



E.4.1. Prototipos demostradores.

E.4.2. Informe de validación final.

Proyecto: “Investigación y Desarrollo de Electrónica Flexible aplicada a sensores de presión de gran superficie y pulsadores”

Acrónimo: FLEXSENS 2

N.º Expediente: IMDEEA/2018/47 (AIJU), IMDEEA/2018/44 (AIMPLAS)



Índice

1	Introducción.....	3
2	Integración de sensores en juguetes.	3
	2.1 Introducción	¡Error! Marcador no definido.
	2.2 Experimental.	¡Error! Marcador no definido.
	2.2.1 Materiales y procedimiento.	¡Error! Marcador no definido.
	2.3 Resultados.....	3
	2.4 Conclusiones	¡Error! Marcador no definido.
3	Desarrollo de demostradores en juguetes.....	5
	3.1 Introducción	5
	3.2 Experimental	¡Error! Marcador no definido.
	3.3 Resultados y discusión	¡Error! Marcador no definido.
	3.4 Conclusiones	¡Error! Marcador no definido.
4	Integración de sensores por inyección. (AIMPLAS)	6
	4.1 Introducción	¡Error! Marcador no definido.
	4.2 Estudio de la influencia de la lámina de PET impresa junto con de materiales termoplásticos y lámina de PET en proceso de inyección.....	¡Error! Marcador no definido.
	4.3 Integración de sensores en pieza inyectada.	¡Error! Marcador no definido.
	4.4 Resultados y discusión [1]	¡Error! Marcador no definido.
5	Integración de sensores en materiales compuestos.	9
	5.1 Introducción	¡Error! Marcador no definido.
	5.2 Ensayos de integración de film flexible	¡Error! Marcador no definido.
	5.3 Ensayos de integración de sensores	¡Error! Marcador no definido.
	5.4 Resultados y discusión [1]	¡Error! Marcador no definido.
6	Referencias	11

1 Introducción.

Durante el paquete de trabajo 4, se ha trabajado en el estudio y desarrollo de sensores inyectados para su posterior implementación en productos de juguete. De acuerdo con los resultados de la primera anualidad, en el caso de inyección, se estableció que la mejor opción es el desarrollo de piezas inyectadas planas, sin la necesidad de empleo de superficies curvas o complejas.

Durante la segunda anualidad, se ha procedido a la integración de los sensores mediante inyección y colada al vacío. Posteriormente, se han desarrollado soportes mediante la tecnología FDM, que se han empleado para la implementación final en los prototipos demostradores. Además, se ha llevado a cabo la integración en materiales compuestos.

A continuación, el presente entregable resume los resultados obtenidos durante los procesos de integración de sensores (apartado 2) y el posterior desarrollo y validación de demostradores (apartado 3) y materiales por inyección (apartado 4) y materiales compuestos (apartado 5).

2 Integración de sensores en juguetes.

2.1 Resultados.

La figura 1, muestra el proceso llevado a cabo donde se obtiene el sensor integrado en la matriz plástica que es válido para su integración junto con la electrónica en el demostrador..

