

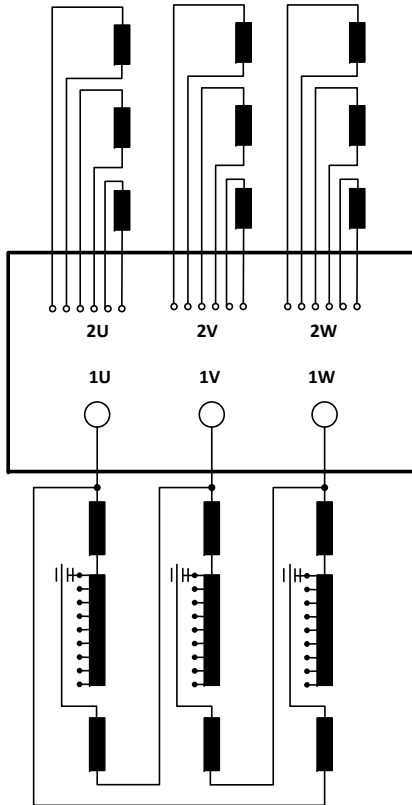
**Megger**<sup>®</sup>

# Amikor már csak az SFRA segít! Transzformátor mérési esettanulmány

Bessenyei Gábor – Maxicont Kft.



## A transzformátor



- HITACHI Energy Service, Svédország
- 22MVA, 10.5kV/276V, (216 – 336V) Diii
- Olvasztó kemence (nehéz üzem)
- Üzem közben a szekunder tekercse deltába van kötve egy külsőleg
- A védelem kapcsolta ki

## Az elvégzett vizsgálatok a hibás transzformátoron

- Tartalék transzformátor rendelkezésre állt
- Áttétel, DC tekercsellenállás, szigetelési ellenállás,
- SFRA és laboratóriumi olajminta (HGA)
- Az áttételmérés a 10.5kV-os oldalról, Dd0, mindegyik fokozatkapcsoló állásban
- Csak 2 fázisban voltak kiértékelhetőek az eredmények, a C fázisban a mérőműszer nem tudta megmérni az áttételt
- Az alacsony impedancia miatt a szükséges felmágnesezés nem tudott felépülni

Turns Ratio Test							
		1U - 1V / 2U - 2V		1V - 1W / 2V - 2W		1W - 1U / 2W - 2U	
Tap position	FAT Turns Ratio	Turns Ratio <sub>MEAS</sub>	[%] Error	Turns Ratio <sub>MEAS</sub>	[%] Error	Turns Ratio <sub>MEAS</sub>	[%] Error
1	48.51	48.52	0.02%	48.51	0.00%	Not possible to measure	Not possible to calculate
2	46.75	46.76	0.02%	46.76	0.02%		
3	45.01	45.01	0.00%	45.01	0.00%		
4	43.25	43.26	0.02%	43.26	0.02%		
5	41.50	41.51	0.02%	41.51	0.02%		
6	39.76	39.77	0.03%	39.77	0.03%		
7	38.00	38.02	0.05%	38.02	0.05%		
8	36.25	36.27	0.06%	36.27	0.06%		
9	35.25	35.27	0.06%	35.26	0.03%		
10	34.25	34.26	0.03%	34.26	0.03%		
11	33.25	33.26	0.03%	33.26	0.03%		
12	32.25	32.26	0.03%	32.26	0.03%		
13	31.25	31.26	0.03%	31.26	0.03%		

