



Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2005



CONSIDERACIONES EN LA CALIBRACIÓN DE EQUIPOS MULTIFUNCIÓN: TENSIÓN ELÉCTRICA EN C.C. E INTENSIDAD DE C.C.

Marco Antonio Rodríguez Guerrero, Mauricio Islas Hernández.
Centro Nacional de Metrología.



Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2005



CONTENIDO

- ◆ **INTRODUCCIÓN.**
- ◆ **COMPENSACIÓN DE FEM'S TÉRMICAS Y OFFSET EN MEDICIONES DE TENSIÓN.**
- ◆ **EFECTO DE AUTOCALENTAMIENTO EN TENSIÓN EN C.C.**
- ◆ **EFECTO DE LA TENSIÓN DE BURDEN EN MEDICIONES DE BAJA CORRIENTE**
- ◆ **EFECTO DE AUTOCALENTAMIENTO EN MEDICIONES DE ALTA CORRIENTE**
- ◆ **CONCLUSIONES**



Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2005



Para
realizar las
mejores
mediciones

**ELEGIR EL EQUIPO MÁS ADECUADO SEGÚN SUS
NECESIDADES**

USARLO EN CONFIGURACIONES EFECTIVAS

CONOCER PRINCIPIO DE OPERACIÓN

IDENTIFICACION DE PROBLEMAS POTENCIALES

**TOMAR LAS MEDIDAS NECESARIAS PARA
EVITARLOS Y/O COMPENSARLOS**



Encuentro Nacional de Metrología **Eléctrica** 2005



TENSIÓN ELÉCTRICA EN CORRIENTE CONTINUA.

BAJOS VALORES
DE TENSIÓN

DE



FEMS TERMICAS
OFFSET DE LOS INSTRUMENTOS

ALTOS VALORES
DE TENSIÓN

DE



AUTOCALENTAMIENTO



Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2005



FEMS TÉRMICAS

SON PEQUÑAS TENSIONES QUE APARECEN EN LAS UNIONES DE DOS METALES CUANDO EXISTE UNA DIFERENCIA DE TEMPERATURA ENTRE ELLOS.

OFFSET

IDEALMENTE EL VOLTMETRO CUANDO ES CONECTADO A UNA FUENTE DE BAJA IMPEDANCIA Y CERO TENSION (COMO UN CORTO) LA LECTURA DEBERIA DE SER CERO, CUANDO ESTO NO ES ASI, SE DICE QUE EL MEDIDOR TIENE UNA TENSIÓN DE OFFSET



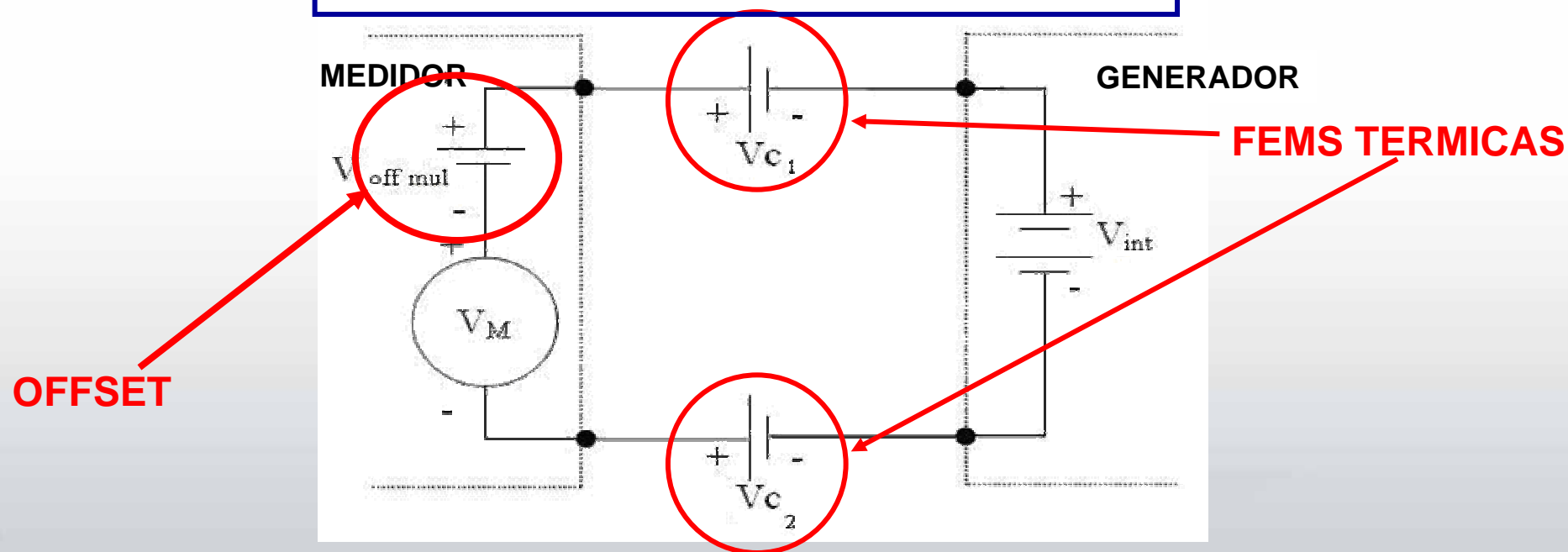
Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2005



TECNICA DE INVERSION DE POLARIDAD.

