Transzformátor rezgés mérés

A BME Villamos Energetika Tanszéken

A valóság egyszerűsítése, modellezés.

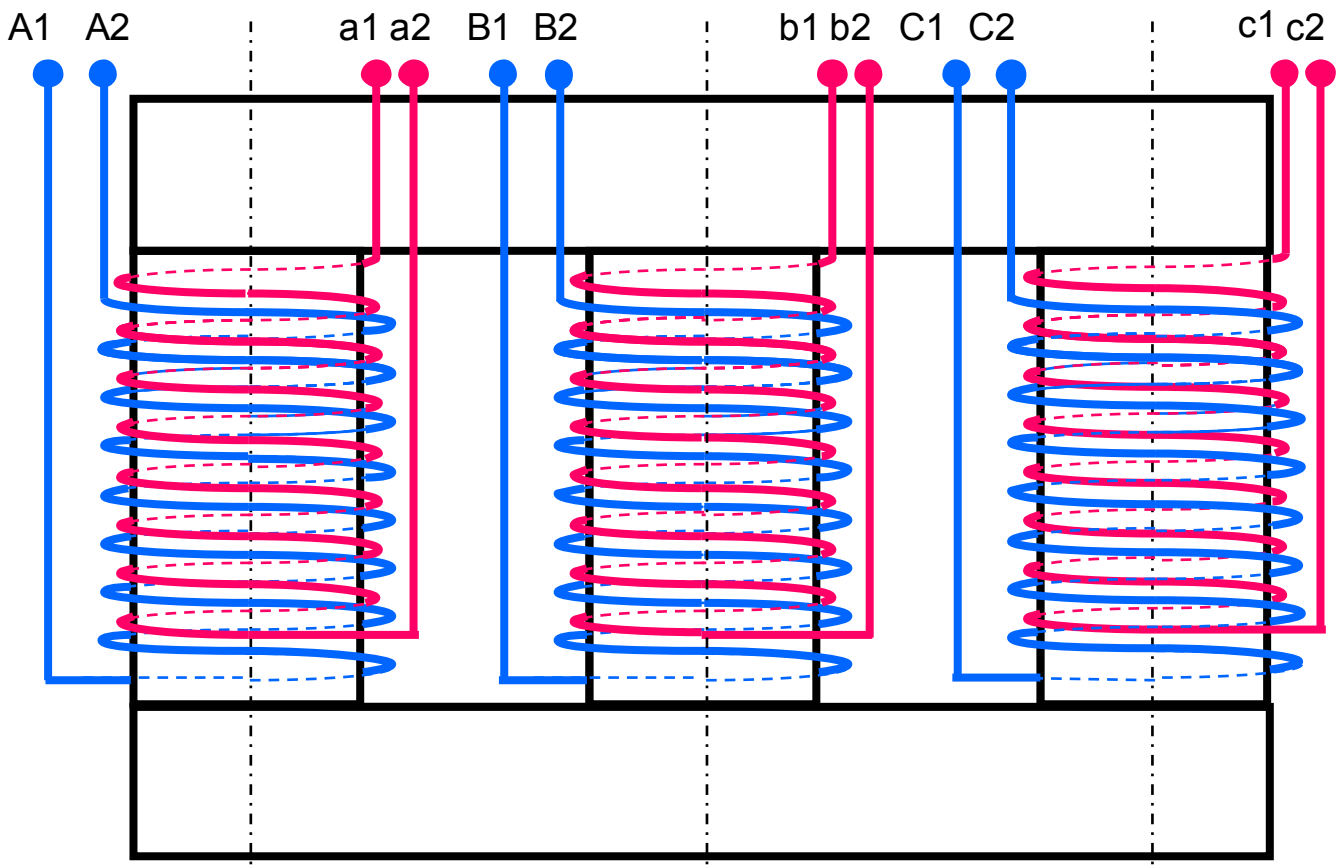
- A mérés tervszerűen végrehajtott tevékenység, ezért a bonyolult valóságos rendszert először egyszerűsítik. Ez a modellalkotás.
- Modellt alkothatnak a:
  - A mérés tárgyáról, tehát az adott transzformátorról.
  - A mérő rendszerről.
  - A mérés körülményeiről környezeti feltételeiről.
  - A jelfeldolgozás módjáról.
  - A kiértékelés mikéntjéről, menetéről.

A valóság egyszerűsítése, modellezés.

- A mérés tárgya az erőátviteli transzformátor, az lehet:
  - A fázis szám szerint lehet:
    - Egyfázisú,
    - Háromfázisú.
  - A vasmag felépítése szerint lehet:
    - Mag típusú, vagy
    - Köpeny típusú
  - A tekercs kialakítása szerint lehet:
    - Réteges, és
    - Tárcsás.
  - A tekercs szigetelés szerint lehet:
    - Száraz transzformátor
    - Olaj-papír szigetelésű transzformátor

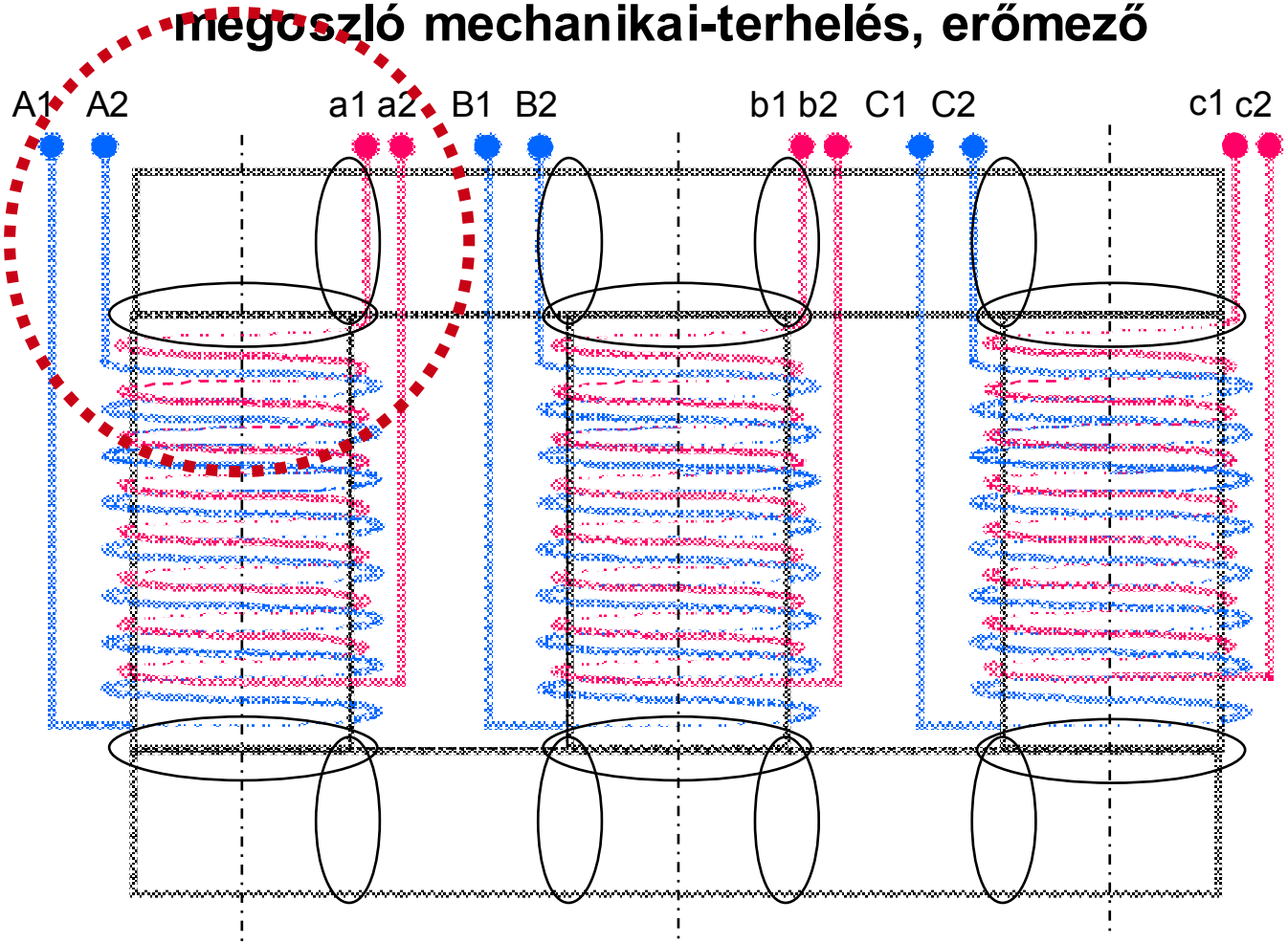
A valóság egyszerűsítése, modellezés.

