

Laboratori d'Electromagnetisme

Sandro Barissi, Adrià Marín, Arnau Mas, Robert Prat

2018

Índex

Informes	3
1 Representació de camps	4
1.1 Introducció	4
1.2 Mètode experimental	5
1.3 Resultats i discussió	6
1.3.1 Condensador	6
1.3.2 Fils paralels	7
1.3.3 Distribució lliure	7
1.4 Conclusions	7
2 Força entre corrents	9
2.1 Introducció i objectius	9
2.2 Mètode experimental	9
2.2.1 Força i intensitat	10
2.2.2 Força i distància	10
2.2.3 Camp magnètic terrestre	11
2.3 Resultats	11
2.3.1 Força i intensitat	11
2.3.2 Força i distància	11
2.3.3 Camp Magnètic Terrestre	12
2.4 Conclusions	13
3 Circuits RLC en sèrie	14
3.1 Introducció	14
3.2 Mètode experimental	15
3.2.1 Règim transitori	15
3.2.2 Règim estacionari	16
3.3 Resultats	17
3.3.1 Règim transitori	17
3.3.2 Règim estacionari	17
3.4 Conclusions	17
3.4.1 Règim transitori	17
4 Inductància mútua i transformadors	18
4.1 Introducció	18
4.2 Mètode experimental	18
4.2.1 Estudi simplificat	18
4.2.2 Estudi com a circuit	19
4.3 Resultats	20

4.3.1	Estudi simplificat	20
4.3.2	Estudi com a circuit	21
4.4	Conclusions	22
5	Mesura de la resistència d'un metall	23
5.1	Introducció	23
5.2	Mètode experimental	23
5.3	Resultats	24
5.4	Conclusions	25
6	Camps magnètics d'espires i bobines	25
6.1	Introducció	25
6.2	Mètode experimental	25
6.2.1	Espires	25
6.2.2	Bobines	26
6.3	Resultats	27
6.3.1	Espires	27
6.3.2	Bobines	28
6.4	Conclusions	30
A	Annexos	31
A.1	Annex	31

Mesura de la resistència d'un metall

L'objectiu d'aquesta pràctica és la mesura experimental de la resistivitat d'un metall. Més concretament, s'ha centrat en la dependència de la resistivitat amb la temperatura. La teoria indica que la resistivitat d'un material, i, en conseqüència, la seva resistència, augmenten linealment amb la temperatura. El nostre experiment, realitzat en un rang de temperatures comprès entre els $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ i els $265\text{ }^{\circ}\text{C}$ corrobora aquesta aquesta predicció, ja que la regressió lineal realitzada a partir de les dades de la resistència del metall enfront la temperatura té un coeficient de correlació de 0.998. S'ha calculat també el factor de proporcionalitat entre la resistència i la temperatura, amb un valor de $(0.359 \pm 0.003)\text{ }\Omega\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, i l'ordenada a l'origen, de valor $(106.9 \pm 0.4)\text{ }\Omega$.

5.1 Introducció

En nombrosos conductors, existeix una relació entre el camp elèctric \mathbf{E} i la densitat de corrent \mathbf{J} coneguda com la llei d'Ohm, de manera que $\mathbf{E} = \rho\mathbf{E}$, on ρ denota la resistivitat del material.

Com que la resistència d'un material de longitud L i secció constant A es pot escriure com $R = \frac{\rho L}{A}$ i la resistivitat augmenta linealment amb la temperatura θ , en primera aproximació, podem considerar que la resistència d'un material vindrà donada per

$$R(\theta) = R_0(1 + \beta\theta) \quad (5.1)$$

El nostre objectiu és demostrar experimentalment aquesta relació per un material concret i trobar-ne els valors numèrics dels paràmetres R_0 i β .

5.2 Mètode experimental

L'experiment requereix de la mesura de la temperatura del metall i de la seva resistència en diferents moments.

Per tal de mesurar la temperatura es disposa de dos termòmetres de mercuri amb precisió de $1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Un dels dos s'usa en el rang de temperatures altes —fins a uns $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ — i l'altre, en el rang de temperatures baixes —fins a uns $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ —.

Per tal de mesurar la resistència del material s'ha usat una variació del pont de Wheatstone —5.1—, el pont de fil. Com es pot apreciar, el circuit consisteix en quatre resistències connectades en forma de paral·lelogram, tres d'elles conegudes i una desconeguda. Els vèrtex del paral·lelogram s'uneixen amb un amperímetre per tal de mesurar la intensitat que hi circula. El pont estarà equilibrat quan l'amperímetre marqui zero, i llavors podrem trobar la resistència desconeguda a partir de

