

Védelmek és automatikák

Előadás.



2012-2013 ÉV, I. FÉLÉV



Előadó:
Póka Gyula

1. előadás.



- Bevezetés, irodalom.
- Internet-hozzáférés.
- Hálózati kapcsolóautomatikák felosztása
- Védelmi alapfogalmak.
- Védelmekkel és védelmi rendszerekkel szemben támasztott követelmények.
- Generációk.
- Védelmi rendszer tervezése.

Előadások megosztása.

Póka Gyula: péntek, 8¹⁵-10^h, $\approx 8 \times 2$ óra:

Védelmek és automatikák elvei, fajtái, tervezése, működése.

Varjú György: péntek, 8¹⁵-10^h, $\approx 3 \times 2$ óra:

Alállomási elektromágneses zavarok (EMI). Védelmek EMC követelményei és vizsgálata.

Petri Kornél: péntek, 8¹⁵-10^h, $\approx 2 \times 2$ óra:

Mikroprocesszoros védelmek felépítése, védelmi algoritmusok.
Digitális védelmek hardver-megoldásai

Zerényi József: szerda, 10¹⁵-12^h, $\approx 5 \times 2$ óra:

- 120 kV-0,4 kV feszültség szintek üzemzavari viszonyai,
feszültségletörés elleni védekezés.

- Elosztóhálózati és ipartelepi hálózatok védelmei és automatikái,
beállítások.

Védelmi laboratóriumi mérések: → kiegészítő, néhol vizsgaanyag.

Védelmek és automatikák.

Előadók.



Varjú György, Póka Gyula, Petri Kornél, Zerényi József

Vizsgakövetelmények.

● TANTÁRGYI ADATLAP SZERINT.

Előfeltétel: a szorgalmi időszakban írt zárthelyi legalább elégséges megírása (van egy pótzárthelyi lehetőség).

Vizsga: írásbeli vizsga, indokolt esetben szóbeli kiegészítés lehetőségével. A vizsga-osztályzatnál a zárthelyik eredménye 25 %-ban a hallgató kérésére figyelembe vehető.

Az előadást segítő könyvek, jegyzetek és egyéb segédanyagok *(Póka Gyula)*

Jegyzet. Póka Gyula: *Védelmek tervezése*. 1970. Két kötet: 4727 (*A védelmek elvi kérdései. Kapcsolódó készülékek. Karakterisztikák*) és 4762 (*A védelmek alkalmazási kérdései. Különböző védelemfajták. Beállításszámítás*). Budapesti Műszaki Egyetem Mérnöki Továbbképző Intézete

Könyv. *Védelmek és automatikák villamosenergia-rendszerekben*. 1988. Budapest, Magyar Elektrotechnikai Egyesület - Műszaki Könyvkiadó. Szerkesztette Póka Gyula (*ez az úgy nevezett „KÉK KÖNYV”*).

Elektronikus anyagok. Interneten a következő helyen érhetők el:

<http://www.vet.bme.hu/okt/msc/ver/vedaut/index.htm>

- *Tanulmányok*: Áramváltók tranziens méretezése. Távolsági védelem.
- *Vizsga*: Vizsgakérdések „Ellenőrző kérdések” (2011.-re).

BME VET - Mozilla Firefox

Fájl Szerkesztés Nézet Előzmények Könyvjelzők Eszközök Súgó

BME VET x Új lap x +

Vissza Előre Frissítés Leállítás AVG Secure Search Kezdőlap AVG Do Not Track

Gmail iGoogle inforadio.hu Google Hírek Magyar Katolikus Egy... Mária Rádió - Jézust ... Webcam 1 | SakerLife... http://golya.mme.hu/... PAC World magazine ... >>

AVG Keresés... Keresés Biztonságos Időjárás Facebook Speedtest

VET Oktatás Kutatás Munkatársak Információk

Villamos Energetika Tanszék **Védelmek és automatikák**

Hírek

Tananyag

Ellenőrző kérdések

Adatlap

Zárthelyi eredmények elérhetőek [itt](#).

A pótzh december 16. reggel 8:00-9:30 között lesz megtartva a V1.320 teremben.

Utoljára frissítve: 2011-12-13

Az indításhoz kattintson ide.

Start Scriptum GIB - A... 02-PÓKA VEDA... Microsoft Power... BME VET - Mozill... névtelen - Paint HU 17:34

„Tananyag”-ra
kattintva →

BME VET - Mozilla Firefox

Fájl Szerkesztés Nézet Előzmények Könyvjelzők Eszközök Súgó

BME VET x Új lap x +

Vissza Előre www.vet.bme.hu/okt/msc/ver/vedaui/index.htm Frissítés Leállítás AVG Secure Search Kezdőlap AVG Do Not Track

Gmail iGoogle inforadio.hu Google Hírek Magyar Katolikus Egy... Mária Rádió - Jézust ... Webcam 1 | SakerLife... http://golya.mme.hu/... PAC World magazine ...

AVG Keresés... Keresés Biztonságos Időjárás Facebook Speedtest

VET Oktatás Kutatás Munkatársak Információk

Villamos Energetika Tanszék

Védelmek és automatikák

Hírek

Tananyag

Ellenőrző kérdések

Adatlap

- Zerényi József előadásaihoz/gyakorlataihoz:
 - [Relévédelmek előadás](#) - PDF (13MB)
 - [Reszinkron előadás](#) - PDF (12 MB)
 - [Gyakorlat anyag 3](#) - PDF (12 MB)
 - [Gyakorlat anyag 3a](#) - PDF (9 MB)
 - [Gyakorlat anyag 4](#) - PDF (8 MB)
 - [Gyakorlat anyag 5](#) - PDF (8,5 MB)
 - [Gyakorlat anyag 6](#) - PDF (8,8 MB)
 - [Gyakorlat anyag 7](#) - PDF (2,5 MB)
 - [Gyakorlat anyag 7a](#) - PDF (2,9 MB)
- Póka Gyula része:

Áramváltók tranziens méretezése, [\(doc\)](#)

Távolsági védelem [\(doc\)](#)

 - [1. előadás](#), (ppt)
 - [2. előadás](#), (ppt)
 - [3. előadás](#), (ppt)
 - [4. előadás](#), (ppt)
 - [5. előadás](#), (ppt)
 - [6. előadás](#), (ppt)
 - [7. előadás](#), (ppt)
 - [8. előadás](#), (ppt)
 - [9. előadás](#), (ppt)

Vizsgakérdések: [\(2011 VÉDAUT vizsgakérd.doc\)](#)
- Dr. Varjú György előadásai:
 - [01 EMC-tervezes v08ppt](#), [02 EMC-szabv-oszt](#), [03 Alall-EMI-kornv oszt v09](#)
 - [04 szakasz-tranz](#), [05 Alall-EMC-vizsgalat v08](#), [06-Alallomasi EMC foldeles info](#)

13. témakör: [13 ITU T limits.pdf](#) (30 kB)

Vizsgakérdések EMC 2007: [VEDAUT EMC vizsgakerd 07.pdf](#)

Start Scriptum GIB - A... 02-PÓKA VEDA... Microsoft Power... BME VET - Mozill... névtelen - Paint HU 17:39

**Tananyagra kattintva:
megjelennek a 2009/2010 tanév anyagai
és az 2011-es vizsgakérdések**

Hálózati kapcsolóautomatikák felosztása

Automatikák felosztása.

HÁLÓZATI AUTOMATIKÁK

(folyamatszabályozó automatikák nem)

Védelmek

Védelmek a legfontosabb automatikák, nélkülük villamos-energia-rendszer nem üzemelhet.

Üzemzavari automatikák

Vissza-
kapcsoló
automatikák
HVA, EVA,
GVA, LVA

SCADA

Supervisory Control And Data Acquisition

Zavaríró, eseményrögzítő.

Rendszer-
automatikák
Automatikus,
kézi, FTK

Átkapcsoló
automatikák
eseményvezérlésű
pl. ETRA
állapotvezérlésű
pl. ÁTRA

Üzemviteli automatikák

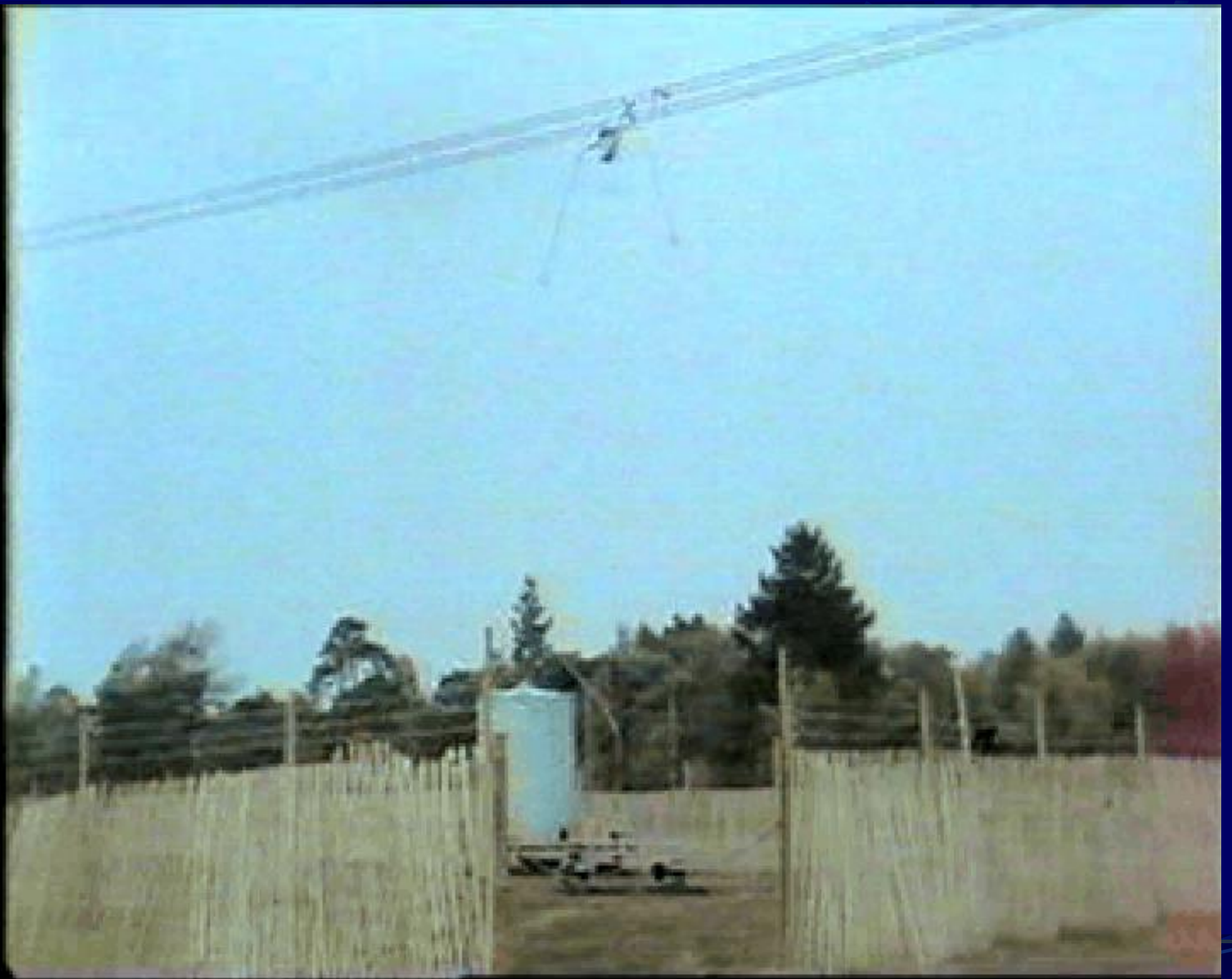
Kezelő-
személyzet
helyettesítő
automatikák
(pl.kompenzálás-
hangoló aut.,
fesz.szab.aut.,
kond.telep kapcs.
aut.,
jelzésrögzítés)

Technológiai
automatikák
(pl.:
segédüzemi
átkapcsoló
automatika,
tr. hűtés-
automatika)



Villamos ív







Védelem (védelmi funkció), illetve védelmi rendszer feladata...

... a villamos energiarendszerekben vagy azok egyes részeiben bekövetkezett hibát vagy rendellenes üzemállapotot érezékelni, és emberi beavatkozástól függetlenül, a hiba helyének megállapítása vagy a normálistól eltérő üzemállapot kimutatása **UTÁN** a hibás berendezést kikapcsolni, illetőleg a személyzetnek jelzést adni (+adatrögzítés).

Cél: → további rombolódás elkerülése (ív)
→ energiarendszer ép részeinek }
zavartalan üzeme }

KÁR

Láncreakció!

CSENDES ŐRSZEM

„SILENT SENTINEL”

A védelem (védelmi funkció):

“Silent Sentinel”, csendes őrszem, mozdulatlanul figyelő indián, amely azonban veszély felleptekor villanásszerűen felismeri a helyzetet, megítéli, és cselekszik.

Ennek céljából:

a védelmekkel és védelmi rendszerekkel szemben támasztott követelmények a következők:

szelektivitás,
gyors működés,
üzembiztonság,

érzékenység,
egyszerűség,
gazdaságosság



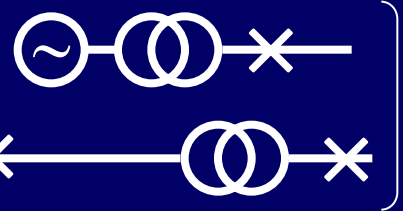
Védelmekkel és védelmi rendszerekkel szemben támasztott követelmények. (1)

1.) Szelektivitás. Csak az a rész essen ki, amelyik hibás.

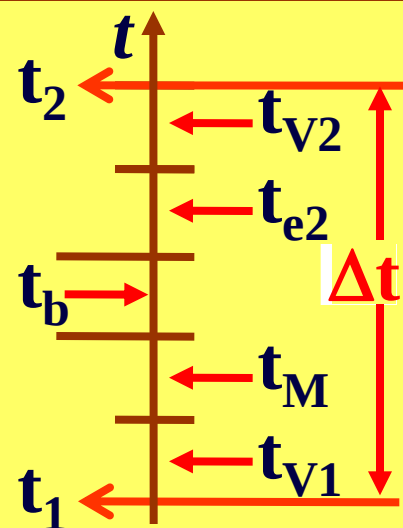
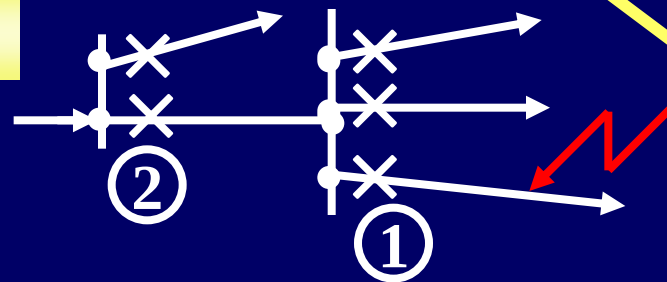
Abszolút szelektív védelmek → differenciál-elvű védelmek.

Relatív szelektív védelmek → áramlépcsőzés
→ impedancia-lépcsőzés
→ időlépcsőzés

* Megszakítókra részekre tagolás (egységkapcsolás:



* **Szelektív időlépcső:**



$$t_2 - t_1 = \Delta t \geq t_{V1} + t_M + t_b + t_{e2} + t_{V2}$$

t_V = időrelé-szórás, t_M = megszakító KI-önidő,

t_{e2} = 2.véd.visszaesési idő, t_b = biztonsági idő.

Védelmekkel és védelmi rendszerekkel szemben támasztott követelmények. (3)

4.) Érzékenység. Azt jelenti: a védelem biztosan/szelektíven érzékeljen:

- ⊗ minden fajta hibát (alapvédelem: egyszerű+2xFf→cross-country fault),
- ⊗ minden üzemállapot-variáció mellett (max.-min. → később), és
- ⊗ minden zavaró tényező mellett (R_h , lengés, túlterhelés, védelmi hiba, adatismereti hiba, stb.)

5.) Egyszerűség. Ha szükséges: kompromisszumot kell alkalmazni:

- ▷ kis valószínűségű hibák } figyelmen kívül hagyása.
- ▷ kis valószínűségű üzemállapotok } DE: alapvédelmi holtsáv nem lehet!

6.) Gazdaságosság. Alapszempont: a védelem sokkal nagyobb értéket véd, mint saját értéke.

Új védelem, mint többlet alkalmazása akkor gazdaságos, ha több hasznot hoz a zárlatok jobb (gyorsabb, stb.) hárításával, mint amennyi kárt okoz felesleges kioldásával.

Védelmekkel és védelmi rendszerekkel szemben támasztott követelmények. (2)

2.) Gyors működés. Célja: → 1.) Sérülés csökkentése a hibahelyen

$$R \approx \frac{28700 \cdot \ell}{I^{1,4}} \Omega,$$

(Warrington-képlet)

$$Q = I^2 R t = k \cdot I^{0,6} \cdot t \text{ Joule}$$

→ 2.) Ép részek üzeme zavartalan legyen

- ▷ ép részek zárlati igénybevétele
- ▷ generátor-erőművi stabilitás

- ▷ fogyasztói stabilitás
- ▷ balesetcsökkentés

3.) Üzembiztonság. Részei:

- * védelmi tartalékolás (fontossága miatt részletesen később)
- * védelem és a csatlakozó körök megbízhatósága

Megebízhatóság (Reliability) [házasság]

Biztos működés saját zárlatra
(Dependability) [jó szerető]

Felesleges működés elkerülése idegen zárlatra
(Security) [hűség]

VÉDELEM MÉRŐELEMNEK BEÁLLÍTÁSA.

Ha egy túláram-mérőelemnek ($I >$) biztosan meg kell szólalni adott I_x értékre és felette, akkor a beállítás egyenlete, (I_x alá állítás):

$$I_{be} \cdot (1 + \varepsilon) \leq I_x \longrightarrow I_{be} \leq \frac{I_x}{1 + \varepsilon}$$

Ha egy túláram-mérőelemnek ($I >$) biztosan nem szabad meg szólalni adott I_y értékre és alatta, akkor a beállítás egyenlete, (I_y fölé állítás):

$$I_{be} \cdot (1 - \varepsilon) \geq I_y \longrightarrow I_{be} \geq \frac{I_y}{1 - \varepsilon}$$

Ha egy impedanciacsökkenési mérőelemnek ($Z <$) biztosan meg kell szólalni adott Z_x értékre és alatta, akkor a beállítás egyenlete, (Z_x fölé állítás):

$$Z_{be} \cdot (1 - \varepsilon) \geq Z_x \longrightarrow Z_{be} \geq \frac{Z_x}{1 - \varepsilon}$$

Ha egy impedanciacsökkenési mérőelemnek ($Z <$) biztosan nem szabad meg szólalni adott Z_y értékre és alatta, akkor a beállítás egyenlete, (Z_y alá állítás):

$$Z_{be} \cdot (1 + \varepsilon) \leq Z_y \longrightarrow Z_{be} \leq \frac{Z_y}{1 + \varepsilon}$$

$\varepsilon \rightarrow$ az adatismereti hiba, a mérőváltók leképzési hibája, a védelem hibája, a hibahelyi ellenállás zavarása (?) stb. figyelembe vételére.

FEGYVERTÁR.

A védelmi feladatok megvalósítására rendelkezésre álló
védelmi fegyvertár
a következő:

- $I > I_t$ túláram-érzékelés
- $Z < Z_t$ impedanciacsökkenés-érzékelés
- $Z_1 - Z_2 - Z_3 \dots < \cap S \rightarrow t_1 - t_2 - t_3 \dots$ távolsági védelem
 - $\Sigma I - \Delta I$ differenciál-elvű érzékelés
 - $3I_0 > \cap S_0 \rightarrow t$ földzárlat érzékelés
- Speciális védelmek (frekvencia, feszültség, stb.)

VÉDELMI GENERÁCIÓK.

Védelmi elvek: $\approx$ azonosak, (de néha más megoldás új ötlet vagy új eszközök miatti új elvek miatt, pl. $\mu P \rightarrow$ telj.íránymérés)

Kivitel: változik $\rightarrow$ viszonylag gyorsan.

Jellemző osztályozás: különböző GENERÁCIÓK,

(pl. itt: távolsági védelem alapján)

önidő

- | | |
|--|---------------|
| a.) <u>Robusztus kivitelű elektromechanikus védelem</u> | 200..250 ms |
| b.) <u>Gyors távolsági védelem</u> (szintén el.mech.véd.) | ≤ 100 ms |
| c.) <u>Egyenirányítós elvű védelem</u>
(félíg elektromechanikus, félíg félvezetős) | 40...60 ms |
| d.) <u>Sztatikus (elektronikus) védelem</u>
(integráló jellegű — impulzus elvű) | 10...30 ms |
| e.) <u>Digitális (numerikus, mikroprocesszoros) védelem</u>
(mintavételezés + A/D átalakítás + digitális feldolgozás) | 10...30 ms |

**BBC gyártmányú
L3wyaS típusú
távolsági védelem
(teljesen elektro-
mechanikus)**



1.) TIPIKUS MIKROPROCESSZOROS VÉDELEM (*PROTECTA, EUROPROT*).



2.) TÍPIKUS MIKROPROCESSZOROS VÉDELEM (*PROTECTA, EUROPROT+*).



3.) TIPIKUS MIKROPROCESSZOROS VÉDELEM (ABB, SPAJ 320 C1).



4.) TIPIKUS MIKROPROCESSZOROS VÉDELEM (SIEMENS, SIROTEC4 7SJ63).



VÉDELMI RENDSZER TERVEZÉSE.

Zárlat megszüntetése: *megszakítás – legerjesztés – zárlatképzés*

Lépések:

1.) Adott primer hálózati elrendezés felvétele.

Fontos: a rendszer részekre tagolása megszakítókkal.

- védelmi egységek kialakítása / kialakulása
- visszahatás a primer kialakításra (eredő gazdaságosság!)
- (zárlatképző ?)

2.) Védelmek kiválasztása → követelmények (szel., gyors., üz. bizt., stb.)
→ illesztés (újonnan belépő a többivel)
→ szokásos alkalmazás, szabványok

3.) Zárlatszámítás → mélység (részletesség)
→ max.-min. hál. üzemállapot (védelemre nézve ^{később})
→ variációk száma

4.) Beállításszámítás → számítógépes programokkal
→ sugaras hálózaton vagy egyszerű esetekben

V É G E !

Védelmek és automatikák

2. előadás.

Védelmi tartalékolás, távoli, közeli tartalékvédelem,
megszakító beragadási védelem.



Védelmi filozófia és stratégia, megoldások.

2012-2013 ÉV, I. FÉLÉV



Előadó:

Póka Gyula

Védelmi tartalékolás.



Négy alapfogalom:

- alapvédelem,
- tartalékvédelem (közeli)
- tartalékvédelem (távoli)
- megszakító-beragadási védelem

VÉDELMI TARTALÉKOLÁS.

Alapvető fogalmak.

EGYSZERES VÉDELMI TARTALÉK KÖTELEZŐ!

Működjön, ha kell! Ne működjön feleslegesen, ha nem kell!

Alapvédelem:

(main protection)

(elsőrendű/másodrendű)
(primary/secondary)

Az a védelem, amelyik elsősorban hivatott a zárlatot hárítani (szelektíven, gyorsan, stb.)

Tartalékvédelem:

(back-up protection)

Az a védelem, amelyik az alapvédelem bármely okból történt működés-elmaradása esetén működik (esetleg nem szelektíven, nem gyorsan stb.),
de

lehetőséghez mérten független
legyen

Külön { mérőváltó(-mag), külön biztosított egyenáramú ellátás, másik megszakító vagy megszakító-kioldótekercs }

Tartalékvédelem fajtái.

● Távoli tartalékvédelem

Az a tartalékvédelem, amelyik az alapvédelem működés-elmaradása esetén működik, és az alapvédelemtől eltérő más mérőváltókról és más egyenáramról táplált, és másik megszakítót működtet.

Nem szelektív, min. $+\Delta t$ –vel több idő, több kiesés!

A távoli tartalékvédelem teljes tartalékot ad, ezért első megoldás.

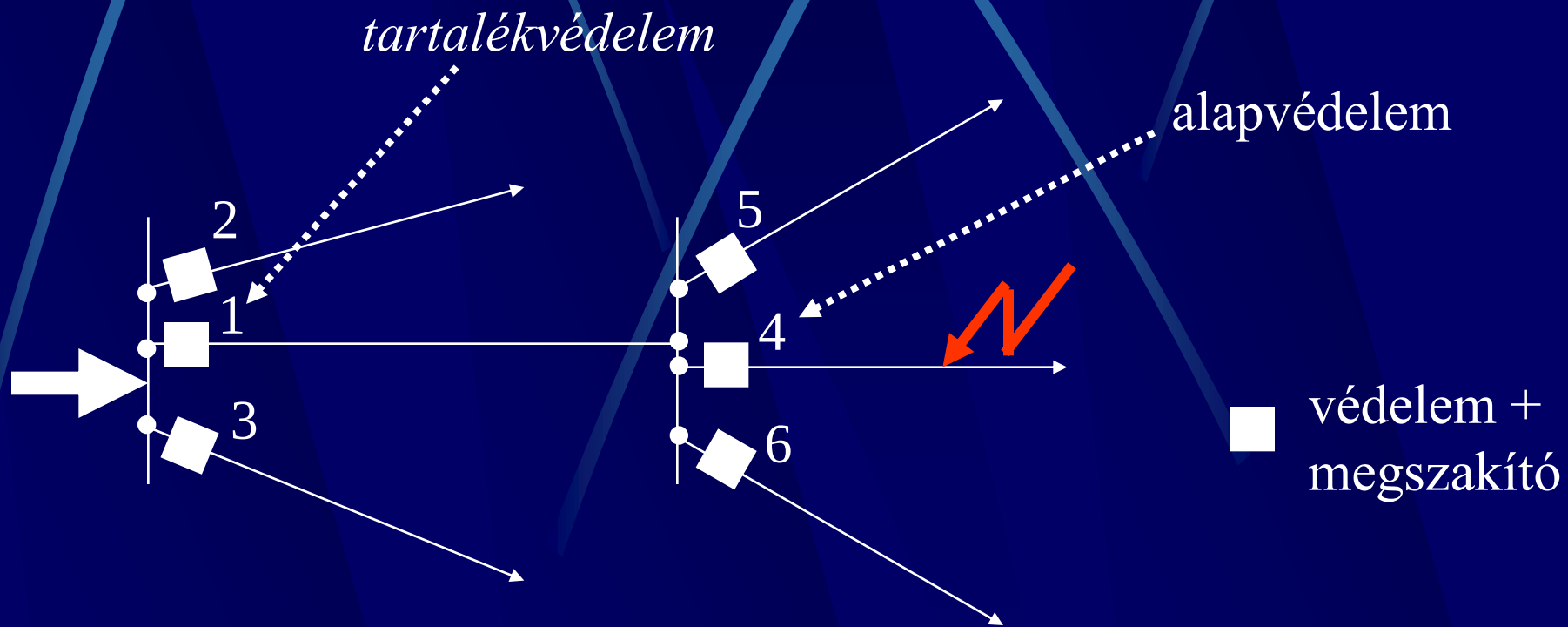
● Közei tartalékvédelem

Az a tartalékvédelem, amelyik az alapvédelem működés-elmaradása esetén működik, és az alapvédelemtől eltérő más mérőváltókról (-magról) és külön biztosított egyenáramú ellátásról táplált, azonban ugyanazt a megszakítót működteti, de lehetőleg a másik kioldó tekercsét.

Ezért melléje megszakító-beragadási védelem beépítése **mindig** szükséges!

Lehet szelektív is!

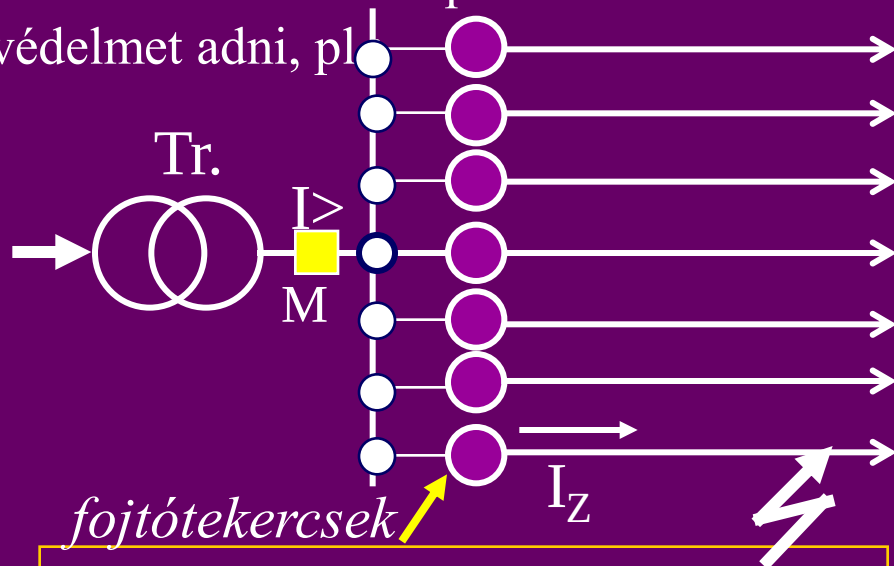
Példa távoli tartalékvédelemre



Távoli tartalékvédelem alkalmazási határai (1).

Sugaras hálózaton:

ha a védelem nem képes távoli tartalékvédelmet adni, pl



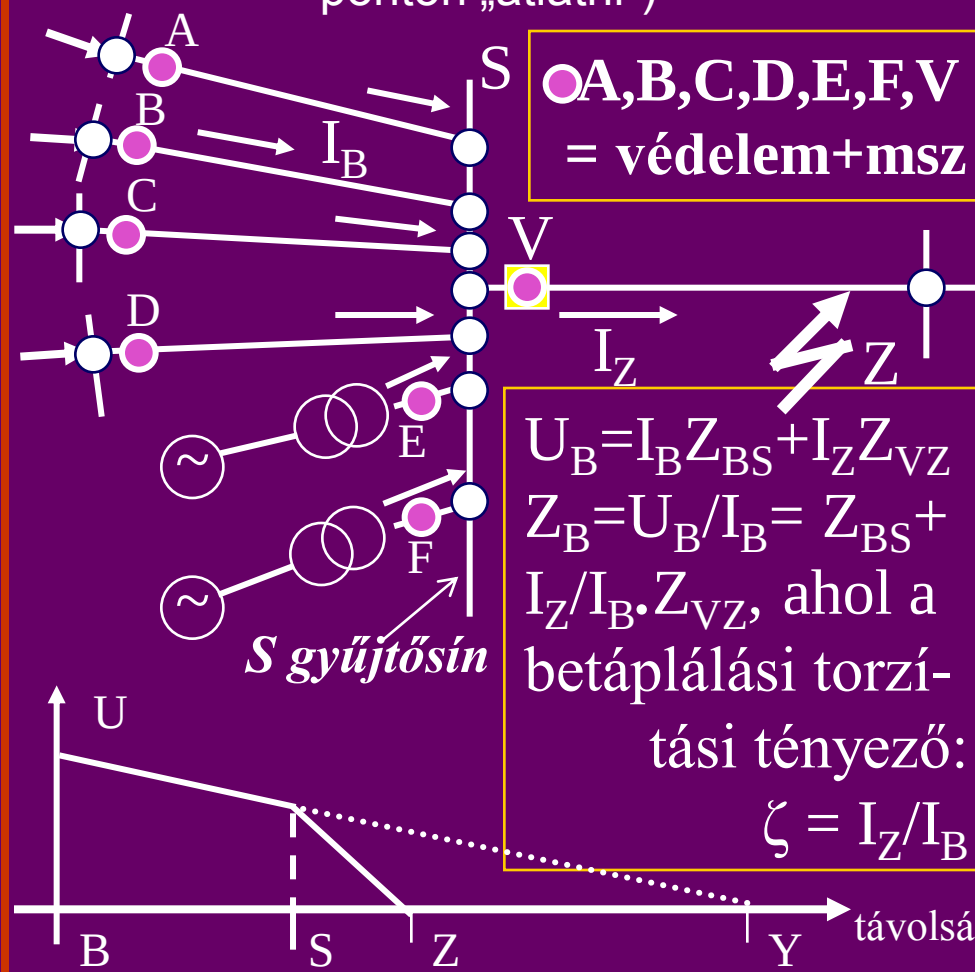
fojtótekercek

Zárlat hosszú távvezeték végén, vagy fojtótekerecs után kis I_Z értéket ad. Sok leágazás esetén a Tr. transzformátornál $I_{\text{zárlati}} \approx I_{\text{üzemi}}$, így $I >$ védelem nem képes távoli tartalékvédelmet adni a leágazási védelmekre.

Feloldás például: leágazási védelem függetlenül duplázva, és M-re kioldás

Hurkolt hálózaton:

(a védelem nem képes koncentrált csomóponton „átlátni”)



Távoli tartalékvédelem alkalmazási határai (2).

- Hurkolt hálózat „B” védelmének távolság-érzékelése az előző ábra alapján.

Például: legyen BS távolság (illetőleg az ennek megfelelő impedancia) 40 km, VZ távolság 30 km, azaz B védelemtől a zárlat fizikailag 70 km-re van.

Feltételezve, hogy az S gyűjtősínre mind a hat leágazás kb. azonos nagyságú áramot táplál be, a betáplálási torzítási tényező értéke: $\zeta = I_Z / I_B \cong 6$, és így a B védelem a zárlatot 40 km + 6.30 km = 220 km-re érzékeli, azaz Z pont helyett a sokkal távolabbi Y pontnál érzékel zárlatot.

Ez az érzékelés olyan nagy, hogy ha a védelmet erre állítanák be, akkor lehetséges, hogy már üzemi áramra (impedanciára) is kioldana B védelem.

Ha a védelmet 70 km távolságra állítják be,

akkor mindössze $40 + 30 / 6 = 45$ km-ig ér el az előző feltételekkel, azaz mindössze $30 / 6 = 5$ km-rel nyúlik túl az S gyűjtősínen..

Tehát nem lehet távoli tartalékvédelmet alkalmazni. Másként: a védelem koncentrált csomóponton nem képes „átlátni”.

Tehát: közeli tartalékvédelem ÉS megszakító-beragadási védelem szükséges.

Megszakító-beragadási védelem

Breaker failure protection

Leistungschalter-

Versagenschutz

megszakító

kioldó impulzus

FV AV

alap-
védelem

feltétel: $I >$,

vagy msz.segédér. megszak.beragadási
esetleg párhuzamosan időrelé, beállítás később

t

- Megszakító-beragadási védelem körkioldása:
minden mögöttes
betápláló megszakítót ki
kell kapcsolnia!

Megszakító-beragadási védelem késleltetése.

$$t_{\text{beállítás MB}} = t_{\text{MSZ kiönidő}} + t_{\text{védelem visszaesés}} + t_{\text{biztonság}}$$

$\downarrow$ adott $\downarrow$ EZ TÚL NAGY $\downarrow$ kb. a részidőkkel azonos

Védelem visszaesési idő csökkenthető:

- | | | |
|---|---|--------------------------------------|
| a.) megszakító segédérintkező beiktatása | } | { szokás: mindkettő,
vagy csak I> |
| b.) gyors visszajejtésű I> túláramrelé beiktatása | | |

- a.) előnye: kis zárlati áram esetén is jó, pl. transzformátornál Buchholz
b.) előnye: egyszerűbb és megbízhatóbb, mint a segédérintkező

Tipikus zárlathárítási és megszakító-beragadási idők:
a következő ábrán

Megszakító beragadási védelem, tipikus idők

Teljes zárlathárítási idő. Megszakító-beragadási késleltetés.

Teljes zárlathárítási idő beragadt megszakító esetén.

Védelem teljes zárlathárítási ideje:

(nem vizsgatéma)

$$t_{\text{zárlathárítási idő}} = t_{\text{védelem önidő}} + t_{\text{MSZ ki önidő}}$$

$$\text{Átviteli hálózatra} = 20 \dots 30 \text{ ms} + 40 \dots 50 \text{ ms} = 60 \dots 80 \text{ ms}$$

$$\text{Főelosztóhálózatra} = 20 \dots 100 \text{ ms} + 60 \dots 120 \text{ ms} = 80 \dots 220 \text{ ms}$$

Megszakító-beragadási védelem késleltetési ideje:

$$t_{\text{MB beállítás}} = t_{\text{MSZ ki önidő}} + t_{\text{védelem visszaesés}} + t_{\text{biztonság}}$$

$$\text{Átv.h.} = 40 \dots 50 \text{ ms} + 20 \dots 30 \text{ ms (véd.maga } \approx 100 \text{ ms lenne)} + 80 \text{ ms} = 140 \dots 160 \text{ ms}$$

$$\text{Főel.h.} = 60 \dots 120 \text{ ms} + 100 \dots 120 \text{ ms} + 100 \dots 200 \text{ ms} = 260 \dots 440 \text{ ms (azaz } \approx 0,3 \dots 0,5 \text{ s)}$$

Megszakító-beragadási védelem teljes zárlathárítási ideje:

$$t_{\text{MB zárlathárítási idő}} = t_{\text{védelem önidő}} + t_{\text{MB késl.idő}} + t_{\text{MSZ ki önidő}}$$

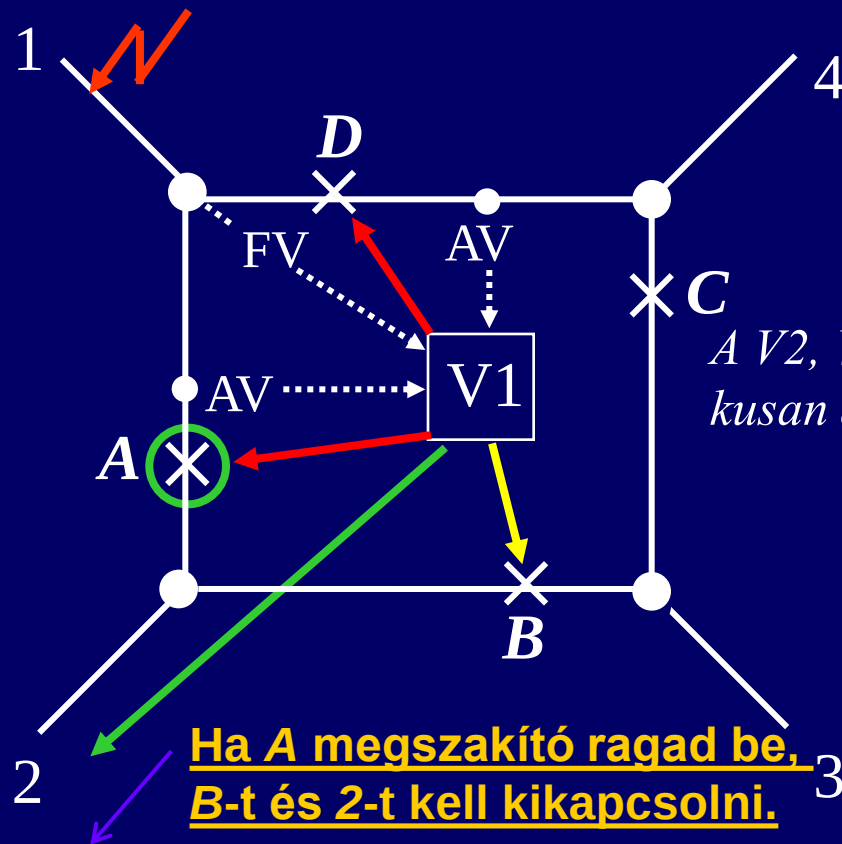
$$\text{Átv.hál.} = 20 \dots 30 \text{ ms} + 140 \dots 160 \text{ ms} + 40 \dots 50 \text{ ms} = 200 \dots 240 \text{ ms}$$

$$\text{Főel.h.} = 20 \dots 100 \text{ ms} + 300 \dots 500 \text{ ms} + 60 \dots 120 \text{ ms} = 380 \dots 720 \text{ ms}$$

Poligon kapcsolású alállomás megszakító-beragadási védelme

[Poligon kapcsolású állomások: 1½ megszakító állomás, PI-kapcsolású állomás, négyszög, ötszög- stb. kialakítású állomás]

Mindig szükséges távparancs adása is.



× megszakító

V védelem

1,2,3,4 leágazások

AV áramváltók, FV fesz.váltók

A V2, V3 és V4 védelmek a V1-hez hasonlóan ciklikusan azonosan vannak bekötve a mérőváltókhoz.

→ védelmi kioldások

○ beragadt megszakító

→ megszak.berag.KI

→ megszak.berag.távkioldás

**Ha A megszakító ragad be,
B-t és 2-t kell kikapcsolni.**

**Ha D megszakító ragad be,
C-t és 4-et kell kikapcsolni.**

Kiválasztás: I> által.

Védelmi filozófia és stratégia.



Alapvető döntések a nemzetközi
és a magyar védelmi stratégiában.

Néhány alapvető döntés a védelmi filozófiában:

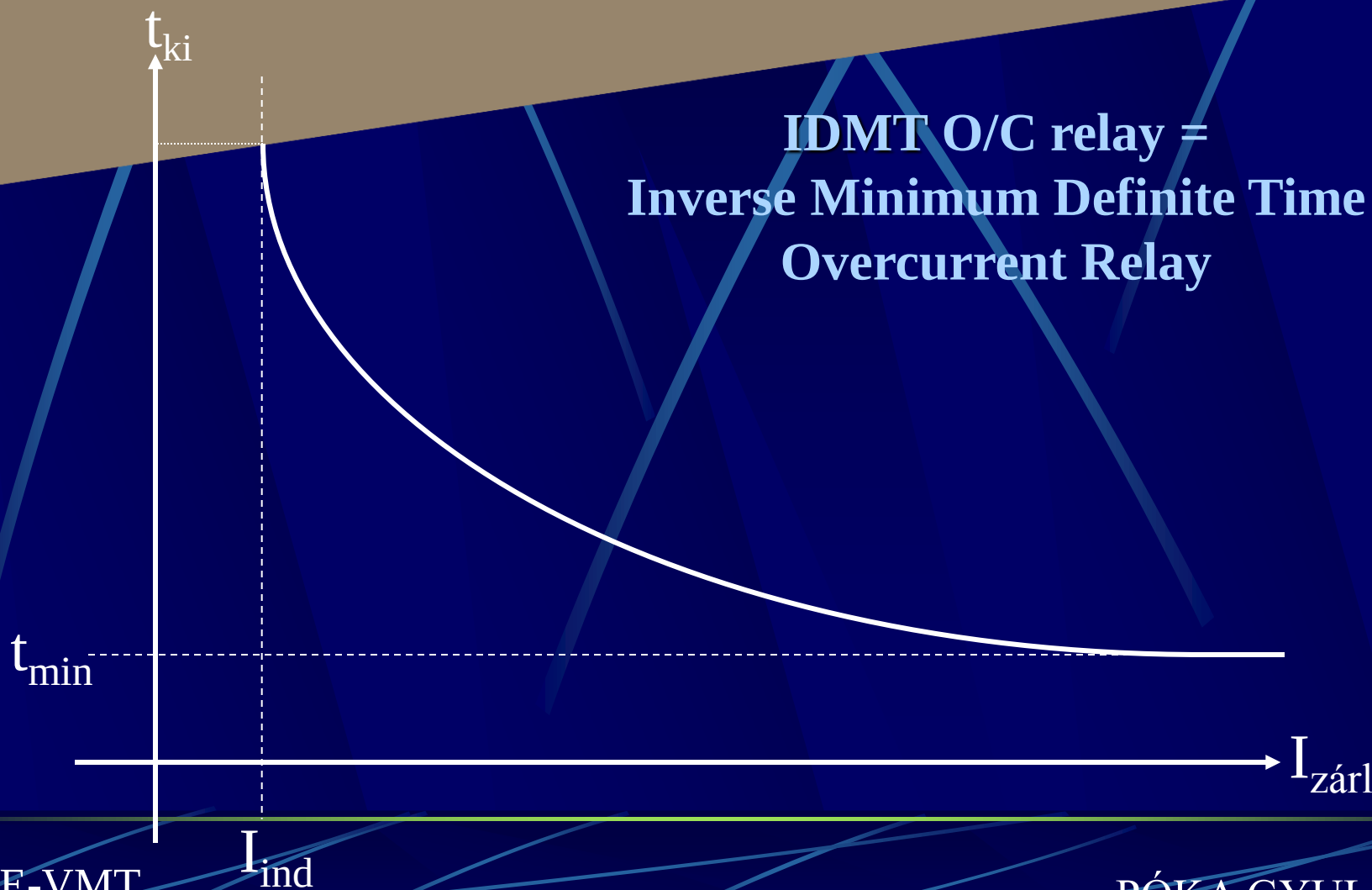
VÉDELMI STRATÉGIA.

750-400-220 kV-os átviteli hálózat és 120 kV-os főelosztóhálózat.

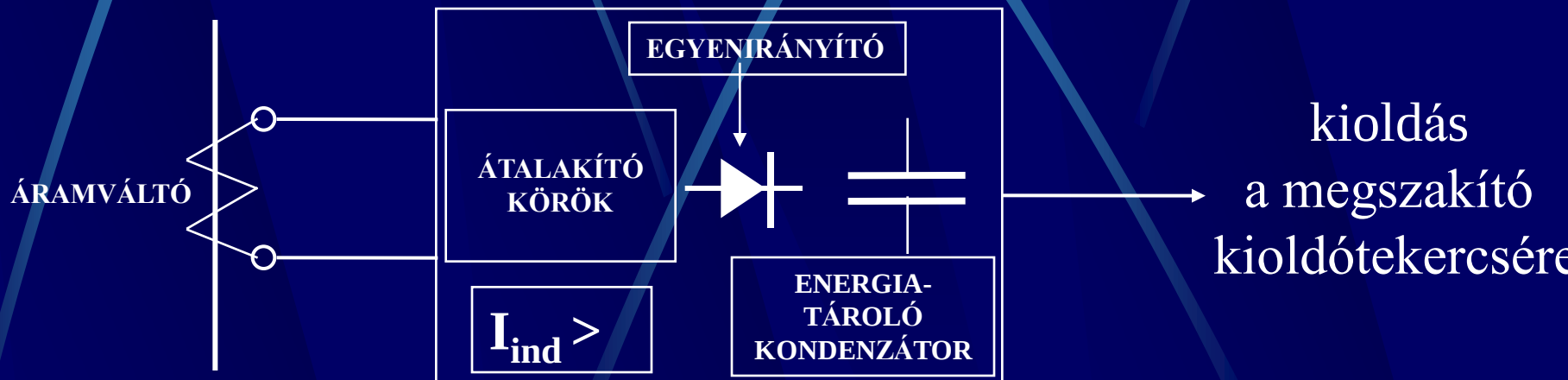
	<u>750-400-220 kV átviteli hálózat</u>		<u>120 kV</u>
	<u>Nemzetközi gyakorlat</u>	<u>Magyar többletköv.</u>	<u>Főelosztóhálózat</u>
<u>TÁVVEZETÉK</u> <u>alapvédelme</u>	Bárhol ↗ $t \cong 0$	Többlet: kettős alapvédelem, Elsőrendű $T \leq 80\text{ms}$ Másodr. $T \leq 100\text{ms}$	Egyszeres alapvédelem $T \leq 160\text{ ms}$
<u>TRANSZF.</u> <u>alapvédelme</u>	Differenciálvédelem + Buchholz- védelem	Többlet: kettős (diff.+Buchholz védelem)	Egyszeres diff.+Buchholz védelem
<u>GYŰJTŐSÍN</u>	Önálló, pillanatműkö- désű, sínre szelektív gyűjtősín- differenciálvédelem	Egyszeres gyűjtő- sínvédelem, mellé leágazási gyors tartalékvédelmek	Egyszeres gyűjtő- sínvédelem, mellé leágazási gyors tartalékvédelmek
<u>Tartalékvédelem</u>	IDMT (köv.dia)	AZT,AZTO (köv.dia)	AZT,AZTO (köv.dia)
<u>Megszak.berag.véd.</u>	Teljes és gyors(<0,2s)	u.a. (< 0,2 s)	u.a., de $\approx 0,5\text{ s}$
<u>Visszakapcsoló</u> <u>automatika</u>	Egyszeres visszakapcsolás	EVA + HVA (részletezés később)	Kétszeres visszakapcsolás EVA + HVA + LVA

Korlátoltan függő túláramvédelem karakterisztikája

IDMT O/C relay =
Inverse Minimum Definite Time
Overcurrent Relay



AZT és AZTO



Védelmi filozófia és stratégia.



Középfeszültségű hálózatok
(35 kV, 20 kV, 10 kV)
védelem- és visszakapcsoló automatika-megoldásai

Középfeszültségű hálózatok (35 kV, 20 kV, 10 kV)

védelem- és visszakapcsoló automatika-megoldásai.

Sugaras hálózat

(aláosztás nincs, esetleg holtidőben leválasztó szakaszkapcsoló (köv.dia))

RÖVIDZÁRLATVÉDELEM:

Kétlépcsős túláramvédelem ($I > I_{t}$, $I > I_{t}$)
+ kétfokozatú HVA (háromfázisú visszakapcsoló automatika)
(GVA + LVA = gyors + lassú)

FÖLDZÁRLATVÉDELEM:

Kompenzált hálózaton:

$U_0 > U_{t}$ (≈ 2 s) $\rightarrow$ csillagpontba

„R” beiktatás (földzárlati áramnövelés)

$3I_0 > I_{t}$ $\rightarrow$ + kétfokozatú HVA

Újabban néhol nincs R beiktatás:

$3I_0 > I_{t} + S_0$ vagy 3. szubharmonikus

Kábelhálózaton:

Csillagpontba állandó „R” beiktatás
 $3I_0 > I_{t}$

Hurkolt hálózat

RÖVIDZÁRLATVÉDELEM:

Távvezetéken: távolsági védelem

Kábelén: szakaszvédelem

+ kétfokozatú HVA (háromfázisú visszakapcsoló automatika)
(GVA + LVA = gyors + lassú)

FÖLDZÁRLATVÉDELEM:

Kompenzált hálózaton:

$U_0 > U_{t}$ (≈ 2 s) $\rightarrow$ csillagpontba

„R” beiktatás:

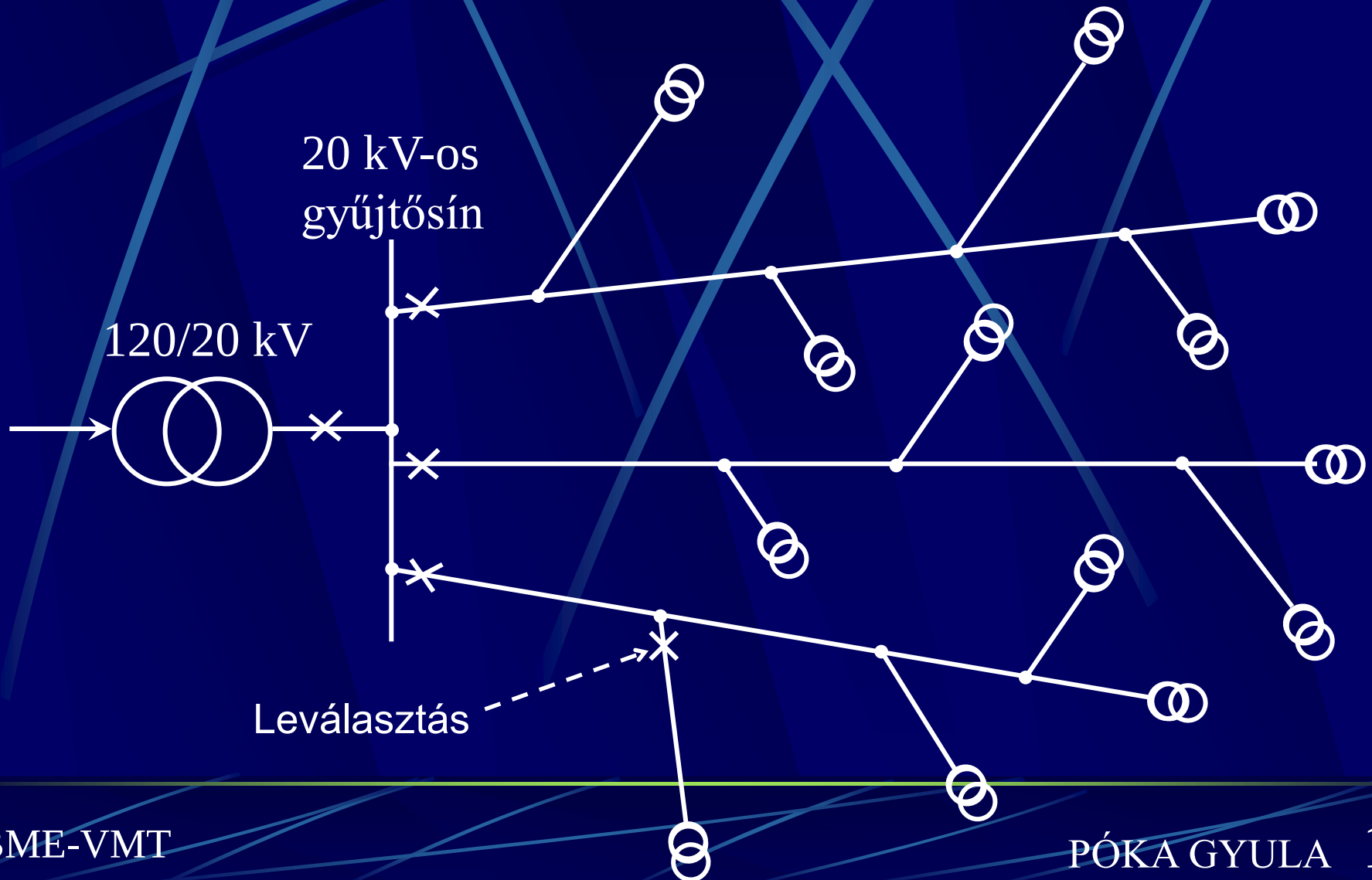
$3I_0 > I_{t} + S_0$, vagy 3. szubharmonikus,
vagy zérussorrendű szakaszvédelem
 $\rightarrow$ + kétfokozatú HVA

Kábelhálózaton:

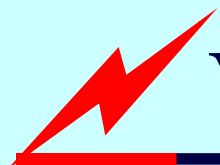
Csillagpontba állandó „R” beiktatás

$3I_0 > I_{t} + S_0$, vagy
zérussorrendű szakaszvédelem

Tipikus magyar közép feszültségű elosztóhálózat



V É G E !



Védelmek és automatikák



3. előadás.

Üzemzavari automatikák-1:
Visszakapcsoló automatikák.
Átkapcsoló automatikák.



2013-2014 ÉV, I. FÉLÉV



Előadó:

Póka Gyula

Emlékeztetőül:

Automatikák felosztása.

HÁLÓZATI AUTOMATIKÁK

(folyamatszabályozó automatikák nem)

Védelmek

Védelmek
a legfontosabb
automatikák,
nélkülük
villamos-
energia-
rendszer nem
üzemelhet.

Üzemzavari automatikák

Vissza-
kapcsoló
automatikák
HVA, EVA,
GVA, LVA

Rendszer-
automatikák
Automatikus,
kézi, FTK

Átkapcsoló
automatikák
eseményvezérlésű
pl. ETRA
állapotvezérlésű
pl. VTA

Üzemviteli automatikák

Kezelő-
személyzet
helyettesítő
automatikák
(pl.kompenzálás-
hangoló aut.,
fesz.szab.aut.,
kond.telep kapcs.
aut.,
jelzésrögzítés)

Technológiai
automatikák
(pl.:
segédüzemi
átkapcsoló
automatika,
tr. hűtés-
automatika)

Üzemzavari automatikák

Védelmek szerepe: , rendellenes üzemállapot esetén

→ **KIOLDÁS ÉS JELZÉS**

Üzemzavari automatikák szerepe: védelem kioldása után

→ **ÜZEM HELYREÁLLÍTÁSA, RESTORATION**

Üzemzavari automatikák

● Üzemzavari automatikák fajtái:

- 1.) Visszakapcsoló automatikák (HVA, EVA, GVA, LVA)
- 2.) Átkapcsoló automatikák (eseményvezérlésű, állapotvezérlésű; *transzformátor, vonali, erőművi háziüzemi*)
- 3.) Fogyasztói automatikák (fogyasztói visszakapcsoló automatika, feszültségletörés-érzéketlen vezérlés)
- 4.) Rendszerautomatikák (kézi, automatikus leterhelés, automatikus [optimális] bontás, FTK-FFK-rendszer)

Visszakapcsoló *automatikák*

Visszakapcsoló automatikák

● Elvi kérdések:

- ÁTÍVELÉS: levegőben keletkező zárlat kikapcsolás után nagy valószínűséggel kialszik – *tehát az objektum visszakapcsolható*
- HOLTIDŐ KÉRDÉSE:
 - Megszakítóhajtás – $0,3 \dots 0,6 \text{ s}$
 - Megszakító ismételt megszakítási képessége – $CO-0,3''-CO-3'-CO$
 - Zárlati hely (deionizáció – $80 \dots 400 \text{ ms}$, tisztulás), EVA-nál kapacitív és induktív utóív – $1 \dots 2 \text{ s}$) – *minél hosszabb legyen*
 - Fogyasztó szempontja – *minél rövidebb legyen*
 - Eredményesség valószínűsége – *minél hosszabb legyen*
- STABILITÁSI KÖVETELMÉNYEK
 - Sugaras hálózat, kis erőművek – *leválasztás, szigetüzem*
 - Erőművek közvetlen (egyedüli) vezetékei – *HVA nem*
 - Hurkolt hálózati távvezeték (nem csak lehet, de szükséges is)
 - Túlfeszültség (visszaszökő feszültség, bekapcsolás: 2x, ép fázison trap charge: 3x) – *EVA, nagyobb holtidő, preinsertion resistor*

Visszakapcsoló automatikák

- **Megvalósítás:**
- Átviteli hálózat: *hatásosan földelt csillagpont, EVA és HVA, 1...2 s holtidő*
- 120...132 kV-os hálózat: *hatásosan földelt csillagpont, GVA: EVA (2 s) és HVA (0,6 s holtidő), és LVA (3 perc holtidő) is.*
- Középfeszültségű hálózat: *kompenzált vagy kis kiterjedésű hálózaton szigetelt csillagpont: csak HVA, de többlépcsős visszakapcsolás, GVA, 1LVA, (2LVA csak szárnyvezetéki leválasztás esetén), GVA 0,6...1 s, 1LVA 30 s, 2LVA 60 s)*
- USA: sok megoldás van, pl. az egyik: *eleve háromlépcsős: (0,3...0,6 s, 15...45 s, 60...120 s)*
- Létezik földelt csillagpontú hálózat, ahol nincs EVA. *Miért?* (köv. dia)

EVA előnye-hátránya

● EVA előnyei:

- holtidő alatti összeköttetés – *erőmű, fogyasztó, T-leágazás*
- nagy holtidő választható – *eredményesebb, egyik oldal 2. fok.*

● EVA hátrányai:

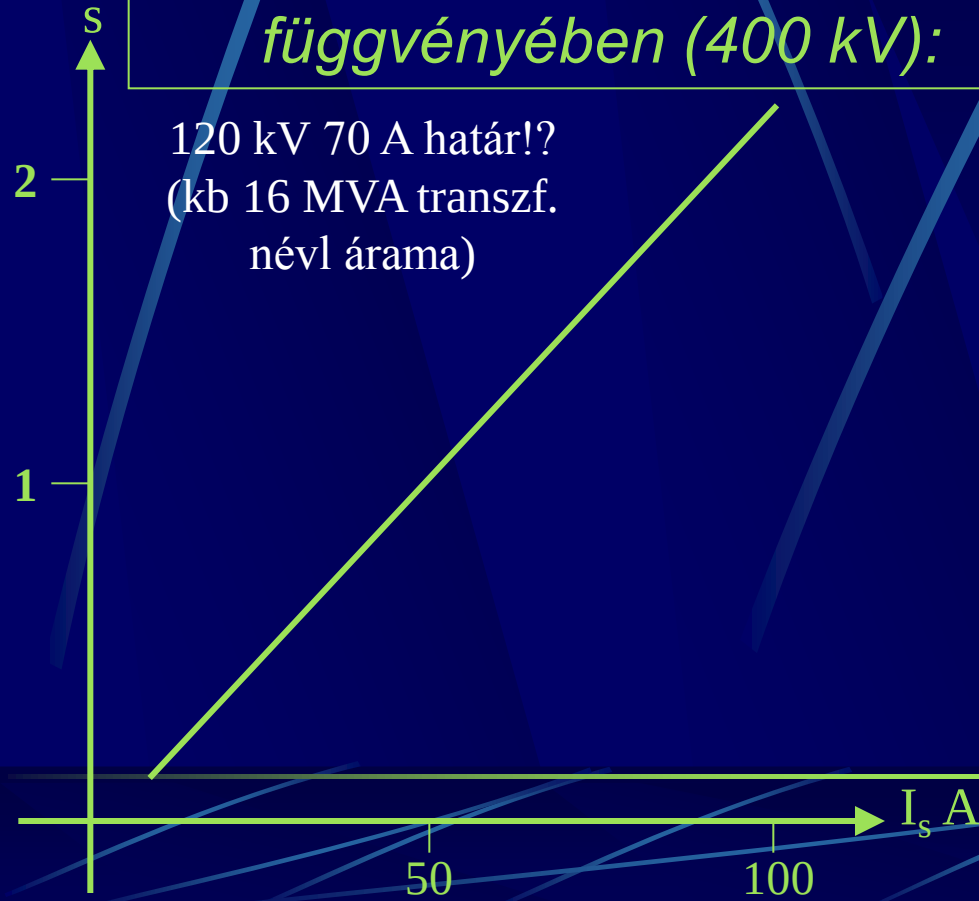
- megszakító drágább, pólusonkénti hajtás kell
- védelmi és vezénylő kioldó áramkörök bonyolultabbak
- megbízható fáziskiválasztás igénye
- hosszú holtidő/sántaüzem az érzékeny zérus sorrendű védelmeket megzavarhatja
- drágább transzformátor (U_0 -okozta járomfluxus - tercier)
- szekunder ív (utóív) (következő dia)

Szekunder ív

FN zárlat utáni egyfázisú kikapcsoláskor a kapacitásokon keresztül folyó szekunder ív árama $C_0/C_1 = 0,6$ esetén $I_s = 0,09 \cdot I_{\text{töltőáram}}$, az ív kialvása után a visszatérő feszültség $U_R = 0,15 \cdot U_{\text{fázis}}$

A minimális EVA holtidő a szekunder ív áramának függvényében (400 kV):

120 kV 70 A határ!?
(kb 16 MVA transzf.
névl árama)



Védekezés: kapacitív
szekunder áramot

**a töltőáramot
kompenzáló
háromfázisú parallel
fojtótekercsek
csillagpontja és a föld
közé beiktatott
csillagponti fojtóval**

lehet csökkenteni vagy
megszüntetni.

Szekunder ív

- Induktív hatás: a két ép fázison folyó áram zérus sorrendű feszültséget indukál a kikapcsolt vezetékbe, ahol a földkapacitásokon és a zárlat helyén át köráramot hoz létre.
- Induktív köráramra védekezés: nincs, az induktív köráramot nem lehet csökkenteni, csak a holtidő növelés vezethet eredményre

Átkapcsoló automatikák

Átkapcsoló automatika fajtái

Eseményvezérlés azt jelenti, hogy a zárlatra vagy más hibára működő **védelem kioldó parancsára indul az átkapcsolás.**

Ezért: - a kiesést okozó zárlatkor indul
- így igen gyors lehet, pl. feszültségszünet $\approx 0,2$ s.

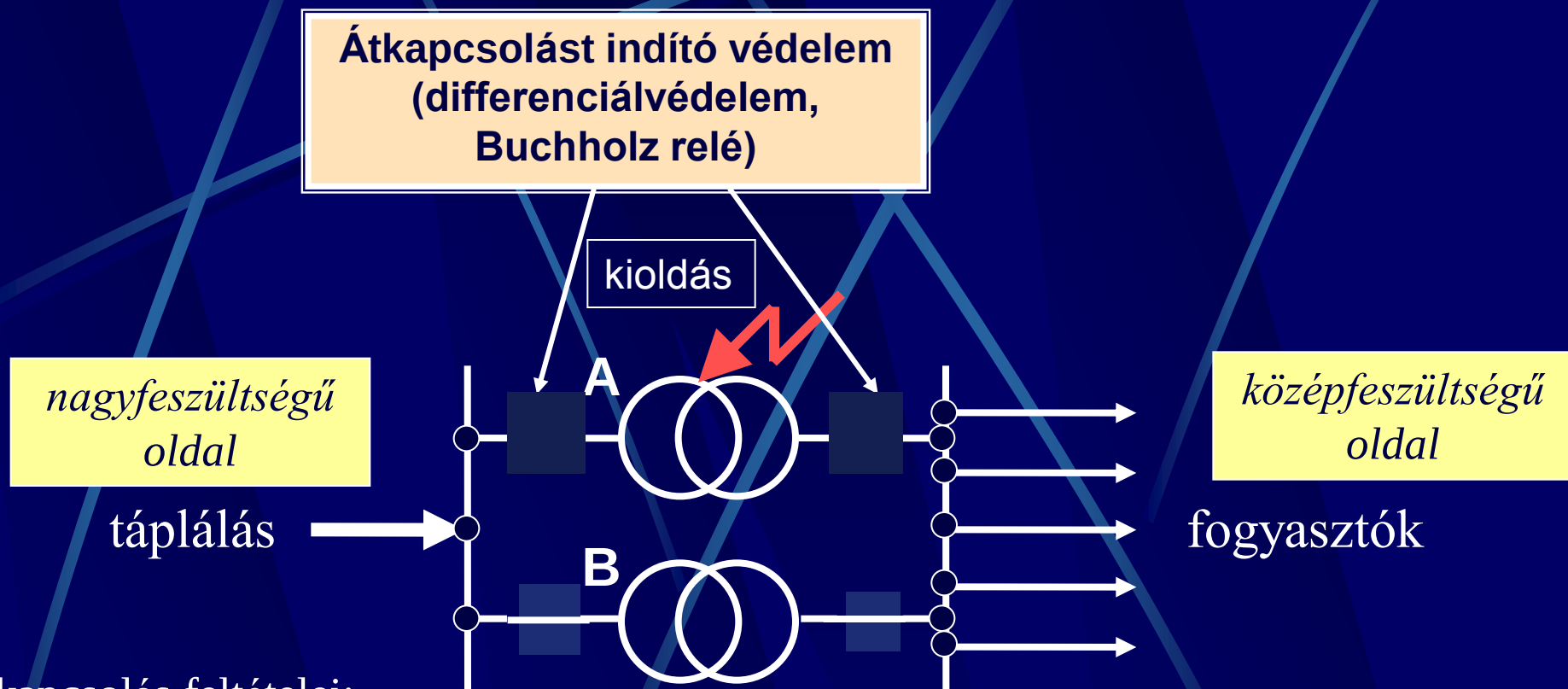
Állapotvezérlés azt jelenti, hogy a kiesés bekövetkeztét érzékeli az automatika, azaz **feszültségeltűnésre indul az átkapcsolás.**

Ezért: ki kell várni a feszültségletörést vagy eltűnést okozó egyéb jelenségeket, így késleltetése nagyobb kell legyen, mint

- a.) idegen vezetéken bekövetkező zárlat okozta feszültségletörés,
+ a háritó védelem késleltetési ideje
- b.) saját vezetéken bekövetkező zárlat okozta feszültségletörés
+ a HVA ideje (LVA holtidő túl hosszú, nem célszerű kivárni)
- c.) magasabb rendű állapotvezérlésű automatika késleltetése

Így az állapotvezérlésű átkapcsolás késleltetett, kb. 2...5 s

Eseményvezérlésre példa



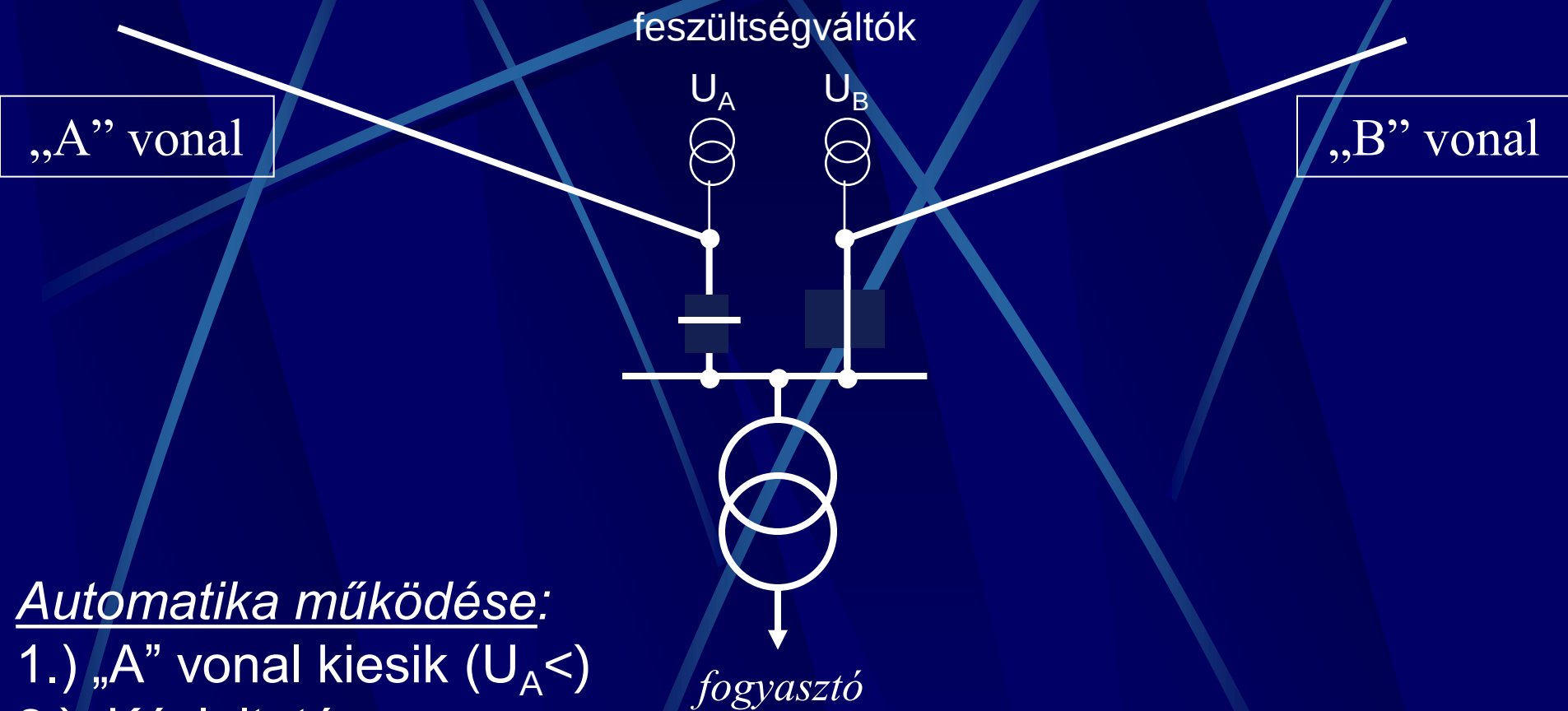
Átkapcsolás feltételei:

- 1.) Az automatika élesítve van (és a „B” transzformátor átkapcsolásra elő van készítve)
- 2.) „A” transzformátor védelme kioldást ad
- 3.) Az automatika azonnal bekapcsolja a „B” transzformátor nagyfeszültségű oldalát
- 4.) Ha az „A” transzformátor középfeszültségű megszakítója kikapcsolt – az automatika bekapcsolja a „B” transzformátor középfeszültségű oldalát

Az átkapcsolás ideje (kb. 0,2 s):

védelmi önidő + „A” középfesz.megszakító KI + „B” középfesz.megszakító BE

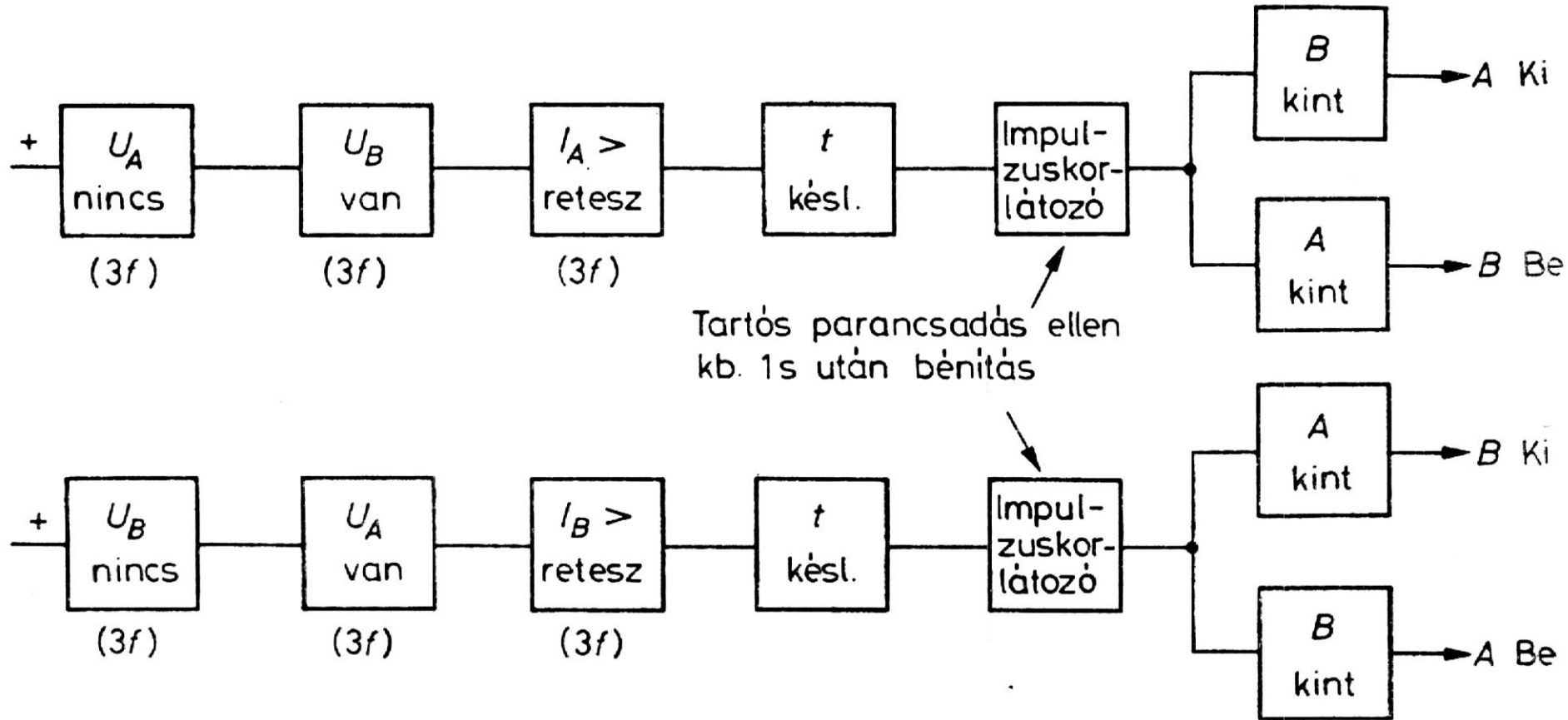
Állapotvezérlésre példa



Automatika működése:

- 1.) „A” vonal kiesik ($U_A <$)
- 2.) Késleltetés
- 3.) „A” vonal megszakító KI
- 4.) „B” vonal megszakító BE

Állapotvezérlésű átkapcsoló automatika logikai vázlat

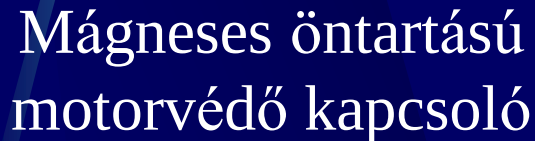


A túláramrelék reteszeli az átkapcsolást, ha a zárlat magában az átkapcsolandó berendezésben van
Impulzuskorlátozás meggátolja a KI és BE impulzusok tartós kiadását

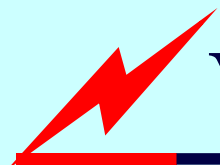
További automatikák

- Erőművi háziüzemi automatika
(*speciális átkapcsoló automatika*)
- Automatika-kiegészítések a fogyasztónál:
 - feszültségletörés-érzéketlen vezérlés,
 - fogyasztói visszakapcsoló automatika (*köv.dia*)

ztói visszakapcsoló automatika



V É G E !



