

CG Electric Systems Hungary Zrt

Transzformátor diagnosztikai érdekességek

XIX. Szigetelésdiagnosztikai konferencia

Mátraháza, 2019. Október 18.

Előadó: Sztari Balázs



Smart solutions.
Strong relationships.



AVANTHA
GROUP COMPANY

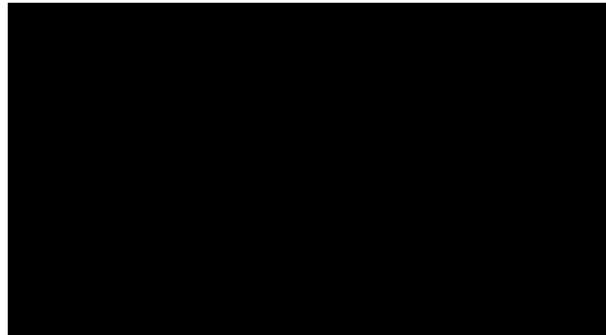
Tartalom:

- Bemutakozás
- SFRA – CIGRE WGA2.53
- SFRA kísérlet az ELMŰ FEBA trafón
- Rezgésmérés kísérlet eredményei

Transzformátor Próbaterem Bemutatósa



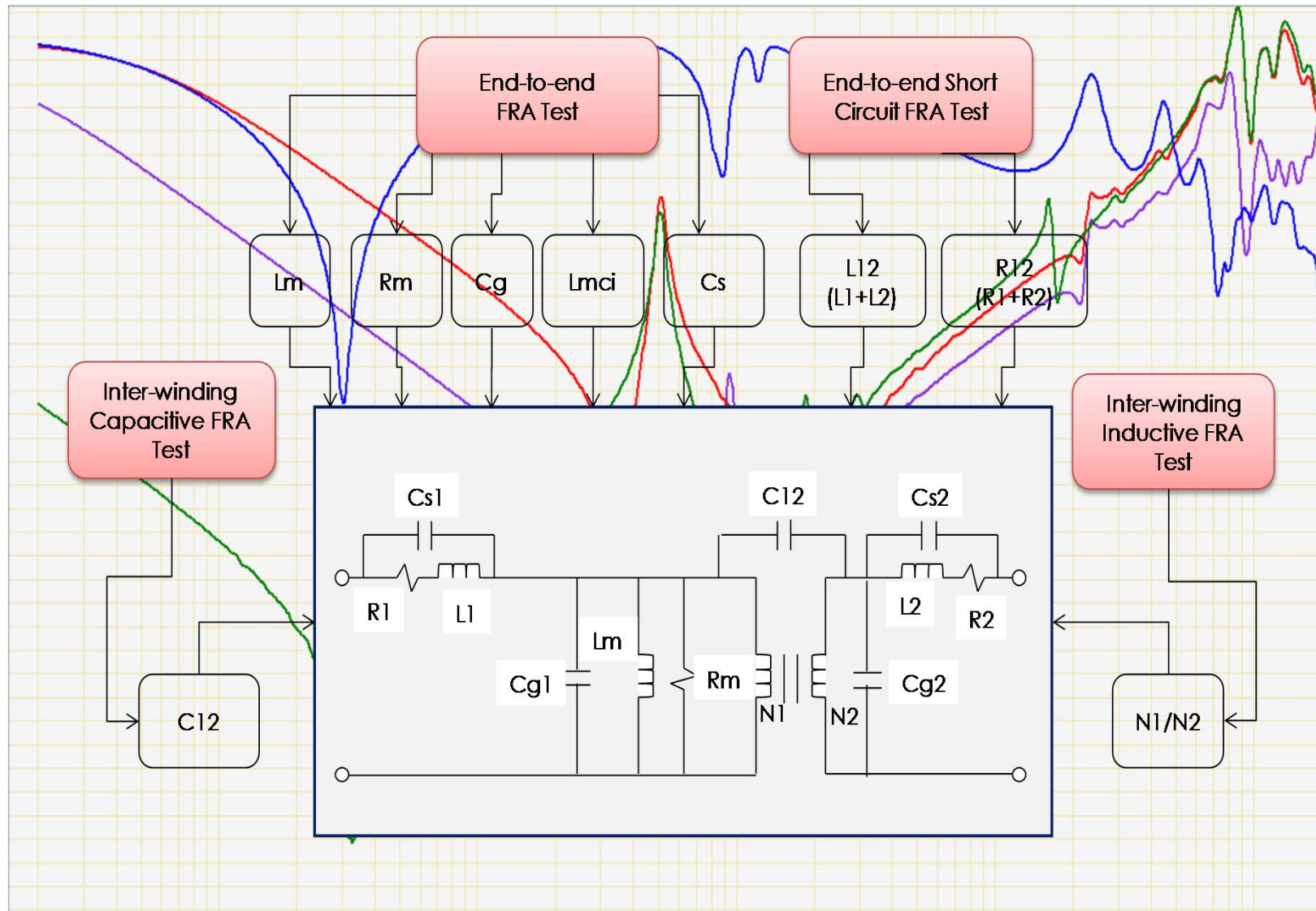
Smart solutions.
Strong relationships.



SFRA



Smart solutions.
Strong relationships.



SFRA ma már egy elterjedt módszer a transzformátor tekercsek mechanikai állapotának felmérésére.

A vizsgálat kiértékelése a mérési adatok referencia adatokkal történő összehasonlításán alapul.

Bár már több publikáció, útmutató, szabvány is jelent meg a témában

- *CIGRE WG A2.26, "Mechanical-Condition Assessment of Transformer Windings Using Frequency Response Analysis (FRA)," CIGRE Brochure 342, 2008.*
- *IEC 60076-18, "Measurement of frequency response," 2012.*
- *IEEE Std C57.149-2012, "IEEE Guide for the Application and Interpretation of Frequency Response Analysis for Oil-Immersed Transformers," 2013.*

az elemzés még mindig a görbék vizuális és szubjektív összehasonlításával történik, a kiértékelés pedig tapasztalat-függő.

Megfogalmazódott tehát egy cél:

Kifejleszteni egy nemzetközileg is elfogadott objektív kiértékelő algoritmust ami a transzformátorok állapotfelmérését szolgálja szállítás után , vagy üzemzavar után, illetve elfogadási kritériumot nyújt a transzformátorok zárlati vizsgálataihoz.

Ebből a célból 2015 Szeptemberében létrejött a CIGRE WG A2.53 munkacsoport:

„ Objective interpretation methodology for the mechanical condition assessment of transformer windings using Frequency Response Analysis (FRA)”

A munkacsoport munkájának fő területei:

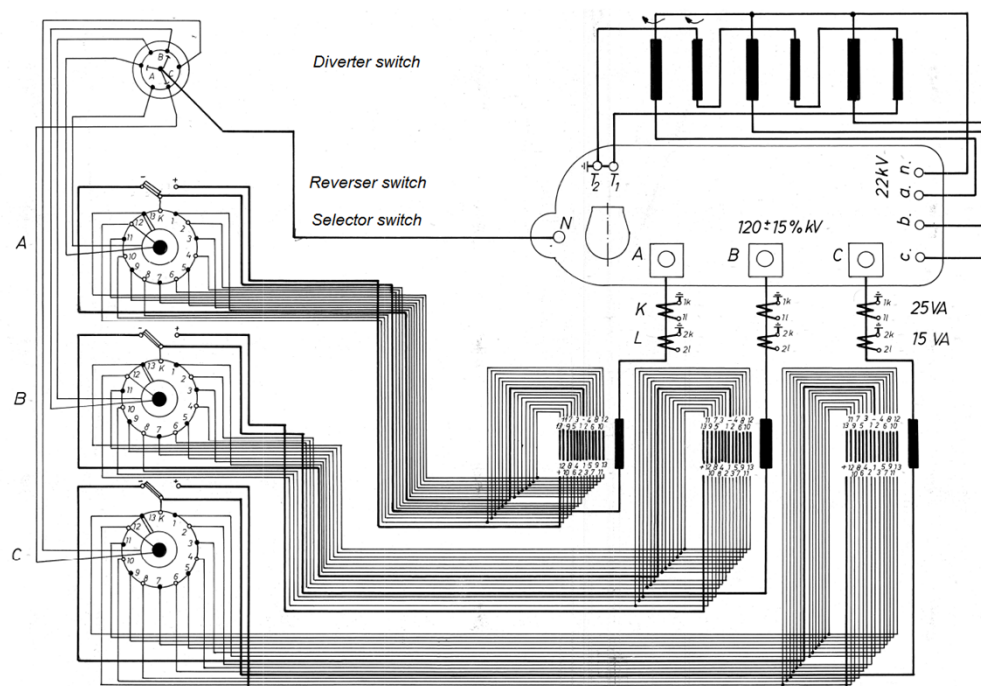
- Frekvencia-impedancia függvények értelmezése: A görbék mögötti fizika leírása.
- A mérést és a kiértékelést befolyásoló tényezők: Mérő áramkör, transzformátor állapot és külső tényezők.
- Eset tanulmányok: Transzformátorok mechanikai és villamos meghibásodásainak bemutatása FRA-val
- Az FRA kvantitatív kiértékelésével foglalkozó tudományos irodalom áttekintése.
- A numerikus mutatók értékelése.
- A numerikus mutatók hatékonyságának vizsgálata a kiválasztott CIGRE A2.53 esettanulmány-adatkészlet felhasználásával.

