



//

# Aplicaciones de la tecnología piezoeléctrica a interfaces avanzadas de usuario.

Dra. Silvia Zabala González  
Responsable del área de Impresión Funcional en Centro Stirling



Semana de introducción a la investigación. 7/6/2021



//

# INDICE

- 1 Centro Stirling y Embega
- 2 Impresión funcional y HMI
- 3 Materiales piezoeléctricos para integración mediante Impresión Funcional
- 4 Aplicaciones de piezoelectricidad en productos de Embega



//



# Centro Stirling y Embega



# MONDRAGON CORPORATION



MONDRAGON is a business group which is divided into three areas: FINANCIAL, INDUSTRY and DISTRIBUTION.

**MONDRAGON COMPONENTES** is a Division of MONDRAGON.

Entities  
**266**

Employees  
**80.818**

R&D Centers  
**15**

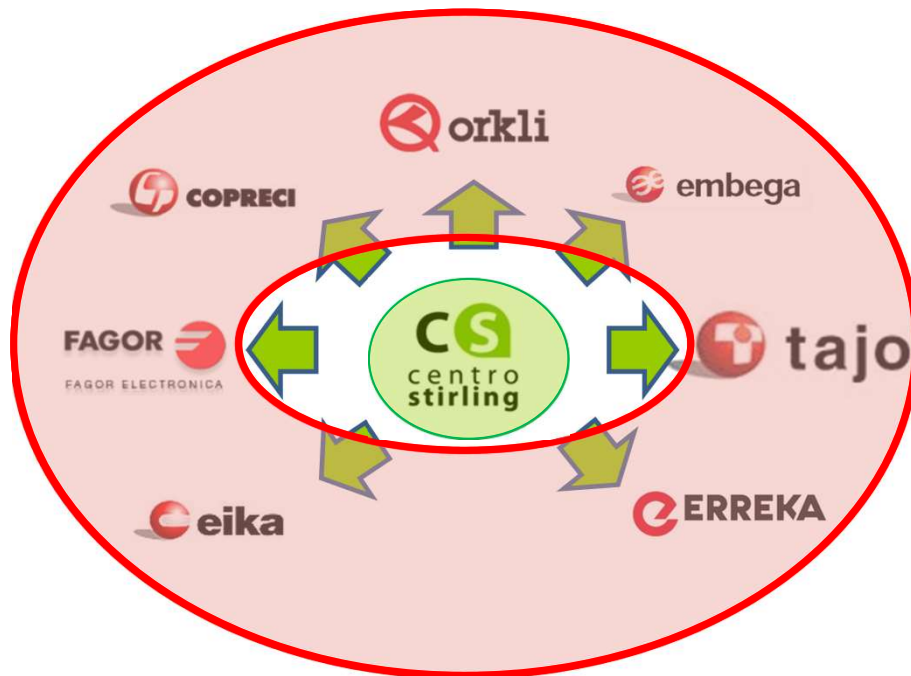
*financial area*

*industrial area*

*distribution area*

- AUTOMOTIVE
- INDUSTRIAL AUTOMATION
- COACH BODYWORK AND SUPPLIES
- COMPONENTS**
- CONSTRUCTION
- LIFTS
- EQUIPMENT
- HOUSEHOLD GOODS
- ENGINEERING AND SERVICES
- MACHINE TOOLS
- INDUSTRIAL SYSTEMS
- TOOLING AND SYSTEMS

**MONDRAGON COMPONENTES** was founded with the **purpose of giving INTEGRAL SOLUTIONS** to the domestic appliance industry, that have been adapted to the market's most demanding needs.





CENTRO STIRLING is the **technology research centre** of Mondragon Components and is specialized in energy efficient technologies for the residential and commercial sectors. Centro Stirling collaborates actively with the seven cooperatives of Mondragon Components Group in the development and optimization of the new products and services.

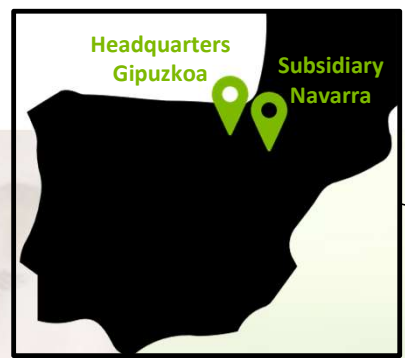


# CS CENTRO STIRLING PROFILE

  
founded  
**2008**



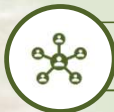
  
locations  
**2**

  
employees  
**21**



Headquarters at Aretxabaleta (Gipuzkoa); subsidiary at Villatuerta. (Navarra)



-  Mondragon Componentes' medium-long term R&D centre
-  Scope: efficient use and generation of energy at home scale
-  It is part of the R&D entities Basque Network



# COLLABORATORS NETWORK

## Research Centers



## Universities

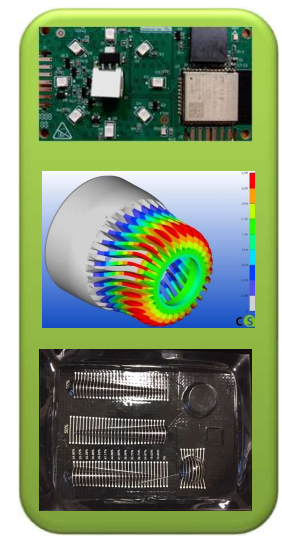


## Institutions





- **Electronics & IT**
- **Design, simulation and materials**
- **Functional printing**