Védelmek és automatikák



4. előadás.

Üzemzavari automatikák-2:

Rendszerautomatikák.

Pseudo-szinkron átkapcsoló automatika.

Zárlati teljesítményirány érzékelése.



2012-2013 ÉV, I. FÉLÉV



Előadó:

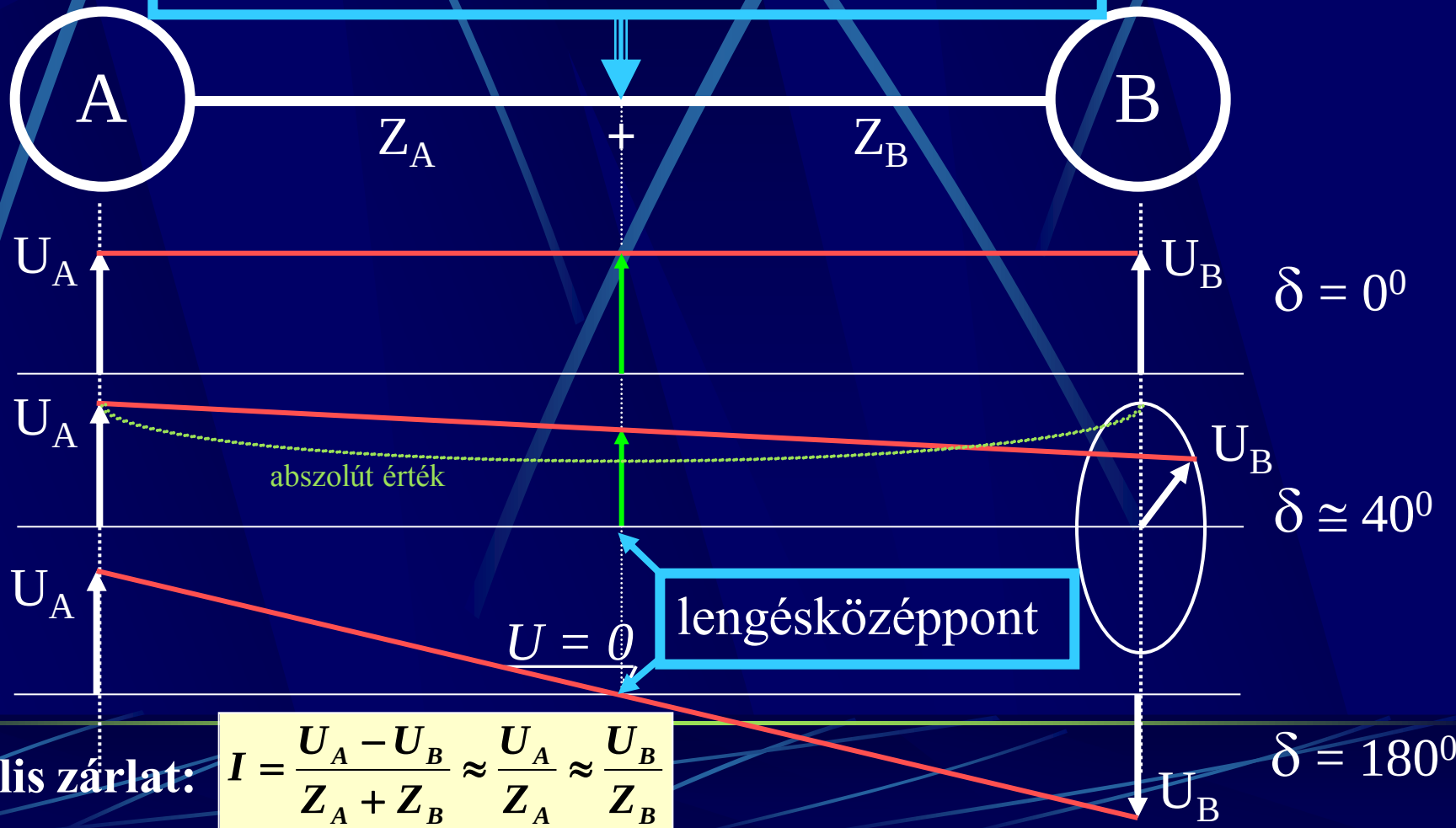
Póka Gyula

Rendszerautomatikák

Rendszerautomatikák

1.

Lengésközéppont (*impedanciafelezésben*)
Mindig itt a legkisebb a feszültség



$$I = \frac{U_A - U_B}{Z_A + Z_B} \approx \frac{U_A}{Z_A} \approx \frac{U_B}{Z_B}$$

Rendszerautomatikák

2. (folytatás)

Védelmek szerepe → , rendellenes üz.áll. → **KI és JELZÉS**

Üzemzavari automatikák védelem kioldása után →

üzem helyreállítása, RESTORATION, ezeken belül:

- Rendszerautomatikák → 1.) rendszerüzemzavarok megelőzése,
2.) rendszerüzemzavar bekövetkezik: káros hatás korlátozása,
3.) rendszerüzemzavar után: az üzem helyreállítása.

RENDSZERÜZEMZAVAROK KIALAKULÁSÁNAK OKAI

- 1.) Rendszerek, rendszerrészek közötti összeköttetések célja:
- kisebb tartalékképzés
 - szállítás (tervszerű, szerződéses, piaci → vill.en.ip.liberalizáció)
 - üzembiztonság (kisegítés → telj.hiány, vagy vezetékek kiesés)

(folytatás)

Ha túllépés?

Rendszerautomatikák

3. (folytatás)

2.) Ha túllépés → miért? → kiesések (vezeték, generátor, fogyasztó)
→ rossz szabályozás



AKKOR a rendszerek közötti összeköttetése(ke)n

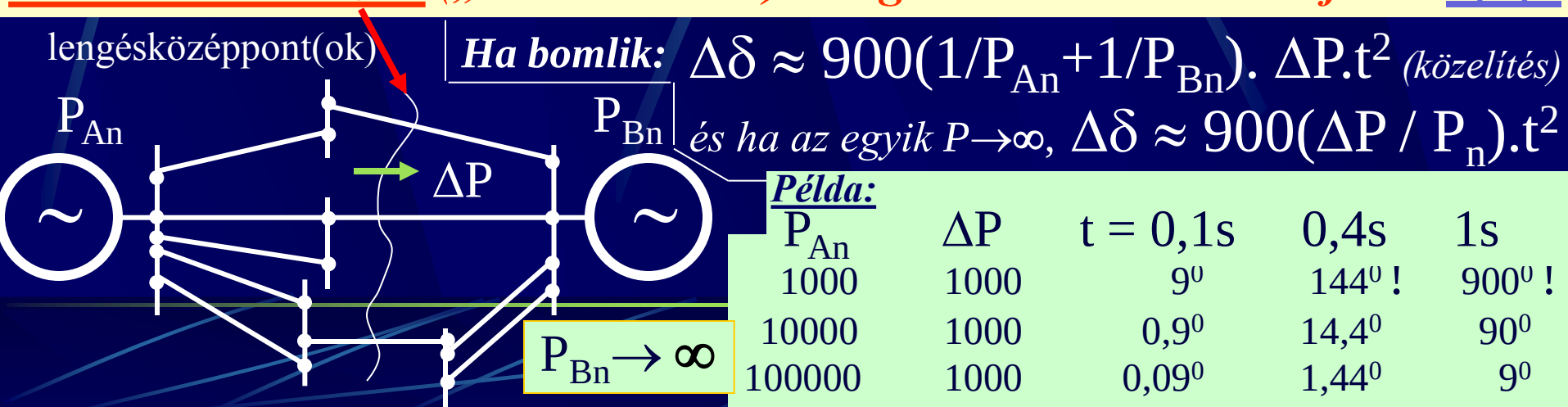
a.) termikus túlterhelés jön létre

b.) tranziens stabilitásbomlás jönne létre

c.) statikus stabilitásbomlás jönne létre

rendszer-
automatika
működik

3.) Összeköttetés (lehet egy vagy több vezeték) → METSZÉK
Kritikus metszék („darázsderék”) → legvalószínűbben létrejöhet a,b,c



Rendszerautomatikák

4. (folytatás)

Spontán kiesés MINDIG a legkedvezőtlenebb
metszék mentén jön létre! ($Z <$, $I >$)

Ott, ahol a legnagyobb a terhelés, amelyik elemre a
legnagyobb szükség lenne! + Szekunder bomlások.

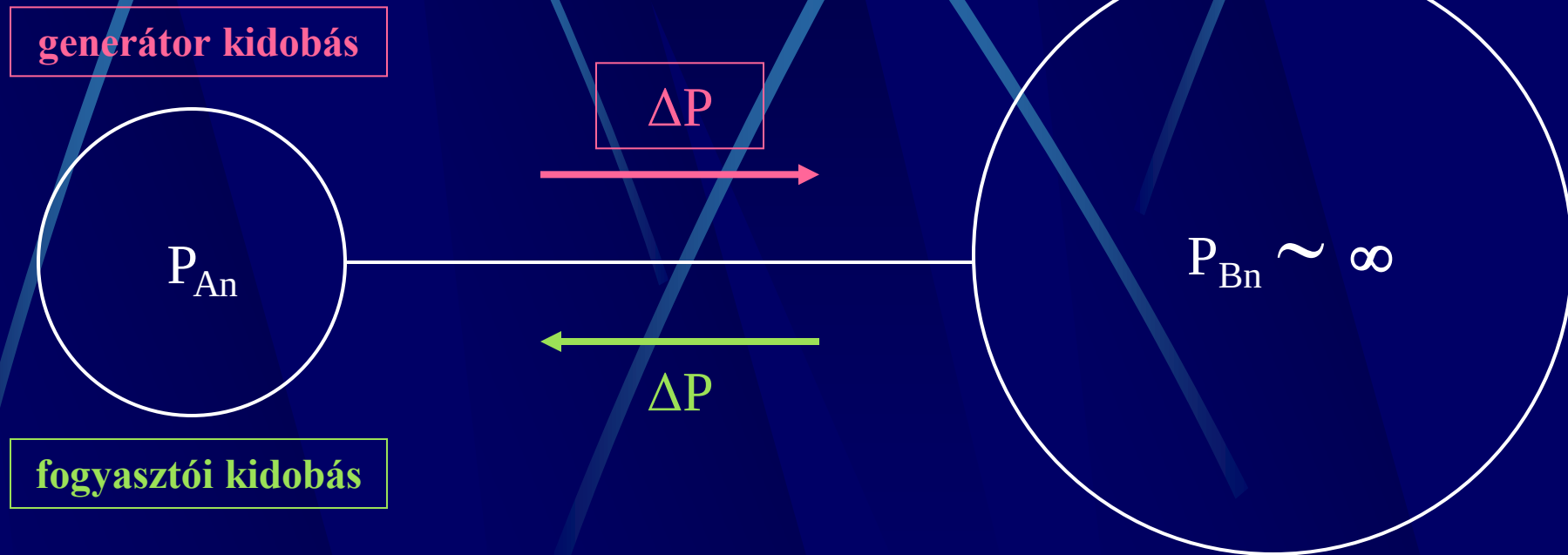
(Ezért meg kell előzni a spontán bomlást, pl. nem szabad $I >$, stb.)

Rendszerautomatika lehetséges intézkedései:

- ① Kézi leterhelés (ha van rá elég idő, pl. FFK [0: nem automatikus])
- ① Automatikus leterhelés (fogyasztó-kidobás, generátorkidobás
(lásd a következő képet), a generátor rövid idejű leterhelése
pl. gőzszeleppel (lásd a második képet))
- ② Végső megoldásként: automatikus bontás (optimális
metszék mentén), EZUTÁN ↓
- ③ FTK automatika rendszer (lásd a harmadik képet)

Generátor-fogyasztó kidobása

Ha veszélyesen megnő az átviteli teljesítmény:



Mindig a kisebb rendszerben kell beavatkozni

Rendszerautomatikák

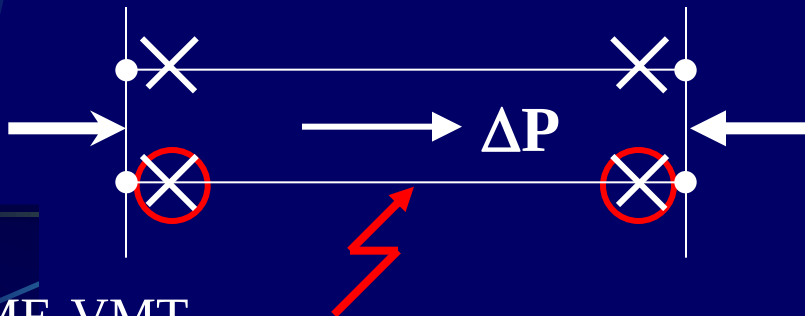
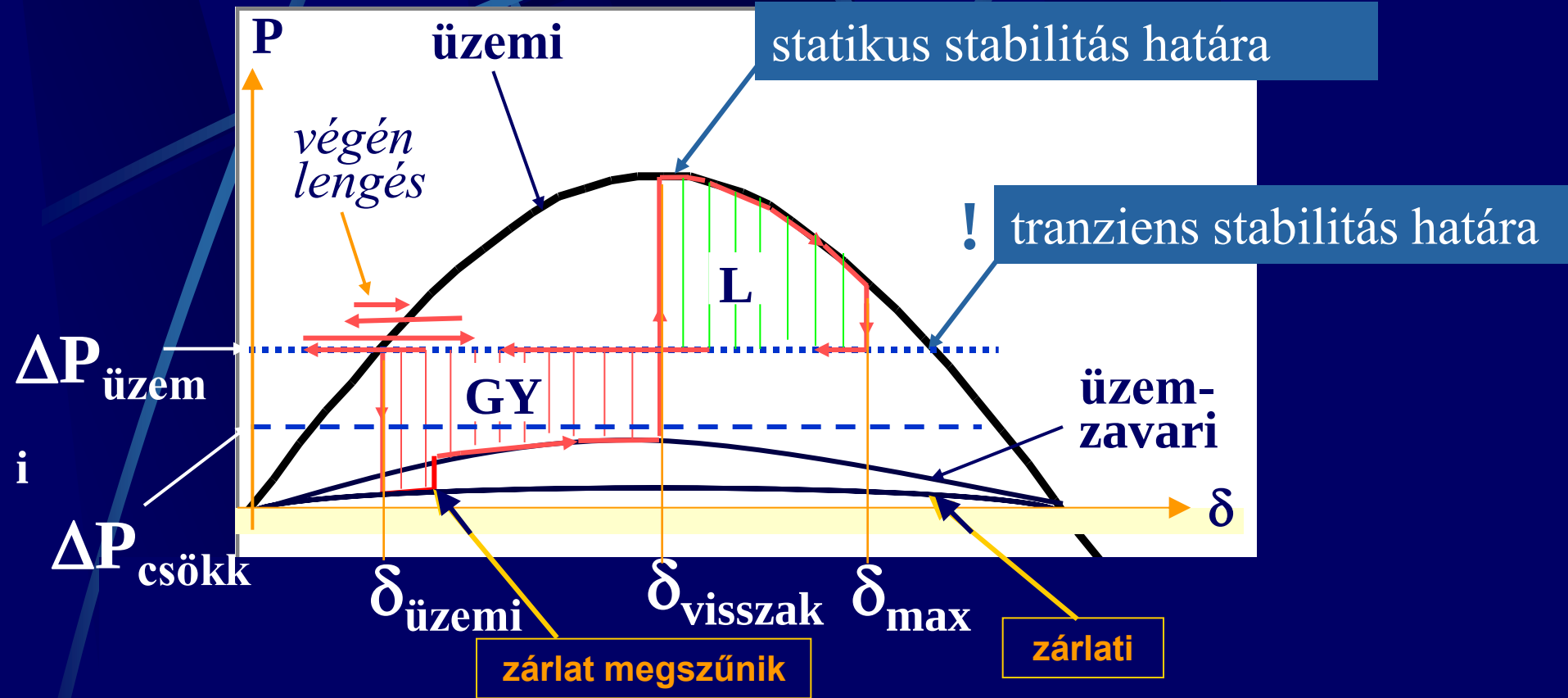
5. (folytatás)

ad❶: Generátor rövid idejű leterhelése pl. gőzszeleppel.

A kritikus metszék tranziens stabilitási bomlását képes megakadályozni az átvitt teljesítmény rövid idejű csökkentésével.

1. A kritikus metszék átvitt ΔP teljesítményének veszélyes emelkedését relé érzékeli.
2. A generátor főgőzszelepét rövid időre lezárja (*átvitt ΔP csökken*).
3. Ennek hatására a tranziens stabilitás területet nyer (*egyenlő területek módszere*).
4. Néhány tizedmásodperc múlva az automatika a főgőzszelepet nyitja (*így a kazán hőtehetetlensége, vagy gyors szabályozója a kazánnak folyamatos üzemet képes adni*).
5. A tranziens stabilitás megmarad. $\rightarrow$ (*ábra a következő dián*)

Generátor rövid idejű leterhelése pl. gőzszelelnel.



GY gyorsító terület
L lassító terület

Rendszerautomatikák

FTK automatika rendszer (frekvenciacsökk.terheléskorlátozás)

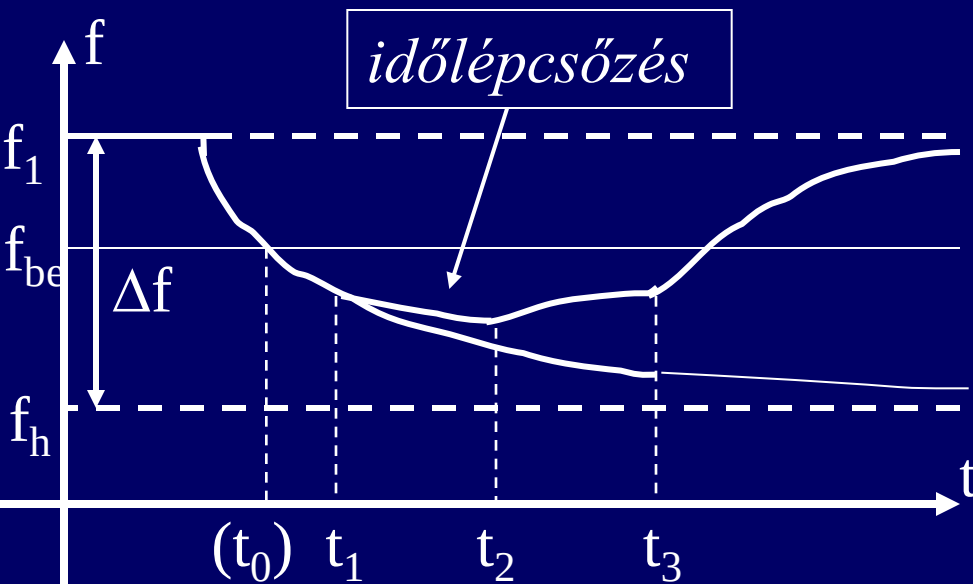
Szétesés/bontás esetén a frekvencia a teljesítményhiányos részen csökken. Frekvencia változása, ha szabályozás nincs:

$$f = f_1 - \frac{50}{K} \cdot \frac{\Delta P}{P_n} \cdot (1 - e^{-\frac{t}{T}})$$

ahol K a frekvencia-tényező:

$$K = \frac{\Delta P\%}{\Delta f\%} (\approx 1 \dots 3)$$

T a rendszer együttes mechanikai időállandója ($\approx 5 \dots 20$ s)



FTK rendszerek:

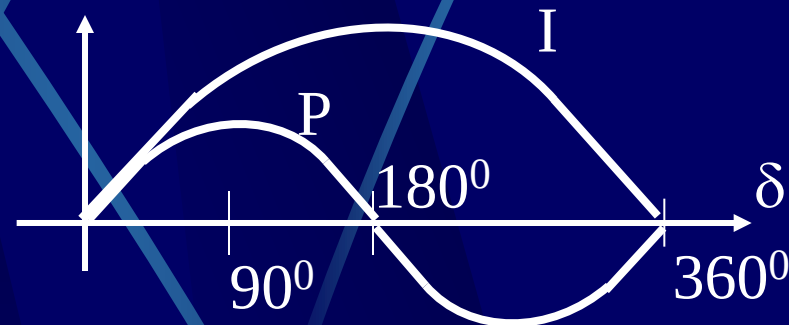
- időlépcsőzés (bemutatva)
- frekvencialépcsőzés
- kombinált lépcsőzés (f, t) (igen rövid idő)
- $f_{\text{megszólal}} = f_{be} + k \cdot (\Delta f / \Delta t)$
(megszólalási frekvenciát emel) $[+ t]$
- önállóan $\Delta f / \Delta t$ $[+ t]$ (veszélyes)

Rendszerautomatikák

7. (folytatás)

Automatikus leterhelés és optimális bontás érzékelése:

$I >$
 $P >$
 $\Delta\delta$ } mérés a kritikus
metszéken + t



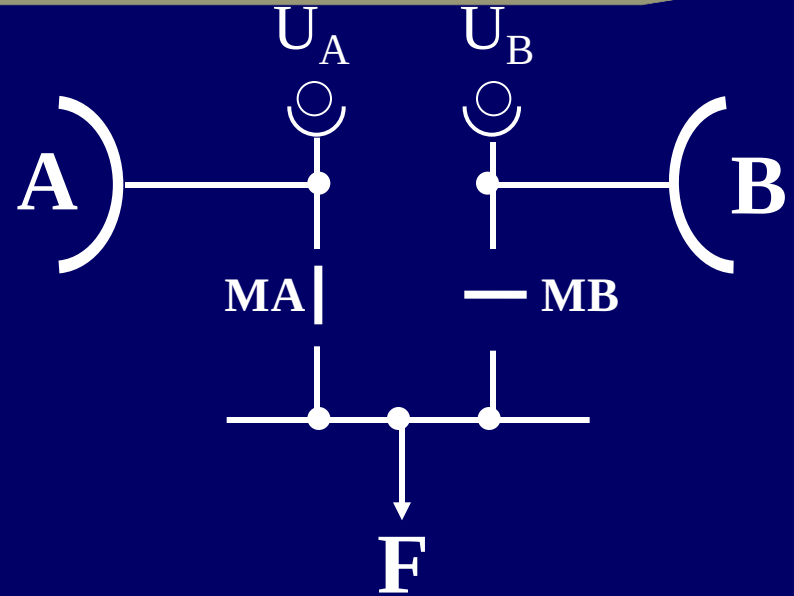
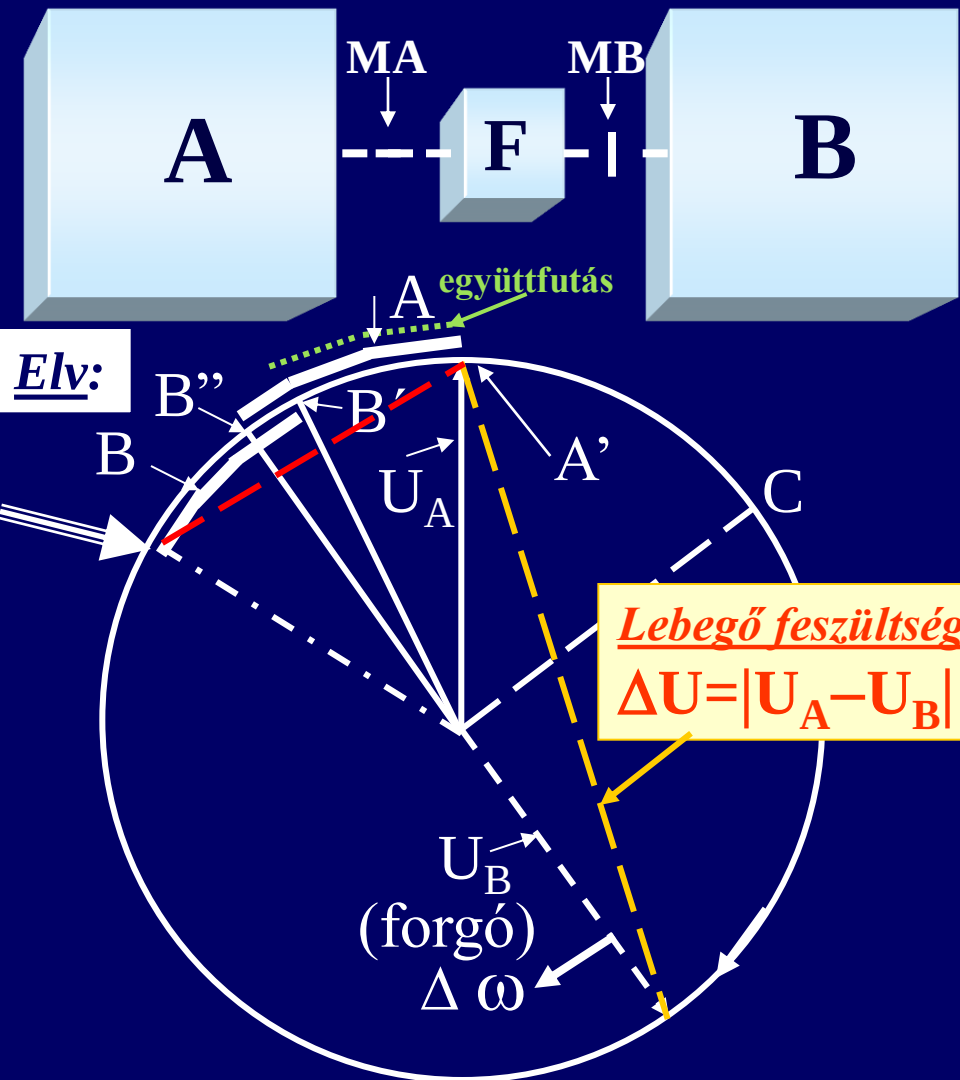
Összefoglalás:

- 1.) Feladat: nagy túlterhelés
statikus stabilitás
tranziens stabilitás } KRITIKUS METSZÉKEN bomlás
(+ szekunder bomlás)
megelőzése, vagy optimális bontás
- 2.) Megoldás: érzékelés, kézi leterh., aut. leterh., aut. bontás
- 3.) Ha bontás van: FTK, pseudo aut., gyors üzemenzav. indítás
- 4.) + megoldás: egyenáramú betét.

(VÉGE)

Pseudo-szinkron átkapcsoló **automatika**

Pseudo-szinkron átkapcsoló automatika (1.)



$$\Delta \omega = \omega_A - \omega_B = 2\pi(f_A - f_B)$$

$$T = \frac{1}{f_A - f_B} = \frac{1}{\Delta f}, \text{ azaz } \frac{1}{T} = \Delta f$$

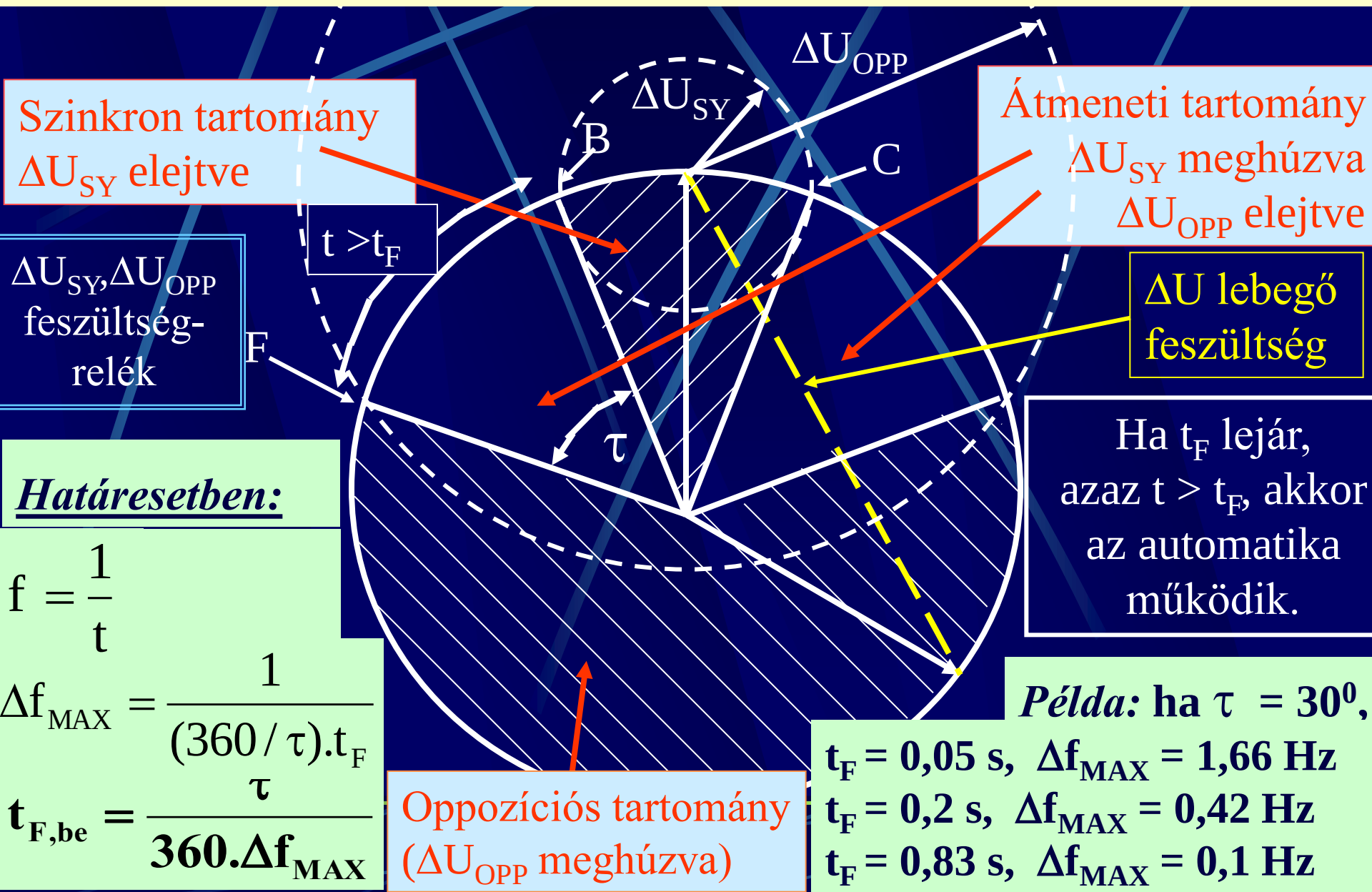
Például:

ha $\Delta f = 0,1 \text{ Hz}$, akkor $T = 10 \text{ s}$

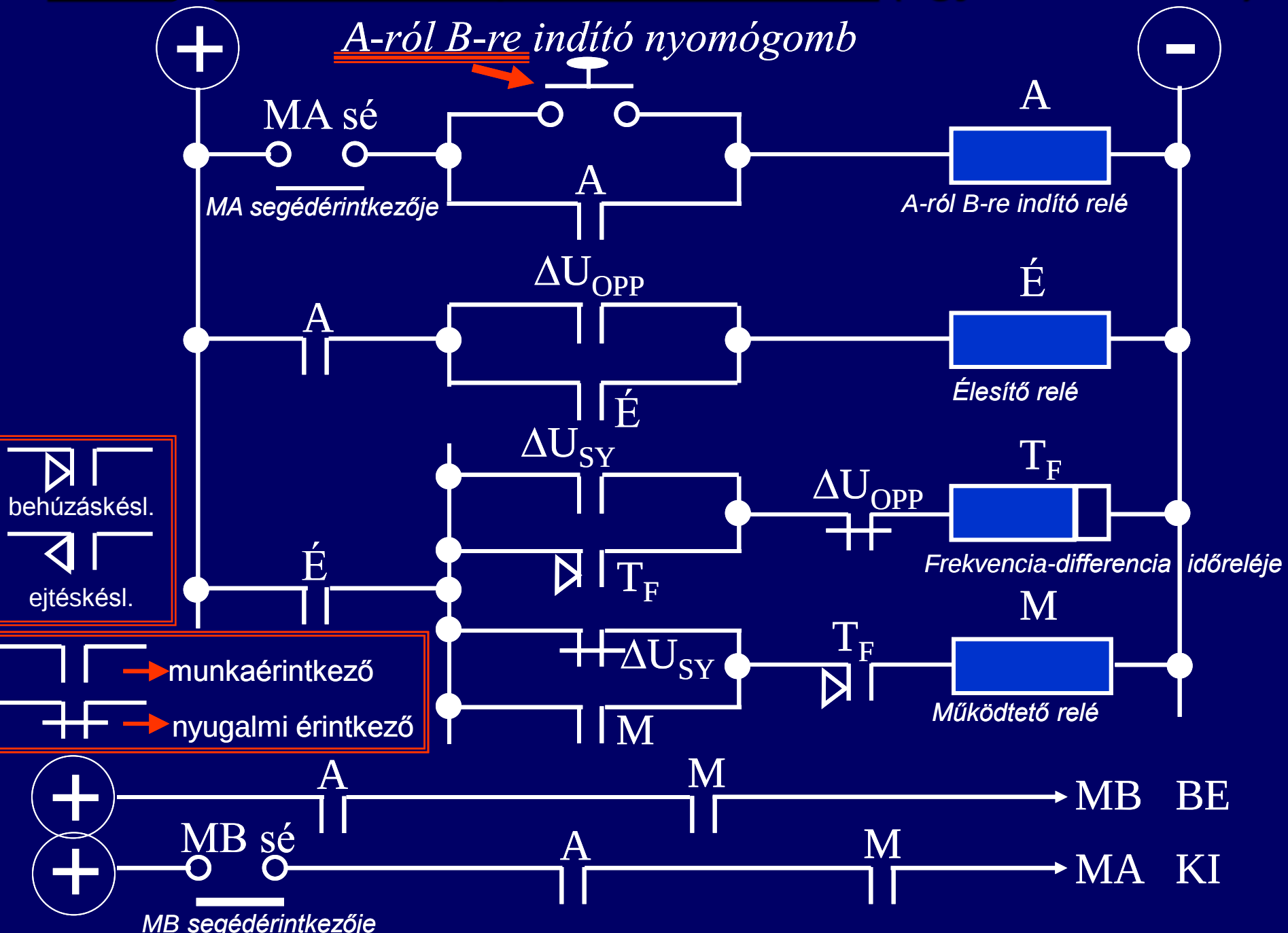
ha $\Delta f = 1 \text{ Hz}$, akkor $T = 1 \text{ s}$

Pseudo-szinkron átkapcsoló automatika

(2. folytatás: frekvencia-ellenőrzés)

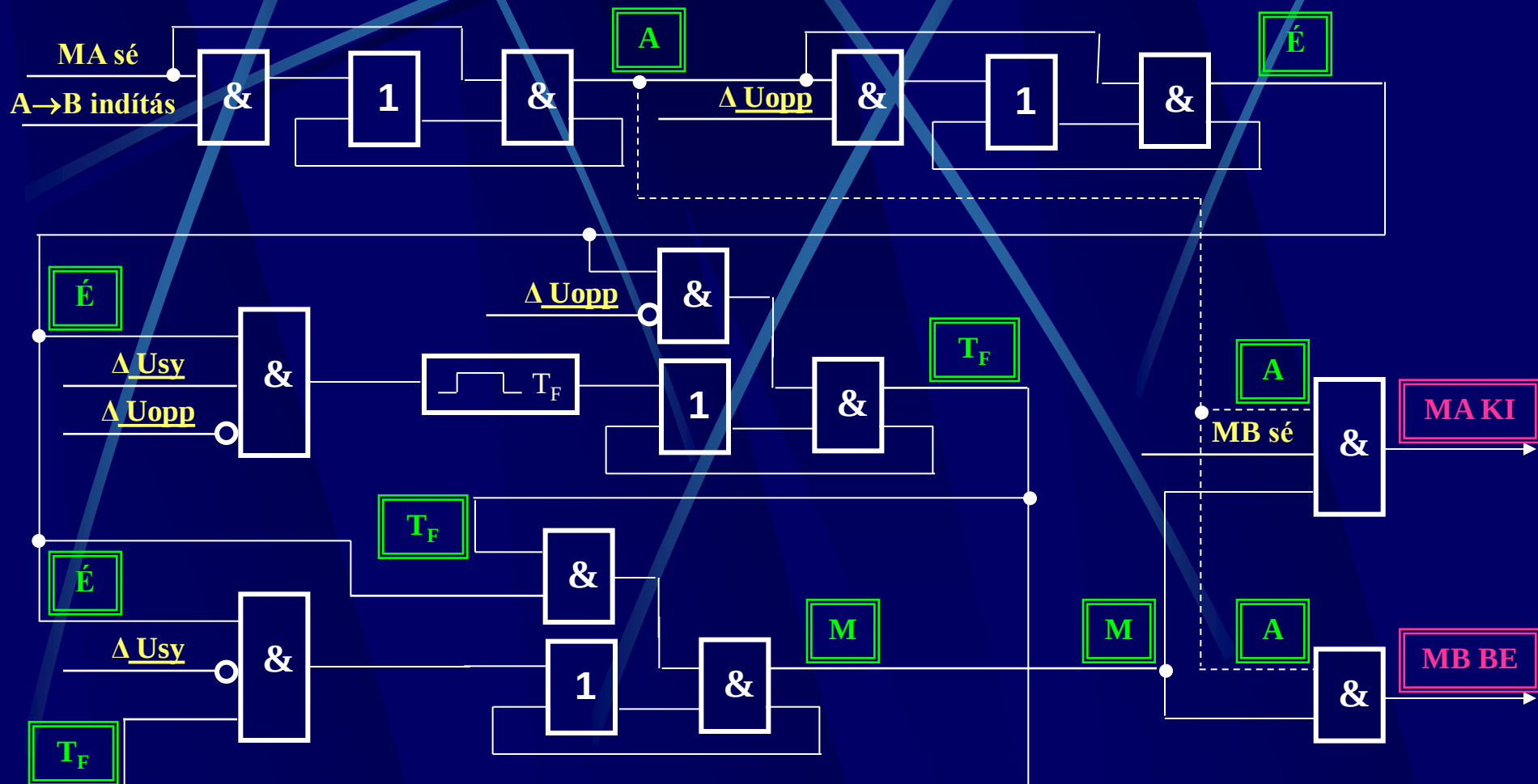


Pseudo-szinkron átkapcsoló automatika (egyvonalas ábra)



Pseudo-szinkron átkapcsoló automatika.

Logikai vázlat. (A-ról B-re áttérés)



Bemenetek: sárga.
 Részeredmény : zöld.
 Kimenetek: piros

DIGITÁLIS megoldás:

- Δf -et mér,
- Δf -nek és a beállított megszakító bekapcsolási önidőnek ($t_{MSZ, BE}$) megfelelő előretartással kapcsol, hogy kb. éppen
- szinkron állapotban történjen az áttérés.

Zárlati teljesítményirány *érzékelése*

Zárlati teljesítményirány érzékelése (1.)

CÉL: a védelem érzékelésének irányítást adni.

Alkalmazás: irányítás nélkül nem lehet szelektivitást adni: hurkolt hálózaton a távolsági védelemhez, két oldalról táplált rendszerben (pl. nagyhálózatra dolgozó kiserőmű) a túláramvédelemhez.

Irányrelé általánosan: $\alpha < \text{arc}\left(\frac{\mathbf{B}}{\mathbf{A}}\right) < \beta$. Általában: $\mathbf{A}=\mathbf{U}$, $\mathbf{B}=\mathbf{I}$
Ha $\alpha = \beta + 180^\circ$, akkor: $K|\mathbf{U}||\mathbf{I}|\cos(\varphi-\psi) \geq 0$, vagy $\text{Re}[k.\mathbf{U}.\hat{\mathbf{I}}.e^{j\psi}] \geq 0$

Ezt úgy lehet értelmezni, mint ψ irányban vett teljesítményt.

Ha $\psi = 0^\circ$, akkor hatásos teljesítmény-irányt ($\cos \varphi$ relé),

ha $\psi = 90^\circ$, akkor meddő teljesítmény-irányt ($\sin \varphi$ relé),

ha pl. $\psi = 45^\circ$, akkor 45° -os irányban vett teljesítményt érzékel.

Zárlati teljesítményirány érzékelése

2. (folytatás.)

Az érzékenység a legnagyobb, ha az I_V áram $\underline{U}_V \cdot e^{j\psi}$ irányába mutat.

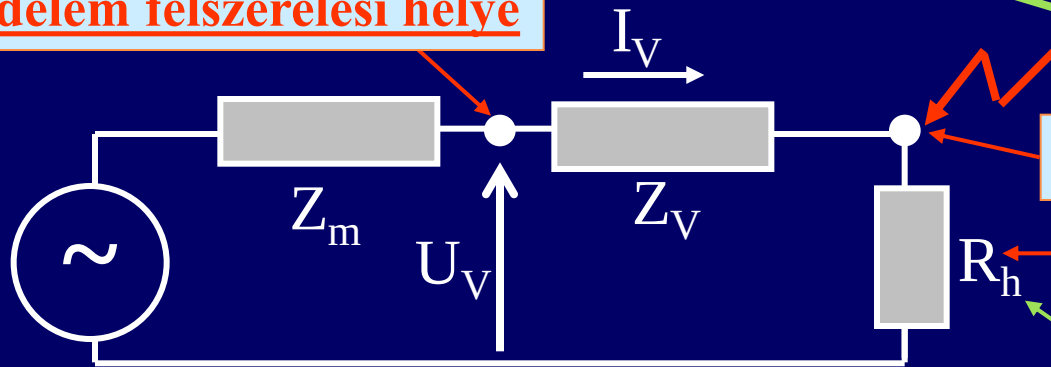
Karakterisztika

MEGSZÓLAL

RETESZEL

HOLTSÁV
(jön)

Védelem felszerelési helye

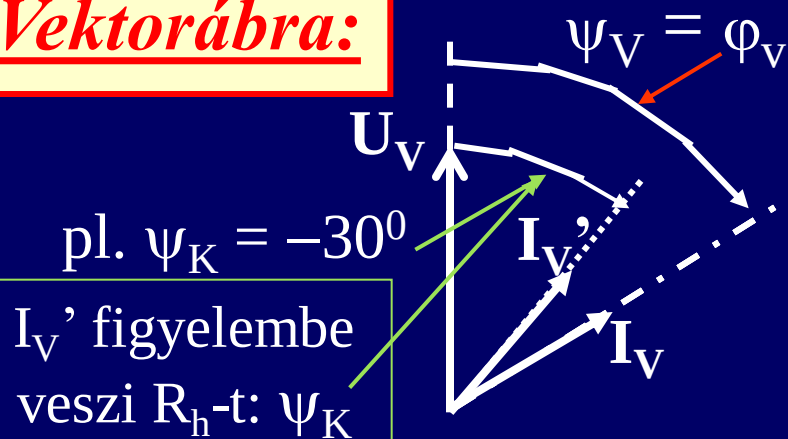


Zárlat helye

Hibahelyi átmeneti ellenállás

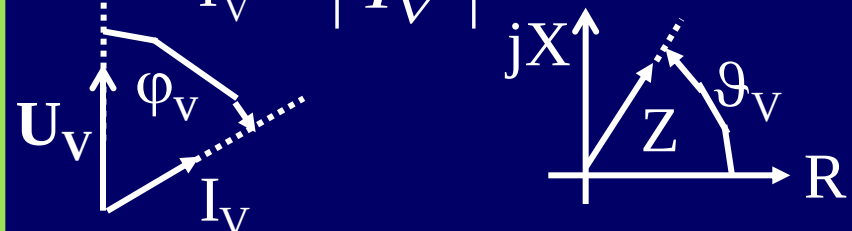
Ezért: célszerű, ha $\psi_K < -\vartheta_V$

Vektorábra:



$$Z_V = R_V + j.X_V = |Z_V|.e^{j\vartheta_V}, \text{ ha } R_h = 0$$

$$Z_V = \frac{U_V}{I_V} = \left| \frac{U_V}{I_V} \right| \cdot e^{j\varphi_V}, \text{ és így } \varphi_V = -\vartheta_V$$



Zárlati teljesítményirány érzékelése.

3. (folytatás.) Holtsáv fogalma.



Szögrelé karakterisztikája: minél közelebb van a zárlat a védelemhez, annál inkább érvényesül R_h szerepe, azaz annál inkább: $\psi < -\vartheta_V$

Holtsáv fogalma:

Minél közelebb van a zárlat a védelemhez, annál kisebb U_V , és így annál bizonytalanabb a szögrelé

Védelem felszerelési helye (fesz.váltó helye)

3F, 2F, 2FN, FN: holtsáv!

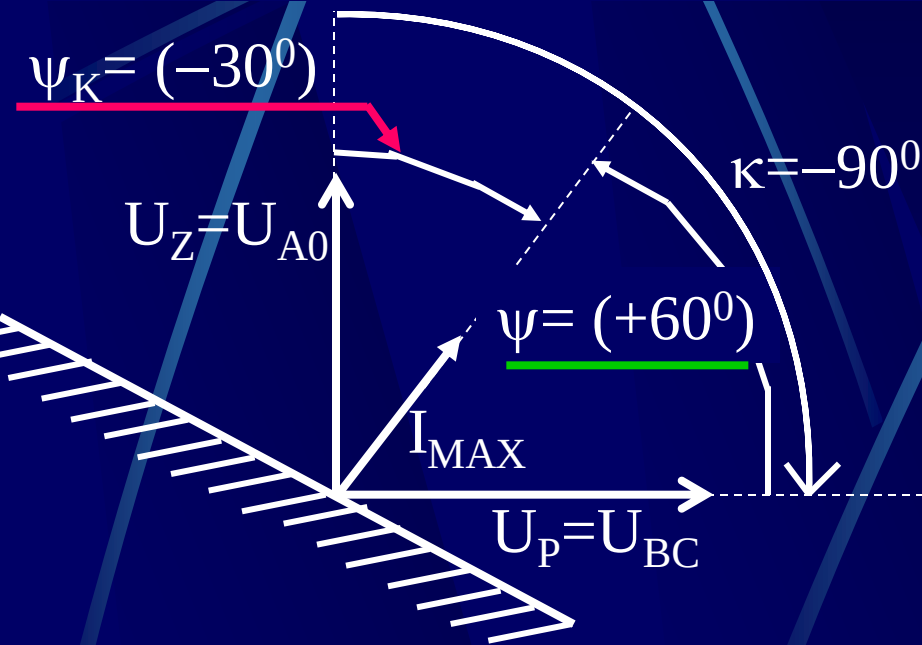
HOLTSÁV

Vigyázat: ez a holtsáv más, mint a megszakító-beragadási védelemnél!

Zárlati teljesítményirány érzékelése 4. (folytatás.)

Általános megoldás: POLARIZÁLÁS ÉP FESZÜLTSGGEL.

Például A0 FN zárlatra U_{BC} választása:



Ép állapotban:

$$U_{BC} = k \cdot U_{A0} \cdot e^{j(-90^\circ)} \quad [\kappa = -90^\circ]$$

$U_{POLARIZÁLO}$ $U_{ZÁRLATI}$

Általában: $U_P = U_Z \cdot e^{j\kappa}$

$$\psi = \psi_K - \kappa$$

új régi

Például (ábra):

$$\psi = -30 - (-90) = +60^\circ$$

Kapacitív jellegű áramra érzékeny!

$U_P = U_{POLARIZÁLO} \rightarrow$ lehet a három vonali feszültségből előállított kombinált vektor is

Aszimmetrikus zárlatoknál mindig van ép feszültség, ezért a módszer aszimmetrikus zárlatokra (2F, 2FN, FN) mindig TELJES holtsávmentesítést ad, de 3F közeli zárlatokra a holtsáv továbbra is fennmarad.

Zárlati teljesítményirány érzékelése 5. (folytatás.)

A holtsáv csökkentésének és megszüntetésének módszerei

A.) Holtsáv-csökkentés.

Érzékenység-fokozás. De 3F közeli zárlatokra a holtsáv fennmarad (felharm)

B.) Holtsáv-mentesítés eszközei:

a.) Előirányítás: ha a teljesítmény-irányrelé nem eléggé érzékeny, azaz nem tudja megállapítani a zárlat irányát, inkább engedi a kioldást, mert **lényeges prioritás:** FONTOSABB A ZÁRLATOT MEGSZÜNTETNI, MINT SZELEKTÍVEN, STB. HÁRÍTANI.

b.) Feszültségtáplálás koncentrált impedancia mögül (1. következő dia)

c.) Holtsávkioldó: ha az irányrelé sem nem szólalt meg, sem nem retesztelt, és **3F** zárlat lépett fel, akkor a *holtsávkioldó* csekély (0,1...0,2 s) késleltetés után kioldást ad.

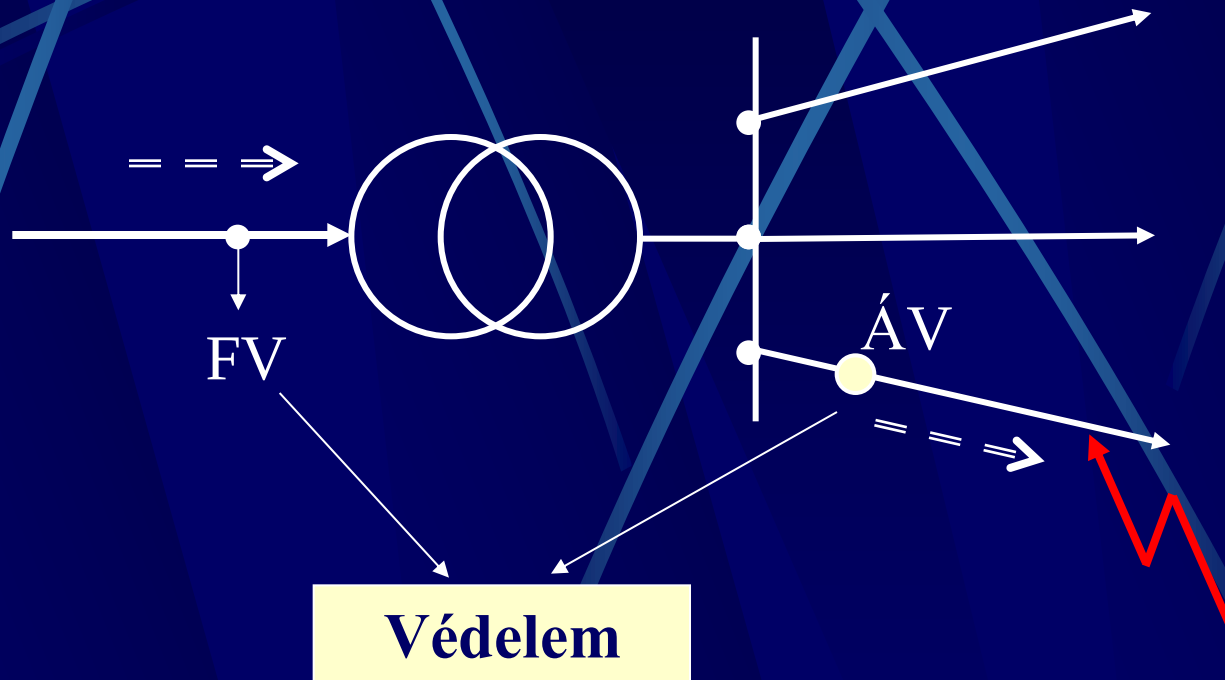
d.) Áramirányrelével: ha polarizálásra található mindig azonos irányú áram, akkor **IxI** áramszorzatrelé alkalmazható teljes holtsávmentességgel. Például gyűjtősínzárlatra, ahol gyakori a **3F** zárlat, és $U = 0$ (második következő dia)

e.) Emlékező kapcsolás. (harmadik következő dia)

Zárlati teljesítményirány érzékelése

6. (folytatás.)

b.) Feszültségtáplálás koncentrált impedancia mögül:



Impedanciamérés alappontja: feszültségváltó helye.

Íránymérés alappontja: áramváltó helye.

Zárlati teljesítményirány érzékelése

7. (folytatás.)

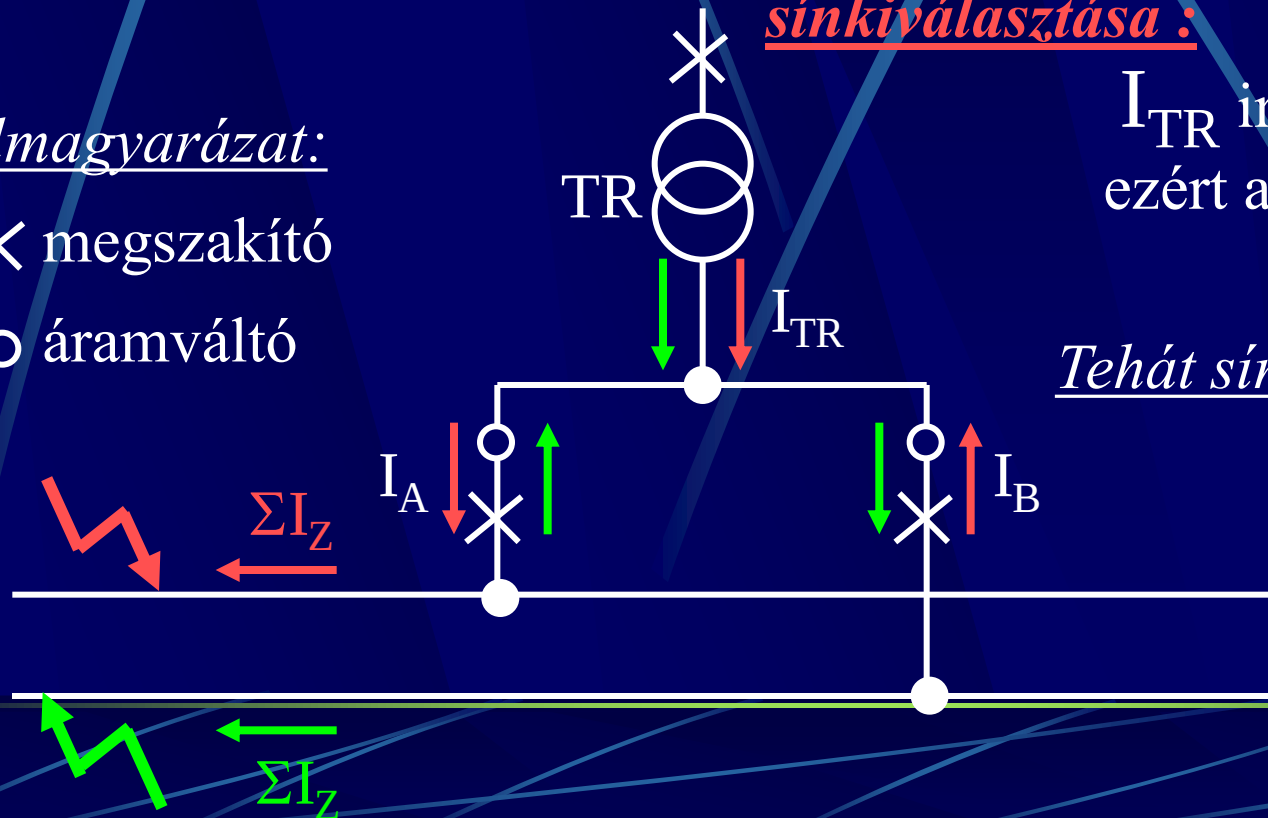
d.) Áramirányrelével: ha polarizálásra található mindig azonos irányú áram, akkor $I \times I$ áramszorzatrelé alkalmazható teljes holtsávmentességgel. Például gyűjtősínzárlatra, ahol gyakori a 3F zárlat, és $U = 0$.

Példa: 400/120 kV-os transzformátor 120 kV-os oldali gyűjtősínzárlati sínkiválasztása :

Jelmagyarázat:

✕ megszakító

○ áramváltó



I_{TR} iránya mindig azonos, ezért alkalmas polarizálásra.

$$I_{TR} = I_A + I_B$$

Tehát sínszelekció lehetséges:

$$(I_A + I_B) \times I_A$$

és

$$(I_A + I_B) \times I_B$$

segítségével.

Zárlati teljesítményirány érzékelése

7. (folytatás.) Emlékező kapcsolás, mikroprocesszoros védelmek

e.) Emlékező kapcsolás: zárlatkor nagy az áram, zárlat előtt ép a feszültség: az emlékező kapcsolás „emlékszik” a zárlat előtti feszültségre.

- **elektronikus védelmeknél** 50 Hz-re hangolt párhuzamos rezgőkör van állandóan a feszültségváltóra kapcsolva, és ez táplálja az irányrelé feszültség-bemenetét.

A megoldás nem működik, ha a vezetéket feszültség alá helyezik, és ekkor lép fel zárlat. Ezt + logikai módszerrel lehet feloldani: a megszakítóra adott bekapcsoló parancsot a védelem is megkapja, erre „ébresztési előgyorsítást” végez.

- **mikroprocesszoros védelmeknél** azt lehet kihasználni, hogy a digitalizált mennyiségeket a védelem tárolja, így azok felhasználhatók az irány-méréshez. Pl. egyik megoldás szerint a védelem méri a polarizáló feszültséget, és ha az adott szintnél (pl. 5...30 %-nál) kisebb, akkor az egy (két) periódussal előbbi, még ép feszültséget használja polarizálásra. *A vezeték feszültség alá helyezésének problémája igen egyszerűen feloldható, pl. ha a se zárlatkor, se egy (két) periódussal előtte sincs értékelhető feszültség, a védelem mérés nélkül azonnal kiold (quasi „ébresztési előgyorsítást” végez.)*

V É G E !

Védelmek és automatikák

5. előadás.

Védelmet tápláló áramváltó
méretezése.

2012-2013 ÉV, I. FÉLÉV



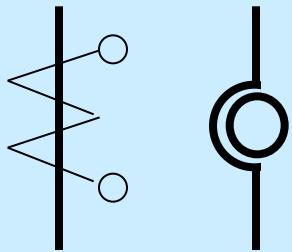
Előadó:

Póka Gyula

Védelmet tápláló áramváltó
méretezése stacioner és
tranzien্স viszonyokra

Áramváltó, és helyettesítő kapcsolása

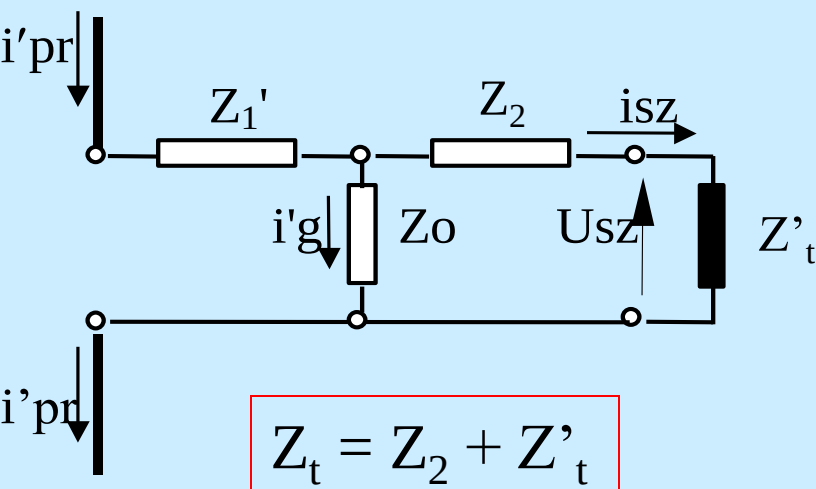
Az áramváltó lényegében rövidrezárt transzformátor



Áramváltó célja:

Kezelhető áram: 400-2000 A helyett $\rightarrow$ 5 A, 2 A, 1 A

Szigetelés: 10-750 kV helyett egy ponton földelt, kisfeszültségű



i'_{pr} a primer áram szekunder oldalra redukálva,

$i'g$ a gerjesztőáram,

i_{sz} a szekunder áram,

Z_1' a primer tekercs szórási reaktanciája és rezisztenciája,

Z_2 a szekunder tekercs szórási reaktanciája és rezisztenciája,

Z_0 az áramváltó gerjesztési impedanciája,

Z'_t az áramváltó szekunder terhelése (összekötő kábel, relék).

Áramváltó méretezése stacioner üzemi viszonyokra

Alapvető probléma: áramváltó hogyan adja vissza a primer áram nagyságát és görbealakját a szekunder oldalon

Műszermag (0,1...1 %, $I_{\text{Ü}} \leq I_n$), relémag (3-5 %, $I_z = 5x, 10x, 20x$).

Minden hiba alapvető oka a gerjesztőáram

Telítés: 50...80 %-os hiba és torzulás

ADATOK:

I'_n áramváltó névleges szek. árama
 Z_{tn} áramváltó névleges szek. terhelése
 $S_n = I'^2_n \cdot Z_{tn}$ és n_v pontossági határ-
tényező, vagy egyben:

$$U_K = n_v \cdot I'_n \cdot Z_{tn} \text{ könyökfeszültség}$$

Méretezés:

ÁV primer névl.árama

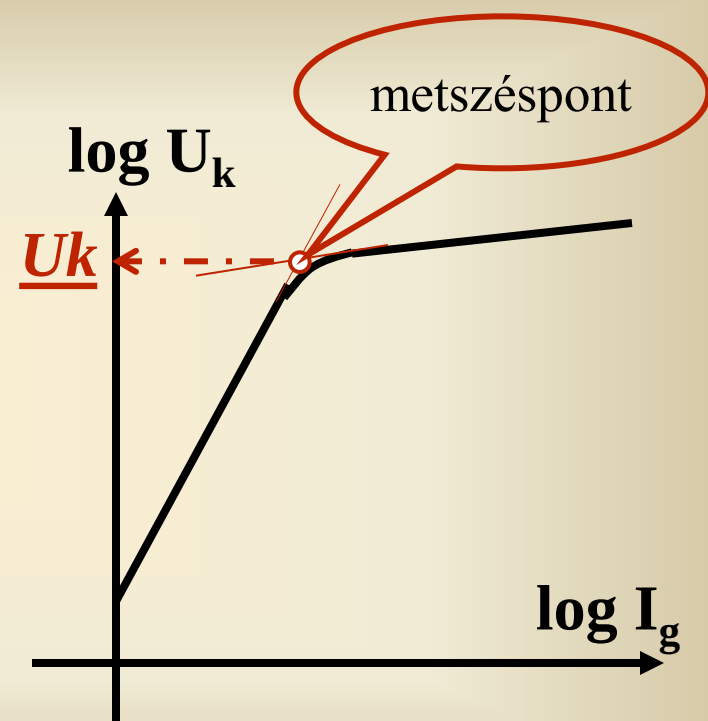
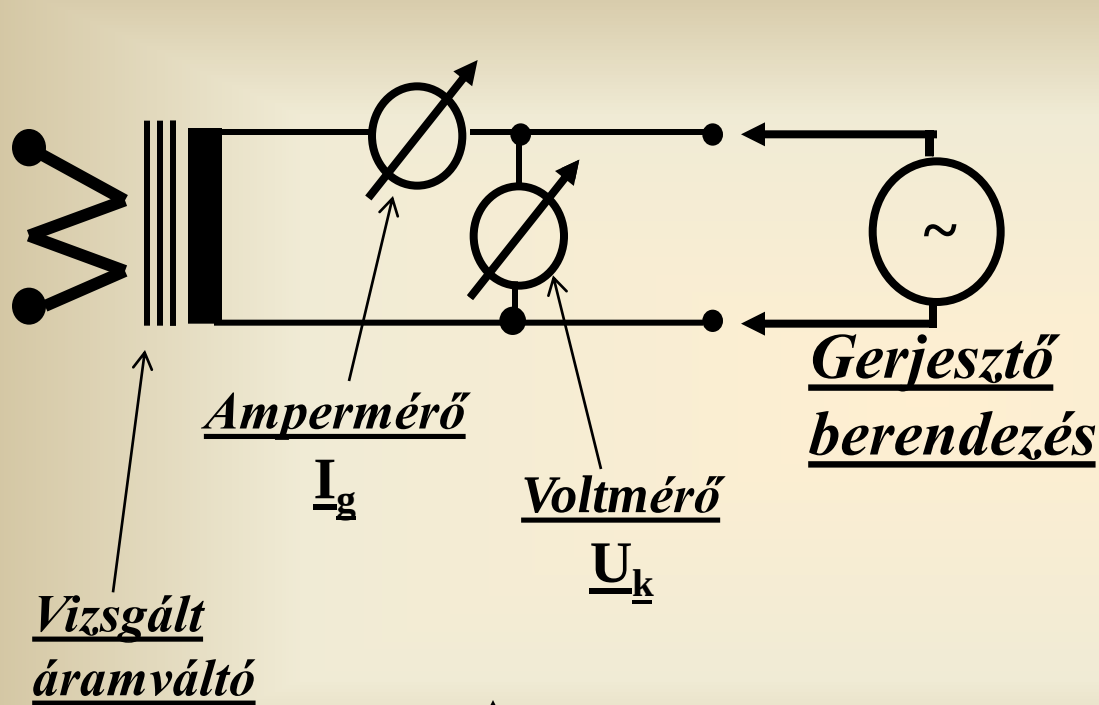
$I'_{Z_{\max}} \leq n_v \cdot I'_n$ ($I_{Z_{\max}} \leq n_v \cdot I_n$) és
 $Z_t \leq Z_{tn}$, (vagy: $S_{\text{tény}} < I'^2_n \cdot Z_{tn}$)

vagy egyben:

$$U_K \geq U_e = I'_{Z_{\max}} Z_t \approx U_{sz}$$

$$[Z_{tn} = (Z'_{tn} + Z_2)], \quad [Z_t = (Z'_t + Z_2)]$$

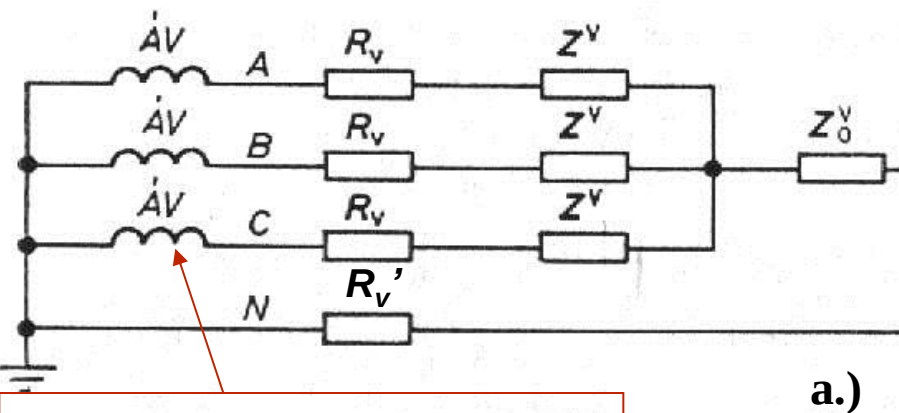
Áramváltó-könyökfeszültség meghatározása méréssel.



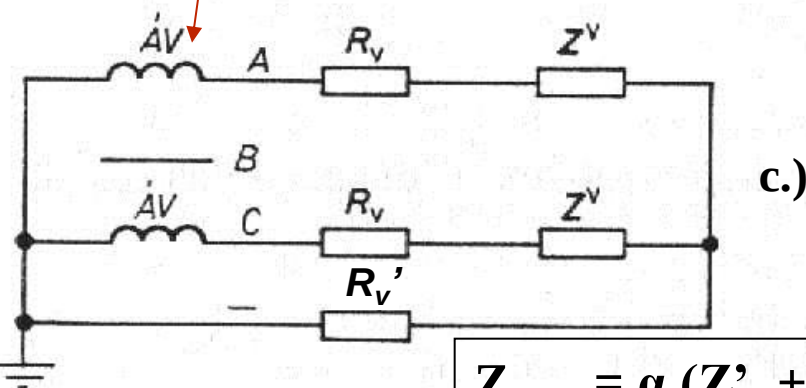
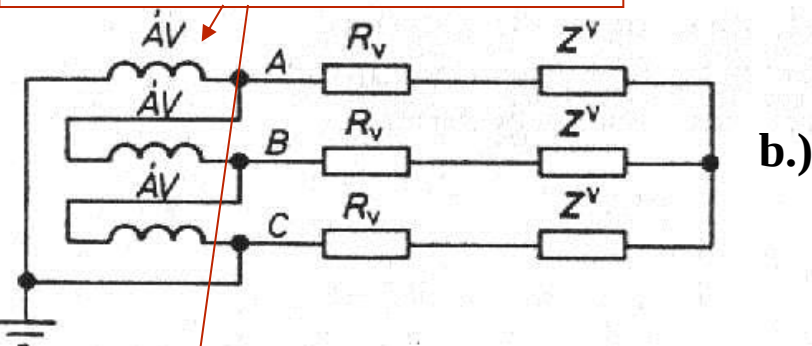
Kapcsolási rajz.

Diagram.

Aramváltó-terhelések α -szorzói.



áramváltó szekunder tekercsek



$$Z_{\text{tényl}} = \alpha \cdot (Z'_t + Z_2)$$

Terhelés kiszámítása háromfázisú kapcsolásban általában:

- adott kapcsolásra ki kell számítani az áramváltók szekunder áramképét (minden zárlatfajtára),
- ki kell számítani az áramváltók szekunder kapcsaira jutó maximális feszültséget,
- el kell osztani az adott áramváltó tényleges szekunder áramával $\rightarrow$ ez a maximum Z_t érték a mértékadó.

- a) csillagkapcsolás: gyakori
- b) deltakapcsolás: numerikus készüléknél ritka
- c) V-kapcsolás: régen, most szinte sosem

Áramváltó-terhelések α szorzói

	R_V			Z^V			Z_0^V		
	3F	2F	FN	3F	2F	FN	3F	2F	FN
a)	1	1	2 (4)	1	1	1 (1)	0	0	1 (3)
b)	3	3	—	3	3	—	—	—	—
c)	$\sqrt{3}$	2	2 (3)	1	1	1 (1)	—	—	—

α szorzó maximális értékei (a zárójeles értékek végponti esetre vonatkoznak) a) csillagkapcsolás; b) deltakapcsolás; c) V-kapcsolás;

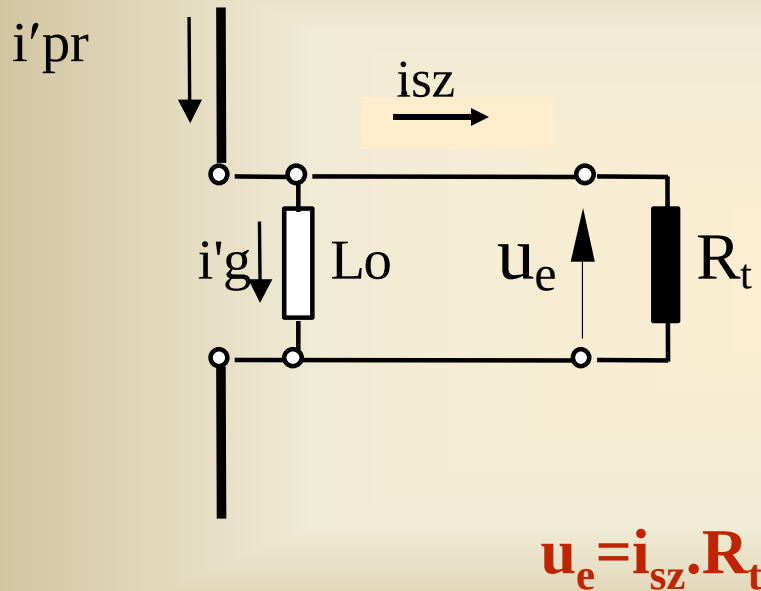
Áramváltó-tranziens

Védelmet tápláló áramváltó méretezése tranziens tartományban.

Lényege:

„Stacioner” viszonyokhoz képest szükséges
„*K*” tranziens túlméretezési tényező
értékének meghatározása.

Egyszerűsített helyettesítő kapcsolás.



i'_{pr} a primer áram szekunder
oldalra redukálva

$i'g$ a gerjesztőáram,

i_{sz} a szekunder áram,

L_o gerjesztési induktivitás,

R_t összekötő kábel, védelmek
és a szekunder tekercs
rezisztenciája.

Miért R és nem Z ?

Áramváltó tekercsfluxusa a szekunder feszültség függvényében (feszültségintegrál).

$$\Psi = \Psi_e + \int_0^t u_e \cdot dt$$

Előző oldalról: $u_e = i_{sz} \cdot R_t$

A zárlati áram és a fluxus időfüggvénye

közelítő módszerrel meghatározva,
zárlati egyenáramú összetevő nélkül.

