

AMPLIFICACIÓN MECANOCEPTIVA



Este obra se publica bajo una
[Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/)

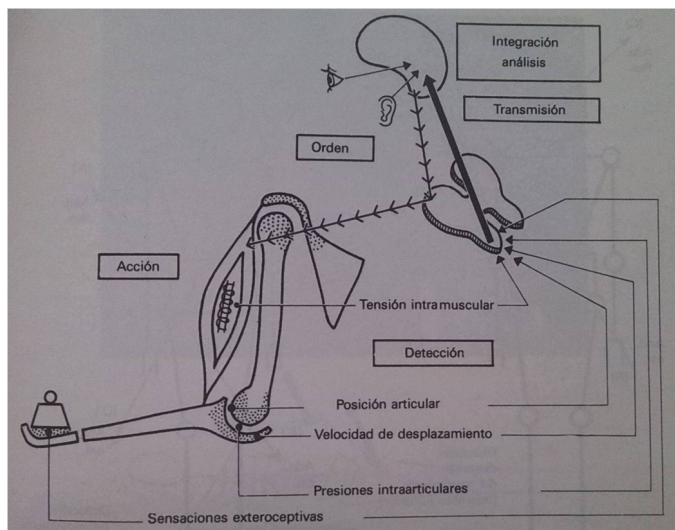
AMPLIFICACIÓN MECANOCEPTIVA

Presentamos un prototipo de dispositivo electrónico portátil para proporcionar mecano-estimulación funcional.

Breve descripción



Este proyecto tecnológico busca potenciar el funcionamiento natural del aparato osteo-articular como órgano sensorial, para que tenga un rol preponderante en la organización de la musculatura durante las diferentes posturas o desplazamientos.

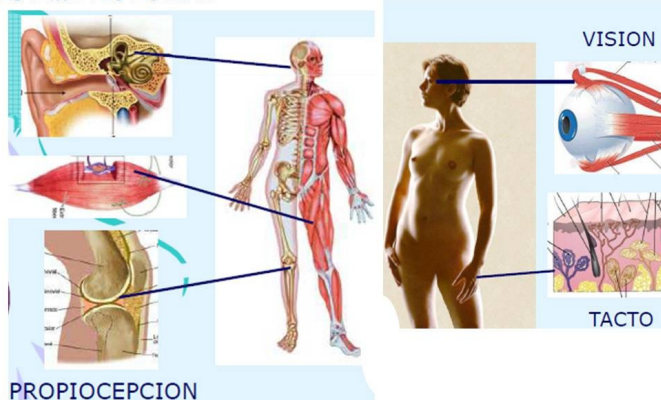


**Para quién se
hizo y con qué
objeto**

DISFUNCIONES EN LA PERCEPCIÓN DE LA PROPIA POSTURA CORPORAL Y DE LOS PROPIOS MOVIMIENTOS EN EL ESPACIO

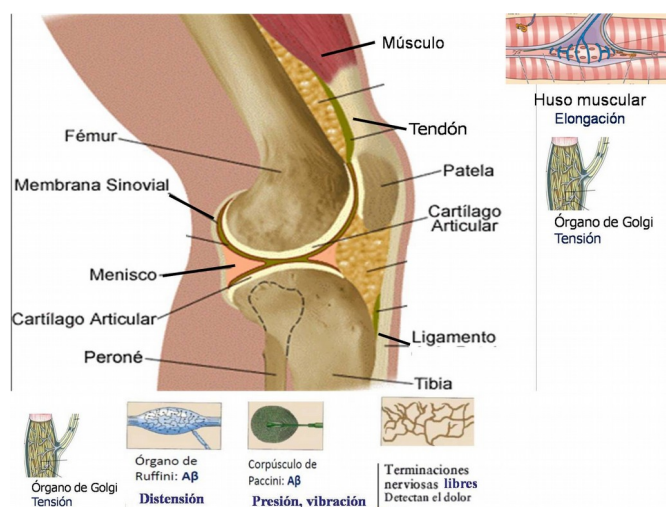
La motricidad se coordina automáticamente desde el sistema nervioso central (encéfalo y médula espinal) gracias a la información procedente de diversos receptores sensoriales: visión, sistema vestibular, tacto y propiocepción (muscular y periarticular).

