

2. Memoria

Estudio de mercado

Índice:

Descripción del proyecto	3
Definición del proyecto	4
Estudio de movimientos en la muñeca	5
Antecedentes	6
Segmentación del mercado	7
Análisis de producto: Torquímetros	8
Test de producto	12
Conclusiones	16
Análisis de producto: Sensores torquimétricos	20
Test de producto	24
Conclusiones	28
Estudio de palanca	32
Análisis de producto: Sensores lineales	33
Test de producto	36
Conclusiones	37
Análisis de producto: Microsensores	38
Test de producto	42
Conclusiones	43
Usuarios	46
Entorno de uso	48
Ciclo de vida del producto	49

Descripción del proyecto:


Actualmente existen en el mercado múltiples productos electrónicos diseñados para la medición de esfuerzos. Muchos de estos dispositivos implican el control y medición de variables como posición, desplazamiento, fuerza, ritmo cardíaco, carga, número de repeticiones, etc., combinados con la emisión de alarmas o la generación de tablas estadísticas.

Una de las claves del éxito de estos productos radica en la versatilidad de las aplicaciones que ofrece el amplio desarrollo electrónico, pudiendo dotar a los productos actuales de múltiples funciones gracias al uso de baterías, pantallas, memorias, sistemas de sensores, monitorización, navegación, procesadores, etc... lo que permite hacer combinaciones para conseguir aplicaciones específicas que sólo dependan del uso y su entorno, pudiendo encontrar productos para uso privado o compartido, de compra por particulares o instituciones, portátiles o no, de exterior e interior e incluso para utilización en condiciones extremas.

El punto en común de estos productos es el aprovechamiento de una determinada tecnología y el tipo de usos y usuarios a los que van dirigidos, pero el rango de precios, calidad de acabados, prestaciones, etc. es muy amplio. Además, existe una cierta dificultad por parte del usuario de conocer todo el rango de productos existentes, elegir el más adecuado a sus necesidades y aprender su modo de uso. En parte, este problema se acentúa por la inexistencia de un carácter en los productos que ayude a diferenciar e identificar unas tipologías respecto a otras.

El proyecto consiste en el diseño de un producto electrónico totalmente nuevo e innovador para la medición de esfuerzos de par en el cuerpo humano, capaz de integrar y aprovechar las posibilidades que ofrece la tecnología existente, obteniendo su máximo rendimiento en el entorno de uso y de modo que tenga un carácter definido que permita al usuario reconocerlo y utilizarlo del mejor modo posible.

Definición del proyecto:



El **objetivo principal** del proyecto es la generación y desarrollo de un producto no existente en el mercado. Este debe ser un aparato electromecánico capaz de realizar mediciones precisas del par generado por las articulaciones. Como punto de partida centraremos el diseño en un aparato para la muñeca y sus tres movimientos.

Un **aparato electrónico** (o dispositivo) consiste en una combinación de componentes electrónicos organizados en circuitos, destinados a controlar y aprovechar las señales eléctricas para obtener algún tipo de información o resultado.

El proyecto se centrará en los aparatos electrónicos **para la medición de par**, los cuales en este momento, únicamente están destinados a cubrir necesidades de medición, calibración, o de control.

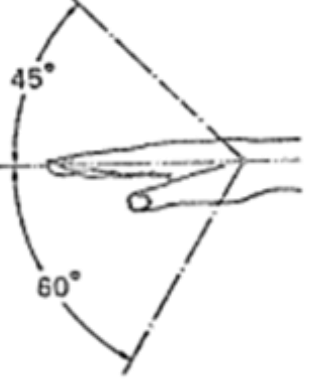


Dichos aparatos suelen tener una pantalla para mostrar tanto los datos como los resultados de las diferentes mediciones o parámetros que utiliza.

Puesto que su objeto es debemos medir esfuerzos de par en las articulaciones del ser humano, deberemos tener en cuenta la antropometría y ergonomía del cuerpo humano.

Ergonomía y antropometría:

Dado que la ergonomía y antropometría del cuerpo humano es muy extensa, el proyecto se centrará en los movimientos de la muñeca.

Estos movimientos y sus respectivas cotas angulares (tomados desde la posición normal de la mano), son:

Movimiento						
Nombre	Flexión	Extensión	Abducción	Aducción	Pronación	Supinación
Ángulo de giro	0 – 60 °	0 – 45 °	0 – 15 °	0 – 30 °	0 -85°	0 – 70 °

Antecedentes:

En el mercado actual no existe el producto que se nos ha encargado diseñar. Por ello se ha realizado una búsqueda general abarcando diferentes campos, con el fin de obtener información variada sobre cualquier producto que pueda realizar la función que nosotros deseamos (medición de par).




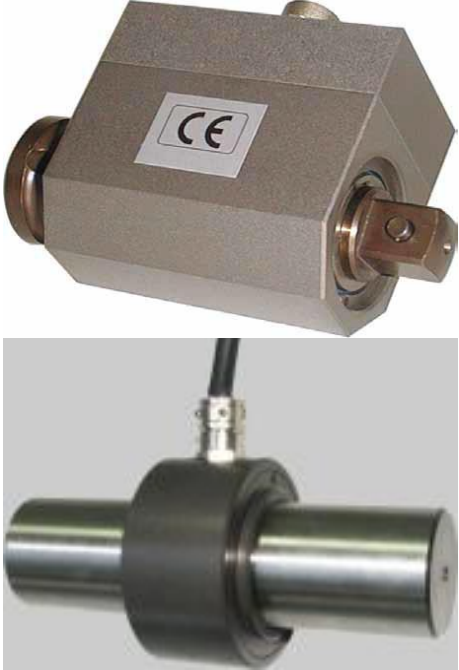



En el sector industrial, encontramos una serie de aparatos destinados mayoritariamente al control y estudio, que permiten realizar mediciones de par.

Estos aparatos son de varios tipos, cada uno adaptado al entorno de uso propio de cada medición. Sus características técnicas, también son diferentes, destinando las mejores de ellas a los productos de laboratorio y ensayo.

En el sector de la antropometría no se ha encontrado ningún aparato que cumpla con los requisitos.



Segmentación del mercado:

	Fijos		Portátiles	
	Torquímetros de precisión	Torquímetros de sobremesa	Transductores	Sensores torquimétricos intercambiables
Estáticos				
Dinámicos				

Análisis de producto: - Torquímetros fijos

Son torquímetros fijos tanto los de precisión como los de sobremesa. Adquieren este adjetivo porque siempre se utilizarán en un mismo espacio de trabajo (como un laboratorio, taller, puesto de control, etc).

Así mismo reciben el adjetivo de estáticos porque el máximo ángulo de giro del sensor es menor a una vuelta hacia cada lado ($\pm 360^\circ$).

A continuación se analizará este sector en busca de los aspectos más relevantes de su diseño, tanto a nivel externo como interno.



Análisis de producto: - Torquímetros fijos

Análisis externo:

Todos los torquímetros fijos, tanto de precisión como de sobremesa, muestran formas cuadradas o rectangulares y solo utilizan la curva en algunas caras o para enlazar superficies planas.

Están fabricados con materiales metálicos como aluminio y acero ligero para algunas piezas.

Los detalles, botonería, apliques y accesorios están fabricados con plástico ABS.

Presentan orificios en la carcasa para ser atornillados a la superficie de trabajo, lo que proporciona en una mejor calidad de medida.

Dado que son utilizados principalmente en laboratorios predomina el color blanco, pero también se pueden encontrar aparatos negros o grises. El acabado en todos ellos es liso, sin rugosidades.

Análisis interno:

Todos ellos utilizan sensores de par estáticos, es decir, para mediciones que no requieran más de una vuelta tanto en giros positivos como en negativos.

Estos sensores son de gran precisión ya que sus componentes no reciben vibraciones o golpes de ningún tipo. **(El sensor se analizará en solitario más adelante).*

Además de esto cuentan con un display en el que se muestran los datos obtenidos por el sensor así como un grupo electrónico dedicado a la función de traducir la fuerza de giro captada por el sensor en números mostrados por el display.

Todos ellos llevan alimentación eléctrica de la red (220V), aunque trabajan a menor voltaje.



Análisis de producto: - Torquímetros portátiles

Son torquímetros portátiles tanto los transductores como los puramente portátiles. Ambos aparatos transforman las señales eléctricas enviadas por el sensor en cifras mostradas en el display.

La principal diferencia entre ambos radica en el tamaño del aparato y el número de funciones que realiza el aparato mientras mide la señal.

Los sensores que pueden conectarse son estáticos o dinámicos, lo que permite una alta versatilidad a la hora de tomar medidas.

A continuación se analizará este sector en busca de los aspectos más relevantes de su diseño, tanto a nivel externo como interno.



Análisis de producto:

- Torquímetros portátiles

Análisis externo:

Todos los torquímetros portátiles o **transductores**, muestran formas cuadradas o rectangulares. Su tamaño varía en función de las características que posee el aparato y del grado de portabilidad del mismo.

Están fabricados con materiales metálicos como aluminio y acero ligero para algunas piezas. Presentan defensas para amortiguar posibles golpes o caídas, están fabricadas en plástico ABS, al igual que los detalles, botonería, apliques y accesorios.

Al igual que en los fijos, aquí también predomina el color blanco, pero dado que el entorno de uso es variable, pueden encontrarse aparatos con detalles en colores vivos como naranja o turquesa. El acabado en todos ellos es liso, sin rugosidades.

Análisis interno:

Estos aparatos no poseen ningún sensor incorporado, si no que mediante conectores, transforman la información captada por sensores externos en datos útiles que muestran en el display.

Estos sensores son intercambiables, pudiendo utilizar varios tipos con el mismo aparato.

