PROTECTA HUNGARY

Előadó:

Pócsi Gergely

Középfeszültségű FANOE nélküli földzárlatvédelem

Gyakorlati tapasztalatok a dunakeszi alállomásban

PROTECTION & CONTROL

Összefoglaló

- Röviden a földzárlatos leágazások eddigi azonosításáról kompenzált hálózatokon
- Az új Protecta megoldás: az admittanciaelvű földzárlatvédelem + hibahelyi távolságmérés
- Gyakorlati tapasztalatok megosztása a Dunakeszi alállomáson üzemelő új földzárlatvédelmekről (~ 1 év tesztüzem)
- A komplett védelmi rendszer kialakítása

Földzárlatos leágazások azonosítása

Eddig a gyakorlatban alkalmazott megoldások:

- Legelterjedtebb a maradékáram növelése **FANOE-ellenállás** segítségével (egyértelmű kiválasztás)
- **Wattmetrikus mérés**: a Petersen-tekercs ellenállása és a levezetések miatt az áram negatív wattos összetevőjét mérjük a zárlatos leágazásban
- Földzárlati tranziens esetére a **Wisher-érzékelés**sel kiválasztható a zárlatos leágazás

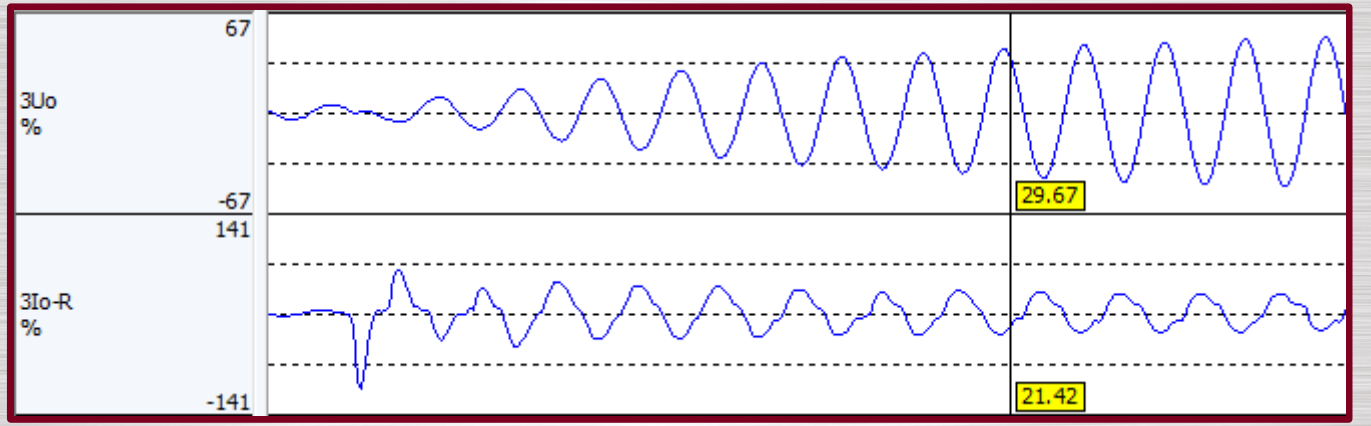
Földzárlatos leágazások azonosítása

A fellépő problémák az eddigi érzékelésekkel:

- FANOE-ellenállás: az új szabvány szerint túl nagy maradékáram folyik a zárlati hibahelyen
- Wattmetrikus mérés: az eredő ellenállás általában kis értékű + az áramváltónak is van szöghibája, ezért bizonytalan a mérés (szögbeállítási problémák)
- Wisher-érzékelés: nagy hibahelyi ellenállású (azaz nagyimpedanciás) földzárlatnál nem működik

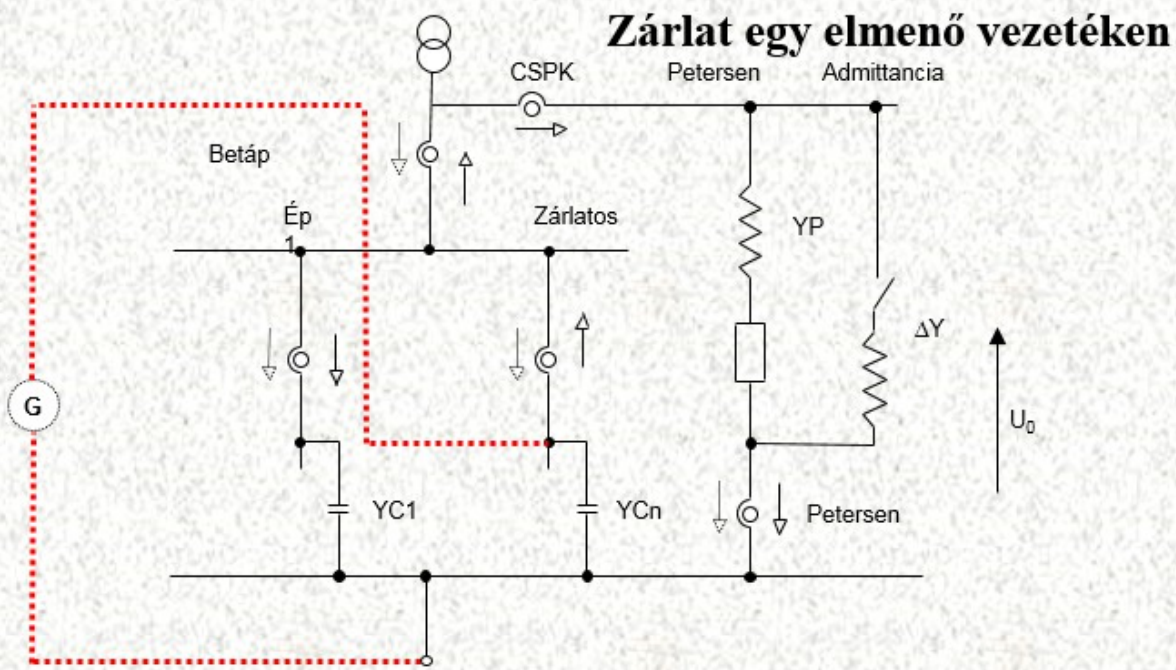
Földzárlatos leágazások azonosítása

Példa a nagyimpedanciás földzárlatra:



A Wisher-érzékelés nem jó megoldás!

Protecta megoldása: admittancia változtatás



	ΔY Kikapcsolva	ΔY bekapcsolva	Különbség
Ép leágazás	YC	YC	0
Zárlatos leágazás	-(YC+YP)	-(YC+YP+ΔY)	ΔY
Betáp	-YP	-(YP+ΔY)	ΔY
CSPK	-YP	-(YP+ΔY)	ΔY
Petersen	-YP	-(YP+ΔY)	ΔY

Protecta megoldása: admittancia változtatás

Előnyök:

- A kiválasztás gyors és megbízható
- Megszűnik a hibahelyen folyó nagy áramok miatti feszültség-emelkedések veszélye
- Minimális az átalakítási munka az eddigi FANOE-rendszerhez képest: a transzf. védelem a FANOE-ellenállás helyett a segédtekercset kapcsolja be
- Megmarad az eddigi mezőorientációs védelmi kialakítás: a tr. védelem a transzformátor mezőben, a leágazási védelem a leágazási mezőben véd

Protecta megoldása: admittancia változtatás

Előnyök:

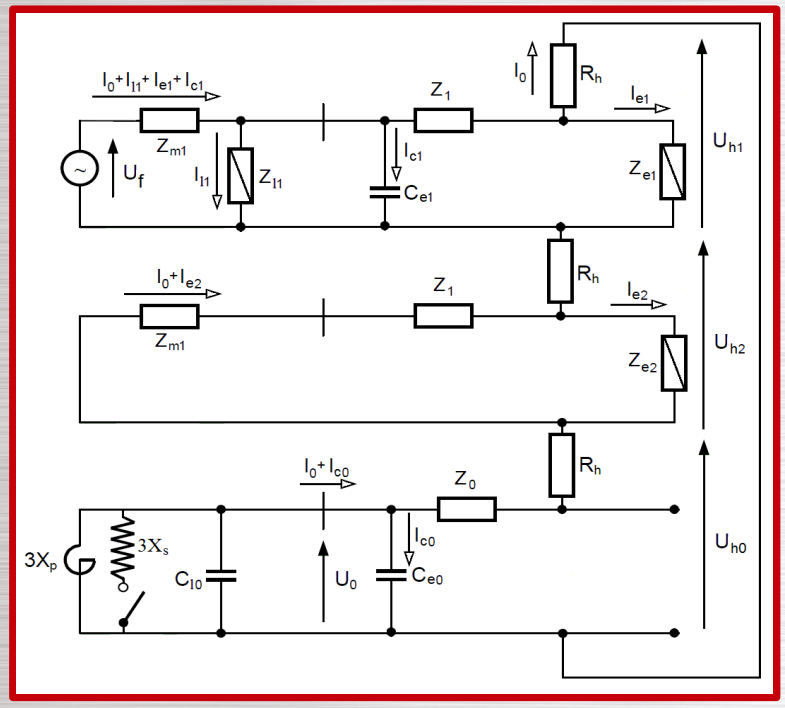
- A FANOE-rendszerről való áttérés történhet fokozatosan (leágazásonként), a két rendszer egymással párhuzamosan is működhet
- A korábbi földzárlat védelmeknél gyakran előforduló szögbeállítási problémák megszűnnek
- Nem csak gyűrűs áramváltóról, hanem a három fázisáram Holmgreen ágáról is táplálható a védelem
- Nagyimpedanciás és intermittens földzárlatok esetén is megbízhatóan kiválasztja a zárlatos leágazást

Protecta megoldása: admittancia változtatás

Előnyök:

- Kettős földzárlatok kezelésére is használható
- Lehetőség nyílik a földzárlati hibahely távolságának meghatározására
- Megmérhető a hibahelyi ellenállás is
- A fedővédelmet a transzformátor védelme adja, melynek érzékelési elve – hasonlóan a leágazási védelemhez – az admittanciamérésen alapul
- KÜÁ esetére egy olyan módszert fejlesztettünk ki, amely önidős (<100 ms) működésre képes

Hibahelyi távolságmérés



$$U_0 = I_0 Z_0 + I_0 R_h + U_{h0}$$
$$U_f = \left(I_0 + I_{l1} + I_{e1} + I_{c1}\right) Z_{m1} + \left(I_0 + I_{e1}\right) Z_1 + I_0 R_h + U_{h1}$$
$$0 = \left(I_0 + I_{e2}\right) Z_{m1} + \left(I_0 + I_{e2}\right) Z_1 + I_0 R_h + U_{h2}$$

+ ↓

Segédtekercs beiktatása előtt:

$$U_0^1 + U_f^1 = I_0^1 2Z_{m1} + \left(I_{11}^1 + I_{e1}^1 + I_{c1}^1 + I_{e2}^1\right) Z_{m1} + I_0^1\left(3Z_1\left(1+\alpha\right)\right) + \left(I_{e1}^1 + I_{e2}^1\right) Z_1 + 3I_0^1 R_h$$

Segédtekercs beiktatása után:

$$U_0^2 + U_f^2 = I_0^2 2Z_{m1} + \left(I_{11}^2 + I_{e1}^2 + I_{c1}^2 + I_{e2}^2\right) Z_{m1} + I_0^2\left(3Z_1\left(1+\alpha\right)\right) + \left(I_{e1}^2 + I_{e2}^2\right) Z_1 + 3I_0^2 R_h$$

Hibahelyi távolságmérés

Alapgondolat:

- zárlat alatt a segédtekercs beiktatása nem befolyásolja a terhelőáramot
- a beiktatás előtti, illetve beiktatás utáni áramok különbsége kiejti a terhelőáramot, és csak a zárlati áramkör árama (Io) marad

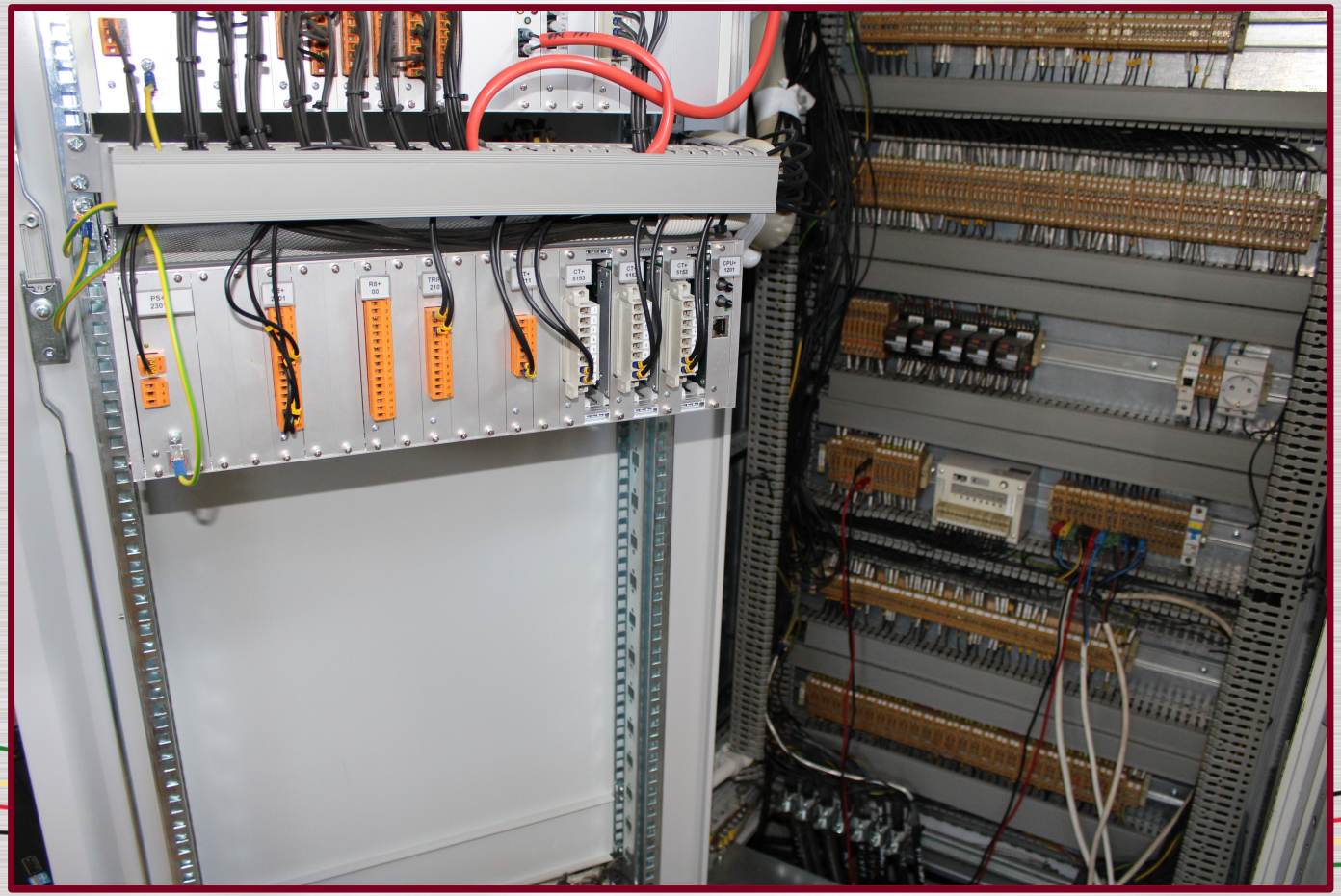
Átrendezés után az alábbi kifejezést kapjuk:

$$\frac{U_0^1 - U_0^2}{3\left(I_0^1 - I_0^2\right)} - \frac{2}{3} Z_{m1} = Z_1 \left(1 + \alpha\right) + R_h$$