//



DESDE  
**1971**

EMBEGA fabrica componentes, interfaces y juntas para los sectores de **línea blanca de electrodomésticos y automoción.**



● **Componentes metálicos estéticos y funcionales**



● **Juntas impresas**



● **Interfaces HMI**





## TECNOLOGÍAS DE FABRICACIÓN

● **Componentes metálicos estéticos y funcionales**



Manipulación **mecánica** y electroquímica de metales: anodizado, coloreado, corte láser, acabados superficiales mecánicos



● **Juntas impresas**



**Serigrafía** de alta deposición de materiales poliméricos

● **Interfaces HMI**



**Impresión electrónica** por serigrafía de alta precisión, hibridación de componentes SMD, laminado, corte láser y troquelado, impresión de acabados estéticos, adhesivado.



//

# 2

## Impresión funcional y Human-Machine Interfaces (HMI)

# IMPRESIÓN FUNCIONAL

## Tecnologías de impresión

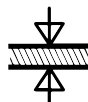
Impresión electrónica: serigrafía  
Materiales: tintas para electrónica y sustratos flexibles

## Nuevas funcionalidades

Sensores capacitivos, resistivos, de temperatura;  
calentadores, botoneras, antenas

## Productos impresos ligeros, planos y flexibles

Integración en multitud de productos de sensórica,  
botoneras, potenciómetros (sliders), etc.

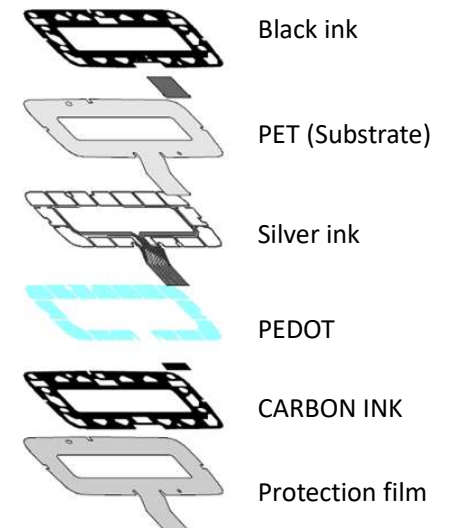
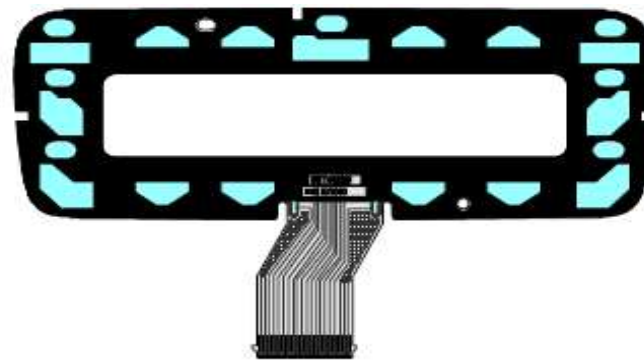


Ventajas en versatilidad, ligereza y facilidad en la  
instalación.

# Proceso de fabricación

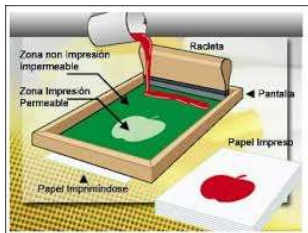
## ● Fabricación aditiva por capas

- Cada etapa tiene una aplicación controlada de material y un proceso de curado.
- Se parte de un sustrato flexible (por ejemplo, un film de plástico) y se imprimen capas con los diferentes materiales y patrones.
- Pueden incorporarse componentes SMD mediante soldaduras específicas (electrónica híbrida).
- Siempre es necesario incorporar un conector.

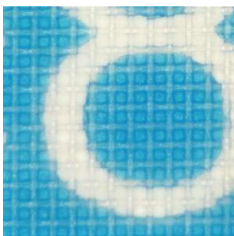


# Proceso de fabricación

## ● Conceptos básicos de serigrafía

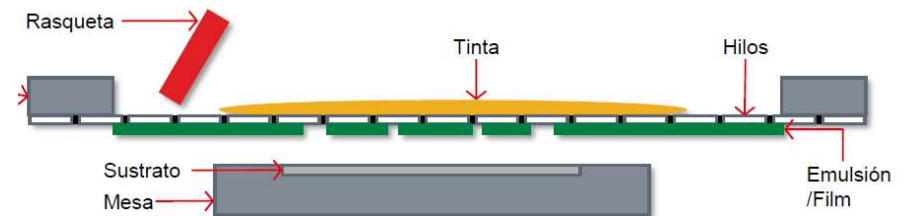


- Cada capa impresa necesita una pantalla de serigrafía. Si se realizan cambios en el diseño, es necesario fabricar pantallas nuevas.



- Las mallas se definen por el número de hilos y el grosor del hilo, lo que determina fundamentalmente el espesor de la tinta y la resolución de la impresión.

