

IV. Proceso de fabricación

A continuación se describe las etapas de producción del sensor de inclinación NS-25/C2 de la empresa HL Planar technik.

MERCANCÍA DE LOS PROVEEDORES



Fig. 6: Gorro de cerámica con metalización

El primer elemento de l sensor es un gorro de cerámica con un orificio coaxial en la parte superior. En la actualidad se cuenta con dos proveedores diferentes, C-MAC y HE. Consiste en un gorro de cerámica con un orificio en el medio y una aleación de AgPt (ver Anexo 1)

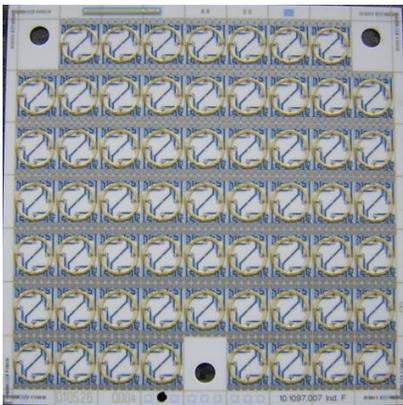


Fig. 7: Plato con el substrato

El segundo elemento del sensor es un plato que contiene sesenta circuitos impresos. En cada circuito se encuentran 4 pares de electrodos y pegamento. Cada circuito presenta una forma circular. Los platos consisten en 7 filas con 9 circuitos cada una excepto la primera y la última que contienen 7 y 8 respectivamente siendo un total de 60.

Cada uno de estos platos tiene una referencia (abajo a la izquierda) con la que será identificado.

Los gorros de cerámica y los substratos pasan unos tests de calidad antes de ser utilizados. Entre 5 y 6 gorros son testados en cuanto a diámetro exterior y tamaño y forma del orificio de llenado. Los substratos son comprobados ópticamente y marcados los que presenten alguna irregularidad.

En una hoja de protocolo se registrarán todos los pasos del proceso de fabricación que veremos a continuación, fecha, operario y comentarios relevantes

UNIÓN DE AMBOS ELEMENTOS

Un operario, con guantes, se sitúa en la estación de ensamblaje y atornilla el substrato a una herramienta de montaje que permitirá que un operario inserte los gorros de cerámica con mayor facilidad. Estos gorros de cerámica son situados en un paño limpio y se comprueba que estén limpios de impurezas. En caso contrario éstas serían aspiradas. En la imagen de la figura 8 se puede observar los platos atornillados a la herramienta de montaje y los gorros de cerámica antes de ser introducidos en el horno ATV.

Una vez realizado este proceso se pasan a introducir hasta un máximo de 24 substratos en el horno ATV siguiendo la tabla de temperatura mostrada a continuación:

