

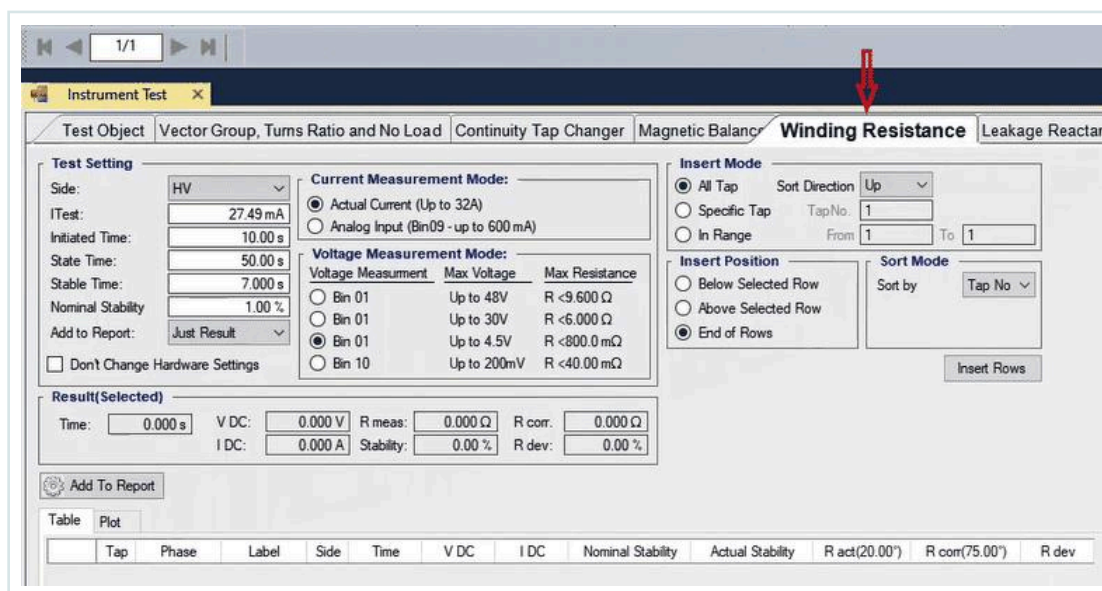


راهنمای آنلاین وبکو

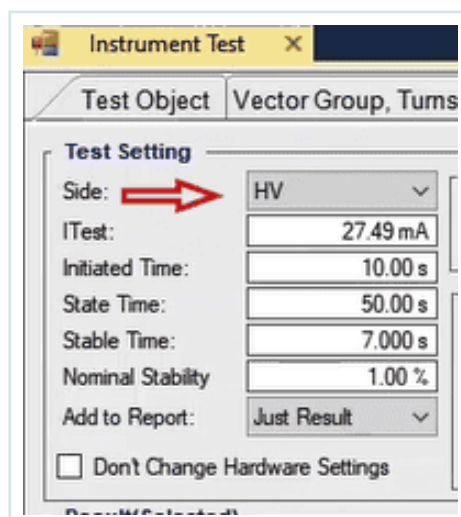
زبانهای تست مقاومت سیم‌پیچ

tester	دسته
Transformer روم	بخش
فارسی	زبان
2026-10-23	تاریخ تولید

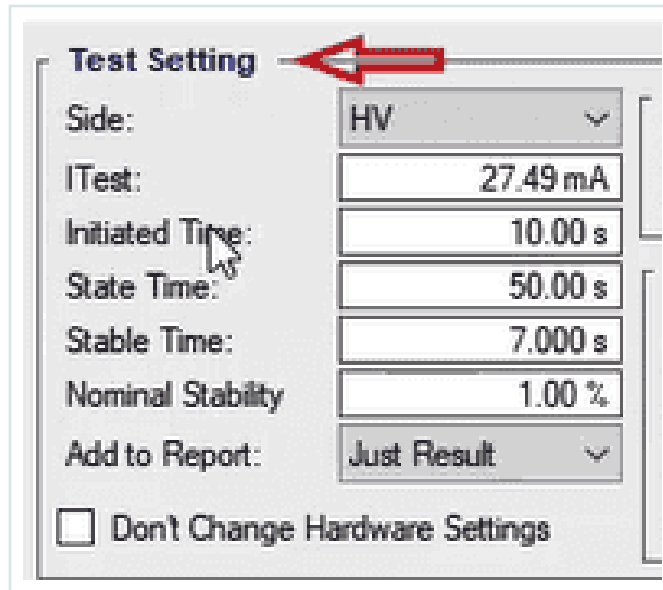
یکی از مهم‌ترین تست‌های روتین ترانسفورماتورها، تست مقاومت سیم‌بندی است. در این تست با تزریق جریان "DC" و اندازه‌گیری ولتاژ از طریق "Input" های دستگاه و تقسیم ولتاژ به جریان، مقدار مقاومت "DC" یا همان "Rmeas" محاسبه می‌شود. برای انجام این تست باید ابتدا سمت اولیه یا ثانویه را در فیلد "Side" و از بین دو گزینه "HV" و "LV" مشخص کنید. توجه کنید، اگر ترانس سه سیم‌پیچ باشد گزینه "TV" هم اضافه می‌شود. سپس باید جریان و زمان تست را در قسمت "State Setting"، به ترتیب در فیلدهای "I Test" و "State Time" مشخص کنید. از آنجایی که ترانس‌ها دارای سلف و هسته بزرگی هستند در شروع تزریق جریان "DC"، مقدار "Actual" جریان با جریان تنظیم شده اختلاف زیادی دارد و مدت زمانی طول می‌کشد که جریان واقعی تزریق شده با جریان تنظیمی برابر شود. این زمان در فیلد "Initiated Time" وارد می‌شود، در طول این مدت به دلیل نوسانات ولتاژ و جریان DC در طول تست، مقاومت اندازه‌گیری شده دارای نوسانات زیادی است، از آنجا که اندازه‌گیری مقاومت باید در شرایطی اتفاق بیفتد که نوسانات ولتاژ و جریان به حداقل مقدار ممکن رسیده باشند، در قسمت "Nominal Stability"، حداکثر نوسانات مجاز امیدانس و در فیلد "Stable Time" حداقل زمانی که امیدانس اندازه‌گیری شده باید زیر مقدار "Nominal Stability" نوسان داشته باشد، مشخص شود. در قسمت "Current Measurement Mode" مد اندازه‌گیری جریان مشخص می‌شود که اگر جریان کمتر از 6/0 آمپر باشد باید "Analog Input" و اگر بیشتر از این مقدار باشد باید "Actual Current" را انتخاب کنید.