PROTECTA HUNGARY

Dunakeszi tesztüzem

Helyszíni fotók: beltéri kialakítás

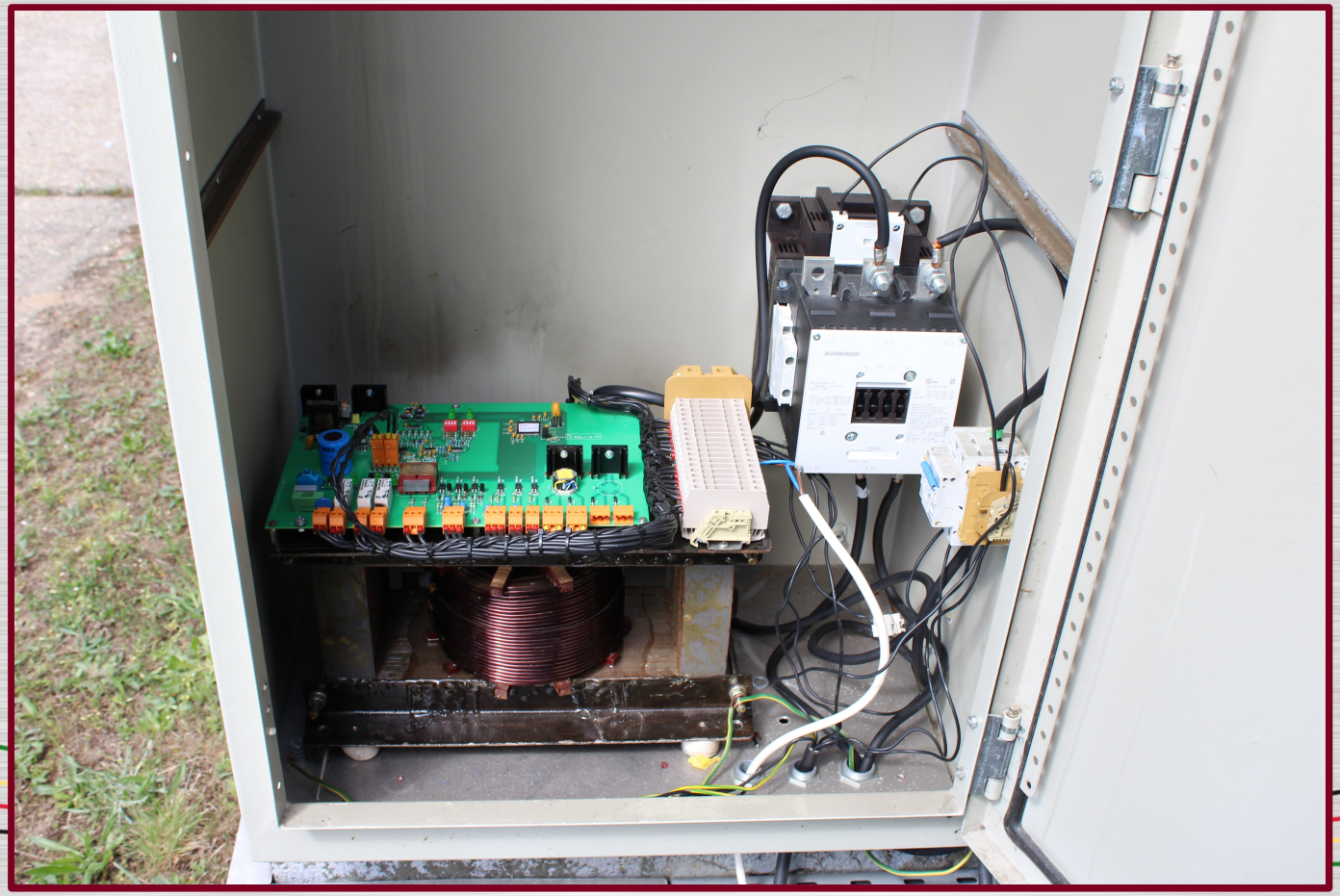


PROTECTION & CONTROL

PROTECTA HUNGARY

Dunakeszi tesztüzem

Helyszíni fotók: kültéri kialakítás



PROTECTION & CONTROL

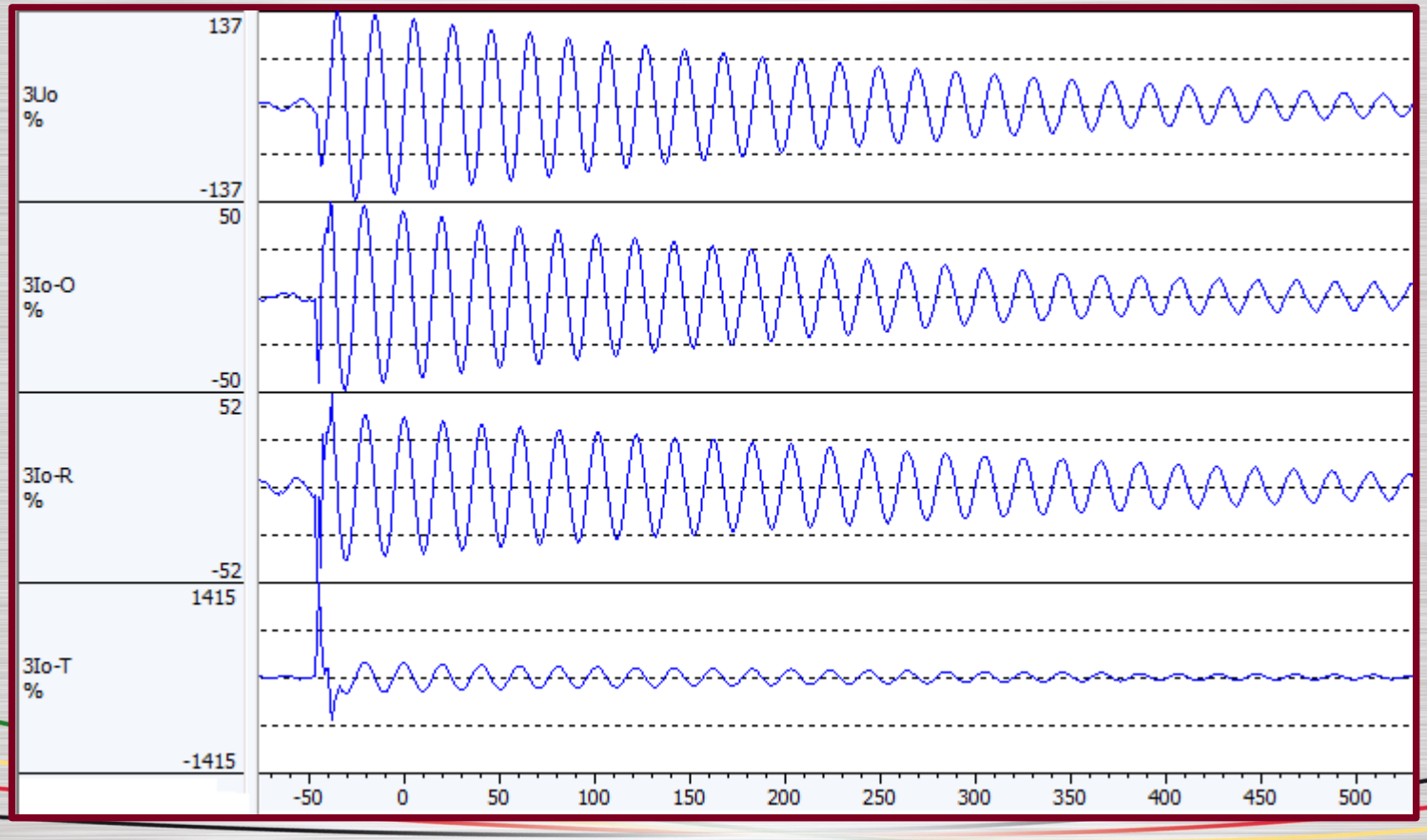
Dunakeszi tesztüzem

A tesztüzem ideje alatti események

- Kb. 30 tartósan fennmaradó (>2 sec) zárlat az admittanciavédelemmel védett 3 leágazáson
- Az elvárt eredményeket produkálta a védelem. A szükséges admittanciaváltozás minden esetben detektálható volt a zárlatos leágazásban, az ép leágazásokban pedig sosem szólalt meg tévesen
- Több száz esetben a zárlat rövid időn belül megszűnt (Petersen tekercs sikeresen oltott)

