

VIII. Resultados

Una vez llevado a cabo el experimento queda analizar los resultados de éste. Para ello continuamos con el proceso normal de fabricación del sensor, es decir, lavado, numeración y separación.

Ya en estos pasos parte de nuestros sensores hay que desecharlos porque se les desprende la tapa. Esto pasa especialmente con los sensores soldados con el sistema de 400kHz y 5kW de potencia donde se desechan 44 de 174 sensores por esta causa. Hay que recordar que todos estos sensores fueron realizados con el anillo de PbSnAg como soldadura y los resultados de las radiografías no habían sido convincentes.

Todos los sensores restantes siguen el proceso y son mandados a Bélgica para la colocación de los pines. Ya a la vuelta se les realiza el primer test eléctrico donde obtenemos resultados de todo tipo que pasamos a ver:

Por una parte, el resto de sensores que fueron realizados por el sistema de inducción de 400kHz y 5kW resultan estar vacíos de electrolítico o haber perdido gran parte del líquido que contienen en su interior. A continuación se muestran una serie de tablas con estos resultados.

NUMERO DE SERIE	VALORACIÓN DEL SENSOR	NUMERO DE SERIE	VALORACIÓN DEL SENSOR	NUMERO DE SERIE	VALORACIÓN DEL SENSOR
64110095	MAL	64109884	MAL	64109991	MAL
64110096	MAL	64109882	MAL	64109992	MAL
64109948	MAL	64109996	MAL	64109986	MAL
64109949	MAL	64109997	MAL	64109987	MAL
64109950	MAL	64109998	MAL	64109988	MAL
64109945	MAL	64109892	MAL	64109939	MAL
64109946	MAL	64109893	MAL	64109940	MAL
64109947	MAL	64109887	MAL	64109941	MAL
64109942	MAL	64109889	MAL	64109936	MAL
64109943	MAL	64109890	MAL	64109937	MAL
64109944	MAL	64109983	MAL	64110002	MAL
64110090	MAL	64109984	MAL	64110003	MAL
64109971	MAL	64109980	MAL	64109938	MAL
64109901	MAL	64109982	MAL	64109935	MAL
64109904	MAL	64109995	MAL	64110031	MAL
64109903	MAL	64110040	MAL	64110032	MAL
64109902	MAL	64110041	MAL	64110033	MAL
64109908	MAL	64110037	MAL	64110028	MAL
64109906	MAL	64110038	MAL	64110029	MAL
64109905	MAL	64110039	MAL	64110030	MAL
64110087	MAL	64110035	MAL	64110026	MAL
64110052	MAL	64110036	MAL	64110027	MAL
64109969	MAL	64110005	MAL	64109916	MAL
64109970	MAL	64110006	MAL	64109917	MAL
64109973	MAL	64110007	MAL	64110048	MAL
64109957	MAL	64110044	MAL	64110049	MAL
64109958	MAL	64110000	MAL	64110023	MAL
64110071	MAL	64109924	MAL	64110018	MAL
64109953	MAL	64109925	MAL	64110082	MAL
64109951	MAL	64109926	MAL	64110079	MAL

NUMERO DE SERIE	VALORACIÓN DEL SENSOR	NUMERO DE SERIE	VALORACIÓN DEL SENSOR	NUMERO DE SERIE	VALORACIÓN DEL SENSOR
64109955	MAL	64110004	MAL	64110098	MAL
64109954	MAL	64110001	MAL	64110078	MAL
64109977	MAL	64110014	MAL	64110100	MAL
64109978	MAL	64110045	MAL	64110097	MAL
64110034	MAL	64110016	MAL	64109912	MAL
64109966	MAL	64110011	MAL	64109913	MAL
64109962	MAL	64110012	MAL	64109914	MAL
64109964	MAL	64110013	MAL	64109909	MAL
64109961	MAL	64110008	MAL	64109910	MAL
64109899	MAL	64110009	MAL	64109911	MAL
64109896	MAL	64110010	MAL	64110063	MAL
64109897	MAL	64110024	MAL	64110065	MAL
64109898	MAL	64110021	MAL	64110062	MAL
64110047	MAL	64110022	MAL	64110050	MAL
64109895	MAL	64109993	MAL		
64109933	MAL	64109994	MAL		
64109927	MAL	64110019	MAL		
64110104	MAL	64110020	MAL		
64109923	MAL	64110017	MAL		
64109881	MAL	64109990	MAL		

Tabla 13: Sensores soldados con el equipo de 400kHz y 5kW

Por otra parte, los sensores soldados por el otro equipo y enviados a Bélgica son un total de 241 entre los cuales obtenemos resultados de todo tipo. Como se explica en el apartado IV, después del primer test eléctrico se introducen los sensores en un horno y se mantienen durante 5 días a 105° de temperatura y al sacarlos se someten a un segundo test eléctrico.

NUMERO DE SERIE	VALORACIÓN 1	NOTA RAYOS- X 1-5	VALORACIÓN 2
64302059	MAL	5	MAL
64302060	MAL	5	MAL
64302061	BUENO	5	BUENO
64302062	MAL	5	MAL
64302063	MAL	5	MAL
64302064	MAL	5	MAL
64302067	BUENO	2	BUENO
64302068	BUENO	5	MAL
64302069	MAL	5	MAL
64302070	MAL	5	MAL
64302071	BUENO	5	BUENO
64302072	MAL	5	MAL
64302073	BUENO	4	BUENO
64302075	BUENO	5	BUENO
64302076	MAL	5	MAL
64302077	BUENO	5	MAL
64302078	BUENO	5	BUENO
64302079	BUENO	5	BUENO
64302080	BUENO	5	MAL
64302081	BUENO	5	BUENO

NUMERO DE SERIE	VALORACIÓN 1	NOTA RAYOS- X 1-5	VALORACIÓN 2
64302082	BUENO	5	BUENO
64302084	MAL	5	MAL
64302085	MAL	5	MAL
64302086	MAL	5	MAL
64302088	MAL	5	MAL
64302089	MAL	4	MAL
64302090	MAL	5	MAL
64302092	MAL	5	MAL
64302093	MAL	5	BUENO
64302094	MAL	5	MAL
64302095	MAL	5	MAL
64302096	MAL	5	MAL
64302097	MAL	5	MAL
64302098	MAL	5	MAL
64302116	MAL	x	MAL
64302118	MAL	x	MAL
64302130	MAL	5	MAL
64302131	MAL	5	MAL
64302132	MAL	5	MAL
64302134	BUENO	5	BUENO
64302135	MAL	5	MAL
64302137	MAL	5	MAL
64302138	BUENO	5	BUENO
64302139	MAL	5	MAL
64302140	BUENO	5	BUENO
64302141	MAL	5	MAL
64302142	MAL	3	MAL
64302143	MAL	5	MAL
64302144	MAL	5	MAL
64302145	MAL	4	MAL
64302146	BUENO	5	MAL
64302147	MAL	5	MAL
64302148	MAL	5	MAL
64302149	MAL	5	MAL
64302150	MAL	5	MAL
64302151	MAL	5	MAL
64302152	BUENO	5	BUENO
64302153	BUENO	5	BUENO
64302154	MAL	5	MAL
64302155	MAL	5	MAL
64302156	BUENO	5	BUENO
64302157	MAL	5	MAL
64302158	MAL	5	MAL
64302159	MAL	5	MAL
64302160	MAL	5	MAL
64302161	MAL	5	MAL
64302162	BUENO	5	BUENO
64302163	MAL	5	MAL
64302164	MAL	5	MAL
64302165	MAL	5	MAL
64302166	MAL	5	MAL

