

Cadena de Trazabilidad Digital para Medidas de Intensidad de Corriente en Corriente Alterna

David Peral, J. Díaz de Aguilar, Y. Álvarez
27 de septiembre de 2022

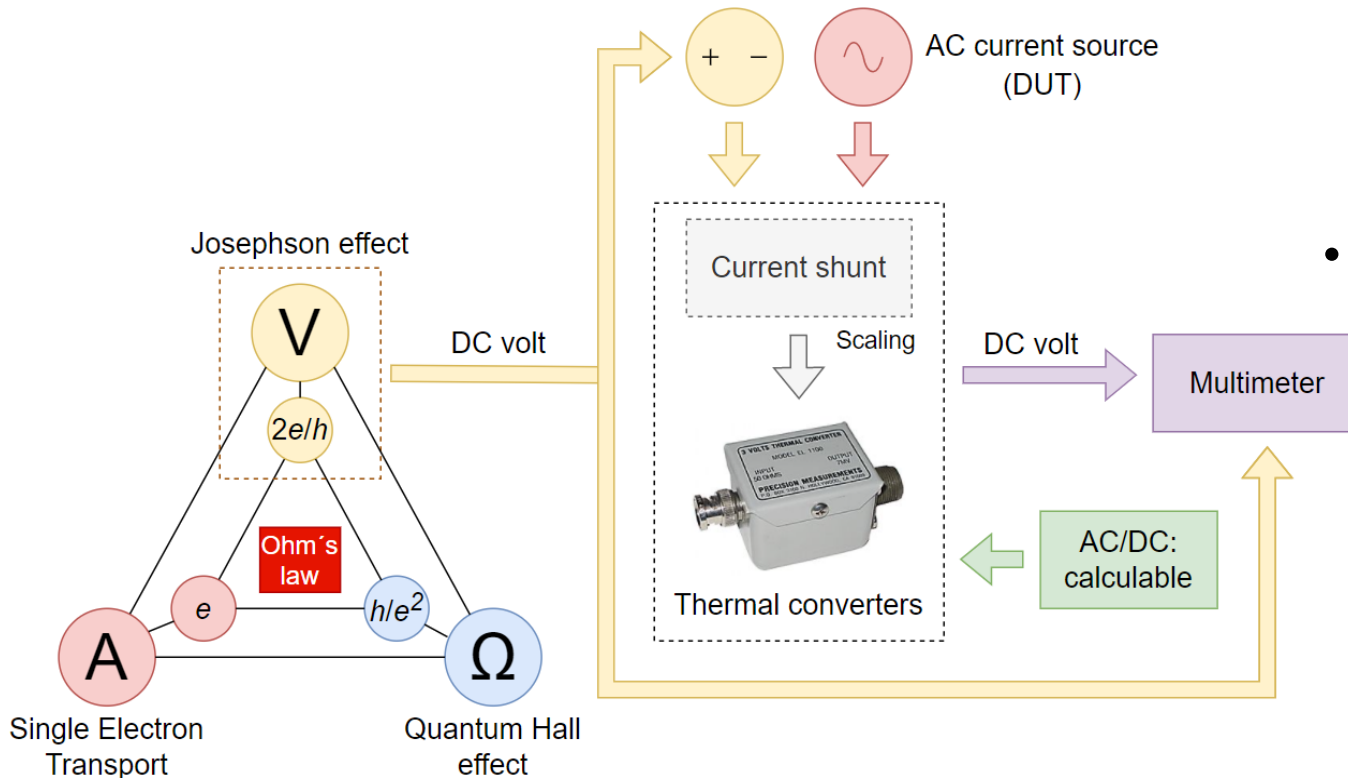


- **Introducción**
 - Motivación
 - Una nueva cadena de trazabilidad
- **Desarrollo del trabajo**
 - Configuración y equipamiento
 - Consideración de señales complejas
- **Resultados**
 - Calibración cuántica de digitalizadores
 - Validación cuántica de la nueva cadena de trazabilidad
- **Conclusiones y perspectiva futura**



- Introducción
 - Motivación
 - Una nueva cadena de trazabilidad
- Desarrollo del trabajo
 - Configuración y equipamiento
 - Consideración de señales complejas
- Resultados
 - Calibración cuántica de digitalizadores
 - Validación cuántica de la nueva cadena de trazabilidad
- Conclusiones y perspectiva futura

