

APÉNDICE D

Notas sobre pruebas realizadas con muestras de CuO, resistencias de carbón y manganina

D.1 Introducción

En este apéndice se resume el conjunto de pruebas que se realizaron con el objeto de caracterizar el sistema. Se llevaron a cabo medidas de muestras con respuesta conocida sometiéndolas a distintas condiciones con el objeto de analizar y comprobar los límites del instrumento.

D.2.a

Res33M.dat

Res33Mb.dat

Se dispusieron en paralelo 3 resistencias de alambre de 100 M Ω con el objeto de analizar los límites de ruido del instrumento.

D.2.b

R33MAI.dat

R33MAli.dat

Son las mismas resistencias en una caja de cartón cubierta por una lámina de Al (papel de aluminio). Se cubrieron los cables también formando una pantalla. La temperatura se mantuvo estable en un cubo de tergopor. La terminación “ i ” significa invertida con respecto a la anterior.

D.2.c

R1MAI.dat

R1MAli.dat

Son resistencias de precisión de 1 M Ω en las mismas condiciones que la medida anterior, pantalla de papel de Aluminio. La terminación “ i ” significa invertida con respecto a la anterior.

D.2.d

R390K.dat

R390Ki.dat

Son resistencias de carbón de 390 K Ω con cable mallado (tipo audio), pero no con pantalla de Al.

D.2.e

R390Kb.dat

R390Kc.dat

Son intentos de repetición de la medida las condiciones fueron iguales a 390K y 390Ki.dat salvo que R390Kc.dat fue adquirido c/10 seg.

D.2.f

R390Kd.dat , Es cada 15 seg.

R390Ksc.dat

Es con la resistencia sin cables, (sc : sin cables) esto es la resistencia directamente fijada a las fichas banana de entrada del multímetro para evitar las interfaces de los cocodrilos y la interferencia de los cables.

D.2.g

R390Kscb.dat

Idem anterior.

R390Ksc/d/e.dat

Idem anterior. Buscando la repetición...

R390Kscf.dat

Idem anterior. Buscando la repetición en febrero del 2000, pero con el agregado de un capuchón de plástico aislante (rollo de fotos + papel de Al).

D.2.h

R387.dat

Se midió con dos puntas.

R3874wcs.dat

Se midió con la fuente de corriente programable, corriente: + 1 mA.

R387ftea.dat

R387fteb.dat

R387ftec.dat

R387fted.dat

R387ftee.dat

Se midió utilizando la Fte. programada de cte. para 1 mA invirtiendo la cte. en cada medida y tomando el valor de tensión (Fondo de escala 2 V) cada 10 seg. durante 30 minutos.

D.2.i

387fteua.dat

387fteub.dat

387fteuc.dat

Se midió utilizando la Fte. programada de cte. para 100 mA (bajamos 10 veces la cte.) invirtiendo la cte. en cada medida y tomando el valor de tensión (Fondo de escala 200 mV) cada 10 seg. durante 30 minutos.

D.2.j

387twisa.dat

387twisb.dat

387twisc.dat

Se midió trenzando los cables, utilizando la Fte. programada de cte. para 100 mA invirtiendo la cte. en cada medida y tomando el valor de tensión (Fondo de escala 200 mV) cada 10 seg. durante 30 minutos.

D.2.k

25_2a.dat

25_2b.dat

25_2c.dat

Se detectó ruido proveniente de una PC cercana. Se aisló la fuente de ruido y se hizo una serie de medidas.

Se midió trenzando los cables, utilizando la Fte. programada de cte. para 100 mA invirtiendo la cte. en cada medida y tomando el valor de tensión (Fondo de escala 200 mV) cada 10 seg. durante 30 minutos.

D.3.a

CuOa.dat

CuOb.dat

CuOc.dat

Es la pastilla de CuO (*frasco de Silvana (England) FSA technical grade*) fijada al vidrio, las medidas fueron hechas con la bornera y la pintura de plata. Observar que son muy pocas muestras. Habría que repetir con 1800 muestras.