- **A transzformátor egy lehetséges modellje**



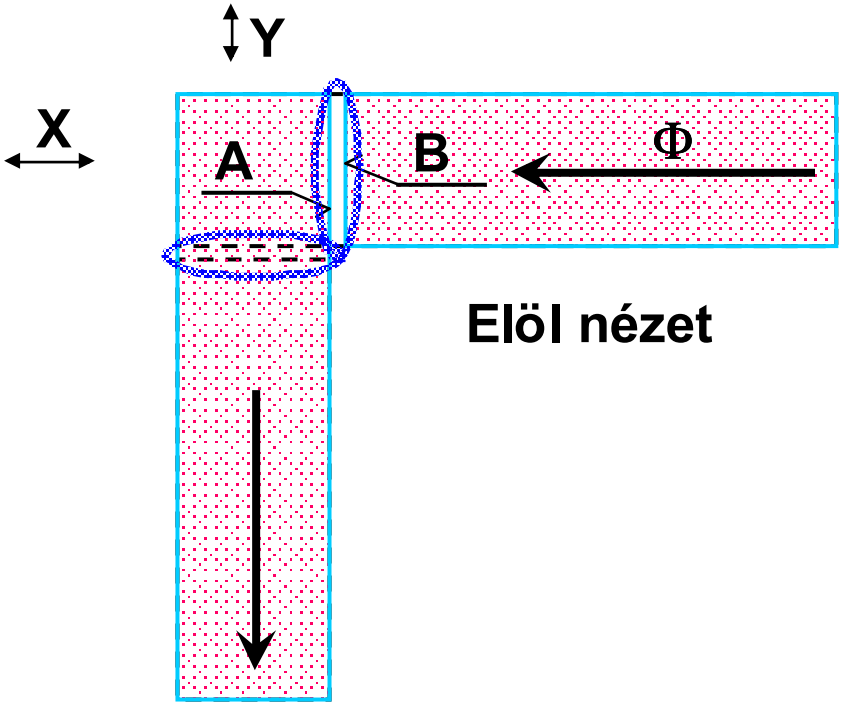
Rezgést létrehozó okok az erőátviteli transzformátorokban

- **A transzformátor rezgésgerjesztés egyik lehetséges oka a lemez illeszkedéseknél kilépő fluxus által létesített megoszló mechanikai-terhelés, erőmező**

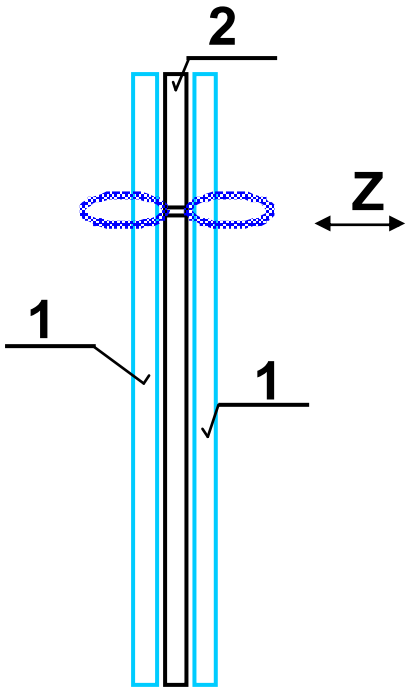


Rezgést létrehozó okok az erőátviteli transzformátorokban

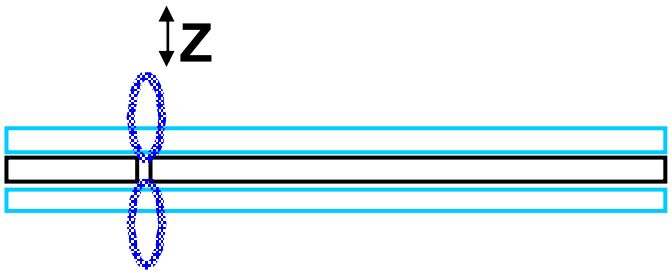
Az X, Y és Z irányú rezgést gerjesztő erők keletkezése