تصویر 1



تصویر 2



Test Setting

Side: HV

ITest: 27.49 mA

Initiated Time: 10.00 s

State Time: 50.00 s

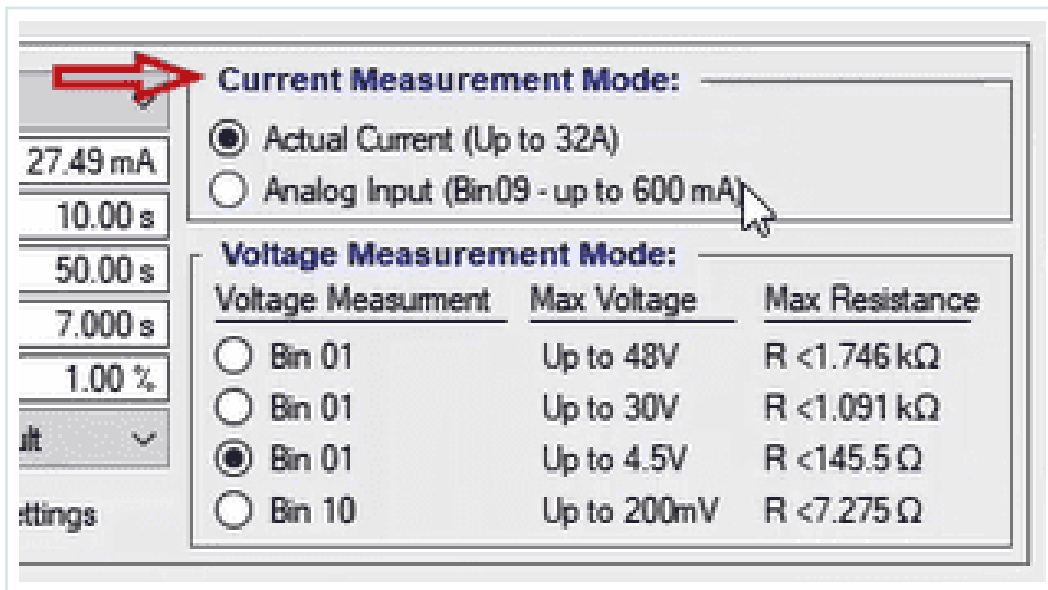
Stable Time: 7.000 s

Nominal Stability: 1.00 %

Add to Report: Just Result

☐ Don't Change Hardware Settings

تصویر 3



Current Measurement Mode:

☒ Actual Current (Up to 32A)

☐ Analog Input (Bin09 - up to 600 mA)

Voltage Measurement Mode:

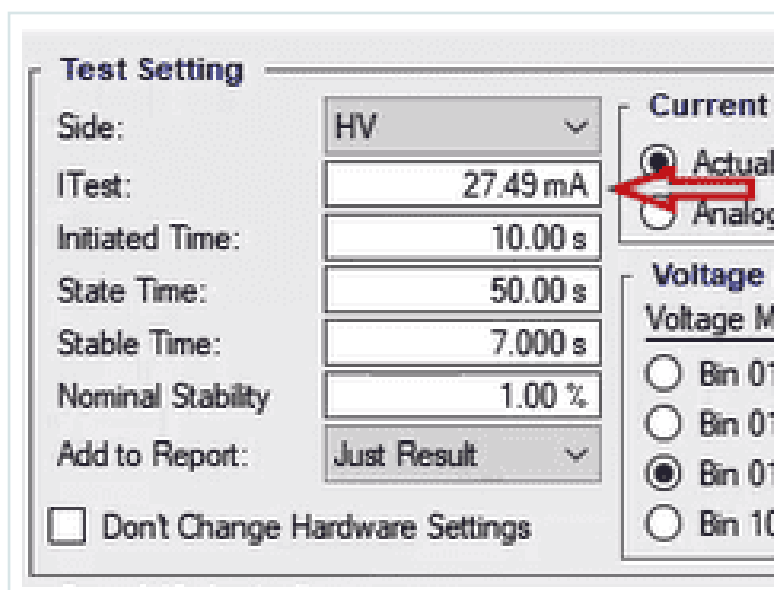
Voltage Measurement	Max Voltage	Max Resistance
☐ Bin 01	Up to 48V	R <1.746 kΩ
☐ Bin 01	Up to 30V	R <1.091 kΩ
☒ Bin 01	Up to 4.5V	R <145.5 Ω
☐ Bin 10	Up to 200mV	R <7.275 Ω

تصویر 4

مد اندازه‌گیری ولتاژ هم در "Voltage Measurement Mode" مشخص می‌شود. از آنجایی که متد اندازه‌گیری مقاومت، تقسیم ولتاژ بر جریان است، "Range" ولتاژ "Input"ها در دقت اندازه‌گیری مقاومت موثر است، به همین دلیل باید بر اساس مقاومت سیم‌پیچ و حداکثر مقاومت مشخص شده برای هر "Input"، یکی از اینپوت‌های این قسمت را برای اندازه‌گیری مقاومت انتخاب کنید. اگر مقاومت بزرگتر از "Range" انتخاب شده باشد دستگاه ارور "Overvoltage" می‌دهد که در این حالت یا باید جریان را کم کنید یا اینکه "Range" اندازه‌گیری مقاومت را بالا ببرید. اگر هم با "Error" خروجی‌های جریانی مواجه شدید باید جریان را کم کنید.