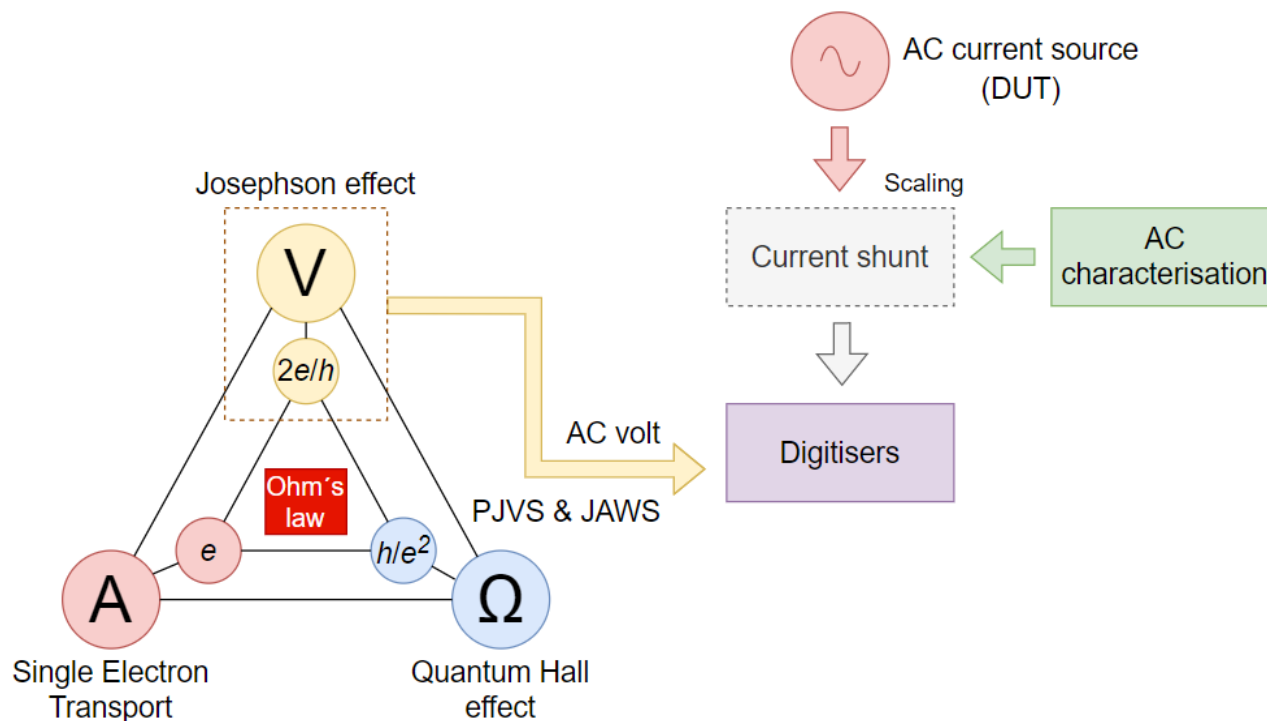
Trazabilidad térmica de corriente en AC



- Ventajas:
 - Muy buena exactitud: $1 \mu\text{V/V}$
 - Muy estable
- Desventajas:
 - Proceso largo y laborioso
 - Limitado a señales de una frecuencia y valor cuadrático medio

¿Cómo superar estas desventajas?

Trazabilidad digital de corriente en AC



- Ventajas:
 - Señales dinámicas:
 - Señales combinadas
 - Harmónicos
 - Fases...
 - Automatizable
 - Calibraciones más cortas

Trazabilidad directa al SI



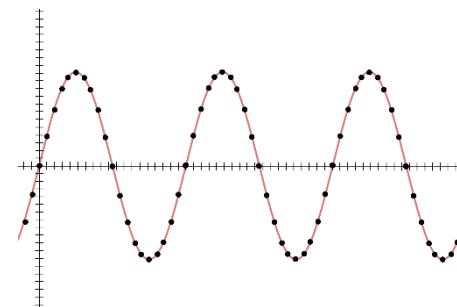
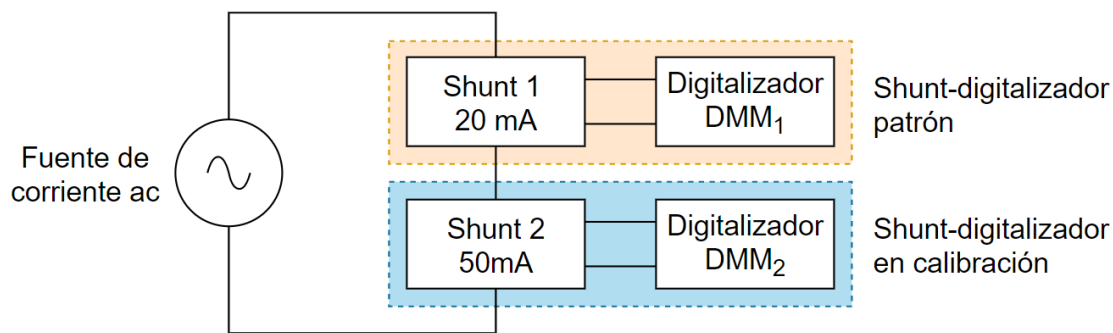
- Introducción
 - Motivación
 - Una nueva cadena de trazabilidad
- **Desarrollo del trabajo**
 - Configuración y equipamiento
 - Consideración de señales complejas
- Resultados
 - Calibración cuántica de digitalizadores
 - Validación cuántica de la nueva cadena de trazabilidad
- Conclusiones y perspectiva futura