SE TOMA UNA LECTURA EN EL SENTIDO NORMAL DE LA MEDICIÓN

$$V_M (+) = V_{INT} + V_{C1} - V_{C2} - V_{offmul}$$



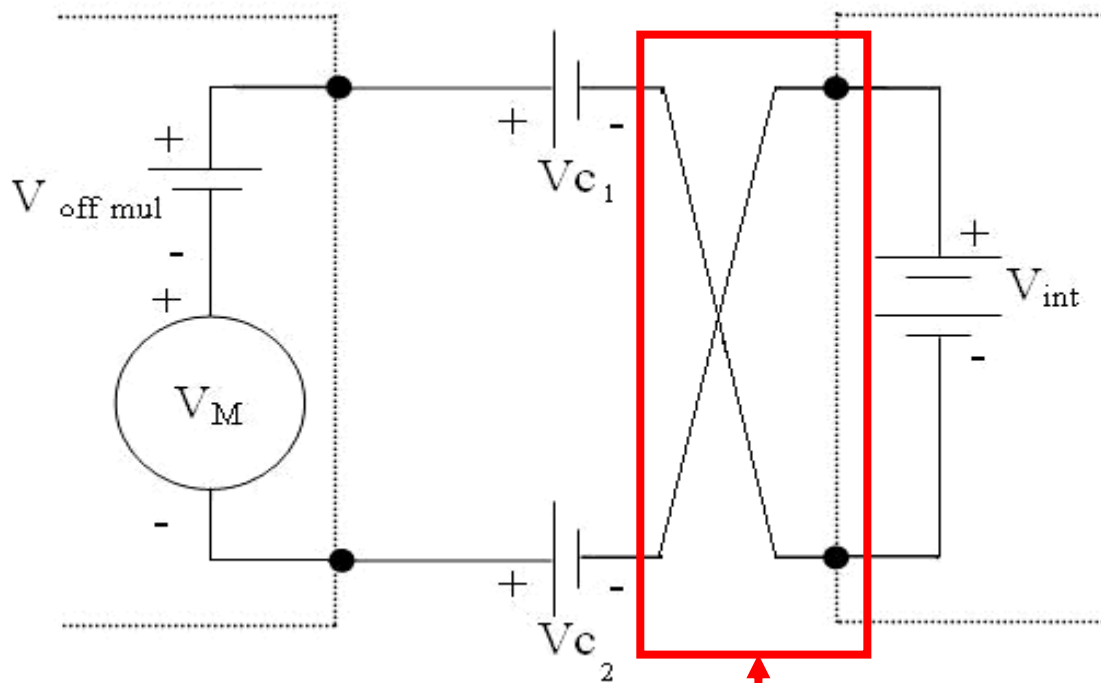


Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2005



AHORA TOMAMOS LA LECTURA CON POLARIDAD INVERTIDA.

$$V_M (-) = -V_{INT} + V_{C1} - V_{C2} - V_{offmul}$$



**LA INVERSIÓN DEBE HACERSE EN LAS
TERMINALES DE LA FUENTE.**



Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2005



HACIENDO EL PROMEDIO DE ESTAS DOS LECTURAS LLEGAMOS A:

$$V_M = \frac{V_M(+)-V_M(-)}{2}$$

$$V_M = \frac{(V_{INT} + V_{C1} - V_{C2} - V_{offmul}) - (-V_{INT} + V_{C1} - V_{C2} - V_{offmul})}{2}$$

$$V_M = V_{INT}$$



Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2005



SE DEBE UTILIZAR EL INSTRUMENTO EN LAS MISMAS CONDICIONES QUE FUE CALIBRADO

ESTO ES DE SUMA IMPORTANCIA, SI SE DESEA TENER TRAZABILIDAD AL PATRON NACIONAL DE TENSIÓN ELÉCTRICA EN C.C., O BIEN AL DE INTENSIDAD DE CORRIENTE CONTINUA, SE DEBEN APLICAR LAS CORRECCIONES QUE SE TIENEN EN EL CERTIFICADO DE CALIBRACION Y ADEMAS ES RECOMENDABLE USAR EL INSTRUMENTO BAJO LAS MISMAS CONDICIONES QUE FUE CALIBRADO, EN LA MEDIDA DE LO POSIBLE.

POR EJEMPLO SI SE REPORTA EN TENSIÓN EN C.C. QUE LA MEDICION FUE HECHA CON INVERSION DE POLARIDAD EN LA FUENTE, LAS MEDICIONES DEBEN DE HACERSE DE ESTA MANERA PARA QUE EL CERTIFICADO TENGA VALIDEZ.



Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2005



**COMO MINIMIZAR LAS
FEMS TÉRMICAS.**

UTILIZAR CONEXIONES LIMPIAS

USAR CABLES DE COBRE

**PERMITIR AL SISTEMA ENCONTRAR SU
EQUILIBRIO TERMICO**

**MANTENER LOS EQUIPOS ALEJADOS DE LAS
FUENTES DE CALOR**

EVITAR CORRIENTES DE AIRE



Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2005



MATERIALES QUE HACEN LA UNIÓN.	POTENCIAL TERMOELÉCTRICO.
Cu-Cu	$\leq 0.2 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Cu-Ag	$0.3 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Cu-Au	$0.3 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Cu-Pb/Sn	$1-3 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Cu-Si	$400 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Cu-CuO	$1000 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$