NUMERO DE SERIE	VALORACIÓN 1	NOTA RAYOS- X 1-5	VALORACIÓN 2
64302167	MAL	5	MAL
64302168	MAL	5	MAL
64302169	BUENO	5	MAL
64302170	MAL	5	MAL
64302171	MAL	5	MAL
64302172	MAL	3	MAL
64302173	MAL	5	MAL
64302174	MAL	5	MAL
64302175	MAL	5	MAL
64302176	MAL	1	MAL
64302177	MAL	1	MAL
64302178	MAL	5	MAL
64302179	MAL	5	MAL
64302180	MAL	5	MAL
64302181	MAL	1	MAL
64302182	MAL	1	MAL
64302183	MAL	2	MAL
64302184	MAL	5	MAL
64302185	MAL	5	MAL
64302186	MAL	5	MAL
64302187	BUENO	1	BUENO
64302189	BUENO	3	MAL
64302190	BUENO	4	BUENO
64302191	BUENO	3	MAL
64302192	MAL	5	MAL
64302193	BUENO	5	BUENO
64302194	BUENO	5	BUENO
64302195	BUENO	1	BUENO
64302196	BUENO	3	BUENO
64302197	MAL	5	BUENO
64302198	MAL	4	MAL
64302199	MAL	1	MAL
64302200	BUENO	3	BUENO
64302201	BUENO	5	BUENO
64302202	BUENO	3	BUENO
64302204	MAL	3	MAL
64302206	MAL	5	MAL
64302207	BUENO	5	BUENO
64302208	BUENO	3	BUENO
64302209	BUENO	4	BUENO
64302210	BUENO	4	BUENO
64302211	BUENO	3	MAL
64302212	MAL	5	MAL
64302213	BUENO	1	MAL
64302214	BUENO	3	BUENO
64302215	MAL	5	MAL
64302216	BUENO	4	BUENO
64302217	MAL	4	MAL
64302218	BUENO	3	MAL
64302219	MAL	4	MAL

NUMERO DE SERIE	VALORACIÓN 1	NOTA RAYOS- X 1-5	VALORACIÓN 2
64302220	MAL	5	MAL
64302221	MAL	5	MAL
64302222	BUENO	3	BUENO
64302224	BUENO	1	BUENO
64302225	BUENO	4	BUENO
64302227	BUENO	4	MAL
64302228	BUENO	5	MAL
64302229	BUENO	4	BUENO
64302230	BUENO	1	BUENO
64302231	MAL	2	MAL
64302232	MAL	4	MAL
64302233	BUENO	1	BUENO
64302234	MAL	5	MAL
64302235	MAL	5	MAL
64302236	MAL	5	MAL
64302237	BUENO	2	BUENO
64302238	BUENO	2	BUENO
64302239	MAL	5	MAL
64302240	MAL	5	MAL
64302241	BUENO	1	BUENO
64302242	MAL	1	MAL
64302243	MAL	5	MAL
64302244	BUENO	1	BUENO
64302246	BUENO	1	BUENO
64302247	BUENO	3	BUENO
64302248	BUENO	3	BUENO
64302249	BUENO	1	BUENO
64302250	BUENO	3	BUENO
64302251	BUENO	4	BUENO
64302252	BUENO	4	BUENO
64302253	BUENO	3	BUENO
64302254	MAL	5	MAL
64302255	MAL	5	MAL
64302256	BUENO	5	BUENO
64302257	BUENO	4	BUENO
64302258	MAL	5	MAL
64302259	BUENO	4	BUENO
64302260	BUENO	5	BUENO
64302261	BUENO	5	BUENO
64302262	BUENO	5	BUENO
64302263	BUENO	5	BUENO
64302264	BUENO	1	BUENO
64302265	BUENO	3	BUENO
64302266	BUENO	1	BUENO
64302267	BUENO	2	BUENO
64302268	BUENO	2	BUENO
64302269	BUENO	2	BUENO
64302270	MAL	4	MAL
64302271	BUENO	4	BUENO
64302272	BUENO	5	BUENO

NUMERO DE SERIE	VALORACIÓN 1	NOTA RAYOS- X 1-5	VALORACIÓN 2
64302273	BUENO	1	BUENO
64302274	BUENO	1	BUENO
64302275	BUENO	2	BUENO
64302276	BUENO	3	BUENO
64302277	BUENO	4	BUENO
64302278	BUENO	4	BUENO
64302279	BUENO	5	BUENO
64302280	MAL	1	MAL
64302281	BUENO	3	BUENO
64302282	BUENO	3	BUENO
64302283	BUENO	5	BUENO
64302284	BUENO	5	BUENO
64302285	BUENO	5	BUENO
64302286	BUENO	2	MAL
64302288	MAL	5	MAL
64302289	BUENO	5	BUENO
64302290	BUENO	1	BUENO
64302291	BUENO	1	BUENO
64302292	BUENO	1	BUENO
64302293	MAL	1	MAL
64302294	BUENO	3	BUENO
64302295	MAL	1	MAL
64302296	BUENO	3	BUENO
64302297	BUENO	1	BUENO
64302299	BUENO	1	BUENO
64302300	MAL	1	MAL
64302301	BUENO	3	MAL
64302302	BUENO	3	BUENO
64302303	BUENO	5	BUENO
64302304	BUENO	2	BUENO
64302305	MAL	5	MAL
64302306	BUENO	1	BUENO
64302307	BUENO	2	BUENO
64302308	BUENO	5	BUENO
64302309	BUENO	3	BUENO
64302310	MAL	2	MAL
64302311	MAL	4	MAL
64302312	MAL	4	MAL
64302313	MAL	1	MAL
64302314	MAL	1	MAL
64302315	BUENO	1	BUENO
64302316	BUENO	1	BUENO
64302317	BUENO	1	BUENO
64302318	BUENO	1	BUENO
64302319	BUENO	3	BUENO
64302320	BUENO	2	BUENO
64302321	BUENO	4	MAL
64302322	BUENO	1	BUENO
64302323	BUENO	4	MAL
64302324	MAL	1	MAL

NUMERO DE SERIE	VALORACIÓN 1	NOTA RAYOS-X 1-5	VALORACIÓN 2
64302325	BUENO	5	BUENO
64302326	MAL	5	MAL
64302327	BUENO	5	BUENO
64302328	MAL	4	MAL
64302329	MAL	4	MAL
64302330	BUENO	1	MAL
64302331	BUENO	3	BUENO
64302332	BUENO	3	MAL
64302333	BUENO	5	MAL
64302334	MAL	1	MAL
64302335	MAL	1	MAL
64302336	MAL	5	MAL
64302337	BUENO	3	MAL
64302338	BUENO	3	BUENO
64302339	MAL	5	MAL
64302340	MAL	2	MAL
64302341	BUENO	2	BUENO
64302343	BUENO	1	BUENO
64302344	MAL	3	MAL
64302345	MAL	3	MAL

Tabla 14: sensores soldados con el equipo de 700kHz y 2kW

De los 241 sensores anteriores hay 104 que superaron ambos tests eléctricos de los cuales 90 fueron soldados a mano y el resto usando el anillo de soldadura. Hemos visto por tanto, cómo, de todos los sensores con los que ensayamos, nos hemos quedado con un número muy reducido.

NUMERO DE SERIE	VALORACION DE 1 Y 2 MEDIDA	NOTA RAYO-X 1-5	TECNOLOGÍA
64302187	BUENO	1	sold. a mano
64302195	BUENO	1	sold. a mano
64302224	BUENO	1	sold. a mano
64302230	BUENO	1	sold. a mano
64302233	BUENO	1	sold. a mano
64302241	BUENO	1	sold. a mano
64302244	BUENO	1	sold. a mano
64302246	BUENO	1	sold. a mano
64302249	BUENO	1	sold. a mano
64302264	BUENO	1	sold. a mano
64302266	BUENO	1	sold. a mano
64302273	BUENO	1	sold. a mano
64302274	BUENO	1	sold. a mano
64302290	BUENO	1	sold. a mano
64302291	BUENO	1	sold. a mano
64302292	BUENO	1	sold. a mano
64302297	BUENO	1	sold. a mano
64302299	BUENO	1	sold. a mano
64302306	BUENO	1	sold. a mano