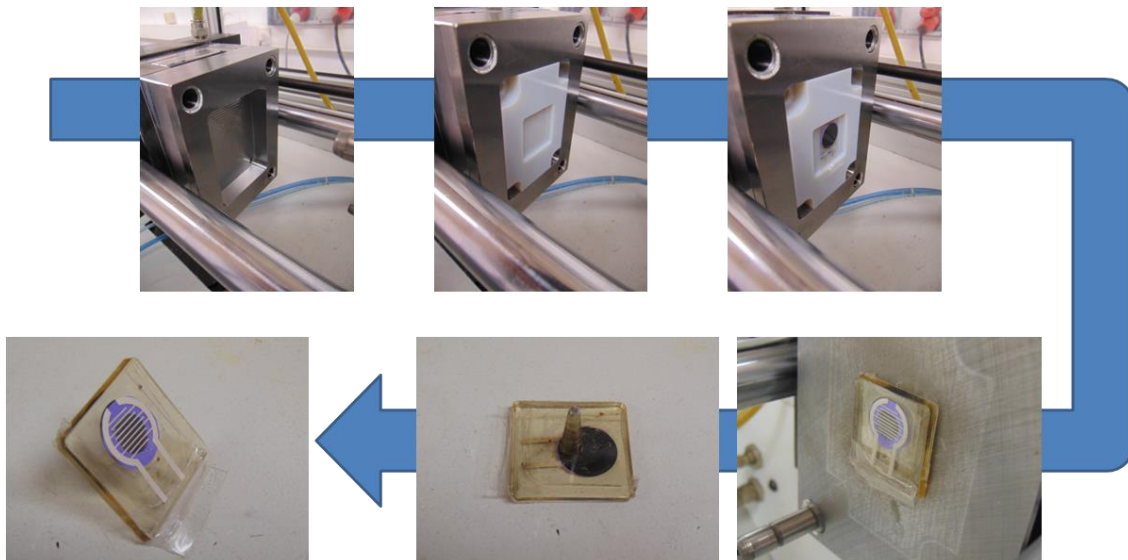
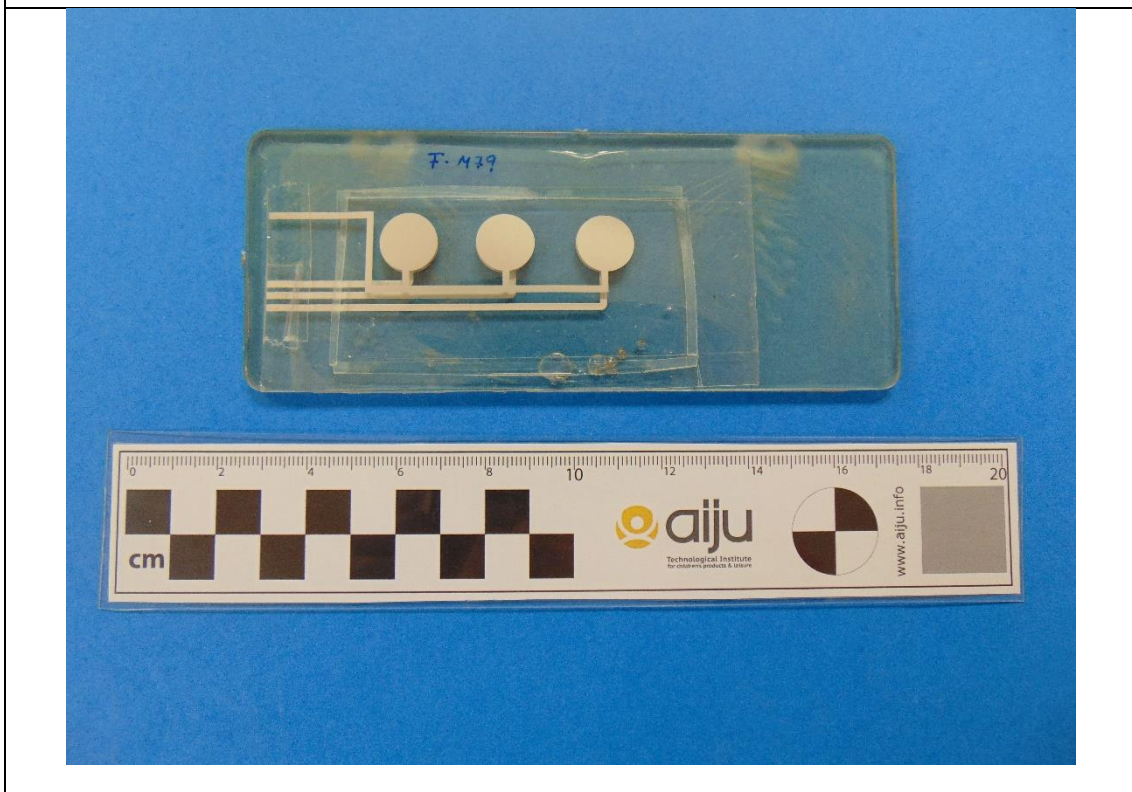


Figura 1. Procedimiento de desarrollo de sensor de matriz individual.

El segundo proceso ha sido el realizado la inyección empleando una matriz de varios sensores. A continuación, la figura 2 muestra a modo de resumen placas de PET inyectadas que contienen las láminas del sensor integradas. El procedimiento seguido para la inyección ha sido análogo al establecido durante la primera anualidad.