SFRA kísérlet a meghibásodott FEBA trafón



Smart solutions.
Strong relationships.

A trafó legfontosabb adatai



Teljesítmény: 25 MVA (ONAF)
Feszültség: 120 kV ± 15% / 22 kV
Kapcs. csoport: YNyn6+d
Gyártási év: 1983

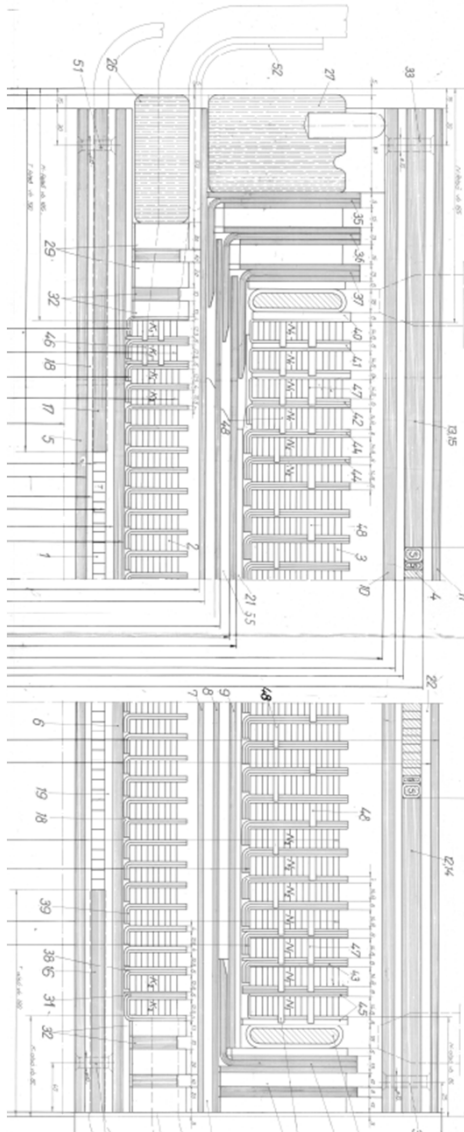


AVANTHA
GROUP COMPANY

Tekercsek elrendezése



Smart solutions.
Strong relationships.



Tercier tekercs:

Egyrétegű, spirális tekercs (159 menet)

KF tekercs:

92 tárcsás tekercs ,
2 menet / tárcsa (184 menet)

NF fő tekercs:

2 x 71 tárcsa, 7 menet / tárcsa (994 menet)
menetkevert

NF szabályzó tekercs: 14 x 11.5 menetből álló egyrétegű,
több bekezdésű spirális tekercs

vasmag

Tercier tekercs

KF tekercs

NF tekercs

Szabályzó tekercs

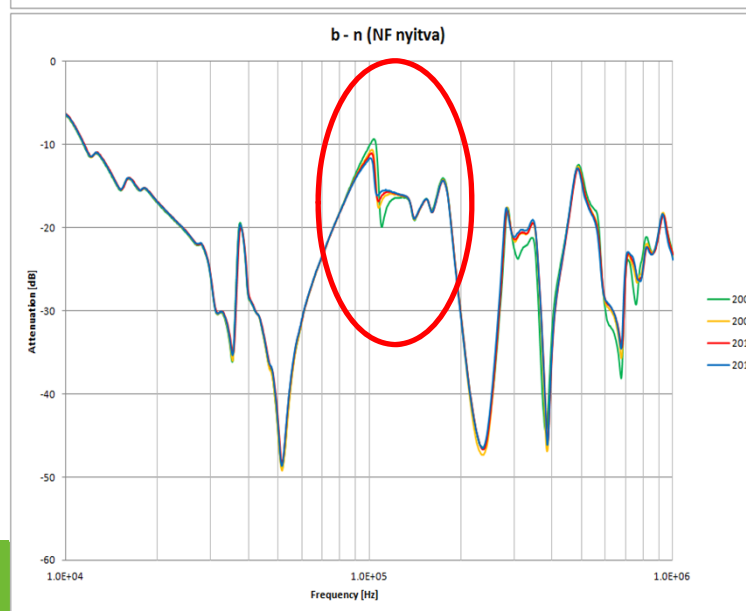
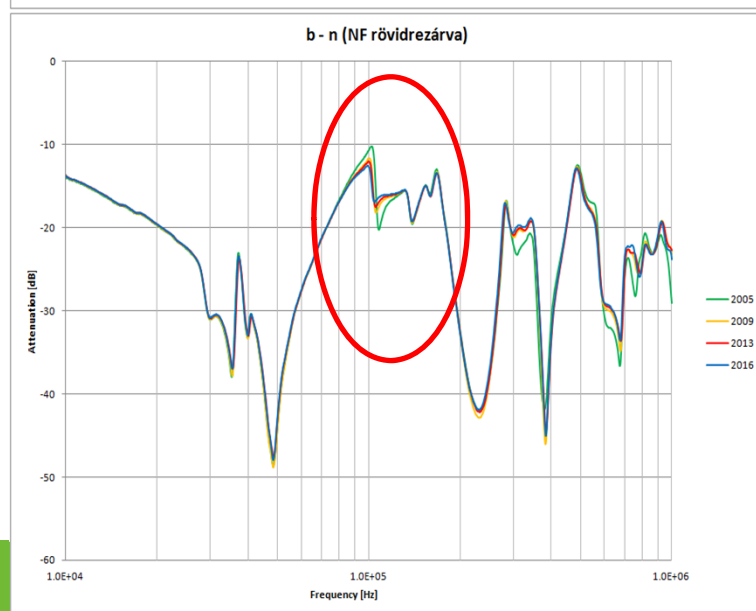
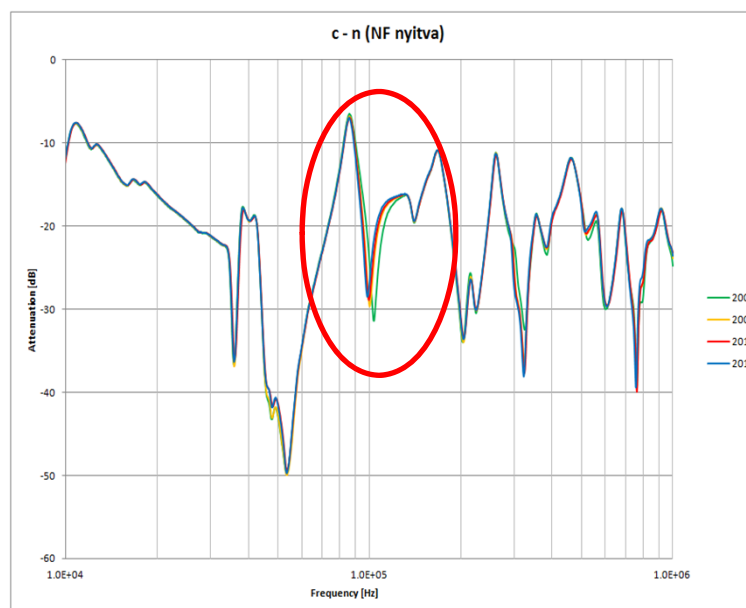
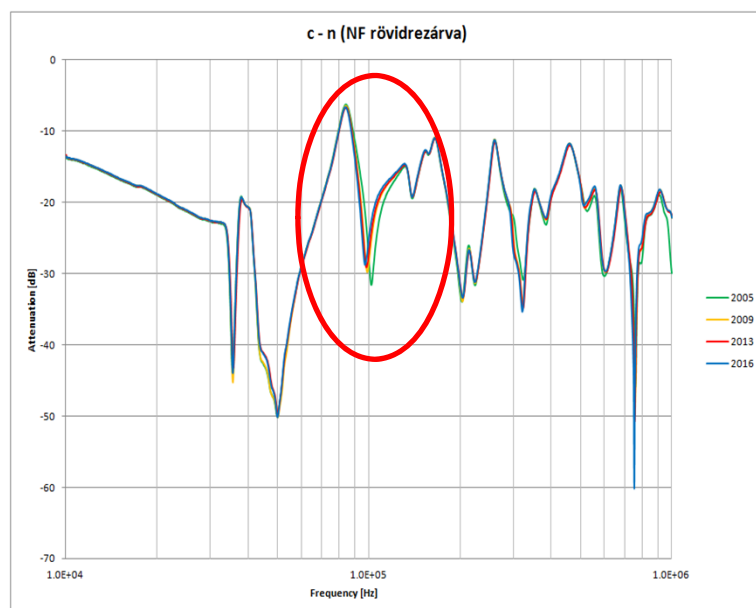


AVANTHA
GROUP COMPANY

ELMŰ által mért SFRA eltérések 2005 óta



Smart solutions.
Strong relationships.