NUMERO DE SERIE	VALORACION DE 1 Y 2 MEDIDA	NOTA RAYO-X 1-5	TECNOLOGÍA
64302315	BUENO	1	sold. a mano
64302316	BUENO	1	sold. a mano
64302317	BUENO	1	sold. a mano
64302318	BUENO	1	sold. a mano
64302322	BUENO	1	sold. a mano
64302343	BUENO	1	sold. a mano
64302237	BUENO	2	sold. a mano
64302238	BUENO	2	sold. a mano
64302267	BUENO	2	sold. a mano
64302268	BUENO	2	sold. a mano
64302269	BUENO	2	sold. a mano
64302275	BUENO	2	sold. a mano
64302304	BUENO	2	sold. a mano
64302307	BUENO	2	sold. a mano
64302320	BUENO	2	sold. a mano
64302341	BUENO	2	sold. a mano
64302196	BUENO	3	sold. a mano
64302200	BUENO	3	sold. a mano
64302202	BUENO	3	sold. a mano
64302208	BUENO	3	sold. a mano
64302214	BUENO	3	sold. a mano
64302222	BUENO	3	sold. a mano
64302247	BUENO	3	sold. a mano
64302248	BUENO	3	sold. a mano
64302250	BUENO	3	sold. a mano
64302253	BUENO	3	sold. a mano
64302265	BUENO	3	sold. a mano
64302276	BUENO	3	sold. a mano
64302281	BUENO	3	sold. a mano
64302282	BUENO	3	sold. a mano
64302294	BUENO	3	sold. a mano
64302296	BUENO	3	sold. a mano
64302302	BUENO	3	sold. a mano
64302309	BUENO	3	sold. a mano
64302319	BUENO	3	sold. a mano
64302331	BUENO	3	sold. a mano
64302338	BUENO	3	sold. a mano 1 Anillo, Tapa
64302073	BUENO	4	.,#5
64302190	BUENO	4	sold. a mano
64302209	BUENO	4	sold. a mano
64302210	BUENO	4	sold. a mano
64302216	BUENO	4	sold. a mano
64302225	BUENO	4	sold. a mano
64302229	BUENO	4	sold. a mano
64302251	BUENO	4	sold. a mano
64302252	BUENO	4	sold. a mano
64302257	BUENO	4	4 Anillos, #5
64302259	BUENO	4	4 Anillos, #5
64302271	BUENO	4	sold. a mano
64302277	BUENO	4	sold. a mano
64302278	BUENO	4	sold. a mano

NUMERO DE SERIE	VALORACION DE 1 Y 2 MEDIDA	NOTA RAYO-X 1-5	TECNOLOGÍA
64302061	BUENO	5	2Ringe,#5 1Anillo,Tapa
64302067	BUENO	5	.,#5 1Anillo,Tapa
64302071	BUENO	5	.,#5 1Anillo,Tapa
64302075	BUENO	5	.,#5 1Anillo,Tapa
64302078	BUENO	5	.,#5 1Anillo,Tapa
64302079	BUENO	5	.,#5 1Anillo,Tapa
64302081	BUENO	5	.,#5 1Anillo,Tapa
64302082	BUENO	5	.,#5
64302134	BUENO	5	1Anillo,#5
64302138	BUENO	5	1Anillo,#5
64302140	BUENO	5	1Anillo,#5
64302152	BUENO	5	1Anillo,#5
64302153	BUENO	5	1Anillo,#5
64302156	BUENO	5	1Anillo,#5
64302162	BUENO	5	1Anillo,#5
64302193	BUENO	5	sold.a mano
64302194	BUENO	5	sold.a mano
64302201	BUENO	5	sold.a mano
64302207	BUENO	5	sold.a mano
64302256	BUENO	5	4Anillos,#5
64302260	BUENO	5	4Anillos,#5
64302261	BUENO	5	4Anillos,#5
64302262	BUENO	5	sold.a mano
64302263	BUENO	5	sold.a mano
64302272	BUENO	5	sold.a mano
64302279	BUENO	5	sold.a mano
64302283	BUENO	5	sold.a mano
64302284	BUENO	5	sold.a mano
64302285	BUENO	5	sold.a mano
64302289	BUENO	5	sold.a mano
64302303	BUENO	5	sold.a mano
64302308	BUENO	5	sold.a mano
64302325	BUENO	5	sold.a mano
64302327	BUENO	5	sold.a mano

Tabla 15: Valoración y tecnología de los sensores

Sistema 2kW 700kHz

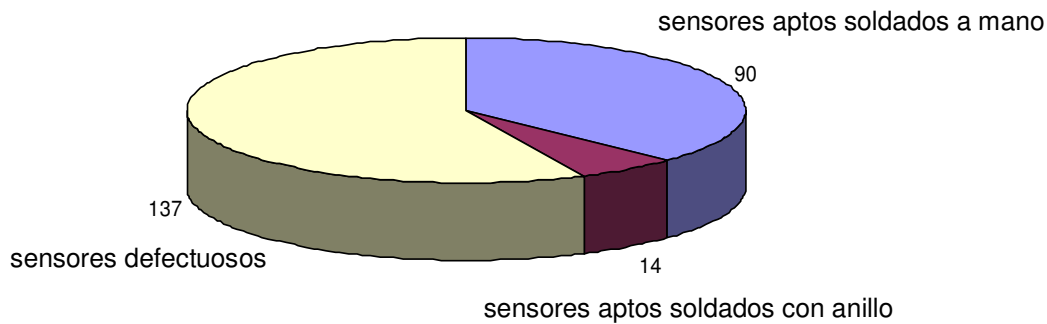


Figura 63: Resultados de los sensores soldados por el sistema de 2kW y 700kHz

Aquí, viendo los resultados, se puede llegar a una conclusión bastante rápida. Los sensores soldados a mano daban buenas sensaciones en las radiografías y resultan haber dado buenos resultados en los tests. Y con respecto a los ensayos en los que habíamos usado los anillos de soldadura, que en las notas de las radiografías no eran satisfactorios, son muy pocos los que finalmente han dado resultados favorables en el test eléctrico.

Pues bien, a los 104 sensores que superan los dos tests eléctricos se les realiza de nuevo una radiografía cenital pero con la novedad de activar una función especial para los rayos-X con las siglas AIE, que resalta el contorno de las figuras y por tanto tenemos más facilidad para distinguir los poros y los canales de la soldadura. Además se realiza también una radiografía del sensor girado 90° con la intención de encontrar fallos en la soldadura que serían imposibles de distinguir con la radiografía anterior. Por tanto se dispone de tres radiografías de cada sensor, ver figuras 56 a 58, que ayudan a confeccionar una nueva tabla en Excel que se expone a continuación. Recordemos pues que ya se disponía de una radiografía superior del sensor a partir de la cual se valora la soldadura del 1 al 5. Esta primera evaluación de los sensores no sigue el criterio explicado durante el diseño de experimentos, sino que es una primera valoración que nos da una idea de los resultados obtenidos en el experimento y por tanto que está sujeta a cambios una vez aplicado el criterio de clasificación

