

Középfeszültségű szabadvezetékek hálózat földzárlati hibahelyének behatárolása

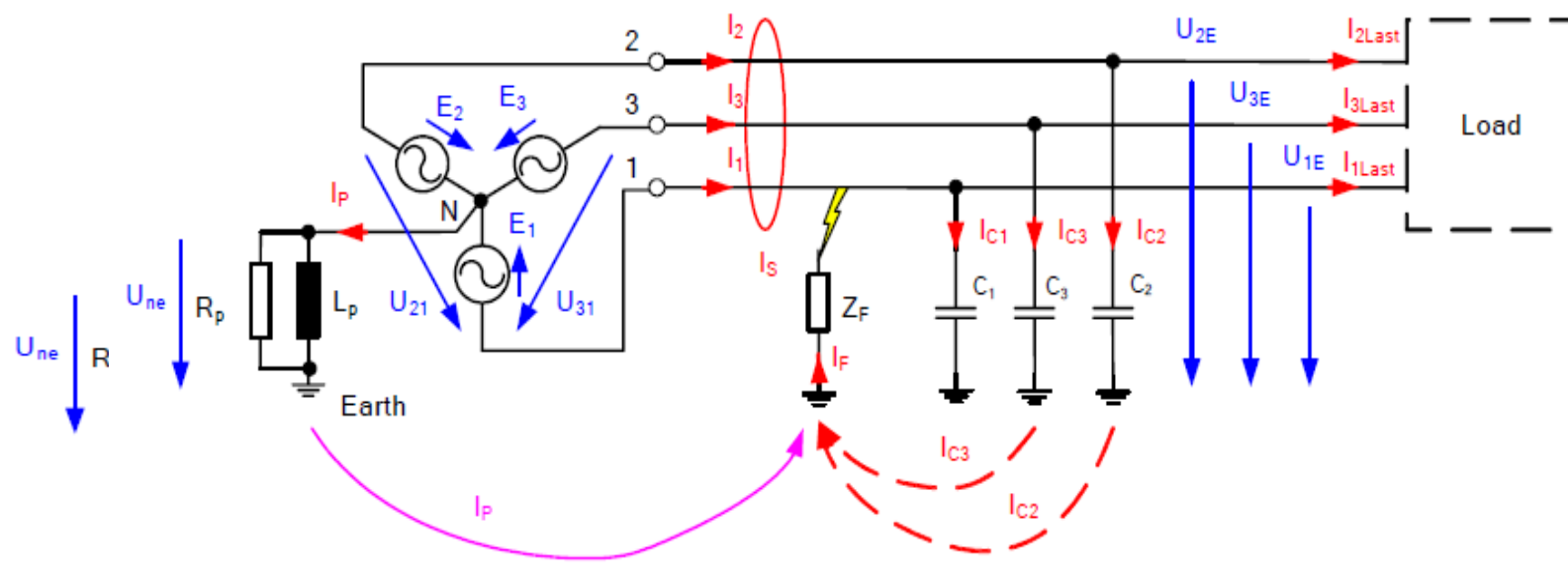
Dr. Dán András
BME Villamos Energetika Tanszék
VM Csoport



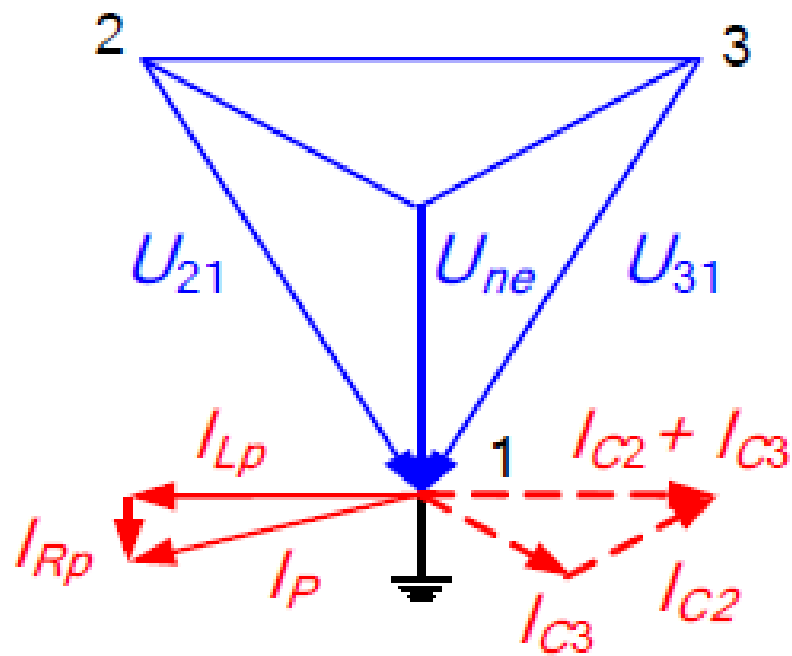
Csillagpont kezelés

- •Földelt
- •Szigetelt
- •**Hosszan földelt**
- •Kompenzált

Földzárlat fázismennyiségekkel



Földzárlat: fazorábra



FN zárlat : hazai gyakorlat

Zárlat észlelése

- $U_0 >$

Zárlatos vonal kiválasztása

- FÁNOE bekapcsolásával

Zárlatos vonalszakasz meghatározása

- Próbakapcsolások (TM)OK-k segítségével

Zárlat helyének pontos behatárolása

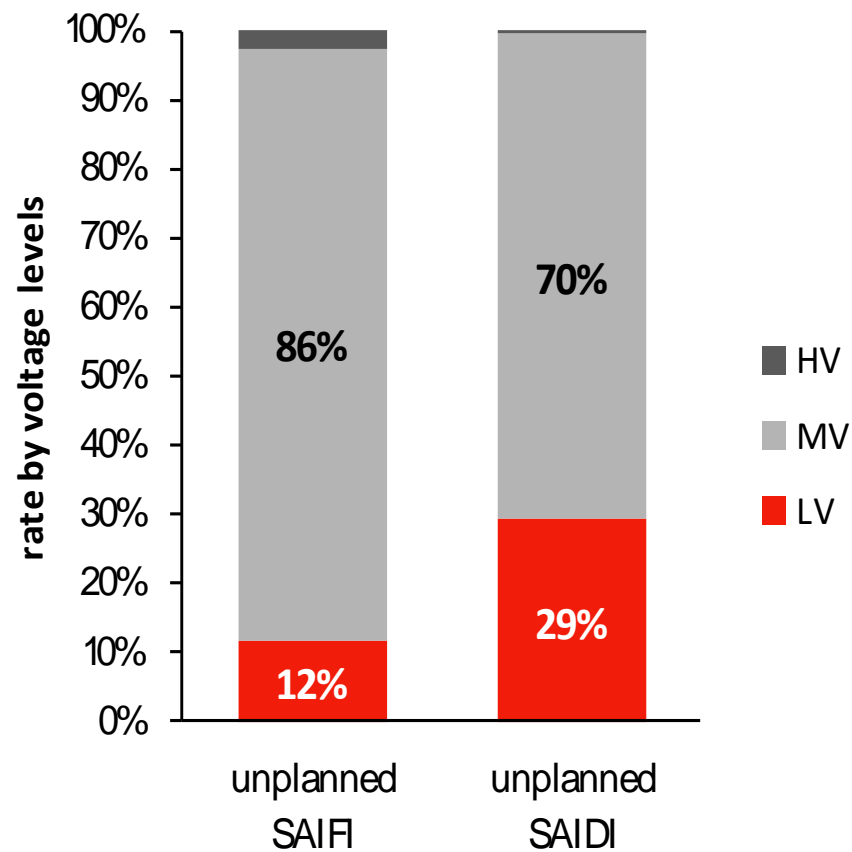
- Tungiloc műszeres bejárással
- már sok helyen nem engedélyezett a fz. tartás

Földzárlatos üzem tartása (ahol engedélyezett)

- Ha a hibahelyi maradékáram RMS $< 12,5$ A
- gond: felharmonikusok

MEKH elvárás: FOLYAMATOSSÁG

■ ZÁRLATI STATISZTIKA



Kiesési mutatók javítási lehetőségei

- Táppontok sűrítése
- Kábelesítés
- Burkolt szabadvezetékek alkalmazása
- Hálózat redundanciájának növelése
Hálózatautomatizálás (recloser-ek)
- Zárlat irányjelzők
- Zárlatos leágazás kiválasztás
- Gyors hibahely meghatározás
- ...

Melyik a leggazdaságosabb???

Munkatársak

Dr. Dán András

Kovács Attila

Husztai György

Dr. Kisvölcsey Jenő

Dr. Raisz David

Dr. Divényi Dániel

Sleisz Ádám

Dr. Varjasi István

Dr. Csatár János

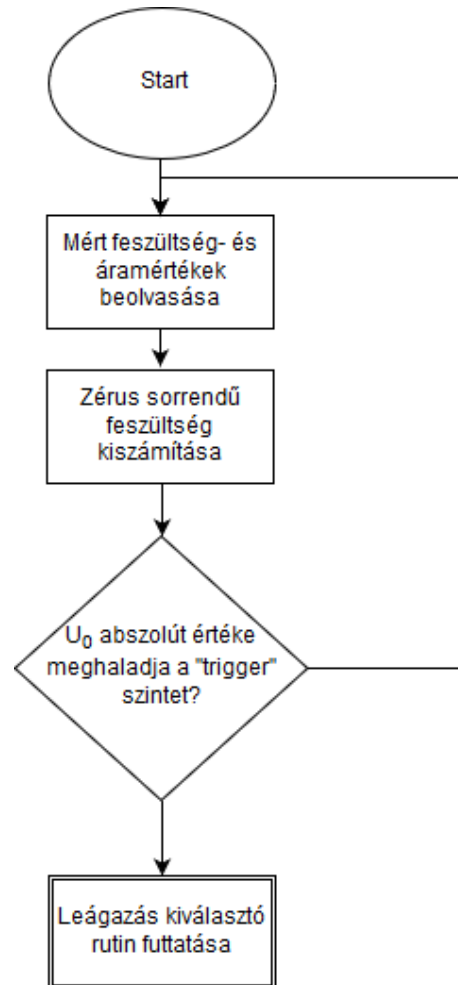
Elvárások:

A zárlatos leágazás gyors kiválasztása (100-200ms)

A zárlati hely bemérése és beazonosítása

Integrálás az alállomási védelmi és informatikai rendszerbe

Zárlat érzékelése

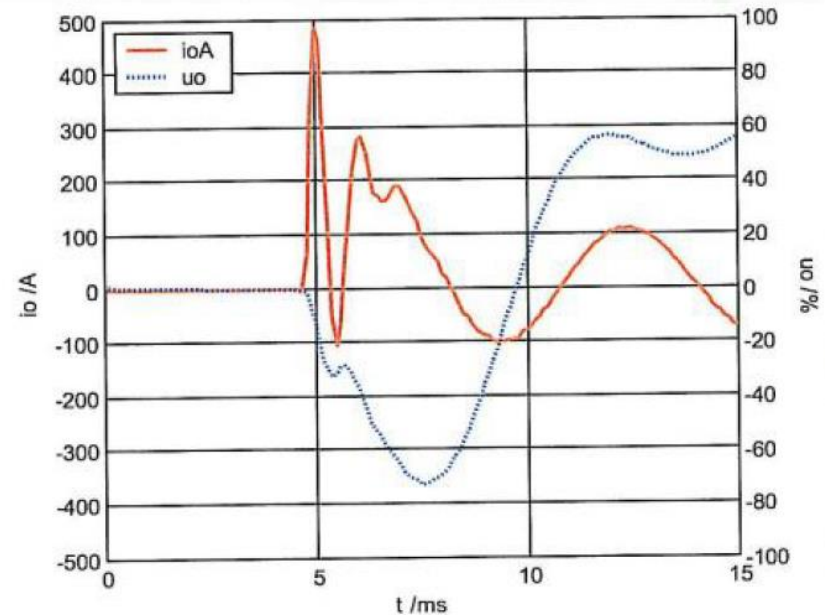
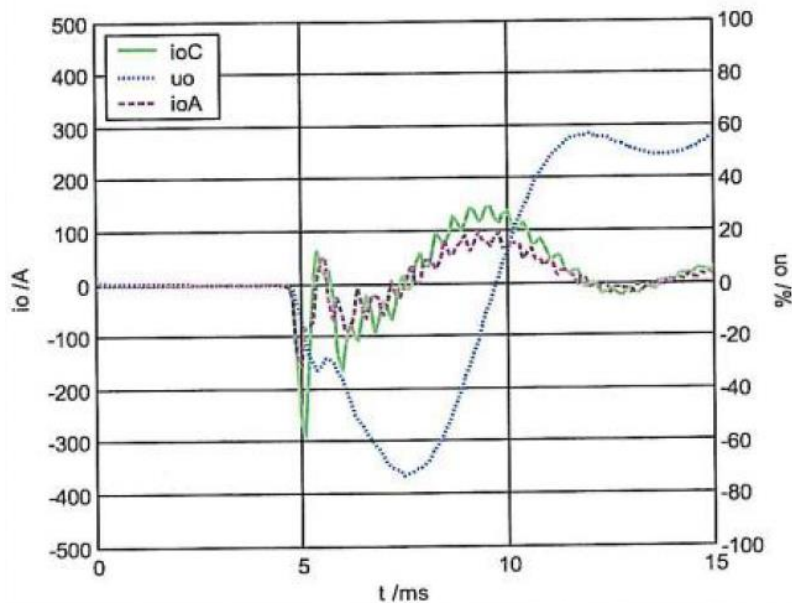