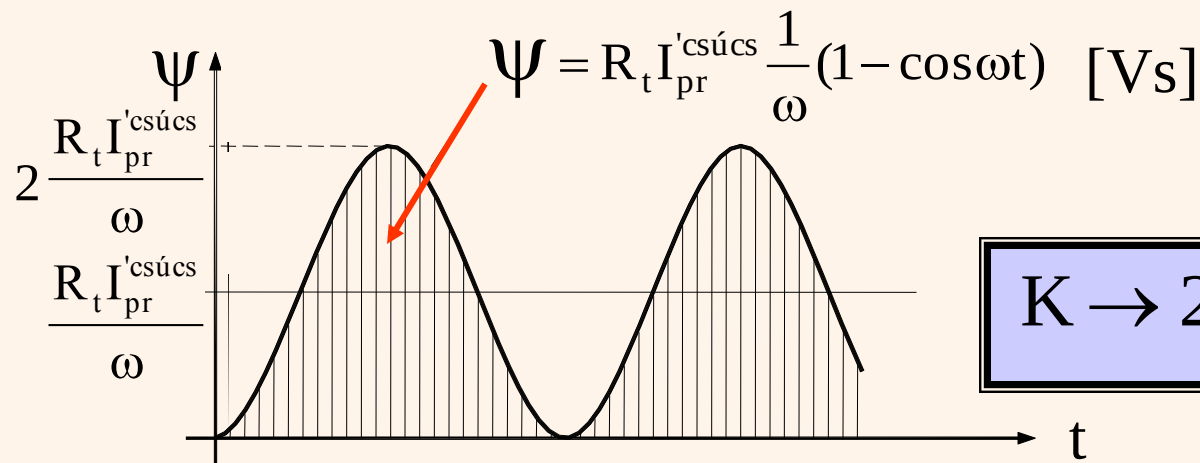
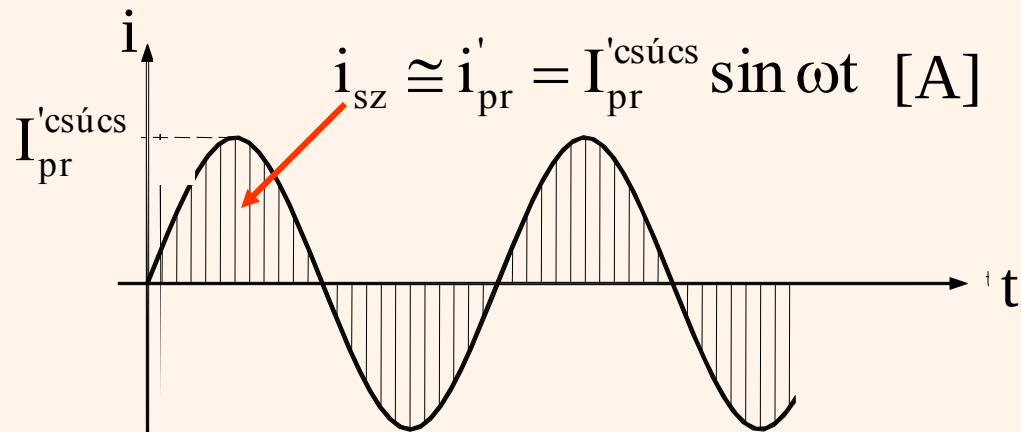
feszültségintegrál
vagy
voltsecundum-
módszerrel

Közelítés:

$$L_o \rightarrow \infty$$

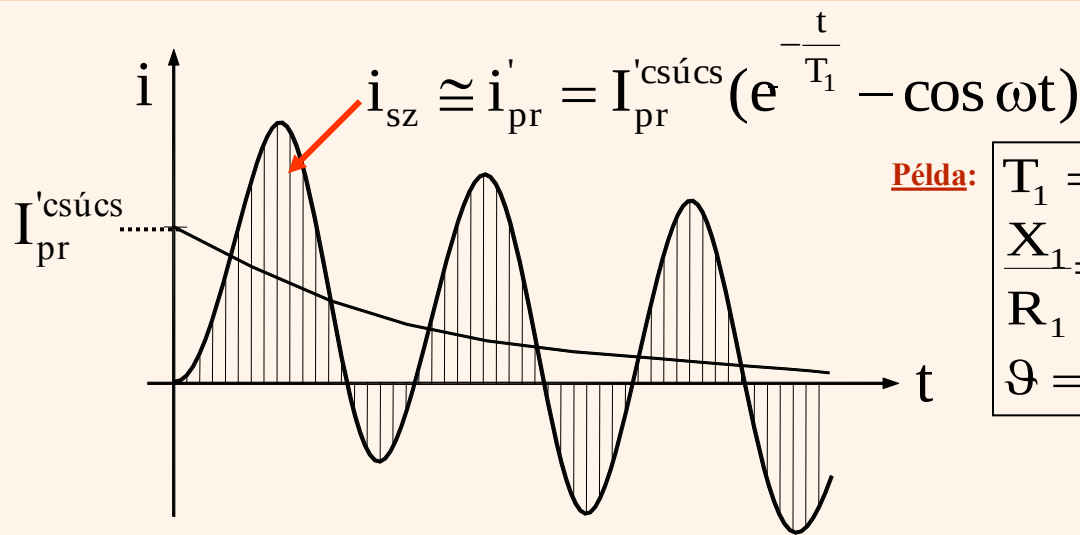
Feltételezve:

$$\Psi_e \rightarrow 0$$



$$K \rightarrow 2$$

A zárlati áram és a fluxus időfüggvénye közelítő módszerrel meghatározva, zárlati egyenáramú összetevővel.

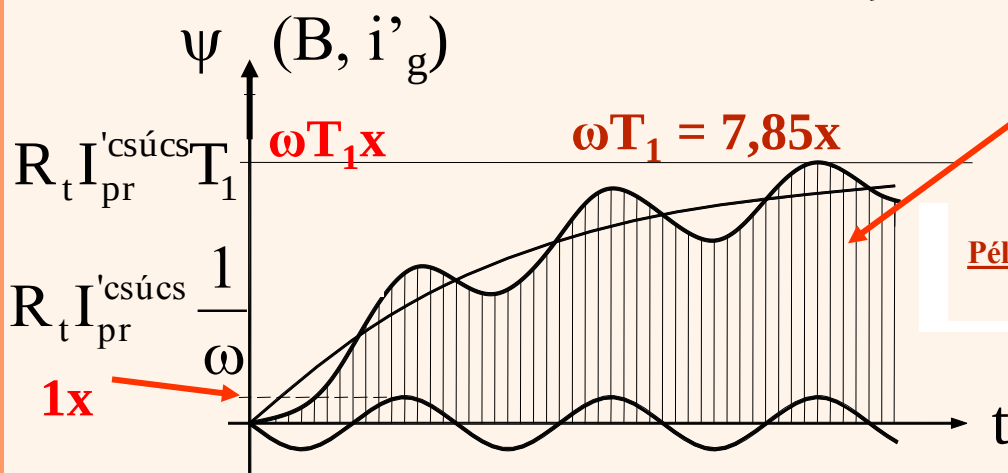


Példa:

$$\begin{aligned} T_1 &= 0,025s \\ \frac{X_1}{R_1} &= 7,85 \\ \vartheta &= 82,74^\circ \end{aligned}$$

$$B = \left[\frac{L_0}{AN_{sz}} \right] \cdot i'_g$$

$$i'_g = \left[\frac{AN_{sz}}{L_0} \right] \cdot B$$



Közelítő fluxus:

$$\Psi = R_t \cdot I'_{csúcs} \left[T_1 \left(1 - e^{-\frac{t}{T_1}} \right) - \frac{1}{\omega} \sin \omega t \right]$$

Példa:

$$\begin{aligned} T_1 &= 0,025s \\ \frac{1}{\omega} &= 0,00318 \end{aligned}$$

$$\frac{X_1}{R_1} = \omega T_1$$

Pontos tranziens méretezés.

$$L_0 \text{ nem } \rightarrow \infty$$

Kiinduló egyenletek:

$$Z_t = R_t + j\omega L_t$$

$$u_e = \frac{d\Psi_{sz}}{dt},$$

$$u_e = R_t i_{sz} + L_t \frac{di_{sz}}{dt},$$

$$\Psi_{sz} = N_{sz} \Phi = N_{sz} BA,$$

ezekből (u_e):

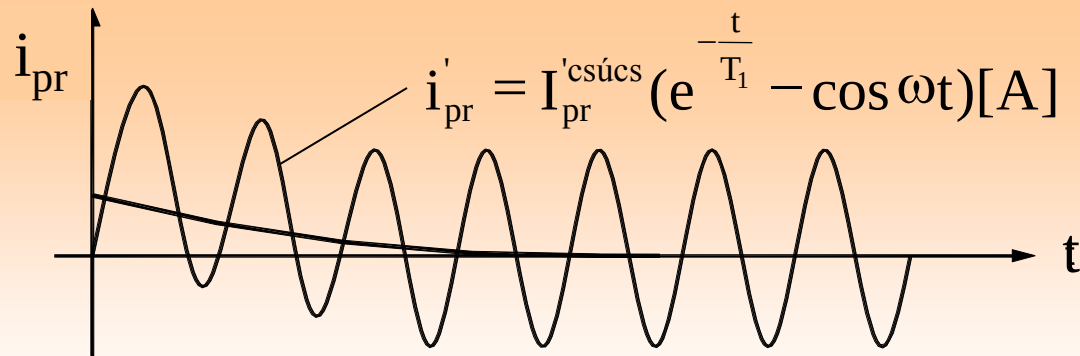
$$AN_{sz} \frac{dB}{dt} = R_t i_{sz} + L_t \frac{di_{sz}}{dt}$$

Továbbá: $H = \frac{B}{\mu_0 \mu_r}, N_{sz} i'_g = H \ell$ és

$$L_0 = \frac{\mu_0 \mu_r AN_{sz}^2}{\ell},$$

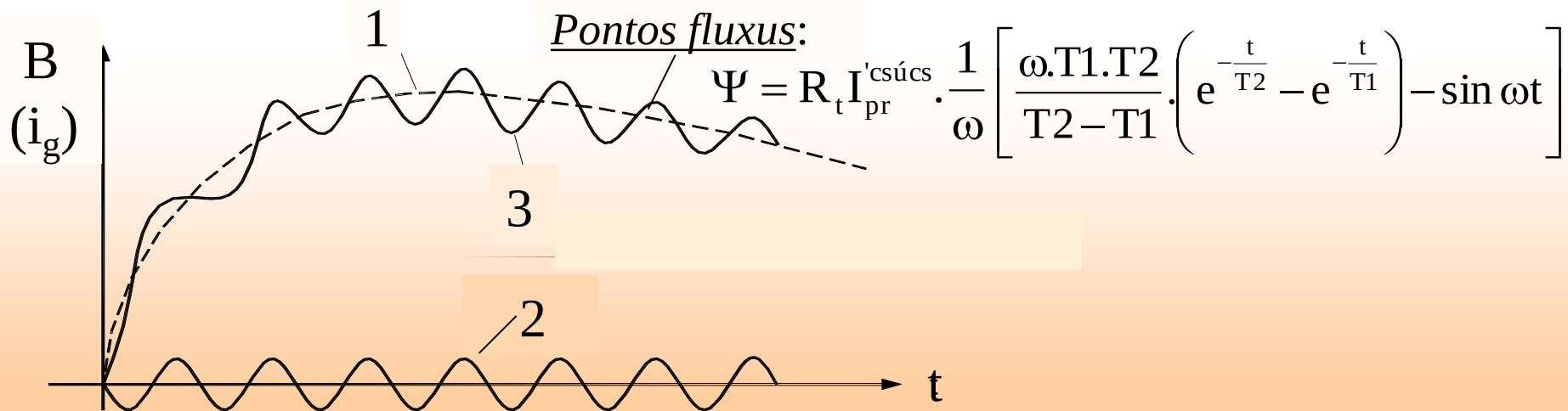
Így:
$$\frac{dB}{dt} = \frac{R_t}{AN_{sz}^2} i_{pr} - \frac{R_t}{L_0} B + \frac{L_t}{AN_{sz}} \frac{di_{pr}}{dt} - \frac{L_t}{L_0} \frac{dB}{dt}$$

A primer áram, alatta az indukció (gerjesztőáram, tekercsfluxus) alakulása az idő függvényében telítetlen állapotban.



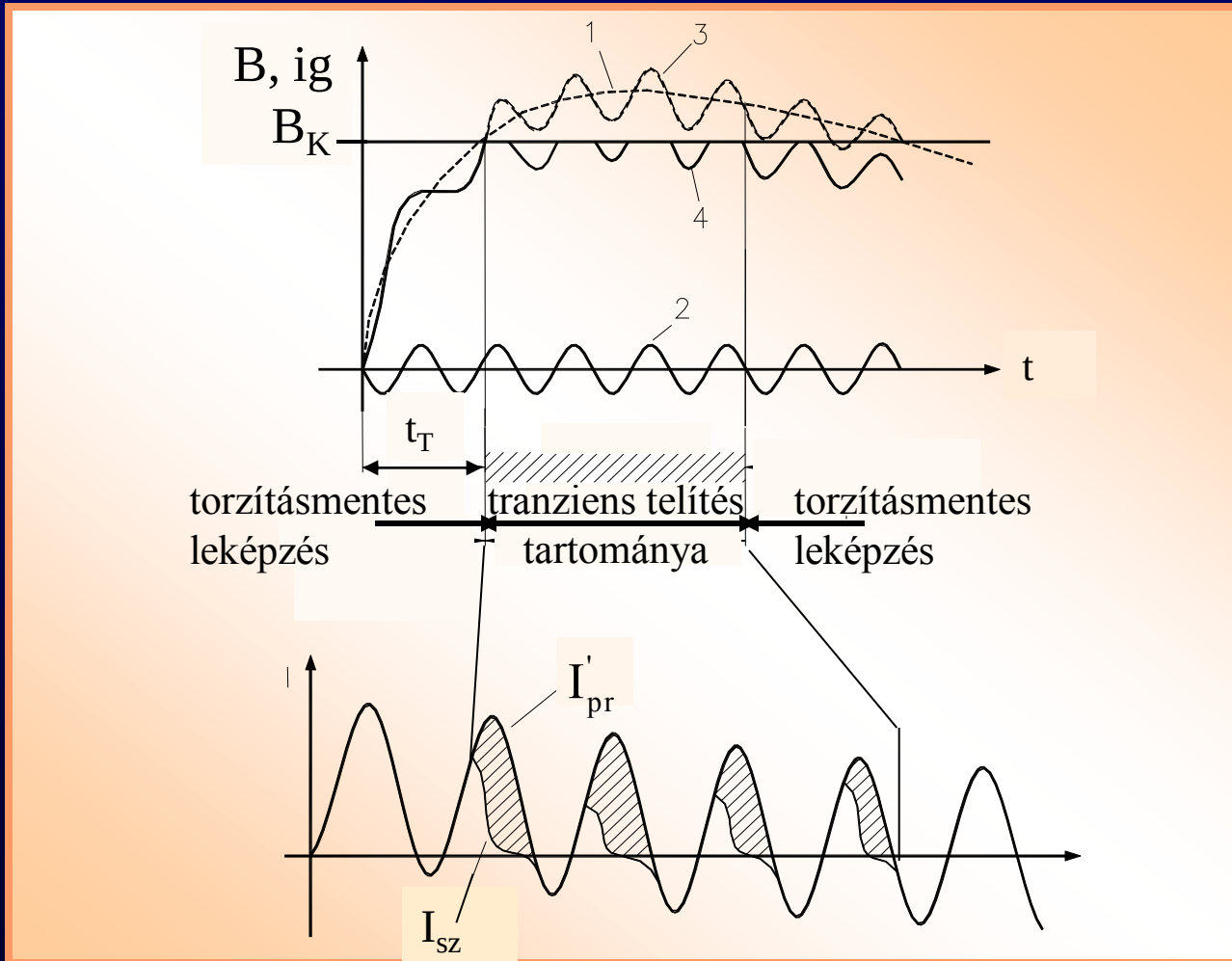
$$B = \left[\frac{L_0}{AN_{sz}} \right] \cdot i'_g$$

$$i'_g = \left[\frac{AN_{sz}}{L_0} \right] \cdot B$$



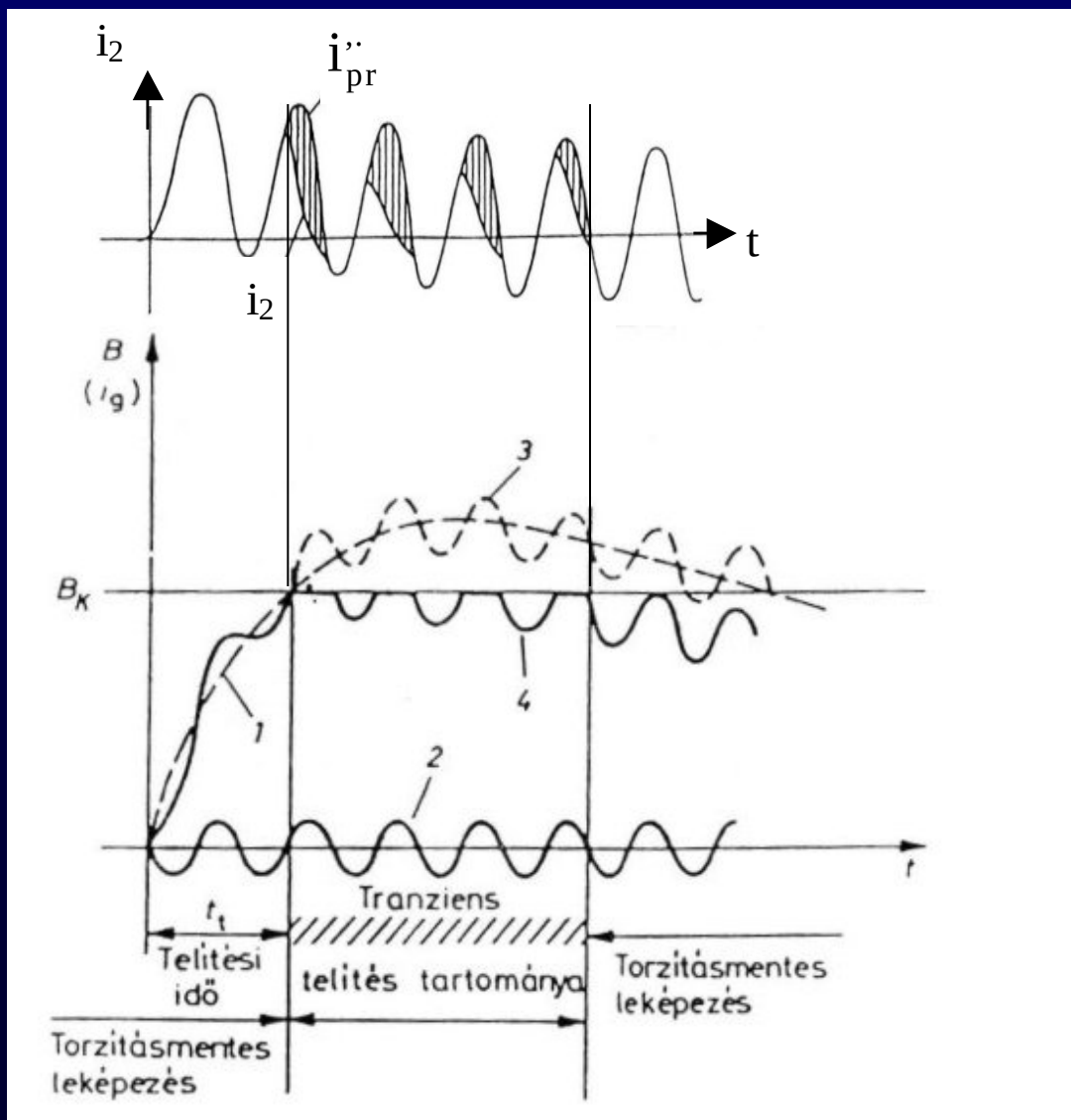
Az indukció (gerjesztőáram, tekercsfluxus) alakulása az idő függvényében *telített* állapotban.

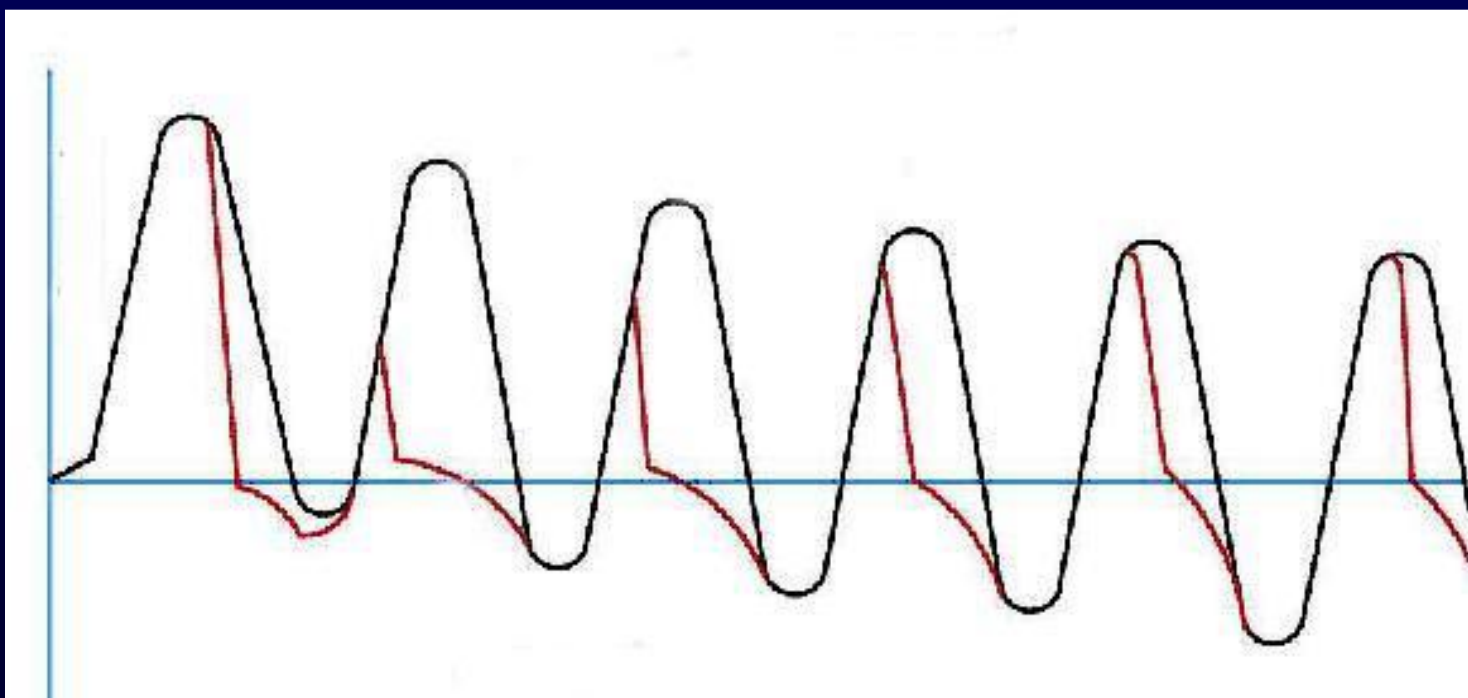
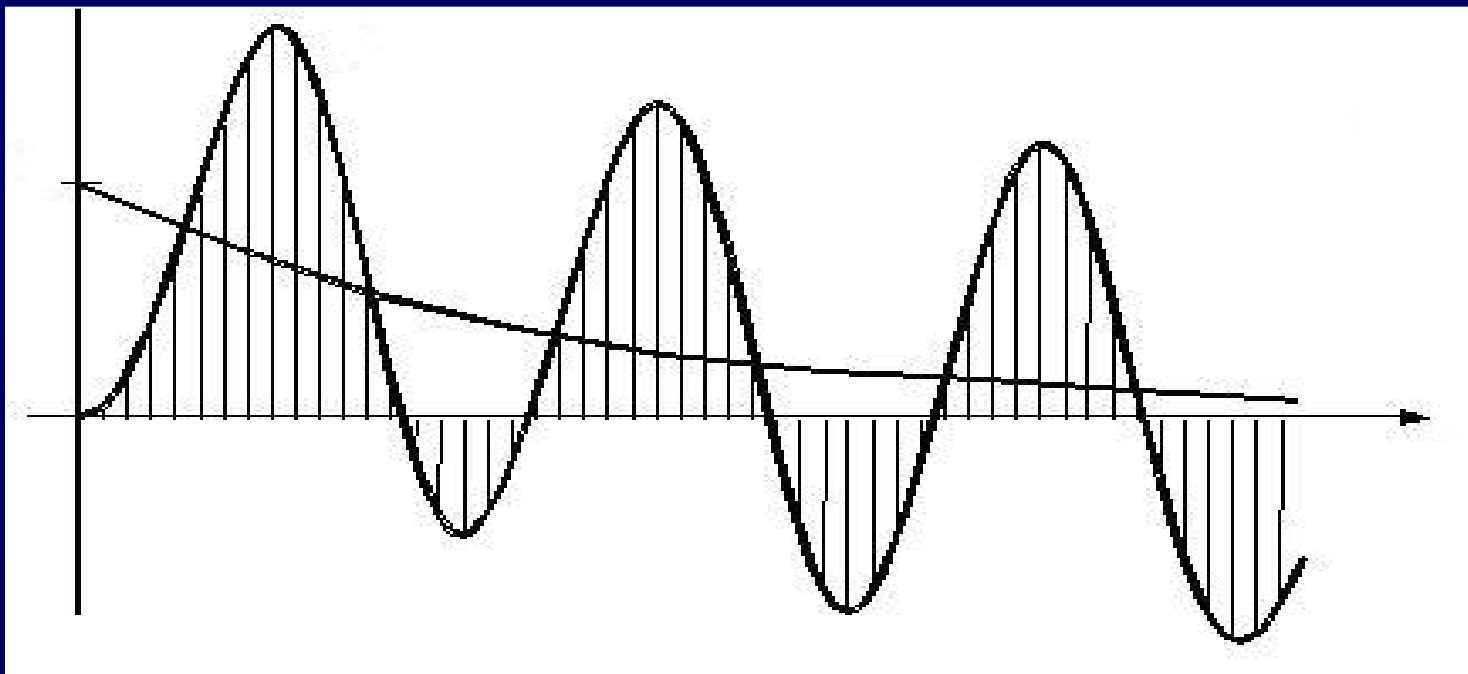
Alul a torzult szekunder áram.



Az indukció (gerjesztőáram, tekercsfluxus) alakulása az idő függvényében telített állapotban.

Felül a *torzult szekunder áram.*





Áramváltó teljes telítésmentesítése

(remanencia és visszakapcsolás nélkül)

$$B < B_K$$

$$K \geq T_1 = \frac{X_1}{R_1} (+1)$$

$$U_k \geq \frac{X_1}{R_1} \cdot R_t \cdot I'_{pr}{}^{\text{eff}}$$

A remanencia figyelembe vétele.

K túlméretezési tényező helyett K' szükséges:

$$K' = K \cdot \frac{1}{1 - \frac{K_R}{100}},$$

ahol $K_R = \frac{B_R}{B_K} \cdot 100 \%$
↓
*a legnagyobb lehetséges
remanencia-érték százalékos értéke*

B_R mérési módszer: **CENELEC** szabványában:
EN 60044-6: 1999

Telítési idő kiszámítása közelítő módszerrel

(remanencia figyelembevétele nélkül)

$$t_T = \frac{K-1}{\omega}, \text{ ha } K \leq \omega \cdot T_1 = \frac{X_1}{R_1},$$
$$t_T \rightarrow \infty, \text{ ha } K \geq \omega \cdot T_1 = \frac{X_1}{R_1}.$$

Remanencia figyelembevétele:

*A szükséges t_T megállapításához (kiszámításához)
az alábbi K értéket kell alkalmazni:*

$$K = K' \cdot \left(1 - \frac{K_R}{100} \right)$$

A T_1 és T_2 időállandók, a telítési idő (t_T),
és a túlméretezési tényező (K) közötti
összefüggés pontos módszerrel.
(remanencia figyelembevétele nélkül)

$$K = \frac{\omega \cdot T_1 \cdot T_2}{T_1 - T_2} \cdot \left(e^{-\frac{t_T}{T_2}} - e^{-\frac{t_T}{T_1}} \right) + 1$$

$$\text{Ha } T_2 \gg T_1, \text{ akkor} \quad K = \omega T_1 \left(1 - e^{-\frac{t_T}{T_1}} \right) + 1$$

$$\text{Ha } K \gg 1, \text{ akkor} \quad K = \omega T_1 = \frac{X_1}{R_1}$$

Nemzetközi és magyar szabvány (alapfogalmak, képletek, alkalmazási vezető, remanencia-mérési módszerek)

A tranziens méretezés elméleti és gyakorlati tapasztalatai alapján nemzetközi szabvány is készült (IEC 44), majd a **CENELEC** kiadta legújabb szabványát:

EN 60044-6: 1999

Ennek magyar szabvány-megfelelője:

MSZ EN 60044-6: 1999.

(IEC 60044-6 szabványt rövidesen helyettesíteni fogja: IEC 61869-6)

Védelmet tápláló áramváltó
méretezése tranziens
viszonyokra

Védelmek méretezése tranziens áramváltó-viszonyokra (1.)

- ELŐSZÖR** az alkalmazható eszközök: tervezést segítő
négy tényező, amelyek **K** túlméretezési tényezőt csökkentik:
- áramváltó szekunder árama legyen minél kisebb érték, javasolt: **1 A**
(azonos primer zárlati áram és azonos szekunder kábelér-hossz és
-keresztmetszet mellett → kisebb a szekunder kábel-feszültségesés)
 - védelmet bekötő szekunder kábelér keresztmetszete legyen nagy,
nemzetközi javaslat $\geq 10 \text{ mm}^2$ (azonos primer zárlati áram és azonos sze-
kunder kábelér-hossz mellett → kisebb a szekunder kábel-feszültségesés)
 - védelem ellenállása legyen kicsi (elektronikus és digitális [numerikus,
mikroprocesszoros] védelmeknél ez eleve adott)
 - áramváltó áttétele legyen nagy (azonos primer zárlati áram →
→ kisebb a szekunder áram, így kisebb a feszültségesés) Üzemvitel?

Védelmek méretezése tranzienst áramváltó-viszonyokra. (2. folytatás.)

A.) Teljes telítésmentesség minden zárlatra:

1.) Meg kell állapítani a védelmet tápláló áramváltón átfolyó lehetséges legnagyobb zárlati áramot ($I_{pr}'^{eff}$), és a zárlat helyére kiszámított mérésponthi impedanciát (X_1, R_1). Ha kétség merül fel, hogy melyik zárlati hely adja a legszigorúbb feltételt, akkor több zárlati helyre is el kell végezni a méretezést, és a legkedvezőtlenebb feltételt alkalmazni.

2.) A fenti adatokkal a méretezési egyenlet:

$$U_K \geq \frac{X_1}{R_1} \cdot R_t I_{pr}'^{eff}$$

Lehetőleg ezt kell alkalmazni.

Védelmek méretezése tranziens áramváltó-viszonyokra. (3. folytatás.)

B.) Teljes telítésmentesség az első fokozathatáron és távolabb fellépő zárlatnál, és t_T telítési időn belüli működés a védelem pillanatműködésű kioldásaira.

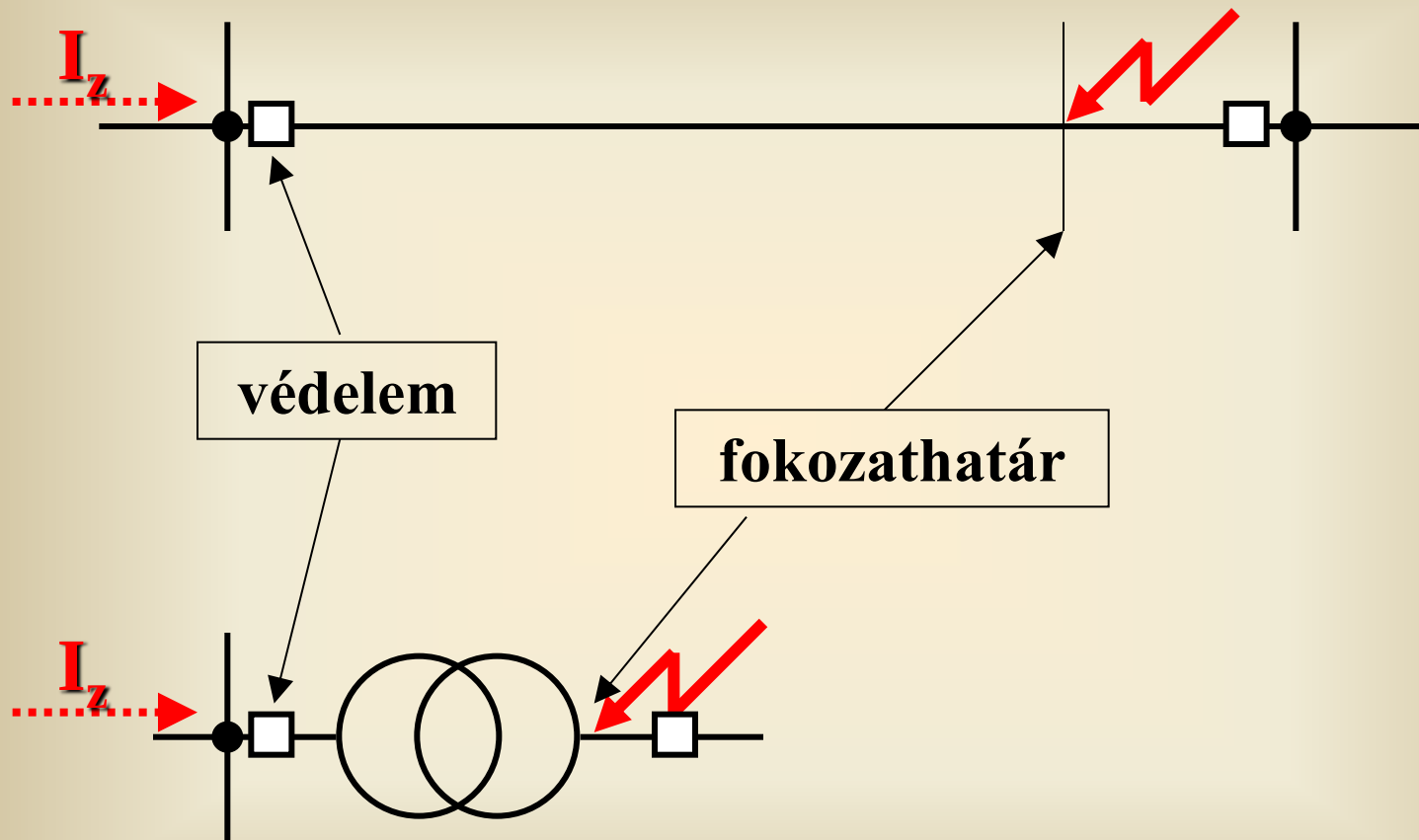
A teljes telítésmentesség számítása:

Beállítása miatt szelektív védelmeknél: első fokozathatár végén ne legyen telítés. Távolsági védelem: első fokozathatáron fellépő maximális zárlati áram, amely a védelmen át folyik, túláramvédelem: a gyorsfokozat ($t = 0$) beállított árama;
+ a mérésponthi impedancia védelem felől számított része.

Elvileg szelektív védelmeknél (differenciál elvű véd.): a védelmen átfolyó legnagyobb áramot adó külső zárlat a mértékadó;
+ a mérésponthi impedancia védelem felől számított része.

Védelmek méretezése tranziens áramváltó-viszonyokra (4. folytatás.)

- Ábra a méretezéshez:



*Ez a „B” módszer is minden működésre
telítésmentességet biztosít.*

- Lényege az, hogy az első fokozathatár szétválasztja az alkalmazott megoldást.
- Az első fokozathatárnál távolabbi zárlatokra teljes telítésmentességet biztosít,
- azon belül pedig a t_T telítési idő alatti telítésmentességet használja ki, azaz a túlméretezést úgy választja meg, hogy a t_T telítési idő legyen nagyobb, mint a védelem pillanatműködési önideje.

Telítési idő és a túlméretezési tényező közötti pontos összefüggés, figyelembe véve az egyszeres visszakapcsolást is
[C-O-C-O ciklus] (remanencia figyelembevétele nélkül)

$$K = \left\{ \left[\frac{\omega \cdot T_1 \cdot T_2}{T_1 - T_2} \right] \left(e^{-\frac{t_1}{T_1}} - e^{-\frac{t'_T}{T_2}} \right) - \sin \omega t' \right\} \cdot e^{-\frac{t_{HI} + t'_T}{T_2}} +$$

$$+ \left\{ \left[\frac{\omega \cdot T_1 \cdot T_2}{T_1 - T_2} \right] \left(e^{-\frac{t''_T}{T_1}} - e^{-\frac{t''_T}{T_2}} \right) + 1 \right\}$$

ahol:

K szükséges túlméretezési tényező,

T₁ zárlati áramkör primer időállandója,

t'_T telítési idő az első

T₂ áramváltó szekunder időállandója,

zárlati ciklusban,

t₁ első zárlati áramhullám időtartama

t''_T telítési idő a második

t_{HI} visszakapcsolási holtidő,

zárlati ciklusban.

*Helyette újabban: nagyobb remanenciát adnak meg,
és az előző módszereket alkalmazzák.*

V É G E !

Védelmek és automatikák

6. előadás.

Differenciál-elvű védelmek.
Differenciálvédelem és szakaszvédelem.
Transzformátor differenciálvédelem

2012-2013 ÉV, I. FÉLÉV



Előadó:

Póka Gyula

Differenciál-elvű védelmek

Differenciál-elvű védelmek

(Differential Protection, Differentialschutz)

Lényege: a védett elem két (vagy több) végpontján uralkodó villamos mennyiségek összehasonlítása útján dönt → **belső** ✓ vagy **külső** ✓

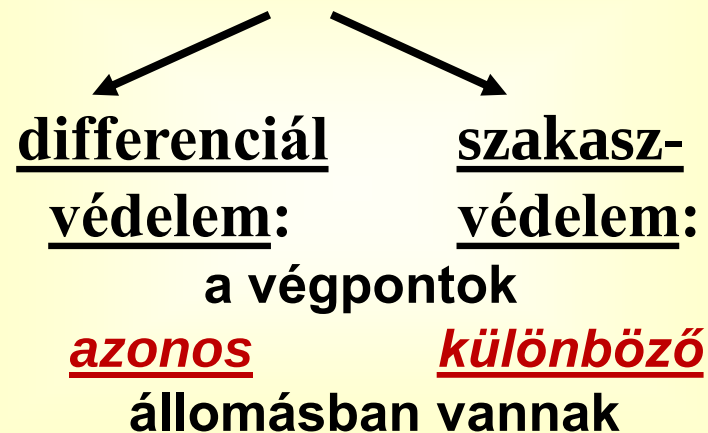
Három alapvető tulajdonság:

- 1.) minden belső zárlatra pillanatműködésű ($t = 0$): mert határai egzaktak
- 2.) külső zárlatra érzéketlen: nem ad rá természetes tartalékvédelmet
- 3.) a védett elem két (vagy több) végpontja között információs összeköttetést (csatornát) igényel

Mennyiségek, amelyeket összehasonlít:

- a.) áramok összegezése (Kirchhoff I.) (k.dia)
- b.) áramirány-összehasonlítás (k.dia)
- c.) teljesítményirány-összehasonlítás (k.dia)
- d.) távolsági védelmek mérésösszehasonlítása (lásd később a 9. Védelmi parancs-átvitelnél)

Két alapvető csoport (magyar)



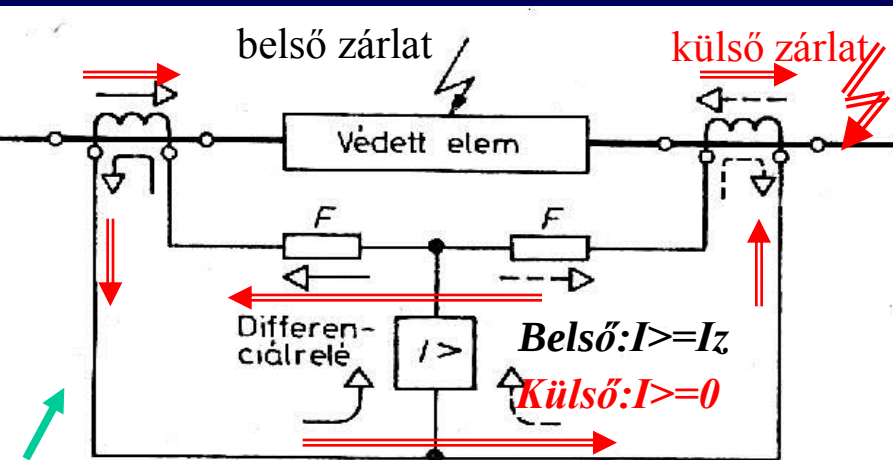
Differenciál-elvű védelmek csatornái.

Differenciálvédelemnél:

végpontok saját állomáson belül.

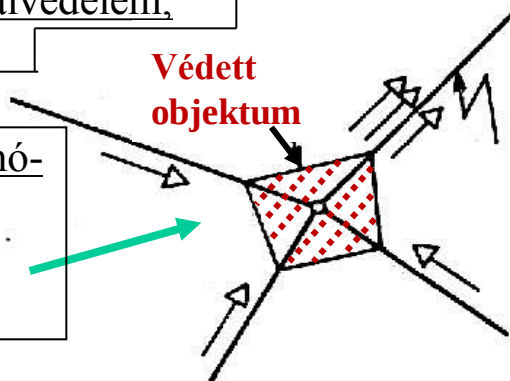
Csatorna: maga az állomási szekunderezés
(újabbán néha fénykábel)

Differenciálvédelem alapkioscsolása:



Klasszikus differenciálvédelem,
belső és **külső** zárlat.

- 1.) Kirchhoff I. (csomóponti) törvénye:
- 2.) Áramirány-összehasonlítás elve.



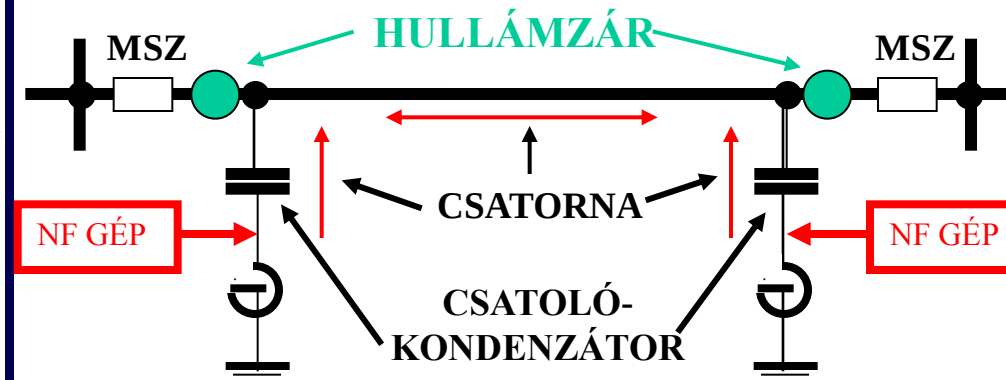
Szakaszvédelemnél:

(Line Differential Protection, Pilot Wire Protection, Phase Comparison Protection, Streckenschutz)

végpontok különböző állomáson.

Csatorna:

- α.) kábel (erősáramú, postai)
- β.) vivőfrekvenciás csatorna
- γ.) mikrohullámú összeköttetés
- δ.) fénykábel (pl. védővezetőben)



Vivőfrekvenciás összeköttetés (40...500 kHz)

Stabilizálás, fékezés.

PROBLÉMA: Kirchhoff I. (csomóponti) törvénye csak akkor igaz, ha az áramváltók pontosan képezik le a primer áramot a szekunder oldalra, *nagyságra, alakra és szögre egyaránt !* **Tehát: stabilizálás, fékezés kell.**

Stabilizálás (fékezés) módszerei:

1.) Nagy árambeállítás $\Sigma I >_{\text{beállítás}} = \text{nagy érték.}$

Fékezés megvalósítása fázisáramokkal (az F-tekercsekkel):

2.) Áramirány-stabilizálás. Pl.: $|\Sigma I| + |I_A| \cdot |I_B| \cdot \cos \alpha \geq \Sigma I >_{\text{be}}$
(α : fázisszög I_A és I_B között, pozitív irányok befelé)

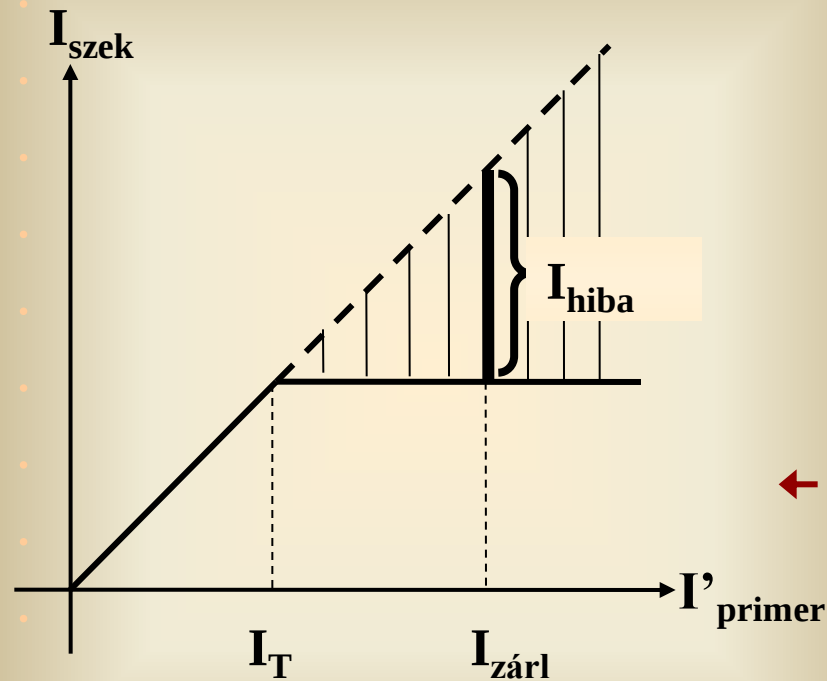
3.) Fékezéses stabilizálás. Ki kell számolni:

differentiáláram (kioldó áram): $I_d = |\Sigma I| = |\Sigma I_{\text{leág}}|$
fékező áram: $I_s = (|I_A| + |I_B| + |I_C| + \dots) = \Sigma |I_{\text{leág}}|,$
az érzékelési egyenlet pedig: $|\Sigma I_{\text{leág}}| - \beta \cdot \Sigma |I_{\text{leág}}| \geq \Sigma I >_{\text{be}}$

β értéke lehet: *fix érték* $\rightarrow$ százalékos vagy lineáris differentiálvédelem,
vagy *változó* $\rightarrow$ nemlineáris differentiálvédelem (most következik)

4.) Nagyimpedanciájú differentiálvédelem (részletesen később).

Lineáris és nemlineáris fékezés.



Egyik lehetséges idealizált áramváltó-karakterisztika.

Kioldási karakterisztika meghatározása:

Vízszintes tengelyen $I_s = \sum |I_{\text{leág}}|$ (fékező áram)

Függőleges tengelyen $I_d = |\sum I_{\text{leág}}|$ (kioldó áram)

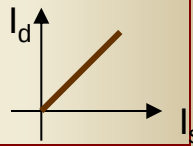
Feladat: az $I_d = f(I_s)$ függvény meghatározása.

Belső zárlat (ha [általában] nincs ÁV-telítés):

$I_d = I_{\text{zárl}}$, $I_s = I_{\text{zárl}}$

és így az $I_d = f(I_s)$ függvény: $I_d = I_s$,

azaz az origóból induló 45°-os egyenes.



Külső zárlat (ha van ÁV-telítés), tételezzük fel, hogy a baloldali ábra szerint:

$I_{\text{szek}} = I'_{\text{primer}}$, ha $I'_{\text{primer}} \leq I_T$.

Ha pedig a telített ÁV I_T -t végig szolgáltat, azaz $I_{\text{szek}} = I_T$, ha $I'_{\text{primer}} \geq I_T$

akkor külső zárlatra az $I_d = f(I_s)$ függvény:

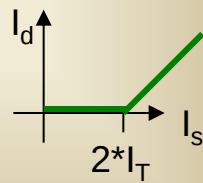
$I_d = 0$, $I_s \leq 2 \cdot I_{\text{zárl}}$ (!!), ha $I'_{\text{primer}} \leq I_T$ és:

$I_d = I_{\text{zárl}} - I_T$, $I_s = I_{\text{zárl}} + I_T$, ha $I'_{\text{primer}} \geq I_T$

a második egyenletből: $I_{\text{zárl}} = I_s - I_T$,

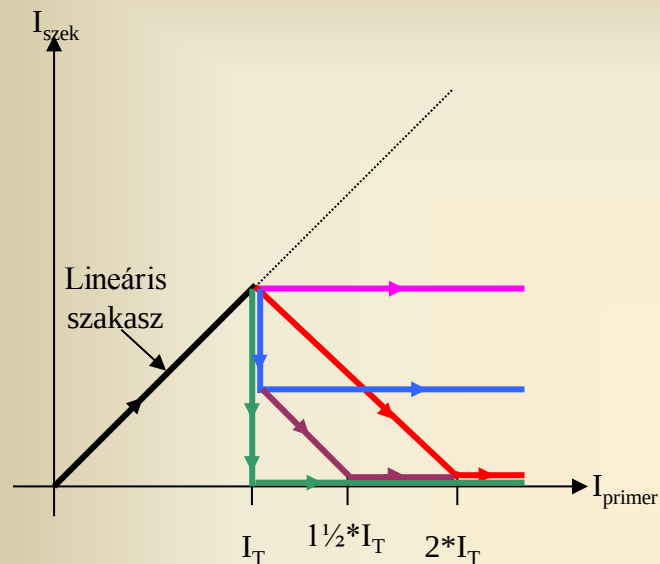
és így az $I_d = f(I_s)$ függvény: $I_d = I_s - 2 \cdot I_T$,

azaz $I_s = 2 \cdot I_T$ -ből induló 45°-os egyenes.

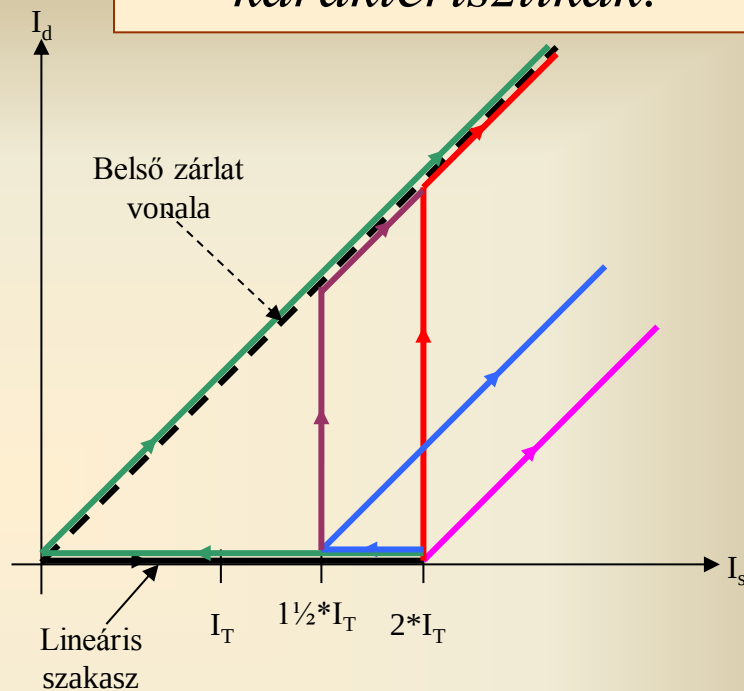


Variációk

*Idealizált áramváltó
karakterisztikák:*



*Kioldási
karakterisztikák:*



Valóságban a görbéket a tényleges telítési áramgörbe-alak és a pillanatértékek algoritmus szerinti összegezésével kell kiszámolni.

$$I_{d,p} = \sum I_p$$

Stabilizálás, fékezés.

Például:

- A differenciáláram (kioldó áram) számítása a következőképpen történhet:

A differenciálvédelemhez kapcsolt összes lezáró áramváltó mintavételezett I_p áram-pillanatértékeit összegezi. Az eredmény a differenciáláram számított pillanatértéke:

$$I_{d,p} = \sum I_p$$

Az áram egyenáramú összetevőjének kiszűréséhez az aktuális értékből kivonja a 10 ms-mal előbb mintavételezett értéket, és elosztja kettővel. Az eredmény a differenciáláram egyenáram nélküli számított pillanatértéke:

$$I_{d,p1} = \frac{I_{d,p} - I_{d,p-10ms}}{2}$$

Az utolsó tíz számított érték nagyságát (abszolút értékét) átlagolja, így nyeri az I_d kioldó áramot. Az eredmény a differenciáláram „egyenirányított átlaga”:

$$I_d = \frac{\sum_{n=1}^{10} |I_{d,pn}|}{10}$$

- A fékező áram számítása a következőképpen történhet:

A mintavételezett I_p áram-pillanatértékek abszolút értékét összegezi:

$$I_{s,p} = \sum |I_p|$$

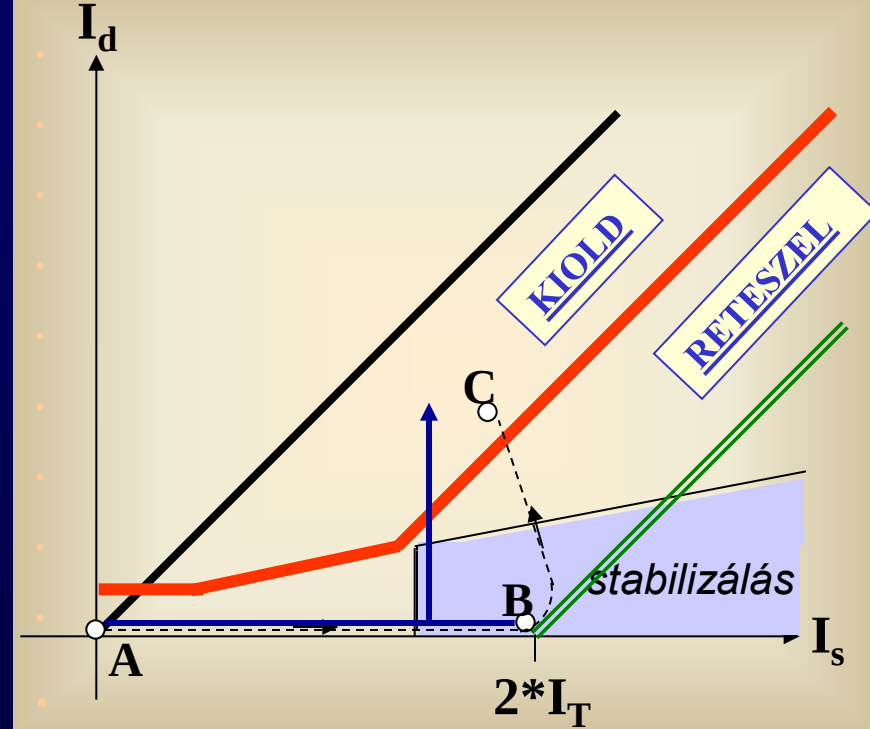
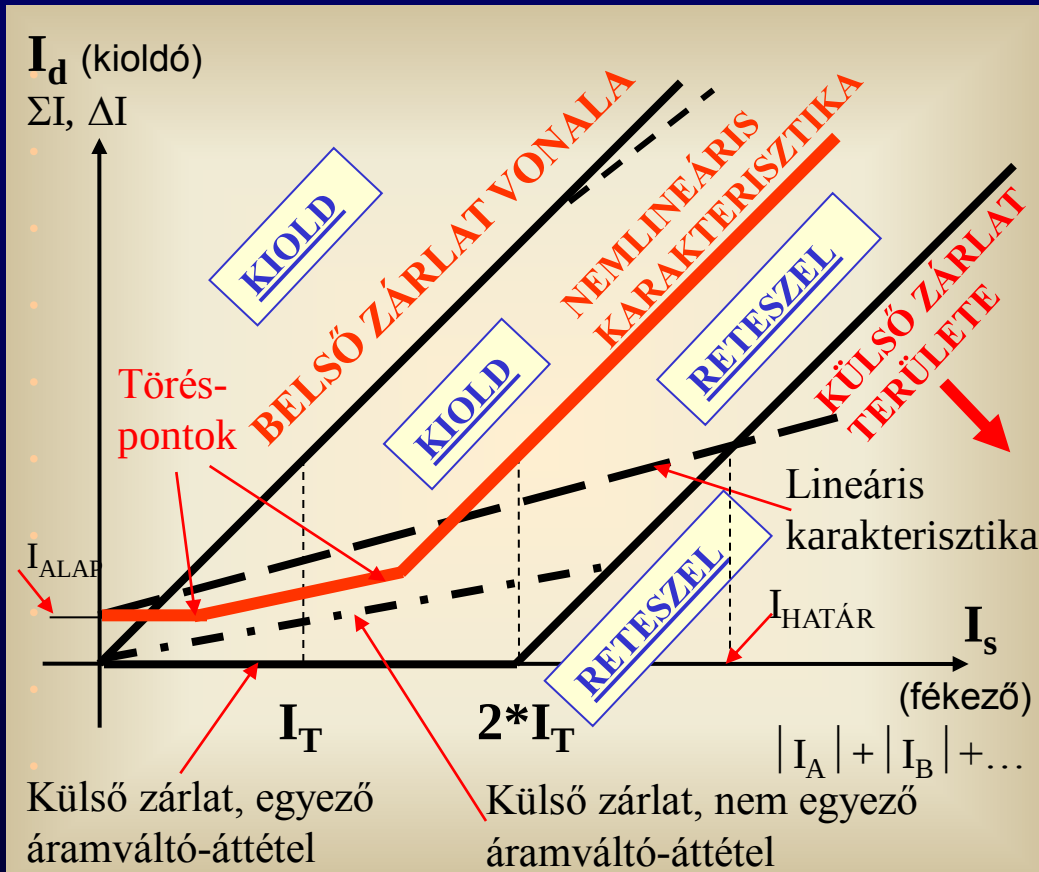
Kiszámítja ennek az értéknek és a 10 ms-mal előbbi értéknek az átlagát:

$$I_{s,p1} = \frac{I_{s,p} + I_{s,p-10ms}}{2}$$

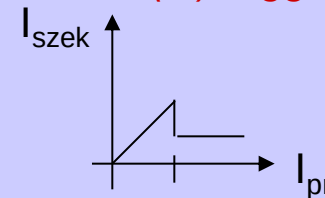
Az utolsó tíz számított értéket átlagolja, ez az I_s fékező áram:

$$I_s = \frac{\sum_{n=1}^{10} I_{s,pn}}{10}$$

Lineáris és nemlineáris fékezés.



Pl. az ——— vonal:
 a telített ÁV $I'_{primer} \geq I_T$ felett $I_{szek} = \frac{1}{2} I_T$,
 akkor az $I_d = f(I_s)$ függvény: $I_d = I_s - 1\frac{1}{2} I_T$

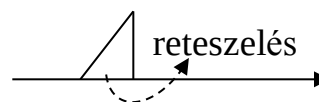


Fékezéssel stabilizált karakterisztika.

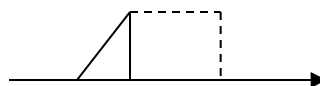
További szoftver-módszerek az áramváltó-telítés hatásának kivédésére

1.) Ha az érzékelés kezdeti szakasza egyértelműen a reteszelési tartomány felé „halad” – a reteszelést „kitartja” félperiódus ideig (ez az előzőekben bemutatott megoldás).

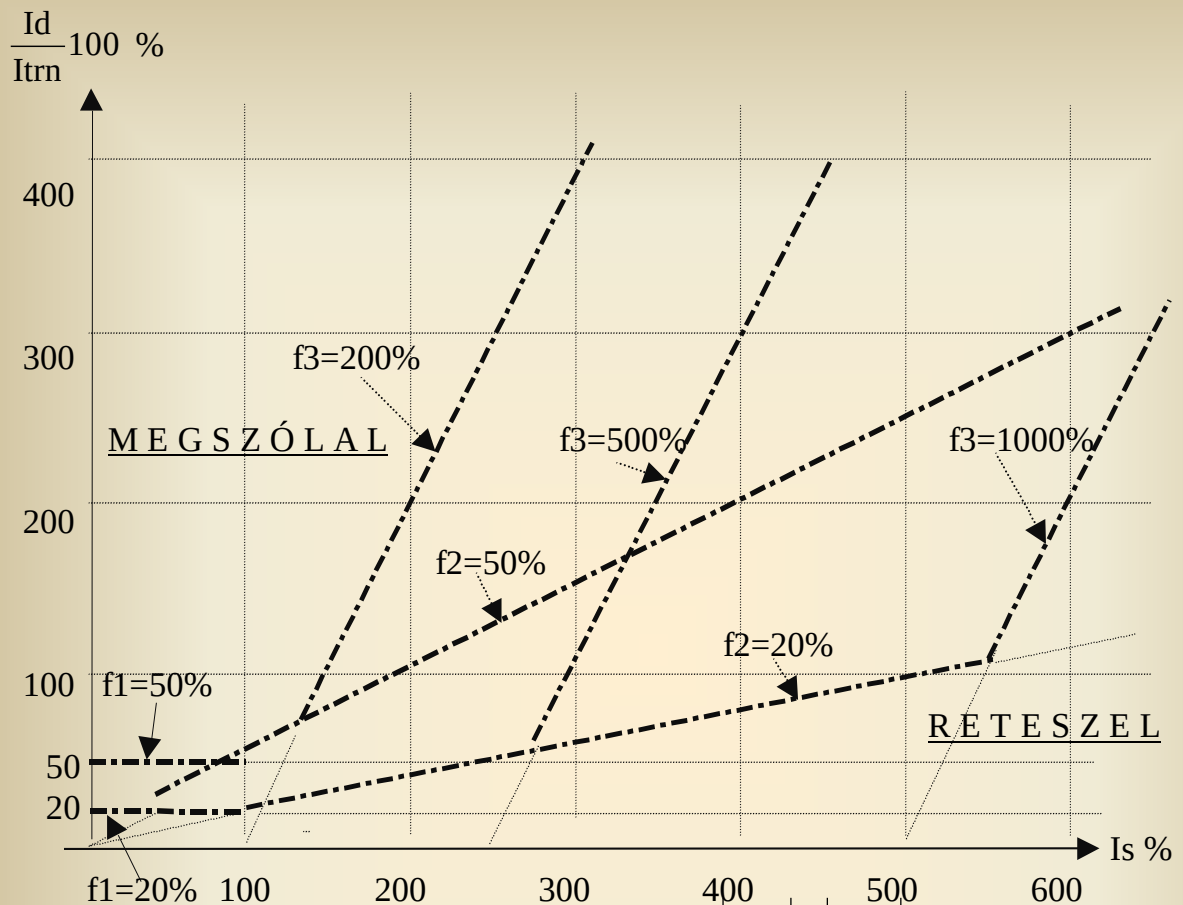
2.) A szinuszos áramgörbe kezdeti szakasza telítésmentes, ezért a differenciálvédelem érzékelése megbízható – ha reteszelést érzékel, a reteszelést „kitartja” a félperiódus (két periódus) végéig.



3.) A szinuszos áramgörbe kezdeti szakasza telítésmentes – amikor a maximumot érzékeli, a csökkenés helyett „kitartja” a maximum értéket a félperiódus végéig.



A PROTECTA által gyártott differenciál- védelem kioldási karakterisz- tikái.



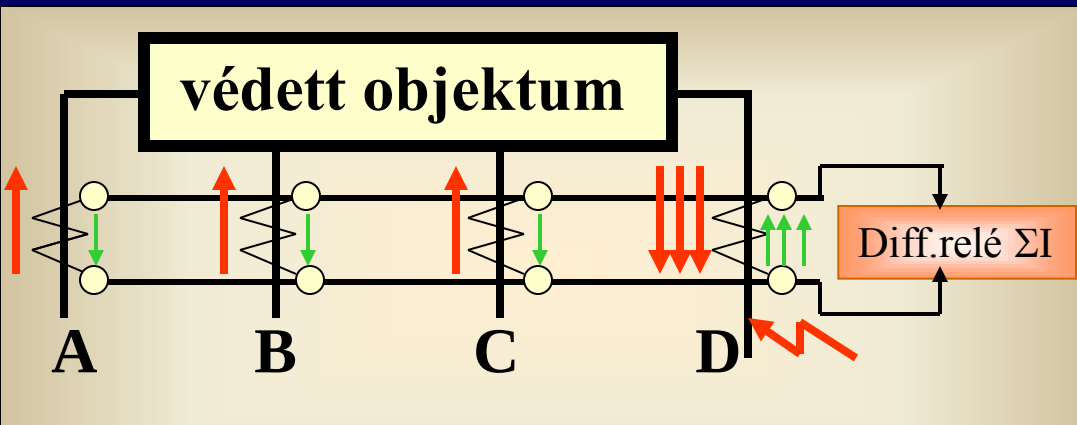
DTD2-EP típusnál:

$$I_s = \frac{\left| \frac{I_1}{I_{trn1}} \right| + \left| \frac{I_2}{I_{trn2}} \right|}{2} 100 \%$$

DTD3-EP típusnál:

$$I_s = \frac{\left| \frac{I_1}{I_{trn1}} \right| + \left| \frac{I_2}{I_{trn2}} \right| + \left| \frac{I_3}{I_{trn3}} \right|}{3} 100 \%$$

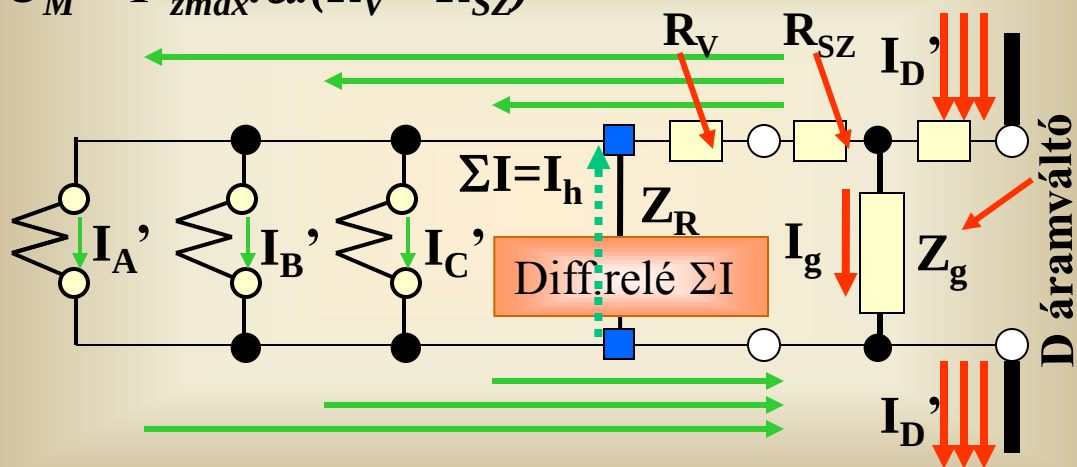
Nagyimpedanciájú differenciálvédelem.



Többvégpontú (többlábú) differenciálvédelem

Külső közeli zárlat a D leágazáson.

$$U_M = I'_{zmax} \cdot \alpha \cdot (R_V + R_{SZ})$$



Beállítási egyenletek:

$(Z_R \rightarrow \text{nagy}, \Sigma I \rightarrow U >)$

Ki kell számítani az U_M mértékadó feszültséget:

$$U_M = I'_{Zmax} \alpha \cdot (R_V + R_{SZ})$$

$$U_{\text{beállítás}} \approx 2 \times U_M$$

$$U_{\text{fesz.függő ell.}} \geq 2 \times U_{\text{beállítás}}$$

$$U_{\text{ÁV könyök}} > U_{\text{fesz.függő ell.}}$$

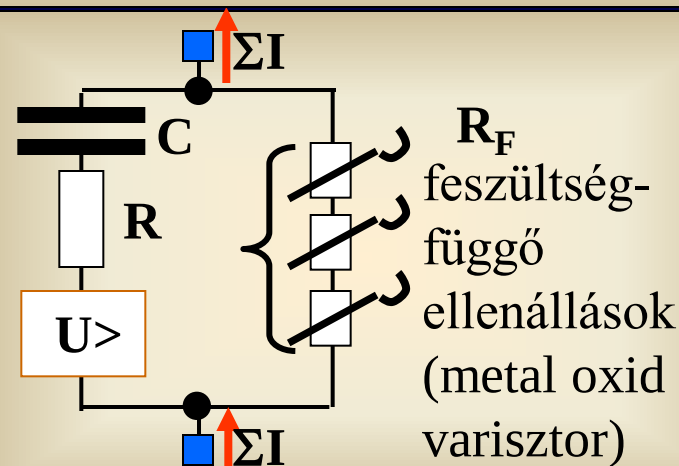
Pl.:

100 V

200 V

400 V

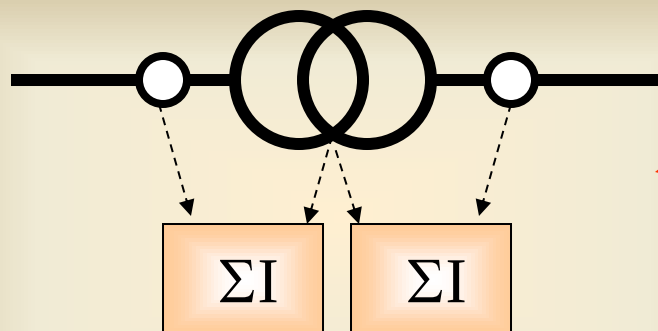
600 V



Differenciál-relé

Transzformátor
differentiálvédelem.

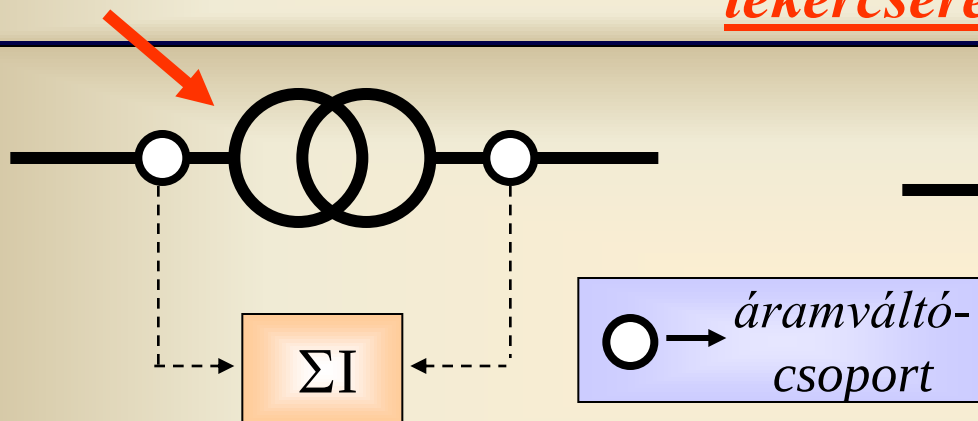
Transzformátor differenciálvédelem.



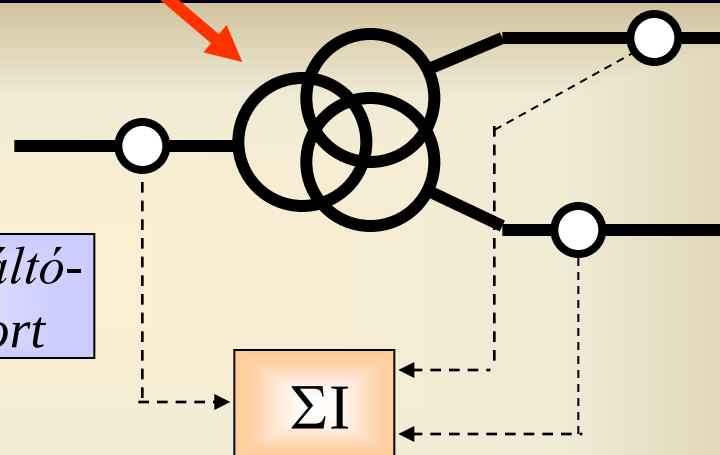
Nagyimpedanciájú tr. diff. védelem

1.) Külön differenciálvédelem a nagyfeszültségű, és külön a szekunder oldali tekercselésekre.

2.) Egyetlen differenciálvédelem a transzformátor mindkét (mindhárom) tekercsére



Kétekercselésű tr. diff. védelem



Háromtekercselésű tr. diff. védelem

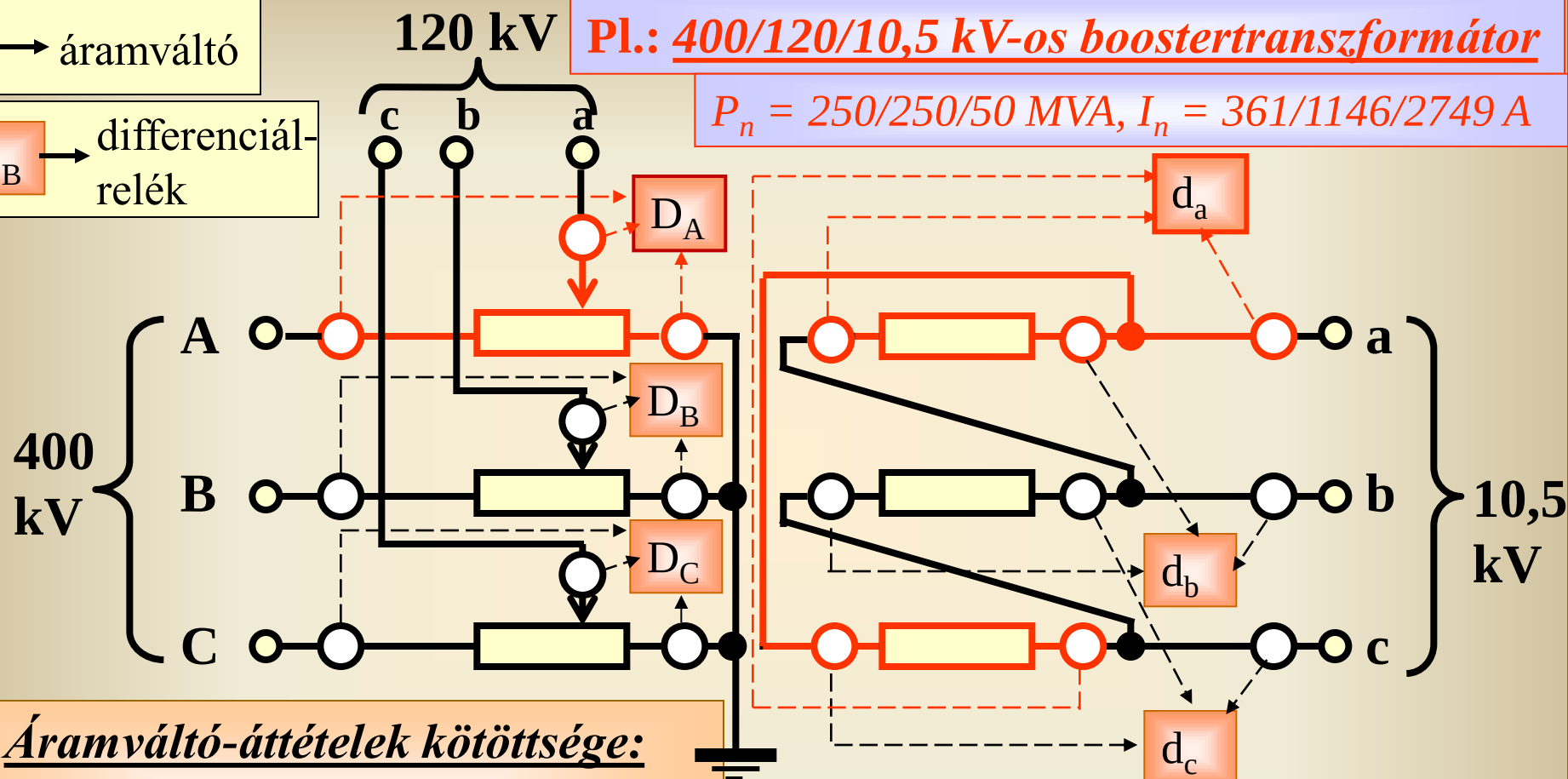
Nagyimpedanciájú transzformátor differentiálvédelem.