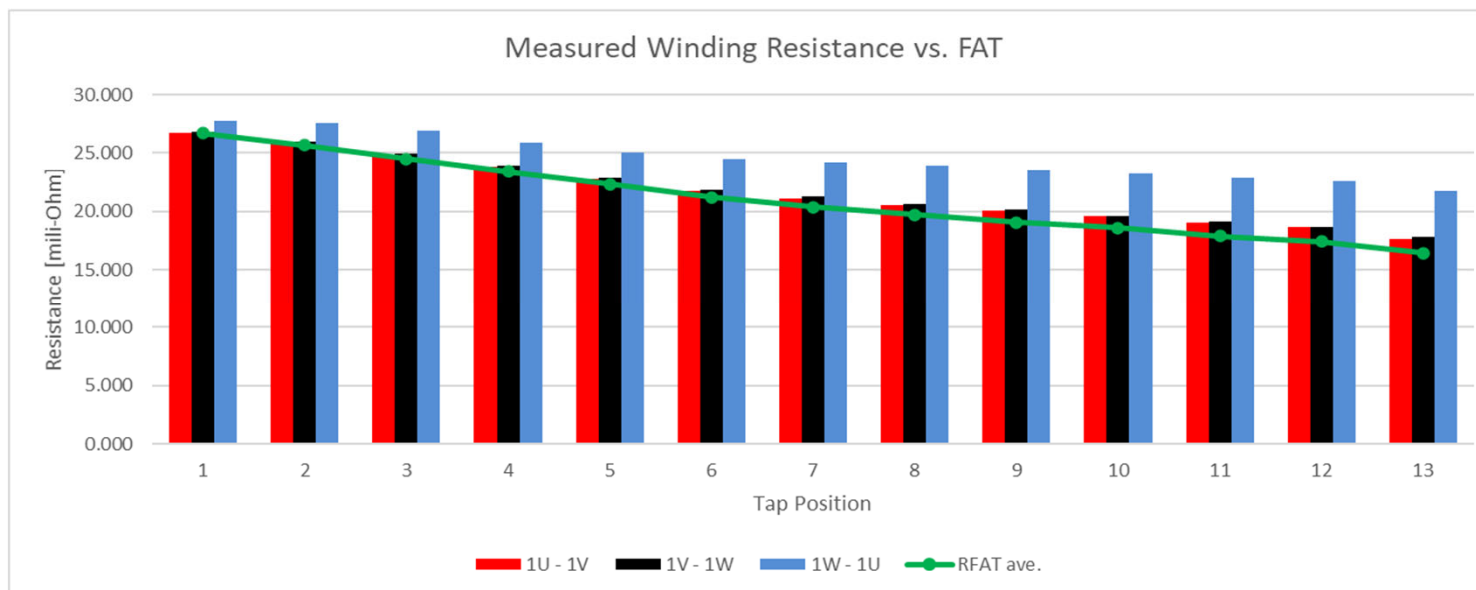
## Az elvégzett vizsgálatok a hibás transzformátoron

- DC tekercsellenállásmérés 10.5kV oldal, a gyári mérésekkel egy táblázatban
- Max. 2% eltérés megengedett, ha nagyobb, akkor érdemes tovább nyomozni, akár egyeztetni a gyártóval
- Nagyon alacsony ellenállás tartományban azonban nagyobb eltérés is megengedett
- Az IEEE C57.152 [2] szerint az 5% is elfogadható

Tap position	R <sub>FAT- average</sub> [mΩ]	Winding-resistance-measurement								
		1U--1V			1V--1W			1W--1U		
		R <sub>MEAS.</sub> (mΩ)	R <sub>CORR.</sub> (mΩ)	ΔR <sub>CORR-FAT</sub> [%]	R <sub>MEAS.</sub> (mΩ)	R <sub>CORR.</sub> (mΩ)	ΔR <sub>CORR-FAT</sub> [%]	R <sub>MEAS.</sub> (mΩ)	R <sub>CORR.</sub> (mΩ)	ΔR <sub>CORR-FAT</sub> [%]
1	26.683	27.105	26.764	0.30%	27.159	26.818	0.50%	28.138	27.784	4.13%
2	25.669	26.173	25.844	0.68%	26.304	25.973	1.19%	27.875	27.525	7.23%
3	24.509	25.161	24.845	1.37%	25.274	24.956	1.82%	27.24	26.898	9.75%
4	23.425	24.076	23.773	1.49%	24.206	23.902	2.03%	26.255	25.925	10.67%
5	22.341	23.063	22.773	1.93%	23.193	22.901	2.51%	25.349	25.030	12.04%
6	21.198	22.069	21.792	2.80%	22.167	21.888	3.26%	24.803	24.491	15.54%
7	20.358	21.408	21.139	3.84%	21.539	21.268	4.47%	24.543	24.234	19.04%
8	19.734	20.827	20.565	4.21%	20.888	20.625	4.52%	24.227	23.922	21.22%
9	19.067	20.305	20.050	5.15%	20.379	20.123	5.54%	23.87	23.570	23.62%
10	18.58	19.89	19.640	5.70%	19.884	19.634	5.67%	23.536	23.240	25.08%
11	17.905	19.3	19.057	6.44%	19.359	19.116	6.76%	23.179	22.888	27.83%
12	17.436	18.863	18.626	6.82%	18.941	18.703	7.27%	22.904	22.616	29.71%
13	16.429	17.883	17.658	7.48%	18.016	17.790	8.28%	22.047	21.770	32.51%