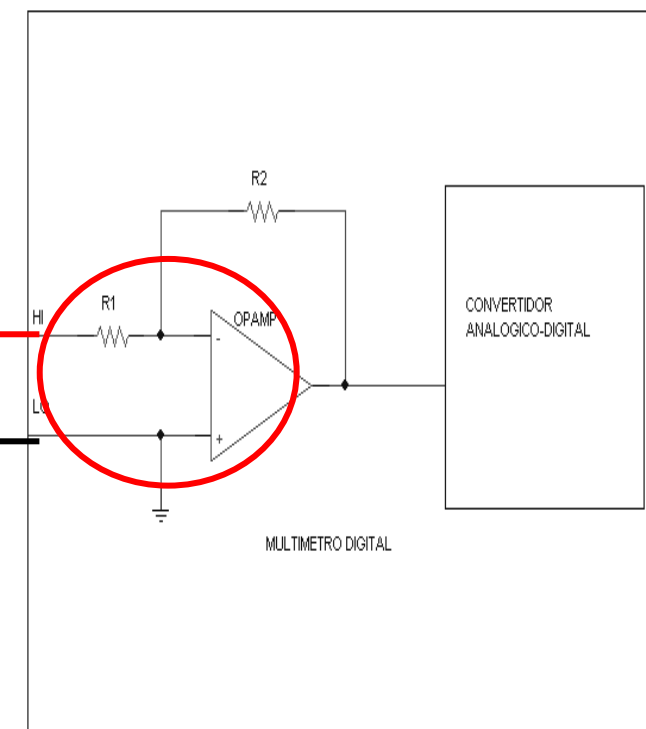
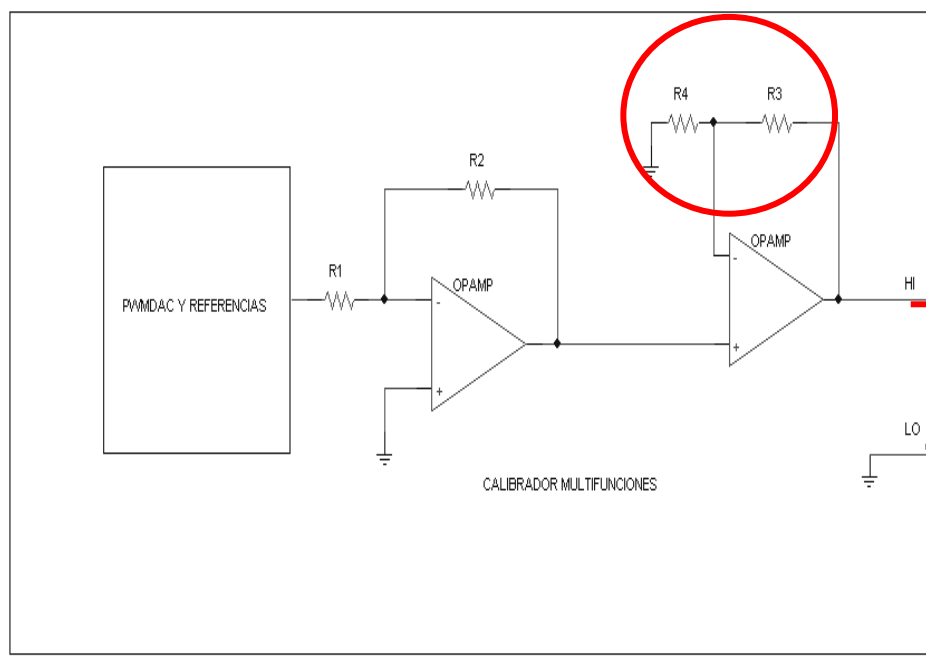


Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2005



EFECTO DE AUTOCALENTAMIENTO.