NUMERO DE SERIE	NOTA	90°	bueno para Temic	bueno para TWT	mandado al TWT	Comentario	valoración del sensor	nota rayos-X 1-5	
64302061	*5	malo	no	no	no		bueno	5	2Anillos,#5
64302067	*5	bueno	no	no	no		bueno	5	1Anillo,Tapa ,#5
64302071	*5	bueno	no	no	no		bueno	5	1Anillo,Tapa ,#5
64302073	*4	bueno	no	no	no		bueno	4	1Anillo,Tapa ,#5
64302075	*5	bueno	no	no	no		bueno	5	1Anillo,Tapa ,#5
64302078	*5	bueno	no	no	no		bueno	5	1Anillo,Tapa ,#5
64302079	*5	bueno	no	no	no		bueno	5	1Anillo,Tapa ,#5
64302081	*5	bueno	no	no	no	Esfera	bueno	5	1Anillo,Tapa ,#5
64302082	*5	malo	no	no	no	Esfera	bueno	5	1Anillo,Tapa ,#5
64302134	*5	bueno	no	no	no		bueno	5	1Anillo,#5
64302138	*5	bueno	no	no	no		bueno	5	1Anillo,#5
64302140	*5	bueno	no	no	no		bueno	5	1Anillo,#5
64302152	*5	bueno	no	no	no		bueno	5	1Anillo,#5
64302153	*5	bueno	no	no	no		bueno	5	1Anillo,#5
64302156	*5	bueno	no	no	no		bueno	5	1Anillo,#5
64302162	*4	bueno	no	no	no		bueno	5	1Anillo,#5
64302187	2	bueno	sí	sí	sí		bueno	1	Soldado a mano
64302190	2	bueno	sí	sí	sí		bueno	4	Soldado a mano
64302193	2	bueno	no	sí	no		bueno	5	Soldado a mano
64302194	3	bueno	no	sí	sí	Gorro	bueno	5	Soldado a mano
64302195	1	bueno	sí	sí	sí		bueno	1	Soldado a mano
64302196	1	bueno	sí	sí	sí		bueno	3	Soldado a mano
64302200	1	bueno	sí	sí	sí	Gorro	bueno	3	Soldado a mano
64302201	4	bueno	no	sí	sí		bueno	5	Soldado a mano
64302202	1	bueno	sí	sí	sí		bueno	3	Soldado a mano
64302207	5	bueno	no	no	no		bueno	5	Soldado a mano
64302208	3	bueno	no	sí	sí		bueno	3	Soldado a mano
64302209	4	bueno	no	sí	sí		bueno	4	Soldado a mano
64302210	4	bueno	no	sí	sí		bueno	4	Soldado a mano
64302214	1	bueno	sí	sí	sí		bueno	3	Soldado a mano
64302216	2	bueno	sí	sí	sí		bueno	4	Soldado a mano
64302222	3	malo	no	no	no	Canal	bueno	3	Soldado a mano
64302224	1	bueno	sí	sí	sí		bueno	1	Soldado a mano
64302225	4	bueno	no	sí	sí		bueno	4	Soldado a mano

Tabla 16.a: Valoración de los sensores antes de Estados Unidos

NUMERO DE SERIE	NOTA	90°	bueno para Temic	bueno para TWT	mandado al TWT	Comentario	valoración del sensor	nota rayos-X 1-5	
64302229	3	bueno	no	sí	sí		bueno	4	Soldado a mano
64302230	1	bueno	no	sí	no	Sucio	bueno	1	Soldado a mano
64302233	1	bueno	sí	sí	no		bueno	1	Soldado a mano
64302237	1	bueno	sí	sí	no		bueno	2	Soldado a mano
64302238	2	bueno	sí	sí	no		bueno	2	Soldado a mano
64302241	2	bueno	no	no	no	Esfera	bueno	1	Soldado a mano
64302244	2	mallo	no	no	no	Esfera	bueno	1	Soldado a mano
64302246	1	bueno	sí	sí	sí		bueno	1	Soldado a mano
64302247	3	mallo	no	no	no	Esfera en canal	bueno	3	Soldado a mano
64302248	3	mallo	no	no	no	Canal	bueno	3	Soldado a mano
64302249	1	bueno	sí	sí	sí		bueno	1	Soldado a mano
64302250	3	bueno	no	sí	sí		bueno	3	Soldado a mano
64302251	4	bueno	no	sí	sí	Esfera	bueno	4	Soldado a mano
64302252	2	bueno	sí	sí	sí		bueno	4	Soldado a mano
64302253	2	bueno	sí	sí	sí		bueno	3	Soldado a mano
64302256	*5	bueno	no	no	no		bueno	5	4Anillos,#5
64302257	*4	bueno	no	no	no		bueno	4	4Anillos,#5
64302259	*3	bueno	no	no	no		bueno	4	4Anillos,#5
64302260	*5	bueno	no	no	no		bueno	5	4Anillos,#5
64302261	*5	bueno	no	no	no		bueno	5	4Anillos,#5
64302262	5	bueno	no	no	no	Esfera	bueno	5	Soldado a mano
64302263	4	bueno	no	no	no	Esfera	bueno	5	Soldado a mano
64302264	1	mallo	no	no	no	Esfera	bueno	1	Soldado a mano
64302265	4	bueno	no	sí	no		bueno	3	Soldado a mano
64302266	1	bueno	sí	sí	sí		bueno	1	Soldado a mano
64302267	3	bueno	no	sí	sí		bueno	2	Soldado a mano
64302268	3	bueno	no	sí	sí		bueno	2	Soldado a mano
64302269	3	mallo	no	no	no	Canal	bueno	2	Soldado a mano
64302271	4	bueno	no	sí	sí		bueno	4	Soldado a mano
64302272	4	bueno	no	no	no	Esfera	bueno	5	Soldado a mano
64302273	1	bueno	sí	sí	sí	Esfera?	bueno	1	Soldado a mano
64302274	1	bueno	sí	sí	sí		bueno	1	Soldado a mano
64302275	3	bueno	no	sí	sí		bueno	2	Soldado a mano
64302276	2	bueno	no	sí	sí	Esfera	bueno	3	Soldado a mano

Tabla 17.b: Valoración de los sensores antes de Estados Unidos

NUMERO DE SERIE	NOTA	90°	bueno para Temic	bueno para TWT	mandado al TWT	Comentario	valoración del sensor	nota rayos-X 1-5	
64302277	4	malo	no	sí	sí	Esfera	bueno	4	Soldado a mano
64302278	4	malo	no	sí	sí	Esfera	bueno	4	Soldado a mano
64302279	5	bueno	no	no	no		bueno	5	Soldado a mano
64302281	3	bueno	no	sí	sí		bueno	3	Soldado a mano
64302282	4	bueno	no	sí	sí		bueno	3	Soldado a mano
64302283	4	malo	no	no	no	Canal	bueno	5	Soldado a mano
64302284	4	malo	no	no	no	Esfera	bueno	5	Soldado a mano
64302285	4	malo	no	no	no	Esfera/canal	bueno	5	Soldado a mano
64302289	5	malo	no	no	no	Esfera	bueno	5	Soldado a mano
64302290	1	malo	no	no	no	Esfera	bueno	1	Soldado a mano
64302291	1	bueno	sí	sí	sí		bueno	1	Soldado a mano
64302292	1	bueno	sí	sí	sí		bueno	1	Soldado a mano
64302294	3	bueno	no	no	no		bueno	3	Soldado a mano
64302296		bueno	no	no	no	Desplazado	bueno	3	Soldado a mano
64302297	1	bueno	sí	sí	sí	Gorro	bueno	1	Soldado a mano
64302299	1	bueno	sí	sí	no	Gorro	bueno	1	Soldado a mano
64302302	1	bueno	sí	sí	sí		bueno	3	Soldado a mano
64302303	5	bueno	no	no	no		bueno	5	Soldado a mano
64302304	1	malo	no	sí	sí	Esfera	bueno	2	Soldado a mano
64302306	1	bueno	no	sí	sí	Esfera	bueno	1	Soldado a mano
64302307	1	bueno	sí	sí	no		bueno	2	Soldado a mano
64302308	5	bueno	no	no	no		bueno	5	Soldado a mano
64302309	1	bueno	sí	sí	sí		bueno	3	Soldado a mano
64302315	1	bueno	sí	sí	sí	Gorro	bueno	1	Soldado a mano
64302316	1	bueno	sí	sí	sí		bueno	1	Soldado a mano
64302317	1	bueno	sí	sí	sí		bueno	1	Soldado a mano
64302318	1	bueno	sí	sí	sí		bueno	1	Soldado a mano
64302319	3	bueno	no	sí	sí	Esfera	bueno	3	Soldado a mano
64302320	1	bueno	sí	sí	no		bueno	2	Soldado a mano
64302322	1	bueno	sí	sí	sí	Gorro	bueno	1	Soldado a mano
64302325	?	bueno	no	si?	no		bueno	5	Soldado a mano
64302327	?	bueno	no	si?	no		bueno	5	Soldado a mano
64302331	2	bueno	no	sí	sí		bueno	3	Soldado a mano
64302338	1	bueno	sí	sí	sí		bueno	3	Soldado a mano

Tabla 18.c: Valoración de los sensores antes de Estados Unidos

NUMERO DE SERIE	NOTA	90°	bueno para Temic	bueno para TWT	mandado al TWT	Comentario	valoración del sensor	nota rayos-X 1-5	
64302341	1	bueno	sí	sí	no		bueno	2	Soldado a mano
64302343	1	bueno	sí	sí	sí		bueno	1	Soldado a mano

