

Patrones de tensión eléctrica en corriente continua (cc)

Dionisio Hernández

David Avilés

CENAM

Incertidumbre aumenta

0.001 ppm



1 ppm



10 ppm



100 ppm o mas



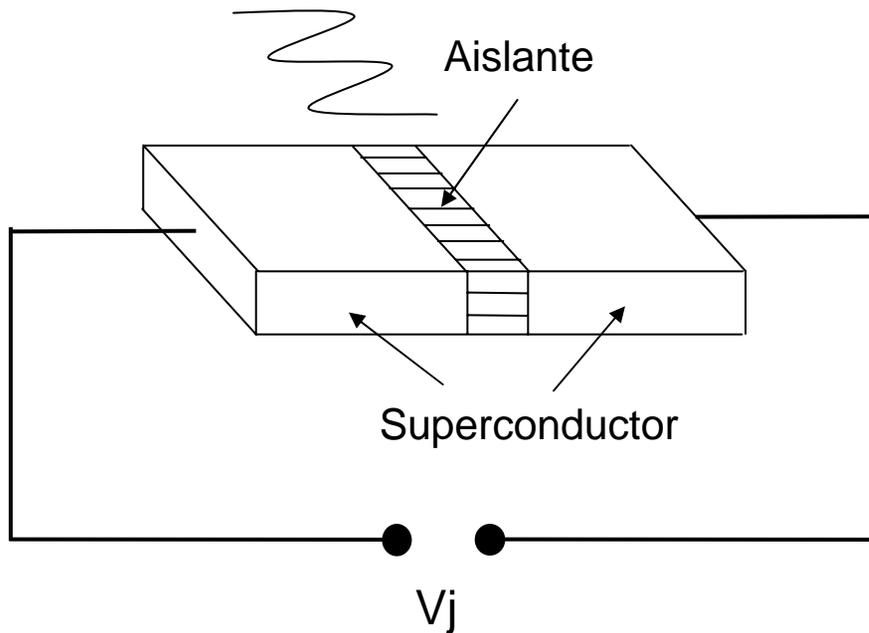
Requerimientos de un patrón de tensión en cc

- Estable en el tiempo
- Bajo ruido
- Coeficiente de temperatura despreciable
- Baja impedancia de salida
- Inmune a vibraciones
- Inmune a variaciones de la tensión de línea
- Múltiples salidas de tensión

Patrones eléctricos cuánticos

- El volt - efecto Josephson

Microonda de Frecuencia f



$$V_j = (h/2e) f n$$

$$K_j = 2e/h = 483597.9 \text{ GHz/V}$$

Chip de uniones Josephson

Una unión a 70 GHz produce $\cong 140 \mu\text{V}$
 \Rightarrow se requieren 18 992 uniones para
 $-15 \text{ V} < V_j < 15 \text{ V}$

