



INFORME TÉCNICO DE ENSAYOS DE TRANSFORMADORES



INDICE

DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS	3
Objeto.....	3
ENSAYOS REALIZADOS.....	3
LUGAR Y FECHA DE LOS ENSAYOS REALIZADOS	3
DOCUMENTACION APLICABLE.....	3
PERSONAL.....	4
EQUIPOS UTILIZADOS.....	4
RESULTADOS.....	4
ESPECIFICACIONES DE LOS ENSAYOS	5
ANEXOS	14
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS.....	ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS

Objeto

Este documento tiene como objeto la elaboración de un informe de los resultados de los ensayos del transformador de TSW N° K823045 2100 KVA 20000/688/482.

Cuando llega este transformador a nuestras instalaciones se observa mucha humedad en los tacos de apriete de bobinas y en las bobinas, se realizan pruebas de aislamiento dando valores por debajo de lo admitido para que el transformador puede trabajar con garantías.

Los trabajos realizados en este transformador son desmontaje del yugo superior del núcleo magnético, desmontaje de bobinas, limpieza de las bobinas, saneado y limpieza de los tacos de apriete de bobinas, colocación de aislamientos nuevos entre el núcleo magnético y las bobinas de baja tensión, montaje de bobinas, montaje del yugo superior, secado de todo el transformador en horno, comprobación y cableado de los ventiladores y pruebas finales de todo el transformador.

Características del transformador:

TIPO DE TRANSFORMADOR	TRANSFORMADOR TRIFASICO AT
NOMBRE INTERNO	
MARCA	SIEMENS
Nº DE FABRICACIÓN	K823045
TENSIONES AT/BT	20000/688/482
POTENCIA	2100 KVA
GRUPO DE CONIXION	DYn5
POSICIONES DEL CONMUTADOR	5

ENSAYOS REALIZADOS

Se han realizado los siguientes ensayos:

- Ensayos dieléctricos generales
- Ensayos de tip-up, tip-down.
- Ensayo de excitación.
- Medida de relación de transformación.
- Medida de resistencia óhmica de devanados.
- Medida de resistencia de aislamiento.

LUGAR Y FECHA DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

Los ensayos se realizaron el día 06/04/2025 EN SAVDA.

DOCUMENTACION APLICABLE

- Procedimientos internos reflejados en el plan de calidad ISO9001:2015.

- Normas:
 - UNE21322. Métodos para la determinación del factor de pérdidas dieléctricas de los aislamientos eléctricos.
 - IEC 60076 Transformadores de potencia.
 - IEE C57.152 Guía para pruebas de campo de diagnóstico de transformadores de potencia, reguladores y reactancias.
- Elaboración de diagnóstico en base a los siguientes criterios:
 - Comparación de datos del fabricante
 - Comparación con unidades similares
 - Límites establecidos por normativas y adoptados por SAVDA.

PERSONAL

En los ensayos participaron:

Félix Fernandez Díaz

Homero López Reyes

EQUIPOS UTILIZADOS

En la siguiente tabla se describen los equipos utilizados en los ensayos.

MARCA EQUIPO Y DESCRIPCIÓN	Nº DE SERIE	FECHA DE CALIBRACIÓN	POXIMA CALIBRACIÓN
RAYTECH CAPO12	403-218	07/02/2025	FEBRERO DEL 2026
RAYTECH TR-MARKIII 250	412-156	07/02/2025	FEBRERO DEL 2026
RAYTECH WR14	401-185	07/02/2025	FEBRERO DEL 2026
MEGABRAS MD-10KVR	21C1515	07/02/2025	FEBRERO DEL 2026

RESULTADOS

- **Aislamientos generales. Medida de tangente de delta y capacidad.**

Los valores obtenidos en todos los aislamientos medidos son normales para este tipo de transformador.

- **Medida de corriente de excitación**

Los valores obtenidos son los esperados teniendo en cuenta la geometría de esta máquina, por tanto, indican un buen estado del núcleo magnético.

- **Medida de relación de transformación**

Los resultados muestran que la relación de transformación se cumple correctamente obteniéndose desviaciones respecto al ratio nominal que no superan el límite establecido por norma del $\pm 0,5$

El grupo de conexión medido corresponde con lo especificado en placa de características de la máquina.

- **Medida de resistencia óhmica de devanados**

Los resultados de las tres fases son muy similares entre ellas tanto en el devanado primario como en el devanado secundario por tanto todos los valores son satisfactorios y acordes al tipo de máquina en cuestión.

- **Medida de resistencia de aislamiento**

El resultado de la resistencia de aislamiento esta por encima de los valores normales para este tipo de transformadores.

CONCLUSIONES DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Evaluando el conjunto de valores obtenidos de los ensayos efectuados, podemos llegar a la conclusión de que el estado del transformador es **aceptable**, por lo que se considera apto para su funcionamiento.

se recomienda la repetición de ensayos en un plazo aproximado de 3 años, para un correcto seguimiento de la máquina y en especial de los aislamientos.

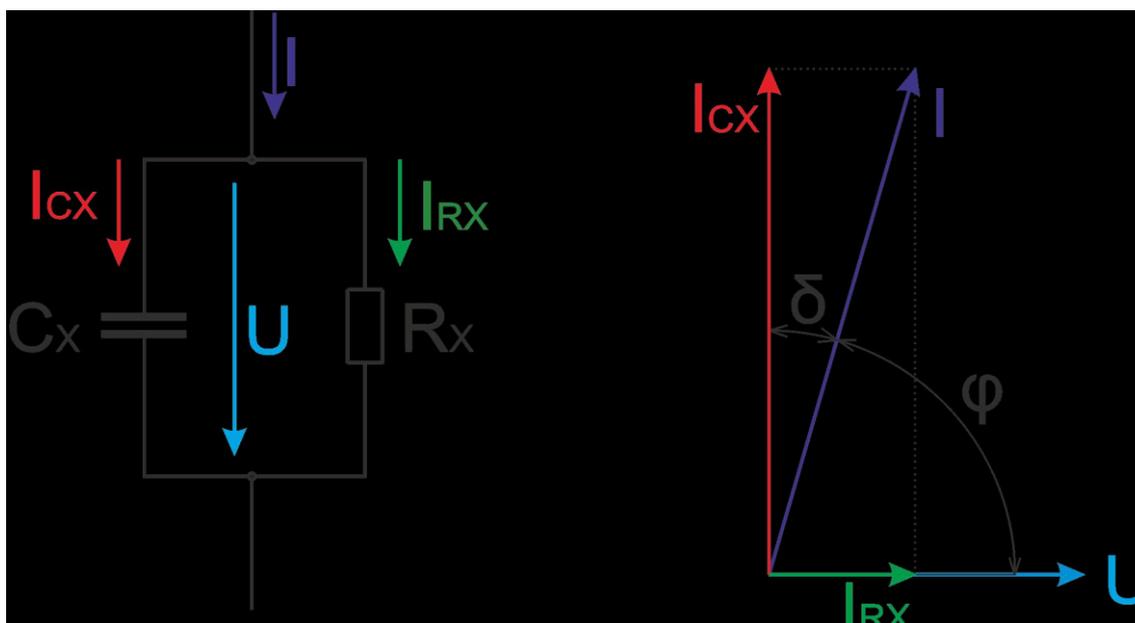
ESPECIFICACIONES DE LOS ENSAYOS

- **TANGENTE DE DELTA Y CAPACIDAD (ensayos dieléctricos en c.a)**

La tangente de delta, también denominada como factor de disipación, es un parámetro que permite determinar las pérdidas dieléctricas de un aislamiento.

La prueba de tangente de delta se realiza según norma UNE 21322.

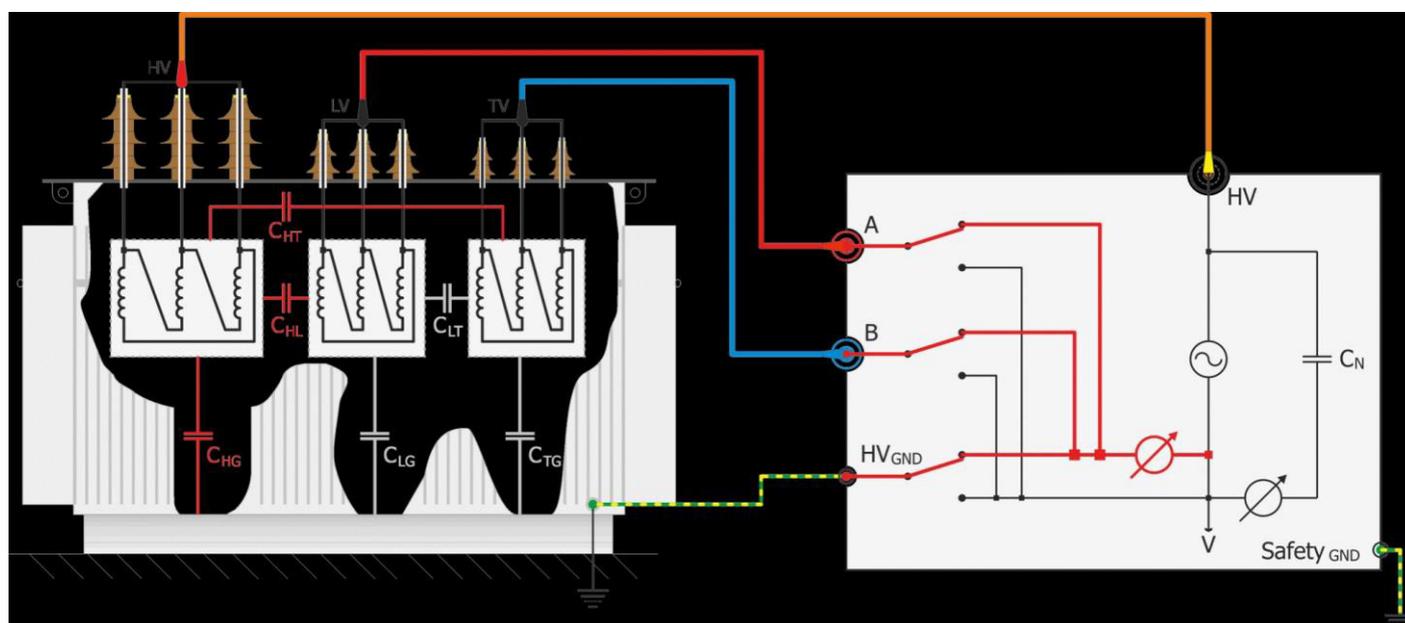
El sistema aislante se podría representar por medio de un elemento capacitivo, como el condensador real mostrado por la siguiente figura:



La componente capacitiva I_c depende de las características geométricas de la máquina y de la constante dieléctrica del material, mientras que la resistiva I_r es indicativa tanto de vacíos en el interior del aislante como de contaminación y humedad. La componente resistiva tendrá siempre un valor mucho menor que la capacitiva, por lo que el ángulo δ será muy pequeño. Tanto la tangente de delta como el factor de potencia, serán los parámetros principales para evaluar el estado de una máquina dentro de estos ensayos, pudiéndose trabajar indistintamente con uno u otro valor, ya que al ser muy pequeña δ y δ muy próxima a 90° , $\cos\delta \approx \sin\delta$ y, por tanto tienen un valor prácticamente igual.

$$\cos\varphi = \frac{P(\text{Wattios})}{E \times I_T} = \frac{E \times I_R}{E \times I_T} = \frac{I_R}{I_T} \quad \text{y} \quad \tan\delta = \frac{I_R}{I_C}$$

Las medidas de la capacidad, la intensidad y la potencia de pérdidas son complementarias para obtener una mayor información de la máquina en estudio. La medida de los distintos parámetros mencionados para cada aislamiento medido, CH, CHL, CL permite evaluar el estado interno dieléctrico del transformador.



En donde:

- • CH: Aislamiento entre el devanado de alta y tierra.
- • CHL: Aislamiento entre devanados de alta y baja.
- • CL: Aislamiento entre el devanado de baja y tierra.

Corriente y capacidad

La capacidad C y la componente capacitiva de la corriente I_c son dos parámetros cuyo valor depende principalmente de la constante dieléctrica del material y de las características geométricas de la máquina, de tal forma que la evolución con el tiempo de la capacidad en una máquina puede revelar variación en sus características geométricas que devalúan el estado de la máquina. Al igual que en la tangente de delta, es importante su evolución con la tensión, que puede ser indicativa de defectos internos del aislamiento.

Potencia de pérdidas

El valor de la potencia de pérdidas (W o P = U \cdot I) es reflejo principalmente del grado de contaminación superficial y/o humedad. Valores de la potencia elevados indican una corriente resistiva grande, por lo que, si un valor alto de la tangente de delta coincide con un valor elevado de la potencia de pérdidas, la causa del aumento de las pérdidas dieléctricas puede ser la contaminación o humedad.

$$\tan\delta = \frac{I_R}{I_C} \approx \cos\phi = \frac{I_R}{I_T} = \frac{P(\text{Wattios})}{E \times I_T}$$

Tangente de delta

Es la medida principal que obtenemos en los ensayos. Con la tangente de delta se ve la importancia que tiene la componente resistiva en el global de la corriente que circula por el aislamiento. El valor de dicha componente resistencia depende en gran medida del número de huecos existentes tanto en el interior del aislante como entre el aislamiento y el núcleo magnético, siendo por tanto la tangente de delta uno de los parámetros de medida de las pérdidas dieléctricas del aislante.

Interpretación de resultados

Al ser la tangente de delta una medida de las pérdidas dieléctricas, la calidad del aislamiento será mejor cuanto menor sea el valor de la misma. Como parámetro de medida de la tangente, se toma el resultado obtenido para una tensión aplicada o referida a 10 KV y a 20°C, admitiéndose como valores normales hasta un 1%.

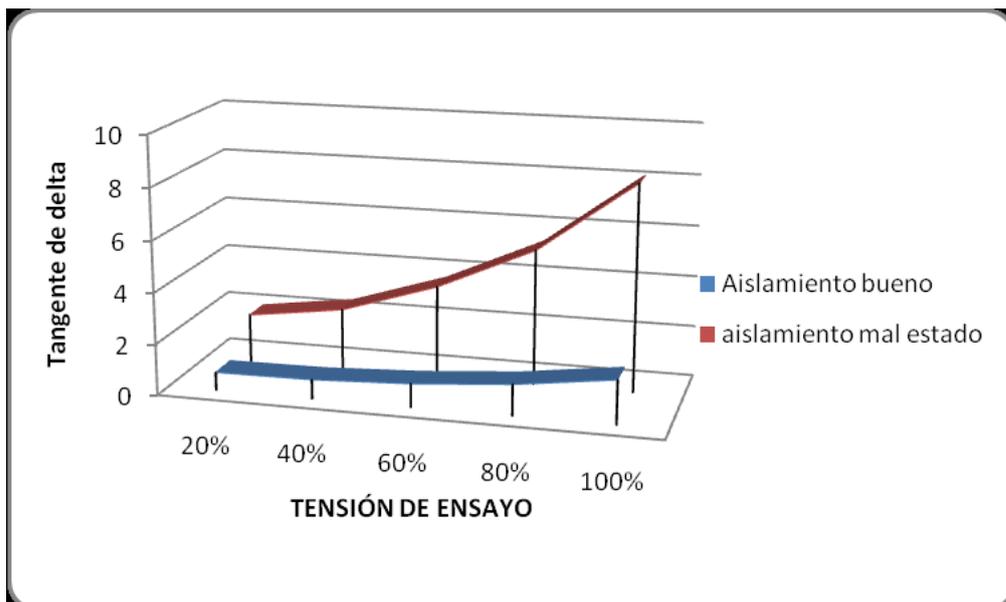
A la hora de evaluar los resultados, se deberá de tener en cuenta que los parámetros obtenidos se ven afectados por diversas situaciones, como la contaminación externa y humedad, lo cual puede llevar a confusión del estado interno del aislamiento.

- Ensayo de tangente de delta con carrido de tensión. Tip-up y – Tip-down

En un aislamiento en buen estado, el valor de la tangente no deberá de variar mucho al aplicar distintos valores de tensión. Sin embargo, en un aislamiento con defectos internos se producirán mayores pérdidas dieléctricas al ir aumentando la tensión, que será acompañado de un aumento en el valor de la tangente.

El tip-up indica un crecimiento del valor de la tangente de delta con la tensión de ensayo, un ligero crecimiento no supone un problema, sin embargo, si el aumento es sustancial sugiere una ausencia grave de aislamiento.

El tip-dow indica un descenso del valor de la tangente de delta con la tensión de ensayo lo que también puede ser indicativo de algún tipo de problema en el seno del aislamiento.