La diferencia entre ellos radica en la tecnología de sus componentes internos, en el tamaño de la pantalla, en el número y tipo de conexiones que incorporan o en la capacidad de su memoria a la hora de guardar las mediciones realizadas.





Todos ellos llevan alimentación eléctrica de la red (220V), aunque algunos funcionan con pilas o batería.



Test de producto:

- Torquímetros fijos de precisión



				
Marca	ETH	ETH	IMADA	MecMesin
Modelo	GMv2	VPH	MTG-200Nc	Vortex
Tipo de sensor	Estático	Estático	Estático	Estático
Precisión	±0.01	±0.01	±0.001	±0.001
Muestreo	3000/s	2000 / s	2000 / s	2000 / s
Par máximo	20 N/m	20 N/m	200 N/cm	10 N/m
Peso	19 kg	23 Kg	17 Kg	19.5 Kg
Material	Aluminio	Aluminio	Aluminio	Aluminio
Color	Gris	Gris	Blanco	Blanco
Acabado	Liso - mate	Liso - mate	Liso – mate	Liso – mate
Volumetría	Compuesta	Compuesta	Rectangular	Rectangular
Alimentación	Red	Red	Red	Red
Precio	1850 €	1900 €	1700 €	1800 €

Test de producto:




- Torquímetros fijos de sobremesa



				
Marca	MecMesin	IMADA	Mark-10	Check-Line
Modelo	Tornado	DTX2-200Nc	CTA	STA12
Tipo de sensor	Estático	Estático	Estático	Estático
Precisión	±0.01	±0.1	±0.1	±0.1
Muestreo	1000/s	1000/s	1100/s	650/s
Par máximo	10 N/m	200 N/cm	150 N/m	135 N/m
Peso	3kg	4.5 Kg	2.9 Kg	4.5 Kg
Material	Aluminio	Aluminio	Aluminio	Aluminio
Color	Azul	Gris	Blanco	Blanco
Acabado	Liso - mate	Liso - mate	Liso – Brillante	Liso - Brillante
Volumetría	Compuesta	Compuesta	Compuesta	Rectangular
Alimentación	Red + Batería	Red	Batería	Red + Batería
Precio	1120 €	1300 €	1080 €	985 €

Test de producto:

- Torquímetros portátiles

			
Marca	IMADA	Mark-10	Mark-10
Modelo	Htg2	MGT	BGI
Precisión	± 0.1	± 0.1	± 0.01
Muestreo	1000/s	2000 / s	2000 / s
Batería	8 Horas	30 Horas	12 Horas
Memoria	1000 medidas	500 medidas	1000 medidas
Peso	410 gr	380 gr	450 gr
Material	Plástico ABS	Plástico ABS	Aluminio
Color	Gris	Azul	Gris
Acabado	Liso - mate	Liso - mate	Liso - mate
Volumetría	Rectangular	Rectangular	Rectangular
Alimentación	Batería	Batería	Batería
Precio	1100 €	1300 €	1500 €

Test de producto: - Transductores



Marca	Eth	Eth	Eth
Modelo	Switchbox SW 319	ValueMaster	ValueView 291-1
Precisión	±0.01	±0.01	±0.01
Muestreo	1000/s	1000 / s	1500 / s
Display	Si	No	Si
Peso	3 Kg	900 gr	1200 gr
Material	Aluminio + ABS	Plástico ABS	Aluminio
Color	Gris	Gris	Gris
Acabado	Liso - mate	Liso - mate	Liso – mate
Volumetría	Rectangular	Rectangular	Rectangular
Alimentación	Red	Red	Red
Precio	1200 €	1400 €	1600 €

Conclusiones:

Torquímetros fijos		Ventajas	Inconvenientes
Torquímetros de precisión		<ul style="list-style-type: none">- Precisión 0.01 - 0.001 N/m- Muestreo entre 2000-3000 /s- Fabricación en aluminio- Alimentación de la Red eléctrica	<ul style="list-style-type: none">- Par máximo 20 N/m- Peso aprox. 20 Kg- Precio 1800-2000 €
Torquímetros de sobremesa		<ul style="list-style-type: none">- Par máximo 100 – 150 N/m- Fabricación en aluminio- Alimentación de la Red eléctrica- Peso aprox. 4 kg- Precio 900-1200 €	<ul style="list-style-type: none">- Precisión 0.1 - 0.01 N/m- Muestreo entre 900 – 1100 /s

Conclusiones:

Transductores portátiles		Ventajas	Inconvenientes
Torquímetros portátiles		<ul style="list-style-type: none">-Peso aprox 400 gramos-Alimentación de Red / Batería 10 – 30 horas-Memoria 500-1000 medidas-Precio 1100-1500 €	<ul style="list-style-type: none">-Precisión del aparato 0.1 - 0.01 N/m-Precisión de medida según sensor-Par máximo según sensor-Muestreo entre 1000 – 2000 /s-Fabricación en plástico ABS
Transductores		<ul style="list-style-type: none">-Peso aprox 2kg-Fabricación en aluminio-Precio 1000-1400 €-Alimentación de la Red eléctrica	<ul style="list-style-type: none">-Precisión del aparato 0.1 - 0.01 N/m- Precisión de medida según sensor-Par máximo según sensor- Muestreo entre 1000 – 1500 /s

Conclusiones:

- Aparatos fijos

Los torquímetros fijos ya sean de precisión o de sobremesa ofrecen mayores y mejores prestaciones tanto a nivel técnico como a nivel ergonómico, sin embargo todo esto repercute en un aumento notable de peso y precio.

Así mismo la toma de corriente eléctrica como única fuente de alimentación está generalizada en estos 2 segmentos ya que se da por hecho que el aparato no se moverá de su lugar de trabajo.

En cuanto a sus características técnicas hay que destacar la altísima precisión y velocidad de muestreo de los torquímetros de precisión pero en contrapunto su elevado peso debido al sistema automatizado para los ensayos.



Conclusiones:

- Aparatos portátiles

Los torquímetros portátiles ya sean de mano o transductores presentan la característica de no incorporar el sensor torquimétrico.

Este hecho presenta la ventaja de que el mismo transductor puede ser utilizado en diferentes sensores que pueden estar situados en diferentes máquinas o lugares dentro de la empresa. Esto repercute beneficiosamente sobre el precio en caso de utilizar un número mayor de sensores al mismo tiempo.

Al igual que en los torquímetros fijos, en los portátiles el precio va ligado directamente a las características técnicas.

Un aspecto importante de este sector es su capacidad de portabilidad, es decir, la incorporación de batería y reducción de peso.



Análisis de producto: - Sensores torquimétricos

Son sensores torquimétricos aquellos dispositivos capaces de captar magnitudes físicas en forma de par y transformarlas en señales eléctricas para su posterior análisis.

Existen sensores estáticos y dinámicos. La diferencia existente entre ambos es el tipo de esfuerzo que deberán medir, es decir, un esfuerzo estático o dinámico.

Esto significa que un sensor estático realiza mediciones en un rango de giro de 360° hacia ambos sentidos.

Sin embargo el sensor dinámico realiza la medición mientras gira a altas revoluciones (>1000 rpm).



Análisis de producto:

- Sensores torquimétricos

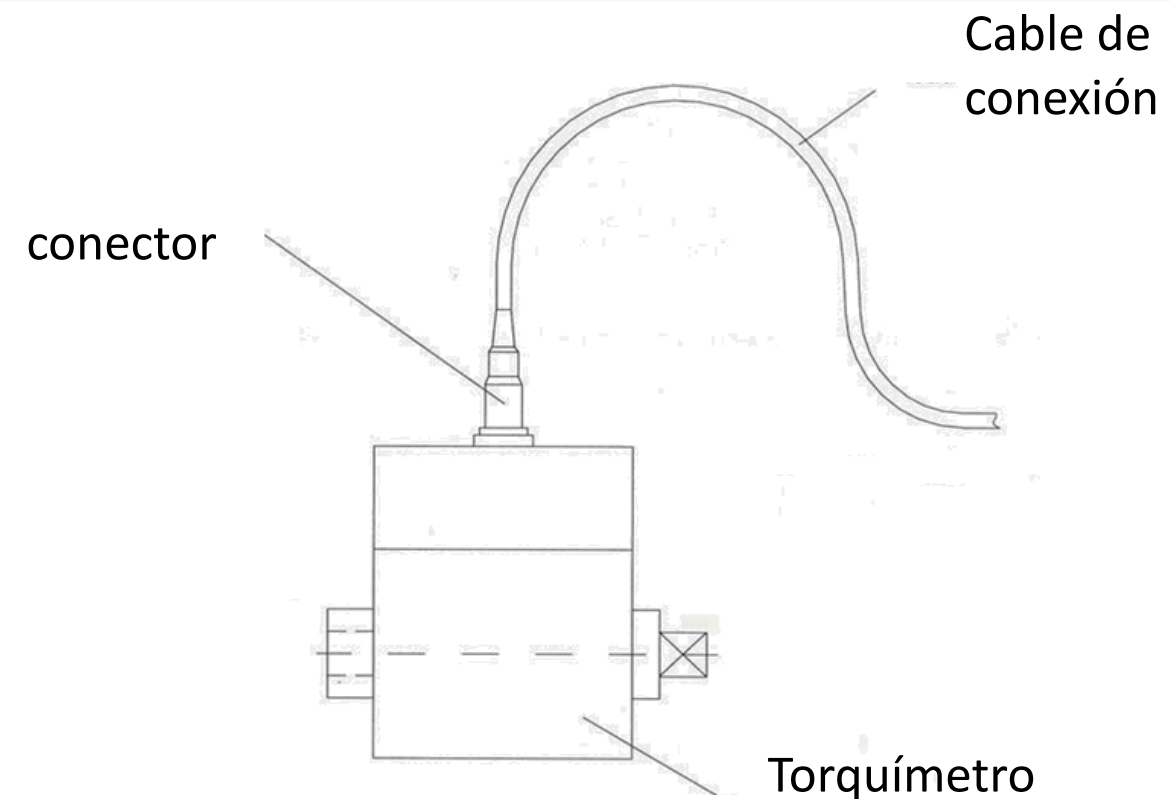
Análisis externo:

En este esquema se muestra el conjunto del torquímetro desde el exterior.