Tabla 19.d: Valoración de los sensores antes de Estados Unidos

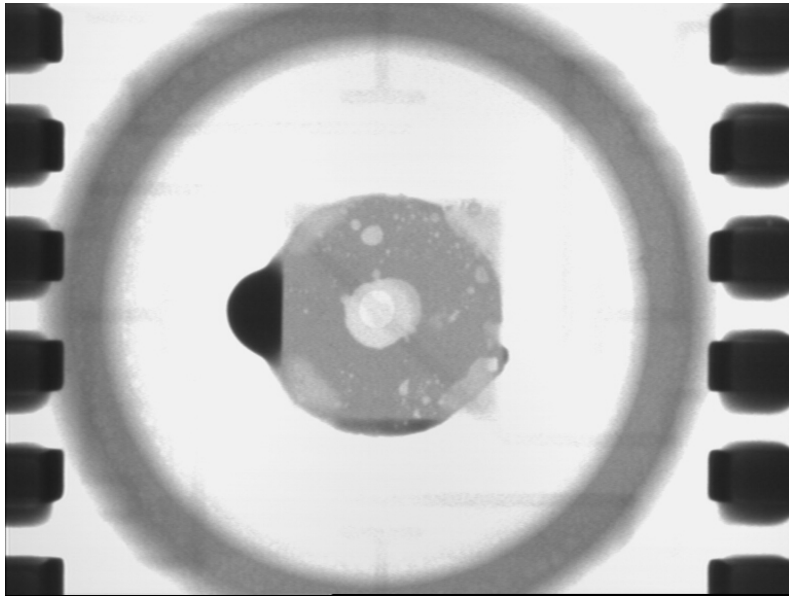


Figura 64: Radiografía cenital de la prueba 64302208

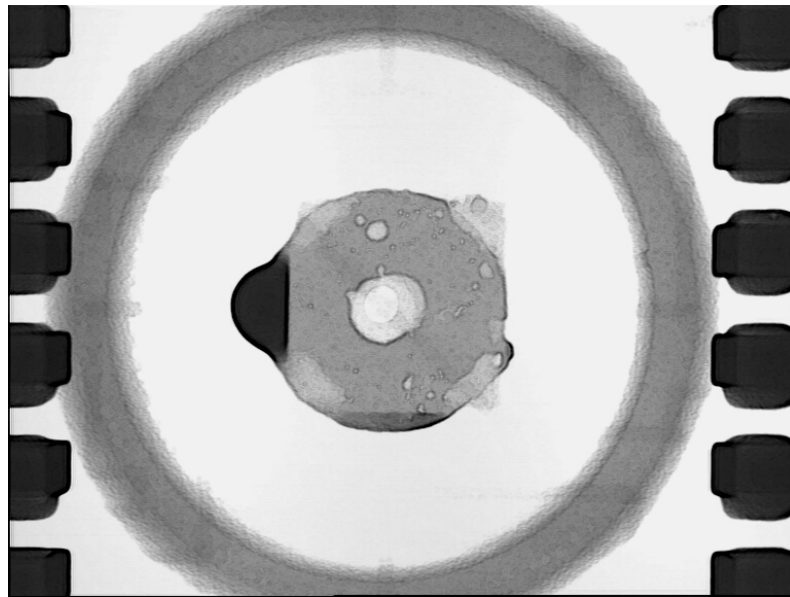


Figura 65: Radiografía cenital de la prueba 64302208 con el modo AIE activado

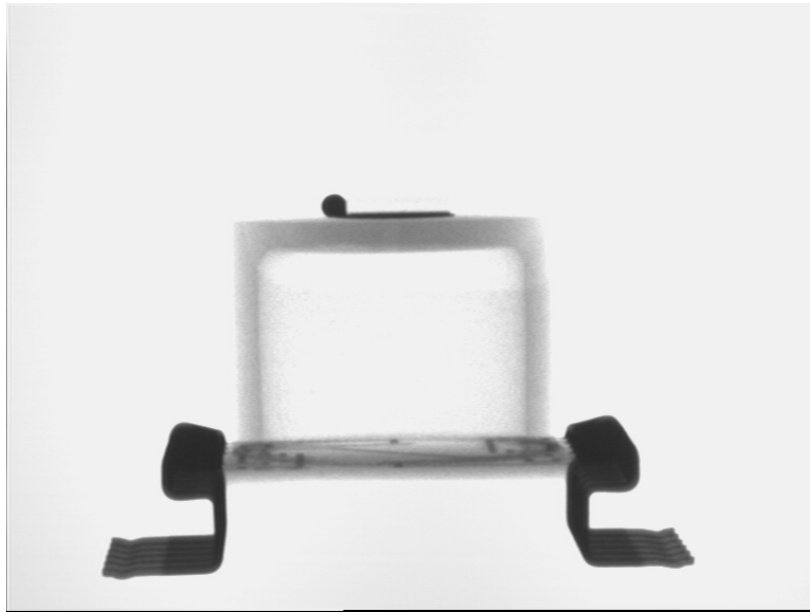


Figura 66: Radiografía lateral de la prueba 64302208

En la tabla anterior se ordenan los sensores según su número de serie y en el resto de columnas se detallan:

- La nota de las radiografías aplicando el criterio
- La valoración de la radiografía lateral “bueno” o “mal”
- Si se considera apto para enviarlo a Temic
- Si se considera apto para enviarlo al test de variación de temperatura en Estados Unidos (TWT- Temperatur Wechsel Test)
- Si finalmente se manda a realizar el test
- Si hay algún comentario de relevancia
- La valoración del sensor
- La nota de la primera radiografía
- Y el método utilizado

El principal cliente para este producto, el sensor NS-25/C2 es la empresa Conti Temic de Continental. Cabía la posibilidad de que ciertos sensores se enviaran al cliente para que apreciara los resultados y para ello se escogieron aquellos que estaban valorados con un “1” aplicando el criterio y que no presentaran defectos en la soldadura tras analizar las radiografías.

Hay sensores que puede que no sean tipo 1 o pueden contener defectos por lo cual no se espera sean mandados a Temic pero que no impide mandarlos a la planta de Measurement Specialties en Hampton (Estados Unidos) y someterlos a un test de cambio de temperatura (TWT) de 500 ciclos para ajustar el tiempo de vida de los sensores.

Finalmente, se mandaron 50 sensores a Estados Unidos y tras ser sometidos al TWT se volvieron a traer a la planta de HL Planar en Dortmund. Lo primero que se hace con estos sensores es realizarles de nuevo un test eléctrico para ver si siguen sellados o por el contrario se ha escapado el electrolítico. Sorprendentemente TODOS los sensores siguen estando sellados. Hay cinco sensores que presentan problemas pero que no vienen provocados por la cantidad de electrolítico salvo uno. Por tanto los resultados del test de cambio de temperatura son de lo más favorable.

Los sensores enviados al TWT y los resultados de los tres tests eléctricos pueden consultarse en la tabla 20 junto a las gráficas que indican la variación de líquido electrolítico que se mide en cada una de las tres pruebas en el eje X y en el eje Y.

Las gráficas muestran los valores de sensibilidad. Los valores de sensibilidad como se puede consultar en el Anexo 2: NS-25/C2 Testing Specification, son entre 885 y 1098 en módulo para la izquierda y para la derecha en cada uno de los ejes, por lo que sumados son para que los valores proporcionados por un sensor sean correctos deben estar contenidos entre un mínimo de 1770 y un máximo de 2196.

En concreto, la prueba A 64302190 presenta un valor menor de sensibilidad que anteriormente. Para explicar este problema hay que aclarar que se obtendrá un valor más alto de sensibilidad con menos electrolítico y viceversa, es decir, con más electrolítico se mide una sensibilidad menor. Obviamente el sensor no se ha podido llenar. La respuesta se encuentra en la cerámica y en la acumulación de líquido electrolítico en las esquinas del sensor.

Actualmente se está llevando a cabo un estudio sobre la porosidad de la cerámica, el tiempo de recuperación del sensor después de darle la vuelta y otra serie de experimentos llevados a cabo por Temic y por el INSTITUT FRESENIUS.