○ → áramváltó

D_B → differenciálrelék

Pl.: 400/120/10,5 kV-os boostertranszformátor

$P_n = 250/250/50 \text{ MVA}, I_n = 361/1146/2749 \text{ A}$



Áramváltó-átvételek kötöttsége:

külön a primer és külön a szekunder
oldal áramváltói azonos áttételűek
legyenek.

Például:

400 kV-120 kV-csillagponti: 1200/1 A
10,5 kV kivezetési-átvezető: 3000/1 A

Transzformátor differenciálvédelem problémái.

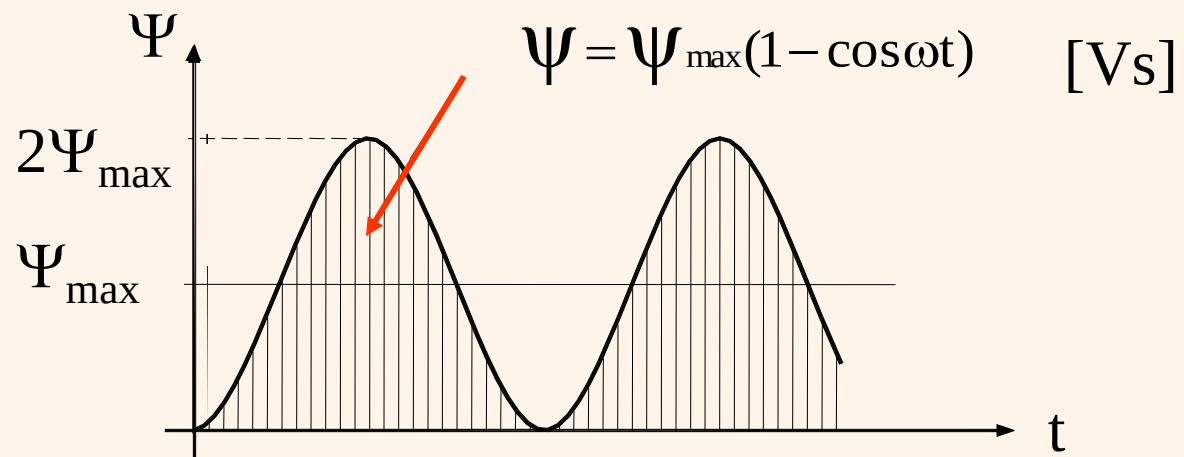
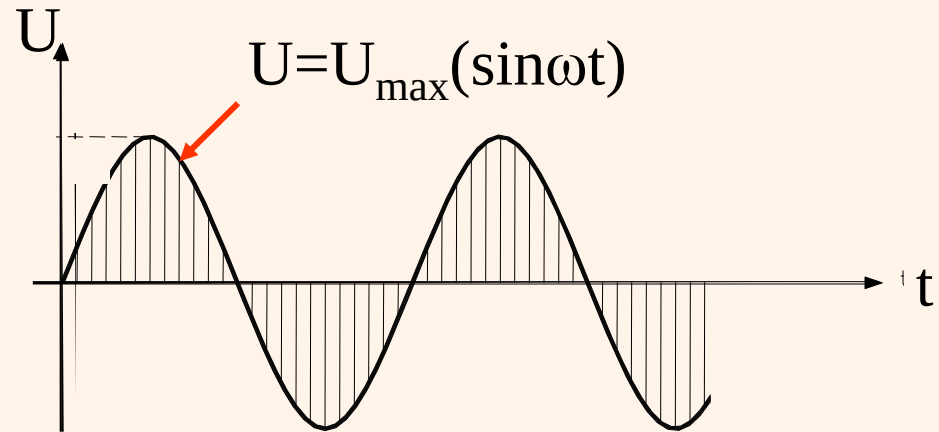
1.) Bekapcsolási áramlökés (A.)

Hibás megszólalást okozhat → mert a bekapcsolási áramlökés csak az egyik lezáró áramváltó-csoporton folyik át.

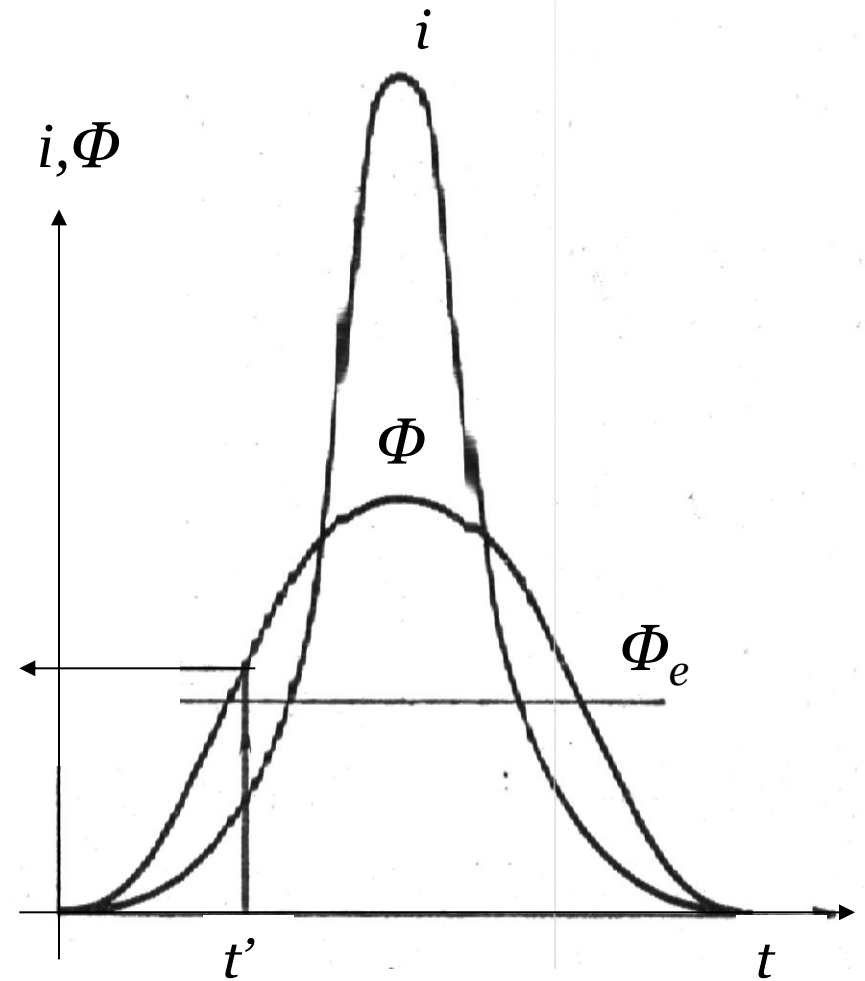
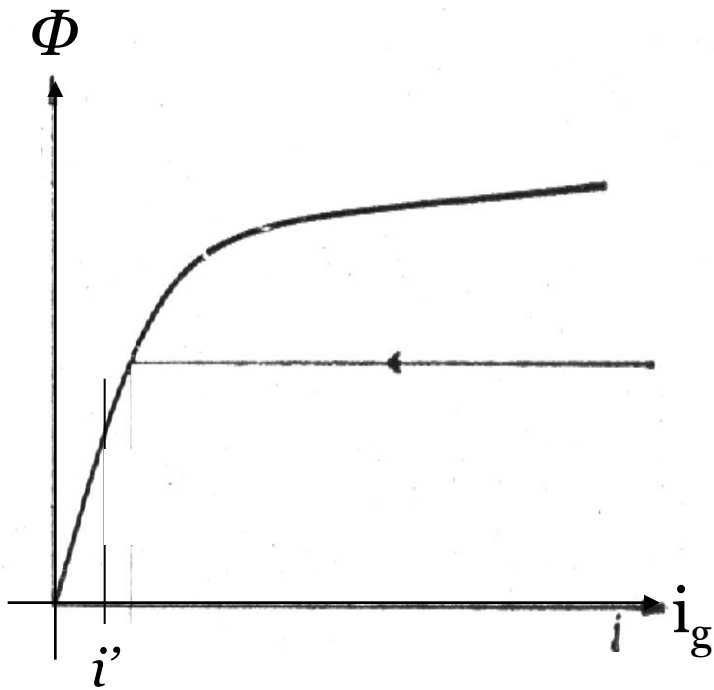
(bekapcsolás a legkedvezőtlenebb időpontban)

Görbealak az aszimmetrikus telítés miatt (következő dián):

I_g gerjesztőáram szinuszos görbéjének minden második (pl. pozitív) félhullámához csúcsosan kiugró lökés adódik.



Bekapcsolási áramlökések alakja



Aszimmetrikus telítés

Transzformátor differenciálvédelem problémái.

1.) Bekapcsolási áramlökés (B.)

Megoldások a hibás megszólalás elkerülésére:

A.) Galvanikusan összetartozó részekre bontás + nagy impedanciájú differenciálvédelem alkalmazása.

B.) Második harmonikus reteszelés vagy fékezés:

$$\frac{I_{d100}}{I_{d50}} > x\%$$

C.) Egyenirányítás után: Minden félhullám nagy: zárlat.

Csak minden második félhullám nagy: bekapcsolási áramlökés.

D.) Nagymértékű érzéketlenítés:

elektromechanikus: $\approx (3...3,5) \cdot I_{tr n}$, elektronikus: $\approx (6...8) \cdot I_{tr n}$;

Nem jó, mert: 1.) érzéketlen, 2.) néha belső zárlatra sem működik.

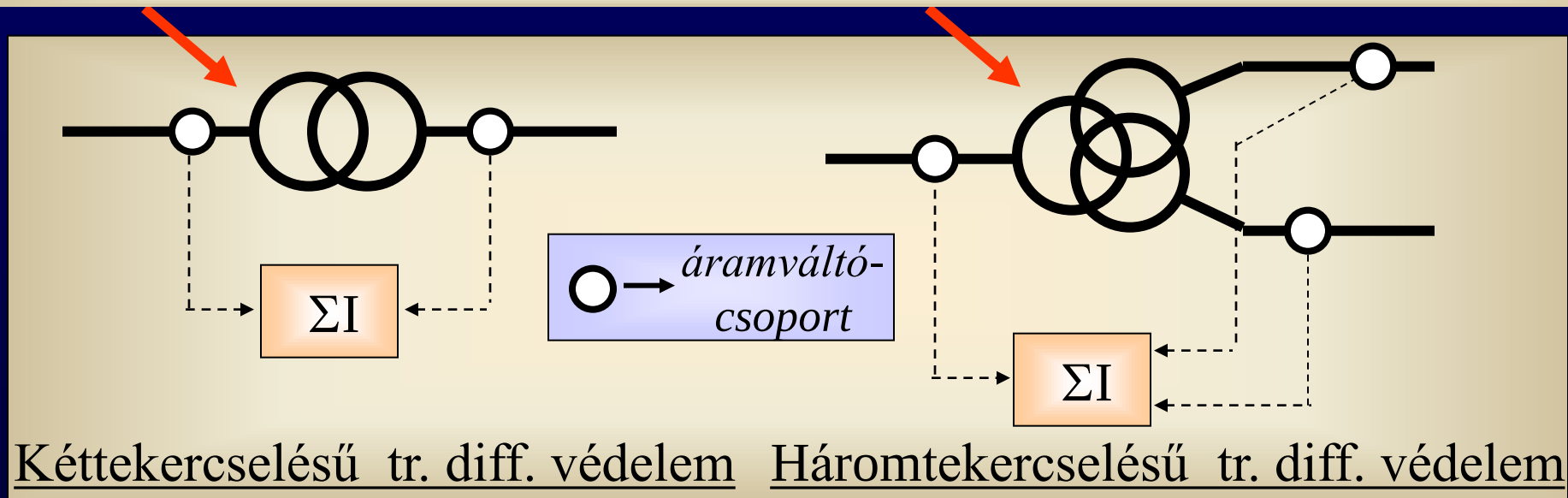
E.) Késleltetés; nem jó, mert a differenciálvédelem legfőbb előnyét veszti el; hidegen hengerelt lemeznél lassú a csillapodás!

ÉS MÉG: túlgerjesztett transzformátor okozta szimmetrikus telítés miatt:

ötödik harmonikus reteszelés vagy fékezés.

Emlékeztető:

Egyetlen diff. védelem a transzformátor mindkét (mindhárom) tekercsére.



Probléma:

- 1.) szögforgatás
- 2.) áttétel-kiegyenlítés

Transzformátor differenciálvédelem problémái.

2.) Szögforgatás. (A.)

CSAK FÁZISBAN LÉVŐ ÁRAMOK HASONLÍTHATÓK ÖSSZE!

Megoldás: „Szétválasztott” differenciálvédelem alkalmazása,
VAGY a transzformátor áramait vissza kell forgatni.

1.) Szögforgatást okoz $\star / \triangle / \swarrow$ a csillag/delta/zegzug
kapcsolás: ha a két oldali kapcsolás nem azonos, U_{pr} és U_{szek} ,
valamint I_{pr} és I_{szek} között (azonos) szögeltérés létezik.

2.) Transzformátorok kapcsolási csoportja: Y, D vagy Z és óraszám.

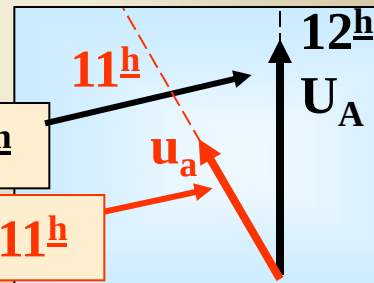
Például: Y(o)d11 : primer csillag (+ földelt: o), szekunder delta
kapcsolású, és az *azonos* fázisok közötti szögeltérés:

Reálisan lehetséges kétekeresű kapcsolások(22):

Dy1,Dy5,Dy7,Dy11,Dd0,Dd6,Dz0,Dz2,
Dz4,Dz6,Dz8,Dz10,Yy0,Yy6,Yd1,Yd5,
Yd7,Yd11, Yz1,Yz5,Yz7,Yz11

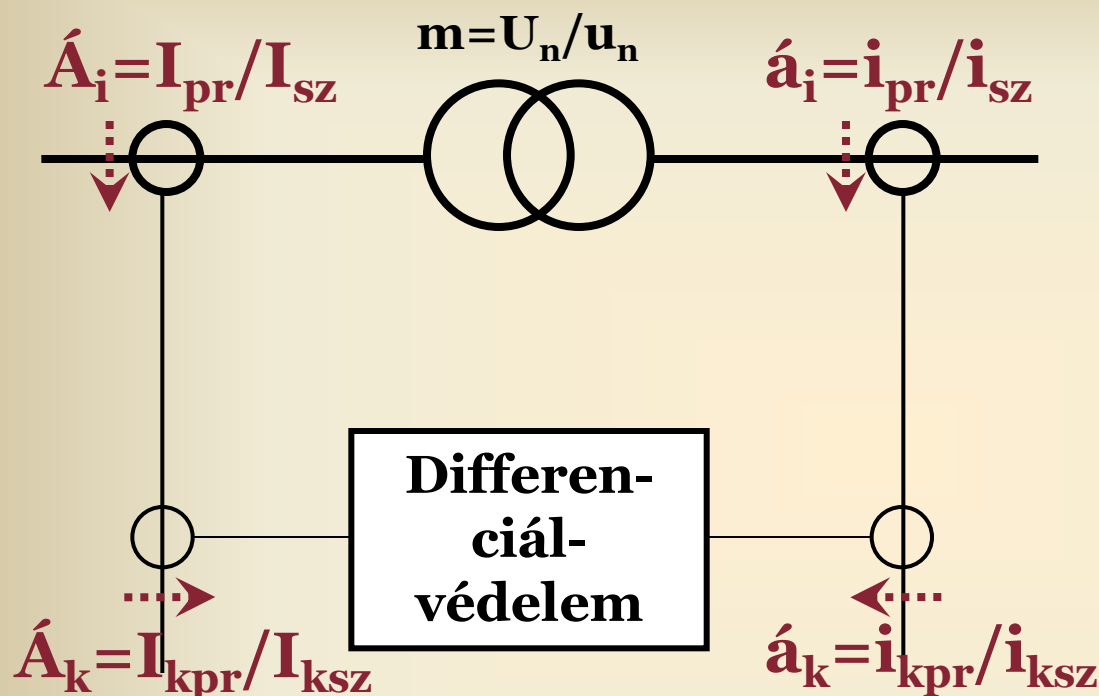
Primer feszültség, 12^h

Szekunder feszültség, 11^h



Differenciálvédelmi elrendezés

régebbi megoldás



A négy áramváltó áttétele és kapcsolása a nyíl szerint értendő, a lehetséges kapcsolások primer/szekunder irányban:

Y/Y, Y/ Δ , vagy Δ /Y

A nagyfeszültségű áramváltó-tekercsek természetesen mindig csillagkapcsolásúak

Az áramváltók megfelelő kapcsolásával a szögforgatást, megfelelő áttételével a transzformátor áttételét lehet kiegyenlíteni.

Transzformátor differenciálvédelem problémái.

2.) Szögforgatás. (B.)

Módszer a visszaforgatásra az áramváltók szekunderében:

1.) Ciklikus fáziscsere ($n \times 120^\circ$), illetve polaritáscsere (180°)

2.) Csillag-kapcsolás (0°), illetve delta-kapcsolás ($\pm 30^\circ$).

Segítő szabály:

A.) Ha a transzformátor kapcsolási csoportja páros:

ÁV szekunder [sz/sz] legyen Y/Y vagy Δ/Δ + a fenti 1.) módszer.

Például: $6^h \rightarrow$ egyik (pl. kisebb feszültségű) oldalon polaritáscsere.

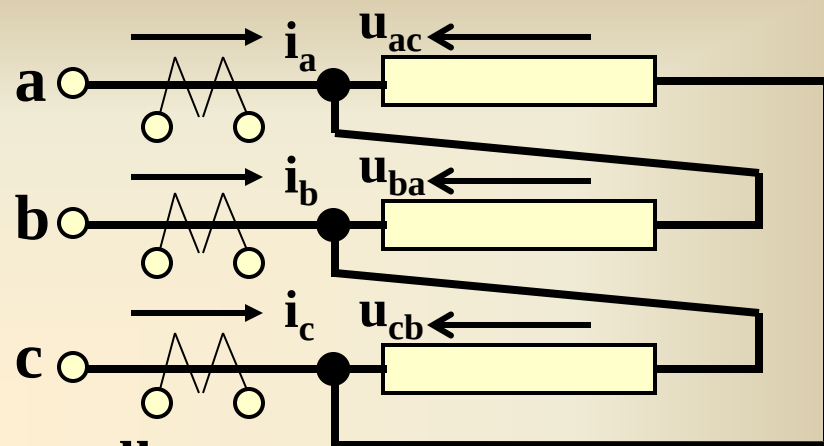
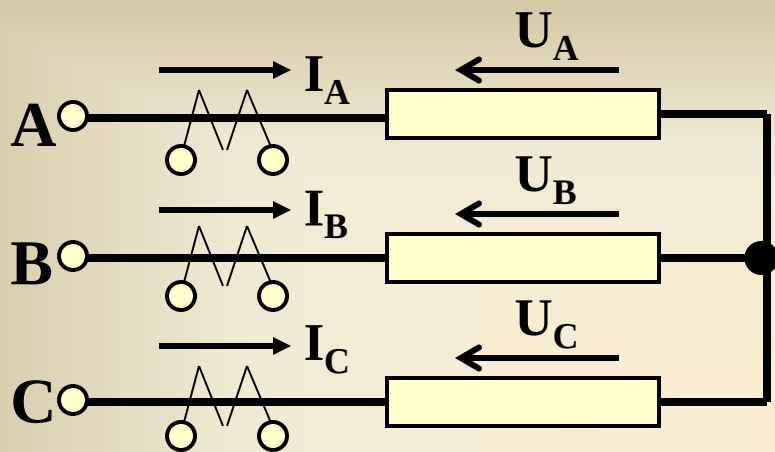
$4^h \rightarrow$ egy ciklikus fáziscsere ($n \times 4$ órát forгат).

B.) Ha a transzformátor kapcsolási csoportja páratlan:

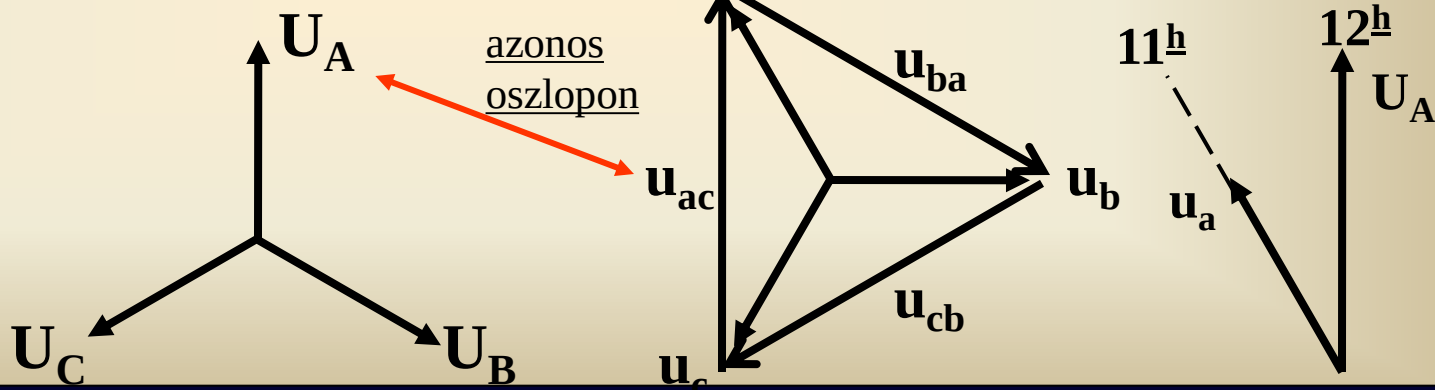
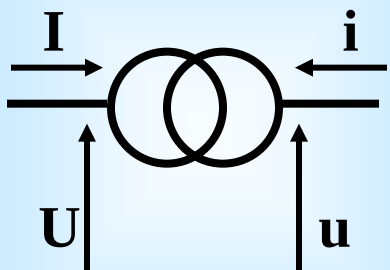
ÁV szekunder [pr/sz] legyen Y/ Δ vagy [sz/sz] Δ/Y + a fenti 1.) módszer

Transzformátor differenciálvédelem problémái.

2.) Szögforgatás. Példa. (C.)

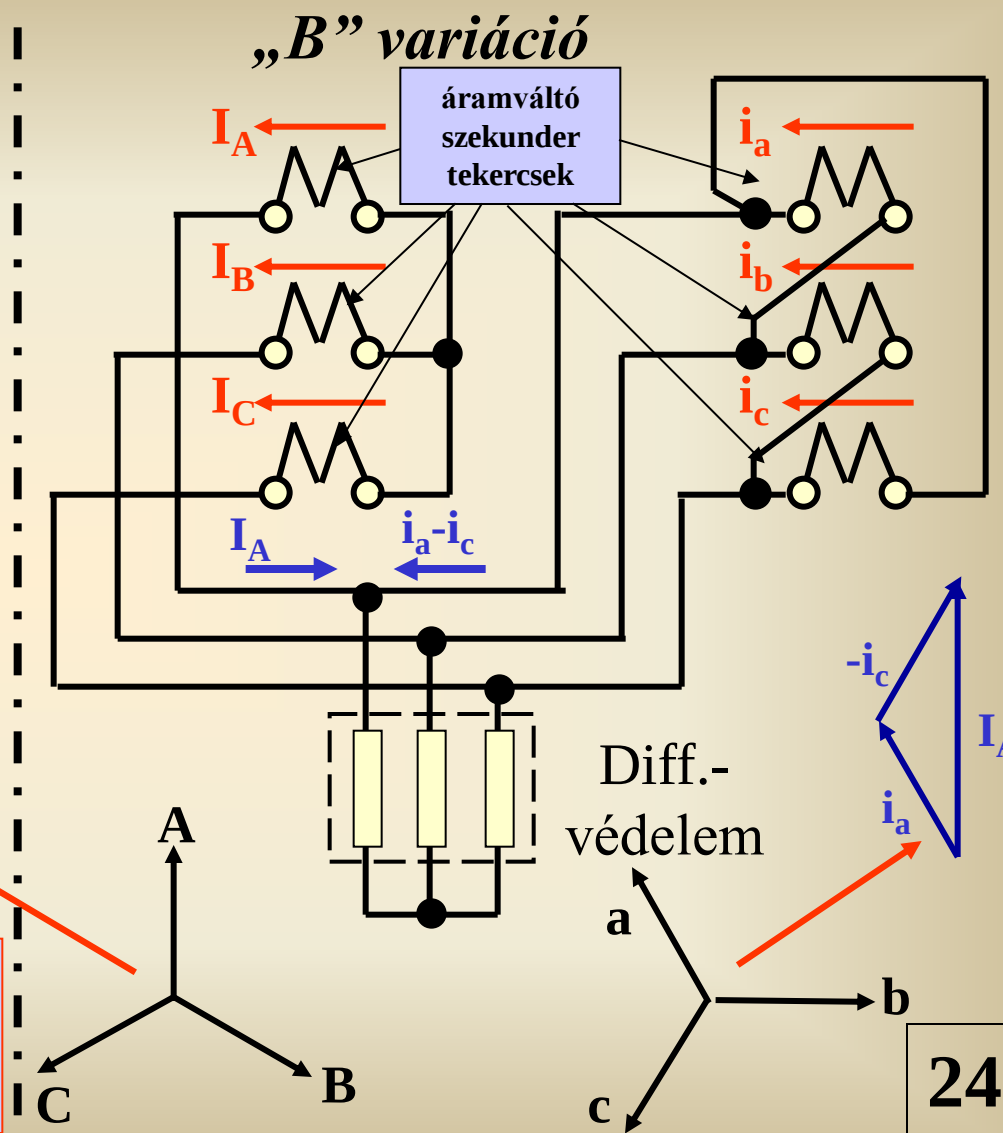
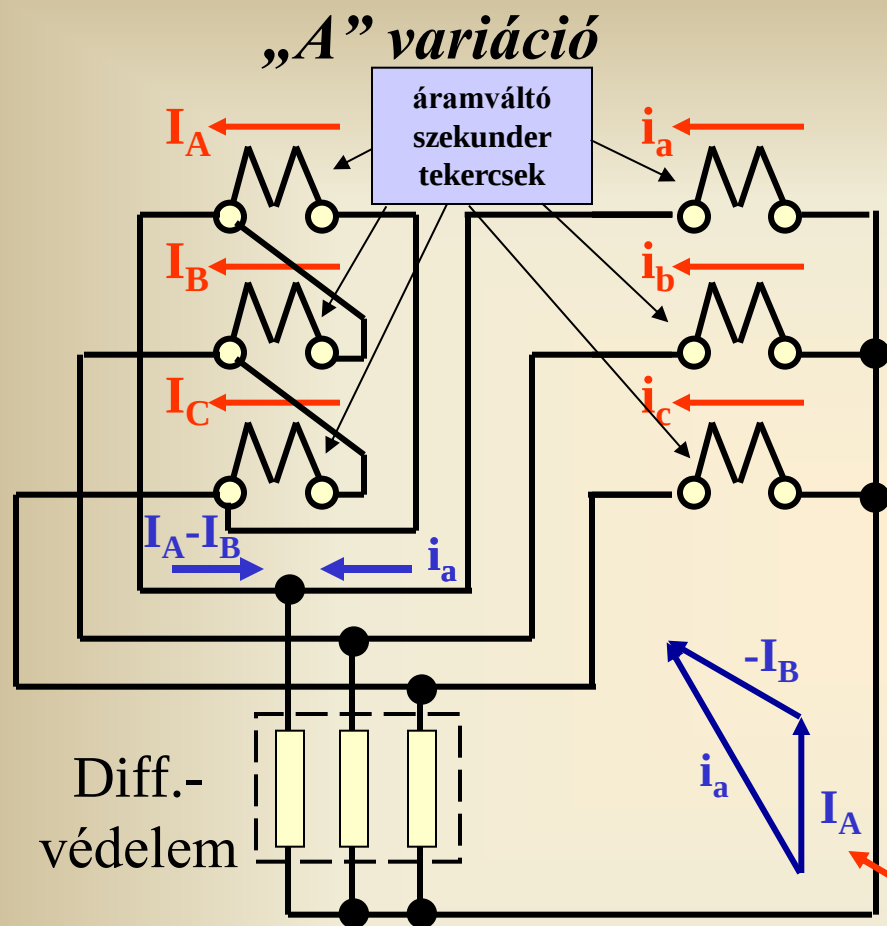


Pozitív irányok.



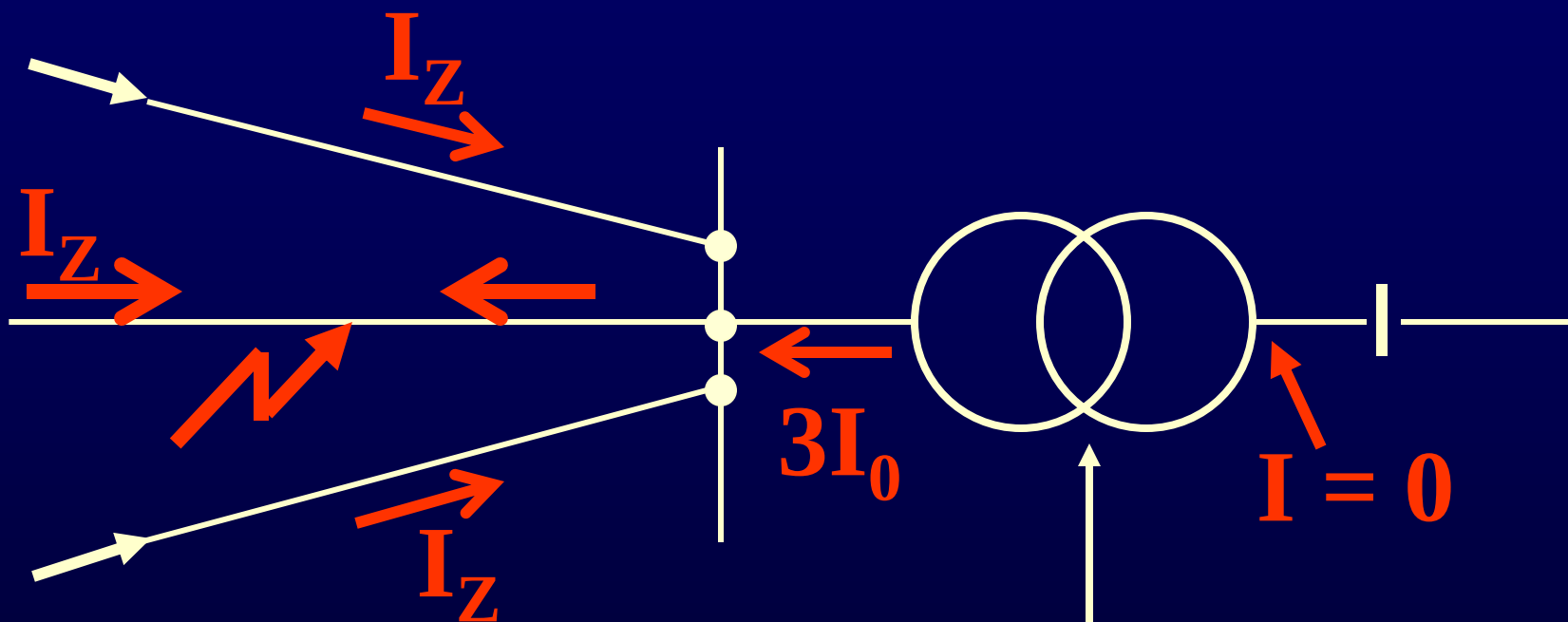
Transzformátor differenciálvédelem problémái.

2.) Szögforgatás. (D.)



Bármelyik kapcsolás jó, de ha egyik oldal földelt csillagpontú: azon az oldalon kötelező a delta (hálózati FN miatt) (köv.dia)

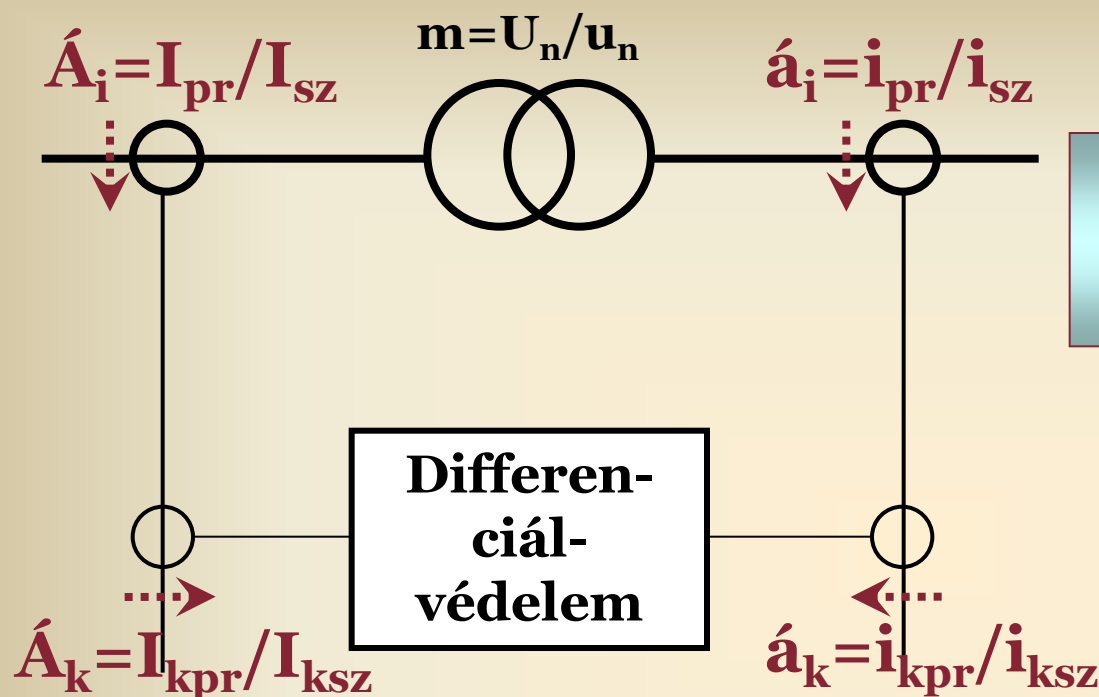
Hálózati FN zárlat hatása



Földelt csillag/delta transzformátor

Transzformátor differenciálvédelem problémái.

3.) Áttétel-kiegyenlítés (áramváltó-áttételek kötöttsége)



Eredő áttétel számítása
(áramváltó-áttételek
kötöttsége):

$$0,8 \leq \frac{U_n \hat{A}_i \hat{A}_k}{u_n \hat{a}_i \hat{a}_k} \leq 1,25$$

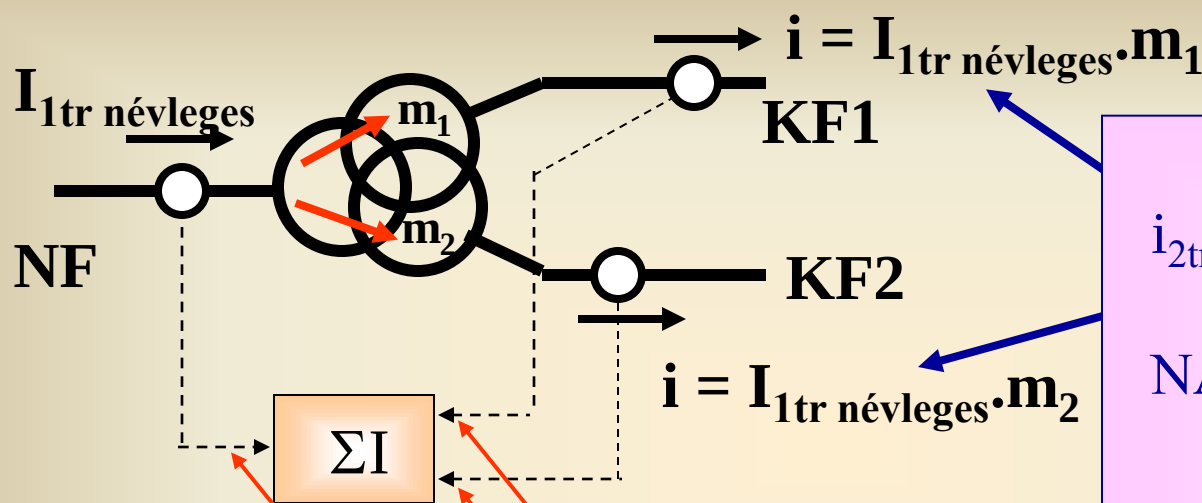
Áramváltó-áttételt meg kell szorozni az
alábbival tényezővel (nyíl irányában véve)

csillag/delta kapcsolás: $\rightarrow \frac{1}{\sqrt{3}}$
delta/csillagkapcsolás: $\rightarrow \sqrt{3}$

Transzformátor differenciálvédelem problémái.

3.) Áttétel-kiegyenlítés (áramváltó-áttektelek kötöttsége)

2. módszer: áramazonosság számítása.



Itt NEM az $i_{2tr\text{ névleges}}$ vagy $i_{3tr\text{ névleges}}$ árammal, hanem a NAGYFESZÜLTSGŰ OLDALRÓL ÁTSZÁMÍTOTT árammal kell számolni!

$$m_1 = U_{NF} / U_{KF1}$$
$$m_2 = U_{NF} / U_{KF2}$$

A védelemnél kb. relé-névleges legyen (pl. 1 A)
Ez itt az áramváltó-áttektelek kötöttsége.

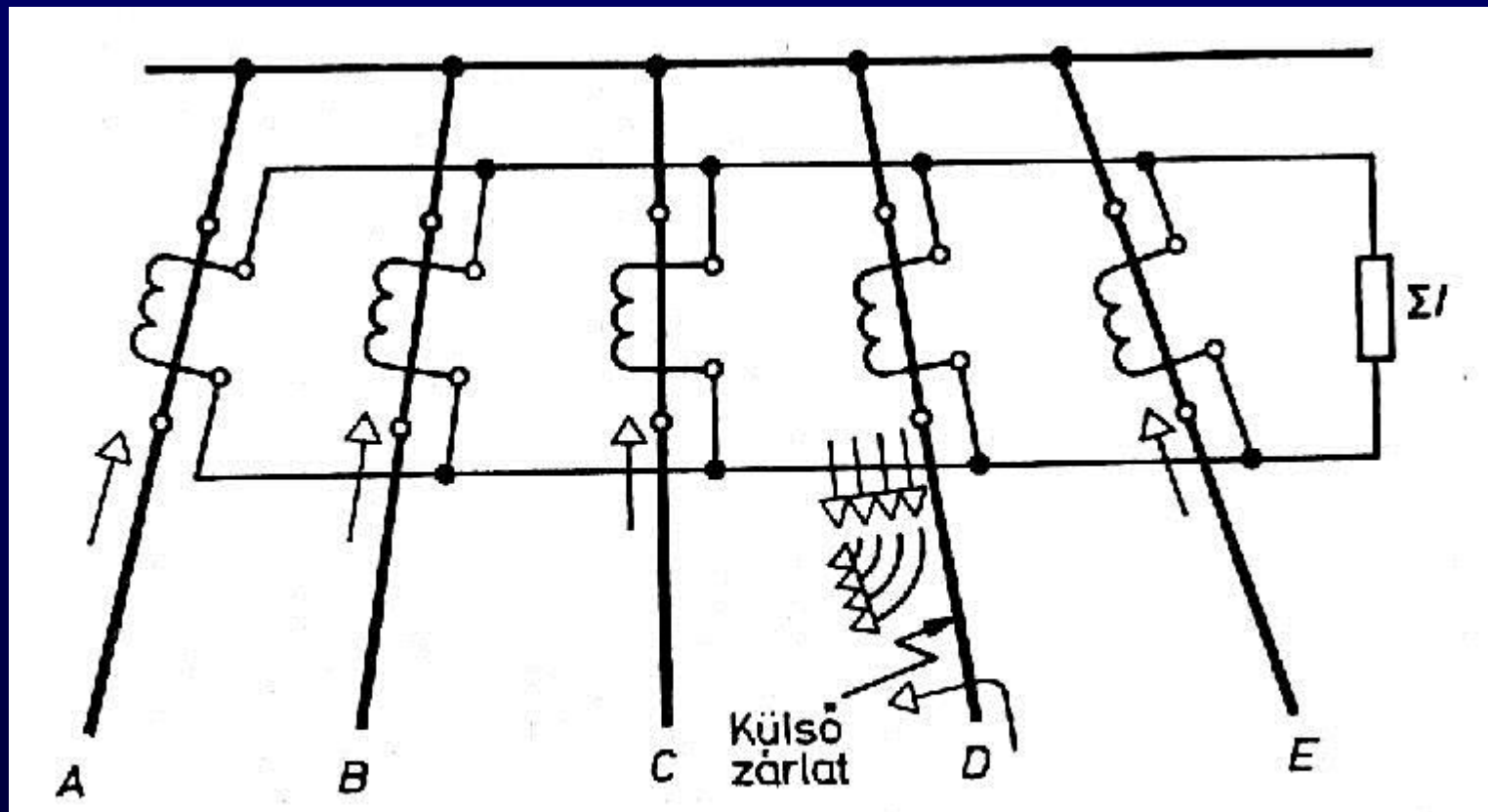
Példa: háromtekercselésű transzformátor differenciálvédelme.

Transzformátor-differenciálvédelmi elrendezés

megoldás numerikus védelmekre

- a mintavételezett áramértékek kombinált feldolgozása –
CÉL: a transzformátor kapcsolási csoportja miatti szögforgatás szögeltérését mátrix-transzformációval kiegyenlíteni
Első paraméter: kapcsolási kód beállítása: Dy1, Dy5, Dy7, Dy11, Dd0, Dd6, Dz0, Dz2, Dz4, Dz6, Dz8, Dz10, Yy0, Yy6, Yd1, Yd5, Yd7, Yd11, Yz1, Yz5, Yz7, Yz11
- a mintavételezett értékek arányos változtatása –
CÉL: a transzformátor és az áramváltók áttételét nagyság-változtatással kiegyenlíteni
Második paraméter: illesztési áram beállítása mindegyik oldalra: a transzformátor áttételének és az áramváltók különböző áttételének kiegyenlítése.
- a földelt csillag/delta kapcsolású transzformátorok külső FN zárlatra rátáplálnak – ezért csillag-oldalon a védelemnek mindig delta kapcsolás szerint kell számolni

Gyűjtősín-differenciálvédelem.



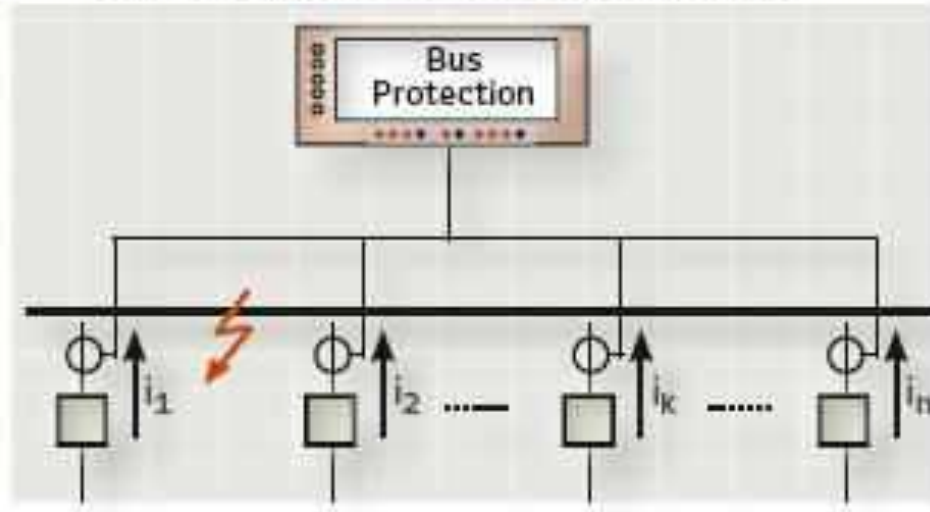
Külső zárlat áramképe.

Lehet: nemlineáris fékezésű, áramirány-összehasonlító, nagyimpedanciájú

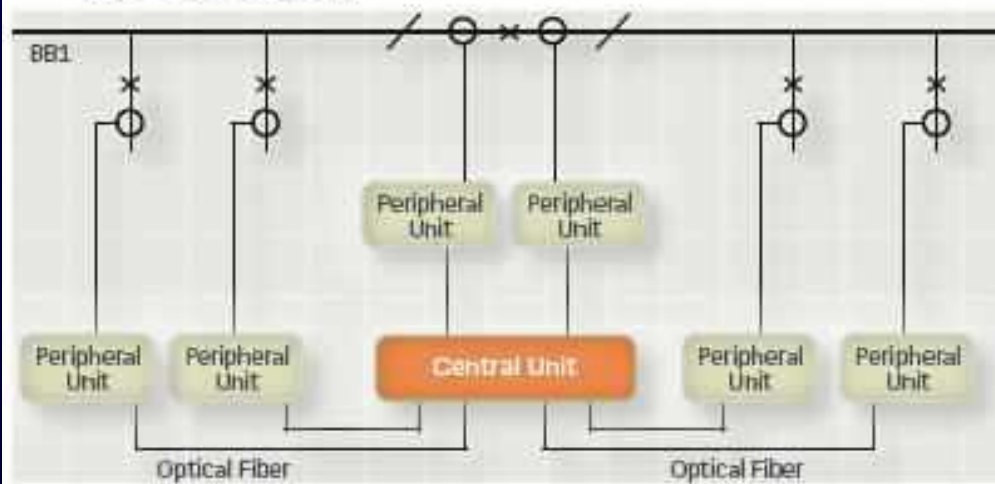
Centralizált – decentralizált elrendezés

Centralizált – decentralizált elrendezés

1 Conventional bus differential protection relay



3 Distributed bus differential protection



SZAKASZVÉDELEM

SZAKASZVÉDELEM

Hasonlítás lehet: lineáris jel: áram, vagy a vele arányos feszültség
nemlineáris jel: fázishelyzet, vagy félhullám (nagyság nélkül)
logikai: zárlati teljesítmény, vagy távolsági védelmi jel (később)

Alapvető problémák: 1.) csatorna igénye, 2.) mindkét oldalon kell *kioldás*, tehát kell *relé*

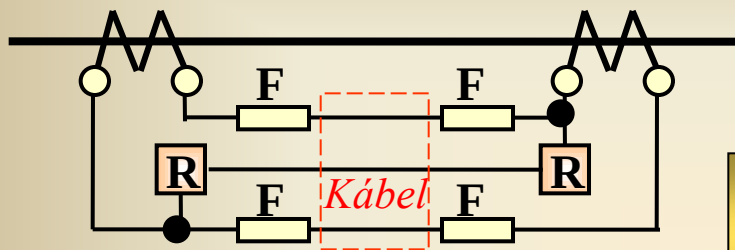
Csatorna-lehetőségek:

- α .) kábel (erősáramú, postai)
- β .) vivőfrekvenciás csatorna
- γ .) mikrohullámú összeköttetés
- δ .) fénykábel (pl. védővezetőben)

Szakaszvédelem.

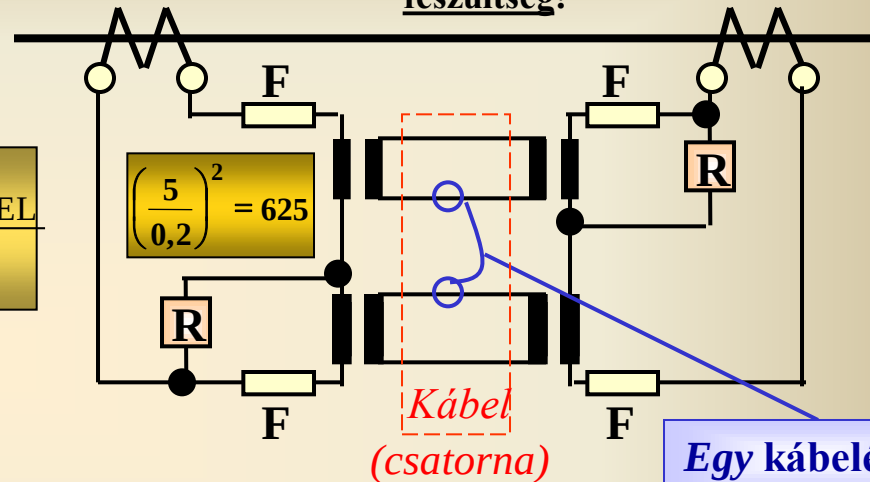
Példák lineáris jelösszehasonlításra

F = fékező tekercs, R = diff.relé

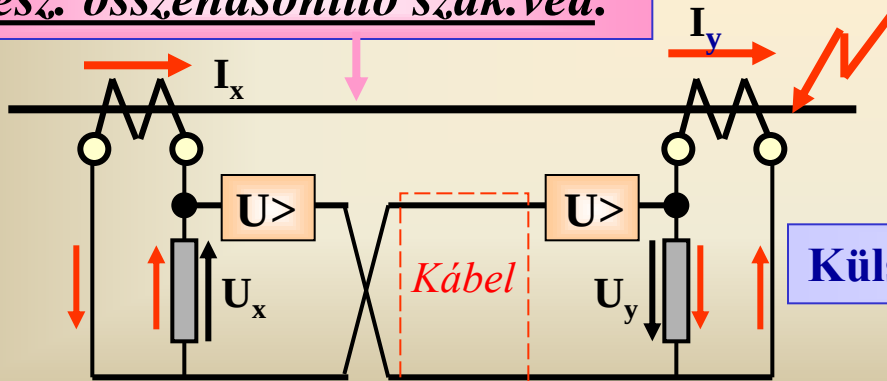


$$Z' = \frac{Z_{\text{KÁBEL}}}{a_s^2}$$

Nagy kábel-
feszültség!



Fesz. összehasonlító szak.véd.



Külső zárlat: $I_x = I_y$, és így a hurokra: $U_x + U_y = 0$

Fázis-össze- hasonlító szakasz- védelem.

(Phase
comparison
protection)

Nemlineáris

jel:

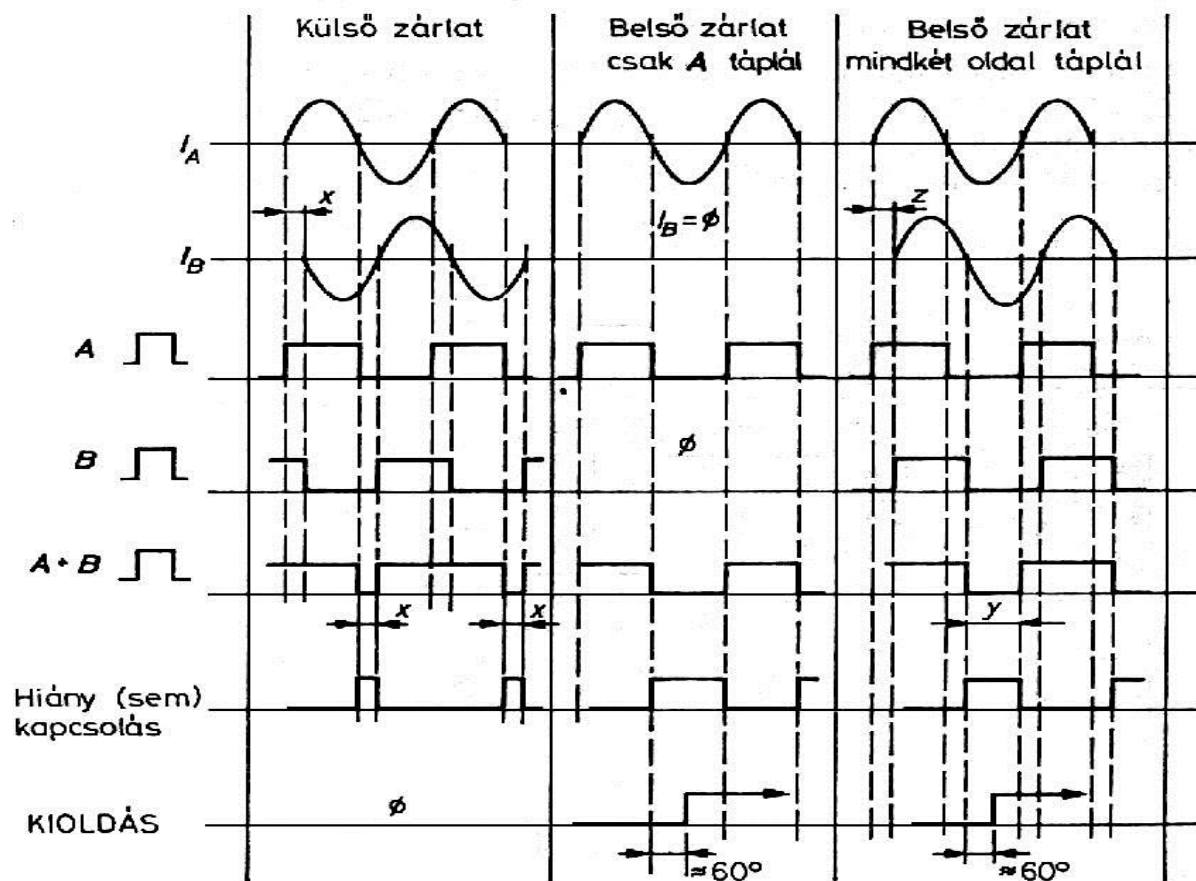
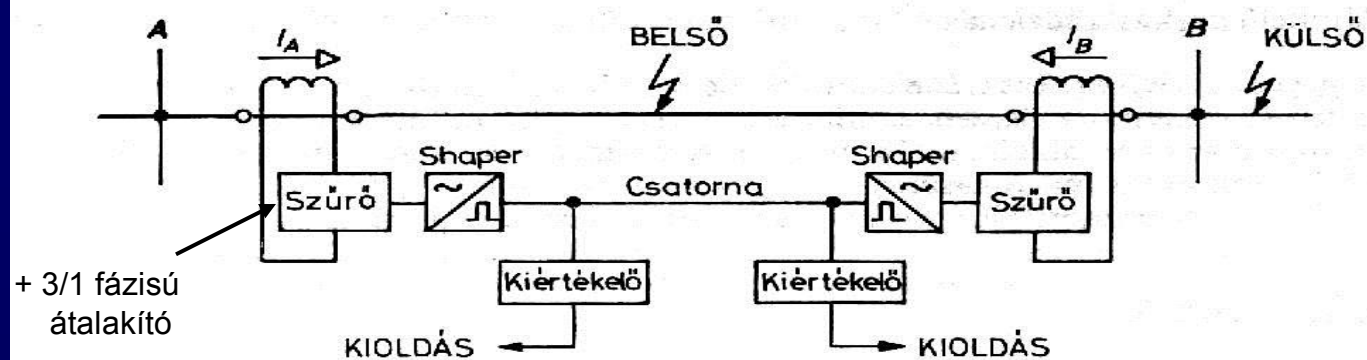
áram-

fázishelyzet

összehasonlítása

(nagysága

nélkül)



x : vezetékkapacitás,
átviteli idő
stb. miatt

z : kétoldali betápláló
áram közötti szög-
eltérés, átviteli idő
stb. miatt
 $y < 180^\circ$ ($180^\circ - z$)

Numerikus (mikroprocesszoros, digitális) szakaszvédelem.

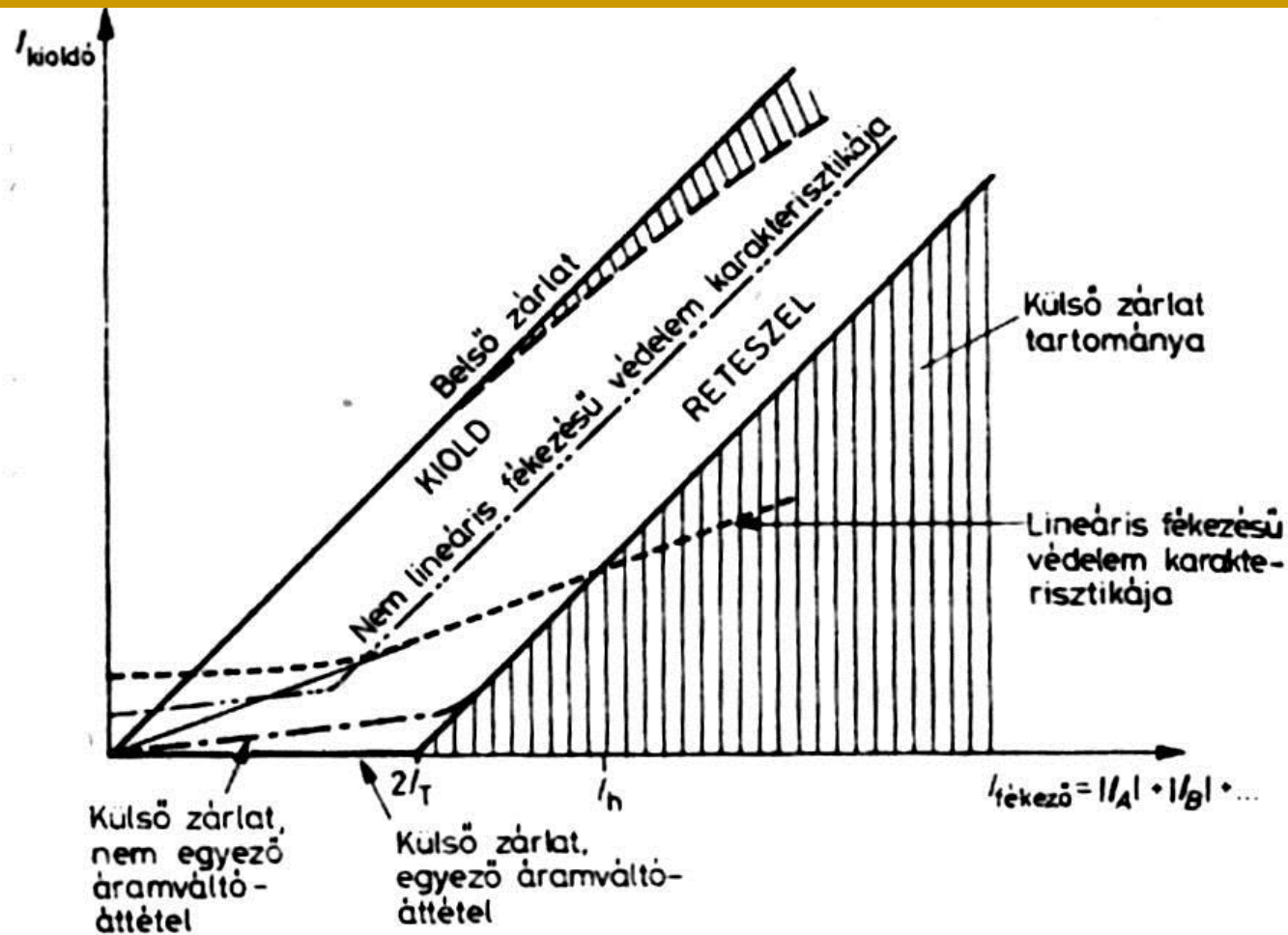
*Mikroprocesszoros szakaszvédelem elvileg
minden módszert használni tud.*

Példaként jó megoldás:

- ha fénykábel összeköttetést alkalmaz
- ha mindhárom fázisáram pillanatértékét külön-külön hasonlítja
- ha fékezést alkalmaz

V É G E !

A lineáris és nemlineáris fékezés viszonyai és feltételei.



Szakaszvédelem.

Hasonlítás lehet: lineáris jel: áram, vagy a vele arányos feszültség

nemlineáris jel: fázishelyzet, vagy félhullám (nagyság nélkül)

logikai: zárlati teljesítmény, vagy távolsági védelmi jel (később)

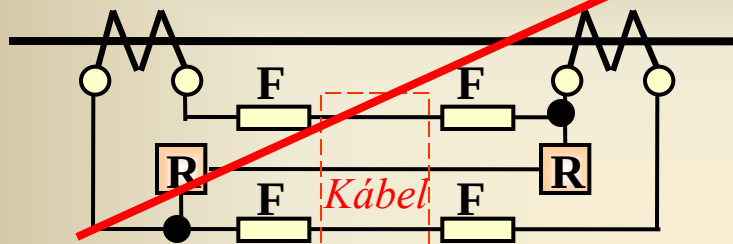
Hurkolt hálózaton zárlat felléptekor mindkét (mindegyik) oldali megszakítót ki kell kapcsolni!

Alapvető problémák: 1.) csatorna igénye, 2.) mindkét oldalon kell *kioldás*, tehát kell *relé*

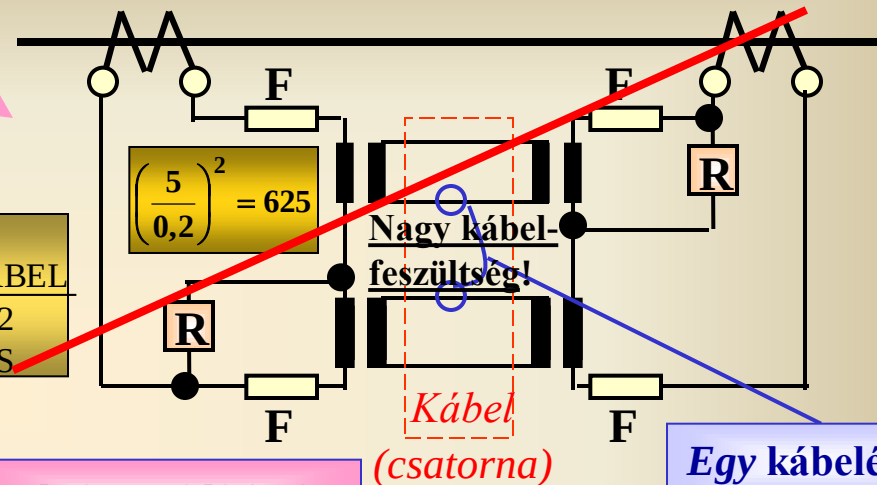
Lineáris jel: pl.:

Soros reléekkel

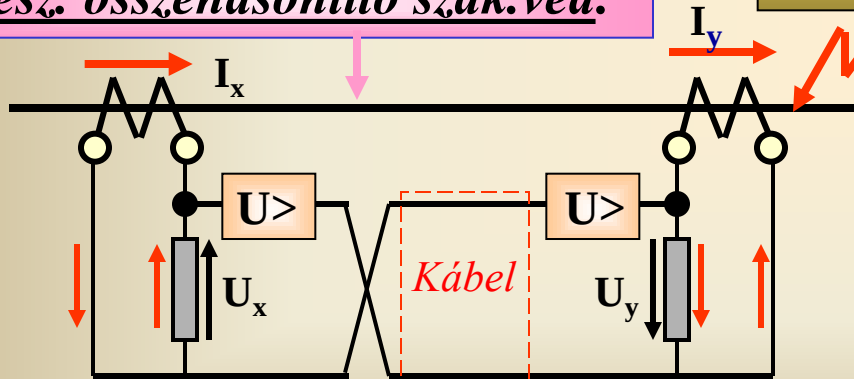
F = fékező tekercs, R = diff.relé



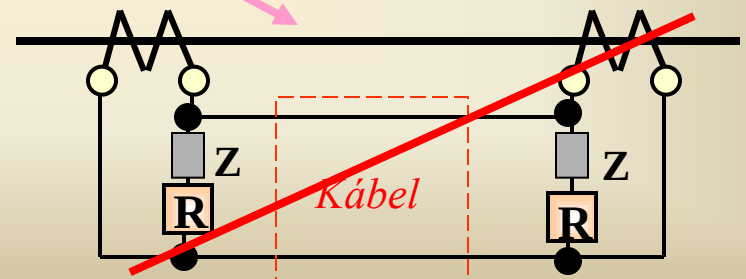
$$Z' = \frac{Z_{\text{KÁBEL}}}{\dot{a}_S^2}$$



Fesz. összehasonlító szak.véd.



Párh. reléekkel



Külső zárlat: $I_x = I_y$, és így a hurokra: $U_x + U_y = 0$

Védelmek és automatikák

7. előadás.



Távolsági védelem.

2012-2013 ÉV, I. FÉLÉV



Előadó:

Póka Gyula

Távolsági védelem

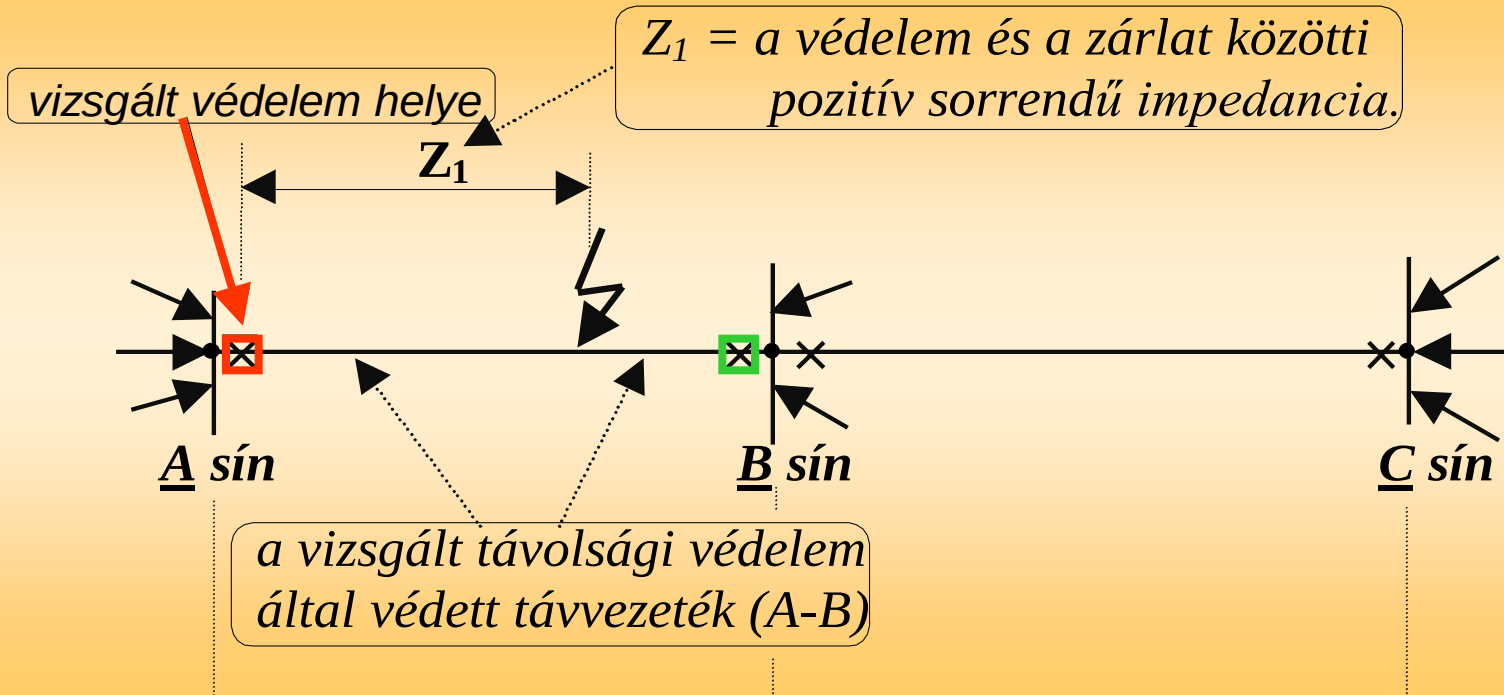
Általános tudnivalók

Hurkolt hálózatra távvezetékeinek zárlatvédelmére **kétféle védelem** alkalmazható: **távolsági védelem**, amely lépcsős impedancia-idő karakterisztikájával és teljesítmény-irányreléjével alkalmas erre, és **szakaszvédelem**, amely a két végpont villamos mennyiségeit hasonlítja össze (differenciál-elvű védelem).

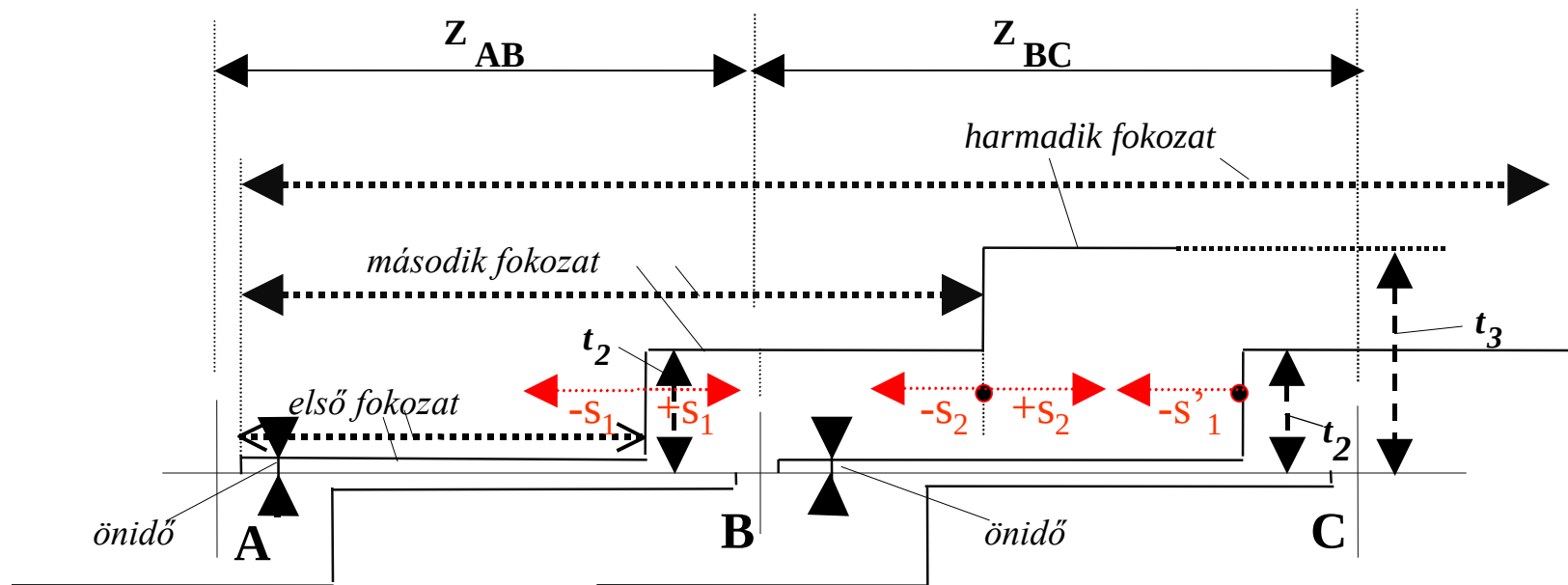
A távolsági védelmet nagyfeszültségű hurkolt hálózatok távvezetékeinek zárlatvédelmére **igen gyakran alkalmazzák**, mivel **irányításával és fokozatainak megfelelő beállításával szelektívvé tehető**, és **nem igényel összeköttetést (csatornát) a két oldal között**
[csak begyorsítására szoktak alkalmazni “igen/nem”
védelmi parancsátvitelt (lásd később)]

Távolsági védelem által védett távvezeték.

Hurkolt hálózaton zárlat felléptekor mindkét (mindegyik) oldali megszakítót ki kell kapcsolni!

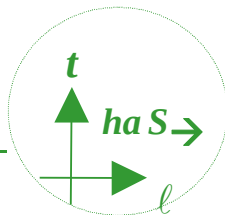


Távolsági védelem lépcsős karakterisztikája

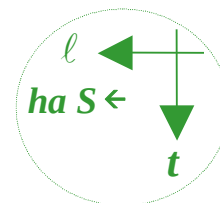


$s_1, s_2, s'_1 = \text{maximális mérési hiba}$

kordinátarendszer:

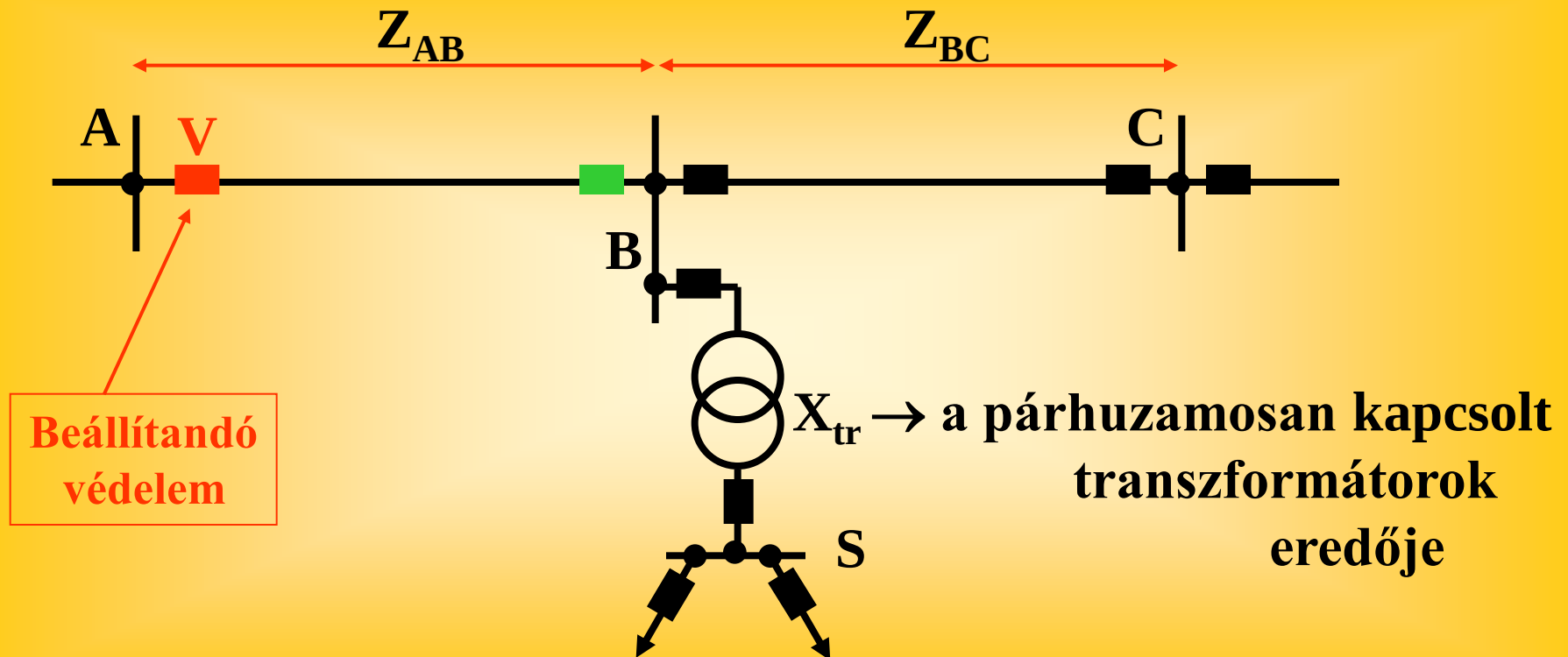


kordinátarendszer:



$S = \text{zárlati teljesítményirány}$

Séma a beállításszámításhoz.



V védelem fokozatainak beállításszámítása.