PARA LA MEDICIÓN DE TENSIONES ALTAS CON EQUIPOS MULTIFUNCIÓN EXISTE EL FENÓMENO DENOMINADO DE AUTOCALENTAMIENTO

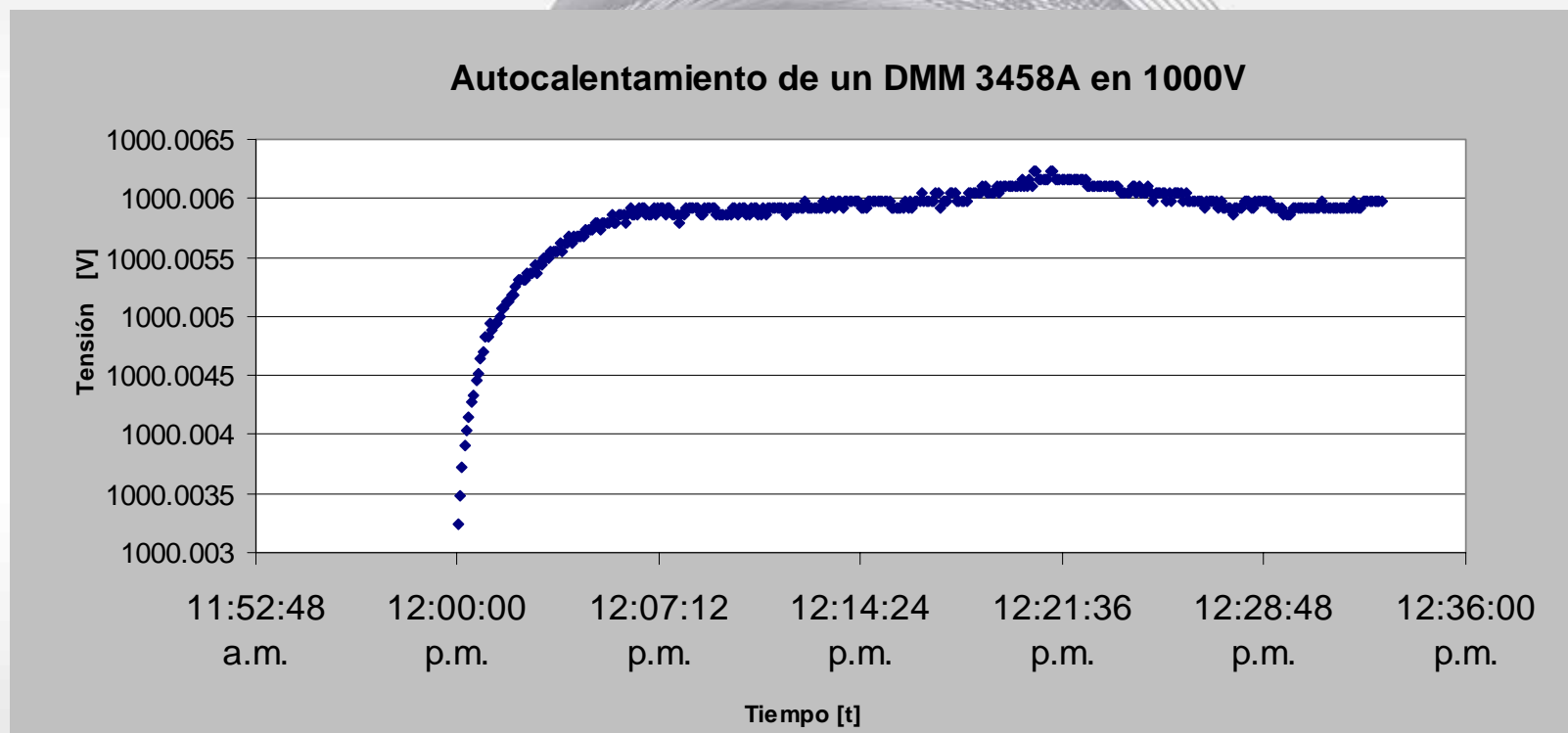




Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2005



EXISTEN VARIACIONES DE ALGUNAS PARTES POR MILLÓN



EL MÉTODO DE MEDICIÓN CAMBIA SEGÚN EL EQUIPO, YA SEA UN MEDIDOR O BIEN UN GENERADOR.



Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2005



COMO EVITAR ERRORES POR AUTOCALENTAMIENTO

1. PERMITIR QUE EL SISTEMA SE ESTABILICE TÉRMICAMENTE
2. EVALUAR EL CAMBIO QUE SE TIENE EN LOS INSTRUMENTOS POR AUTOCALENTAMIENTO
3. USAR EL EQUIPO TAL Y COMO SE CALIBRO, ES DECIR, UTILIZAR LOS MISMOS TIEMPOS DE ESTABILIZACIÓN.





Encuentro Nacional de Metrología **Eléctrica** 2005



INTENSIDAD DE CORRIENTE ELÉCTRICA CONTINUA.

BAJOS VALORES DE CORRIENTE → **TENSIÓN DE BURDEN**

ALTOS VALORES DE CORRIENTE → **AUTOCALENTAMIENTO**



Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2005



TENSIÓN DE BURDEN

IDEALMENTE EL AMPERÍMETRO *DEBERÍA* TENER UNA IMPEDANCIA DE ENTRADA IGUAL A CERO.

DC CURRENT (DCI FUNCTION)

Range	Full Scale	Max. Resolution	Resistencia Shunt	Burden Voltage
100 nA	120.000	1 pA	545.2 k Ω	0.055 V
1 μ A	1.200000	1 pA	45.2 k Ω	0.045 V
10 μ A	12.000000	1 pA	5.2 k Ω	0.055 V
100 μ A	120.00000	10 pA	730 Ω	0.075 V
1 mA	1.200000	100 pA	100 Ω	0.100 V
10 mA	12.000000	1 nA	10 Ω	0.100 V
100 mA	120.00000	10 nA	1 Ω	0.250 V
1 A	1.050000	100 nA	0.1 Ω	< 1.5 V



Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2005



**CASO
IDEAL**

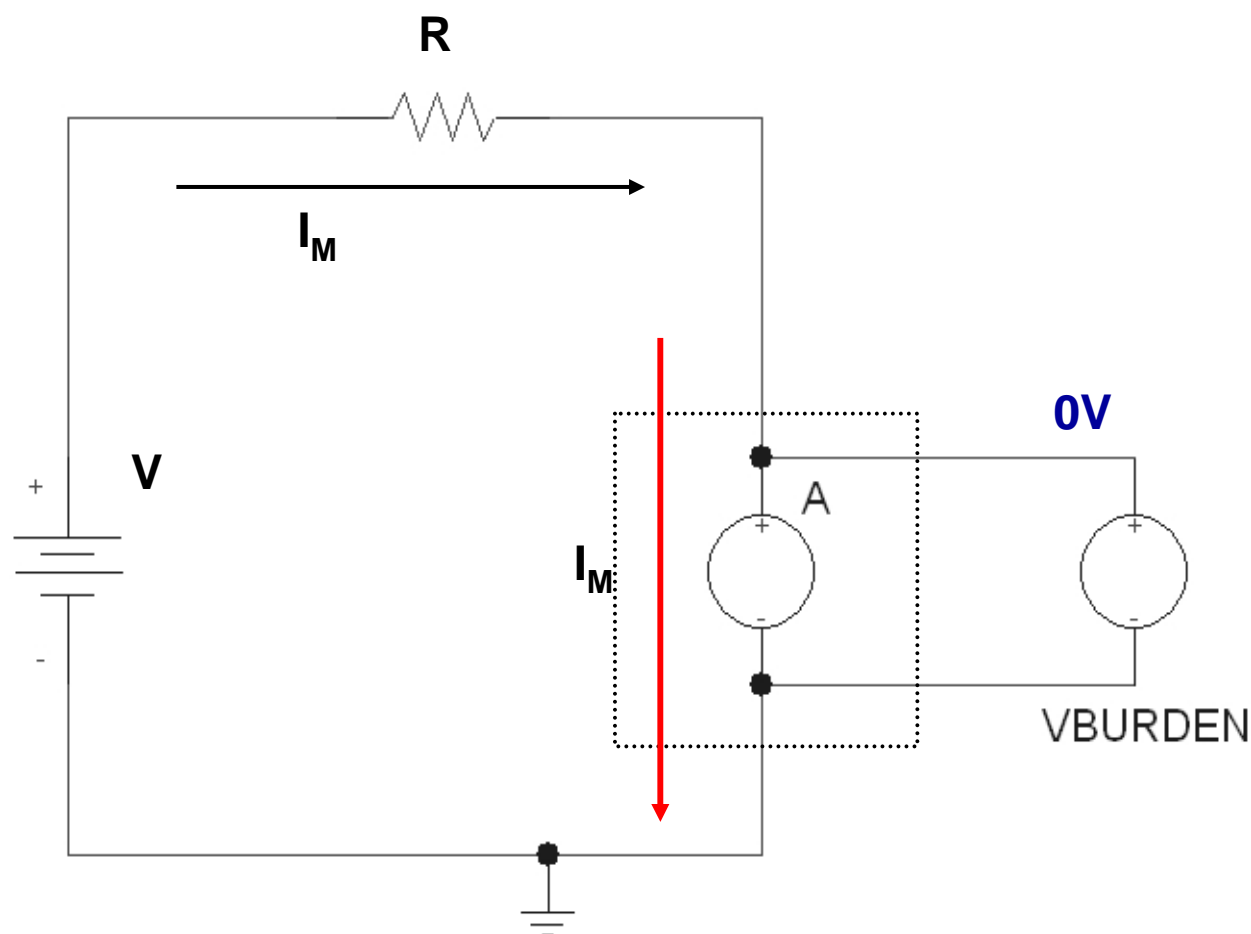


DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UNA MEDICIÓN DE BAJA CORRIENTE



Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2005



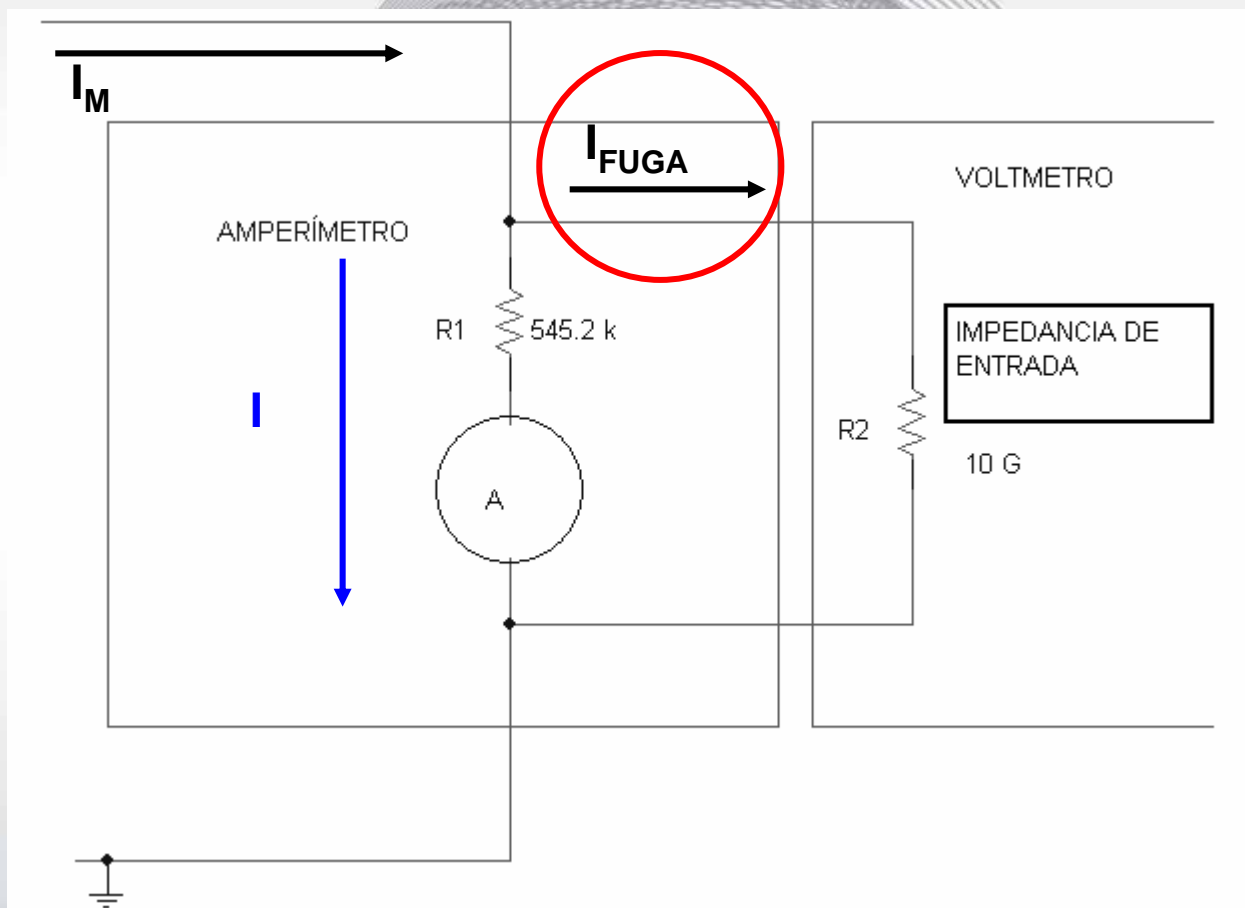
ENTONCES LA CORRIENTE ESTARÁ DETERMINADA POR:

$$I_M = \frac{V - V_B}{R}$$

POR LO QUE ES NECESARIO CONOCER MUY BIEN ESTA TENSIÓN
Y SE CONVIERTE EN UN PUNTO CRÍTICO



Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2005



MEDICIÓN DE LA TENSIÓN DE BURDEN A DETALLE



Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2005



CORRIENTE QUE SE FUGA POR EL VOLTMETRO

$$I_{FUGA} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I_M = \left(\frac{545.2k\Omega}{545.2k\Omega + 10G\Omega} \right) (99,455nA) = 0.005421nA$$

LO QUE REPRESENTA **54,2 PPM** DE LA CORRIENTE, TEÓRICAMENTE.