Configuración



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE INDUSTRIA, COMERCIO
Y TURISMO



Digitalización

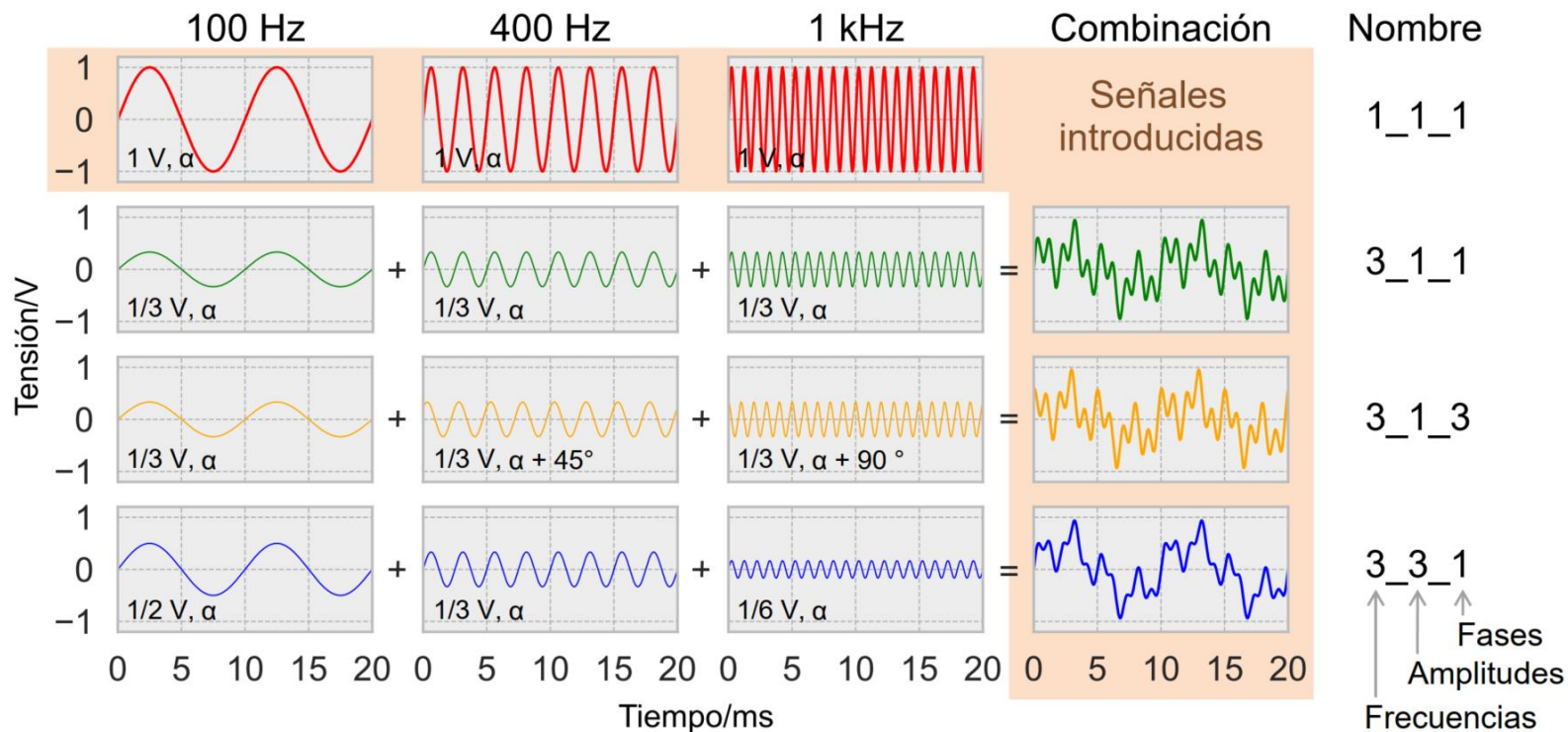
Proceso de medición:

1. Proporcionar la misma corriente a dos combinaciones de shunt-digitalizador:
 - Shunt-digitalizador patrón y DUT
 - Shunt-digitalizador bajo calibración (DUT)
2. Muestreo, procesamiento y reconstrucción del voltaje en cada digitalizador
3. Comparación de los voltajes de salida → Corrección del DUT
4. Repetición del proceso con shunts de corrientes más altas

**Cadena de trazabilidad
completamente digital**

Señales complejas

- En este trabajo se incluyen 4 tipos de señales:

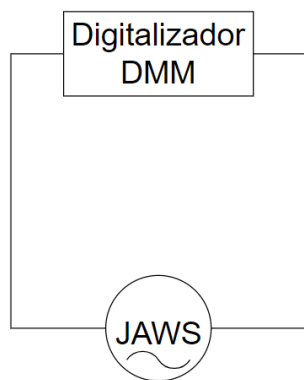


**Incluimos el estudio de
señales complejas**

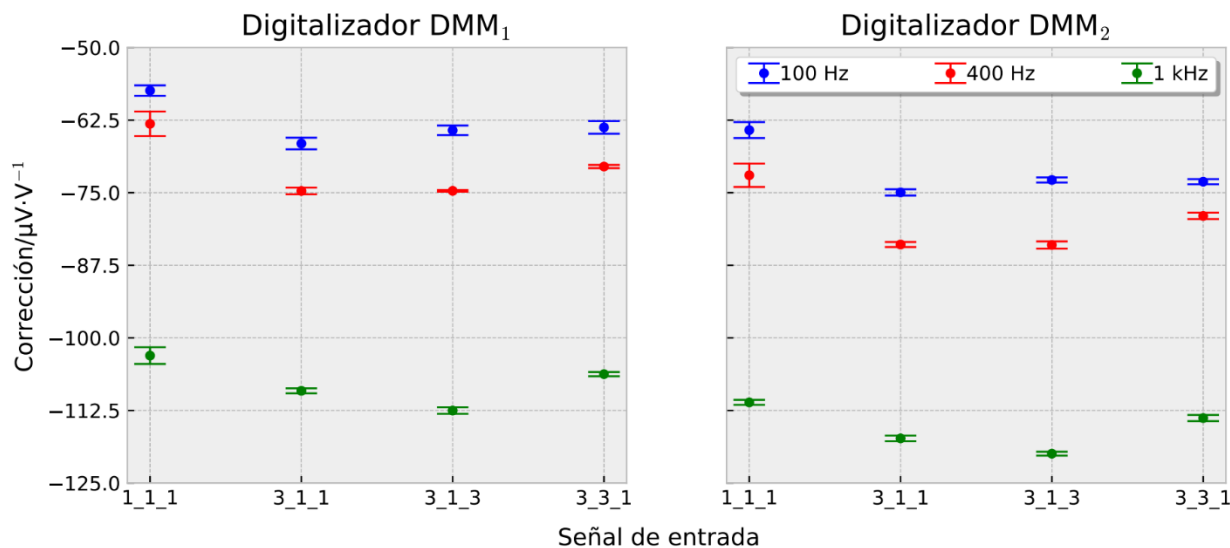


- Introducción
 - Motivación
 - Una nueva cadena de trazabilidad
- Desarrollo del trabajo
 - Configuración y equipamiento
 - Consideración de señales complejas
- **Resultados**
 - Calibración cuántica de digitalizadores
 - Validación cuántica de la nueva cadena de trazabilidad
- Conclusiones y perspectiva futura

- Calibración cuántica de los Digitalizadores → Correcciones:



Physikalisch-Technische Bundesanstalt
National Metrology Institute



Cada digitalizador debe calibrarse para cada tipo de señal

- Validación:
 - Comparación de la relación de resistencias de los shunts mediante dos maneras independientes:
 - Mediante la calibración cuántica de shunts
 - Mediante la cadena de trazabilidad digital presentada en este trabajo