Dunakeszi tesztüzem

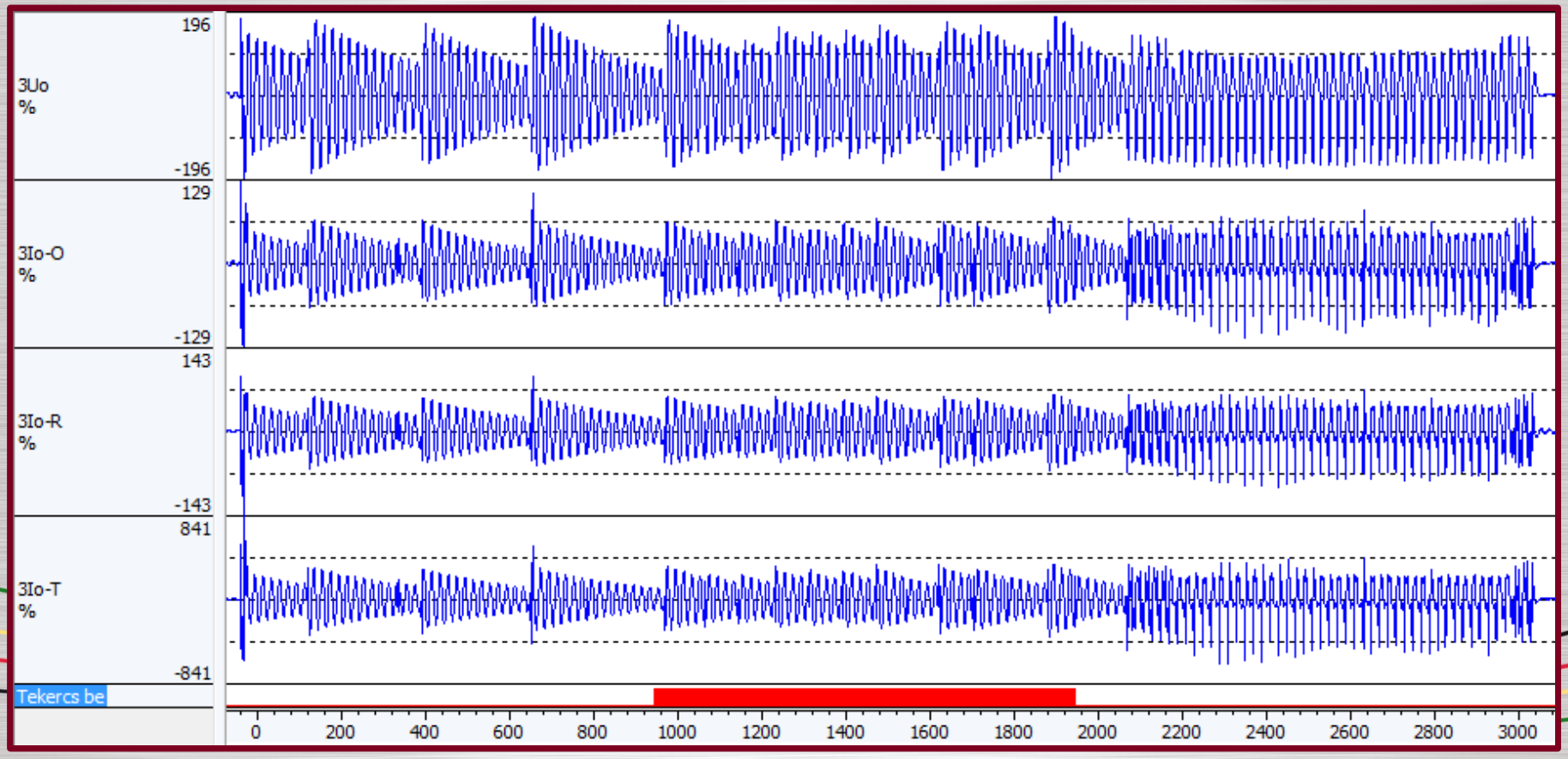
Példa a Petersen sikeres oltására



O: Alsógöd, R: Őrbottyán, T: Veresegyház

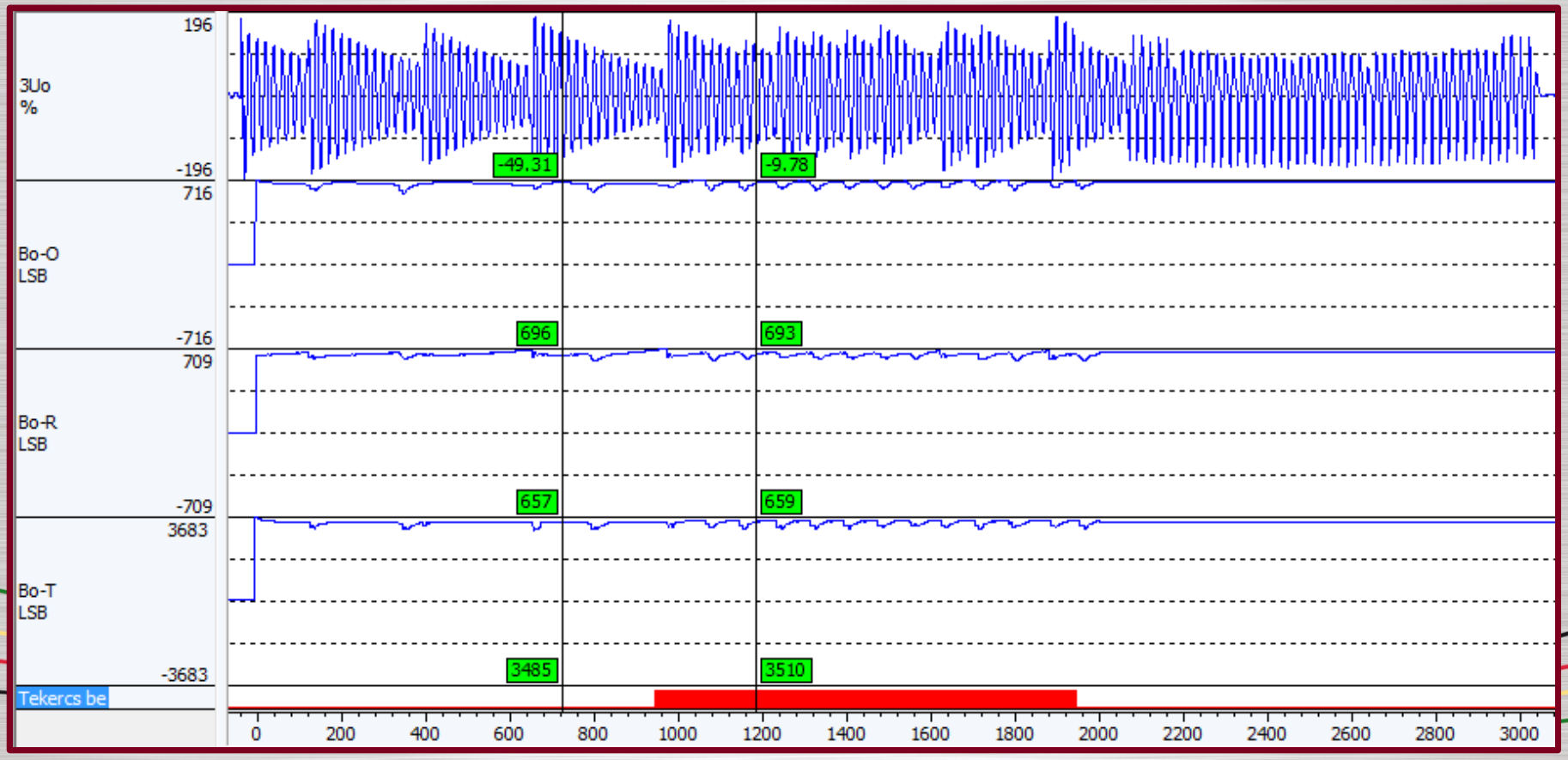
Dunakeszi tesztüzem

Zárlat idegen leágazásban (2014.08.25.)



Dunakeszi tesztüzem

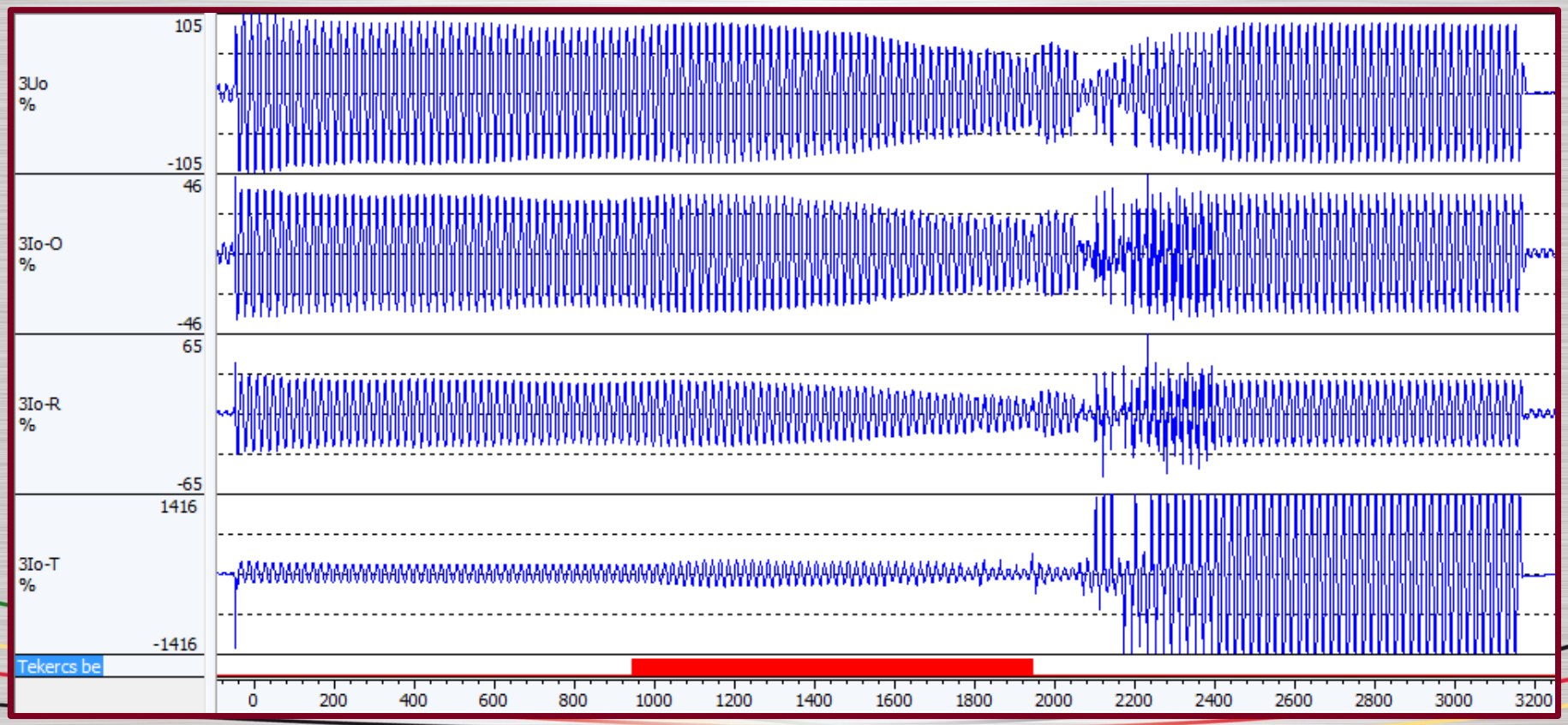
Mért admittanciák → nincs változás



PROTECTA HUNGARY

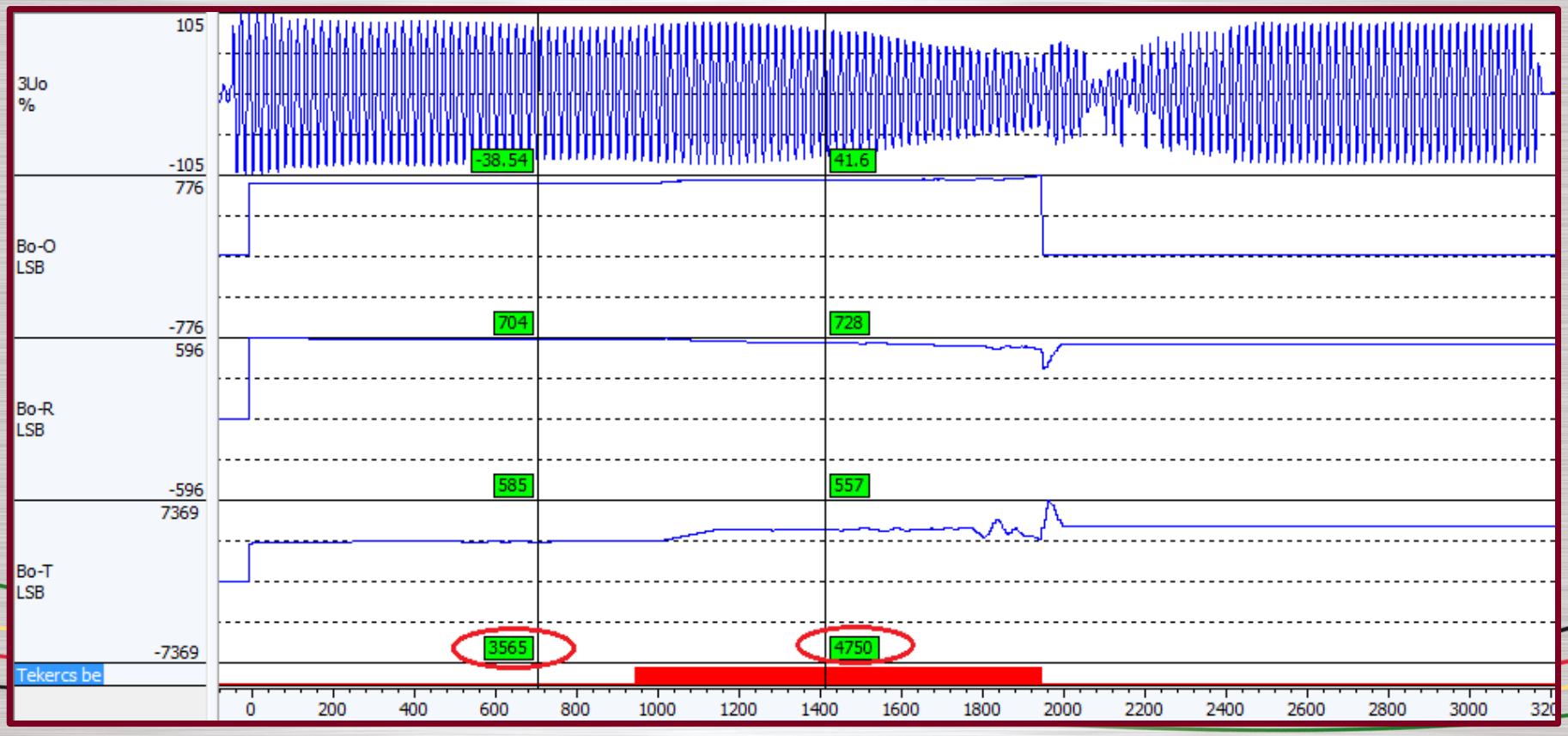
Dunakeszi tesztüzem

Zárlat saját leágazásban (2014.09.05.)