SISTEMA VESTIBULAR

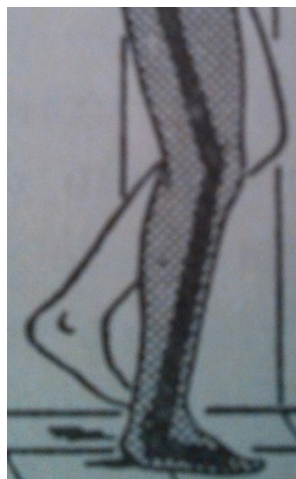


En caso de una patología que afecte al circuito neurológico de la contracción muscular habrá un mal funcionamiento en los "husos neuromusculares", unos muelles sensores de la longitud y de la velocidad con que se está tensando o relajando cada músculo.

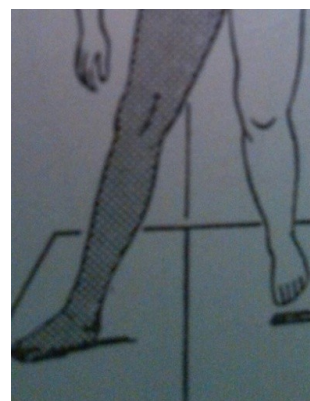
Si su circuito sensorio-motor alternativo no está afectado por la lesión original, otros sensores llamados "mecanorreceptores", existentes en los tejidos de alrededor de las articulaciones (tendones y fascias, ligamentos y cápsulas, superficies de contacto entre los huesos) seguirán informando adecuadamente sobre la posición y las presiones en el esqueleto.



Vamos a traducir esto a nivel funcional. Por ejemplo durante la marcha, el tobillo y la rodilla deben flexionarse suavemente para amortiguar la pisada. Sin embargo en los niños con hemiplejia, el músculo tríceps sural de la extremidad inferior afectada suele presentar contracciones excesivas o a destiempo y fallos en el momento de necesitar relajarse ("hipertonía", "espasticidad").



Esta descoordinación produce una extensión errónea del tobillo y de la rodilla que impide soportar el apoyo del cuerpo sobre el pie, perdiendo mucha estabilidad al dar pasos con la otra extremidad inferior.



POSIBILIDADES TERAPÉUTICAS

De momento las intervenciones médicas (ortesis para ayudar a posicionar las articulaciones, fármacos paralizantes o cirugía debilitadora sobre los músculos...) solamente han podido contener parcialmente dichas consecuencias biomecánicas

adversas de una mala regulación neuromotriz.

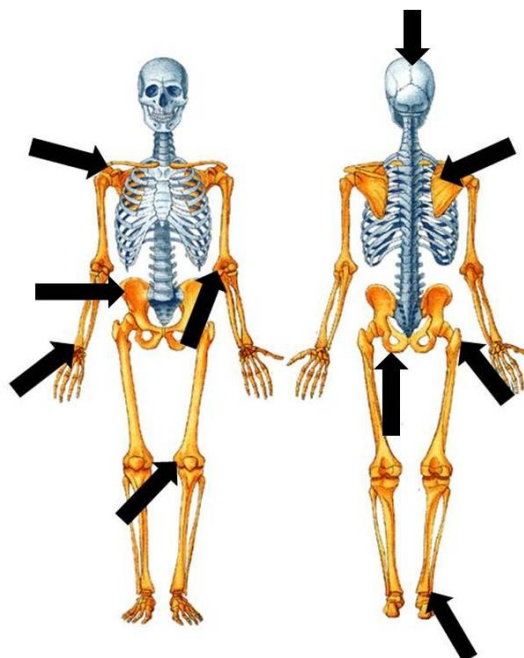


Existen por otra parte en Fisioterapia y Psicología técnicas o ejercicios que han demostrado empíricamente una armonización general aunque transitoria de las tensiones musculares, conseguida desde algún tipo de estimulación mecánica realizada sobre el esqueleto.



Observando en conjunto las prominencias óseas más favorables y las direcciones de presión más eficaces encontramos un patrón biomecánico simulando el enderezamiento postural automático contra la gravedad y los impactos recibidos por el cuerpo humano cuando está moviéndose sobre una superficie de desplazamiento (volteando,

sentándose, gateando, caminando, etc).



Nuestra propuesta innovadora, basada en el actual paradigma del control motor múltiple, es realizar una intervención educativa para que el sistema nervioso central pueda aprender a realizar una mejor regulación motora gracias a disponer durante su continua actividad ensayo-error de una información sensorial específicamente modificada.

Subiremos el “*volumen*” del estímulo “peso corporal apoyado” gracias a convertirlo por medios tecnológicos en una vibración más intensa que recorra el hueso en la dirección adecuada y alcance a muchos mecanorreceptores. Al conseguir ser “oído” con más calidad creemos que comenzará un periodo de auto-reeducación del cual desconocemos lo que es capaz de generar, pero confiamos en la plasticidad neuronal que reina durante la infancia.

