



# Prime 600 - Micro Óhmetro Dinámico



## Una manera Sencilla, Rápida y Eficaz de conocer el Estado del INTERRUPTOR

### Introducción

Los Interruptores de Alta Tensión son esenciales en los Sistemas Eléctricos, fundamentalmente por la función tan delicada que realizan, interrumpiendo elevadas corrientes de falta de manera rápida y segura.

La elevada importancia de estos elementos en las Subestaciones, provoca que sea fundamental certificar su adecuado funcionamiento. Actualmente, en la gran mayoría de los casos la estrategia para conocer el estado del interruptor es verificar la resistencia de contacto y los tiempos de operación del interruptor. El principal problema, es que estos datos no son capaces de revelar alteraciones como pueden ser la desalineación de los contactos de arco o el desgaste de estos. No detectar estos cambios en el interruptor, puede generar fallas muy graves que tendrían consecuencias severas en la continuidad del sistema, los elementos de la Subestación e incluso en la integridad de las personas

Para conocer de mejor manera el estado del interruptor sin necesidad de realizar el análisis de gas en el interruptor se ha desarrollado la prueba de Medición de la Resistencia Dinámica, también conocido como DRM (*Dynamic Resistance Measurement*).

Desde SMC, hemos creado las herramientas necesarias para conocer el estado de los interruptores de una manera sencilla, rápida y eficaz. Para ello, hemos desarrollado un equipo que integra la resistencia de contacto y la medición de resistencia dinámica (DRM), capaz de proporcionar hasta 600 A de verdadera corriente continua pura con control inteligente, con proceso de pruebas con Doble puesta a Tierra.

El **Prime 600** permite conocer la resistencia de contacto del interruptor, medir y graficar la resistencia dinámica del interruptor desde el comienzo de la maniobra de apertura, comparar las gráficas de DRM de los distintos interruptores probados, detectar variaciones de tiempo durante la maniobra de apertura entre las distintas cámaras de un interruptor o entre diferentes interruptores y todo esto sin tener que combinarse con un analizador de interruptores, ofreciendo una solución fácil, rápida y eficaz a un menor coste.



1. Medida Externa que permite detectar la aparición de tensión en la bobina de apertura o registrar la temperatura.
2. Conexión de medida para la Doble Puesta a Tierra.
3. Conexión de medida de Tensión, cálculo de la resistencia bajo prueba.
4. Tomas de inyección de corriente



## Subestación Tudela - España

El comienzo de la realización de estas pruebas en una de las compañías eléctricas más importantes de España se debe a la necesidad de adquirir un equipo que tuviera un manejo sencillo, que permitiera conocer el estado del interruptor sin la necesidad de realizar multitud de conexiones, que su precio fuera asequible y sobretodo que fuera capaz de trabajar en entornos agresivos como son las subestaciones de alta tensión.

En este caso, los interruptores que se probaron eran interruptores monofásicos de SF6 con doble cámara, de 400 kV de la marca ABB. Cada una de las fases se van a nombrar en el siguiente documento como Fase 0, Fase 4 y Fase, mientras que cada una de las cámaras como C1 (cámara 1) y C2 (cámara 2). Los tres interruptores se encontraban conectados a tierra en cada uno de los extremos, por lo que se empleo la pinza de Doble Puesta a Tierra.

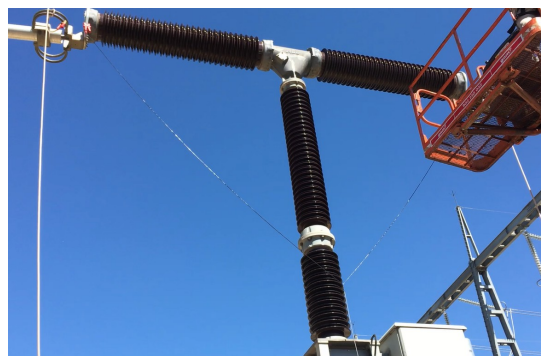
Para la realización de las pruebas se realizaron las conexiones pertinentes en cada una de las cámaras de cada interruptor y con ambas cámaras. Se conectó la medida externa que nos permite detectar la aparición de tensión en la bobina de apertura del interruptor para poder graficar la variación de la resistencia durante la apertura (1), las pinzas de inyección de corriente (4), las pinzas para detectar la caída de tensión producida en el interruptor (3) y la pinza de Doble Puesta a Tierra (2).

