

Materiales eléctricos y **dieléctricos**

Luis Íñiguez de Onzoño Sanz

En la práctica que nos ocupa vamos a estudiar el concepto de la **conductividad**.

$V = I \cdot R$. Mediremos la resistividad y/o conductividad. La resistividad está relacionada con la sección de la pieza y con su longitud de la siguiente forma:

$$\rho = R \cdot \frac{S_0}{L_0}$$

En la primera experiencia estudiaremos cuales son los parámetros que influyen en el comportamiento de un material en cuanto a su conductividad.

1. Influencia de la aleación

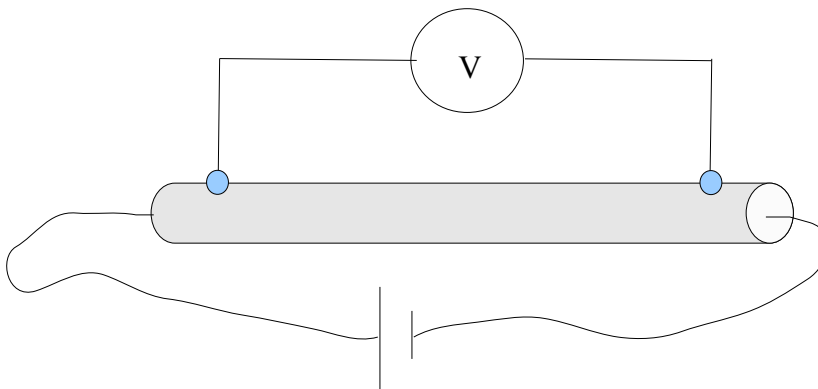
Haremos una comparación entre 3 aleaciones de bronce con un 10, 12 y 14 % de Estaño llamado 33, 34 y 35 respectivamente.

2. Estado Metalúrgico

Compararemos la conductividad con un material con un grano recocido equiaxial y otro con un grado deformado por acritud, en concreto compararemos el cobre electrolítico en estado de suministro laminado y otro pero recocido. También comparemos Latón con un 60% de cobre y 40 % de zinc en estado de suministro laminado y recocido.

3. Dispersión de las segundas fases, es decir, envejecido

Experimentaremos con probetas de aluminio 6063 en estado solubilizado a 520°C durante 3 horas y tras haber sufrido un envejecimiento a 160°C y a 200°C.



Con el dato de V , la intensidad constante 5 amperios y la fórmula de ohm $R = V / I$ hallamos la resistencia y al medir los datos dimensionales de la pieza podemos hallar la resistividad propia del material.