- ENSAYO DE EXCITACIÓN:

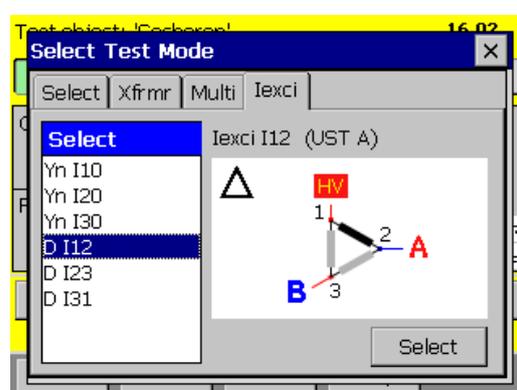
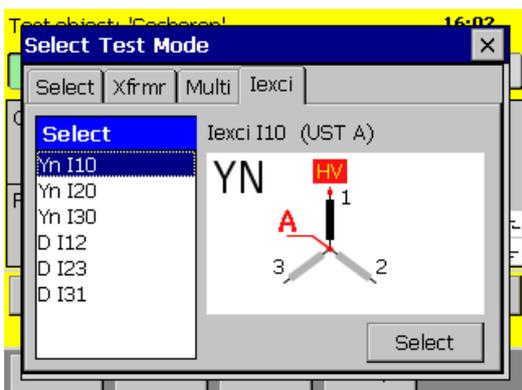
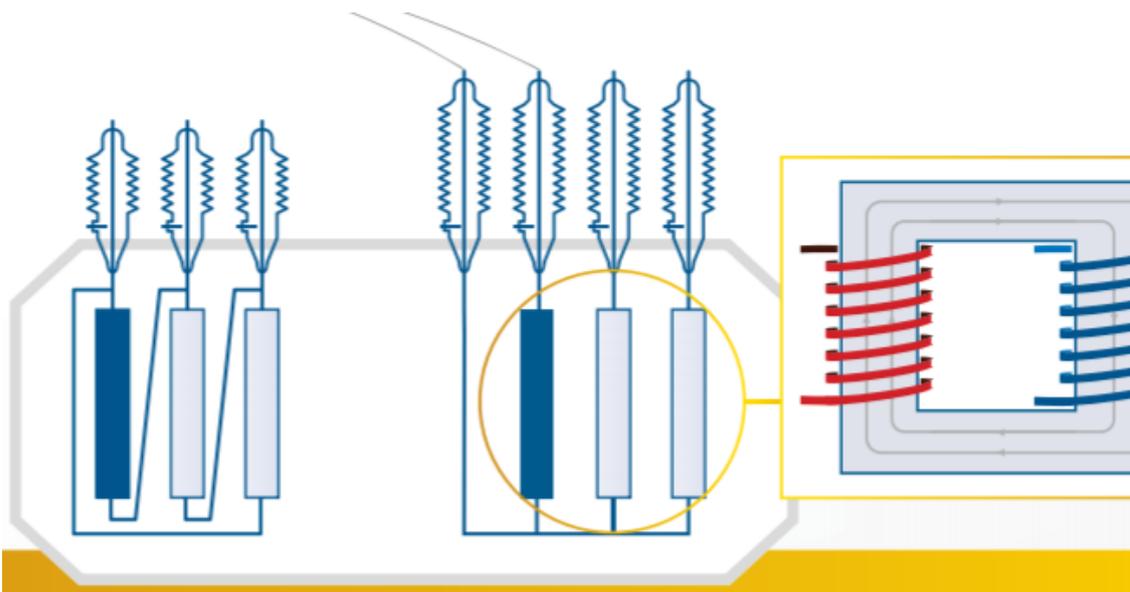
La prueba de la corriente de excitación consiste en una simple medición en circuito abierto de la magnitud y la pérdida de la corriente, normalmente en el lado de alta tensión del transformador,

con los terminales de los otros devanados dejados a flote (con la excepción de un neutro conectado a tierra). La corriente de excitación se mide a la frecuencia nominal y normalmente a

tensiones de hasta 10kV. Los transformadores trifásicos se prueban aplicando una tensión de prueba monofásica a una fase cada vez.

El análisis de diagnóstico de los resultados de las pruebas de corriente de excitación se basa en gran medida en el reconocimiento de patrones. Tanto la magnitud de la corriente como las pérdidas dependen del diseño del transformador y son únicas para cada unidad. Los resultados también pueden utilizarse en comparación con datos anteriores de pruebas realizadas a la misma tensión de prueba.

Para la gran mayoría de los transformadores trifásicos, el patrón es de dos lecturas altas similares en las fases exteriores y una lectura mas baja en la fase central. Las fases similares no deben desviarse más del 5 % al 10 % entre ellas.



Si las tres fases muestran diferentes corrientes de excitación, se recomienda una investigación adicional. Un patrón de fases diferente podría tener como causa un núcleo magnetizado o un problema del devanado.

Además del patrón de fases, los resultados también deben mostrar un patrón distintivo en todas las posiciones de toma que pueden variar dependiendo del tipo de cambiador de tomas. Aunque no se conozca el patrón específico del cambiador de tomas, deberá ser el mismo para todas las fases.

Los problemas que se pueden detectar con esta prueba son los siguientes:

- Laminado de hierro en cortocircuito.
- Cambios fundamentales en las características del hierro.
- Sistema de abrazadera del núcleo flojo
- Cortocircuito y cortocircuito parcial en el aislamiento de las espiras del bobinado.
- Conexiones inapropiadas en bobinas.
- Contactos y conexiones de alta resistencia etc.
- ENSAYO DE RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN:

La condición del transformador depende mucho del rendimiento del bobinado para proporcionar la esperada relación de tensión, que está directamente relacionada con la relación de espiras, por lo tanto, la prueba de relación de transformación es una prueba

esencial del mismo, uno de los métodos más eficaces para la evaluación de su estado y constituye una prueba básica no únicamente de diagnóstico, sino también de comprobación. Los cambios en la relación de espiras, y las desviaciones correspondientes respecto a la relación de la placa de características, más allá de la tolerancia de error máxima, puede ser una La condición del transformador depende mucho del rendimiento del bobinado para proporcionar la esperada relación de tensión, que está directamente relacionada con la relación de espiras, por lo tanto, la prueba de relación de transformación es una prueba esencial del mismo, uno de los métodos más eficaces para la evaluación de su estado y constituye una prueba básica no únicamente de diagnóstico, sino también de comprobación. Los cambios en la relación de espiras, y las desviaciones correspondientes respecto a la relación de la placa de características, más allá de la tolerancia de error máxima, puede ser una indicación de daños o deterioro del bobinado tales como:

Espiras abiertas

Espiras en cortocircuito

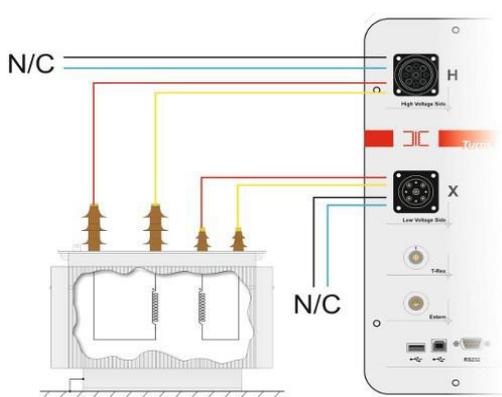
Conexiones incorrectas

Problemas internos del núcleo magnético

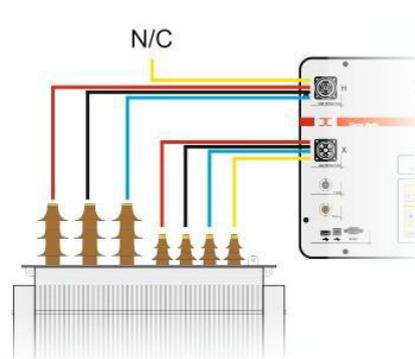
Problemas en el cambiador de tomas

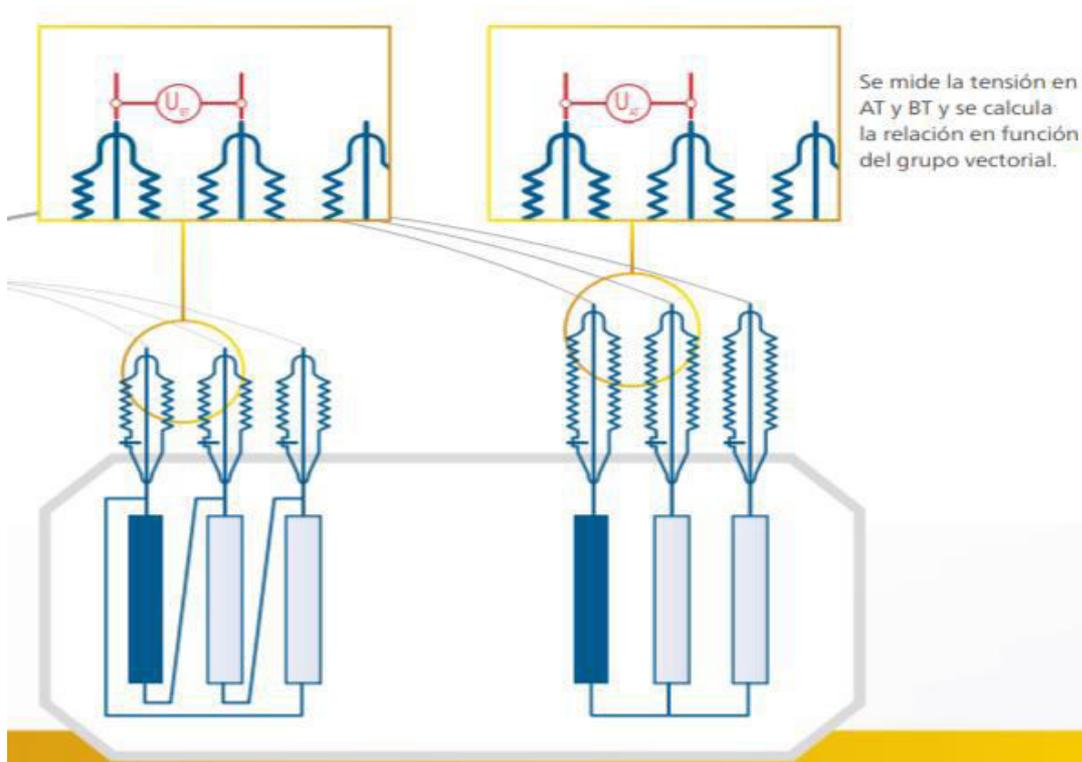
La prueba de relación de transformación mide la relación real de tensión, que se compara con la de placa. En transformadores de potencia se realiza por inyección de una tensión en bornes Primarios de transformadores desenergizados y la correspondiente medición de la tensión inducida en otro devanado. La prueba se realiza para cada fase y para para varias posiciones de toma si el transformador tiene varias tomas para cambiar su relación de tensión.

Transformador monofásico



Transformador trifásico





Las normas internacionales (IEC 60076-1 e IEEE C57.152) exigen que la relación de tensión medida entre dos bobinados esté dentro del $\pm 0.5\%$ de la relación indicada en la placa de características.

- ENSAYO DE RESISTENCIA ÓHMICA DE DEVANADOS:

La medición de resistencia de bobinado de transformadores tiene importancia fundamental, a fines de:

Cálculos del componente I^2R en pérdidas del conductor.

Cálculo de temperatura de Bobinado al finalizar un ciclo de prueba de temperatura.

Como base para evaluar posibles daños en pruebas de campo.

Problemas o fallos ocurren debido a mal diseño, ensamblaje, tratamiento, entorno inseguro, sobrecarga ó mal mantenimiento.

Con la realización de este ensayo se puede obtener información sobre:

Puntos de alta resistencia en el bobinado que dan lugar a puntos calientes.

Aflojamiento de conexiones.

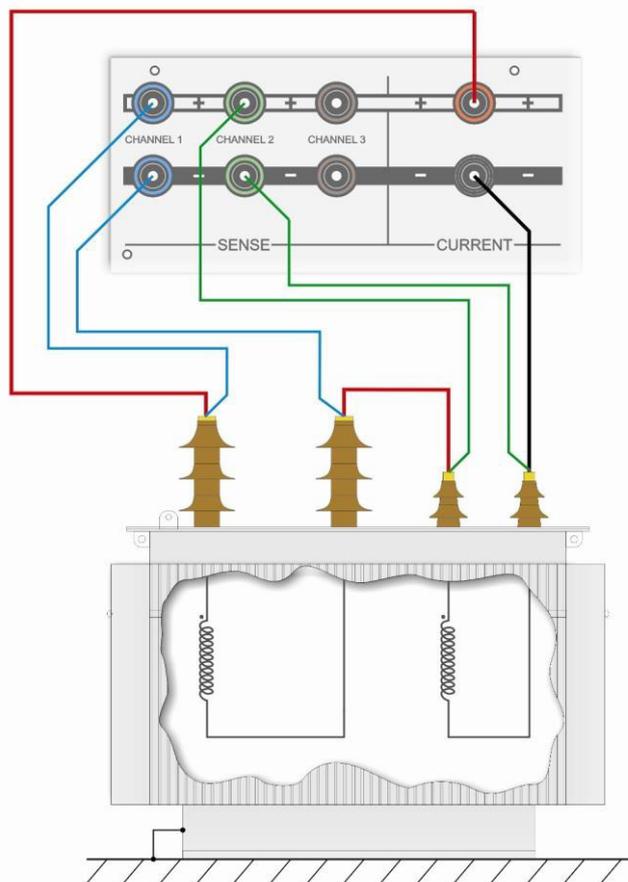
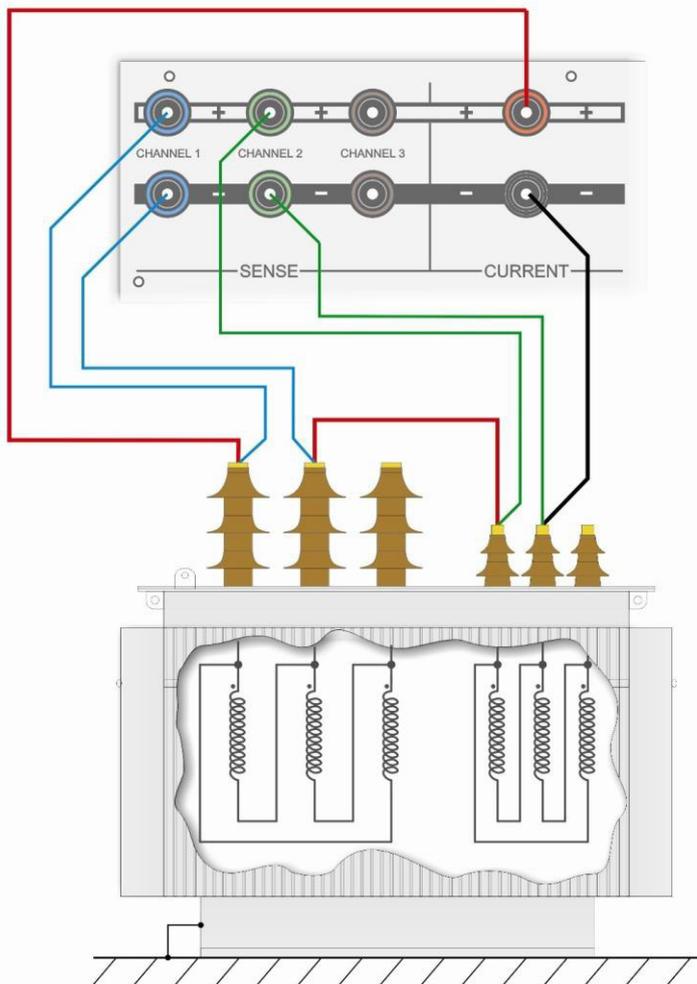
Cortocircuitos entre espiras.

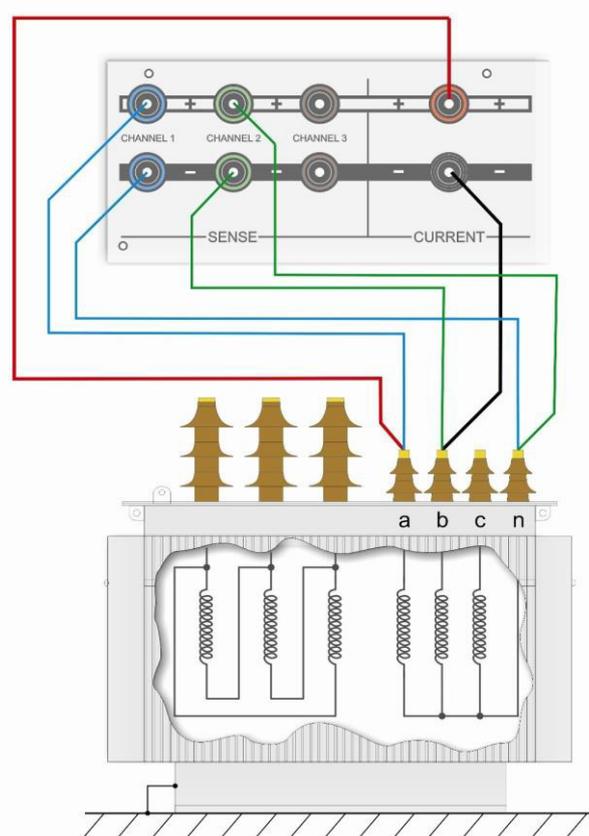
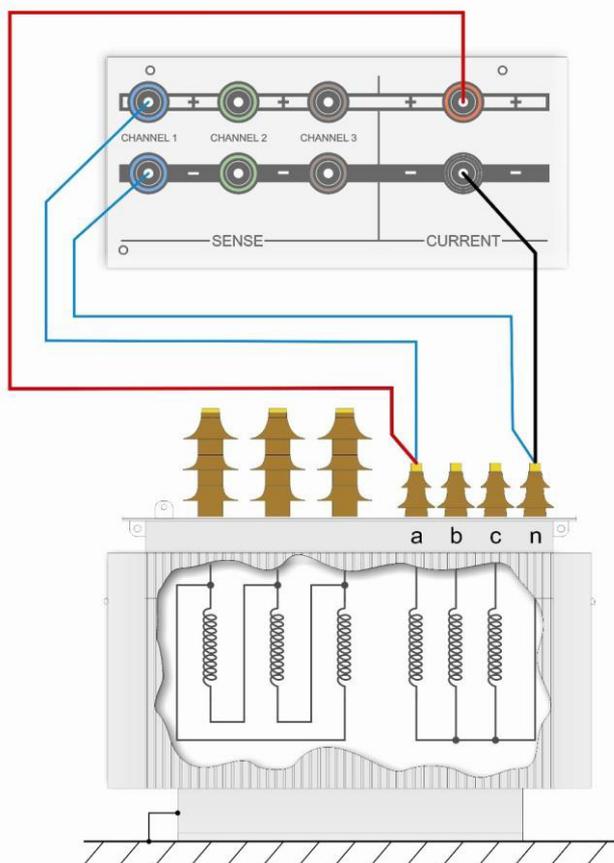
Defectos en contactos de reguladores.