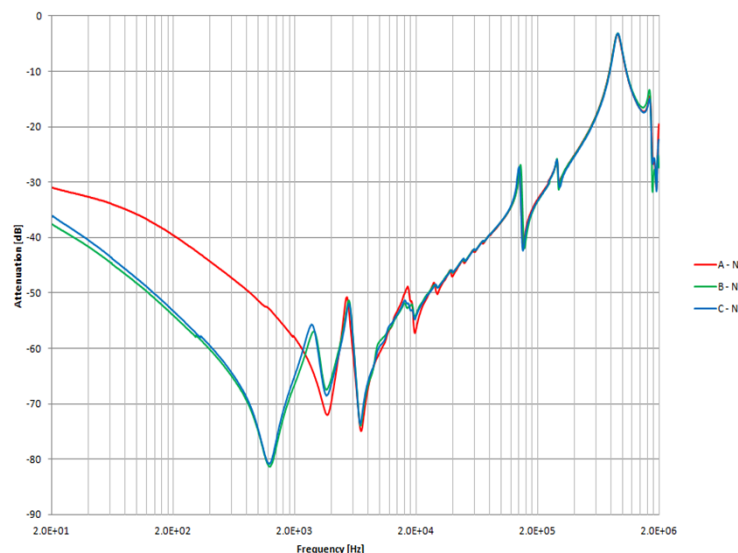
AVANTHA
GROUP COMPANY

Az aktív részen végzett mérések, szétszerelés előtt

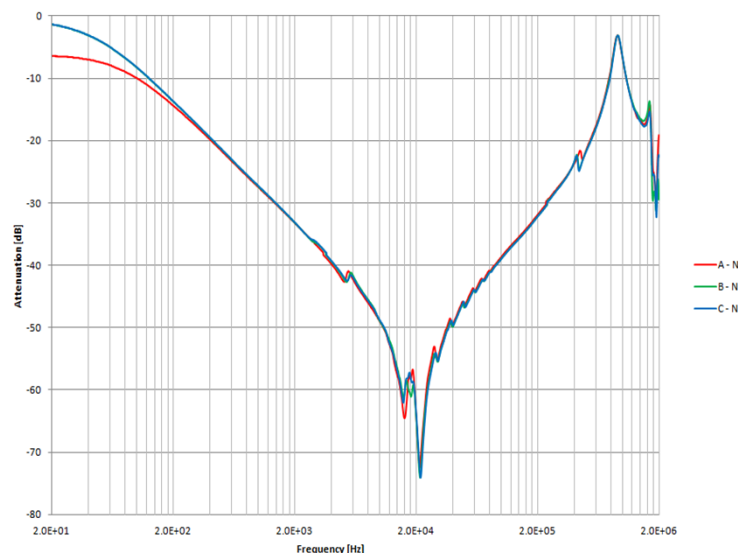


Smart solutions.
Strong relationships.

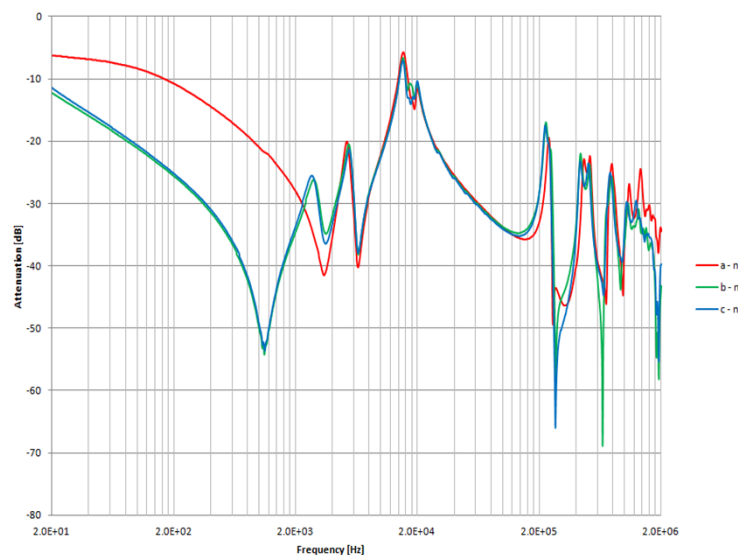
Nagyfeszültségű tekercseken, nyitott KF tekercsekkel végzett mérés



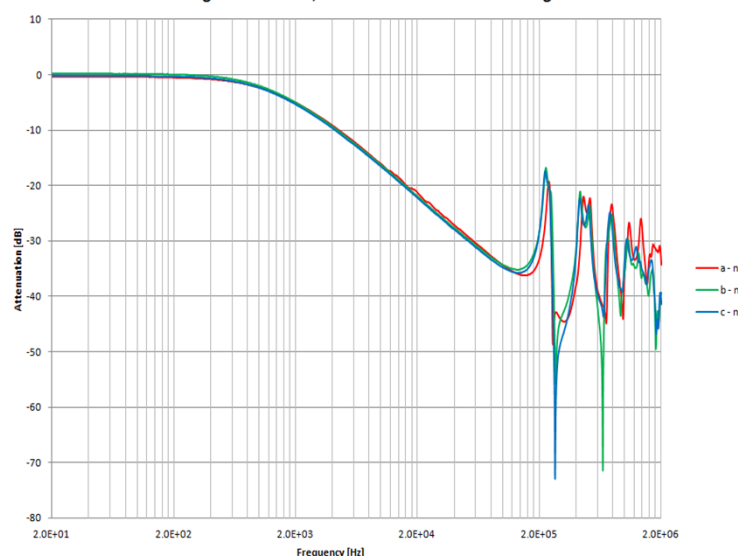
Nagyfeszültségű tekercseken, nyitott KF tekercsekkel végzett mérés



Kisfeszültségű tekercseken, nyitott NF tekercsekkel végzett mérés



Kisfeszültségű tekercseken, rövidzárt NF tekercsekkel végzett mérés

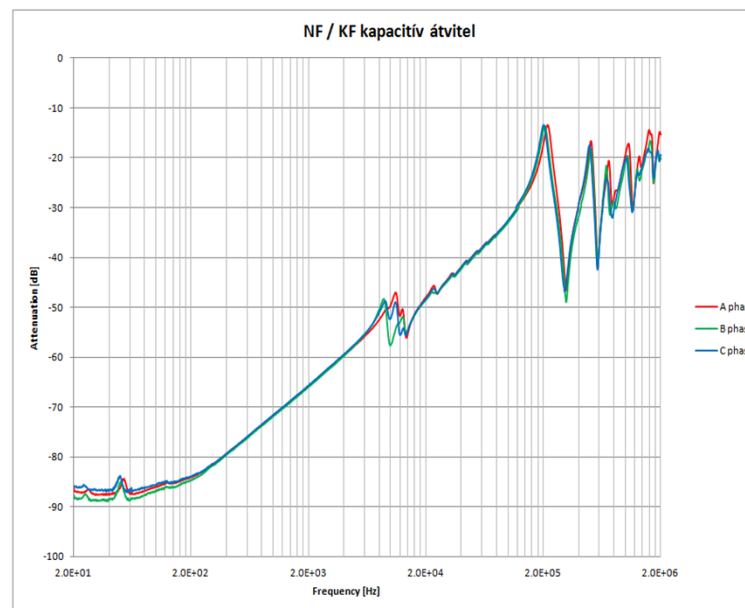
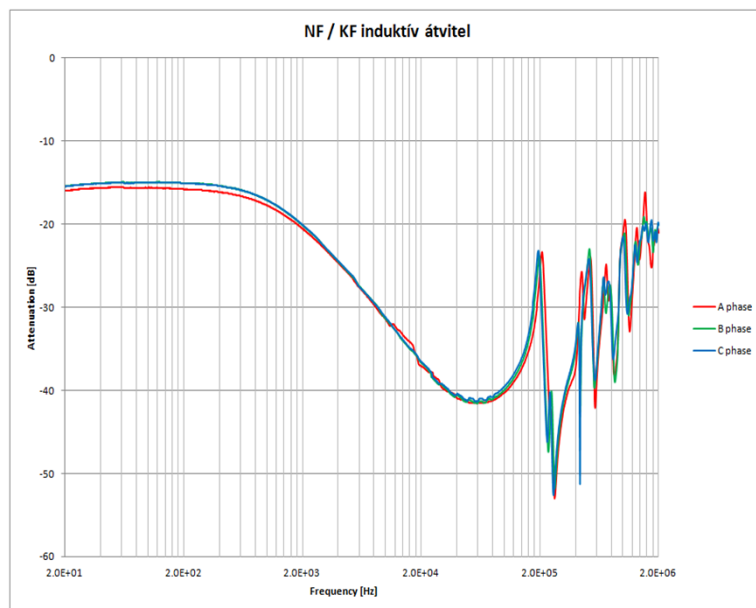


AVANTHA
GROUP COMPANY

Az aktív részen végzett mérések, szétszerelés előtt



Smart solutions.
Strong relationships.



AVANTHA
GROUP COMPANY

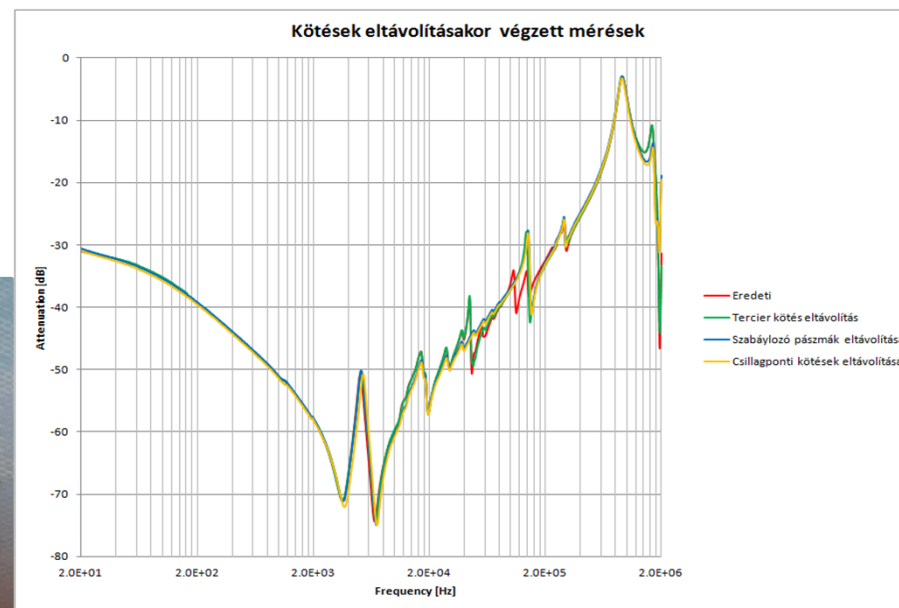
Az aktív rész átalakítása az SFRA kísérletekhez



Smart solutions.
Strong relationships.