Dunakeszi tesztüzem

Mért admittanciák → változás ≈ 1200 µS



PROTECTA HUNGARY

Szekunder admittanciaváltozás kiszámítása saját leágazási zárlatnál

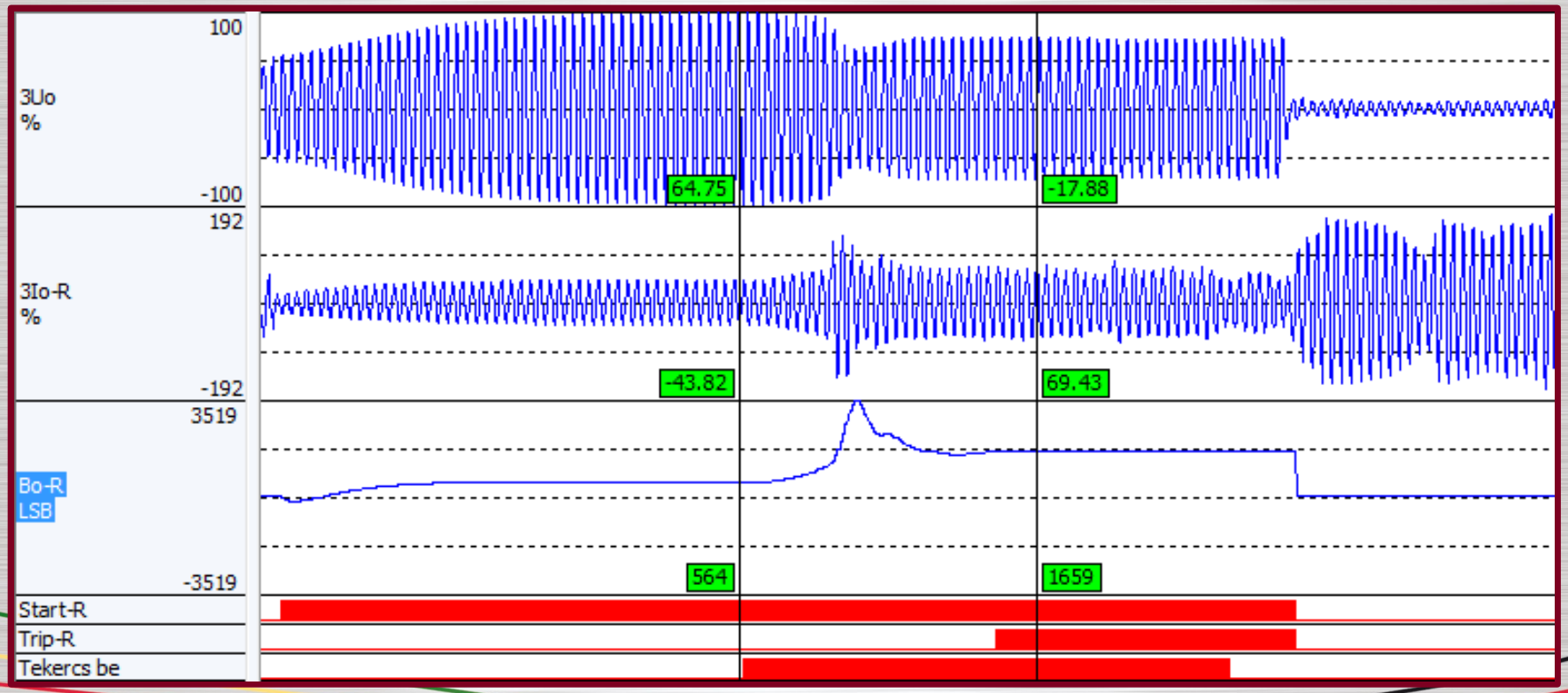
$$\Delta B_0^{szekunder} = \left[3 \times X_P^{szekunder} \times \left(\frac{U_P^{primer}}{U_P^{szekunder}} \right)^2 \right]^{-1} \times \frac{N_{VT}}{N_{CT}} =$$

$$= \left[3 \times 1{,}8\,\Omega \times \left(\frac{13300\text{V}}{425\text{V}} \right)^2 \right]^{-1} \times \frac{381{,}05}{60} = 1200{,}76\,\mu\,\text{Siemens}$$

PROTECTA HUNGARY

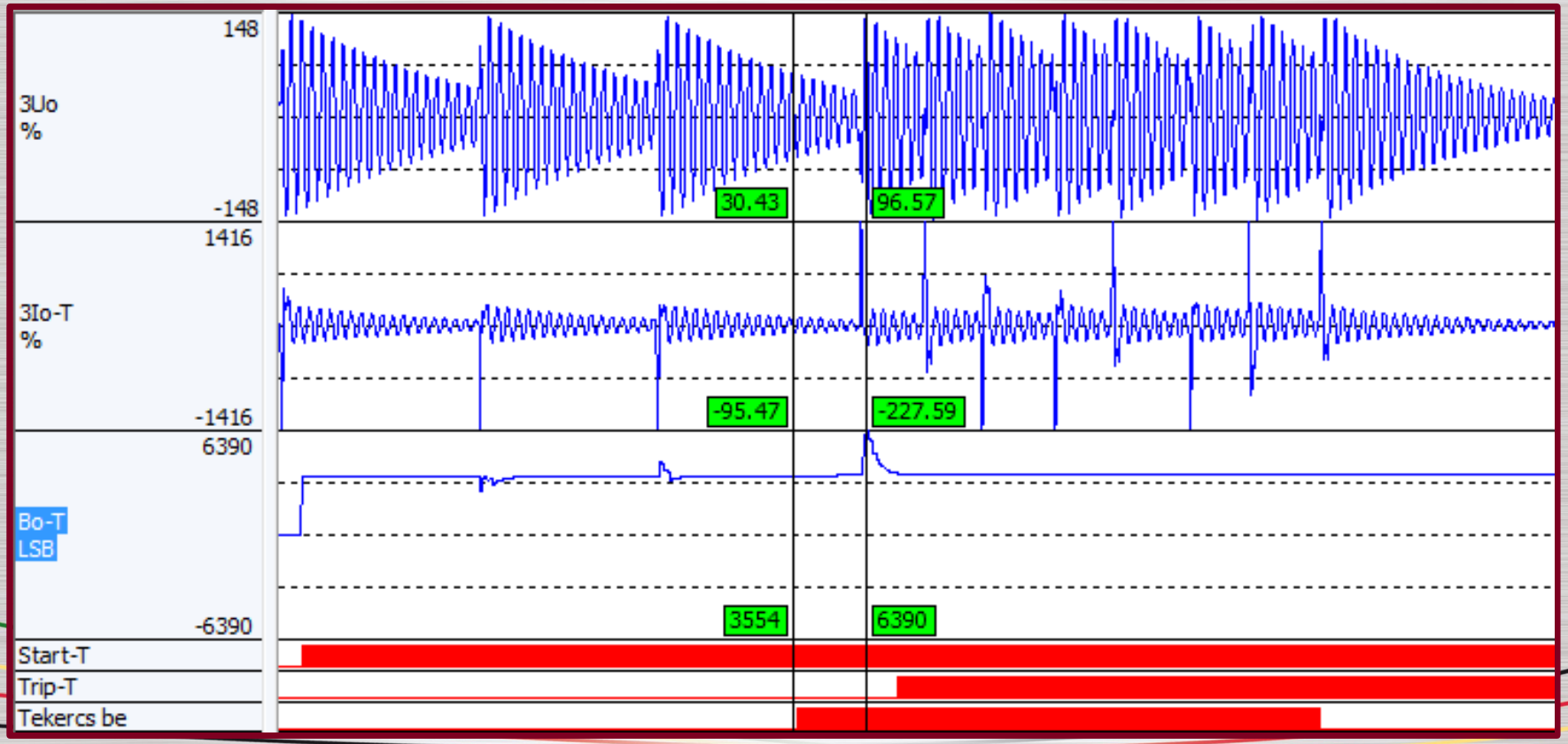
Dunakeszi tesztüzem

Nagyimpedanciás zárlat (Őrbottyán)