## Aplicación de la tinta



## Acción del racle



## Transferencia del patrón



Curado de la tinta: térmico, UV, activación eléctrica/química

# Productos con impresión electrónica

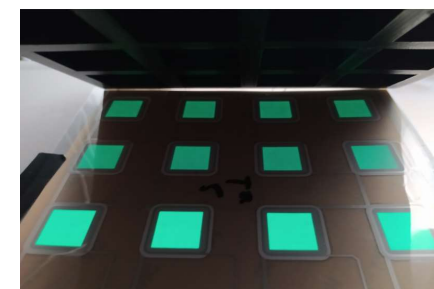
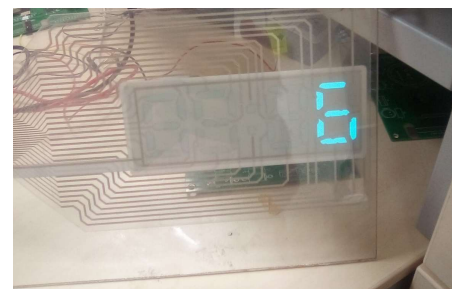
## Printed sensors

- Capacitive sensors → Human-Machine Interfaces
- Resistive sensors
- Piezoelectric sensors
- Haptic feedback to the user
- Antenna



## Light

- Printed electroluminescent
- LED light integration – hybrid electronics



## Printed heaters

- Flexheaters integrated in many materials





//

# 3

## **Materiales piezoeléctricos para integración mediante Impresión Funcional**





# Materiales piezoeléctricos

## Formato

## Proceso para industrializar

## Integración en producto final

### Componente cerámico



- Adhesión
- Soldadura

- Es rígido
- Tamaño en mm
- Espesor > 100  $\mu\text{m}$

### Tinta



- Impresión
- Curado térmico
- Poling

- Flexible
- Espesor < 25  $\mu\text{m}$

### Film funcional



- Manipulación: corte, adhesión
- Imprimible

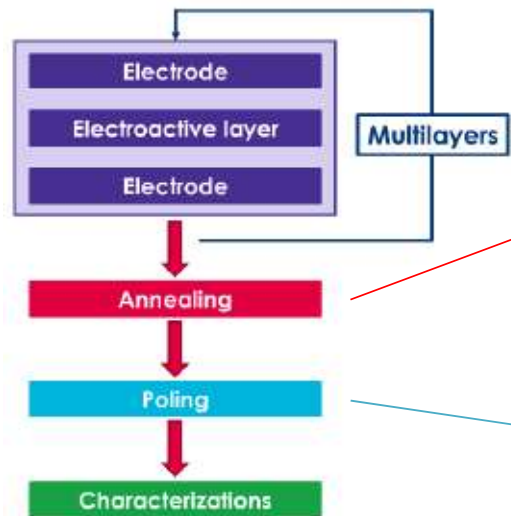
- Es flexible

# Materiales piezoeléctricos cerámicos

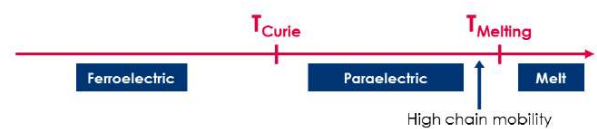
- Titanato de Bario BaTiO<sub>3</sub>
- PZT = plomo + circonio + titanato
- Aplicaciones: sensores de flujo, ensayos de ultrasonidos no destructivos de evaluación, inspecciones de productos de automoción, estructurales o aeroespaciales.



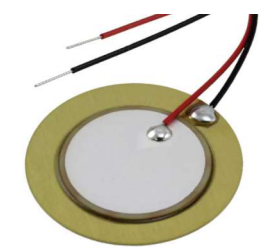
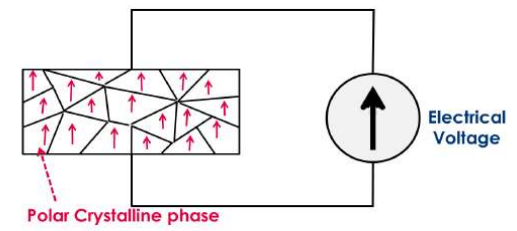
## Procesado del material piezoeléctrico