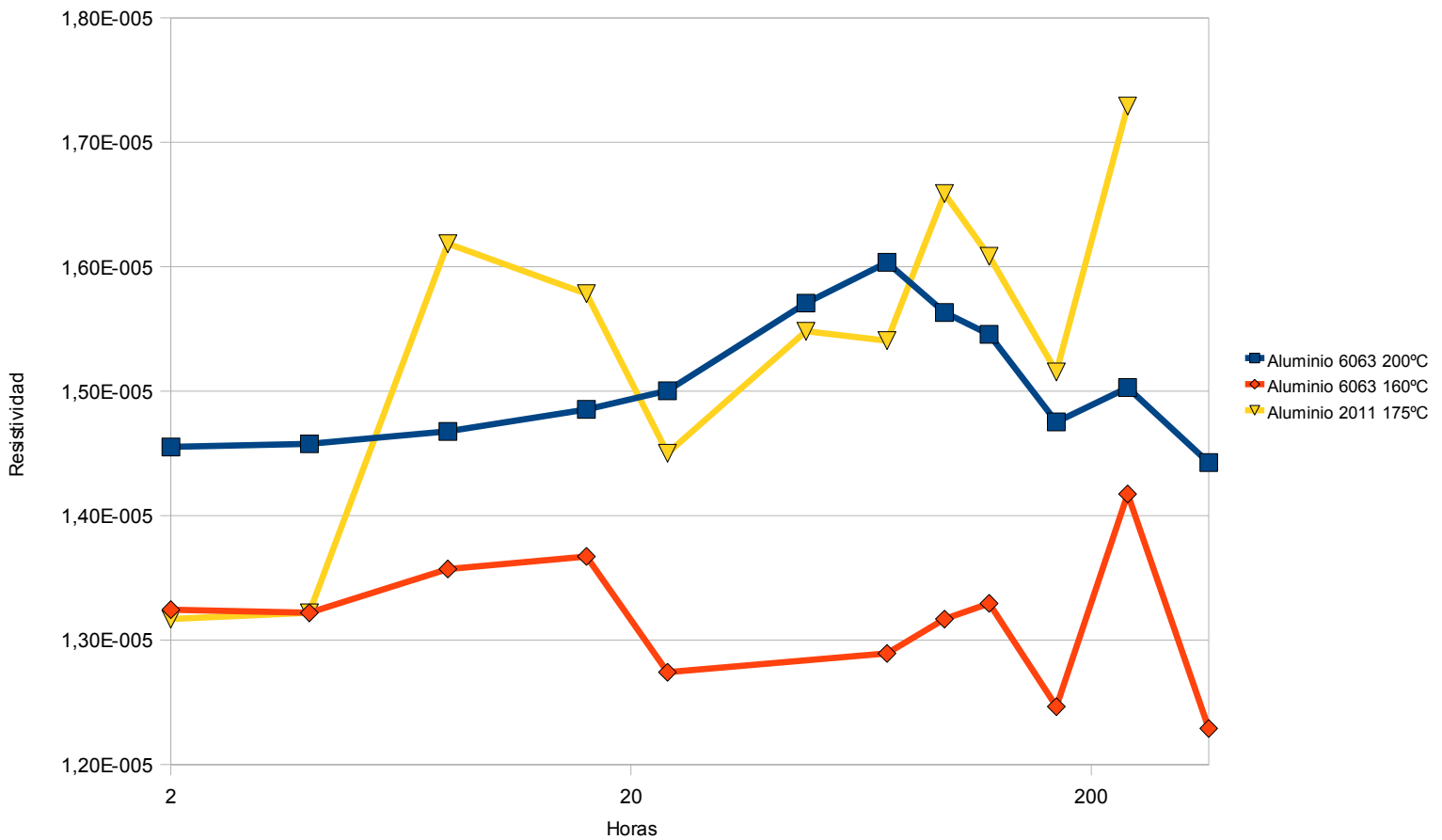
Al tomar los valores de la diferencia de potencial se ha de tener cuidado para evitar chispazos de primero conectar los bornes de la fuente y después encenderla.

