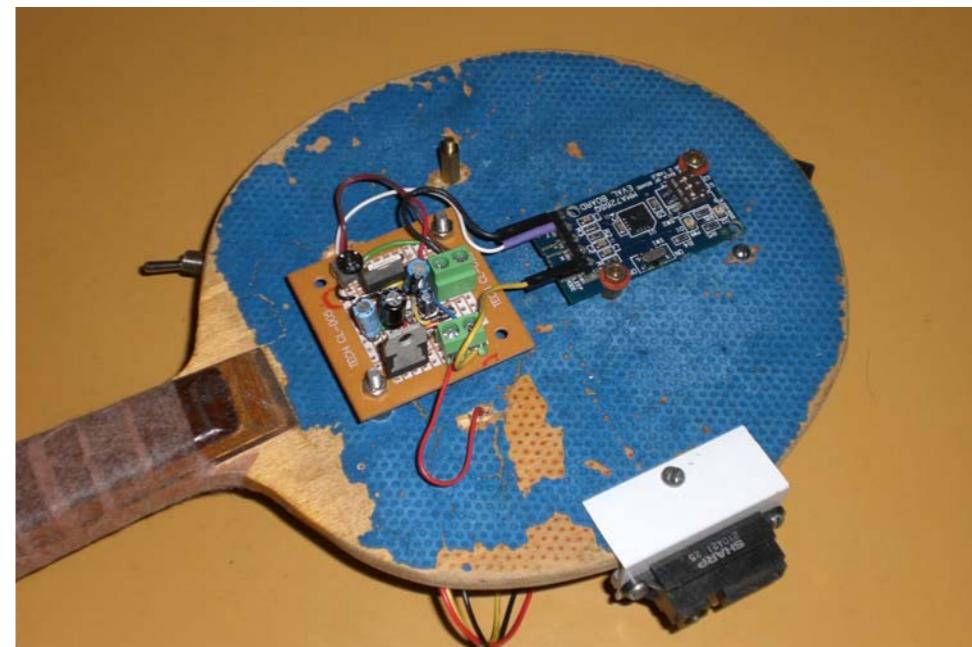
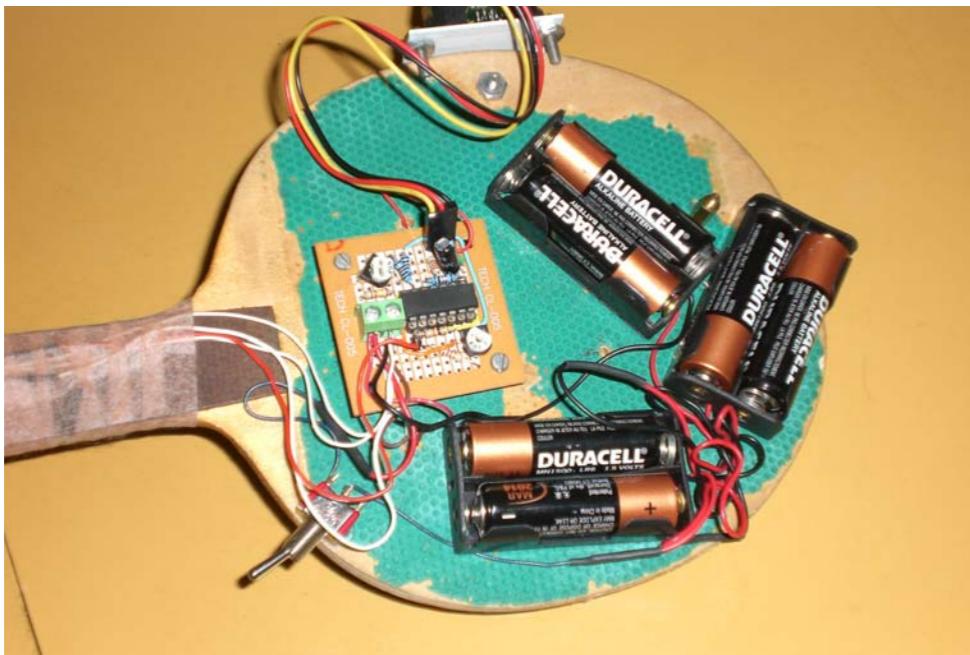




<http://makezine.com/2012/08/10/build-a-touchless-3d-tracking-interface-with-everyday-materials/>

Realizar juegos tipo Angry birds, Guitar Hero, Ping-pong, etc.

