

XXI.
Szigetelésdiagnosztikai
Konferencia

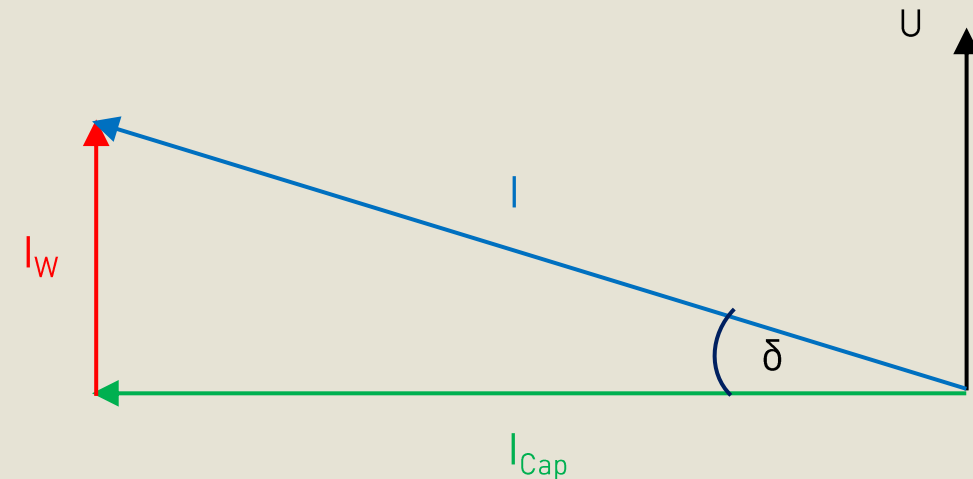
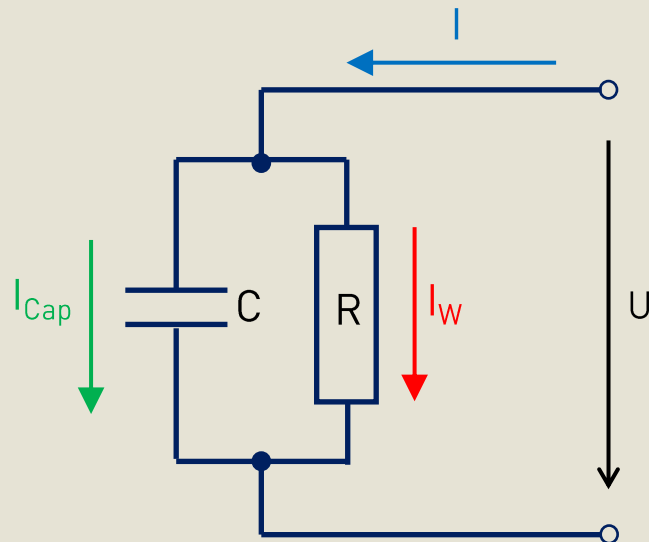
Átvezetőszigetelők hatása a transzformátor szigetelés veszteségi tényezőjére

Dielektromos veszteségi tényező:

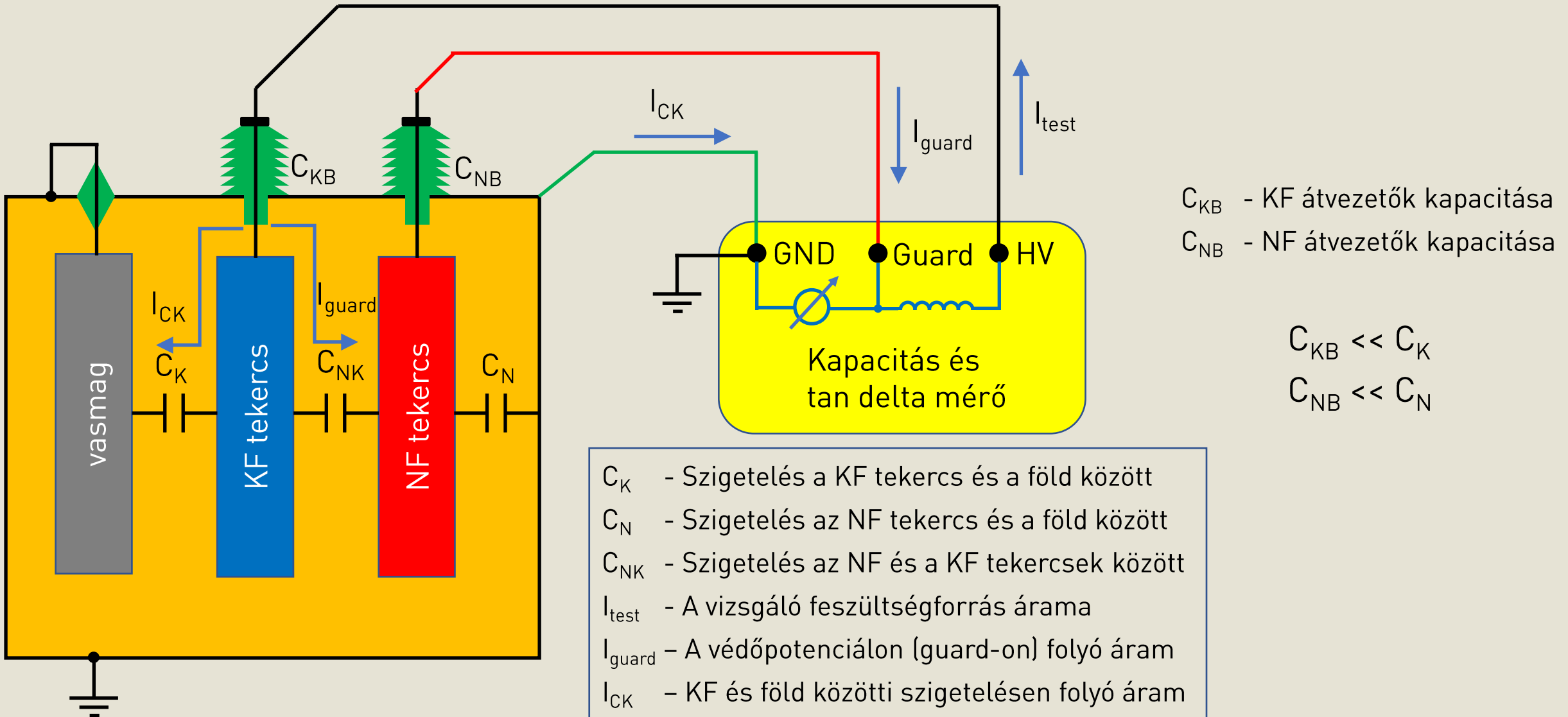
- Szigetelések minőségének jellemzésére alkalmazzuk.
- Schering híddal, vagy fázisérzékeny áramkomparátorral mérhető.
- Nemzetközi szabványok előírják transzformátor átadási próbák részeként
- Szabványos elfogadási kritérium nem létezik.
- Tapasztalati határérték: 0.5 % (0.005, vagy 50×10^{-4})