Datos obtenidos

Material	Condición	mV	A	Resistencia	Long cm	An. cm	Esp. mm	Diá. cm	Sección cm2	Resistividad	
Latón	Suministro	0,610	5	1,22E-04	15,0	2,0	5,0	0,0	1,00E-02	8,13E-008	
	Suministro	0,710	5	1,42E-04	15,2	2,0	5,0	0,0	1,00E-02	9,34E-008	
	Recocido	0,661	5	1,32E-04	15,0	2,0	5,0	0,0	1,00E-02	8,81E-008	
	Recocido	0,668	5	1,34E-04	15,0	2,0	5,0	0,0	1,00E-02	8,91E-008	
Aluminio 6063 200°	2	0,579	5	1,16E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,46E-005	
	4	0,580	5	1,16E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,46E-005	
	8	0,584	5	1,17E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,47E-005	
	16	0,591	5	1,18E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,49E-005	
	24	0,597	5	1,19E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,50E-005	
	48	0,625	5	1,25E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,57E-005	
	72	0,638	5	1,28E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,60E-005	
	96	0,622	5	1,24E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,56E-005	
	120	0,615	5	1,23E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,55E-005	
	168	0,587	5	1,17E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,48E-005	
	240	0,598	5	1,20E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,50E-005	
	360	0,574	5	1,15E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,44E-005	
	Bronce	33	0,521	5	1,04E-04	14,5	0	0	1,5	7,07E+00	5,08E-005
		34	0,573	5	1,15E-04	14,5	0	0	1,5	7,07E+00	5,59E-005
35		0,668	5	1,34E-04	14,5	0	0	1,5	7,07E+00	6,51E-005	
Cobre	Recocido	0,161	5	3,22E-05	15,0	2	5	0	1,00E-02	2,15E-008	
	Recocido	0,163	5	3,26E-05	15,0	2	5	0	1,00E-02	2,17E-008	
	Suministro	0,163	5	3,26E-05	15,0	2	5	0	1,00E-02	2,17E-008	
	Suministro	0,162	5	3,24E-05	15,0	2	5	0	1,00E-02	2,16E-008	
Aluminio 6063 160°	2	0,527	5	1,05E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,32E-005	
	4	0,526	5	1,05E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,32E-005	
	8	0,540	5	1,08E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,36E-005	
	16	0,544	5	1,09E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,37E-005	
	24	0,507	5	1,01E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,27E-005	
	48										
	72	0,513	5	1,03E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,29E-005	
	96	0,524	5	1,05E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,32E-005	
	120	0,529	5	1,06E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,33E-005	
	168	0,496	5	9,92E-05	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,25E-005	
	240	0,564	5	1,13E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,42E-005	
	360	0,489	5	9,78E-05	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,23E-005	
	Aluminio 2011 175°	2	0,524	5	1,05E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,32E-005
		4	0,526	5	1,05E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,32E-005
8		0,644	5	1,29E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,62E-005	
16		0,628	5	1,26E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,58E-005	
24		0,577	5	1,15E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,45E-005	
48		0,616	5	1,23E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,55E-005	
72		0,613	5	1,23E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,54E-005	
96		0,660	5	1,32E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,66E-005	
120		0,640	5	1,28E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,61E-005	
168		0,603	5	1,21E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,52E-005	
240		0,688	5	1,38E-04	25,0	0	0	1	3,14E+00	1,73E-005	

En la gráfica anterior están tabulados todos los resultados obtenidos en la práctica. A continuación expongo una gráfica para poder apreciar en mejor manera el comportamiento de un material dependiendo del tiempo de envejecimiento y de la aleación. El tiempo está expuesto en escala logarítmica para una mejor visión de los resultados.

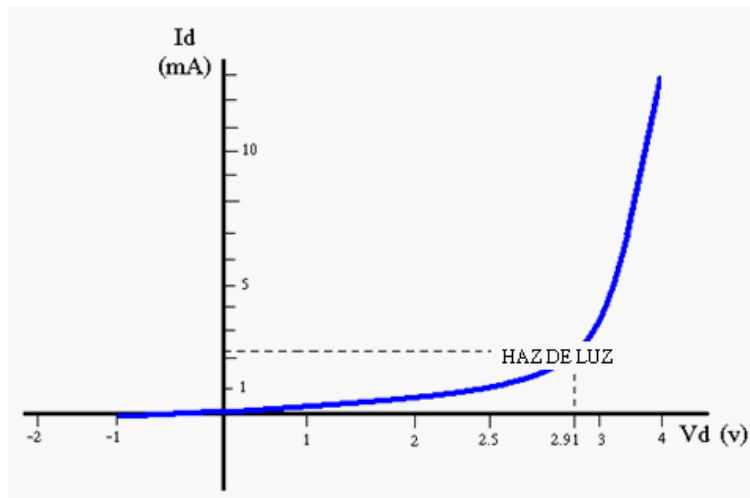
Comportamiento ante envejecimiento y composición



Aparte del aluminio 6063 envejecido a 200°C no se pudo apreciar ningún otro comportamiento ideal debido seguramente a errores de medida. De todas formas, se podría decir que a más envejecimiento, mayor es la resistividad del material, debido a la precipitación en la estructura cristalina cosa que dificulta la libre circulación electrónica.