Elöl nézet



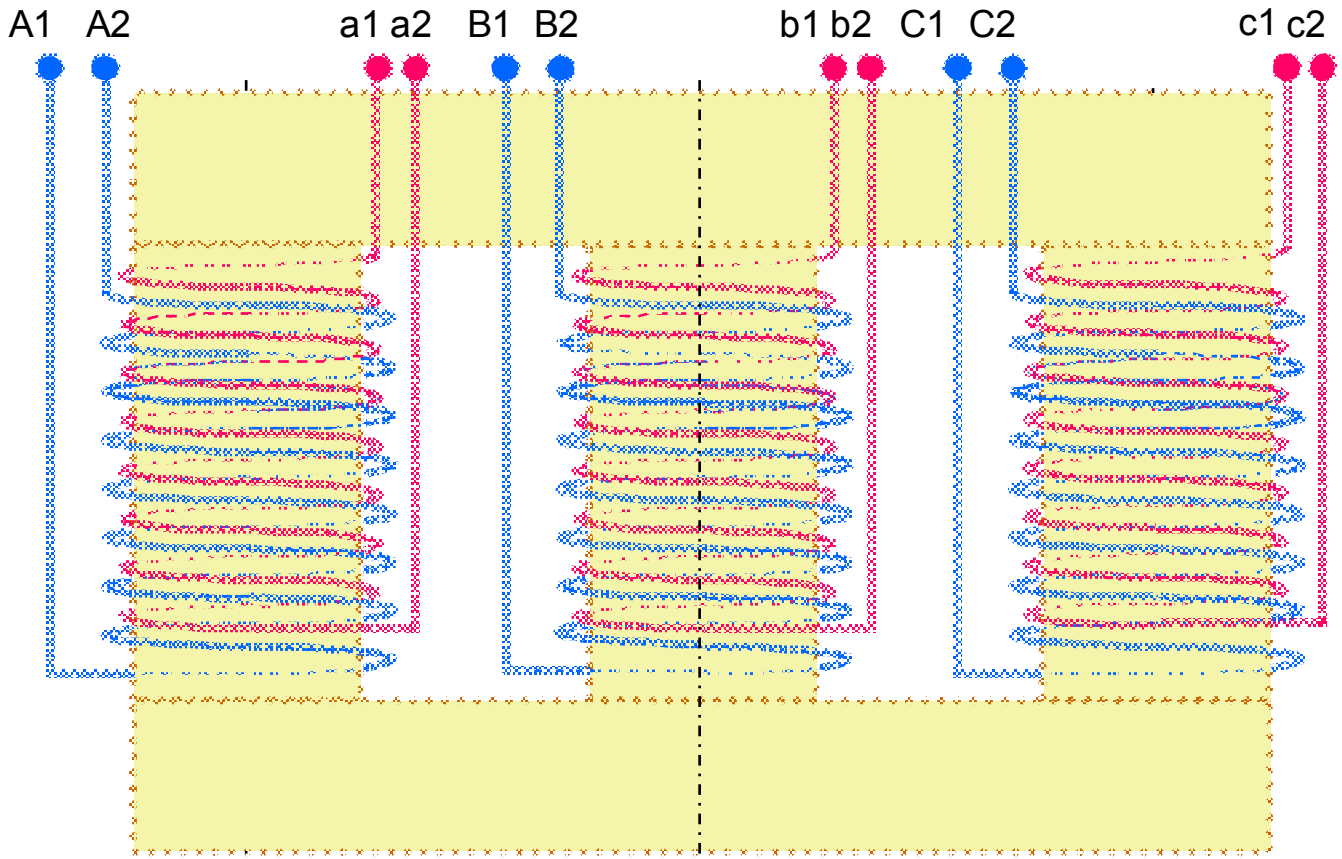
Oldal nézet



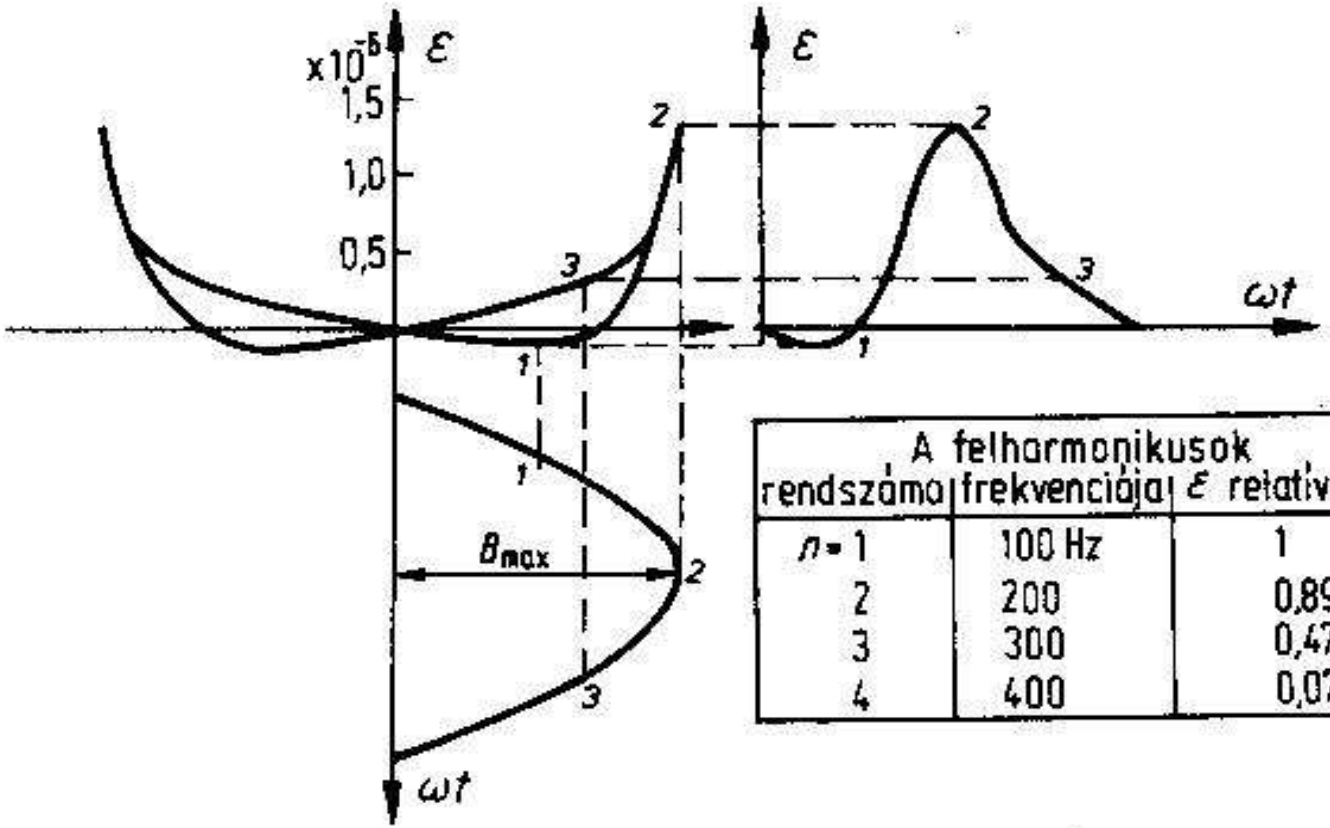
Felül nézet

Rezgést létrehozó okok az erőátviteli transzformátorokban

- **A transzformátor rezgésgerjesztés másik lehetséges oka a lemez anyag magnetostrictiós hatása által keltett mechanikai deformáció eloszlás**



Rezgést létrehozó okok az erőátviteli transzformátorokban



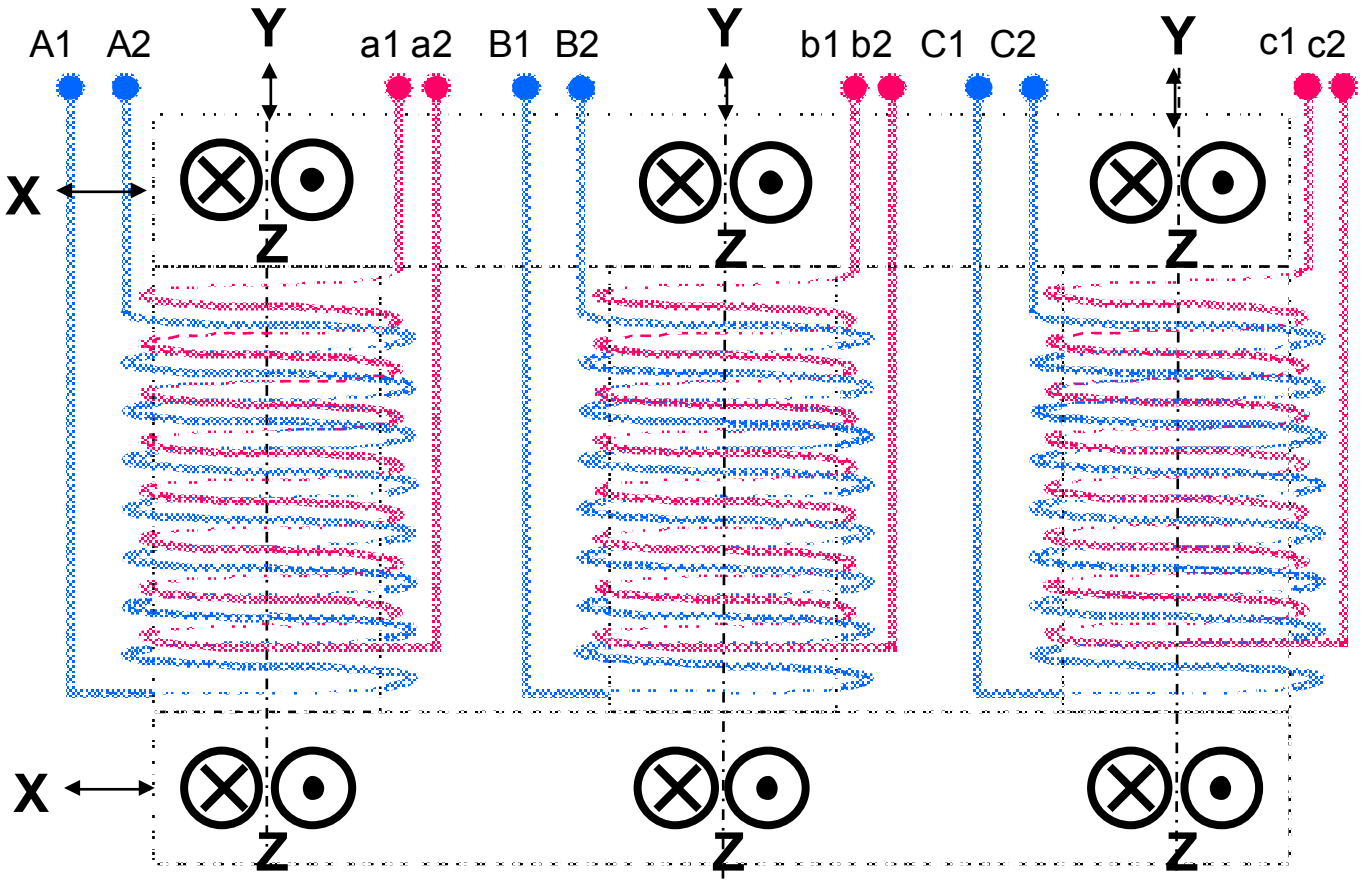
A felharmonikusok rendszáma	frekvenciája	ε relatív értéke
$n = 1$	100 Hz	1
2	200	0,89
3	300	0,47
4	400	0,07

3.11. ábra. A magnetostrikciós tényező pillanatértéke az idő függvényében valós vasanyagra, időben szinuszosan változó indukció hatására, $B_{max} = 1{,}8$ T esetén