AHORA TENEMOS QUE LA CORRIENTE DE REFERENCIA ES INCORRECTA SI CONECTAMOS EL MEDIDOR DE TENSIÓN DE BURDEN, EXISTE UN EFECTO DE CARGA QUE DEBE SER CONSIDERADO



Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2005



EFFECTO DE AUTOCALENTAMIENTO EN MEDICIONES DE ALTA CORRIENTE

LA MAYORÍA DE ESTAS MEDICIONES SE REALIZAN POR MÉTODOS INDIRECTOS

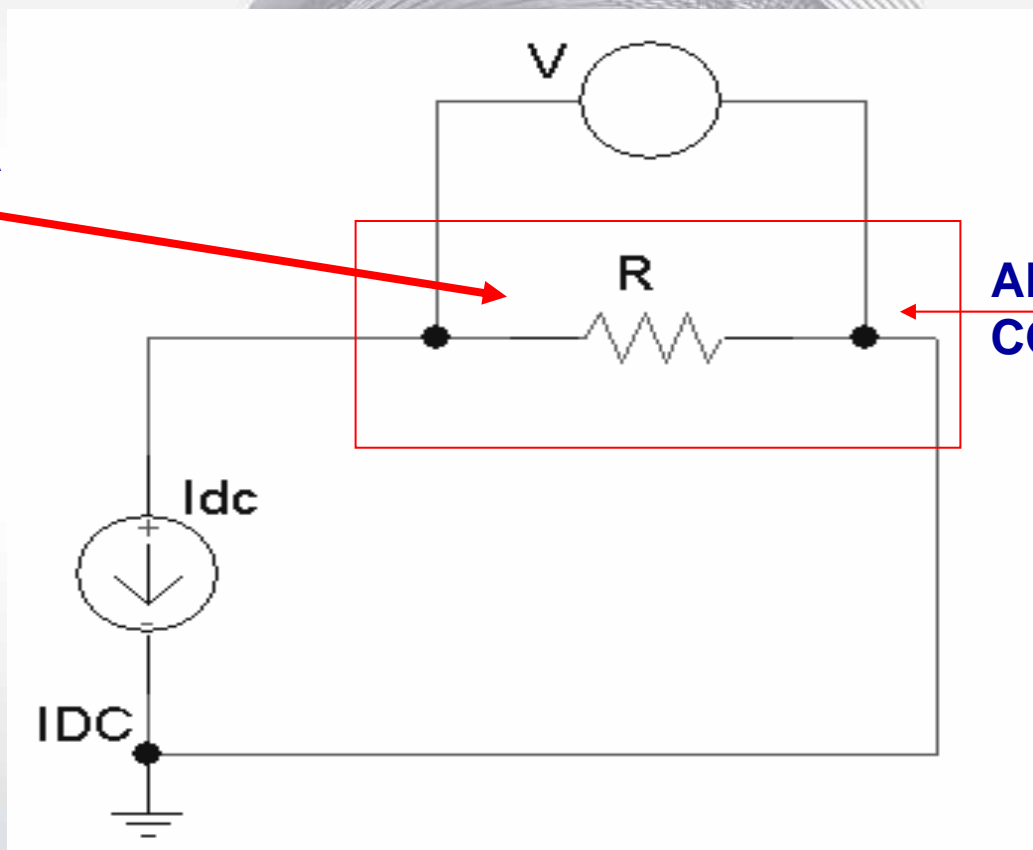
LOS PRINCIPALES PROBLEMAS SE PRESENTAN POR ACCIÓN DE LA TEMPERATURA, LA DISIPACIÓN DE POTENCIA Y TENSIÓN DE COMPLIANZA.

ES NECESARIO EVALUAR TIEMPOS DE ESTABILIZACIÓN TÉRMICA, ADEMÁS ES IMPORTANTE TENER EN CUENTA EL CALIBRE DE LOS CABLES, QUE ESTOS ESTÉN TRENZADOS, ETC.



EFFECTO DE AUTOCALENTAMIENTO EN MEDICIONES DE ALTA CORRIENTE

TEMPERATURA



$$I = \frac{V}{R}$$

ES IMPORTANTE UTILIZAR LAS TÉCNICAS PARA LA MEDICIÓN DE TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA.