Első fokozat beállítási egyenlete: $\rightarrow (1 + \varepsilon) \cdot Z_1 \leq Z_{AB}$

(biztosan ne érjen át a következő [BC] távvezetékre)

$$Z_1 \leq \frac{Z_{AB}}{1 + \varepsilon}$$

Második fokozat beállítási egyenletei:

a.) minimum feltétel:

$\rightarrow$

$$(1 - \varepsilon) Z_{II} \geq Z_{AB}$$

(biztosan elérjen a védett [AB] távvezeték végéig, azaz védje az első fokozattal nem védett szakaszt)

$$Z_{II} \geq \frac{Z_{AB}}{1 - \varepsilon}$$

b.) első maximum feltétel:

$$\rightarrow (1 + \varepsilon) Z_{II} \leq Z_{AB} + (1 - \varepsilon) Z_{I-BC}$$

(biztosan ne ütközzön a következő [BC] vezeték második fokozata elejével = első fokozata végével)

$$Z_{II} \leq \frac{Z_{AB}}{1 + \varepsilon} + Z_{I-BC} \frac{1 - \varepsilon}{1 + \varepsilon}$$

$$Z_{II} \leq \frac{Z_{AB}}{1 + \varepsilon} + Z_{BC} \frac{1 - \varepsilon}{(1 + \varepsilon)^2}$$

c.) második maximum feltétel:

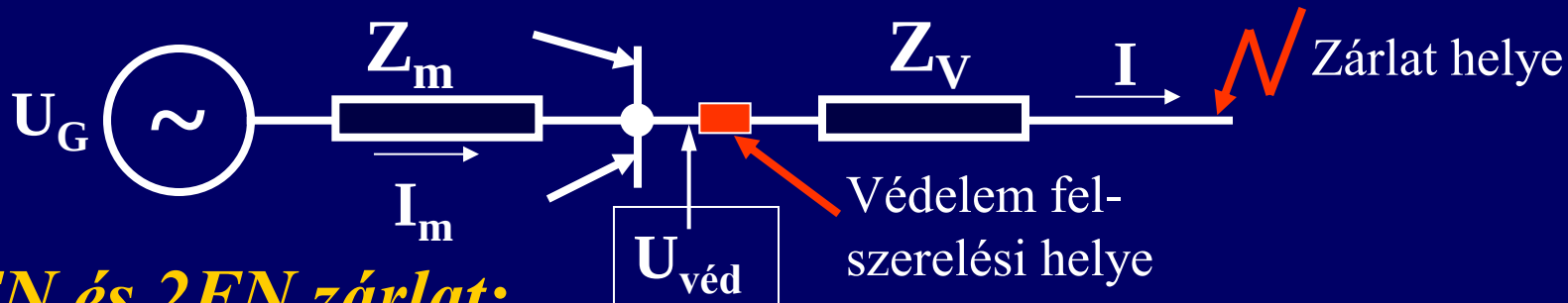
$\rightarrow$

$$(1 + \varepsilon) Z_{II} \leq Z_{AB} + X_{tr}$$

(biztosan ne nyúljon át a B gyűjtősínre csatlakozó transzformátorokon [leágazásokra])

$$Z_{II} \leq \frac{Z_{AB}}{1 + \varepsilon} + \frac{X_{tr}}{1 + \varepsilon}$$

Mérőelem érzékelési egyenletei *különböző zárlatfajtáknál*



FN és 2FN zárlat:

$$U_{AG} = I_{m1}Z_{m1} + I_{m2}Z_{m2} + I_{m0}Z_{m0} + I_1Z_{V1} + I_2Z_{V1} + I_0Z_{V0}$$

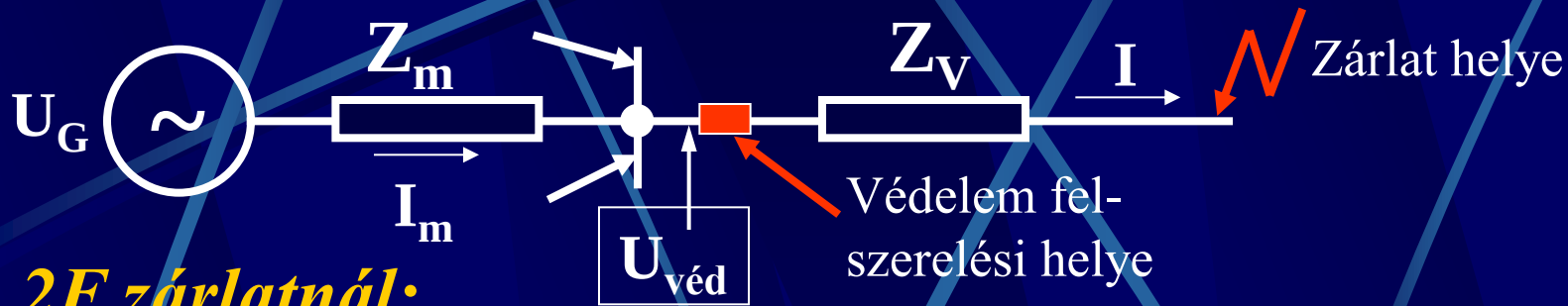
$$U_{A \text{ véd}} = U_{AG} - I_{m1}Z_{m1} - I_{m2}Z_{m2} - I_{m0}Z_{m0} = I_1Z_{V1} + I_2Z_{V1} + I_0Z_{V0}$$

Z_{V1} -et kiemelve, és az áramokkal átosztva:

$$Z_{\text{véd}} = \frac{U_{A \text{ véd}}}{I_1 + I_2 + \frac{Z_{V0}}{Z_{V1}} I_0} = \frac{U_{A \text{ véd}}}{I_A + \alpha \cdot 3I_0} = Z_{V1} \quad \text{ahol: } \alpha = \frac{Z_{V0} - Z_{V1}}{3 \cdot Z_{V1}} = \frac{\frac{Z_{V0}}{Z_{V1}} - 1}{3}$$

Három egyenlet ciklikus fáziscserével

Mérőelem érzékelési egyenletei különböző zárlatfajtáknál



2F zárlatnál:

- Mivel $U_{1véd} = U_{h1} + I_1 \cdot Z_1$, és $U_{2véd} = U_{h2} + I_2 \cdot Z_2$
- továbbá 2F és 2FN zárlatnál: $U_{1h} = U_{2h}$
- ezekből: $U_{1véd} - U_{2véd} = Z_1 \cdot (I_1 - I_2)$
- és így
- $U_{CB} = U_C - U_B = a \cdot U_1 - a^2 \cdot U_2 - a^2 \cdot U_1 - a \cdot U_2 = (a - a^2) \cdot (U_{1véd} - U_{2véd})$
azaz $U_{CB} = (a - a^2) \cdot Z_1 \cdot (I_1 - I_2)$
- és mivel: $I_C - I_B = a \cdot I_1 - a^2 \cdot I_2 - a^2 \cdot I_1 - a \cdot I_2 = (a - a^2) \cdot (I_1 - I_2)$

Így

$$Z_{véd_érz} = \frac{U_{CB}}{I_C - I_B} = \frac{(a - a^2) \cdot Z_1 \cdot (I_1 - I_2)}{(a - a^2) \cdot (I_1 - I_2)} = Z_1$$

Három egyenlet
ciklikus
fáziscserével

Mérőelem érzékelési egyenletei *különböző zárlatfajtáknál*

FN és 2FN zárlat esetén tehát:

$$Z_{\text{véd}} = \frac{U_{\text{A véd}}}{I_1 + I_2 + \frac{Z_{\text{V0}}}{Z_{\text{V1}}} I_0} = \frac{U_{\text{A véd}}}{I_A + \alpha \cdot 3I_0} = Z_{\text{V1}} \quad \text{ahol:} \quad \alpha = \frac{Z_{\text{V0}} - Z_{\text{V1}}}{3 \cdot Z_{\text{V1}}} = \frac{\frac{Z_{\text{V0}}}{Z_{\text{V1}}} - 1}{3}$$

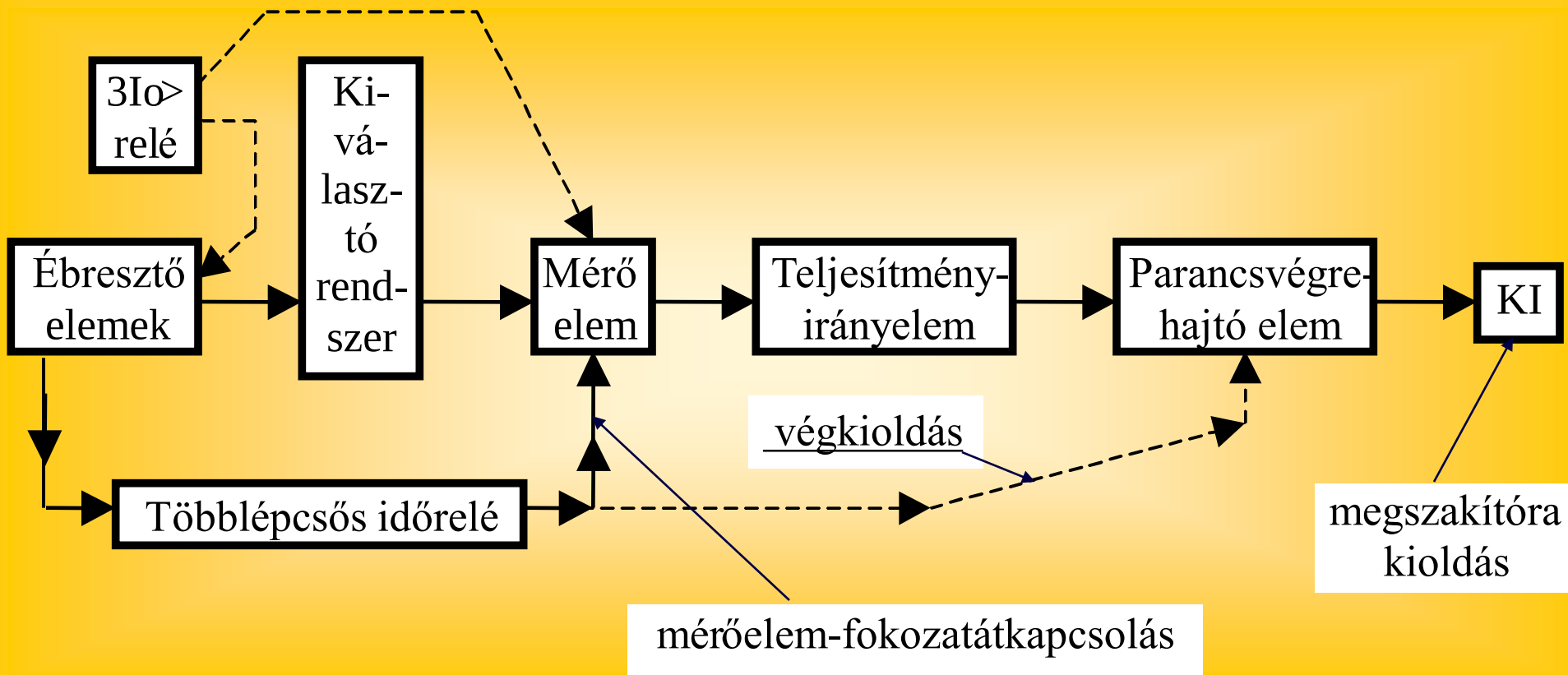
3-3 egyenlet
ciklikus
fáziscserével

3F, 2F és 2FN zárlat esetén tehát:

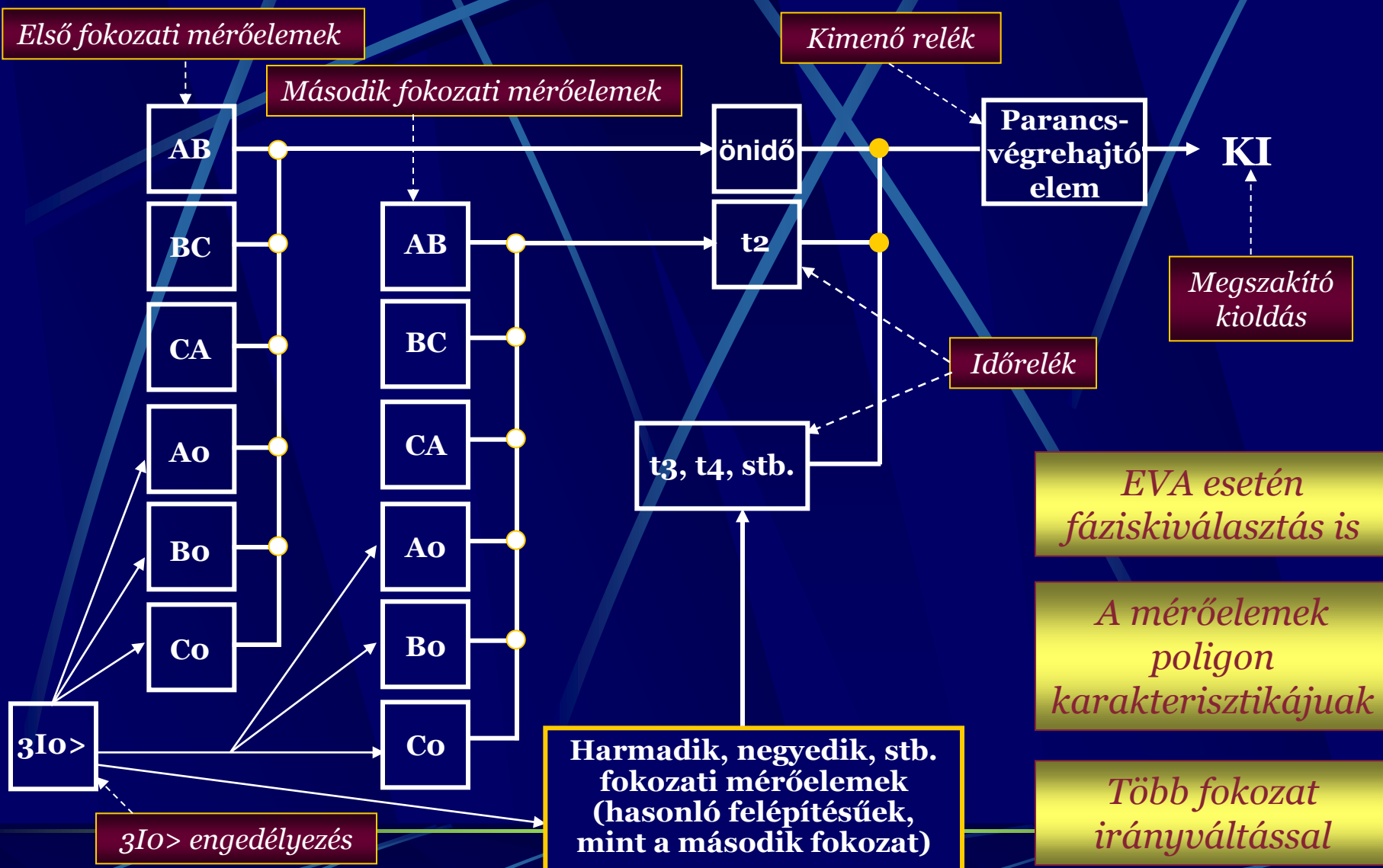
$$Z_{\text{véd}} = \frac{U_C - U_B}{I_C - I_B} = Z_{\text{V1}}$$

Szétválasztás: $3 \cdot I_0 >$
jelenléte vagy hiánya

Elektromechanikus távolsági védelem felépítése.



Elektronikus és digitális távolsági védelem felépítése.



ÍV- (ÉS HIBA-) ELLENÁLLÁS MIAATT BŐVÍTETT IMPEDANCIA-TERÜLET,

amit a távolsági védelem mérőelemének érzékelni kell!

védett elem
impedancia-iránya

jX

$R_{ív}$

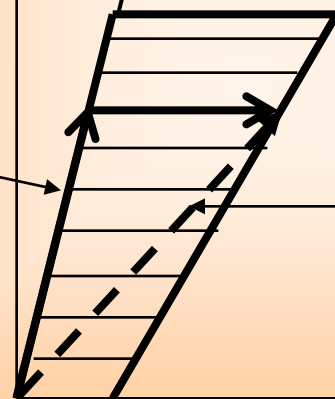
betáplálási torzítási tényező:

$$\zeta = I_{\text{zárl}} / I_{\text{véd}}$$

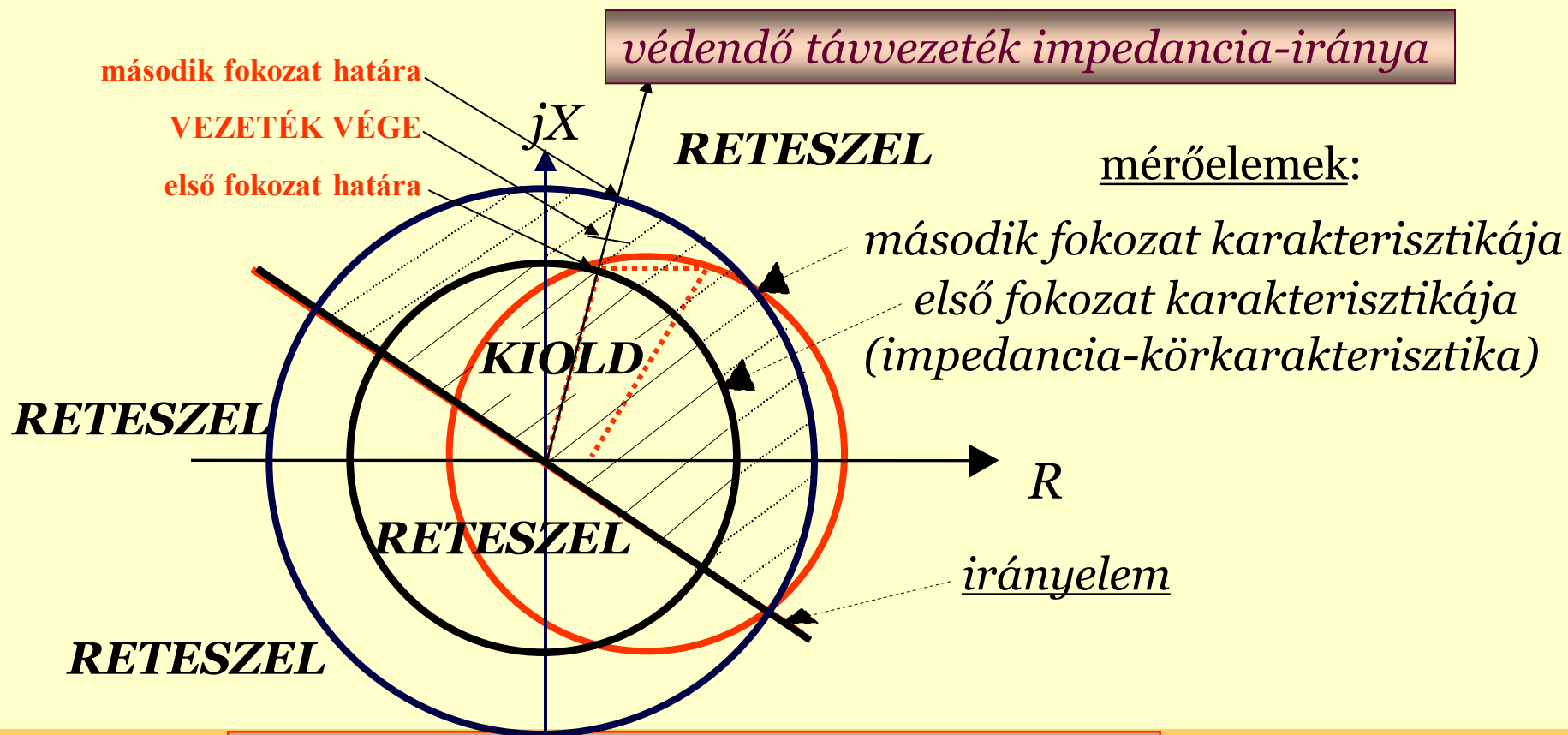
A védelem és
a zárlat helye
közötti
impedancia

$Z_{\text{eredő}}$

R

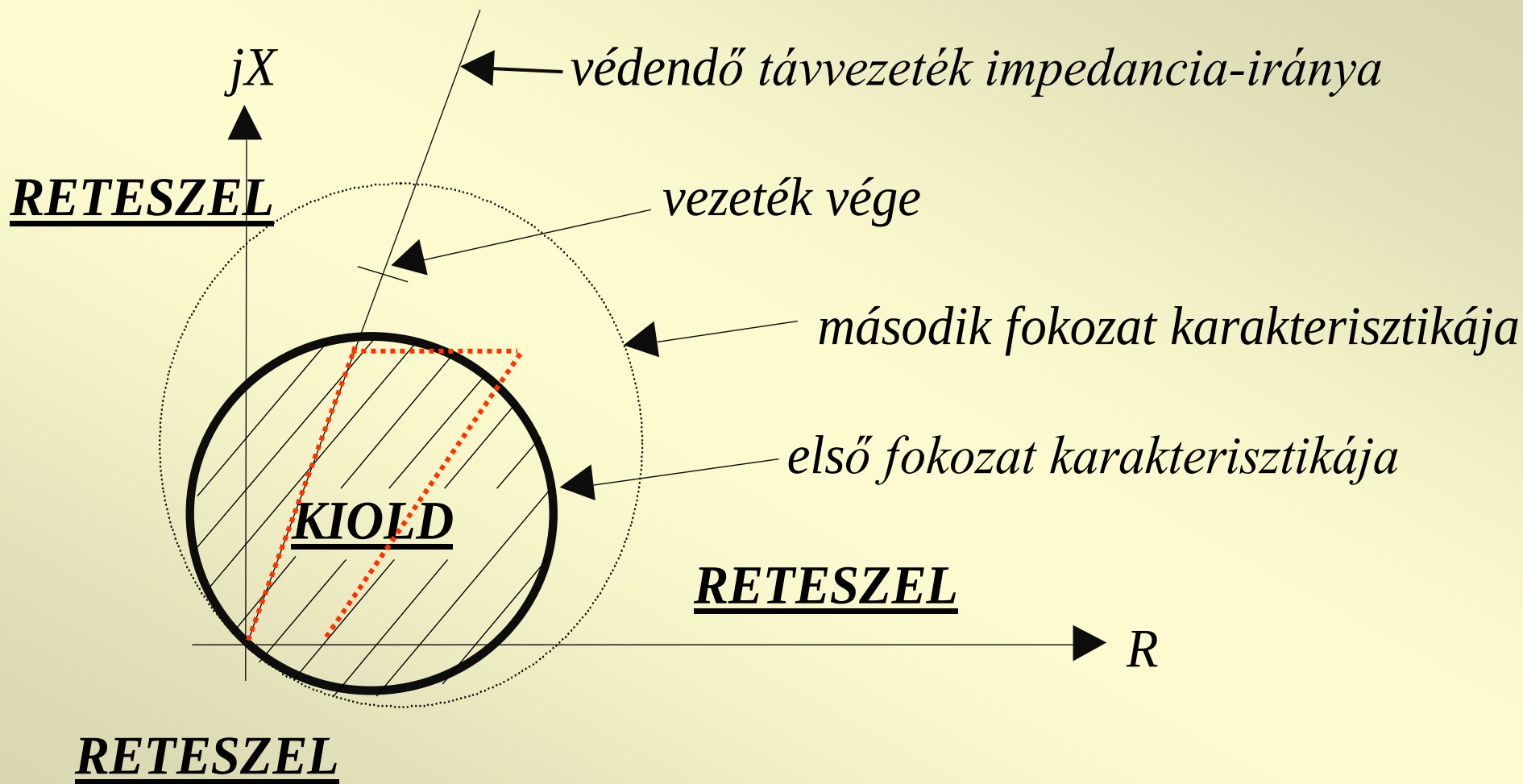


Külön mérő- és irányelem komplex karakterisztikája

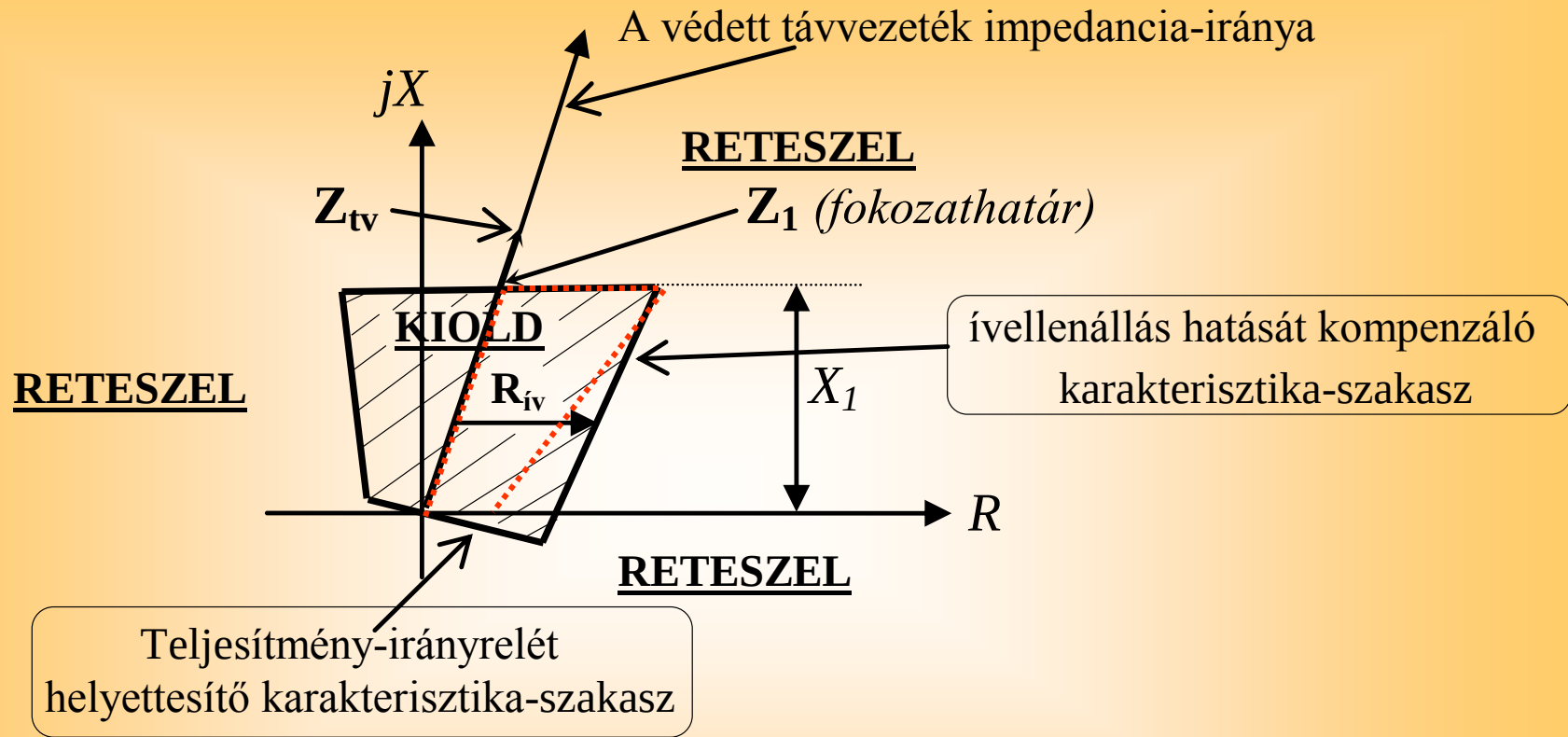


**Ívkompenzálás R tengely irányába
eltolt kör-karakterisztikával**

Mérőelem MHO karakterisztikája



Poligon karakterisztika



Z_{tv} = a védett távvezeték impedanciája

Z_1 = az első fokozat határa

X_1 = az első fokozat reaktanciája

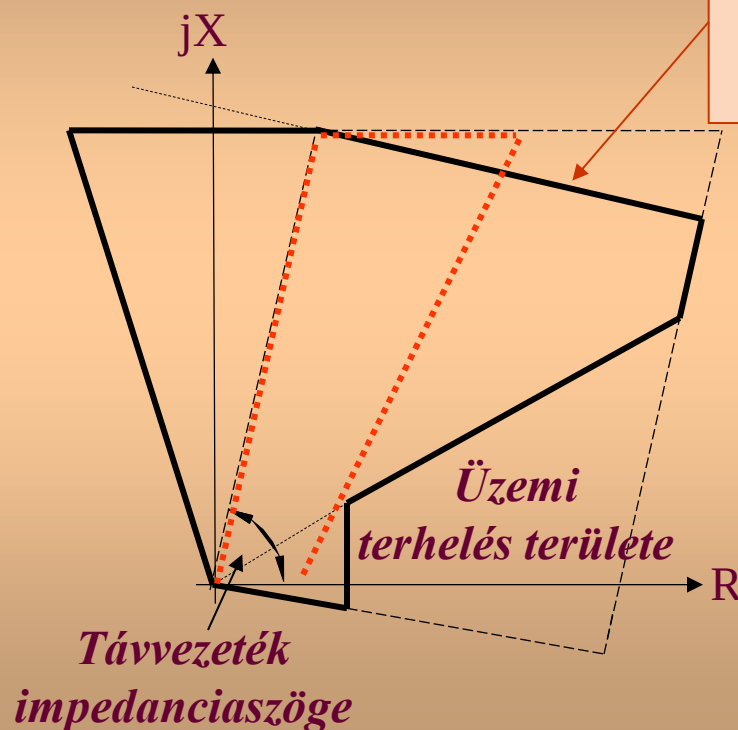
Módosított poligon karakterisztika

Üzemi terhelés nagyobb lehet
Lengési érzékenység kisebb lesz

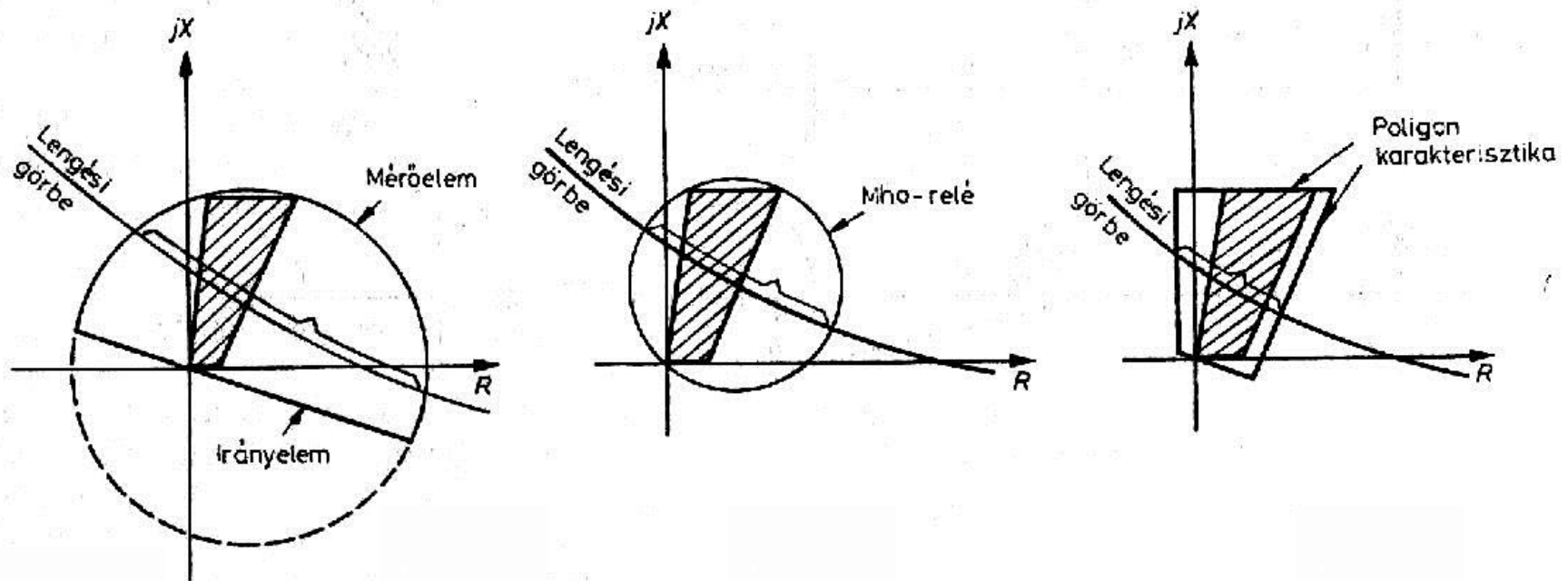
*betáplálási torzítási
tényező:*

$$\zeta = I_{\text{zárl}}/I_{\text{véd}}$$

miatt ledöntés



Különböző karakterisztikák lengésérzékenysége

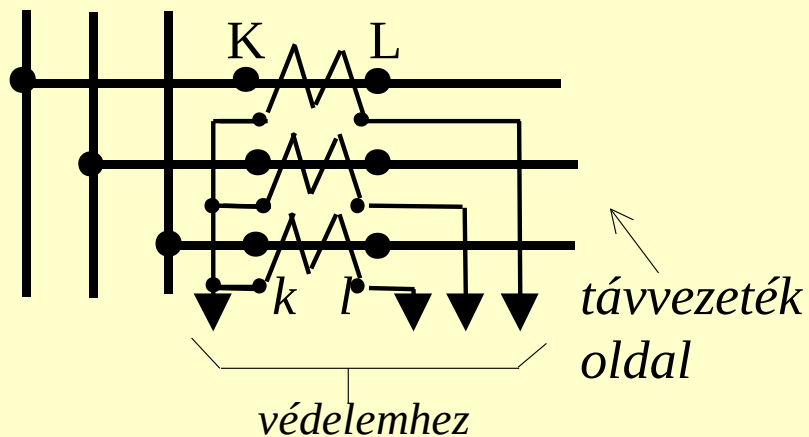


Különböző karakterisztikák lengésérzékenysége

Vonalkázott terület: a védett szakasz és a hibahelyi átmeneti ellenállás eredője; kapcsos zárójellel összefogva a lengési görbe karakterisztikán belüli szakasza

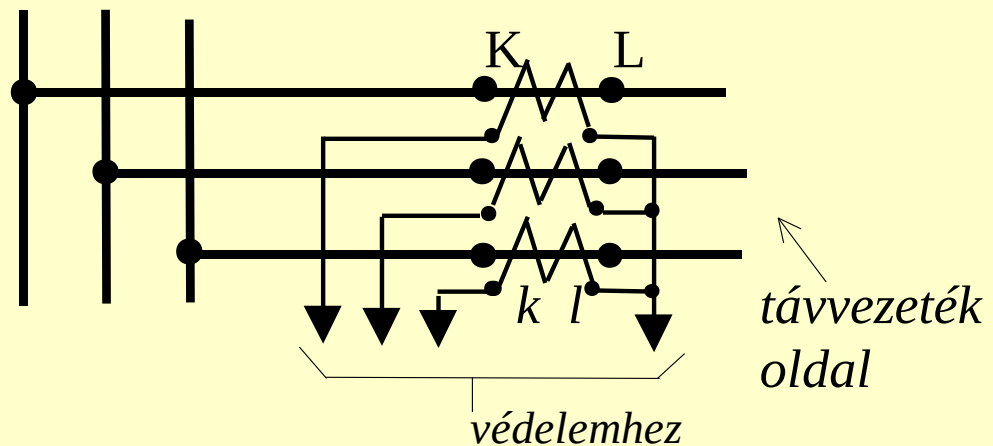
Áramváltók szekunder köreinek bekötése.

GYSÍN



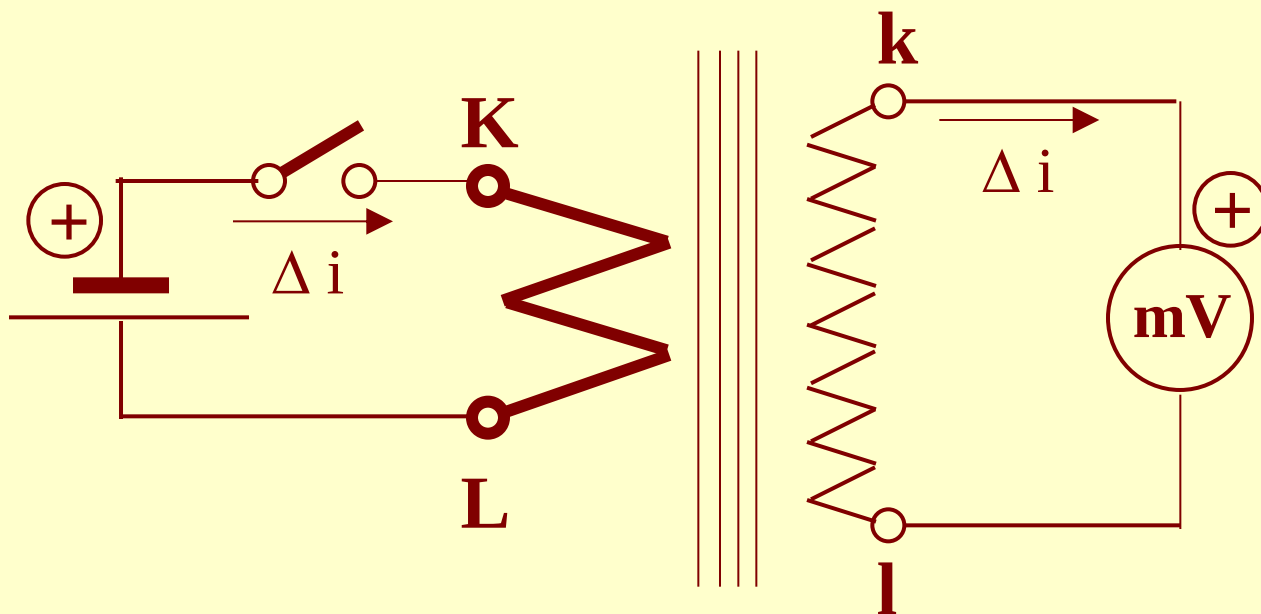
a. ábra

GYSÍN

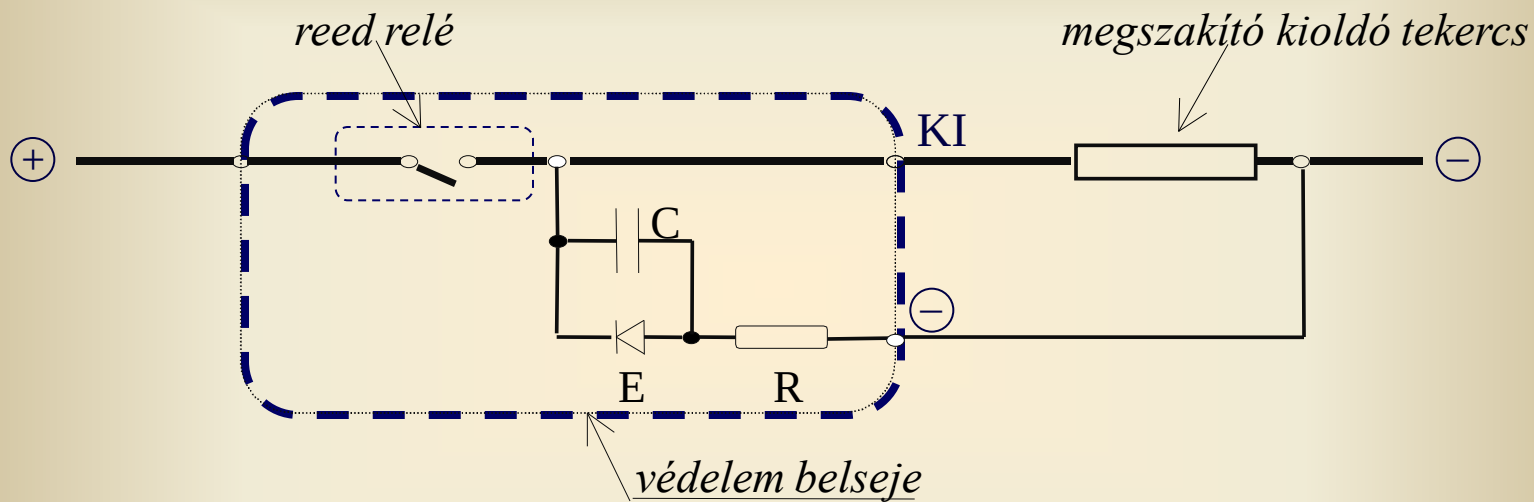


b. ábra

Áramváltók polaritásának ellenőrzése.



Reed relé túlfeszültség- csökkentő köre.



V É G E !

Védelmek és automatikák

8. előadás.

 Túláramvédelem.

2012-2013 ÉV, I. FÉLÉV



Előadó:

Póka Gyula

Túterhelés-védelem

$$k_V \cdot (1 - \varepsilon) \cdot I_{be} \geq I_{\text{túterh_határ}}$$

$$I_{be} \geq \frac{I_{\text{túterh_határ}}}{k_V \cdot (1 - \varepsilon)}$$

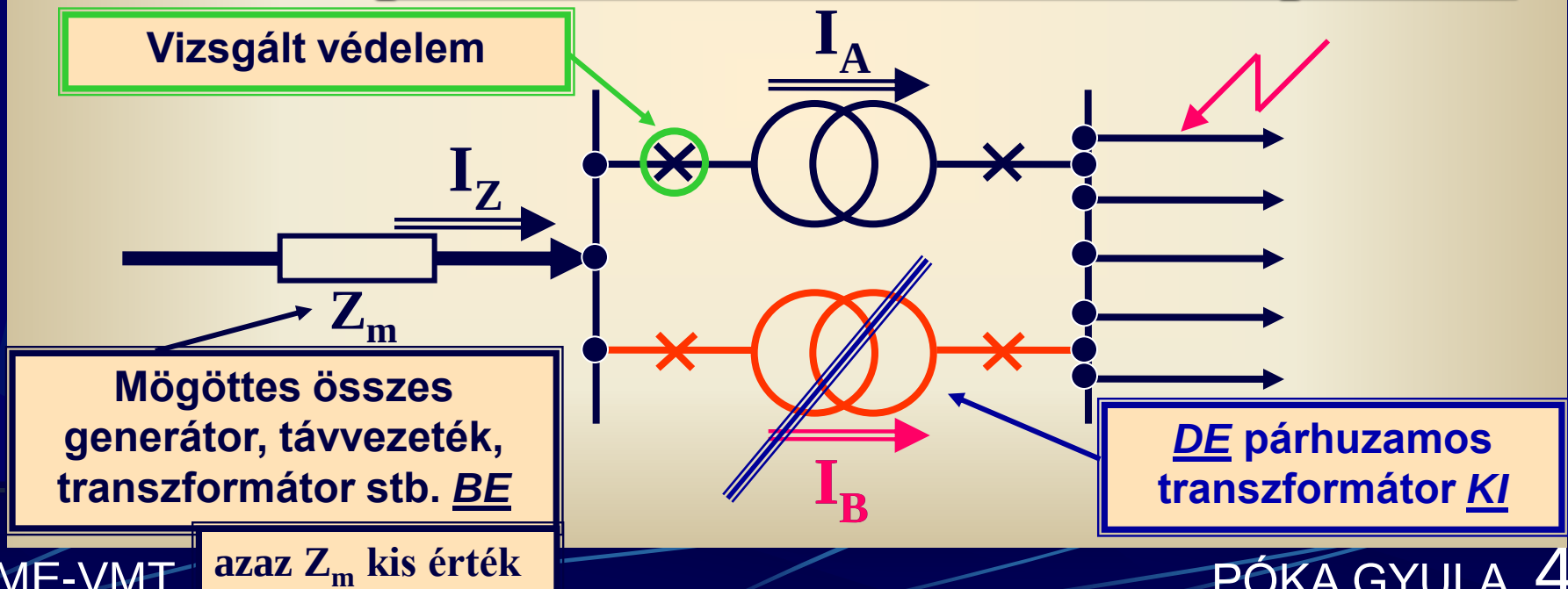
$$\frac{1}{0,95 \cdot 0,8} = 1,32$$

$k_V = I_e / I_m$ ejtőviszony (digitális védelmeknél $\approx 0,95$)
 ε biztonsági tényező, szokásos értéke 0,2
 $I_{\text{túterh_határ}}$ tartósan megengedhető maximális áramérték

Zárlatvédelmek

Maximális üzemállapot

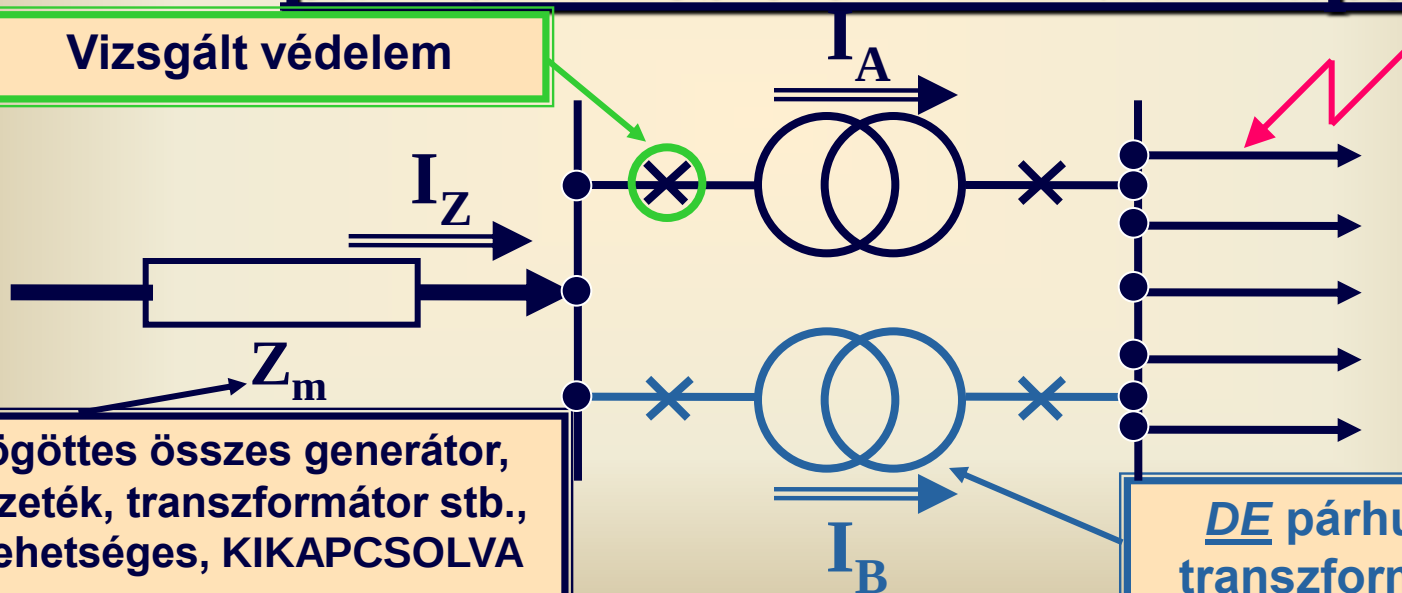
- Maximális üzemállapot: az energiarendszer minden eleme be van kapcsolva (generátor, távvezeték, transzformátor stb), DE a védett elemmel párhuzamos elem KI van kapcsolva.



Minimális üzemállapot

- Minimális üzemállapot: az energiarendszer minden olyan eleme ki van kapcsolva, amely üzembiztosan lehetséges, DE a védett elemmel párhuzamos elem BE van kapcsolva.

Vizsgált védelem

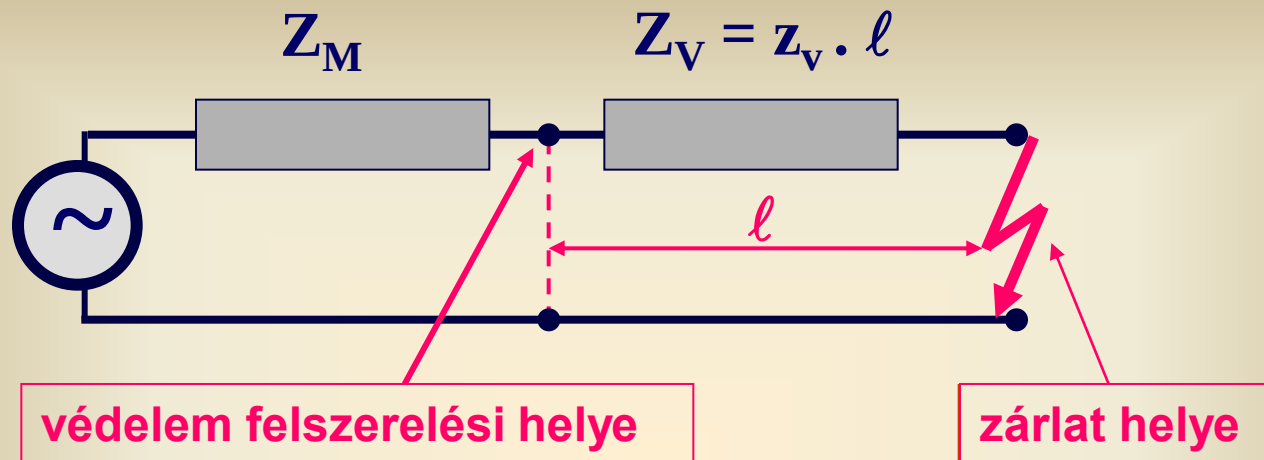


A mögöttes összes generátor, távvezeték, transzformátor stb., ami lehetséges, KIKAPCSOLVA

DE párhuzamos transzformátor BE

azaz Z_m nagy érték

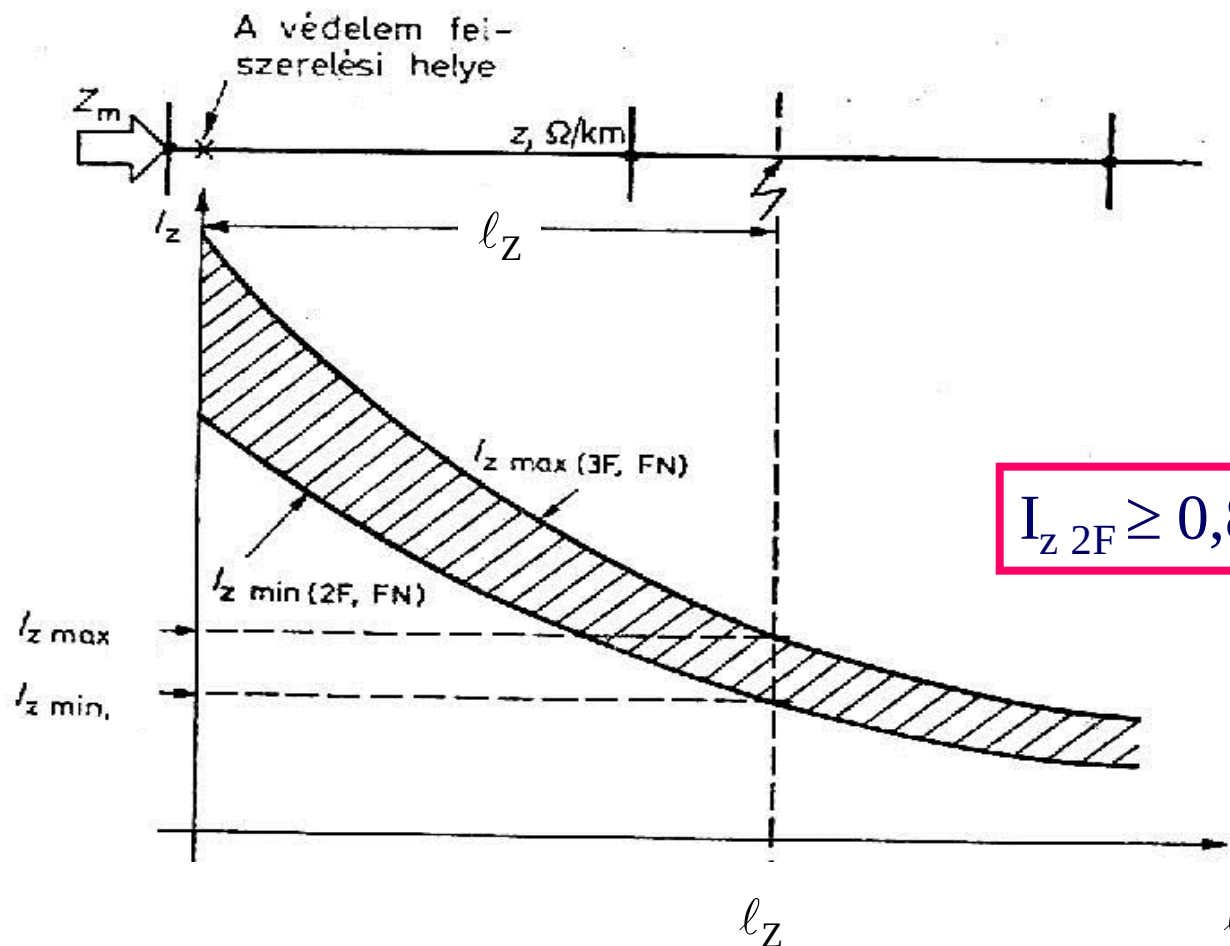
Áram a távolság függvényében



● Hiperbolikus összefüggés:

$$I_Z = \frac{U}{Z_M + z_v \cdot \ell}$$

Zárlati áram a távolság függvényében



Túláramvédelem, késleltetett fokozat

$$k_f \cdot I_{\ddot{u}_{\max}} \leq k_v \cdot I_{be} \cdot (1 - \varepsilon), \quad I_{be} \cdot (1 + \varepsilon) \leq I_{z_{\min}}$$

$$\frac{k_f}{k_v} \cdot \frac{I_{\ddot{u}_{\max}}}{1 - \varepsilon} \leq I_{be} \leq \frac{I_{z_{\min}}}{1 + \varepsilon}$$

ahol

$(k_f/k_v \rightarrow \text{következő dia})$

$I_{\ddot{u}_{\max}}$ legnagyobb üzemi áram

$I_{z_{\min}}$ a védett szakaszon (+ tartalékvédelmi szakaszon) fellépő zárlatok esetén a védelemnél folyó minimális zárlati áram

ε biztonsági tényező, szokásos értéke 0,2

k_f táplált fogyasztókra jellemző tényező („felfutási tényező”)

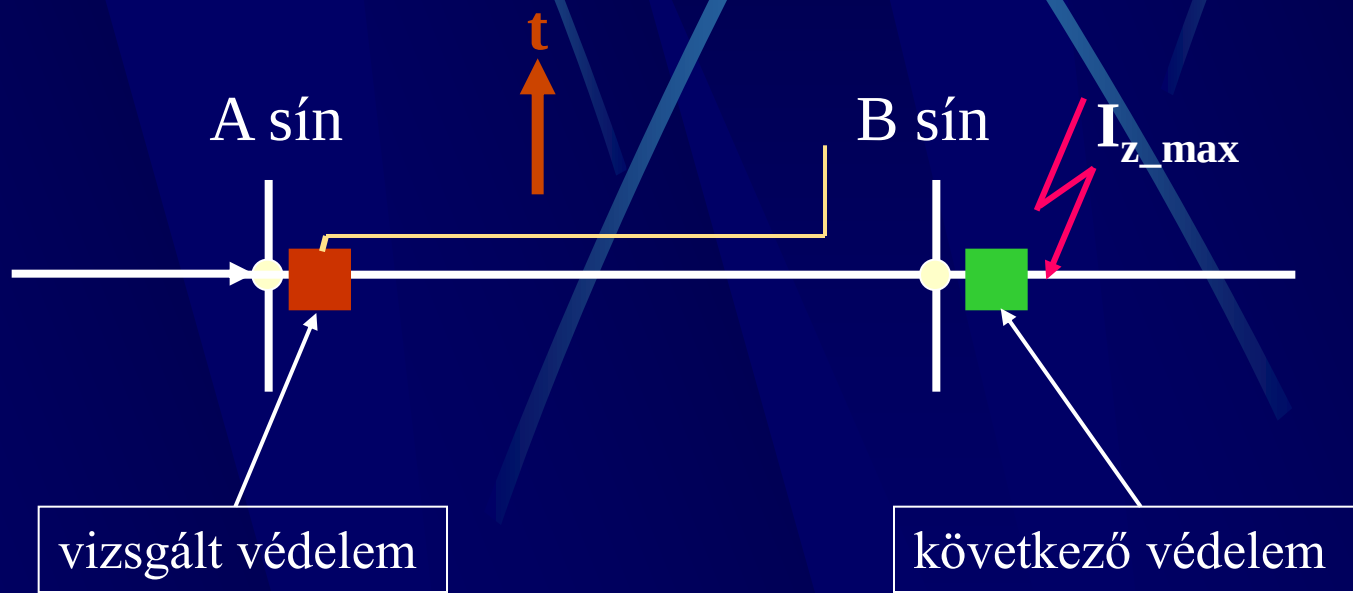
k_v ejtőviszony

$$\frac{\mathbf{k}_f}{\mathbf{k}_v}$$


Feszültségcsökkenési kioldók = „nullfeszültség-kioldók”

Gyorsfokozat elve ($t \approx 0$)

Ne szólaljon meg a következő
védelmi szakasz zárlatára:

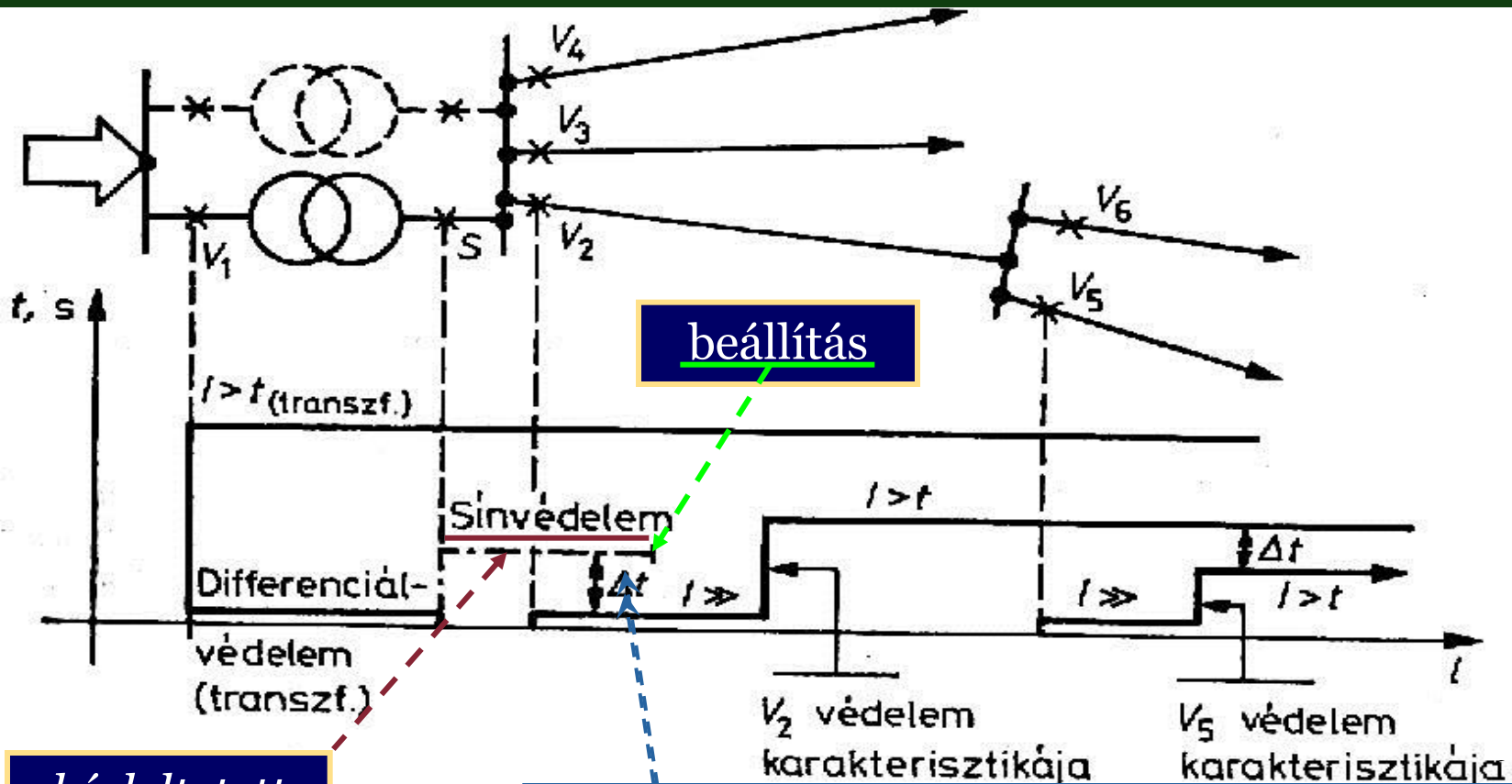


Túláramvédelem, gyorsfokozat

$$(1 - \varepsilon) I_{\text{gyors_be}} \geq I_{\text{z_max}}$$

$$I_{\text{gyors_be}} \geq \frac{I_{\text{z_max}}}{1 - \varepsilon}$$

Tápsín gyűjtősínvédelmének beillesztése



beállítás

késleltetett

Logikai (egyenáramú) gyűjtősín-védelem:

A sínvédelem késleltetése logikai módszerrel megszüntethető: ha egyik leágazás (V₂, V₃, V₄) túláramvédelme sem indul, Δt áthidalható.

Túláramvédelem, középfeszültségű gyűjtősínvédelem

$$(1 - \varepsilon) \cdot I_{S_be} \geq (1 + \varepsilon) \cdot I_{gyors_be_max}$$

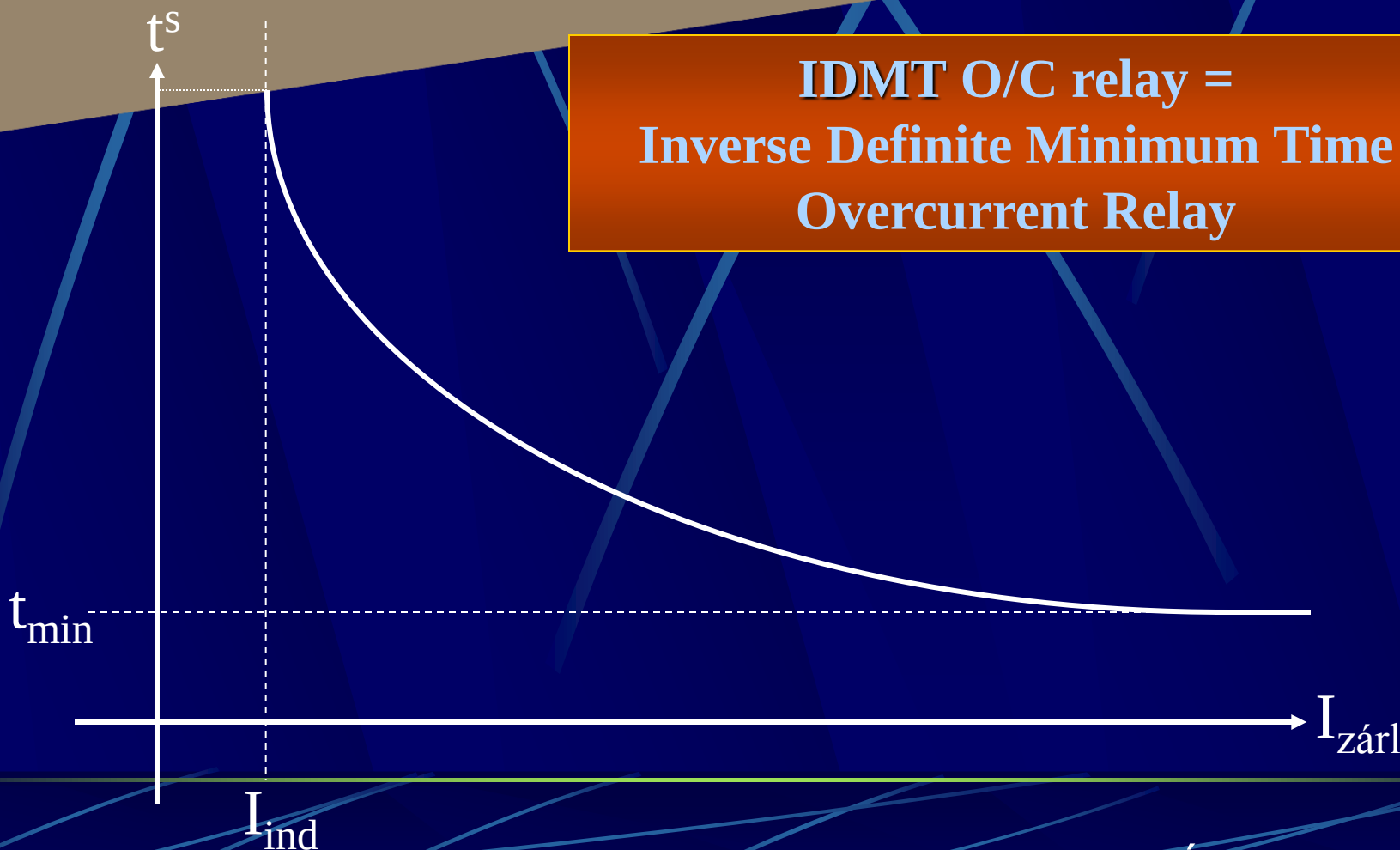
$$I_{sínzárl_min} \geq (1 + \varepsilon) \cdot I_{S_be}$$

$$\frac{I_{sínzárl_min}}{1 + \varepsilon} \geq \underline{I_{S_be}} \geq \frac{1 + \varepsilon}{1 - \varepsilon} \cdot I_{gyors_be_max}$$

Ha $\varepsilon = 0,2$, akkor $(1 + \varepsilon)/(1 - \varepsilon) = 1,5$

Korlátoltan függő túláramvédelem karakterisztikája

IDMT O/C relay =
Inverse Definite Minimum Time
Overcurrent Relay



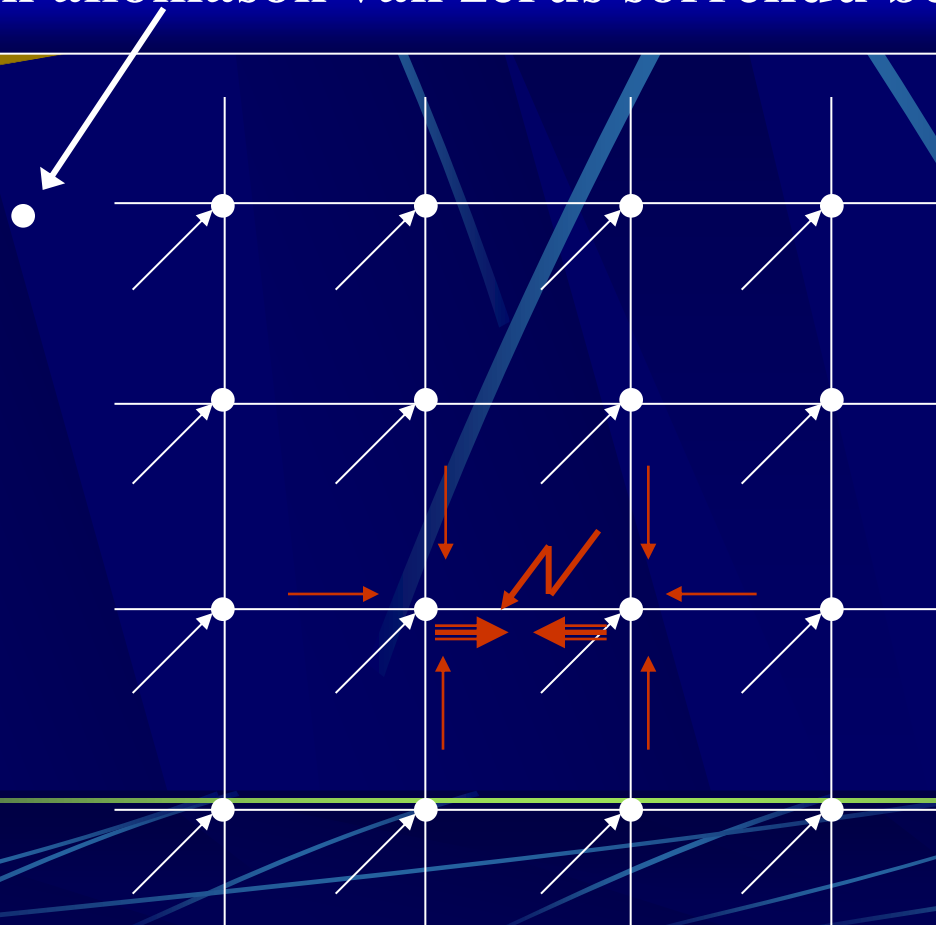
Függő karakterisztikájú túláramvédelem.

Alkalmazási terület:

- ⇒ zérussorrendű tartalékvédelem nagyfeszültségű hálózaton (minden állomáson van zérussorrendű betáplálás) (következő dia),
- ⇒ hőmásvédelem, tipikusan motorvédelem (lásd később),
- ⇒ kisfeszültségű kisautomata (most).

Zérussorrendű tartalékvédelem hatásosan földelt csillagpontú nagyfeszültségű hálózaton

Minden állomáson van zérus sorrendű betáplálás:



Motorvédelem (1)

Nagy motor védelmének 10 főbb funkciója (szokásos):

- 1.) Rövidzárlatvédelem: a motor állórész-tekercselésében, a motor kapcsainál vagy a tápkábelben fellépő fázis-rövidzárlatokra gyors és késleltetett (kétlépcsős) kikapcsolás ($I > I_{set}$, $I > I_{set}$).
- 2.) Földzárlatvédelem: a motor állórész-tekercselésében, a motor kapcsainál vagy a tápkábelben fellépő földzárlatokra késleltetett kikapcsolás ($3I_0 > I_{set}$).
- 3.) Terheléscsökkenési védelem: egyes hajtásoknál veszélyes hirtelen terhelésvesztéskor a motort kikapcsolja (levegő-folyadék hűt).
- 4.) Nehézindítású motorok védelme: indítás alatt speciális átállítást alkalmaz.
- 5.) Forgórész- vagy csapágy-megszorulási védelem: indítás idején viszonylag gyors kioldással megvédi a motort a súlyos károsodástól. (folytatás) →

Motorvédelem (2)

Nagy motor védelmének 10 főbb funkciója (szokásos):

8.) Túlterhelésvédelem: a motor melegedését leképező, hőmás jellegű védelem, előjelzéssel, majd kioldással. Figyelembe kell venni a:

⇒ fázishiány vagy aszimmetrikus feszültség miatti többlet-melegedést

(korrigált motoráram): $I_k = \sqrt{I_1^2 + (2 * I_2)^2}$

⇒ külön forgó (melegedési és hűlési) és álló állapotú (hűlési) időállandót

(T_m és T_h ; $T_m < T_h$),

⇒ előzetes melegedési állapotot (Θ_0),

Forgó motor melegedési és hűlési egyenlete:

$$\Theta(t) = \Theta_0 + \left[\Theta_n \left(\frac{I_k}{I_{nm}} \right)^2 - \Theta_0 \right] \cdot 1 - e^{-\frac{t}{T_m}}$$

Álló motor hűlési egyenlete:

$$\Theta(t) = \Theta_0 \cdot e^{-\frac{t}{T_h}}$$

előjelzés
kioldás

Jelölések:

$\Theta(t)$ a motor *belső hőmérséklet-emelkedése* „t” idő múlva

Θ_0 a motor előzetes túlmelegedése

I_{nm} a beállított „motor névleges áram”

Θ_n a motor I_{nm} névleges áramához tartozó „névleges” hőmérsékletemelkedés

(folytatás) → PÓKA GYULA 18

Motorvédelem (3)

Nagy motor védelmének 10 főbb funkciója (szokásos):

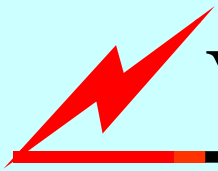
9.) Túlmelegedett motor újra bekapcsolását kivédő védelem:

mindaddig tiltja a bekapcsolást, amíg a motor a beállított (kikapcsolásnál alacsonyabb) hőmérséklet alá nem hűl.

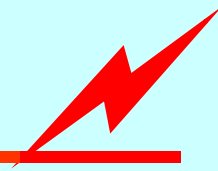
10.) Aszimmetriavédelem: megvédi a motort fáziskiesés, kétfázisú üzem vagy egyéb aszimmetria miatt fellépő rendellenes forgórész- és állórész-túlmelegedés ellen (négyzetesen függő karakterisztika: IDMT = very inverse definite minimum time):

$$t = \left(\frac{0,15 \cdot I_n}{I_2} \right)^2 \cdot t_{as} \quad + \text{indulási } I_2 \text{ áram}$$

V É G E !



Védelmek és automatikák



9. előadás.



Védelmi parancsátvitel.

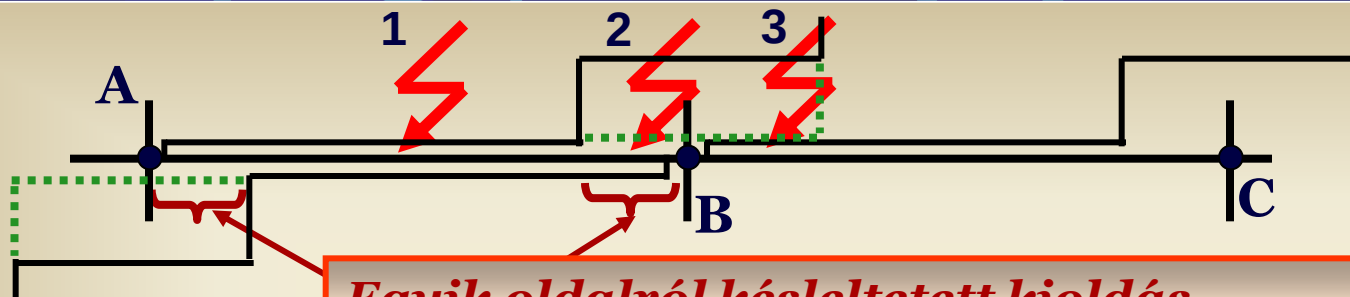
2012-2013 ÉV, I. FÉLÉV



Előadó:

Póka Gyula

Második fokozat késleltetett kioldásának megszüntetése



Egyik oldalról késleltetett kioldás
kb. a vezeték hossz 2x15 % = 30 %-án

$$Z_1 \leq \frac{Z_{AB}}{1 + \varepsilon}$$
$$\frac{1}{1 + \varepsilon} \approx 0,85$$

Követelmény: A távvezeték egész hosszára pillanatműködésű zárlathárítást kell létrehozni.

Megoldás: szakaszvédelem alkalmazása, vagy
távolsági védelem + jelátvitellel pillanatműködést előidézni.

Lehetséges jelátvitel: nincs jelátvitel, de zárlatkor jelküldés, vagy
állandó jelátvitel, de zárlatkor adás megszüntetése

Lehetséges fokozat: szelektív karakterisztika
túlfedő ($\approx$ második) fokozat

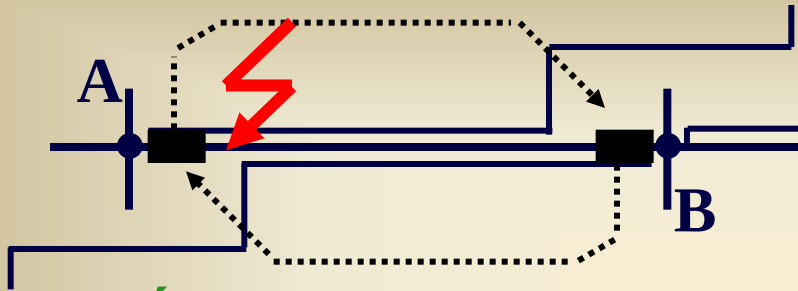
Ezek kombinációjával éri el a védelmi rendszer, hogy mindig és szelektíven pillanatműködésű a vezetéki zárlat hárítása.