D.3.b

CuOpagpt.dat

CuOpagptb.dat

CuO tratado mecánicamente, pastillado y finalmente tratado térmicamente. Las siglas se corresponden de la siguiente manera:

p: distingue de Chufo; a: es el proceso mecánico; g: grande; p: pastillado; t: tratado térmicamente.

Los contactos son cocodrilos con cinta mallada de Cu sobre la pastilla. Las dos medidas son iguales, “b” se buscó repetir la CuOpagpt.dat por lo tanto no se modificó nada.

D.3.c

CuOpxpt.dat

CuOpxtpb.dat

CuOpxtpc.dat

CuOpxtpci.dat

CuOpxtpd.dat

CuOpxtpdi.dat

CuO (puro), pastillado y con tratamiento térmico. Las siglas se corresponden de la siguiente manera:

p: distingue de Chufo; x: es el proceso mecánico = ninguno; p: pastillado; t: tratado térmicamente.

Los contactos son cocodrilos con cinta mallada de Cu sobre la pastilla. Las medidas son iguales, en “b” y “c” se buscó repetir la CuOpxtp.dat por lo tanto no se modificó nada.

En “ci” se invirtió el sentido de circulación de la corriente.

En “d” se rotó la dirección de la corriente 90 grados respecto de “c”.

En “di” se invirtió.

El tiempo (salvo aclaración específica) fue tomado cada segundo, o sea que estas series de 1800 corresponden a un muestreo de ½ hora .

Estos ensayos se realizaron en los últimos días de diciembre de 1999 y en febrero del 2000.

D.4 Pruebas con resistencias de manganina

Se procedió a medir una resistencia de manganina de valor nominal 0,01 Ω a 20 ° C.

La corriente utilizada fue de 9.24 mA. Temperatura de la resistencia 23.6 ° C.

El archivo es 001_a.dat (noche)

En 001_b.dat (T=25.1 ° C, tarde) y 001_c.dat (T=24.2° C, noche) se busca repetir el evento.

Resistencia variable con clavijas de 0.1-1 Ω marca Hartmann & Braun AC (Frankfurt)

05_a.dat frecuencia de medida cada 10 seg. T=24.2 ° C (tarde)

05_b.dat frecuencia de medida cada 60 seg. T=23.4 ° C (tarde)

05_c.dat frecuencia de medida cada 120 seg. T=23.2 ° C (noche)

05_d.dat frecuencia de medida cada 120 seg. T=22.9 ° C (tarde)

05_e.dat frecuencia de muestreo cada 180 seg. T=23.2° C (tarde)

Ahora utilizando la misma resistencia se mide la corriente para determinar cuán constante es.

05_ctea.dat frecuencia de medida 60 seg. T=22.2° C (tarde)

Se calibra la fuente de corriente y se cambia el relay de salida. Ahora se mide la corriente de la fuente en vacío, sin carga.

Prueba1_Fte.dat

Prueba2_Fte.dat

Prueba3_Fte.dat

Se compara con la medición de corriente en la resistencia de 0.5 Ω

Cte_res1

Cte_re2

Se hace una segunda serie con la fuente calibrada.

Se mide tensión en la resistencia de 0.5 Ω

05_serie_2a

05_serie_2b

Resistencia de Patrón de Manganina 0.01 Ω

001_2a.dat

001_2b.dat

001_2c.dat

Pruebas con resistencias de metal film de 20 Ω .

Se realizaron las dos primeras pruebas el 10/5/00, utilizando 11 mA de corriente.

Se realizaron dos medidas una c/2 minutos y la otra cada 10 segundos.

Terminales de corriente con bornera y de tensión con cocodrilo.

Temperatura 22 °C

Mf_20fa.dat

Mf_20sa.dat

Se soldaron los terminales de tensión.