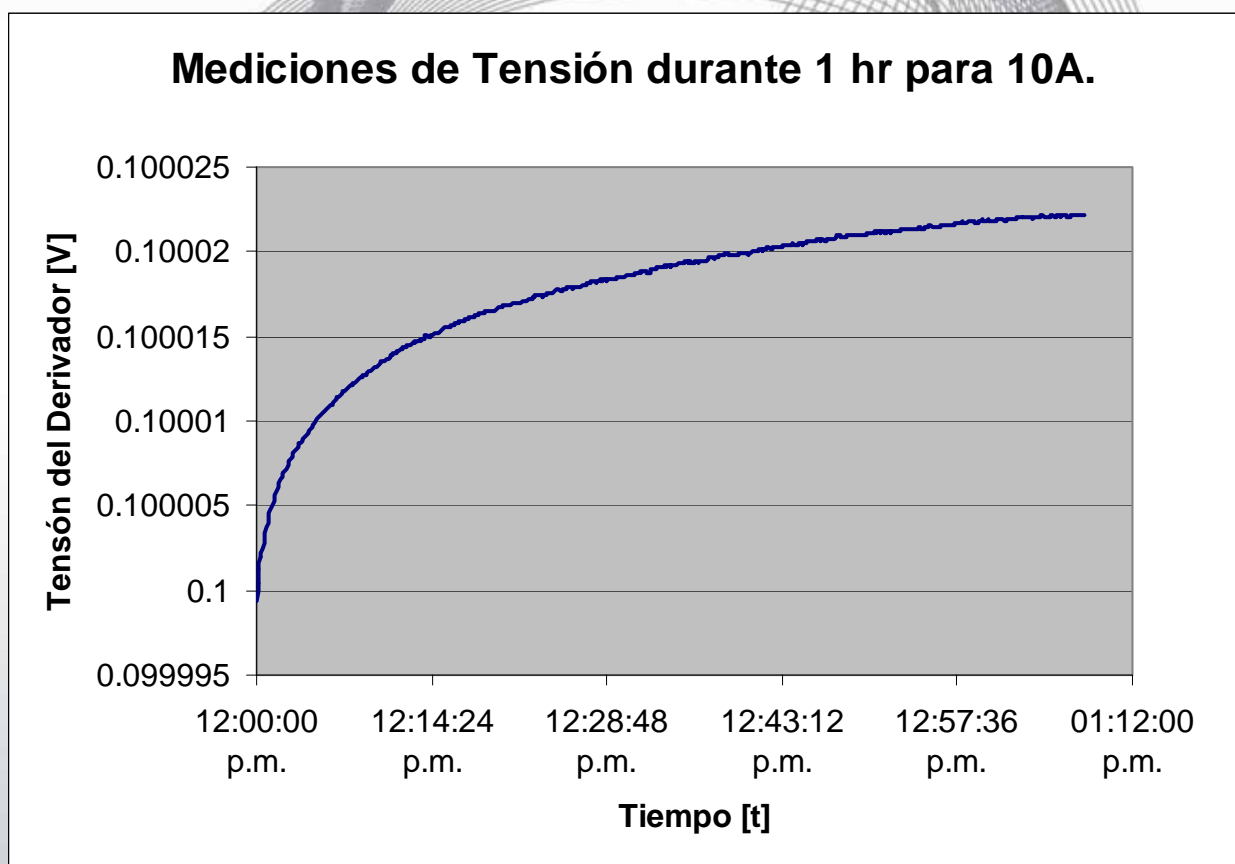


Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2005



¿CÓMO INFLUYE LA TEMPERATURA EN LA MEDICIÓN DE ALTA CORRIENTE?