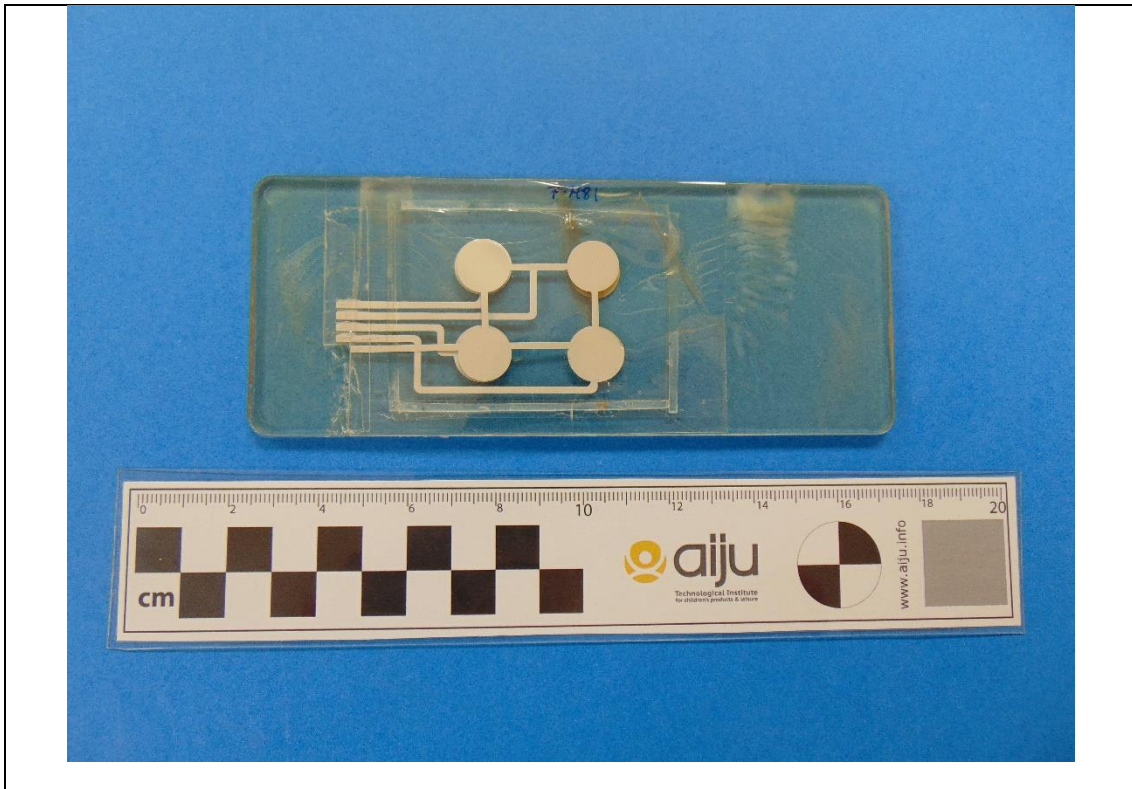


Figura 2. Muestra de sensores de 2, 3 y 4 integrados en PET.

3 Desarrollo de demostradores en juguetes.

3.1 Introducción

Durante estas tareas, se han procedido a la integración de los sensores en la electrónica a introducir en el demostrador y posteriormente, se ha llevado a cabo la integración del sensor y electrónica en el sistema que hará de demostrador para el proyecto.

	<p>Dado mágico.</p> <p>Se ha desarrollado un dado mediante impresión 3D que contiene un sensor individual en cada una de las caras. En el interior, se encuentra la electrónica y la batería.</p> <p>Este dado se ha desarrollado para sustituir el dado original (derecha). Este dado no contiene especificaciones en ninguna de sus caras por lo que es necesario pulsar para conocer que debes de hacer para continuar en el juego.</p> <p>Al igual que en los casos anteriores, las láminas de alguno de los sensores individuales se han</p>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

despegado a causa del uso del dado durante los test.

4 Integración de sensores por inyección.

4.1 Introducción

En el marco de la presente tarea el equipo de desarrollo de AIMPLAS ha trabajado en la integración de los sensores desarrollados en el proceso de fabricación de piezas inyectadas buscando la incorporación de la electrónica impresa como un elemento más dicha pieza.

4.2 Integración de sensores en pieza inyectada.

Los estudios realizados durante la ejecución del presente paquete de trabajo han permitido al equipo identificar la vía de procesado que permite la correcta integración de los sensores en pieza inyectada.