Una vez realizadas todas las conexiones, se siguió el siguiente orden de prueba:

- Fase 0: C1, C2 y C12
- Fase 4: C1, C2 y C12
- Fase 8: C1, C2 y C12

Por otro lado en cada una de las cámaras se siguió el siguiente orden de prueba.

- Medida de la resistencia estática
- DRM



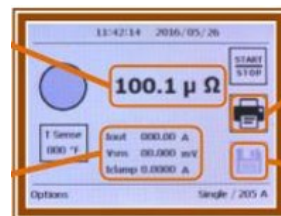
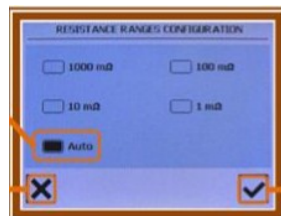
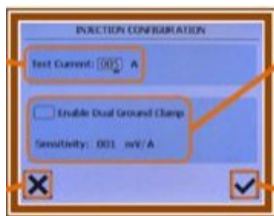
### - Fase 0, Fase 4 y Fase 8

El procedimiento seguido, fue analizar cada una de las cámaras y ambas cámaras de cada uno de los interruptores monofásicos comenzando por la prueba de medida de resistencia estática y seguidamente la prueba DRM.

La utilización del Prime 600 es fácil e intuitiva, por lo que para configurar y realizar cualquiera de estas pruebas sólo se necesitan unos segundos.

### Resistencia Estática

1. Seleccionar el "Modo de Trabajo: Single" y el tiempo de duración de la inyección
2. Ajustar la corriente que desea inyectar y Activar la Doble Puesta a Tierra
3. Ajustar al rango de resistencia
4. Pulsar "Start" para comenzar la prueba.



Una vez realizada la medida de Resistencia Estática del Interruptor los resultados se pueden imprimir en el acto. Para este caso se guardaron en un USB, para posteriormente poder visualizarlos y analizarlos en un ordenador, gracias al potentísimo software con el que cuenta este equipo, *Prime-Sync*.

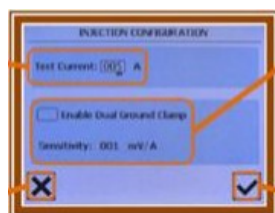
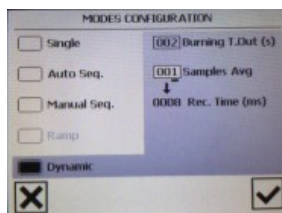
Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

	Fase 0		Fase 4		Fase 8	
	Cámara 1	Cámara 2	Cámara 1	Cámara 2	Cámara 1	Cámara 2
Resistencia ( $\mu\Omega$ )	38,6	38,5	40,6	40,5	64,7	48,3
Corriente de Salida (A)	299,84	299,79	300,15	299,85	298,17	299,52
Tensión Medida (mV)	11,246	11,338	11,880	11,872	8,9896	7,7183
Corriente Puesta a Tierra (A)	8,5178	5,2431	7,3328	6,7933	8,9896	7,7183

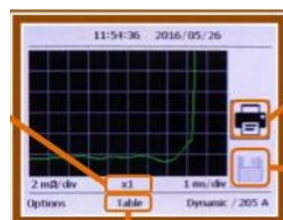
### Resistencia Dinámica

Una vez terminada la prueba para conocer el valor de la resistencia del interruptor, cambiar de prueba a la medida de resistencia dinámica, es algo fácil y rápido:

1. Seleccionar el "Modo de Trabajo: Dynamic" y ajustar al tiempo de apertura del interruptor
2. Ajustar la corriente que desea inyectar y Activar la Doble Puesta a Tierra
3. Ajustar al rango de resistencia
4. Pulsar "Start" para comenzar la prueba.



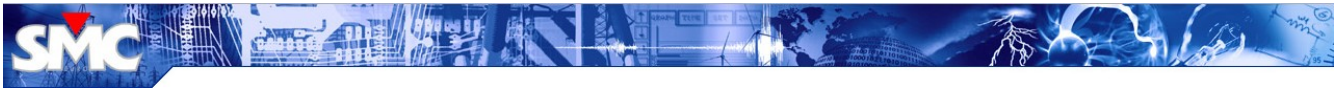
5. Pulsando "Graph" se observa la maniobra de apertura del interruptor