Dunakeszi tesztüzem

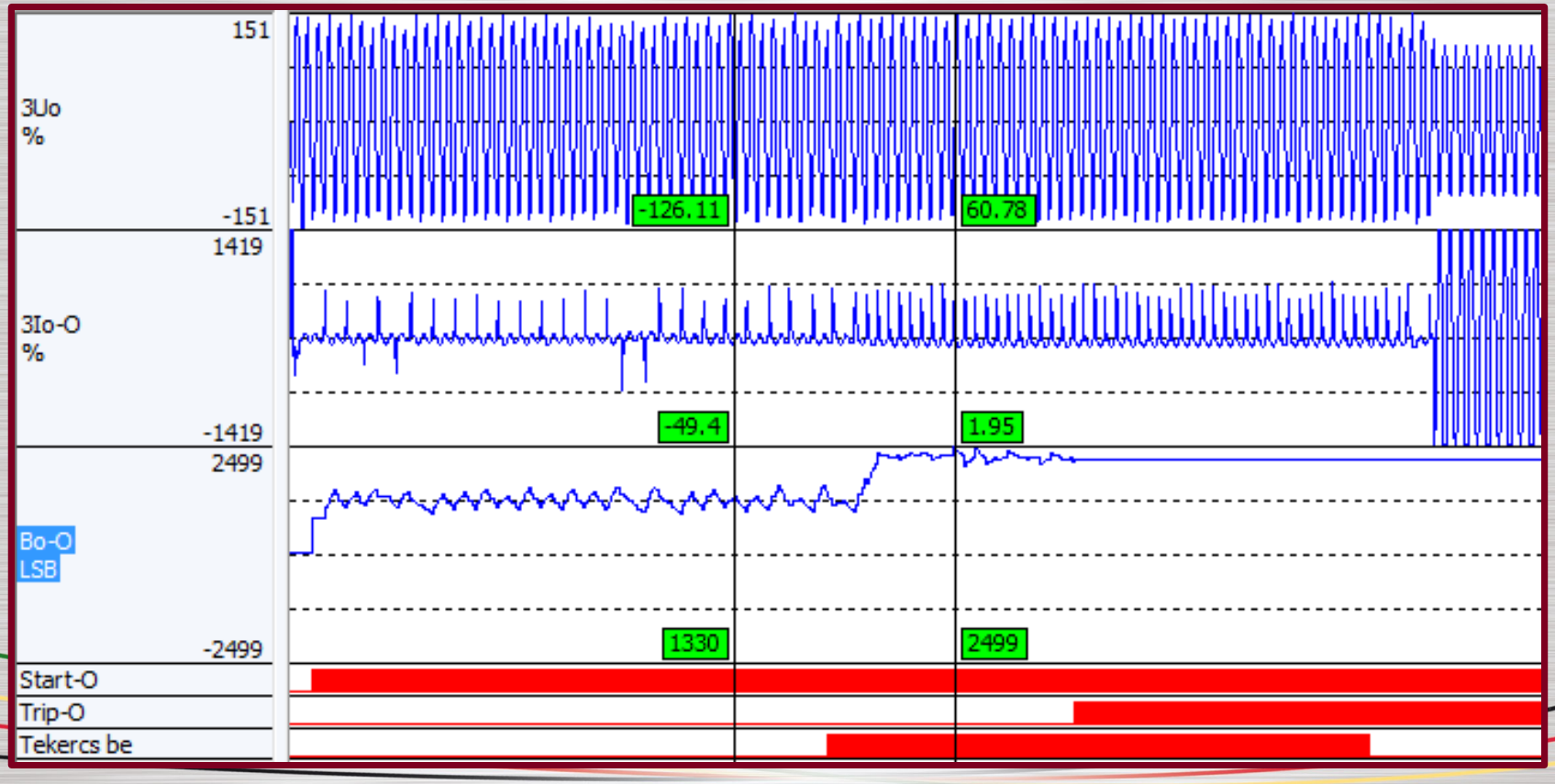
Intermittens zárlat (Veresegyház)



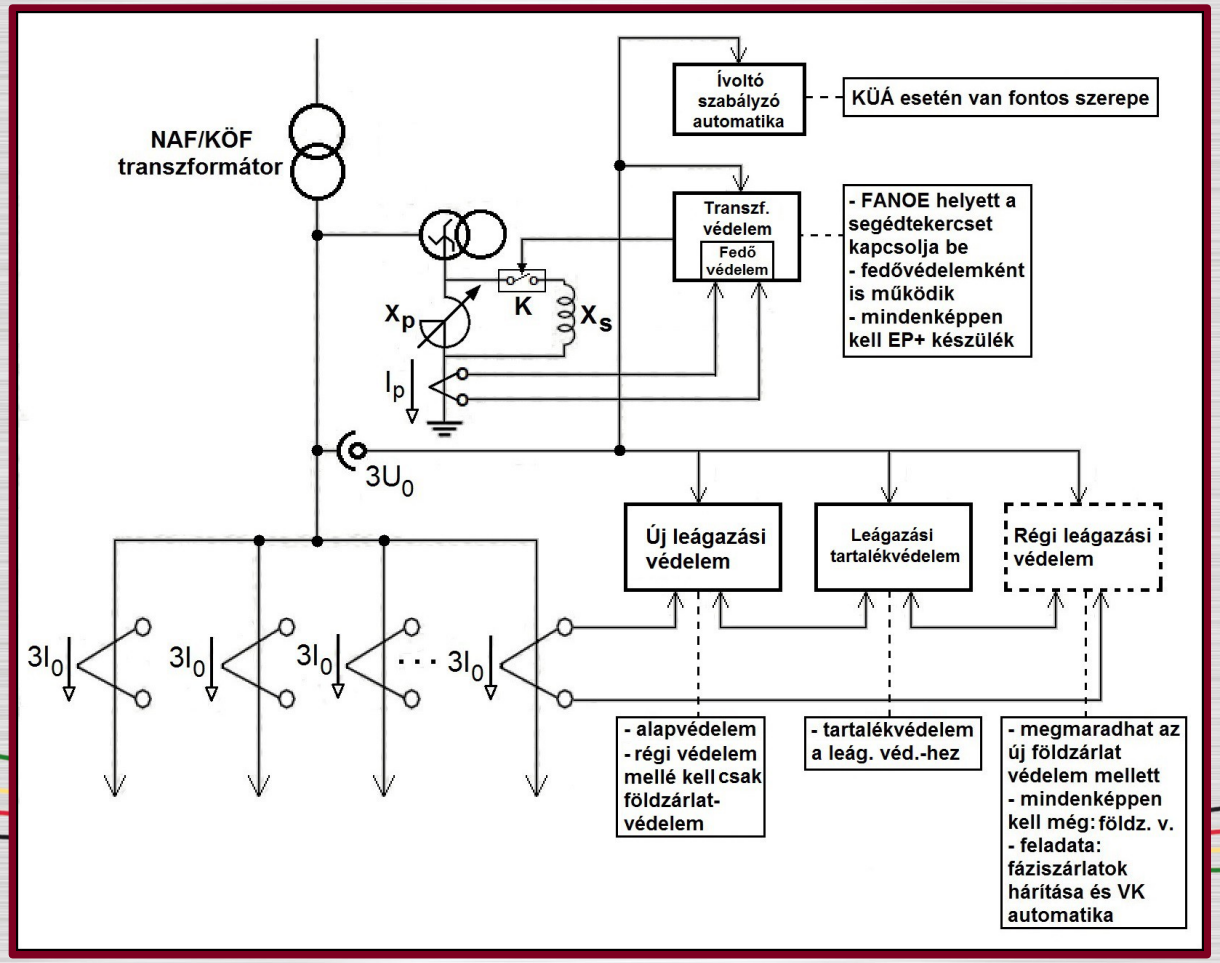
PROTECTA HUNGARY

Dunakeszi tesztüzem

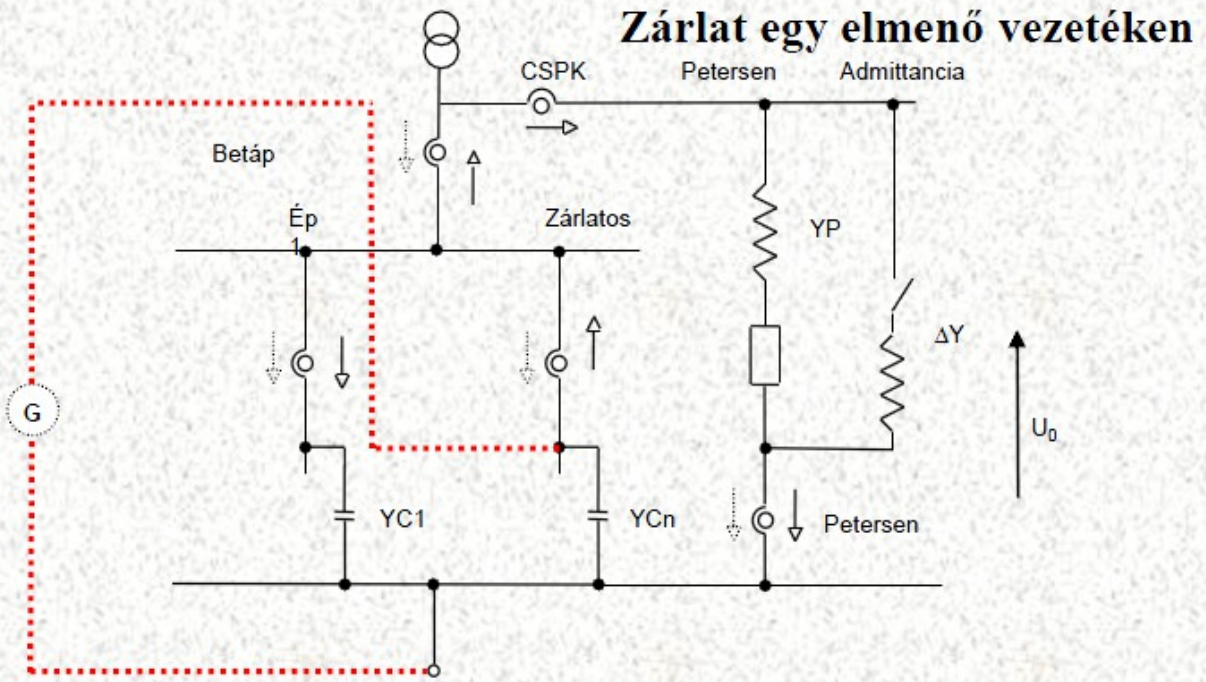
Periódusonként újragyulladó zárlat



Egy állomás sémája admittanciavédelmi szempontból



Fedővédelem: transzformátor védelem



	ΔY Kikapcsolva	ΔY bekapcsolva	Különbség
Ép leágazás	YC	YC	0
Zárlatos leágazás	-(YC+YP)	-(YC+YP+ΔY)	ΔY
Betáp	-YP	-(YP+ΔY)	ΔY
CSPK	-YP	-(YP+ΔY)	ΔY
Petersen	-YP	-(YP+ΔY)	ΔY