تصویر 5



Test Setting

Side: HV

I Test: 27.49 mA

Initiated Time: 10.00 s

State Time: 50.00 s

Stable Time: 7.000 s

Nominal Stability: 1.00 %

Add to Report: Just Result

☐ Don't Change Hardware Settings

Current

☒ Actual

☐ Analog

Voltage

Voltage M

☐ Bin 01

☐ Bin 01

☒ Bin 01

☐ Bin 10

تصویر 6

در قسمت "Insert Mode" و "Insert Position" ترتیب قرار گرفتن "Tap" های ترانس و محل قرار گرفتن آن‌ها در سطر خاص مشخص می‌شود. توضیحات این موارد در فیلم مربوط به تسبیت نسبت تبدیل ارائه شده. اما یکی دیگر از مهمترین آپشن‌های نرم افزار که کمک زیادی به افزایش سرعت تست میکند "Sort Mode" می‌باشد. به طور کلی برای ترانس‌های "Tap Changer" دار پیشنهاد می‌شود که این مورد را روی "Phase" قرار دهید، با اینکار می‌توانید ابتدا همه "Tap" های هر فاز را تست کنید و سپس سراغ فاز بعدی بروید، اما اگر "Tap No." را انتخاب کنید ابتدا باید مقاومت هر سه فاز را اندازه‌گیری کنید، سپس "Tap" را تغییر دهید. به طور نمونه فرض کنید ترانس شما 21 تپ دارد. اگر "Sort Mode" را "Phase" انتخاب و "Insert Rows" را بزنید، می‌بینید که چینش سطرها بر حسب فاز انتخاب شده که کمک زیادی به سرعت انجام تست می‌کند. پس از ایجاد جدول باید سطر مورد نظر را انتخاب کنید و سربندی را متناسب با شکل راهنمای سمت راست انجام دهید و سپس با "Apply Test" تست را اجرا کنید.



Sort Mode

Sort by

Tap No

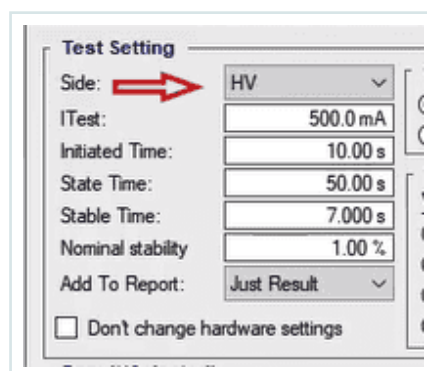
تصویر 7

Table	Plot	Tap	Phase	Label	Side	Time	V DC	I DC	Nominal Stability	Actual Stability	R act(20.00°)	R con(75.00°)	R dev
1		1	A	A	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
2		2	A	A	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
3		3	A	A	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
4		4	A	A	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
5		5	A	A	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
6		6	A	A	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
7		7	A	A	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
8		8	A	A	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
9		9	A	A	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
10		10	A	A	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
11		11	A	A	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
12		12	A	A	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
13		13	A	A	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
14		14	A	A	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
15		15	A	A	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
16		16	A	A	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
17		17	A	A	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
18		18	A	A	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
19		19	A	A	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
20		20	A	A	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
21		21	A	A	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
22		21	B	B	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
23		20	B	B	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
24		19	B	B	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
25		18	B	B	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
26		17	B	B	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
27		16	B	B	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
28		15	B	B	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
29		14	B	B	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
30		13	B	B	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
31		12	B	B	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
32		11	B	B	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
33		10	R	R	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %

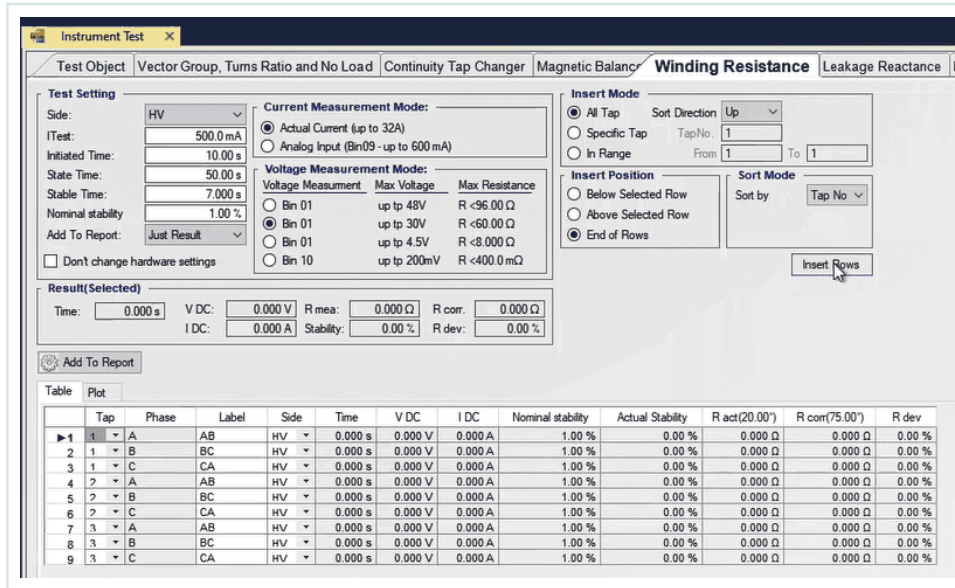
تصویر 8

1 اجرای تست و تحلیل نتایج

برای انجام این تست به صورت نمونه سمت "HV" با سه تپ "Offload" با جریان 5/0 آمپر برای هر سه "Tap" تست می‌شود. تنظیمات مربوط به زمان به صورت پیشفرض باقی مانده و "Sort By" روی "Tap No". قرار داده با زدن "Insert Rows" جدول تست ایجاد می‌شود. پنجره "Signal View" باز شده تا بتوانید تغییرات جریان ولتاژ خوانده شده را ببینید. برای اجرای تست سربندی مطابق شکل انجام می‌شود. سپس سطر اول انتخاب، و با "Apply Test" کردن تست اجرا می‌شود. با اجرای تست تغییرات ولتاژ اندازه‌گیری شده و جریان تزریقی مشاهده می‌شوند. می‌بینید که با تغییر ولتاژ و جریان مقدار "Stability" تغییر می‌کند و تا زمانی که این تغییرات به زیر 1 درصد برسد تست ادامه پیدا می‌کند. پس از اتمام زمان تست، ولتاژ و جریان واقعی، "Stability"، و مقاومت اندازه‌گیری شده و اصلاح شده (با توجه به دمای مرجع وارد شده) در "Test Object" ثبت می‌شود. برای ادامه تست دو سطر دیگر انتخاب و "Apply Test" می‌شود. سپس برای سطر بعدی سربندی را روی ترانس مطابق شکل تغییر داده و سه سطر انتخاب و Apply Test می‌شود. پس از اتمام تست در زبان "Plot" منحنی تغییرات مقاومت در "Tap" ها و فازهای مختلف مشاهده می‌شود. در نهایت هم با زدن "Add To Report" این نتایج وارد گزارش می‌شوند.