El conjunto está formado por el cuerpo del torquímetro, el conector del cable y el propio cable.

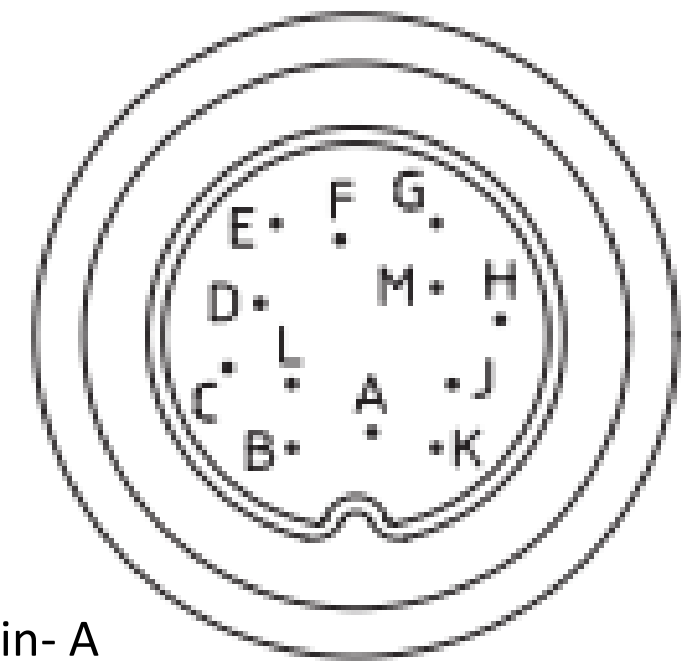
A continuación, se encuentra otro con las conexiones del cable.

Se puede observar que se necesitarán como mínimo este número de cables si no contamos con goniómetro y en caso de querer incorporarlo se necesitarán otros cuatro cables.



Esquema de conexión del cableado:

A - DC IN +	+6V DC
B - DC IN +	-6V DC
C - Señal OUT -	2mV
D - Señal OUT +	2mV
E - Ground	Masa
F - Goniómetro	+5V DC
G - Goniómetro 1 OUT	2mV
H - Goniómetro 2 OUT	2mV
J - Goniómetro Ground	Masa
K - Control input	Conecta con Pin- A
M - Escudo	Conecta con la caja del sensor



Análisis de producto:

- Sensores torquimétricos estáticos

Análisis externo:

Dentro del segmento de los sensores estáticos encontramos diferentes especificaciones, acabados y formas finales en función del uso que tendrán.

En el margen derecho se pueden observar algunos sensores.

En primer lugar se encuentra una célula de carga para uso industrial y a continuación una célula de ensayos de laboratorio.

Bajo estas, se encuentra una llave dinamométrica, muy útil en el sector de la mecánica y por último una célula de carga similar a la llave pero sin mango para poder incorporar el que se desee.

Están fabricados en acero y aluminio de alta calidad y los detalles están hechos con plástico ABS o goma.



Análisis de producto:

- Sensores torquimétricos estáticos

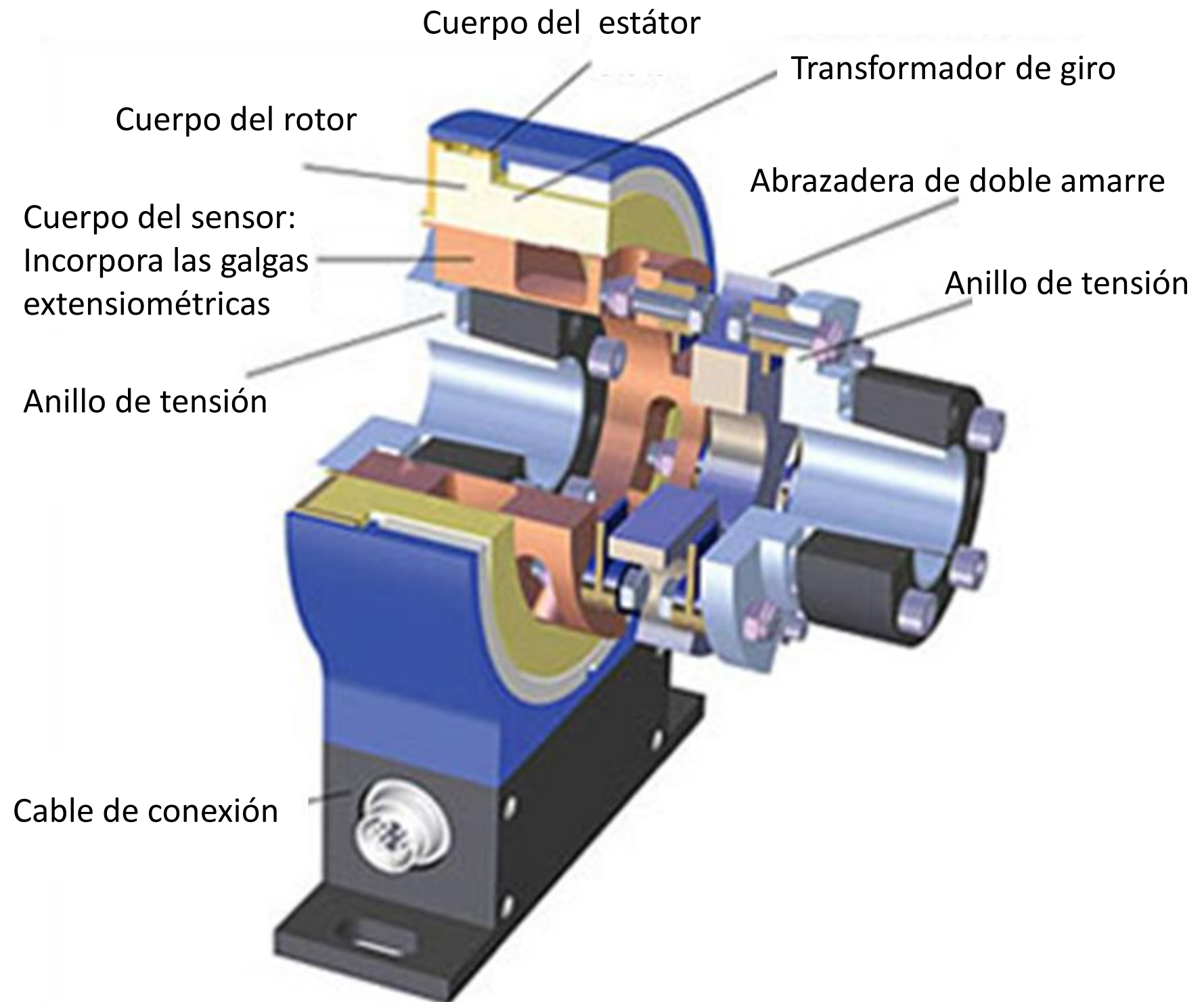
Análisis interno:

Este tipo de sensores se caracteriza por realizar su función sin necesidad de girar más de una revolución, por ello su composición resulta más sencilla.

La fuerza de giro entra por uno de los anillos de tensión y es transportada al cuerpo del rotor a través de la abrazadera de doble amarre.

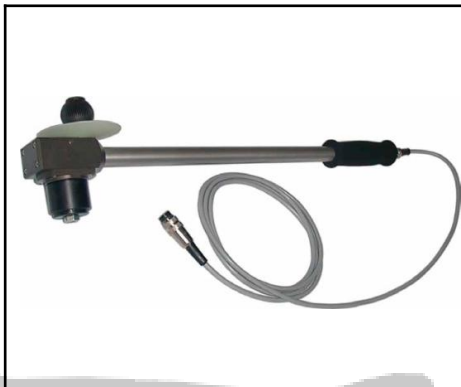
Tras esto, la fuerza de giro pasa al cuerpo del sensor donde se transforma en una fuerza lineal que es captada por las galgas extensiométricas y posteriormente transformada en señales eléctricas.

Estas señales se envían al transductor a través del cable de conexión.



Test de producto:

- Sensores torquimétricos estáticos



Marca	ETH	ETH	PCB	PCB
Modelo	VS-H	RDT i	2301-01A	4115-01A
Precisión	±0.01	±0.01	±0.1	±0.001
Muestreo	Según transductor	Según transductor	Según transductor	Según transductor
Par máximo	20 N/m	50 N/m	226 N/cm	10 N/m
Peso	850 g	560 g	600 gr	500 g
Material	Aluminio	Aluminio	Aluminio	Aluminio
Color	Gris	Gris	Negro - Gris	Negro
Acabado	Liso - mate	Liso - mate	Liso - Brillante	Liso – brillante
Volumetría	Compuesta	Compuesta	Cilíndrica	Cilíndrica
Alimentación	12V cc	12V cc	12V cc	12V cc
Conexión	12 pines	12 pines	12 pines	12 pines
Precio	350 €	300 €	240 €	490 €

Análisis de producto:

- Sensores torquimétricos dinámicos

Análisis externo:

Los sensores dinámicos están diseñados para funcionar a un régimen alto de revoluciones. Por ello, incorporan rodamientos de alta calidad y acoplamientos a ambos lados, uno de cabeza cuadrada y otro circular.