$$d. f. = \frac{I_W}{I_{Cap}} = \frac{P}{Q} = \tan \delta$$

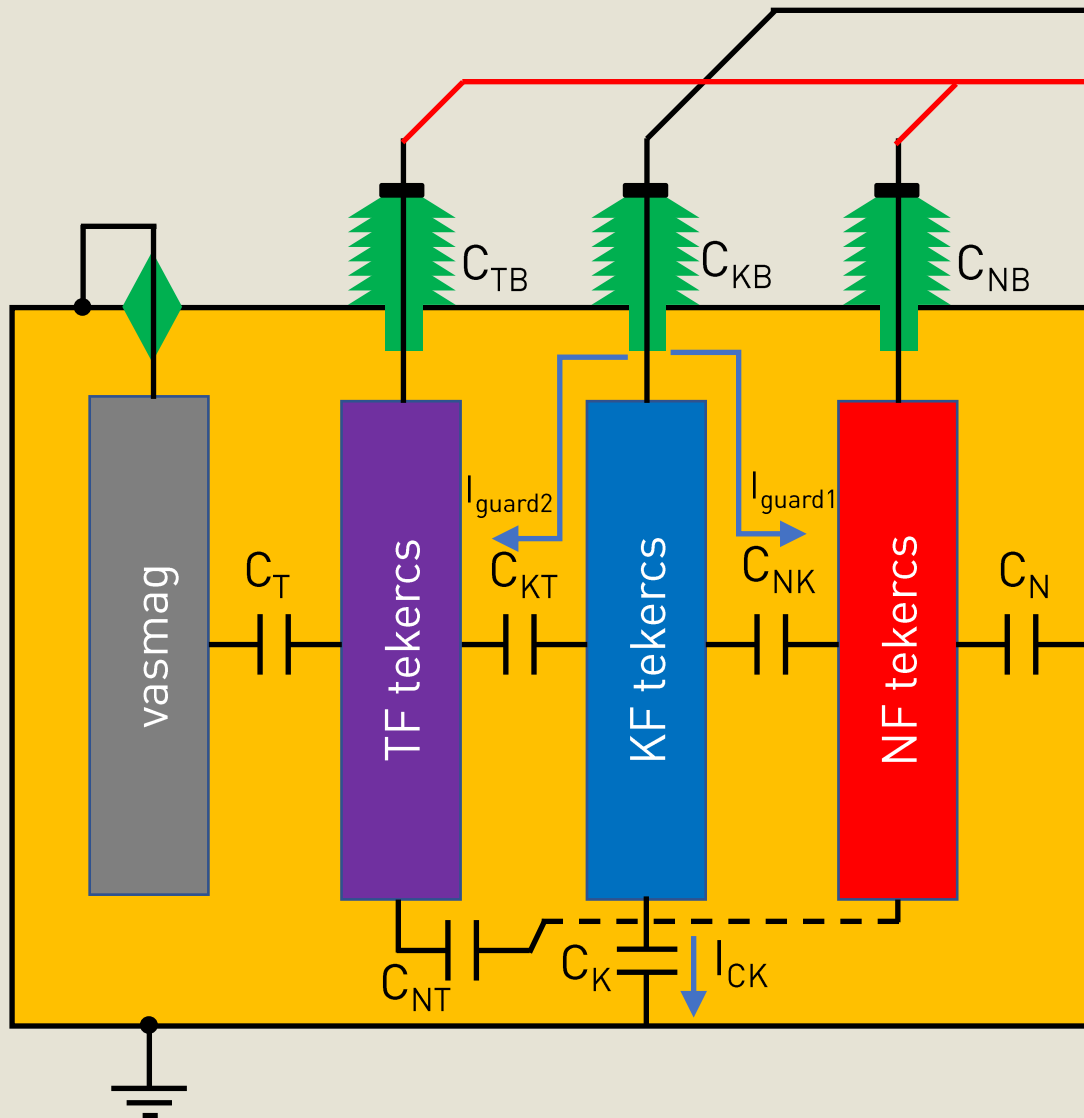
U	– feszültség vektor
I	– a szigetelésen folyó áram vektora
I_{cap}	– kapacitív áram összetevő
I_W	– wattos (hatásos) áram összetevő
δ	– eredő (dielektromos) veszteségi szög



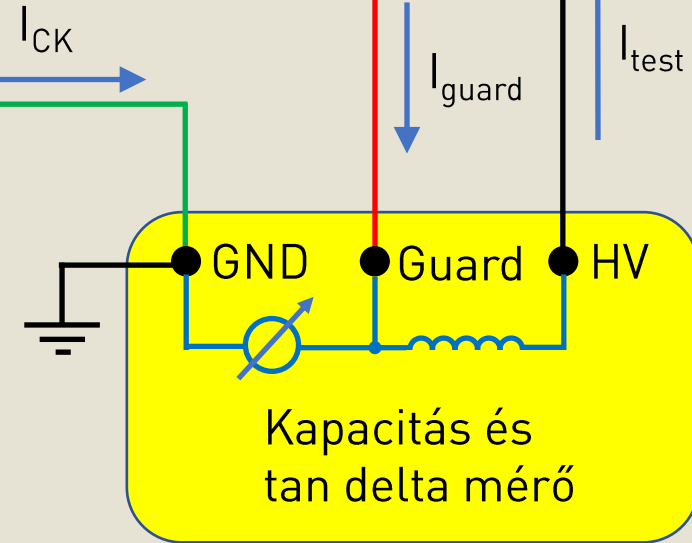
Két-tekerceslű transzformátor szigetelési rendszerének modellje, mérése:



Három-tekerceslészű transzformátor szigetelési rendszerének modellje, mérése:



C_{KB} - KF átvezetők kapacitása
 C_{NB} - NF átvezetők kapacitása
 C_{TB} - TF átvezetők kapacitása