Semiconductores

No tienen tan buena conductividad pero tienen unas características peculiares que los hacen necesarios en multitud de aplicaciones de gran utilidad como son los microcircuitos.



Como se puede ver en el gráfico la propiedad característica de los semiconductores es su capacidad de conducir o no dependiendo de la polaridad. Esto se usa para realizar diodos y transistores, elementos imprescindibles para la electrónica actual.

Realizamos la observación metalográfica de un microcircuito en la que se pueden apreciar los distintos transistores y zonas de memoria del mismo

Dieléctricos

El condensador per sé no conduce electricidad si no que acumula una carga eléctrica. Tienen una alta resistividad.

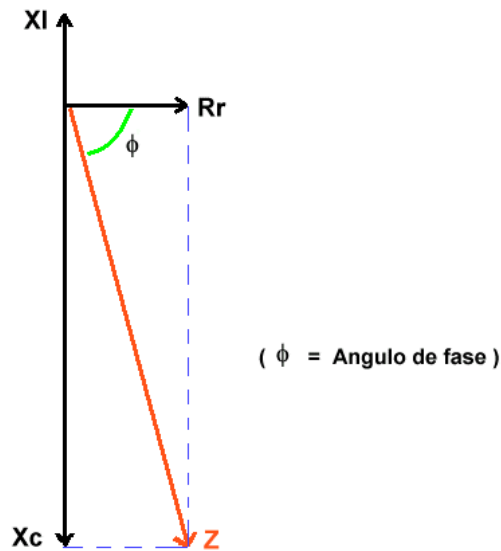
La rigidez dieléctrica es la capacidad de aislamiento de un material. La diferencia de potencial que puede llegar a aguantar sin conducir, o de otra forma, la diferencia de potencial necesaria para llegar a realizar la perforación del mismo también llamada la capacidad aislante de un material. Esta se calcula:

$$E_r = \frac{V}{d}$$

La constante dieléctrica es la capacidad de un material de acumular carga. Esta medida se da de forma relativa comparando el comportamiento del material con el del vacío.

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$$

Factor de disipación. Desfase entre la corriente ideal y la real. Sirve para saber cuales van a ser las pérdidas en el proceso de carga y descarga de un semiconductor. Esta se debe a la existencia de una resistencia de aumento el factor de disipación.



Mediremos los parámetro de diferentes materiales capacidad y fase de disipación.

