

Universidad Carlos III de Madrid

Departamento de Ingeniería en Sistemas y Automática.

Desarrollo de un prototipo de sensor táctil de tres ejes

Proyecto Fin de Carrera I.T.I. Electrónica Industrial

Autor: Raúl Martín Delgado.

Tutor: Carlos Pérez Martínez.

Director: Santiago Martínez de la Casa Díaz.



Índice

1. Introducción.
2. Estado del arte.
3. Descripción de la solución.
4. Pruebas.
5. Conclusión.



Introducción.

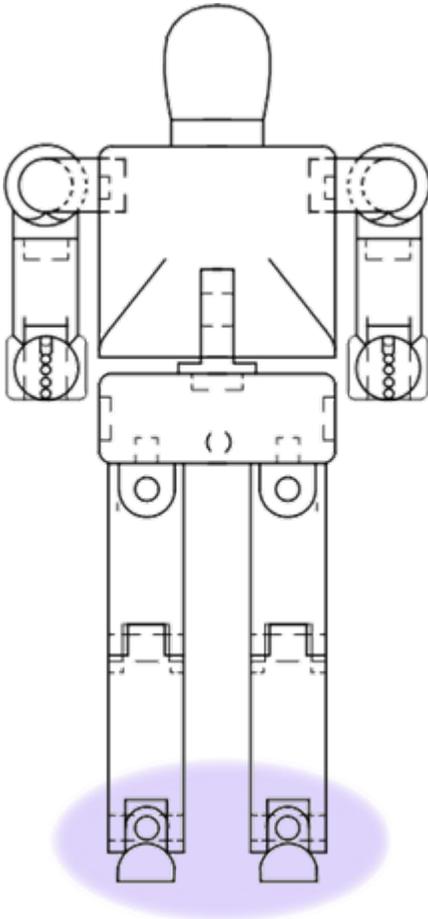
Objetivos:

Medir fuerzas de contacto con el suelo.
Obtener la distribución de estas fuerzas.

Entorno RH:

Sensor Fuerza-Par JR3
Aplicable a otros proyectos.

Aplicable a otros proyectos que requieran medida de fuerzas o desplazamientos en 3 dimensiones.



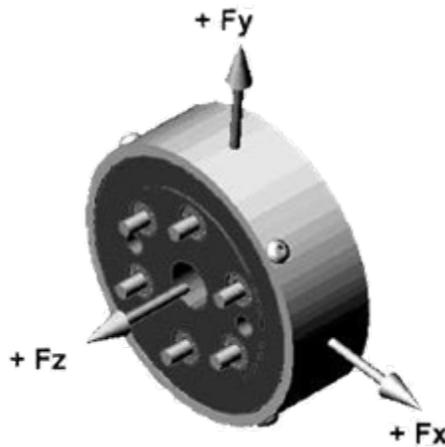


Índice

1. Introducción.
2. Estado del arte.
3. Descripción de la solución.
4. Pruebas.
5. Conclusión.

Estado del arte

Sensor Fuerza-Par



Array táctil
Fuerza y par en ejes x y z

Cálculo del ZMP
Estabilidad según criterio de Vukobratovic

Proporciona información muy limitada del contacto.

Celda de carga

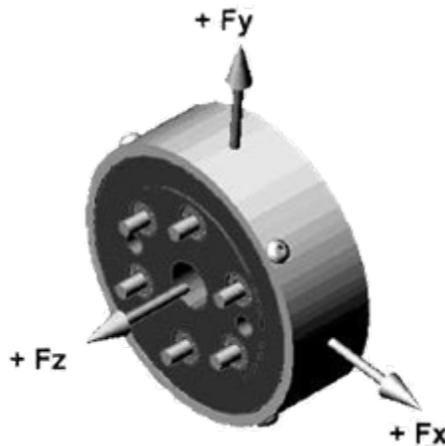
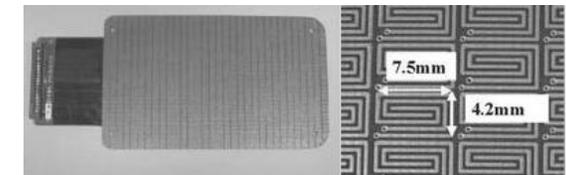
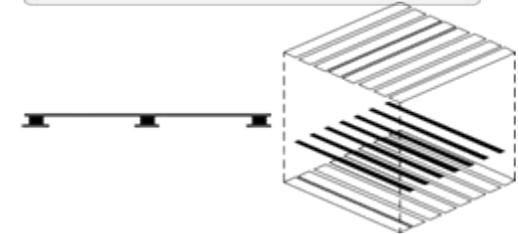
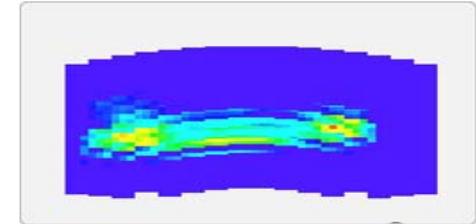