Muchos transformadores tienen reguladores en carga que facilitan el incremento o la reducción de la relación de transformación. Todos los cambios de relación suponen un movimiento mecánico de un contacto de una posición a otra. Estos cambios de toma también se comprobarán durante las medidas de resistencia de bobinados.

El ensayo de resistencia óhmica se efectúa en todas las fases y en todos los devanados de la máquina, la cual debe estar des embornada.

El equipo utilizado es un Micro-ohmímetro marca Raytech WR14 , el cual tiene distintos métodos según el tipo de transformador para medir resistencias:





Entre los extremos del devanado a ensayo se aplica una tensión de corriente continua, que hace circular una intensidad por la bobina y se mide la caída de tensión. A partir de la ley de Ohm: $V = I \cdot R$, se obtiene digitalizada en el equipo el valor de la resistencia óhmica de cada arrollamiento.

Se realiza la medición de la resistencia óhmica de cada bobina si la configuración del devanado es estrella o zig-zag y se mide entre fases si la configuración del devanado es en triángulo.

El objetivo de la prueba es evaluar diferencias entre los resultados medidos para cada una de las fases. Los resultados no deben diferir en más del 1% respecto a valores de referencia y del 2-3% entre fases. Al comparar mediciones debemos de tener en cuenta que los valores deben referirse a la misma temperatura que será 75°C para transformadores de aceite y 120°C para secos.

ANEXOS

ANEXO 1

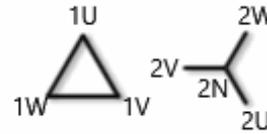
RESULTADO DE LOS ENSAYOS

TR Test Report

Transformer Nameplate:

Name: TSW
 S/N: K823045
 Type: 2100 KVA
 Manufacturer: SIEMENS
 Max. Ratio Deviation: 0.5
 Standard: IEC
 Cooling Type:
 Location: SAVDA

Configuration: Dyn5



Remarks:

Measurement

Remarks: **RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN**

1:2 D:yn-5

U Test: 40V

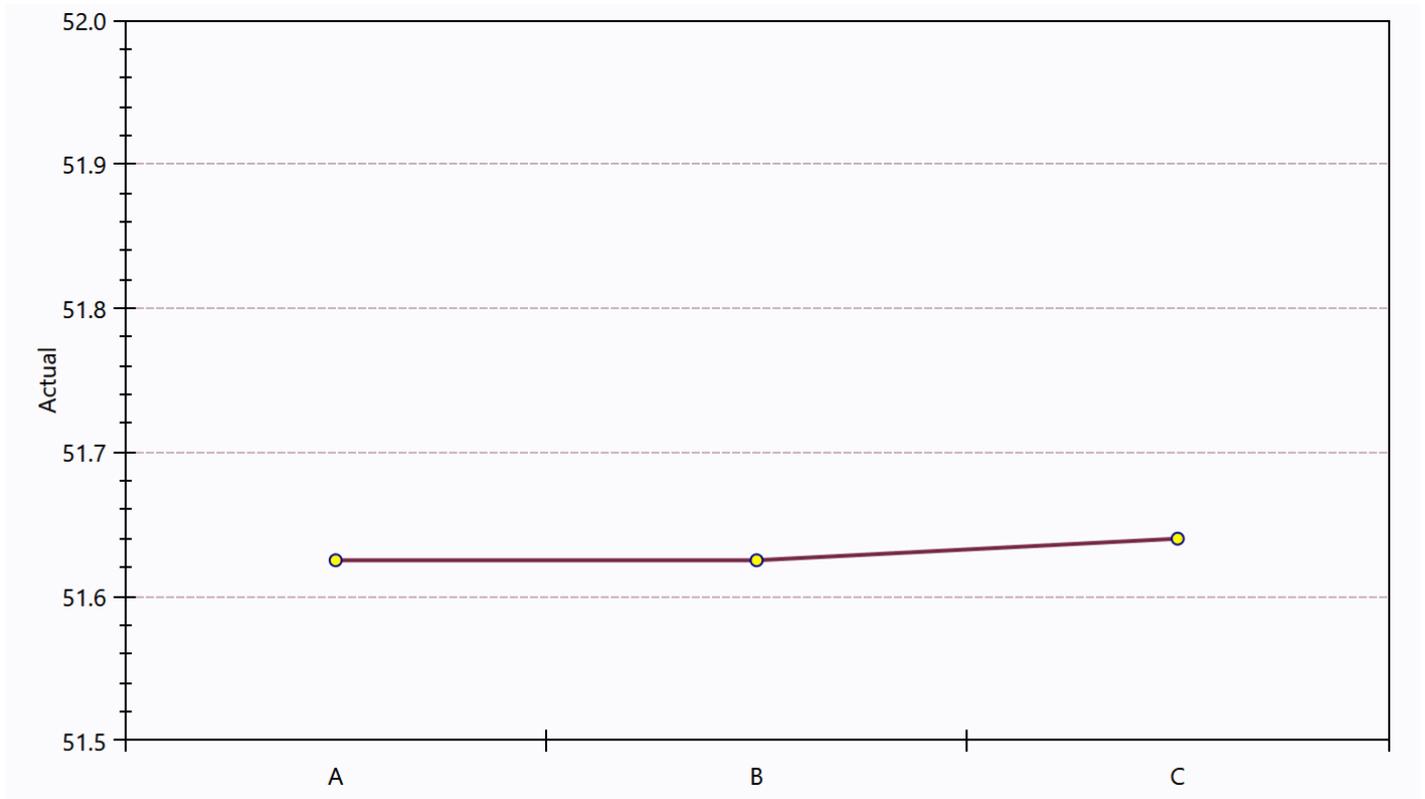
Date: 06/04/2025

[A unknown] [B unknown] [C unknown]

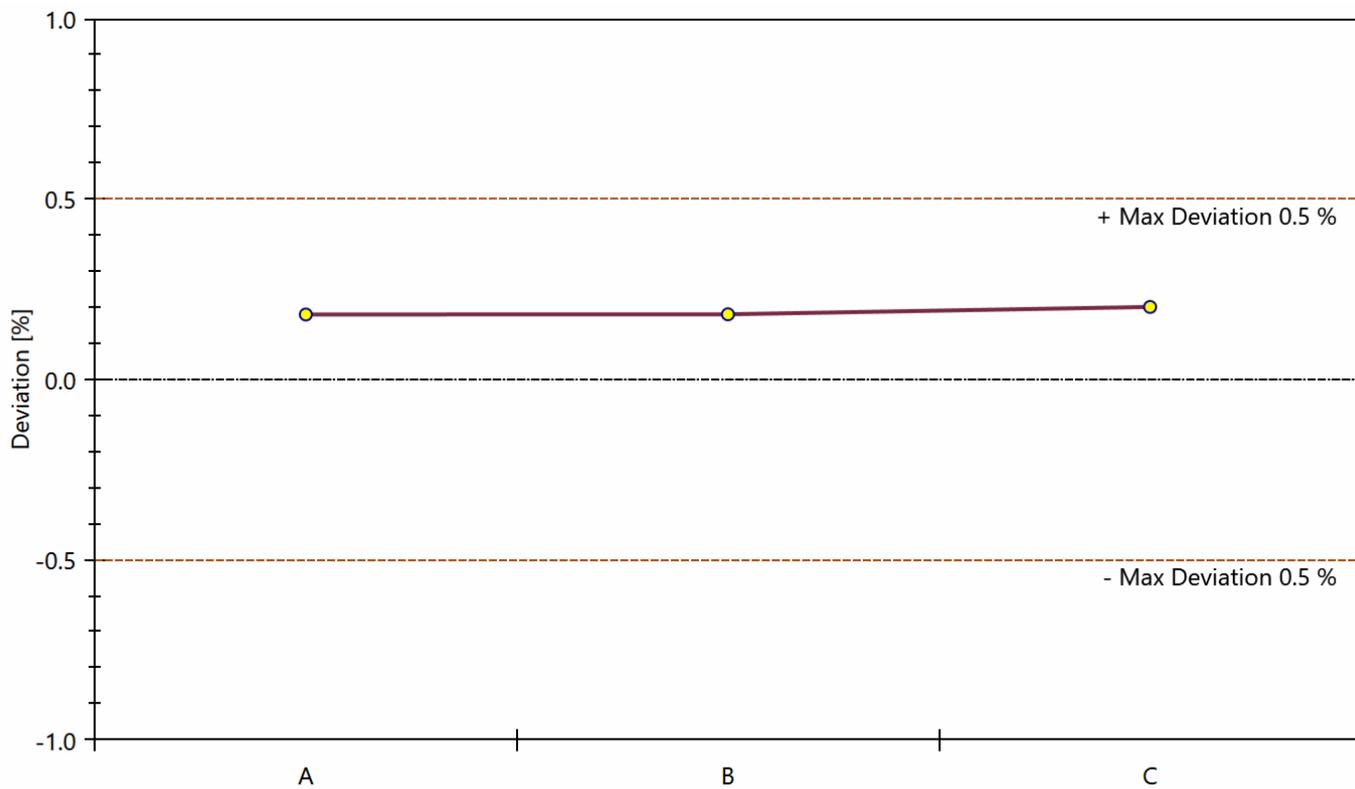
Device S/N: 412-156

Tap Changer		Phase	URated [KV]		Turn Ratio			ITest [mA]	Angle [°]	Pass
Tap 1	Tap 2		U 1	U 2	Rated	Actual	Dev. [%]			
0	0	A	20.50	0.69	51.535	51.625	0,18	2.8	-0.05	Yes
0	0	B	20.50	0.69	51.535	51.625	0,18	2.3	-0.05	Yes
0	0	C	20.50	0.69	51.535	51.640	0,20	3.0	-0.05	Yes

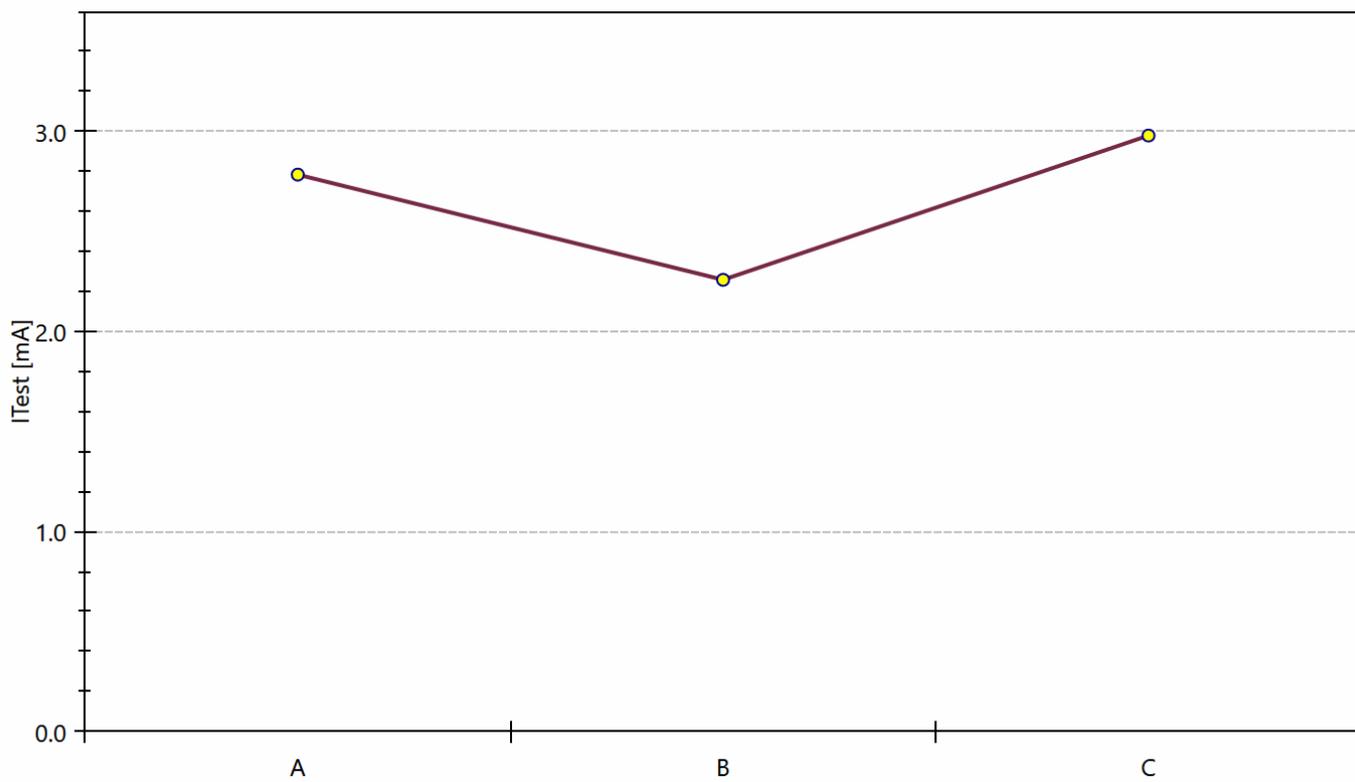
Actual graph: Phase



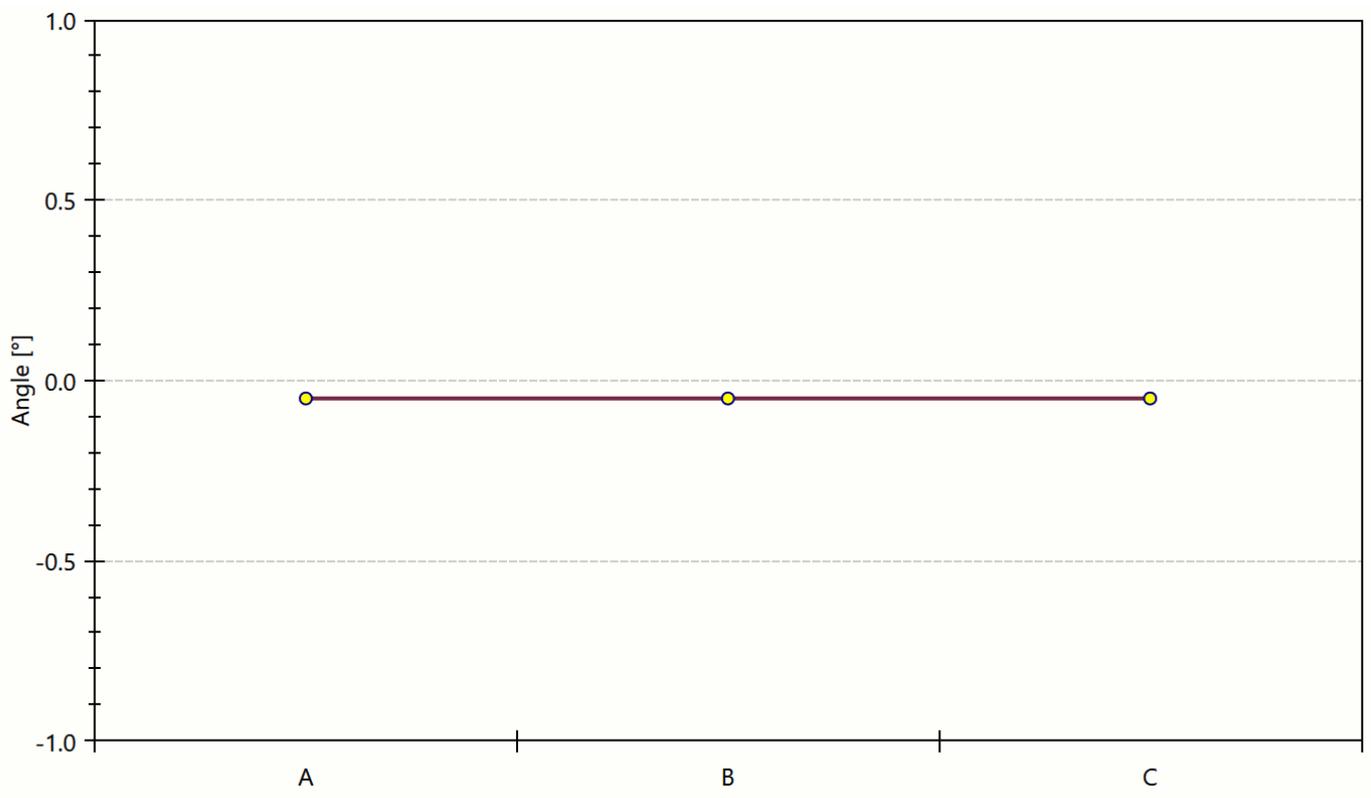
Turn ratio graph: Phase



I_{Test} graph: Phase



Angle graph: Phase

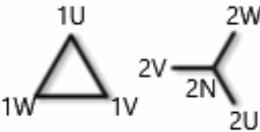


WR Test Report

Transformer Nameplate:

Name: TSW
 S/N:K823045
 Type:
 Manufacturer:
 Max. Ratio Deviation
 Standard: IEC
 Cooling Type:
 Location

Configuration: Dyn5



Remarks:

Measurement

Device Name: WR14
 S/N Device: 401185

Remarks: **RESISTENCIA DE DEVANADOS AT**

Date: 06/04/2025 Mode: S

+Time	WS	Tap	Phase	Caption	Rmeas	Rcorr	T1 [C°]	T2 [C°]	T3 [C°]	T Ext [C°]	ITest
+0:16	Pri	0	a: H1-H2	H1-H2	1.3396 Ω	1.6291 Ω				20.00	7.46

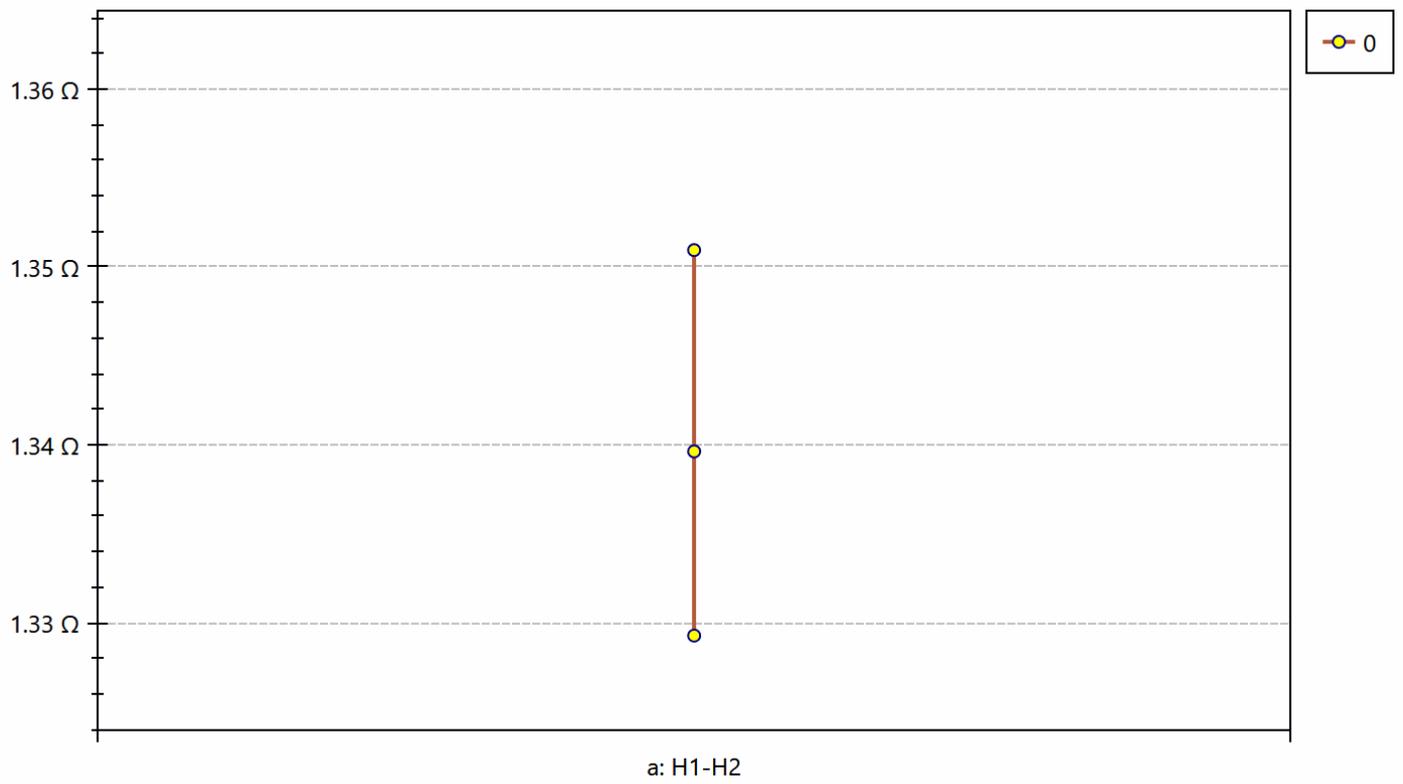
Date: 7/9/2024 11:13:44AM Mode: S

+Time	WS	Tap	Phase	Caption	Rmeas	Rcorr	T1 [C°]	T2 [C°]	T3 [C°]	T Ext [C°]	ITest
+0:17	Pri	0	a: H1-H2	H1-H2	1.3509 Ω	1.6429 Ω				20.00	7.45

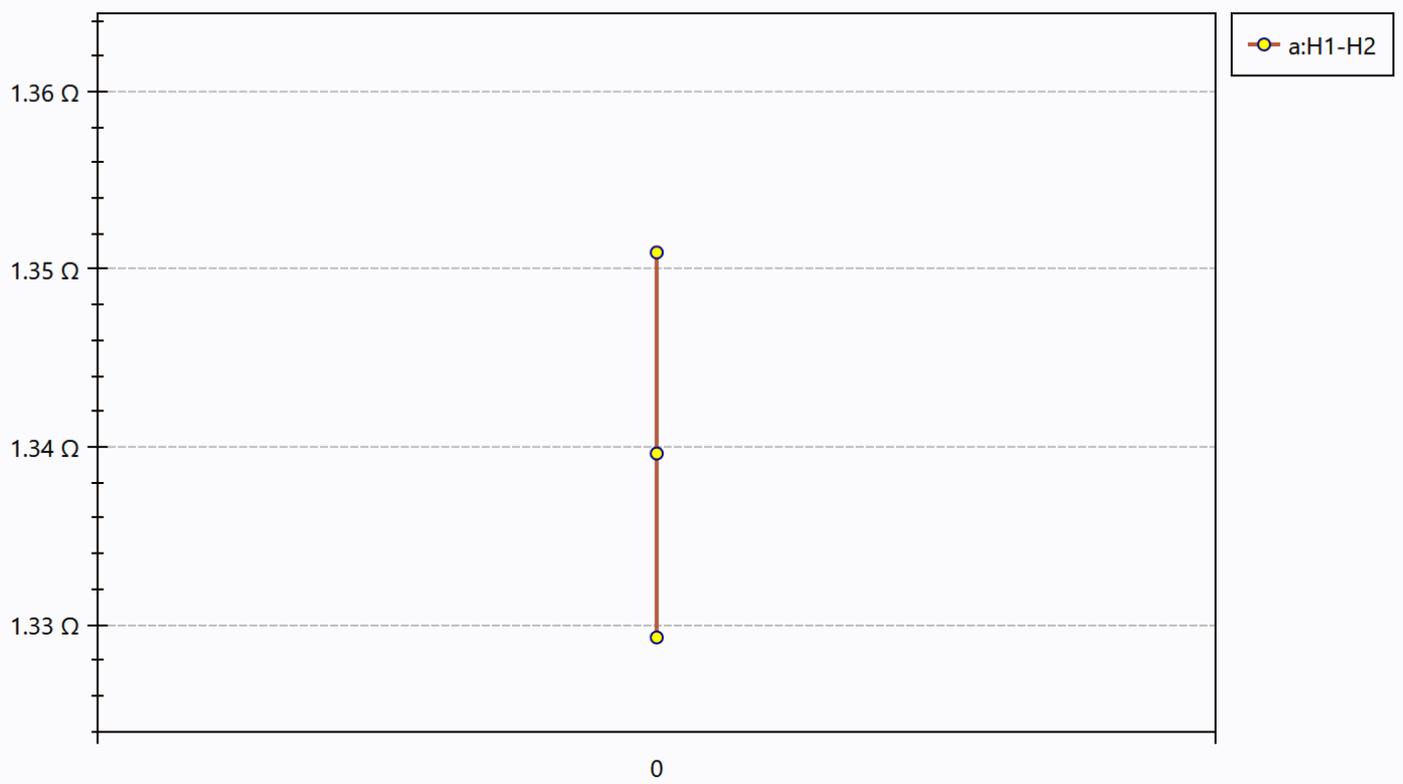
Date: 7/9/2024 11:14:50AM Mode: S

+Time	WS	Tap	Phase	Caption	Rmeas	Rcorr	T1 [C°]	T2 [C°]	T3 [C°]	T Ext [C°]	ITest
+0:17	Pri	0	a: H1-H2	H1-H2	1.3293 Ω	1.6165 Ω				20.00	7.84

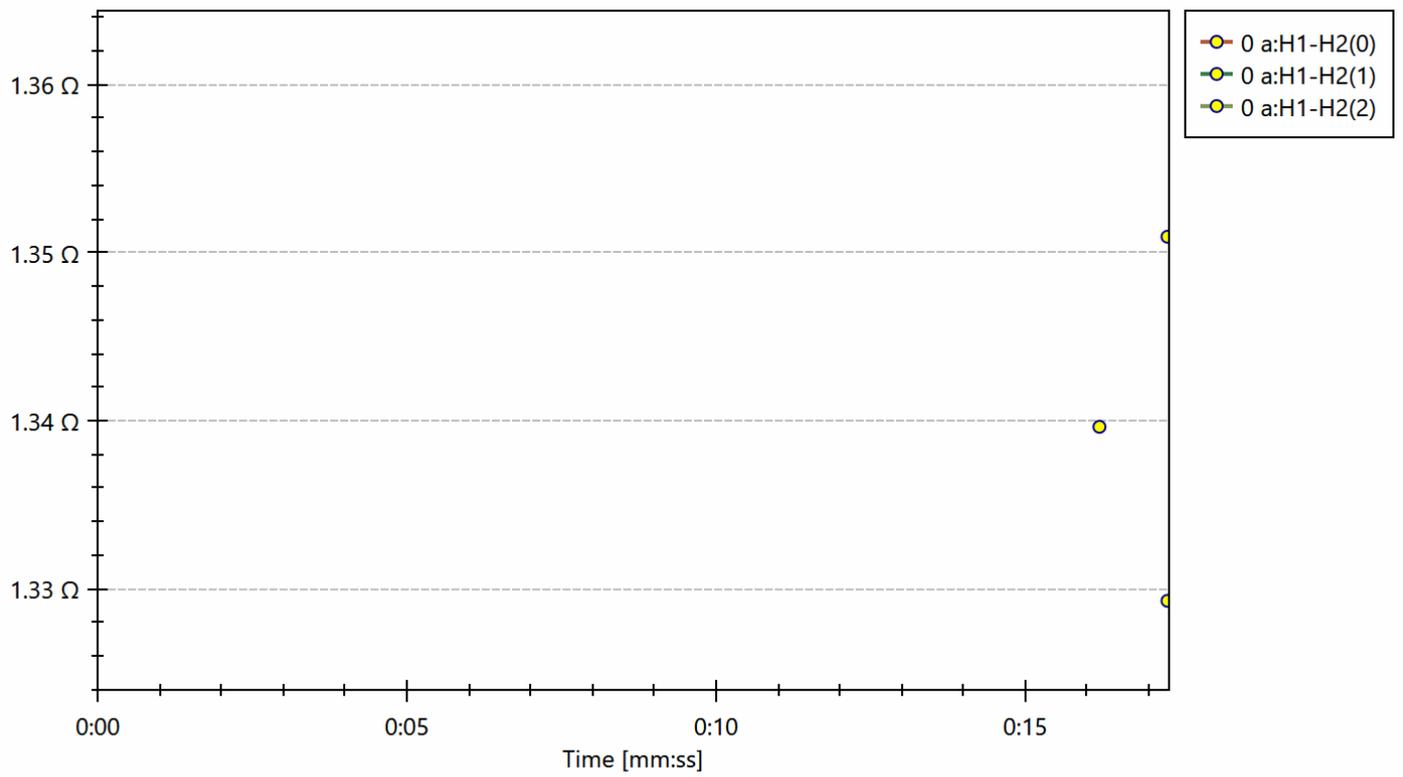
Tap graph: Pri



Caption graph: Pri



Time graph: Pri

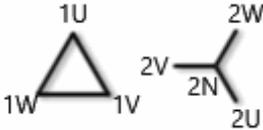


WR Test Report

Transformer Nameplate:

Name: TSW
S/N:K823045
Type:
Manufacturer:
Max. Ratio Deviation
Standard: IEC
Cooling Type:
Location
Remarks:

Configuration: Dyn5



Measurement

Device Name: WR14
S/N Device: 401185

Remarks: RESISTENCIA DE DEVANADOS BT

Date: 06/04/2025 Mode: S

+Time	WS	Tap	Phase	Caption	Rmeas	Rcorr	T1 [C°]	T2 [C°]	T3 [C°]	T Ext [C°]	ITest
+0:18	Pri	0	a: H1-H2	H1-H2	384.25 μΩ	470.50 μΩ				20.00	15.17

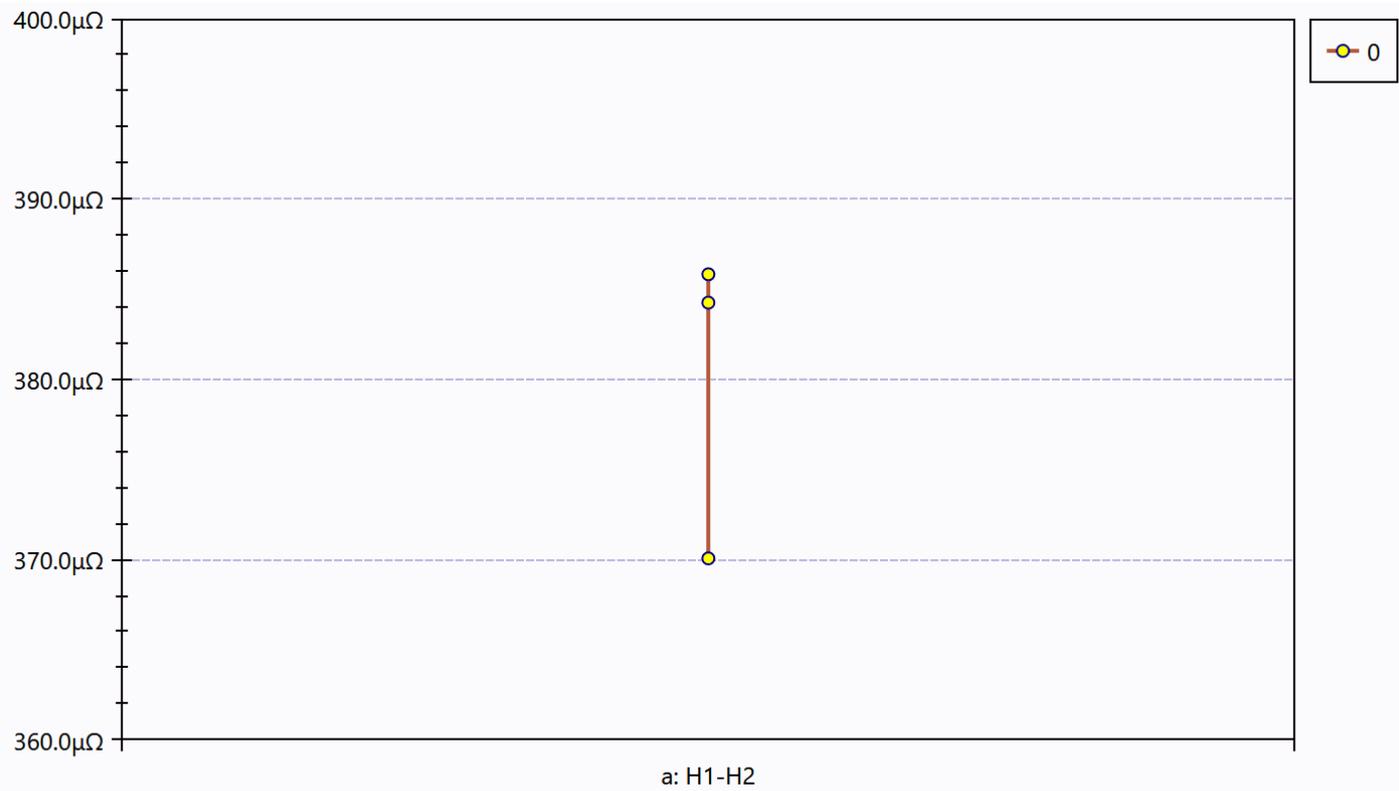
Date: 7/9/2024 11:17:21AM Mode: S

+Time	WS	Tap	Phase	Caption	Rmeas	Rcorr	T1 [C°]	T2 [C°]	T3 [C°]	T Ext [C°]	ITest
+0:13	Pri	0	a: H1-H2	H1-H2	370.05 μΩ	453.15 μΩ				20.00	15.16