Fedővédelem

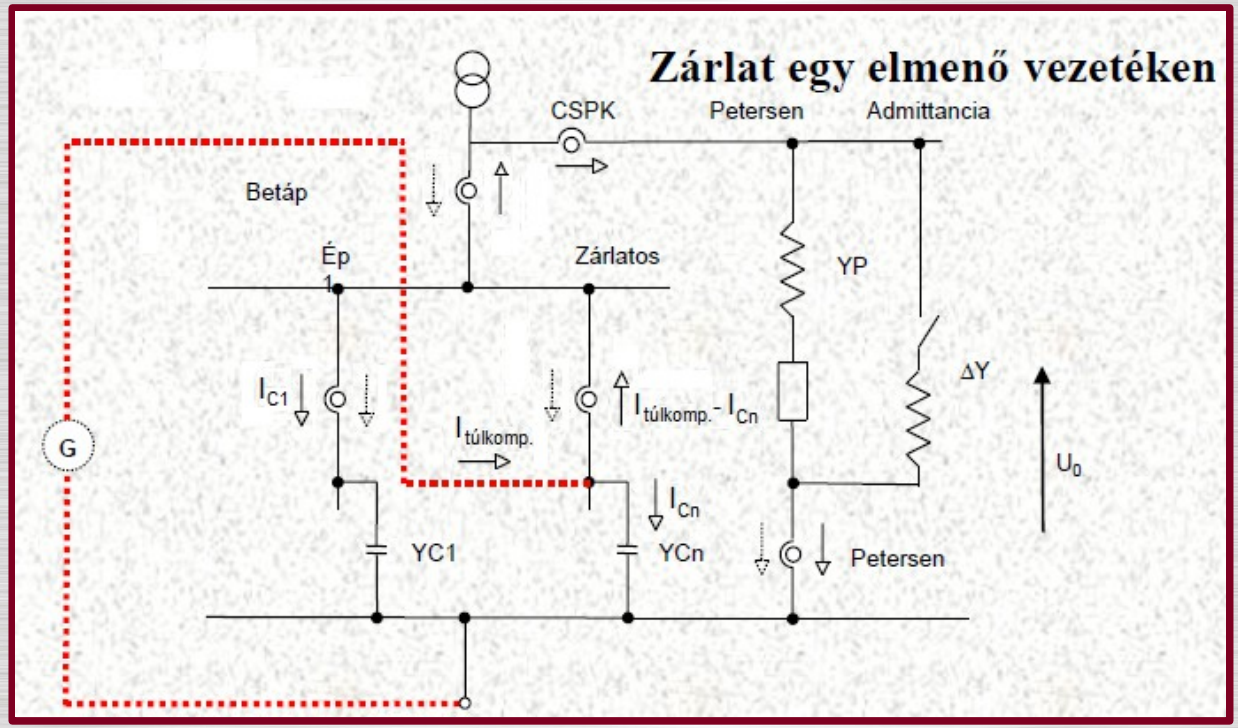
- A Petersen tekercs áramát és a zérus sorrendű feszültséget mérjük a transzformátor védelemben
- A Petersen mért áramában zárlatkor megjelenik a bekapcsolt segédtekercs árama is, így az admittanciaváltozást itt is érzékeljük. Ezért időkésleltetéssel megoldható a kikapcsolás
- Lehetőség van túláramvédelemmel is fedővédelmet adni a leágazásokra

Követelmények a KÜÁ ideje alatt

- a védelemnek azonnal, önidő alatt kell kikapcsolnia a zárlatos leágazást
- ezért nem várhatunk a Petersen oltására, és a segédtekercs beiktatása is lassú
- egy biztos megoldás kell, amely minden esetben kiválasztja a zárlatos leágazást (kis- vagy nagy hibahelyi ellenállású, intermittens zárlat stb.)

Az új elv KÜÁ-ra:

A zárlat ideje alatt mért admittanciák



Ép leágazás:

$$B_{0,ép} = \frac{I_{C1}}{U_0} = \frac{1}{-jX_{0,C1}} = jB_{0,C1}$$

Zárlatos leágazás:

$$B_{0,z} = \frac{-\left(I^{túlkomp.} - I_{Cn}\right)}{U_0} = \frac{1}{-jX_{0,Cn}} + \frac{1}{-jX^{túlkomp.}} = jB_{0,Cn} + jB^{túlkomp.}$$

A védelmi elv KÜÁ esetére

- Felkészülünk a KÜÁ-ra és megmérjük a leágazás zérus sorrendű admittanciáját (lásd: később)
- 20A túlkompenzálás (vagy ha ez nem lehetséges, akkor alulkompenzálás) tartására állítjuk be az ívoltó szabályzó automatikát. Ebből kiszámítható a túl- vagy alulkompenzálás admittanciája
- A zárlat fellépésekor az ép leágazások mért admittanciái nem változnak. A zárlatos leágazásban viszont a túl- vagy alulkompenzálás admittanciájával megváltozik a mért admittancia, ezt fogjuk érzékelni

Leágazási admittancia meghatározása

Amiket figyelembe kell venni:

- A mérést normál, üzemi állapotban kell elvégezni, amikor kicsi lehet az Uo és Io is (kicsi aszimmetria)
- A mért zérus sorrendű áramban szinte biztosan van hibaáram, amely egy mérés eredményét torzítja
- A védelmek áramváltói egy bizonyos áramhatár alatt pontatlanul mérnek (<1 mA)

Leágazási admittancia meghatározása

Megoldás a hibaáramra:

A mérés ideje alatt beiktatjuk a segédtekercset, és vesszük a beiktatás előtti, illetve beiktatás utáni zérus sorrendű áramok különbségét. Így kiesik a hibaáram, mivel a beiktatás során a hibaáram nem változik. A feszültségváltozást is felhasználva a leágazás admittanciája kiszámítható:

$$\frac{I_0^1 - I_0^2}{U_0^1 - U_0^2} = B_{0,C}$$

Leágazási admittancia meghatározása

Megoldás a kicsi Io áramra és Uo feszültségre:

- A Petersen szabályzó automatika elszabályozza automatikusan a Petersen tekercset a rezonancia irányába → nagyobb Uo és nagyobb Io lesz
- Ha még ez sem elég: a Petersen szekunder tekercs felőli oldaláról áramot injektálunk a hálózatba a szabályzó automatika segítségével.

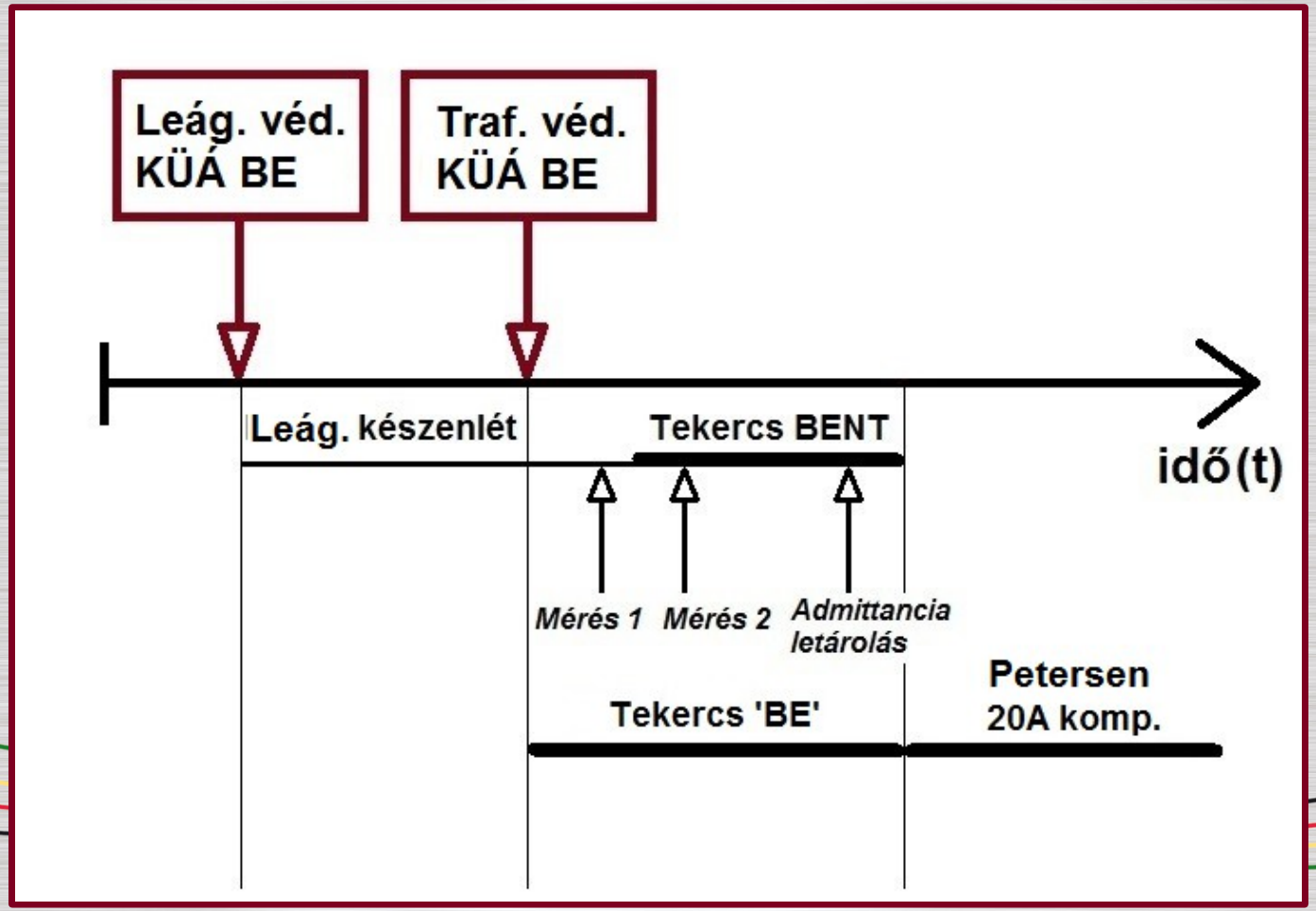
Hogy néz ki ez a gyakorlatban?