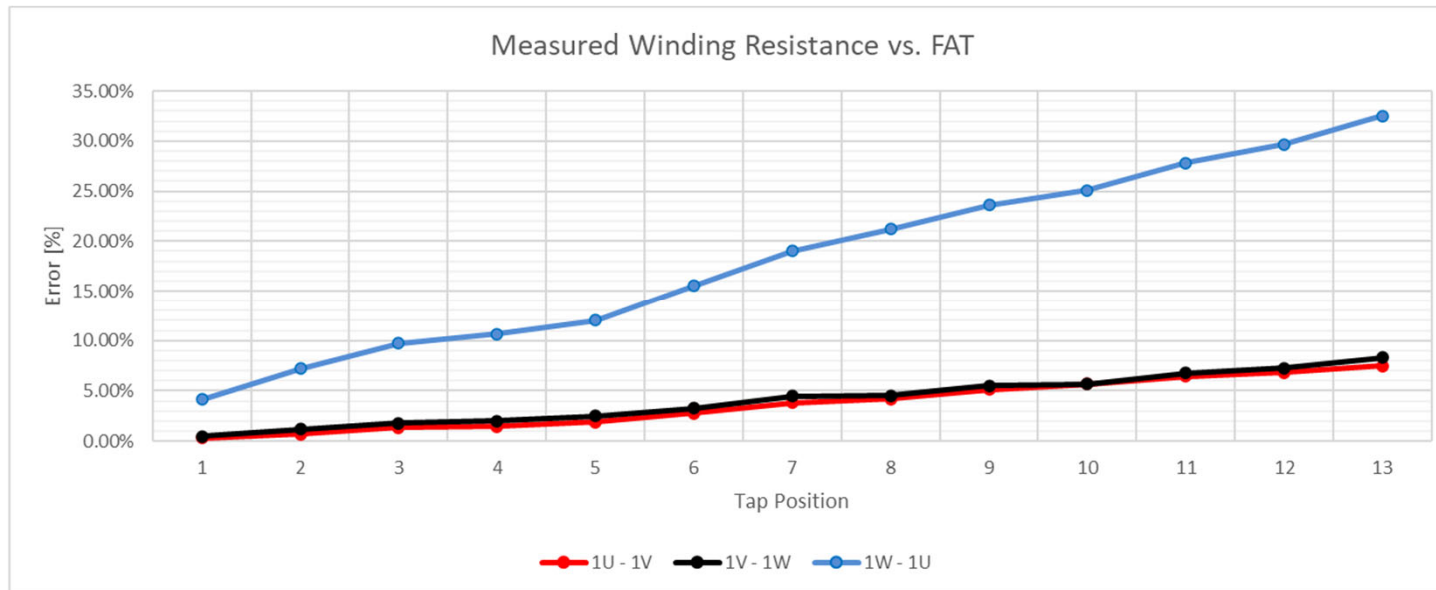
## Az elvégzett vizsgálatok a hibás transzformátoron

- A gyári mérések 24,7°C-on, a helyszíni mérések pedig 28°C-on történtek
- A C fázisban mért értékek az 1-es fokozattól haladva a 13-ig egyre nagyobb mértékben változtak
- Enyhe mértékben az A és B fázisban is (9-10-11-12-13)