Utilizando un símil auditivo: a diferencia de proporcionarle al sistema nervioso central los estímulos que le faltan por una vía artificial, como

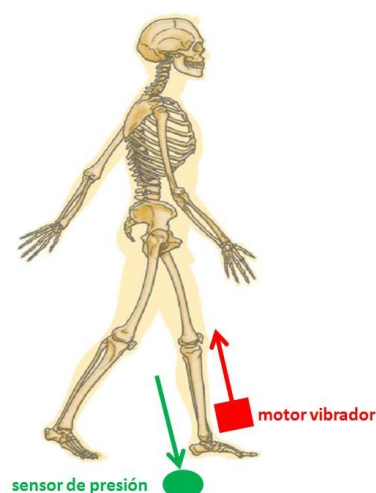
Materiales y modo de funcionamiento

hace un implante coclear, aquí solamente pretendemos amplificar una vía natural, como hace un audífono.

Hemos realizado un diseño destinado a mejorar la postura de pie y durante la marcha, actuando directamente sobre los huesos e indirectamente sobre la musculatura responsable de la reacción de apoyo automática necesaria para sostener el peso del cuerpo.

Tendremos que materializar e interconectar en la práctica los siguientes conceptos teóricos:

- una fuente de estimulación mecánica artificial suplementaria sobre los mecanorreceptores, la cual debe ser adecuada en intensidad, en ubicación y en direccionalidad.
- un elemento capaz de activar y desactivar de dicha estimulación con una lógica sensorial y biomecánica, para que sea simultánea al funcionamiento natural de los mecanorreceptores durante la carga.



a) motor vibrador

Un cabezal masajeador que funciona enchufado a la red eléctrica es bien percibido incluso a través de la ropa, calzado y férulas por los niños con deficiencia neuromotriz, quienes son capaces de localizar sin ayuda de la visión en qué parte del cuerpo están recibiendo el contacto del aparato. La potencia real de su motor vibrador es alrededor de 10 vatios.

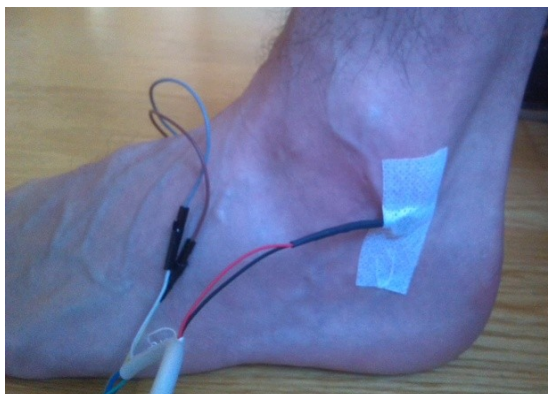


Para aligerar el dispositivo hemos probado con otros motores vibradores de menor potencia hasta elegir un componente de telefonía móvil, el cual también llega a percibirse claramente si lo colocamos exento de carcasa sobre la piel de las prominencias óseas. Su potencia en funcionamiento continuo es de 0'225 vatios (3 Voltios x 75 miliAmperios).



Sobre su colocación, descartamos ubicarlo debajo del calcáneo porque podría bloquearse al recibir encima todo el peso corporal y preferimos acoplarlo en el extremo distal del peroné porque dicho hueso tiene la direccionalidad adecuada, paralelo a la tibia

y consecutivo al fémur, y además es una prominencia muy reconocible y accesible. Se fija mediante papel adhesivo de enfermería (elástico, transpirable, antialérgico).



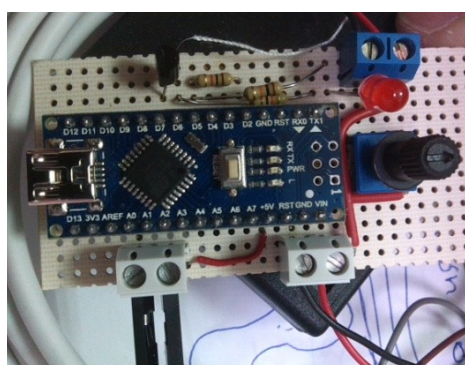
b) sensor de presión

Componente electrónico muy pequeño y delgado que reacciona, cambiando su resistencia eléctrica, al recibir una carga sobre su estructura. Integrado dentro de una plantilla fabricada en 2 capas con la ayuda del técnico ortopeda: arriba Goma Eva de 3 mm y debajo Cuerolite de 2 mm . El posible usuario típico tiene un peso corporal alrededor de 30 kg y usa una talla 30 de calzado.



c) placa electrónica programable (Arduino-Nano)

Se requiere para hacer funcionar el motor vibrador de forma pulsante (reduce consumo y calentamiento de los componentes) y para ponerlo a las órdenes del sensor de presión.