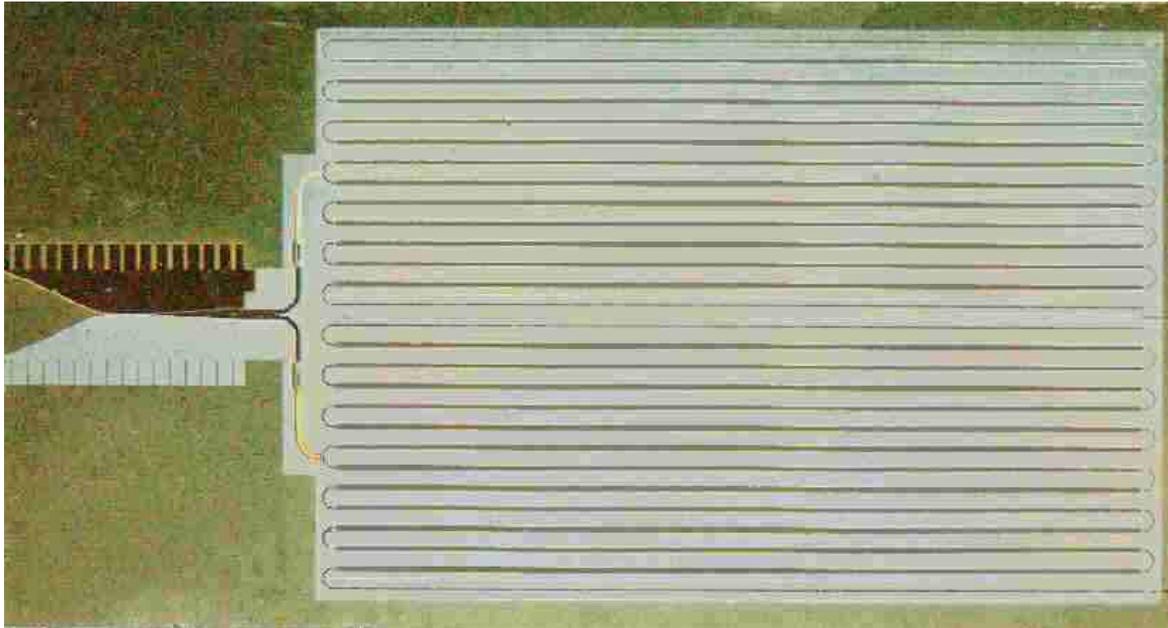
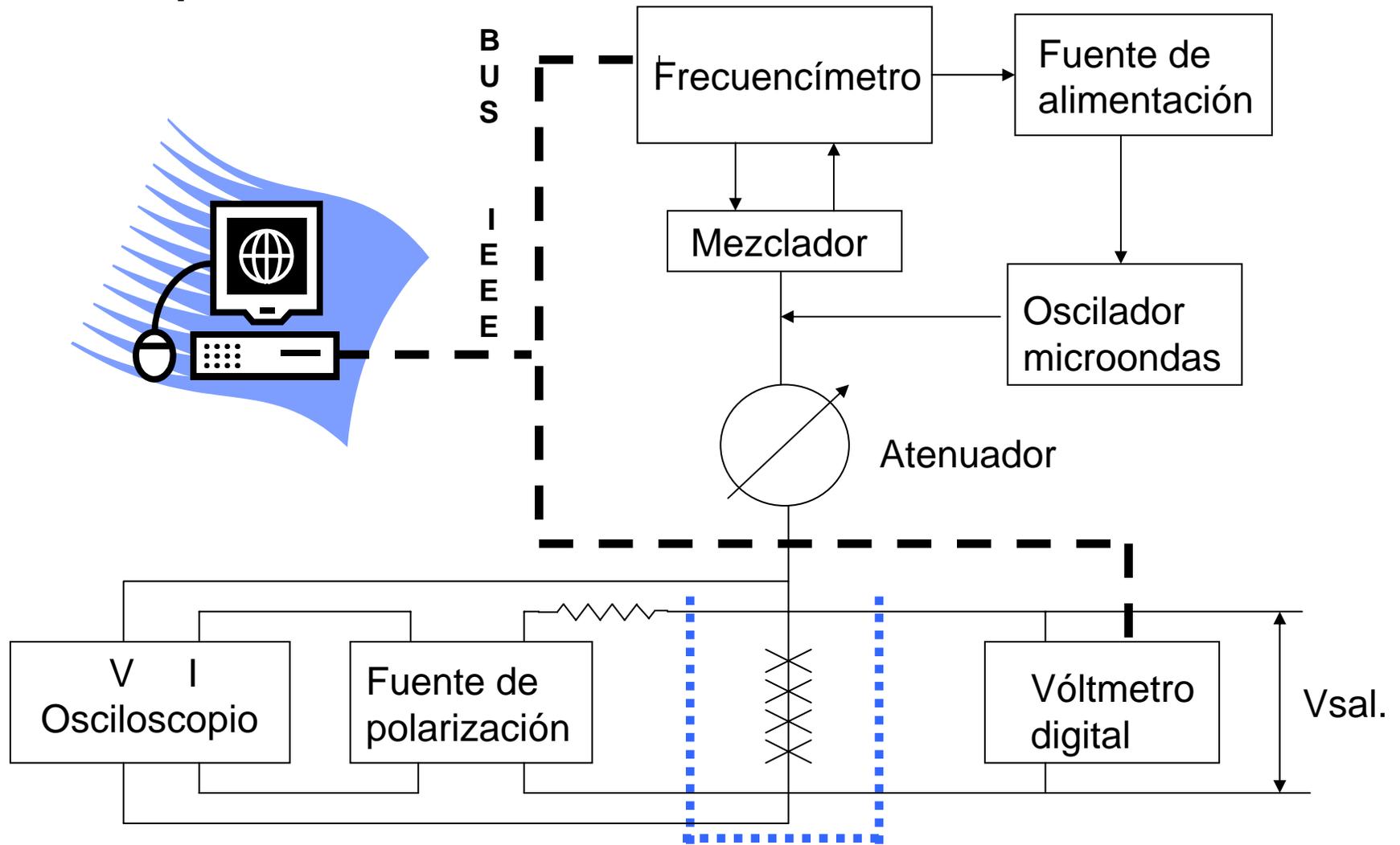