De esta manera se aseguran un correcto amarre sea cual sea la posición en que se instale.

Están realizados en aluminio y acero para garantizar las máximas prestaciones. Tienen forma rectangular y están muy bien acabados a nivel de uniones y conexiones.

Existen diferentes modelos con diferentes formas y características, pero siempre orientadas al uso.



Análisis de producto:

- Sensores torquimétricos dinámicos

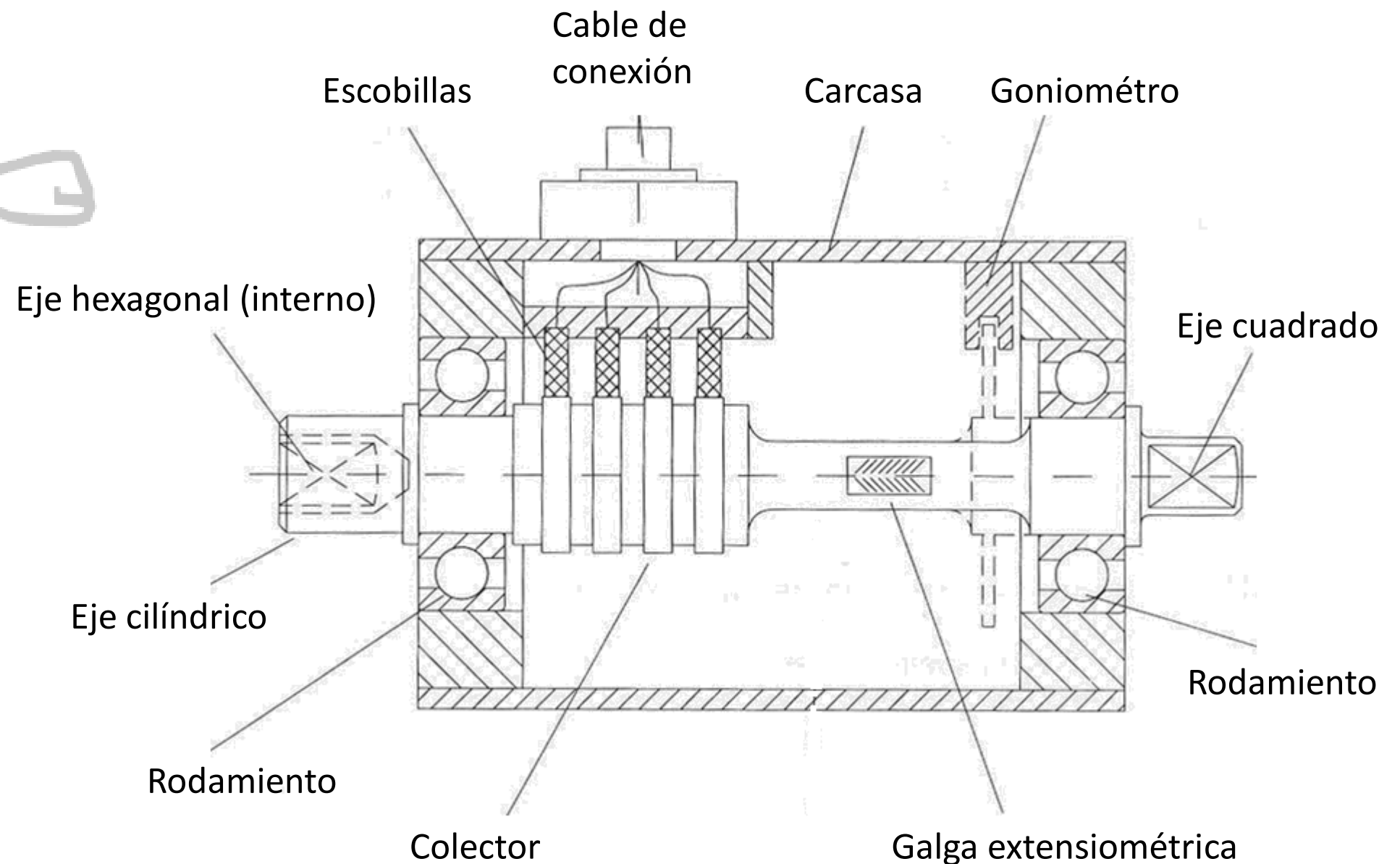
Análisis interno:

En su interior, estos sensores cuentan con una zona rebajada y calibrada, donde se concentran todos los esfuerzos dada su menor sección.

Es en esta zona donde se sitúan los sensores, también llamados galgas extensiométricas.

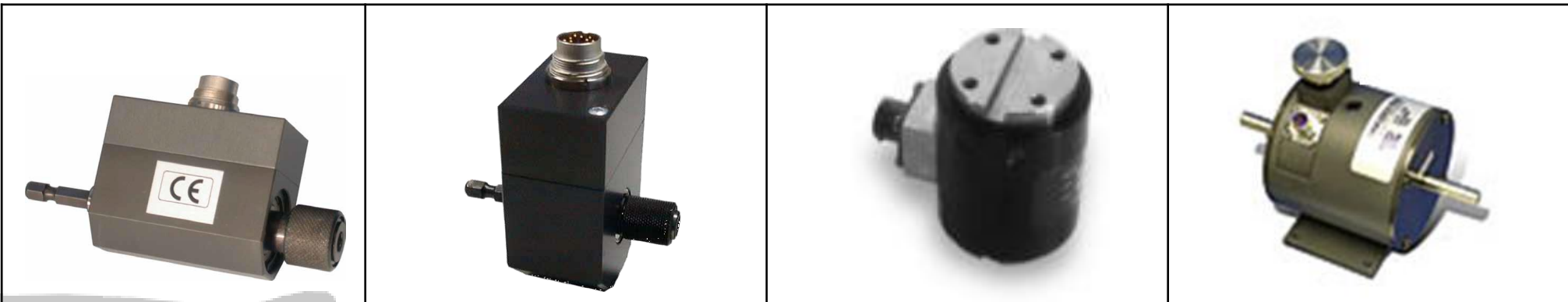
De esta manera, cuando la zona calibrada es sometida a esfuerzos, las galgas registran esos esfuerzos, transformándolos en señales eléctricas.

Estas señales viajan a través del colector, y son transmitidas al exterior del sensor por las escobillas.



Test de producto:

- Sensores torquimétricos dinámicos



Marca	ETH	ETH	PCB	PCB
Modelo	RDS 1/4	RDS FK	2508-01A	3122-02A
Precisión	±0.01%	±0.01	±0.001	±0.01
Muestreo	Según transductor	Según transductor	Según transductor	Según transductor
Par máximo	1-20 N/m	1-120 N/m	50 N/cm	20 N/m
Peso	500 gr	380 gr	450 gr	600 gr
Material	Aluminio	Aluminio	Aluminio	Aluminio
Color	Gris	Gris	Negro	Blanco
Acabado	Liso - mate	Liso - mate	Liso – mate	Liso – mate
Volumetría	Compuesta	Compuesta	Cilíndrica	Rectangular
Alimentación	12V cc	12V cc	12V cc	12V cc
Conexión	12 pines	12 pines	12 pines	12 pines
Precio	400 €	380 €	550 €	430 €

Conclusiones:

- Sensores estáticos

Los sensores torquimétricos estáticos se caracterizan por una altísima precisión así como una forma totalmente destinada a facilitar su uso.

Mayoritariamente su uso está destinado al control y medición del par, sin embargo algunos de ellos son utilizados para realizar estudios.

El sistema de captación del par es mucho más preciso y además bastante más barato que en los dinámicos.

Su peso es menor que los dinámicos y el desgaste sufrido por el uso es casi inapreciable.



Conclusiones:

- Sensores dinámicos

Los sensores torquimétricos dinámicos se caracterizan por una altísima precisión así como una forma totalmente destinada a facilitar su uso.

Mayoritariamente su uso está destinado al control y medición del par generado por motores o el transmitido por poleas.

El sistema de captación del par dinámico es menos preciso que el sistema estático y más caro ya que debe soportar esfuerzos altísimos durante su funcionamiento a más de 15.000 r.p.m.

Su peso es mayor que los dinámicos y el desgaste sufrido por el uso es casi inapreciable.



Conclusiones generales:

		Ventajas	Inconvenientes
<p>Sensores estáticos</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Precisión en la medición -Simplicidad de componentes -Alta versatilidad -Forma adaptada a su función 	<ul style="list-style-type: none"> -Par máximo no muy elevado -Uso en mediciones estáticas -Requiere controlador externo (placa + base + display) -Revisión anual y calibración
<p>Sensores dinámicos</p>		<ul style="list-style-type: none"> -Funcionamiento a altas velocidades -Rotación ilimitada -Formas Rectangulares simples -Conexiones normalizadas -Facilidad durante su instalación -Autocalibración 	<ul style="list-style-type: none"> -Alto coste -No recomendados para mediciones a bajas revoluciones

Conclusiones:

Estudiados ambos tipos de sensores, se deberá escoger uno de ellos en función de los requisitos y sus especificaciones.

Para ello, serán sometidos a las especificaciones y posteriormente se descartará el que menos satisfaga las necesidades del proyecto.

	Par Máximo	Ángulo de medición	Precisión	Muestreo	Simplicidad	Forma	Función	Uso	Material	Coste
S. estáticos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
S. dinámicos	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗

Tras analizar ambos tipos de sensores, se utilizará el sensor estático ya que cumple prácticamente al 100% las expectativas del proyecto.

Dado que únicamente presenta el problema de su elevado coste, se procederá al rediseño del sensor para abaratar su coste y así realizar un proyecto más competitivo.