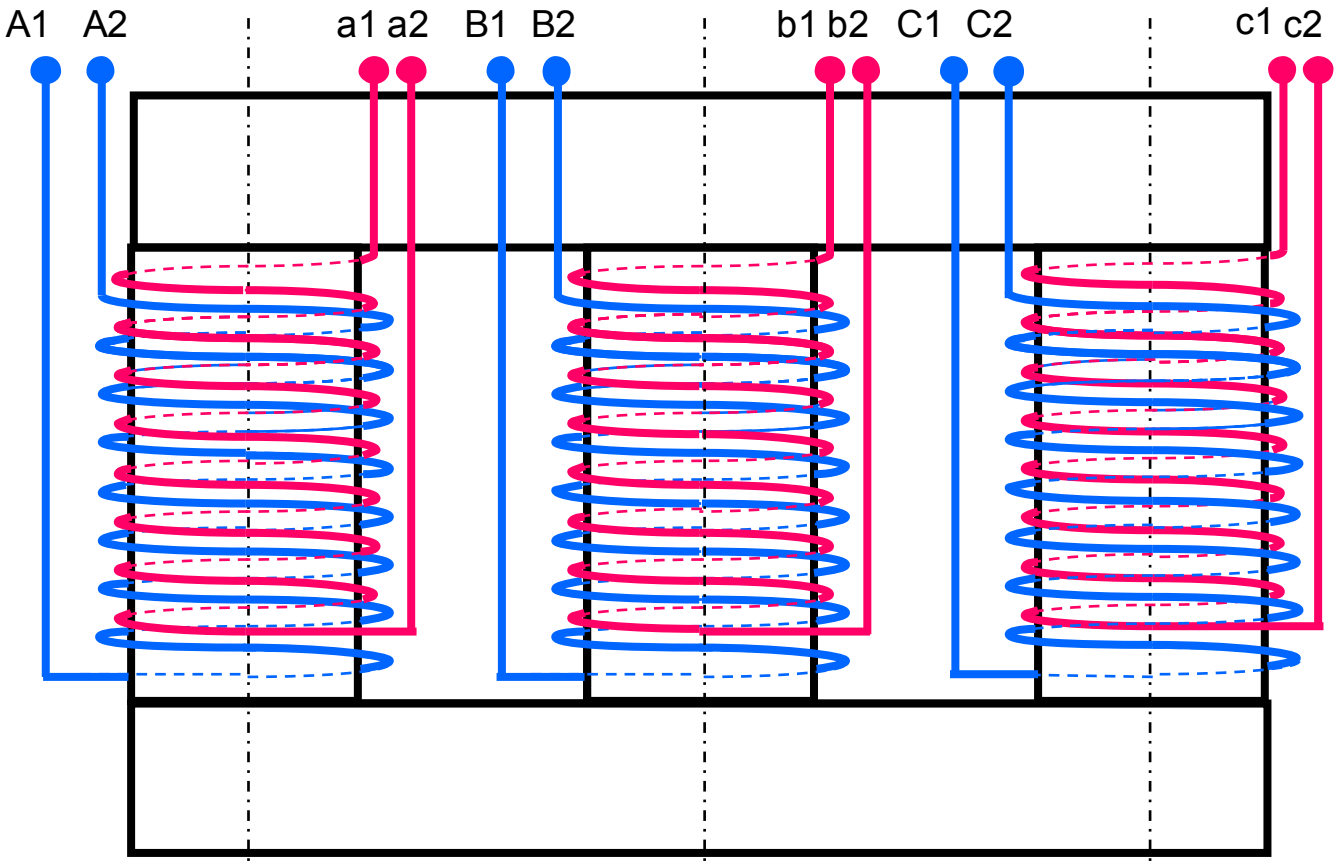
Forrás: Dr. Timár Peregrin L., Fazekas A., Kiss J., Miklós A., S. J. Yang,: Villamos Gépek Zaja és Rezgése

Rezgést létrehozó okok az erőátviteli transzformátorokban

- **A transzformátor magrezgés lehetséges érzékelési helyei**

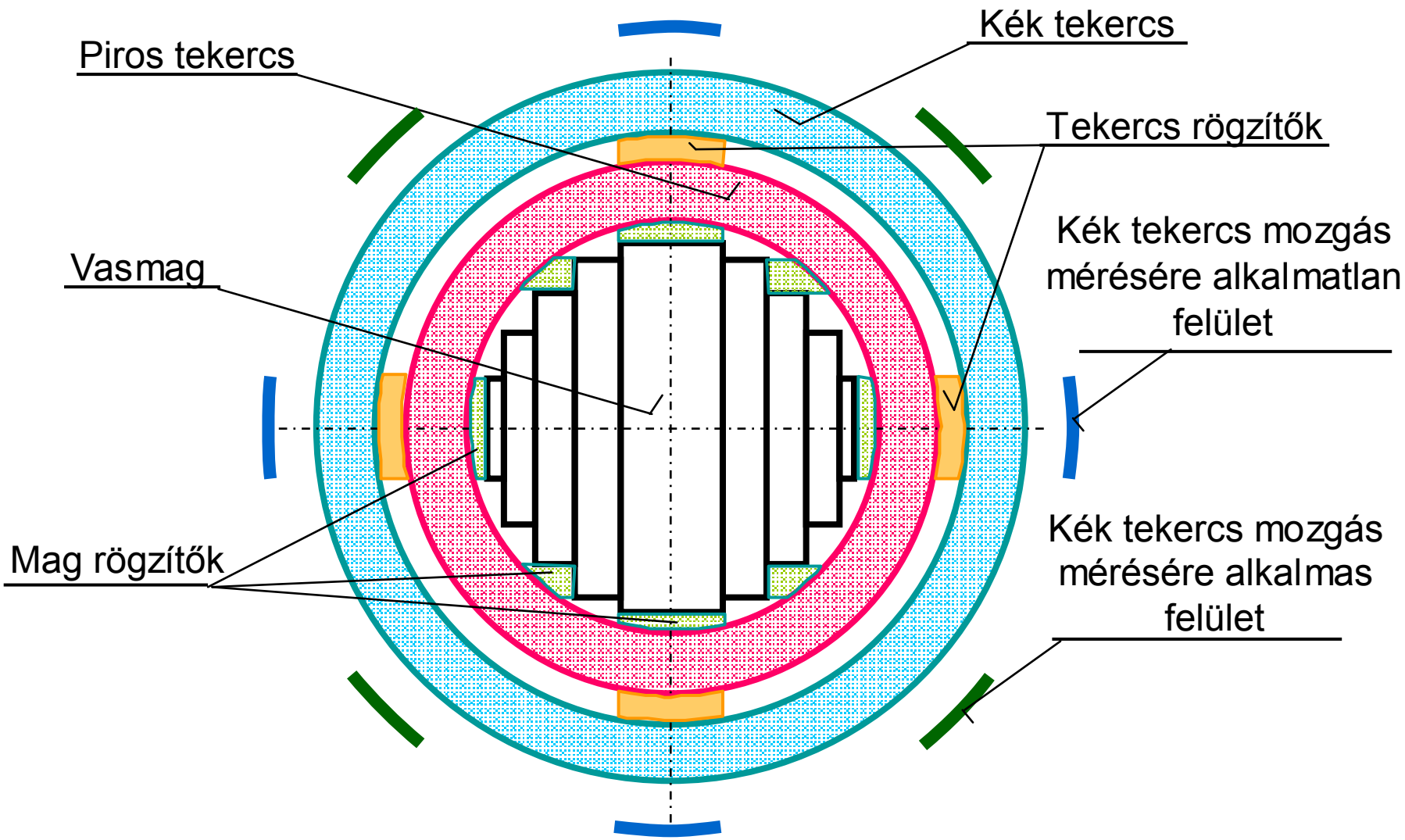


A transzformátor rezgésgerjesztés harmadik lehetséges oka tekercsekben folyó áram által keltett erő eloszlás