Array táctil Normal

- Matriz de sensores.
- Imagen del contacto.
- Tipos:

Capacitivos

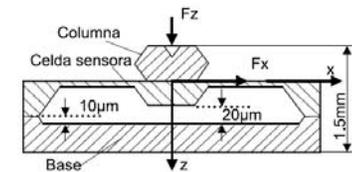
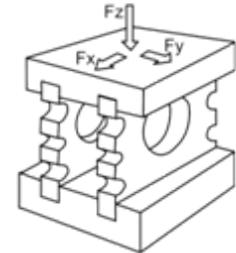
Resistivos



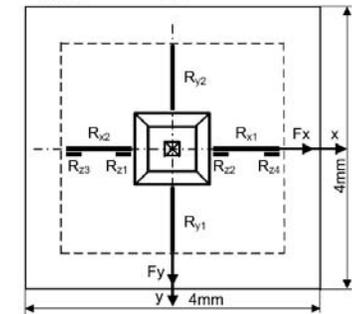
- Únicamente puede medir fuerzas normales

Array táctil celdas de carga.

- Matriz de sensores
- Fuerzas en 3 direcciones x y z.
- Aplicación: Pielés artificiales.



- Fuerza máxima aplicable: Decenas de Newton

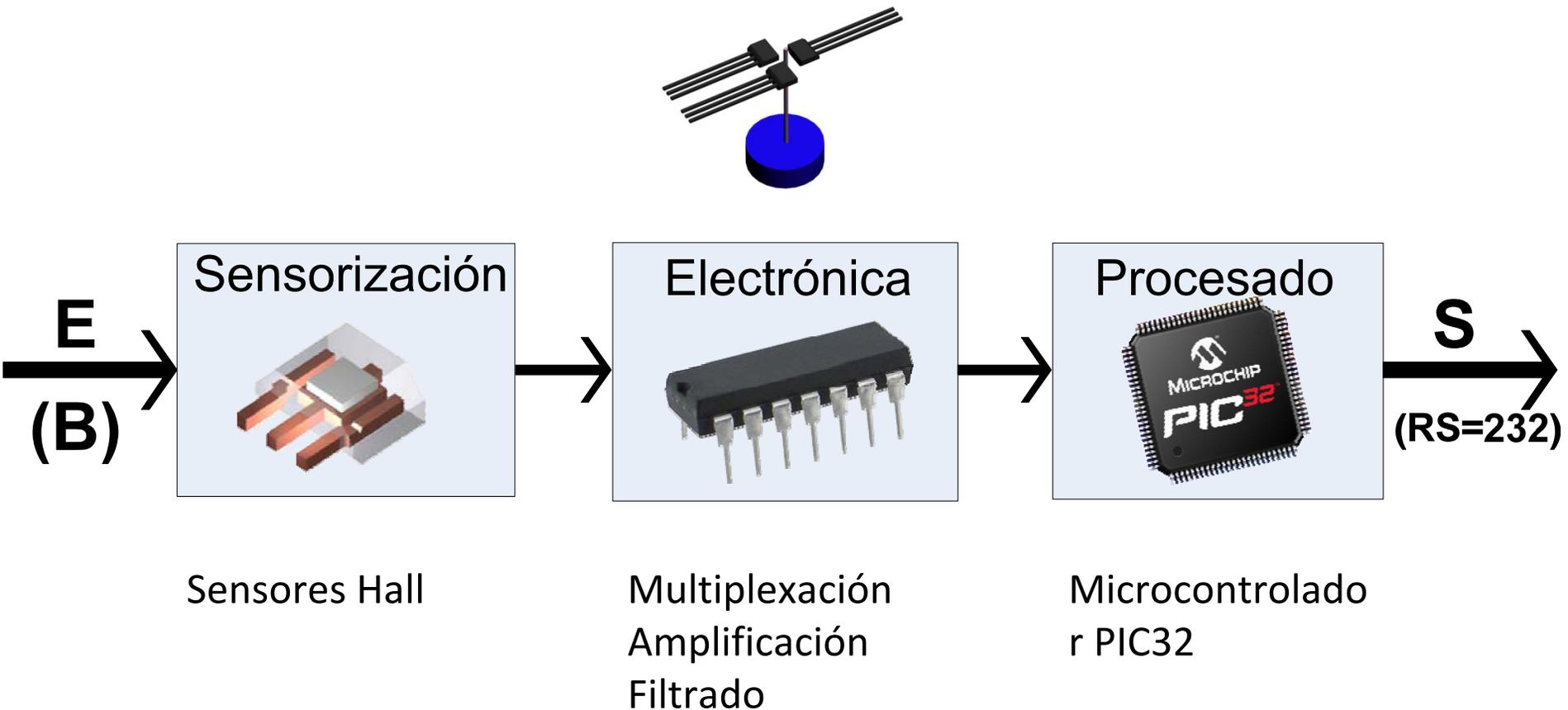




Índice

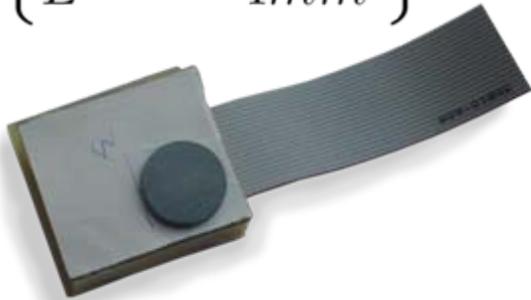
1. Introducción.
2. Estado del arte.
3. Descripción de la solución.
4. Pruebas.
5. Conclusión.

Descripción de la solución.



Imán