# Ping-Pong



# Referencias

<http://people.ece.cornell.edu/land/courses/ece4760/FinalProjects/>

<http://hackaday.com/>

<http://www.pyroelectro.com/>

<http://playground.arduino.cc/projects/arduinoUsers>

<http://medicarduino.net/>

<http://www.instructables.com/howto/music/>

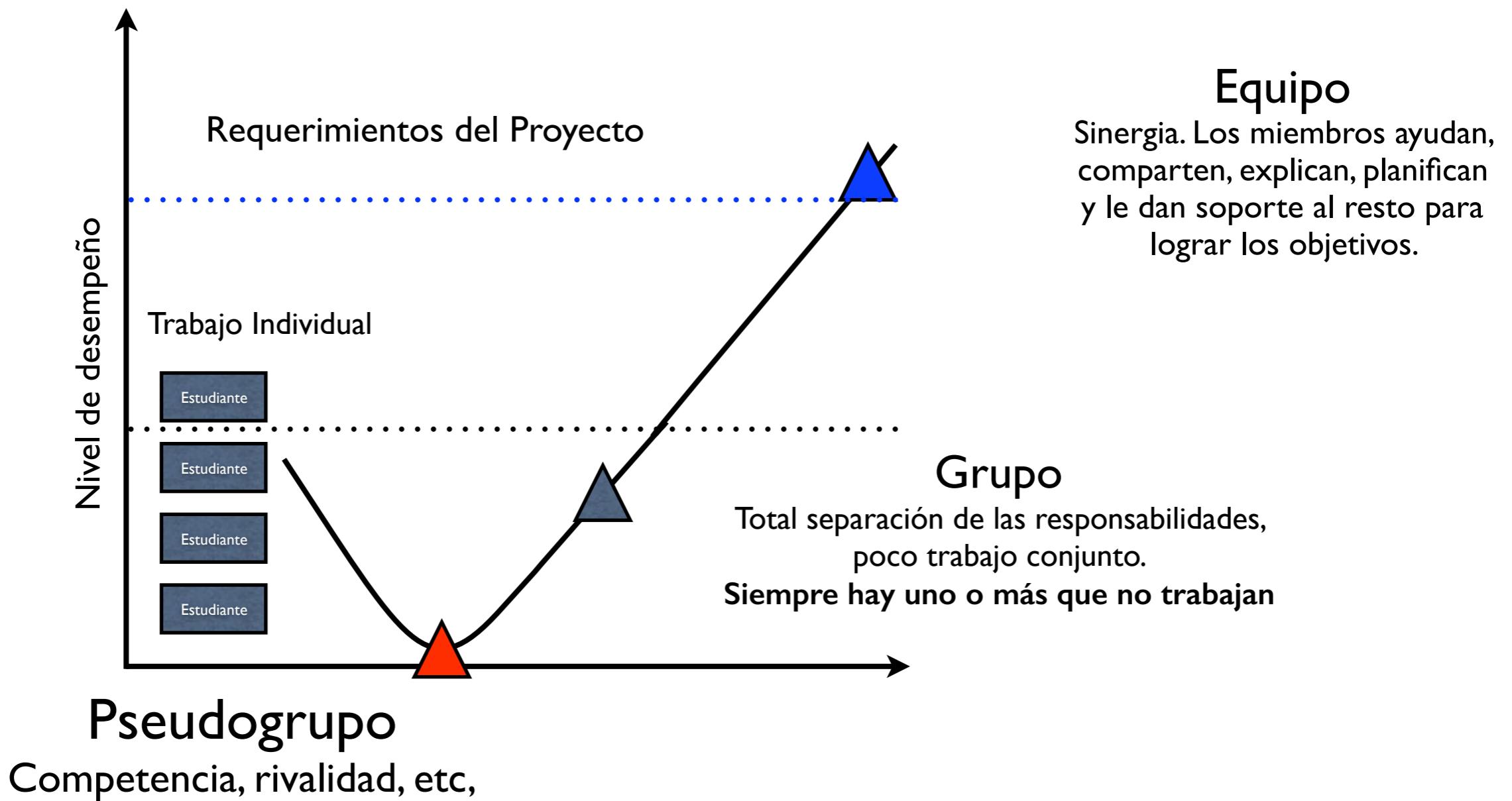
<http://makezine.com>

<https://blog.adafruit.com>

# Cronograma de Evaluaciones

Propuesta Miércoles semana 2	10%	Diseños preliminares con alternativas.
Evaluación 1 Lunes semana 4	10%	Adquisición y transmisión serial de dos señales de baja frecuencia hacia la PC ( con el generador de señales, el microcontrolador y con el sistema de programación seleccionado).
Evaluación 2 Miércoles semana 5	10%	Acondicionamiento de los sensores y transmisión de los datos al PC
Evaluación 3 Lunes semana 8	25%	Integración de las partes
Evaluación 4 Miércoles semana 10	5%	Pre-evaluación final
Evaluación Final Lunes semana 12	30%	Aplicación Final, pruebas, calibración y demostraciones
Informe Final Lunes semana 12	15%	

# ¿Trabajo en grupo o Trabajo en equipo?



"I haven't failed. I've found 10,000 ways that don't work." - Thomas Edison

# ¿Problemas?

- “Solo” 12 semanas. pero son más de 100 horas.
- Tienen “otras materias que estudiar”.
- Tienen muchas “diligencias” que atender.
- Disponibilidad de materiales.
- Disponibilidad del Laboratorio.
- Tener que trabajar en Equipo.



In theory there is no difference between theory and practice. In practice there is.

Yogi Berra

- Recuerden:
  - Los Diagramas de flujo se hacen **ANTES** de codificar y **NO** después para el informe. Al igual que los diagramas de bloques y de estado.
  - La **Bitácora** es útil en la medida que escriban en ella.
  - Los condensadores de desacople se colocan durante el desarrollo de los circuitos y no al final.