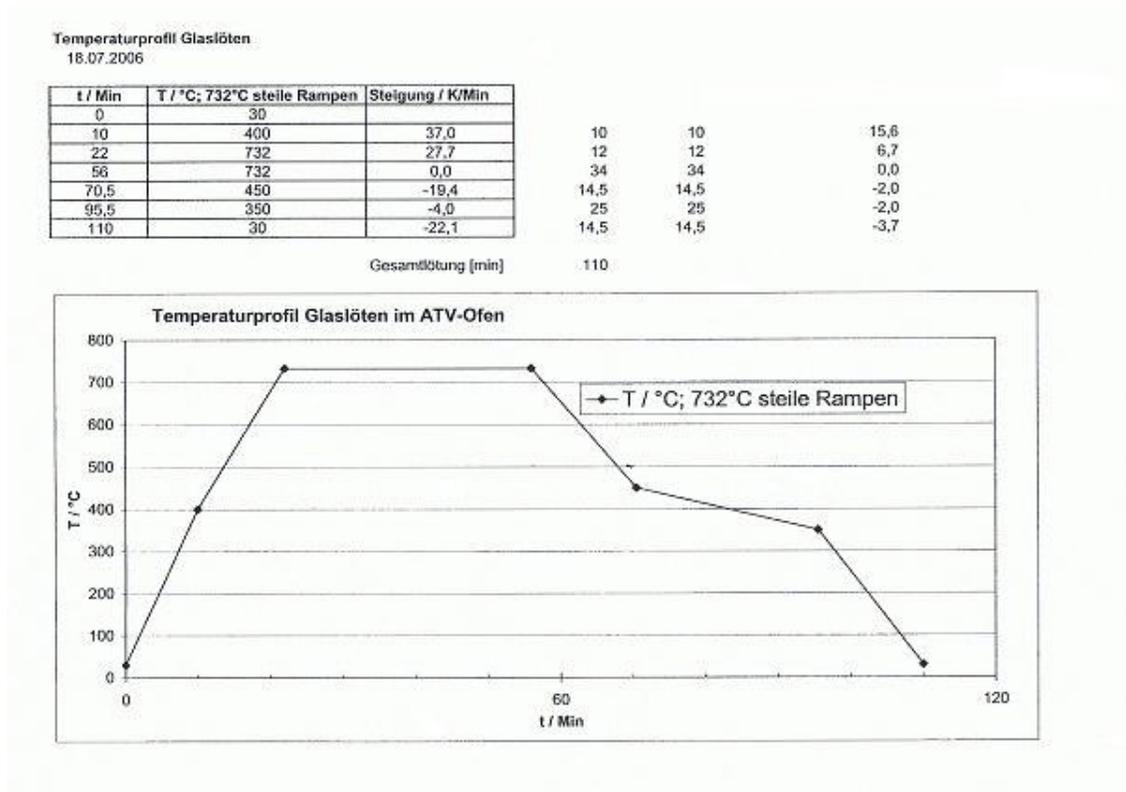
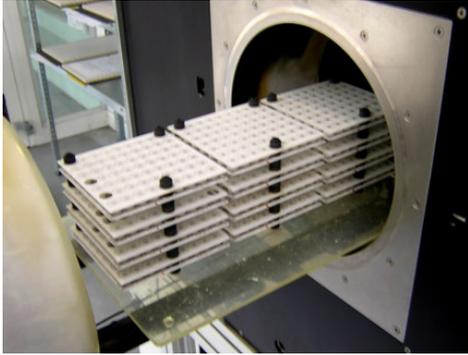


Tabla 2: perfil de temperatura en el horno ATV

En la tabla se observa como hay dos rampas de subida al principio que duran 10 y 12 minutos llegando a 400° C y 732° C respectivamente. Después durante 24 minutos se mantiene la temperatura a 732° C y terminando con otras tres rampas, esta vez de bajada.



Se introducen los substratos en el horno y mediante una herramienta de montaje se realiza un ciclo de 110 minutos llegando hasta la temperatura de 732 °C con la finalidad de que el pegamento que hay en el substrato se derrita y se fijen los gorros a la base.

Fig. 8: Horno ATV



Después del horno se separan los platos de la herramienta de montaje y quedan como muestra la figura.

Fig. 9: Composición de gorros y platos después del horno ATV

LLENADO DEL SENSOR Y SELLADO DEL ORIFICIO DE LLENADO

Para este proceso se necesitan una bomba de llenado y un soldador como utensilios y líquido electrolítico tipo A y electrodo de soldadura la soldadura PbSn5Ag2.5

Se introduce el número del plato en el ordenador y se registran datos como la fecha, el trabajador, posibles problemas...



En una de las dos estaciones preparadas para tal propósito se coloca el plato sobre una base refrigerada por agua y se rellena el sensor con la bomba de llenado que proporciona 85 ml de electrolítico al presionar un pulsador de pie y acto seguido se suelda el orificio de llenado con SnPb5Ag2.5

Fig. 10: Llenado y sellado



Después de quitar los restos de soldadura se introducen los platos en un lavavajillas industrial para lavarlos y prepararlos para la numeración

Fig. 11: Platos en el lavavajillas industrial tras el lavado



Fig. 12: Sensores llenos y sellados (limpios)

Tras realizar este proceso con el plato entero. Se retiran los restos de soldadura y se limpia el plato, obteniéndose el resultado que se muestra en la figura.

NUMERACIÓN

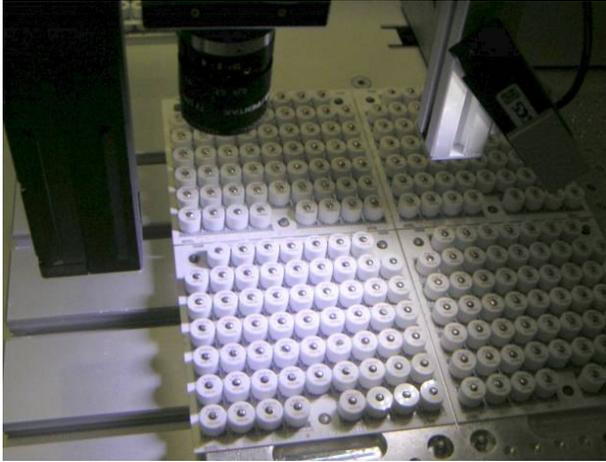


Fig. 13: Platos después de numerar los sensores

Se numera cada sensor con una letra, el año, el número de semana y un número de referencia. Además, se añade un dígito de control como prueba de suma de los dígitos anteriores comprobándose automáticamente.