Tekercsvégek és szabályzó pászmák levágása a kísérletek egyszerűbb elvégezhetősége és megismételhetősége érdekében.

Az átalakítás minden lépése után SFRA mérést végeztünk.

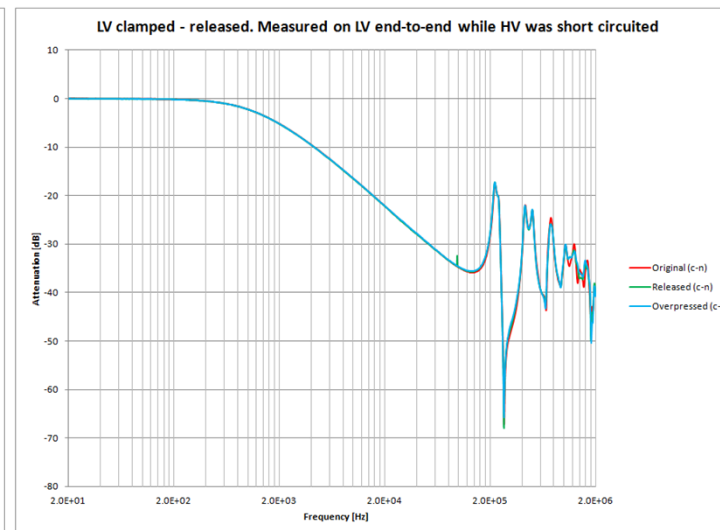
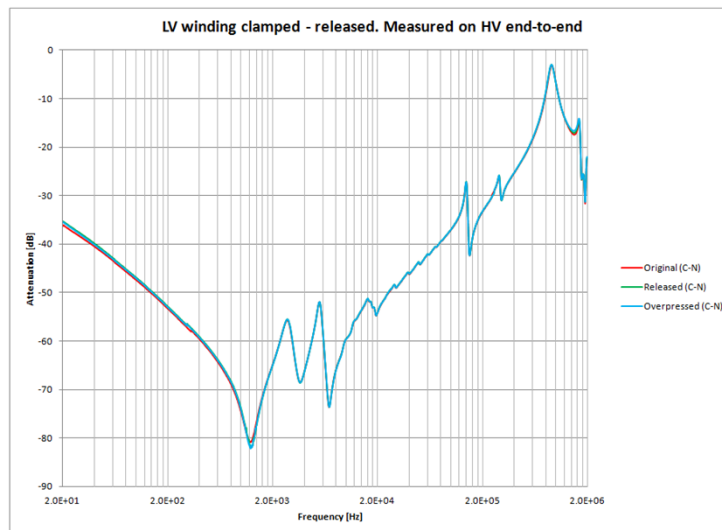
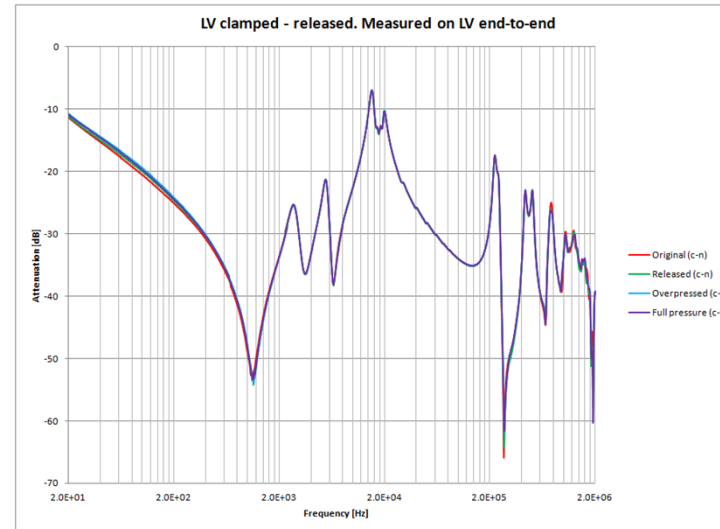
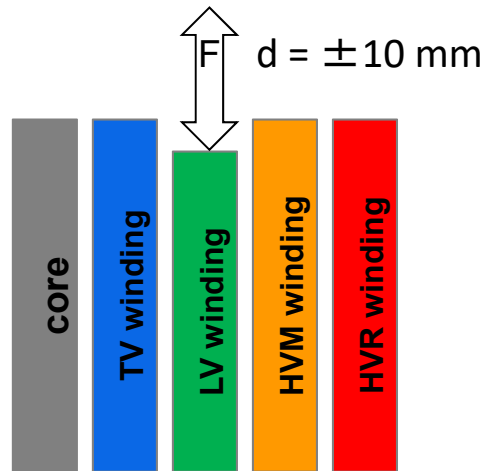


AVANTHA
GROUP COMPANY

SFRA kísérlet a KF Tekercs leszorításának változtatásával



Smart solutions.
Strong relationships.

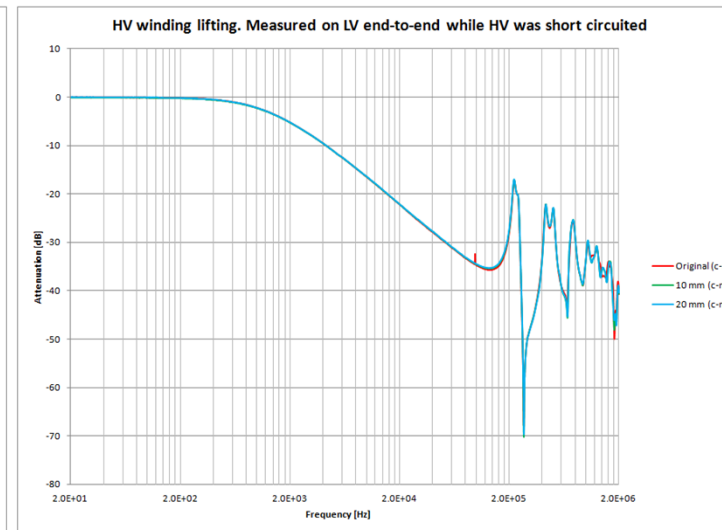
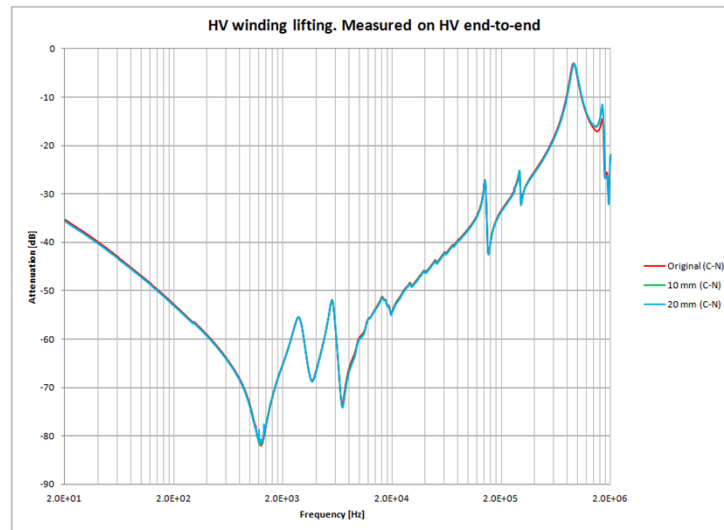
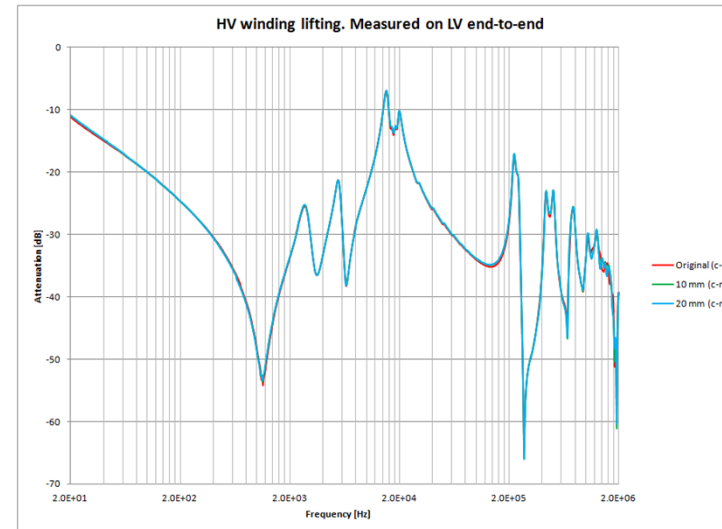
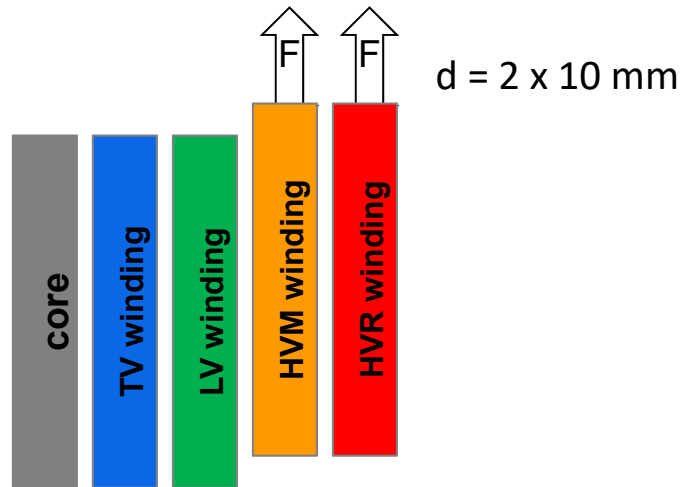


AVANTHA
GROUP COMPANY

SFRA kísérlet az NF tekercs megemelésével



Smart solutions.
Strong relationships.