## ANNEALING: transiciones térmicas

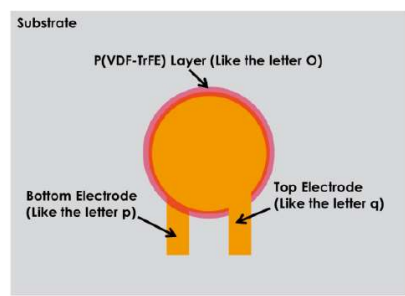


## POLING: Activación de las propiedades piezoeléctricas y orientación de dipolos en el cristal.

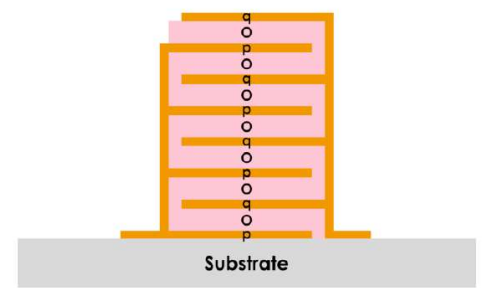


# Tintas piezoeléctricas

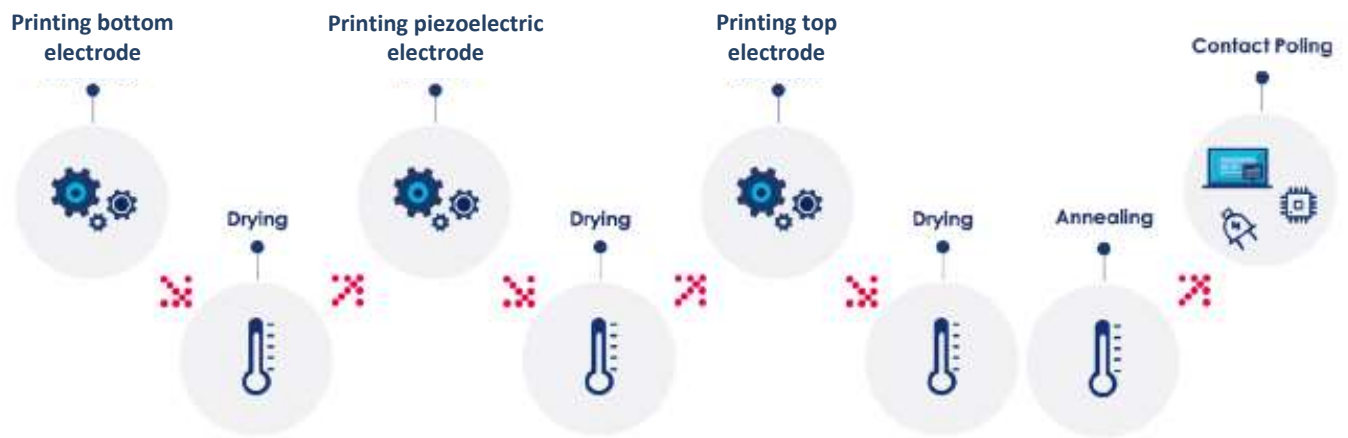
PIEZOTECH FC INK (ARKEMA): con fluoropolímero (base: polymer Piezotech® FC20).



Condensador monocapa



Condensador multicapa



## Films con propiedades piezoeléctricas

- **PIEZOTECH® FC FILMS**

- Opción de 3 bases poliméricas diferentes
- Tamaño de 12 x 12 cm
- Espesores de 10-20  $\mu\text{m}$
- Metalizaciones en Cr/Au
- Poling



- **METALLIZED PIEZO FILM SHEETS (TE CONNECTIVITY)**

- PVDF
- Espesores: 28 $\mu\text{m}$ , 52 $\mu\text{m}$ , 110 $\mu\text{m}$
- Electrode Type Options: Silver Ink & NiCu Metallization
- Sheet Size Options: 8" x 5.5" and 8" x 11"

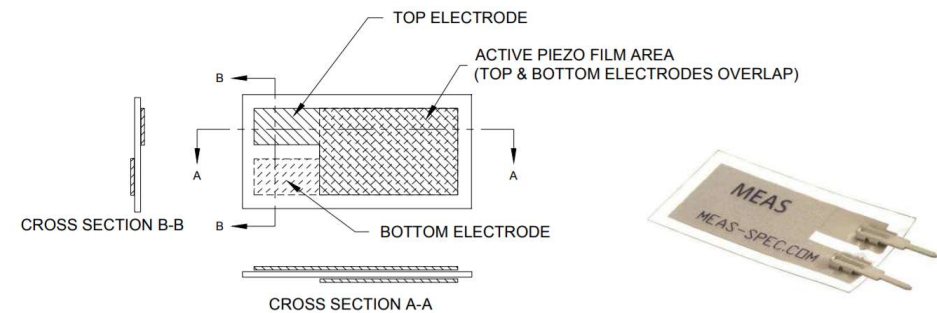


## Sensor piezoeléctrico estándar: demostración de aplicaciones

Se utiliza un sensor piezoeléctrico standard (kit de DFRobot SEN0209)



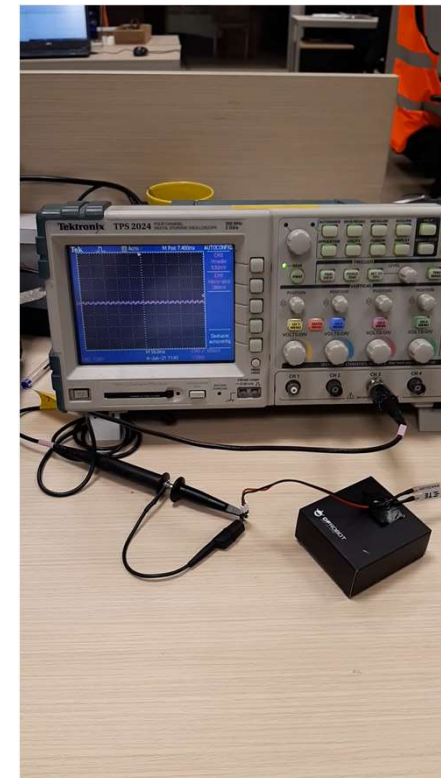
- Tiene una estructura de condensador, con los electrodos de plata que salen a los contactos y el film piezoeléctrico en el centro del sándwich.



- Según el estímulo es posible generar desde pocos milivoltios a decenas de voltios.
- Entre las potenciales aplicaciones se detallan vibraciones, impacto o contacto.