SEPARACIÓN

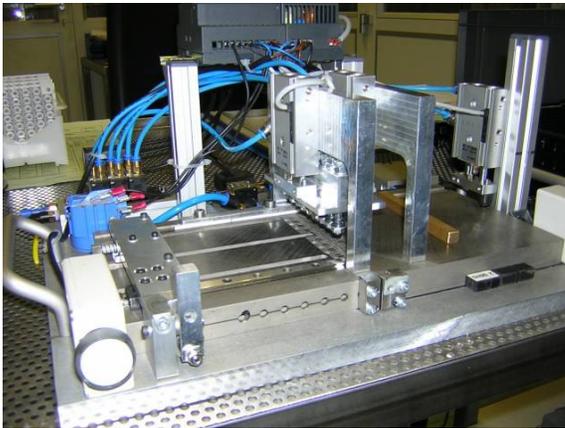


Fig. 14: Máquina semiautomática para separación

En la máquina mostrada se separan los platos en las siete filas correspondientes y se colocan de forma ordenada en bandejas. Esto se realiza con la finalidad de poder comprobar el interior de los sensores en el siguiente paso, la radiografía con un ángulo de 60°.

RAYOS -X ÁNGULO DE 60°



En la imagen aparecen cuatro platos separados y listos en la bandeja para introducirse en la máquina de rayos-X, para la realización de la radiografía

Fig. 15: Platos separados para rayos-X



Se realiza una radiografía de cada sensor y se comprueba ópticamente que no haya ningún defecto en la soldadura. Cualquier error en la soldadura nos llevaría a desechar el sensor para prevenir futuros problemas al usarlos.

Fig. 16: Equipo de rayos-X

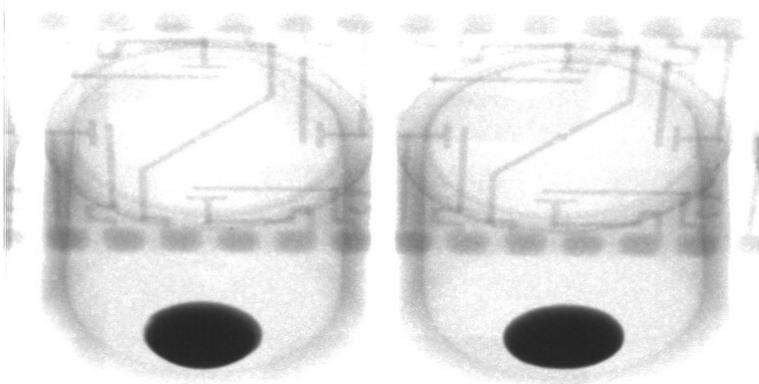


Fig. 17: Ejemplo de una radiografía de dos sensores con un ángulo de 60°

FIJADO DE LA TINTA



Se introducen las filas de sensores en un horno provisto de una cinta continua y se calientan hasta 350 grados para fijar la tinta.

Fig. 18: Horno con cinta continua

EMPAQUETADO Y ENVÍO PARA EL ENSAMBLAJE DE PINES



Se envían los sensores a otra empresa para el último paso de la fabricación, que consiste en ensamblar los pines al sensor.

Fig. 19: Caja de envío para el ensamblaje de pines

ENSAMBLAJE DE PINES (PROCESO EXTERNO)



Fig. 20: Máquina semiautomática para ensamblaje de pines

SOLDADO (PROCESO EXTERNO)



Fig. 21: Máquina para soldar los pines

CORTADO Y DOBLADO DE LOS PINES (PROCESO EXTERNO)