Rezgést létrehozó okok az erőátviteli transzformátorokban

A transzformátor tekercsrezgés lehetséges érzékelési helyei



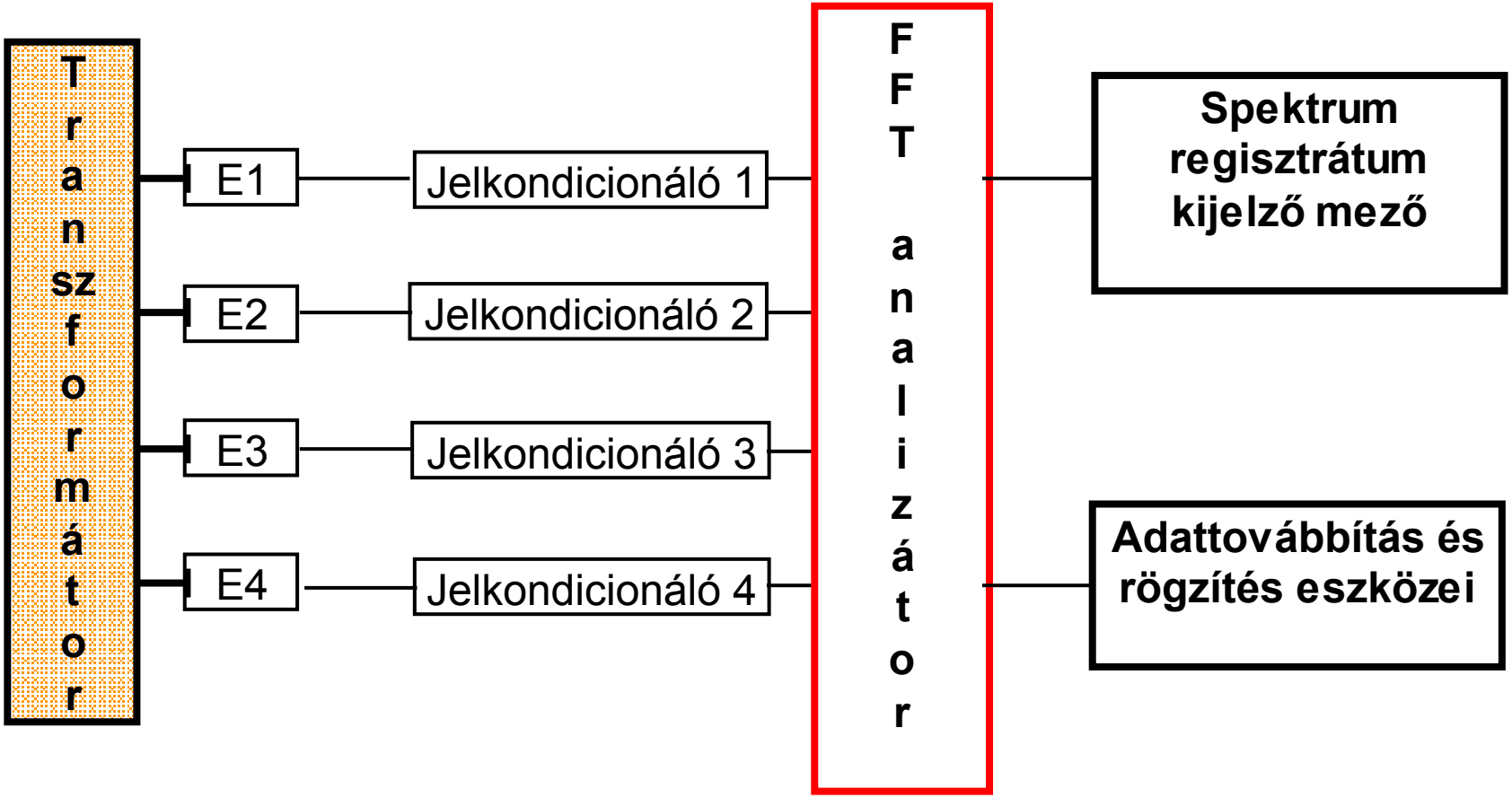
Az erőátviteli transzformátorokban kialakuló rezgések érzékelése

- Megvannak az érzékelési „helyek”, és azok hozzáférhetők. Milyen érzékelőt célszerű alkalmazni?
- Rezgés elmozdulás érzékelés történhet például:
  - Örvényáramos elmozdulás érzékelővel,
  - Kapacitív elven működő elmozdulás érzékelővel,
  - Fény interferencia elvén működő elmozdulás érzékelővel.
- Rezgés sebesség érzékelés történhet például:
  - A „elektrodinamikus hangszóró” működési elve alapján felépített érzékelővel.
- Rezgés gyorsulás érzékelés történhet például:
  - Piezoelektromos rezgés gyorsulás érzékelővel.

Az erőátviteli transzformátorok egyes üzemállapotaiban kialakuló rezgések

- Elsődleges és másodlagos hatások:
- Elsődleges hatások:
  - A mag rezgést gerjesztő okok,
  - A tekercs rezgést gerjesztő okok.
- Másodlagos hatások:
  - A transzformátor tekercs - lemezelés kapacitása miatt a rezgés érzékelőn át áram folyhat.
  - A szórt mágneses tér által a mérővezetékben indukált feszültség keletkezhet.
  - Az állandó mágneses érzékelő-rögzítés használata gyakori. Ez például a tartány falában egy állandó mágneses mezőt hoz létre, amely kölcsönhatásba léphet a mag szórt mágneses terének egy részével. Eredménye lehet hálózati frekvenciás rázóerő mező, amely az eredeti modellben nem létezik.