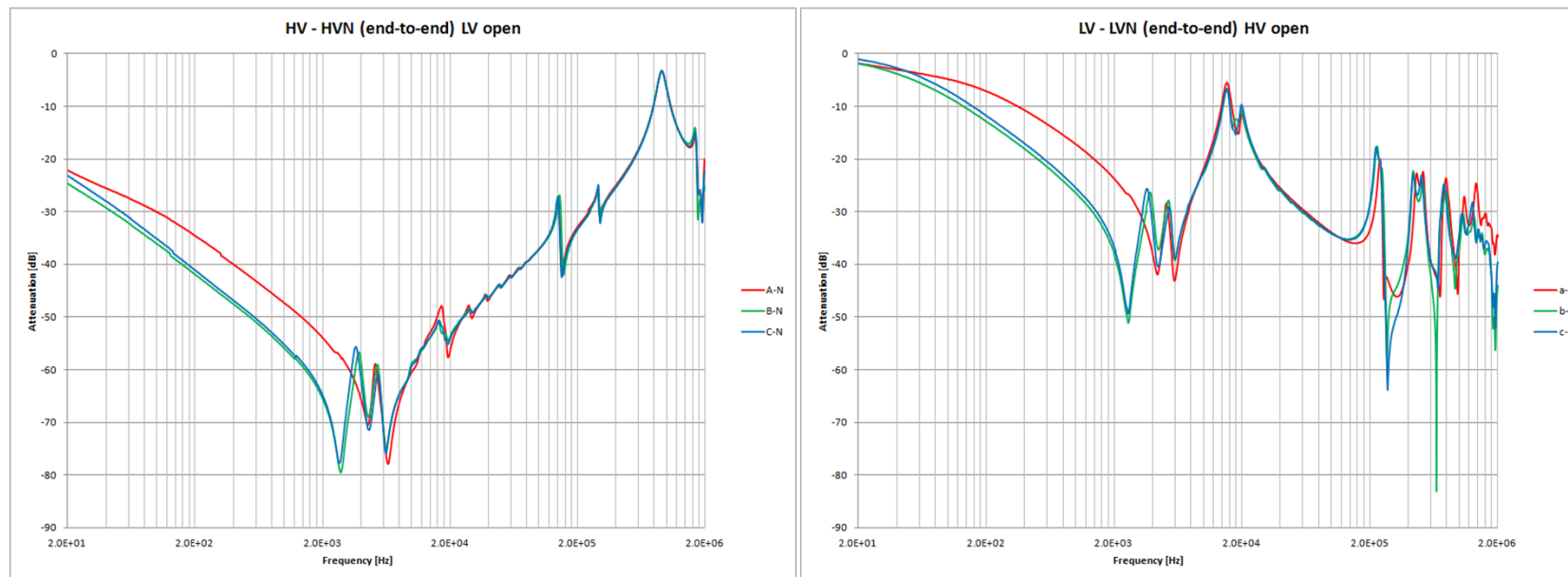
AVANTHA
GROUP COMPANY

A vasmag felső jármának eltávolítása

A további vizsgálatokhoz és a hibahely szemrevételezhetőség miatt

A vasmag felső járom lemezei el lettek távolítva.

Majd ezután az SFRA mérések minden kombinációban meg lettek ismételve.



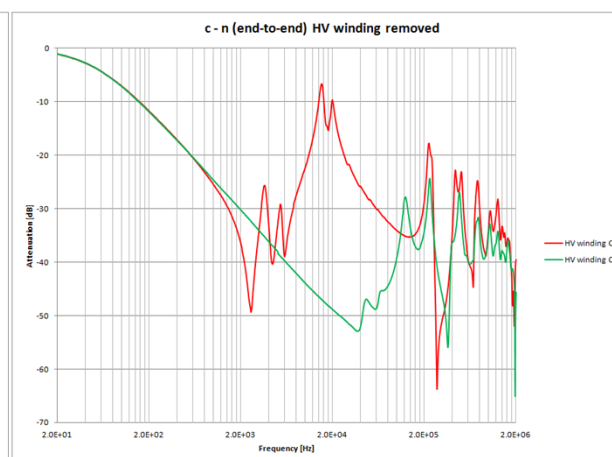
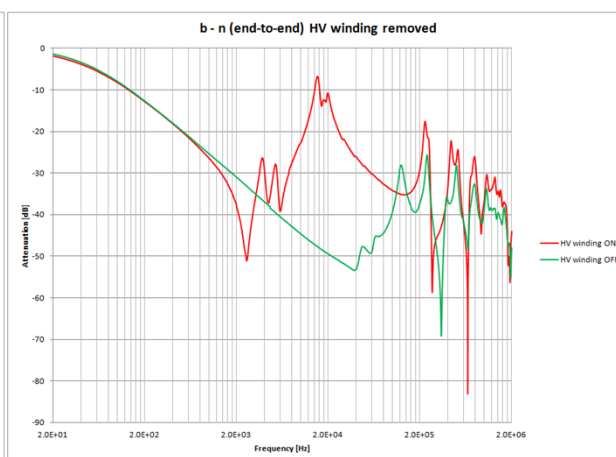
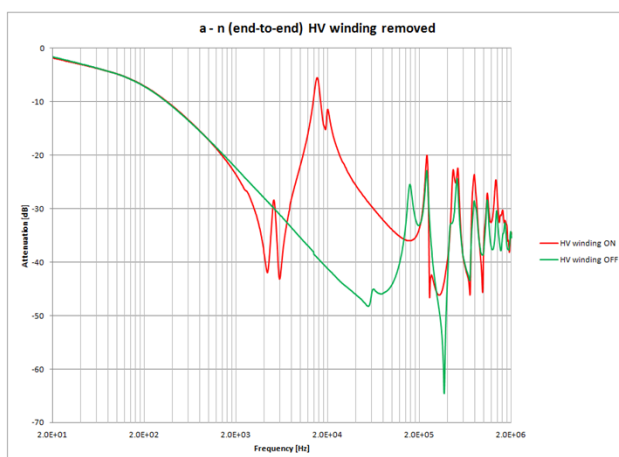
NF Tekercsek eltávolítása



Smart solutions.
Strong relationships.

A hibahely
szemrevételezése céljából
a szabályzó és
nagyfeszültségű tekercsek
is el lettek távolítva.

Majd az összes, még
lehetséges, SFRA mérés
meg lett ismételve.



AVANTHA
GROUP COMPANY

A hibahely szemrevételezése

A kisfeszültségű tekercsek elcsavarodása miatt az alsó tekercs tárcsák deformálódtak. Ez vezetett a menetek közötti zárlathoz és a trafó teljes meghibásodásához.



Smart solutions.
Strong relationships.