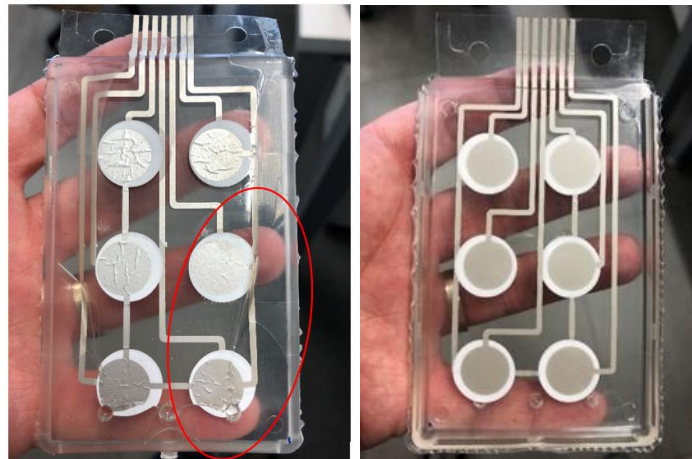


Ilustración 1.- Pieza inyectada convencional (izda) vs. Nueva vía de trabajo (Drcha)

Identificado el método y condiciones de inyección que permitían el correcto flujo del material en el molde, el equipo de proyecto abordó la integración final de los dispositivos desarrollados en pieza inyectada.

Tras las integraciones abordadas, como la mostrada en la Ilustración 1, y que han permitido definir las condiciones requeridas en el frente del flujo del polímero sobre la lámina de PET impresa fue indispensable un trabajo de diseño y mecanizado de un nuevo postizo, con el que se modifica el punto de inyección de material respecto a la lámina de PET. Esto permite minimizar el movimiento durante la sobreinyección de la misma.

El equipo de AIMPLAS ha realizado el diseño de una pieza rectangular con geometría compleja con el fin de poder insertar láminas con diferente funcionalidad electrónica y alcanzar un producto en el que aporte una función concreta a los sensores integrados.

Así se trabajó en el diseño de un producto que integrase la función de encendido apagado de un led mediante pulsación del sensor. (ver Ilustración 2 e Ilustración 3)

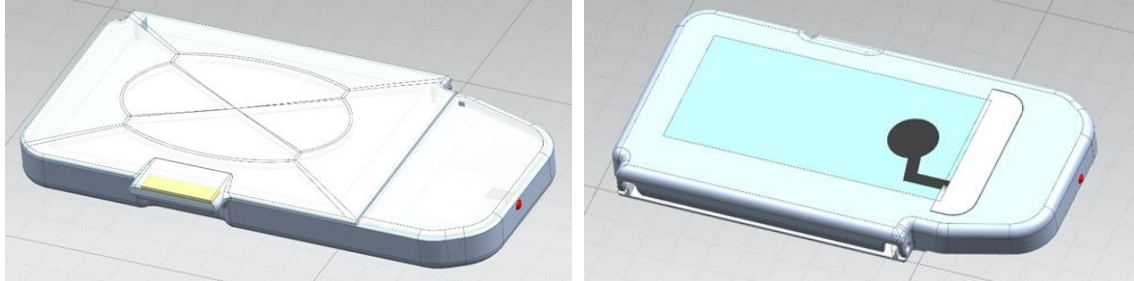


Ilustración 2.- Imágenes del diseño del producto a sobreinyectar con la inserción de la lámina de PET en la cara inferior del producto.

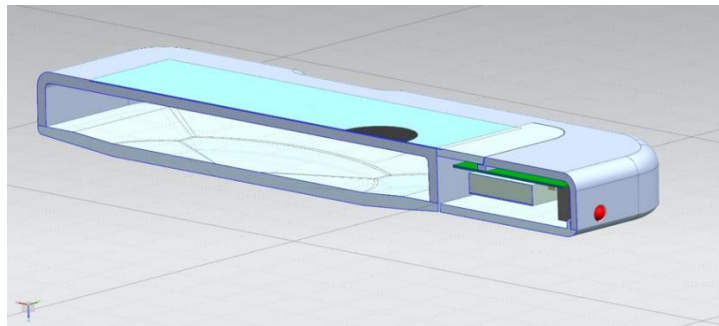


Ilustración 3.- Sesión nuevo elemento diseñado para integración

La Ilustración 4 muestra, a modo de ejemplo el resultado alcanzado.