Tras varias pruebas de confort decidimos que cada pulso dure 0'5 seg y la pausa intermedia dure otros 0'5 seg, resultando una frecuencia conjunta del ciclo de 1 Hz.

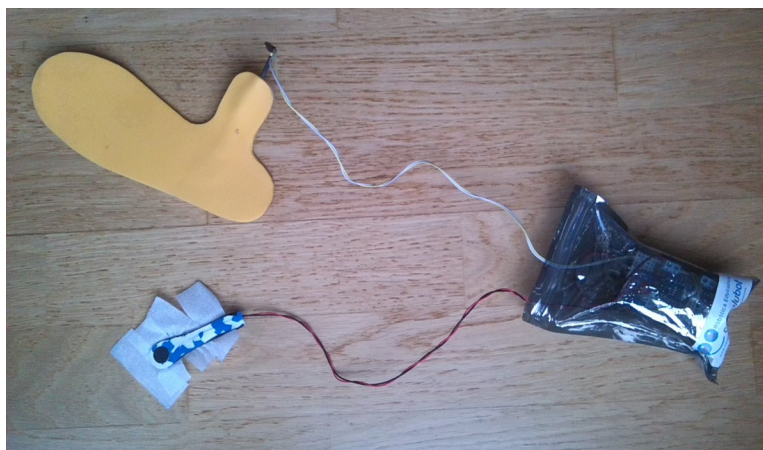
d) Fuente de energía

Alimentamos su funcionamiento mediante un portapilas para 2 pilas de 1,5 V que incluye un interruptor manual. Con un tiempo de aplicación estandarizado en 20 min y al ser pulsante las pilas durarán bastante más de 6 h antes de requerir ser cambiadas.



e) elementos de acoplamiento, protección y transporte

Metemos placa electrónica y porta-pilas dentro de un envoltorio plástico anti-estática. Sujeción en la parte delantera de la pierna y por encima del tobillo para no entorpecer su movimiento, mediante materiales textiles: calcetines de algodón, venda tubular, venda compresiva...

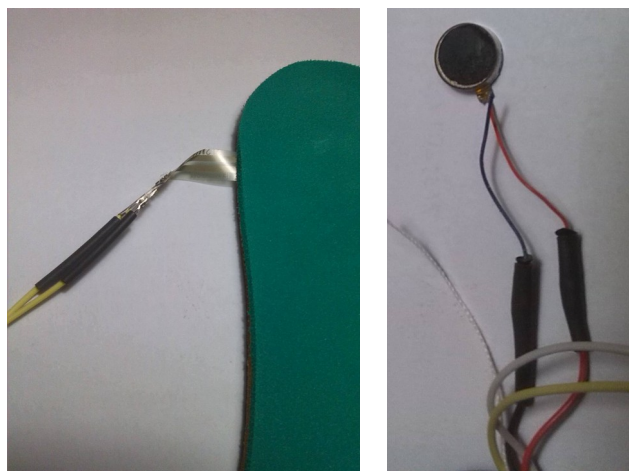


Proceso de elaboración

Imprescindible trabajo colaborativo entre Fisioterapeuta, Ingeniero y Técnico Ortopeda.

Precauciones

- Los cables del sensor de presión y del motor vibratorio pueden romperse debido al roce o al plegado causados durante los movimientos repetidos del pie dentro del calzado. Hay que protegerlos forrándolos con tubo plástico termorretráctil y prolongando la plantilla en forma de ala interna. Reducimos al mínimo posible la longitud del cableado sin que se produzcan tirones.



- La dosis temporal ideal no debe prolongarse más de 30 min, puesto que comenzaría un acostumbramiento y una ignorancia sensorial, o en el peor de los casos una saturación sensorial con signos de malestar vegetativo. Tampoco hay que acortar demasiado el tiempo de aplicación para asegurarnos que se llegan a producir efectos, como mínimo 15 min.

- Es necesario un periodo de investigación clínica en los ámbitos de la Educación y la Rehabilitación antes de poder probar las observaciones realizadas: mayor flexión del tobillo, distribución más simétrica del peso corporal sobre ambas extremidades inferiores, aumento en la velocidad de la marcha, etc.