## Az elvégzett vizsgálatok a hibás transzformátoron

- Itt a hiba százalékosan van kifejezve
- A delta kapcsolás miatt az A és B fázis értékeire is hatással van a C fázis



## Az elvégzett vizsgálatok a hibás transzformátoron

- A kiefeszültségű oldalon mért tekercsellenállás értékek megfelelőek

°		Winding Resistance Measured on the LV side								
		2U			2V			2W		
Tap pos.	R <sub>FAT</sub> average [mΩ]	R <sub>MEAS.</sub> (mΩ)	R <sub>CORR.</sub> (mΩ)	ΔR <sub>CORR-FAT</sub> [%]	R <sub>MEAS.</sub> (mΩ)	R <sub>CORR.</sub> (mΩ)	ΔR <sub>CORR-FAT</sub> [%]	R <sub>MEAS.</sub> (mΩ)	R <sub>CORR.</sub> (mΩ)	ΔR <sub>CORR-FAT</sub> [%]
1	0.1098	0.1127	0.1113	1.35%	0.1116	0.1102	0.36%	0.1119	0.1105	0.63%

- 500V DC szigetelési ellenállásmérés (28°C)

Capacitance	Energised	Measurement	Test voltage [kV]	IR <sub>60sec</sub> [GΩ]
CH-(L+G)	HV	LV+-Tank		Not possible to measure
CL-(H+G)	LV	HV+-Tank	0.5	7.49
C(H+L)-G	HV+-LV	Tank		Not possible to measure

## Az elvégzett vizsgálatok a hibás transzformátoron

- HGA eredmények

Test-description	Dissolved-gas-analysis--results-provided-in-ppm								
	(O <sub>2</sub> )	(N <sub>2</sub> )	(H <sub>2</sub> )	(CH <sub>4</sub> )	(C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	(C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> )	(C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> )	(CO)	(CO <sub>2</sub> )
Latest-test-before-failure	27000	59000	8	2	0	14	0	121	2290
Test-after-the-failure	29000	64000	488	214	22	330	408	378	2710

- Az eseti mintavételezés miatt nem teljesen reprezentatív a vizsgálat
- Egy on-line HGA vizsgálat pontosabb diagnosztikai információt ad



## Az elvégzett vizsgálatok a hibás transzformátoron

- A HGA két fajta kiértékelése alapján is D2
- Nagy energiájú ívelés, olvadt fém és szén részecskék jelenléte az olajban

