

**Csépes
Gusztáv**
MAVIR Zrt.



Üzemi tapasztalatok FRA méréssel

MAVIR Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli
Rendszerirányító Zártkörűen Működő Részvénytársaság
MAVIR Hungarian Transmission System Operator
Company Ltd.



Legjobb Munkahely
Világgazdaság - Hewitt Felmérés 2009

Best Employer
Világgazdaság - Hewitt Study 2009

Tartalomjegyzék

1. Röviden FRA mérések kiértékeléséről
2. DHBM 280000/400 típusú, 400/231/35 kV, 500/120 MVA trafó FRA mérési adatok
3. DHBSM 100001/220 típusú, 220/126/10.5 kV, 160/50 MVA trafó FRA mérési adatok
4. Összefoglalás

- **FRA mérési adatok kiértékelése**
- **Optimális eset:**
 - **Először egy referencia jelleggörbe felvétele szükséges, amelynek elvégzése még a gyártás után a gyárban történhet, vagy az első üzembe helyezéskor az üzemeltetés helyszínén.**
 - **Ezután a méréseket meghatározott időközönként végzik el, majd a kapott jelleggörbéket hasonlítják össze.**
 - **Az esetleges változások a jelleggörbék különbözőségével detektálhatók.**

Ha nincs referencia felvétel:

- Összehasonlítás azonos típusú transzformátoron mért FRA adatokkal
- A transzformátor mindhárom fázistekercsének impedancia-frekvencia jelleggörbáját felveszik egy adott időpontban.
- A trafó fázistekercseinek összehasonlítása figyelembe véve, hogy a két szélső fázis kb. azonos pozícióban van, a középső fázis kissé különbözik a két szélső fázistól, azaz az egyes fázisok tekercseinek geometriája nem lehet teljesen azonos.
- Ebből adódik, hogy kismértékű eltérés a jelleggörbék között mindig van, még akkor is, ha nincs rendellenesség.
- Amennyiben a fázisok között nagy eltérés adódik, akkor ebből következtetni lehet a tekercsek elmozdulására, illetve alakváltozására.

400/231/35 kV, 500/120 MVA trafó FRA kiértékelés

Előzmények

- 2010. júniusában egy 220 kV-os távvezetéken alállomás közelében villámcsapás után zárlat keletkezett.
- A villámcsapás és a közeli távvezeteki „C” fázisú zárlat következtében egy DHBM 280000/400 típusú, 400/231/35 kV-os, 500/120 MVA-es transzformátor Buchholz-relé védelem működésre kikapcsolódott.
- A Buchholz-gáz vizsgálatából belső hibára (nagyenergiájú ív) lehetett következtetni, így került sor a transzformátor gyári javításra.
- A gyárban az aktív rész kiemelése és a tekercslehúzások után az alábbiak voltak láthatók.

Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



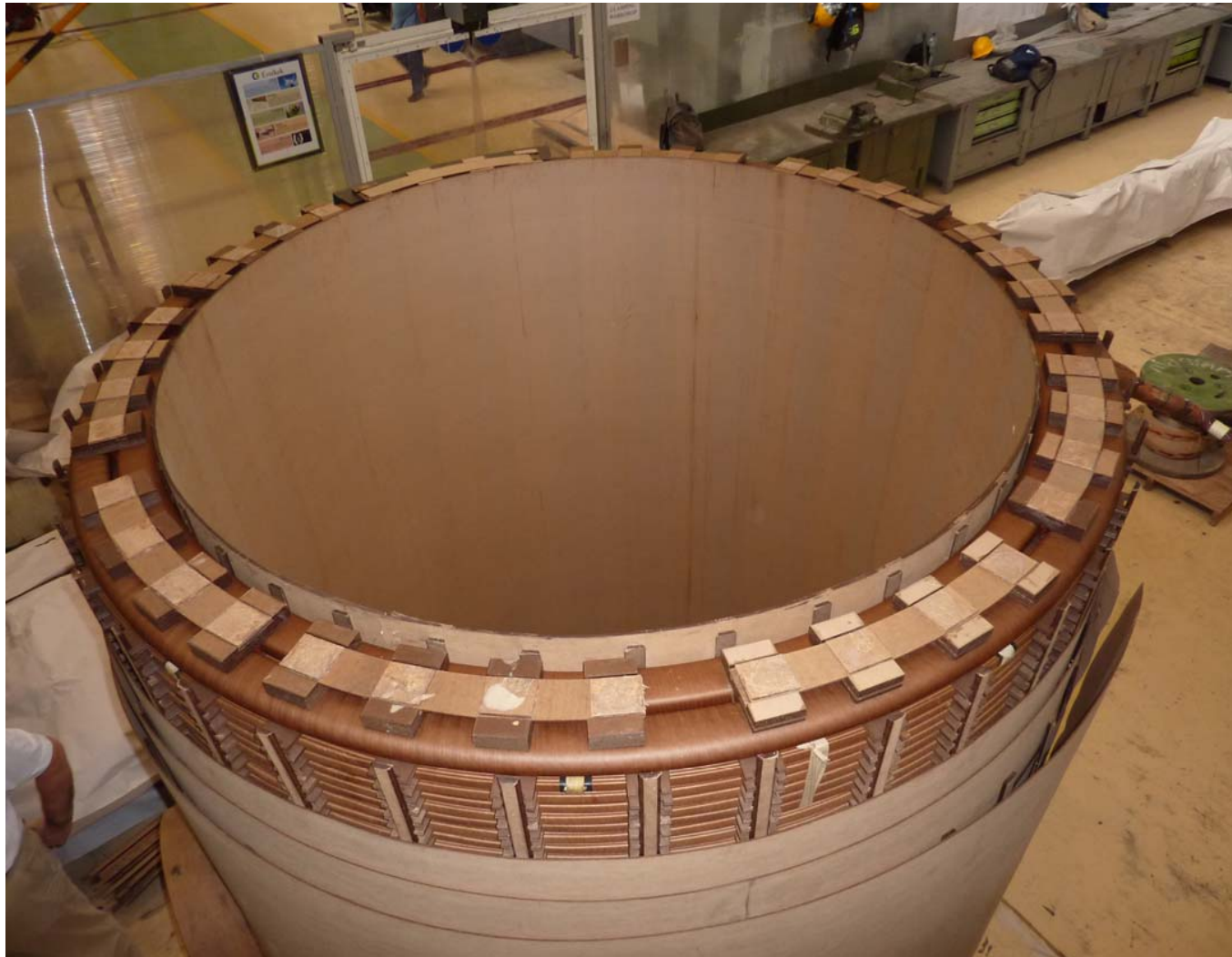
Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



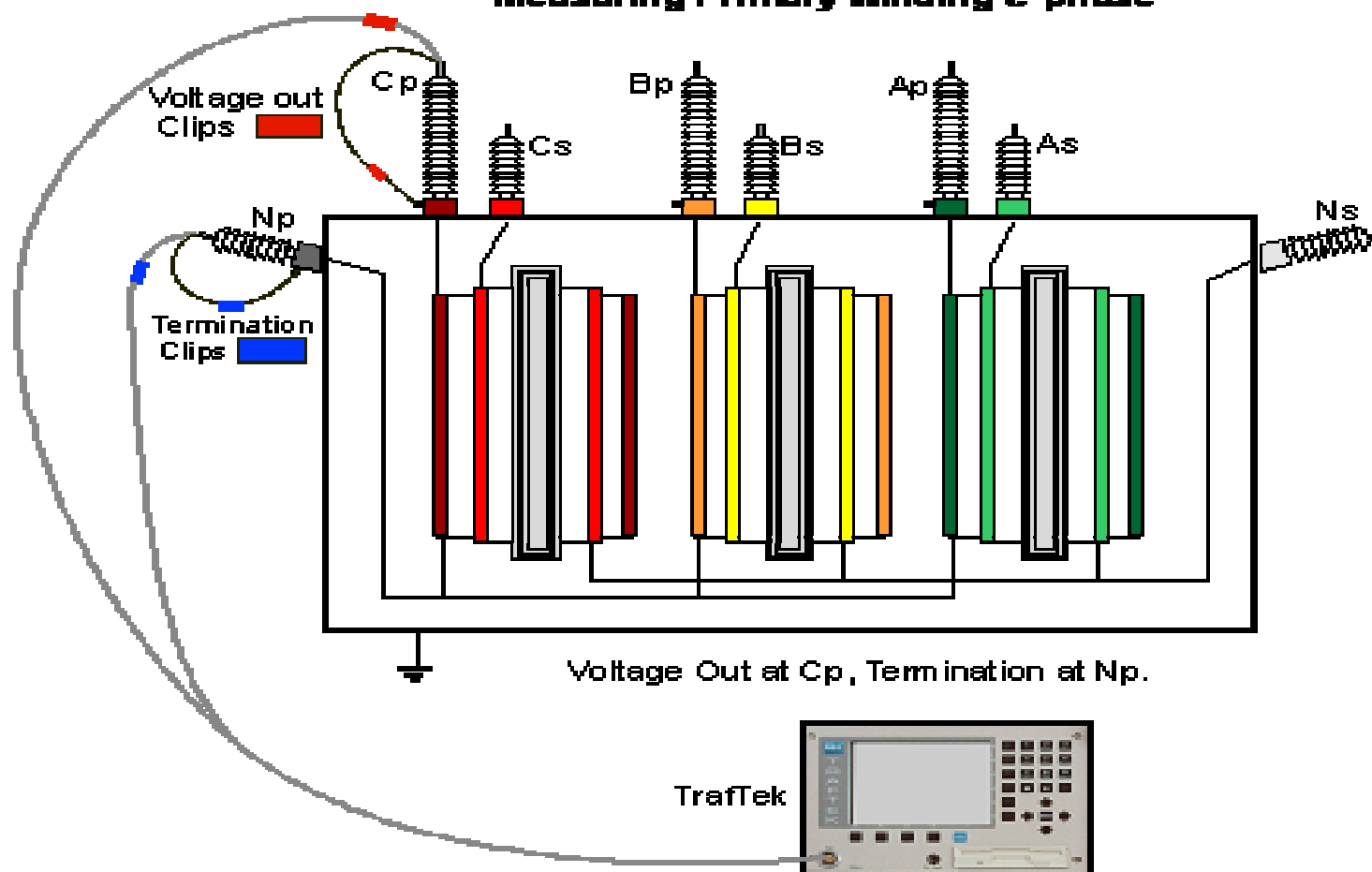
Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



Measuring Primary winding C phase



Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



Some examples of test arrangements on a two winding three phase transformer				
Excitation voltage at...	Termination at...	Open terminals	Grounded (short circuited) terminals	Measured impedance
Ap	Np	As,Bs,Cs,Ns,Bp,Cp	-	Primary winding “x” phase
Bp	Np	As,Bs,Cs,Ns,Ap,Cp	-	
Cp	Np	As,Bs,Cs,Ns,Ap,Bp	-	
Ap	Np	Bp,Cp	As,Bs,Cs,Ns	Primary winding “x” phase (+ effect of leakage imp. between primary and secondary winding)
Bp	Np	Ap,Cp	As,Bs,Cs,Ns	
Cp	Np	Ap,Bp	As,Bs,Cs,Ns	
As	Ns	Ap,Bp,Cp,Np,Bs,Cs	-	Secondary winding “x” phase
Bs	Ns	Ap,Bp,Cp,Np,As,Cs	-	
Cs	Ns	Ap,Bp,Cp,Np,As,Bs	-	
As	Ns	Bs,Cs	Ap,Bp,Cp,Np	Secondary winding “x” phase (+ effect of leakage imp. between primary and secondary winding)
Bs	Ns	As,Cs	Ap,Bp,Cp,Np	
Cs	Ns	As,Bs	Ap,Bp,Cp,Np	
Ap	As	Bp,Cp,Bs,Cs	Np,Ns	Leakage impedance between primary and secondary
Bp	Bs	Ap,Cp,As,Cs	Np,Ns	
Cp	Cs	Ap,Bp,As,Bs	Np,Ns	
If the transformer has Delta winding it can be measured as As...Bs, Bs...Cs and Cs...As in a circle.				

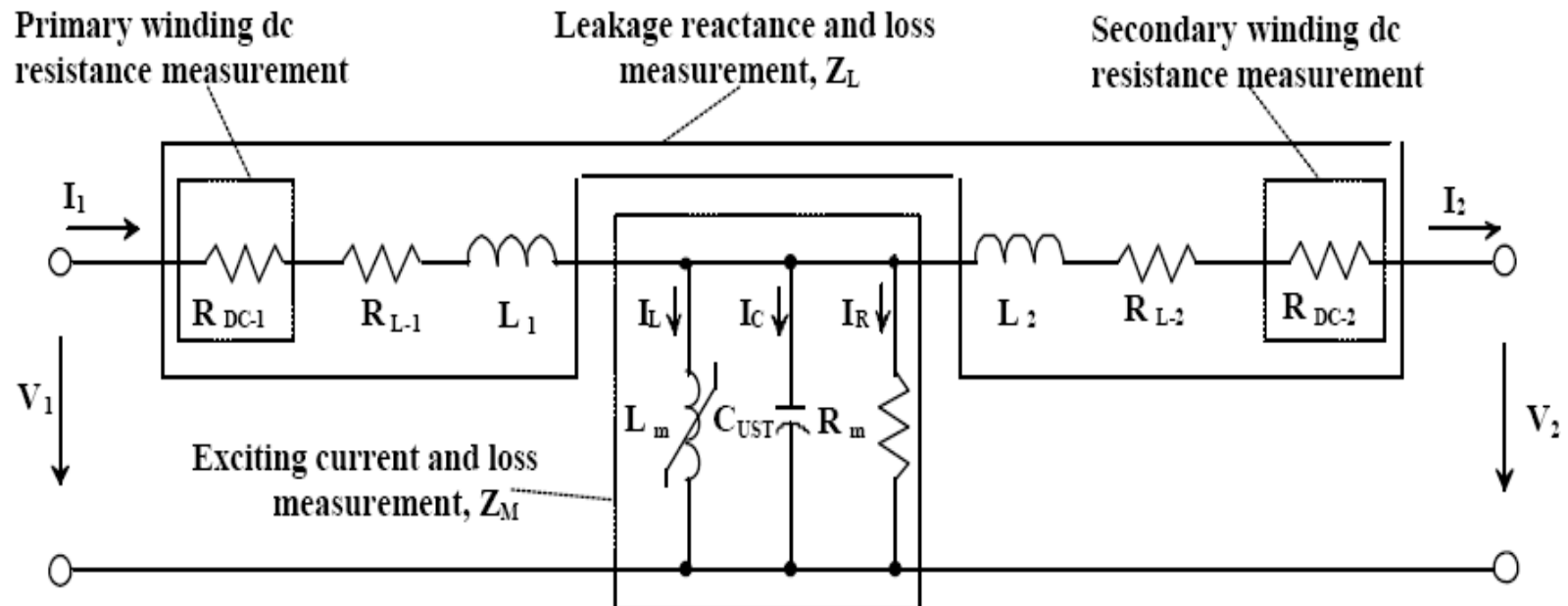


Figure 6 Parameters of transformer equivalent circuit and associated off-line diagnostic measurements

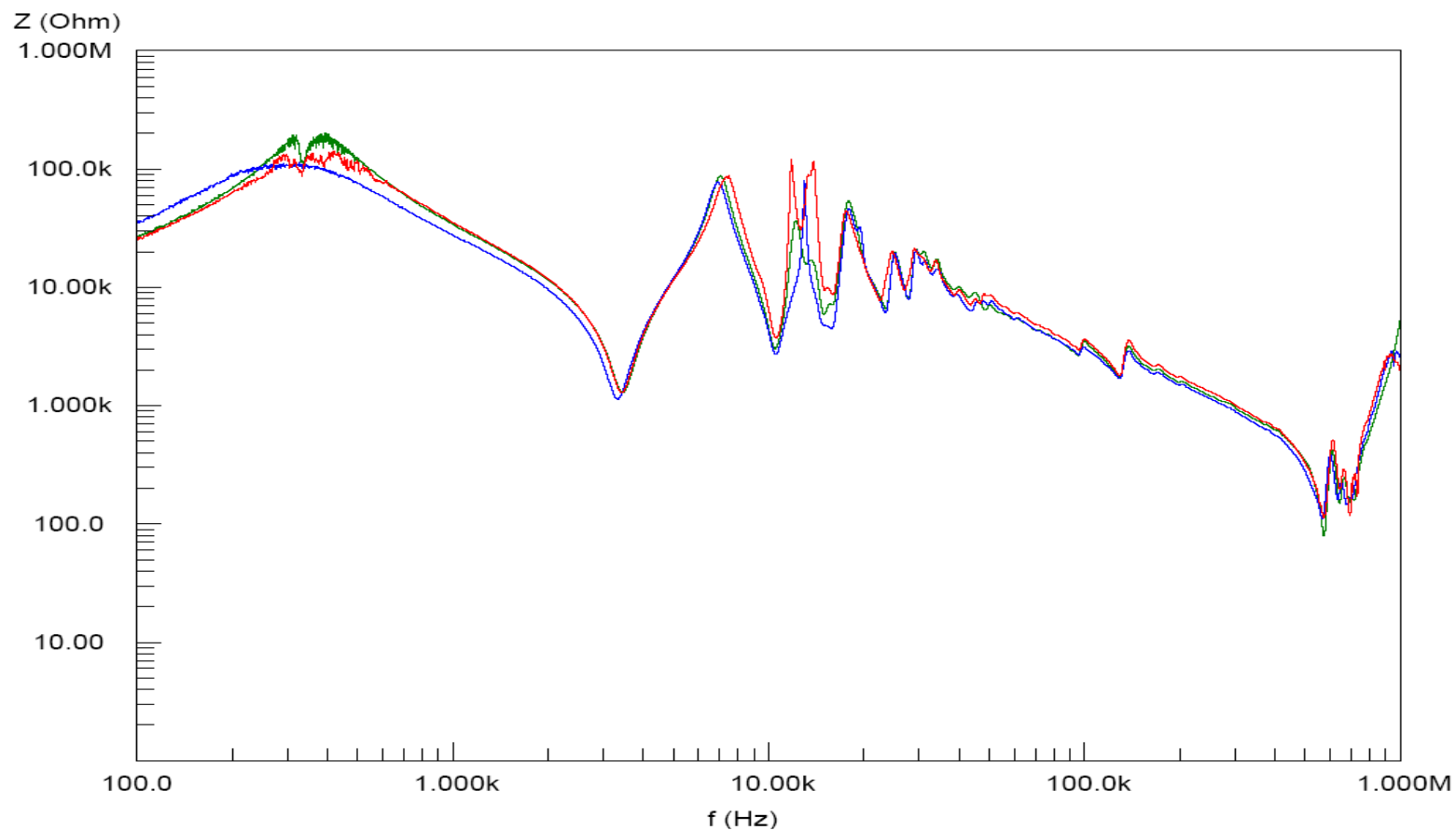
FRA görbék színezése általában:

Zöld: „A” fázis (zöld fázis)

Kék: „B” fázis (sárga fázis)

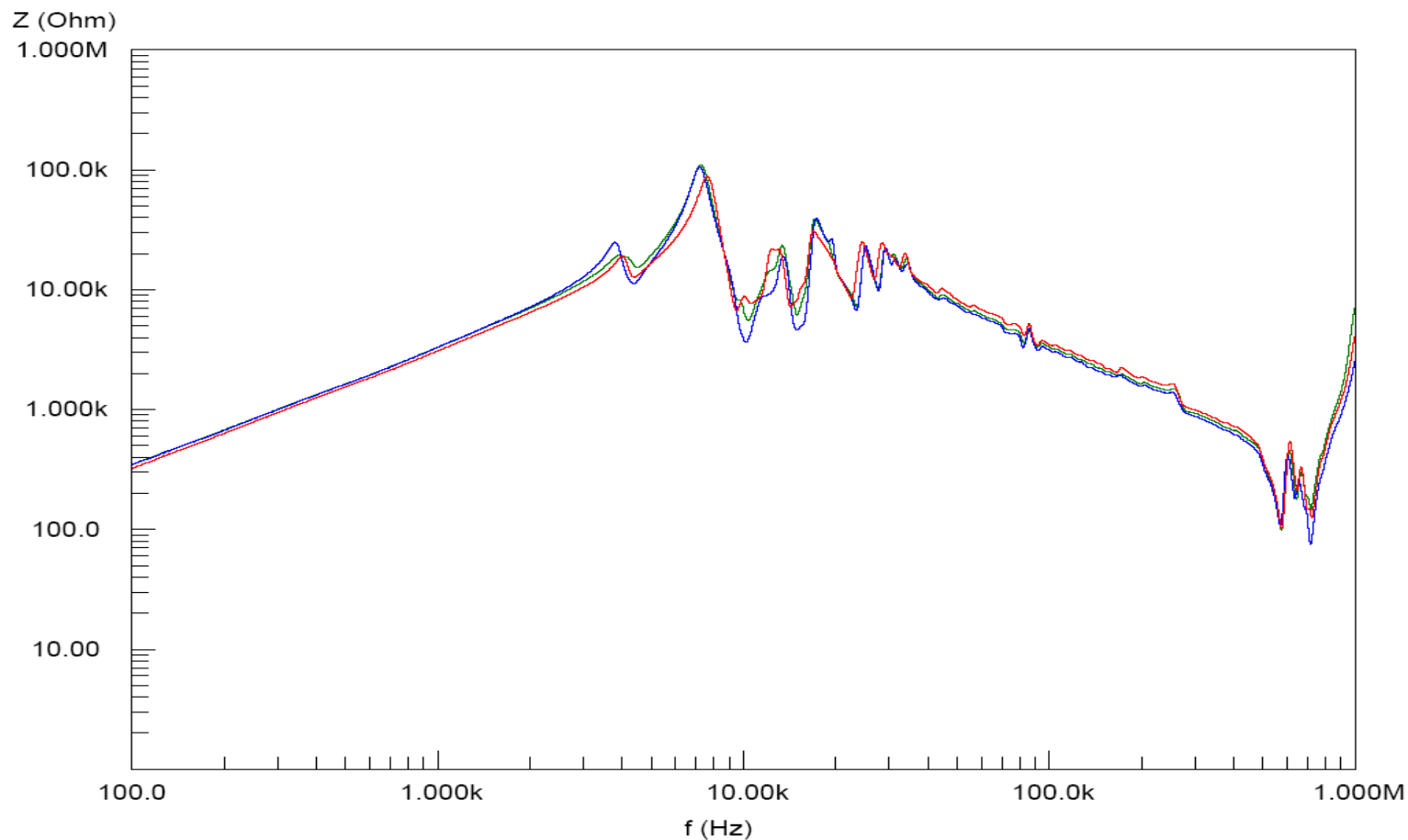
Piros: „C” fázis (piros fázis) (zárlatos fázis)

Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



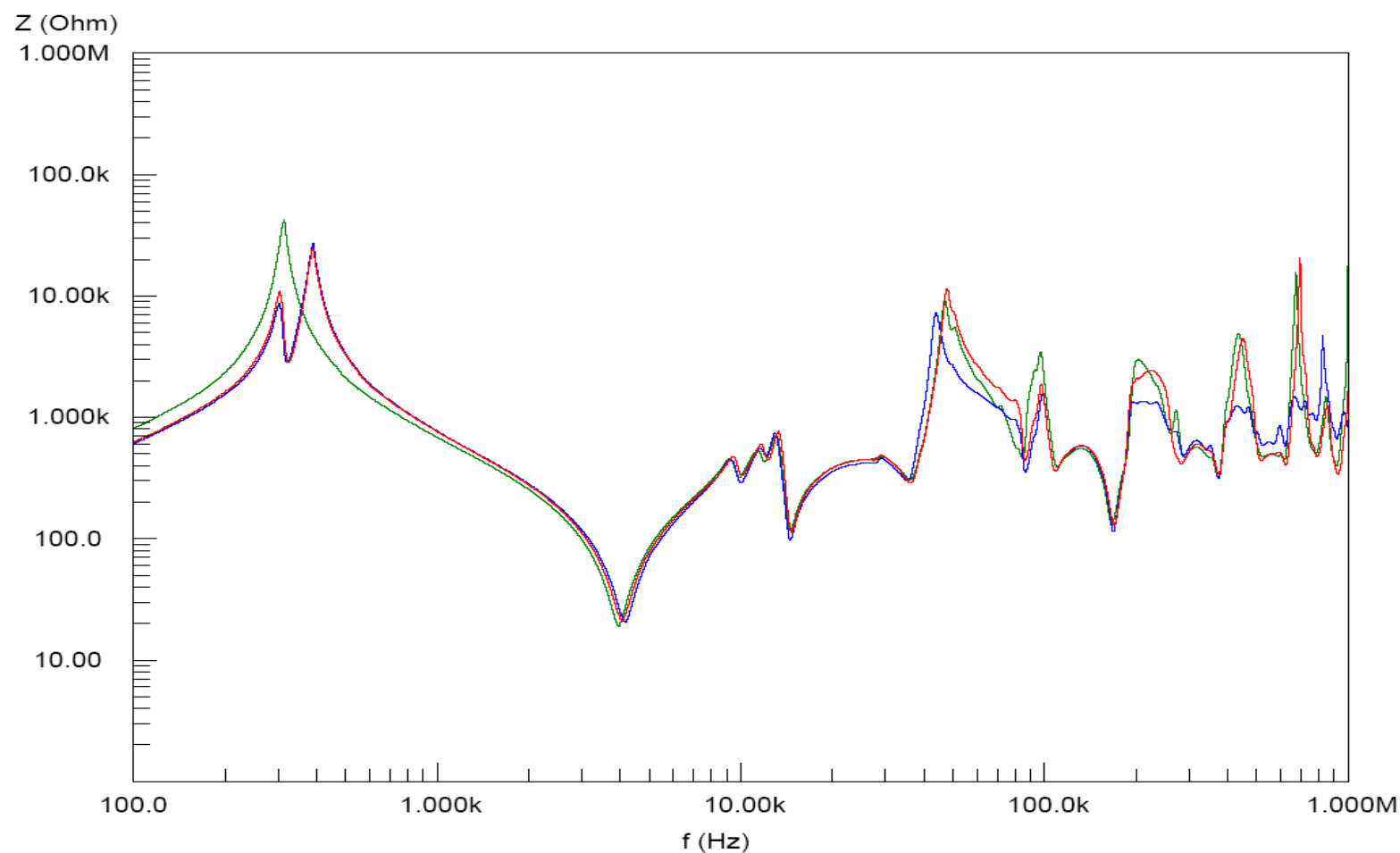
**2007-es DHBM mérés, OLTC nincs,
NF tekercs A, B és C fázis mérése, terciér nyitott**

Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



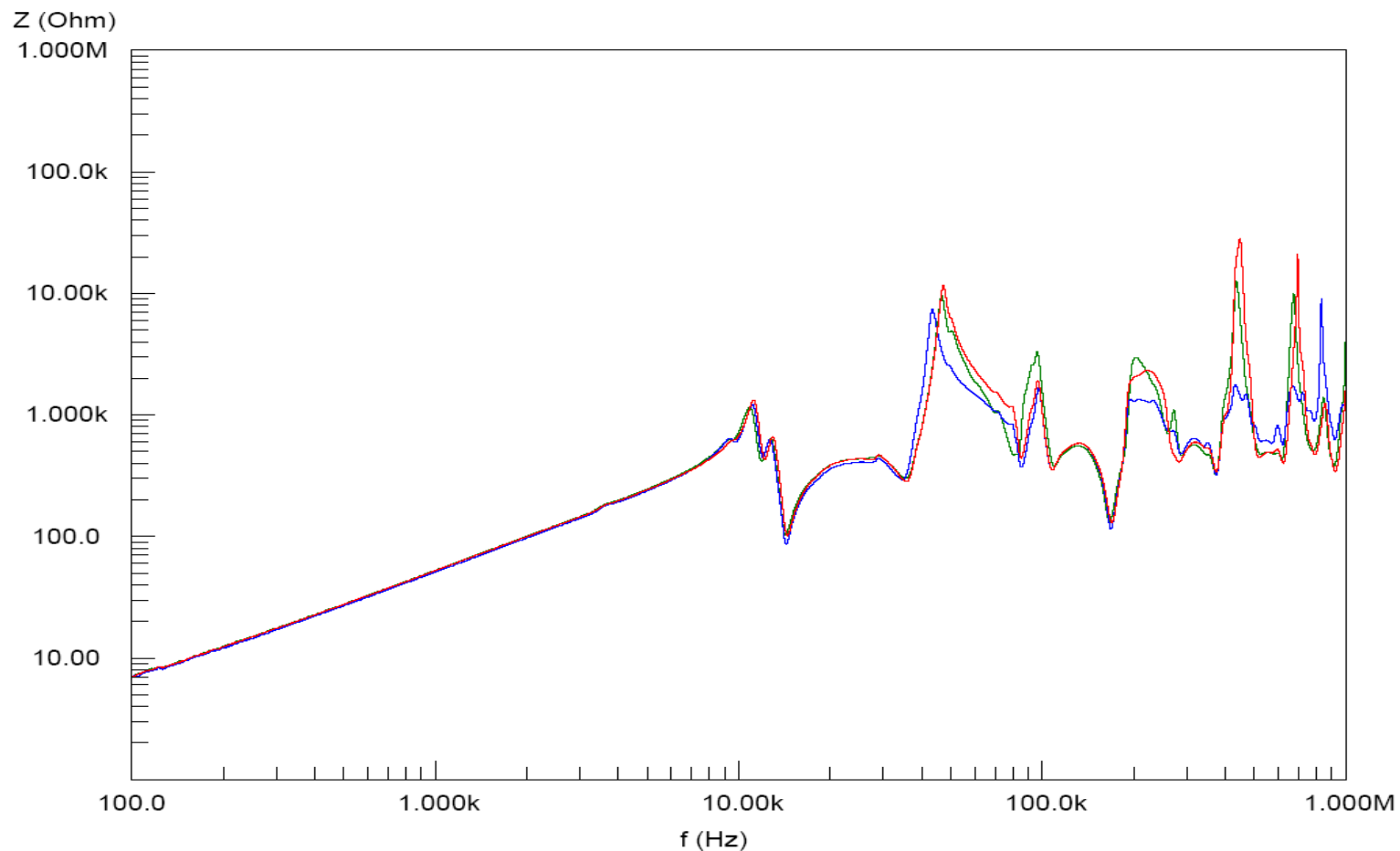
**2007-es DHBM mérés, OLTC nincs,
NF tekercs A, B és C fázis mérése, tercier rövidre zárt**

Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



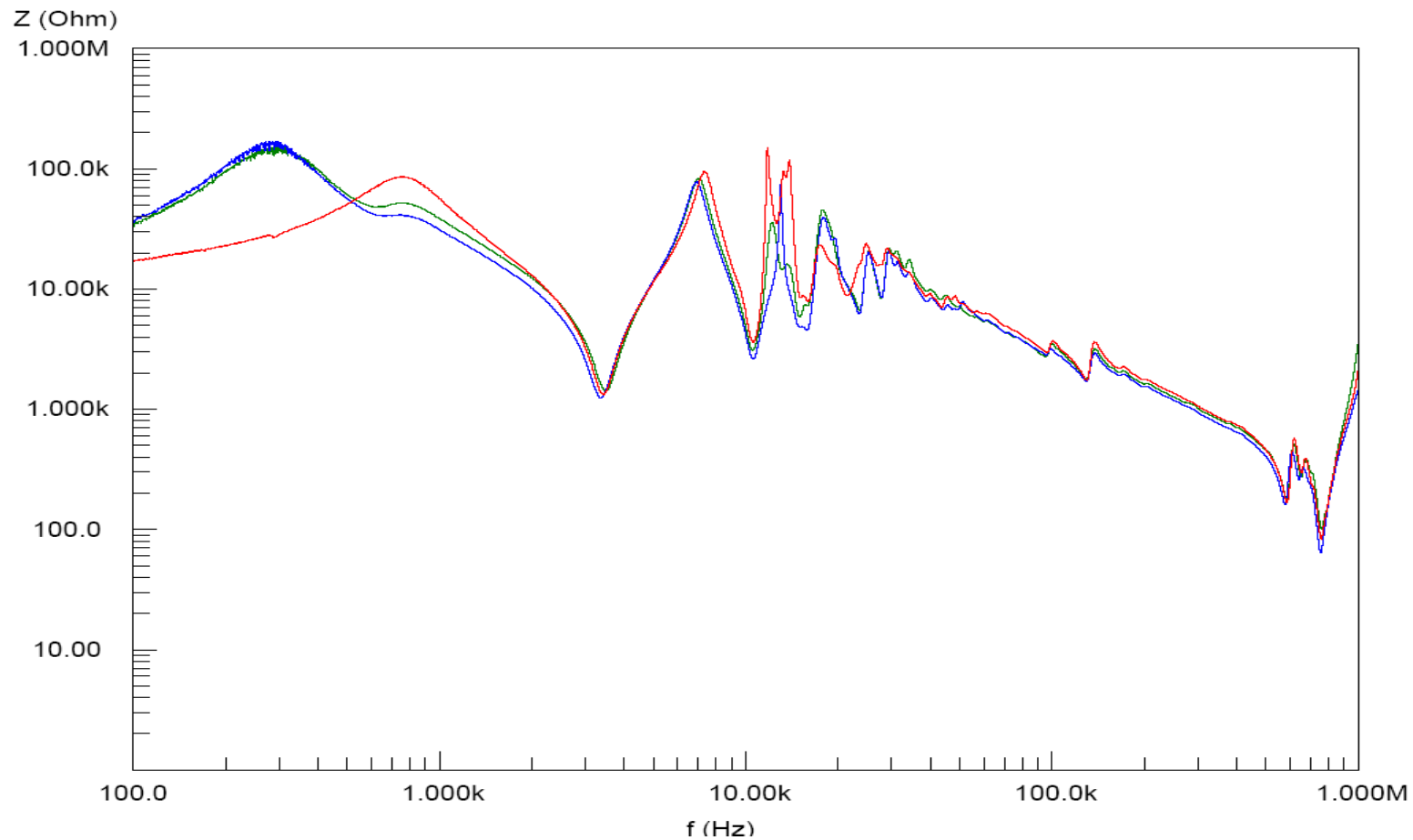
**2007-es DHBM mérés, OLTC nincs,
Tercier a-b, b-c és c-a fázisok mérése, NF nyitott**