Passzív módszerek

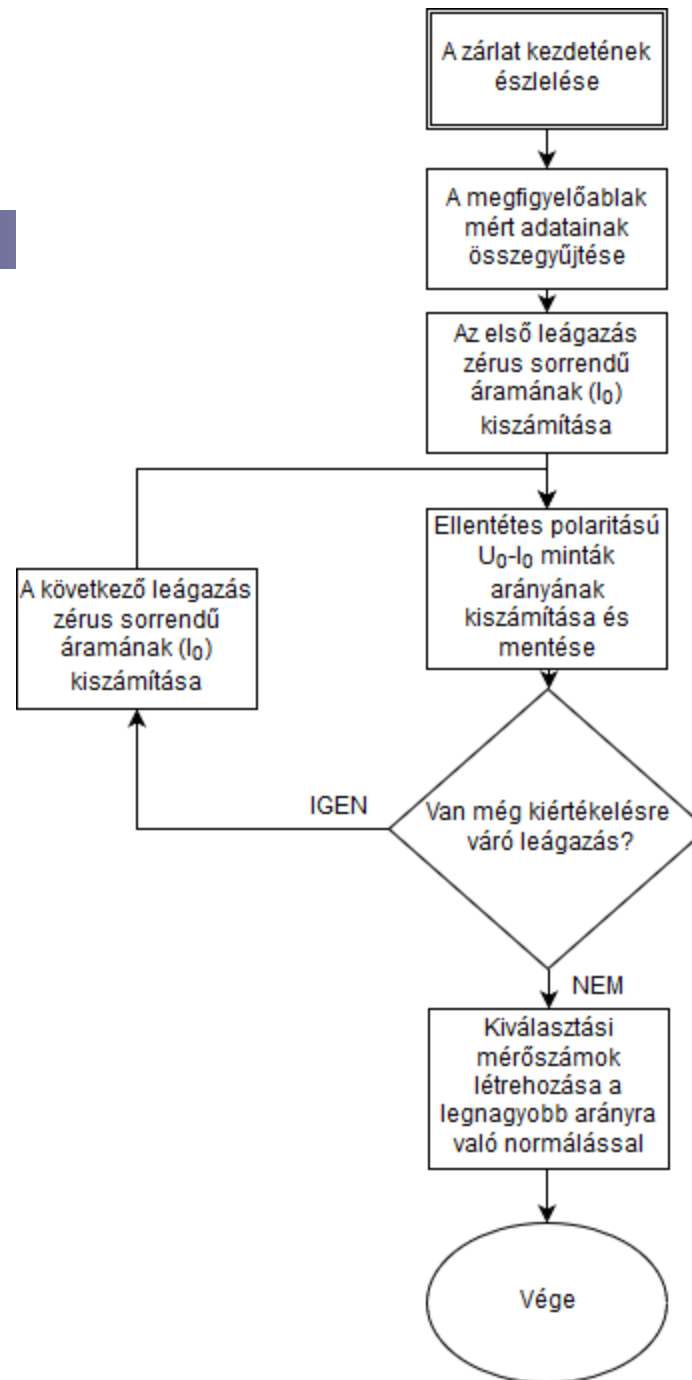
- Tranziens módszer
- Q-U módszer
- Q-Ui módszer *
- Hatásos teljesítmény *
- 5. harmonikus
- Áramösszegző *
- Admittancia módszerek (Protekta)