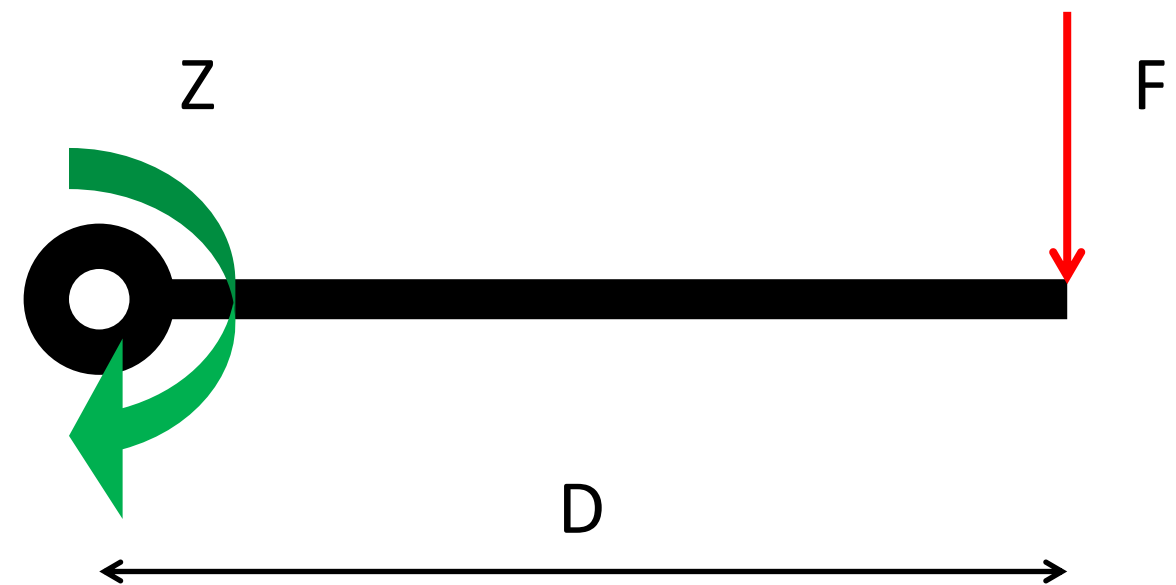
Estudio de palanca:

Dado que el Par es una fuerza lineal, aplicada en perpendicular a una distancia conocida del punto de giro, se pensaron diferentes maneras de realizar esta medición pensando siempre en abaratar costes y en simplificar la complejidad y el número de piezas de los sensores actuales.

La manera más sencilla de realizar esto es mediante la palanca simple, es decir, la palanca de primer tipo.

La fuerza (F), se ejerce en perpendicular a la palanca con un punto de aplicación que se encuentra a una distancia (D). El producto de estos dos factores, genera un tercer factor llamado Par (Z).

Por ello, a continuación se analizarán diferentes sensores de captación de fuerza lineal. De esta manera se podrá diseñar un sensor que base su funcionamiento en este tipo de palanca.



Análisis de producto:

- Sensores de fuerza lineal

En el mercado existen multitud de sensores para medición de esfuerzos lineales, ya sean a tracción o a compresión.

El sensor de par que se va a desarrollar estará diseñado para captar las fuerzas generadas por la muñeca humana por lo que el estudio se centrará en los captadores más pequeños y de menor capacidad de carga.

Estos sensores también son denominados como células de carga.

Su uso está destinado mayoritariamente al pesaje y control de cargas en grandes industrias, aunque no es extraño encontrarlos en algunas herramientas muy específicas y de uso profesional.



Análisis de producto:

- Sensores de compresión

Análisis externo:

En el mercado existen multitud de células de carga a compresión, destinadas a cubrir todas las necesidades existentes tanto de capacidad de carga como de tamaño. Estos van desde unos pocos milímetros y una carga reducida ($\Phi 20$, 500N) a varios centímetros y altísimas cargas ($\Phi 180$, 350KN).

Los sensores son pequeños, sensibles, de poco peso y de un diseño relativamente compacto. En el mercado existe una gran variedad de modelos que cumplen con todos los requisitos tanto en tamaño como en capacidad de carga. Estos van desde unos pocos milímetros de diámetro, espesor y carga ($\Phi 22$ H14 500N) hasta los más grandes de este sector ($\Phi 30$ H16 20KN).

Todos los sensores de contacto o células de carga se refieren a medidas de fuerzas normales a la superficie del sensor y en dirección hacia el sensor.



Análisis de producto:

- Sensores de compresión

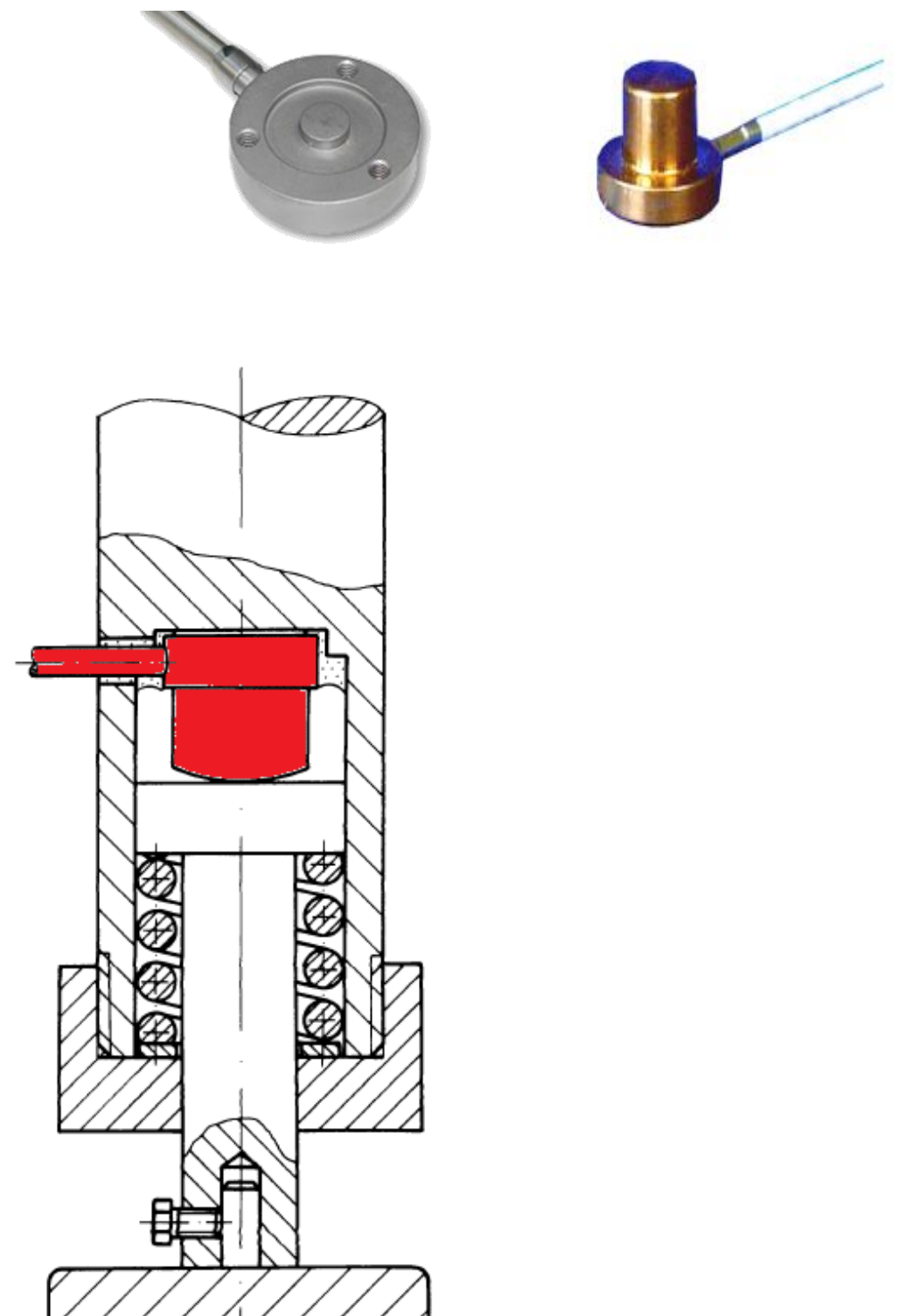
Análisis interno:

Todos los sensores de pequeña y media carga tienen forma cilíndrica ya que de esta manera es más fácil su montaje como puede observarse en el ejemplo del margen derecho.

Para poder reducir la histéresis y aumentar la exactitud en la medida, el sensor se suele construir a partir de una pieza mecánica maciza, que puede ser de aluminio o de acero inoxidable.