Védelmi parancsátvitel alkalmazása távolsági védelemnél.

HAZAI GYAKORLAT.(1)

Védelmi szinkronozás

A.) Védelmi szinkronozás: szelektív karakterisztika, de egyik oldal kioldása szinkronozó parancsot ad a másik oldalra.



ADÁS: → a védelem kioldást adott

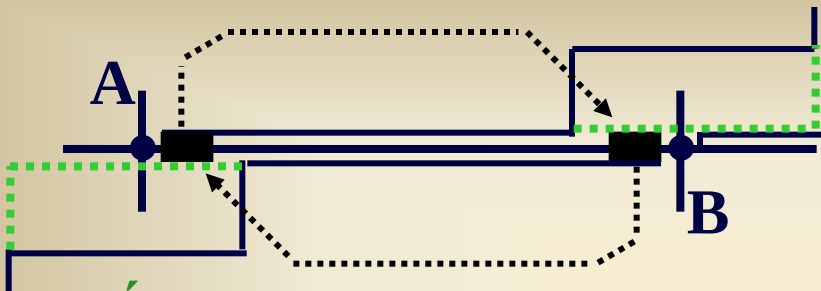
KIOLDÁS: → a védelem zárlatot érzékelt + jelvétel

- Védelmi szinkronozás (szelektív karakterisztika gyorsítással)
- AUP=Accelerated Underreach Protection
(régi: PUTT= Permissive Underreach Transfer Trip)
- Selektivschutz mit Unterreichweite und Staffelzeitverkürzung

HAZAI GYAKORLAT.(2)

Kioldásengedélyezés

B.) Kioldásengedélyezés: állandóan túlfedő karakterisztika, amely nem ad önálló kioldást, de ha a másik oldal túlfedésben érzékeli a zárlatot, és ezért engedélyező parancsot küld erre az oldalra, ez az oldal túlfedésben kiold.



ECHO $\Rightarrow$
következő dia

ADÁS: $\rightarrow$ túlfedő fokozat zárlatot érzékelt

KIOLDÁS: védelem túlfedő fokozatban érzékelt + jelvétel

- *Kioldásengedélyezés*
- *POP=Permissive Overreach Protection, POTT=Permissive Overreach Transfer Trip*
- *Selektivschutz mit Überreichweite und Freigabe, Richtungsvergleich mit Freigabesignal, Überreichende bedingte Fernauslösung*

HAZAI GYAKORLAT.(3)

ECHO-kapcsolás [A.) és B.)-hez].

Gyenge-végponti visszhangfunkció („ECHO” logika):

- ha a távvezeték sugarasan táplál végponti állomást, vagy a másik oldala nyitott (pl. megszakító kikapcsolva), és
- ha a zárlat a távvezeték azon szakaszán következik be, amelyet a védelem a tápforrás felől csak második fokozatban véd,

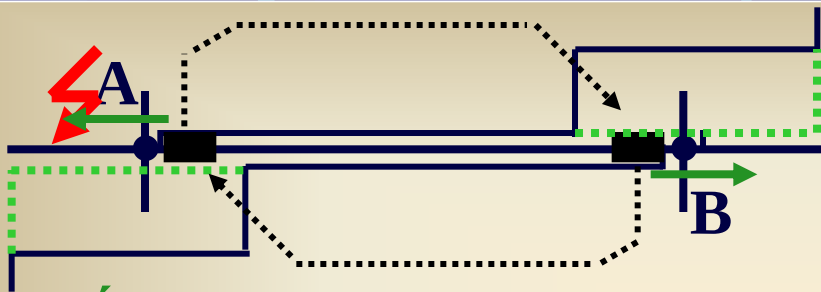
⇒ akkor: a szinkronozás/kioldásengedélyezés hatástalan, mivel az üresen járó végen elhelyezett védelem visszatáplálás hiányában nem érzékeli a zárlatot, és ezért a tápláló tápponti oldalra nem küld jelet.

- Ezen segít az „ECHO” logika, amely „visszafordítja” a tápláló végről ébresztéskor elküldött „ADÁS” jelet akkor,
- ha a megszakító-segédérintkezőről vett jel nyitott megszakítót jelez,
 - vagy ha legalább az egyik fázisáram igen kis áramot ad ($I \approx 0$)
(pl. $I_R < 0,15 \cdot I_n$ vagy $I_S < 0,15 \cdot I_n$ vagy $I_T < 0,15 \cdot I_n$),
 - vagy mindkettő párhuzamosan alkalmazva.

HAZAI GYAKORLAT.(4)

Kioldásreteszelés

C.) Kioldásreteszelés: állandó túlfedő karakterisztika, amely önálló kioldást ad, de ha az egyik oldal mögöttes zárlatot érzékel, akkor reteszelő jelet küld a másik oldalra.



ADÁS: $\longleftrightarrow$ fordított irányú (4. fokozatú) zárlatérzékelés van
(= vagy ébresztés van és nincs túlfedő fokozati zárlatérzékelés)

KIOLDÁS: *a védelem túlfedő fokozatban zárlatot érzékel + nincs jelvétel*
Ezért a kiváráásra szükséges kb. 30...50 ms késleltetés!

- *Kioldásreteszelés (reteszelő rendszer)*
- *BOP, BLOCK OR = Blocking Overreach Protection, Overreach Blocking System,*
- *Blockiersystem, Richtungsvergleich mit Blockiersignal,*

Védelmi parancsátvitel alkalmazása távolsági védelemnél
(összefoglalás)

HAZAI GYAKORLAT (1-4)

A.) Védelmi szinkronozás: szelektív karakterisztika, de egyik oldal

kioldása szinkronozó (engedélyező) parancsot ad a másik oldalra + *Echo*

B.) Kioldásengedélyezés: túlfedő karakterisztika, amely nem ad önálló kioldást, de ha a másik oldal túlfedésben érzékeli a zárlatot, és ezért engedélyező parancsot küld erre az oldalra, ez az oldal túlfedésben kiold + *Echo*

C.) Kioldásreteszelés: túlfedő karakterisztika, amely önálló kioldást ad, de ha egyik oldal mögöttes zárlatot érzékel, reteszelő jelet küld a másik oldalra.

EDDIG NEM TÁRGYALT MEGOLDÁSOK:

D.) Túlfedés reteszfeloldással: a védelem normál üzemben állandóan küldi a reteszjelet, de a túlfedő fokozat zárlatérzékelésekor visszavonja *(ez a séma hazai alkalmazásban eddig nem fordult elő). (lásd később)*

E.) Közvetlen parancsátvitel: ha az első fokozat kioldást adott, feltétel nélküli távkioldó parancsot ad a másik oldalra *(ez a séma hazai alkalmazásban eddig nem fordult elő)*;

MÁS KÖZVETLEN TÁVKIOLDÁS-ALKALMAZÁS: a megszakító-beragadási védelem távkioldó parancsot ad a másik oldalra, ha az a „mögöttes megszakító”; vagy ha a távvezetéken pl. fojtótekercs van megszakító nélkül, annak védelme távkioldó parancsot ad a másik oldalra *(ilyen fojtó-elhelyezés, és ezért utóbbi séma hazai alkalmazásban eddig nem fordult elő)*.

Védelmi működés a védelmi jelátvitel elmaradásakor (autonom működés összefoglalása).

1.) Védelmi szinkronozás szelektív karakterisztikát alkalmaz, és ha a védelmi jel nem érkezik meg a másik oldalra, akkor ezzel a szelektív (klasszikus) karakterisztikával működik. Alkalmazás: közepes és hosszú távvezetéken.

2.) Kioldásengedélyezés túlfedő karakterisztikát alkalmaz, és ha a védelmi jel nem érkezik meg a másik oldalra, akkor a vezeték egész hosszán bekövetkező zárlatkor szelektív (klasszikus) karakterisztikával működik. Alkalmazás: rövid távvezetéken. Probléma: az első fokozat nagyon visszahúzódhat, ugyanakkor a késleltetett második fokozatsáv zárlata nagy áramú.

3.) Kioldásreteszelés túlfedő karakterisztikát alkalmaz, és ha a védelmi jel nem érkezik meg a másik oldalra, akkor a teljes túlfedő fokozaton bekövetkező zárlatkor pillanatműködésű [30...50 ms], tehát nem szelektív kioldást hoz létre.

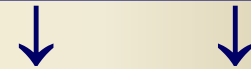
Ez a nem szelektív kioldás súlyos hátrány, ezért csak különlegesen indokolt esetben célszerű alkalmazni!

Védelmi parancsátvitel alkalmazása távolsági védelemnél.

SZABVÁNY MEGFOGALMAZÁS. (1)

A távolsági védelmeknél a jelátvitelt használó védelmi működési módokat a következőképpen is lehet csoportosítani (MSZ IEC 50 (448) 1997):

Hazai
megoldás azonosítása:



(ez a távkioldás)

(ez a szinkronozás)

(ez is szinkronozás)

Szelektív karakterisztika beállítása esetén:

szelektív karakterisztika távkioldással

szelektív karakterisztika gyorsítással

szelektív karakterisztika kioldásengedélyezéssel

Túlfedéses karakterisztika beállítása esetén:

túlfedés kioldásengedélyezéssel

túlfedés reteszeléssel

túlfedés reteszfeloldással

(ez a kioldásengedélyezés)

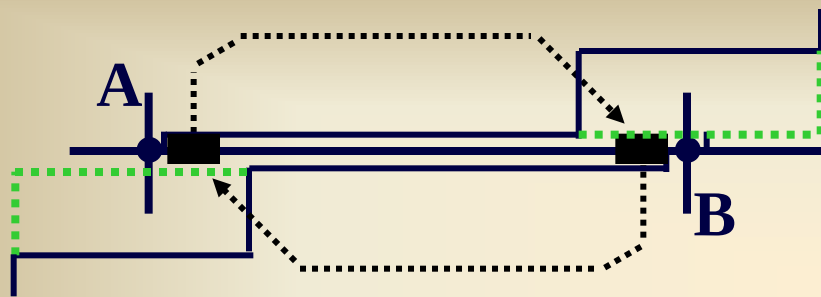
(ez a kioldásreteszelés)

(ez hazai alkalmazásban még nem volt,
lásd a következő dián)

Védelmi parancsátvitel alkalmazása távolsági védelemnél.

SZABVÁNY MEGFOGALMAZÁS. (2)

Túlfedés reteszfeloldással:



AUTONOM KIOLDÁS:

1. fokozatban $t = 0$ -val,
túlfedő fokozatban $t = 0$ -val
(nem szelektív → hiba)

ADÁS: → a védelem normál üzemben állandóan küldi a retesz-jelet, de visszavonja, ha a túlfedő fokozat zárlatot érzékel

KIOLDÁS: a védelem zárlatot érzékelt (ébresztett vagy túlfedő fokozatban megszólalt) + *nincs jelvétel*

* UOP=Unblocking Overreach Protection

* Selektivschutz mit Überreichweite und Unblockverfahren

A séma hazai alkalmazásban eddig nem fordult elő.

BÚCSÚZIK AZ ELŐADÓ:
PÓKA GYULA

Félévi előadások vége.

Az EMC témaköre, EMC Irányelv

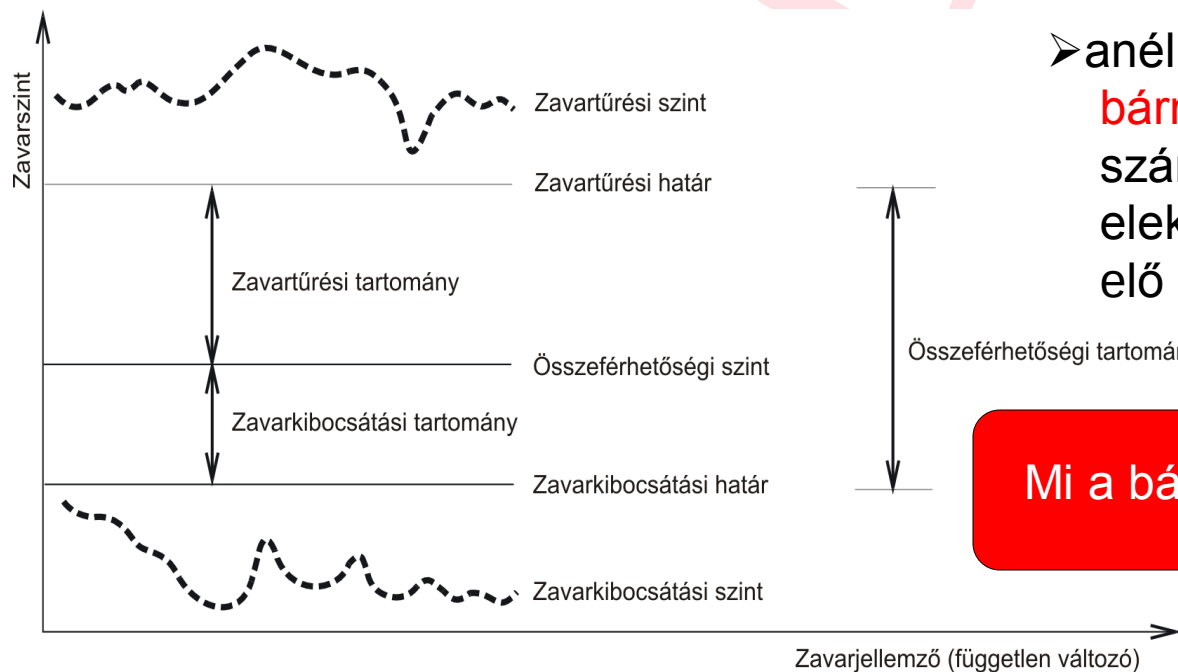
Zavarok frekvencia tartomány szerinti elhelyezkedése

Az EMC megvalósításának módszere

Mi tartozik EMC téma-témakörébe?

„Valamely berendezésnek vagy rendszernek az a képessége, hogy:

- a saját elektromágneses környezetében kielégítően működik
- anélkül, hogy a környezetében **bármilyen** számára elviselhetetlen elektromágneses zavarást idézne elő



Mi a bármilyen?

IEC 265/92

“New” EMCD Directive

**DIRECTIVE 2004/108/EC OF THE EUROPEAN
PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL**

of 15 December 2004

**on the approximation of the laws of the Member States
relating to electromagnetic compatibility**

and repealing Directive 89/336/EEC

(Text with EEA relevance)



Új EMC Irányelv

**AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2004/108/EK
IRÁNYELVE**

(2004. december 15.)

**az elektromágneses összeférhetőségre vonatkozó
tagállami jogszabályok közelítéséről és a
89/336/EGK irányelv hatályon kívül helyezéséről**

Az új EMCD a törvényi bevezetése

62/2006. (VIII. 30.) GKM rendelet az elektromágneses összeférhetőségről

A fogyasztóvédelemről szóló 1997. évi CLV. törvény 56. §-ának a) pontjában, valamint az elektronikus hírközlésről szóló 2003. évi C. törvény 182. §-ának (5) bekezdésében kapott felhatalmazás alapján elrendelve

Az új EMCD szerinti fogalmak 'equipment'

a) „berendezés”: bármilyen készülék vagy helyhez kötött létesítmény;

Az új EMCD szerinti fogalmak 'apparatus'

b) „**készülék**”: bármilyen késztermékként forgalmazott berendezés, vagy ennek kereskedelmi forgalomban egyetlen működési egységként hozzáférhető, végfelhasználóknak szánt kombinációja, amely elektromágneses zavart kelthet, vagy amelynek működését ilyen zavar befolyásolhatja;

Az új EMCD szerinti fogalmak 'fixed installation'

c) „helyhez kötött létesítmény”: különböző típusú készülékek, illetve adott esetben egyéb eszközök egyedi kombinációja, amelyeket állandó, előre meghatározott helyen való használat céljával szerelnek össze és telepítenek;

A Direktíva alkalmazása szempontjából a hálózatok és a nagy gépek helyhez kötött létesítménnyel azonos módon kezelhetők.

Az új EMCD szerint

helyhez kötött létesítményre vonatkozó különleges követelmények

A helyhez kötött létesítmények esetében az 1. pontban megállapított védelmi követelmények teljesítése érdekében a létesítményt **jó mérnöki gyakorlattal**, az alkatrészek rendeltetésszerű használatára vonatkozó tájékoztatások figyelembevételével kell telepíteni.

A megfelelő mérnöki gyakorlattal történt **telepítést dokumentálni** kell; a dokumentációt az üzemeltetésért felelős személy őrzi mindaddig, amíg a helyhez kötött létesítmény üzemben van, és ellenőrzéskor a **piac-felügyeleti hatóság rendelkezésére kell bocsátani**.

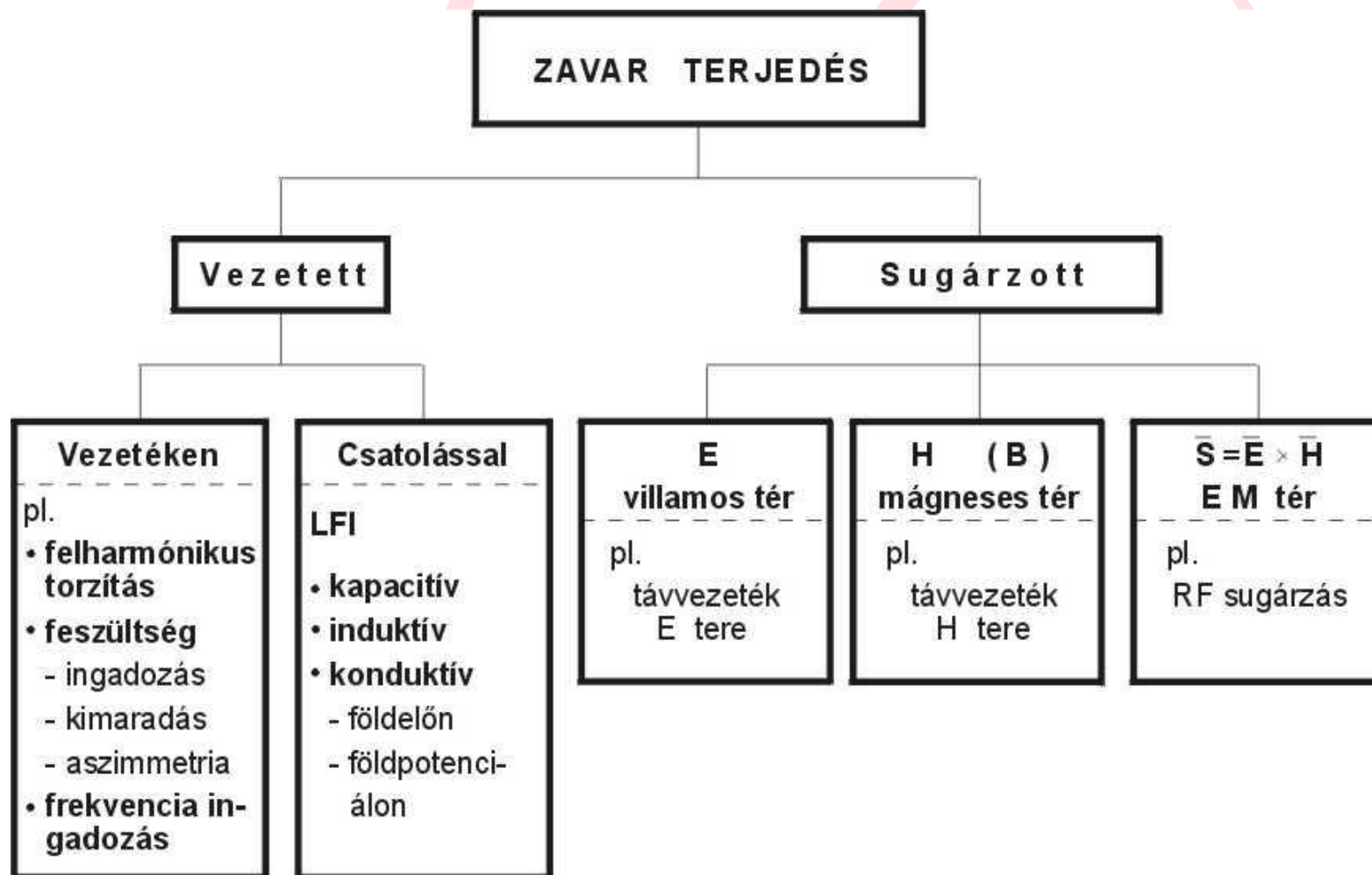
Az új EMCD szerint alapvető védelmi követelmények

1. Védelmi követelmények

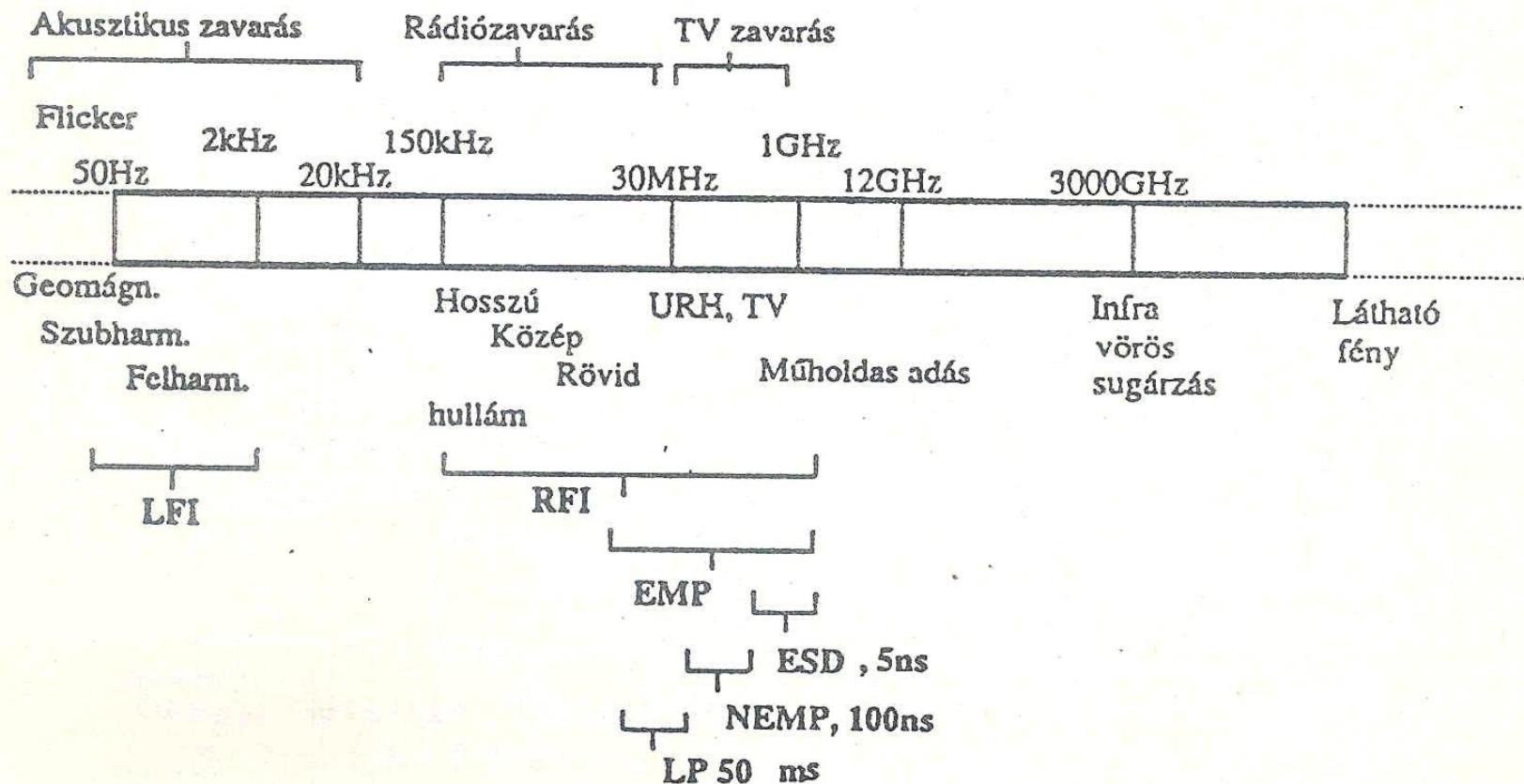
A védelmi követelmények teljesítése érdekében a berendezés kialakítása, tervezése és gyártása során a technika állását is figyelembe véve a következőket kell biztosítani:

- a) az általa **keltett elektromágneses zavar mértéke** ne haladja meg azt a szintet, amely a rádió- és elektronikus hírközlő berendezés és egyéb berendezés rendeltetésszerű működését gátolja;
- b) A berendezés rendeltetésszerű használata során várható elektromágneses **zavarral szemben a berendezés zavartűrése** olyan mértékű legyen, amely lehetővé teszi az elfogadhatatlan **minőségi romlás nélküli rendeltetésszerű használatot**.

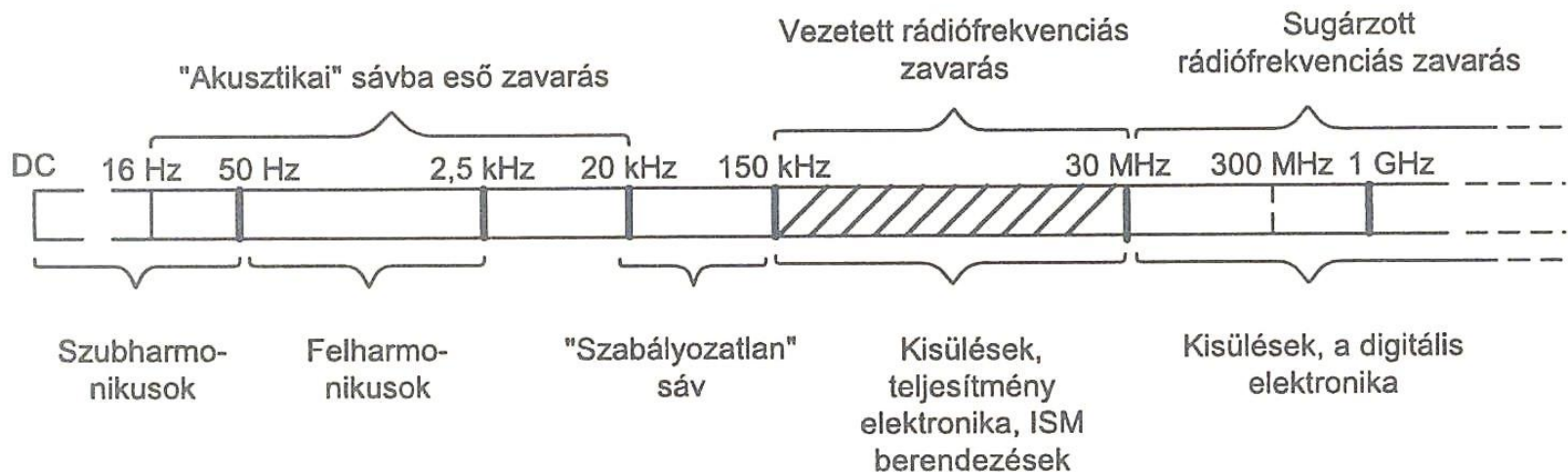
Zavarjelenségek terjedési módjai



Zavarjelenségek frekvencia szerinti osztályozása



Zavarjelenségek frekvencia szerinti osztályozása



NB: Az ionizáló sugárzás alsó határa:

- Foton energia < 12 eV,
- Frekvencia $< 3 \times 10^{15}$ Hz,
- Hullámhossz > 100 nm

Zavarjelenségek frekvencia szerinti osztályozása

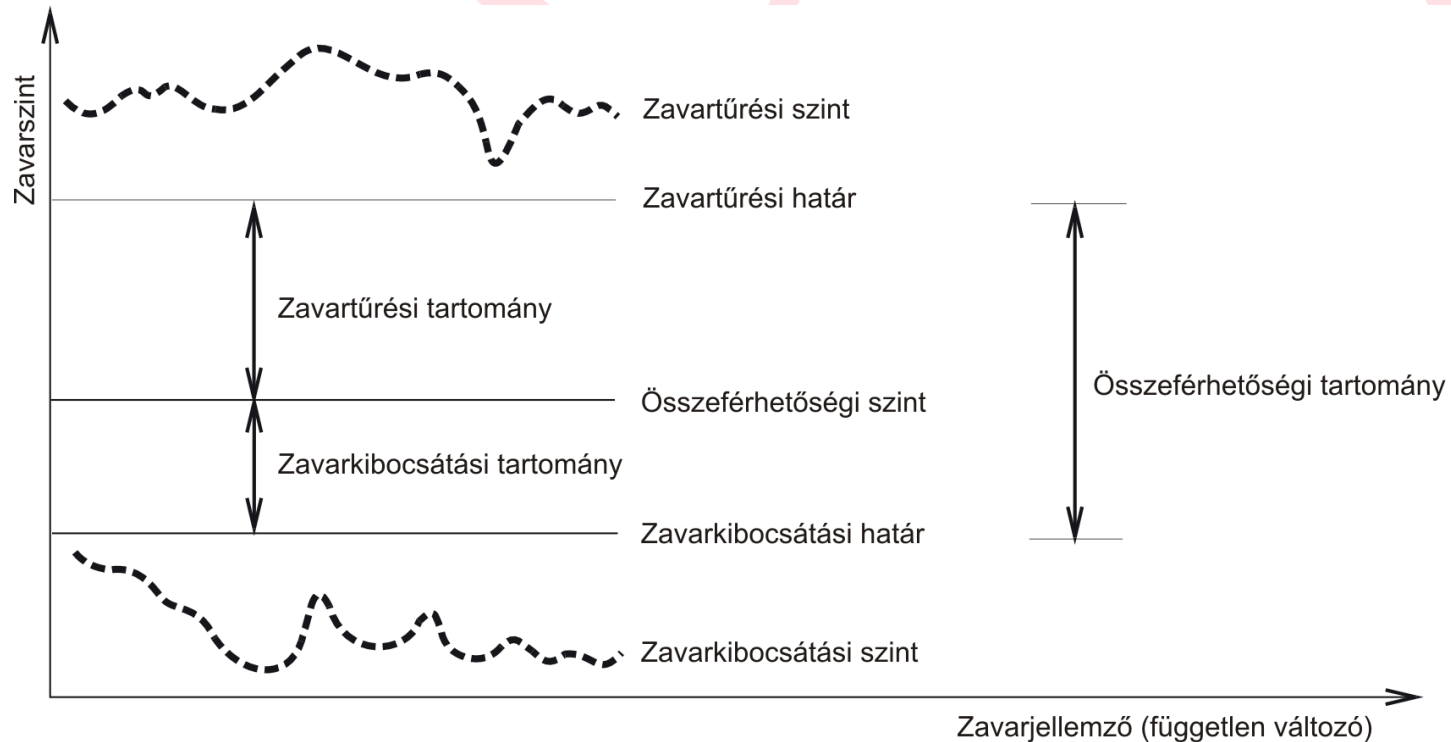
Fő kategóriák szerinti alaosztás:

- Kisfrekvenciás: $f < 9 \text{ kHz}$ (USA 10 kHz)
 - Extra kisfrekvenciás (ELF): $0 < f < 300 \text{ Hz}$

- Nagyfrekvenciás: $9 \text{ kHz} < f < 300 \text{ GHz}$

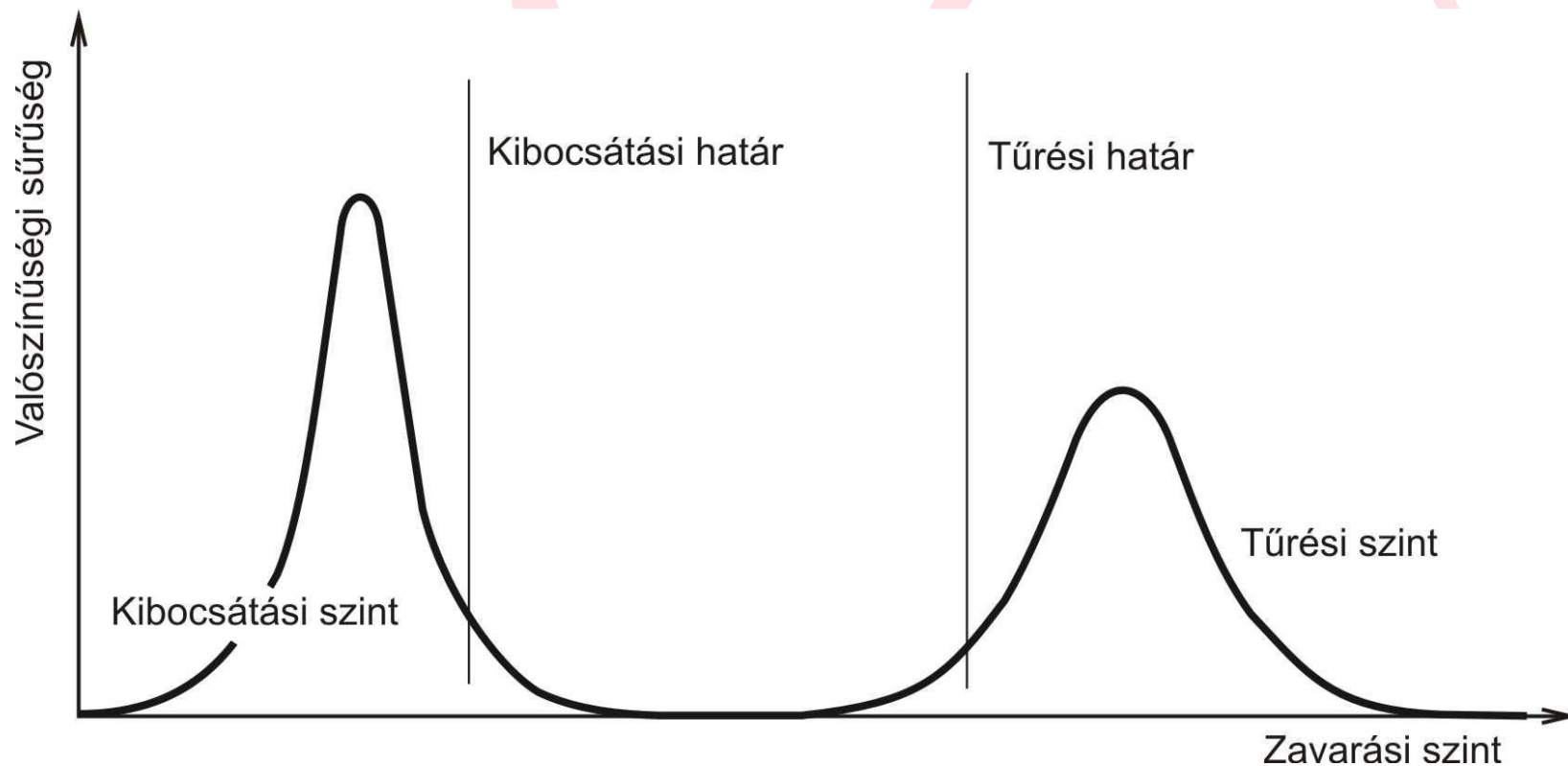
Az EMC fogalma és medvalósítási módja

„Valamely berendezésnek vagy rendszernek az a képessége, hogy a saját elektromágneses környezetében kielégítően működik anélkül, hogy a környezetében bármi számára elviselhetetlen elektromágneses zavarást idézne elő”



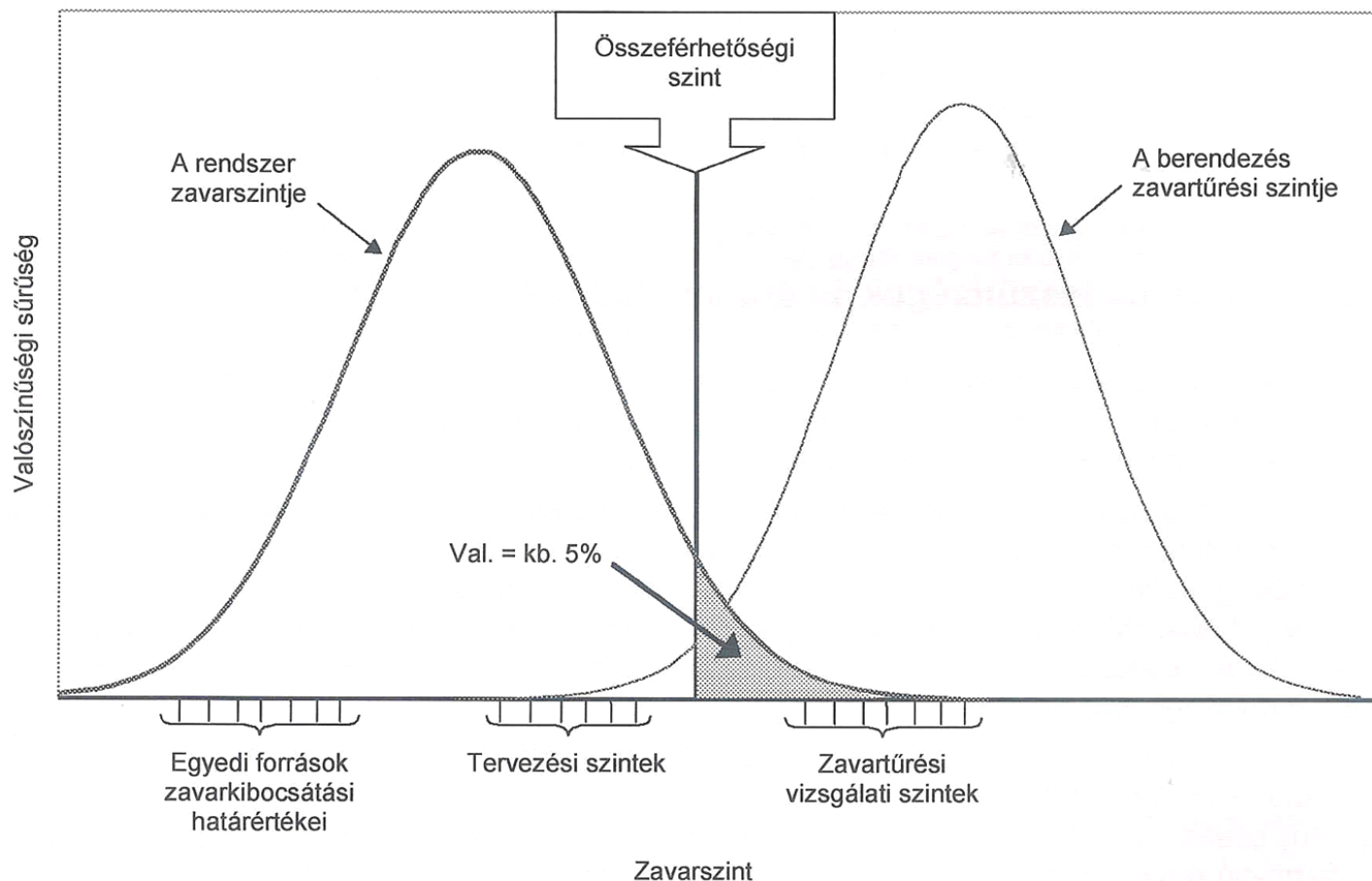
IEC 265/92

A határok értelmezése valószínűségi alapon

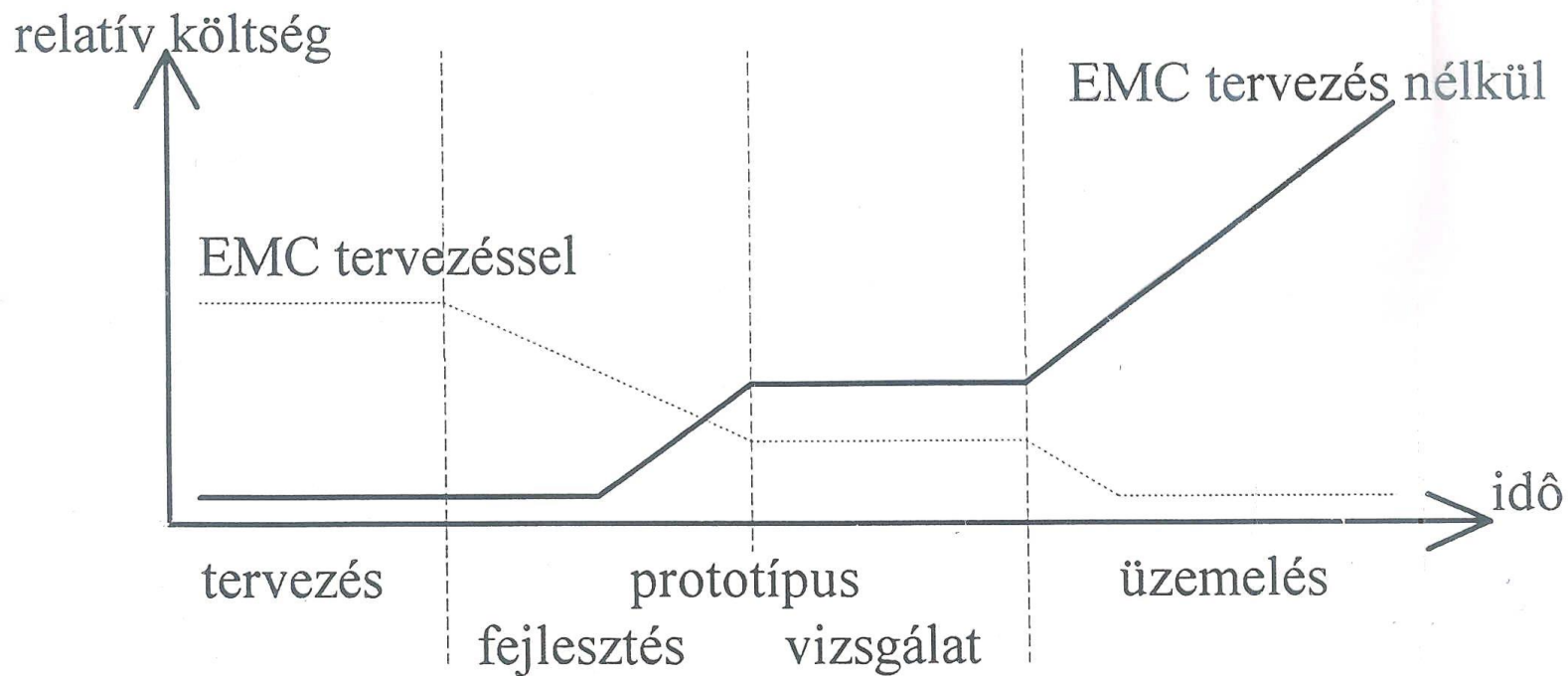


A határok értelmezése valószínűségi alapon

Az összeférhetőségi, a zavartűrési, a tervezési és a zavarkibocsátási szintek közötti kapcsolat (MSZ EN 61000-2-2:2002 szerint)



Az időbeli EMC tervezés fontossága



?

Köszönöm a figyelmet.



Melódia



Harsona



Kürt

EMC szabványok osztályozás

EMC szabványok szerkezete (szintjei)

Tipus	Tartalom	Cél
Alap (Basic)	- mérési és vizsgálati módszerek - műszerezés, - vizsgálati összeállítások, -vizsgálati szintek tartományai, Nem foglalkozik: -megengedett értékekkel -működési feltételekkel	-hivatkozási dokumentumok Nem célja: gyártmányok megfelelőségi vizsgálata
Általános (Generic)	- precíz és alapvető követelmények illetve <i>határértékek, a különböző környezetekben</i> használni kívánt minden egyes termékre kiterjedően: - lakó, kereskedelmi és kisipari környezet - ipari - mérés tekintetében csak hivatkozás az alapszabványokra - általános működési feltételek	- termék - családok közötti koordinálás
Termékcsalád (Produkt family)	- termékcsaládokra vonatkozó EMC követelmények - részletesebb működési feltételekkel - <i>különleges</i> vizsgálati összeállítások - mérések tekintetében csak hivatkozás az alapszabványokra	- termékek megfelelőség vizsgálata - összehangoltan hivatkozik az általános szabványokra
Termék (Product)	- egyedi termékekre vonatkozik	

A 61000 sorozatú EMC szabványok témakörei

1 *Általános*

- megfontolások, (bevezetés, alapelvek)
- fogalom meghatározások

2 *Környezet*

- leírása,
- osztályozása,
- összeférhetőségi szintek

3 *Határértékek (általános szabvány)*

- zavarkibocsátásra és
- zavartűrésre,
(amennyiben erről nem rendelkezik termék(család) szabvány)

A 61000 sorozatú EMC szabványok témakörei

- 4 *Vizsgálati és méréstechnikák* (alap szabvány)
 - mérési technikák
 - vizsgálati módszerek
- 5 *Létesítési és védelmi irányelvek*
 - létesítési irányelvek
 - védelmi módszerek és eszközök
- 6 *Általános szabványok*
- 9 *Egyebek.*

A 61000 sorozatú EMC szabványok

főszakaszokhoz tartozó szabványok témakörei és db. Száma

(2011. októberi állapot)

Fő szakasz	Témakör	IEC	EN	MSZ	
				Σ	M
61000-1-	<i>Általános</i> • megfontolások, (bevezetés, alapelvek) • fogalom meghatározások	5	0	1	1
61000-2-	<i>Környezet</i> • leírása, • osztályozása, • összeférhetőségi szintek	13	7	6	5
61000-3-	<i>Határértékek (általános szabvány)</i> • zavarkibocsátásra és • zavartűrésre, (amennyiben erről nem rendelkezik termék(család) szabvány)	14	5	5	4
61000-4-	<i>Vizsgálati és méréstechnikák (alap szabvány)</i> • mérési technikák • vizsgálati módszerek	34	32	32	16
61000-5-	<i>Létesítési és védelmi irányelvek</i> • létesítési irányelvek • védelmi módszerek és eszközök	7 (7)	2	2	0
61000-6-	<i>Általános szabványok</i>	6	4	5	5
61000-9-	<i>Egyebek.</i>	0	0	0	0

A 61000 sorozatú EMC szabványok felsorolása

(2011. októberi állapot)



IEC+EN+MSZ lista

EMC, Általános szabványok

6. főfejezet 61000 – 6 - X

Sor sz.	Jelzet	Cím (6 – X. rész: Általános szabványok)
1.	MSZ EN 61000-6-1: 2007 (angol)	A lakóhelyi, a kereskedelmi és az enyhén ipari környezetek zavartűrése (IEC 61000-6-1:2005)
2.	MSZ EN 61000-6-2: 2007	Az ipari környezet zavartűrése (IEC 61000-6-2:2005)
3.	MSZ EN 61000-6-3: 2007	A lakóhelyi, a kereskedelmi és az enyhén ipari környezetek zavarkibocsátási szabványa (IEC 61000-6-3:2006)
4.	MSZ EN 61000-6-4: 2007	Az ipari környezetek zavarkibocsátási szabványa (IEC 61000-6-4:2006)
5.	MSZ IEC TS 61000-6-5: 2008-08	Zavartűrés erőművi és alállomási környezetekre (IEC TS 61000-6-5:2001-07)
6.	MSZ IEC 61000-6-6: 2003	Part 6-6: Generic standards – HEMP immunity for indoor equipment First edition 2003-04

Védelmek zavartűrés vizsgálati szabványok

MSZ EN 60255-22-X

	Hivatkozási szám	Szabványcím
1.	MSZ EN 60255-22-2: 2000	Erősáramú relék. 22. rész: Villamos zavarvizsgálatok mérőreléken és védelmi készülékeken. 2. főfejezet: Elektrosztatikus kisülés-vizsgálatok (IEC 255-22-2:1996)
2.	MSZ EN 60255-22-3: 2001 Angol nyelvű!	Erősáramú relék. 22-3. rész: Villamos zavarvizsgálatok mérőreléken és védelmi készülékeken. Zavarvizsgálatok sugárzott elektromágneses térben (IEC 60255-22-3:2000)
3.	MSZ EN 60255-22-4: 2002 Angol nyelvű!	Erősáramú relék. 22-4. rész: Villamos zavarvizsgálatok mérőreléken és védelmi készülékeken. Gyors, villamos tranziens/burst jelenséggel szembeni zavartűrési vizsgálat (IEC 60255-22-4:2002)
4.	MSZ EN 60255-22-5: 2002 Angol nyelvű!	Erősáramú relék. 22-5. rész: Villamos zavarvizsgálatok mérőreléken és védelmi készülékeken. Lökőhullámmal szembeni zavartűrési vizsgálat (IEC 60255-22-5:2002)
5.	MSZ EN 60255-22-6: 2001 Angol nyelvű!	Erősáramú relék. 22-6. rész: Villamos zavarvizsgálatok mérőreléken és védelmi készülékeken. Rádiófrekvenciás terek által keltett, vezetett zavarokkal szembeni zavartűrés (IEC 60255-22-6:2001)
6.	MSZ EN 60255-22-7: 2003 Angol nyelvű!	Erősáramú relék. 22-7. rész: Villamos zavarvizsgálatok mérőreléken és védelmi készülékeken. Ipari frekvenciás zavartűrési vizsgálatok (IEC 60255-22-7:2003)

Nemzetközi előírások

- *CIGRE Guide No.124*,
“EMC irányelvek erőművekre és alállomásokra”,
Working Group 36.04, September 1997.
- *UNIPEDÉ specifikáció*,
“Erőművek és alállomások automatikai és irányítástechnikai berendezéseire”,
EMC immunity requirements, UNIPEDÉ NORM(SPEC)13, January 1995
- *IEC 61000-6-5*,
“Zavartűrési erőművi és alállomási környezetekre”
EMC Generic standard (2001-07);
- *IEC 61000-5-2; 1997*,
“Földelés és kábel létesítés”
Installation and mitigation guidelines

Elektromágneses zavarokat előidéző főbb jelenségek

(MSZ IEC 61000-5-1)

Frekvencia	Csatolás	
	Vezetett	Sugárzott
Kis frekvenciás	• <i>Harmonikusok, közbenső-harmonikusok</i> • <i>Jelfeszültségek</i> • <i>Feszültség ingadozások</i> • <i>Feszültség letörések és feszültség kimaradások</i> • <i>Feszültség aszimmetria</i> • <i>Hálózati frekvencia változás</i> • Indukált kisfrekvenciás feszültségek • Egyenáram jelenléte váltóáramú hálózatban	• Mágneses tér • Villamos tér
Nagyfrekvenciás	• Indukált folytonos hullámú feszültségek vagy áramok • Egyirányú tranziensek • Tranziens rezgés	• Elektromágneses tér - o folytonos hullám - o tranziens
Egyéb	Elektrosztatikus kisülés (ESD) jelenségek • Érintkezési kisülés • Átütési kisülés	
	Nukleáris elektromágneses impulzus (NEMP)*	

Elektromágneses zavarok (EMI)

Általában fellépő:

- Villámimpulzus (LEMP)
- Rádiófrekvenciás zavarás (RFI)
 - műsorszóró állomások tere
 - mobil készülékek tere
- Kisfrekvenciás indukálás
- Elektrosztatikus kisülés (ESD)
- Nukleáris robbanás EM impulzusa (HEMP)
- Nagyenergiájú EM impulzus (HPEM)

Alállomási környezet specifikus:

- Kapcsolási (szakaszolási) folyamatok zavarai:
 - csillapodó rezgés
- Szekunder kapcsolások gyors tranziens zavarai – burst
- Villamos és mágneses erőter:
 - 50 Hz-es
 - tranziens
- Földelő(háló) potenciál(különbség)
 - Földrövidzárlati (50 Hz-es)
 - kapcsolási tranziens

?

Köszönöm a figyelmet.



Melódia



Harsona



Kürt

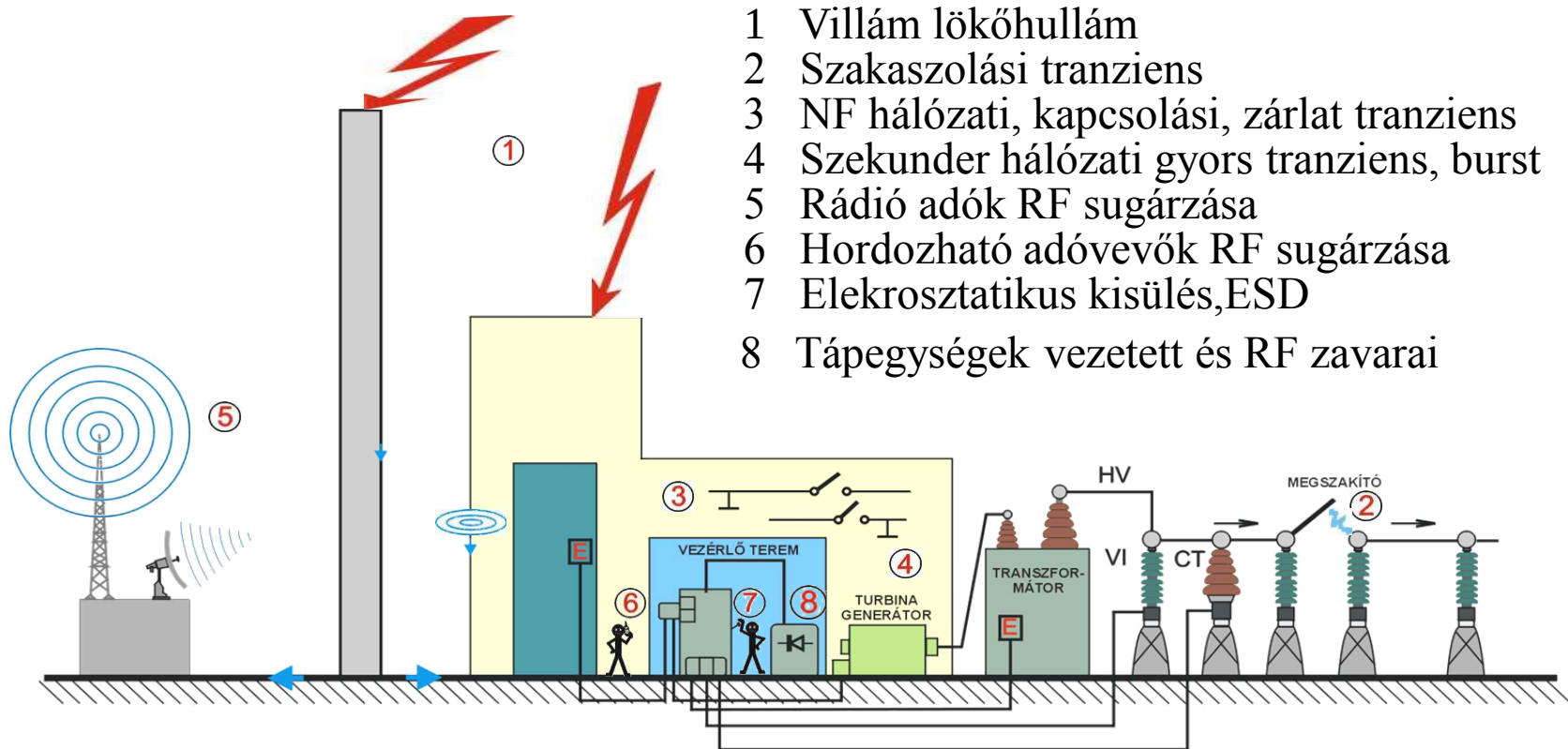
1. Alállomási elektromágneses:

- zavartípusok
- környezetek osztályozása
- jelvezetékek osztályozása

2. Zavartűrés vizsgálati eljárások



Zavarforrások alállomási környezetben



Elektromágneses zavarok (EMI)

Általában is fellépő:

- Villámimpulzus (LEMP)
- Elektrosztatikus kisülés (ESD)
- Rádiófrekvenciás zavarás (RFI)
 - Műsorszóró állomások tere
 - Rádiótelefonok tere
 - Mobil készülékek tere
- Nukleáris robbanás EM impulzusa (HEMP)
- Szándékolt EM impulzus (terrorizmus) (HPEM)
- Kisfrekvenciás indukálás

Állomási környezet specifikus:

- Kapcsolási (szakaszolási) folyamatok EM zavara :
 - csillapodó rezgés
- Szekunder kapcsolások gyors tranziens zavarai – burst
 - FACT eszközök
 - AC/DC converterek
- Villamos és mágneses erőter:
 - 50 Hz-es
 - tranziens
- Földelő(háló) potenciál(különbség)
 - Földrövidzárlati (50 Hz-es)
 - kapcsolási tranziens



Elektromágneses jelenségekre vonatkozó információ, tipikus források és okok

Frekvencia tartomány	Példa elektromágneses hatásra (lásd IEC 61000-4-1)	Források és okok
Kisfrekvenciás	Harmonikusok	Nemlineáris karakterisztikájú terhelések: egyenirányítók, ciklokonverterek, aszinkron motorok, hegesztőgépek, stb.
	Közbenső harmonikusok	
	Jelfeszültségek	Jelfeszültségek kisfeszültségű villamosenergia-hálózaton (HFK, PLV, BPL)
	Feszültségingadozás	Terhelések változása, be-/kikapcsolása, lépcsőzetes feszültségváltozás
	Váltakozóáramú feszültség letörések, rövid idejű kimaradások és feszültségváltozások	A villamosenergia-hálózaton fellépő zárlatok és kapcsolások
	Hálózati frekvencia változások	Olyan ritka hibaesetek, amelyek a normál frekvenciatartományon kívüli eredő frekvenciaváltozás révén a terhelések vagy generátorok nagy csoportjának a kiesését idézik elő
	Egyenáramú feszültségletörések, rövididejű kimaradások és feszültségváltozások	Zárlatok és kapcsolások a táplálásban, akkumulátortöltés hiánya
	Egyenáramú táplálás hullámossága	Váltakozó áram egyenirányítása, akkumulátor töltés
	Vezetett zavarok a 0 – 150 kHz tartományban (beleértve a hálózati frekvenciát)	Ipari elektronika indukáló hatása, szűrő szivárgó árama, hálózati frekvenciás zárlati áram, stb.



Elektromágneses jelenségekre vonatkozó információ, tipikus források és okok

Frekvencia tartomány	Példa elektromágneses hatásra (lásd IEC 61000-4-1)	Források és okok
Vezetett tranziensek, nagyfrekvenciás	100/1300 μ s-os lökőhullám	Biztosító kiolvadása
	1,2/5 0 μ s - 8/20 μ s lökőhullám	Villamos hálózaton bekövetkező zárlat, villámcsapás
	10/700 μ s-os lökőhullám	Villámcsapás hatása a távközlő vonalakon
	Rezgéshullámok (ring wave)	Kapcsolási jelenségek, villámcsapás közvetett hatása
	Gyors tranziens / burst	Induktív terhelések kapcsolása, relé érintkezők szikrázása, kapcsolások SF ₆ berendezésekben
	Rezgéshullámok: csillapodó rezgéshullám	Nagyfeszültségű szakaszolások
	Vezetett zavarok, beleértve a rádiófrekvenciás terek indukálását	Rádiófrekvenciás adók sugárzása
ESD	Elektrosztatikus kisülés	Az operátor, bútorzat, stb. sztatikus villamos töltésének kisülése
Mágneses terek	Hálózati frekvenciás mágneses tér	A villamos áramkörökben, földelő körökben és hálózatokban folyó áramok
	Impulzus jellegű mágneses tér	Földelő körökben és hálózatokban folyó villámáramok
	Csillapított mágneses tér	Nagy- és közép feszültségű szakaszolások
EM terek	Sugárzott rádiófrekvenciás elektromágneses tér	Rádiófrekvenciás adók sugárzása



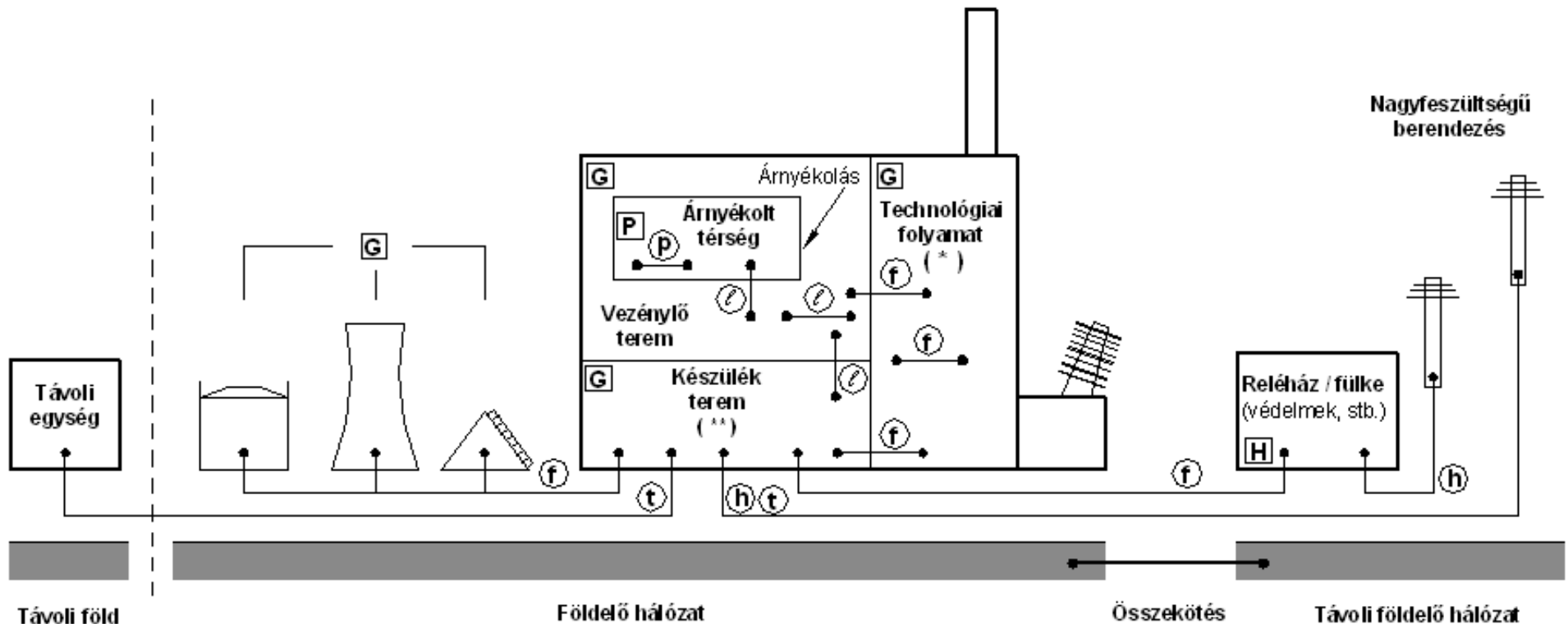
Az elektromágneses jelenségek jellemzése

Folyamatos jelenség	Nagy gyakoriságú tranziens jelenség	Kis gyakoriságú tranziens jelenség
Lassú feszültségváltozás: - váltakozó áramú egyenáramú ^a	Feszültségletörés ($t \leq 0,02$ s) - váltakozó áramú - egyenáramú	Feszültségletörés ($t > 0,02$ s) - váltakozó áramú - egyenáramú
Harmonikusok, közbenső harmonikusok ^a	Feszültségingadozás	Feszültségkimaradás - váltakozó áramú - egyenáramú
Jelfeszültség ^a	Gyors tranziens / burst	Hálózati frekvenciás feszültségváltozás ^{a b}
Hullámosság egyenáramú tápláláson	Csillapodó rezgéshullám	Hálózati frekvencia-változás ^b
Hálózati frekvenciás feszültség	Csillapodó rezgéshullámú mágneses tér	Lökőhullám
Vezetett zavarok a 2 – 150 kHz ^a tartományban	Elektrosztatikus kisülés	Rövid idejű hálózati frekvenciás feszültség
Rádiófrekvenciás terek indukált vezetett zavarai		Rövid idejű hálózati frekvenciás mágneses tér
Hálózati frekvenciás mágneses tér		
Sugárzott rádiófrekvenciás elektromágneses tér		
^a E műszaki előírásban nincs kifejezett zavartűrési-követelmény. ^b Szigetüzemű rendszer (pl. közcélú hálózathoz nem csatlakozó) rendszer esetén a jelenség minősítése „kis gyakoriságú”-ról „nagy gyakoriságú”-ra változik.		



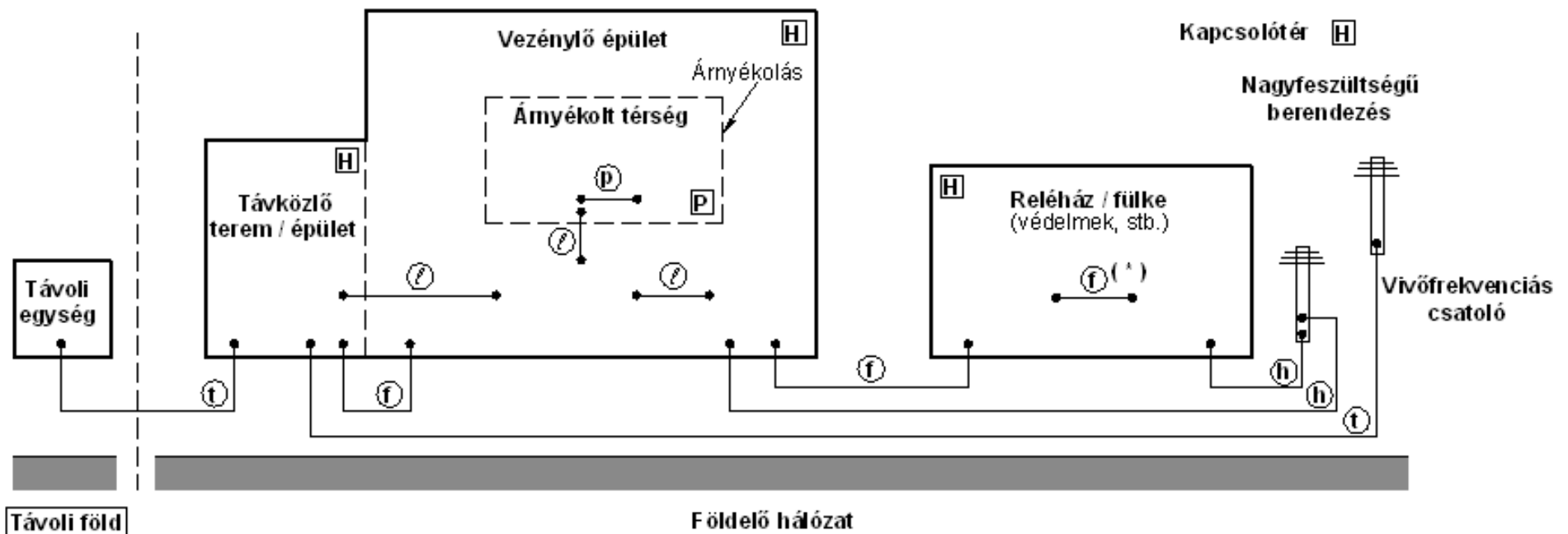
EM környezet és jelvezeték típusok

erőmű és erőművi alállomás



EM környezet és jelvezeték típusok

szabadtéri alállomás



Elektromágneses környezetek

Alkalmazási kör		A környezet	
		jelölése	megnevezése
Erőmű		G	Erőmű és közép fesz. áll.
	Alállomás	H	Nagyfeszültségű szabad tér
		P	Védett terület
Erőmű és alállomás		O	A létesítményen kívüli terület



Jelvezeték típusok

Jelölés	Az összeköttetés típus megnevezése	Értelmezés
l (local)	helyi	- nem csatlakozik technológiai készülékhez, - viszonylag rövid - épületen belüli
f (field)	létesítményen belüli	Létesítményen belüli térségek közötti
h (high volt.)	nagyfesz. készüléki	NF készülékhez csatlakozik
t (telecom)	távközlési	Külső pont és az alállomás határa közötti
p (protected)	védett környezeti	Védett környezetben belüli készülékek közötti



Jelvezeték típusok

helyi összeköttetések (local connections)

Olyan kábelek, amelyek gyenge vagy mérsékelt elektromágneses környezetben helyezkednek el, valamint a működési és létesítési előírások alapján kielégítik a következő feltételek egyikét:

- nem csatlakoznak közvetlenül vezérlőberendezéshez;
- viszonylag rövidek, pl. legfeljebb néhányszor tíz métereseek;
- ugyanazon épületen belüli kommunikációra szolgálnak.

Példák erre a kategóriára:

- összeköttetések a vezérlőpultról a készülékteremben lévő egységekhez;
- a vezérlőterem vagy vezérlőépület készülékei közötti összekötő kábelek.



Jelvezeték típusok

térségek közötti összeköttetések (field connections)

Olyan kábelek, amelyeket arra szánunk, hogy azonos földelőhálón belüli létesítmények vezérlőberendezéseit kössék össze.

Példák erre a kategóriára:

- összeköttetések a vezénylő- vagy relétérből az erőművi állomás vagy nagyfeszültségű alállomás térségéhez;
- összeköttetések kisfeszültségű tápberendezésekhez;
- nagyfeszültségű alállomások reléházán vagy távközlőházán belüli összeköttetések ahol nem alkalmaznak különleges zavarcsökkentő eljárásokat (pl. árnyékolást);
- terepi (adat)busz.

MEGJEGYZÉS: A folyamatirányító műszerezés azon kábelkapui, amelyek a jelvezetékeken át vannak (pl. 4 – 20 mA) táplálva, jelkapuknak tekintendők..



Jelvezeték típusok

összeköttetések nagyfeszültségű berendezésekhez

(connections to HV equipment)

Olyan összeköttetések, amelyek a vezérlőberendezéstől a nagyfeszültségű berendezésekhez mennek, ilyenek: megszakítók, áramváltók, feszültségváltók, vivőfrekvenciás rendszerek szekunder vezetékei.



Jelvezeték típusok

távközlési összeköttetések

(telecommunication connections)

Olyan távközlési kábelezések, amelyek elérik a létesítmény földelőhálózatának a határát abból a célból, hogy különleges szigetelő **elválasztás nélkül csatlakozzanak egy távközlőhálózathoz vagy egy távoli készülékhez.**



?

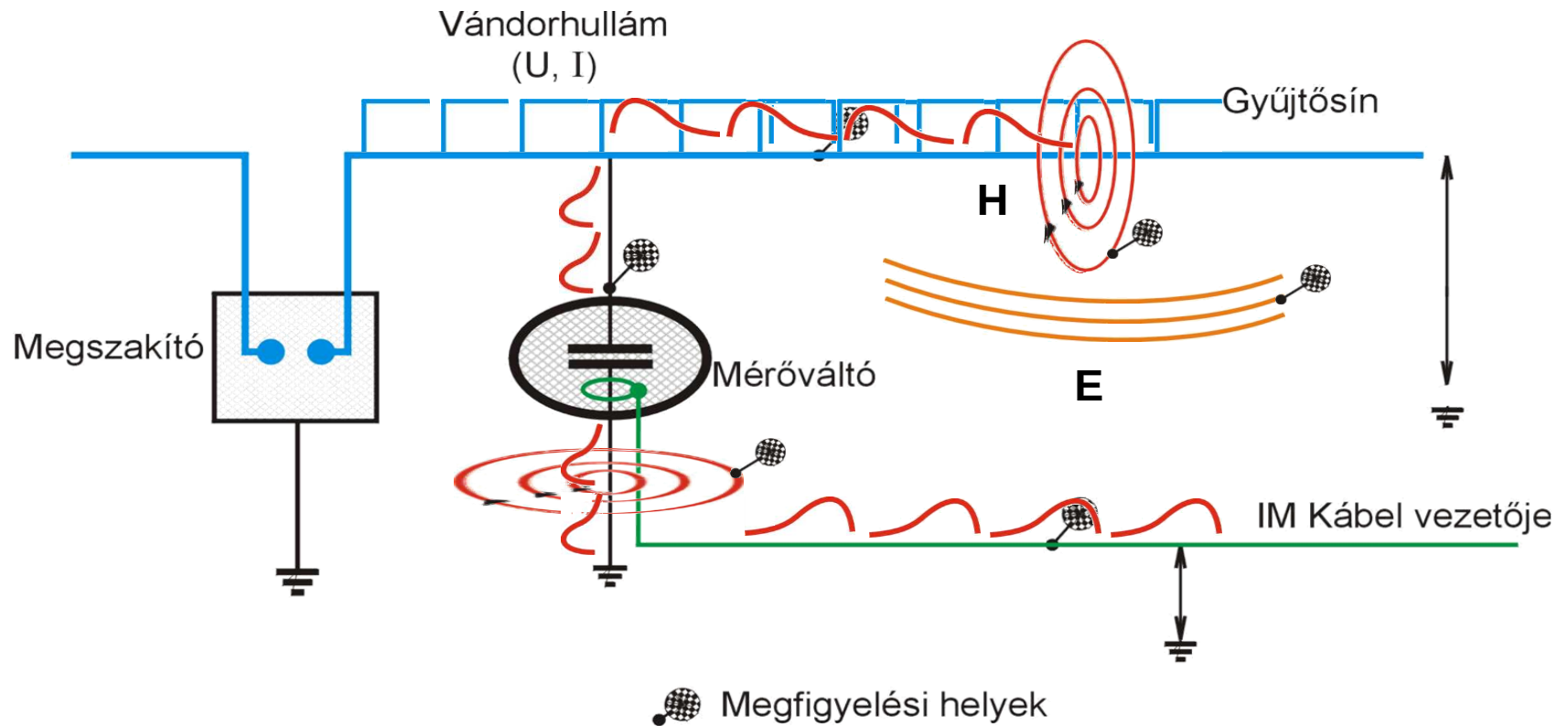


Köszönöm a figyelmet.