Zárlatos leágazás kiválasztás

Tranziens módszer

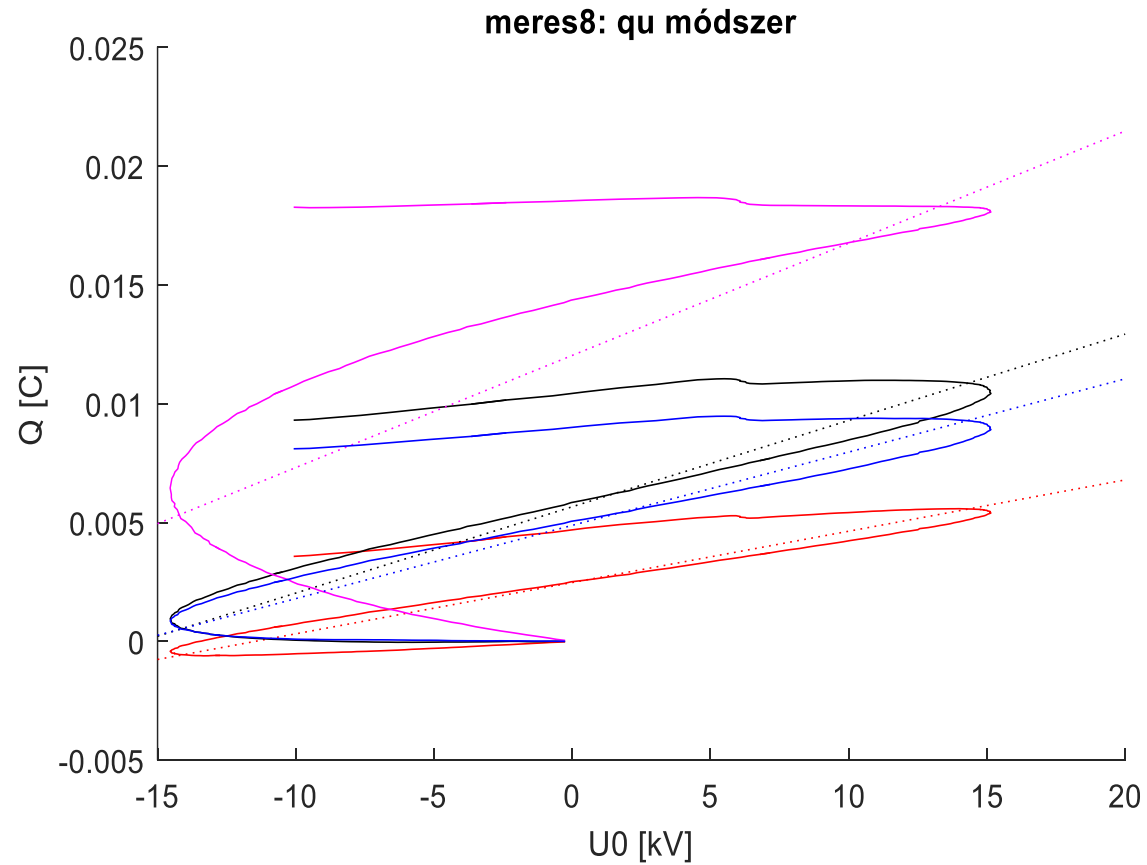


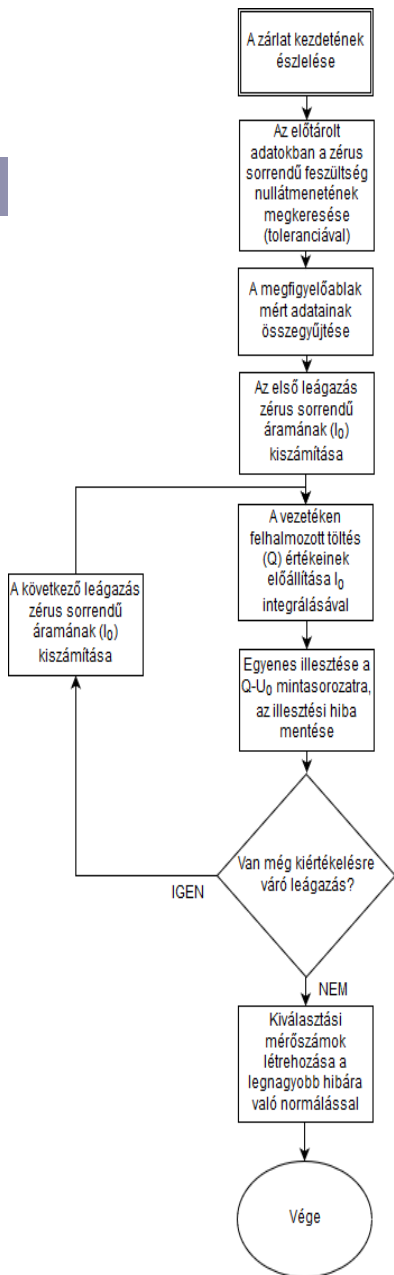
Tranziens



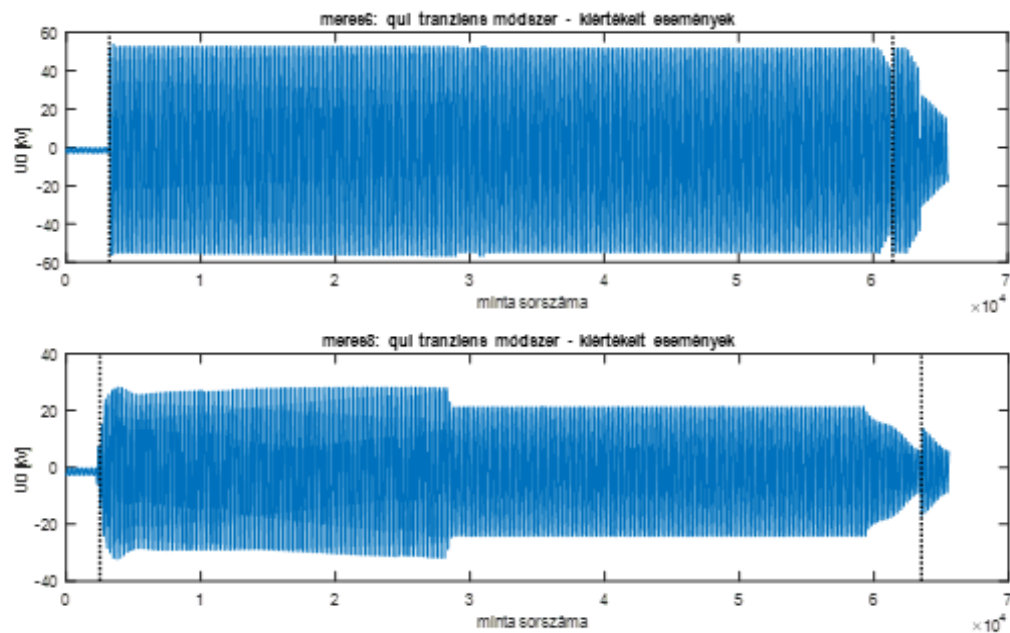
Q-U módszer

- Q-U
- Q-U_i

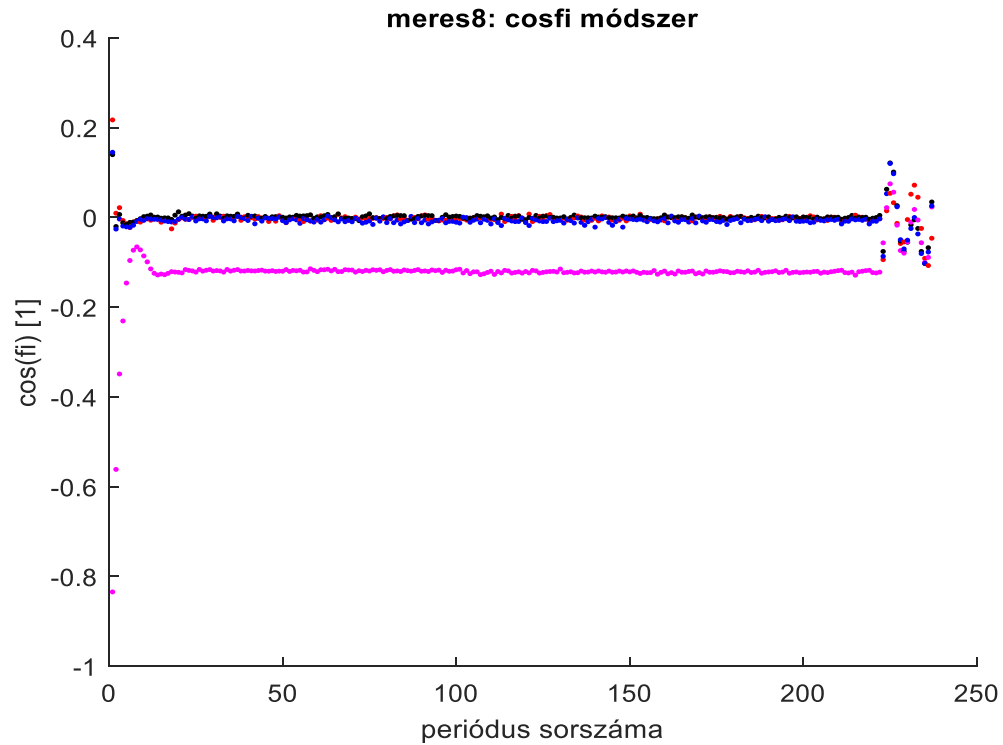


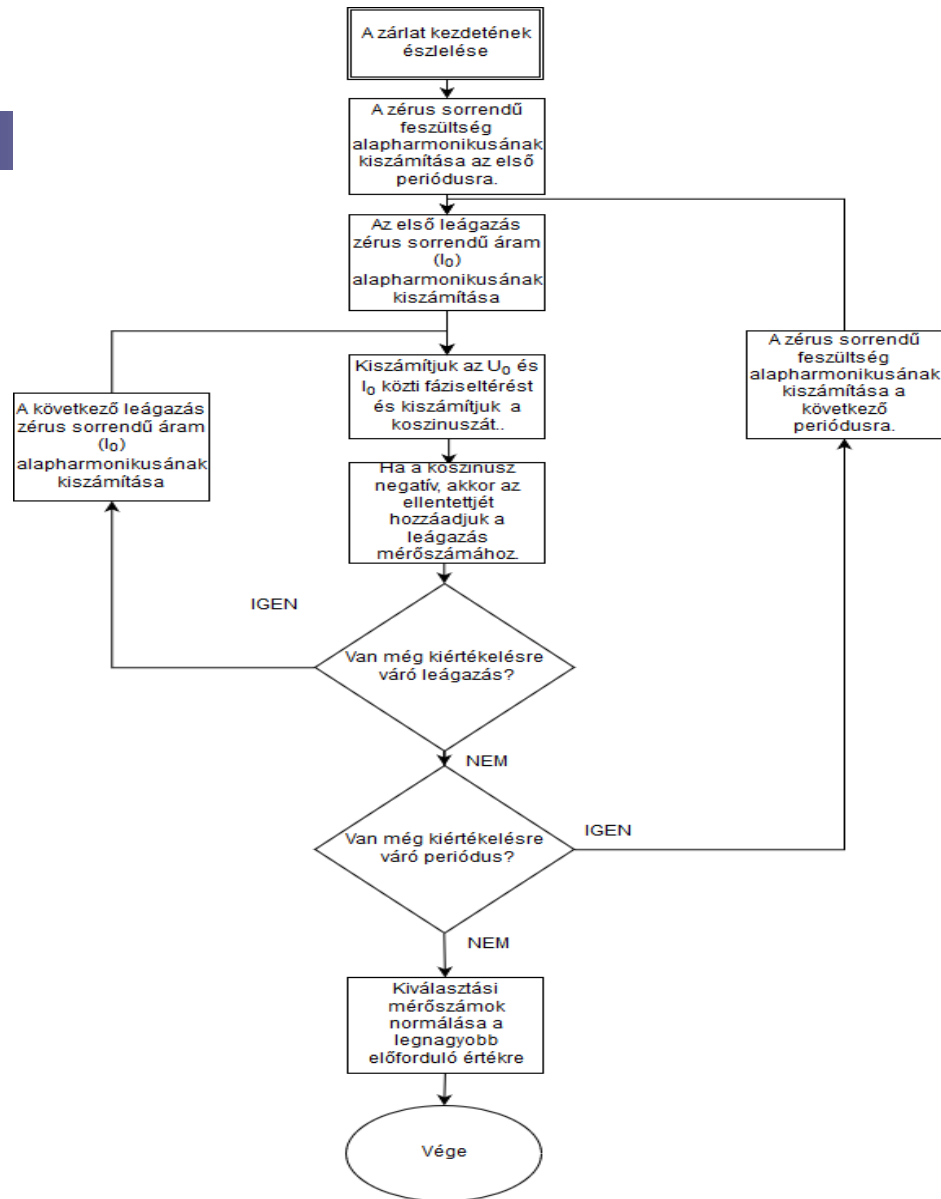


zárlatos leágazás kiválasztási módszerek



Hatásos teljesítmény

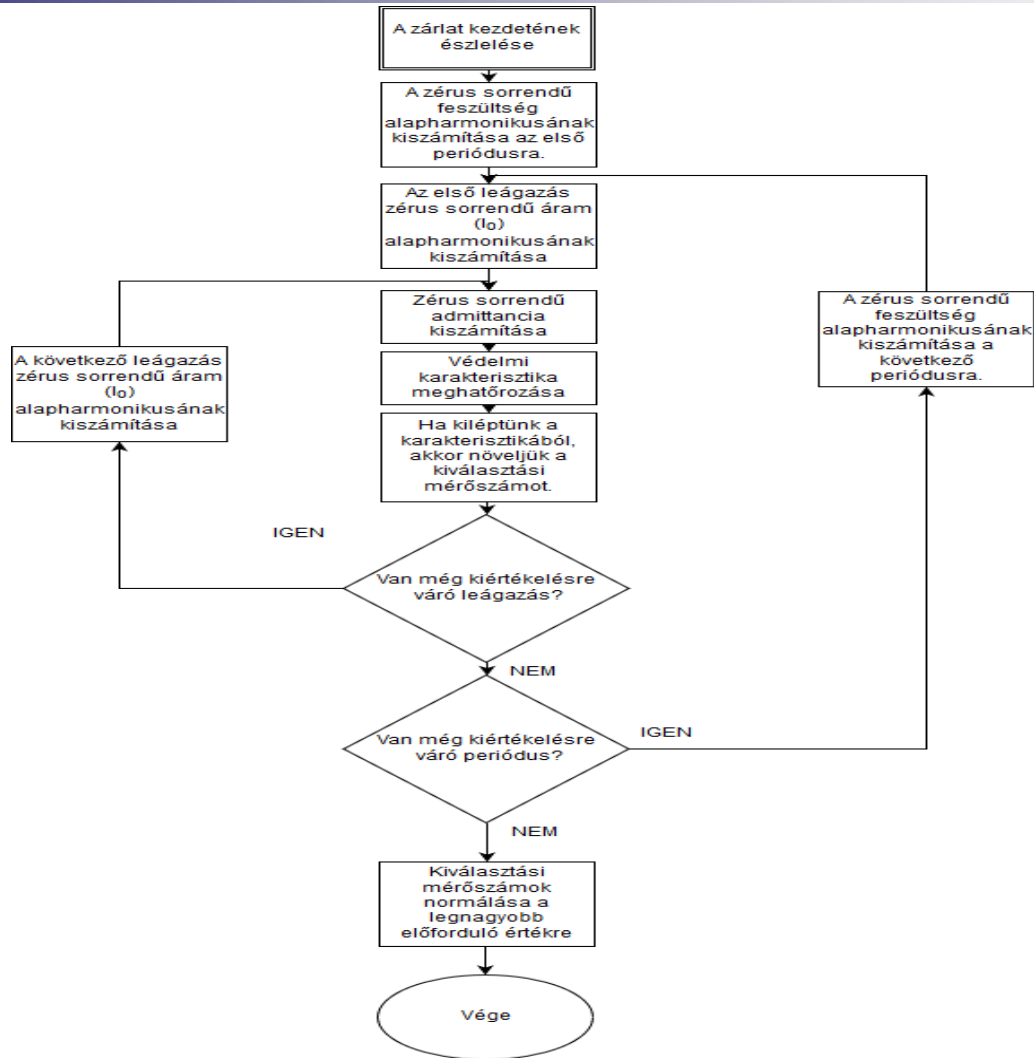




Felharmonikus módszer

- A hálózaton meglévő frekvenciájú harmonikus alkalmazása (pl.5.)
- A hibás leágazás 5. harmonikus árama és a csp.i feszültség 5. harmonikus feszültsége pozitív hatásos teljesítményt ad.

Admittancia módszer



Mit céloz meg a hibahely bemérés?

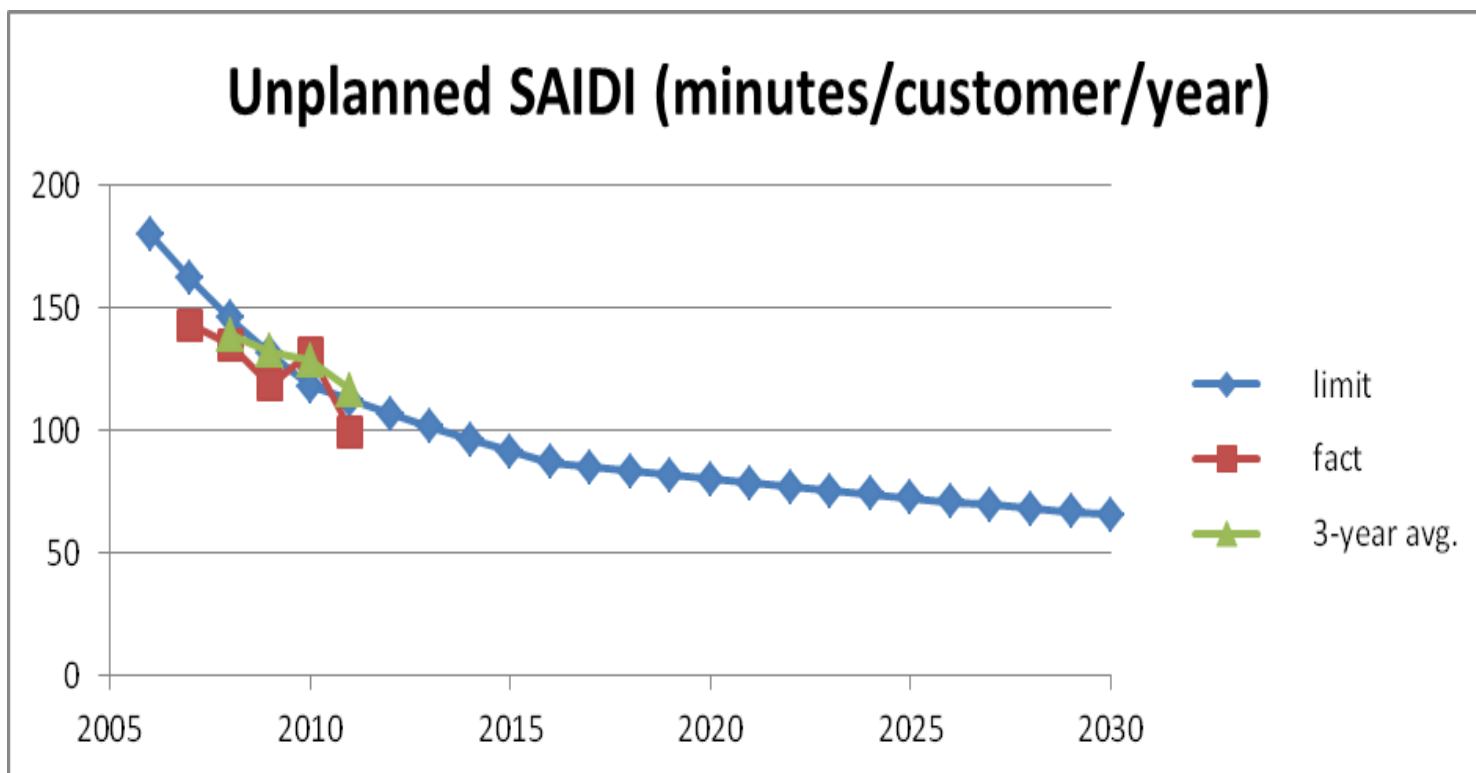
- SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

átlagos kiesési időtartam mutató,
perc/fogyasztó/év

- SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)

átlagos kiesési gyakoriság mutató,
kiesés/fogyasztó/év

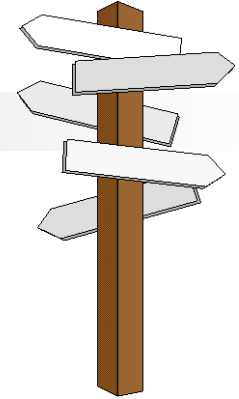
MEKH elvárás



Célkitűzések

- A földzárlatos leágazás kiválasztás FÁNOE nélkül, valós időben, gyorsan megtörténjen, GVA, vagy LVA kapcsolást megelőzően, tehát a földzárlatos üzem közben
- A berendezés illeszkedjen a meglévő védelmi, informatikai struktúrához
- Az algoritmus legyen alkalmas a hibahelyi távolság és a hibahelyi ellenállás bemérésére is
- Az algoritmus legyen alkalmas ismétlődő, múltó zárlatok hibahelyi távolságának és hibahelyi ellenállásának tárolására, a földzárlatok minősítésére (pl. fabenövés).

A célkitűzéseket megvalósító berendezés –Aktív módszer



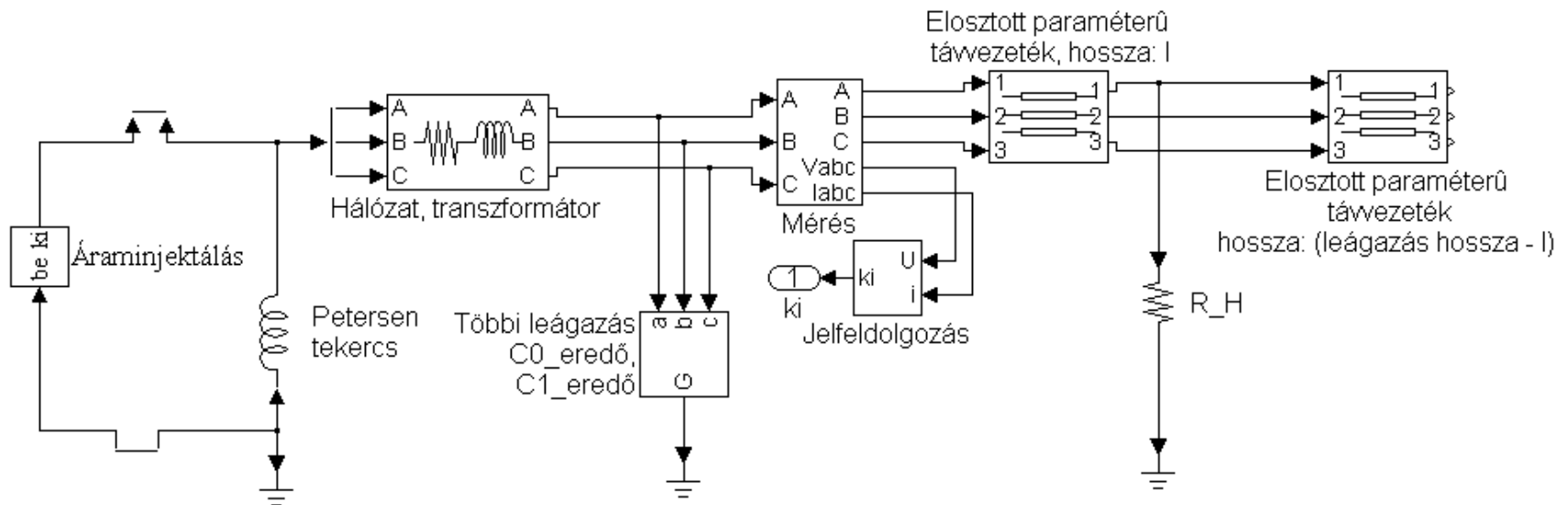
- Előzmények összefoglalása
- Helyszíni mérés
- Mérés eredményei
- Tovább lépés, javaslatok

Előzmények

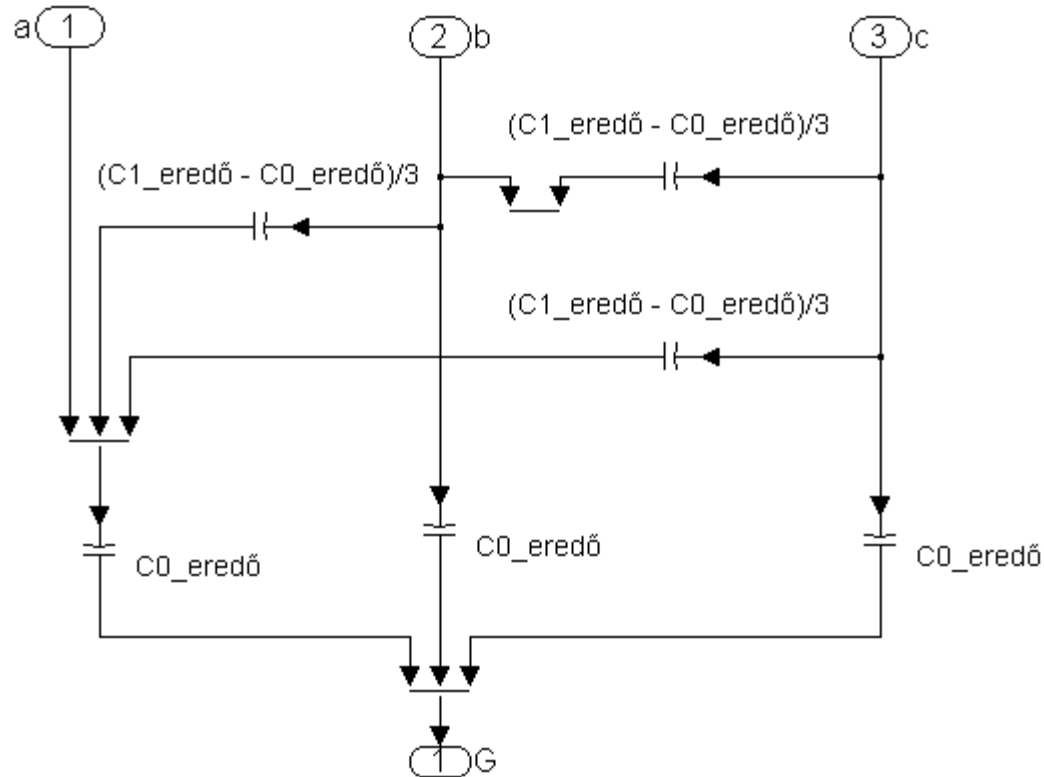
Számítógépes szimuláció

- A lehetséges módszerek vizsgálata
- A megfelelő módszer kiválasztása
- Hibaanalízis