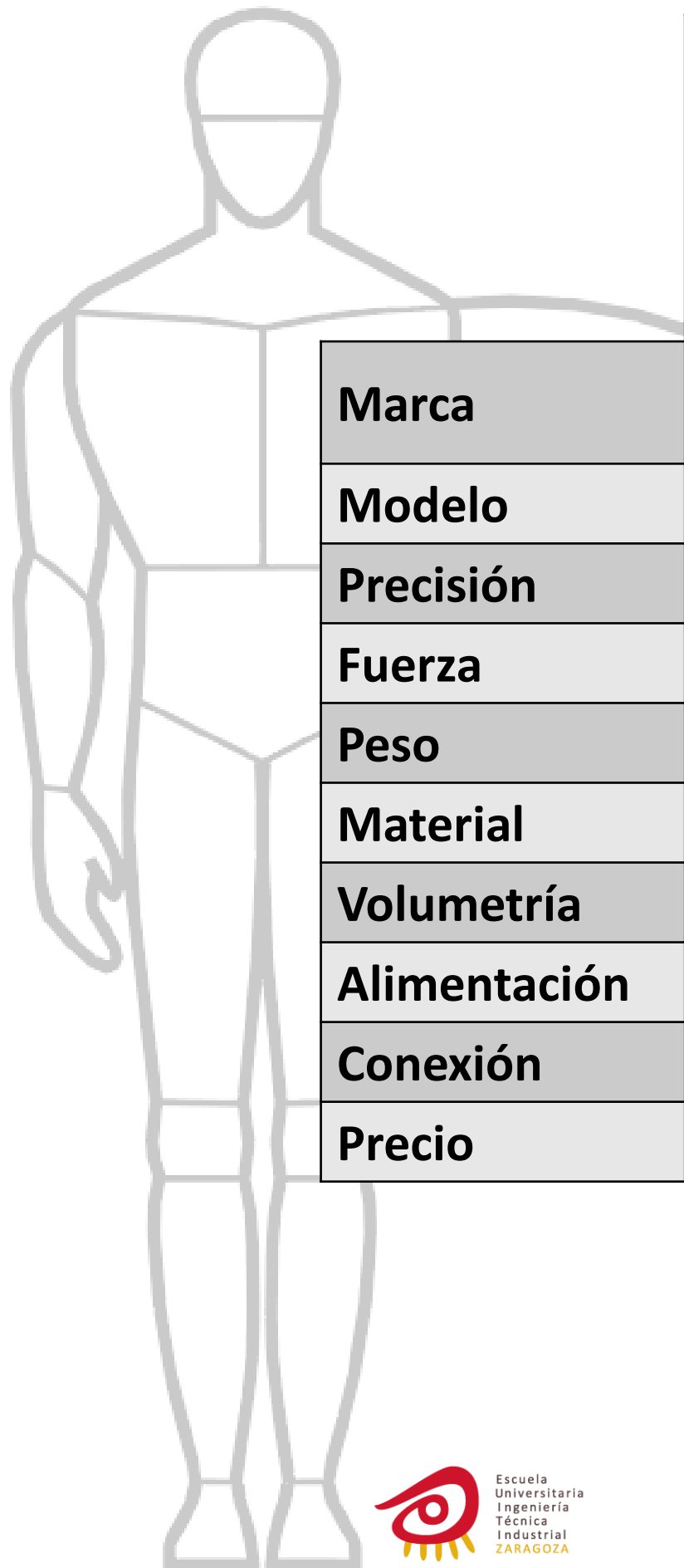
El funcionamiento del sensor se basa en comprimir sus caras superior e inferior, ejerciendo sobre ellas el peso/fuerza que se quiera medir.



De esta manera la galga extensiométrica alojada en su interior, varía de tamaño lo que se traduce en un cambio de resistencia interna, que es fácilmente medible para obtener así la fuerza ejercida.



Test de producto:

- Sensores a compresión



				
Marca	SENSY	Burster	Burster	Measurement Specialities
Modelo	5962	8402	8415	XFL212R
Precisión	±0.5 %	±0.5 %	±0.5 %	±0.5 %
Fuerza	50 - 500 N	0 – 1000 N	0 – 500 N	0 – 500 N
Peso	50 g	63 g	20 g	10 g
Material	Aluminio	Acero inox	Acero inox	Aluminio
Volumetría	Cilíndrica	Cilíndrica	Cilíndrica	Cilíndrica
Alimentación	10 V cc	3-5 V cc	3 – 5 V cc	12V cc
Conexión	4 pines	4 pines	4 pines	12 pines
Precio	9 €	6'65 €	8'42 €	14 €

Conclusiones:

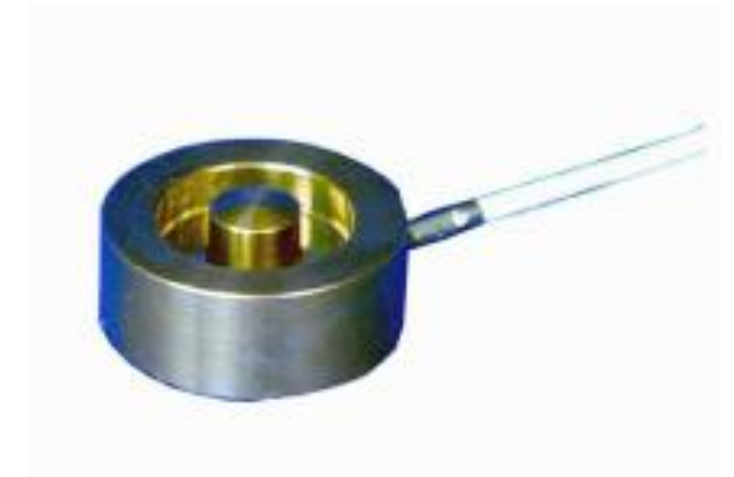
- Sensores a compresión

Los micro sensores a compresión o micro células de carga, son un sector muy amplio de productos.

Estos son de todo tipo de tamaños y formas, existiendo prácticamente cualquier especificación requerida, tanto en capacidad de carga, como en tamaño, forma o peso.

De este amplísimo sector se pueden obtener más ventajas y oportunidades que en los sensores a tracción ya que este segundo sector no ha sido desarrollado para pequeñas cargas.

Su uso es mayoritariamente en básculas de todo tipo, pesaje de silos... En caso de estos micro sensores su uso está dedicado a regulación y control como sistemas de seguridad en maquinaria industrial de mediano y gran tamaño.



Análisis de producto:

- Microsensores de presión flexibles

Análisis externo:

Este sector de sensores es relativamente novedoso ya que su fabricación solo ha sido posible mediante la evolución en tecnología y materiales.

Todos estos sensores de la marca Tekscan, ya que es la única que tiene la patente. Tienen un espesor de 0'2 mm, y sus dimensiones están relacionadas con la cantidad de carga que son capaces de medir.

Existen cuatro modelos de sensor, los dos superiores son los más comunes, siendo el de color rojo para uso en altas temperaturas.

Los dos sensores inferiores son más sencillos y cuentan con un poco menos de precisión que los anteriores.

La mayor diferencia que existe entre ellos es su tamaño y la cantidad de fuerza máxima que pueden medir.



Análisis de producto:

- Microsensores de presión flexibles

Análisis interno:

La fabricación de estos sensores es relativamente sencilla como se puede observar en el esquema.

En resumen es una construcción simétrica realizada en capas.

El substrato flexible es poliéster, y en los modelos con resistencia térmica es poliamida.

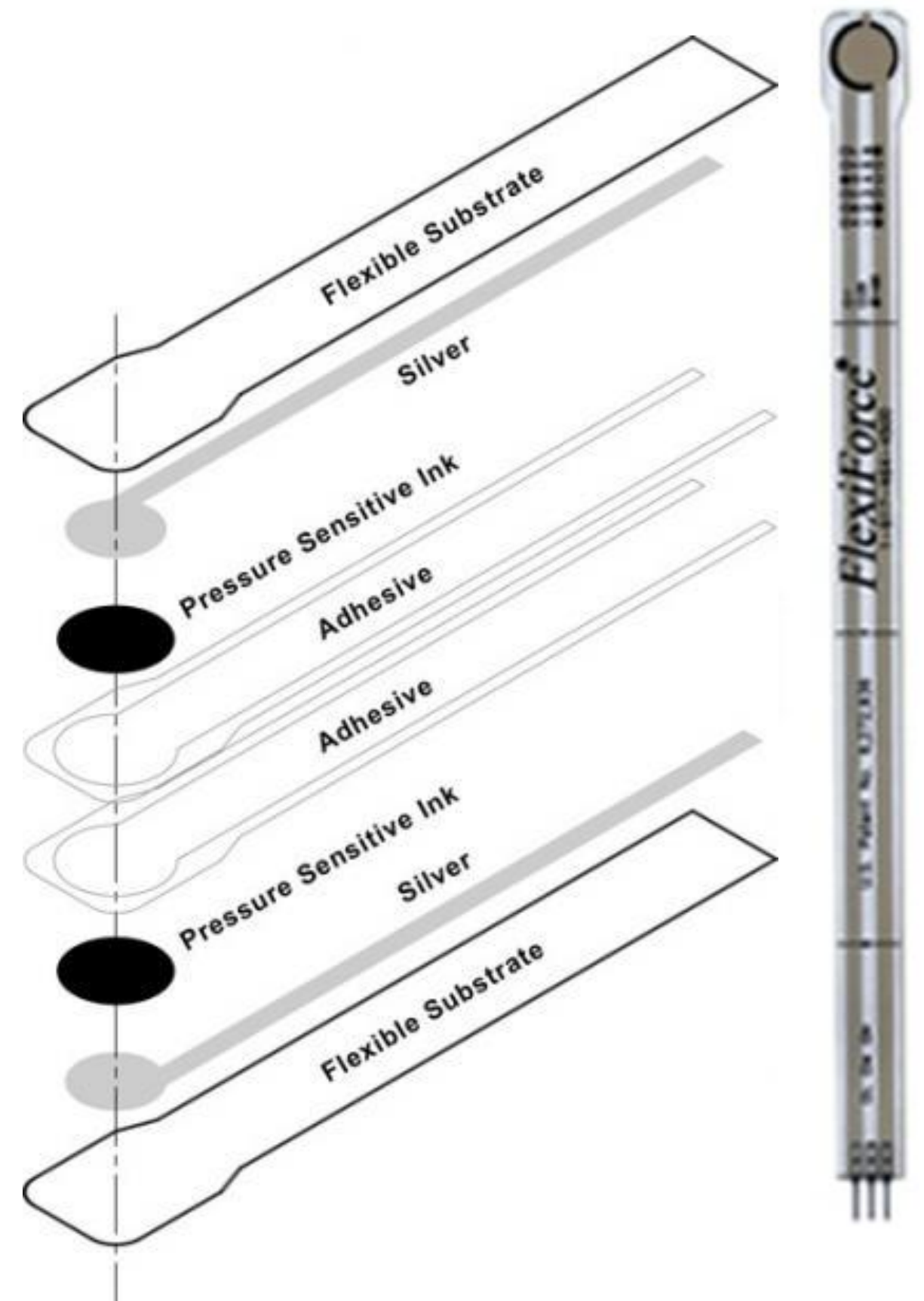
La capa de plata se usa como contactor y conductor de la señal.