Autores y datos de contacto

**Estos datos son
para la**

Apellidos: ALIAGA VEGA

Nombre: MARIA TERESA

Dirección: C/AGOSTO, 4-3H

Código Postal : 02006

organización y se
deben poner todos
los que se pueda.
NO aparecerán en
este dossier.

Autores y datos de contacto

Estos datos son
para el público y se
deben poner todos
los que se quiera.
Como mínimo debe
haber una forma
fiable de contactar
con el autor si una
persona necesita
información
adicional o quiere
comentar algo.

Ciudad: ALBACETE

País: ESPAÑA

Teléfono: 606792235

Correo electrónico : <aliagamaite@gmail.com>

Apellidos: ALIAGA

Nombre: MAITE

Dirección:

Código Postal :

Ciudad:

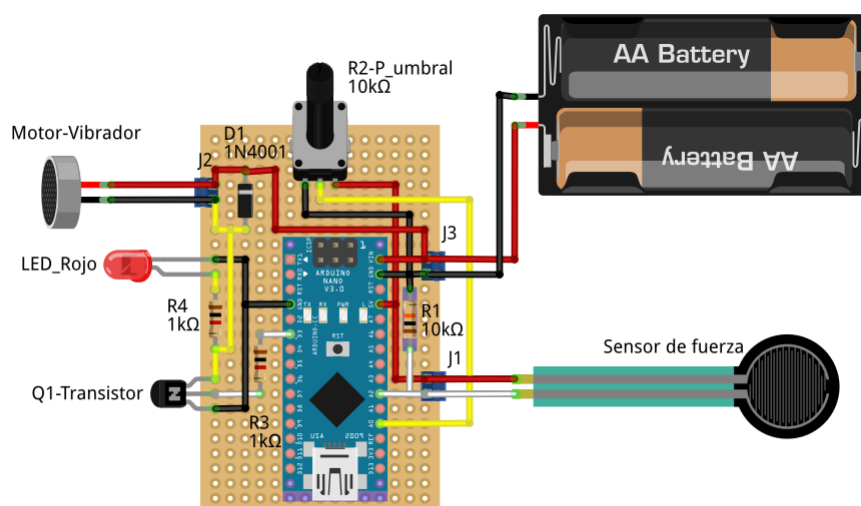
País: ESPAÑA

Teléfono:

Correo electrónico : <aliagamaite@gmail.com>

Galería de imágenes

MECANO-AMPLIFICADOR: ESQUEMA DE LOS COMPONENTES



fritzing

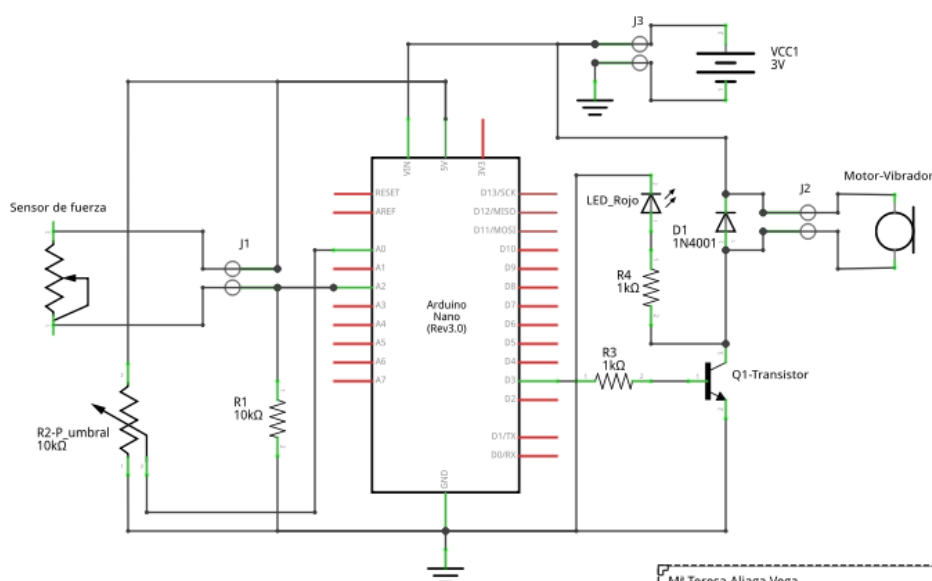
Los componentes del Mecano-Amplificador son:

- **Potenciómetro (R2-P_umbral).**- es una resistencia variable y permite ajustar el valor umbral cuando la persona está en reposo y el dispositivo no tiene que actuar.
- **LED_Rojo.**- dispositivo luminoso que se enciende cuando actúa el motor-vibrador. Permite ajustar el umbral del dispositivo.
- **Motor-Vibrador.**- motor eléctrico que produce las vibraciones en el punto donde se va a hacer la amplificación mecanoceptiva. Se activa cuando el valor del sensor de fuerza o presión sobrepasa el valor umbral que se ha ajustado con el potenciómetro, .
- **Microcontrolador Atmel328p.**- dispositivo electrónico programable (su denominación comercial Arduino-Nano) que controla el Mecano-Amplificador. Tiene grabado el programa que lee los valores del sensor de fuerza, si sobrepasa el umbral, activa el motor-vibrador a

intervalos de 0,5s al mismo tiempo que enciende el LED_Rojo. En caso contrario lo desactiva.

El resto de componentes electrónicos y conectores son necesarios para el correcto funcionamiento de los circuitos.

MECANO-AMPLIFICADOR: ESQUEMA ELECTRÓNICO



M*	Teresa Aliaga Vega
	Manuel Hidalgo Diaz
Proyecto	Mecano-Amplificador
*Filename	Esquema.fzz
	Rev
Fecha	08 jun. 2017 00:00:00
	Hoja 1/1

fritzing

Esquema electrónico del Mecano-Amplificador que muestra las conexiones de los componentes electrónicos con la placa Arduino-Nano.

MECANO-AMPLIFICADOR: PROGRAMA DE CONTROL

```
//Proyecto Amplificadon Mecanoceptiva
//Dispositivo Mecano-Amplificador
//Autores:
//   Maite Aliaga
//   Manuel Hidalgo
//Fecha: Junio 2017
//Código con licencia Creative Commons (by-nc-sa)

//declaracion de variables y pines
int sensorPinA2 = A2; // Sensor conectado a Analog 2
int motorPinD3 = 3; // LED conectado a Pin 3 (PWM)
int resRead; // La Lectura de la Resistencia por División de Tensión
int umbral; // Umbral de activacion
int potPinA0 = A0; // Marca el umbral conectado a Analog 0

//programa
void setup()
{
  Serial.begin(9600); // Enviaremos la información de depuración a través del Monitor de Serial
  pinMode(motorPinD3, OUTPUT);
}

//programa principal
void loop()
{
  resRead = analogRead(sensorPinA2); // lectura del sensor (A2)
  //escribe el valor de la lectura del sensor de fuerza
  Serial.print("Lectura sensor de fuerza = ");
  Serial.print(resRead);

  umbral = analogRead(potPinA0); // umbral (A0) es igual a la lectura del sensor (A2)
  //escribe el valor de la lectura del umbral
  Serial.print("\tLectura del umbral = ");
  Serial.println(umbral);
}
```

```
//activa el motor-vibrador si cumple la condicion
if (resRead > umbral) {
  digitalWrite(motorPinD3, 1);
  delay(500);
}

//desactiva el motor-vibrador
digitalWrite(motorPinD3, 0);
delay(500);
}
```

Programa de control que se graba en la placa Arduino-Nano con el entorno de programación (IDE) de Arduino.

La lógica del programa de control se puede entender a través de los comentarios, líneas de código que empiezan con *//*.

El programa empieza con la función *loop()* leyendo el valor del sensor de fuerza y guardar el valor en la variable *resRead*. También lee el valor del potenciómetro que lo guarda en la variable *umbral*, que sirve de referencia para activar el motor-vibrador durante 500 ms que se ejecuta con el código de la estructura de control condicional:

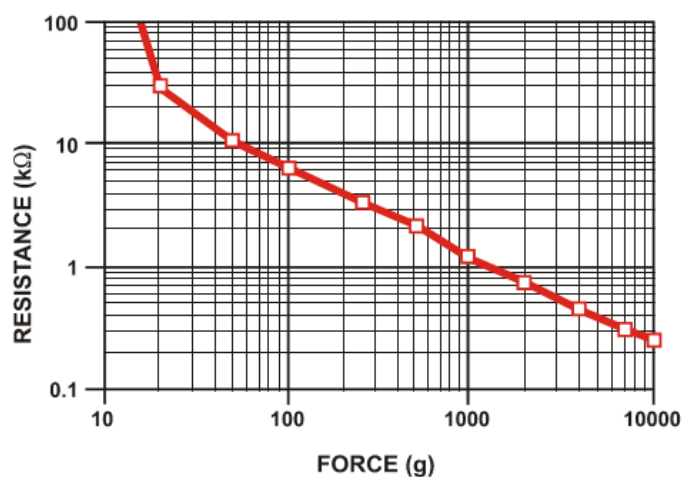
```
if (resRead > umbral) {
  digitalWrite(motorPinD3, 1);
  delay(500);
}
```

Si esta condición no se cumple el motor permanece siempre inactivo.

```
digitalWrite(motorPinD3, 0);
delay(500);
```

Las líneas de código que empiezan con *Serial.print()*, se usan para visualizar el valor del sensor de fuerza y el umbral por el monitor que tiene el IDE de programación en el PC cuando la placa Arduino-Nano está conectado con el cable USB.