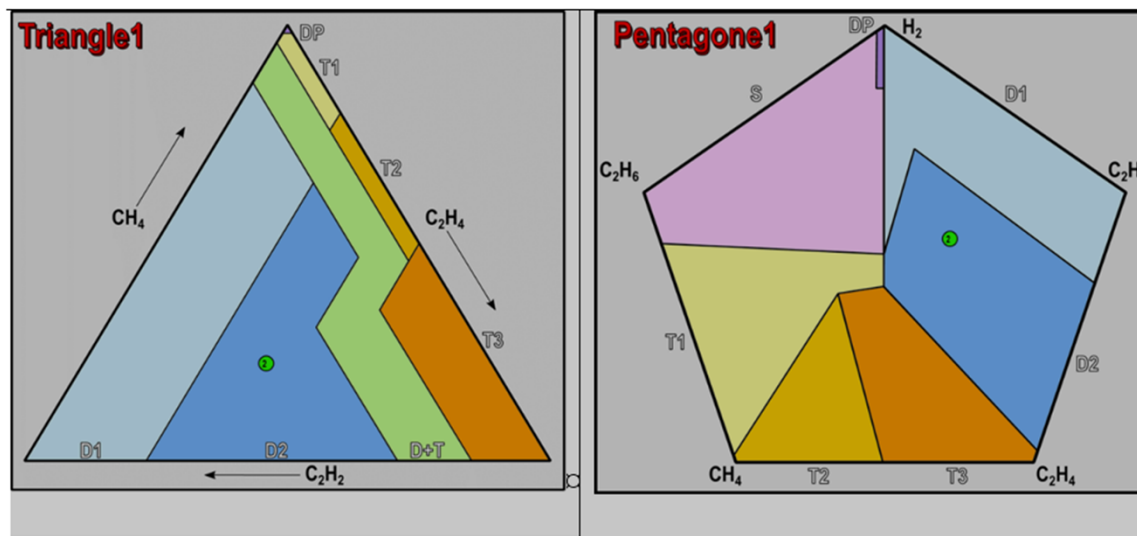
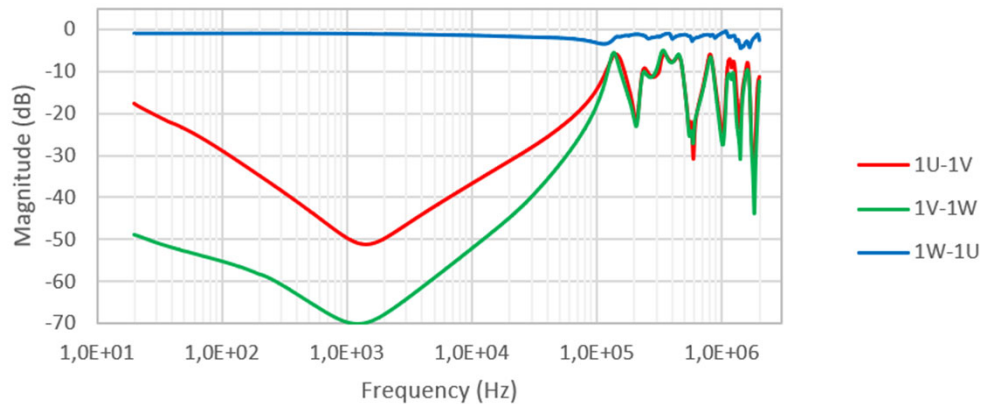


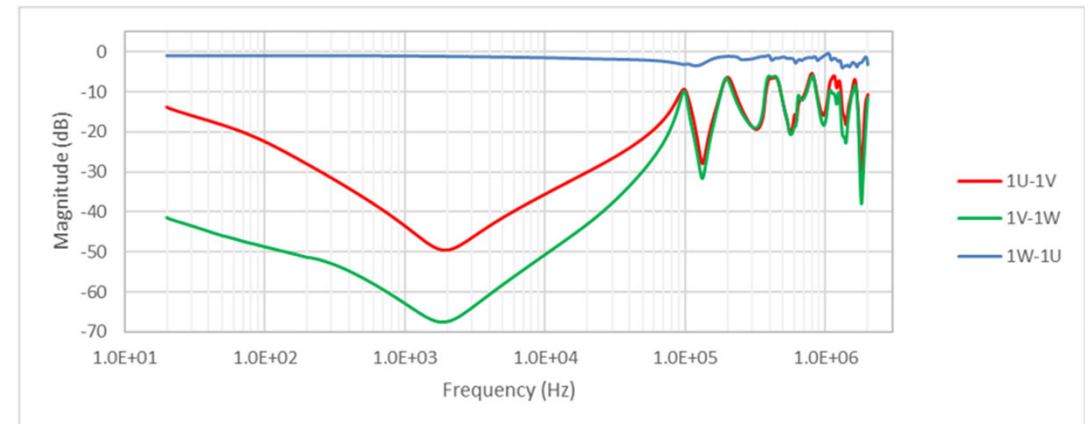
Figure 4: Duval's fault analysis of the oil sample taken after the failure of the transformer

## Az elvégzett vizsgálatok a hibás transzformátoron

- Minden jel arra mutat, hogy a hiba a transzformátoron belül van
- SFRA mérés
- 1-es fokozatkapcsoló állás, 10.5kV oldal nyitva