Számítógépes szimuláció



Számítógépes szimuláció



A nem zártos leágazások eredményének modellje

Előzmények

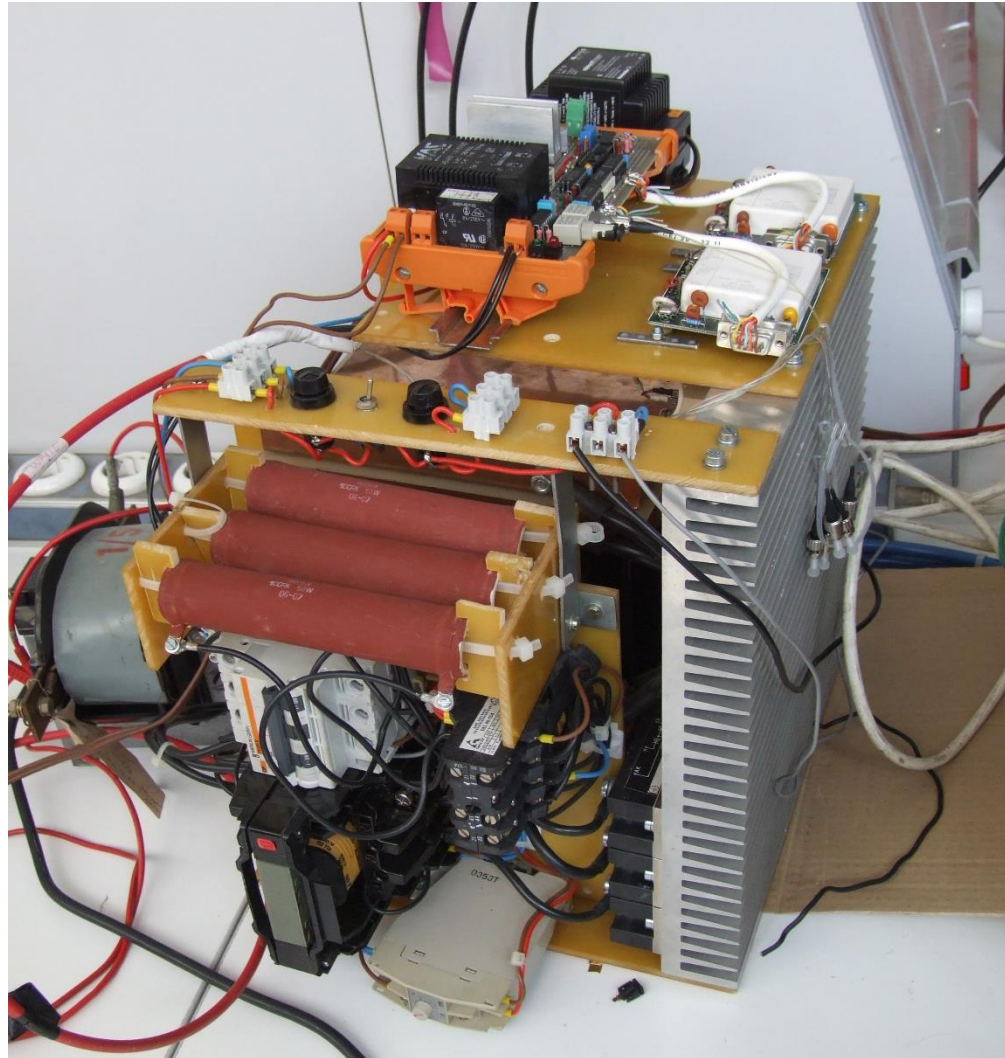


Fizikai modell készítése

- A modell elemei
- Labor mérések
- Eredmények kiértékelése

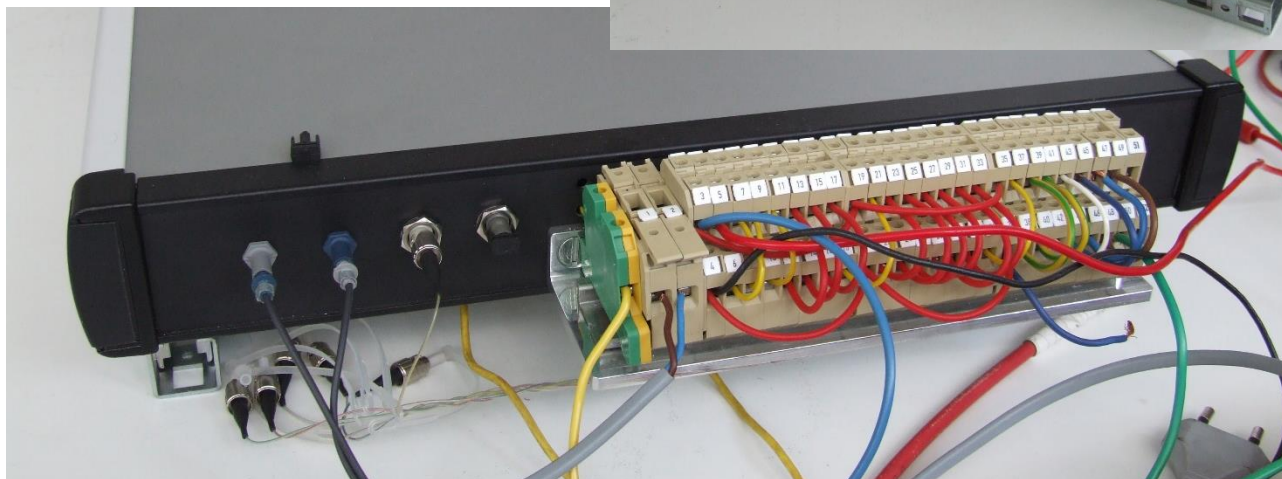
Az elkészült deszkamodell

Az injektáló
generátor:



Az elkészült deszkamodell

A vezérlő-mérő
egység:

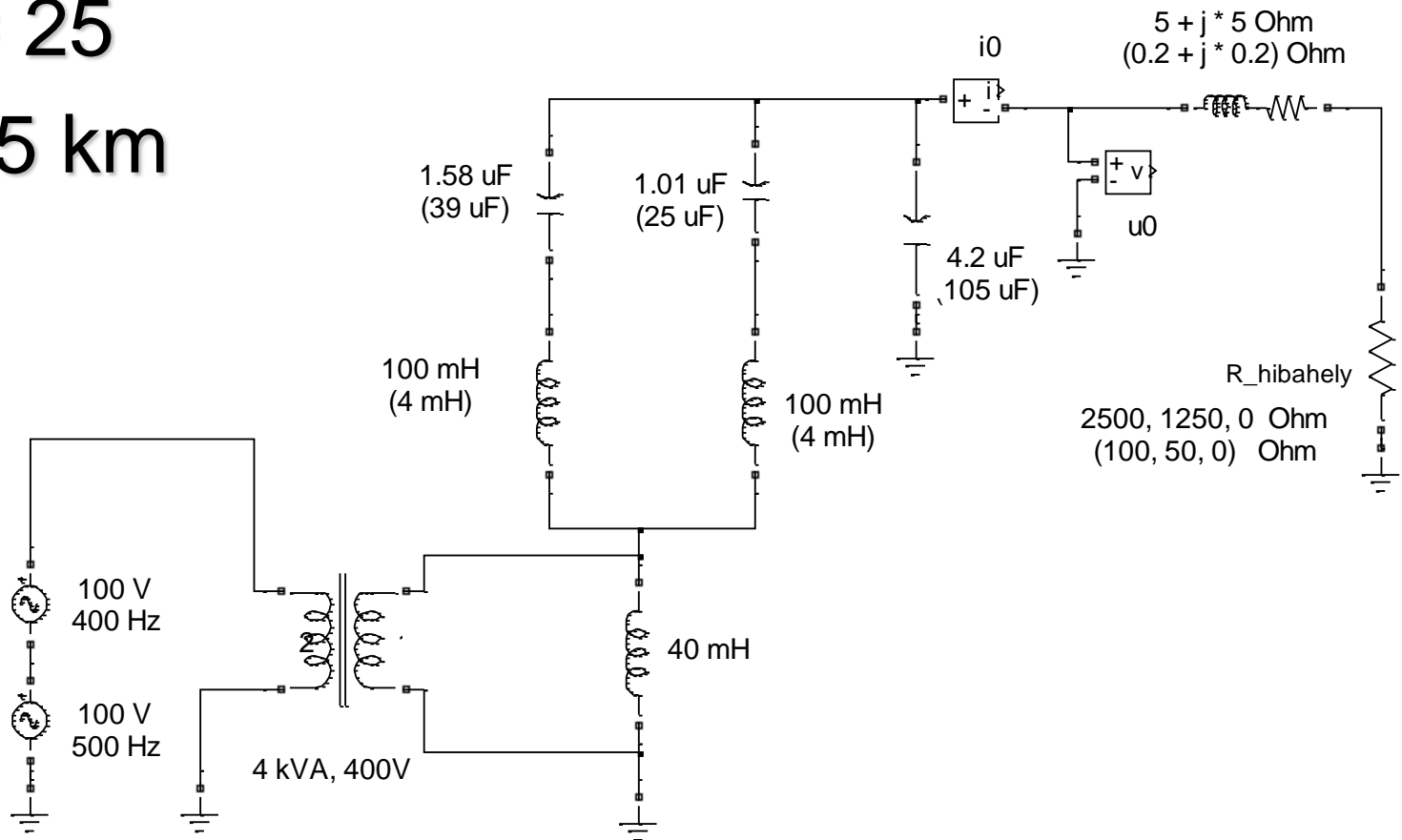


Fizikai modell

Zérus sorrendű hálózat elvi vázlatja:

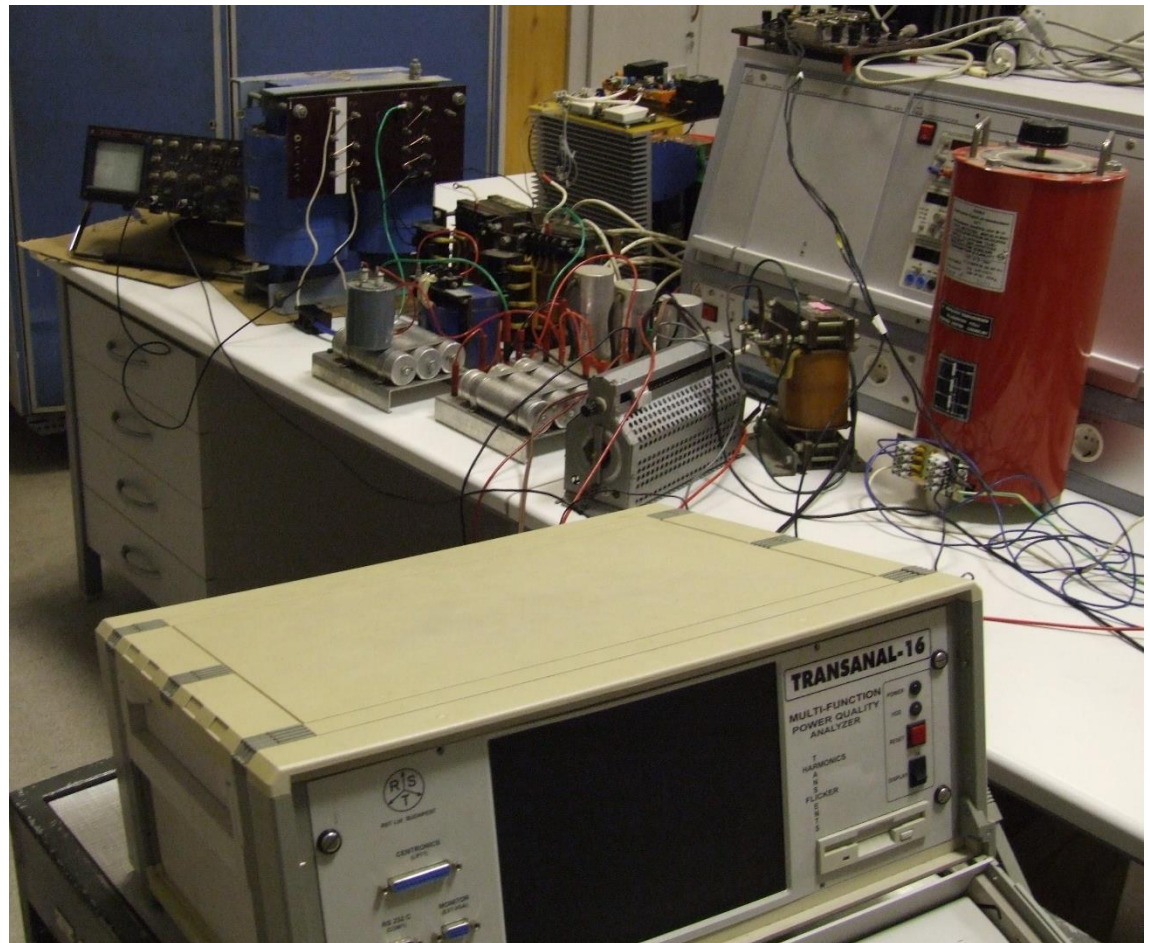
$$m_z = 25$$

$$l = 25 \text{ km}$$



Mérési elrendezés

Fizikai modell:



Mérési eredmények

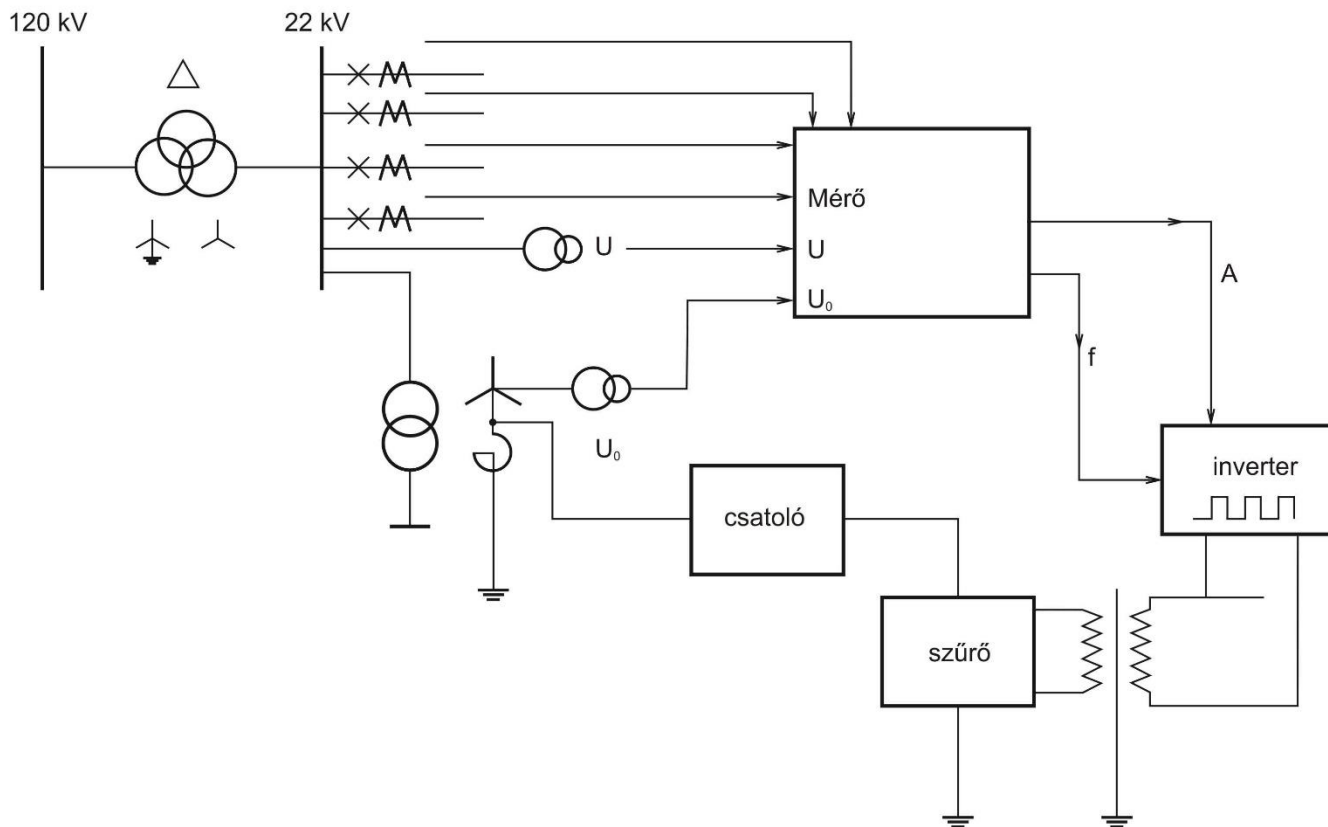
Beállított hibahelyi ellenállások:

0, 50, 100 Ω (0, 1250, 2500 Ω)

Mérési eredmények kiértékelésének eredménye ($l_{\text{modell}} = 25 \text{ km}$):

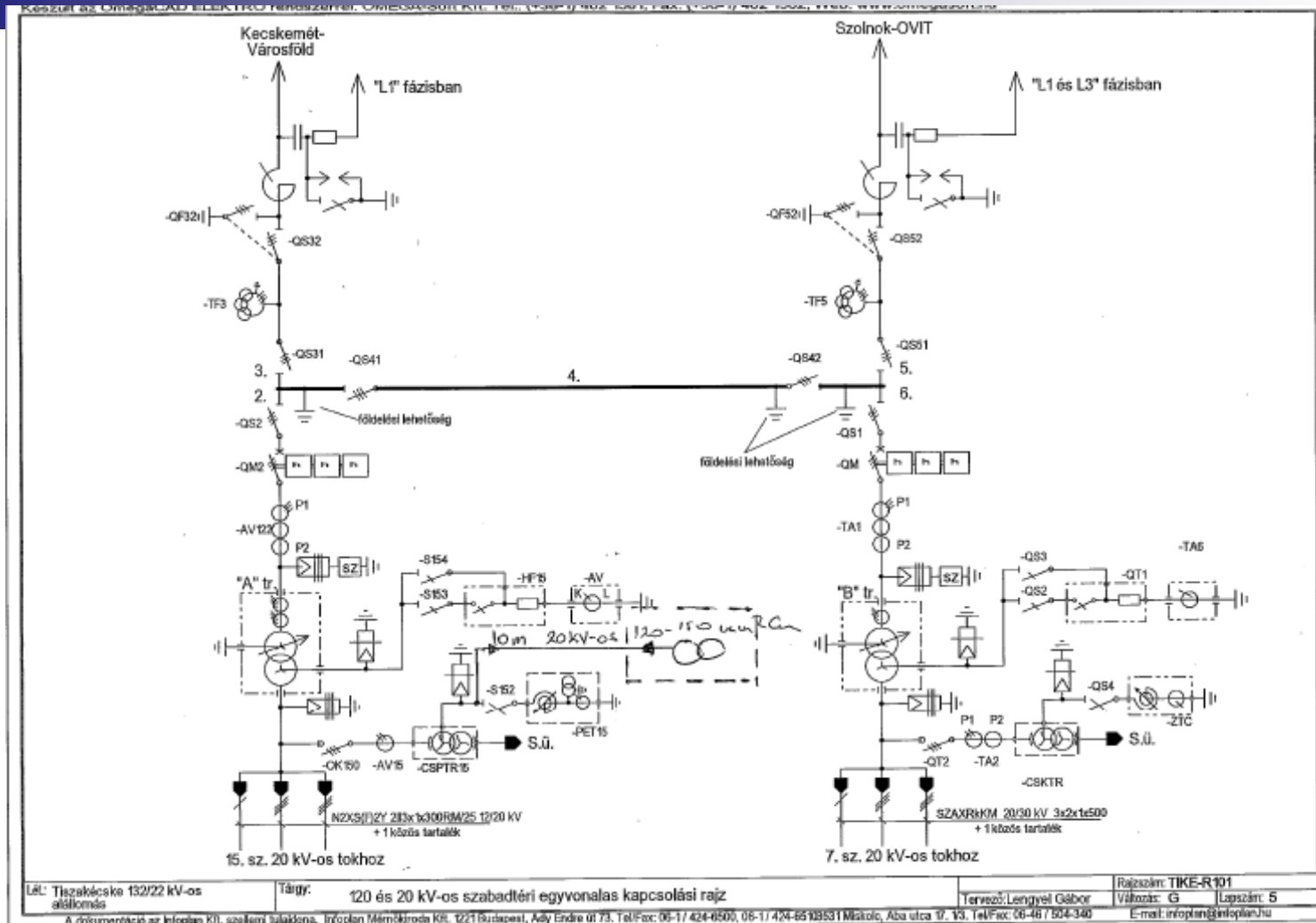
$R_{\text{(valódi)}}$	100 Ω	50 Ω	0 Ω
$l_{\text{számított}}(\text{km})$	25.00	25.00	25.00
$R_{\text{számított}}(\Omega)$	98.66	48.51	2.47