AVANTHA
GROUP COMPANY

A KF Tekercsek átalakítása a további SFRA kísérletekhez

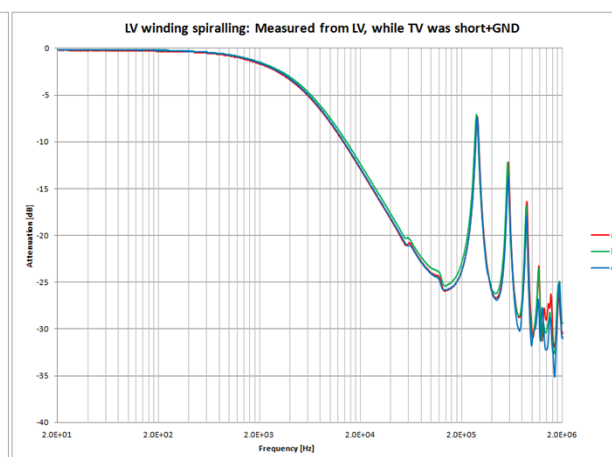
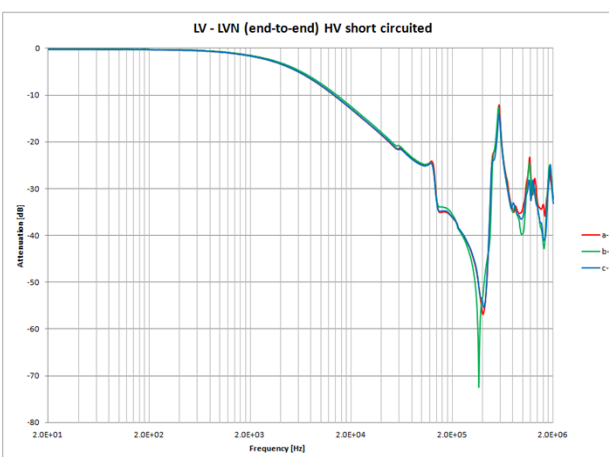
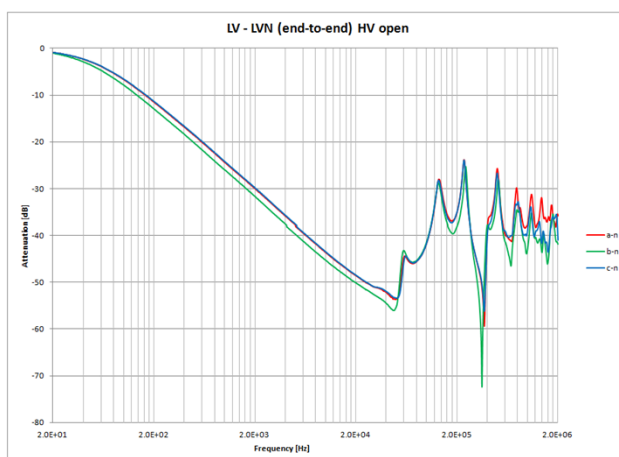
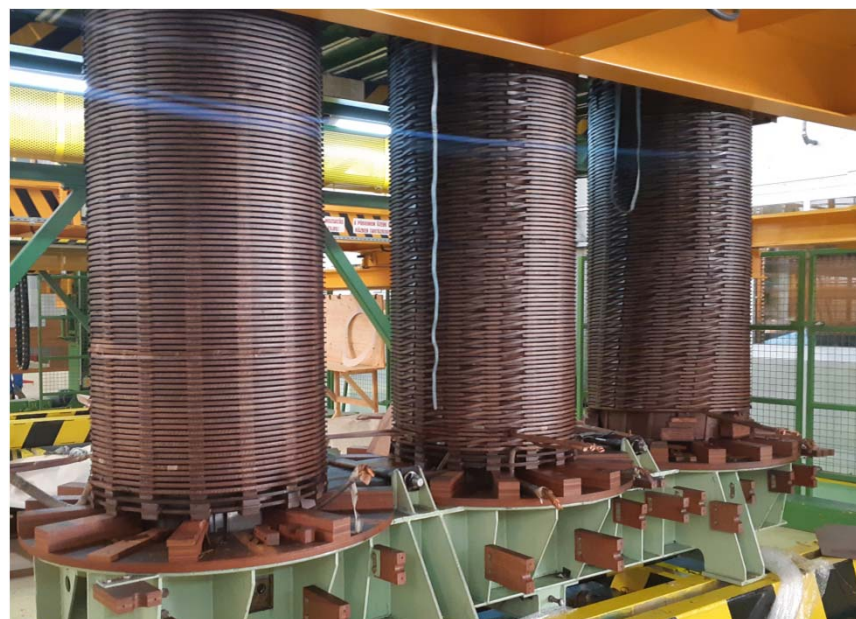


Smart solutions.
Strong relationships.

A zártatos tekercsrész eltávolításra került és a másik két fázisban is elvégeztük a tekercsek átalakítását.

Így a három fázis tekercsei különböző mértékű elcsavarodását tudtuk SFRA-val vizsgálni.

A: 12° ; B: 6° ; C: 1.5°



AVANTHA
GROUP COMPANY

KF Tekercsek elfordítása



Smart solutions.
Strong relationships.

C fázis KF tekercse 90° -kal el lett fordítva.

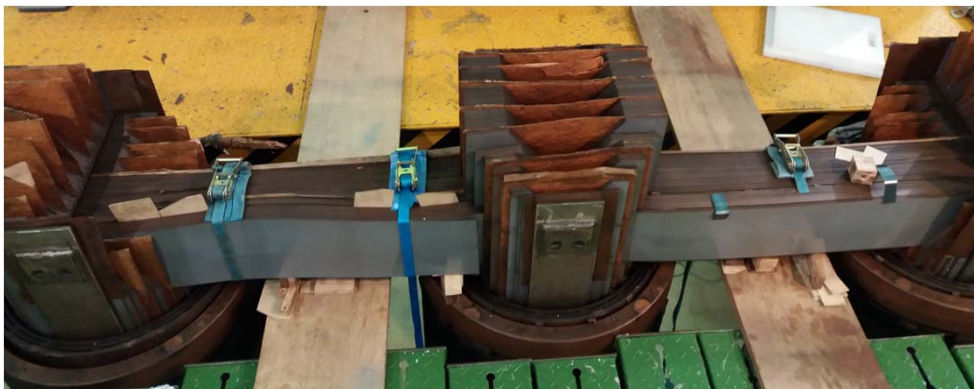
A legjelentősebb eltérést a tekercsek közti kapacitív kapcsolat SFRA-jával lehetett kimutatni.



AVANTHA
GROUP COMPANY

További SFRA kísérletek

- A felső járom visszalemezélése után is elvégeztük a méréseket a lehetséges kombinációkban



- Mesterségesen létrehozott vasmag paketta zárlat hatását is megvizsgáltuk



Smart solutions.
Strong relationships.



AVANTHA
GROUP COMPANY

SFRA kísérlet összegzése



1. A legnagyobb tekercs deformáció és a meghibásodás nem abban a fázisban következett be, ahol a legnagyobb mértékű eltérést mutatták a meghibásodás előtti SFRA mérések. Ez a tercier delta tekercsnek köszönhető hatás?
2. Az kísérleti mérések eredményei bekerültek a CIGRE esettanulmányai közé. A numerikus mutatók validálásánál fontos szerepe lesz.
3. A meghibásodás legvalószínűbb oka a fellazult axiális tekercsleszorítás.

Javasolt megelőző intézkedések:

- tekercs leszorítások rendszeres ellenőrzése és utánállítása
- rezgésdiagnosztika?

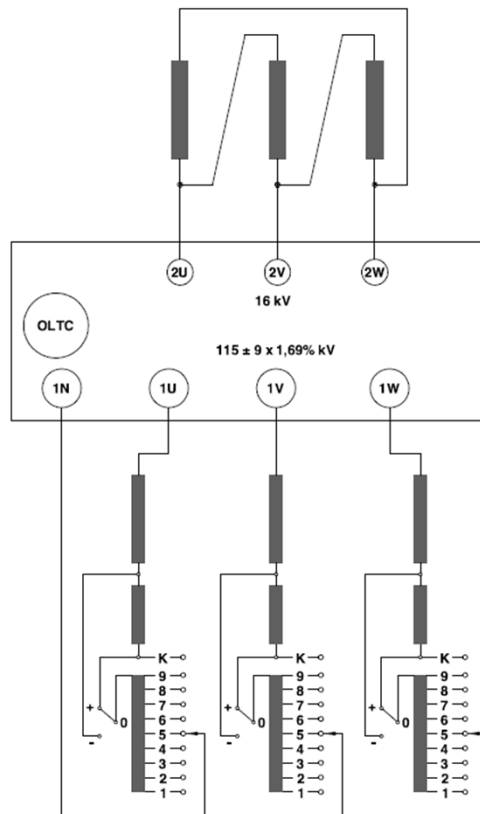
Tekercs lezorító erő változásainak kimutatása rezgés méréssel



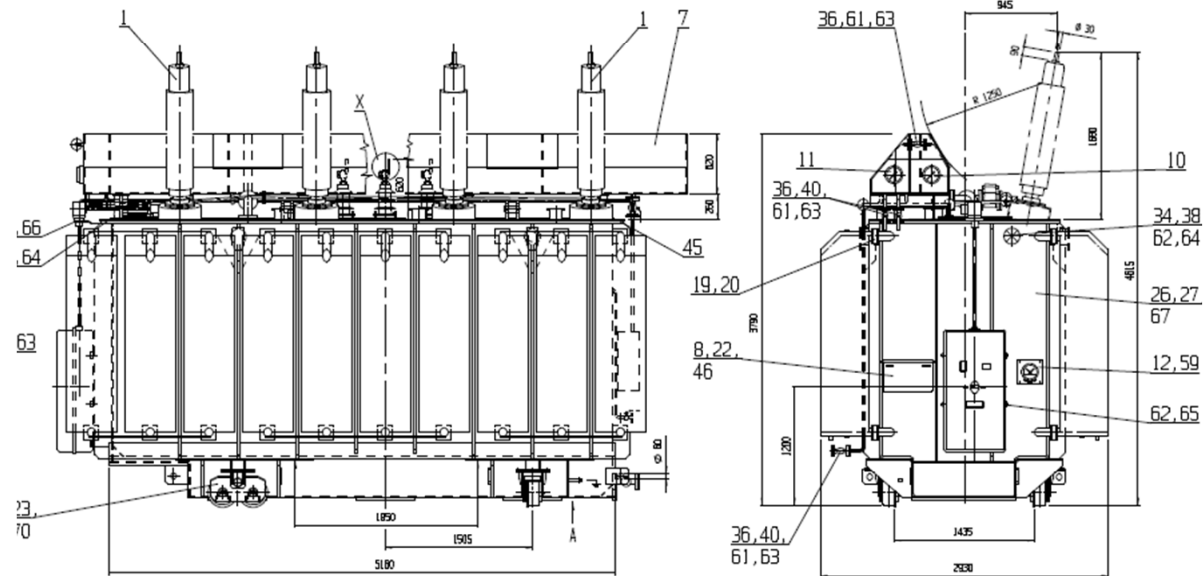
Smart solutions.
Strong relationships.