1. MEDICIÓN USANDO UN BAÑO DE ACEITE CON TEMPERATURA CONTROLADA PARA EL DERIVADOR DE CORRIENTE.



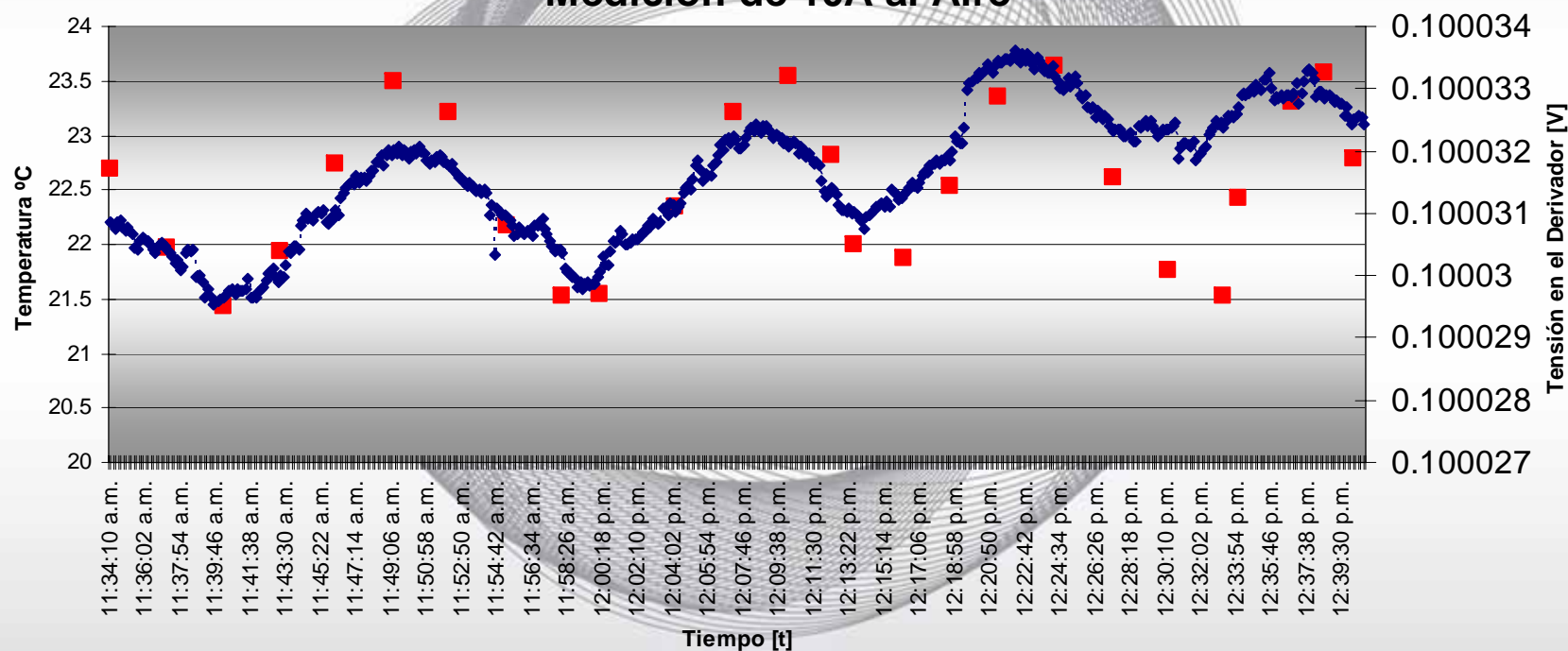


Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2005



2. Medición usando un derivador de corriente en el medio ambiente del laboratorio.

Medición de 10A al Aire



- **TEMPERATURA**
- **TENSIÓN**



Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2005



RECOMENDACIONES PARA EVITAR ERRORES POR TEMPERATURA

TENER UN AMBIENTE CONTROLADO, PARA REALIZAR LAS MEDICIONES, POR EJEMPLO UN BAÑO DE ACEITE (INCONVENIENTE: MUY CARO)

DETERMINAR COEFICIENTE DE TEMPERATURA, ES DECIR MEDIR LA TEMPERATURA EN EL DERIVADOR Y CORREGIRLA CON EL COEFICIENTE.

EVITAR FLUCTUACIONES DE TEMPERATURA POR EL EFECTO DEL AIRE ACONDICIONADO



Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2005



CONCLUSIONES:

EL ENTENDIMIENTO DE LOS PUNTOS ANTERIORES Y SU CORRECTA APLICACIÓN DARÁN COMO RESULTADO UNA MAYOR CONFIANZA EN LAS MEDICIONES.

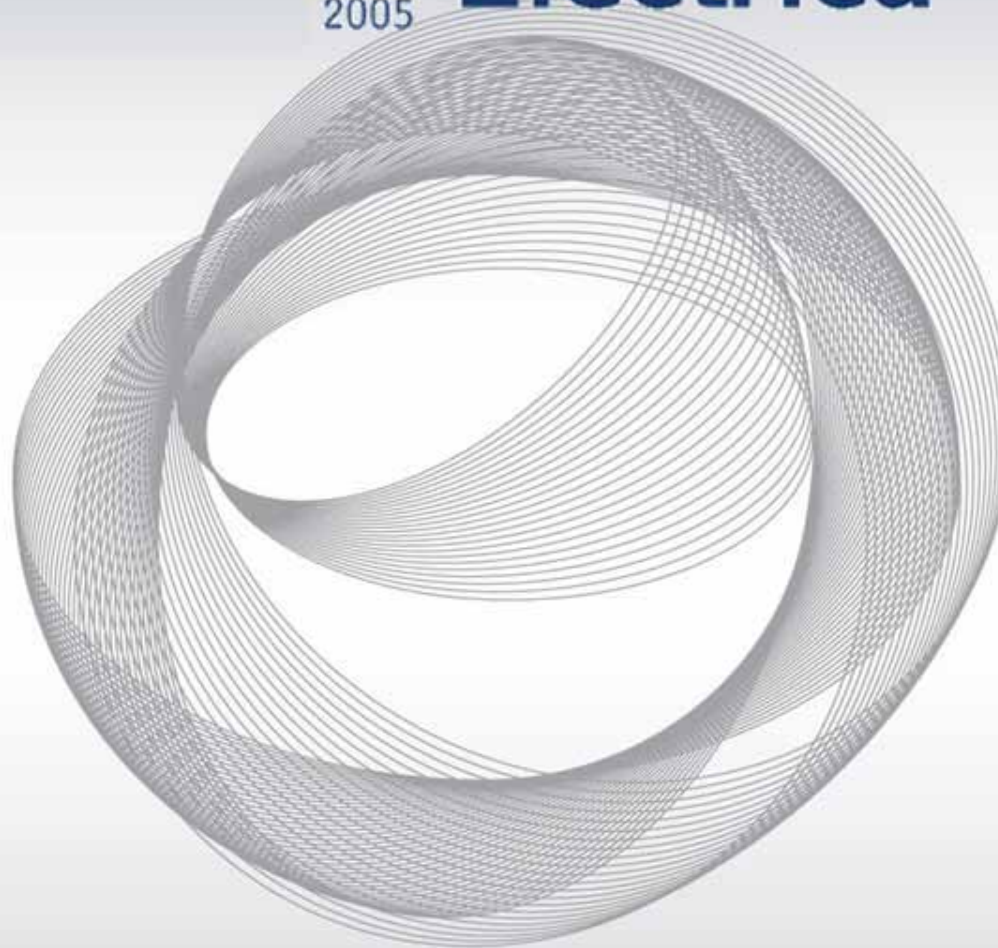
SE TRATARON LOS ANTERIORES EFECTOS YA QUE SON LOS QUE TIENEN MAYOR IMPACTO DENTRO DE UN LABORATORIO QUE CUENTE QUE CON EQUIPO MULTIFUNCIONES

LA APLICACIÓN DE LOS PUNTOS ANTERIORES SE DEJA ABIERTA AL CRITERIO DE LOS PARTICIPANTES, ES RESPONSABILIDAD SUYA EVALUAR LOS EFECTOS DE LOS DISTINTOS FENÓMENOS EN LOS EQUIPOS MULTIFUNCIÓN Y DECIDIR CUAL DE ELLOS SON CRÍTICOS EN SUS LABORATORIOS

LAS BUENAS PRÁCTICAS METROLOGICAS GARANTIZAN LAS MEDICIONES QUE UNO HACE Y ELEVA LA COMPETENCIA TÉCNICA EN UN LABORATORIO.



Encuentro Nacional de Metrología Eléctrica 2005



Gracias por su Atención