$$\left\{ \begin{array}{l} \phi = 12mm \\ L = 4mm \end{array} \right\}$$



| Ferrita | Neodimio | Samario |
|--|---|---|
|  |  |  |
| B Débil | B Fuerte | B Fuerte |
| | T max 80º | T max 350º |
| | Tendencia a la corrosión | Elevada resistencia mecánica |

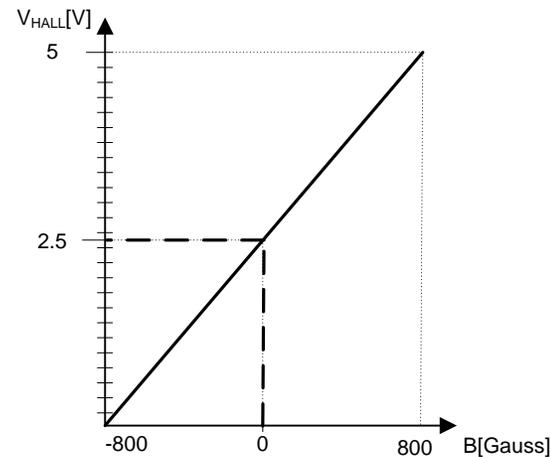
$$B_{z_{\text{eje}}} = \frac{\mu_0 \cdot m}{2\pi \cdot L \cdot a^2} \cdot (\cos \theta_2 - \cos \theta_1)$$

$$B_z = \frac{\mu_0 \cdot m}{2\pi^2 \cdot L \cdot a} \cdot \int_{z-L/2}^{z+L/2} \left(\int_{-\pi/2}^{\pi/2} \frac{a - y \cdot \sin \theta}{(a^2 + z^2 + y^2 - 2a \cdot y \cdot \sin \theta)^{3/2}} \cdot d\theta \right) \cdot dz$$

Sensor Hall



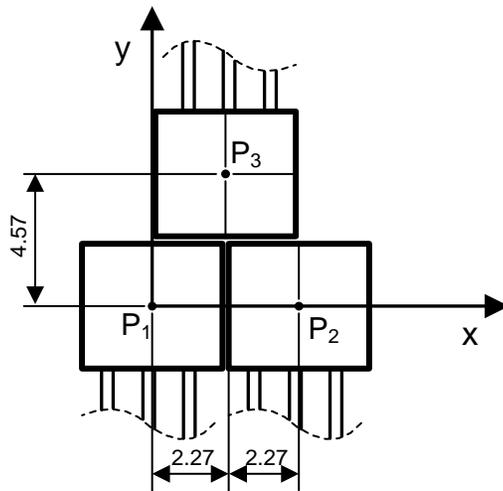
1. Vcc.
2. GND.
3. Vout.