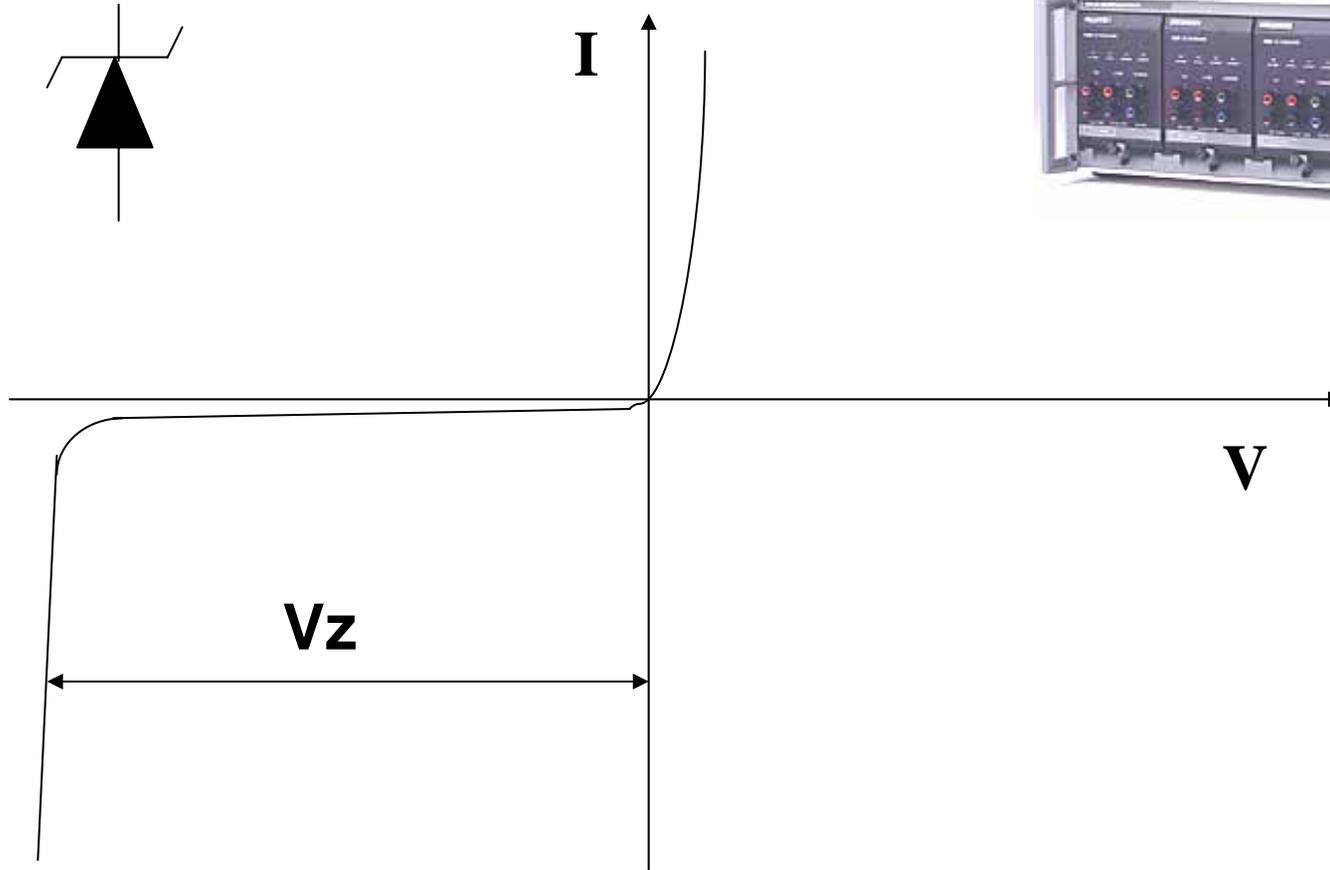