Temperatura 22 °C

Mf_20fb.dat

D.5 Caracterización de la fuente de corriente con carga

Con el fin de caracterizar la fuente de corriente se realizaron experiencias utilizando un multímetro Keithley 2001 en la escala de 200 mV, cuyo fondo es 210.00000 mV con una resolución de 10 nV.

Se midieron resistencias de distintos valores invirtiendo el sentido de la corriente para evitar f.em's

Primera medida

Resistencia marca IRC (International Resistance Co), tipo WW4J: Valor Nominal 4000 Ω; 1%

T = 26 °C, H = 69 %

Con el Keithley:

$I_{\text{medida}} = 88,087 \mu\text{A}$ (inyectada por el Keithley)

$R_{\text{medida}} = + 4,02820 \text{ K}\Omega$

En el último dígito está el error, que se debe a la precisión del instrumento, la cual está detallada al final de estas notas. Por lo tanto adoptaremos una notación más compacta y un criterio para tratar el error. El criterio es el de tomar la media del rango del error y una notación más compacta sería la siguiente:

$R_{\text{medida}} = + 4,02820 \pm 0,00002 \text{ K}\Omega = + 4,02820(2) \text{ K}\Omega$

$R_{\text{medida}} = - 4,02819 \text{ K}\Omega = - 4,02819(2) \text{ K}\Omega$

$$\mathbf{R_{media} = + 4,028195(2) \text{ K}\Omega}$$

Con la Fuente de Corriente Tecnofyl:

$$I_{fte.} = 88,1 \mu\text{A} \text{ (inyectada por la Tecnofyl)}$$

$$V_{medida} = + 0,354997(2) \text{ V}, V_{medida} = - 0,35002(2) \text{ V}, \therefore$$

$$R = + 4,02947(2) \text{ K}\Omega$$

$$R = - 3,97298(2) \text{ K}\Omega$$

$$\mathbf{R_{media} = 4,001225(2) \text{ K}\Omega}$$

Segunda medida

$$T = 26 \text{ }^\circ\text{C}, H = 69 \%$$

Resistencia marca Onda, Tipo B-1: Valor Nominal $1\text{M}\Omega$; 0,1%

$$I_{fte} = 10 \mu\text{A}$$

$$V_{medida} = + 9,99884(2) \text{ V}, V_{medida} = - 9,99843(2) \text{ V}, \therefore$$

$$R = + 999,884(2) \text{ K}\Omega$$

$$R = - 999,843(2) \text{ K}\Omega$$

$$\mathbf{R_{media} = 999,8635(2) \text{ K}\Omega}$$

Tercera medida

$$T = 26 \text{ }^\circ\text{C}, H = 65 \%$$

Dos resistencias marca Onda, Tipo B-1 en conexión paralelo: Valor Nominal $1\text{M}\Omega$ c/u ;
0,1%

$$I_{fte} = 15 \mu\text{A}$$

$$V_{medida} = + 7,50956(2) \text{ V}, V_{medida} = - 7,50830(2) \text{ V}, \therefore$$

$$R = + 500,637(3) \text{ K}\Omega$$

$$R = - 500,553(2) \text{ K}\Omega$$

$$\mathbf{R_{media} = 500,595(3) \text{ K}\Omega}$$

Cuarta medida

T = 26 °C, H = 65 %

Resistencia de carbón, Valor Nominal 0,47 Ω; 1%

Con el Keithley, método de cuatro puntas:

$I_{\text{medida}} = 9,2356 \text{ mA}$ (inyectada por el Keithley)

$R_{\text{medida}} = + 0,46786(2) \Omega$

$R_{\text{medida}} = - 0,46796(2) \Omega$

$R_{\text{media}} = 0,46791(2) \Omega$

Con la Fuente de Corriente Tecnofyl:

$I_{\text{fte.}} = 9,24 \text{ mA}$ (inyectada por la Tecnofyl)

$V_{\text{medida}} = + 4,3186 \text{ mV}$, $V_{\text{medida}} = - 4,3140 \text{ mV}$, ∴