A transzformátor főbb adatai:

Teljesítmény: 40 MVA (ONAN)
Feszültség: 115 kV $\pm$ 15% / 16 kV
Kapcs. csoport: YNd5
Gyártási év: 2009



DESIGNATION OF POSITION	TAP SELECTOR POSITION	REVERSING SWITCH POSITION	HV SIDE		LV SIDE		RATED POWER [MVA]
			VOLTAGE [kV]	CURRENT [A]	VOLTAGE [kV]	CURRENT [A]	
1	1	↑	132.52	174.3	16	1443.4	40
2	2	↑	130.57	176.9			
3	3	↑	128.62	179.5			
4	4	↑	126.68	182.3			
5	5	↑	124.73	185.2			
6	6	↑	122.79	188.1			
7	7	↑	120.84	191.1			
8	8	↑	118.89	194.2			
9	9	↑	116.95	197.5			
10	K	↓	115.00	200.8			
11	1	↓	113.05	204.3			
12	2	↓	111.11	207.9			
13	3	↓	109.16	211.6			
14	4	↓	107.22	215.4			
15	5	↓	105.27	219.4			
16	6	↓	103.32	223.5			
17	7	↓	101.38	227.8			
18	8	↓	99.43	232.3			
19	9	↓	97.49	236.9			



AVANTHA
GROUP COMPANY

Tekercs leszorító erő változásainak kimutatása rezgés mérésel



Rezgésmérés a szekrényfalon, mágneses gyorsulás szenzorral:

- 6 ponton (minden oldal közepén + két helyen a fenéklemezen)
- Üresjárásban (90% - 100% - 110%-os gerjesztésnél)
- Rövidzárásban (25% - 50% - 75% - 100% terheléssel)
- Különböző fokozatkapcsoló állásban (1 – 10 – 19 fokozat)

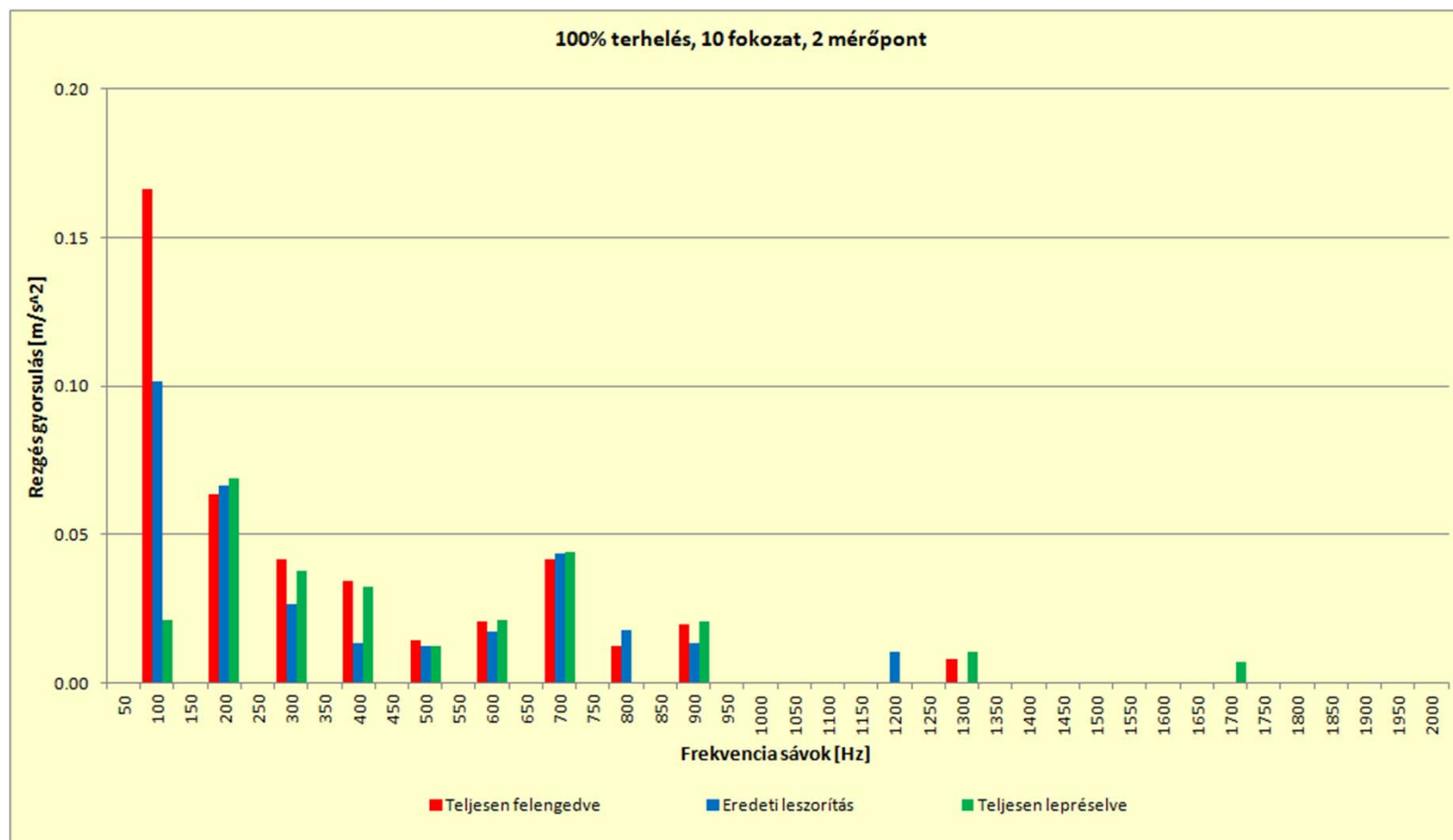
Ugyanezekben az üzemállapotokban:

- Zajszint mérés (tercsávós spektrum analízissel)
- Hydrofonos vizsgálat

Tekercs lezorító erő változásainak kimutatása rezgés méréssel



Smart solutions.
Strong relationships.



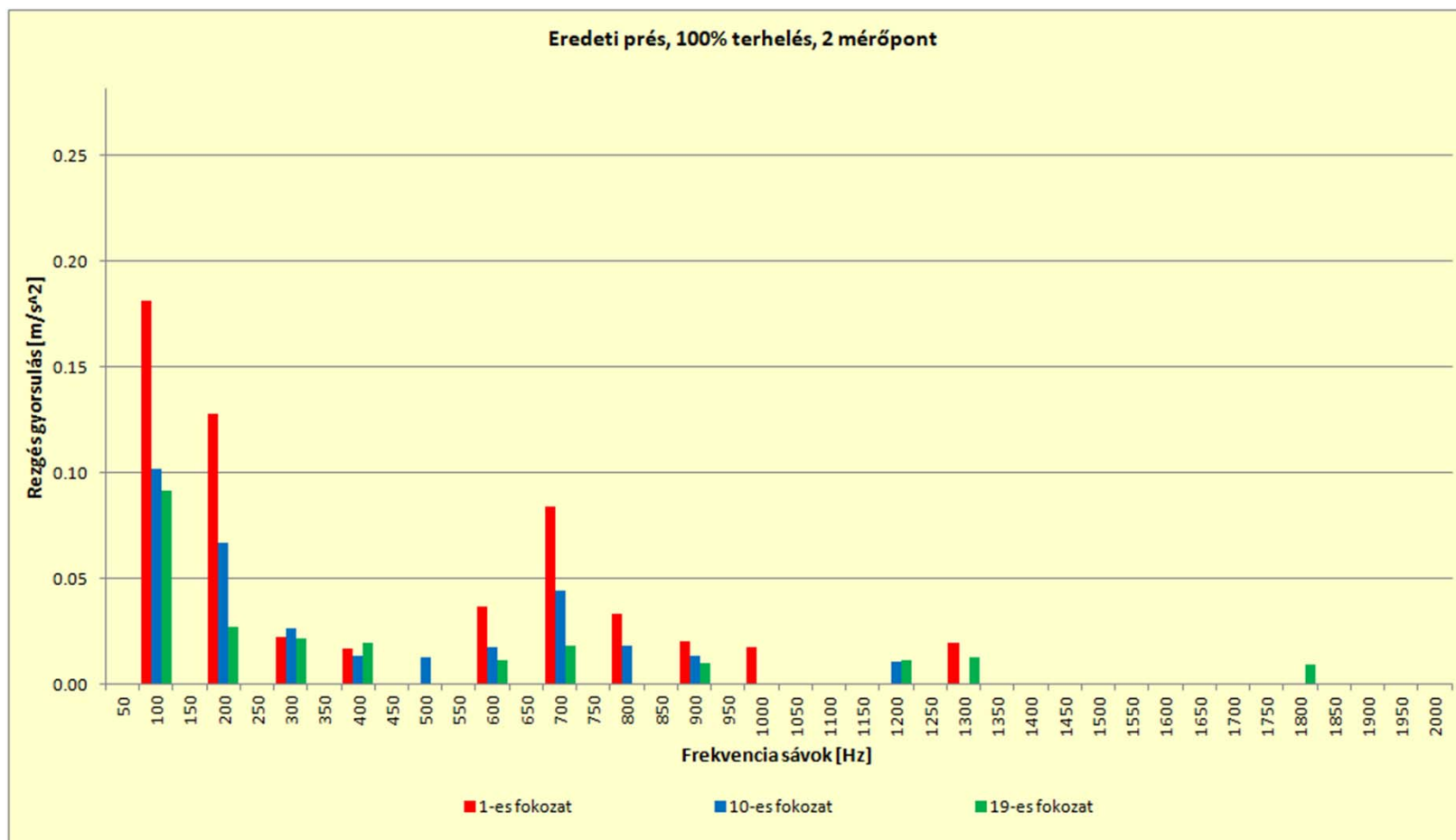
AVANTHA
GROUP COMPANY

Rezgésmérés kísérlet



Smart solutions.
Strong relationships.