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}.$$

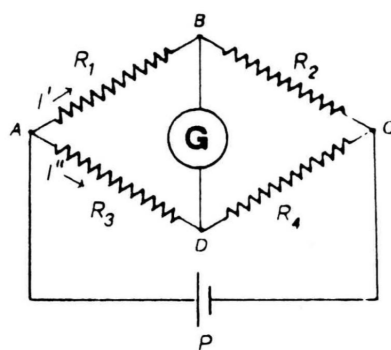


Figura 5.1: Esquema del pont de Wheatstone

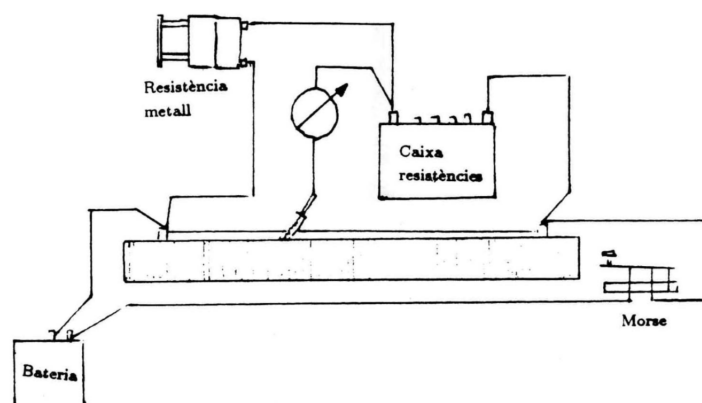


Figura 5.2: Esquema del muntatge experimental

En el pont de fil, dues de les resistències se substitueixen per un fil de longitud coneguda i un cursor que es pot moure per sobre. D'aquesta manera, existeix una relació directa entre el quocient de les longituds i el quocient de les seves resistències. Usant una tercera resistència coneguda, R_2 , la resistència incògnita, R_1 , ve donada, quan el pont està equilibrat, per

$$R_1 = \frac{x}{L - x} R_2 \quad (5.2)$$

on x denota la longitud de fil a l'esquerra del cursor i L la longitud total del fil. El muntatge experimental es pot veure a la figura 5.2.

Per poder mesurar en el rang d'altres temperatures s'ha escalfat la resistència en un forn. S'ha deixat que la seva temperatura pugés fins a uns 300°C i s'han pres les mesures mentre es refredava. Per prendre les mesures en el rang de baixes temperatures, la resistència s'ha submergit en un bany de nitrogen líquid. Un cop extreta del bany, la resistència s'ha mantingut en les proximitats del nitrogen per ralentir-ne el procés d'escalfament i així poder prendre les mesures amb més precisió.

5.3 Resultats

La taula 5.1 mostra la longitud x a l'esquerra del fil a cada temperatura determinada, juntament amb la resistència del metall, usant 5.2. La longitud total del fil ha estat fixada

en $L = (1.000 \pm 0.001) \text{ m}$ i la resistència externa en $R_1 = (100 \pm 1) \Omega$.

La regressió lineal amb les dades de la taula 5.1 es mostra a la figura 5.3. El coeficient de correlació obtingut és de 0.997, el que demostra la linealitat de les dades en l'experiment considerat. S'han obtingut valors de $(0.359 \pm 0.003) \Omega ^\circ\text{C}^{-1}$ pel pendent i de $(106.9 \pm 0.4) \Omega$ per l'ordenada a l'origen. Relacionant aquests valors amb l'equació (5.1) s'obté $R_0 = (106.9 \pm 0.4) \Omega$ i $\beta = (336 \pm 3) \times 10^{-5} \Omega ^\circ\text{C}^{-1}$.

Figura 5.3: Resistència en funció de la temperatura

5.4 Conclusions

S'ha comprovat experimentalment la relació lineal entre la temperatura del metall usat i la seva resistència. El coeficient de correlació, de 0.997, demostra que existeix una relació com la descrita en l'5.1. A més, s'han pogut determinar els paràmetres β i R_0 , amb valors de $(336 \pm 3) \times 10^{-5} \Omega ^\circ\text{C}^{-1}$ i $(106.9 \pm 0.4) \Omega$ respectivament.

Taula 5.1: Mesures experimentals de la resistència a diferents temperatures. El voltatge subministrat és de $(3.1 \pm 0.2) \text{ V}$

Temperatura ($\pm 1^\circ \text{C}$)	Longitud x ($\pm 0.001 \text{ m}$)	Resistència (Ω)
265	0.664	198 ± 9
260	0.668	201 ± 9
255	0.665	199 ± 9
250	0.664	198 ± 9
245	0.663	197 ± 9
240	0.661	195 ± 9
235	0.659	193 ± 9
230	0.657	192 ± 9
225	0.655	190 ± 9
220	0.654	189 ± 9
210	0.646	182 ± 8
200	0.643	180 ± 8
190	0.637	175 ± 8
180	0.630	170 ± 8
170	0.627	168 ± 7
160	0.622	165 ± 7
155	0.620	163 ± 7
150	0.616	160 ± 7
145	0.613	158 ± 7
140	0.610	156 ± 7
135	0.608	155 ± 7
130	0.605	153 ± 7
125	0.603	152 ± 7
120	0.600	150 ± 6
115	0.597	148 ± 6
110	0.593	146 ± 6
105	0.585	141 ± 6
23	0.520	108 ± 5
-20	0.485	94 ± 4
-25	0.484	94 ± 4
-30	0.481	93 ± 4
-35	0.478	92 ± 4
-40	0.474	90 ± 4
-45	0.470	88 ± 4
-49	0.468	88 ± 4
-55	0.464	87 ± 4
-60	0.459	85 ± 4
-65	0.457	84 ± 4
-70	0.452	82 ± 3
-75	0.447	81 ± 3
-80	0.445	80 ± 3
-85	0.441	79 ± 3
-90	0.436	77 ± 3
-95	0.431	76 ± 3
-100	0.424	74 ± 3
-105	0.417	72 ± 3
-110	0.409	69 ± 3
-115	0.398	66 ± 3
-150	0.365	57 ± 3