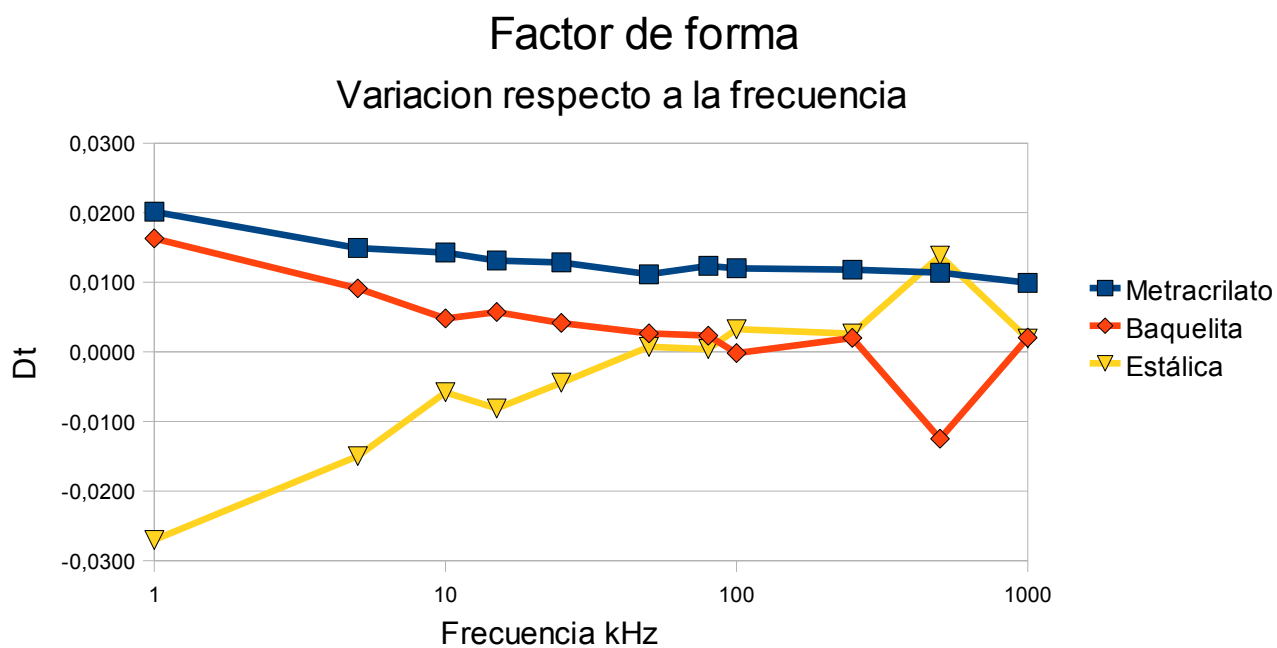
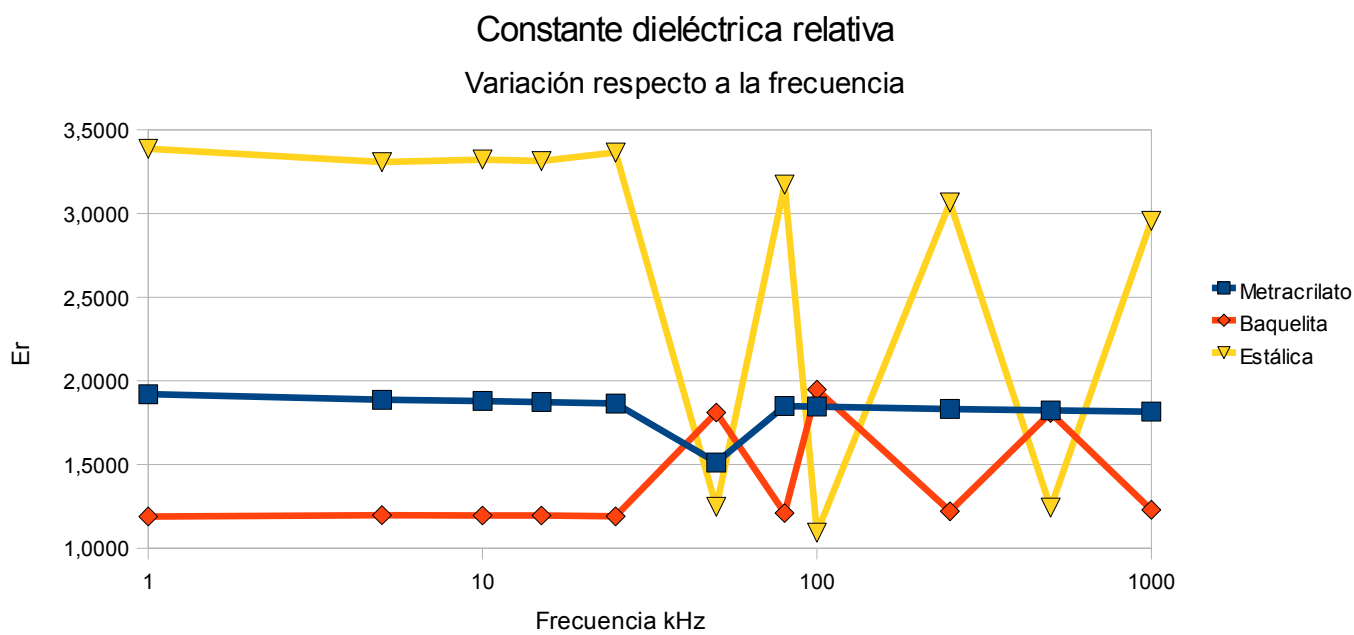
La medición la efectuaremos con un puente de impedancias que simula un condensador en el que podemos cambiar el material. Colocamos el material en el condensador y se deja a una distancia constante de 5mm por lo que tendremos entre medias el material a estudiar y el aire por lo que antes de cada medición se deberá medir el comportamiento para el aire para poder saber cual es la que corresponde al material