  - Los conectores son un factor de fallas importante. Dediquen un esfuerzo adicional en la calidad de construcción de los mismos.

"If you want to have a great idea, have lots of ideas" -

Linus Pauling

# Anteproyecto

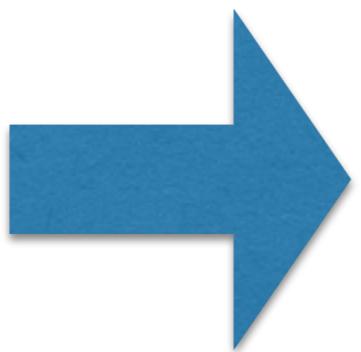
Miércoles semana 2

- Diseños preliminares.
  - Con múltiples alternativas y con simulaciones.
  - Uso extenso de Diagramas de bloque, Diagramas de Flujo, Circuitos, etc.
- Cronograma y Distribución de responsabilidades.

# Informes

- Técnico.
- Conciso.
- Ordenado
- Uso extenso de gráficos, diagramas de bloques, diagramas de flujo, diagramas de estados, esquemas, etc.

Enfoque “Top-Down”



= 1/(Novela de Misterio)

# Guía para Informes

- Introducción
- Objetivo Global
  - Objetivos secundarios
- Diseño de Alto nivel
  - Justificación
  - Estructura
    - Diagramas de Bloques
    - Diagramas de Estado
    - Diagramas de Flujo
- Decisiones de Compromiso (Circuitería/ Programación, Analógico/Digital, Integrado/ Modular, etc.)
- Alternativas de Diseño. Simulaciones de cada alternativa
- Estándares/Patentes
- Circuitería
  - Descripción de cada bloque funcional
  - CAD. Eagle o equivalente
  - Interacción entre bloques
  - Simulaciones
- Alimentación
- Programas
  - Diagrama de flujo
  - Descripción de cada módulo
  - Interacción entre módulos
- Resultados
  - Pruebas de validación
- Conclusiones
- Recomendaciones para una mejora en las características del producto y su diseño
- Consideraciones Éticas y Legales tanto en el diseño, desarrollo, producción y utilización del producto
- Apéndices
  - Componentes
  - Protocolos de Calibración y Pruebas
  - “Datasheets”
  - Código Comentado

# Hay por lo menos 10 puntos importantes que siempre deben tenerse en cuenta y definirse para cada faceta de un proyecto.