NUMERO DE SERIE	NOTA RAYOS-X 1-5	SENSIBILIDAD AD X1	SENSIBILIDAD AD X2	SENSIBILIDAD AD X3	SENSIBILIDAD AD Y1	SENSIBILIDAD AD Y2	SENSIBILIDAD AD Y3	FALLO
64302187	1	1978	1963	1959	1930	1940	1928	
64302190	4	1808	1799	1729	1819	1825	1692	Emp 1 Achse
64302194	5	1873	1848	1852	1896	1906	1846	
64302195	1	1923	1925	1840	2035	2012	1913	
64302196	3	1880	1881	1873	1921	1927	1908	
64302200	3	1928	1924	1917	1951	1933	1952	
64302201	5	1899	1893	1901	1900	1912	1883	
64302202	3	1849	1843	1833	1979	1966	1965	
64302208	3	1902	1864	1806	1845	1800	1746	
64302209	4	1956	1962	1881	1983	2010	1882	
64302210	4	1828	1852	1787	1841	1862	1757	
64302214	3	1876	1884	1871	1907	1918	1913	
64302216	4	1857	1851	1822	1936	1908	1844	
64302224	1	1819	1821	1751	1866	1860	1787	Abs Null
64302225	4	1838	1846	1810	1871	1860	1871	
64302229	4	1864	1875	1881	1903	1884	1903	
64302246	1	1864	1822	1840	1861	1842	1821	
64302249	1	1898	1893	1882	1924	1898	1892	
64302250	3	1839	1848	1841	1905	1880	1904	
64302251	4	1876	1882	1876	1900	1906	1897	Dyn
64302252	4	1890	1869	1881	1933	1927	1934	
64302253	3	1866	1866	1875	1917	1892	1905	
64302266	1	1836	1838	1828	1881	1868	1883	
64302267	2	1892	1902	1880	1883	1910	1875	
64302268	2	1888	1881	1908	1922	1882	1907	
64302271	4	1895	1899	1884	1885	1863	1880	
64302273	1	1856	1850	1851	1850	1850	1850	
64302274	1	1876	1850	1873	1917	1932	1906	
64302275	2	1969	1970	1875	1948	1927	1836	
64302276	3	1926	1887	1916	1902	1926	1908	
64302277	4	1935	1926	1921	1925	1902	1910	
64302278	4	1855	1860	1860	1883	1848	1888	
64302281	3	1961	1986	1960	1940	1942	1937	
64302282	3	1936	1925	1946	1950	1948	1942	
64302291	1	1946	1961	1950	1979	1983	1976	
64302292	1	1875	1882	1864	1846	1863	1864	
64302297	1	1838	1845	1841	1909	1903	1916	
64302302	3	1945	1922	1947	1912	1883	1901	
64302304	2	1852	1860	1846	1880	1900	1887	
64302306	1	1892	1863	1892	1878	1858	1864	Dyn
64302309	3	1922	1937	1932	1948	1942	1926	
64302315	1	1944	1939	1930	1938	1893	1924	
64302316	1	1908	1899	1896	1910	1939	1929	
64302317	1	1888	1894	1838	1913	1893	1856	
64302318	1	1854	1852	1828	1905	1923	1839	
64302319	3	1932	1914	1926	1934	1932	1943	Dyn
64302322	1	1831	1840	1821	1841	1850	1824	
64302331	3	2007	2018	1987	1968	1957	1967	
64302338	3	1909	1895	1888	1941	1927	1929	
64302343	1	1891	1918	1843	1844	1875	1786	

Tabla 20: Sensores enviados al TWT

En paralelo con los sensores enviados a Estados Unidos hay una serie de sensores que se reservan por si en un momento dado Temic reclama testarlos y otra serie de sensores que se apartan para otras pruebas de calidad que se consideran de relativa importancia. Las pruebas en cuestión son de estabilidad mecánica y estudio mediante un microscopio digital de un sensor por parte del INSTITUT FRESENIUS, una empresa puntera en investigación, verificación y certificación, que posee potentes equipos para aplicar modernos métodos de medida y análisis. Ambas pruebas son destructivas por lo que se deben elegir sensores con una característica defectuosa.

Para el INSTITUT FRESENIUS enviamos la prueba 264 que aunque no presenta ningún desperfecto en la soldadura contiene una esfera de soldadura en el interior.

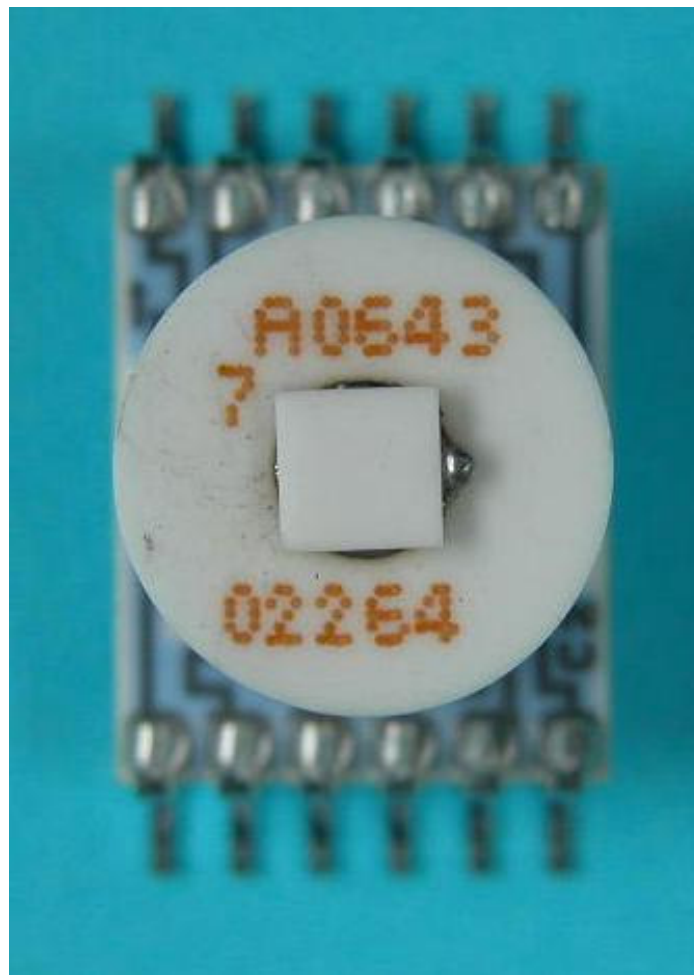


Figura 67: Vista cenital de la prueba A064302264

Analizando la radiografía de este sensor se realiza un corte transversal como se muestra en la imagen a continuación.

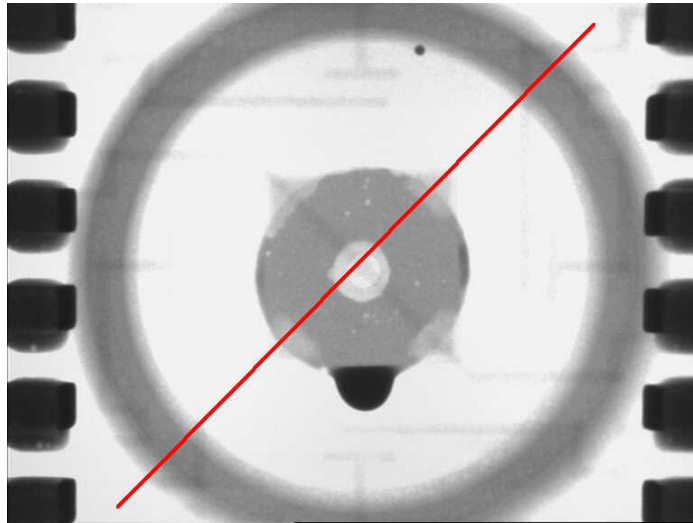


Figura 68: Línea de corte transversal del sensor

Se secciona la tapa en diagonal para poder observar los distintos elementos que participan en la soldadura. Las dos franjas brillantes y paralelas son la metalización del gorro y de la tapa y las partes oscuras son el dieléctrico.