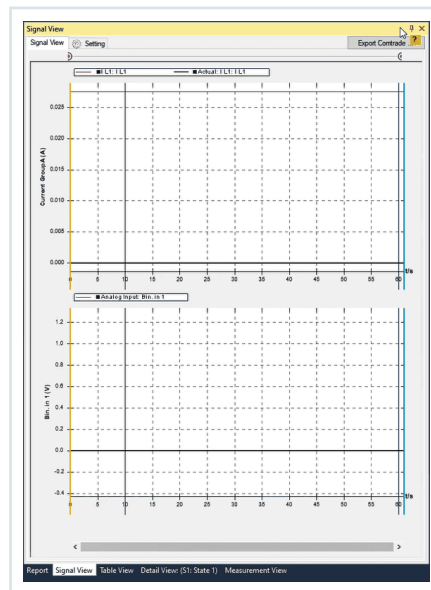
تصویر 9



The screenshot shows the 'Instrument Test' software interface with the 'Winding Resistance' tab selected. The 'Test Setting' section includes parameters like Side (HV), ITest (500.0 mA), and various time settings. The 'Current Measurement Mode' is set to 'Actual Current (up to 32A)'. The 'Voltage Measurement Mode' shows a table of voltage and resistance ranges for different bins. The 'Insert Mode' is set to 'All Tap' with 'Sort Direction' as 'Up'. The 'Insert Position' is 'Below Selected Row' and 'Sort Mode' is 'Tap No'. The 'Result(Selected)' section displays various measurement values like Time, V DC, I DC, R mea, R corr, Stability, and R dev. At the bottom, there is a table with columns for Tap, Phase, Label, Side, Time, V DC, I DC, Nominal stability, Actual Stability, R act(20.00°), R corr(75.00°), and R dev.

Tap	Phase	Label	Side	Time	V DC	I DC	Nominal stability	Actual Stability	R act(20.00°)	R corr(75.00°)	R dev
1	A	AB	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
2	B	BC	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
3	C	CA	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
4	A	AB	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
5	B	BC	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
6	C	CA	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
7	A	AB	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
8	B	BC	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
9	C	CA	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %

تصویر 10



تصویر 11



تصویر 12

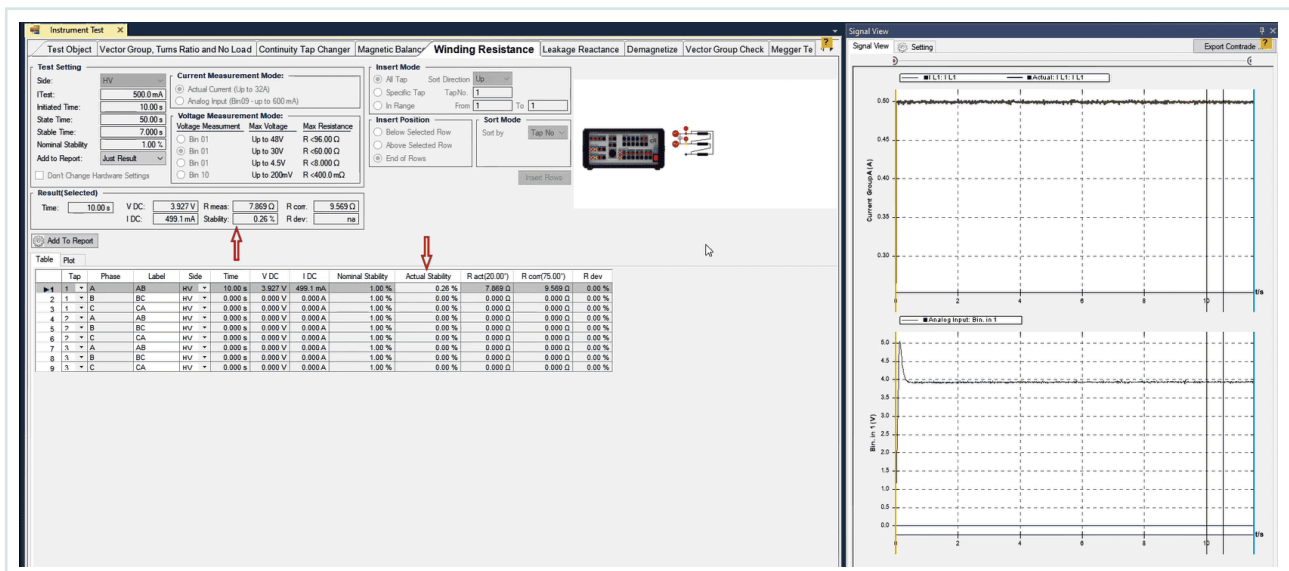
Add To Report

Table Plot

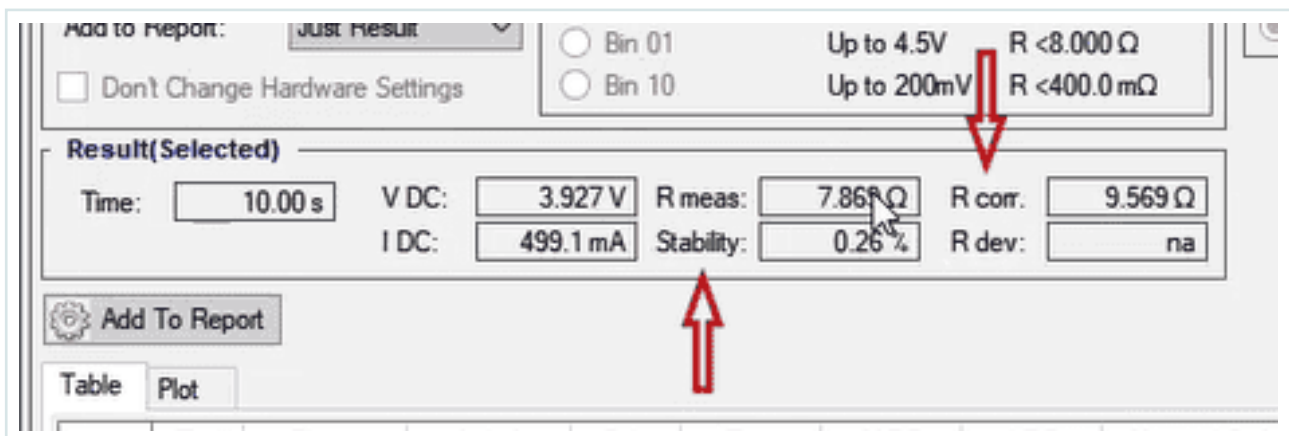
	Tap	Phase	Label	Side	Time	V DC	I DC	Nominal Stability	Actual Stability	R act(20.00°)	R cor(75.00°)	R dev
1	1	A	AB	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
2	1	A	BC	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
3	1	A	CA	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
4	1	A	AB	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
5	1	A	BC	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
6	1	A	CA	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
7	1	A	AB	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
8	1	B	BC	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %
9	1	C	CA	HV	0.000 s	0.000 V	0.000 A	1.00 %	0.00 %	0.000 Ω	0.000 Ω	0.00 %