A berendezés felépítése



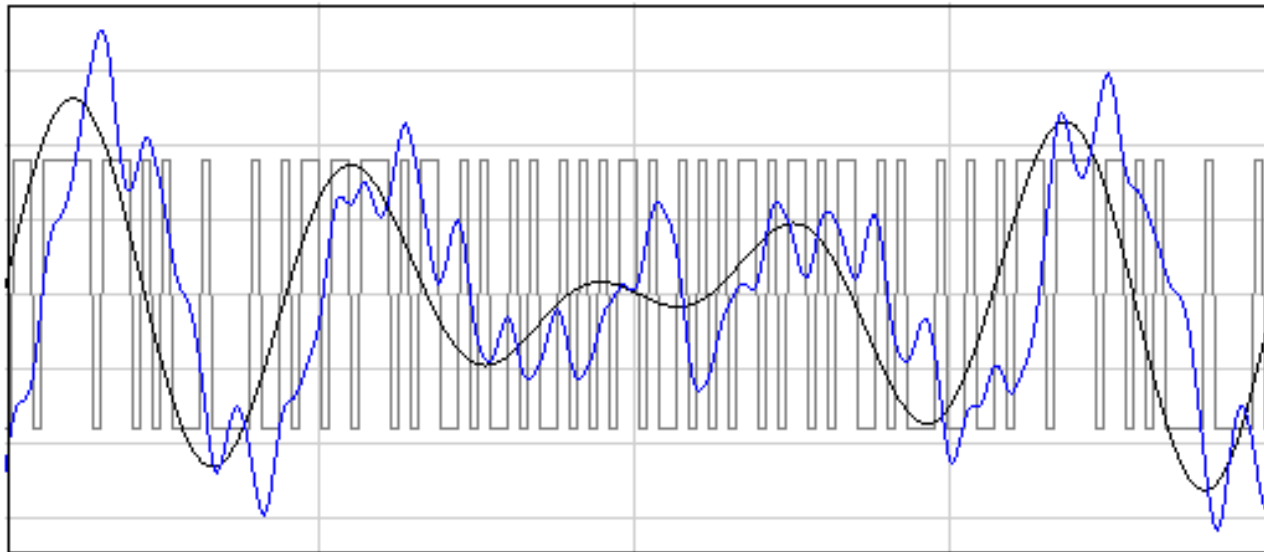
Mérési elrendezés

Helyszíni mérés



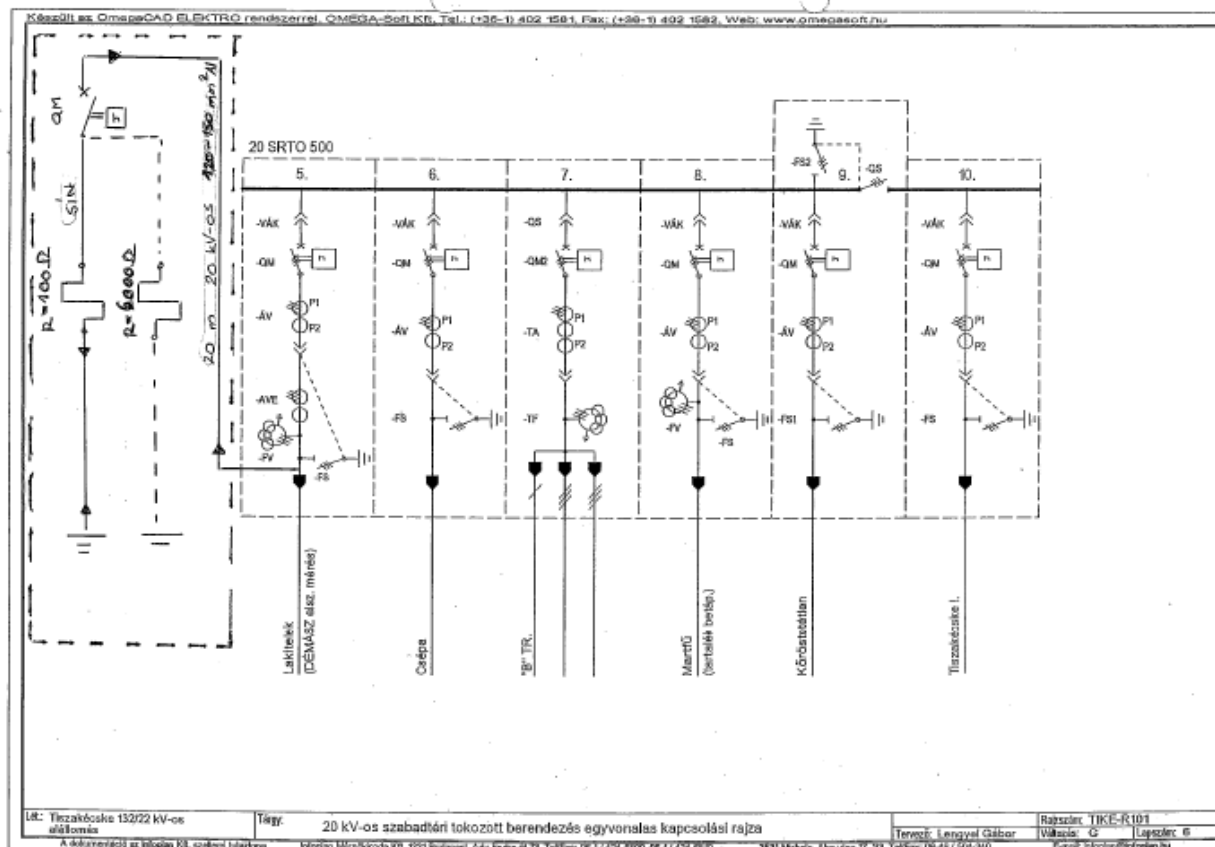
Állomási diszpozíció

Helyszíni mérés



Az impulzusszélesség modulált vezérlőjel

Helyszíni mérés



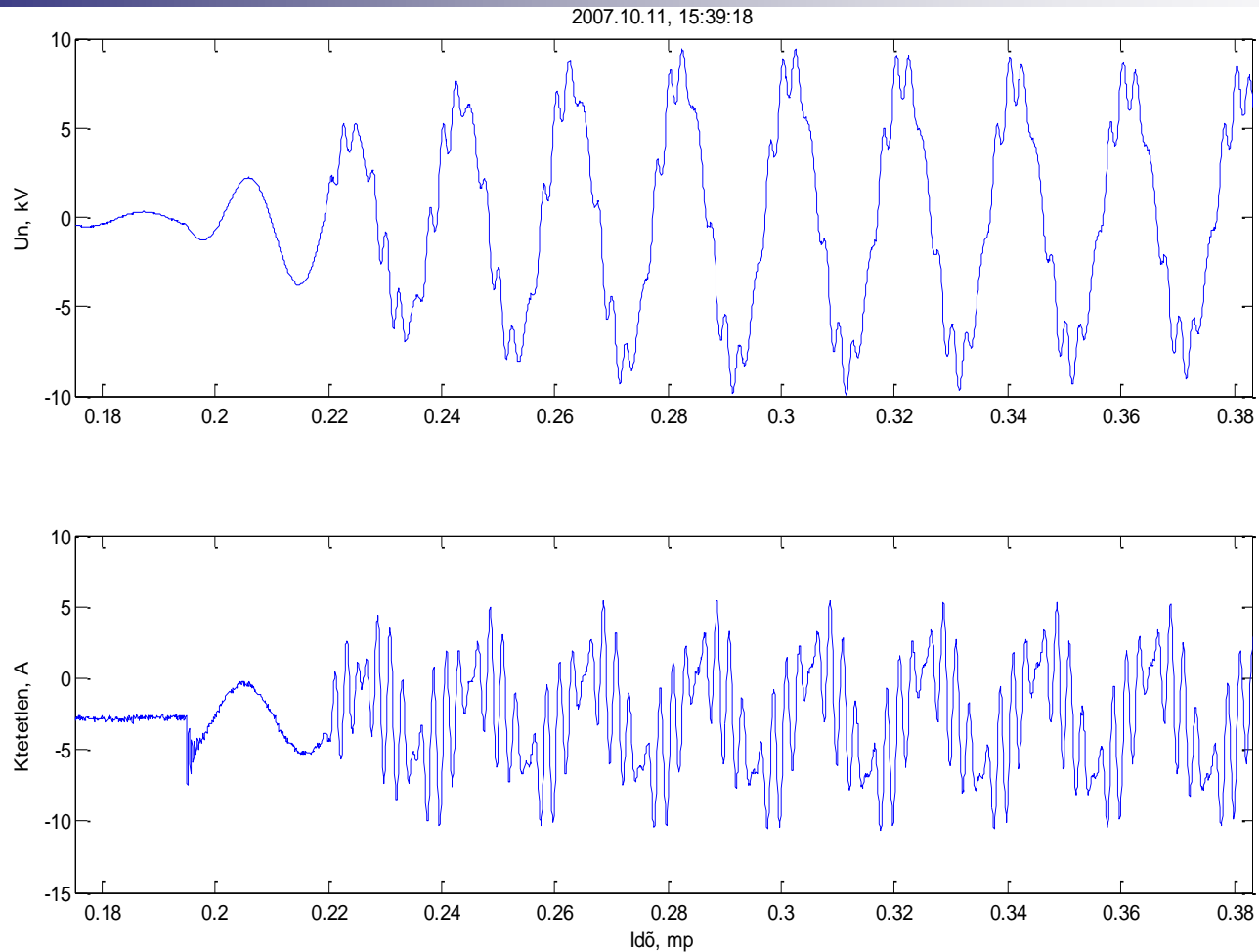
Az állomás egyvonalas elrendezési rajza és a leágazások a mérési hely bejelölésével

Helyszíni mérés



A nagyfeszültségű berendezés és csatlakozása

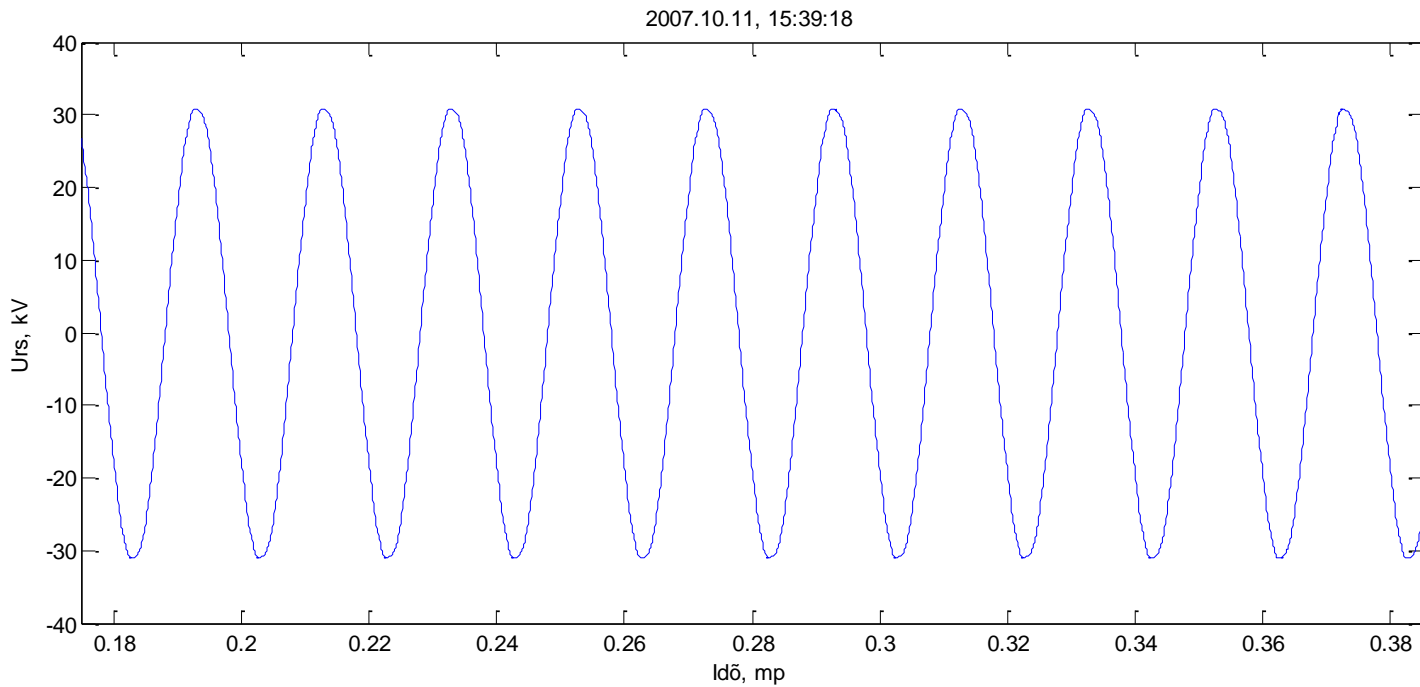
Helyszíni mérés



Csillagponti feszültség és a zártatos leágazás árama

BME VET VM, Dr.Dán András, dan@vmt.bme.hu

Helyszíni mérés



Vonali feszültség

Helyszíni mérés eredményei

Kísérlet sorszáma, ideje		Valódi / számított hibahelyi ellenállás		Számított hibahelyi távolság
1	2007.10.11. 14:12:38 .	100 Ω	80,5 Ω	18.95 km + 649 m
2	2007.10.11. 14:29:24 .	100 Ω	74,9 Ω	18.95 km + 649 m
3	2007.10.11. 15:39:18 .	6000 Ω	3272 Ω	18.95 km + 649 m
4	2007.10.11. 15:42:36 .	6000 Ω	3322 Ω	18.95 km + 649 m

A hibahelyi ellenállás és a hibahely távolsága a mért adatokból

Eredmények, továbblépés

Eredmények

- Hibás leágazás meghatározása
- Gyorsaság
- Hibahely távolságának meghatározása
- Hibahelyi ellenállás meghatározása

Továbblépés

- Szárnyvonalak kezelése(zárlatirány)
- Rendszerintegráció (ÜIK)
- Prototípus továbbfejlesztése

KÖF hálózatok érintésvédelmének változása az MSZ EN 50522, illetve MSZ EN 50341 szabványok megjelenésével.

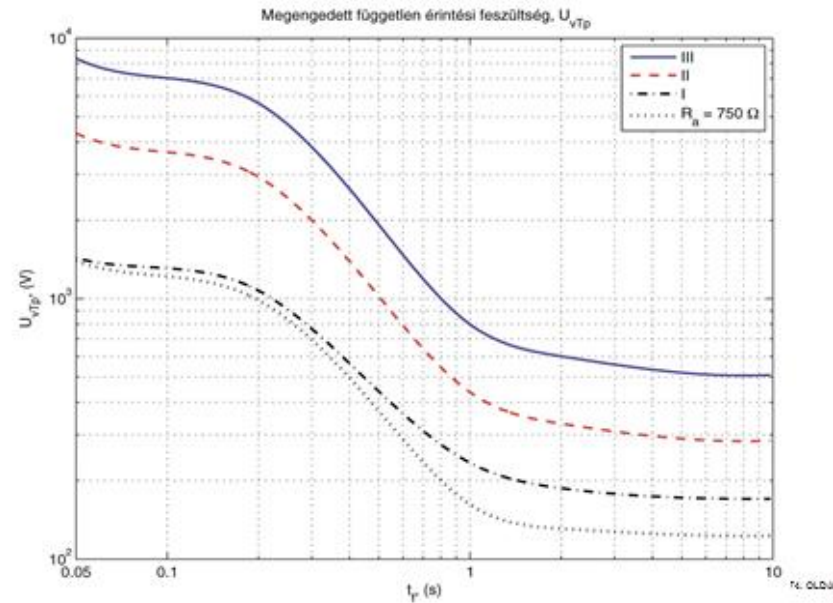
Az Msz 172/2 szerint:

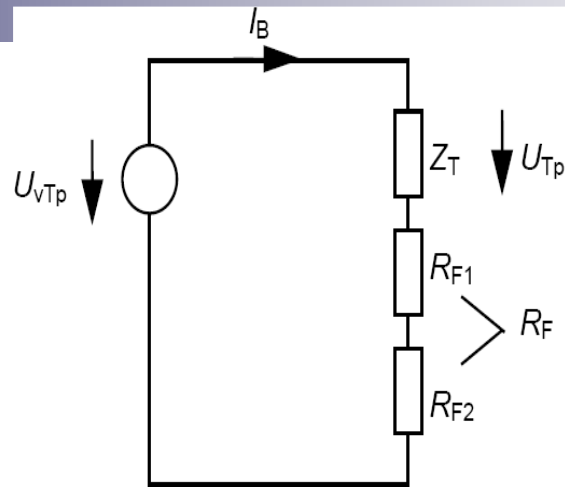
- A megengedhető érintési feszültség (U_L) értéke a kikapcsolás bekövetkeztéig a kikapcsolási idő függvényében:
 - – 0,5 s-nál nem hosszabb kikapcsolási idő esetén 1000 V,
 - – 1,5 s-nál nem hosszabb kikapcsolási idő esetén 500 V,
 - – 1,5 s-nál hosszabb kikapcsolási idő esetén vagy önműködő kikapcsolás nélkül 65 V.
- A jelenlegi FÁNOE ellenállással nem felelünk meg a szabvány előírásnak, de:
 - ER szigetelők kiváltása tömörtestű szigetelőkkel mind külterületen mind belterületen, vagy
 - a szabadvezeték önműködő védelem által 1,5 sec-on belüli kikapcsolása földzárlat esetén és a földzárlatos üzemtartás elhagyása **és a**
 - FÁNOE ellenállás cseréje legalább 100 Ohm értékűre

10 sec-nál hosszabb ideig fennálló földzárlat esetén a megengedett érintési feszültség 80 V.

ELMŰ Hálózati Kft.

ÉMÁSZ Hálózati Kft.





$$U_{VTp}(t_f) = U_{Tp}(t_f) + (R_{F1} + R_{F2}) I_B$$

A feszültségforrásként ható U_{VTp}

feszültségkülönbség a személyek biztonságát garantáló korlátozó értékeket tartalmazó érintési áramkörben, ismert járulékos ellenállások (pl. lábbelik, tartózkodási felületek szigetelő anyaga) alkalmazása esetén.

Z_T A test eredő impedanciája

I_B Az emberi testen keresztül folyó áram

U_{Tp} Megengedett érintési feszültség, az emberi testen fellépő feszültség

R_F Járulékos ellenállás ($R_F = R_{F1} + R_{F2}$)

R_{F1} pl. a lábbeli ellenállása

R_{F2} a tartózkodási pont ellenállása a földhöz

Azaz az U_{VTp} úgy adódik, hogy az U_{Tp} -hez hozzá kell adni a járulékos feszültségeket:

Időtartam t_f [s]	Testáram I_B [mA]	Megengedett érintési feszültség U_{Tp} [V]	Megengedett független érintési feszültség, U_{vTp} V		
			Szigorúsági szint		
			I. $2 \times U_{Tp}$	II. $R_a = 4000 \Omega$	III: $R_a = 8500 \Omega$
0.05	900	716	1432	4316	8366
0.10	750	654	1308	3654	7029
0.20	600	537	1074	2937	5637
0.50	200	220	440	1020	1920
1.00	80	117	234	437	797
2.00	60	96	192	336	606
5.00	51	86	172	290	520

FÁNOE R_N Ω	Oszlop-földelési ellenállás Ω	FÁNOE áram I_{Ff} [A]			Oszloppotenciál U_{fo} [V]		
		Hibahely távolsága [km]			Hibahely távolsága [km]		
		3	12	24	3	12	24
100	10	115	110	105	1154	1100	1045
	30	97	94	89,9	2902	2823	2697
	60	79	77	74,3	4725	4578	4455