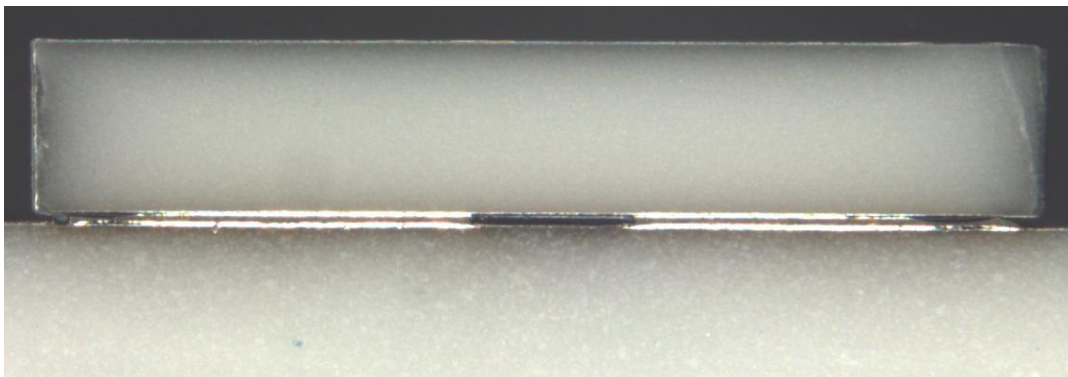


Figura 69: Tapa y parte superior del gorro. Escala 50x1

En las siguientes imágenes se pueden observar a escala 200x1 la parte izquierda, central y derecha de la figura anterior. La diferencia cromática se debe a que se ataca con otra frecuencia la pieza para poder observar con nitidez las distintas partes que se quieren resaltar.