Ilustración 4.- Prototipo inyectado

4.3 Resultados y discusión [1]

Resultado de los diferentes trabajos realizados, el equipo de trabajo alcanzó de forma satisfactoria la integración de elemento sensores capacitivos en el proceso de inyección y se procedió a su caracterización.. La tabla 1 y la Ilustración 5 muestra los resultados promedio obtenidos en las caracterizaciones realizadas en AIMPLAS.

Tabla 1.- Caracterización sensores capacitivos integrados

Fuerza (g.)	Fuerza(Kg.)	Fuerza (Kg./cm2)	Fuerza (Kpa)	Capacidad (pF)
5	0,005	0,0044	0,4333	153,2
10	0,01	0,0088	0,8665	154,66
50	0,05	0,0442	4,3327	155
100	0,1	0,0884	8,6654	155,3
400	0,4	0,3537	34,6614	155,7
800	0,8	0,7074	69,3229	155,98
1000	1	0,8842	86,6536	156,01
1500	1,5	1,3263	129,9804	156,08

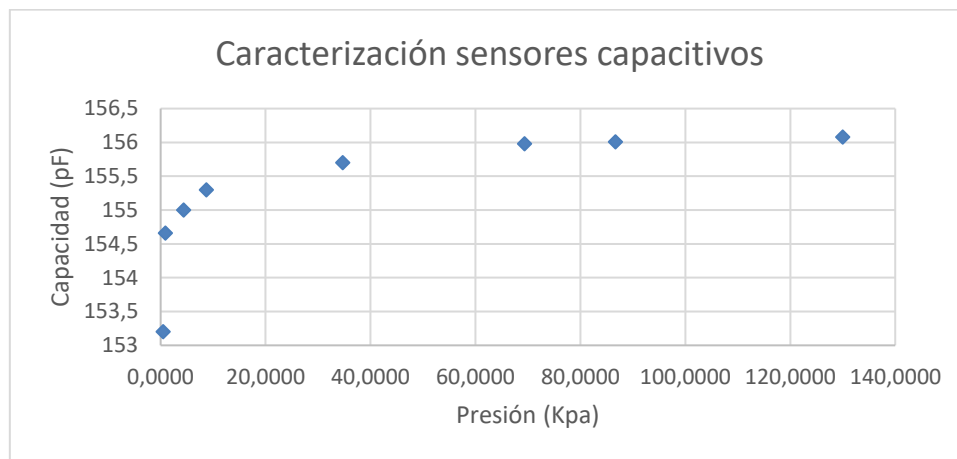


Ilustración 5.- Caracterización sensores capacitivos integrados.

Los sensores capacitivos tipo interdigitado también presentaban una correcta integración en pieza plástica por lo que fueron caracterizados. La tabla 2 muestra los resultados recogidos.

Tabla 2.- Caracterización sensor interdigitado integrado

Fuerza (g.)	Fuerza(Kg.)	Fuerza (Kg./cm2)	Fuerza (Kpa)	Capacidad (pF)
5	0,005	0,0044	0,4333	2,6
10	0,01	0,0088	0,8665	2,8
50	0,05	0,0442	4,3327	3,12
100	0,1	0,0884	8,6654	3,15
400	0,4	0,3537	34,6614	3,22
800	0,8	0,7074	69,3229	3,42
1000	1	0,8842	86,6536	3,65
1500	1,5	1,3263	129,9804	3,73

Los resultados obtenidos evidencian que, en ambos casos, los sensores integrados mantienen la funcionalidad buscada tras su incorporación en pieza plástica por lo que se puede concluir que los trabajos de integración y el procedimiento seguido para la misma resulta ser el adecuado. Los sensores capacitivos integrados mantienen su funcionalidad tras la integración y pueden ser usados como elementos de activación on/off. Se cumple así con el objetivo establecido para el proyecto.

5 Integración de sensores en materiales compuestos.

5.1 Introducción

En el marco del proyecto se ha abordado también la incorporación de sensores a materiales compuestos.

5.2 Ensayos de integración de film flexible

Las investigaciones y ensayos realizados mostraron la importancia del proceso de fabricación empleado en la correcta integración de la lámina flexible. Los esfuerzos realizados han llevado al equipo de desarrollo a definir un sistema de procesado que ha dado como resultado un laminado de alta calidad y la correcta integración de la lámina flexible.