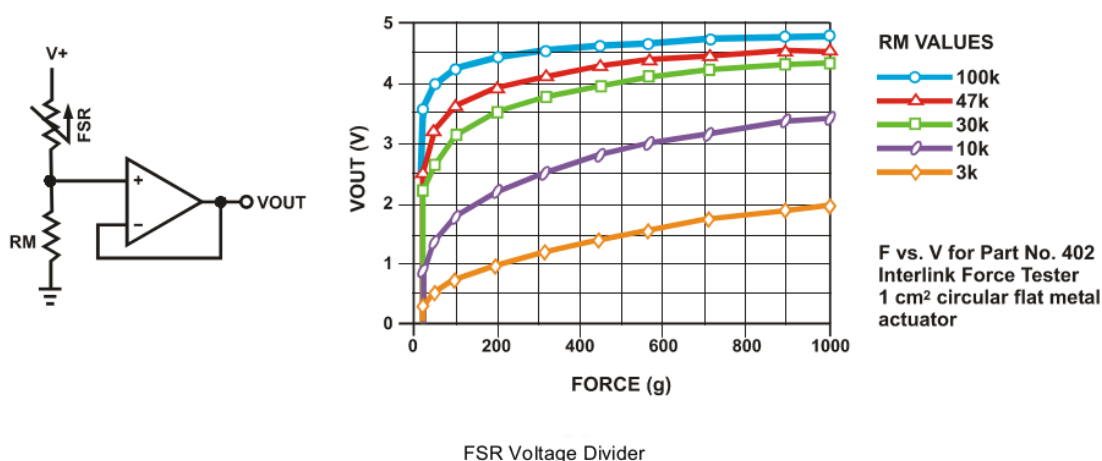
SENSOR DE FUERZA O PRESIÓN: CARACTERÍSTICAS (1)



Resistance vs. Force

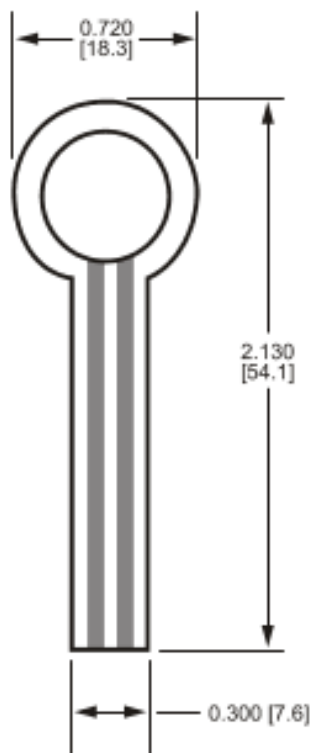
Esta gráfica muestra el comportamiento del sensor de fuerza o presión. Si el sensor no recibe una presión la resistencia tiene un valor muy elevado y si se presiona sobre el sensor la resistencia se reduce. En la siguiente gráfica se ve como varia la tensión al variar la fuerza aplicada al sensor.

SENSOR DE FUERZA O PRESIÓN: CARACTERÍSTICAS (2)



En la imagen de la izquierda se ve un circuito, divisor de tensión, que se utiliza en el Mecano-Amplificador para la lectura de sensor de fuerza (FSR) junto con una resistencia (RM). En función de la resistencia (RM) que se ponga en el divisor de tensión la variación de tensión es diferente dando las curvas que se muestran en la gráfica de la derecha. Se ha elegido la curva correspondiente a 10k porque da un margen de tensión mayor en la lectura de la fuerza aplicada al sensor permitiendo una mejor precisión en la lectura por el microcontrolador.

SENSOR DE FUERZA O PRESIÓN: CARACTERÍSTICAS (3)



Part No. 402 (0.5" Circle)

Active Area: 0.5" [12.7] diameter

Nominal thickness: 0.018" [0.46 mm]

Detalles de las dimensiones del sensor de fuerza o presión.