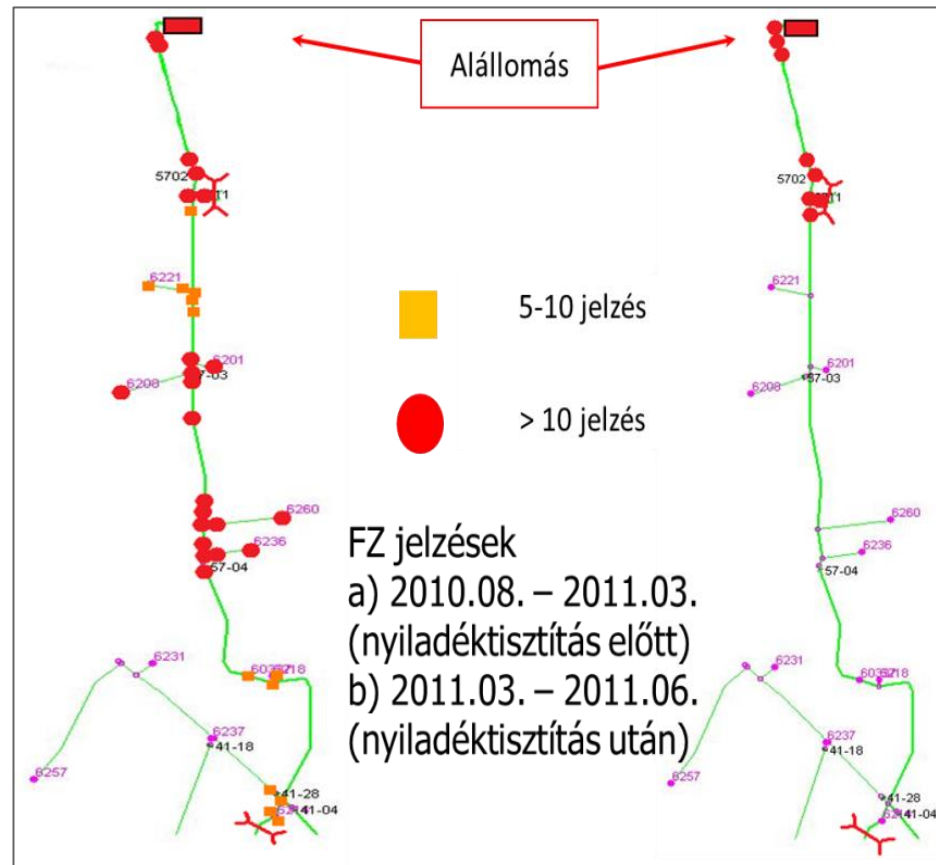
Elmű-ÉMÁSZ megoldási javaslat

:

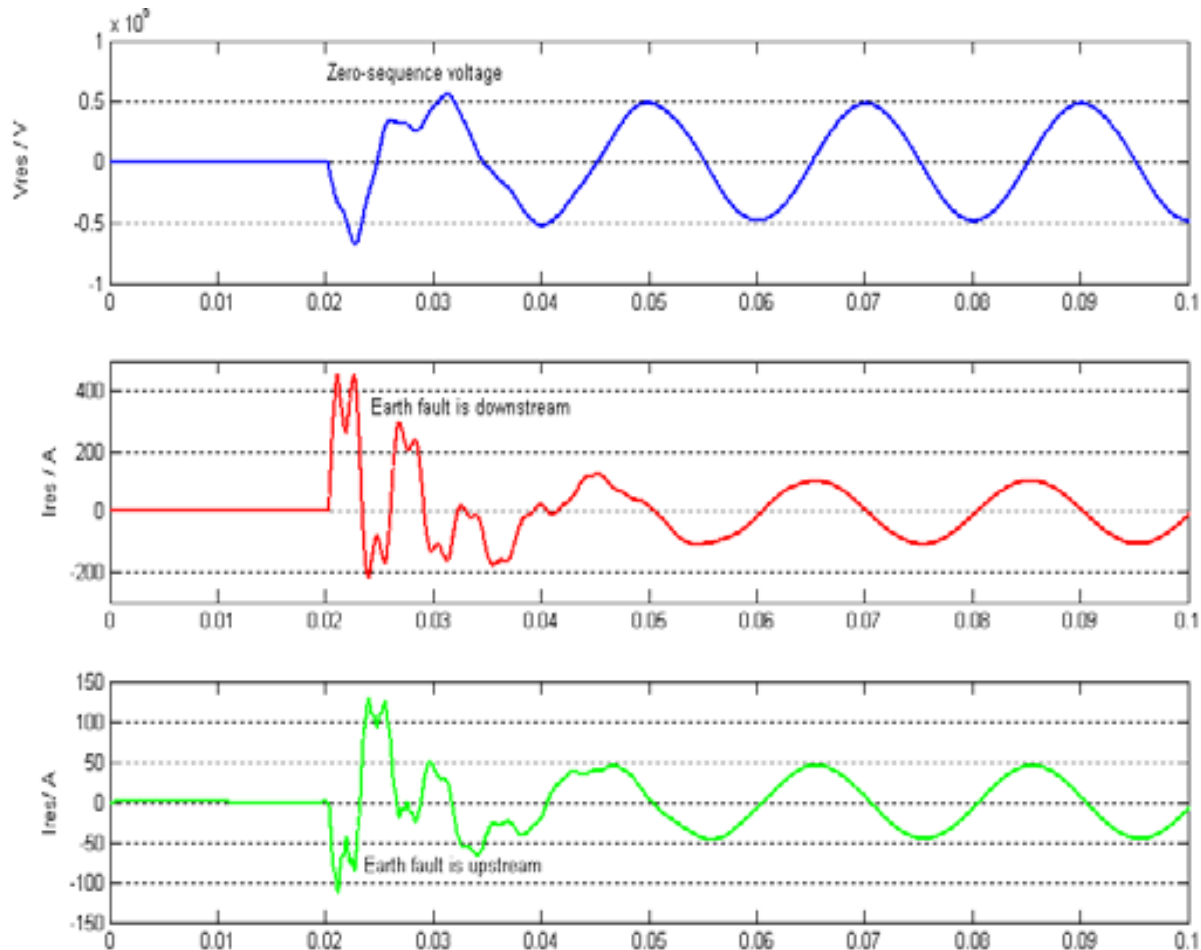
- külön kell választani a kisimpedanciás és a nagyimpedanciás földzárlatok kezelését.
- A kisimpedanciás földzárlatokat továbbra is földzárlati áramnöveléssel kezeljük (max. 55 A),
- míg a nagyimpedanciás földzárlatok kezelését oldanánk meg az admittancia vagy más hasonló elvű védelemmel. Ha az áramnövelést és a bekapcsolás idejét ilyen mértékben csökkentjük, akkor az ellenállást valószínűleg száraz kivitelben lehet megvalósítani.
- Javaslatot tettünk, hogy térjünk át erre az áramnövelési értékre és ezzel jelentős mértékben csökkenthető lenne a földelési ellenállás javításra, létesítésre fordított költség.

ÜIK integrálás

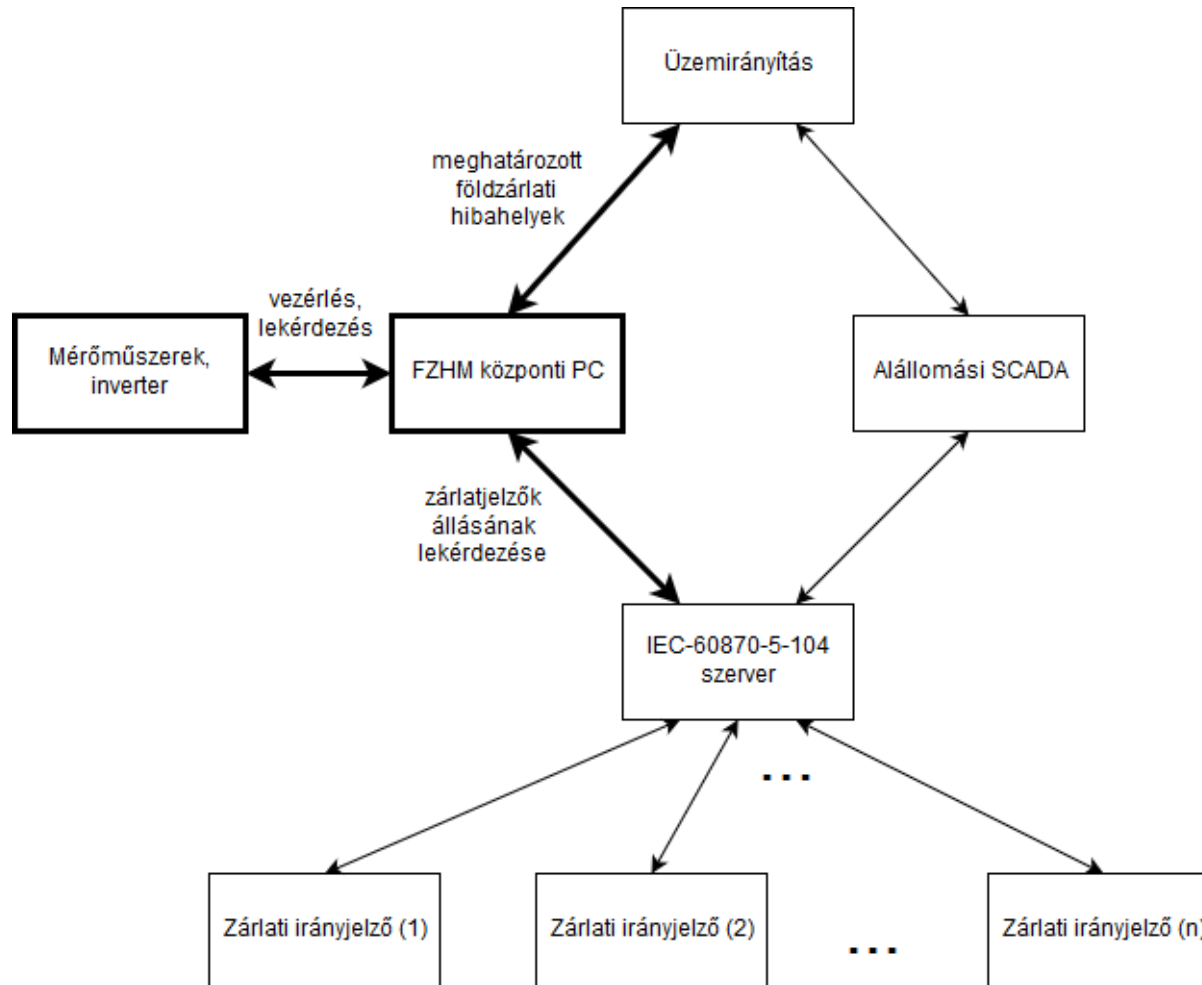
■ Fabenövés érzékelés



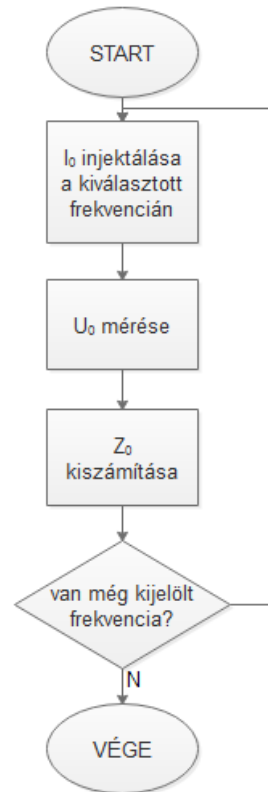
Zárlatirány érzékelés



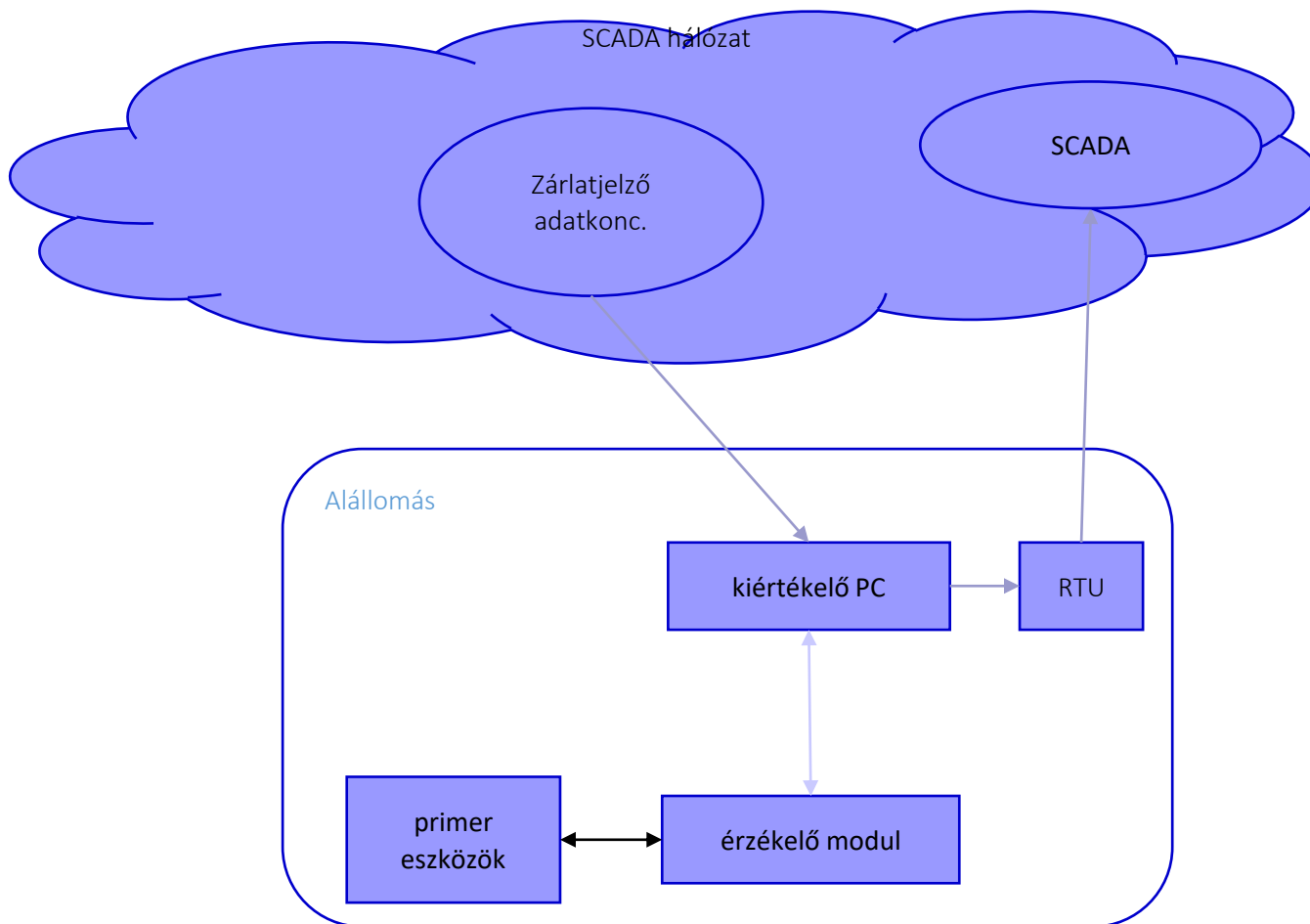
Zárlatirány jelző integrálása



Az IFZHM készülék üzembe helyezésekor végzett mérés folyamata az adaptív hálózatmodell kialakításának érdekében