Üzemi tapasztalatok FRA méréssel

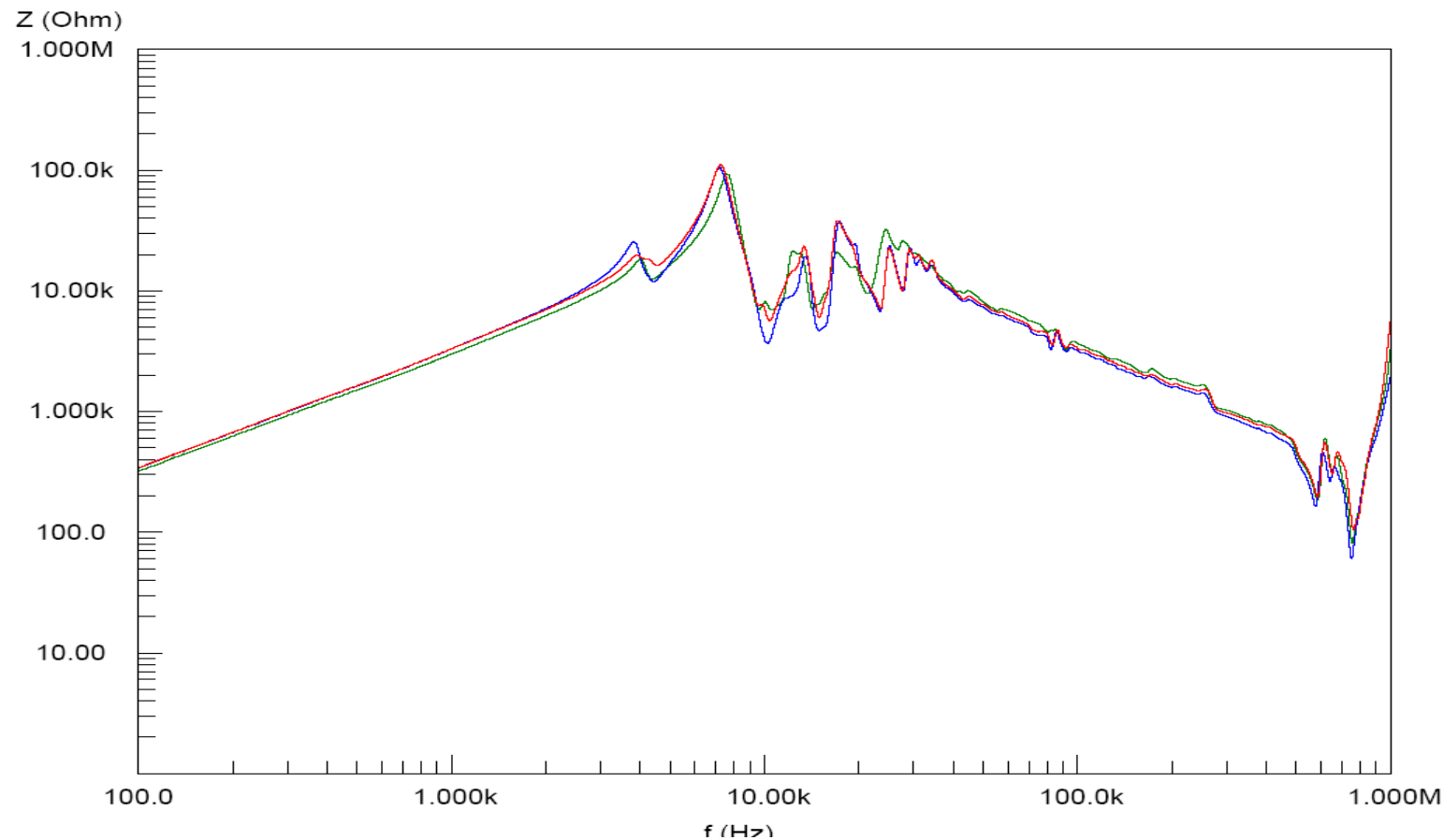


**2007-es DHBM mérés, OLTC nincs,
Tercier a-b, b-c és c-a fázisok mérése, NF rövidre zárt**

Üzemi tapasztalatok FRA méréssel

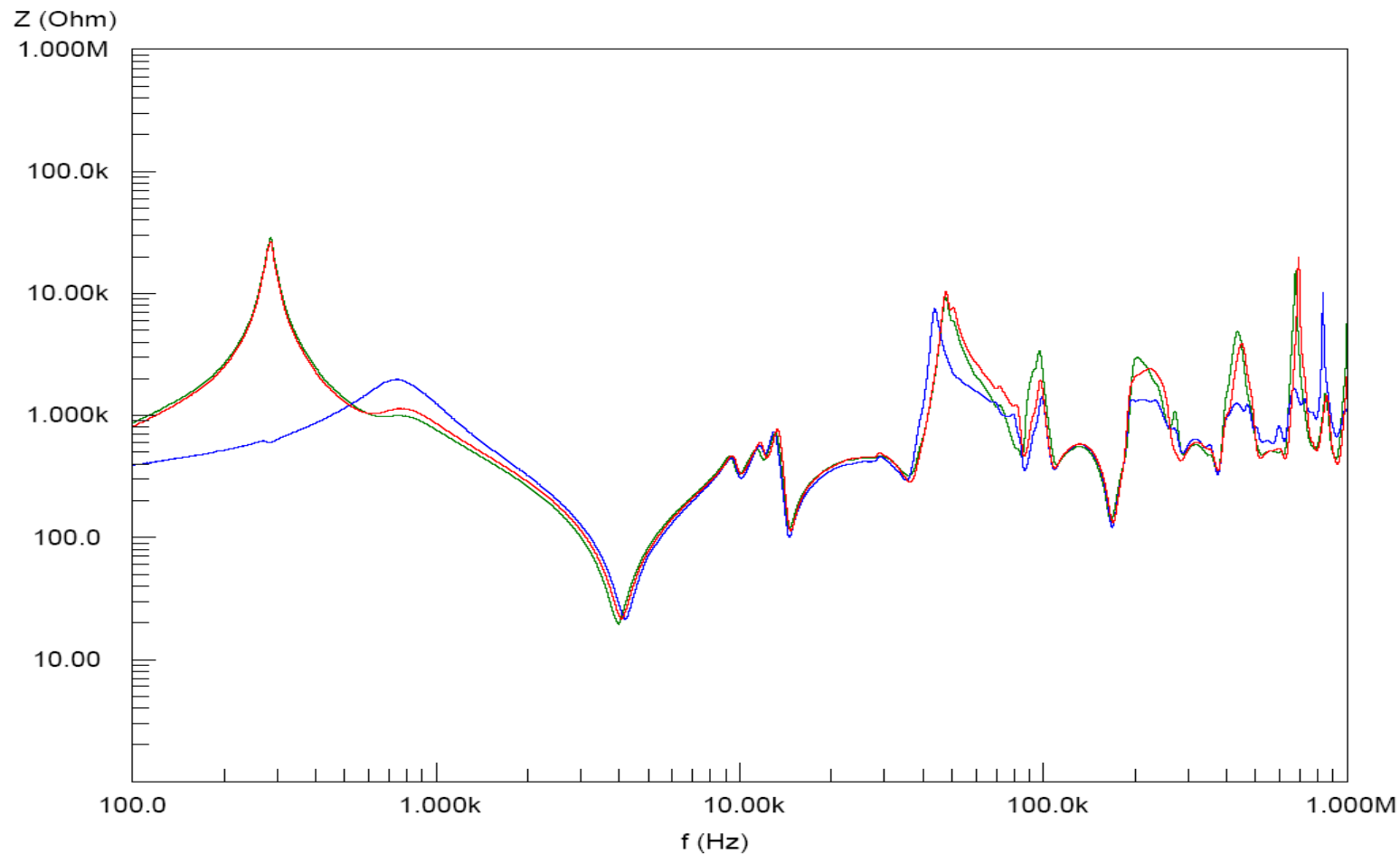


**2010-es (zárlat utáni) DHBM mérés, OLTC nincs,
NF tekercs A, B és C fázis mérése, tercier nyitott**

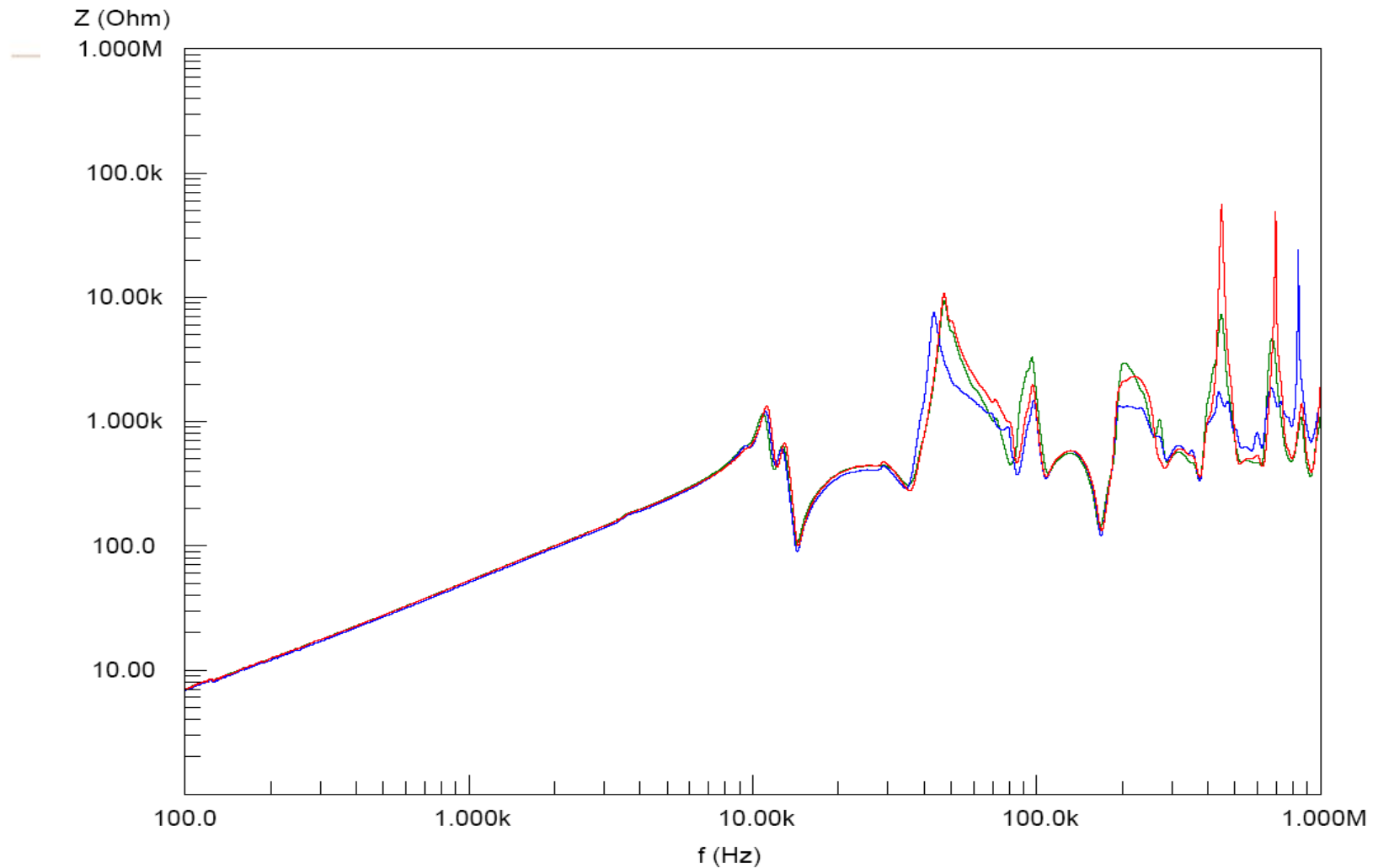


**2010-es (zárlat utáni) DHBM mérés, OLTC nincs,
NF tekercs A, B és C fázis mérése, tercier rövidre zárt**

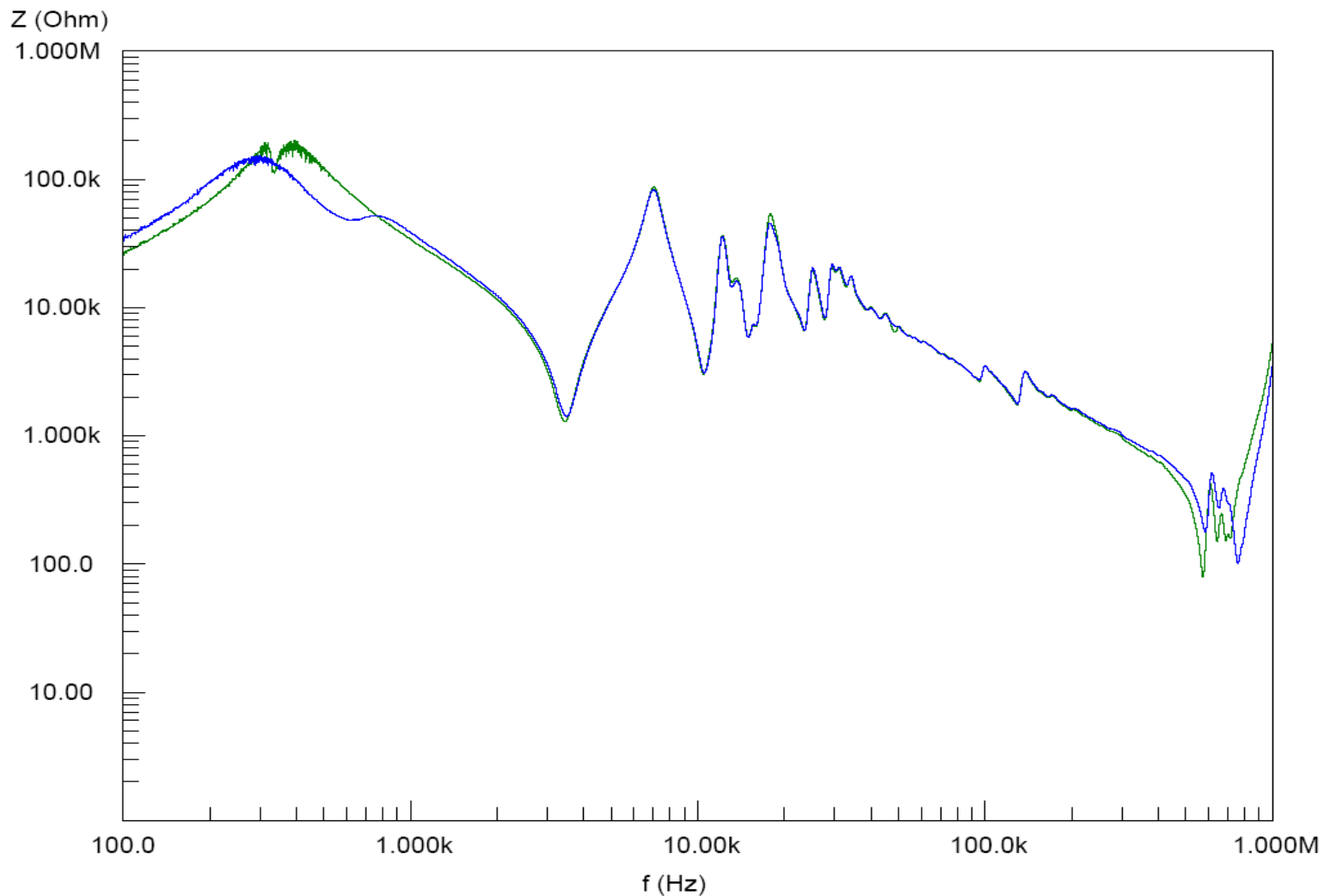
Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



**2010-es (zárlat utáni) DHBM mérés, OLTC nincs,
Tercier a-b, b-c és c-a fázisok, NF tekercs nyitott**

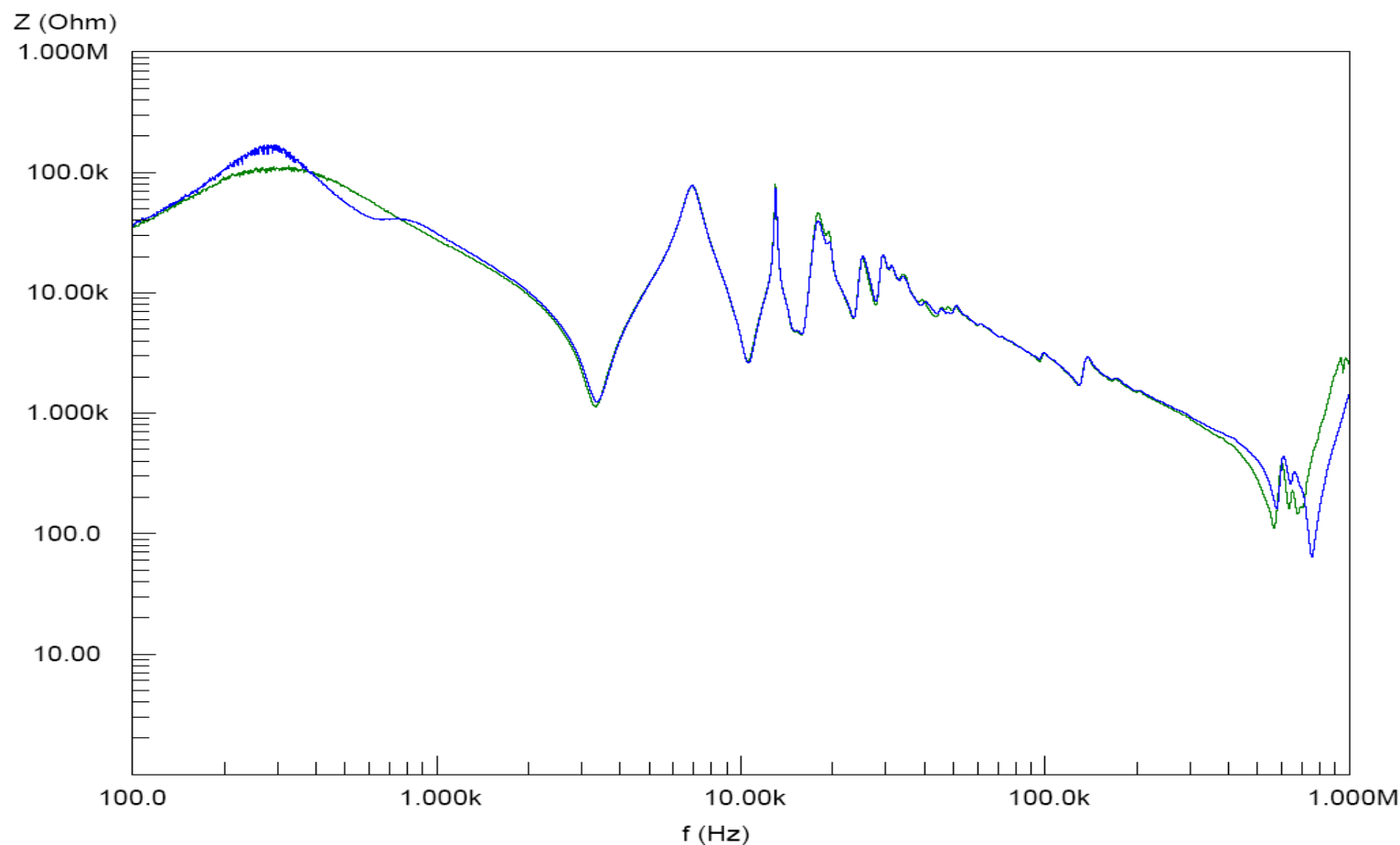


**2010-es (zárlat utáni) DHBM mérés, OLTC nincs,
Tercier a-b, b-c és c-a fázisok, NF tekercs rövidre zárt**



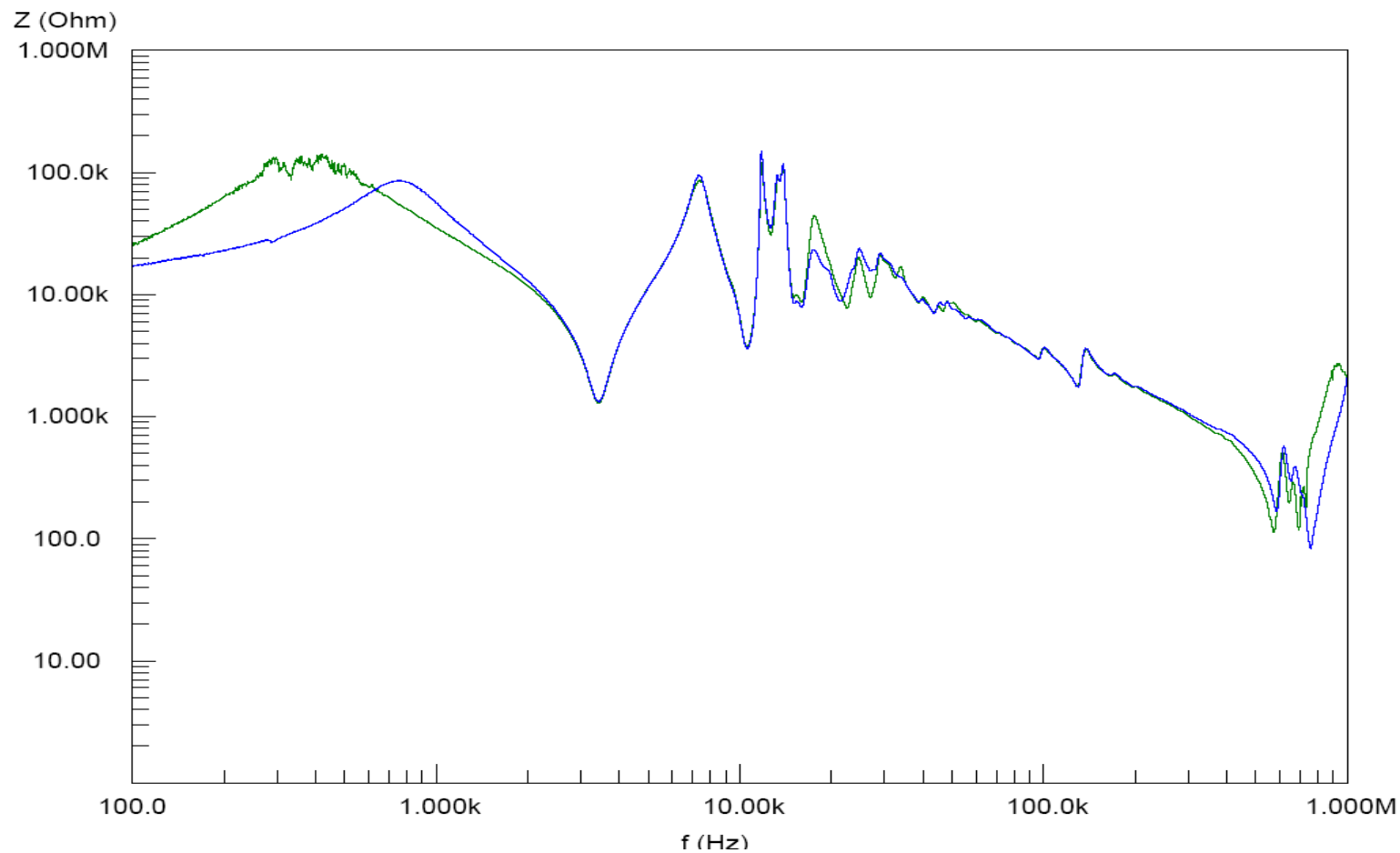
**2007-es és 2010-es (zárlat utáni) DHBM mérés, OLTC nincs,
„A” fázisok (zöld=2007, kék=2010) összehasonlítása, tercier nyitott**

Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



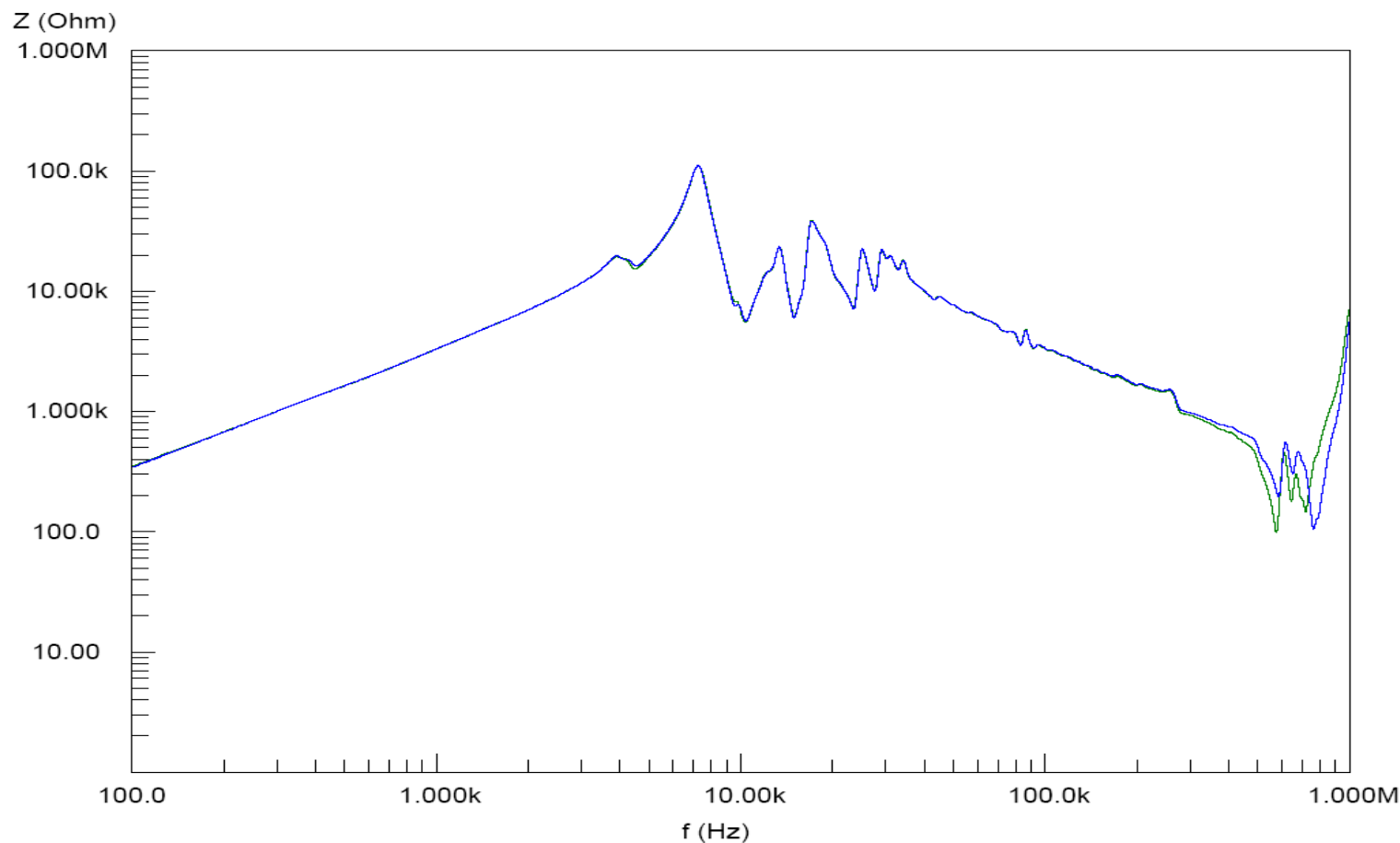
**2007-es és 2010-es (zárlat utáni) DHBM mérés, OLTC nincs,
„B” fázisok (zöld=2007, kék=2010) összehasonlítása, tercier nyitott**

Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



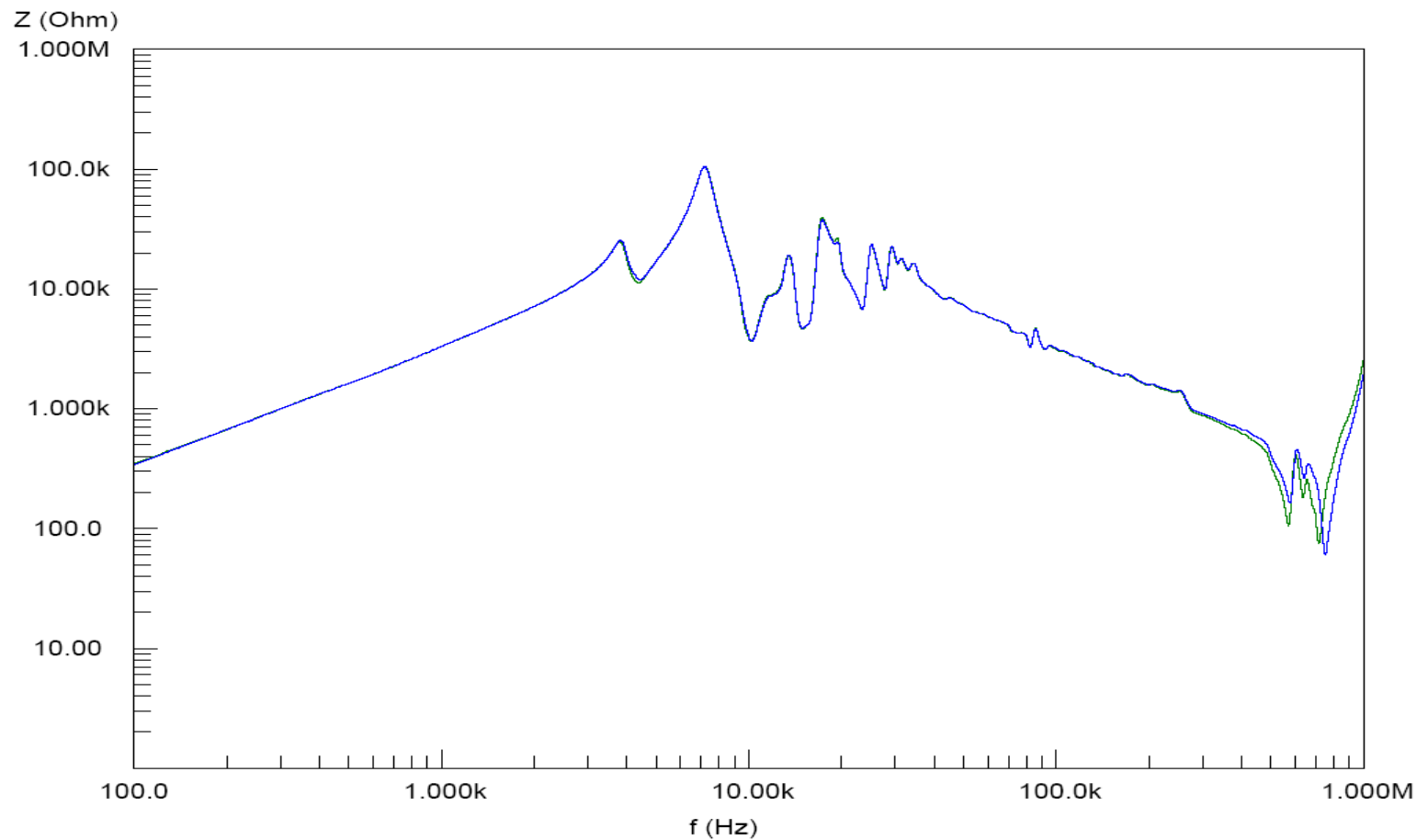
**2007-es és 2010-es (zárlat utáni) DHBM mérés, OLTC nincs,
„C” fázisok (zöld=2007, kék=2010) összehasonlítása, tercier nyitott**

Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



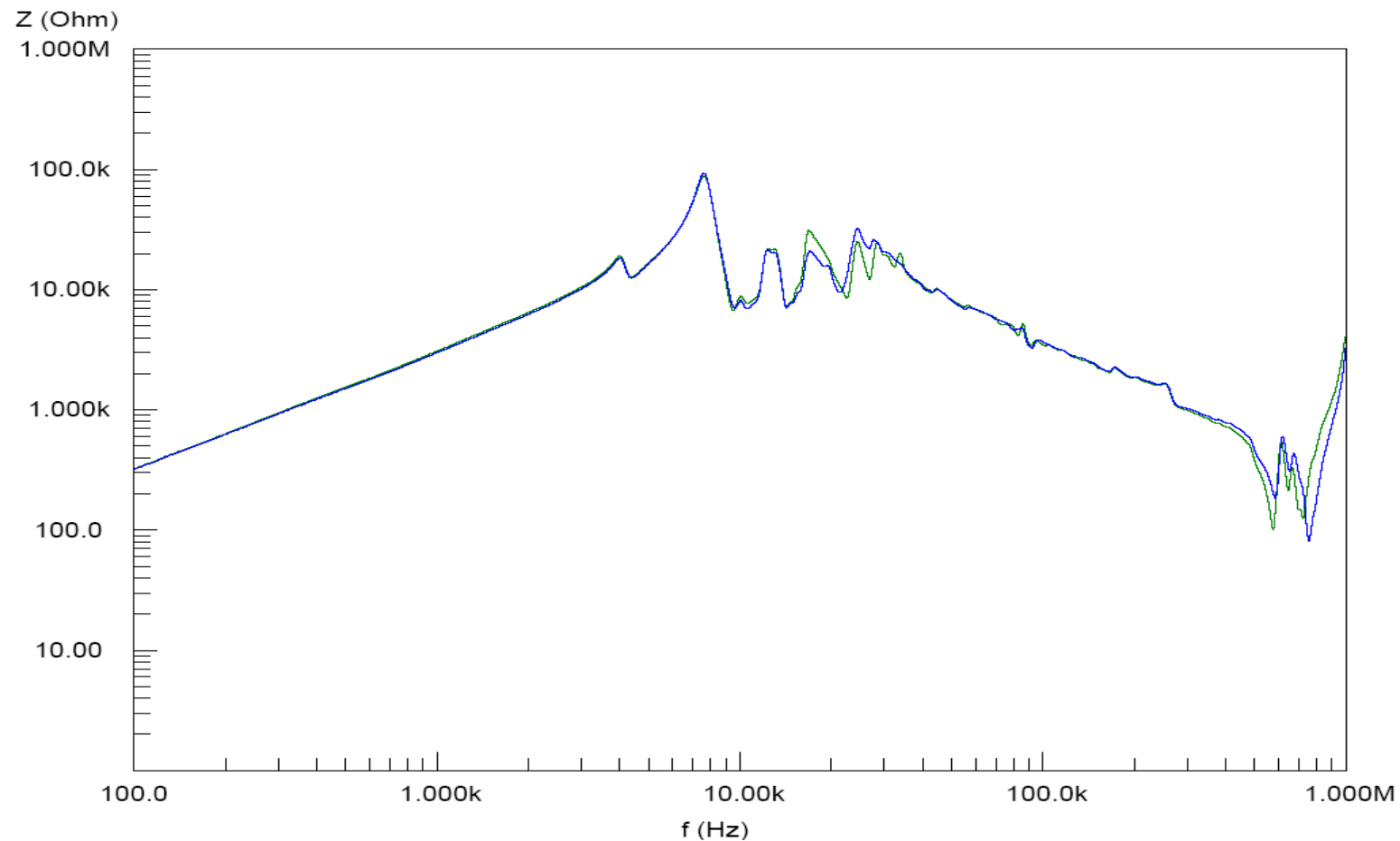
**2007-es és 2010-es (zárlat utáni) DHBM mérés, OLTC nincs,
„A” fázisok (zöld=2007, kék=2010) összehasonlítása, tercier zárt**

Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



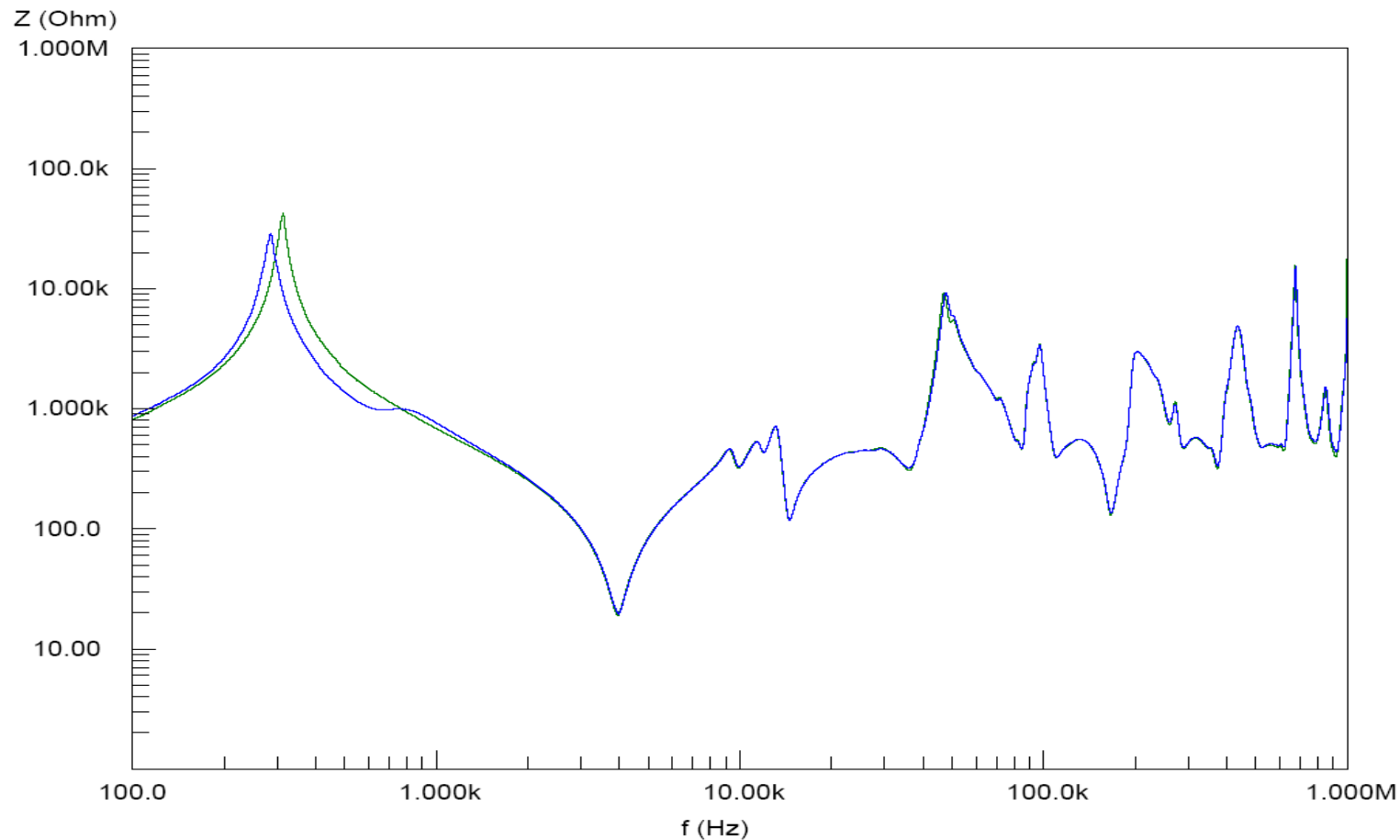
**2007-es és 2010-es (zárlat utáni) DHBM mérés, OLTC nincs,
„B” fázisok (zöld=2007, kék=2010) összehasonlítása, tercier zárt**

Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



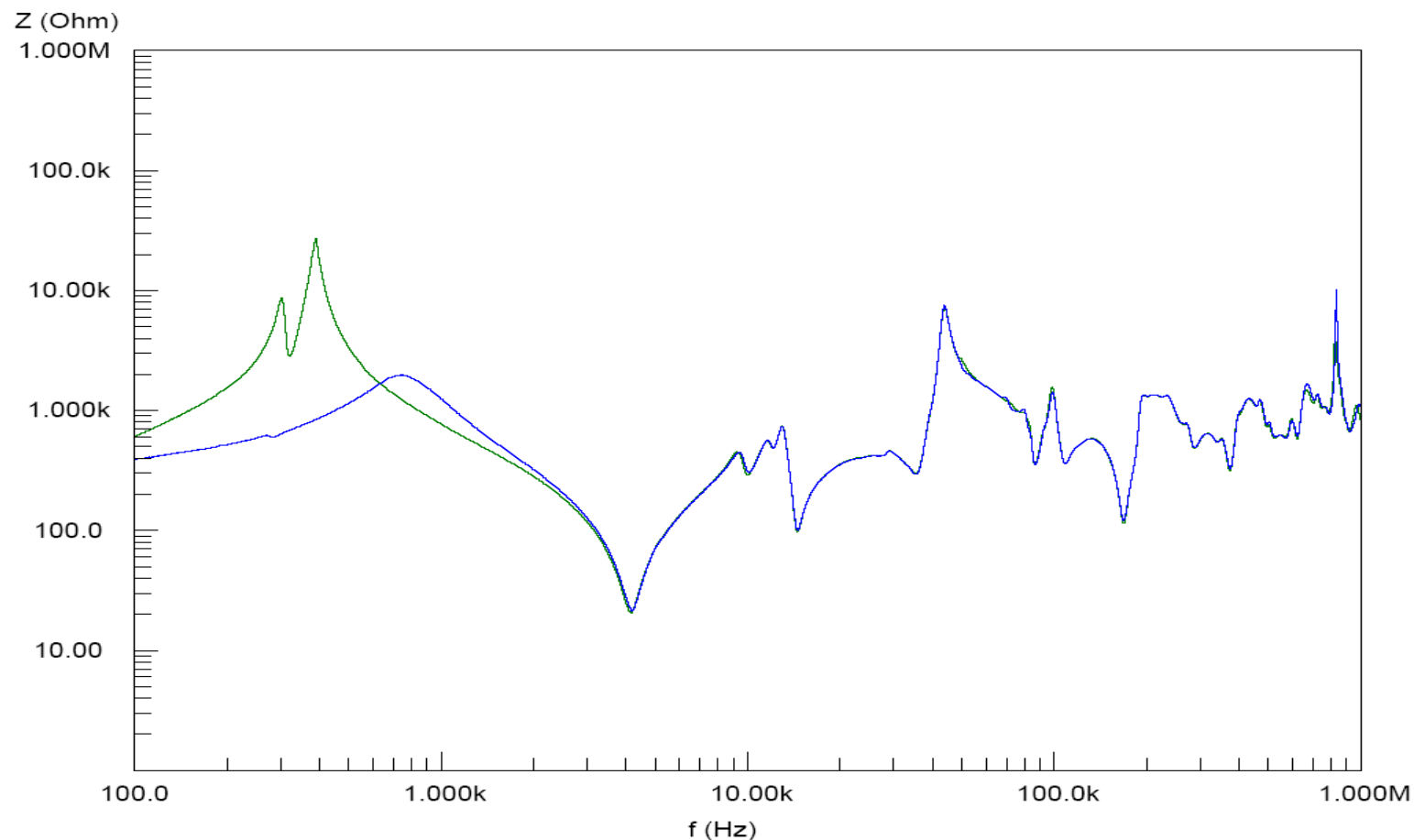
**2007-es és 2010-es (zárlat utáni) DHBM mérés, OLTC nincs,
„C” fázisok (zöld=2007, kék=2010) összehasonlítása, tercier zárt**

Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



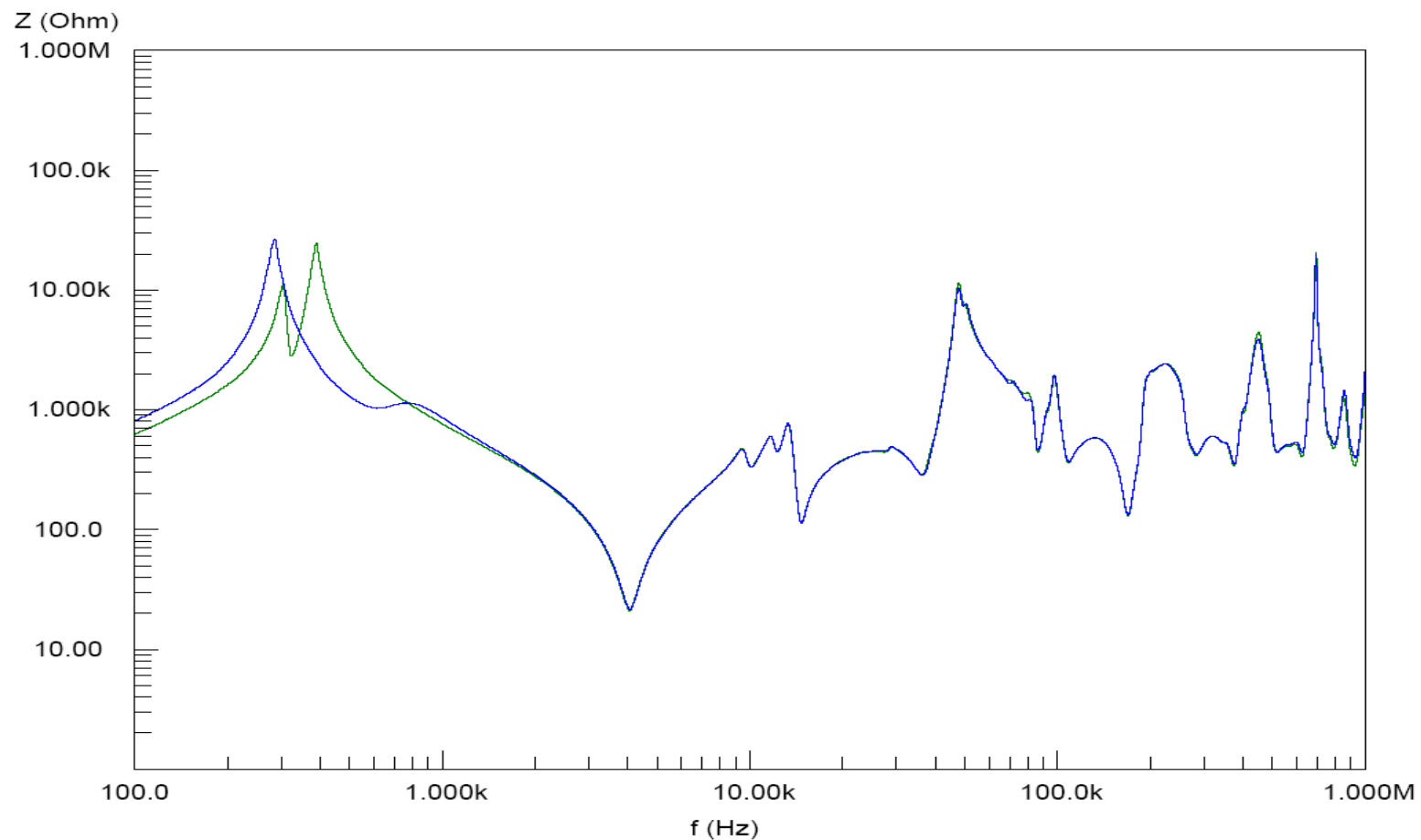
**2007-es és 2010-es (zárlat utáni) DHBM mérés, OLTC nincs,
„a-b” fázisok (zöld=2007, kék=2010) összehasonlítása, NF nyitott**

Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



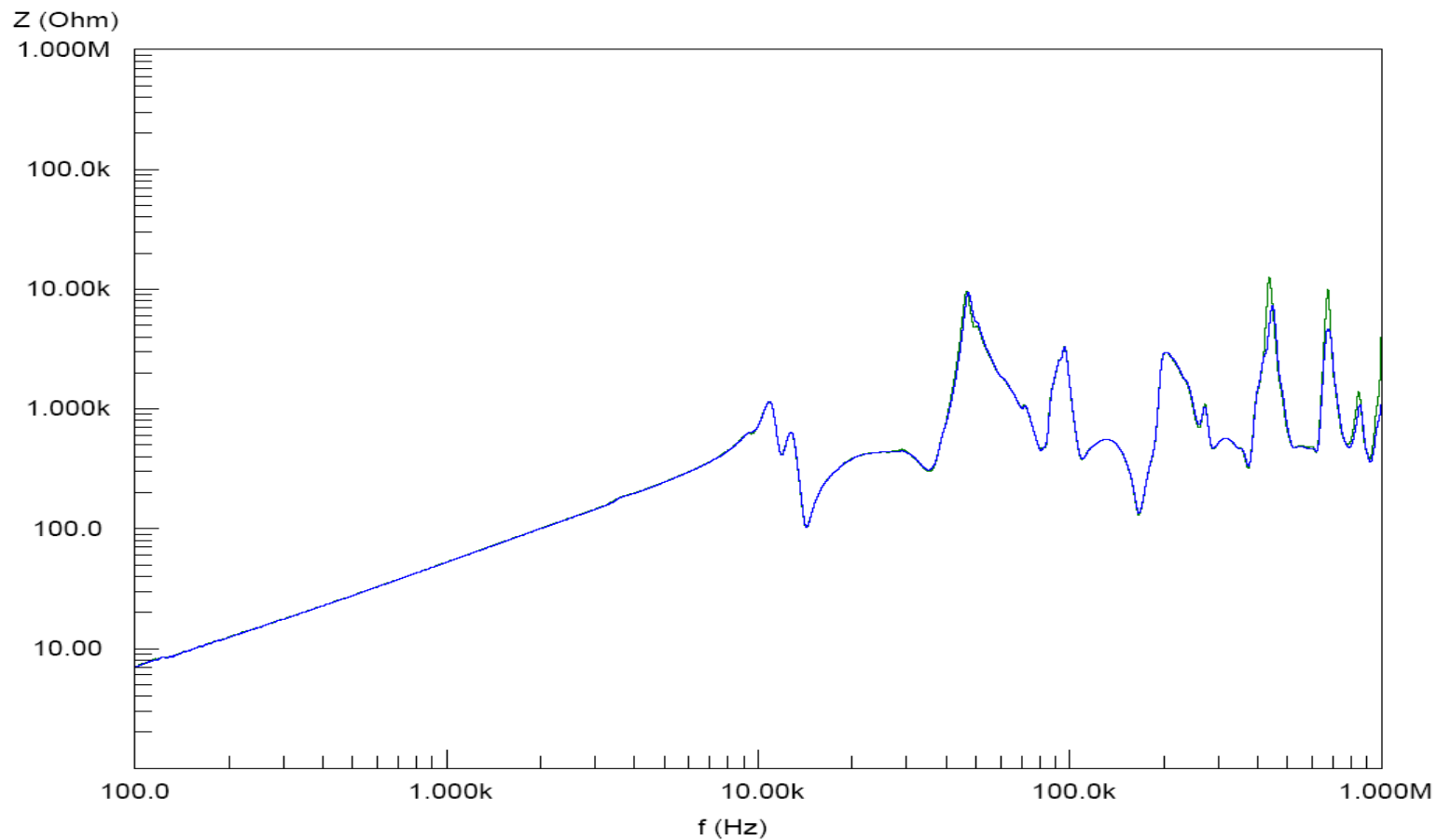
**2007-es és 2010-es (zárlat utáni) DHBM mérés, OLTC nincs,
„b-c” fázisok (zöld=2007, kék=2010) összehasonlítása, NF nyitott**

Üzemi tapasztalatok FRA méréssel

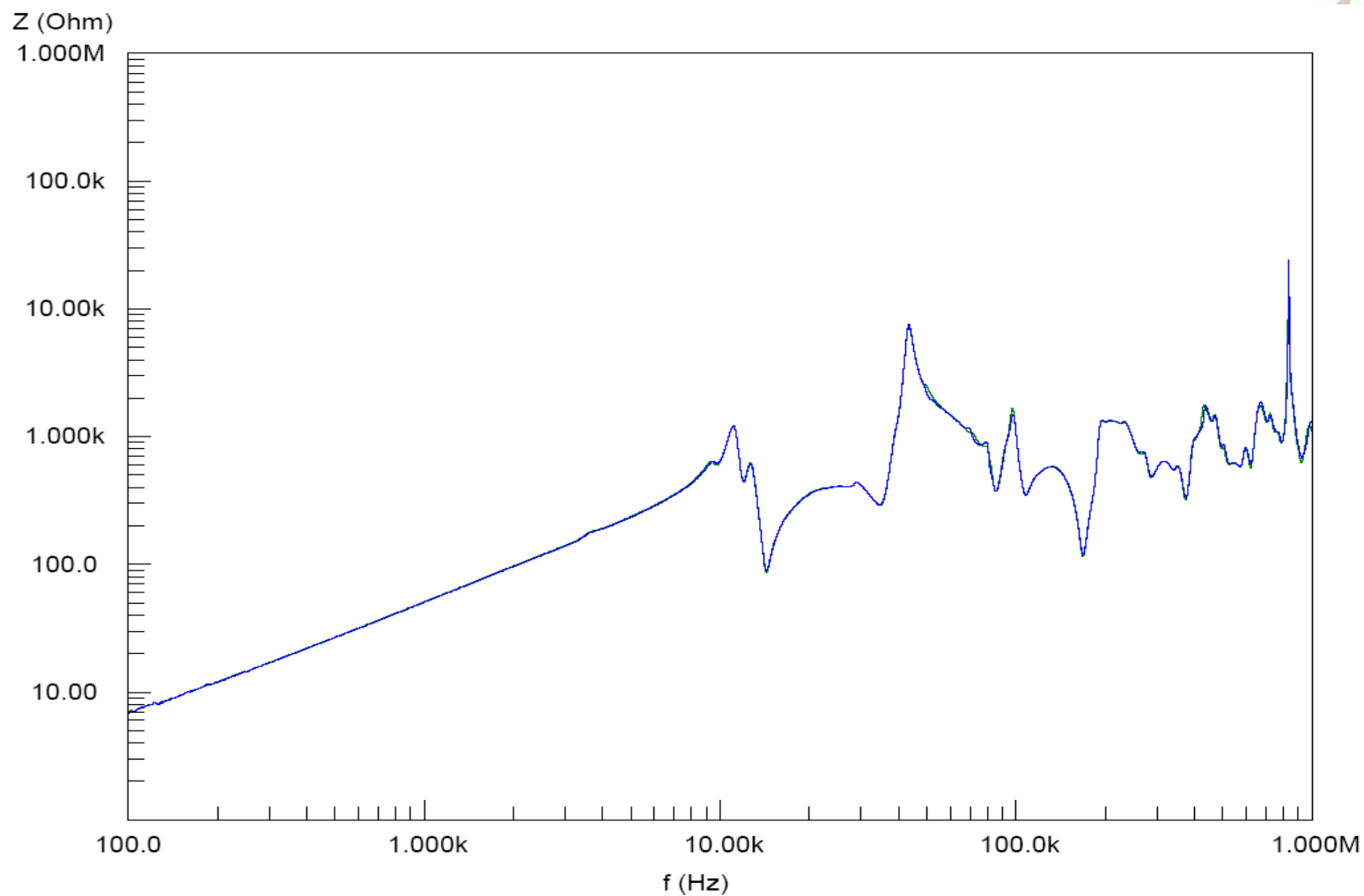


**2007-es és 2010-es (zárlat utáni) DHBM mérés, OLTC nincs,
„c-a” fázisok (zöld=2007, kék=2010) összehasonlítása, NF nyitott**

Üzemi tapasztalatok FRA méréssel

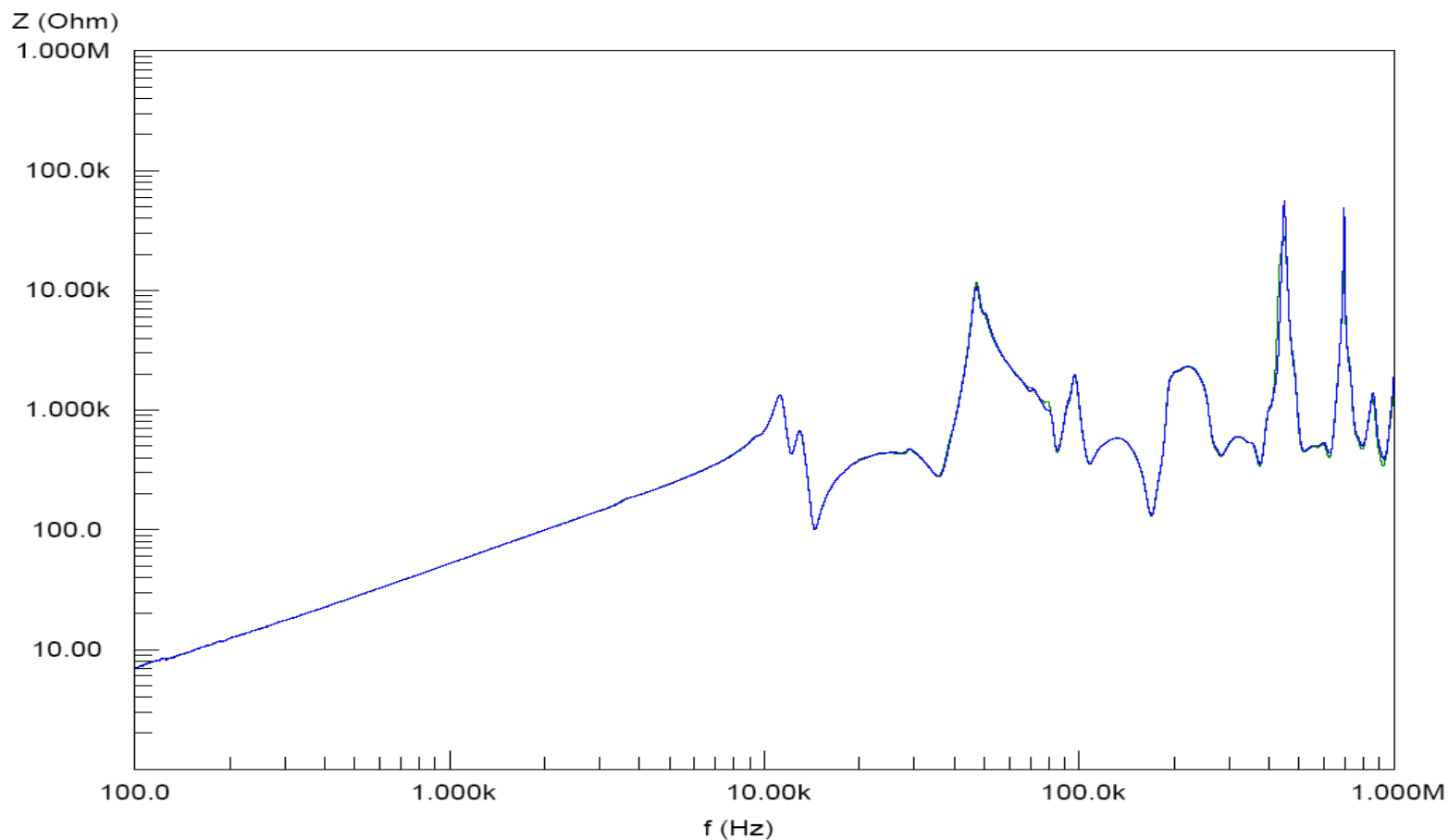


**2007-es és 2010-es (zárlat utáni) DHBM mérés, OLTC nincs,
„a-b” fázisok (zöld=2007, kék=2010) összehasonlítása, NF zárt**



**2007-es és 2010-es (zárlat utáni) DHBM mérés, OLTC nincs,
„b-c” fázisok (zöld=2007, kék=2010) összehasonlítása, NF zárt**

Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



**2007-es és 2010-es (zárlat utáni) DHBM mérés, OLTC nincs,
„c-a” fázisok (zöld=2007, kék=2010) összehasonlítása, NF zárt**

- 2010. május 25-én egy 220 kV-os távvezetéken az alállomástól számított 1-es és 2-es oszlopok között a „T” fázisú kettős kötegelésű vezeték egyik sodronya elszakadt, ráesett az alatta lévő 120 kV-os távvezetésekre.
- A távvezetéki (T fázisú) zárlat következtében egy DHBSM 100001/220 trafó Buchholz-relé és differenciál védelem működésre kikapcsolódott.
- A későbbi Buchholz-gáz vizsgálatából belső, „nagyenergiájú ív” hibára lehetett következtetni.
- A nem várták meg a vizsgálat eredményét, kb. 20 perccel a kikapcsolódás után bekapcsolták a trafót, amely újból kikapcsolódott.
- A Buchholz-gáz vizsgálata alapján gyári javítás mellett volt a döntés.
- A gyárban az aktív rész kiemelése és a tekercslehúzások után az alábbiak voltak láthatók.

Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



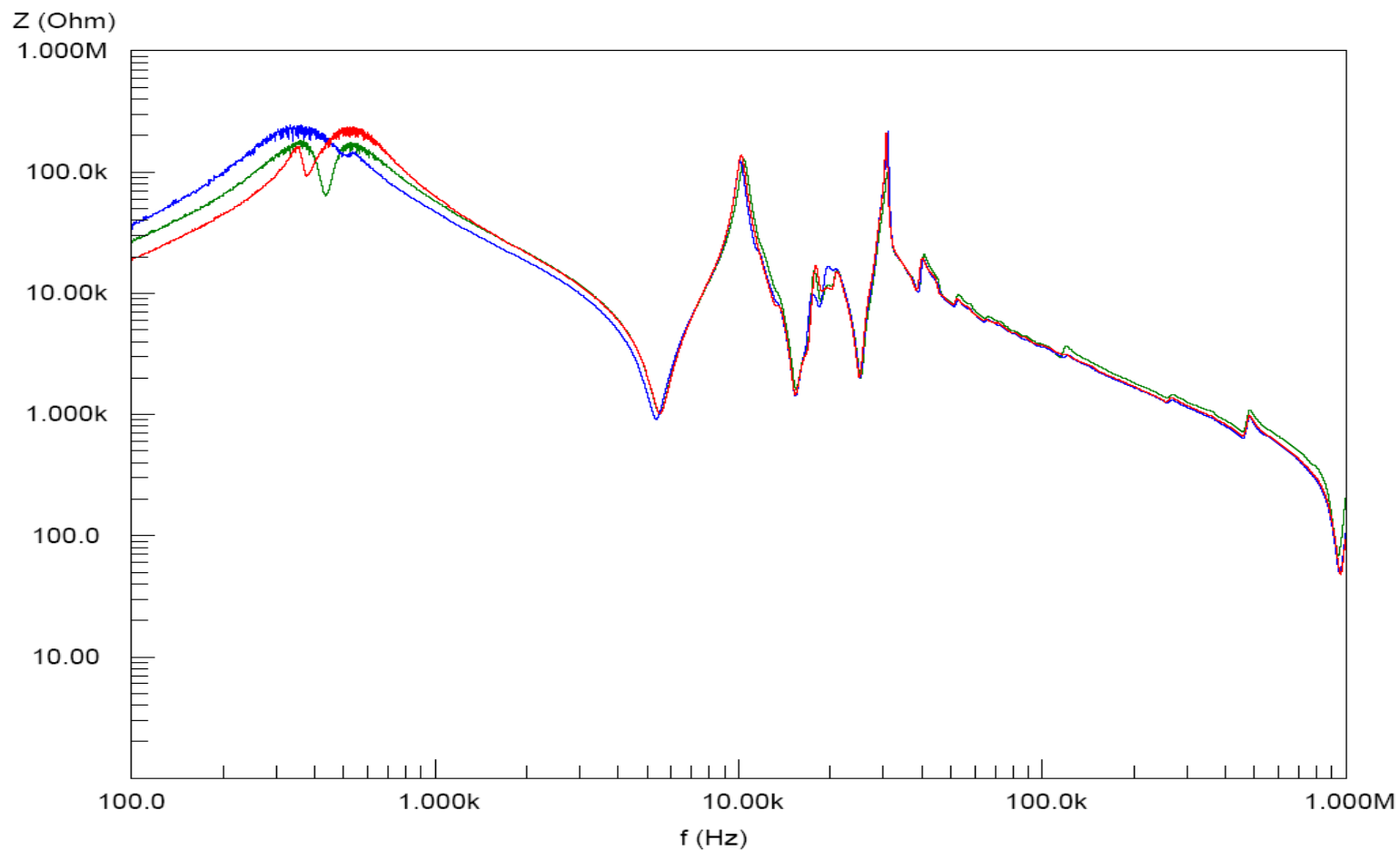
Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



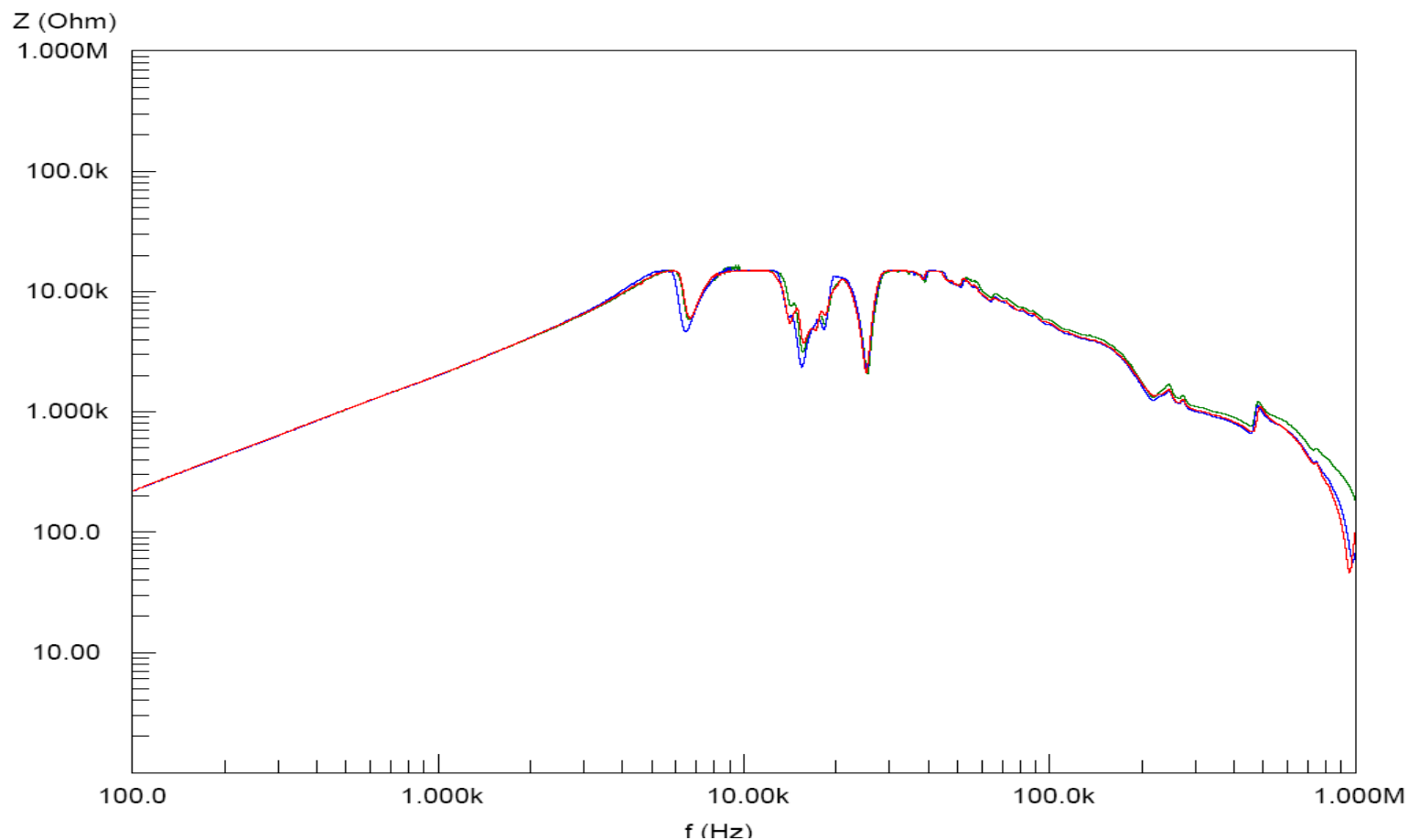
Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



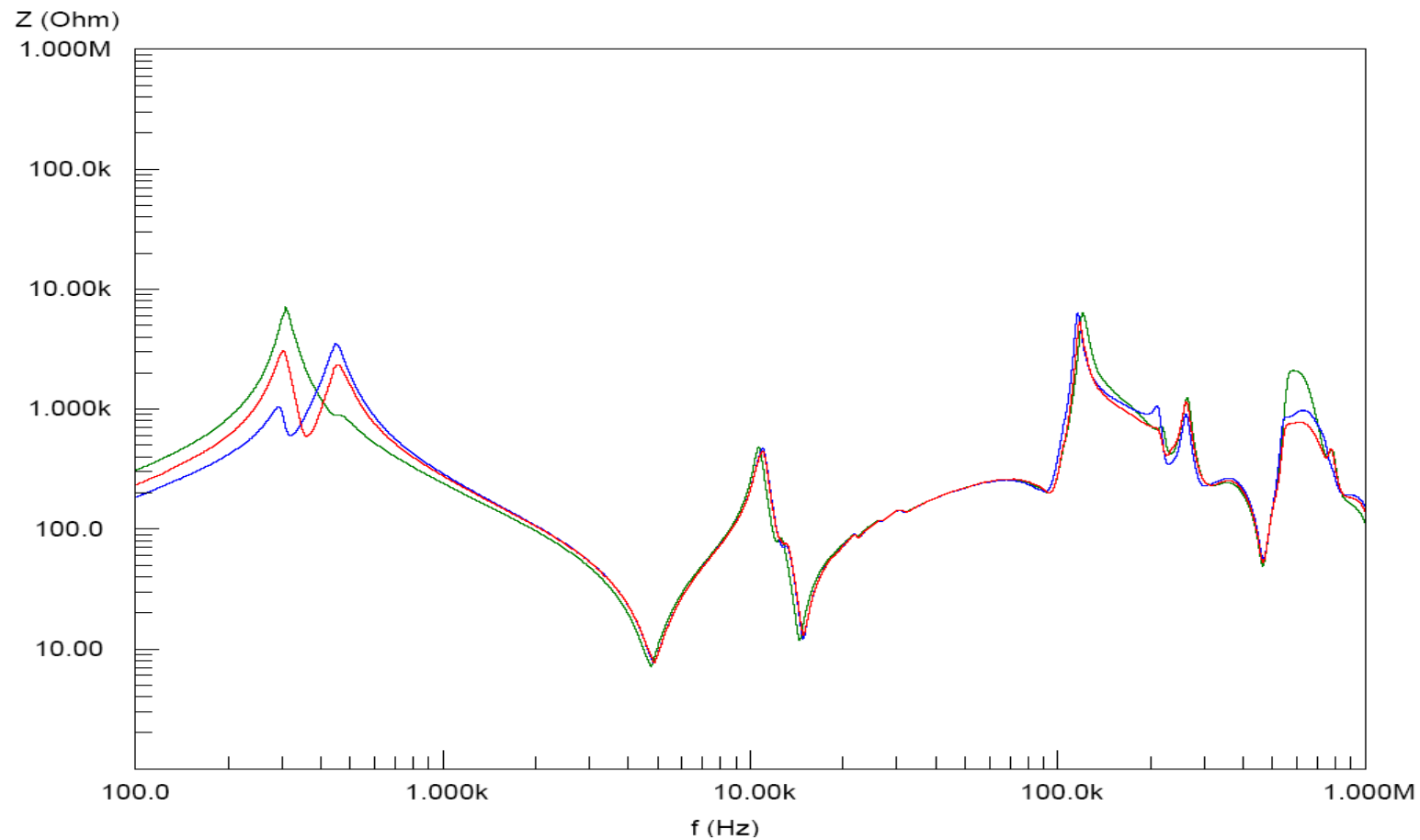
Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



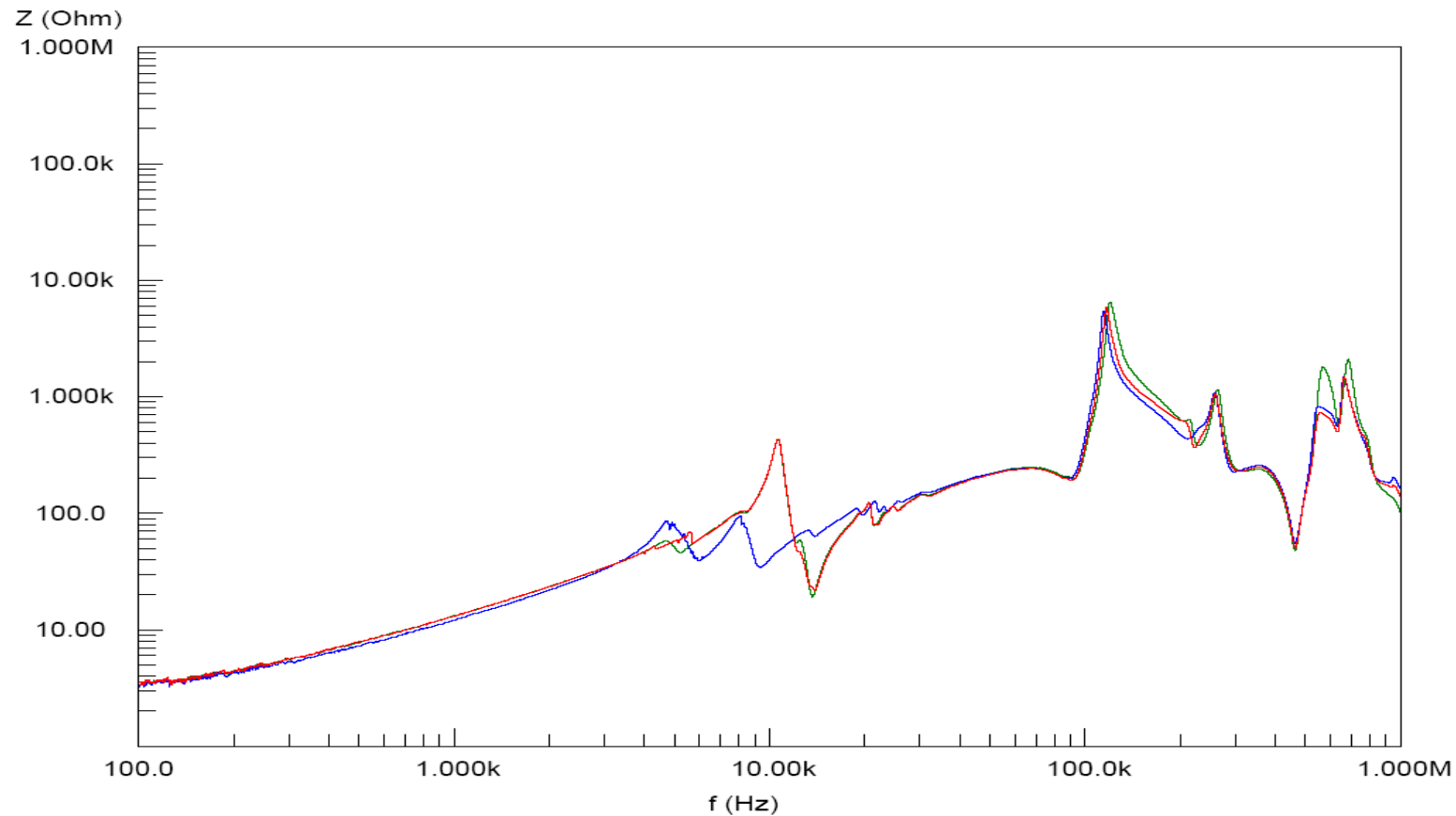
**2007-es mérés, OLTC 12-es fokozat,
NF tekercs A, B és C fázis mérése, tercier nyitott**



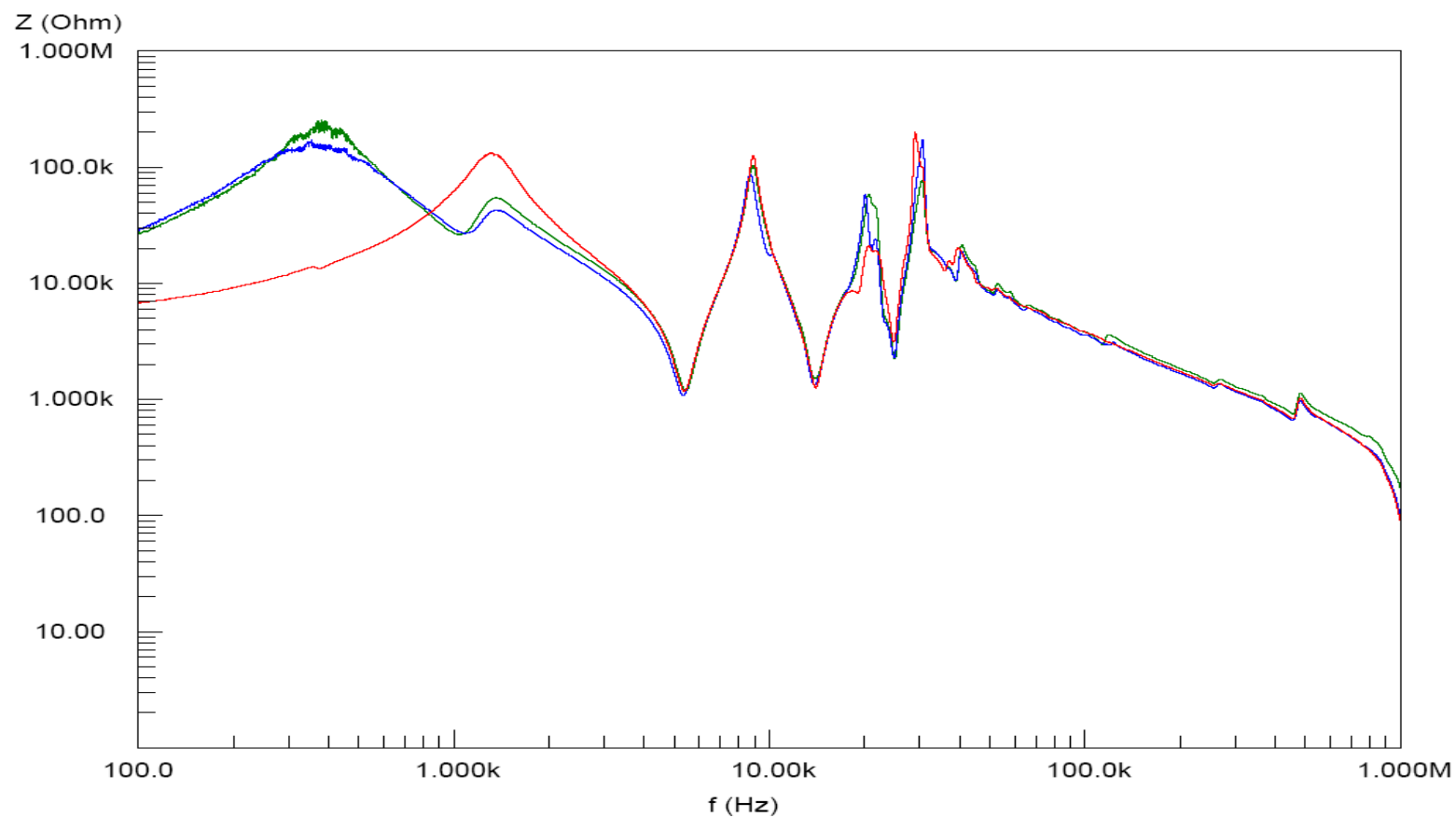
**2007-es mérés, OLTC 12-es fokozat,
NF tekercs A, B és C fázis mérése, tercier rövidre zárva**