Az erőátviteli transzformátorokban kialakuló rezgések mérése

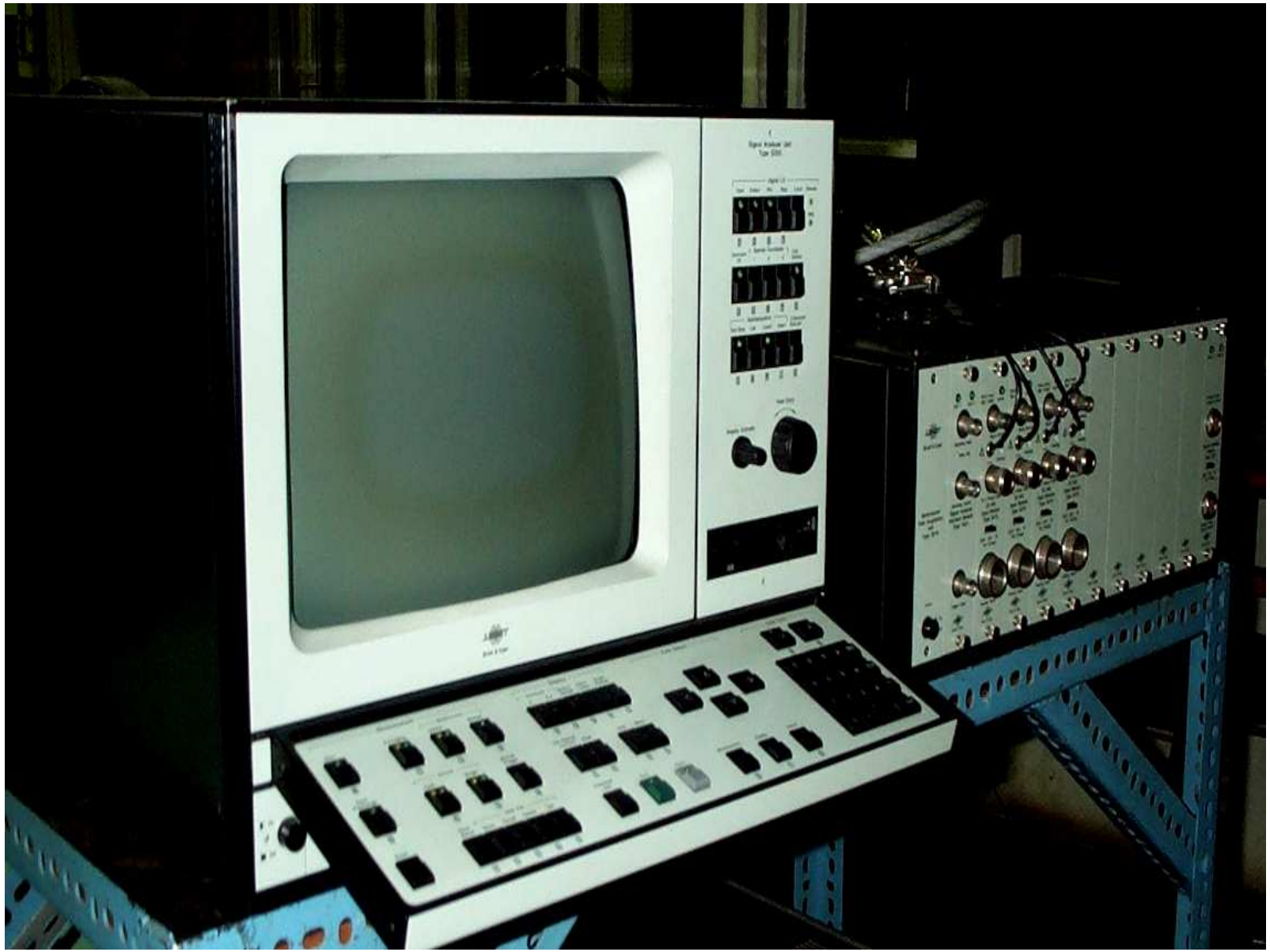


Az erőátviteli transzformátorokban kialakuló rezgések mérése

Az erőátviteli transzformátorokban kialakuló rezgések mérése

Az erőátviteli transzformátorokban kialakuló rezgések mérése

Az erőátviteli transzformátorokban kialakuló rezgések mérése

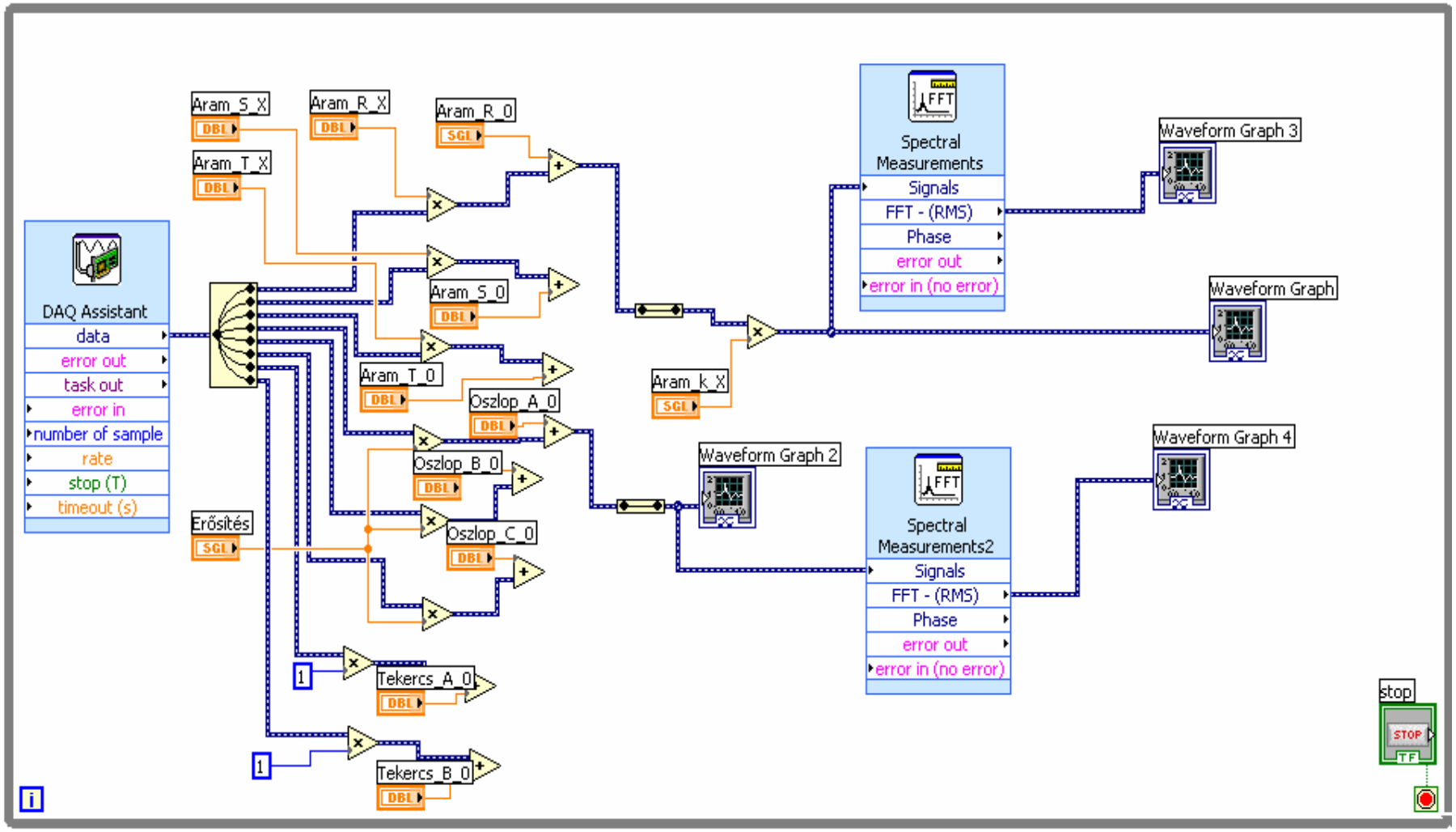


Az erőátviteli transzformátorokban kialakuló rezgések mérése

NI PCI-4472B 8-Channel, 24-Bit, Vibration-Optimized DSA

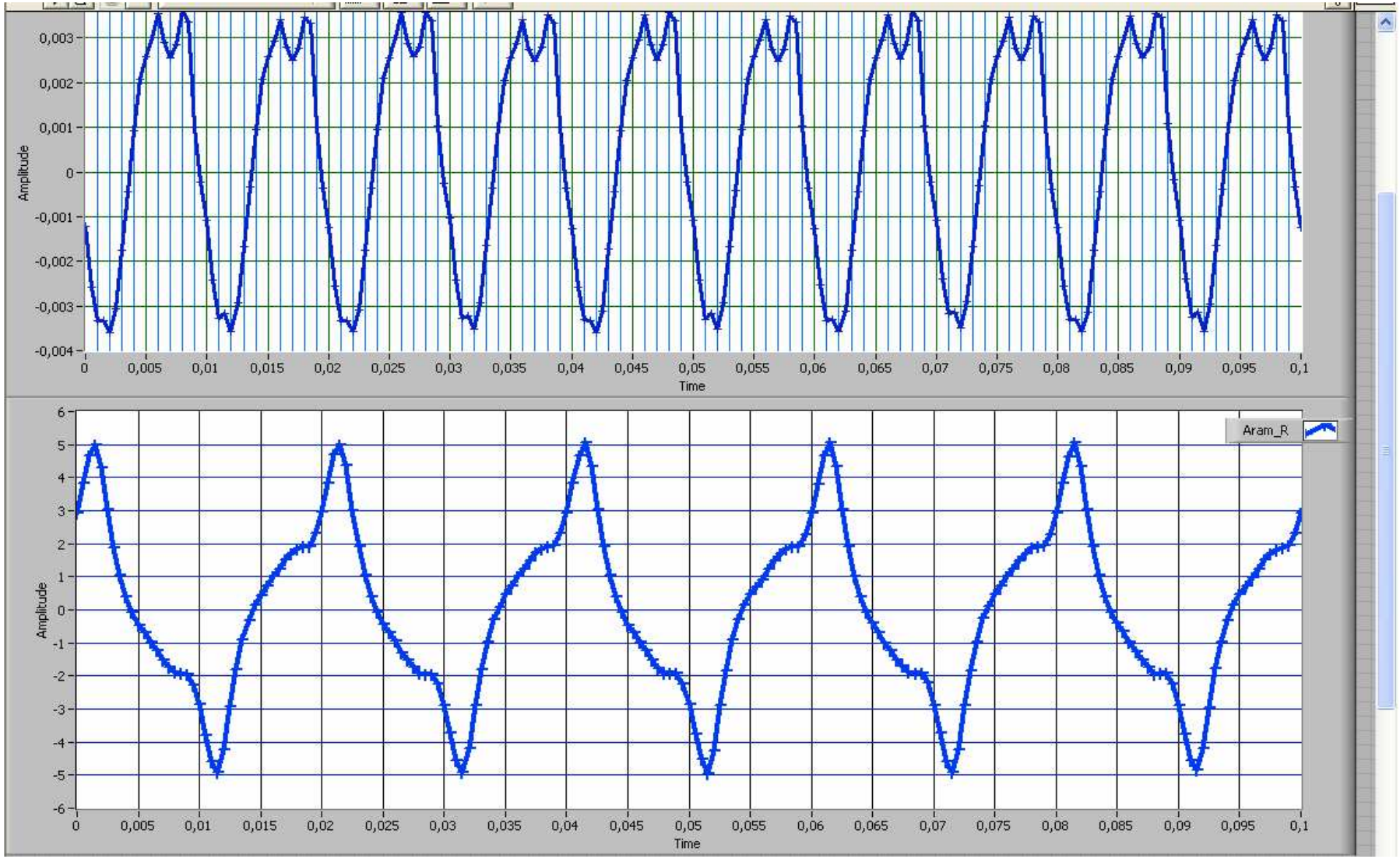
Az erőátviteli transzformátorokban kialakuló rezgések mérése