A mérőberendezés kommunikációs blokkdiagramja



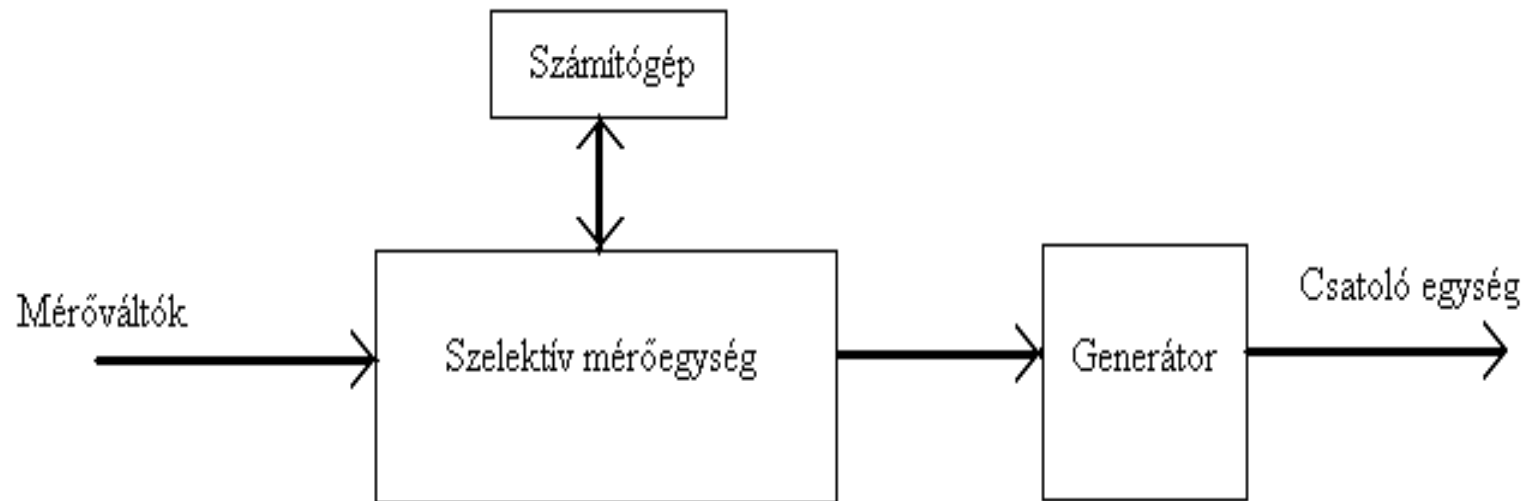
inverter



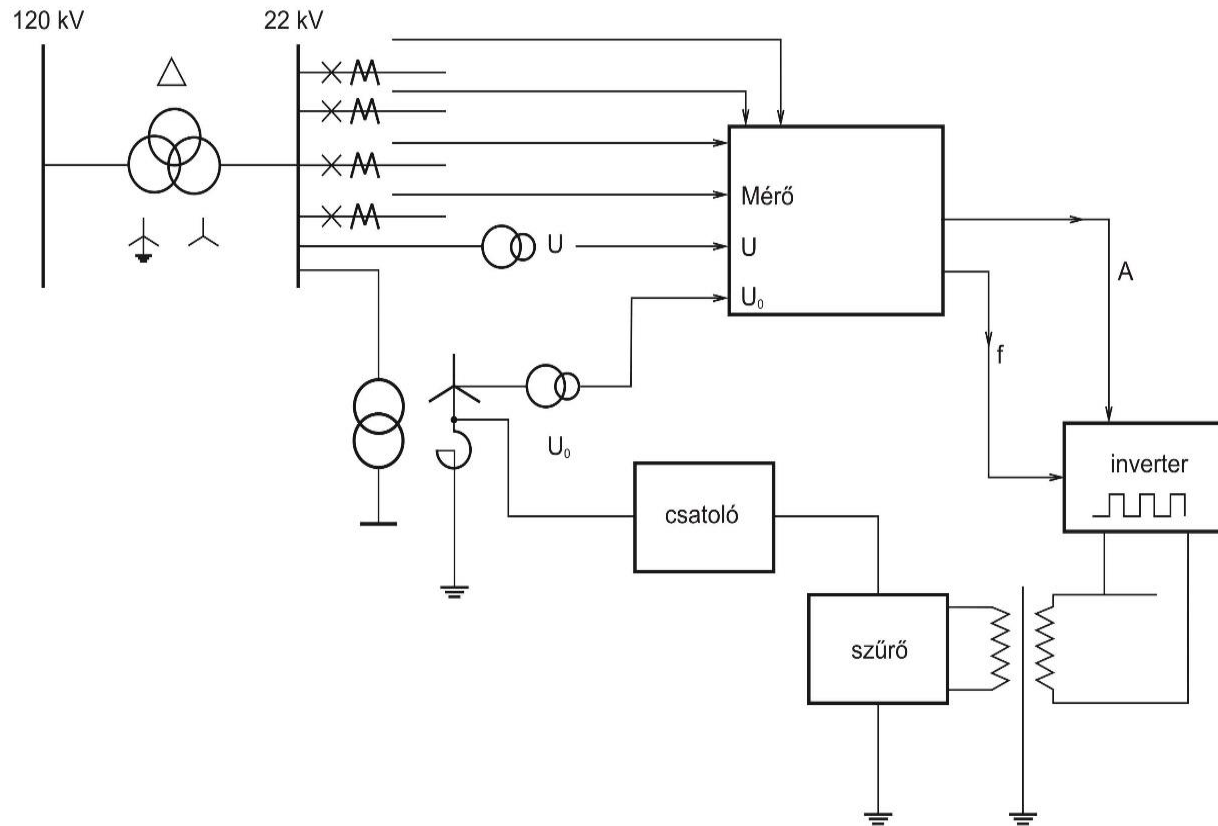
Jelfeldolgozó



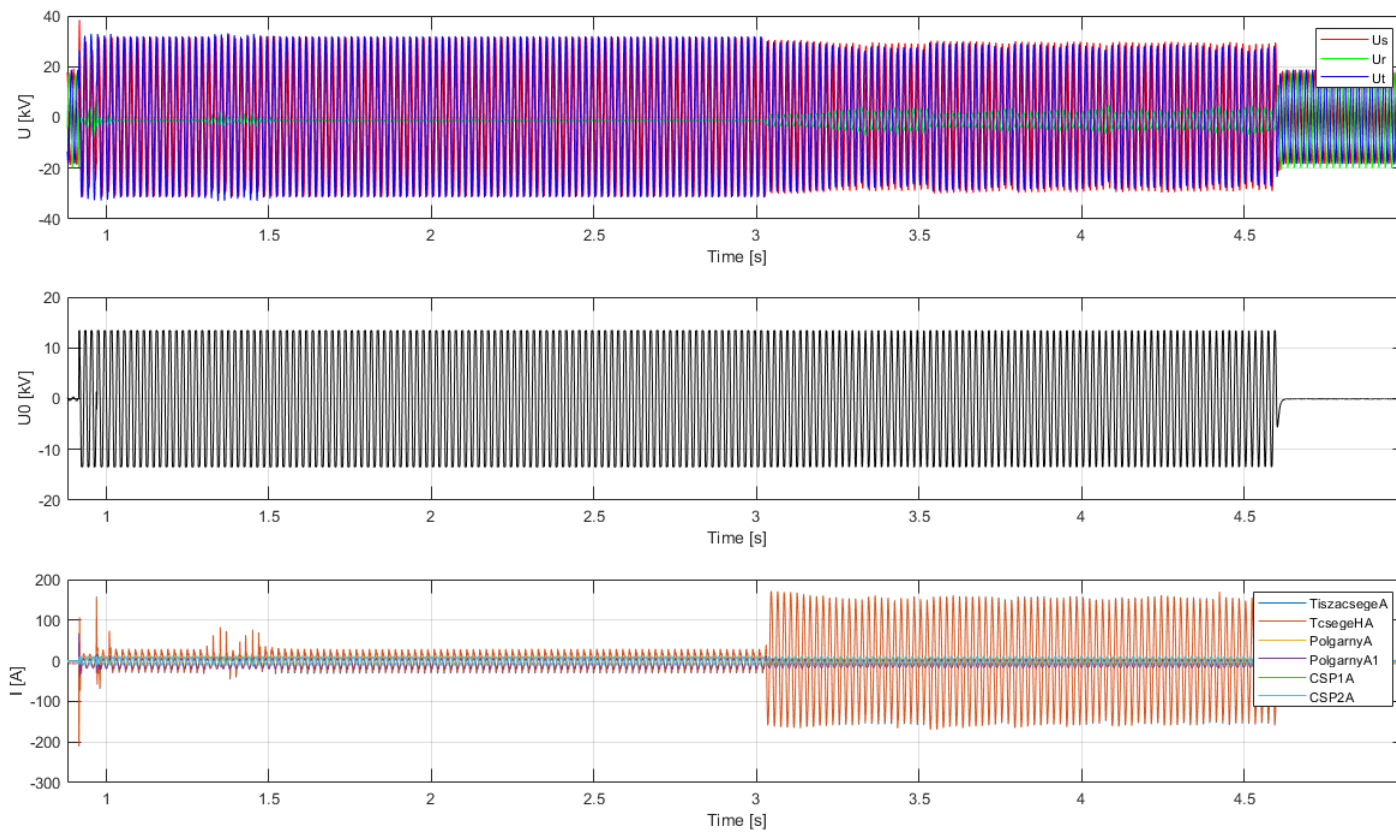
Blokkséma



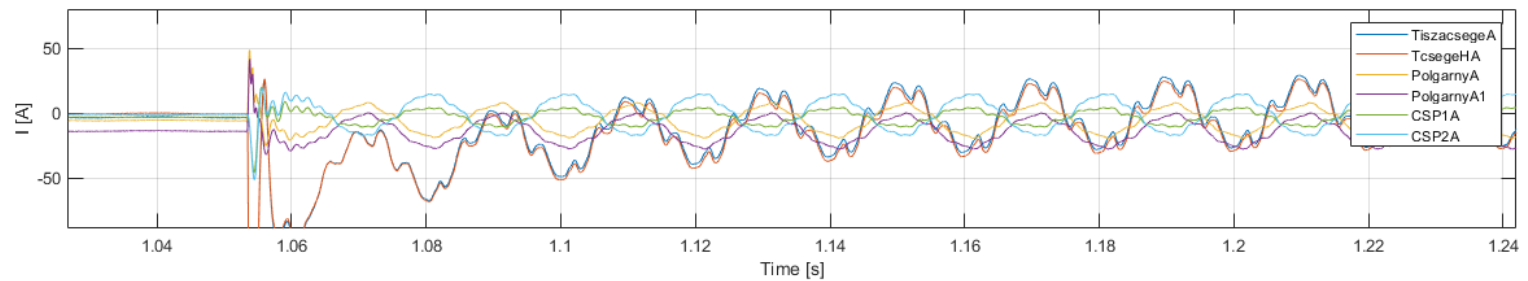
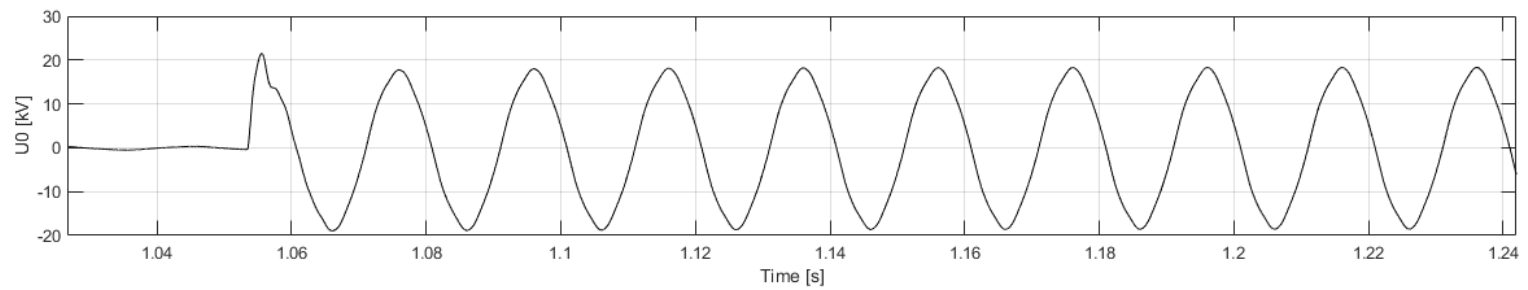
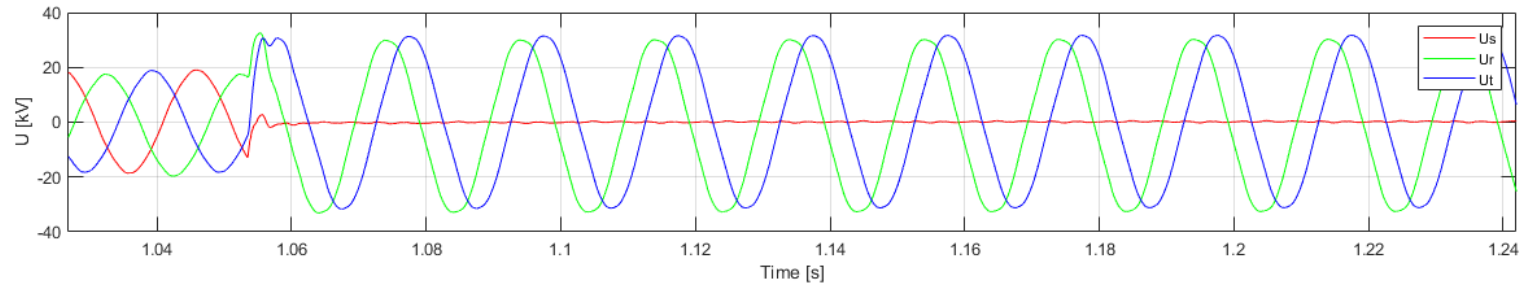
Alállomási diszpozíció



Helyszíni mérés



Helyszíni mérés





Köszönöm a figyelmet!
dan.andras@vet.bme.hu