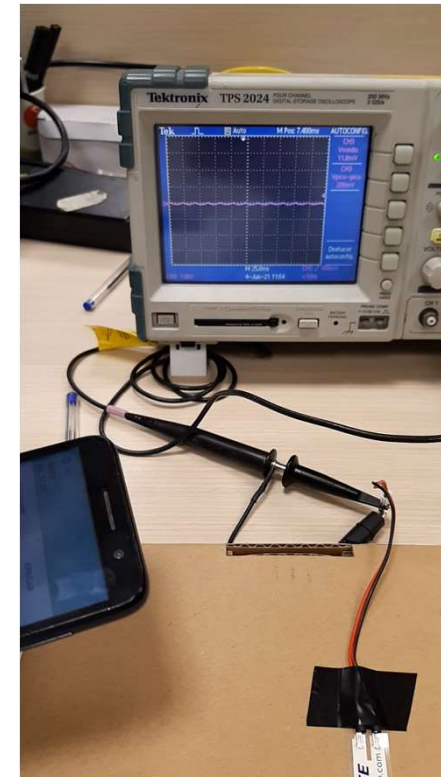
## Aplicaciones: movimiento de aire

- La vibración producida simplemente soplar sobre el sensor hace que se genere una tensión eléctrica en el sensor piezoeléctrico.
- Se muestra que no es necesario un gran estímulo para provocar una respuesta en el sensor.



## Aplicaciones: detección de vibraciones

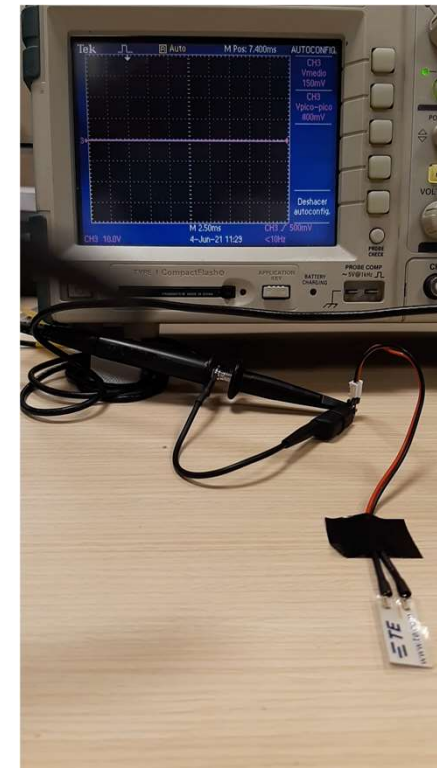
- Utilizamos un smartphone en modo vibración para crear el estímulo para la demostración.
- Esa vibración sobre el sensor hace que se genere una tensión eléctrica en el piezoeléctrico, que se observa inmediatamente en la gráfica.
- Es posible por lo tanto utilizar el material para medir vibraciones, con una electrónica de acondicionamiento apropiada.





## Aplicaciones: detección de impactos

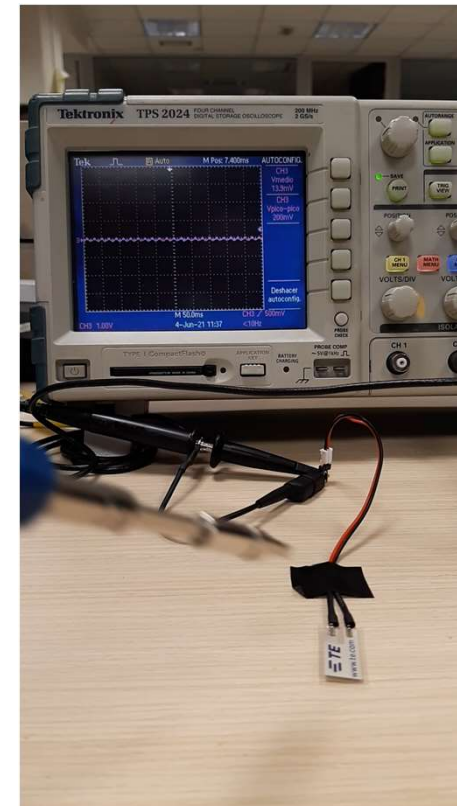
- La energía mecánica disipada al golpear el sensor hace que se genere una tensión eléctrica en los terminales del sensor.
- Esta tensión es proporcional al área de impacto, la fuerza de impacto y alcanza incluso decenas de voltios.
- Es por lo tanto posible utilizar el sensor para detección y medida de impactos o contacto (pulsadores).