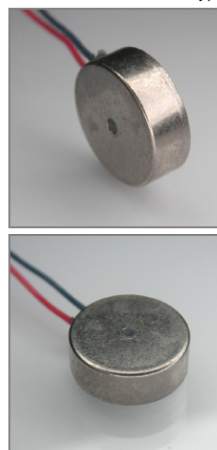
MOTOR VIBRADOR: CARACTERÍSTICAS



310-101

10mm Shaftless Vibration Motor
3.4mm Button Type

Specification	Value
Voltage [V]	3
Frame Diameter [mm]	10
Body Length [mm]	3.4
Weight [g]	1.2
Voltage Range [V]	2.5~3.8
Rated Speed [rpm]	12000
Rated Current [mA]	75
Start Voltage [V]	2.3
Start Current [mA]	85
Terminal Resistance [Ohm]	75
Vibration Amplitude [G]	0.8



www.precisionmicrodrives.com

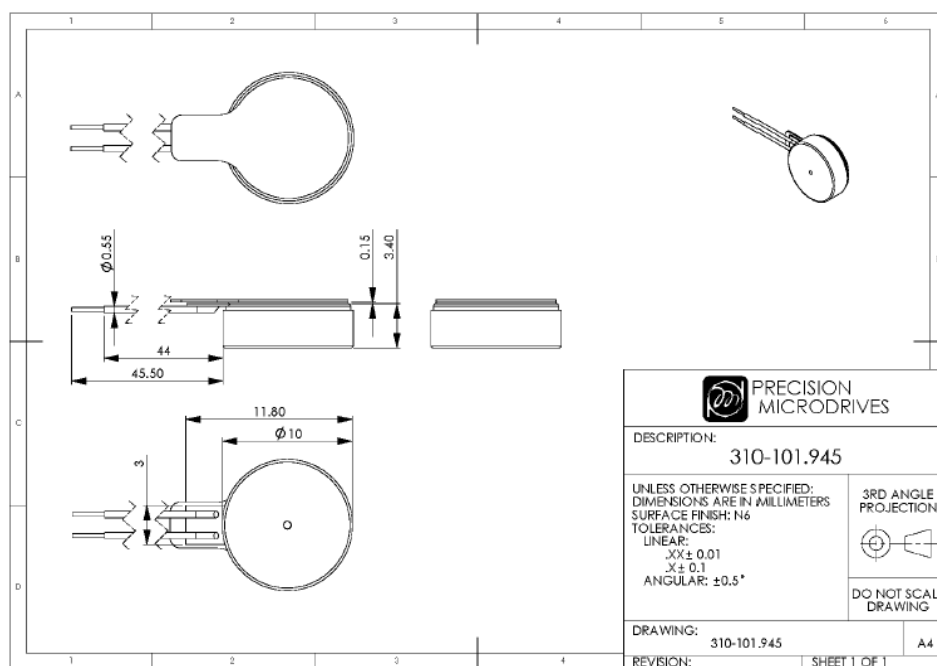
Tel: +44 (0) 1932 252482

Fax: +44 (0) 1932 325353

Email: sales@precisionmicrodrives.com

Tabla con las características mecánicas y eléctricas del motor-vibrador. Destacando su tensión nominal de 3v y consumo de 75mA.

MOTOR VIBRADOR: ESQUEMA



Copyright © 2008 Precision Microdrives Limited. Registered in England and Wales No. 5114621. Registered Office: Unit 23, Cannon Wharf, 35 Evelyn Street, London, SE8 5RT, UK. VAT Registered: GB 900 1238 84

Detalles de las dimensiones del motor-vibrador.

REPOSITORIO DEL MECANO-AMPLIFICADOR

<https://github.com/leobotmanuel/MecanoAmplificador>

67%



Buscar

README.md

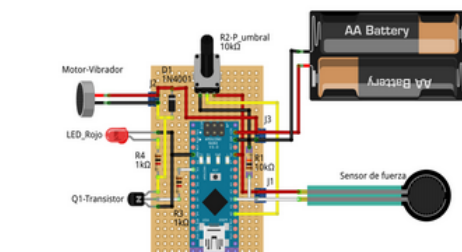
MecanoAmplificador



Dispositivo programable del proyecto Amplificación Mecanoceptiva de Maite Aliaga.



Programa para el Nano-Arduino <https://github.com/leobotmanuel/MecanoAmplificador/blob/master/software/mecanoAmplificador.ino>



fritzing

Repositorio de documentación del Mecano-Amplificador.

<https://github.com/leobotmanuel/MecanoAmplificador>