Fig. 22: Máquina semiautomática separar y doblar

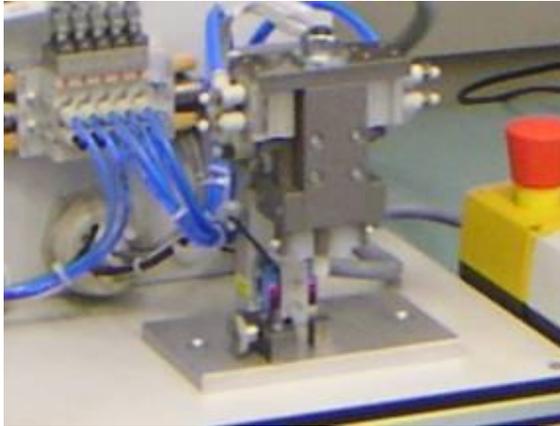


Fig. 23: Unidad de separación

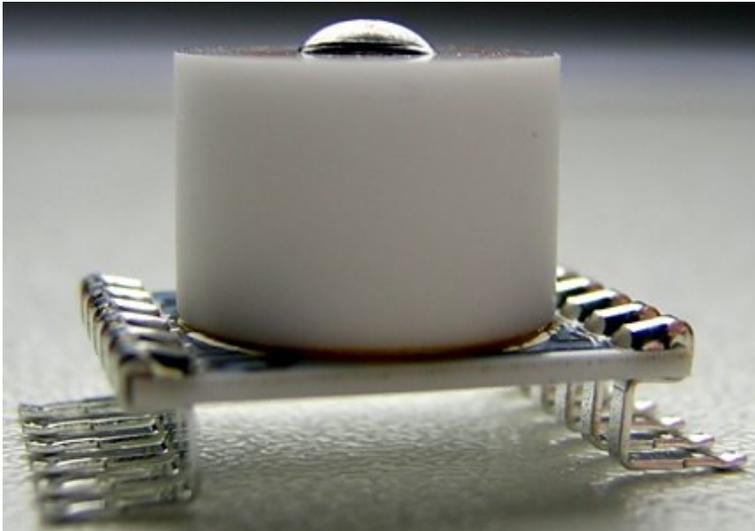


Fig. 24: Sensor después del ensamblaje de pines

Todo este proceso externo se realiza en una empresa en Bélgica y es totalmente ajeno a la empresa por lo que no se explica en profundidad. Tal y como se muestra en las figuras, se ensamblan de forma semiautomática los pines sobre los contactos del sensor, en el siguiente paso se sueldan los pines a los contactos, se cortan los pines, es decir, se separan unos de otros y por último se doblan dando como resultado el sensor de la figura 24. Una vez terminado este proceso se devuelven los sensores a la fábrica en Dortmund y se continúa realizando una serie de controles de calidad.

PRIMER TEST ELÉCTRICO

Una vez de vuelta los sensores se someterán al primer test eléctrico. Cada sensor será medido cuatro veces, dos en cada eje con un ángulo de 25°. Todos los resultados quedan almacenados en el ordenador comprobando si cumplen las especificaciones (ver Anexo 2: NS-25/C2 Testing Specification).