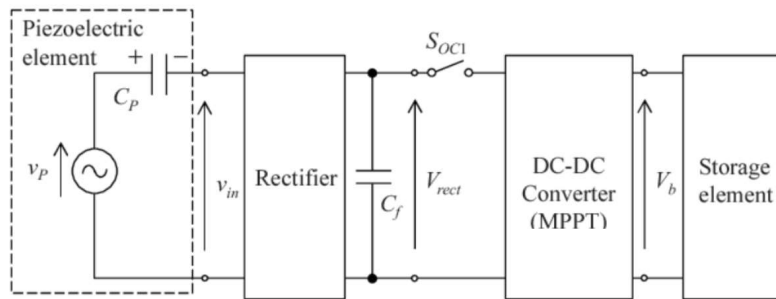


## Aplicaciones: deformaciones

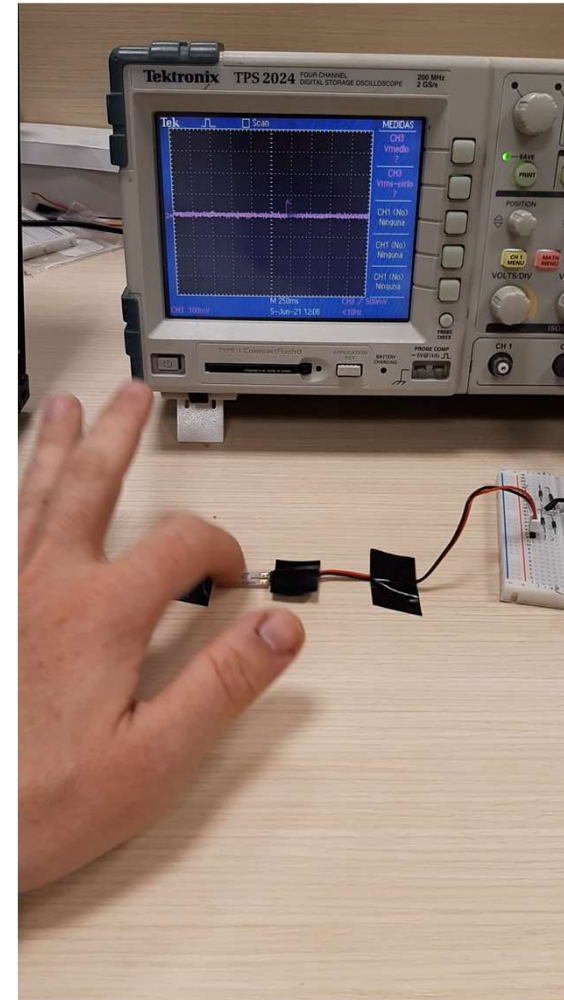
- Al doblar el material se genera una tensión eléctrica en el material, que se aprecia inmediatamente en la gráfica.
- Las aplicaciones como sensor de deformación son muy amplias: desde el mantenimiento preventivo de maquinaria industrial hasta aplicaciones biomédicas en los llamados *weareables*. En estos últimos es una ventaja competitiva que el sensor sea pequeño, plano y ligero, ya que eso facilita su integración incluso en ropa.



# Aplicaciones: energy harvesting



- Con un pequeño rectificador se consigue transformar los pulsos de tensión del piezoeléctrico en una tensión DC.
- En la gráfica del osciloscopio del video se está monitorizando la tensión rectificada ( $V_{rect}$ ).
- Para aprovechar esta energía en aplicaciones directas, es necesario incorporar elementos de almacenaje.





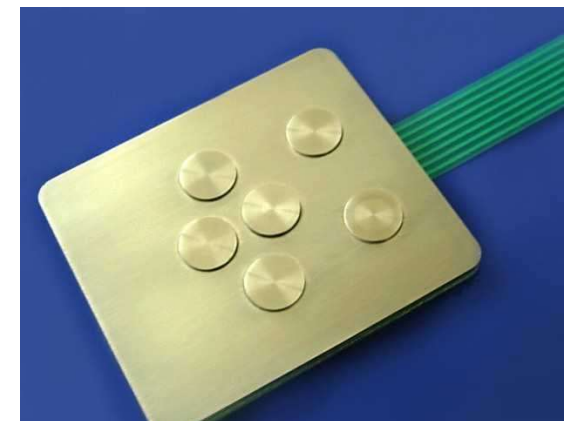
//

# 4

## Aplicaciones de piezoelectricidad en productos de Embega

## Teclados Antivandálicos

- Los teclados antivandálicos están diseñados para aplicaciones donde se encuentran expuestos a condiciones de trabajo pesado o uso continuo.
- Suelen estar instalados en dispositivos a la intemperie y trabajan en condiciones ambientales adversas.
- Acero inoxidable.



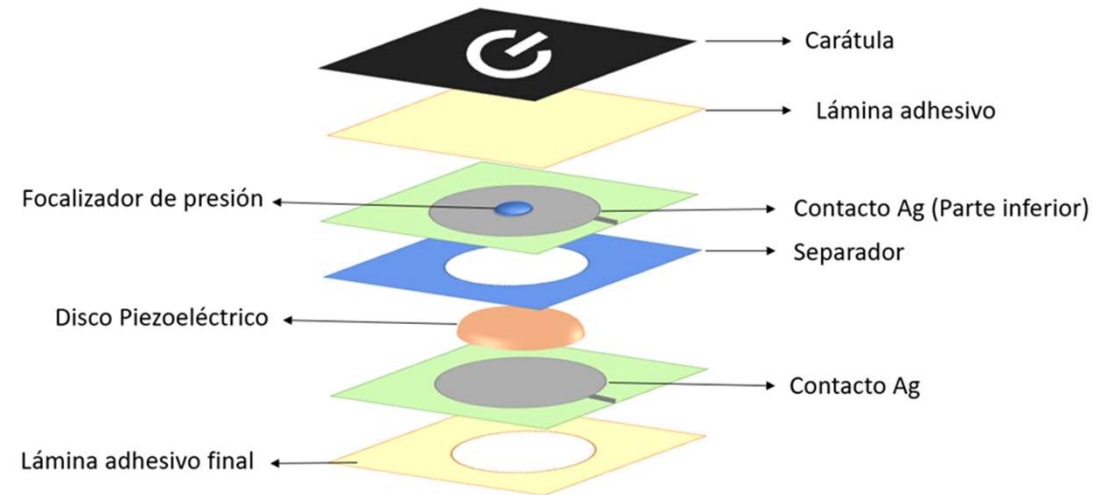
## Teclados Piezoeléctricos Antivandálicos

- Ofrecen la posibilidad de no necesitar un desplazamiento de ninguna parte del teclado
- Mejora de la estanqueidad y vida útil
- Se detectan micro-deformaciones del material de la carátula
- Cuanto mayor sea el espesor del material a deformar, menor será la sensibilidad