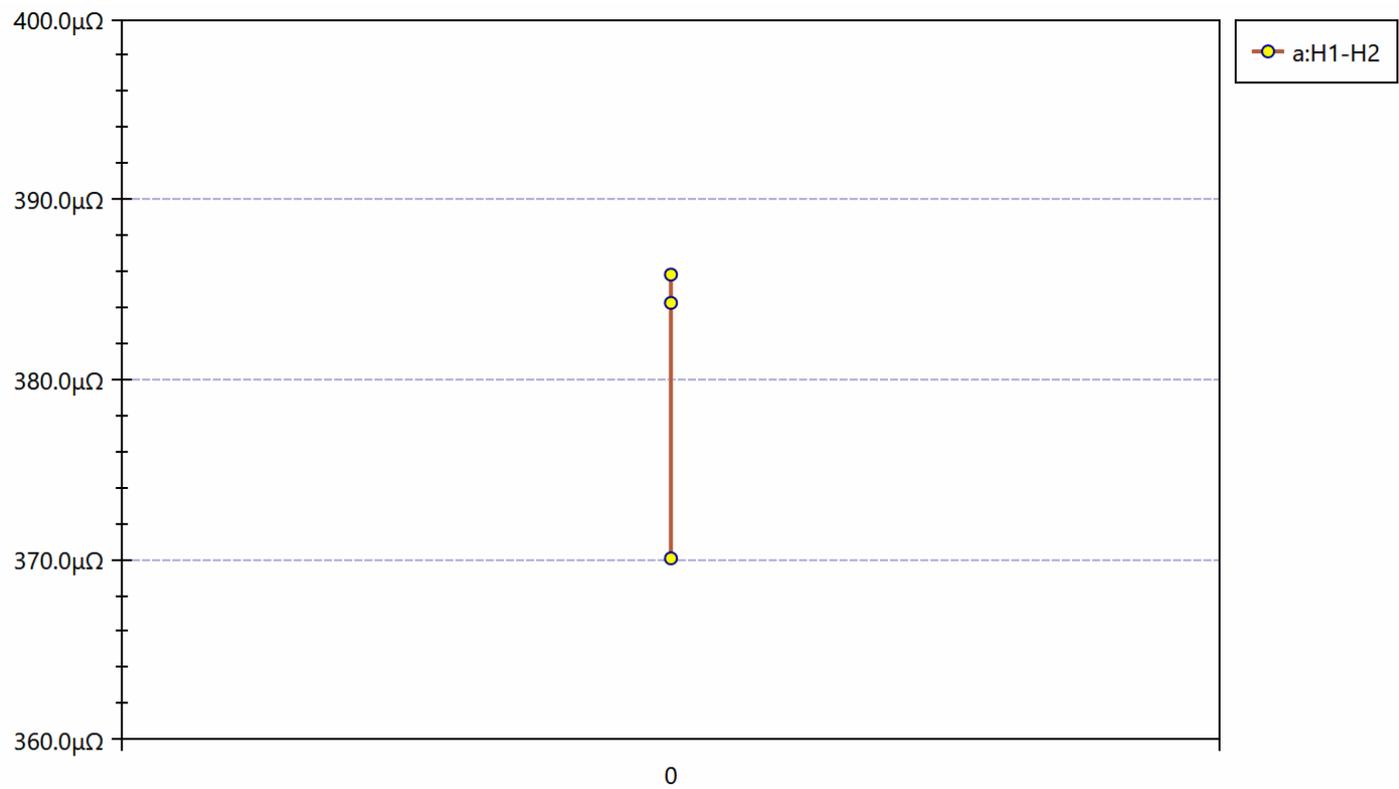
Date: 7/9/2024 11:18:15AM Mode: S

+Time	WS	Tap	Phase	Caption	Rmeas	Rcorr	T1 [C°]	T2 [C°]	T3 [C°]	T Ext [C°]	ITest
+0:13	Pri	0	a: H1-H2	H1-H2	385.85 μΩ	472.45 μΩ				20.00	15.16

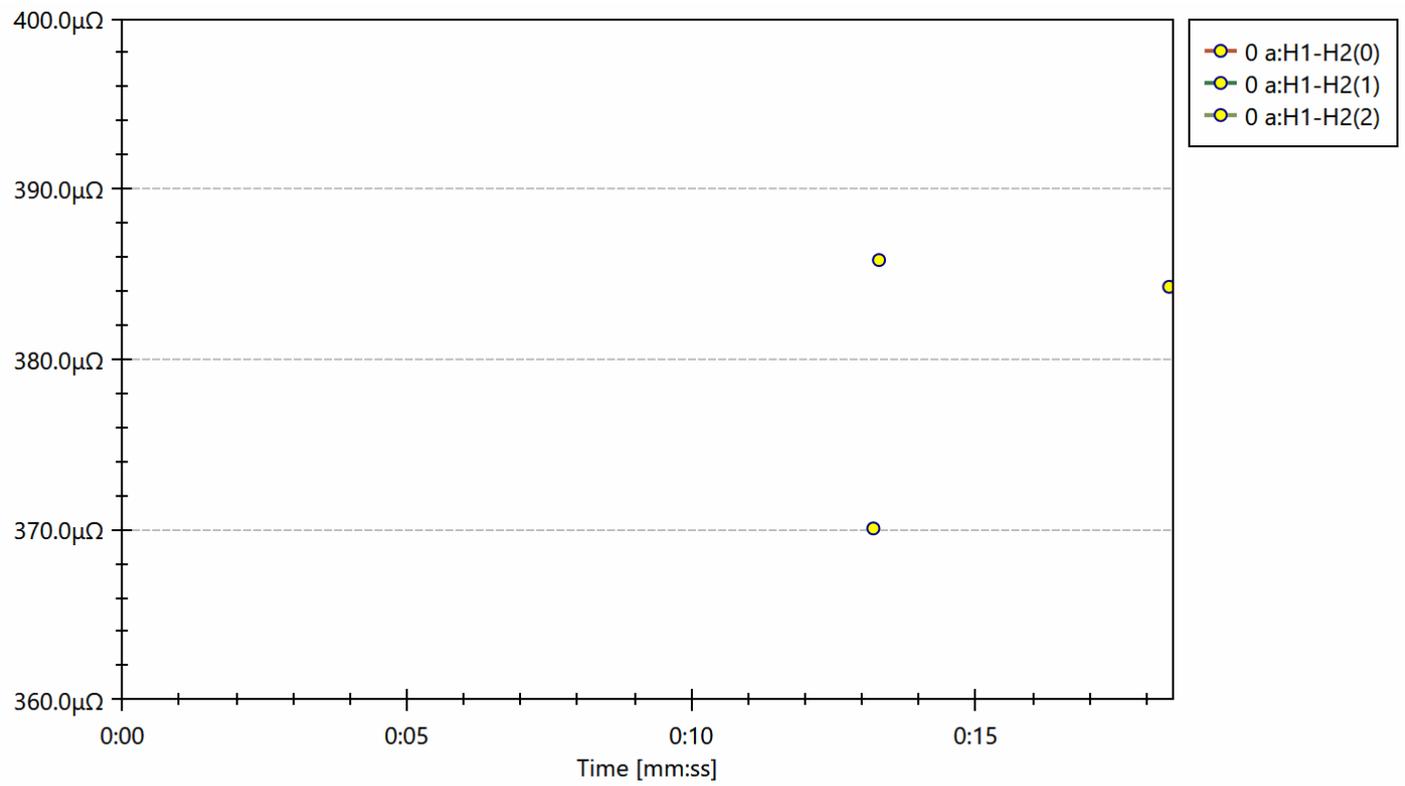
Tap graph: Pri



Caption graph: Pri



Time graph: Pri



CAPO Test Report

Transformer Nameplate:

Name: TSW
S/N: K823045
Type: 2100 KVA 20000/688/480
Manufacturer: SIEMENS
Cooling Type:
Location SAVDA

Remarks: CORRIENTE DE EXCITACIÓN

Measurement

Device Name: CAPO12
S/N Device: 403-218

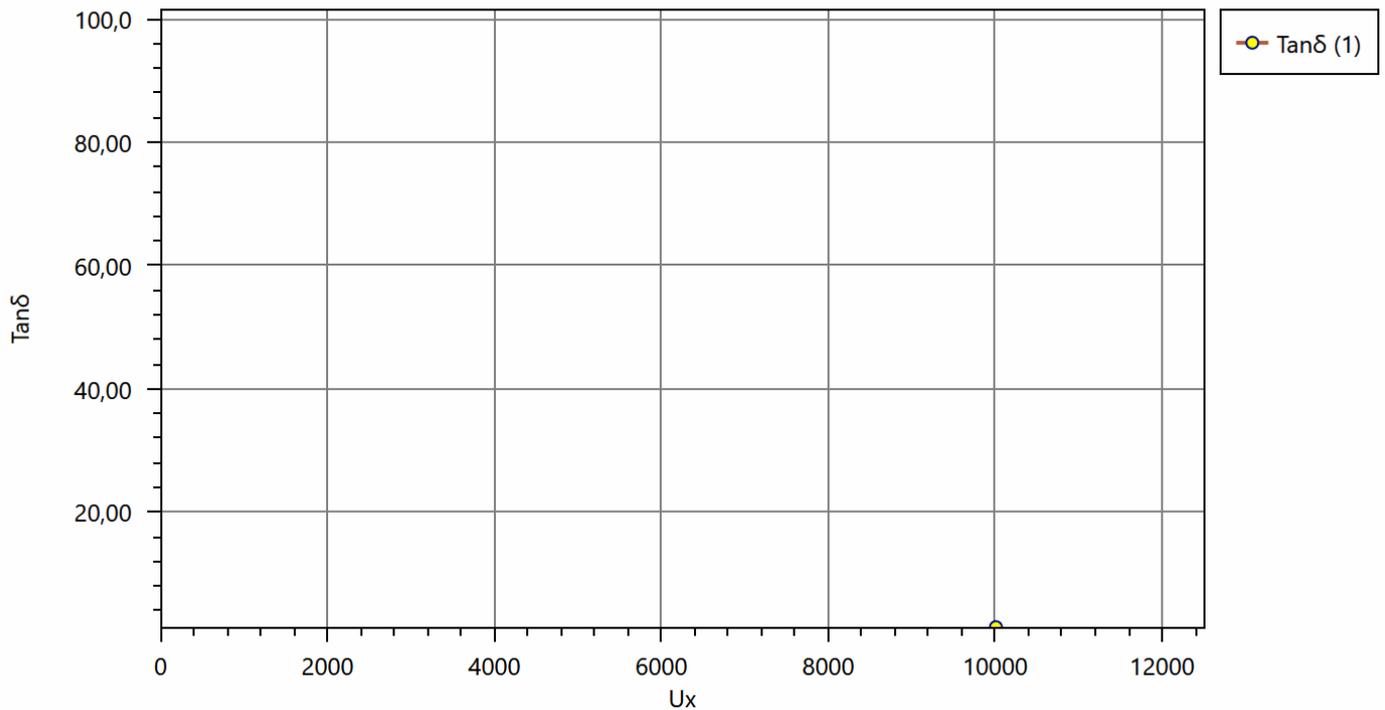
Remarks: CORRIENTE DE EXCITACIÓN

Setting: 10000 V;50 Hz

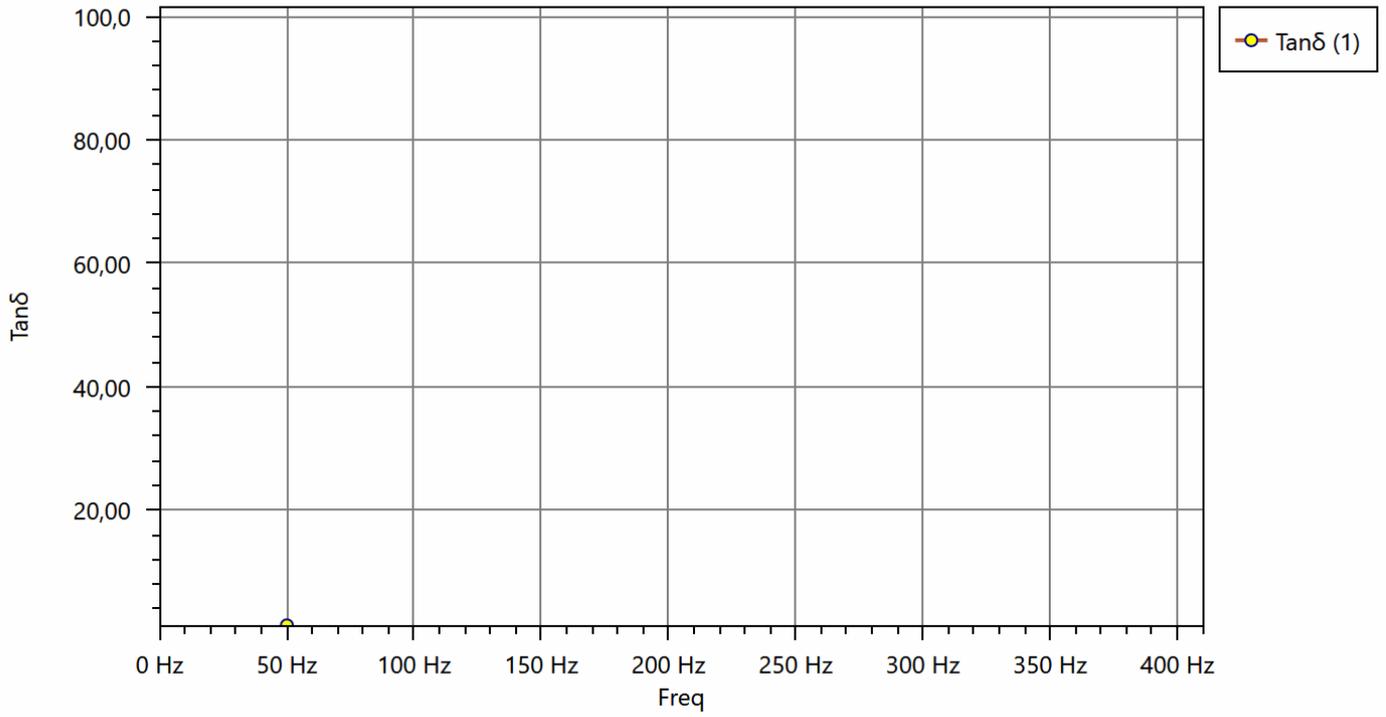
Mode: lexci

Time	Config	Caption	Cn=168.97pF		Utest	Freq	Temp
			Lxp	Q ind			
+ 0.0	USTA	lexci 12	1,000 kH	0,75	10'009 V	50.0 Hz	