$R = + 0,46738 \Omega$

$R = - 0,46688 \Omega$

$R_{\text{media}} = 0,46713 \Omega$

D.6 Caracterización de la fuente de corriente en cortocircuito

El sentido de corriente es > 0 (positivo)

1^{ra.} década: 1~10 μA DC. [Fondo de esc. Keithley: 200 μA dc]

Fondo de escala ⇒ $I_{\text{fuente leído:}} 10,00 \mu\text{A}$

$I_{\text{kmedida:}} 10,000(0) \mu\text{A}$

Mitad de escala ⇒ $I_{\text{fuente leído:}} 5,00 \mu\text{A}$

$I_{\text{kmedida:}} 4,999(5) \mu\text{A}$

Principio de escala ⇒ $I_{\text{fuente leído:}} 1,01 \mu\text{A}$

$I_{\text{kmedida:}} 1,012(5) \mu\text{A}$

2^{da.} década: 10 ~100 μA DC. [Fondo de esc. Keithley: 200 μA dc]

Fondo de escala \Rightarrow $I_{\text{fuente leído}}: 100,0 \mu\text{A}$
 $I_{\text{kmedida}}: 100,23(5) \mu\text{A}$

Mitad de escala \Rightarrow $I_{\text{fuente leído}}: 50,00 \mu\text{A}$
 $I_{\text{kmedida}}: 50,003(5) \mu\text{A}$

Principio de escala \Rightarrow $I_{\text{fuente leído}}: 10,01 \mu\text{A}$
 $I_{\text{kmedida}}: 10,012(5) \mu\text{A}$

3^{ra}. década: $100 \mu\text{A} \sim 1 \text{ mA DC}$. [Fondo de esc. Keithley: 2 mA dc]

Fondo de escala \Rightarrow $I_{\text{fuente leído}}: 1,000 \text{ mA}$
 $I_{\text{kmedida}}: 1,0002(5) \text{ mA}$

Mitad de escala \Rightarrow $I_{\text{fuente leído}}: 500 \mu\text{A}$
 $I_{\text{kmedida}}: 0,50002(5) \text{ mA}$
 [Fondo de esc. Keithley: $200 \mu\text{A dc}$]

Principio de escala \Rightarrow $I_{\text{fuente leído}}: 101 \mu\text{A}$
 $I_{\text{kmedida}}: 101,13(5) \mu\text{A}$

4^{ta}. década: $1 \text{ mA} \sim 10 \text{ mA DC}$. [Fondo de esc. Keithley: 20 mA dc]

Fondo de escala \Rightarrow $I_{\text{fuente leído}}: 10,00 \text{ mA}$
 $I_{\text{kmedida}}: 10,017(5) \text{ mA}$

Mitad de escala \Rightarrow $I_{\text{fuente leído}}: 5,00 \text{ mA}$
 $I_{\text{kmedida}}: 5,0006(5) \text{ mA}$
 [Fondo de esc. Keithley: 2 mA dc]

Principio de escala \Rightarrow $I_{\text{fuente leído}}: 1,00 \text{ mA}$
 $I_{\text{kmedida}}: 1,0017(5) \text{ mA}$

5^{ta}. década: 10 mA ~100 mA DC. [Fondo de esc. Keithley: 200 mA dc]

Fondo de escala \Rightarrow $I_{\text{fuente leído}}: 100,00 \text{ mA}$
 $I_{\text{kmedida}}: 100,040(5) \text{ mA}$

Mitad de escala \Rightarrow $I_{\text{fuente leído}}: 50,0 \text{ mA}$
 $I_{\text{kmedida}}: 50,032(5) \text{ mA}$

[Fondo de esc. Keithley: 20 mA dc]

Principio de escala \Rightarrow $I_{\text{fuente leído}}: 10,00 \text{ mA}$
 $I_{\text{kmedida}}: 10,026(5) \text{ mA}$