A-1322-LUA
SIP
 $G=3.125\text{mV/G}$

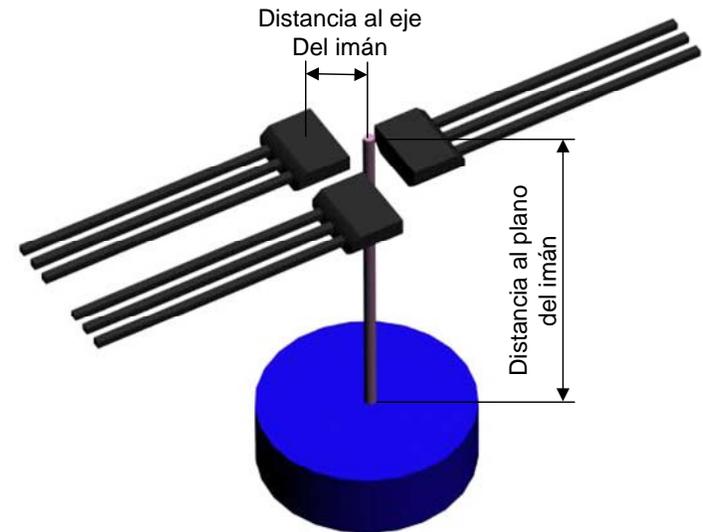
**INMUNE AL ESTRÉS
MECÁNICO**

Distribución de los sensores



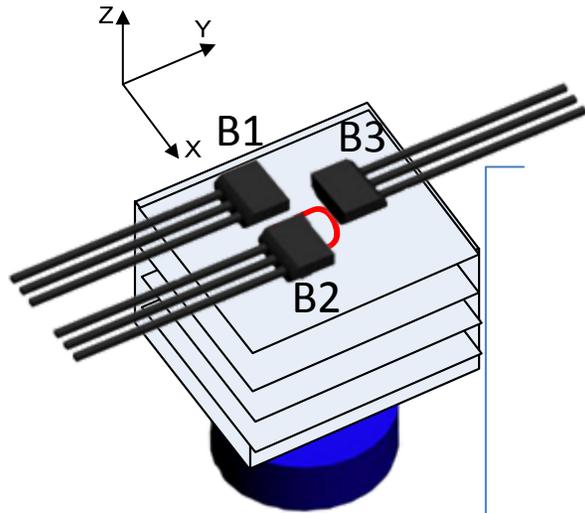
Triángulo isósceles.

$$P_1=(0,0)$$
$$P_2=(4.54,0)$$
$$P_3=(2.27,4.57)$$



Eje del imán sobre el circuncentro.

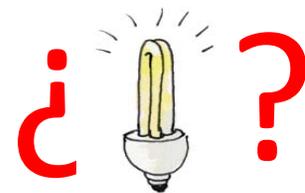
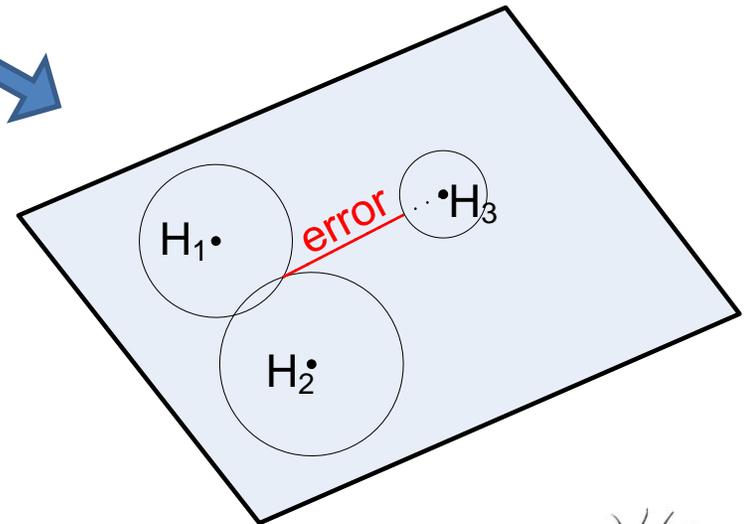
Estrategia de medida