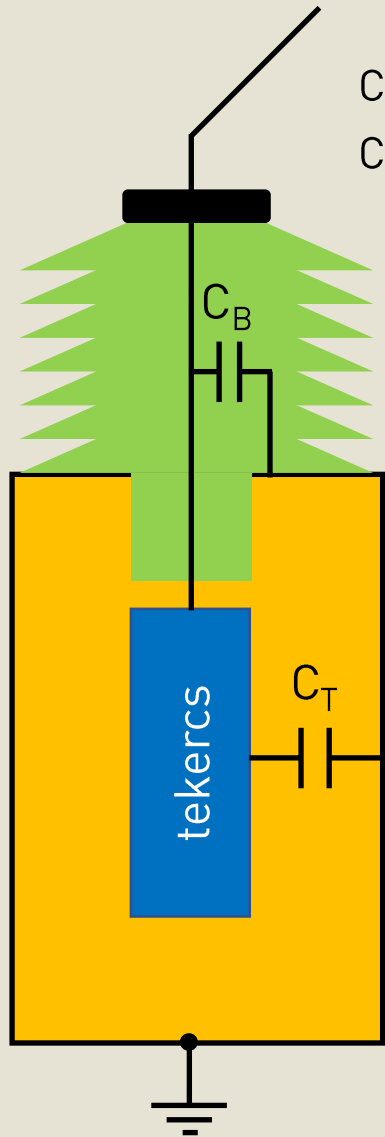


$C_{KB} \approx C_K$

 Az átvezetők szigetelése is befolyásol!

- C_K - Szigetelés a KF tekercs és a föld között
- C_N - Szigetelés az NF tekercs és a föld között
- C_T - Szigetelés a TF tekercs és a föld között
- C_{NK} - Szigetelés az NF és a KF tekercsek között
- C_{KT} - Szigetelés a KF és a TF tekercsek között
- C_{NT} - Szigetelés az NF és a TF tekercsek között
- I_{test} - A vizsgáló feszültségforrás árama
- I_{guard} - A védőpotenciálon (guard-on) folyó áram
- I_{CK} - KF és föld közötti szigetelésen folyó áram

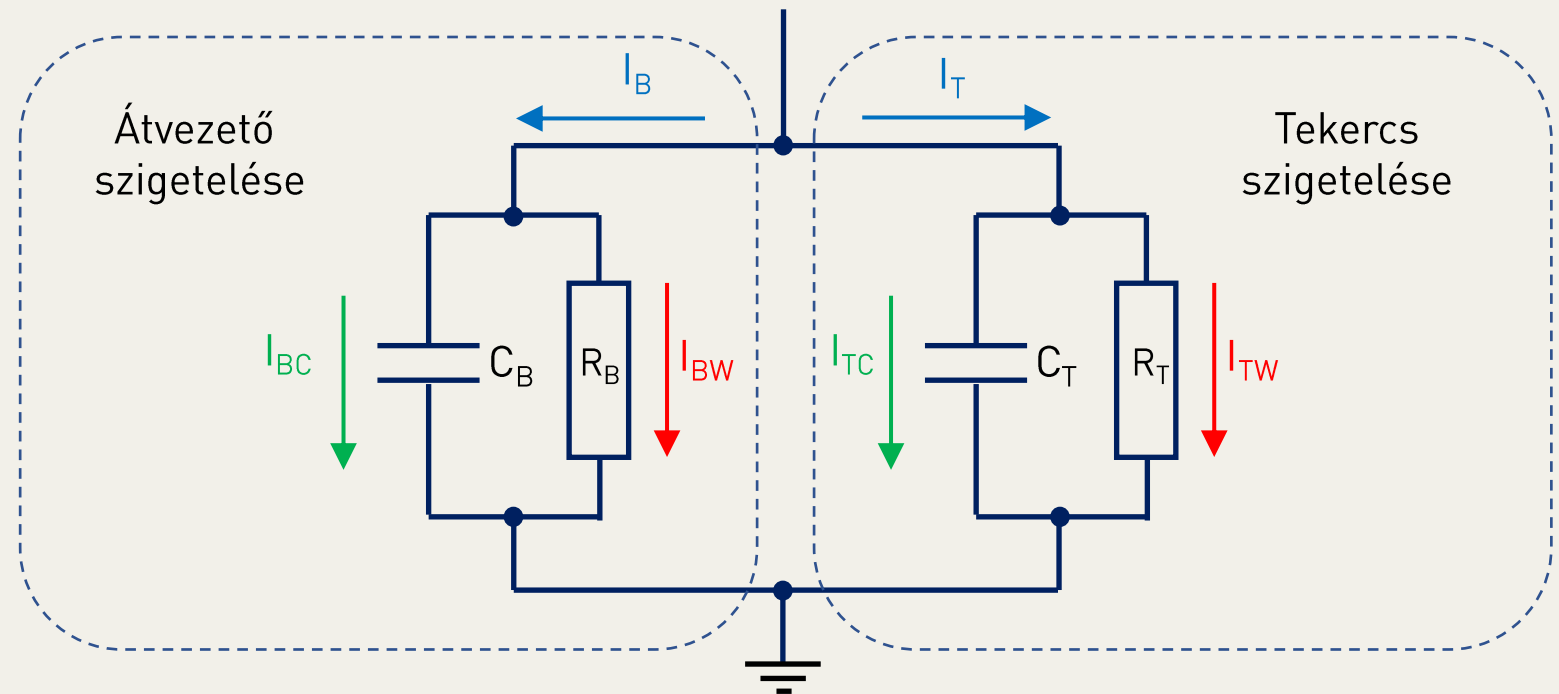
Párhuzamosan kapcsolt szigetelések dielektromos veszteségi tényezője:



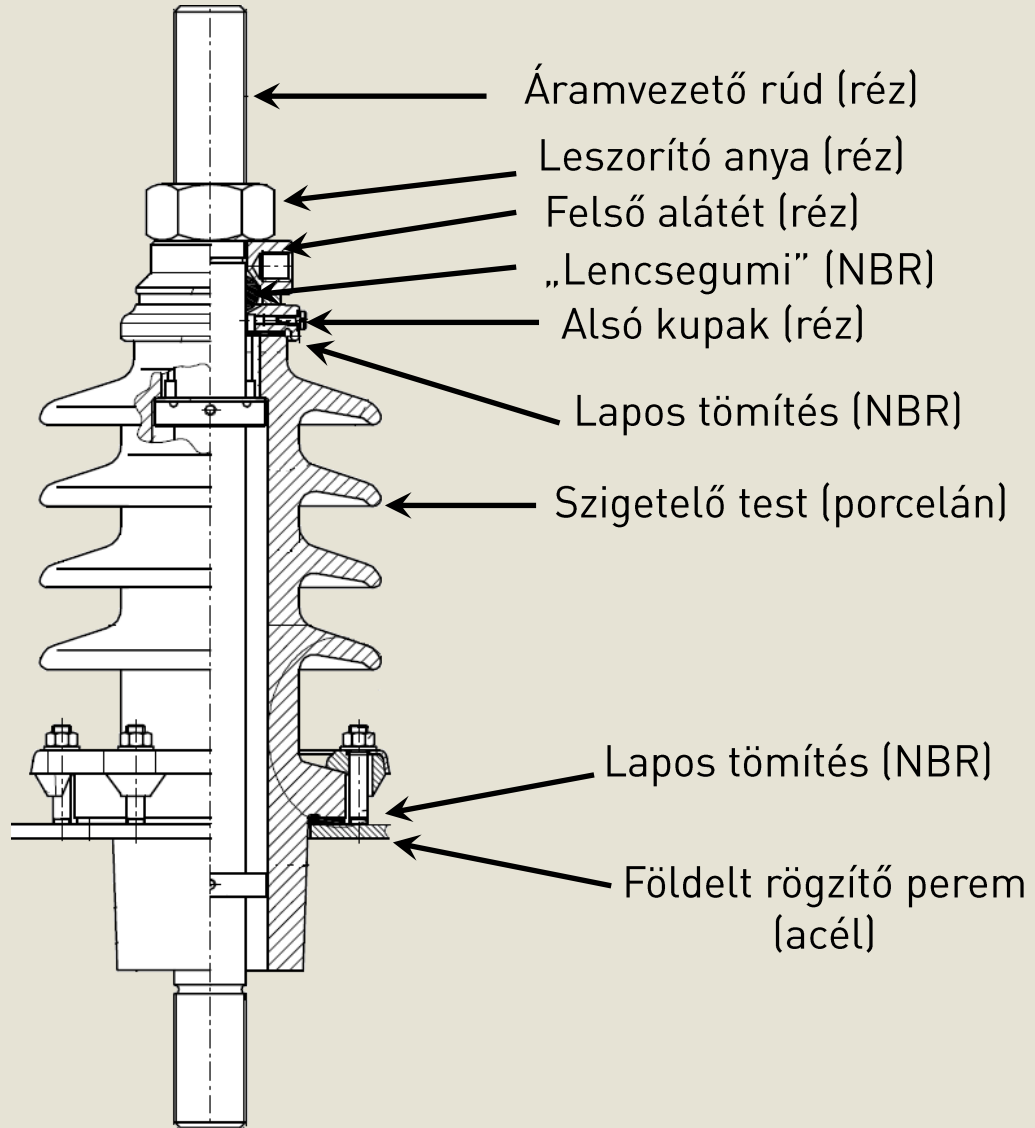
C_B - átvezetők szigetelése

C_T - tekeracs szigetelése (föld felé)

A szigetelés veszteségi tényezőjét is figyelembe véve:



Átvezetőszigetelők kapacitása és delektromos veszteségi tényezője:



Relatív permittivitás:

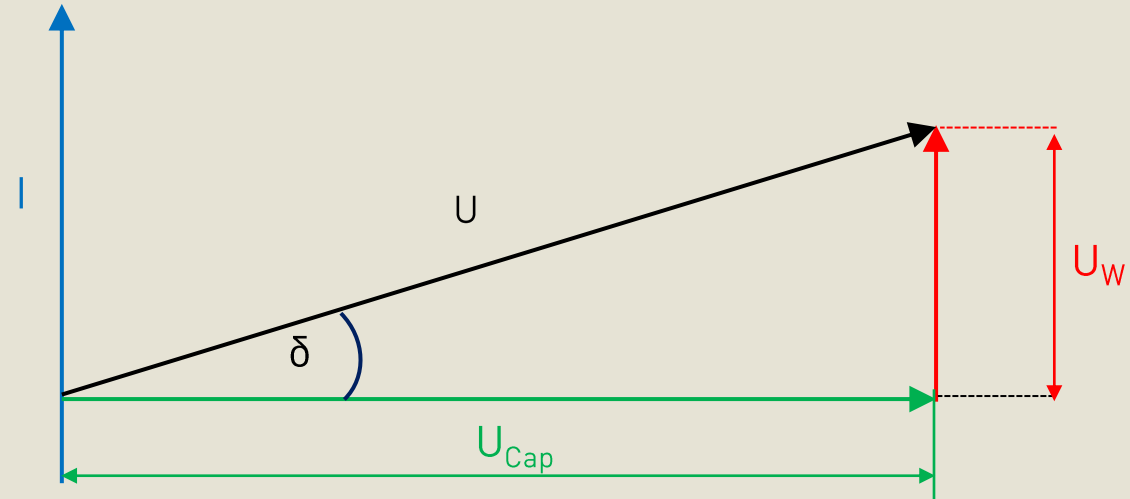
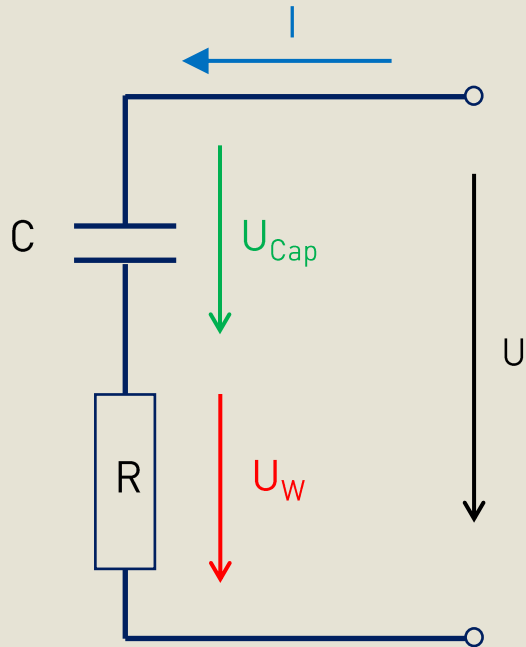
- Levegő: ~1
- Olaj: ~2
- Porcelán: ~5

Rövidebb átvezetők esetében a kapacitív áram jelentős része a porcelánon folyik a föld felé.

Ez az áram átfolyik a magas széntartalmú gumitömítéseken is, amikben ezáltal hatásos teljesítményt disszipál.

Lásd: veszteségi tényező soros modellje!