Szakaszolási tranziensek

Csatolások gyűjtősín és JM kábel között



Késes szakaszoló



Pantográf szakaszoló (zárt)



Pantográf szakaszoló (nyitott)



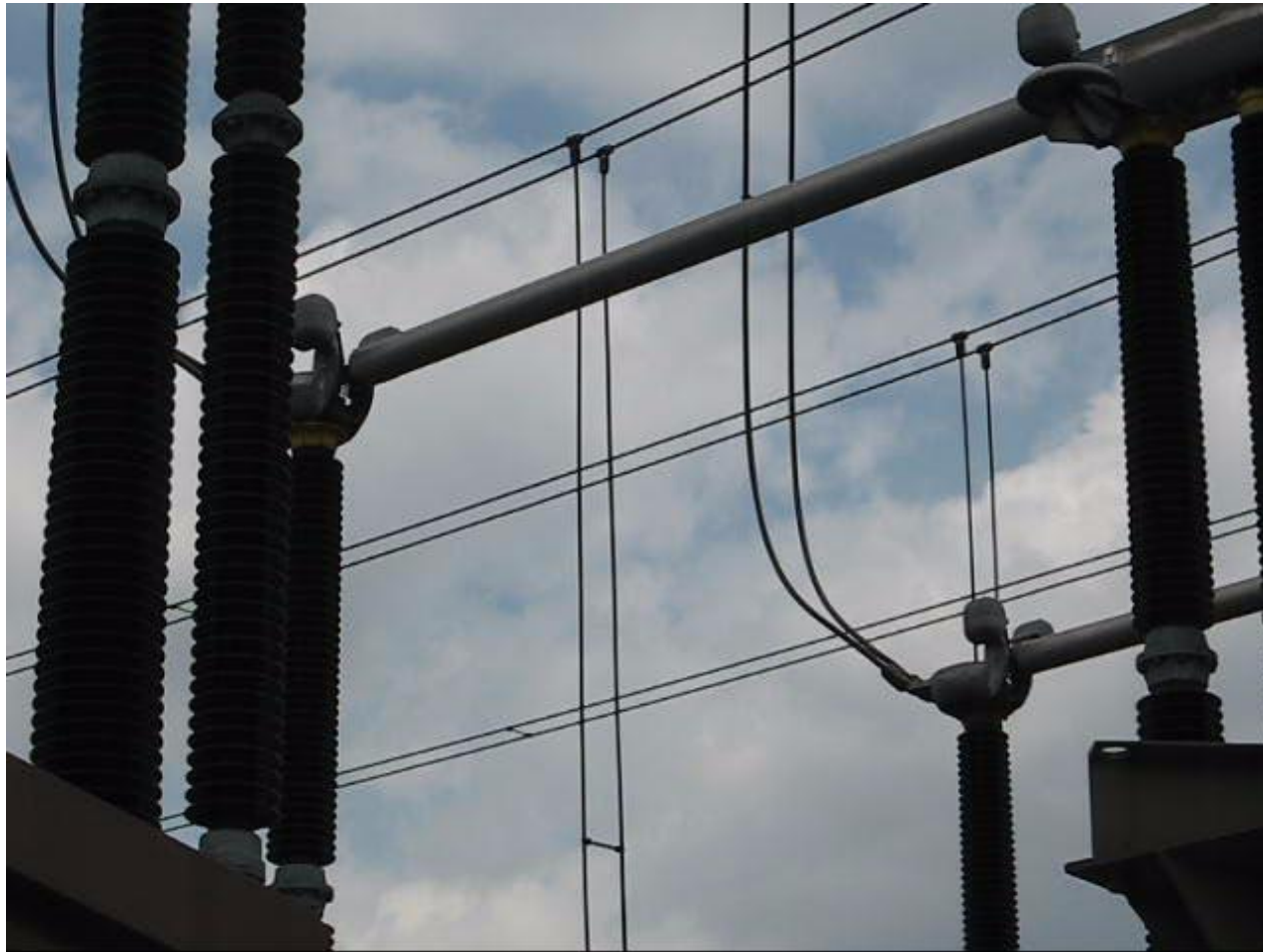
BE szakaszolás

Pécs 400 kV-os szabadtéri állomásban



KI szakaszolás

Pécs 400 kV-os szabadtéri állomásban

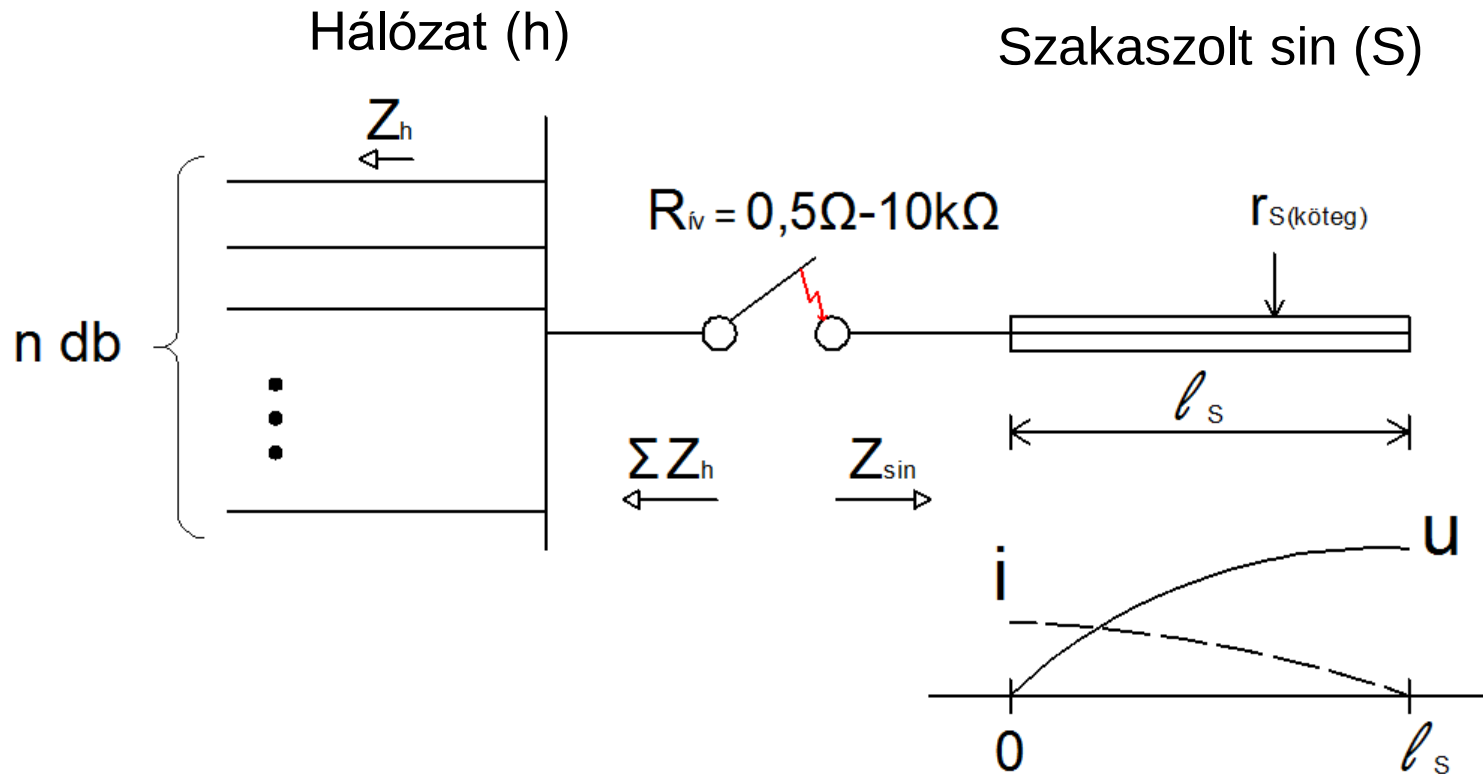


Szakaszolási ív felvételek



Szakaszolási ív

Szabadtéri alállomásban fellépő szakaszolási tranziensek keletkezése, jellemzői (1)



$$\sum Z_h = \frac{1}{n} Z_h \cong \frac{1}{4} 400 = 100\Omega$$

$$Z_{sin} = \frac{u(0)}{i(0)} = \frac{0}{i(0)} = 0$$

Szabadtéri alállomásban fellépő szakaszolási tranziensek keletkezése, jellemzői (2)

1. Tranziens rezgéshullám áramának a nagysága:

$$i_c = \frac{2u_c}{\sum Z_h + R_{iv} + Z_s} \cong \frac{2 \cdot u_c}{R_{iv}} = \frac{2 \cdot 500 \text{ kV}}{(0,5 - 10) \text{ k}\Omega} = (100 - 2000) \text{ A}$$

2. Tranziens rezgéshullám frekvenciája:

a) Sínen negyed hullám alakul ki: $\frac{\lambda}{4} = l_s$, $\lambda = 4l_s$

b) A sínen a jelterjedés gyakorlatilag veszteségmentes:

$$c = 3 \cdot 10^8 = f \cdot \lambda = f \cdot 4l_s$$

A rezgéshullám frekvenciája:

$$f = \frac{3 \cdot 10^8}{4 \cdot l_s} = \frac{3 \cdot 10^8}{4} \frac{1}{l_s} = \frac{300 \cdot 10^6}{4} \frac{1}{l_s} = \frac{75}{l_s} 10^6 \text{ Hz}$$

$$f = \frac{75}{l_s} \text{ MHz}$$

Szabadtéri alállomásban fellépő szakaszolási tranziensek frekvenciája, kihatásának súlyossága (3)

Tranziens rezgéshullám frekvenciája különböző sínhosszaknál: $f = \frac{75}{l_s} \text{ MHz}$

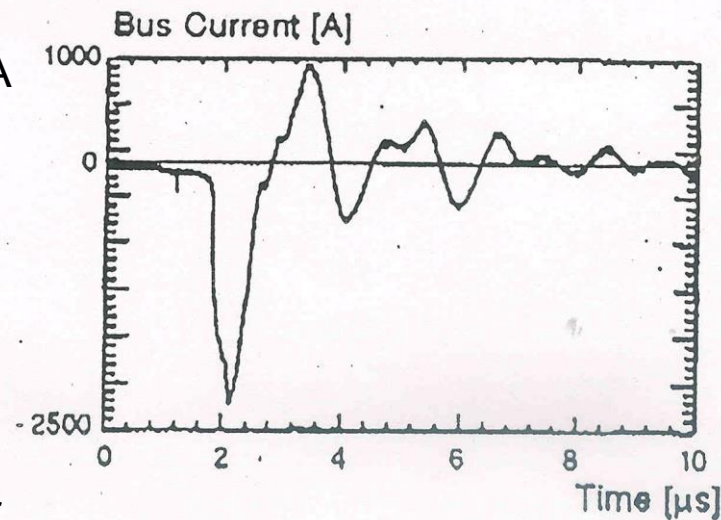
l_s [m]	150	75	37,5
f [MHz]	0,5	1	2

Tranziens rezgőhullám fokozott veszélyessége extra nagyfeszültségű (EHV) alállomásban

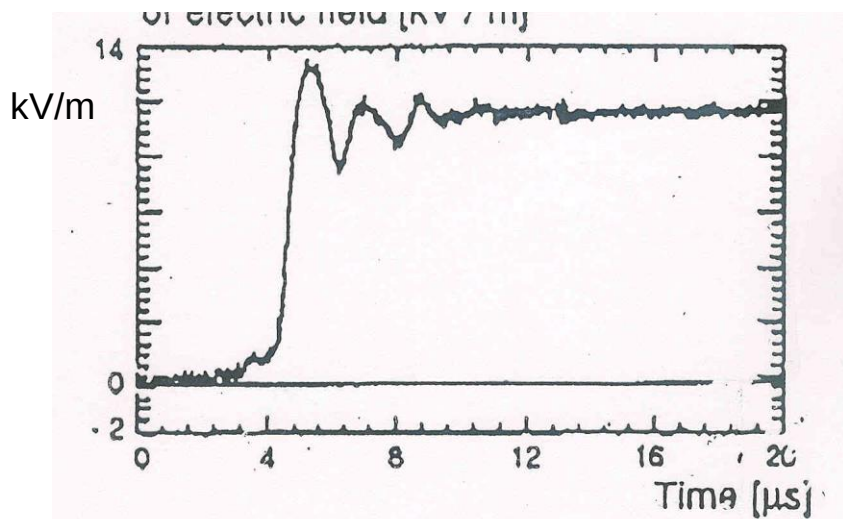
- 1) A sín hosszabb ezért a frekvencia kisebb $\Rightarrow$ kevésbé csillapodik,
- 2) A köteges vezetékek, ezért kisebb a hullám impedancia $\Rightarrow$ nagyobb az i_c
- 3) A szakaszolóké mérete nagyobb, lassabban mozog $\Rightarrow$ hosszabb ideig tart
- 4) Az EHV alállomások fontos csomópontok $\Rightarrow$ zavar kihatása súlyosabb

500 kV-os szabadtéri állomás szakaszolási tranziensei

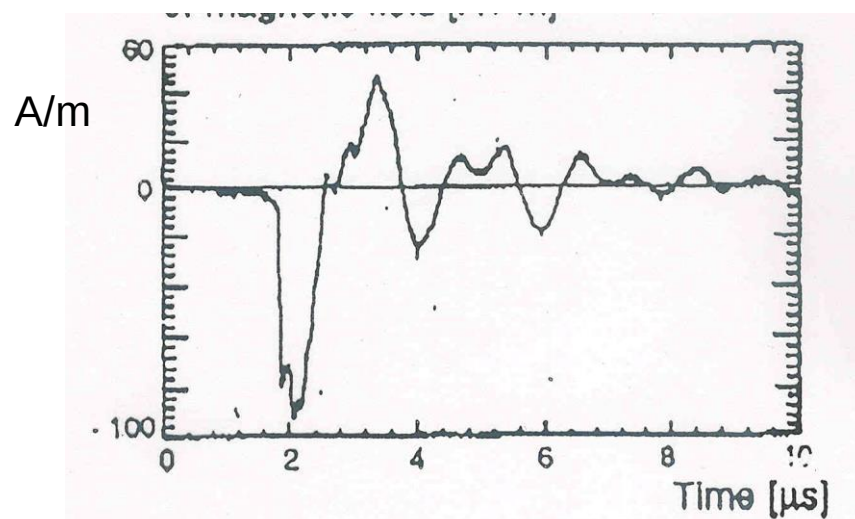
Gyűjtősín áram, A



Függőleges villamos tér



Vízszintes mágneses tér



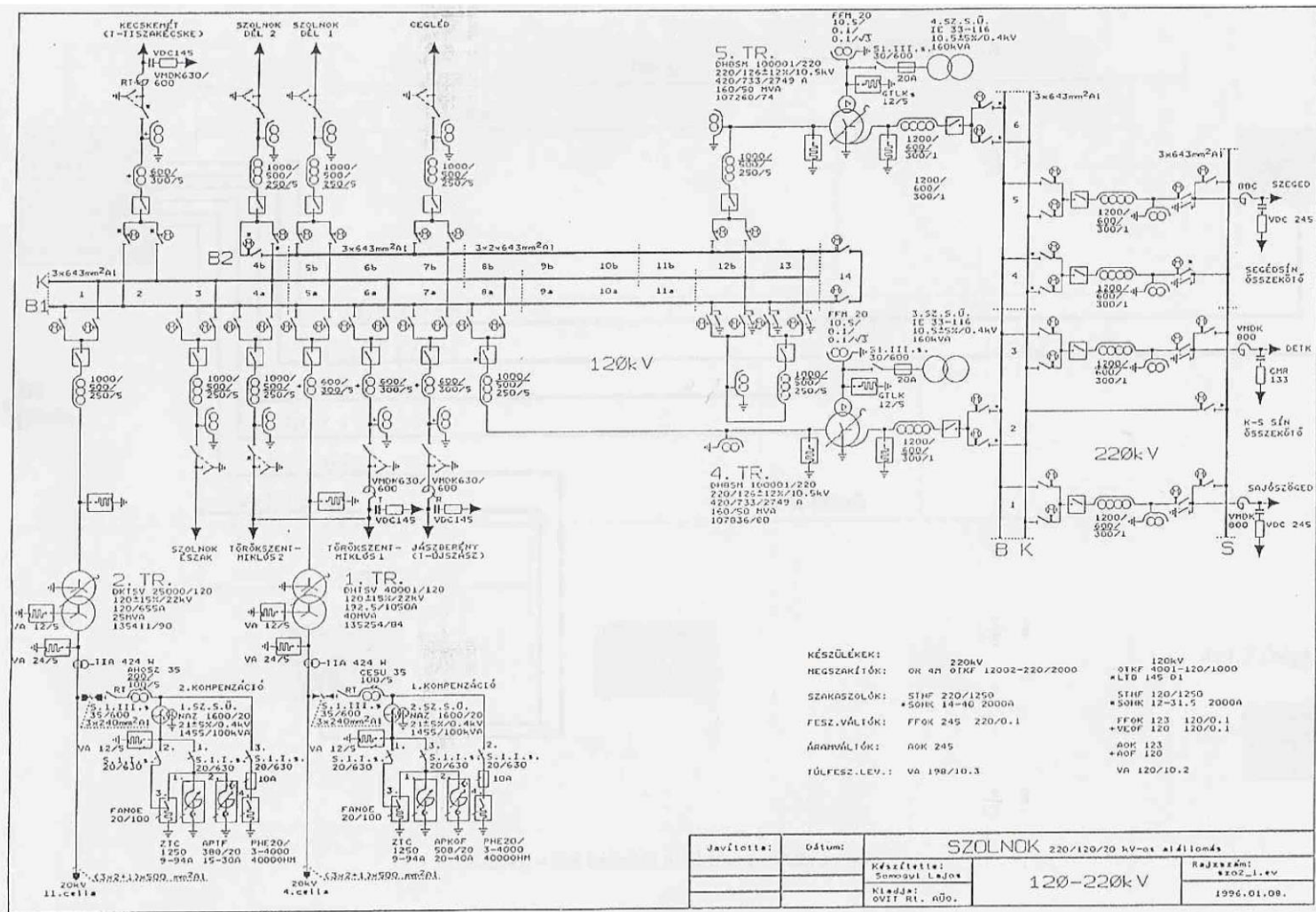
Új típusú szekunder (JM) kábelek

Árnyékolás-hatásosság vizsgálatok

- Laboratóriumi mérések, 50Hz – 10 kHz frekvencia tartományban
 - Felületi (transzfer és külső felületi) impedancia mérés
 - Védőtényező mérés
- Összehasonlító mérések alállomási környezetben
 - 50 Hz-es (sántaüzemi) árammal
 - Szakaszolási tranzienssel (csillapodó rezgéshullámmal)
 - Zavargenerátoros injektálással, a köpeny-föld(előháló) körbe:
 - Csillapodó rezgéshullámmal (1 MHz, 400 Hz ismétlődéssel)
 - Gyorstranziens / burst hullámmal (5/30 ns hullám, 15ms csomag. 300 ms ismétlődés)

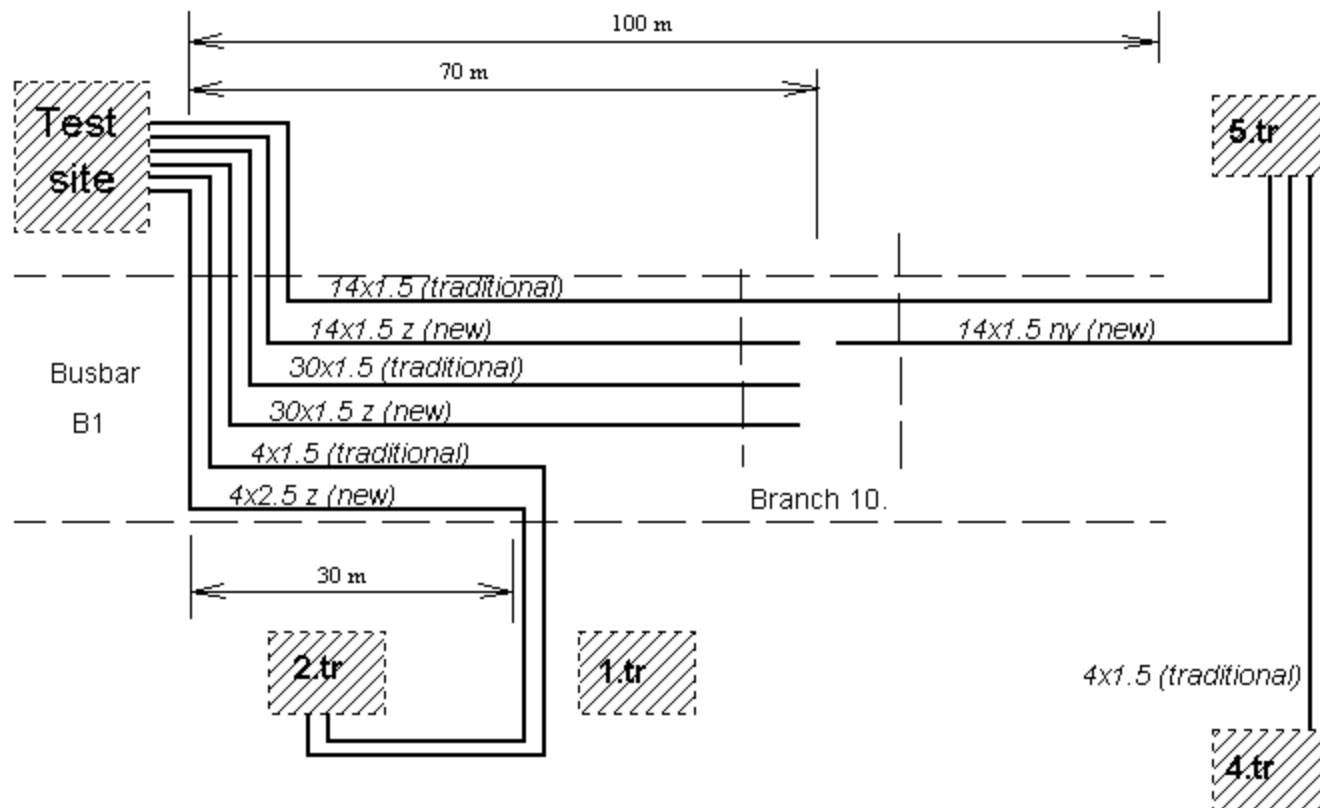
Új típusú szekunder (JM) kábelek

Alállomási környezet, Szolnok 120 / 220 kV-os szabadtér



Új típusú szekunder (JM) kábelek

Vizsgált kábel típusok és fektetési viszonylatok

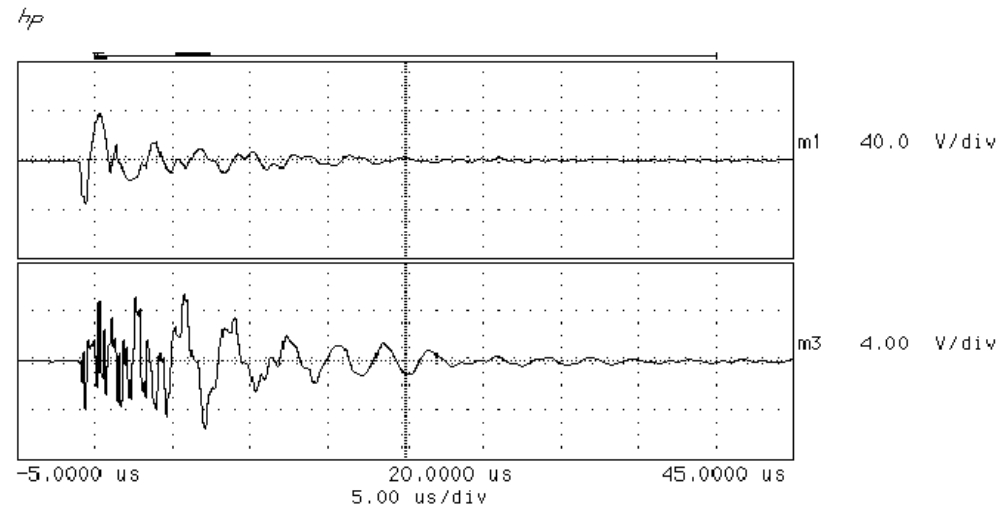
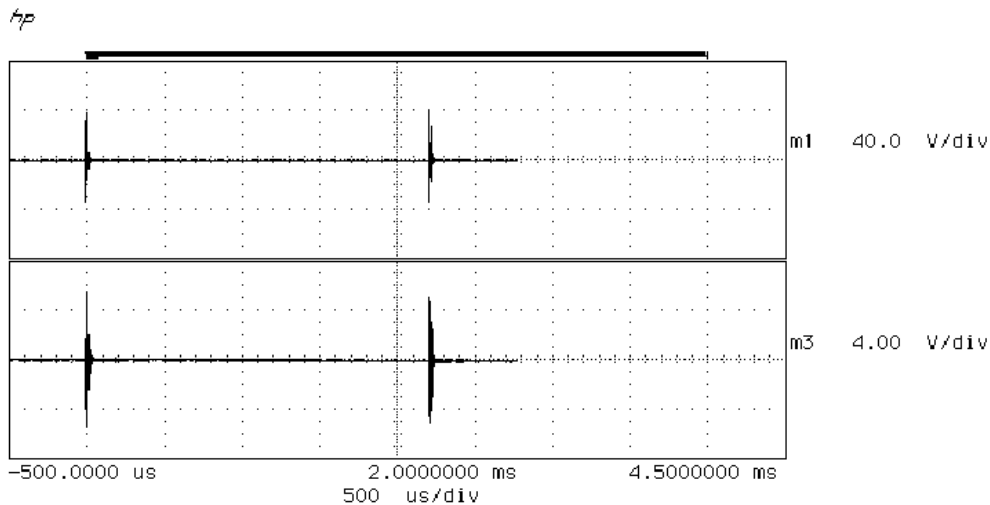


Új típusú szekunder (JM) kábelek

Összehasonlító alállomási mérés szakaszolási tranzienssel

Felső jel: hagyományos 30x1,5 mm² JM kábel

Alsó jel: új kitöltött koszorújú 30x1,5 mm² JM kábel



Új típusú szekunder (JM) kábelek

Árnyékolás viszony
szakaszolási tranziensre

Árnyékolás típus		Árnyékolás-viszony
Hagyományos (felső jel)	Új (alsó jel)	Új Hagyományos
30x1.5	30x1.5 kit.	0.16
14x1.5	14x1.5 kit.+hézagos	0.5
4x1.5	4x2.5 kit.	0.1
30x1.5)	14x1.5 kit.	0.17

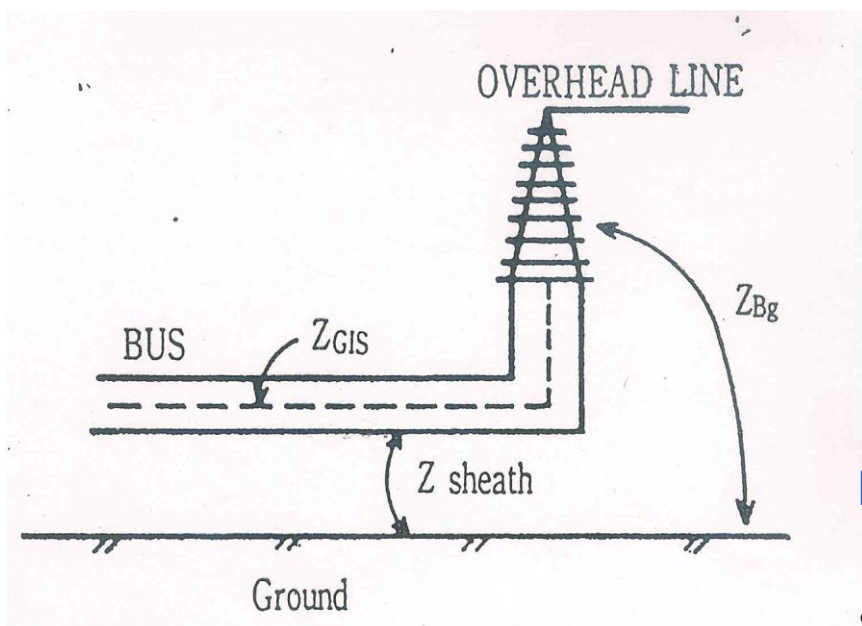
Új típusú szekunder (JM) kábelek

Árnyékolás-viszony tranziens zavargenerátor
csillapodó rezgés és burst jelére

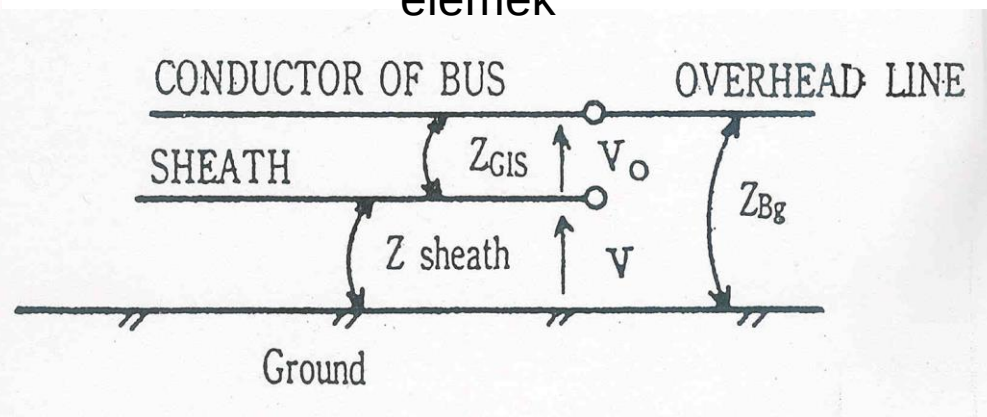
Mért kábelek típusa		Zavarjel típusa	Árnyékolás viszony (új / hagyományos)
új	hagyományos		
30x1.5 z	30x1.5	1 MHz-es csillapodó rezgés	0,06
		Burst	0,18
4x2.5 z	4x1.5	1 MHz-es csillapodó rezgés	0,06
		Burst	0,18
14x1.5 z	30x1.5	1 MHz-es csillapodó rezgés	0,05
		Burst	0,13

SF₆ berendezés nagyon gyors tranziens túlfeszültség (VFTO) kialakulásának a mechanizmusa

Feszültség kilépés
mechanizmusa



A tokfeszültséget
meghatározó áramkörü
elemek



Impedanciák értelmezése:

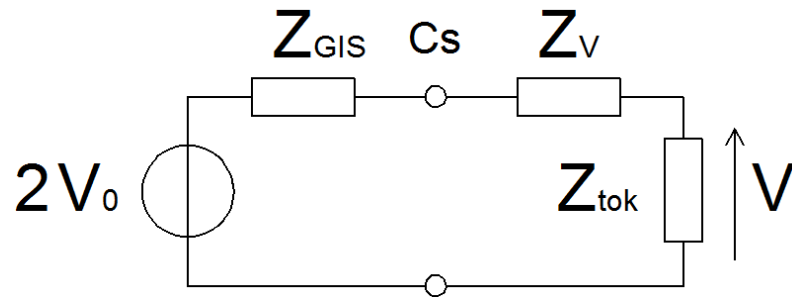
SF₆ vezető-tok kör impedancia: Z_{GIS}

Szabadvezeték-föld kör impedancia: $Z_{Bg} = Z_v$

Tok-föld kör impedancia: $Z_{sheath} = Z_{tok}$

A tokfeszültség nagysága

Áramkörü helyettesítés:



Tokfeszültség összefüggése:

$$V = -2V_0 \frac{Z_{tok}}{Z_{GIS} + Z_V + Z_{tok}}$$

$50 \, \Omega \quad 250 \, \Omega \quad 50 \, \Omega$

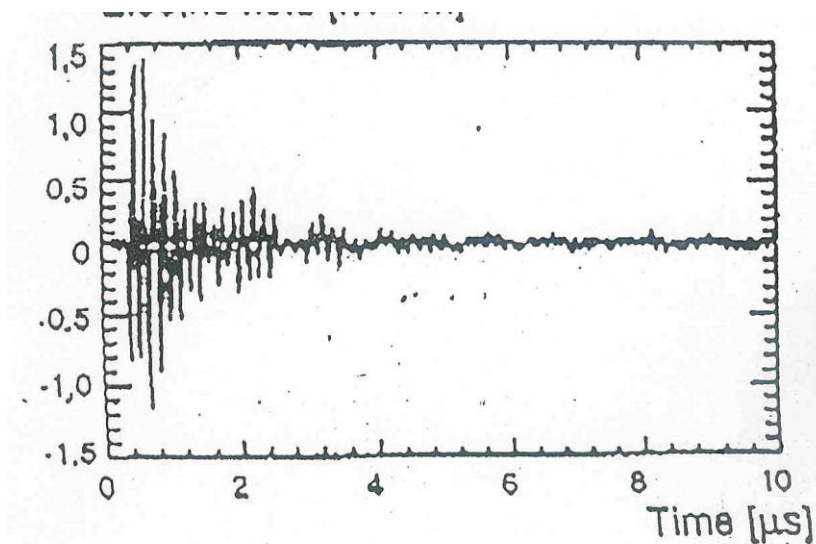
$$V \approx -0,3 V_0$$

Tokfeszültséget befolyásoló hatások (Z_{tok} révén):

Összehasonlított esetek:	Tokfeszültség tényező viszony:
Tok: megszakítva / folytonos	6,43
Sín magasság: 1,31 / 0,62 m	1,56
Földelőháló szemosztása: 1 / 0,5 m	1,71

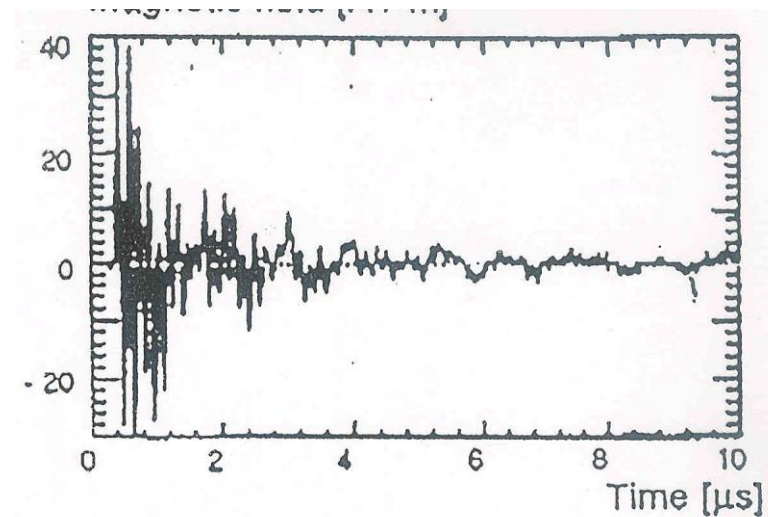
500 kV-os SF₆ állomás szakaszolási tranziensei

kV/m



Villamos tér

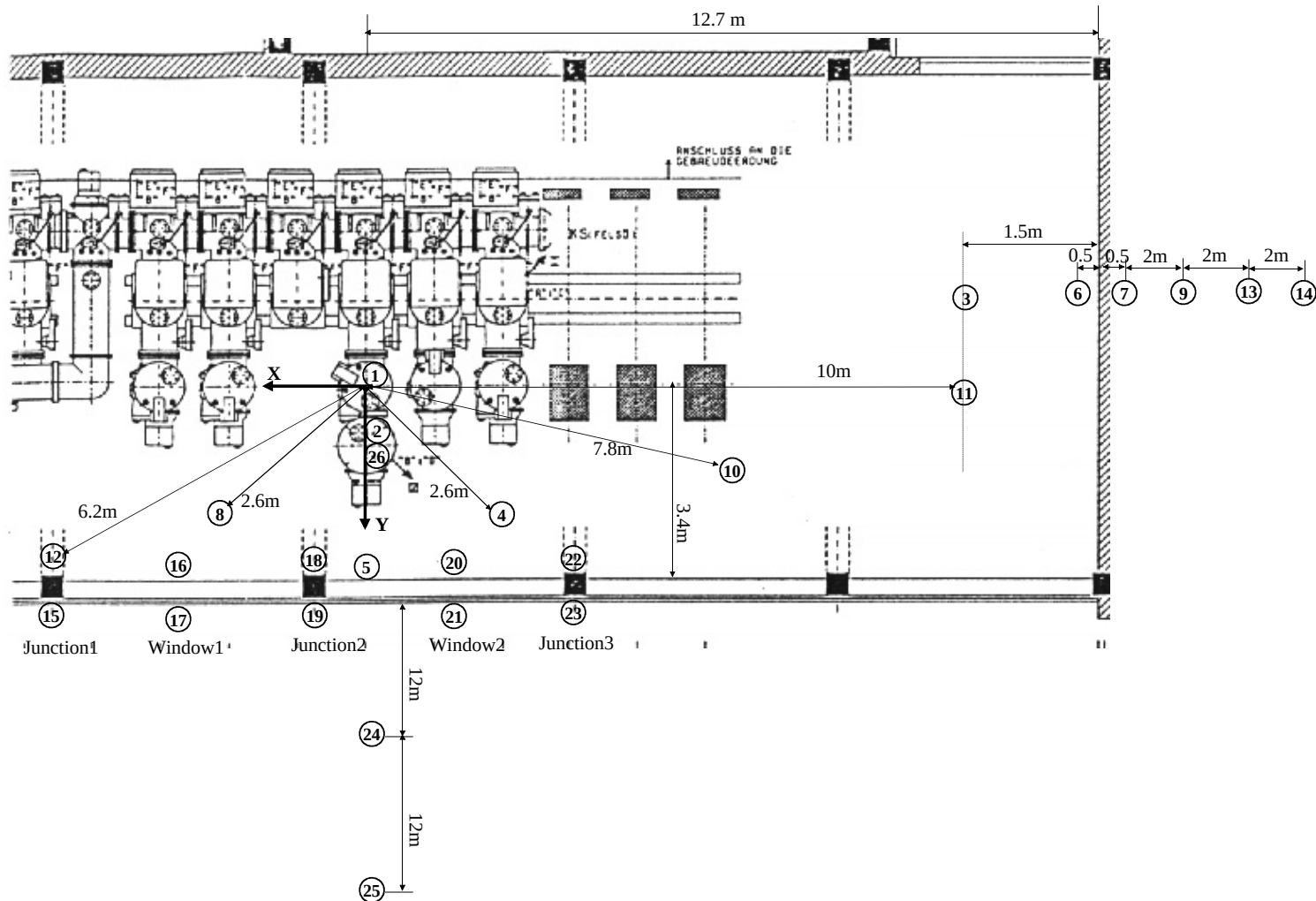
A/m



Mágneses tér

SF₆ állomás NF zavarkibocsátása

A kapcsolóállomás elrendezése és a mérési pontok



SF₆ állomás NF zavarkibocsátása

A kapcsolóállomás elrendezése



A B mágneses tér „térképező” mérés technikája

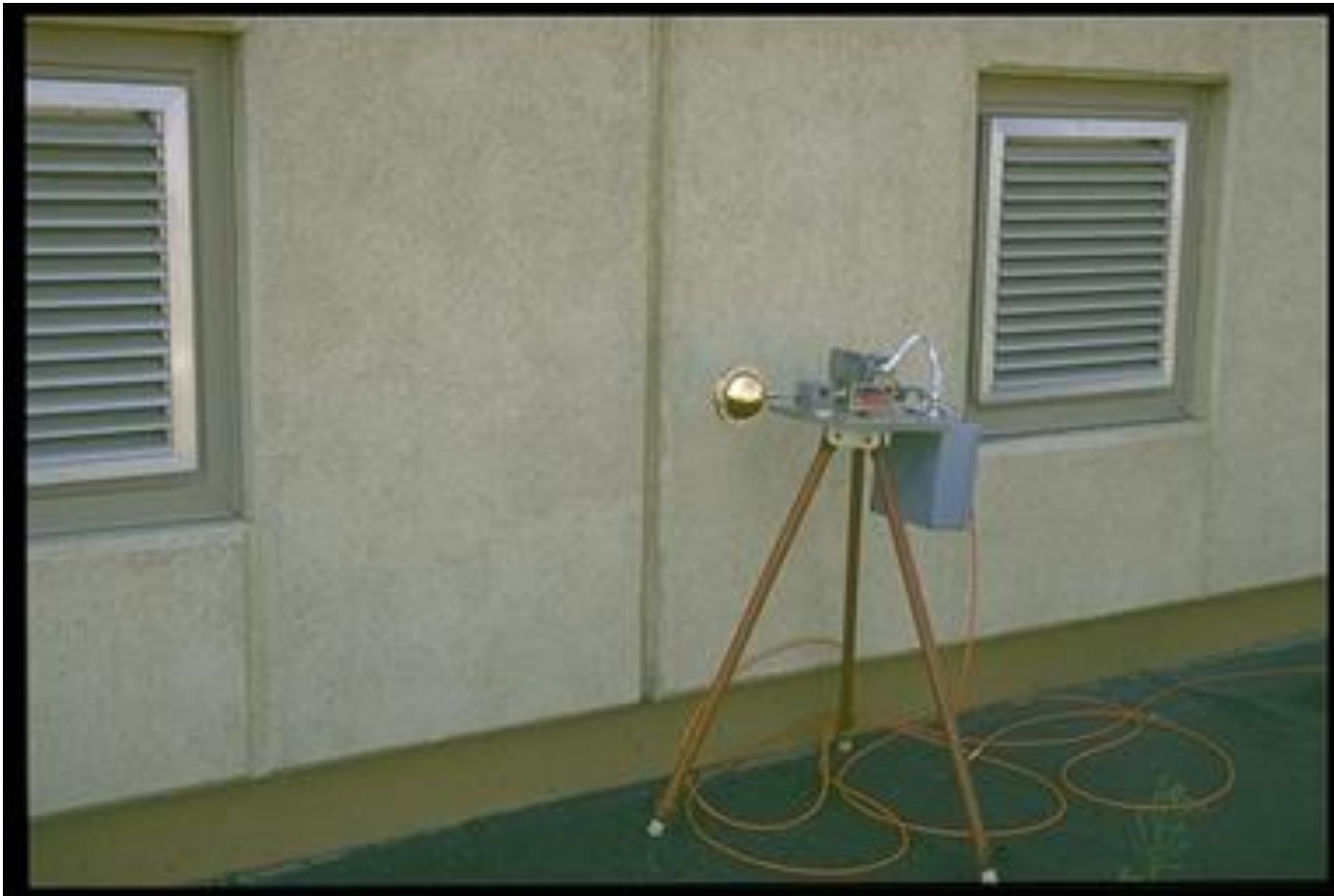
SF₆ állomás NF zavarkibocsátása

A 120 kV-os kábel leágazásánál lévő mérési pont



SF₆ állomás NF zavarkibocsátása

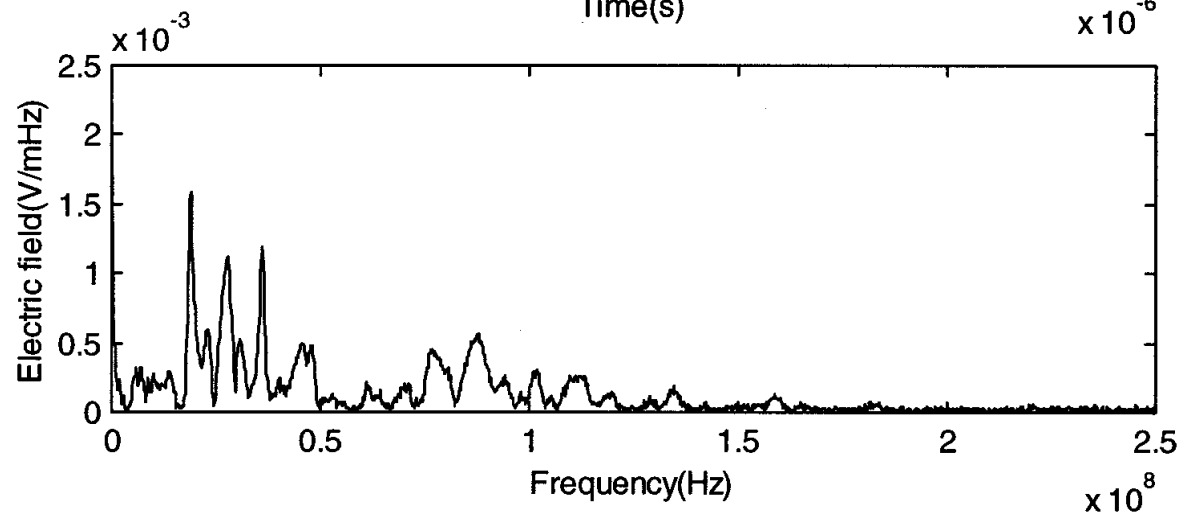
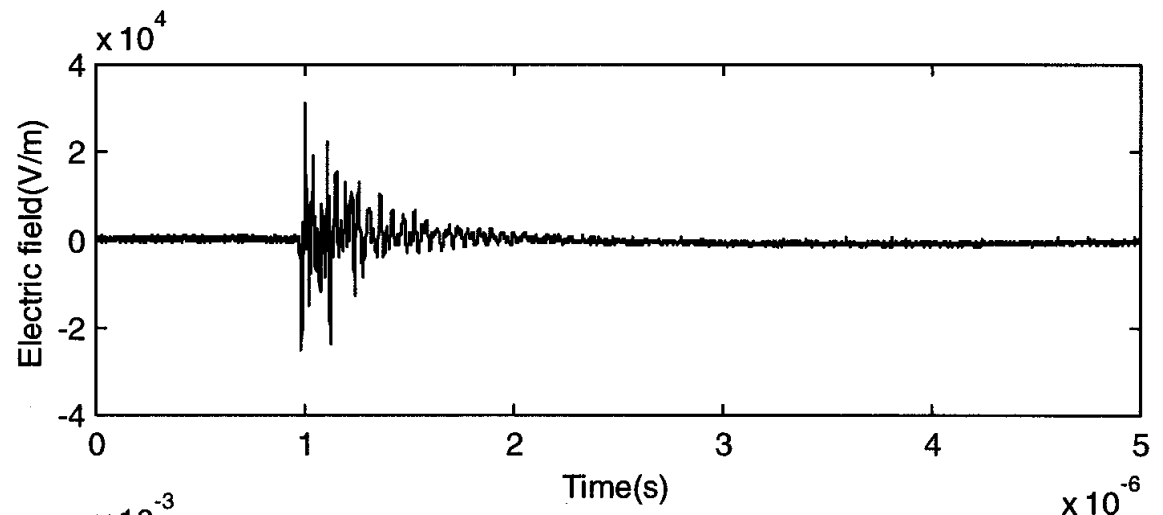
Az épült falának külső oldalánál lévő mérési pont



SF₆ állomás NF zavarkibocsátása

A szakaszolási tranziens okozta tér időfüggvénye és spektruma

Példa a mért villamos
tér összetevőjére:
Ey-összetevő kábel
leágazás közelében
(17. sz. leágazás)



?

Köszönöm a figyelmet.

Zavartűrés vizsgálatok

fő kérdései:

- vizsgálati szempontok
- vizsgálandó kapuk
- vizsgálati összeállítás
- vizsgáló jelalak
- vizsgálati szintek
- megfeleléség értékelés



AZ IMMUNITÁS VIZSGÁLAT SZEMPONTJAI

1. A vizsgálandó kapuk

2. A vizsgáló jel (hullámalak) megválasztása:

- a berendezésre ható zavarok típusa

3. A szigorúsági szint megválasztása:

- megkövetelt megbízhatóság foka
- környezeti feltételek
 - ⇒ környezet típusa
 - ⇒ csatlakozó vezetékek viszonylata
 - ⇒ a vizsgált kapú típusa
- gazdasági megfontolások

4. A vizsgálati összeállítás meghatározása

5. A vizsgálati eredmény megfelelőségének értékelése:

- A) Normál működés az előírt határok között.
- B) Átmeneti működésromlás, funkció vagy üzem kiesés, amely önmagától megszűnik.
- C) Átmeneti működésromlás, funkció vagy üzem kiesés, amely operatori beavatkozást vagy újraindítást (reset) kíván.
- D) Funkció romlás vagy kiesés, amely nem állítható helyre a készüléknek (alkatrésznek) vagy szoftvernek a sérülése miatt, vagy adatvesztés



A zavartűrés vizsgálat összeállítása

1. Vizsgált berendezés
EUT, (Equipment Under Test)

2. Vizsgáló generátor
G (Generator)

3. Csatoló hálózat
CN (Coupling Network)

**4. Csatolás mentesítő
áramkör**
DC (Decoupling Network)

5. Segéd berendezések
AE (Auxiliary Equipment)

6. Mérő, kijelző berendezés
ME (Measuring Equipment)

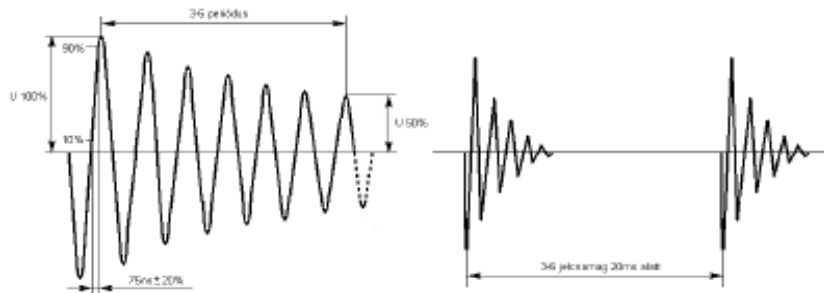


Vizsgálati eljárásra

Vizsgálat 1 MHz-es csillapított rezgések sorozatával 1 MHz burst disturbance test

IEC 60255-22-1

A zavarófeszültség alakja



A vizsgálati feszültség jellemzői

A vizsgálati feszültség jellemzői az üresjárásban működő generátor kapcsain a következők legyenek:

- hullámalak: csillapított rezgés, amelynek burkológörbéje a harmadik és a hatodik periódus között csökken le a csúcserték 50%-ára;
- frekvencia: 1 MHz $\pm$ 10%;
- az ismétlődés gyakorisága: a vizsgált relére kapcsolandó zavarjel a hálózati frekvencia egy periódusa alatt 6-10-szer ismétlődjön és ne legyen szinkronban a hálózati frekvenciával;
- az első csúcs felépítési ideje: 75ns $\pm$ 20% a csúcserték 10%-a és 90%-a között mérve;
- a vizsgálati feszültség értéke: a szigorúsági osztálynak megfelelően tűrés: 0% / - 10%.

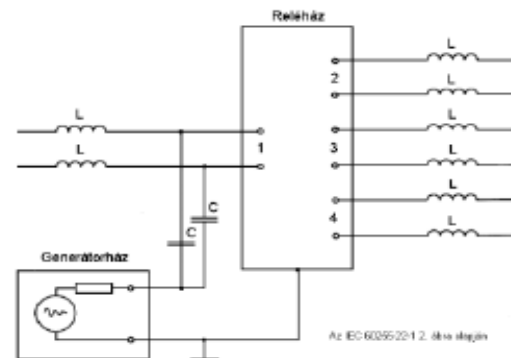
Ezen jellemzők pontosságát a mérés teljes időtartamára fenn kell tartani.

Vizsgálati eljárás

A zavarjelet a vizsgált bemenetekre hossz- és keresztirányban kell rákapcsolni 2s időtartamig, az érintkezőkre csak hosszirányban.

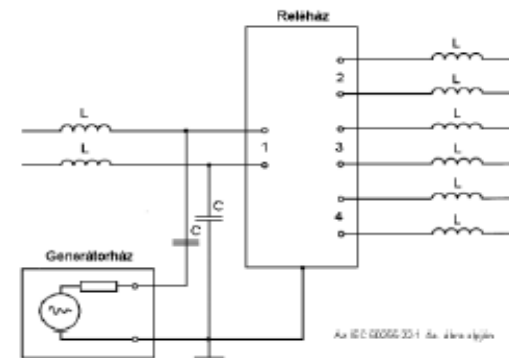
Szigorúsági osztályok

Osztály	Hosszirányú vizsgálat	Keresztirányú vizsgálat
I.	0 V	0 V
II.	1 kV	0,5 kV
III.	2,5 kV	1 kV



L = nagyfrekvenciás leválasztóinduktivitás, 1,5 mH
C = nagyfrekvenciás csatolókapacitás, 0,5 μ F
1, 2, 3, 4 = a relé bemeneti és kimeneti gerjesztőáramkörrel

Csatolóáramkör az 1 MHz-es zavarvizsgálathoz
Hosszirány egy független áramkör és a föld között



L = nagyfrekvenciás leválasztóinduktivitás, 1,5 mH
C = nagyfrekvenciás csatolókapacitás, 0,5 μ F
1, 2, 3, 4 = a relé bemeneti és kimeneti gerjesztőáramkörrel

Csatolóáramkör az 1 MHz-es zavarvizsgálathoz
Keresztirány

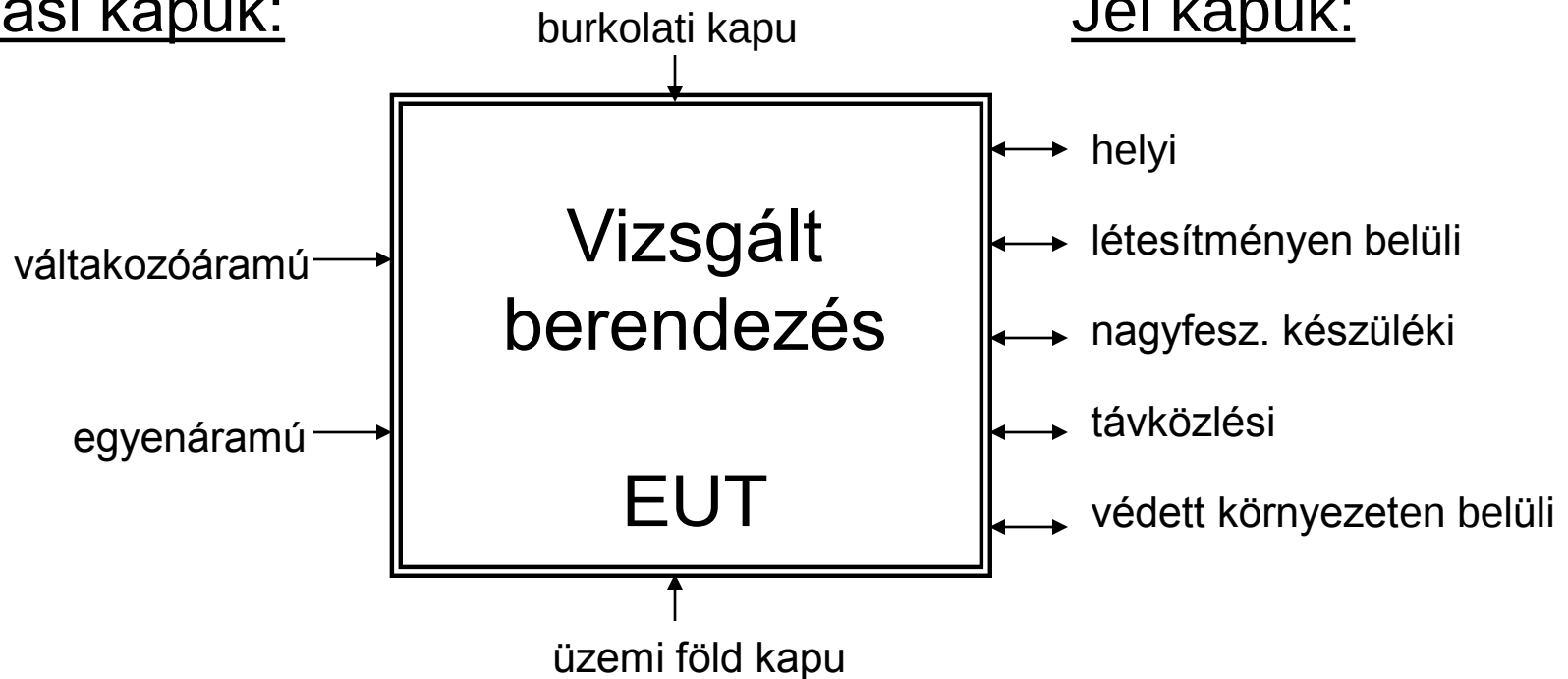


Berendezés kapuk

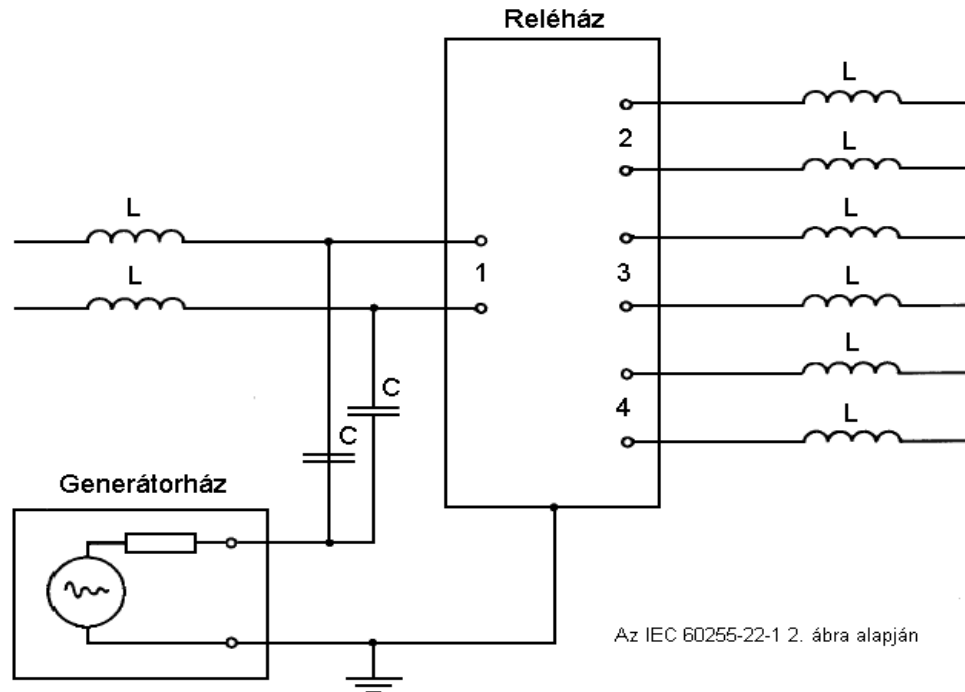
zavartűrés vizsgálathoz

Táplálási kapuk:

Jel kapuk:



Vizsgálati összeállítás



L = nagyfrekvenciás leválasztóinduktivitás, 1,5 mH

C = nagyfrekvenciás csatolókapacitás, 0,5 μ F

1, 2, 3, 4 = a relé bemeneti és kimeneti gerjesztőáramkörei

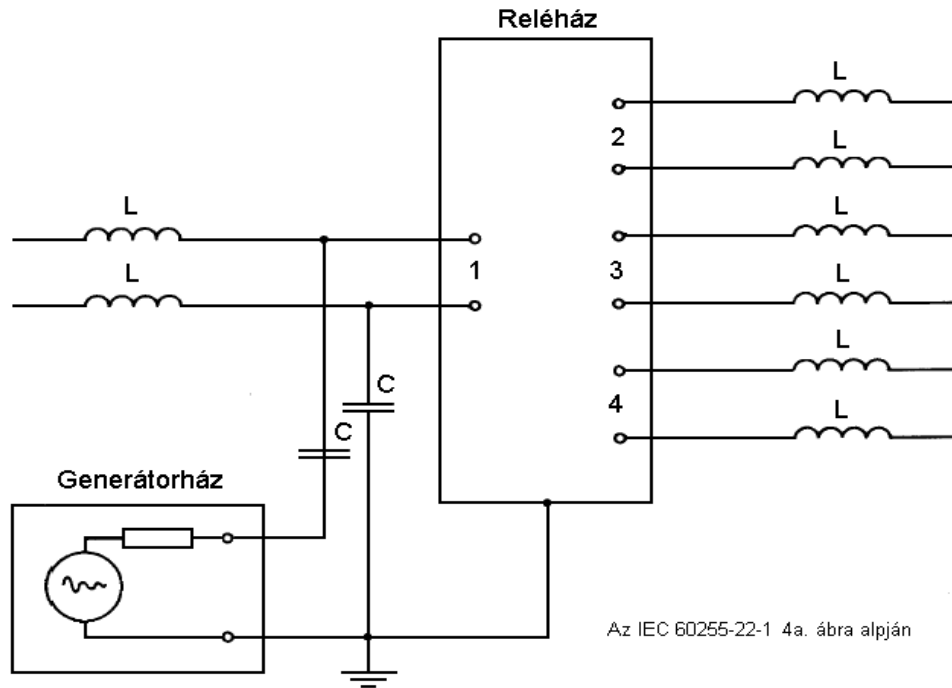
Csatolóáramkör az 1 MHz-es zavarvizsgálathoz
Hosszirány egy független áramkör és a föld között

1 MHz-es csillapodó
 rezgéshullám

Hosszirányú vizsgálat

Common mode, CM

Vizsgálati összeállítás



L = nagyfrekvenciás leválasztóinduktivitás, 1,5 mH
 C = nagyfrekvenciás csatolókapacitás, 0,5 μ F
 1, 2, 3, 4 = a relé bemeneti és kimeneti gerjesztőáramkörei

Csatolóáramkör az 1 MHz-es zavarvizsgálathoz
Keresztirány

1 MHz-es csillapodó
 rezgéshullám

Keresztirányú vizsgálat

Differential mode

A vizsáló hullám jelalakja



Csillapodó rezgéshullám

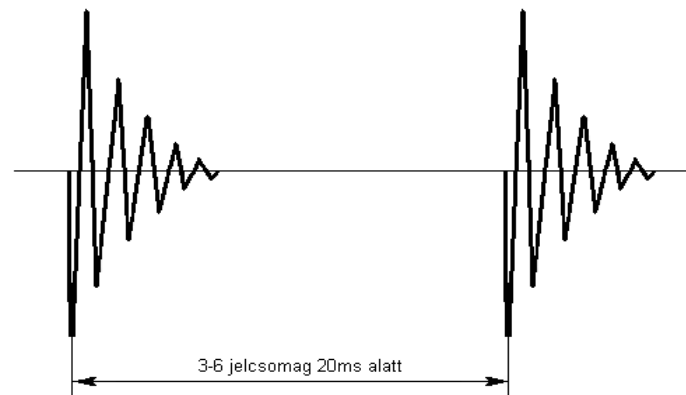
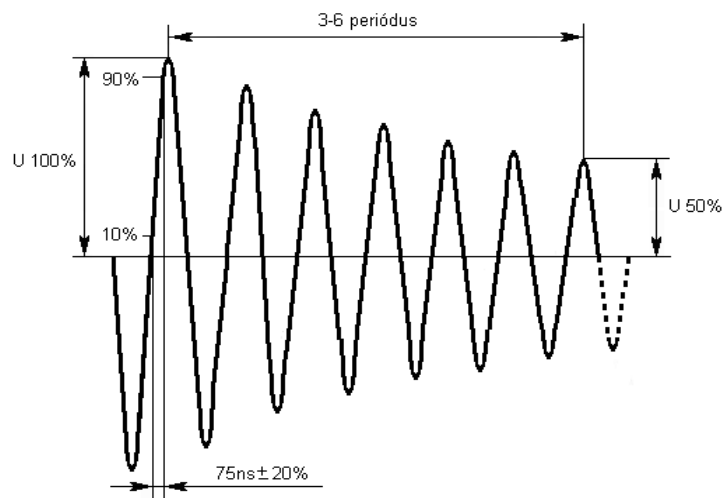
Alak, jellemzők:

1 MHz vagy 0,1 MHz

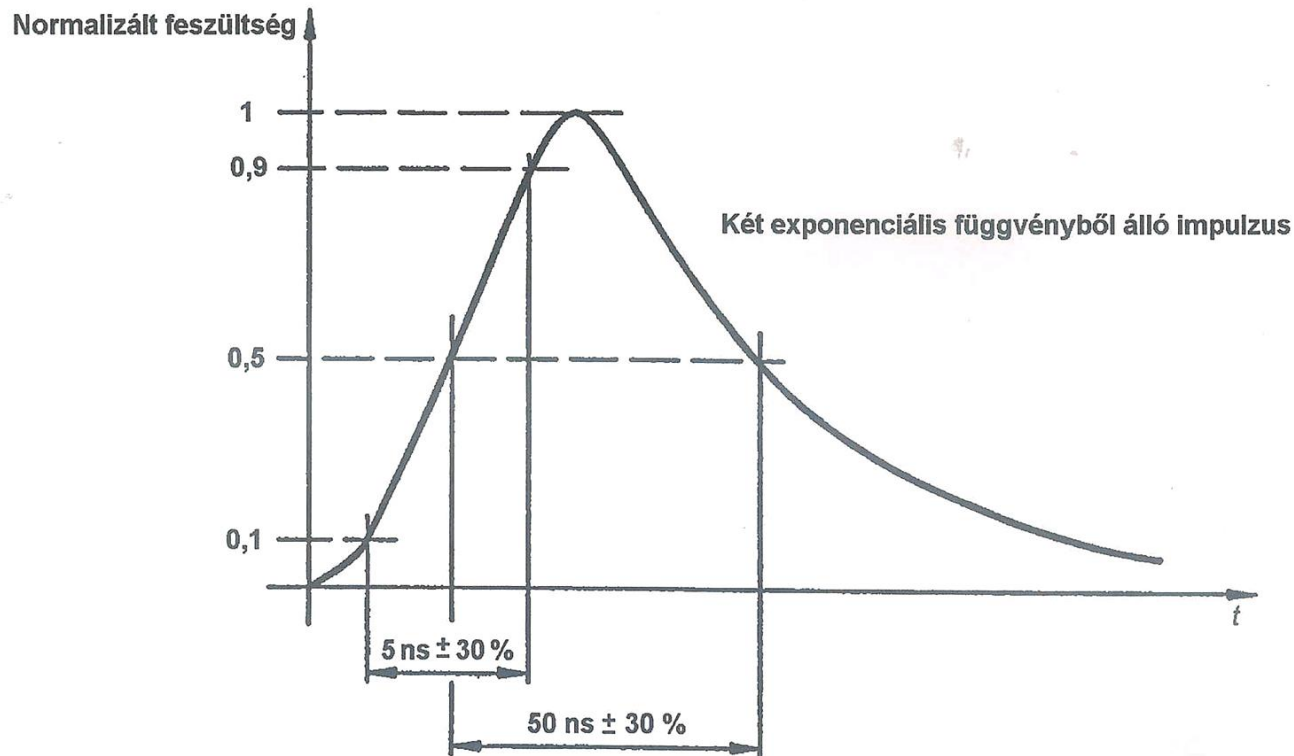
Imétlődési frekvencia:

1 Mz esetén 400 Hz (2,5 ms)

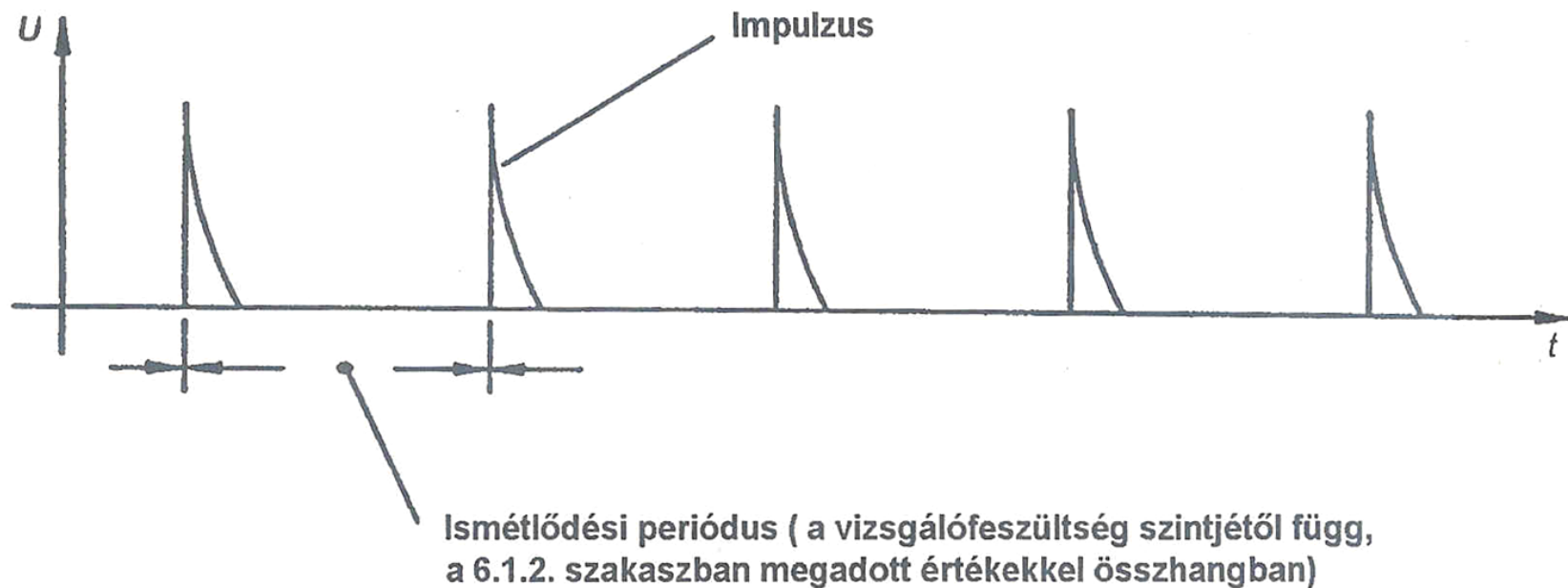
0,1 MHz esetén 40 Hz



Egy impulzus hullámalakja



Impulzus ismétlődés



Impulzus ismétlődési frekvencia

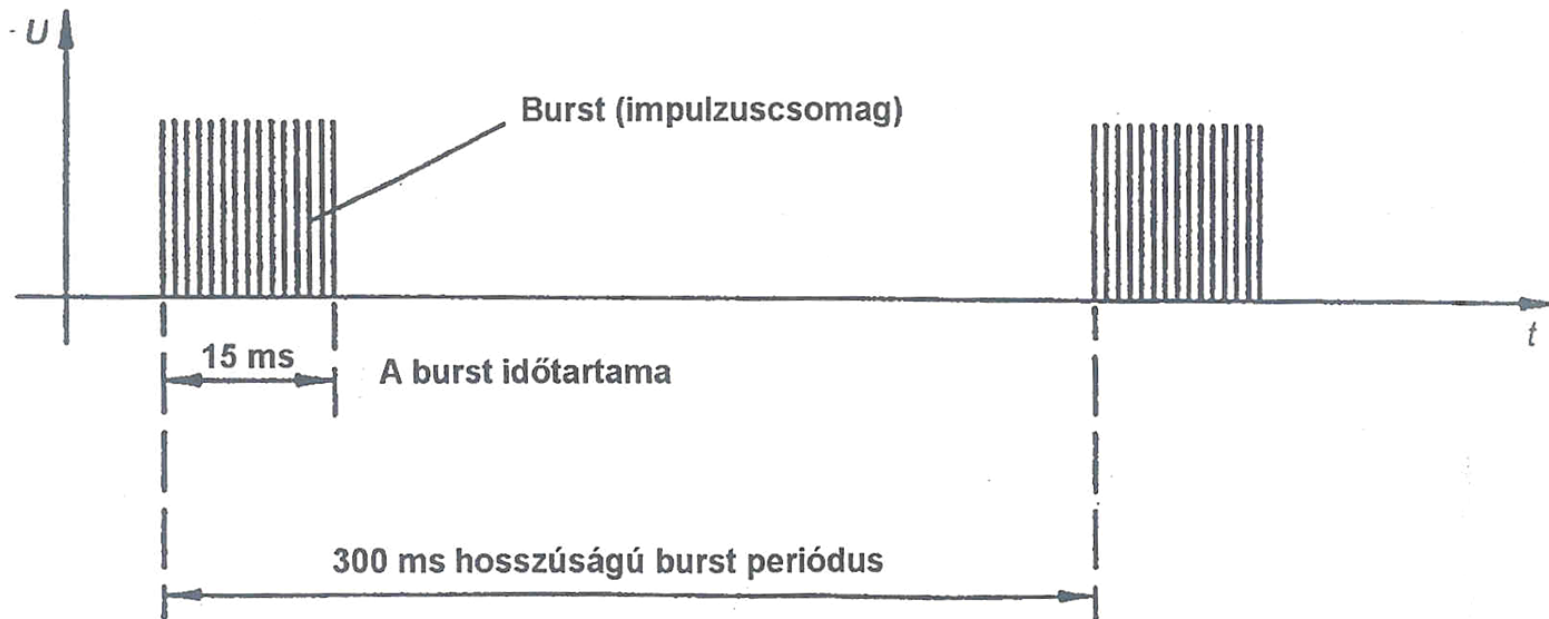
A vizsgálati feszültséget a készülékre hosszirányban (közös módusban) kell rákapcsolni - egyszerre egy áramkörre - és ellenőrizni kell a készülék viselkedését legalább 1 perces vizsgálati időtartammal mindkét polaritáson.