Fig. 25: Estación de medida inclinada para test eléctrico del NS-25/C2

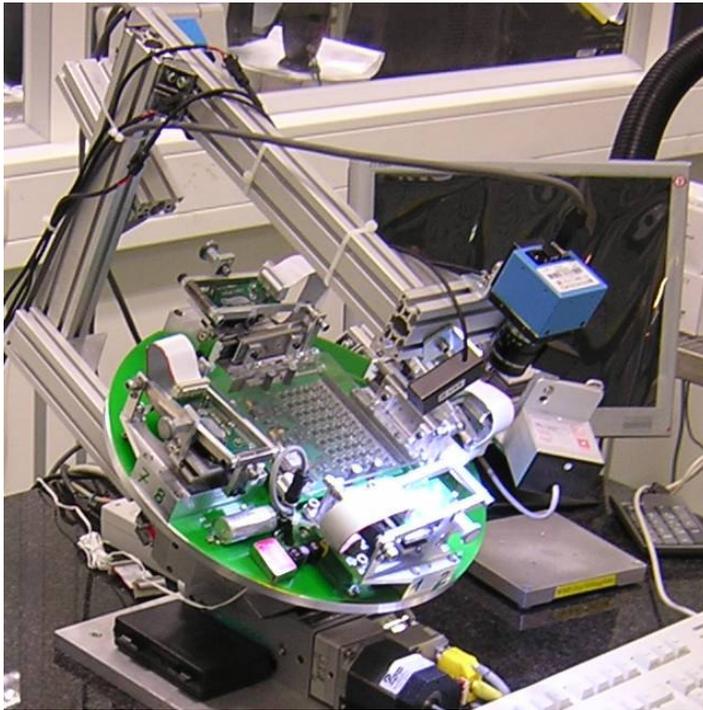


Fig. 26: Mesa de inclinación y rotación de la estación de medida

ALMACENAMIENTO A ALTA TEMPERATURA

Los sensores se colocan en bandejas que irán a parar a unos hornos donde permanecerán durante 5 días a 105° de temperatura para acto seguido ser testados una segunda vez. La función del almacenamiento a alta temperatura es forzar la posibilidad de escape de líquido en caso de fisura, una mala soldadura o cualquier otra causa. Después de someterse a esa temperatura se comprueba si los sensores continúan llenos y no han tenido pérdidas del fluido electrolítico.



Fig. 27: Máquina para almacenamiento a alta Tª



Fig. 28: Bandejas con sensores en el horno

SEGUNDO TEST ELÉCTRICO



Fig. 29: Estación de medida inclinada

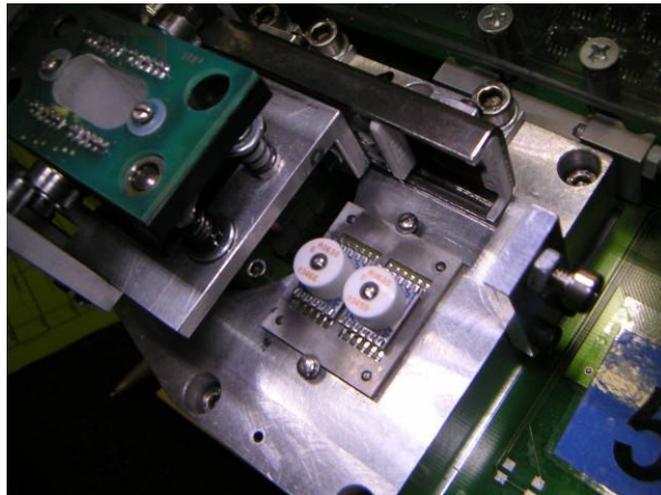


Fig. 30: Ranura de medición para el NS-25/C2

Los sensores con errores se desechan y tan solo pasan al siguiente control de calidad, la máquina de rayos-X, aquellos que hayan pasado este segundo control eléctrico.

RAYOS-X VISTA CENTRAL

Con esta radiografía se buscan posibles fallos en las soldaduras de los pines o en el sellado del orificio de llenado. La exigencia sobre la calidad del sensor es muy estricta y cualquier fallo conlleva desechar el sensor.

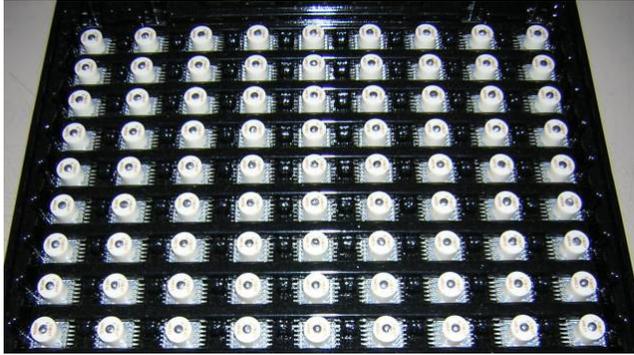


Fig. 31: Sensores NS-25/C2 en la bandeja para rayos-X

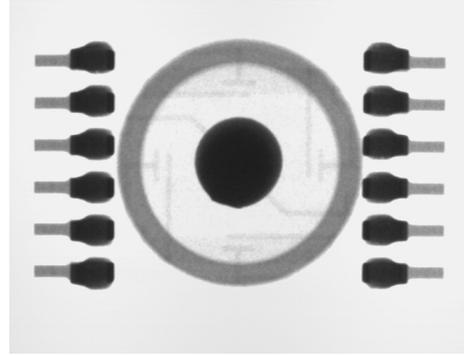


Fig. 32: Radiografía cenital del sensor

RAYOS-X ÁNGULO DE 90°

El propósito de esta radiografía es comprobar que no hay restos de soldadura dentro del sensor o en el canal del orificio de llenado.