6. Pulsando "Table" se pueden observar los resultados obtenidos durante la prueba

S	R(mΩ)	Itest(A)	Vtest(mV)	Iclamp(A)
10	1.65	189.73	305.87	4.5373
9	1.65	189.65	304.93	4.6240
8	1.65	189.71	304.20	4.5926
7	1.65	189.61	304.62	4.6456
6	1.65	189.65	304.60	4.5730
5	1.65	189.55	304.60	4.5996
4	1.65	189.59	304.76	4.5380
3	1.65	189.51	304.74	4.5691
2	1.65	189.53	304.74	4.5240
1	1.65	189.45	304.68	4.6044

Cada una de las medidas de resistencia dinámica realizadas se pueden imprimir en el instante. En este caso se guardaron en un USB con el propósito de analizar y comparar detenidamente las distintas gráficas obtenidas durante los ensayos.



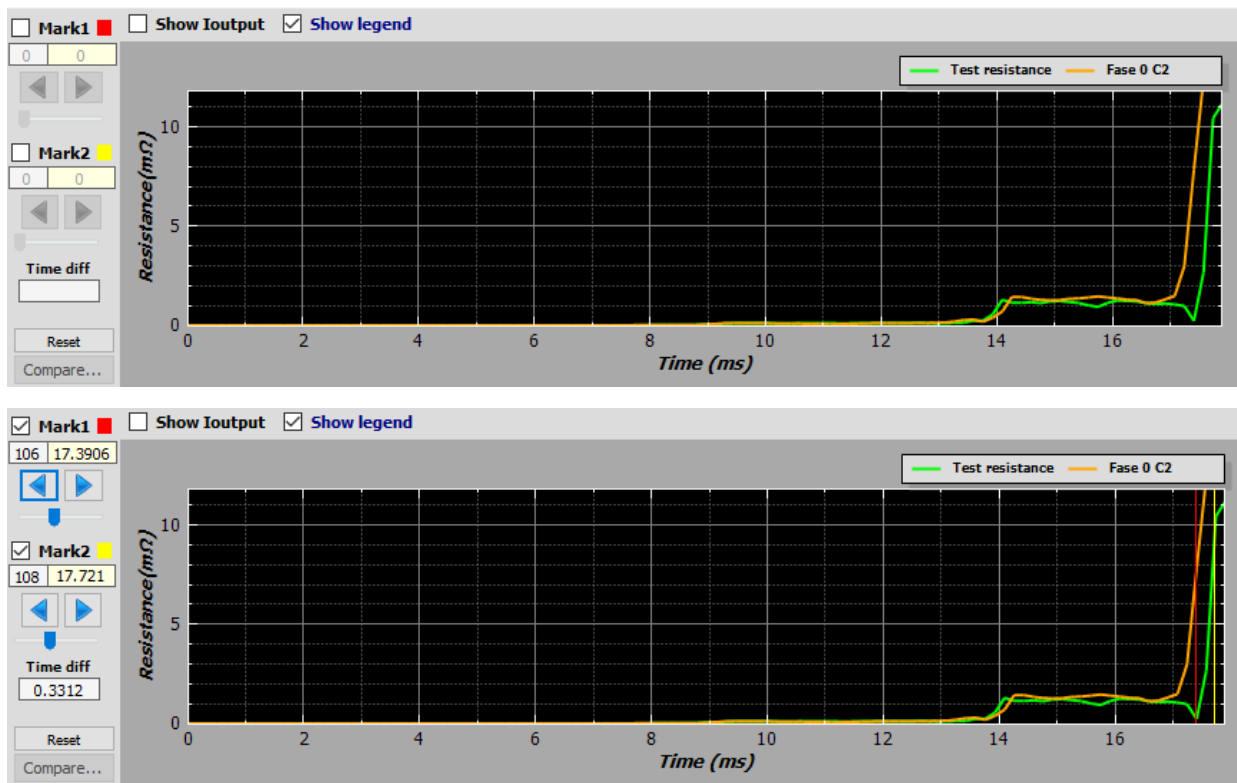
## PrimeSync - Software

Gracias a esta potente herramienta, los resultados obtenidos durante las pruebas se pudieron comparar entre sí, analizando la variación de tiempo que puede existir entre la apertura de una cámara y otra, analizando si los interruptores de cada una de las fases se encuentran alineados así como conocer como se están comportando cada una de las cámaras del interruptor en base a un patrón.

El patrón que ha servido para la comparación de cada una de las cámaras de cada uno de los interruptores se tomó de un interruptor salido de fábrica con las mismas especificaciones que los interruptores a probar.