Tanδ / Ux



Tanδ / Freq



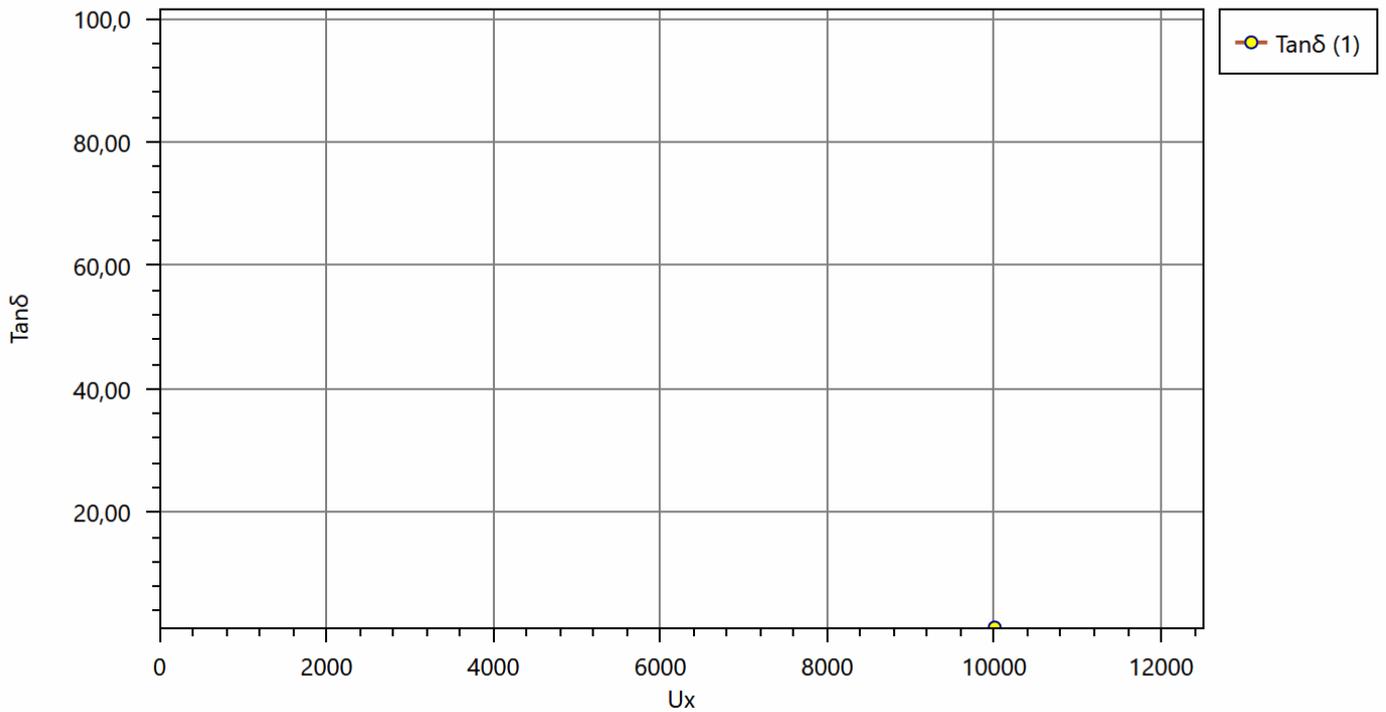
Setting: 10000 V;50 Hz

Mode: lexci

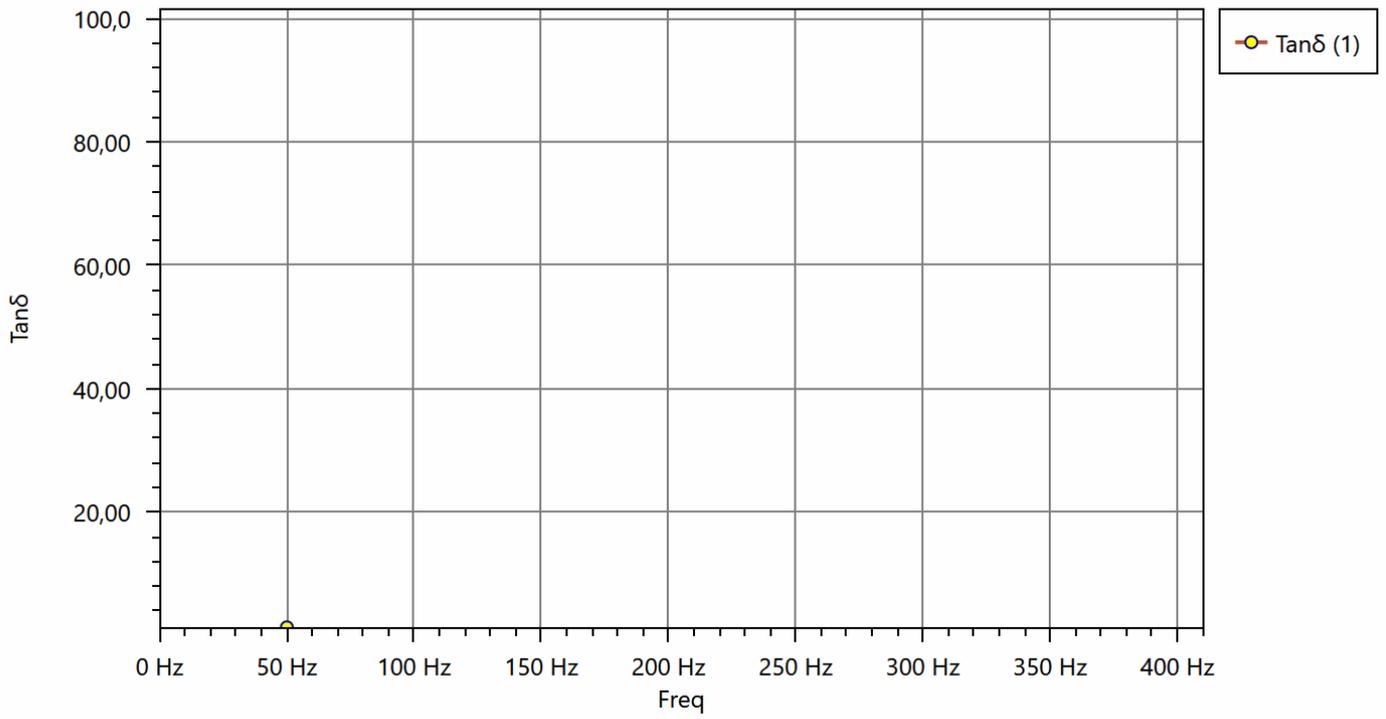
Cn=168.97pF

Time	Config	Caption	Lxp	Q ind	Utest	Freq	Temp
+ 0.0	USTA	lexci 23	1,308 kH	0,75	10'006 V	50.0 Hz	

Tanδ / Ux



Tanδ / Freq



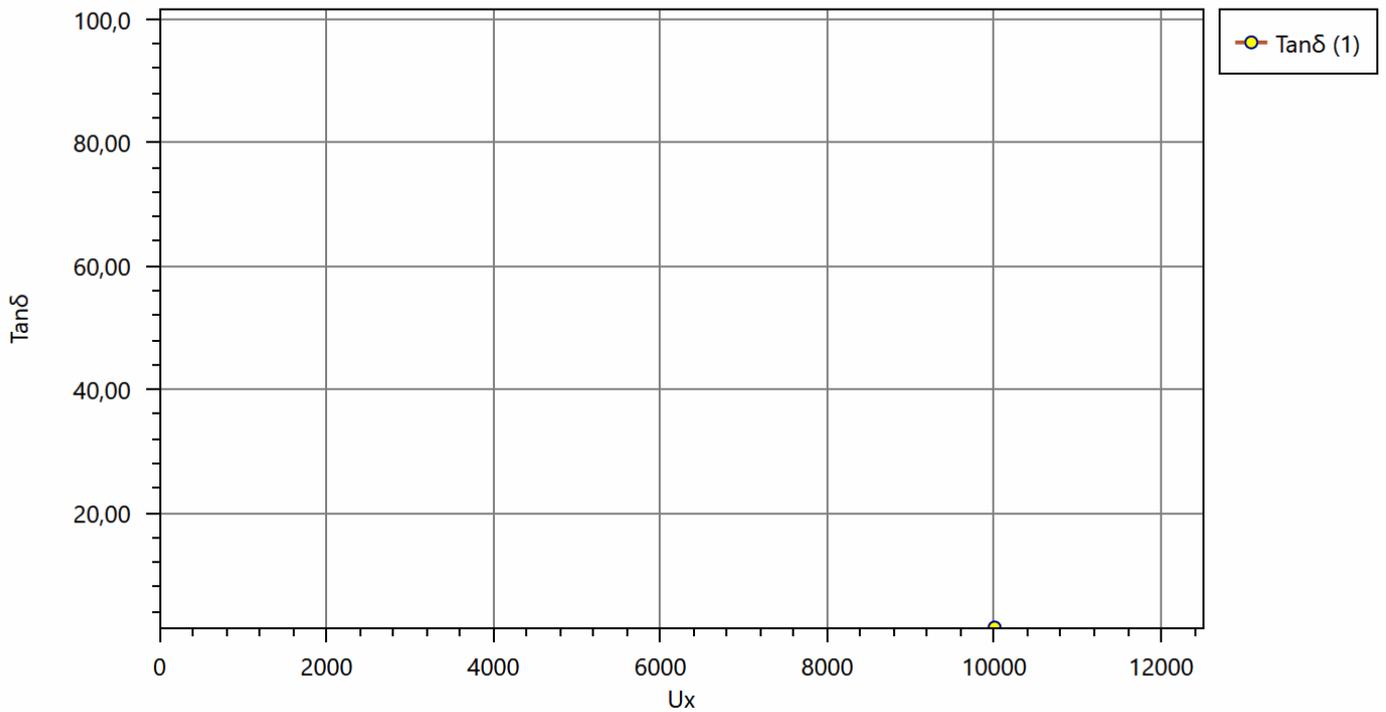
Setting: 10000 V;50 Hz

Mode: lexci

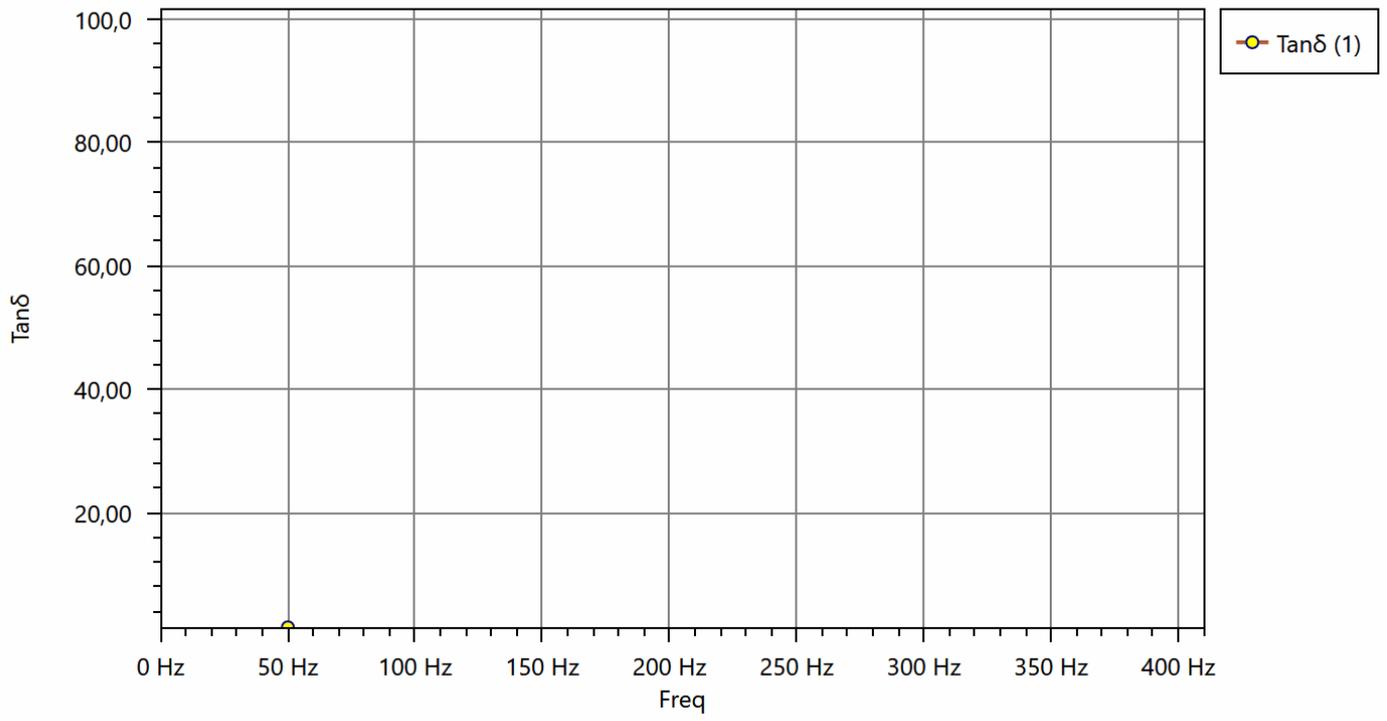
Cn=168.97pF

Time	Config	Caption	Lxp	Q ind	Utest	Freq	Temp
+ 0.0	USTA	lexci 31	1,084 kH	0,71	10'004 V	50.0 Hz	

Tanδ / Ux



Tanδ / Freq



CAPO Test Report

Transformer Nameplate:

Name: TSW
S/N: K823045
Type: 2100 KVA 20000/688/480
Manufacturer: SIEMENS
Cooling Type:
Location SAVDA

Remarks:

Measurement

Device Name: CAPO12
S/N Device: 403-218

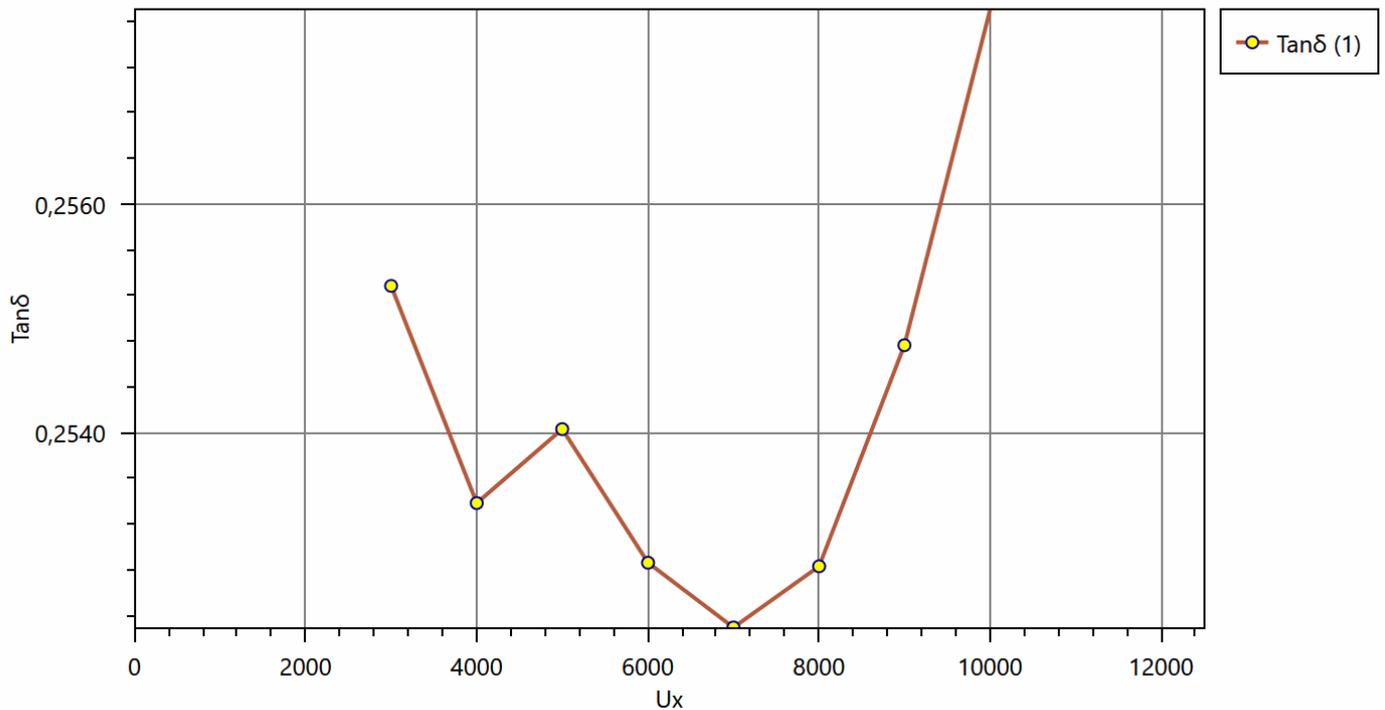
Remarks: TANGENTE DE DELTA Y FACTOR DE POTENCIAAT

Setting: 3000 V...

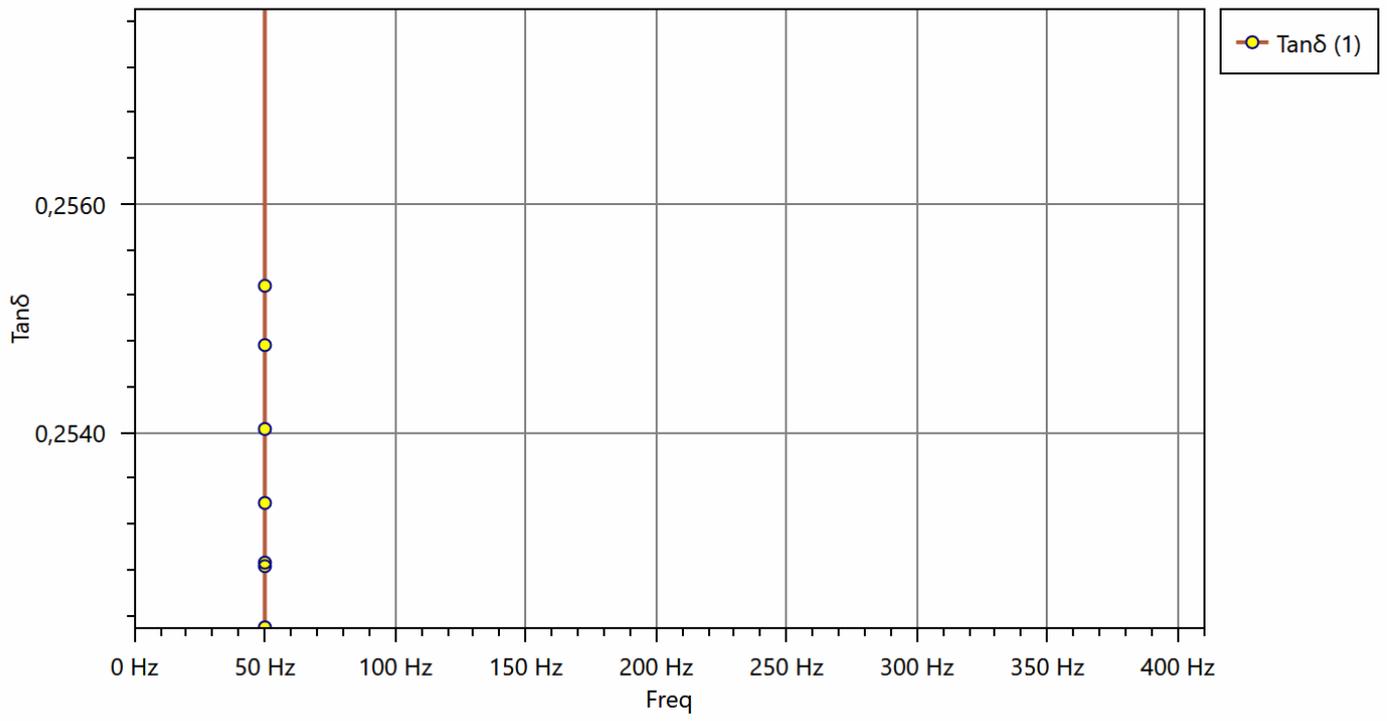
Mode: CH+CHL Uw

Time	Config	Caption	Cn=168.97pF		Utest	Freq	Temp
			Cxp	Tan δ			
+ 0.0	GSTg B	CH+CHL	1.8199 nF	0,2553	3'000 V	50.0 Hz	
+ 0.0	GSTg B	CH+CHL	1.8204 nF	0,2534	4'000 V	50.0 Hz	
+ 0.0	GSTg B	CH+CHL	1.8198 nF	0,2540	5'000 V	50.0 Hz	
+ 0.0	GSTg B	CH+CHL	1.8202 nF	0,2529	6'003 V	50.0 Hz	
+ 0.0	GSTg B	CH+CHL	1.8205 nF	0,2523	7'002 V	50.0 Hz	
+ 0.0	GSTg B	CH+CHL	1.8199 nF	0,2528	8'003 V	50.0 Hz	
+ 0.0	GSTg B	CH+CHL	1.8189 nF	0,2548	9'000 V	50.0 Hz	
+ 0.0	GSTg B	CH+CHL	1.8179 nF	0,2577	10'000 V	50.0 Hz	

Tan δ / U_x



Tanδ / Freq



CAPO Test Report

Transformer Nameplate:

Name: TSW
S/N: K823045
Type: 2100 KVA 20000/688/480
Manufacturer: SIEMENS
Cooling Type:
Location SAVDA

Remarks: TANGENTE DE DELTA Y FACTOR DE POTENCIA BT

Measurement

Device Name: CAPO12
S/N Device: 403-218

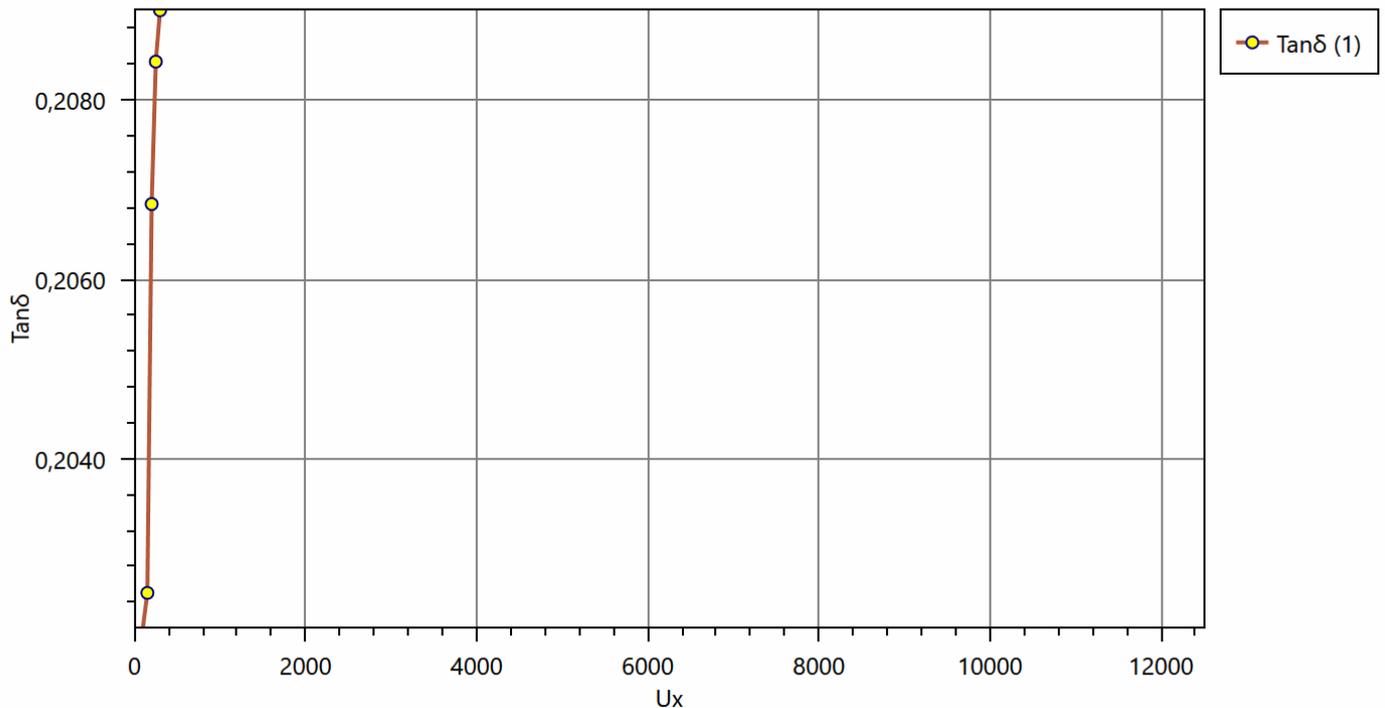
Remarks:

Setting: 100 V...

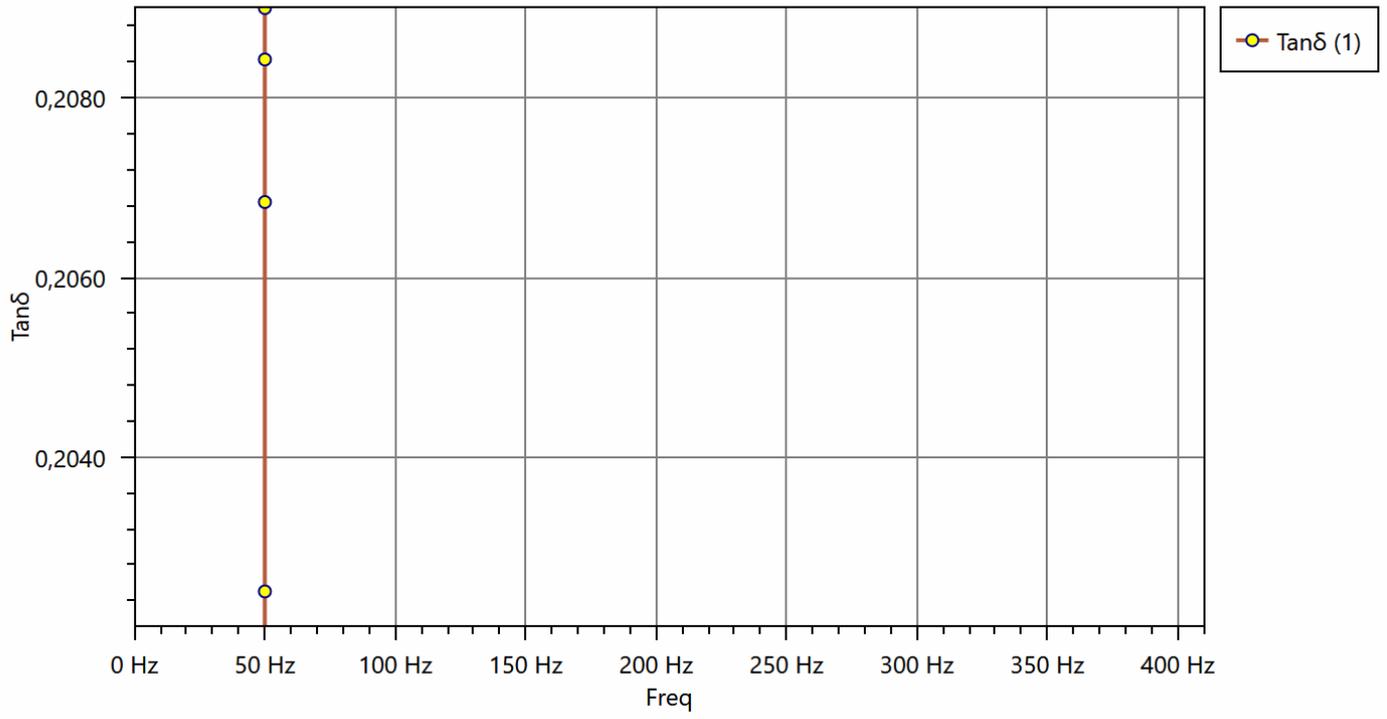
Mode: CL+CHL Usw

Time	Config	Caption	Cn=168.97pF		Utest	Freq	Temp
			Cxp	Tan δ			
+ 0.0	GSTg B	CL+CHL	5.7754 nF	0,2021	100 V	50.0 Hz	
+ 0.0	GSTg B	CL+CHL	5.7569 nF	0,2025	151 V	50.0 Hz	
+ 0.0	GSTg B	CL+CHL	5.7605 nF	0,2068	201 V	50.0 Hz	
+ 0.0	GSTg B	CL+CHL	5.7710 nF	0,2084	249 V	50.0 Hz	
+ 0.0	GSTg B	CL+CHL	5.7779 nF	0,2090	299 V	50.0 Hz	

Tan δ / U_x

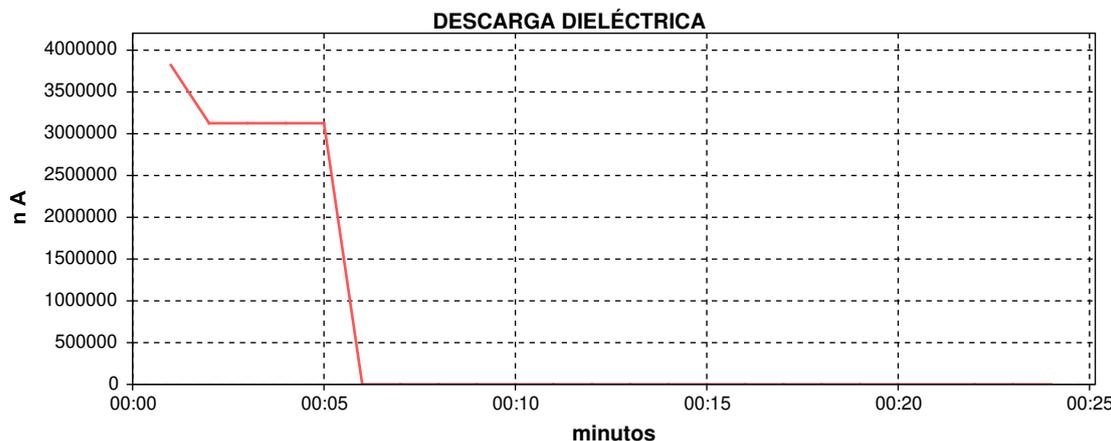
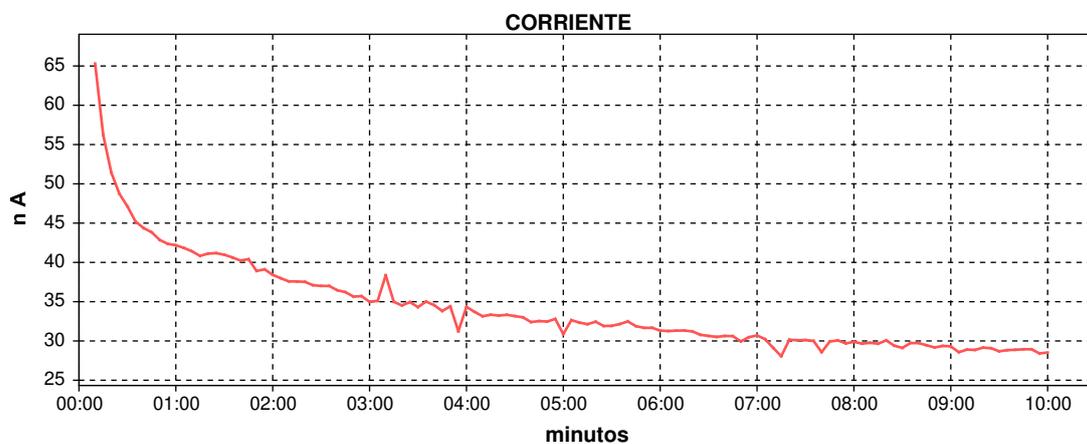
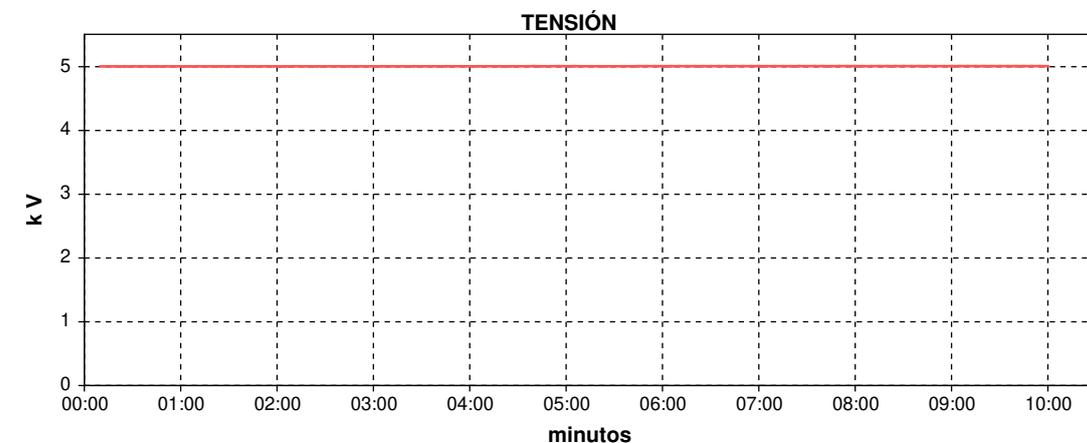
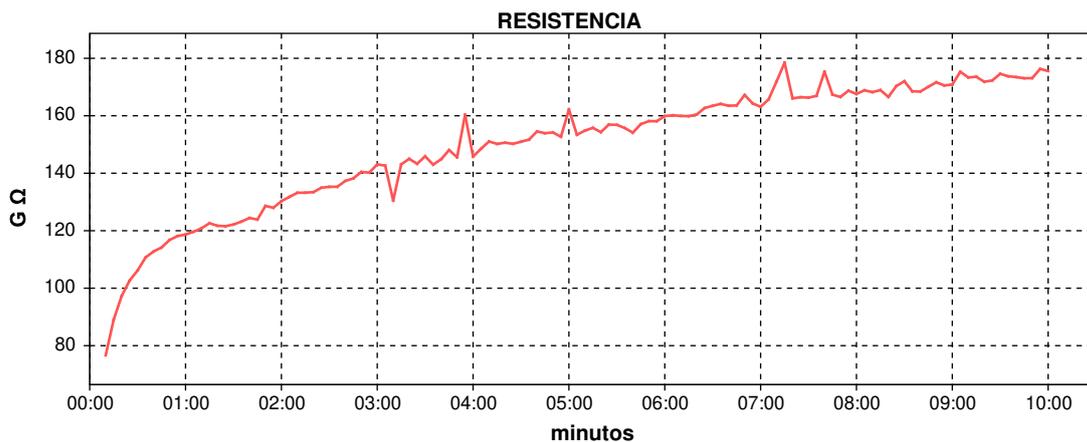


Tanδ / Freq



AT/MASA

MODELO MD10KVR	N.º DE SERIE 23J2601	FIRMWARE 1.14.19	ENSAYO Nº 370	FECHA DE LA PRUEBA 2025-04-07 16:08
-------------------	-------------------------	---------------------	------------------	--

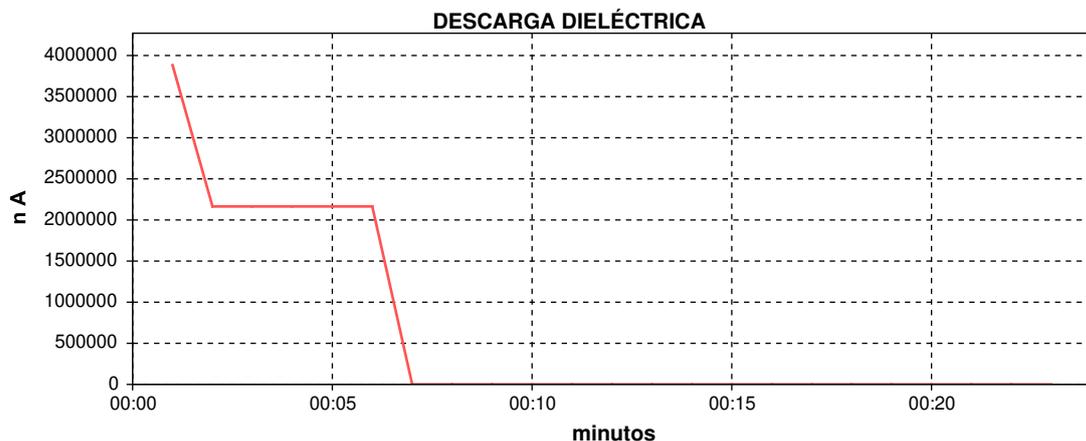
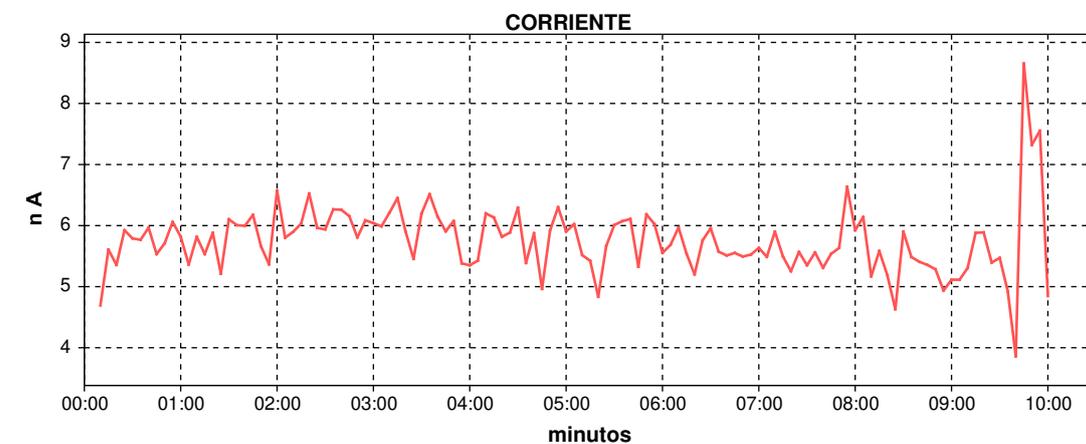
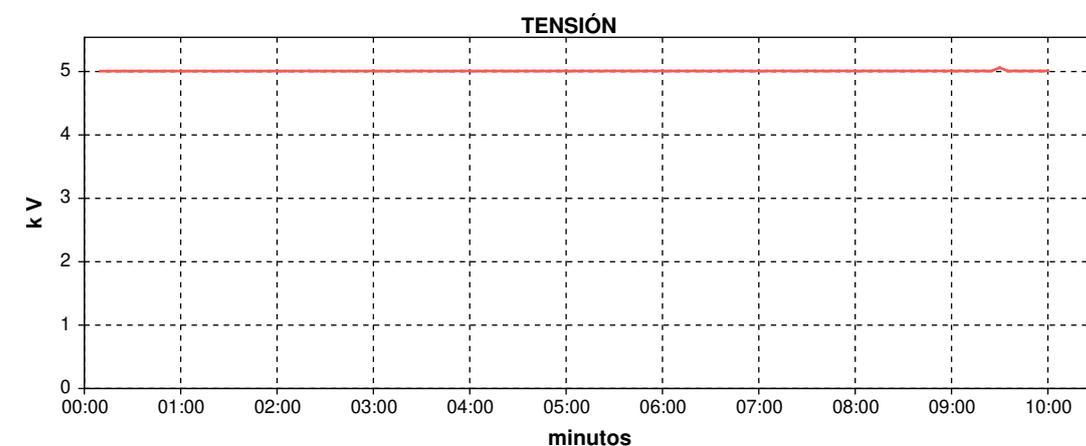
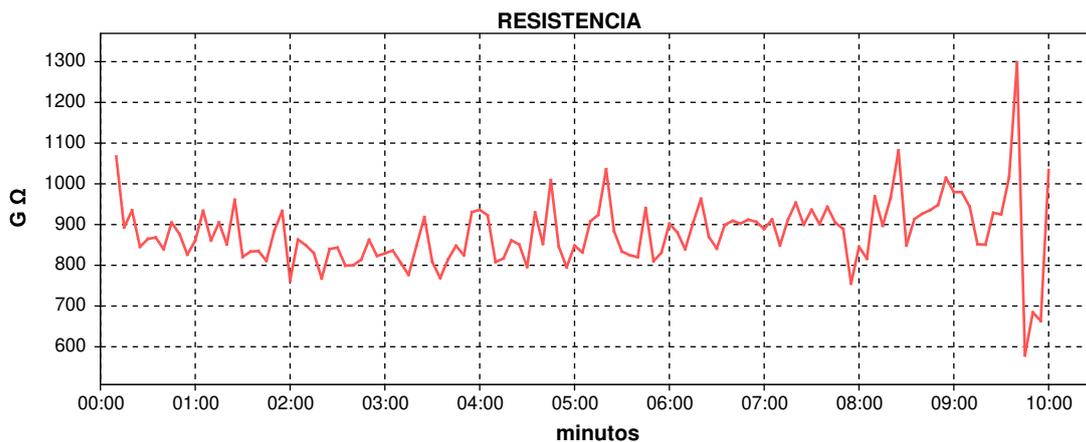