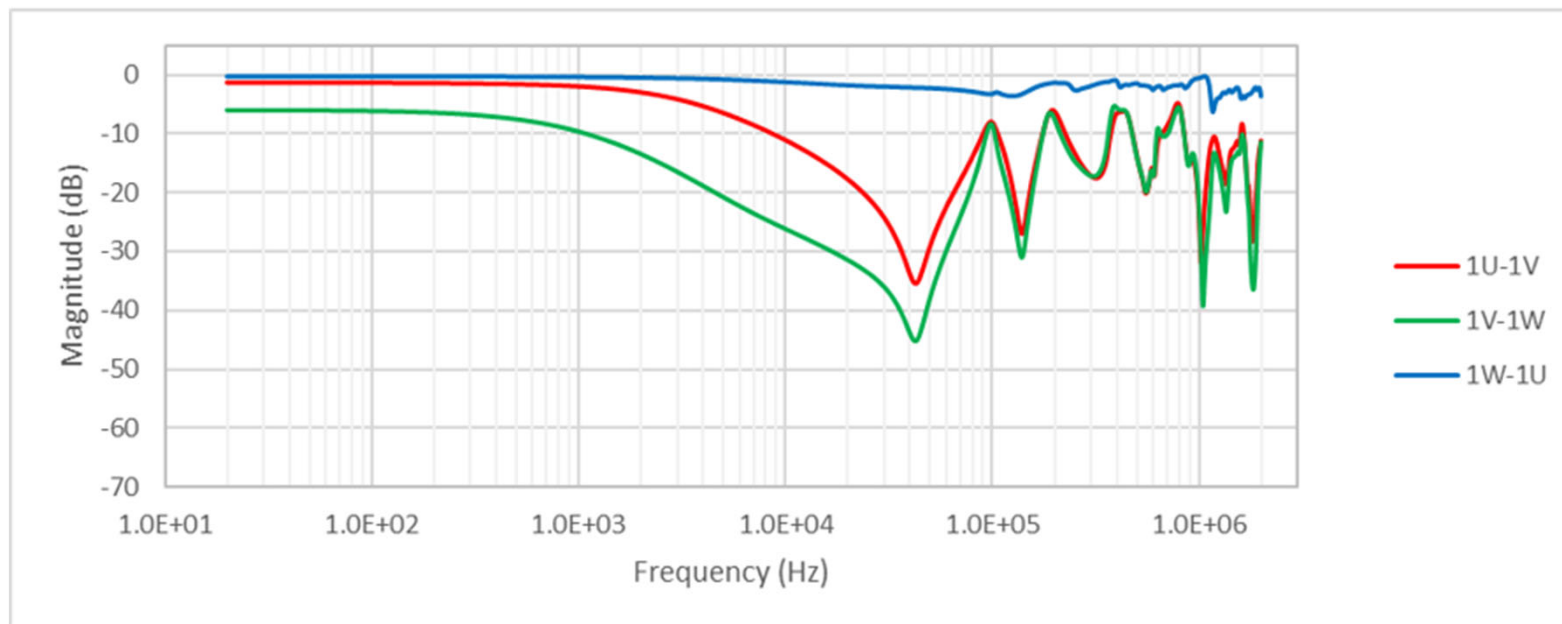


13-as fokozatkapcsoló állás, 10.5kV nyitva



## Az elvégzett vizsgálatok a hibás transzformátoron

- Az eredmények egyértelműen hibát mutatnak a C fázisban, melynek hatása van az A és B fázisra is



## Összefoglalás, tanulságok

- A C fázis szabályzó tekercsében volt a hiba
- A vasmag és a többi fázisok épek voltak
- A javítás után a transzformátor újra üzembe került
- Noha a hiba keletkezésének okát nem lehet 100%-osan kijelenteni
- A transzformátor állandóan teljes terhelésen üzemelt, gyakori ki- és bekapcsolásokkal
- Rendszeres diagnosztika igazából nem is volt a hiba megjelenése előtt



## Összefoglalás, tanulságok

- A transzformátor élete során sajnos elkerülhetetlenek a nem várt behatások által okozott hibák
- Ajánlott az ilyen kondíciók mellett üzemelő transzformátorokon rendszeres diagnosztikát végezni
- Többfajta elvégzett mérés = pontosabb diagnosztikai információ
- On-line HGA fontossága



- Köszönöm a figyelmet!