Apply Test
Clear Result
Remove
Remove All

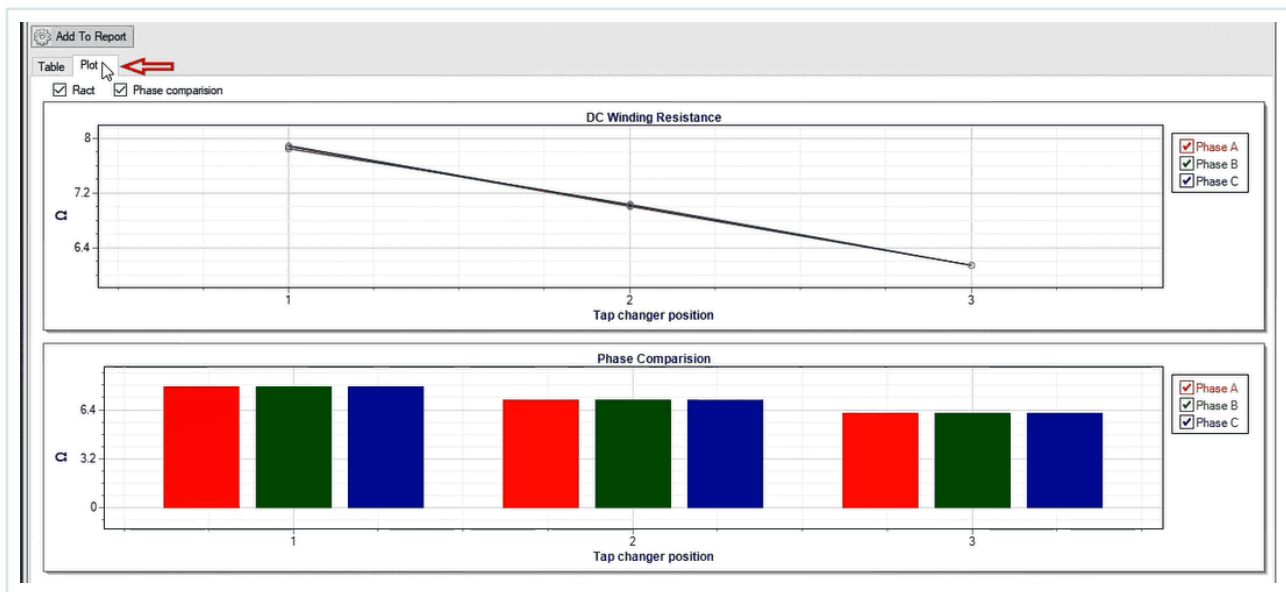
تصویر 13



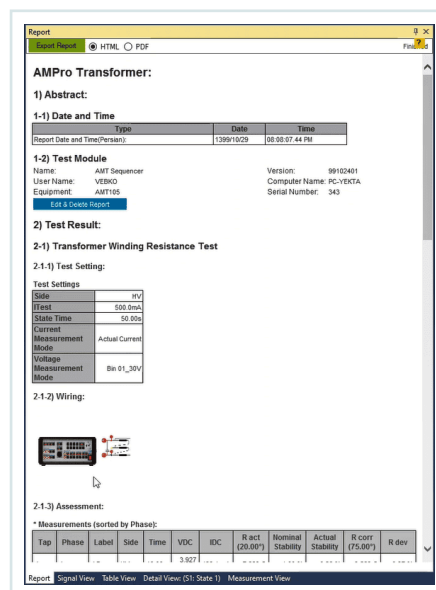
تصویر 14



تصویر 15



تصویر 16



تصویر 17

چند نکته در مورد تست مقاومت سیم‌بندی

با توجه به این اینکه ترانس‌ها دارای سلف بزرگی هستند تزریق جریان "DC" منجر به ایجاد "Spike" های ولتاژی بزرگی می‌شود و هرچه چقدر جریان تزریقی بیشتر باشد، ولتاژ ایجاد شده بزرگتر خواهد بود. این ولتاژ دو مشکل ایجاد می‌کند، مشکل اول "Error Overvoltage" اینپوت‌های دستگاه است، همانطور که می‌دانید دستگاه هنگامی ارور می‌دهد که اگر ولتاژ دو سر اینپوت بیش از 1/0 ثانیه بیشتر از سطح تعریف شده برای آن باشد. بنابراین اگر "Spike" های ولتاژی ایجاد شده دارای "Duration" های زیادی باشند ممکن است دستگاه ارور دهد. مشکل دیگر ولتاژی است که روی "Mosfet" های دستگاه می‌افتد. در صورت تزریق جریان‌های بزرگ این ولتاژ باعث آسیب به دستگاه خواهد شد. بنابراین توصیه می‌شود برای تزریق جریان این موارد را در نظر داشته باشید.

Winding_Resistance_Tab 