Valóságos szigetelés modellezése soros helyettesítő képpel:



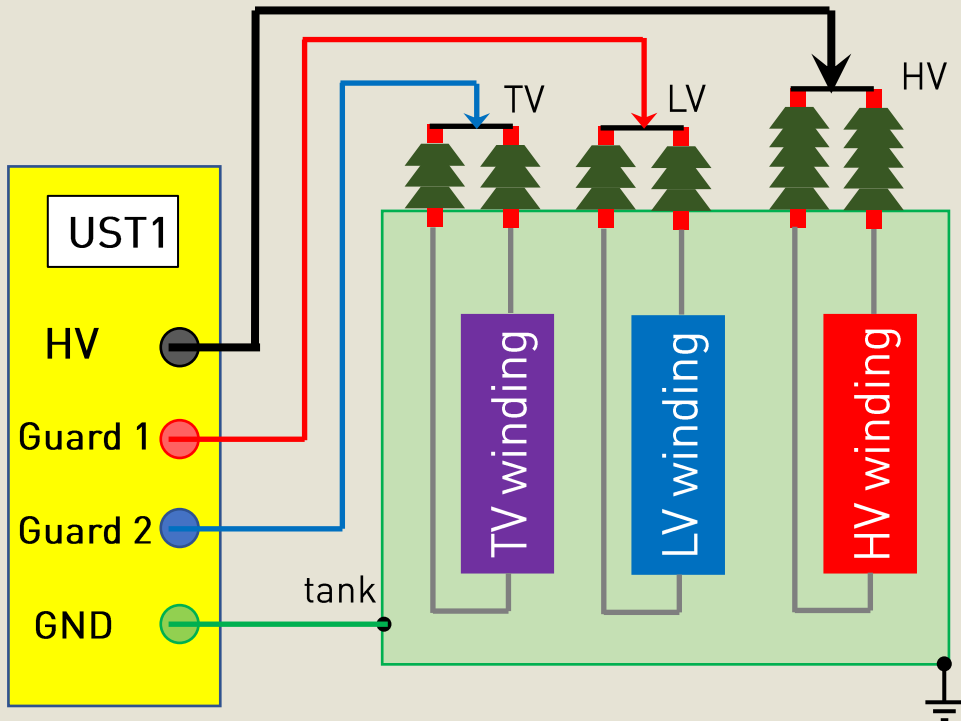
- U – eredő feszültség vektor
- I – a szigetelésen folyó áram vektora
- U_{cap} – kapacitív feszültség összetevő
- U_W – wattos (hatásos) feszültség összetevő
- δ – eredő (dielektromos) veszteségi szög

$$d. f. = \frac{U_W}{U_{Cap}} = \frac{P}{Q} = \tan \delta$$

1. Eset: Porcelán (DIN típusú) átvezető szigetelők

típus: HOKSV 140000/123
 névleges feszültség: 110 kV / 33 kV / (10 kV)

névleges teljesítmény: 140 MVA
 kapcsolási csoport: YNyn0+d



12/1. CAPACITANCES AND DISSIPATION FACTOR TEST ON THE WINDINGS

IEEE Std C57.12.90 §10.10, VLMU-21

At average oil temperature: 23.3 °C	Position: 1
-------------------------------------	-------------

Tested with: Combination	10 kV AC (50Hz)	
	C [pF]	tgδ (%)
HV - tank (LV+TV on "guard")	3793	0.217
HV - LV (tank+TV on "guard")	10444	0.229
HV - TV (tank+LV on "guard")	530	0.170
LV - tank (HV+TV on "guard")	1024	0.779
LV - TV (tank+HV on "guard")	14342	0.227
TV - tank (HV+LV on "guard")	16593	0.269

Acceptance criteria: measured tgδ max. 0.5%

1. Eset: Porcelán (DIN típusú) átvezető szigetelők

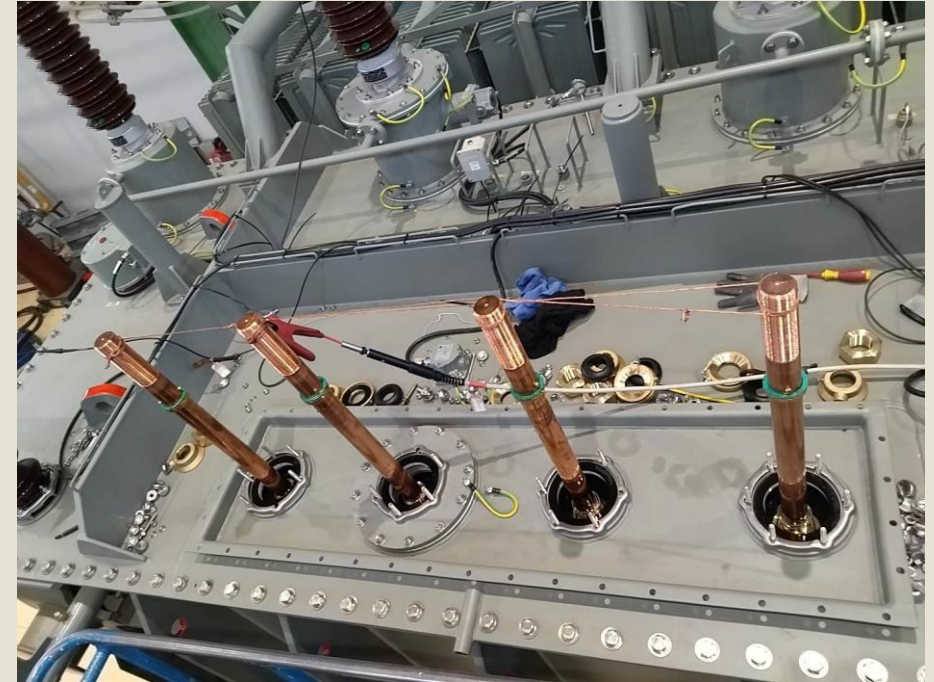


Mérés átvezető szigetelőkkel:

LV – tank (HV + TV guarded):

$C = 1025 \text{ pF}$

$\text{Tan } \delta = 0.779 \%$



Mérés átvezető szigetelők nélkül:

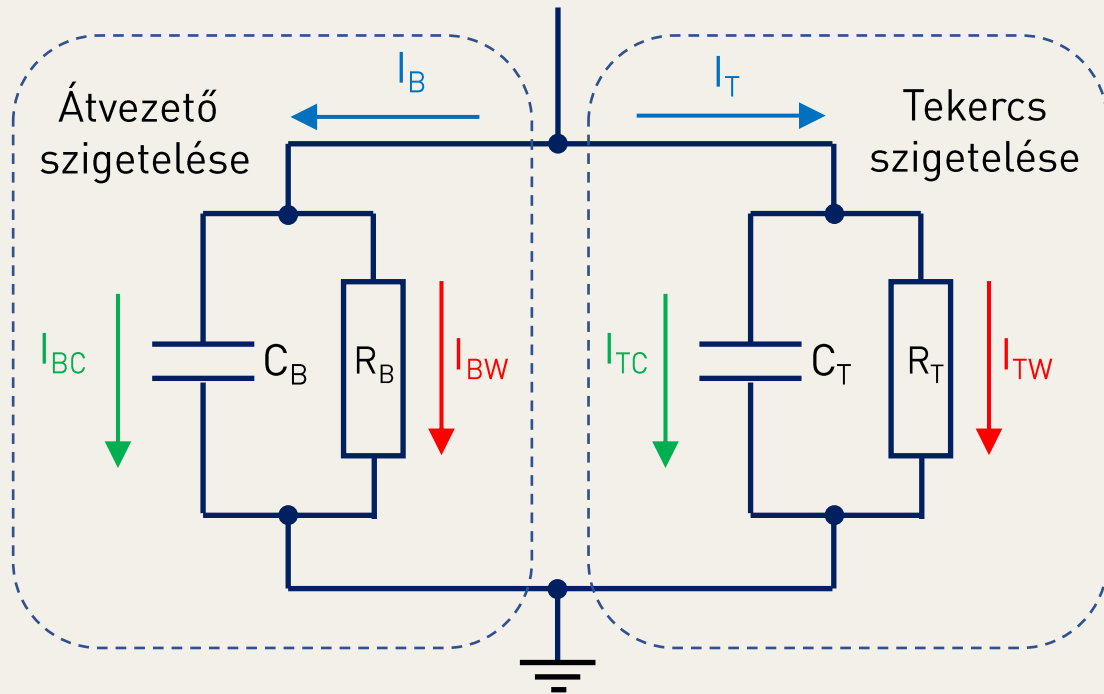
LV – tank (HV + TV guarded):

$C = 905 \text{ pF}$

$\text{Tan } \delta = 0.325 \%$

1. Eset: Porcelán (DIN típusú) átvezető szigetelők

A szigetelés veszteségi tényezőjét is figyelembe véve:



	C [pF]	tan δ	f [Hz]	XC [M Ω]	R [M Ω]
Átvezetőkkal	1024.5	0.779%	50	3.107	398.9
Átvezetők nélkül	905.4	0.325%	50	3.516	1081.7
Különbség	119.1	4.497%	50	26.737	594.5

1. Eset: Porcelán (DIN típusú) átvezető szigetelők

Átvezetőszigetelők mérése (olaj nélkül):

	C	Tan δ
Kompletten	~30 pF	3...4 %
Tömítések nélkül	~30 pF	0.3 %
„másik” tömítéssel	~30 pF	0.6 %

A transzformátorba visszaszerelve:

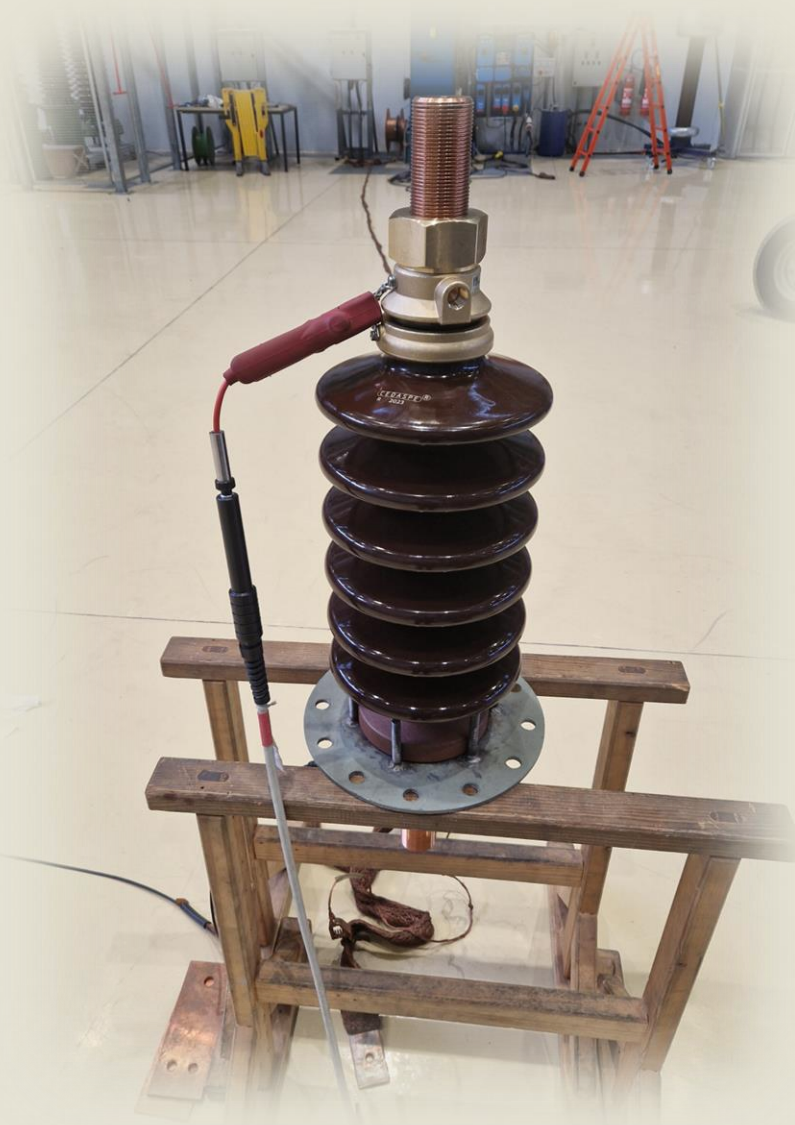
LV – tank (HV + TV guarded):

C = 1024 pF

Tan δ = 0.408 %

Konklúzió:

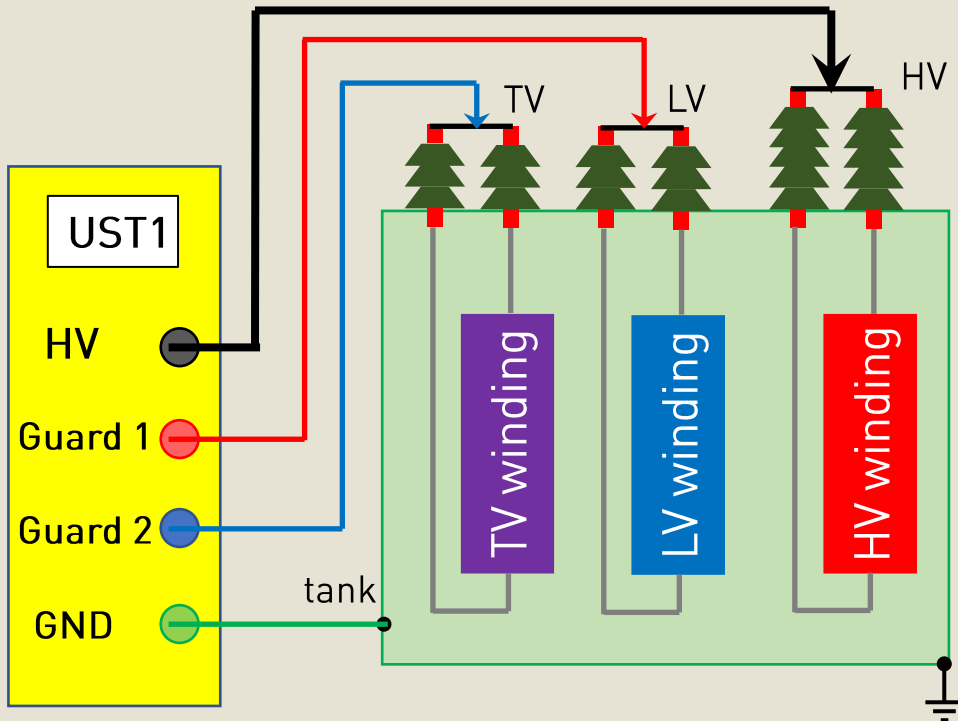
Az átvezetőszigetelők gumi tömítésének villamos tulajdonsága jelentősen befolyásolja a mért tan delta értéket!



2. Eset: SBC átvezető szigetelők

típus: HOKSV 65000/123
 névleges feszültség: 110 kV / 33 kV / (10 kV)

névleges teljesítmény: 65 MVA
 kapcsolási csoport: YNyn0+d



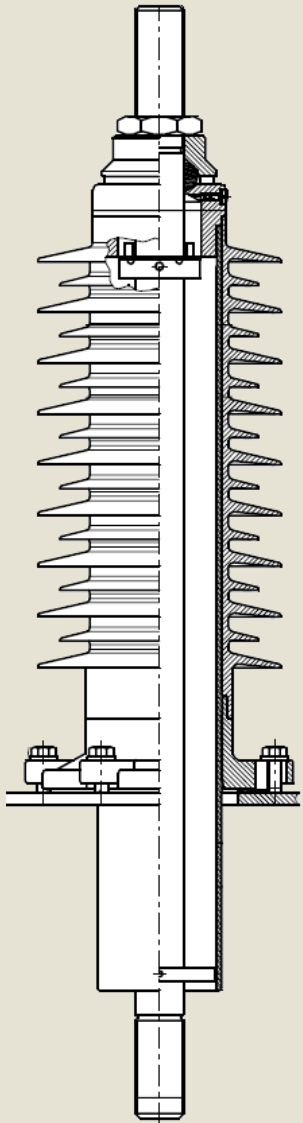
12/1. CAPACITANCES AND DISSIPATION FACTOR TEST ON THE WINDINGS

IEEE Std C57.12.90 §10.10, VLMU-21

At average oil temperature: 19.3 °C		Position: 1
Tested with:	10 kV AC (50Hz)	
Combination	C [pF]	tgδ (%)
HV - tank (LV+TV on "guard")	3178	0.259
HV - LV (tank+TV on "guard")	7541	0.210
HV - TV (tank+LV on "guard")	173	0.174
LV - tank (HV+TV on "guard")	1063	1.150
LV - TV (tank+HV on "guard")	12771	0.273
TV - tank (HV+LV on "guard")	13026	0.291

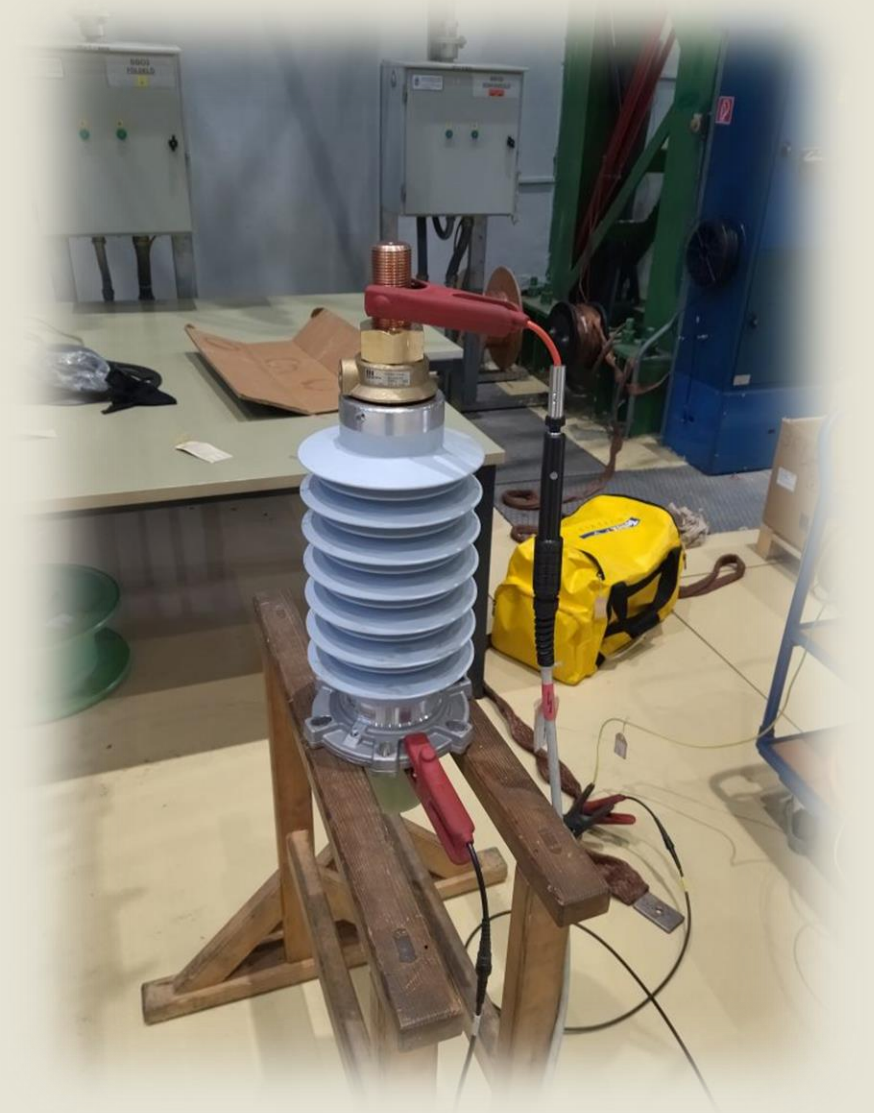
A KF átvezetőszigetelők eltávolítása után mért tan delta = 0.33%