A continuación se incorpora una capa con el sensor de medición, es decir, la parte que realmente medirá las fuerzas que ejerzamos.

Por último una capa de adhesivo para fijar el conjunto de piezas.

Tras esto, solo hay que duplicar este montaje y ya estará completado el sensor.

Las conexiones que utiliza son macho, facilitando así su montaje.



Análisis de producto:

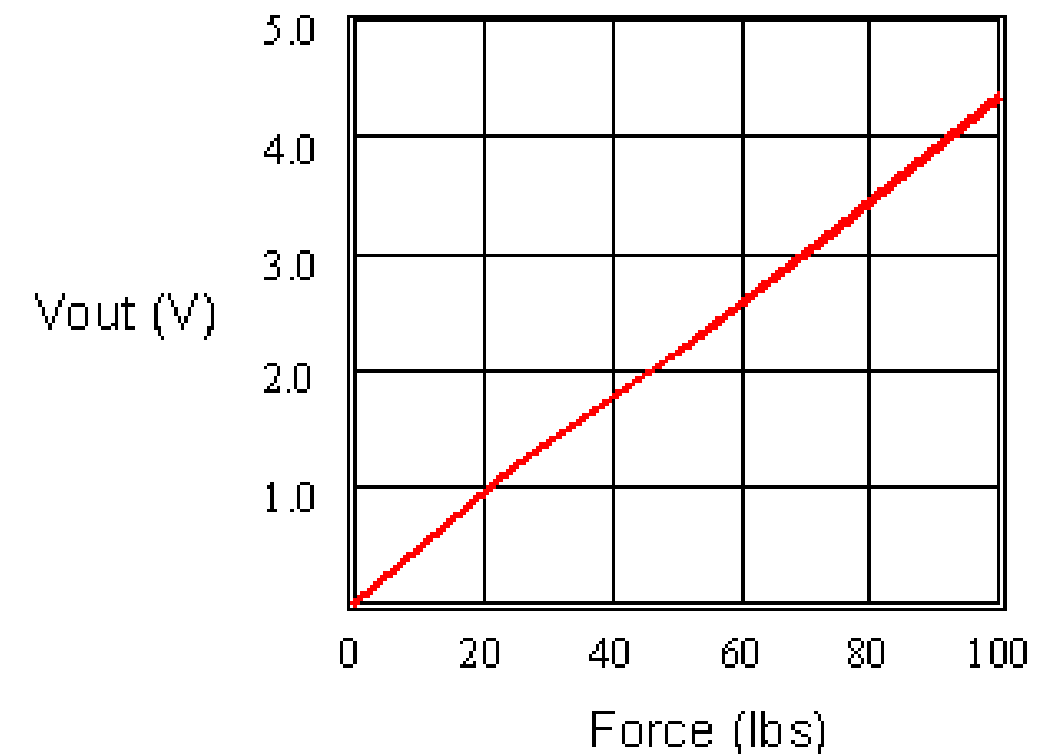
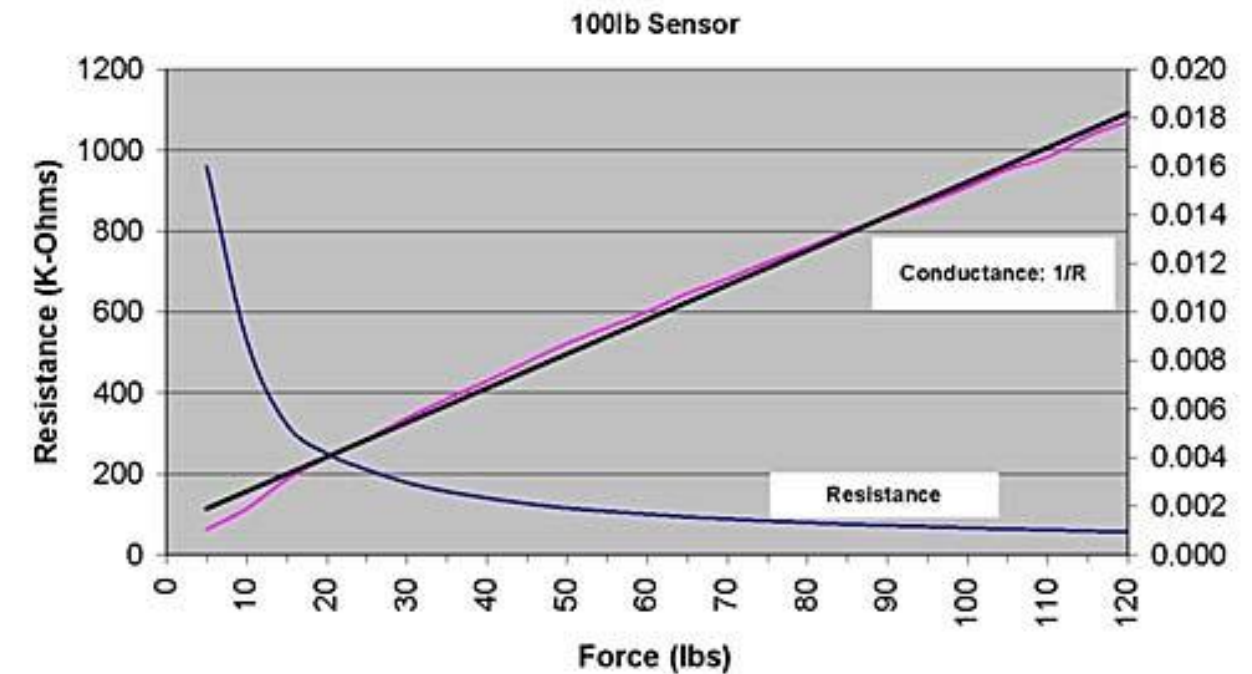
- Microsensores de presión flexibles

Funcionamiento:

Su funcionamiento se basa en la resistencia de presión variable, de modo que estando en reposo el sensor, tendrá una resistencia muy alta (circuito abierto). A medida que comencemos a ejercer la fuerza sobre el sensor, se observa como la resistencia decrece exponencialmente en el primer momento, sin embargo, al aumentar la carga, la resistencia decrece casi linealmente.

** Este funcionamiento puede ser comprobado con un polímetro midiendo resistencia y ejerciendo fuerza al sensor con la mano.

Al transformar esta variación de fuerza en tensión continua, se obtiene una gráfica casi uniforme en la que se puede obtener la carga en función de esta tensión.

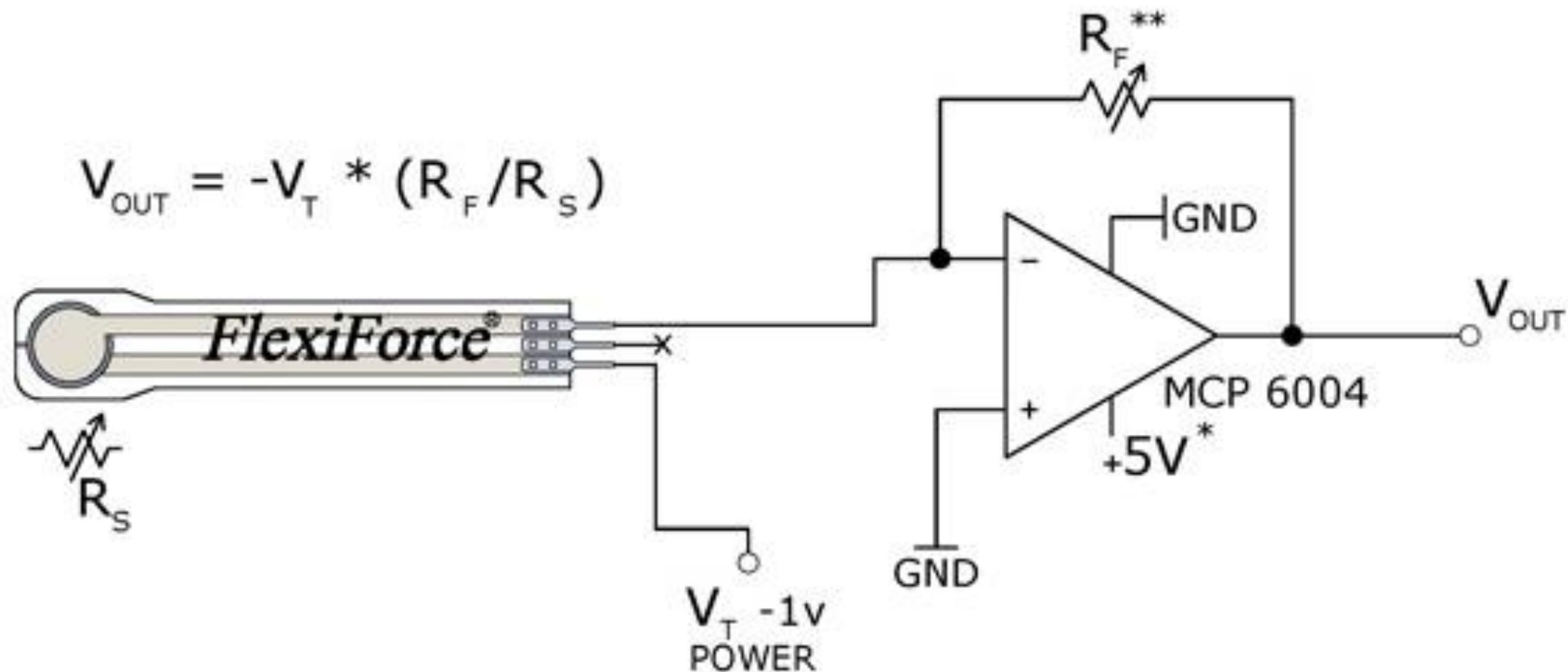


Análisis de producto:

- Microsensores de presión flexibles

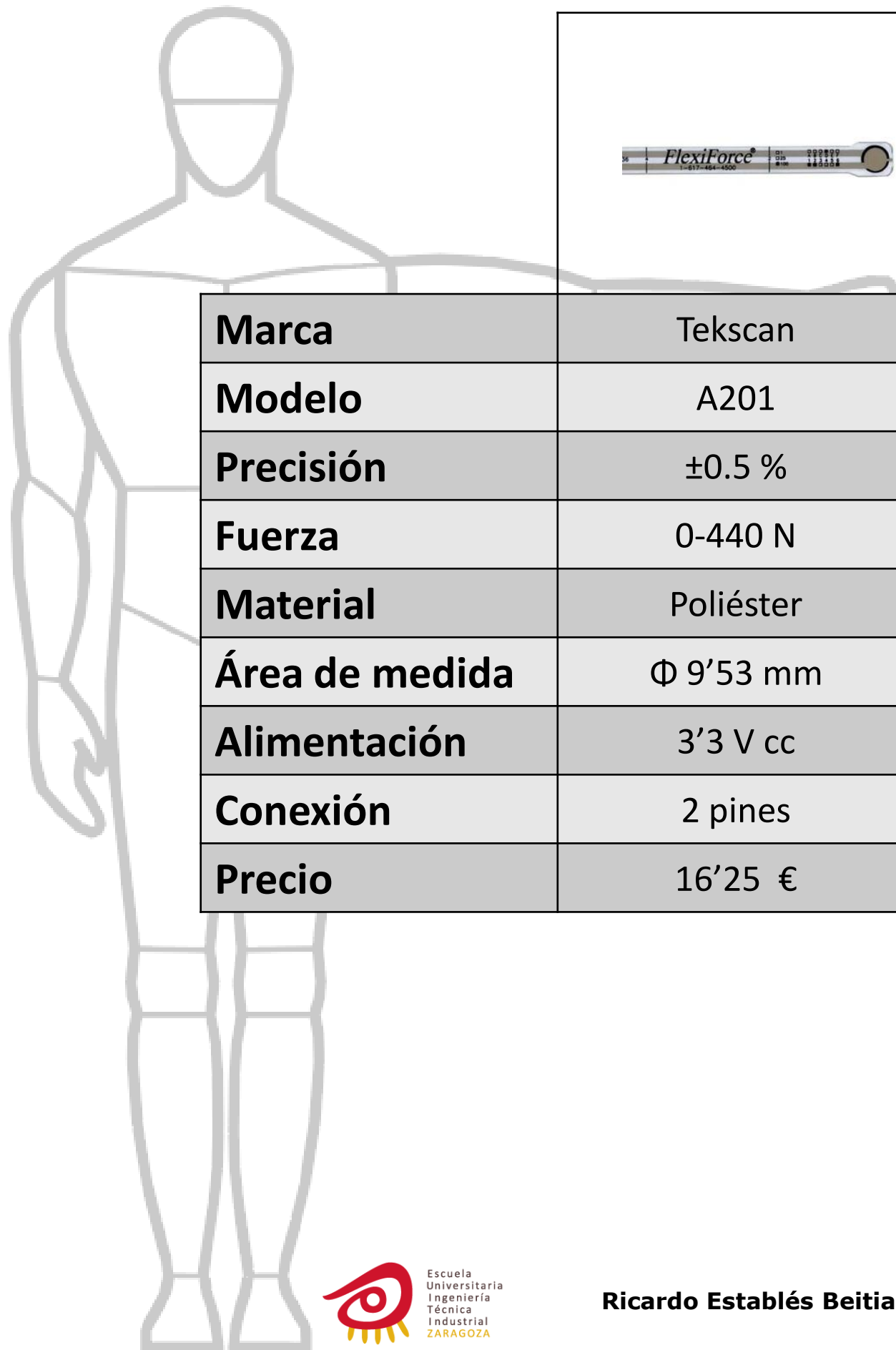
Montaje:


Como se puede observar, el montaje del sensor es bastante sencillo ya que solo necesitaremos un transistor para amplificar la señal y una resistencia variable para poder calibrar el sensor.



Test de producto:

- Microsensores de presión flexibles



				
Marca	Tekscan	Tekscan	Tekscan	Tekscan
Modelo	A201	A201 HT	A301	A401
Precisión	±0.5 %	±0.5 %	±0.5 %	±0.5 %
Fuerza	0-440 N	0-440 N	0-440 N	0-110 N
Material	Poliéster	Poliamida	Poliéster	Poliéster
Área de medida	Φ 9'53 mm	Φ 9'53 mm	Φ 9'53 mm	Φ 25'4 mm
Alimentación	3'3 V cc	3'3 V cc	3'3 V cc	3'3 V cc
Conexión	2 pines	2 pines	2 pines	2 pines
Precio	16'25 €	40'75 €	16'25 €	19'5 €

Conclusiones:

- Microsensores de presión flexibles

Los microsensores de presión flexibles son un sector muy novedoso y que recientemente comienzan a tener una mayor importancia dentro del sector.

Estos son los únicos cuatro modelos que existen. Dentro de estos, se pueden obtener con diferentes longitudes de cola, en función de las necesidades que tengamos.

Existe un modelo para realizar mediciones en altas temperaturas. Está fabricado con diferentes materiales y por ello, su precio es notablemente más elevado que los otros.

Su uso está destinado mayoritariamente a regulación y control en robótica o como unidad de captación de fuerza en laboratorios o empresas.

Dados los requerimientos técnicos del proyecto se puede concluir que estos microsensores cubren las necesidades del mismo.



Conclusiones generales:

		Ventajas	Inconvenientes
 Células de carga		<ul style="list-style-type: none">- Par de carga máximo altísimo- Fabricación en Acero Inoxidable- Alta resistencia y durabilidad- Cualquier especificación requerida en venta.	<ul style="list-style-type: none">- Mayor tamaño- Requieren mayor tensión para su funcionamiento.- Requieren más pines de conexión- Requieren un controlador externo
Microsensores		<ul style="list-style-type: none">- Tamaño pequeño- Espesor fino (0.120 mm)- Fácil colocación en el aparato- Coste relativamente escaso.	<ul style="list-style-type: none">- Necesitan un controlador externo

Conclusiones:

Estudiados ambos tipos de sensores, se deberá escoger uno de ellos en función de los requisitos y sus especificaciones.

Para ello, serán sometidos a las especificaciones y posteriormente se descartará el que menos satisfaga las necesidades del proyecto.

	Par Máximo	Precisión	Muestreo	Tamaño	Forma	Función	Uso	Material	Coste
Células de carga	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✓
Microsensores	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tras analizar los dos segmentos de sensores, siendo válidos cualquiera de los dos, se decide utilizar el microsensor ya que por su forma y tamaño nos permite realizar con él una mejor función a la hora de ser integrado en el conjunto del sensor.

Usuarios:

Este producto está destinado a unos grupos reducidos de usuarios, ya que por sus características no se ajusta a un producto de consumo habitual.

En primer lugar debemos hacer una distinción entre el usuario que opera el aparato y el usuario que se beneficia del uso o los datos obtenidos del mismo.

Los usuarios que operan en el aparato pueden ser catalogados como "usuarios avanzados o especializados" dado que deben tener conocimientos previos para poder obtener el máximo rendimiento al aparato.

Estos pueden ser personas que integren los siguientes campos:

- Medicina
- Ergonomía e investigación
- Ingeniería de productos y procesos

Los usuarios que se benefician del uso del aparato pueden ser muy variados ya que la función del mismo repercute de forma directa o indirecta en ellos.

Estos usuarios pueden ser:

- Pacientes en rehabilitación, tras una lesión o un postoperatorio.
- Deportistas que quieran conocer las fuerzas realizadas en sus ejercicios.
- Ergónomos e investigadores que recopilen información para la generación de tablas o nuevos productos de consumo como pueden ser embases que requieran una apertura manual usando ambas manos (envases con tapa a rosca como botellas de plástico, botes de conserva, etc.).
- Fabricantes que hagan productos de cualquier tipo en los que el usuario tenga que realizar movimientos o esfuerzos con sus manos durante su uso.

Usuarios:

Usuarios operadores:

Médicos, fisioterapeutas, enfermeros

Ergonomía e investigación

Ingeniería de productos y procesos

Usuarios beneficiarios:

Pacientes en rehabilitación, deportistas.

Cualquier persona que consuma envases con tapón a rosca, abre fácil u cualquier otro tipo de apertura manual.

Fabricantes y operarios

Entornos de uso:

Los entornos de uso en los que el aparato será utilizado pueden ser:

Clínicas / hospitales



Centros deportivos especializados



Institutos de investigación / Universidades



Empresas de desarrollo de productos y procesos

I + D + i

Ciclo de vida



DESECHADO: Preferiblemente debe realizarse en un punto limpio donde se puedan reutilizar sus distintas piezas y evitar de esta manera la contaminación. Otra forma sería reciclar en puntos exclusivos ya sea de la empresa o del ámbito al que pertenece el dispositivo.