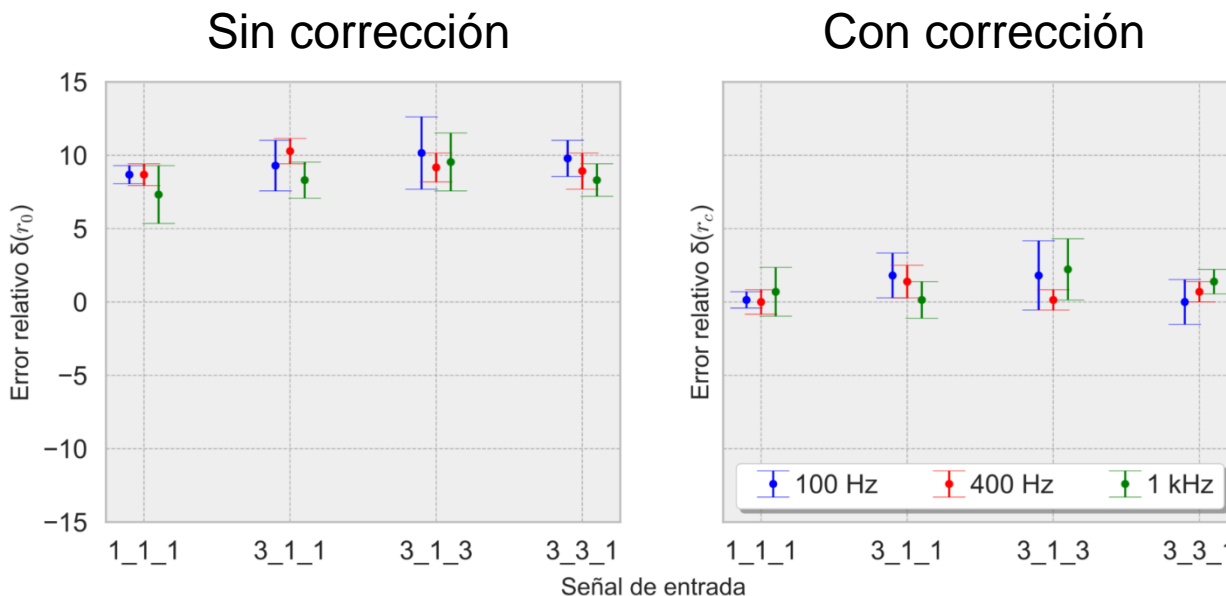
Ilić, D., et al. (2022). Calibration of a precision current measurement system for high AC voltages using an AC Quantum Voltmeter. *Metrologia*.



Primary electromagnetic laboratory of Croatia



Physikalisch-Technische Bundesanstalt
National Metrology Institute



Pequeños errores → validación de la técnica



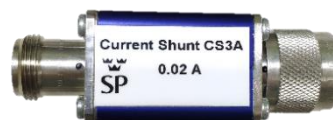
- Introducción
 - Motivación
 - Una nueva cadena de trazabilidad
- Desarrollo del trabajo
 - Configuración y equipamiento
 - Consideración de señales complejas
- Resultados
 - Calibración cuántica de digitalizadores
 - Validación cuántica de la nueva cadena de trazabilidad
- Conclusiones y perspectiva futura

- Se ha presentado un nuevo método digital para trazar la intensidad en corriente alterna al SI
- Diferencias de $\pm 2 \mu A/A$ después de aplicar correcciones, que validan la técnica presentada usando dos referencias cuánticas independientes
- Las correcciones dependen de la frecuencia, el digitalizador utilizado y la manera de combinar las señales
- Las señales monotonos y multitonos presentan resultados equivalentes
- La técnica digital presenta importantes ventajas:
 - Diseminación de señales complejas junto con armónicos, fases, etc.
 - Calibraciones más cortas y simples (de 30 min por escalón de tensión y frecuencia a menos de 5 minutos)

Una nueva cadena de trazabilidad digital es viable



- Corto plazo:
 - Presentación de más resultados en la Conference on Precision Electromagnetic Measurements (CPEM) en diciembre de 2022 en Nueva Zelanda
- Medio plazo:
 - Adquisición de un sistema JAWS (patrón cuántico de corriente alterna) en el CEM
- Medio-largo plazo:
 - Intercomparación piloto de patrones de corriente y voltaje digitales junto a otros Institutos Nacionales de Metrología europeos



Prometedoras perspectivas de futuro a nivel nacional e internacional

Agradecimientos



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE INDUSTRIA, COMERCIO
Y TURISMO



EMPIR



The EMPIR initiative is co-funded by the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme and the EMPIR Participating States

**¡Muchas gracias por
vuestra atención!**