2. Eset: SBC átvezető szigetelők

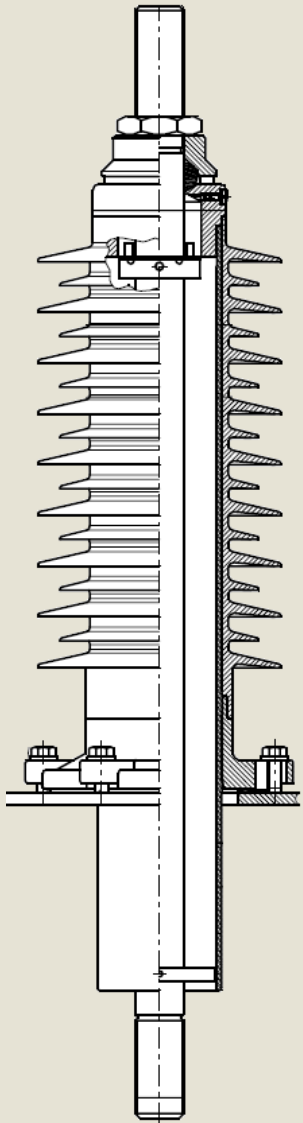


A kiszertelt átvezető szigetelők mérése szárazon:

Átvezető- szigetelők	Mért tan delta	Mért kapacitás
2U	0.654%	16.10 pF
2V	0.483%	15.88 pF
2W	24.30%	18.18 pF
2N	0.638%	16.15 pF



2. Eset: SBC átvezető szigetelők



A kiszerezelt átvezető szigetelők mérése olajban:

Átvezető- szigetelők	Mért tan delta	Mért kapacitás
2U	0.163%	52.38 pF
2V	0.128%	51.89 pF
2W	8.650%	54.79 pF
2N	0.137%	52.57 pF



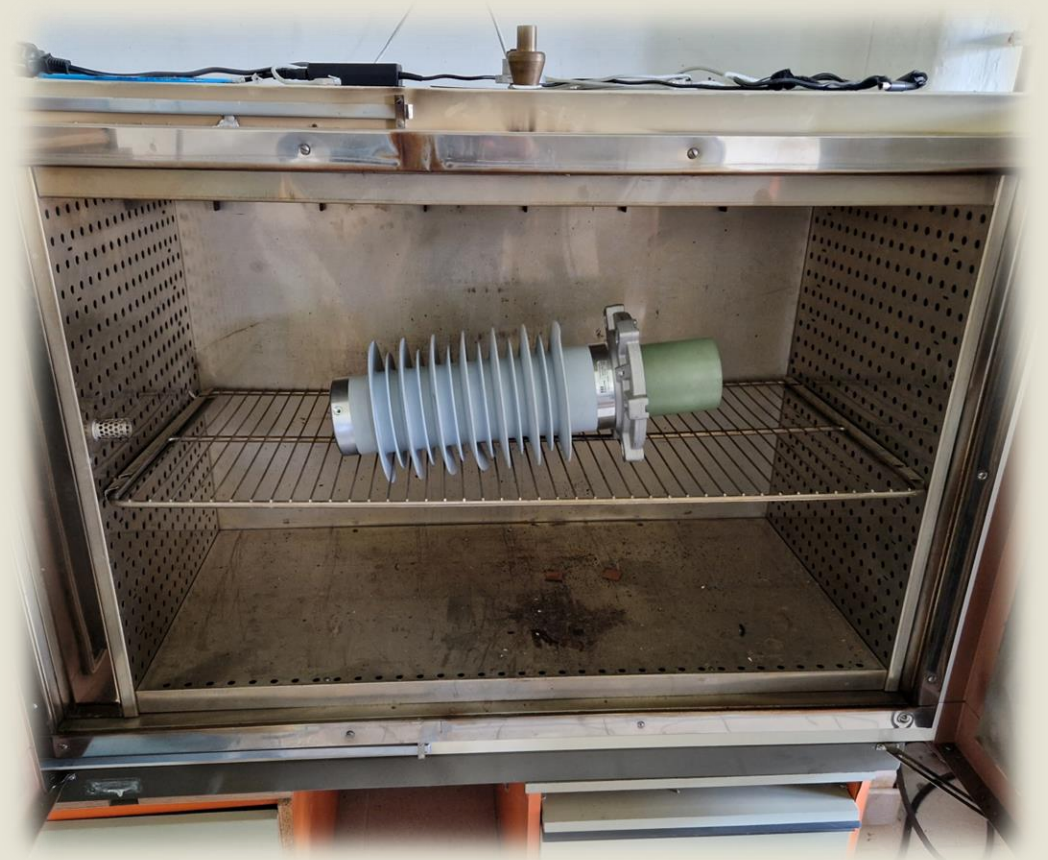
2. Eset: SBC átvezető szigetelők

A gyanús átvezetőszigetelőt alapos vizuális ellenőrzésnek vetettük alá:

Eredmény: Külsőleg látható eltérést nem találtunk

Az átvezetőszigetelőt 24 órás, 80 °C-os szárítási ciklusnak vetettük alá:

Eredmény: A magas tan delta érték maradt szárítás után is (lehűtött állapotban)



2. Eset: SBC átvezető szigetelők

Döntés:

A magas veszteségi tényezőjű átvezetőszigetelőt egy azonos típusú másikra cseréltük.

Így a transzformátor mért veszteségi tényező értékei már megfeleltek az elfogadási kritériumnak.

Gyökérok elemzés az átvezető gyártójával folyamatban van...

12/1. CAPACITANCES AND DISSIPATION FACTOR TEST ON THE WINDINGS

IEEE Std C57.12.90 §10.10, VLMU-21

At average oil temperature: 19.3 °C		Position: 1
Tested with:	10 kV AC (50Hz)	
Combination	C [pF]	tgδ (%)
HV - tank (LV+TV on "guard")	3178	0.259
HV - LV (tank+TV on "guard")	7541	0.210
HV - TV (tank+LV on "guard")	173	0.174
LV - tank (HV+TV on "guard")	1063	1.150
LV - TV (tank+HV on "guard")	12771	0.273
TV - tank (HV+LV on "guard")	13026	0.291

Repeated test (replacement of the SBC bodies on LV bushings)

At average oil temperature: 25.1 °C		Position: 1
Tested with:	10 kV AC (50Hz)	
Combination	C [pF]	tgδ (%)
HV - LV (tank+TV on "guard")	7535	0.184
LV - tank (HV+TV on "guard")	1019	0.423
LV - TV (tank+HV on "guard")	12779	0.248

Acceptance criteria: measured tgδ max. 0.5%



Köszönöm a figyelmet!

Kérdések és Válaszok...