MODOS TEMPORIZADO
DURACIÓN DE LA PRUEBA 10:00
RESISTENCIA 175 GΩ
RESISTENCIA MÍNIMA 76,6 GΩ
RESISTENCIA MÁXIMA 178 GΩ
DAI (R60s / R30s) 1,11
PI (R10min / R1min) 1,47
CAPACITANCIA ---
DESCARGA DIELECTRICA ---

mm:ss	U	R	I
00:10	5,00 kV	76,6 GΩ	65,3 nA
00:15	5,00 kV	89,0 GΩ	56,2 nA
00:20	5,00 kV	97 GΩ	51,4 nA
00:25	5,00 kV	102 GΩ	48,7 nA
00:30	5,00 kV	106 GΩ	47,1 nA
00:35	5,00 kV	110 GΩ	45,2 nA
00:40	5,00 kV	112 GΩ	44,3 nA
00:45	5,00 kV	114 GΩ	43,8 nA
00:50	5,00 kV	116 GΩ	42,8 nA
00:55	5,00 kV	118 GΩ	42,3 nA
01:00	5,00 kV	118 GΩ	42,1 nA
01:05	5,00 kV	119 GΩ	41,8 nA
01:10	5,00 kV	120 GΩ	41,4 nA
01:15	5,00 kV	122 GΩ	40,8 nA
01:20	5,00 kV	121 GΩ	41,1 nA
01:25	5,00 kV	121 GΩ	41,1 nA
01:30	5,00 kV	122 GΩ	40,9 nA
01:35	5,00 kV	123 GΩ	40,6 nA
01:40	5,00 kV	124 GΩ	40,2 nA
01:45	5,00 kV	123 GΩ	40,4 nA
08:25	5,00 kV	170 GΩ	29,4 nA
08:30	5,00 kV	172 GΩ	29,1 nA
08:35	5,00 kV	168 GΩ	29,7 nA
08:40	5,00 kV	168 GΩ	29,7 nA
08:45	5,00 kV	170 GΩ	29,4 nA
08:50	5,00 kV	171 GΩ	29,1 nA
08:55	5,00 kV	170 GΩ	29,3 nA
09:00	5,00 kV	170 GΩ	29,3 nA
09:05	5,00 kV	175 GΩ	28,5 nA
09:10	5,00 kV	173 GΩ	28,9 nA
09:15	5,00 kV	173 GΩ	28,8 nA
09:20	5,00 kV	171 GΩ	29,1 nA
09:25	5,00 kV	172 GΩ	29,0 nA
09:30	5,00 kV	174 GΩ	28,6 nA
09:35	5,00 kV	173 GΩ	28,8 nA
09:40	5,00 kV	173 GΩ	28,8 nA
09:45	5,00 kV	173 GΩ	28,9 nA
09:50	5,00 kV	173 GΩ	28,9 nA
09:55	5,00 kV	176 GΩ	28,4 nA
10:00	5,00 kV	175 GΩ	28,5 nA

AT/BT

MODELO MD10KVR	N.º DE SERIE 23J2601	FIRMWARE 1.14.19	ENSAYO Nº 371	FECHA DE LA PRUEBA 2025-04-07 16:23
-------------------	-------------------------	---------------------	------------------	--

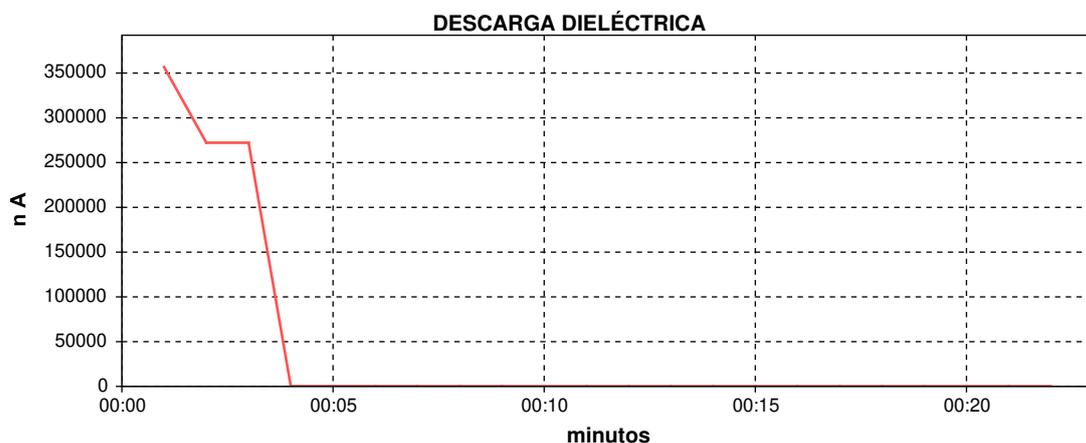
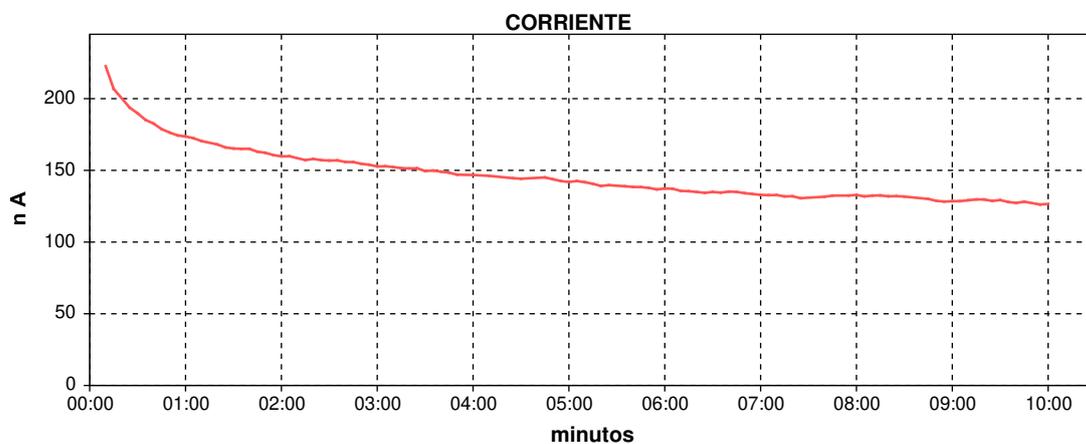
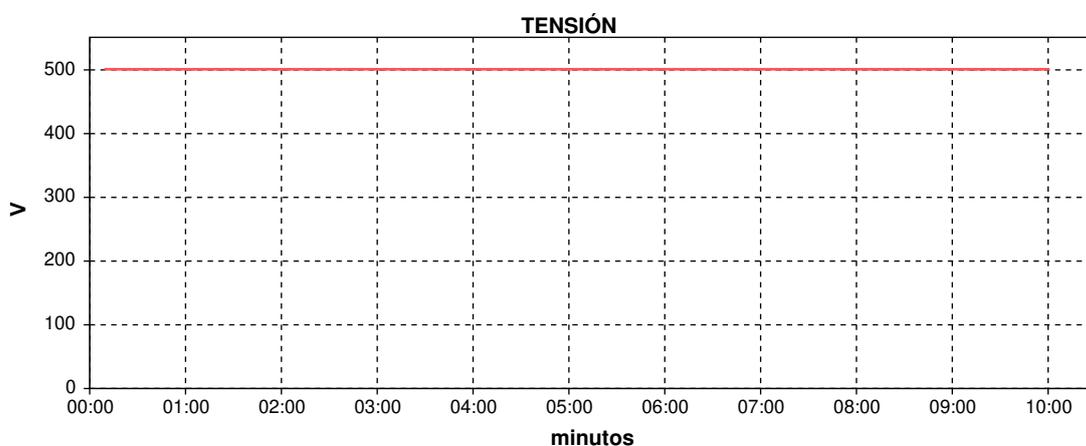
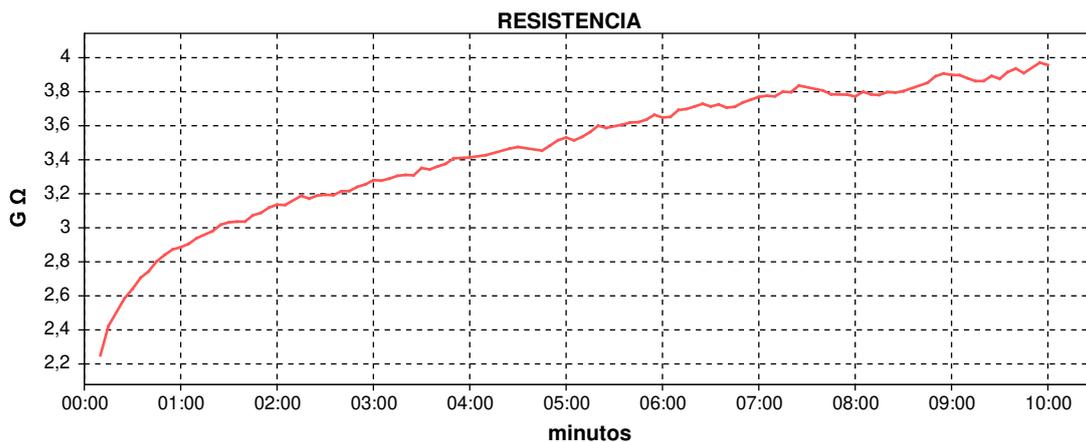


MODO TEMPORIZADO
DURACION DE LA PRUEBA 10:00
RESISTENCIA 1,03 TΩ
RESISTENCIA MINIMA 578 GΩ
RESISTENCIA MAXIMA 1,29 TΩ
DAI (R60s / R30s) 0,99
PI (R10min / R1min) 1,20
CAPACITANCIA ---
DESCARGA DIELECTRICA ---

mm:ss	U	R	I
00:10	5,00 kV	1,06 TΩ	4,6 nA
00:15	5,00 kV	892 GΩ	5,6 nA
00:20	5,00 kV	934 GΩ	5,3 nA
00:25	5,00 kV	845 GΩ	5,9 nA
00:30	5,00 kV	864 GΩ	5,7 nA
00:35	5,00 kV	868 GΩ	5,7 nA
00:40	5,00 kV	839 GΩ	5,9 nA
00:45	5,00 kV	904 GΩ	5,5 nA
00:50	5,00 kV	877 GΩ	5,7 nA
00:55	5,00 kV	826 GΩ	6,0 nA
01:00	5,00 kV	860 GΩ	5,8 nA
01:05	5,00 kV	933 GΩ	5,3 nA
01:10	5,00 kV	861 GΩ	5,8 nA
01:15	5,00 kV	905 GΩ	5,5 nA
01:20	5,00 kV	851 GΩ	5,8 nA
01:25	5,00 kV	0,96 TΩ	5,2 nA
01:30	5,00 kV	820 GΩ	6,1 nA
01:35	5,00 kV	833 GΩ	6,0 nA
01:40	5,00 kV	835 GΩ	5,9 nA
01:45	5,00 kV	810 GΩ	6,1 nA
08:25	5,01 kV	1,08 TΩ	4,6 nA
08:30	5,00 kV	848 GΩ	5,9 nA
08:35	5,01 kV	913 GΩ	5,4 nA
08:40	5,01 kV	926 GΩ	5,4 nA
08:45	5,01 kV	935 GΩ	5,3 nA
08:50	5,01 kV	948 GΩ	5,2 nA
08:55	5,01 kV	1,01 TΩ	4,9 nA
09:00	5,01 kV	0,97 TΩ	5,1 nA
09:05	5,01 kV	0,97 TΩ	5,1 nA
09:10	5,01 kV	944 GΩ	5,3 nA
09:15	5,01 kV	851 GΩ	5,8 nA
09:20	5,01 kV	850 GΩ	5,8 nA
09:25	5,01 kV	928 GΩ	5,3 nA
09:30	5,06 kV	924 GΩ	5,4 nA
09:35	5,01 kV	1,01 TΩ	4,9 nA
09:40	5,01 kV	1,29 TΩ	3,8 nA
09:45	5,01 kV	578 GΩ	8,6 nA
09:50	5,01 kV	684 GΩ	7,3 nA
09:55	5,01 kV	663 GΩ	7,5 nA
10:00	5,01 kV	1,03 TΩ	4,8 nA

BT/MASA

MODELO MD10KVR	N.º DE SERIE 23J2601	FIRMWARE 1.14.19	ENSAYO Nº 372	FECHA DE LA PRUEBA 2025-04-07 16:36
-------------------	-------------------------	---------------------	------------------	--



MODOS TEMPORIZADO
DURACION DE LA PRUEBA 10:00
RESISTENCIA 3,95 GΩ
RESISTENCIA MINIMA > 500 GΩ
RESISTENCIA MAXIMA 3,97 GΩ
DAI (R60s / R30s) 1,09
PI (R10min / R1min) 1,37
CAPACITANCIA ---
DESCARGA DIELECTRICA ---

mm:ss	U	R	I
10:00	0 V	> 500 GΩ	0 A
00:10	501 V	2,25 GΩ	222 nA
00:15	501 V	2,42 GΩ	206 nA
00:25	501 V	2,58 GΩ	193 nA
00:30	501 V	2,64 GΩ	189 nA
00:35	501 V	2,70 GΩ	185 nA
00:40	501 V	2,74 GΩ	182 nA
00:45	501 V	2,80 GΩ	178 nA
00:50	501 V	2,84 GΩ	176 nA
00:55	501 V	2,87 GΩ	174 nA
01:00	501 V	2,88 GΩ	173 nA
01:05	501 V	2,90 GΩ	172 nA
01:10	501 V	2,93 GΩ	170 nA
01:20	501 V	2,98 GΩ	168 nA
01:25	501 V	3,01 GΩ	166 nA
01:30	501 V	3,03 GΩ	165 nA
01:35	501 V	3,03 GΩ	165 nA
01:40	501 V	3,03 GΩ	165 nA
01:45	501 V	3,07 GΩ	163 nA
01:50	501 V	3,08 GΩ	162 nA
08:10	501 V	3,78 GΩ	132 nA
08:15	501 V	3,78 GΩ	132 nA
08:20	501 V	3,79 GΩ	131 nA
08:25	501 V	3,79 GΩ	132 nA
08:30	501 V	3,80 GΩ	131 nA
08:45	501 V	3,85 GΩ	130 nA
08:50	501 V	3,89 GΩ	128 nA
08:55	501 V	3,90 GΩ	128 nA
09:00	501 V	3,89 GΩ	128 nA
09:05	501 V	3,89 GΩ	128 nA
09:10	501 V	3,87 GΩ	129 nA
09:15	501 V	3,86 GΩ	129 nA
09:20	501 V	3,86 GΩ	129 nA
09:25	501 V	3,89 GΩ	128 nA
09:30	501 V	3,87 GΩ	129 nA
09:35	501 V	3,91 GΩ	128 nA
09:40	501 V	3,93 GΩ	127 nA
09:45	501 V	3,90 GΩ	128 nA
09:55	501 V	3,97 GΩ	126 nA
10:00	501 V	3,95 GΩ	126 nA

ANEXO 2

IMAGENES





