- **¿Acerca de?** Se refiere a los temas o contenidos en los cuáles se centrará el proyecto.
- **¿Para qué?** Comprende los objetivos, o lo que se quiere lograr con el proyecto (a corto, mediano y largo plazo). Constituye el punto de llegada del trabajo y los logros sucesivos a lo largo del proceso.
- **¿Qué?**, Se refiere al tipo de actividad que va a realizarse. Se debe precisar exactamente lo que va a hacerse, sin que quede lugar a dudas... Parece de Perogrullo, pero es muy difícil.
- **¿Quién? (o quiénes)**, Asigna sin ambigüedades las diversas responsabilidades y actividades del proyecto
- **¿Por qué?** Es la justificación de cada actividad. Todo tiene un por qué.
- **¿Cuándo?** Constituye la programación en tiempo y en etapas; se fijan fechas y períodos destinados a cada fase del proyecto (Duración). Debe especificarse cada paso, la secuencia, la prioridad, y el momento en el que se realizará. Uno de los puntos más notables en donde falla un proyecto es en el Cuándo.
- **¿Dónde?** Se refiere al alcance geográfico o ubicación espacial donde se llevará a cabo cada actividad (diseño, programación, pruebas, instalación, etc.)
- **¿Cómo?** El cómo define los métodos, las técnicas; las tácticas y las estrategias que van a utilizarse en las diversas etapas del proyecto, para alcanzar los objetivos.
- **¿Cuánto?** Implica la elaboración del estudio de costos y el presupuesto del proyecto, así como las alternativas de financiamiento. Debe incluir la determinación del factor Costo/Beneficio del proyecto.
- **¿Con qué?** Define los recursos o materiales necesarios para el desarrollo del proyecto.

# Recomendaciones para el "Debugging"\*

- Comprenda el Sistema. ( Debe tener la visión de conjunto).
- Hágalo fallar.( provoque la falla, devuélvase al punto donde no fallaba). Mantenga respaldo de las versiones anteriores del programa con información de lo que hacía bien en ese momento. Numere adecuadamente las versiones.
- Si está bloqueado mentalmente deje de pensar y observe. ( Observe la falla, los detalles, cambie la instrumentación, pero recuerde que las mediciones afectan lo medido).
- Divide y vencerás. (Restrinja la búsqueda, ¿De que lado está la falla?, Resuelva las fallas que ha encontrado (algunas fallas ocultan a otras)).
- Cambie una sola cosa a la vez. ( Aísle el factor clave, compare con uno bueno, recuerde lo que cambió desde la última vez que funcionó).
- Mantenga un rastro visible. ("The Shortest Pencil Is Longer Than the Longest Memory", BITÁCORA. Escriba lo que hizo, en ¿qué orden? y ¿qué pasó como resultado?).
- Mire el enchufe."There is nothing more deceptive than an obvious fact." — SHERLOCK HOLMES, THE BOSCOMBE VALLEY MYSTERY
- Obtenga una vista fresca. ( busque una segunda opinión)

\* David J. Agans

"The horror of that moment," the King went on, "I shall never, *never* forget!" "You will, though," the Queen said, "if you don't make a memorandum of it."

—LEWIS CARROLL,  
*THROUGH THE LOOKING GLASS*

# Bitácora

- Cuaderno (No hojas sueltas). Se le pueden pegar hojas.
- Ordenado cronológicamente.
- Debe reflejar el trabajo de ustedes en el laboratorio.
- NO ES UN INFORME FORMAL. No importa que tenga tachaduras, borraduras o que no se vea limpio u ordenado, pero debe tener toda la información del proyecto
- Lo más importante es que les sea útil a ustedes.

¿Preguntas?