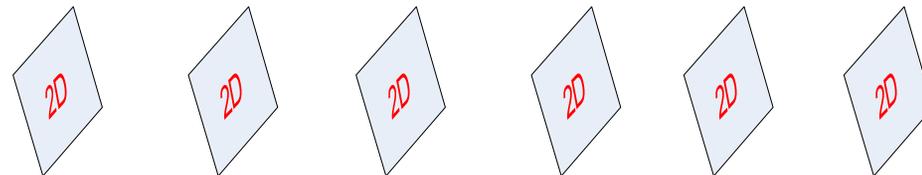
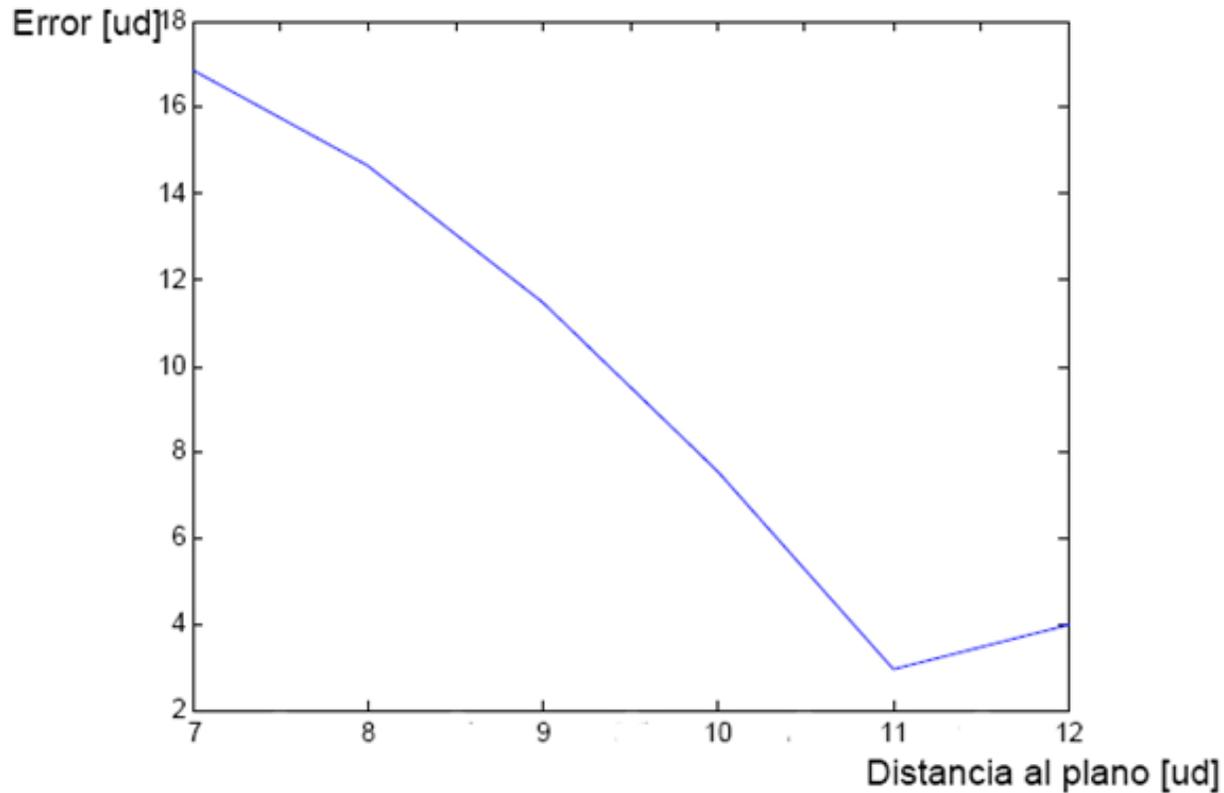
Precalculado
en una tabla