**2007-es mérés, OLTC 1-es fokozat,
Tercier tekercs a-b, b-c és c-a fázisok mérése, NF nyitott**

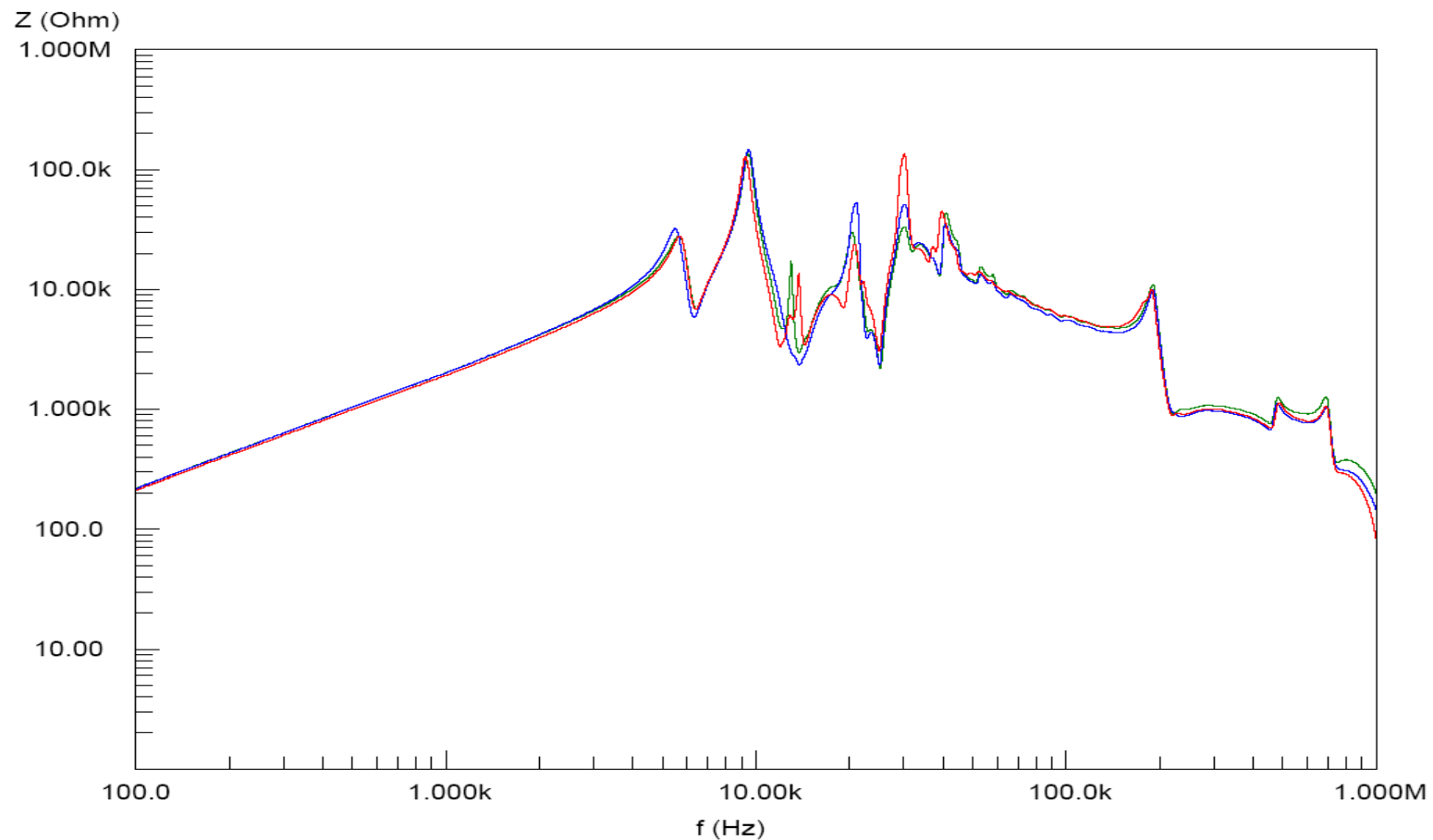


**2007-es mérés, OLTC 1-es fokozat,
Tercier tekercs a-b, b-c és c-a fázisok mérése, NF rövidre zárt**



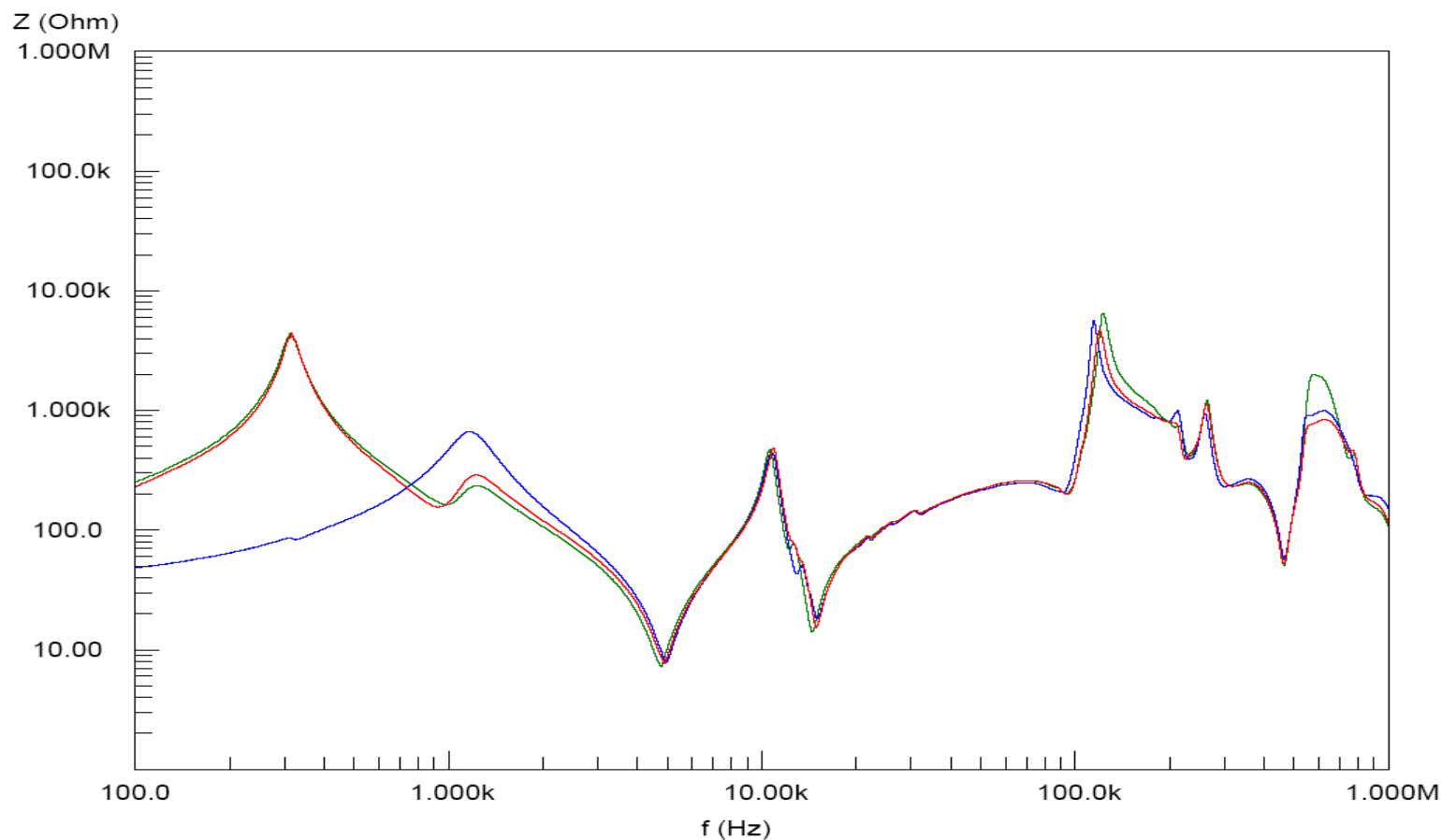
**2010-es (zárlat utáni) mérés, OLTC 12-es fokozat,
NF tekercs A, B és C fázis mérése, tercier nyitott**

Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



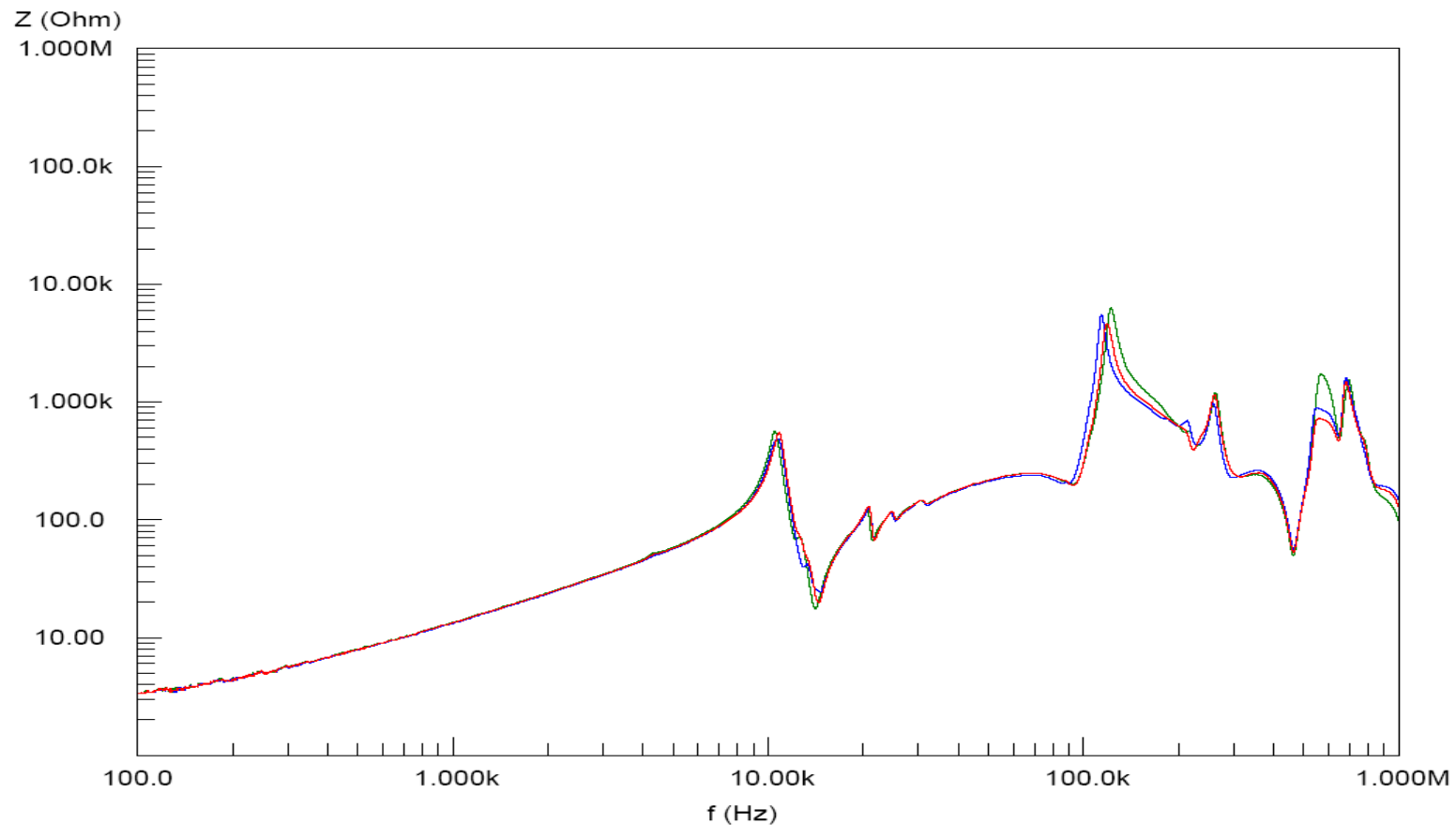
**2010-es (zárlat utáni) mérés, OLTC 12-es fokozat,
NF tekercs A, B és C fázis mérése, tercier rövidre zárva**

Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



**2010-es (zárlat utáni) mérés, OLTC 1-es fokozat,
Tercier tekercs a-b, b-c és c-a fázis mérése, NF nyitott**

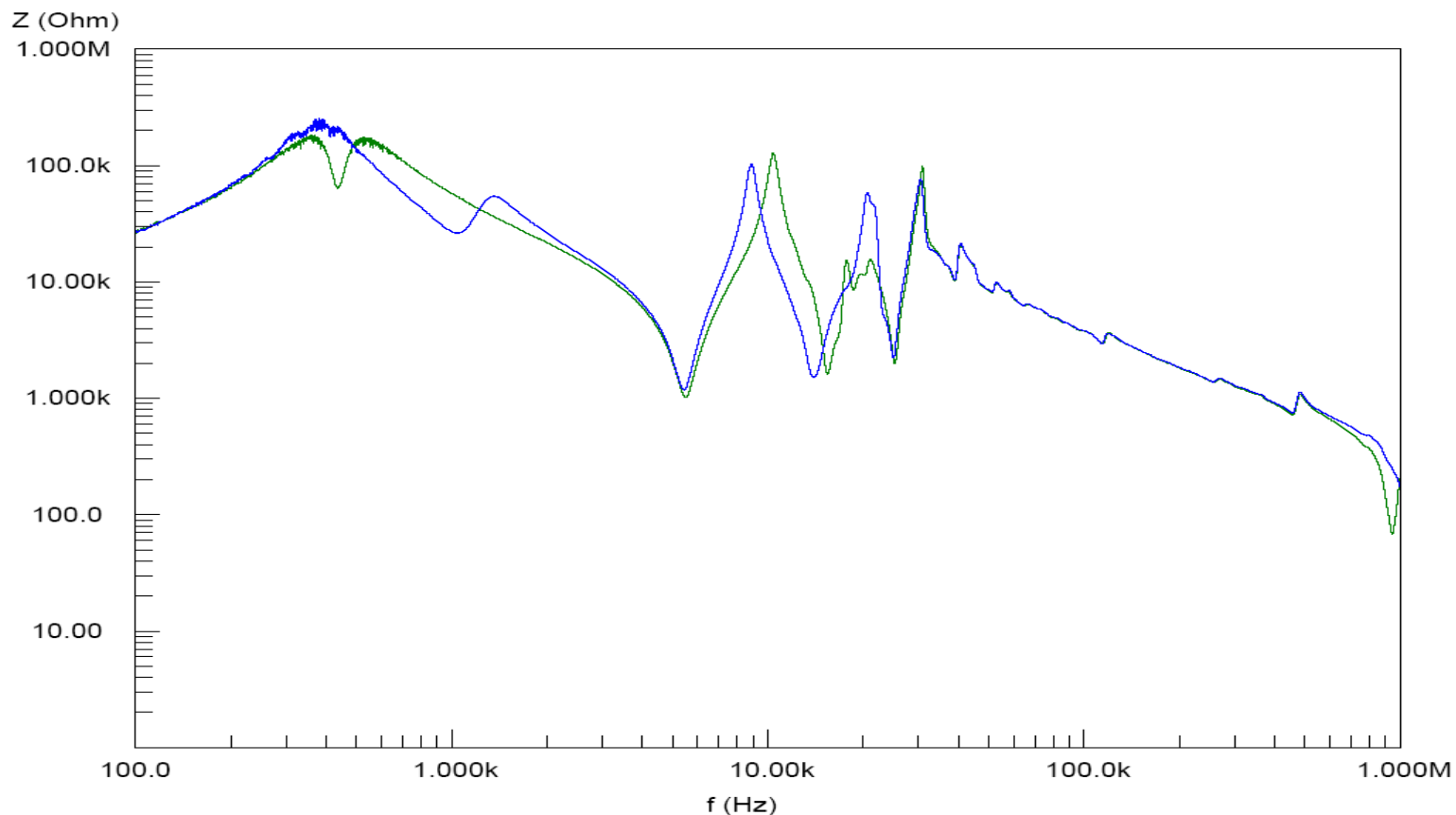
Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



**2010-es (zárlat utáni) mérés, OLTC 1-es fokozat,
Tercier tekercs a-b, b-c és c-a fázis mérése, NF rövidre zár**

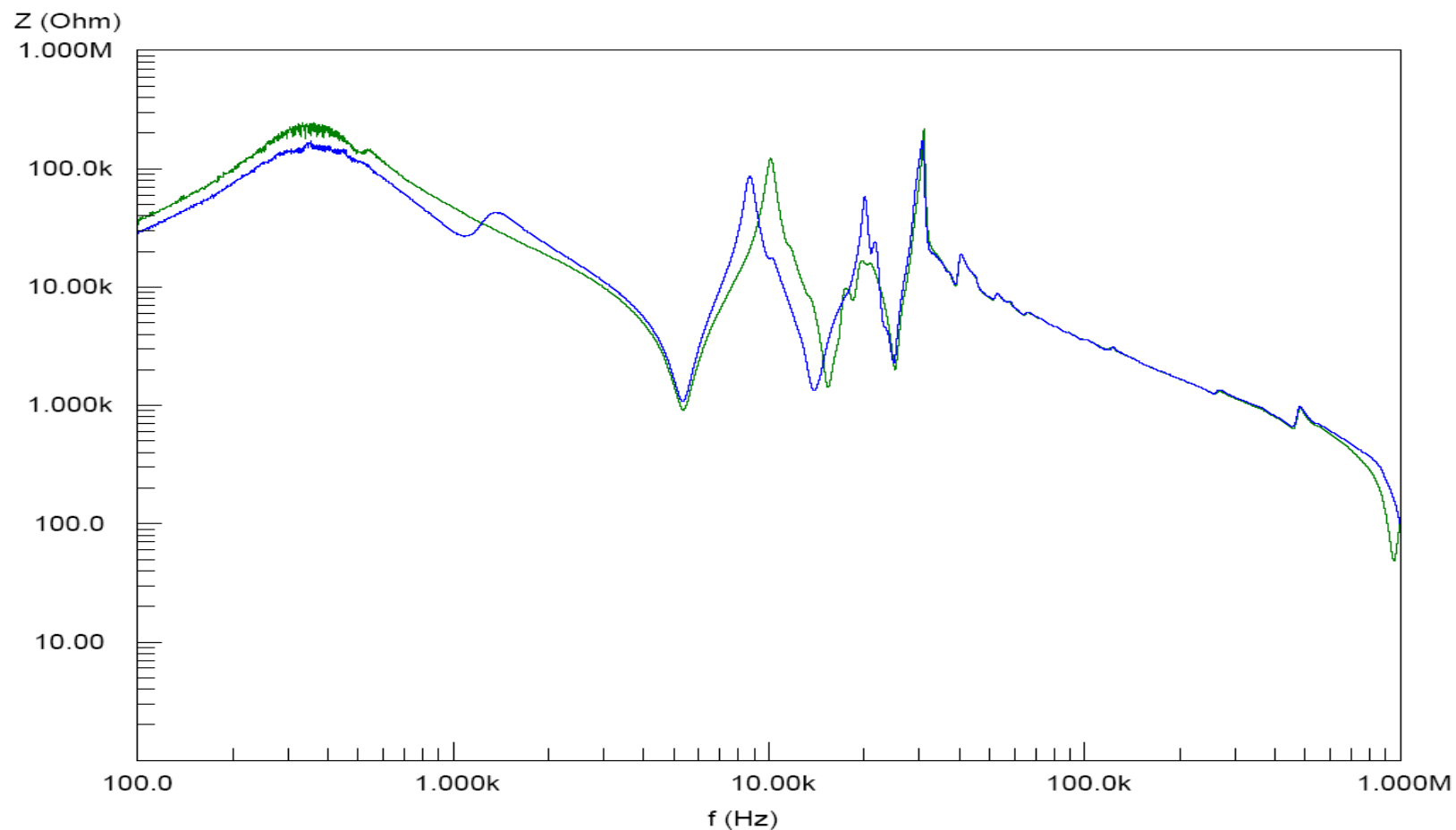
2010. október 21.

Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



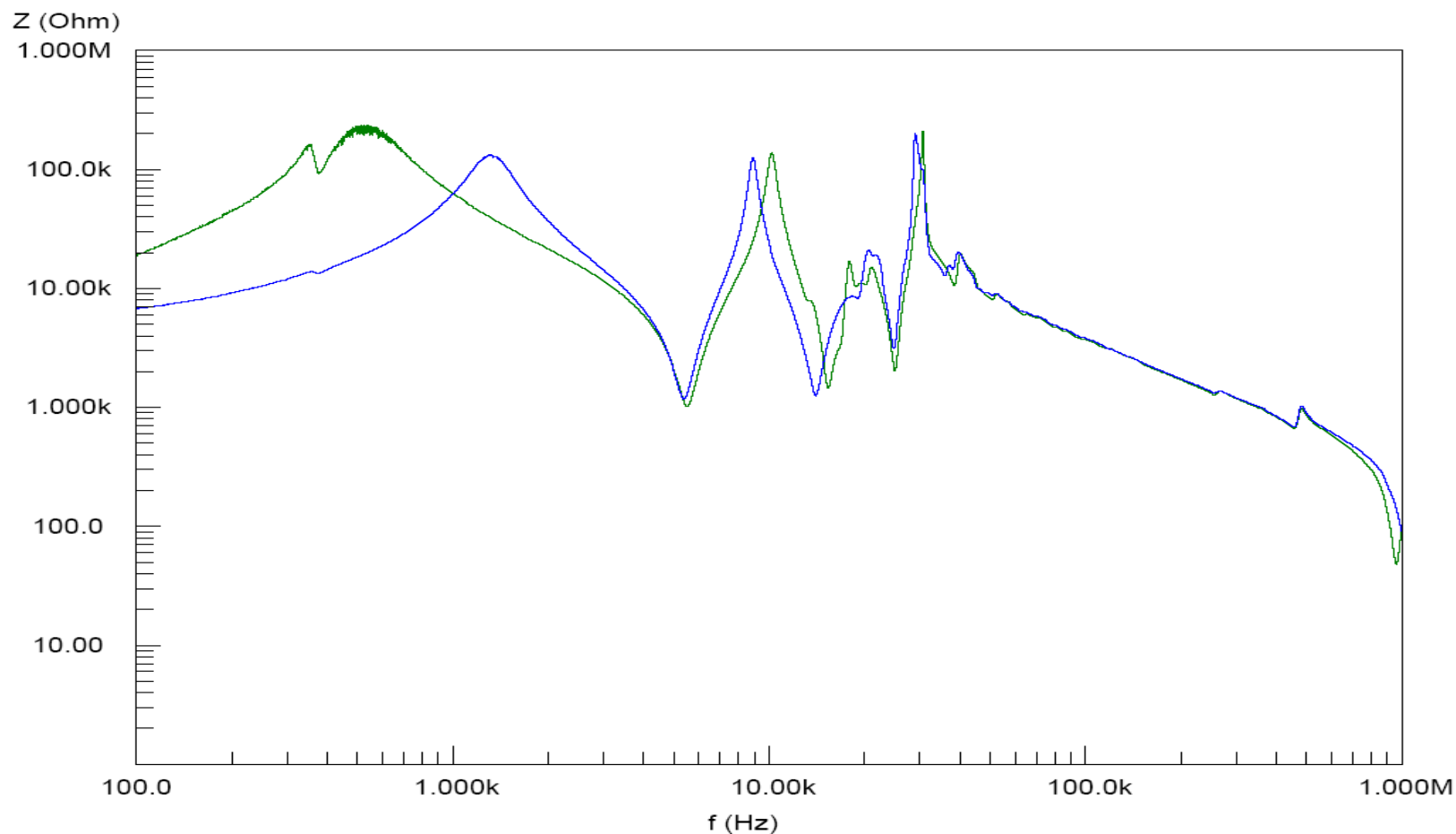
**2007-es és 2010-es (zárlat utáni) mérés, OLTC 12-es fokozat,
„A” fázisok (zöld=2007, kék=2010) összehasonlítása, tercier nyitott**

Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



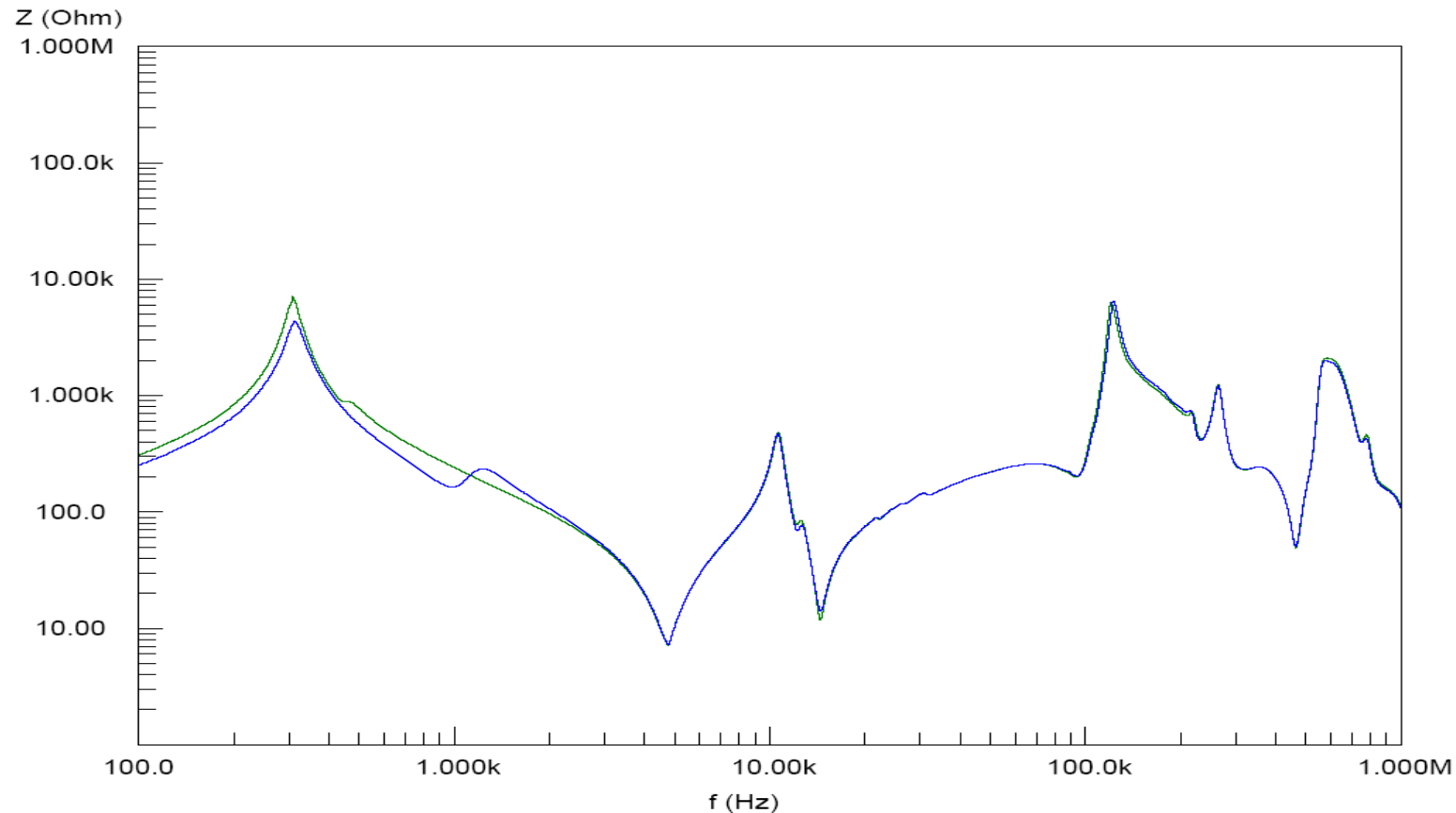
**2007-es és 2010-es (zárlat utáni) mérés, OLTC 12-es fokozat,
„B” fázisok (zöld=2007, kék=2010) összehasonlítása, tercier nyitott**

Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



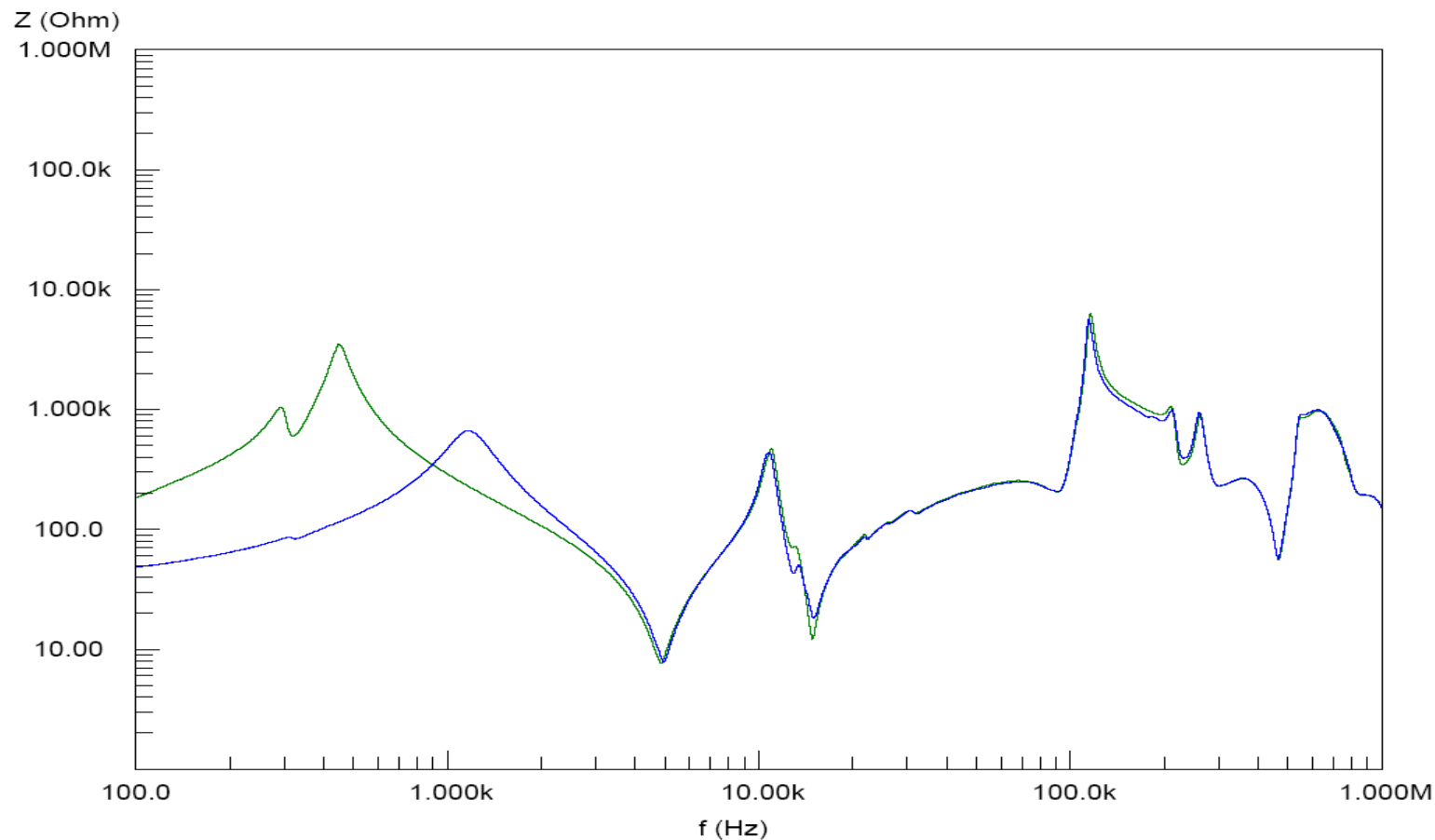
**2007-es és 2010-es (zárlat utáni) mérés, OLTC 12-es fokozat,
„C” fázisok (zöld=2007, kék=2010) összehasonlítása, tercier nyitott**

Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



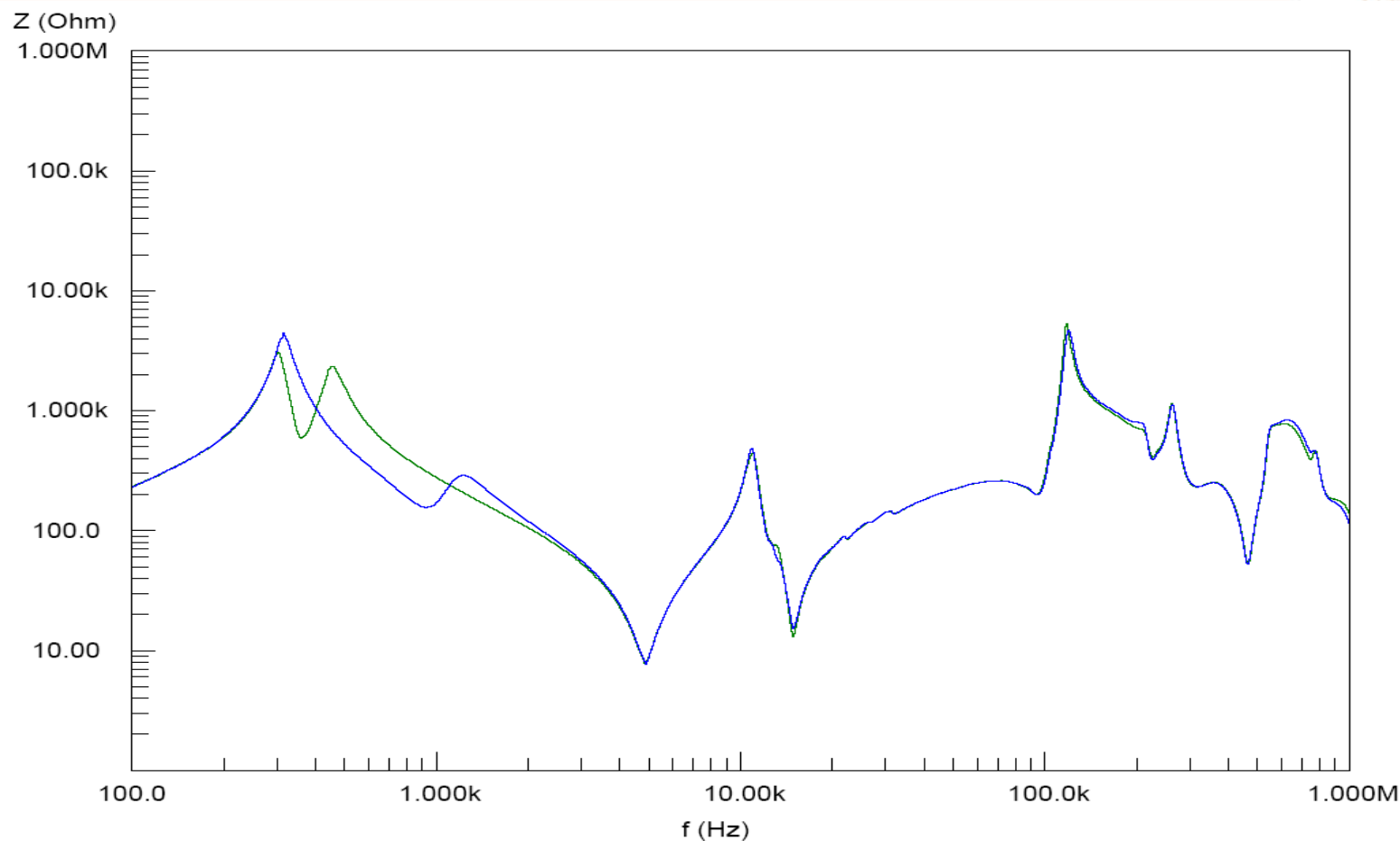
**2007-es és 2010-es (zárlat utáni) mérés, OLTC 1-es fokozat,
„a-b” tercier fázisok (zöld=2007, kék=2010) összehasonlítása, NF nyitott**

Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



**2007-es és 2010-es (zárlat utáni) mérés, OLTC 1-es fokozat,
„b-c” tercier fázisok (zöld=2007, kék=2010) összehasonlítása, NF nyitott**

Üzemi tapasztalatok FRA méréssel



**2007-es és 2010-es (zárlat utáni) mérés, OLTC 1-es fokozat,
„c-a” tercier fázisok (zöld=2007, kék=2010) összehasonlítása, NF nyitott**

Összefoglalás

- FRA technika kidolgozottsága, szabványosítás
- Az FRA, mint „összehasonlító” módszer,
- Mérések jól ismételhetők,
- Ajánlott referenciák felvétele,
- Nagyon fontos mérés: FRA mérés, meghibásodás, ismételt FRA mérés, szemrevételezés,
- Alkalmazási lehetőségek: geometriai elmozdulás szállítás, öregedés, zárlat, stb. után

Köszönöm a figyelmet,

Kérdések ?