Resultados obtenidos y cálculos realizados con la variación de la frecuencia

Vacio		Metracrilato		Baquelita		Estática		
Frecuencia k	Cs 1 (pF)	D1	Cs 2 (pF)	D2	Cs 2 (pF)	D2	Cs 2 (pF)	D2
1	1,4331	0,0030	2,0114	0,0105	2,1230	0,0180	2,0610	0,0030
5	1,4323	0,0007	1,9950	0,0070	2,0940	0,0117	2,0589	0,0016
10	1,4320	0,0003	1,9910	0,0065	2,0840	0,0090	2,0592	0,0015
15	1,4320	0,0003	1,9880	0,0060	2,0770	0,0090	2,0575	0,0014
25	1,4320	0,0003	1,9840	0,0059	2,0620	0,0080	2,0572	0,0015
50	1,4317	0,0003	1,7970	0,0057	2,0680	0,0073	2,0550	0,0016
80	1,4317	0,0003	1,9765	0,0057	2,0648	0,0068	2,0538	0,0017
100	1,4312	0,0004	1,9743	0,0056	2,6080	0,0067	2,0525	0,0018
250	1,4310	0,0007	1,9670	0,0057	2,0549	0,0064	2,0490	0,0022
500	1,4314	0,0003	1,9633	0,0053	2,4920	0,0006	2,0484	0,0019
1000	1,4309	0,0002	1,9589	0,0046	2,0450	0,0056	2,0399	0,0020

Frecuencia kHz	Er	Dt	Er	Dt	Er	Dt
1	1,9201	0,0201	1,1895	0,0163	3,3870	-0,0270
5	1,8871	0,0149	1,1971	0,0091	3,3069	-0,0150
10	1,8795	0,0143	1,1955	0,0048	3,3225	-0,0058
15	1,8731	0,0131	1,1956	0,0057	3,3131	-0,0081
25	1,8647	0,0129	1,1898	0,0041	3,3642	-0,0044
50	1,5124	0,0111	1,8108	0,0027	1,2469	0,0007
80	1,8498	0,0124	1,2100	0,0023	3,1721	0,0004
100	1,8466	0,0120	1,9476	-0,0002	1,0931	0,0032
250	1,8320	0,0118	1,2206	0,0020	3,0656	0,0026
500	1,8233	0,0114	1,8090	-0,0125	1,2419	0,0138
1000	1,8156	0,0099	1,2299	0,0021	2,9568	0,0019

Gráficas para una mejor visualización de los resultados.



Conclusiones

A parte de los posibles errores de medida se puede apreciar que cuanto más frecuencia el metracrilato y la baquelita disminuyen si factor de forma y su constante dieléctrica relativa. Sin embargo la estática se comporta de forma opuesta.