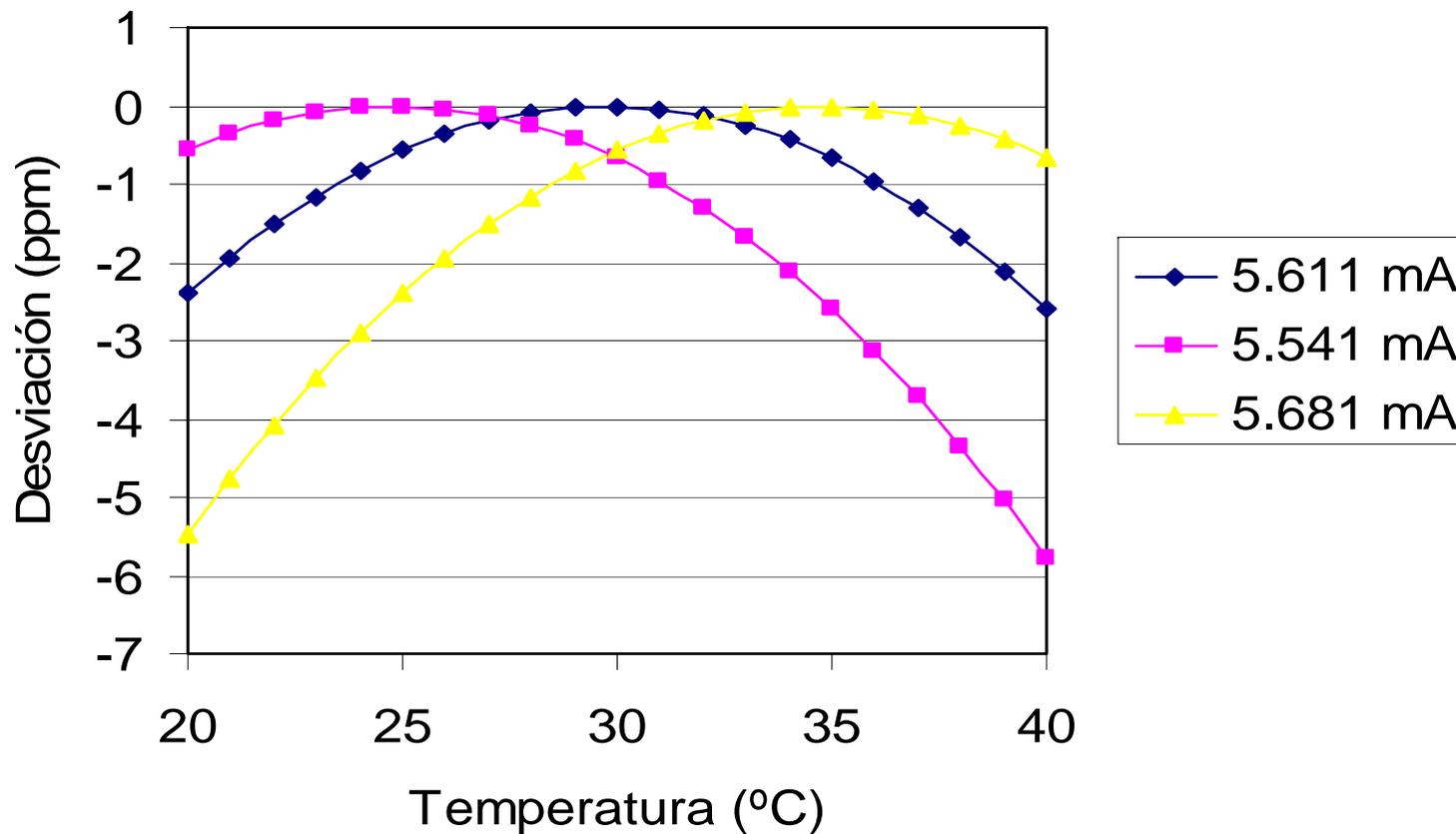
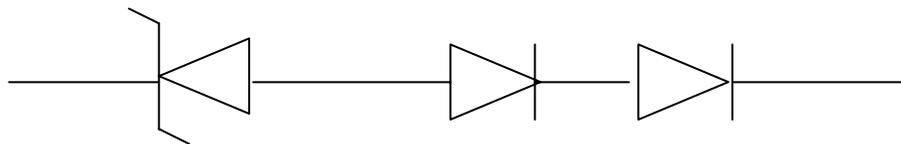
Diagrama a bloques del patrón de efecto Josephson