Fig. 33: Sensores NS-25/C2 girados en la bandeja

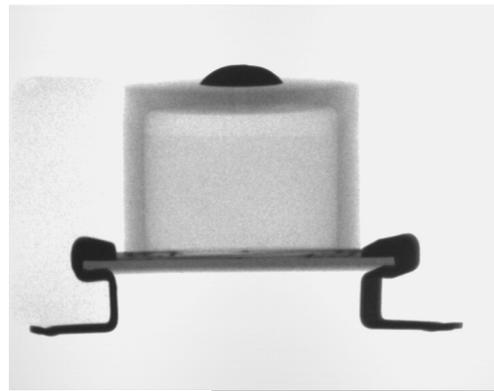


Fig. 34: Radiografía del sensor a 90°

INSPECCIÓN ÓPTICA FINAL (COPLANARIDAD)

Mediante esta última prueba del sensor se comprueba que los pines del sensor estén todos alienados, es decir, si el sensor se coloca en un plano, todos los pines hacen contacto con éste.

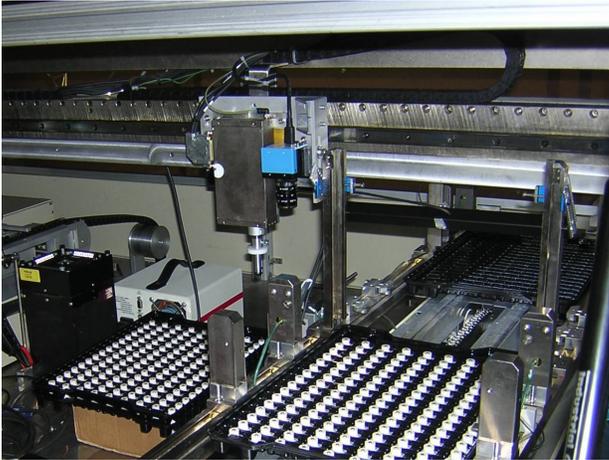


Fig. 35: Transporte de sensores al módulo de coplanaridad

EMPAQUETAR EN CARRETES

Los sensores se introducen separados individualmente en carretes y se dejan listos para enviar al cliente. Estos sensores se pueden entregar al cliente cuyo precio será de dos euros/unidad aproximadamente o se integrarán en un módulo como por ejemplo en el DQL2 visto en la introducción.

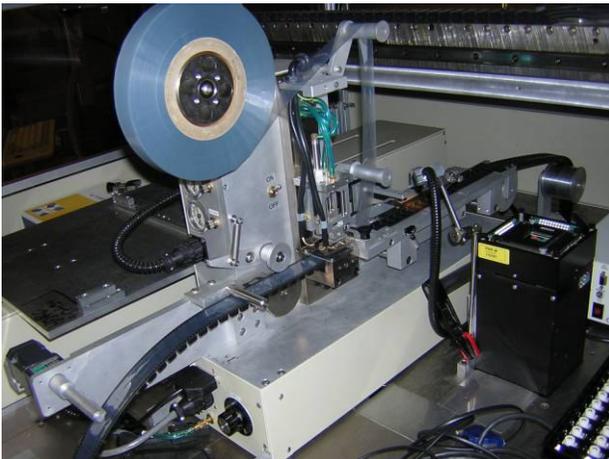


Fig. 36: Módulo de empaquetamiento en carretes

c. Problemática del sensor.

En la producción del sensor de inclinación NS-25/C2 hay un porcentaje alto de sensores que no superan las distintas pruebas de calidad por fallos como fisuras en el gorro de cerámica, la soldadura, cantidad de electrolítico, fallos de coplanaridad o contacto de los pines, etc. Actualmente la producción del sensor no está automatizada. La automatización del proceso supondría un coste muy elevado, siendo necesaria la modificación del actual proceso de producción. A la hora de solucionar estos problemas, el más urgente es el de la soldadura puesto que es el que se produce con más frecuencia y por tanto el que contribuye de forma notable a la tasa de fallos.

El desarrollo de este proyecto se centra en, dentro de las posibles soluciones a los problemas de la soldadura, elegir con criterio una de ellas y llevarla a la práctica analizando los resultados de forma experimental y en caso de que la solución adoptada resulte aceptable, definir la manera en que ésta será llevada a cabo en el proceso. La función de la soldadura es tapar el orificio de llenado del sensor.

Hay que aclarar los problemas que pueden surgir durante el proceso manual de la soldadura, como una soldadura no uniforme, una soldadura que no cubra correctamente el orificio o casos contrarios como penetración de soldadura en el canal de llenado, pudiéndose desprender en un futuro o la penetración de soldadura en el interior del gorro de cerámica, adulterando las medidas.