~~$$z[x, y, z] = f(B1, B2, B3) ?$$~~

•
•
•

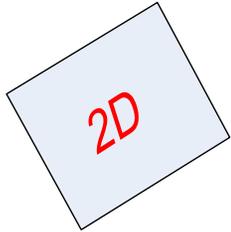


Estrategia de medida





Estrategia de medida



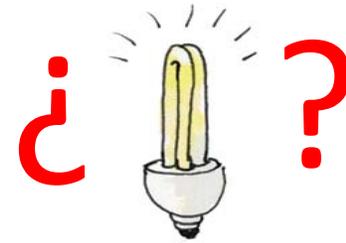
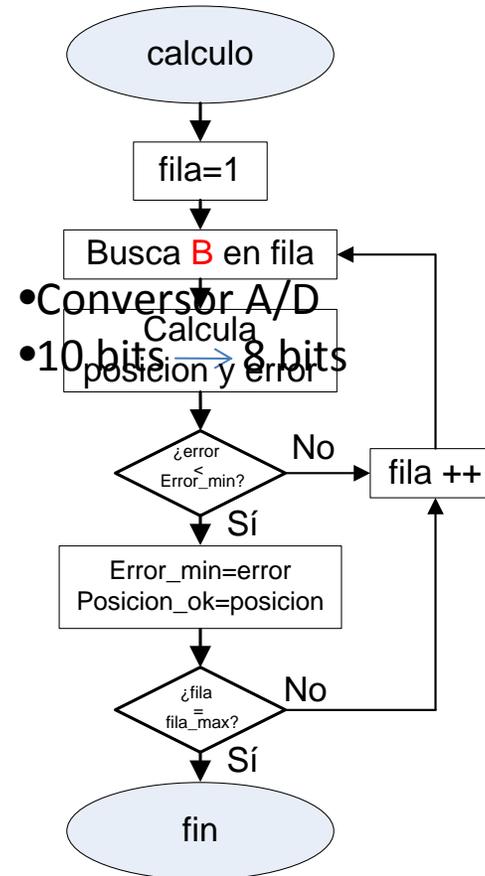
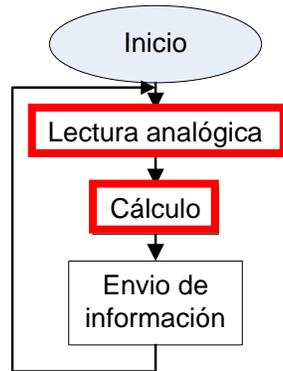
- Planos bidimensionales.

1. Precalculados mediante Matlab, teniendo en cuenta:
Dimensiones del imán.
Posición del plano.
2. Guardados en una matriz en memoria del microcontrolador.
3. Aumentan el rendimiento.

Microcontrolador



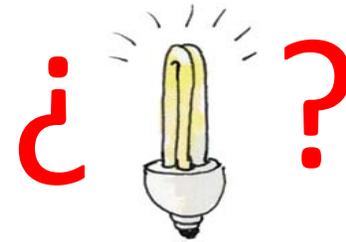
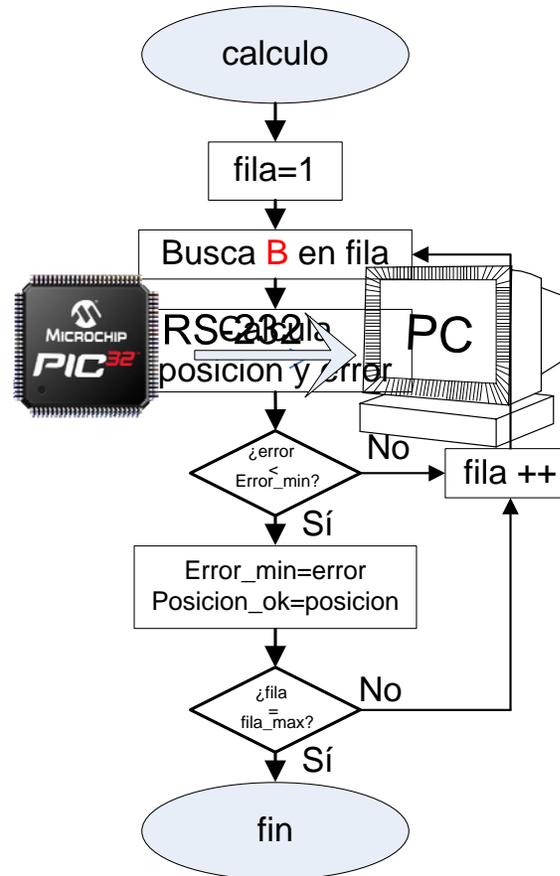
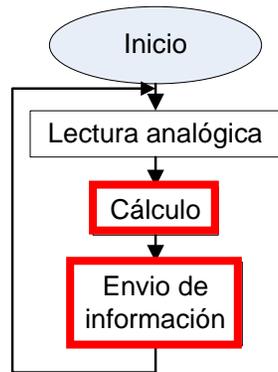
80 Mhz
1.5 DMIPS/Mhz