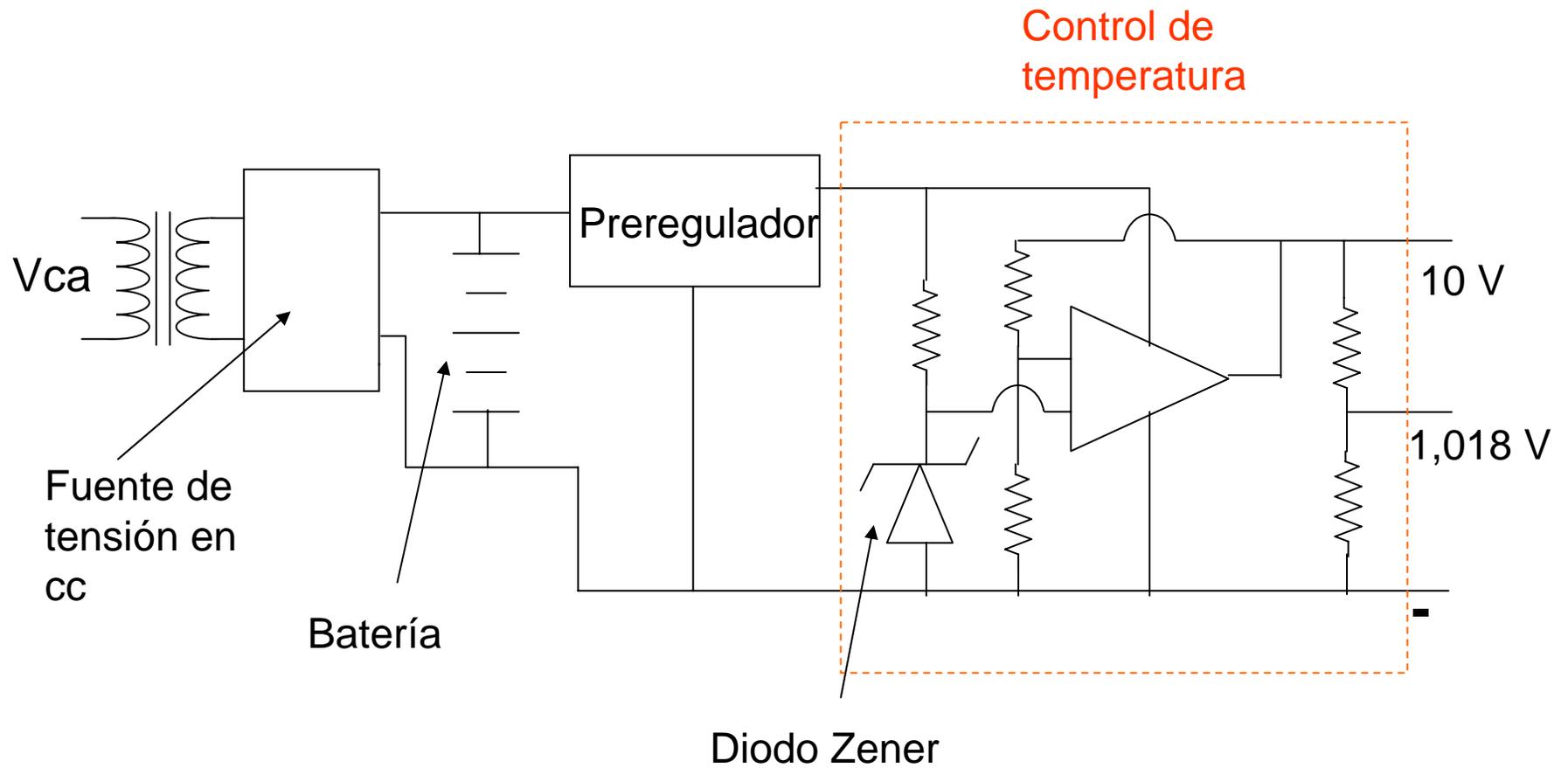
Referencias Zener



Compensación en temperatura

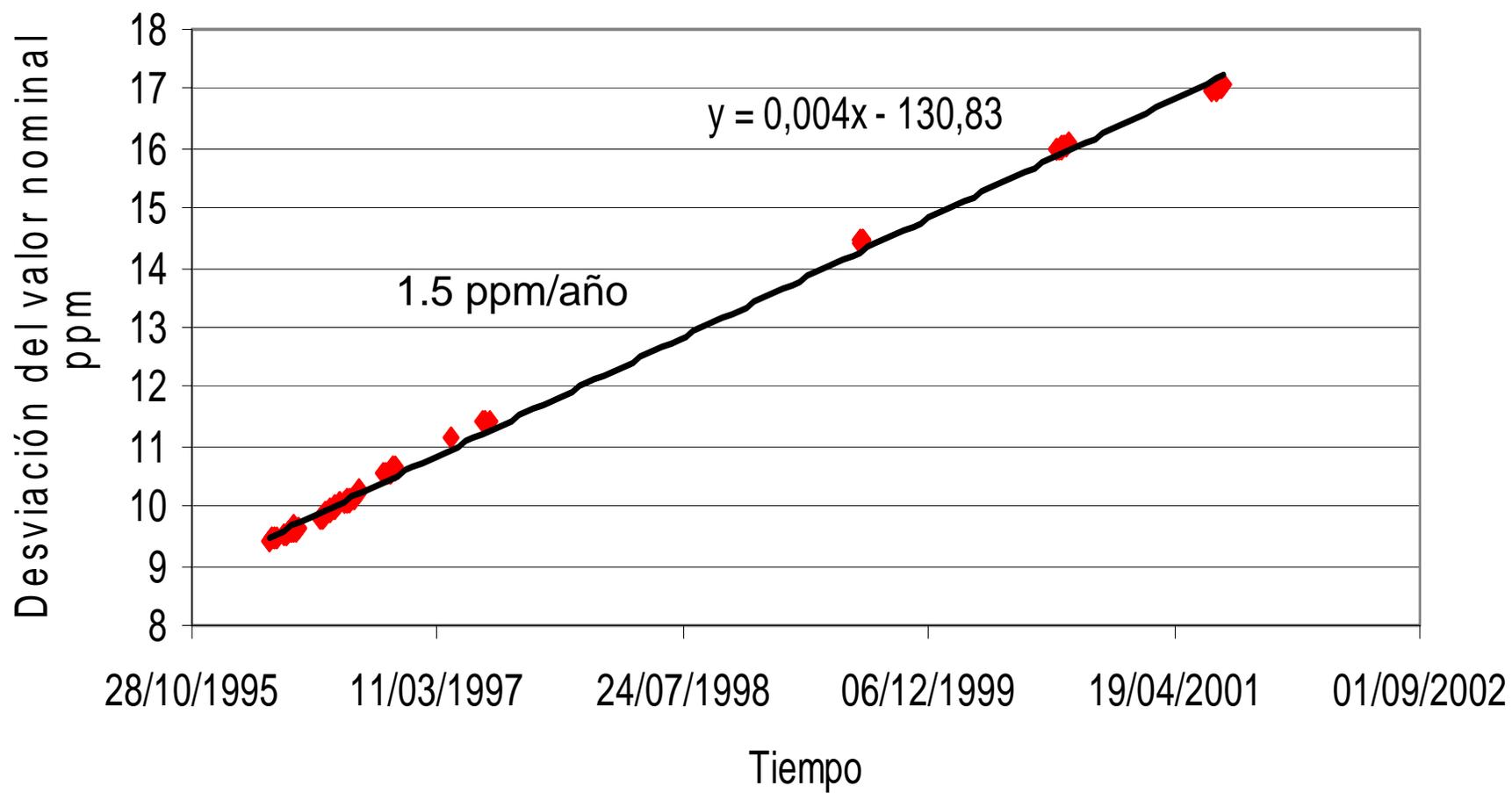


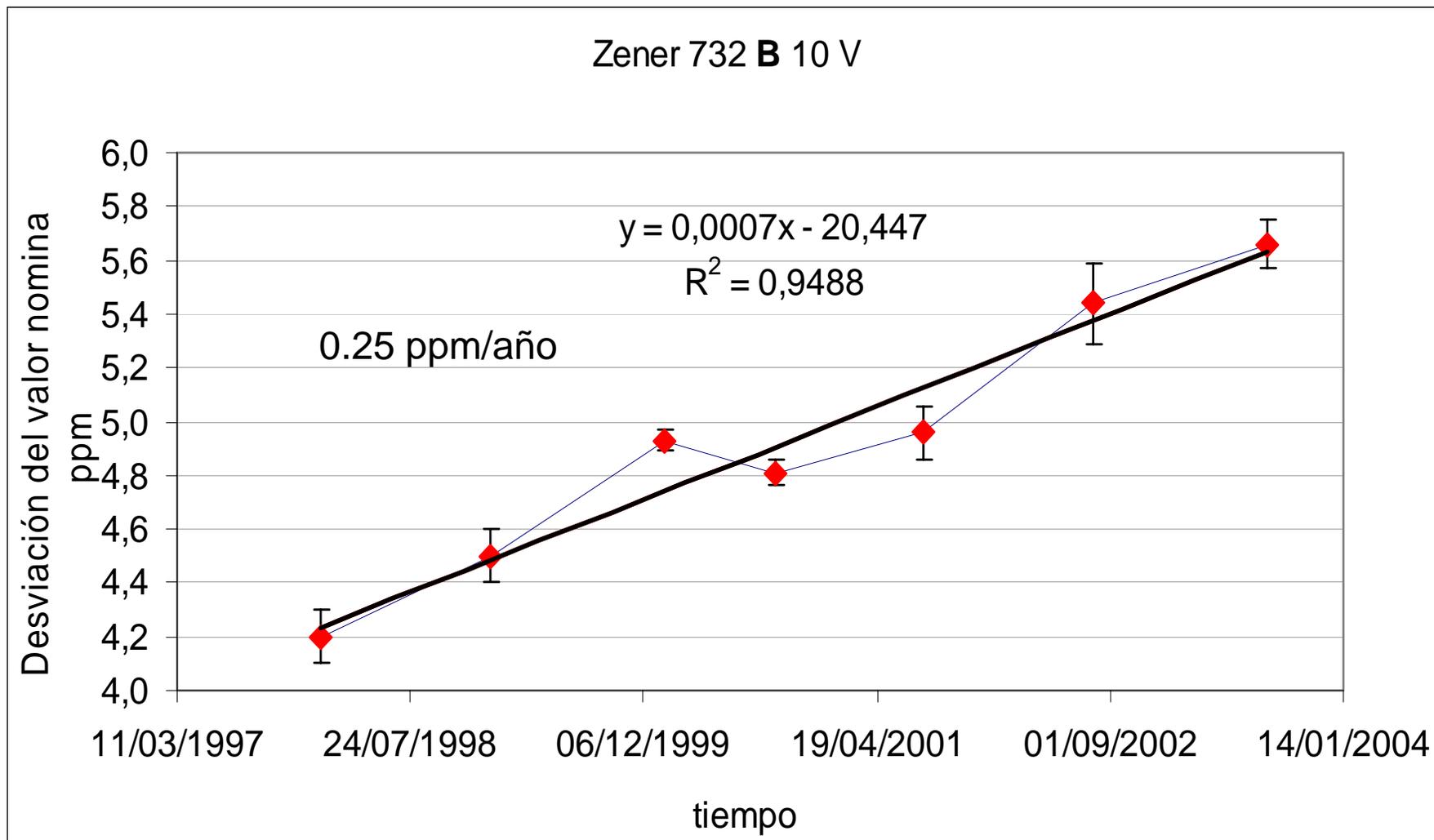
Circuito típico de una referencia Zener



Tensiones de salida de 10 V 1,018 V y 1 V

Zener 732 A 10 V



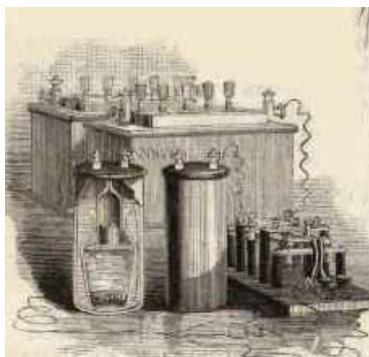


Referencias Zener

Características:

- Efectos de temperatura
- Efectos de Humedad
- Efectos de Presión
- Impedancia de salida
- Es posible sacarles corriente
- Insensible a vibraciones
- Patrón robusto comparado con pilas patrón
- Nivel de ruido de baja frecuencia
- Estabilidad a largo plazo

Pilas Patrón



Weston Cell (pila patrón saturada) $V = 1,018 V$

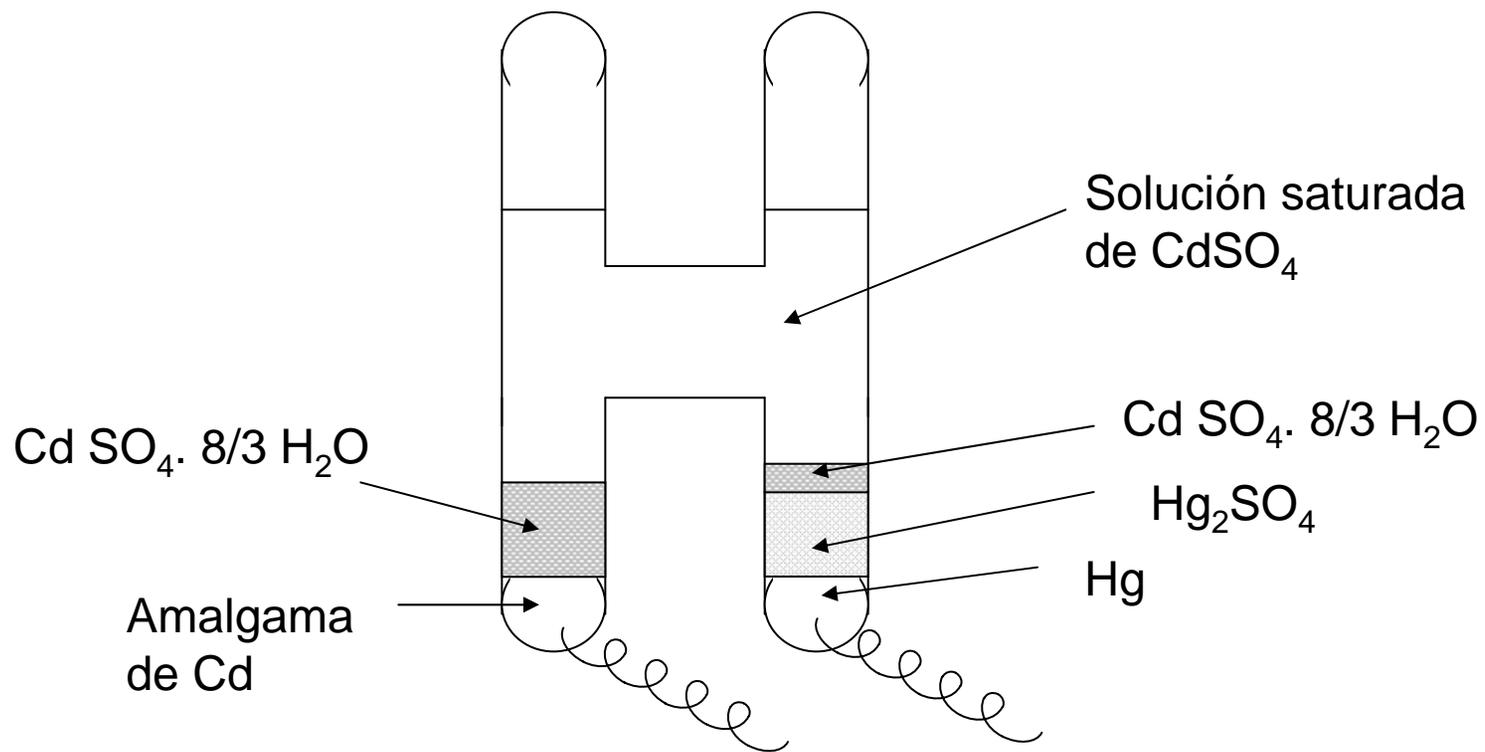


Conjunto de Weston Cell (pilas patrón saturadas)
Con baño termostático



Pila patrón no saturada

Weston cell (pila patrón saturada)