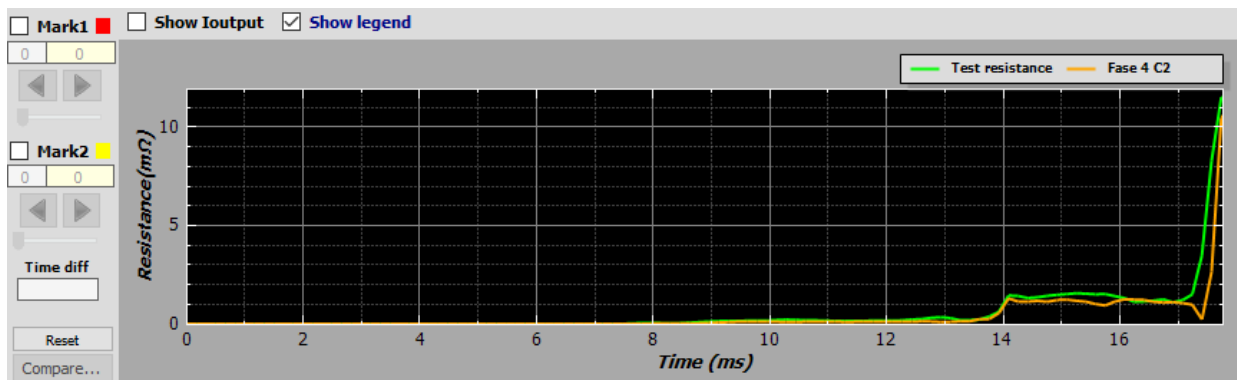
### - Comparación entre las cámaras de cada uno de los interruptores monofásicos

#### Fase 0: Comparación C1 - C2

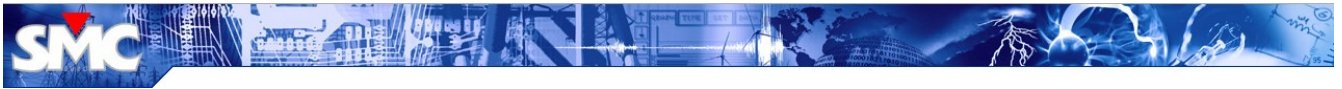


Gracias al software *PrimeSync* se puede apreciar que la gráfica de DRM mostrada por ambas cámaras es casi idéntica, habiendo sincronismo en el momento del arco observándose también una diferencia de 0,3312 ms desde que la C2 abre hasta que termina de abrir la C1.

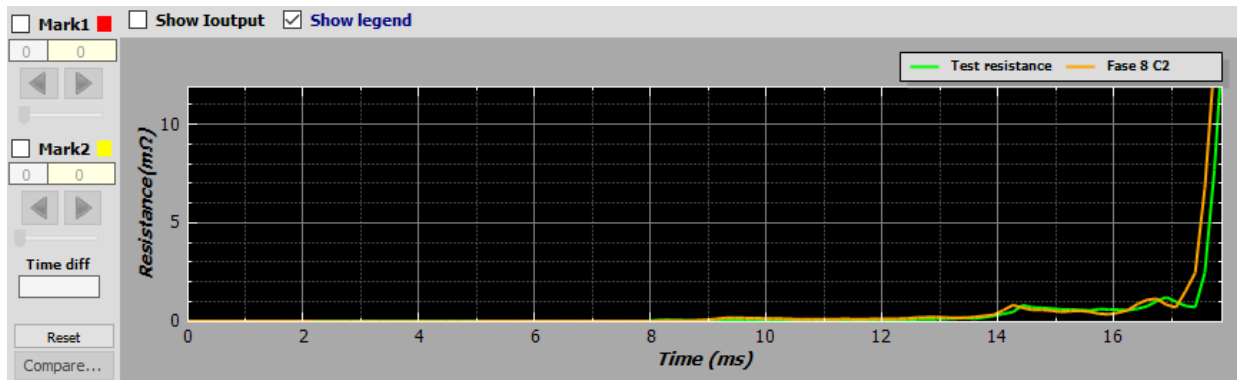
#### Fase 4: Comparación C1 - C2



Se puede ver como hay un sincronismo total entre las cámaras de este interruptor desde el comienzo de apertura de los polos hasta el momento en el que aparece el arco.