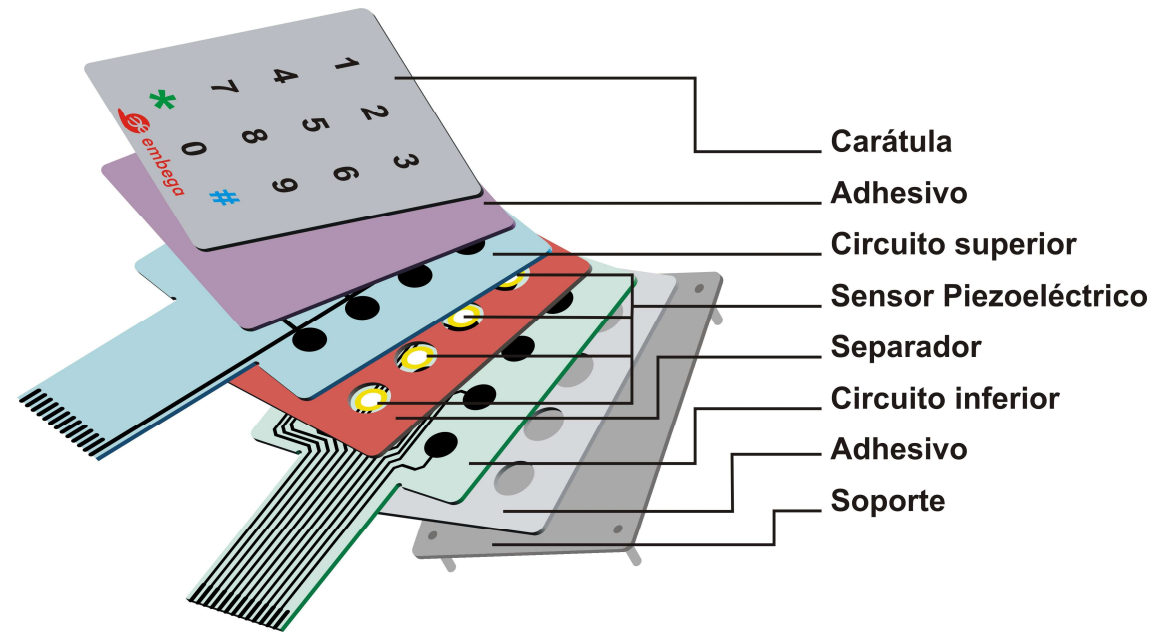
**Teclados fabricados en Embega**

## Ejemplo de aplicación y funcionamiento

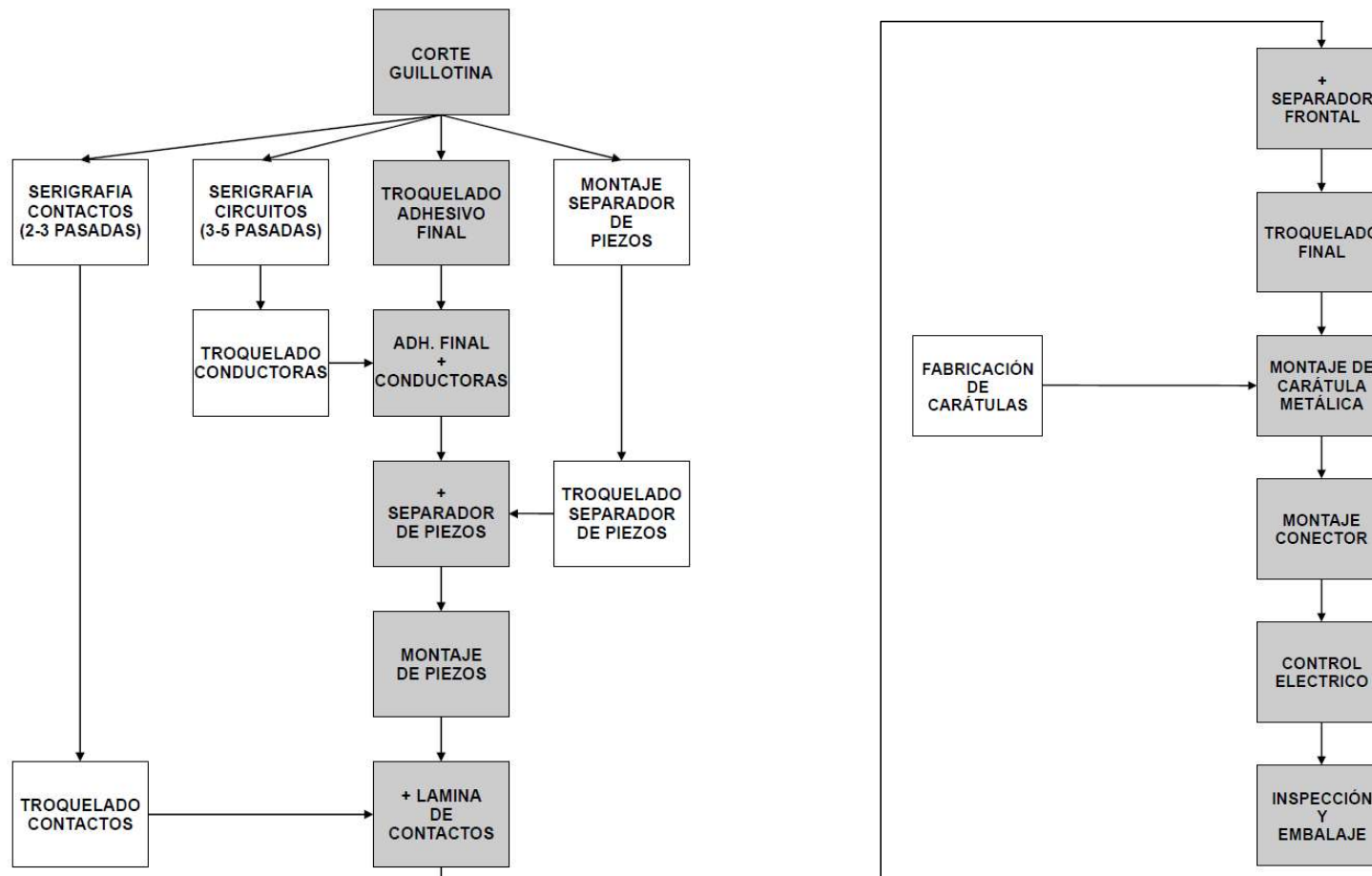




## Ejemplo de aplicación y funcionamiento



# Diagrama de flujo de fabricación de teclados piezoeléctricos



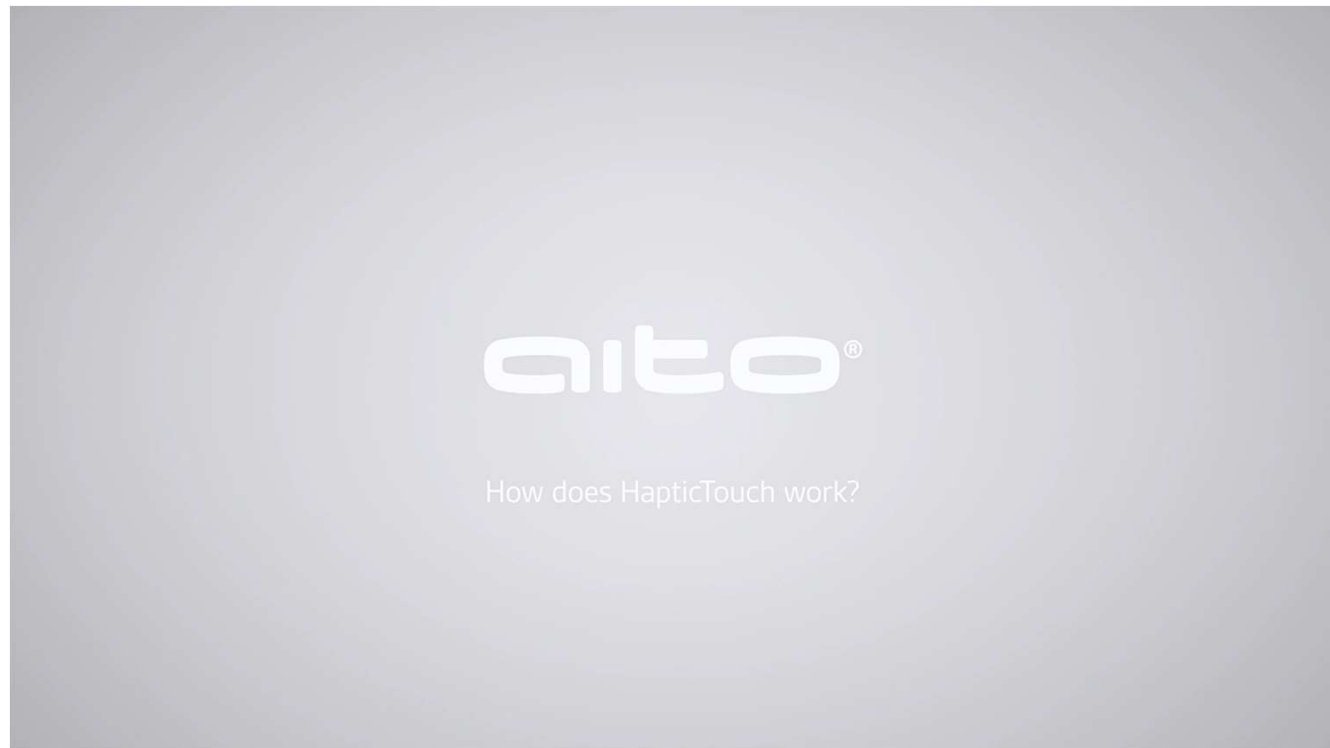
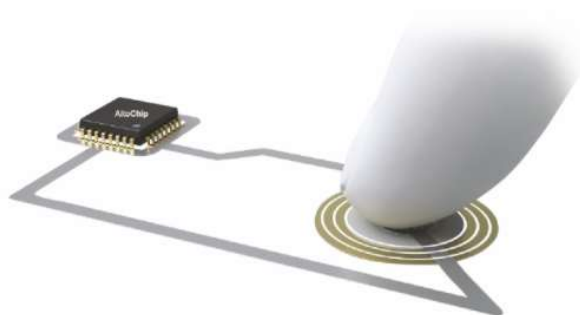


## Sensado + Sensación háptica



### Sensor and Actuator in One Reduce Costs; Reduce Complexity

AITO<sup>®</sup> HapticTouch is based on the capability of piezo components to both sense and actuate. Our proprietary signal processing and driving algorithms allow off-the-shelf miniature piezo discs to act as a sensor and actuator simultaneously. This provides unparalleled performance, as well as cost and reliability benefits compared to systems that use separate haptic actuators and touch and force sensors.





# Gracias



[szabala@centrostirling.com](mailto:szabala@centrostirling.com)



[ibraco@embega.es](mailto:ibraco@embega.es)