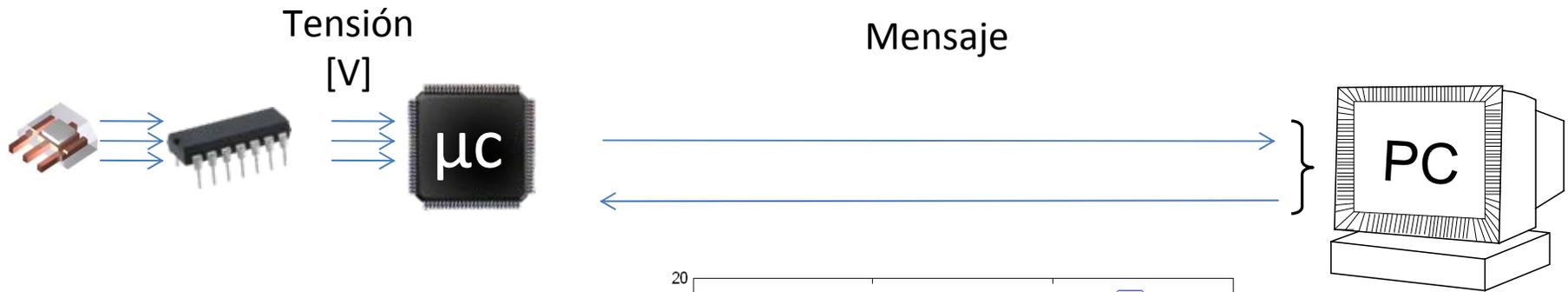
Microcontrolador



80 Mhz
1.5 DMIPS/Mhz



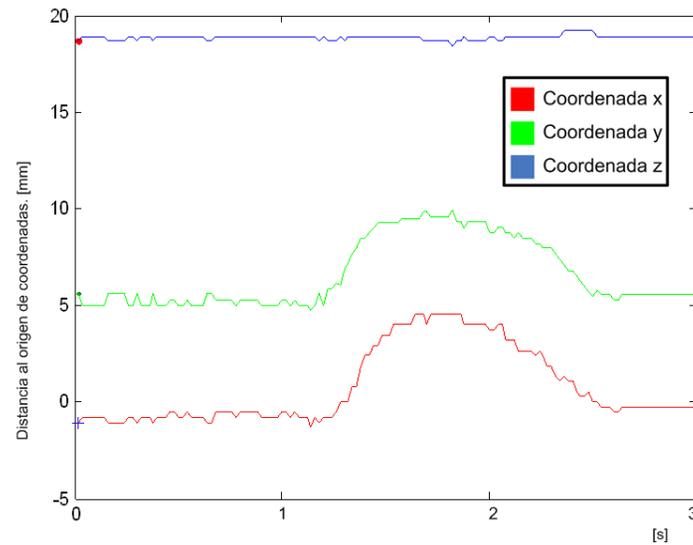
Microcontrolador



*Programa en Matlab

1. Gráfica con varias trazas.

2. Imán moviéndose por el espacio.



D) DESPLAZAMIENTO CONJUNTO EN XY

VIDEO



Índice

1. Introducción.
2. Estado del arte.
3. Descripción de la solución.
4. Pruebas.
5. Conclusión.

Pruebas temporales

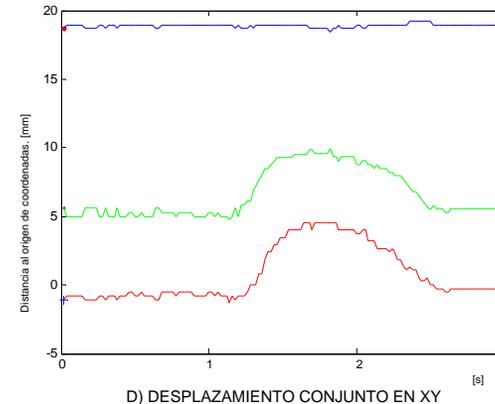
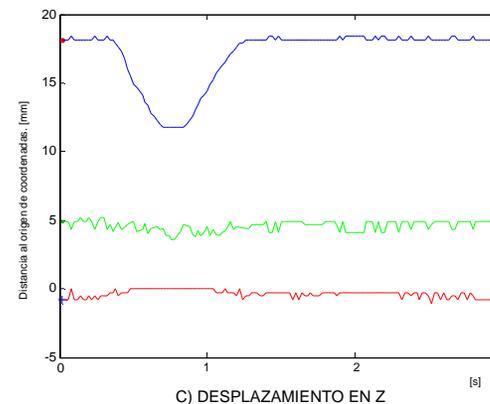
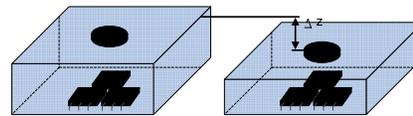
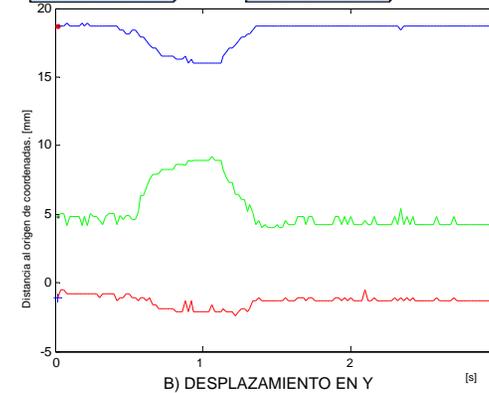
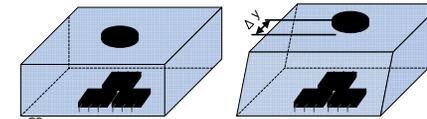
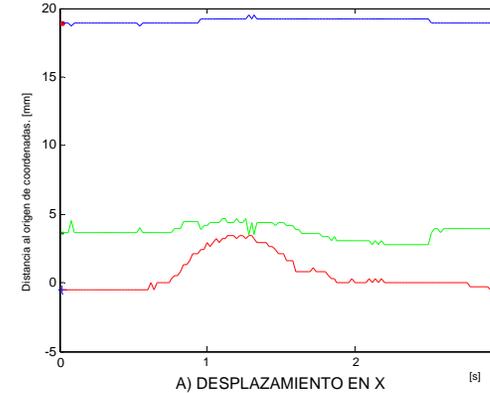
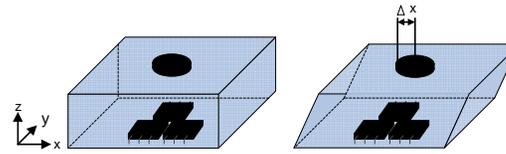
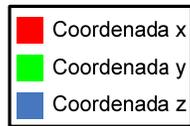


| | Tiempo |
|-------------------------------------|--------------|
| Lectura | 47.7 μ s |