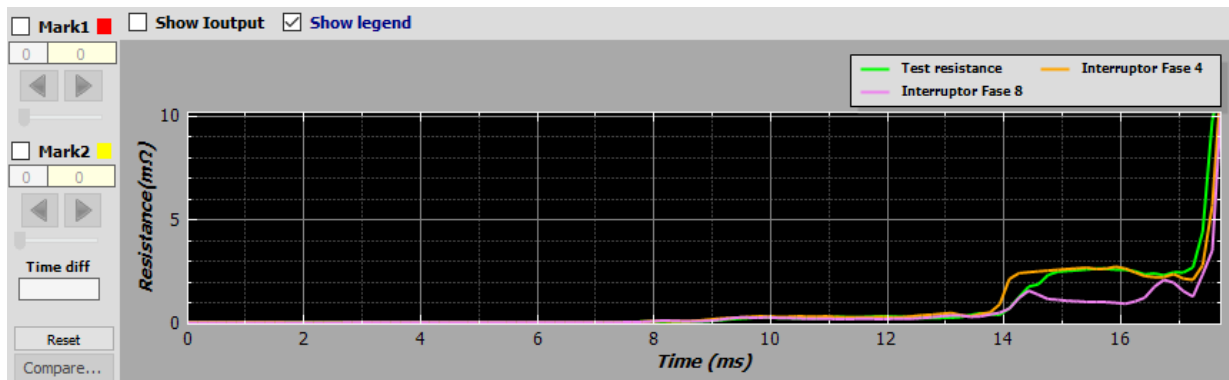


### Fase 8: Comparación C1 - C2



En esta fase, las cámaras también están completamente sincronizadas, desde el inicio de apertura de los polos hasta la aparición del arco.

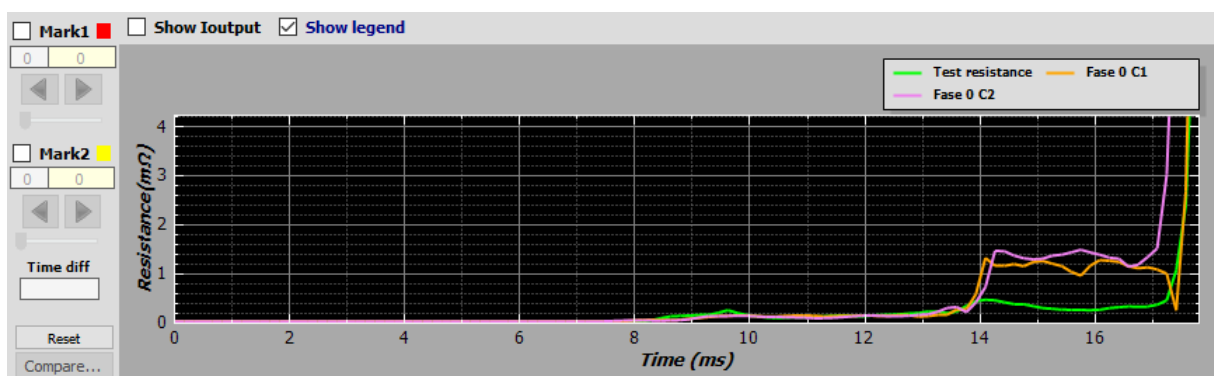
### - Comparación entre los interruptores



Durante el comienzo de la apertura de los polos los tres interruptores van sincronizados apreciándose durante la aparición del contacto de arco que tanto el interruptor de la Fase 0 como el interruptor de la Fase 4 tienen un comportamiento similar, mientras que la Fase 8 durante el contacto de arco no tiene una resistencia tan elevada.