Lépések (fontos a sorrend!):

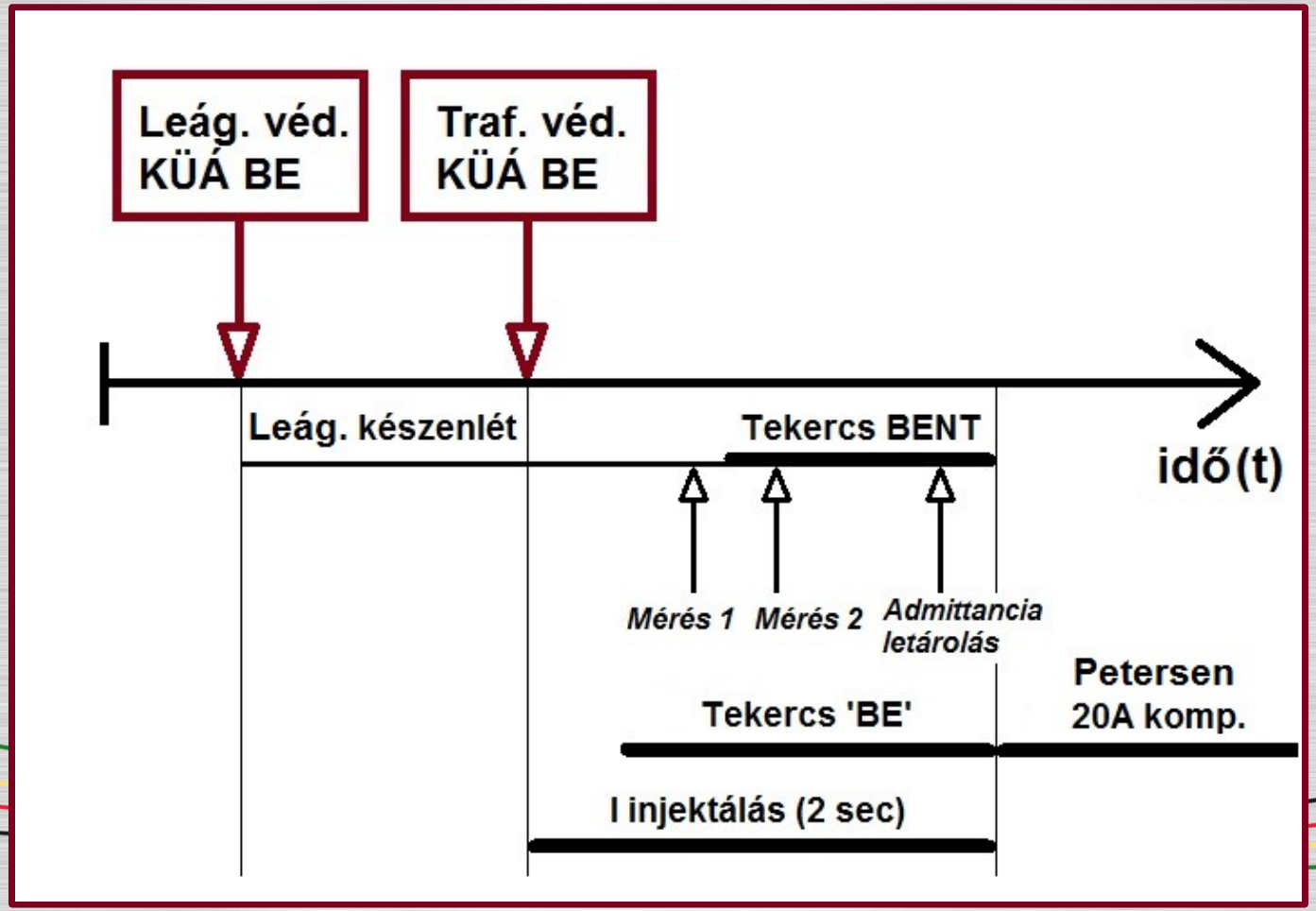
1. **Leág. védelem KÜÁ parancs:** a leágazási védelmet felkészíti az admittanciamérésre és KÜÁ készenlétre
2. **Traf. védelem KÜÁ parancs:** a védelem ellenőrzi, hogy van-e elegendő Uo feszültség. Amennyiben van, úgy a tr. védelem azonnal beteszi a segédtekercset. Amennyiben nincs, úgy a szabályzó automatika a rezonancia felé szabályoz. Ha még szükséges, áramot is beinjektál, majd a segédtekercset a tr. védelem bekapcsolja.

A tekercs kivétele után az ívoltó szabályzó automatika 20A túl- vagy alul kompenzálás tartására áll be.

Folyamatábra (3Uo > 5V)



Folyamatábra (3Uo < 5V)



További események KÜÁ alatt

Lehetséges, hogy egy leágazást csatolnak vagy leválasztanak KÜÁ alatt

→ a szabályzó automatika a megváltozott Uo-t érzékeli, és tartja a 20A túl- vagy alulkompenzált állapotot. Ha már ez sem lehetséges: a szabályzó automatika hibaüzenetet jelez (végállás).

Ha a KÜÁ-s leágazás változik, akkor a KÜÁ felkészülést újra el kell végezni → a munka szünetel

Nem KÜÁ-s leágazásokat hogyan védjük?

Mivel a kidolgozott (FANOE nélküli) KÜÁ módszer esetén a segédtekercset nem kell azonnal bekapcsolni, így a többi leágazásra megmaradhat a normál (nem KÜÁ-s) állapot szerinti védelmi eljárás:

→ Az Uo tartós fennmaradása esetén (amikor tehát nem a KÜÁ-s leágazásban van zárlat) 1 sec múlva bekapcsoljuk a segédtekercset, és az admittancia változásra kiválasztjuk a zárlatos leágazást

PROTECTA HUNGARY

Mi a helyzet az aláosztott védelmekkel?

- Itt eddig a FANOE áramnövelő hatása miatt túláramvédelemmel oldották meg a kiválasztást
- Az új szabvány miatt viszont nem lehetséges a zárlati áram ilyen mértékű növelése
- Így a zárlati áram nem határolódik el egyértelműen a kapacitív töltőáramtól, ezért érzékeny védelem kell
- Minden aláosztott védelmet át kell alakítani admittanciavédelemre (Protecta készülék)

Mi a helyzet az oszlopkapcsolókkal?

- Itt is a FANOE áramnövelő hatása miatt túláramvédelemmel oldották meg a kiválasztást
- Azokon a leágazási oszlopokon, ahol kicsi a szárny kiterjedése (tehát kicsi a töltőáram), ott egyszerű túláramvédelemmel megoldható a kiválasztás
- A többi helyen Uo mérésre van szükség az admittanciaméréshez: a Protecta erre egy speciális készüléket fejleszt, amely képes lesz Uo-t mérni

Mi a helyzet a zárlati irányjelzőkkel?

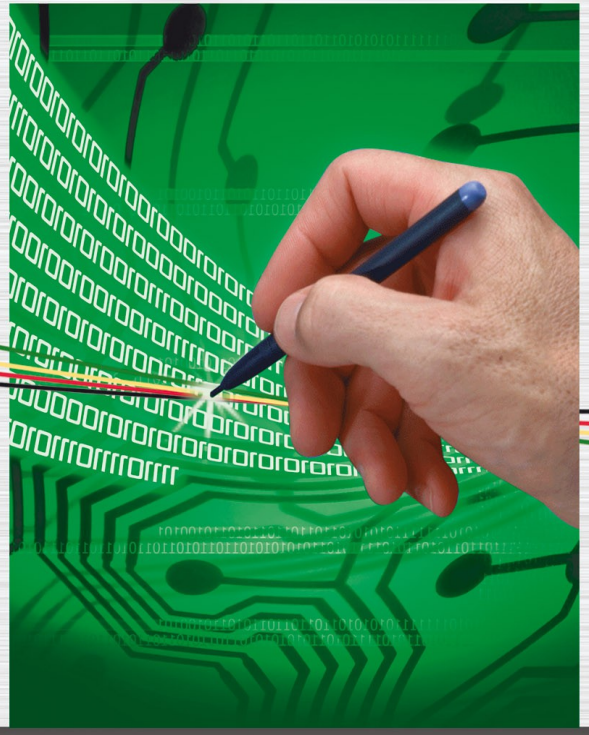
- A zárlati irányjelzők működési elve a zárlat tranziens szakaszának kiértékelésén alapul
- Az irányt így pár ms-on belül meg tudja határozni
- Ezért nincs jelentősége annak, hogy 1-2 sec múlva a FANOE helyett a segédtekercset kapcsoljuk be
- A zárlati irányjelzőkre tehát semmilyen hatással nincs az új elv, minden irányjelző ugyanúgy fog működni, ahogy eddig is működött

Átmeneti terv az áttérésre

- A régi földzárlatvédelmi rendszert kell az újra átalakítani
- Az áttérés nem történik egyszerre: leágazásonként is lehetséges a csere az állomási és aláosztott védelmekre
- Párhuzamosan üzemel együtt a segédtekercs a FANOE ellenállással (előbbi 1, utóbbi 2 sec múlva bekapcsol)
- Amelyik leágazásban még a régi rendszer van, ott marad a FANOE-megoldás, a többi leágazásban az új védelmi elv szerinti rendszer lesz kialakítva.

PROTECTA HUNGARY

Köszönöm a figyelmet!



PROTECTION & CONTROL