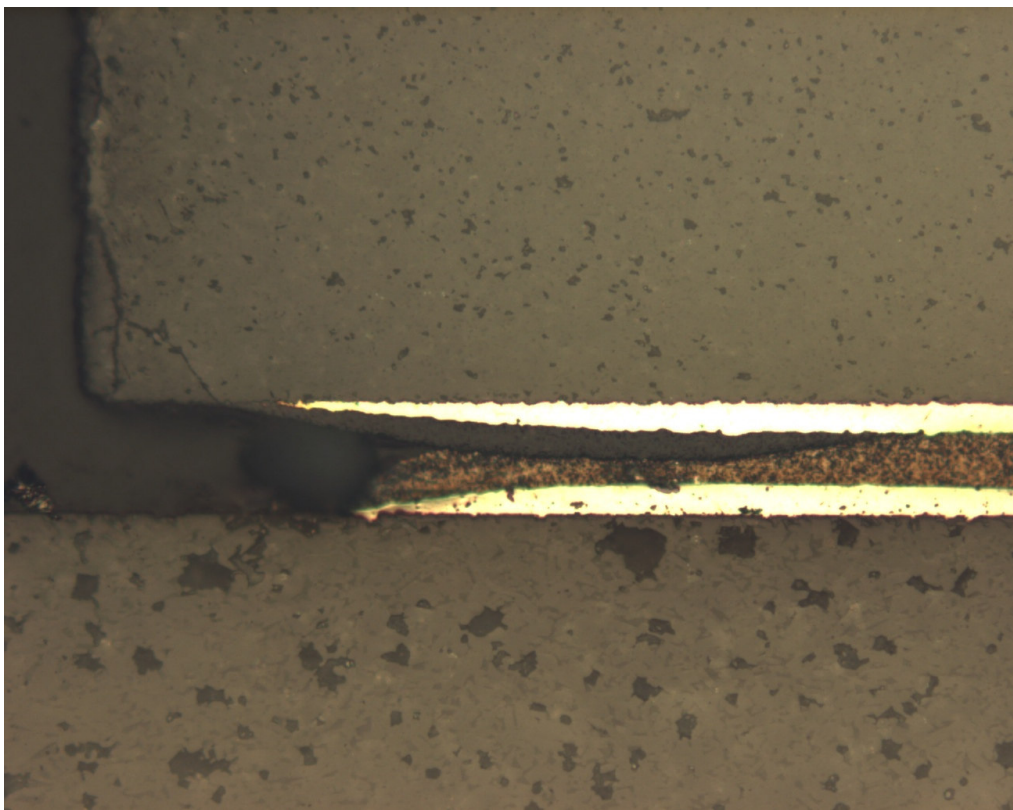


Figura 70: Parte izquierda de la unión sensor-tapa

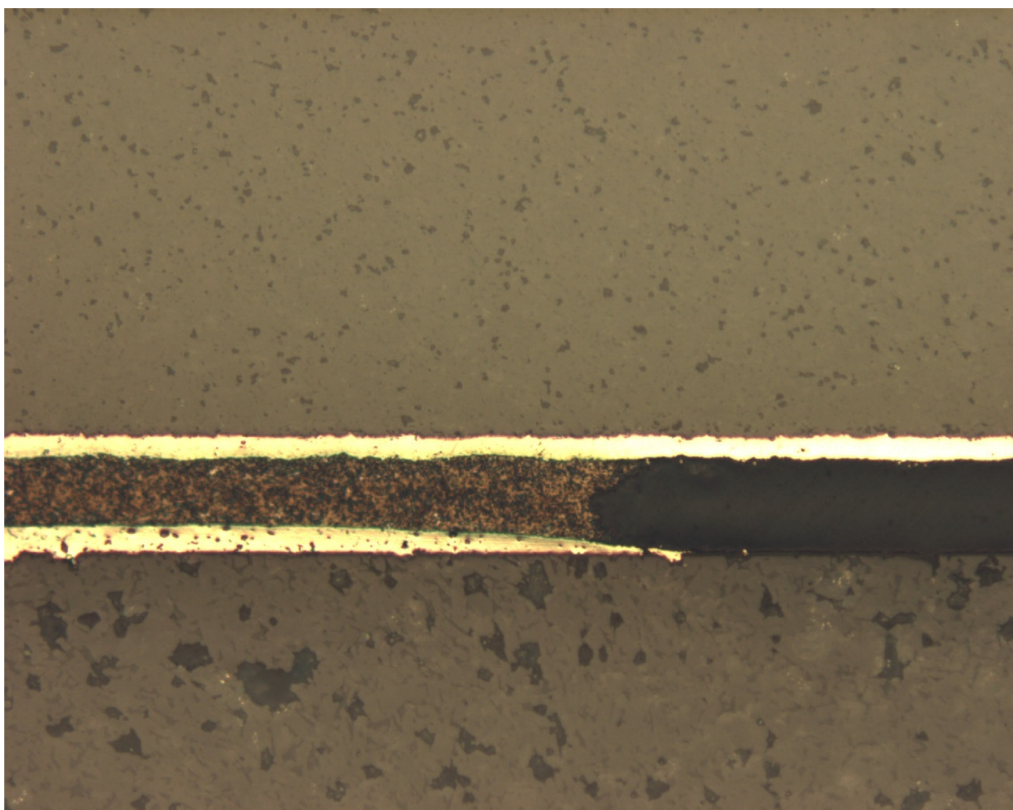


Figura 71: Parte central de la unión sensor-tapa

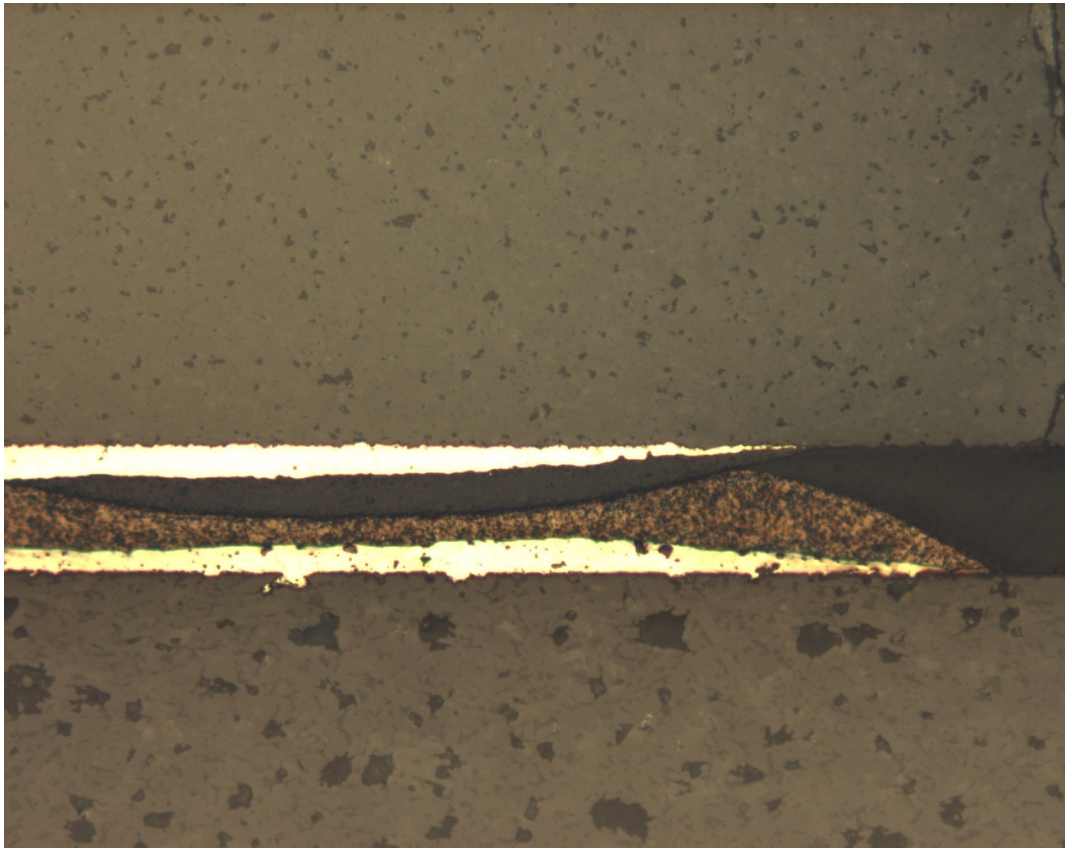


Figura 72: Parte derecha de la unión sensor-tapa

Esta prueba permite analizar aspectos que con una mera radiografía o por otros métodos no se podrían valorar. Aunque en los extremos veamos que el dieléctrico no ha servido totalmente para mantener la distancia establecida sí ha cumplido su cometido en el centro taponando el orificio de llenado. Por otra parte en el interior de este sensor en concreto hay una esfera de soldadura, y ya que no aparecen restos en el orificio cabe pensar que durante la soldadura por inducción o incluso durante el primer paso en el cual se suelda a mano haya podido penetrar. Este problema habrá que estudiarlo en profundidad en el futuro, ver si ocurre con mayor o menos frecuencia que actualmente, analizar sus causas y buscar posibles soluciones.

También se observa que la soldadura es bastante homogénea tal y como se deducía de la radiografía lo cual podemos valorar como bastante positivo. Y puesto que el dieléctrico no toma contacto con la metalización inferior cabe plantearse menor cantidad de soldadura o aumentar la altura de la tapa.

Otra de las pruebas de calidad que se han comentado es la de estabilidad mecánica. Anteriormente y de una manera rudimentaria se utilizaba unos alicates sobre la tapa para probar el mayor o menor agarre de la soldadura. Llegados a este punto, se elige una serie de sensores que no pasaron los tests eléctricos y se somete la tapa a una fuerza que se irá incrementando hasta que se desprenda.

A continuación se muestra el proceso en sí. Los resultados pueden consultarse en el documento de Excel *Estabilidad_Mecánica.xls* que se expone en la tabla 21.

Sensor	Tecnología	Nota Rayos-X	Fuerza en kp
A 064302176	Sold. a mano	1	16,35
A 064302334	Sold. a mano	1	7,85
A 064302335	Sold. a mano	1	11,67
A 064302280	Sold. a mano	1	18,65
A 064302293	Sold. a mano	1	11,79
A 064302295	Sold. a mano	1	9,64
A 064302182	Sold. a mano	1	16,24
A 064302199	Sold. a mano	1	6,88
A 064302235	Sold. a mano	1	10,88
A 064302181	Sold. a mano	1	9,44 - 13,03
A 064302183	Sold. a mano	2	16,84
A 064302231	Sold. a mano	2	17,46
A 064302310	Sold. a mano	2	16,02
A 064302172	Sold. a mano	3	12,5
A 064302204	Sold. a mano	3	12,59
A 064302344	Sold. a mano	3	11,86
A 064302198	Sold. a mano	4	13,54
A 064302217	Sold. a mano	4	5,5
A 064302311	Sold. a mano	4	13,75
A 064302180	Sold. a mano	5	7,87
A 064302215	Sold. a mano	5	1,09
A 064302243	Sold. a mano	5	7,61
A 064302142	anillo	3	15,82
A 064302089	anillo	4	1,71
A 064302145	anillo	4	12,35
A 064302096	anillo	5	5,24
A 064302137	anillo	5	0,49
A 064302157	anillo	5	11,63
A 064302060	2 anillos	5	13,97
A 064302062	2 anillos	5	11,76
A 064302063	2 anillos	5	10,97
A 064302255	4 anillos	5	13,08
A 064302258	4anillos	5	6,96

Tabla 21: Pruebas de estabilidad mecánica

Se puede consultar en la tabla anterior que la mayoría de sensores de los que se podría esperar un resultado positivo por la radiografía superan los 7'5 kp lo cual nos da un valor para tener en cuenta en el futuro y comparar con otros experimentos o datos que se posean.



Figura 73: Sistema de medición de la estabilidad mecánica

En la figura anterior aparecen el sistema de medición, la bandeja con sensores para experimentar, guantes y gafas de protección por el electrolítico. El sistema consiste en una manivela que al ir girándola aumentará la presión sobre la soldadura y en un equipo digital que mostrará el resultado. En las figuras a continuación se puede observar más de cerca.

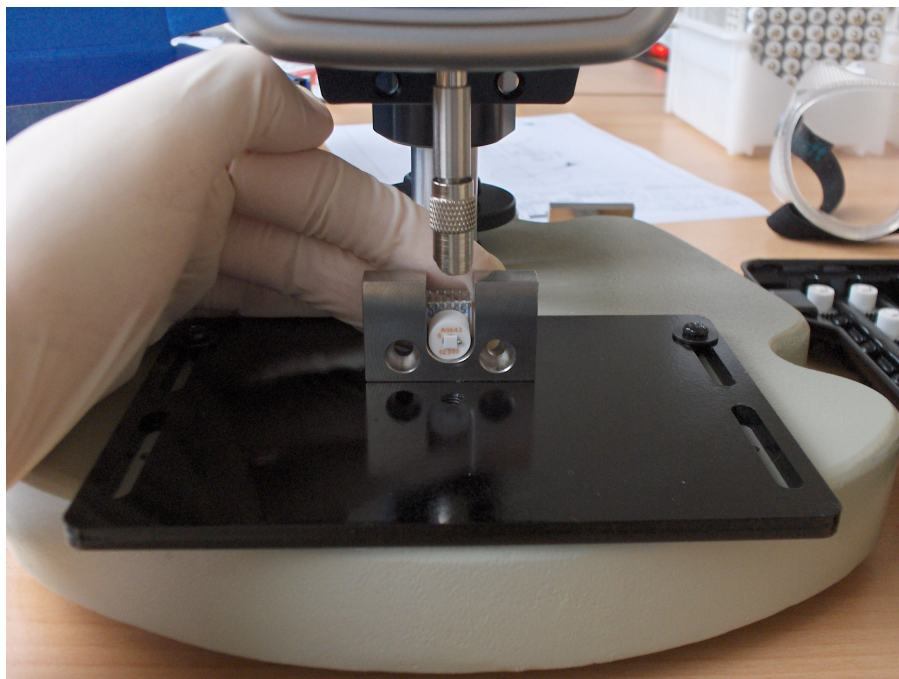


Figura 74: Vista frontal del lugar de colocación del sensor



Figura 75: Sensor con la tapa desprendida y medida en kp