Ilustración 6.- Correcta integración de lámina flexible

5.3 Ensayos de integración de sensores

Concluido los ensayos previos, el equipo de proyecto inició el trabajo de integración de dispositivos impresos.

Fruto del esfuerzo realizado en esta anualidad el equipo de proyecto logró la integración tanto de tipo capacitivas con estructura tipo libro como de un sensor capacitivo intedigitado como muestran la Ilustración 7 e Ilustración 8

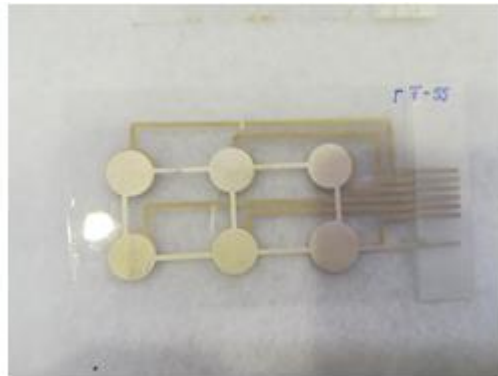
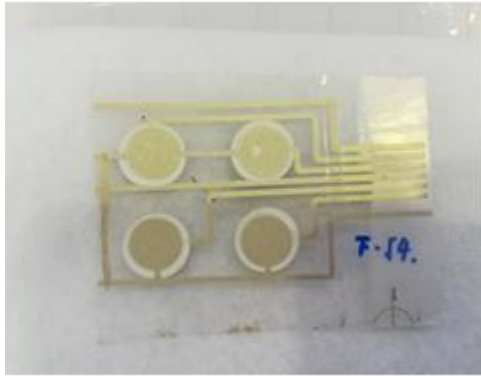


Ilustración 7.- Matrices capacitivas estructura libro



Ilustración 8.- Sensor capacitivo interdigitado

5.4 Resultados y discusión [1]

Integrados los sensores se procedió a su caracterización. Las tabla 3 y 4 muestran los datos promedio obtenidos en las caracterizaciones de ambas matrices de sensores descritas en el punto anterior.

Tabla 3.- Valores promedio matriz 6 sensores

Fuerza (g.)	Fuerza(Kg.)	Fuerza (Kg./cm2)	Fuerza (Kpa)	Capacidad (pF)
0	0	0,0000	0,0000	2,8
5	0,005	0,0044	0,4333	7,8
10	0,01	0,0088	0,8665	8,2
500	0,5	0,4421	43,3268	8,1
1000	1	0,8842	86,6536	8,4

Tabla 4.- Valores promedio matriz 4 sensores



Fuerza (g.)	Fuerza(Kg.)	Fuerza (Kg./cm2)	Fuerza (Kpa)	Capacidad (pF)
0	0	0,0000	0,0000	3,2
5	0,005	0,0044	0,4333	7,6
10	0,01	0,0088	0,8665	7,8
500	0,5	0,4421	43,3268	8,1
1000	1	0,8842	86,6536	8

Ante los datos obtenidos en la caracterización, el equipo de desarrollo determinó que, si bien los sensores integrados no eran sensibles a la presión, sí resultaban ser sensibles a la pulsación. Se conseguía pr tanto la integración de unos sensores impresos con funcionalidad táctil en una estructura de materiales compuestos.

La tabla 5 muestra las lecturas obtenidas en la caracterización del sensor interdigitado.

Tabla 5.- Caracterizacion sensor interdigitado

Fuerza (g.)	Fuerza(Kg.)	Fuerza (Kg./cm2)	Fuerza (Kpa)	Capacidad (pF)
0	0	0,0000	0,0000	1,8
5	0,005	0,0044	0,4333	2,9
10	0,01	0,0088	0,8665	3,1
500	0,5	0,4421	43,3268	3,2
1000	1	0,8842	86,6536	3,2

Estos datos, ponen de manifiesto que la pulsación sobre el sensor produce un cambio en la capacidad lo que permite que el dispositivo integrado actue como sensor de contacto y como interruptor /actuador al ser presionado.

6 Referencias

- [1] "Sensores y acondicionadores de señal" R.Pallás Areny Ed.S.A.Marcombo 2004