Fokozatkapcsoló hatása a rezgés spektrumra



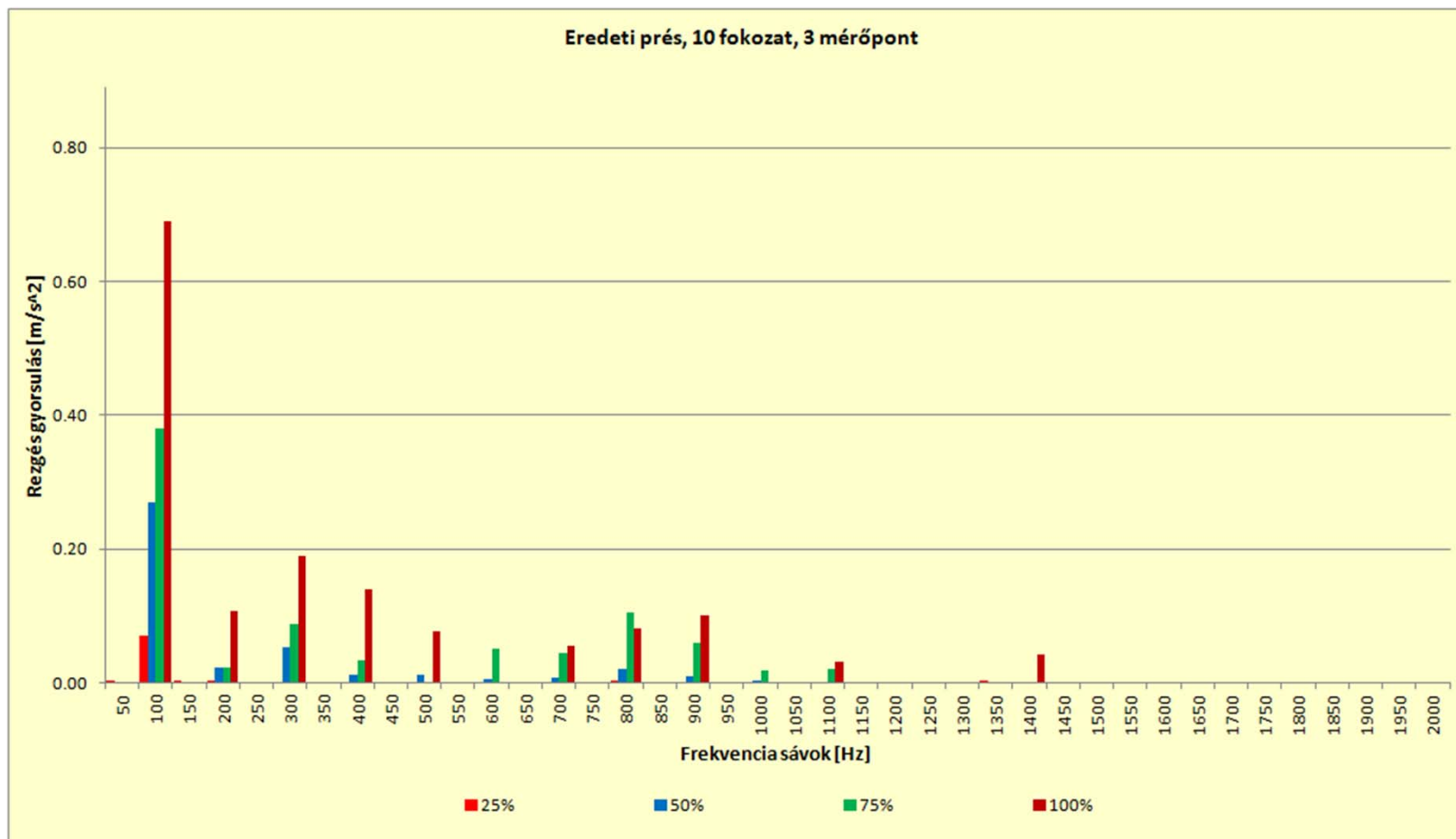
AVANTHA
GROUP COMPANY

Rezgésmérés kísérlet



Smart solutions.
Strong relationships.

Terhelő áram hatása a rezgés spektrumra



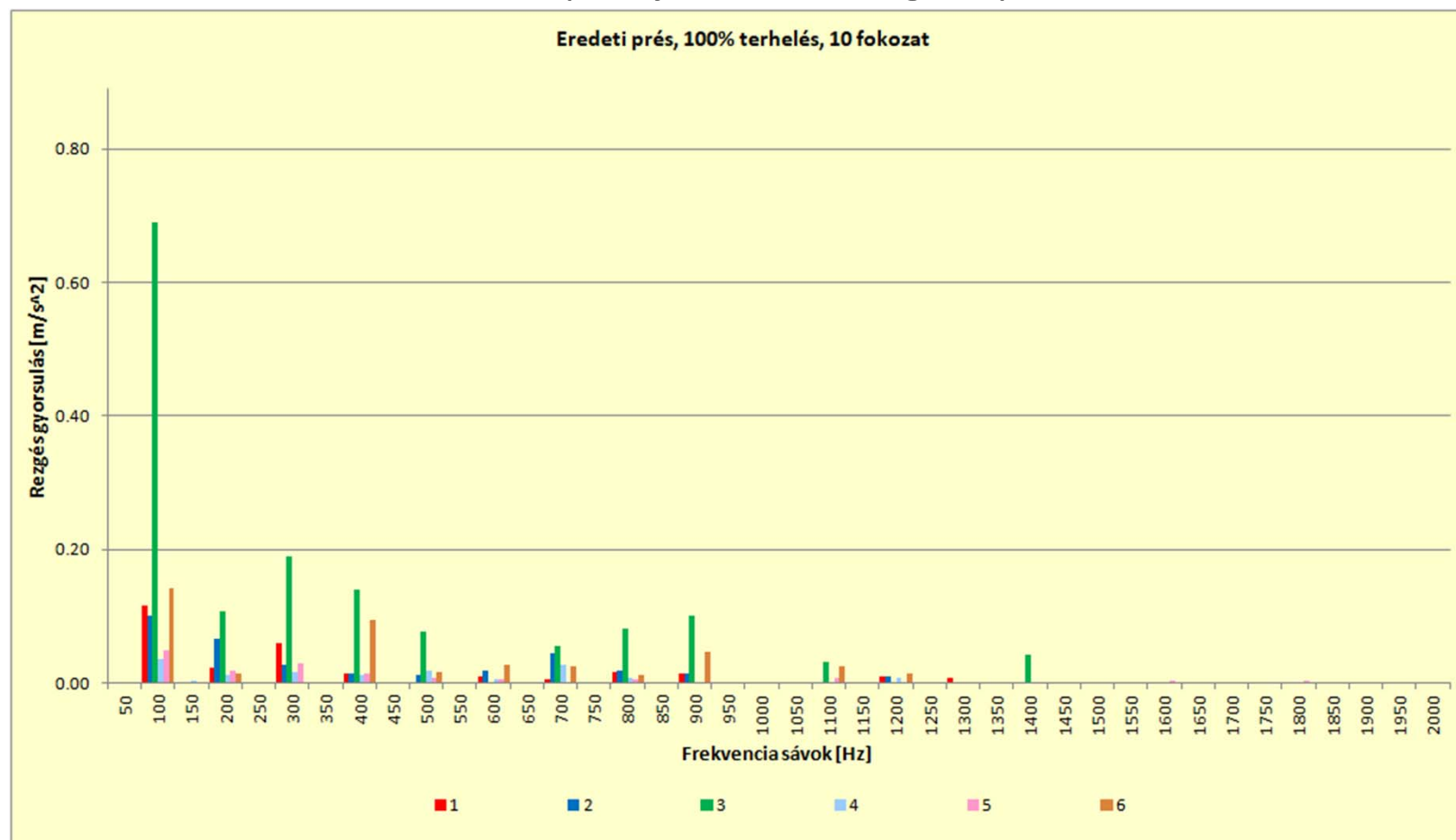
AVANTHA
GROUP COMPANY

Rezgésmérés kísérlet



Smart solutions.
Strong relationships.

A transzformátor különböző pontjain mért rezgés spektrum



AVANTHA
GROUP COMPANY

Tekercs leszorító erő változásainak kimutatása rezgés méréssel



Konklúzió:

- Az eddigi mérési eredmények ígéretesnek tűnnek, de egy típusú transzformátoron elvégzett kísérlet tapasztalatai nem tekinthetők általános érvényűnek, ezért további kísérletek szükségesek.

A lehetséges folytatás:

- Amikor lehetőség adódik rá, másik típuson is folytatni fogom a kísérletet.
- Jó lenne több, azonos típusú, üzemelő transzformátoron is végezni egy mérés sorozatot.
- A hydrofonos mérés és a zajmérés eredményeinek a rezgésméréssel együtt történő elemzése.

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!



Smart solutions.
Strong relationships.



További információ: <http://www.cgelectric.hu>



AVANTHA
GROUP COMPANY