A virtuális rezgésvizsgáló műszer blokkdiagramja



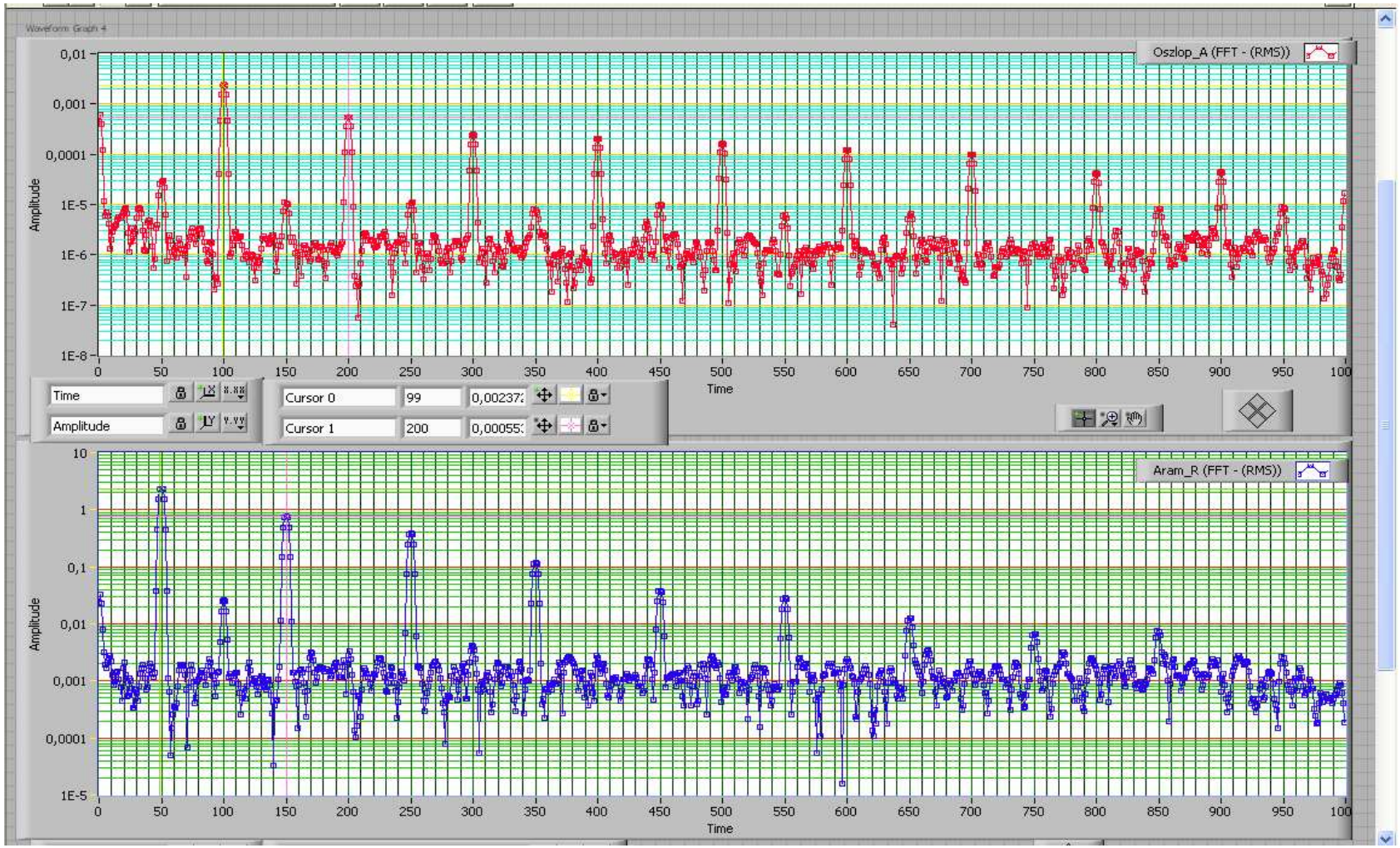
Az erőátviteli transzformátorokban kialakuló rezgések mérése