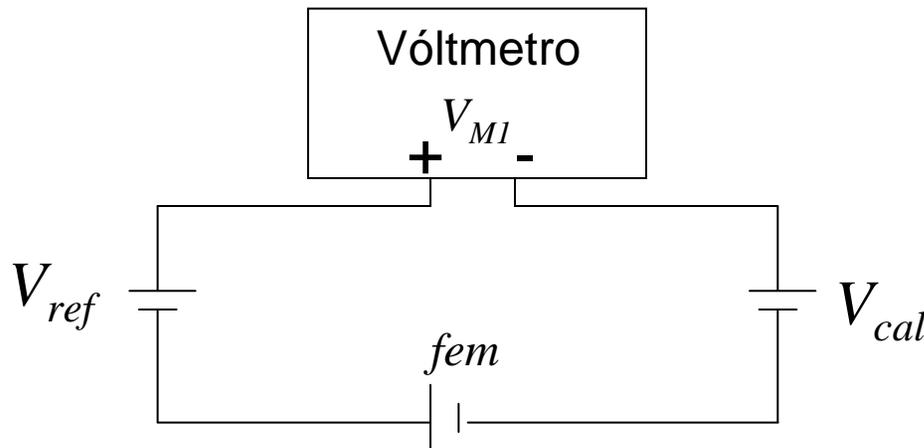


Weston cell (pila patrón saturada)

Características:

- Sensible a cambios de temperatura
- Sensible a vibraciones (problemas de transporte)
- Sensible a efectos de carga (no sacarle corriente)
- Muy buena estabilidad a largo plazo
- Deriva lineal
- Bajo nivel de ruido

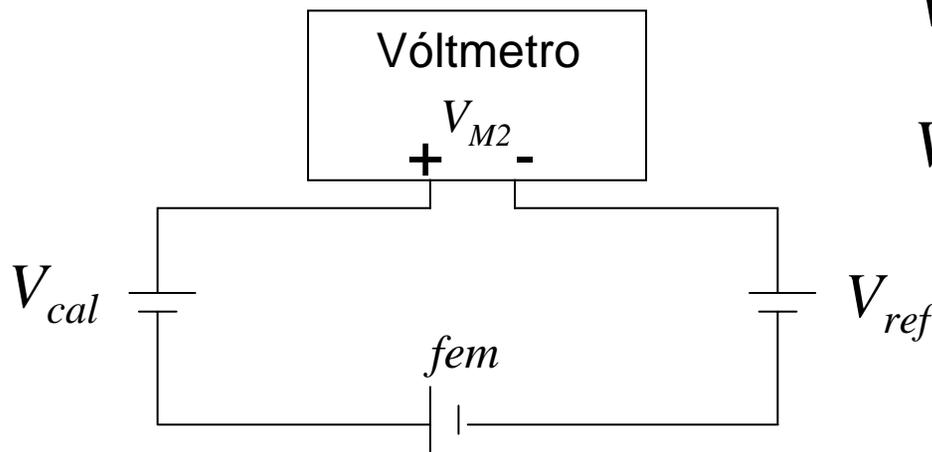
Medición de referencias de tensión en c.c. por serie oposición



$$V_{M1} + = V_{ref} - V_{cal} + fem + offset$$

$$V_{M2} + = V_{cal} - V_{ref} + fem + offset$$

$$V_M = (V_{M1} - V_{M2}) / 2 = V_{ref} - V_{cal}$$

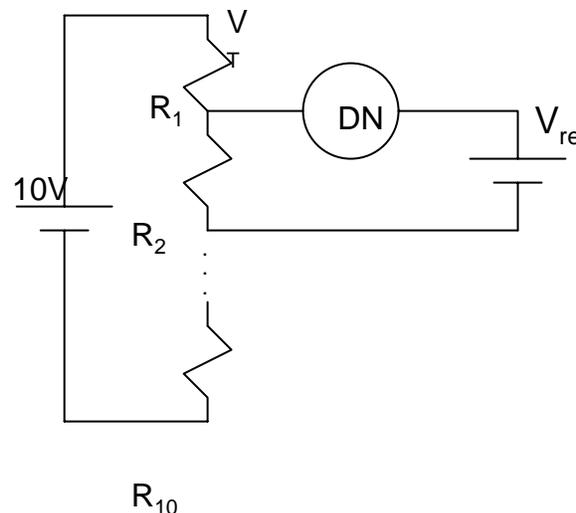


Escalamiento a partir de pilas patrón o referencias Zener

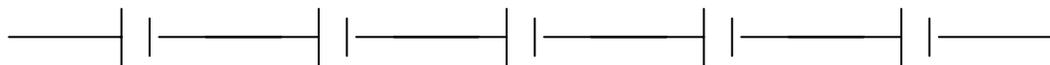
- Linealidad de un multímetro



- Divisores resistivos



- Conexión en serie de referencias de tensión



Conclusiones

- En México no es necesario depender del extranjero para tener trazabilidad internacional en la magnitud de tensión eléctrica en corriente continua.
- La diseminación o transferencia de la exactitud del patrón nacional de tensión eléctrica en corriente continua permite disminuir la incertidumbre de medición de magnitudes eléctricas derivadas de este.