### - Comparación de cada una de las cámaras de los interruptores con el patrón

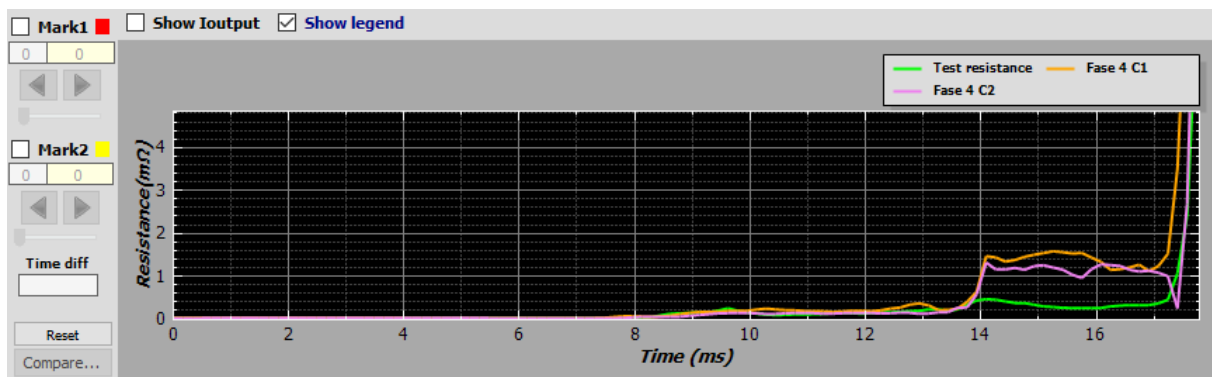
### Fase 0: Patrón - C1, C2



Gracias a la comparación de las cámaras del interruptor de la Fase 0, con la cámara que ha sido empleada como patrón de un interruptor de fábrica, se puede apreciar como en el comienzo de apertura de los polos ambas cámaras van acorde con el patrón pero existe una diferencia entre ambas en comparación con el patrón en el momento de la aparición del contacto de arco.

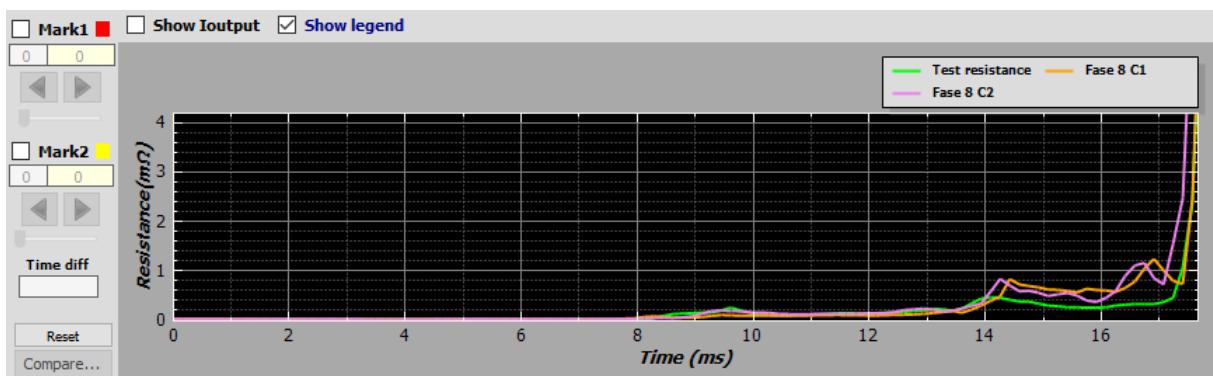


#### Fase 4: Patrón - C1, C2



Se contempla como el sincronismo del patrón con ambas cámaras desde que se produce el desplazamiento de los polos, así como en el momento del contacto de arco es muy parecido. La única variación que se presenta es en el momento del contacto de arco donde la resistencia observada en ambas cámaras es más elevada a la que tiene el patrón.

#### Fase 8: Patrón - C1, C2



Al igual que en el ocurrido en las comparaciones anteriores, el sincronismo entre el desplazamiento de los polos y el contacto de arco es similar entre las dos cámaras y el patrón. En este caso no con una resistencia tan elevada que en el momento del contacto de arco ambas cámaras tienen un valor superior al establecido por el patrón.

### Conclusión

Este documento se centra en la enorme utilidad que tiene la medida dinámica de resistencia (DRM) para conocer el estado del interruptor.

Pero la realización de esta medida en un entorno tan agresivo debido al ruido y a la inducción que existe en una subestación, no es nada fácil. Es por esto que se necesitan equipos que puedan inyectar elevadas corrientes para tener una caída de tensión significativa y poder realizar medidas de resistencia cada muy poco tiempo (33µs en este caso), así como equipos cuya electrónica sea capaz de aguantar este tipo de entornos, pues no todos los equipos son capaces.

Finalmente, destacar la enorme utilidad que tiene tener un software que te permite comparar las distintas gráficas de DRM. Ofreciendo una enorme utilidad a conocer detalles tan importantes como:

- Variaciones de tiempo entre la apertura de cada una de las cámaras de un interruptor o entre cada interruptor de cada fase.
- Comparar el sincronismo entre cámaras y entre interruptores.
- Comparar como se encuentran las cámaras o interruptores con respecto a un patrón (interruptor recién salido de fábrica)