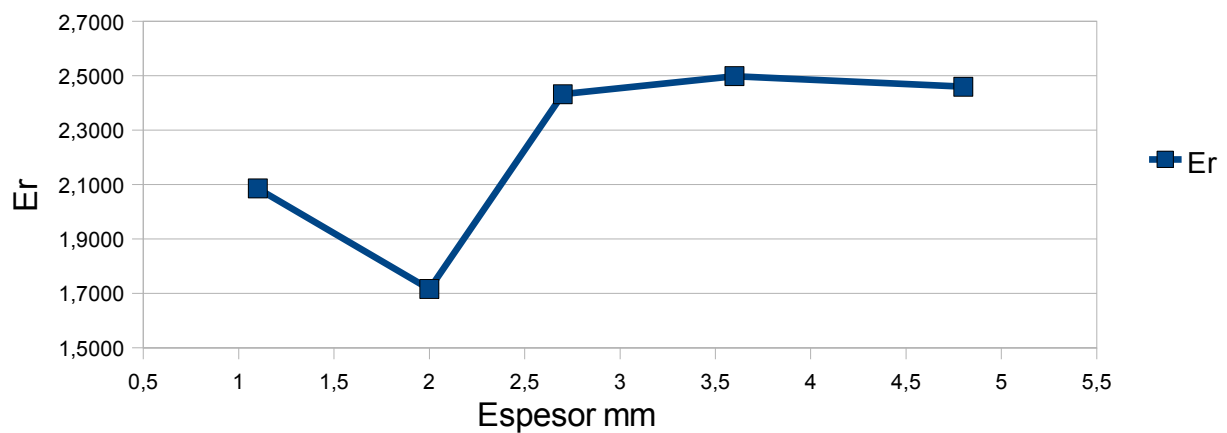
Variación con el espesor

Espesor mm	Cs2	D2	Er	Ct
4,8	2,39	0,01	2,4594	0,0203
3,6	1,96	0,01	2,4982	0,0203
2,7	1,71	0	2,4321	0,0186
2	1,46	0	1,7160	0,0128
1,1	1,39	0	2,0856	0,0118

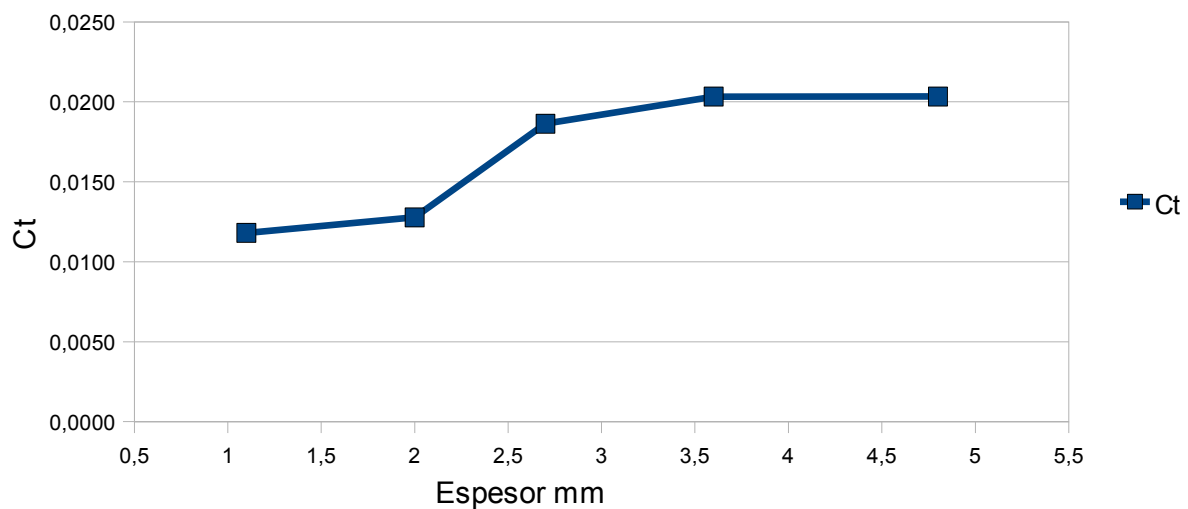
Vacio mm	Cs1	D1	Frecuencia
6	1,25	0	500

Representación gráfica de los resultados

Constante dieléctrica relativa Comportamiento frente a espesor



Factor de forma Variación respecto al espesor



Como preveíamos el aumento del espesor conlleva un aumento de sus características dieléctricas debido al mero hecho de que hay más espacio donde poder almacenar esa carga así como una mayor resistencia.