| estabilización del filtro paso bajo | 20 ms |
| Búsqueda | 70.4 μ s |

Lectura + Búsqueda = 118 μ s \longrightarrow 8Khz

Lectura + Filtro + Búsqueda = 20 ms \longrightarrow 50Hz

Pruebas de funcionamiento





Índice

1. Introducción.
2. Estado del arte.
3. Descripción de la solución.
4. Pruebas.
5. Conclusión.



Conclusión y trabajos futuros

Sensor para la medida de fuerzas en tres dimensiones.

- Pruebas.
- Comprobación.
- Funcionamiento correcto.



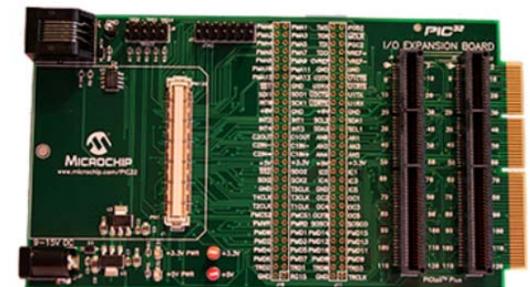
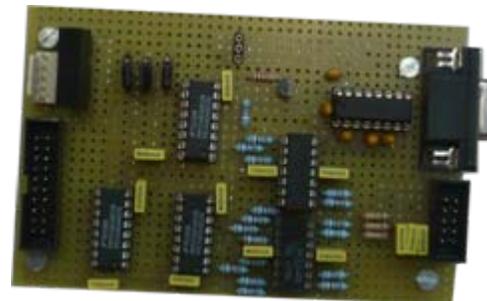
Mejoras.

Diseño de sensor Hall.

Imán. Vs Bobinas.

Filtro.

Alimentación robusta.



Desarrollo de un prototipo de Gracias sensor táctil de tres ejes

Proyecto Fin de Carrera I.T.I. Electrónica Industrial



Autor: Raúl Martín Delgado.

Tutor: Carlos Pérez Martínez.

Director: Santiago Martínez de la Casa Díaz.