- Üresjárási mérés 380V

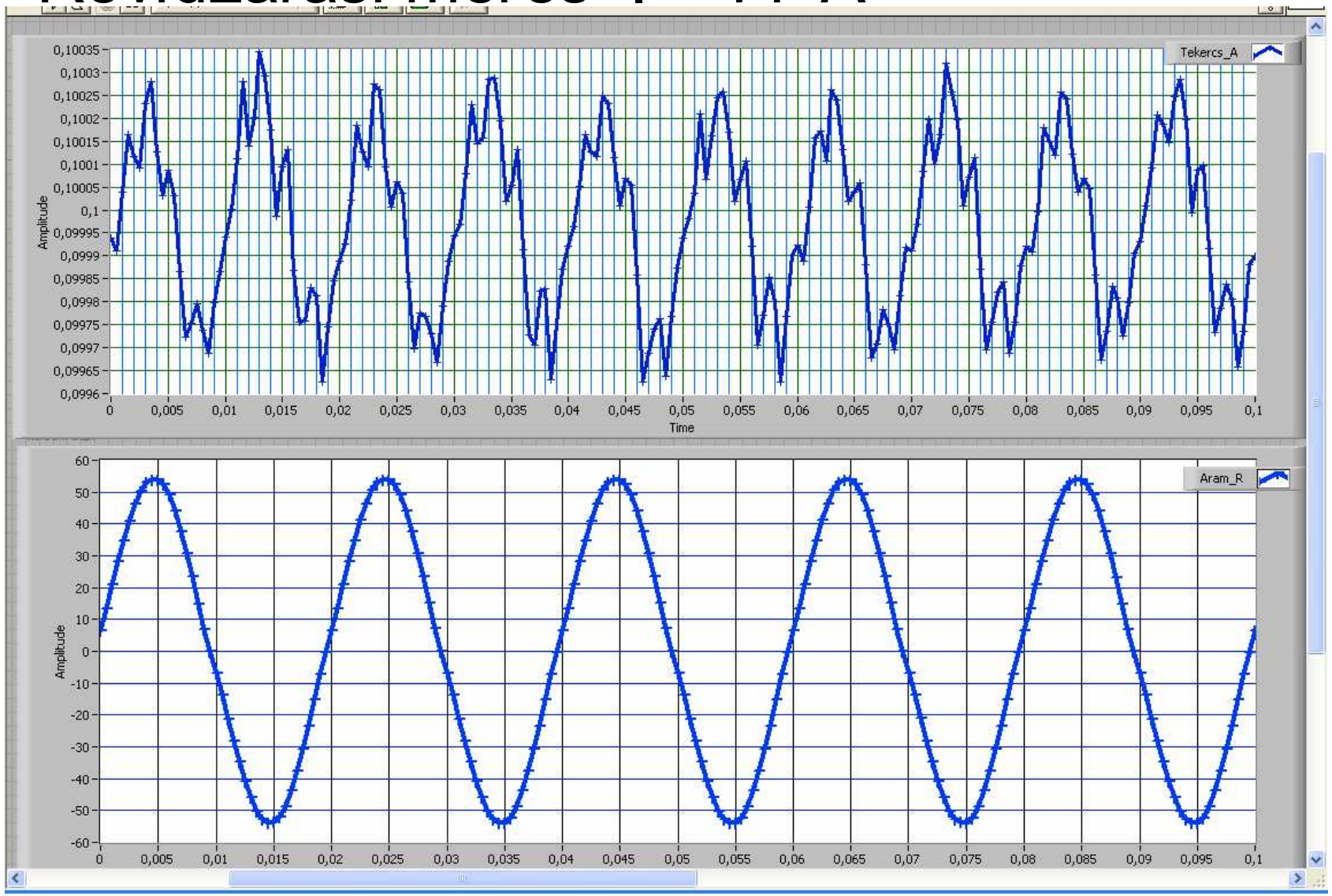


Az erőátviteli transzformátorokban kialakuló rezgések mérése

- Üresjárási mérés 380V

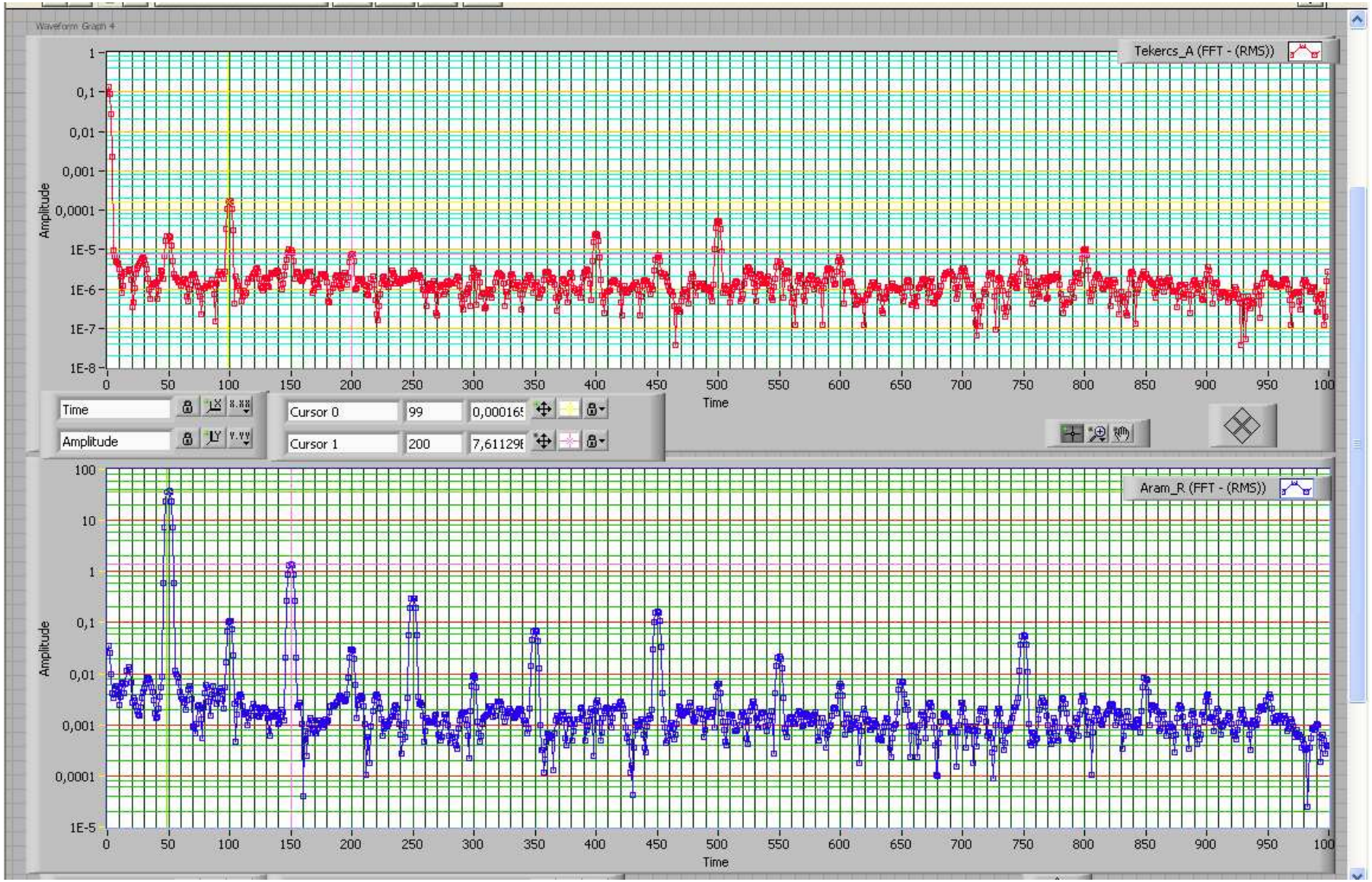


- Rövidzárási mérés I = 77 A



Az erőátviteli transzformátorokban kialakuló rezgések mérése

- Rövidzárási mérés I = 77 A



- A Microsoft Excel programban lévő FFT algoritmus használatával megvalósítható „matematikai kísérlet”
- Az FFT algoritmus használhatóságának vizsgálatához célszerű a következő adatokat felvenni, és rendezett adattömböket létrehozni:
  - **Adatok:**
    - amplitúdó, pl. 10 ([V]),
    - alappont szám pl. 64,
    - hullámok száma pl. 1, vagy 7, vagy, 19, vagy 127 összetevő, hullámok értékei pl. 1 és 17 és 29 és 33,
    - Regisztrátum hossz eltérése a periódus hosszától,
    - Az adatábrázolás, (15 szájegyű), csonkolásának mértéke.
  - **Adat tömbök**:
    - Az alappontok sorszáma,
    - Az alappontok értékei radiánban,
    - Az alappontokhoz tartozó amplitúdó értékek.

Az erőátviteli transzformátorokban kialakuló rezgések kiértékelése

- A Microsoft Excel programban lévő FFT algoritmus használatával megvalósítható „matematikai kísérlet”
- Az FFT algoritmus használhatóságának vizsgálatához az Microsoft Excel program által létrehozandó:
  - **Adat tömbök:**
    - Az FFT transzformációnál adódott frekvencia értékekhez tartózó amplitúdók valós és képzetes értékei.
    - Az FFT transzformációnál adódott frekvencia értékekhez tartózó amplitúdók abszolút értékei.
    - Trükk: az amplitúdók abszolút értékeihez célszerű $1*10^{-16}$ értéket hozzáadni azért, hogy a $A=f(\omega)$ függvény logaritmikus Y, lineáris X koordinátarendszerben való ábrázoláshoz szükséges log(0) hiba kialakulás elkerülhető legyen.
  - **Amplitúdó – frekvencia regisztrátum**
- Az erdelyi.istvan@vet.bme.hu címre érkező kérésre az általam oktatásban használt matematikai kísérlet excel állományait válaszként elküldöm.

- A Mikrosoft Excel programban lévő FFT algoritmus használatával megvalósítható matematikai kísérlet” tapasztalatai :
  - Az FFT algoritmus nagyon pontos akkor, ha a regisztrátum hossz pontosan megegyezik periódus egészszámú többszörösével, és az alappontokhoz rendelt pillanat értékek 15 számjegyű felbontásúak.
    - Az algoritmus felbontását nem befolyásolja az alappontok száma egyhullámú minta esetén, az lehet a vizsgáltak szerint 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256.
    - A 256 alappontú regisztrátum esetén az algoritmus felbontását nem befolyásolja a hullámok száma. A vizsgáltak szerint 1 – 127 között pontos.
    - A 256 alappontú regisztrátum esetén az algoritmus felbontását nem befolyásolja az, ha a pillanat értékek tetszőleges, de egész számú hullámot tartalmazó érékek összegétből állnak.

- A Mikrosoft Excel programban lévő FFT algoritmus használatával megvalósítható matematikai kísérlet” tapasztalatai:
  - Az FFT algoritmus felbontása csökken akkor, ha regisztrátum hossz nem egyezik meg pontosan periódus egészszámú többszörösével, és/vagy az alappontokhoz rendelt pillanat értékek a 15 számjegyű felbontásnál durvábbak .
    - Egyhullámú minta, 256 alappont szám esetén a felbontás jelentősen csökken már akkor is, ha a periódus hossz és a regisztrátum hossz között 1 db. minta az eltérés. További eltérés a felbontást még jobban csökkenti.
    - Egyhullámú minta, 256 alappont szám esetén a felbontás jelentősen csökken már akkor is, ha a pillanat értékek 15 számjegyű felbontása csonkolással 16 bitre csökkent. A bit szám csökkenésével , (14, 12, 10, 8), a felbontás még jobban csökken.