S z i g o r ú s á g i o s z t á l y o k

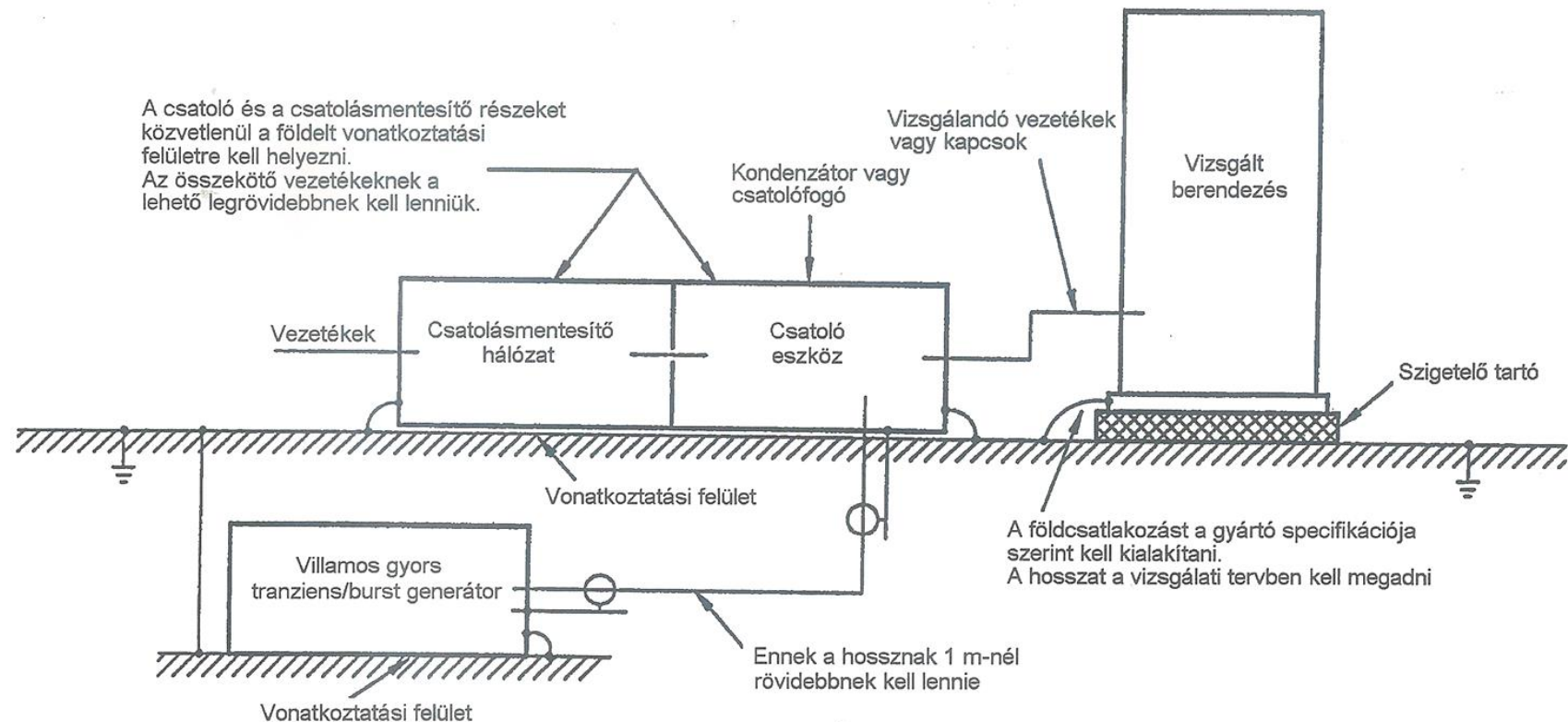
Osztály	Vizsgálati feszültség		Ismétlődési frekvencia
0	-	Tűrés a szigorúsági osztálynak megfelelően $\pm 10 \%$	-
I.	0,5 kV		5 kHz
II.	1 kV		5 kHz
III.	2 kV		5 kHz
IV.	4 kV		2,5 kHz



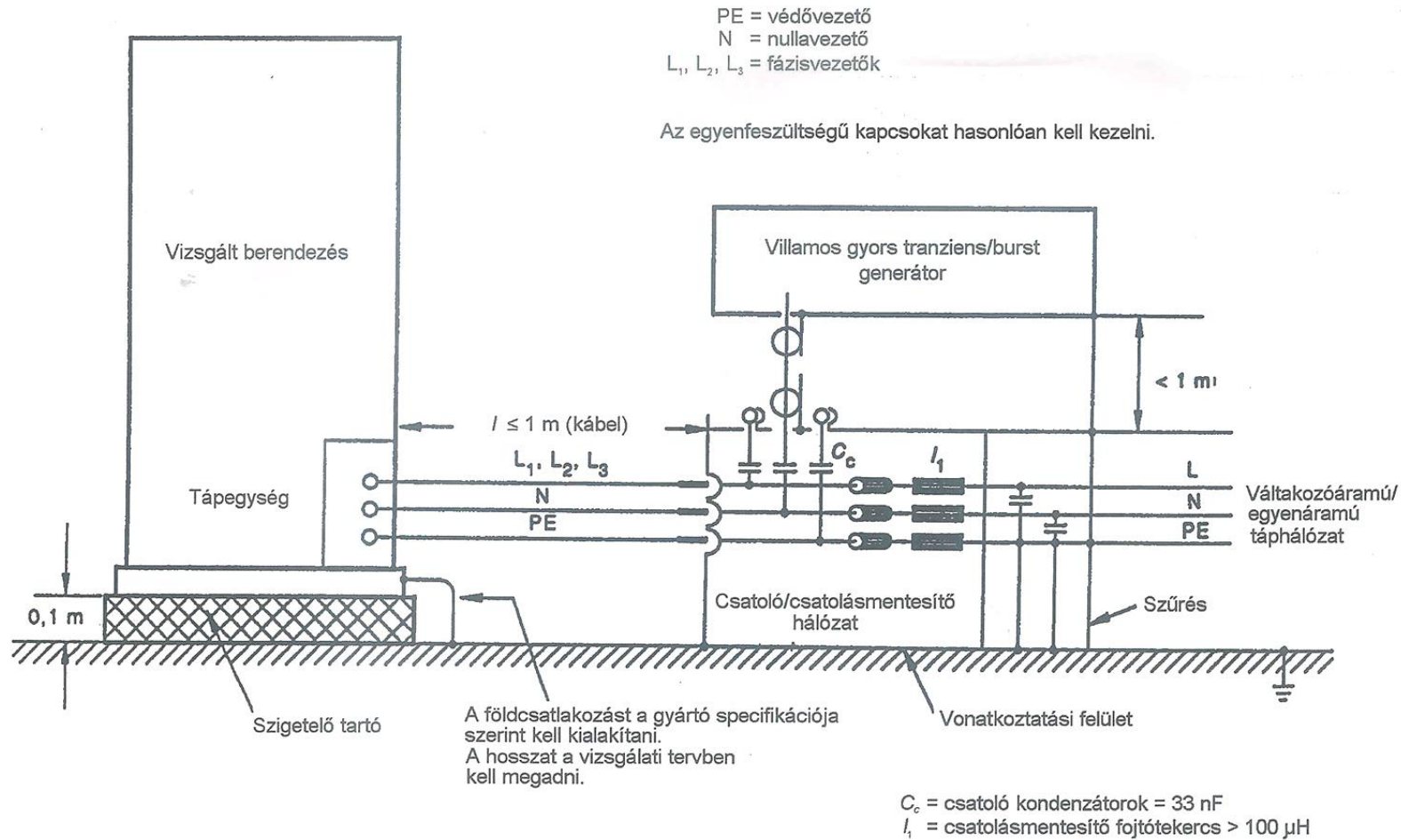
Impulzus csomag szélesség és ismétlődés időtartama



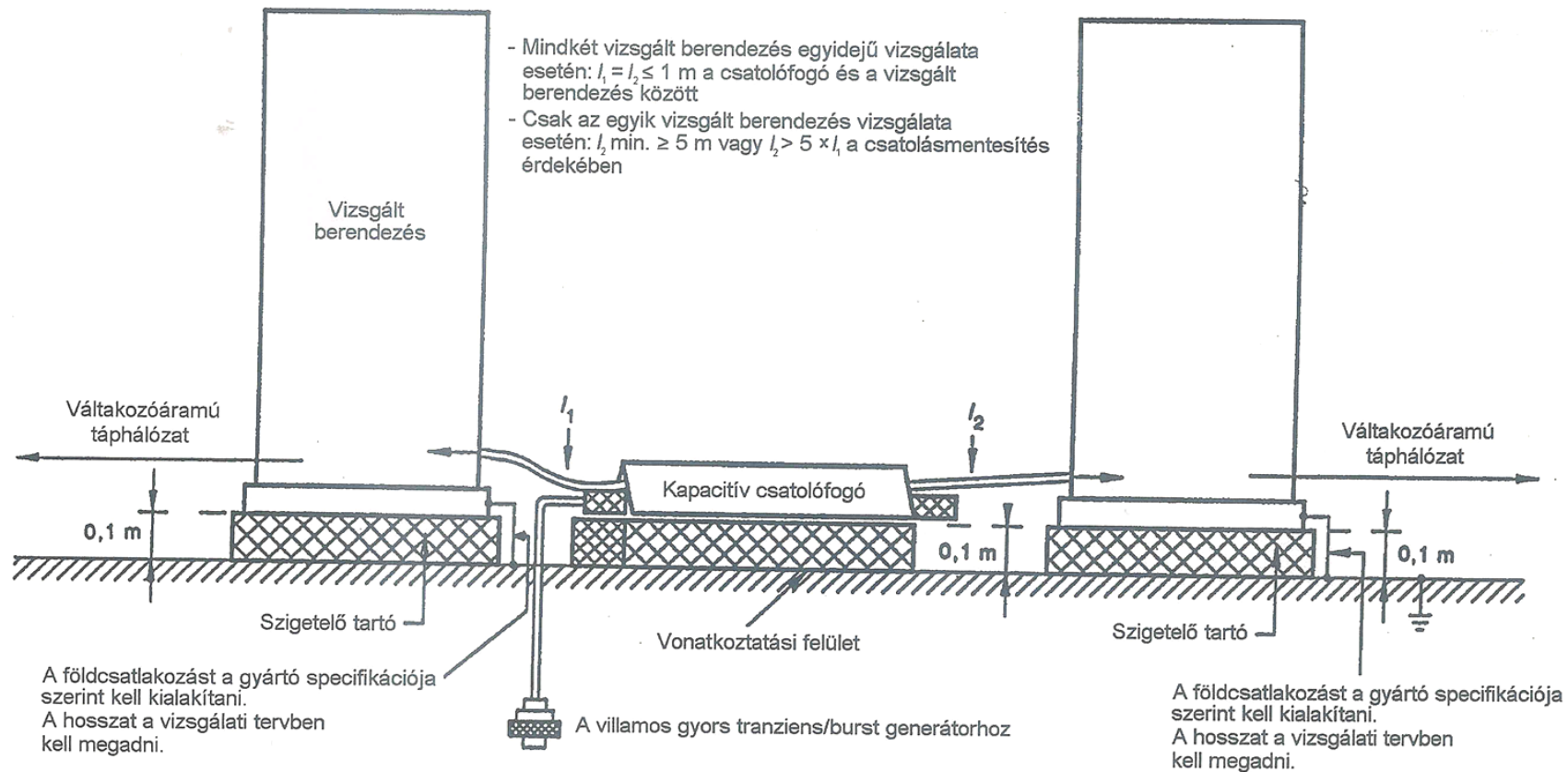
Vizsgálati elrendezés

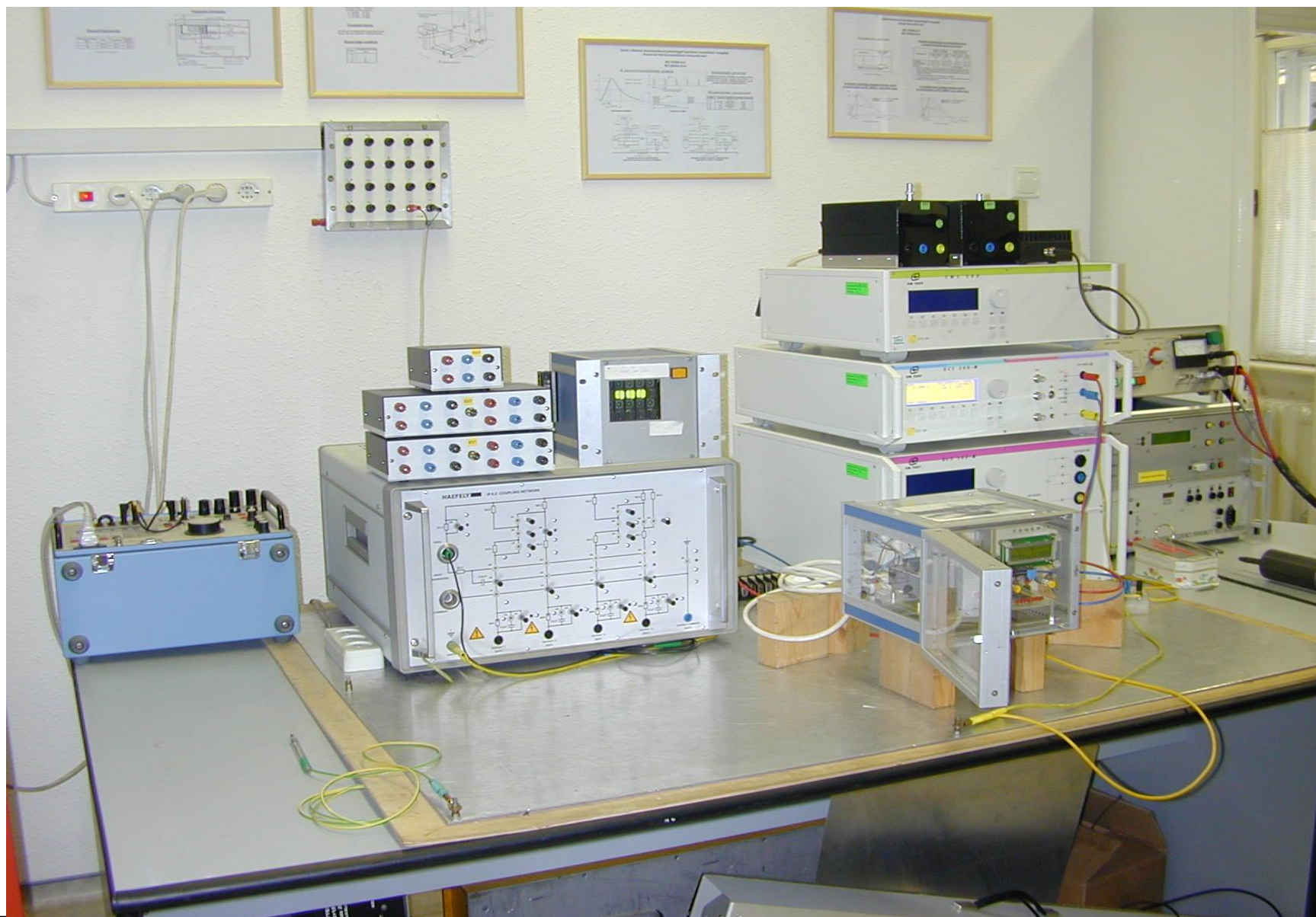


Kondenzátoros csatolás



Csatolás kapacitív csatolófogóval





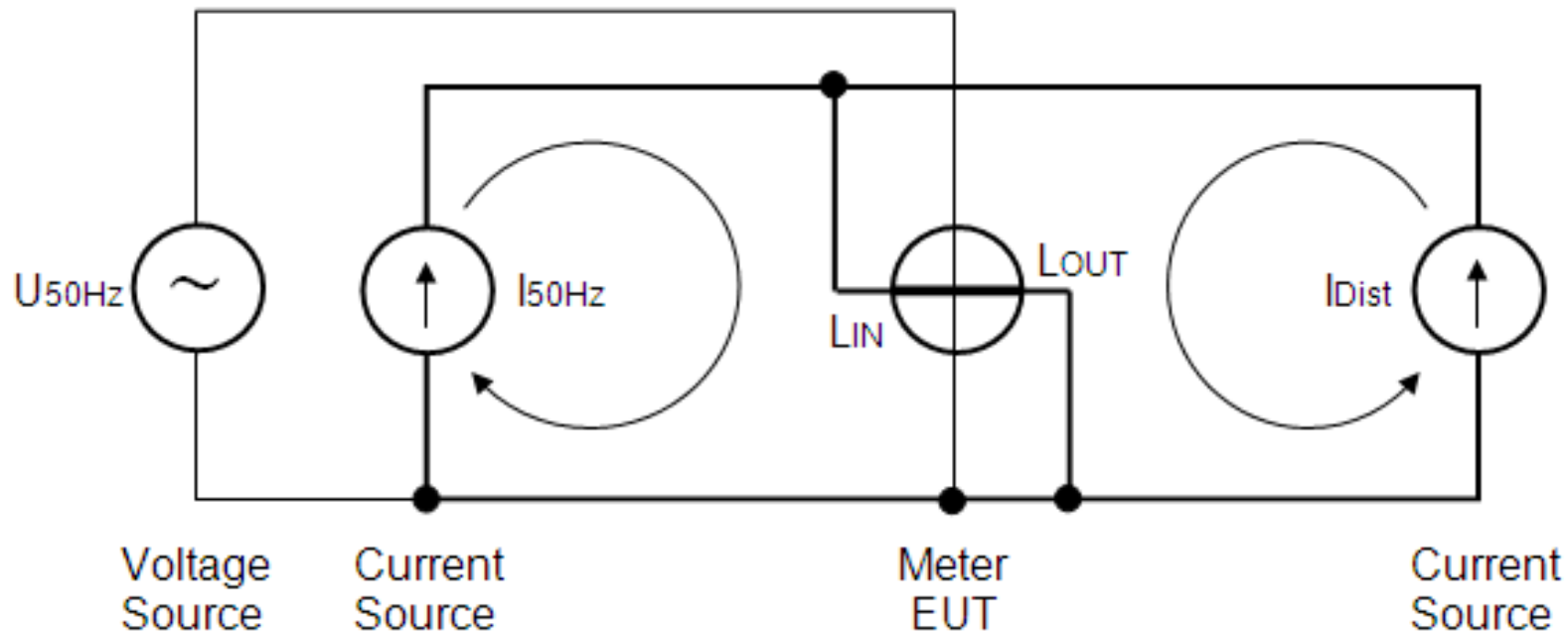
Vizsgálati összeállítás

TECHNICAL REPORT CLC/TR 50579

**Electricity metering equipment (a.c.) -
Severity levels, immunity requirements and test methods
for conducted disturbances in the frequency range
2 kHz – 150 kHz**



A fogyasztásmérőre kapcsolt források



I_{Dist} : Disturbing signal

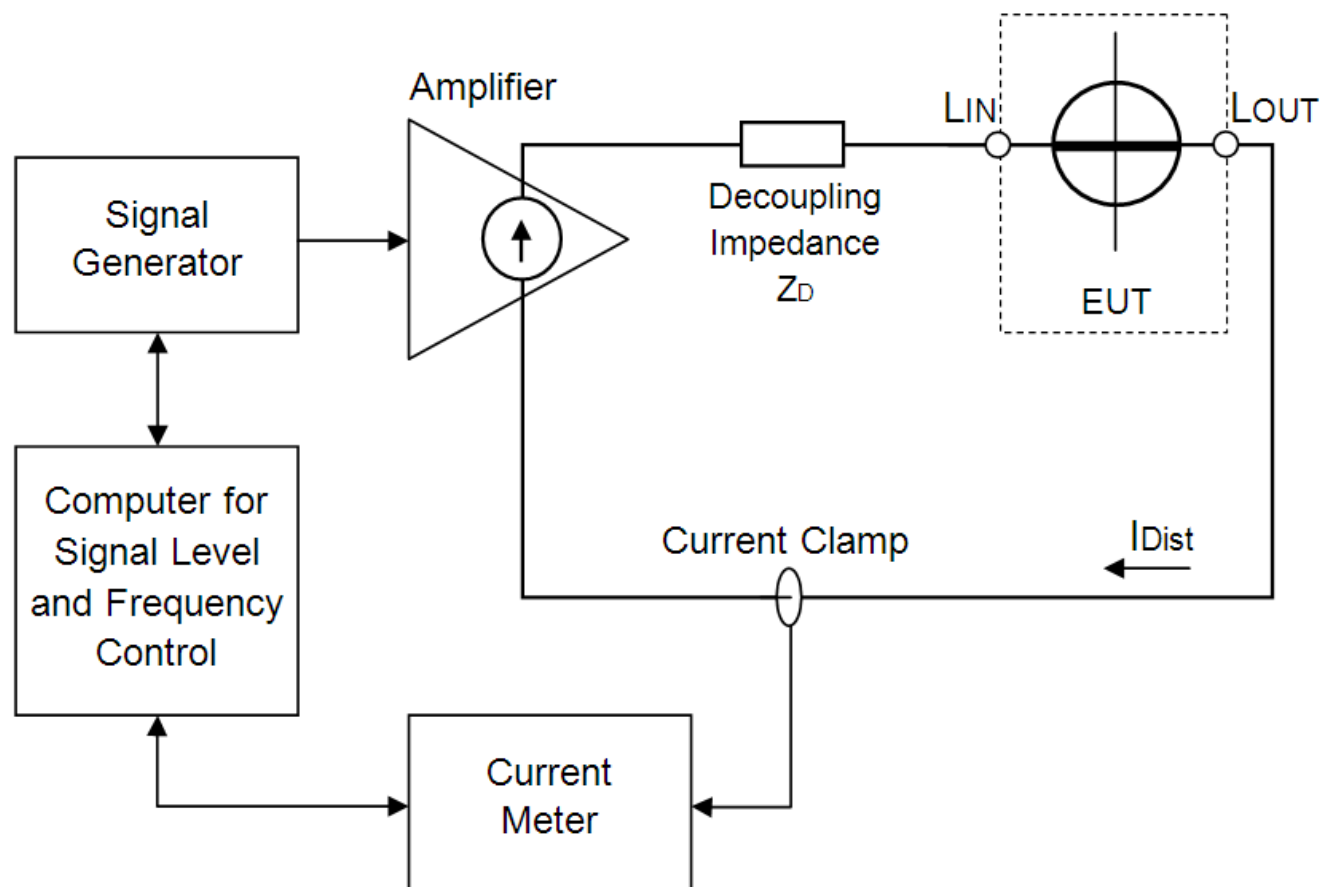
I_{50Hz} : 50 Hz load current

Vizsgálógenerátor specifikáció

Parameter	Specification
Frequency range of the disturbing signal:	2 kHz – 150 kHz
Generated wave shape:	Sine wave, unmodulated
Maximum THD of the generated disturbing signal at maximum level:	< 5 %
Output level:	Sufficiently high to generate selected test level
Tolerance of the disturbing signal (current) during the test:	$\pm 5 \%$
Dwell time:	The dwell time shall be long enough to allow a stable accuracy measurement
Maximum frequency step during the test:	1 %



A vizsgálógenerátor egyszerűsített áramköre



Zavartűrés vizsgálati előírások különböző kapukra

MSZ IEC/TS 61000-6-5 szerint



Burkolati kapura; (MSZ IEC/TS 61000-6-5 – 1. táblázat)

Vizsgálat	Környezeti jelenség	IEC alapszabvány jelzete	A berendezés beépítési helyének EM környezete ^a				Megjegyzések
			Erőművi állomás és KÖF állomás [G]		NAF állomás [H]		
			Vizsgálati		Vizsgálati		
			szint	érték	szint	érték	
1.1	Hálózati frekvenciás mágneses tér	IEC 61000-4-8	2	3 A/m, folyamatos	2	3 A/m, folyamatos	Csak a katódsugaras monitorra alkalmazandó a CISPR 24 B.2 cikkelyének megfelelően
			5	100 A/m, folyamatos 1000 A/m, 1 sec	5	100 A/m, folyamatos 1000 A/m, 1 sec	Csak a mágneses térre érzékeny eszközöket tartalmazó készülékekre alkalmazandó,pl. Hall-elemekre, tér-szenzorokra
1.2	Sugárzott rádió-frekvenciás elektromágneses tér 80 MHz – 3000 MHz ^b	IEC 61000-4-3	3	10 V/m ^c	3	10 V/m ^d	Ez a szint normálisan lehetővé teszi a hordozható sugárzó berendezések használatát a beépített berendezésektől 1-2 m távolságban (lásd részletesen az alapszabványban)
1.3	Elektrosztatikus kisülés (ESD)	IEC 61000-4-2	3	6 kV érintkezési 8 kV kisülési	3	6 kV érintkezési ^d 8 kV kisülési	–

^a **[G]** **[H]** : lásd a 3. és 4. ábrát. A **[P]** védett területeken beépített készülékekre a vonatkozó általános vagy termékszabvány előírásai a mértékadók.

^b 1 GHz felett a vizsgálatot az alapszabványban előírt frekvencia tartományban kell végezni.

^c Sokkal szigorúbb követelmények lehetnek megadva, a kritikus helyek (pl. műsorszóró állomások közelében) környezetének történő megfeleléshez.

^d Nagyobb vizsgálati értékeket alkalmazhatnak szigorú elektrosztatikus környezetben (pl. kültéren) beépített berendezéseknél.



Jel be- és kimeneti kapura (MSZ IEC/TS 61000 6-5 – 2. táblázat)

Vizsgálat	Környezeti jelenség	IEC alapszabvány jelzete	Csatlakozó jelvezeték típusa ^a								Megjegyzés az alkalmazási körre
			Helyi		Térségek közötti		Nagyfeszültségű készülékhez		Távközlési		
			Ⓛ		ⓕ		ⓗ		Ⓣ		
			Vizsgálati		Vizsgálati		Vizsgálati		Vizsgálati		
szint	érték	szint	érték	szint	érték	szint	érték	szint	érték		
2.1	Hálózati frekvenciás feszültség	IEC 61000-4-16	–	–	4	30 V, folyamatos 300 V, 1 sec	4	30 V, folyamatos 300 V, 1 sec	4	30 V, folyamatos 300 V, 1 sec	–
2.2	Lökőhullám 1,2/50 μs vezeték – föld vezeték – vezeték	IEC 61000-4-5	2 1	1 kV 0,5 kV	3 2	2 kV 1 kV	4 3	4 kV 2 kV	4 3	4 kV ^b 2 kV ^b	Szimmetrikus vonalra és kis távolságú adatbuszra, lásd az IEC61000-4-5 A:1 táblázatában
2.3	Csillapodó rezgéshullám közös módusú differenciál módusú	IEC 61000-4-12	–	–	2	1 kV 0,5 kV	3	2,5 kV 1 kV	3	2,5 kV ^c 1 kV	1 MHz-en végzett vizsgálat (nagyobb frekvenciák megfontolás alatt a GIS alkalmazáshoz)
2.4	Gyors tranziens, burst	IEC 61000-4-4	3	1 kV	4	2 kV	X	4 kV	X	4 kV	A 4 kV-hoz 2,5kHz-es ismétlési gyakoriság
2.5	Rádiófrekvenciás terek indukált vezetett zavara	IEC 61000-4-6	3	10 kV	3	10 V	3	10 V	3	10 V	10 V = 140 dB(μV)

^a Ⓛ ⓕ ⓗ : lásd a 3. és 4. ábrát.
A



:védet területen belül lévő összeköttetésekre a vonatkozó általános vagy termék szabvány előírásai a mértékadók.

^b A távközlő hálózathoz vagy távoli berendezéshez csatlakoztatni tervezett jelkapuk vizsgálata esetén a 10/700 µs-os lökőhullám ajánlott.

^c Csak a vivőfrekvenciás rendszerhez csatlakozásnál alkalmazandó.



Kisfeszültségű váltakozó áramú (a.c.) be, és kimeneti kapuk

(MSZ IEC/TS 61000 6-5 – 3. táblázat)

Teszt	Környezeti jelenségek	IEC alapszabvány jelzete	A berendezés beépítési helyének EM környezete ^{a b}				Megjegyzés
			Erőművi és KÖF alállomás G		NAF alállomás H		
			Vizsgálati		Vizsgálati		
			szint	érték	szint	érték	
3.1	Feszültség letörés	IEC 61000-4-11	–	ΔU 30 %, 1 periódus ΔU 60 %, 50 periódus ^c		Váltakozóáramú kimeneti kapukra nem alkalmazandó	
3.2	Feszültség kimaradás		–	ΔU 100 %, 5 periódus ΔU 100 %, 50 periódus ^c			
3.3	Lökhullám 1,2/50 μs vezeték – föld vezeték - vezeték	IEC 61000-4-5	3 2	2 kV 1 kV	4 3	4 kV 2 kV	–
3.4	Gyors tranziens, burst	IEC 61000-4-4	3	2 kV	4	4 kV	–
3.5	Csillapodó rezgéshullám közös módusú diff.módusú	IEC 61000-4-12	2	1 kV 0,5 kV	3	2,5 kV 1 kV	1 MHz-en végzett vizsgálat (nagyobb frekvenciák megfontolás alatt a GIS alkalmazáshoz)
3.6	Rádiófrekvenciás terek indukált vezetett zavarai	IEC 61000-4-6	3	10 V	3	10 V	10 V = 140 dB(μV)

^a **G H** : lásd a 3. és 4. ábrát. A **P** védett területen belül lévő összeköttetésekre a vonatkozó általános vagy termék szabvány előírásai a mértékadók.

^b Azoknál a berendezéseknél, amelyek névleges árama >16A a vizsgálatot az elektronikus egységek/modulok stb. táp kapujára kell korlátozni.

^c Csak azokra a tápkapukra alkalmazandó, amelyek közvetlenül csatlakoznak a közcélú kisfeszültségű hálózathoz.



Kisfeszültségű egyenáramú (d.c.) be- és kimeneti kapuk (MSZ IEC/TS 61000- 6-5 – 4. táblázat)

Vizsgálat	Környezeti jelenségek	IEC alapszabvány jelzet	A készülék beépítési EM környezete ^{a b}				Megjegyzések
			Erőművi és KÖF alállomás G		NAF alállomás H		
			Vizsgálati		Vizsgálati		
			szint	érték	szint	érték	
4.1	Feszültség letörés	IEC 61000-4-29	–	ΔU 30 %, 0,1 sec és ΔU 60 %, 0,1 sec		Egyenáramú kimeneti kapukra nem alkalmazandó	
4.2	Feszültség kimaradás		–	ΔU 100 %, 0,05 sec			
4.3	Hullámosság egyenáramú tápláláson	IEC 61000-4-17	3	10 % U _n			
4.4	Hálózati frekvenciás feszültség	IEC 61000-4-16	3	10 V, folyamatos 100 V, 1 sec	4	30 V, folyamatos 300 V, 1 sec	–
4.5	Lökőhullám 1,2/50 μs vezeték - föld vezeték - vezeték	IEC 61000-4-5	3 2	2 kV 1 kV	3 2	2 kV 1 kV	–
4.6	Gyors tranziens / burst	IEC 61000-4-4	3	2 kV	4	4 kV	–
4.7	Csillapodó rezgéshullám közös módusú differenciál .módusú	IEC 61000-4-12	2	1 kV 0,5 kV	3	2,5 kV 1 kV	1 MHz-en végzett vizsgálat (nagyobb frekvenciák megfontolás alatt a GIS alkalmazáshoz)
4.8	Rádiófrekvenciás terek indukált vezetett zavarai	IEC 61000-4-6	3	10 V	3	10 V	10 V = 140 dB(μV)

^a

G

H

 : lásd a 3. és 4. ábrát.

P

 védett területen belül lévő összeköttetésekre a vonatkozó általános vagy termékszabvány előírásai a mértékadók.

^b Azoknál a berendezéseknél, amelyek névleges árama >16A a vizsgálatot az elektronikus egységek/modulok stb. táp kapujára kell korlátozni.



Üzemi földkapu kapuk

(MSZ IEC/TS 61000- 6-5 – 4. táblázat)

Vizsgálat	Környezeti jelenségek	IEC alapszabvány jelzet	A készülék beépítési EM környezete ^a				Megjegyzés
			Erőművi és KF alállomás		NF alállomás		
			szint	Vizsgálati érték	szint	Vizsgálati érték	
5.1	Gyors tranziens / burst (Kapacitív fogó) ^b	IEC 61000-4-4	3	2 kV	4	4 kV	Az érintésvédelmi földcsatlakozótól elkülönített megjelölt üzemi földcsatlakozóra alkalmazandó 10 V = 140 dB(μV)
5.2	Rádiófrekvenciás terek indukált vezetett zavarai	IEC 61000-4-6	3	10 V	3	10 V	

^a

G H	: lásd a 3. és 4. ábrát. A <table><tr><td>P</td></tr></table> védett területen belül lévő összeköttetésekre a vonatkozó általános vagy termék szabvány előírásai a mértékadók.	P
P		

^b Csak azoknál a kábelt fogadó kapuknál alkalmazandó, amelyeknél a teljes hossz a gyártó üzemi előírásai szerint 3 m-nél hosszabb lehet.



Zavartűrés vizsgálati előírás

Üzemi föld kapu

Környezeti hatás	IEC alapszabvány jelzete	A készülék beépítési EM környezet				Megjegyzés az alkalmazási körre
		Erőmű és KF alállomás G		NF alállomás H		
		Vizsgálati		Vizsgálati		
		szint	érték	szint	érték	
Gyors tranziens, burst	IEC 61000-4-4	3	2 kV	4	4 kV	Az érintésvédelmi földtől elkülönített üzemi földnél alkalmazandó.
Vezetett RF zavar	IEC 61000-4-6	3	10 V	3	10 V	



ABB jelvezeték zavartűrés előírás

ABB ELŐÍRÁS TÁVVEZETÉK VÉDELEM CSATLAKOZÁSAIRA

Electromagnetic compatibility tests

Test	Type test values	Reference standards
1 MHz burst disturbance -connection for V.36 and G.703 -other circuits	Differential mode: 1 kV common mode: 0.5 kV 2.5 kV	IEC 255-22-1 Class II Class II Class III
Electrostatic discharge -connection for V. 36 and G. 703 -other circuits	- 8 kV	IEC 255-22-2 Class III
Radiated electromagnetic field disturbance test	10 V/m, (25-1000) MHz	IEC 255-22-3
Fast transient disturbance -connection for V. 36 and G. 703 -other circuits	1 kV 4 kV	IEC 255-22-4 Class II, level 2 Class IV,
Electromagnetic emissivity	Class A	EN 55022



Működési követelmények a leglényegesebb funkciók szerint (a helyzet kritikus voltának csökkenő sorrendjében)

Funkciók ^a	Az elektromágneses jelenségek szerinti működési követelmények				
	Folyamatos jelenségek	Nagy gyakoriságú tranziens jelenségek	Kis gyakoriságú tranziens jelenségek		
Védelem és távirányítású védelem ^b	Normál működés az előírt határok között				
On-line folyamatok és szabályozás					
Mérés					
Távparancs és működtetés				Rövid késés ^d	
Felügyelet				Átmeneti kiesés, önmagától visszatérés ^e	
Ember-gép kapcsolat				Leállás és visszaállás ^f	
Vészjelzés				Rövid késés ^g , időleges rossz jelzés	
Adatátvitel és távközlés ^c				Nincs kiesés, bit hibaarány romlás lehetséges ^h	Átmeneti kiesés ^h
Adatfeldolgozás és tárolás				Átmeneti működésromlás ^{e i}	
Mérés				Átmeneti működésromlás, önmagától visszatérés ^j	
Off-line folyamatok				Átmeneti működésromlás ⁱ	Átmeneti kiesés és visszaállás ⁱ
Passzív kijelzés				Átmeneti működésromlás	Átmeneti kiesés
Öndiagnosztika	Átmeneti kiesés, önmagától visszatérés ^k				



Működési követelmények a leglényegesebb funkciók szerint (Megjegyzések)

- ^a A megfelelőségi követelményeknek a többszörös funkciójú készülékekre valamint az egymást kiegészítő funkciókra (pl. felügyeleti és monitorozó) való alkalmazásakor a működés a legkritikusabb funkcióra alkalmazandó.
- ^b A vivőfrekvenciás védelmi jelátvitel esetén a nagyfeszültségű szakaszolások alatti „normál működés” megfelelő hitelesített (validált) eljárást kívánhat.
- ^c Az automatika és vezérlő rendszerekben más rendszerek segédfunkciójaként használva, pl. koordináció létrehozása.
- ^d Olyan késési időtartam elfogadható, amely jelentéktelen a vezérelt folyamat időállandójához képest.
- ^e Az adatfeldolgozás és az esemény időfolyamat időleges elvesztése elfogadott, de a megkívánt eseménysorrendnek meg kell maradni.
- ^f Az operátor általi kézi helyreállítás megengedett.
- ^g A sürgősség fokához képest (nem folyamathoz).
- ^h Az átmeneti bit hibaarány romlása befolyásolhatja a távközlés hatásosságát; a távközlés bármely leállításának automatikus helyreállása kötelező.
- ⁱ Nincs hatása a tárolt adatokra és a feldolgozási pontosságra.
- ^j Az analóg és digitális jelzések mérési pontosságának befolyásolása nélkül.
- ^k A rendszer diagnosztikai cikluson belül.



?

Köszönöm a figyelmet.



Hazai alállomási EMC tevékenység



Az alállomási árnyékolás eszközei

Földelőháló:

- Frekvencia: főleg KÖF + NAF
- Hatásosság: anyag réz
⇔ acél
sűrűség $\Rightarrow$ javítható

Szívóvezető (PKK):

Szerepe: háló javítás

$\Rightarrow$ főleg KF + NF

kábel kompenzálás

$\Rightarrow$ csak KF

Kiváltható kábel árnyékolással!

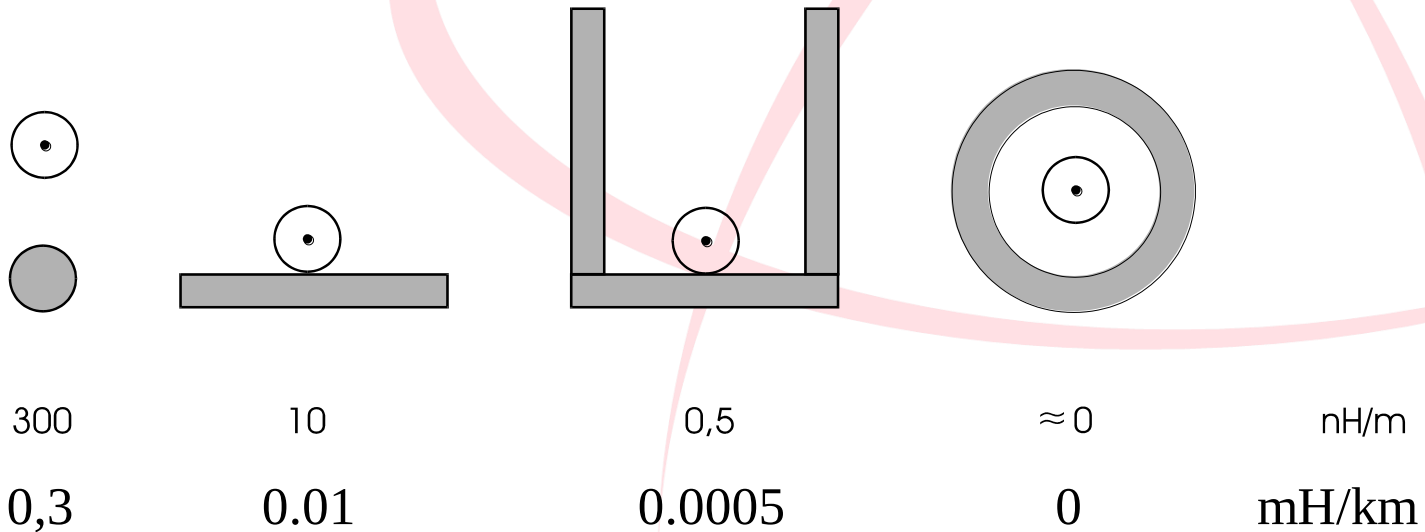
Kábel árnyékolás:

Szerepe: főleg árnyékolás, KÖF + NAF

potenciálkiegyenlítés is lehet $\Rightarrow ? \text{ mm}^2$

Különböző kialakítású árnyékolások

A hatásosságot jellemző transzfer induktivitás



Kábelárnyékolás típusok

No	Típus	Hatásosság	
		NF [dB]	KF
1	acélszalag (páncélzat) spirálisan, átlapolás nélkül tekercselve és kombinálva a villamos folytonosságot biztosító néhány réz vezetővel.	10-20	nem jav.
2	acélhuzal koszorú, spirálisan, 20 cm-nél nagyobb menetemelkedéssel tekercselve.	30-40	nem jav.
3	zárt rézhuzalkoszorú, nagy menetemelkedéssel spirálisan tekercselve és kombinálva 50% fedettséget biztosító, ellentétes irányban tekercselt rézszalaggal.	L_t	FV+ÁV
4	egyrétegű (vagy dupla) rézfonat nagy optikai fedettséggel (>80%)	>40	csatornába megerősítéssel
5	kétrétegű, ellenkező irányban átlapolással tekercselt rézszalag.	jó	merev
6	folyamatos árnyékolás fém cső (ólom vagy réz) formában vagy U alakú profil (acél vagy réz) borítás (nem spirál) formában átlapolással.	nagyon jó	SF ₆ is
7	többrétegű (ferromágneses anyagot tartalmazó) árnyékolások.	L_t kicsi	komb. föld

EMC tevékenység területei:

- Szekunder Rekonstrukciós Irányelvhez az EMC szempontok kidolgozása
- Új típusú, jó védőtényezőjű JM kábel
 - Konstrukciójának a kidolgozása,
 - Laboratóriumi és beépített körülmények közötti ellenőrzése
 - Alkalmazási feltételeinek a kidolgozása
- A szekunder rekonstrukcióba bevont alállomások EMC vizsgálata
 - JM kábelek árnyékolás vizsgálata, (az árnyékolás hatásosságára és termikus igénybevételre)
 - Mágneses erőter vizsgálat, szabadtéren és vezénylőben (monitor zavarás)
 - Reléházak árnyékolás vizsgálata
- Az eredmények publikálása



EMC szempontok kidolgozása

a Szekunder Rekonstrukciós Irányelvhez

- A védelmi és irányítástechnikai eszközök a nemzetközi előírásoknak *megfelelő zavartűrés*
- A digitális elvű mezőgépek, ill. védelmi berendezések a primer technológia) közelében létesített *reléházakba telepítése*
- *Fénykábeles összeköttetés* a digitális eszközök között
- A *reléház árnyékolása* megfelelő elektromágneses zavarok ellen
- A primer készülékek és a reléház közötti *JM kábelek megfelelő árnyékolása*



Új típusú szekunder (JM) kábelek

Árnyékolás-hatásosság vizsgálatok

- Laboratóriumi mérések, 50Hz – 10 kHz frekvencia tartományban
 - Felületi (transzfer és külső felületi) impedancia mérés
 - Védőtényező mérés
- Összehasonlító mérések alállomási környezetben
 - 50 Hz-es (sántaüzemi) árammal
 - Szakaszolási tranzienssel (csillapodó rezgéshullámmal)
 - Zavargenerátoros injektálással, a köpeny-föld(előháló) körbe:
 - Csillapodó rezgéshullámmal (1 MHz, 400 Hz ismétlődéssel)
 - Gyorstranziens / burst hullámmal (5/30 ns hullám, 15ms csomag. 300 ms ismétlődés)

Új típusú szekunder (JM) kábelek

Árnyékolás viszony
szakaszolási tranziensre

Árnyékolás típus		Árnyékolás-viszony
Hagyományos (felső jel)	Új (alsó jel)	Új Hagyományos
30x1.5	30x1.5 kit.	0.16
14x1.5	14x1.5 kit.+hézagos	0.5
4x1.5	4x2.5 kit.	0.1
30x1.5)	14x1.5 kit.	0.17

Új típusú szekunder (JM) kábelek

Árnyékolás-viszony tranziens zavargenerátor
csillapodó rezgés és burst jelére

Mért kábelek típusa		Zavarjel típusa	Árnyékolás viszony (új / hagyományos)
új	hagyományos		
30x1.5 z	30x1.5	1 MHz-es csillapodó rezgés	0,06
		Burst	0,18
4x2.5 z	4x1.5	1 MHz-es csillapodó rezgés	0,06
		Burst	0,18
14x1.5 z	30x1.5	1 MHz-es csillapodó rezgés	0,05
		Burst	0,13

Alállomások EMC vizsgálata

A vizsgálatba bevont alállomások:

- Felsőzsolca 400/120 kV
- Toponár 400/120 kV
- Hévíz 400/120 kV
- Ócsa 220/120 kV
- Oroszlány 220/120 kV

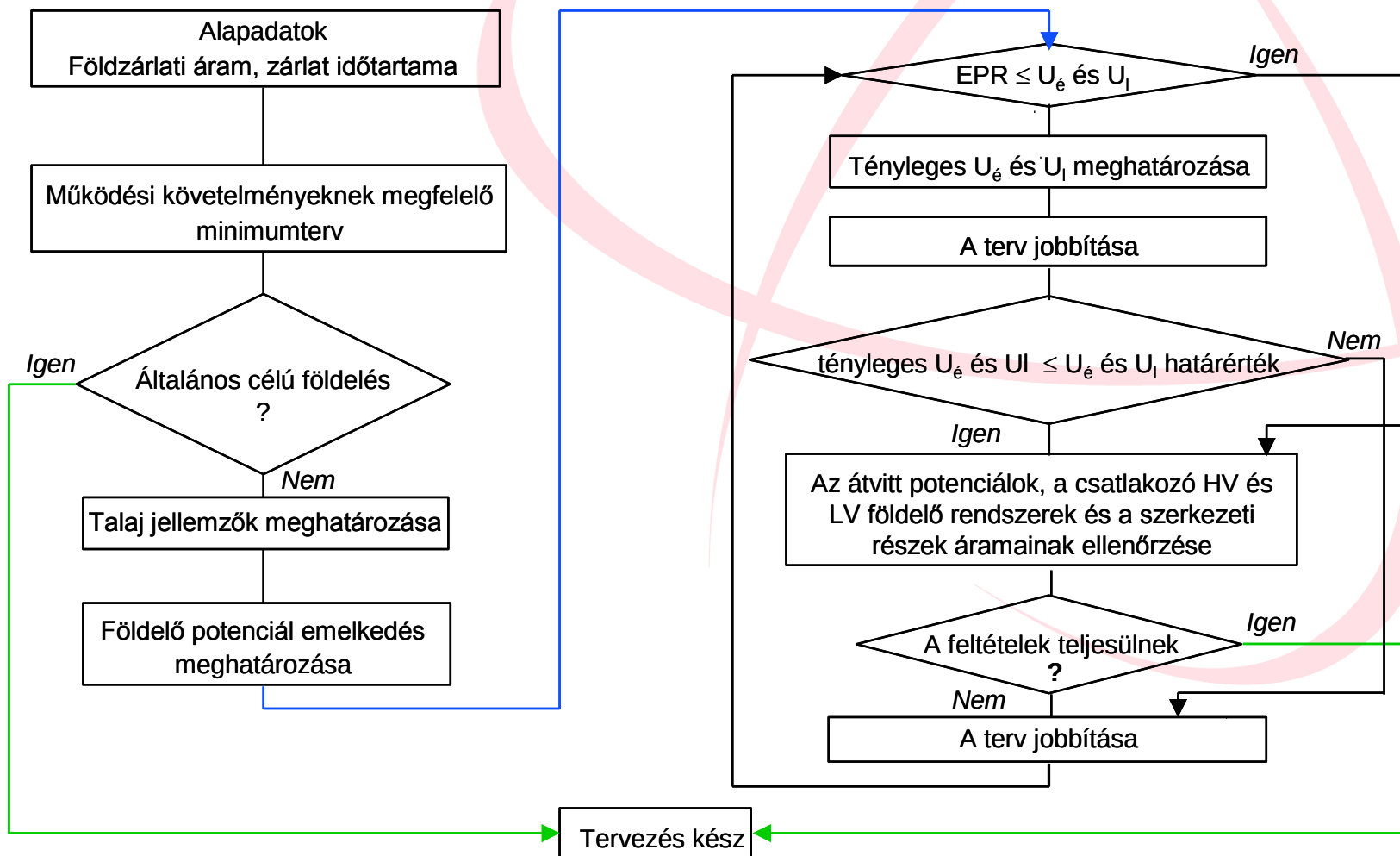
Alállomások EMC vizsgálata

JM kábelek árnyékolás vizsgálata

Vizsgálati lépések:

- Földelőháló FN rövidzárlati áraminjektálások meghatározása
- Földelőháló potenciál vizsgálat, (különböző FN zárlati áraminjektálási helyekre)
- JM kábel-árnyékolások megfelelőségének ellenőrzése viszonylatonként (közös-módusú feszültség és árnyékolás áram alapján)

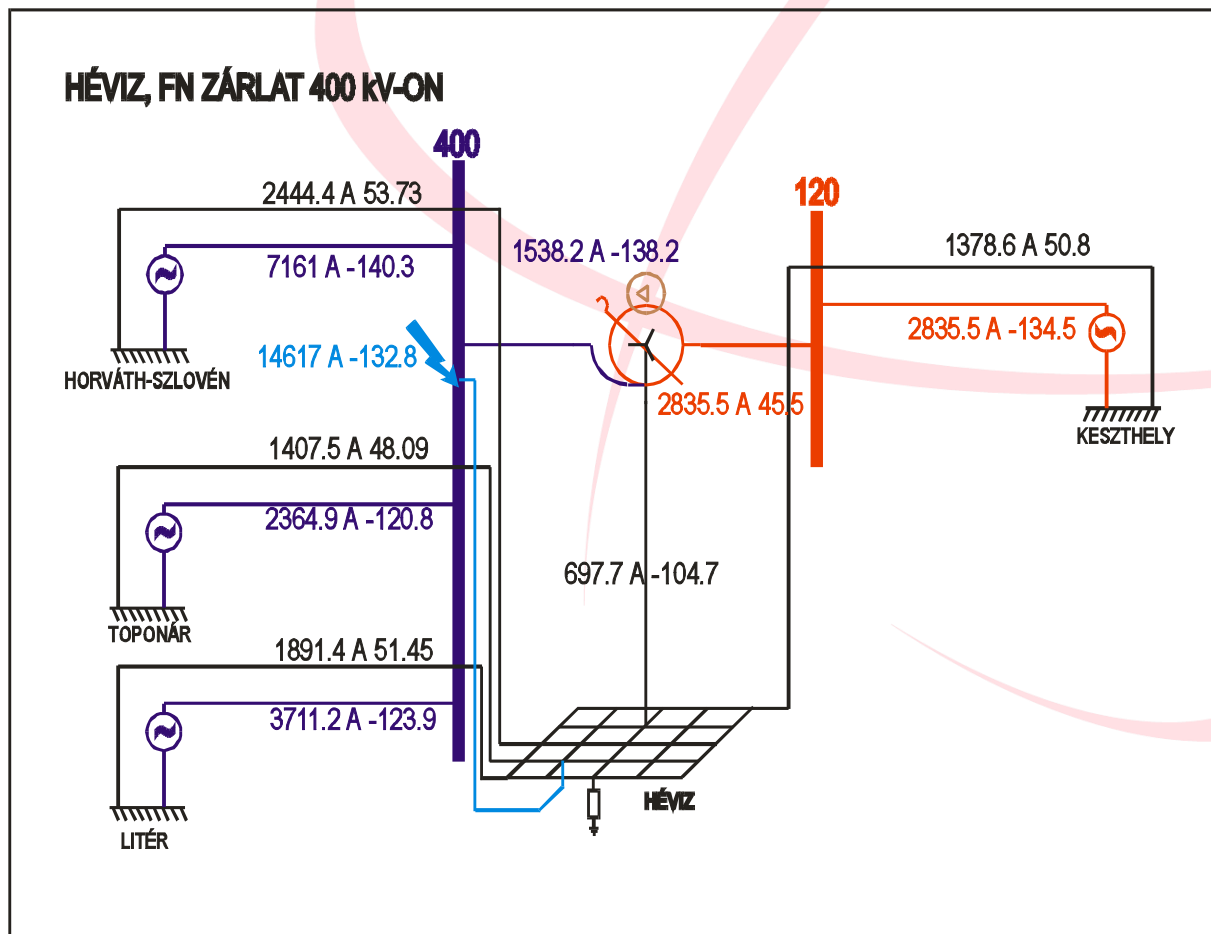
Alállomási földelőrendszer tervezésének menete



Alállomások EMC vizsgálata

JM kábelek árnyékolás vizsgálata

Áraminjektálási kép

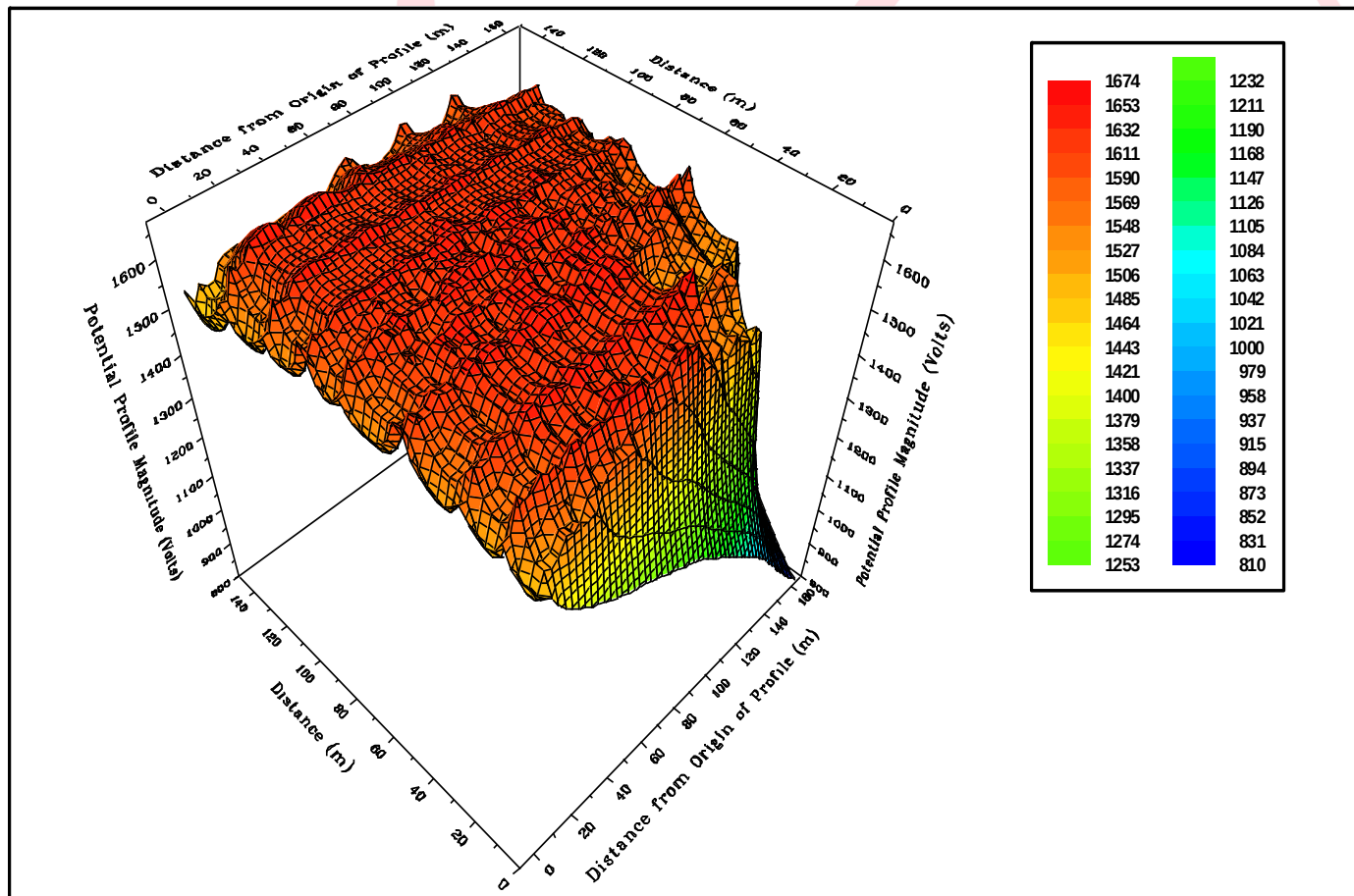


Alállomások EMC vizsgálata

JM kábelek árnyékolás vizsgálata

Földelőháló potenciál

120 kV zárlat hatására (Ócsa, 16 Ω -os csillagponti fojtóval)

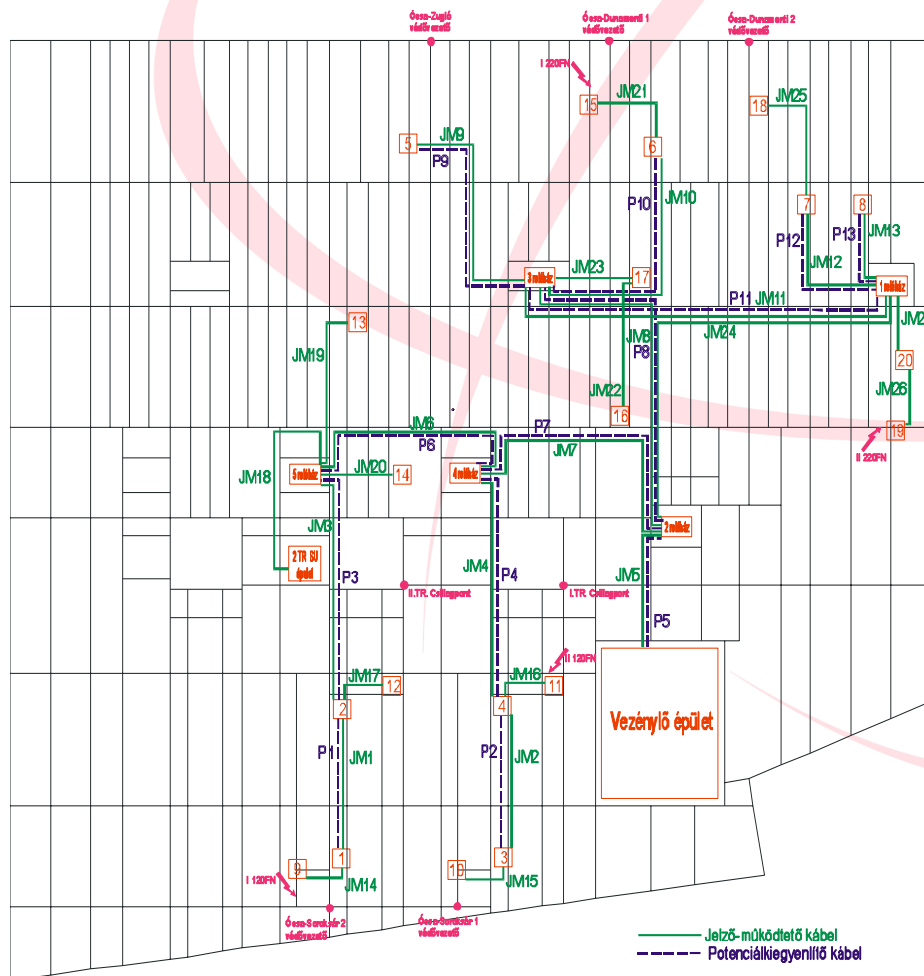


Alállomások EMC vizsgálata

JM kábelek árnyékolás vizsgálata

Közös-módusú feszültség és árnyékolás áram

A földelőháló rajza és a vizsgált potenciálkiegyenlítő és JM kábel viszonylatok



Alállomások EMC vizsgálata

Mágneses erőter vizsgálata

Vizsgált üzemállapotok

Normál üzemi

3F zárlati

FN zárlati

A vizsgált környezetek:

1. Az alállomási szabadtér teljes területe
(1.5 m-es magasságban, 3D és szintvonalas eredmények)
2. A vezénylő épület teljes területére
(padlószinttől számított 1 m-es magasságban, 3D eredmények)
3. A vezénylő épület egy kiválasztott vizsgált területére
(padlószinttől számított 1 m-es magasságban, 3D eredmények)

Alállomások EMC vizsgálata

Mágneses erőter vizsgálata

Értékek a Hévíz alállomásra

Vizsgált állapotok	Legnagyobb eredő mágneses tér [μT]		
	Vizsgált környezet		
	Alállomási szabadter	A vezénylő teljes területe	A vezénylő kijelölt része
Normál üzem	8	2,1	1,15
3F zárlat	119	83	58
FN zárlat	260	230	187

Egyéb alállomási EMC vizsgálatok

- 10 kV-os kapcsolóállomások mágneses tér vizsgálata
(fojtótekercs környezetében)
- Relészekrény mágneses árnyékolás vizsgálata
- Védelmi és automatikai készülékek mágneses térrel szembeni zavartűrési vizsgálata
- SF₆ állomás NF sugárzott zavarkibocsátása és csillapítás-viszonyok

10 kV-os kapcsolóállomások mágneses tere

Erőtér térképezési eljárás



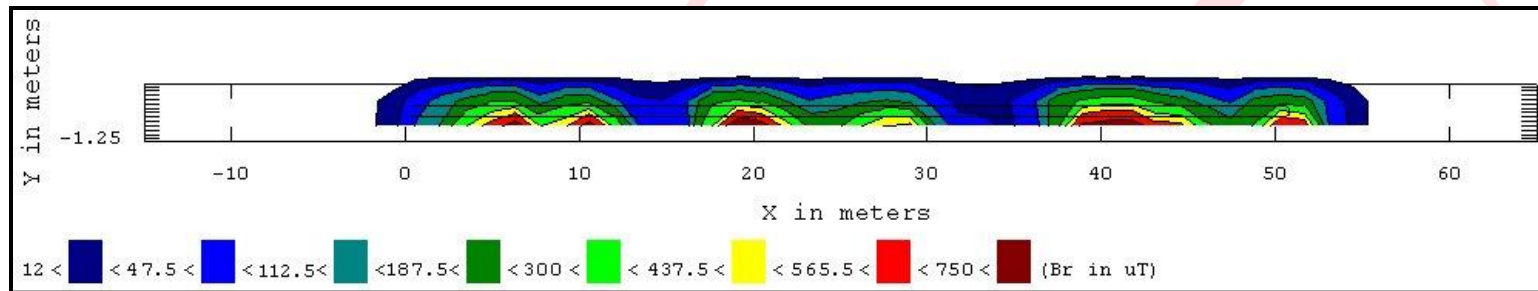
Field Star 1000 mágneses térképező
“fiáker”



Field Star 1000
vezető vályú

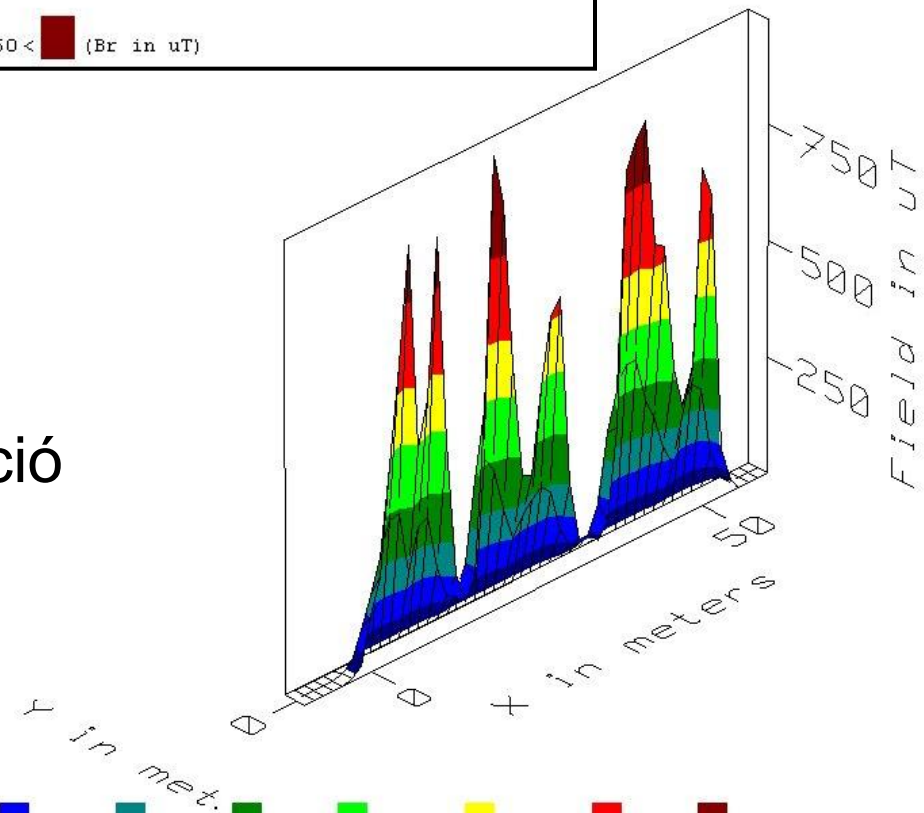
10 kV-os kapcsolóállomások mágneses tere

Erőtér a cellák mögötti folyosó mentén



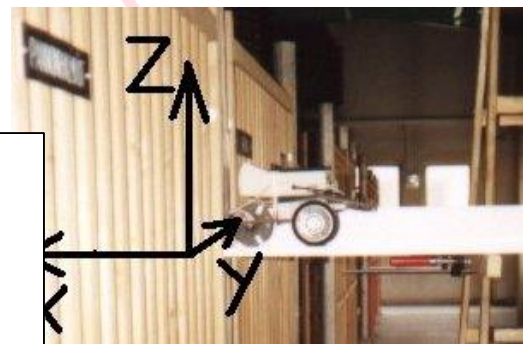
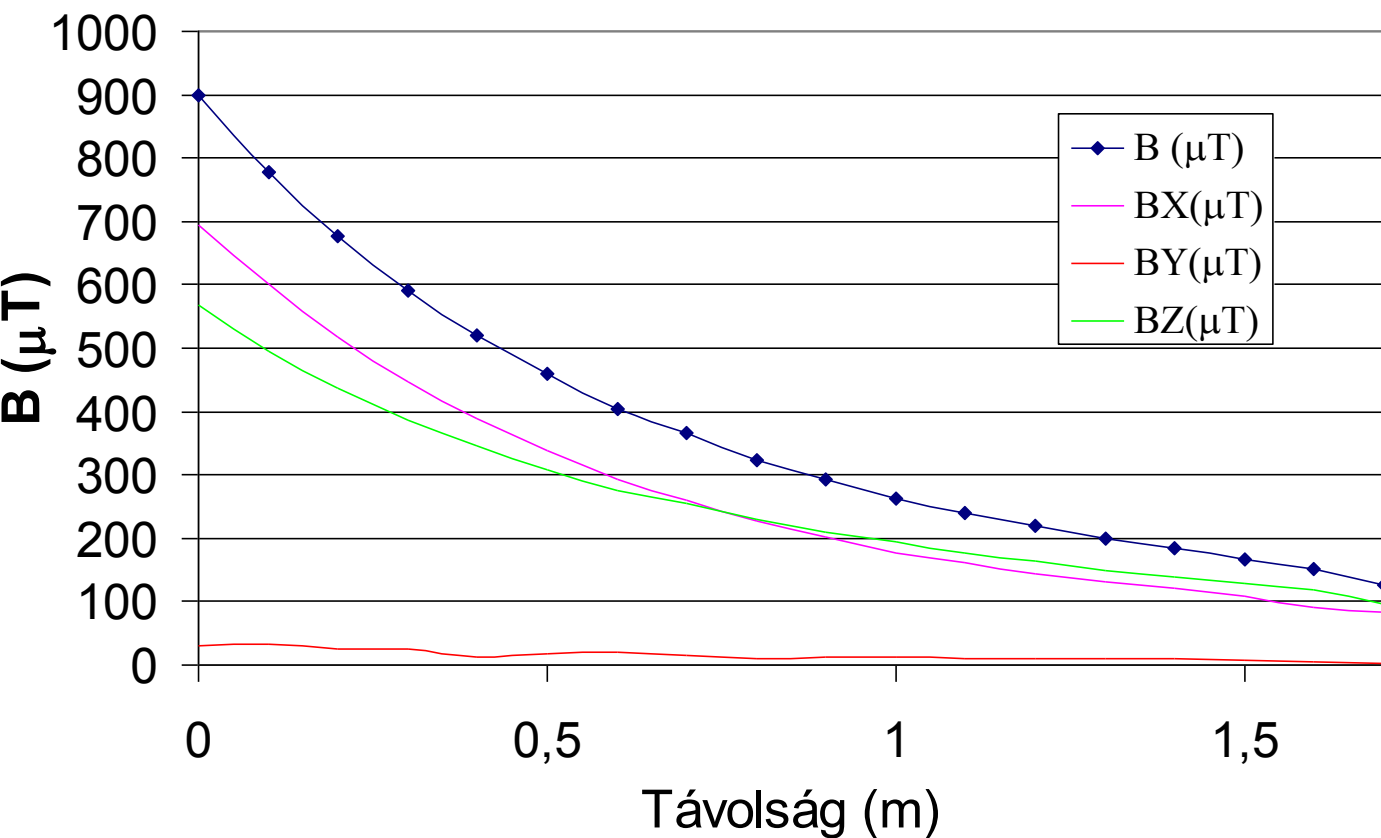
2D szintvonalas B
térkép

3D indukció
térkép



10 kV-os kapcsolóállomások mágneses tere

B tér összetevői fojtó cella mögött a folyosóra merőlegesen (153 cm magasságban)

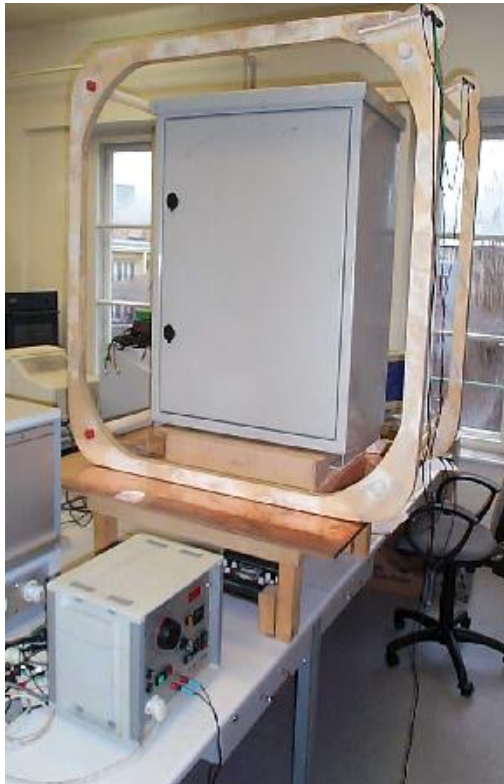


Koordináta
irányok

Relészekrény mágneses árnyékolás vizsgálata

Szabványos indukáló tekercsek

Kisáramú tekercs



Nagyáramú indukáló tekercs



Relészekrény mágneses árnyékolás vizsgálata

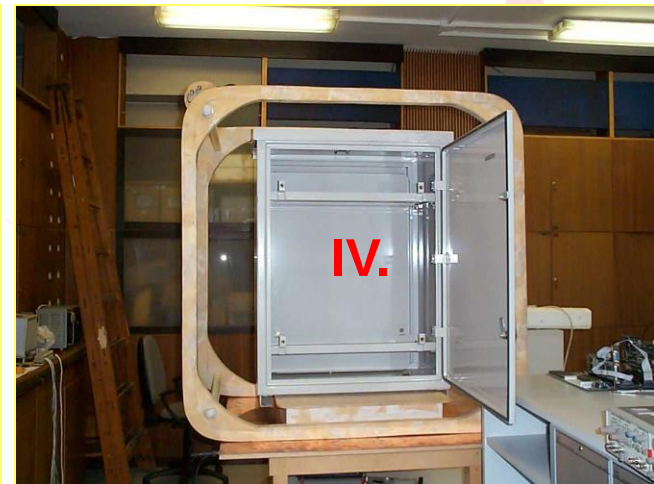
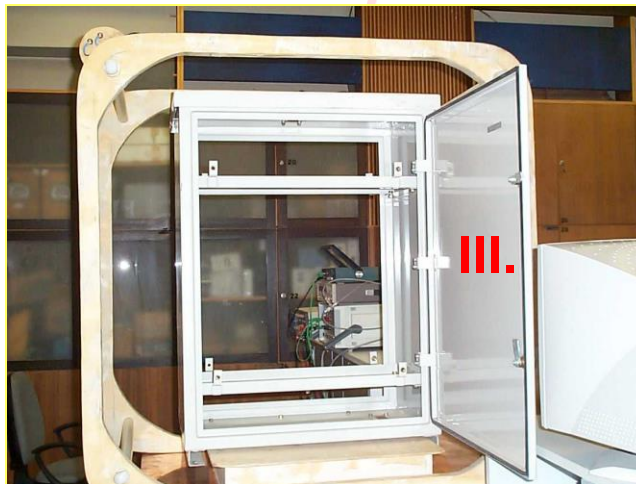
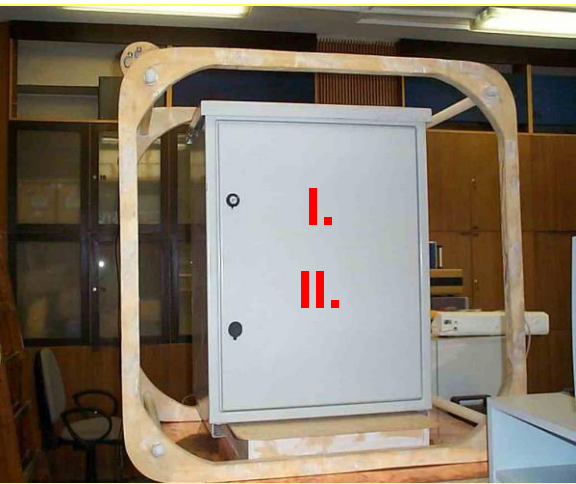
Vizsgálati változatok

I. Zárt ajtókkal
szerelőlemez
nélkül

II. Zárt ajtókkal
kétoldali szerelő
lemezekkel

III. Nyitott ajtókkal
szerelőlemez
nélkül

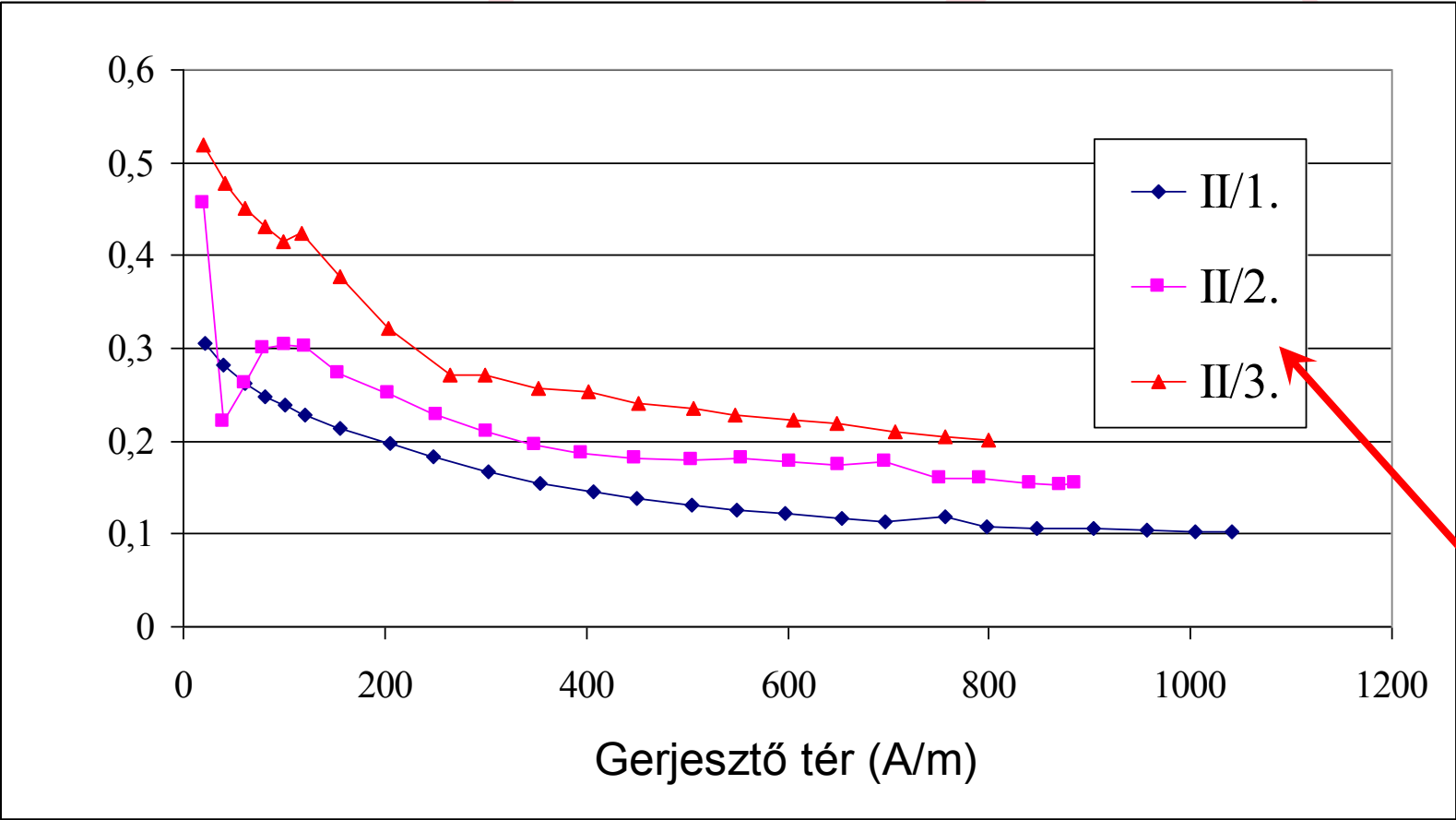
IV. Elöl nyitott
ajtó és nincs
szerelőlemez
).



Relészekrény mágneses árnyékolás vizsgálata

Mágneses árnyékoló-tényező

Zárt ajtók, két szerelőlappal



A görbe paramétere a vizsgált erőter azonosítója

Hazai alállomási EMC tevékenység

Publikációk

- [1] *Szilágyi Ferenc*: Árnyékolt kábelek alaphálózati alállomások szekunder rekonstrukciójához. ERŐTERV Közlemények 35. 1997, pp 71-75.
- [2] *Varjú, Gy, Nemeth, J.* "Mitigation of power frequency magnetic field emission of generator bus-bar", Proc. of the Roma EMC'98 Int. Symposium on Electromagnetic Compatibility, Sept 14-18, 1998, pp.139-144
- [3] *Gy. Varjú, F. Szilágyi, J. Németh*, "Mitigation of EMI in High Voltage Substation Environment with Improved Screening Effectiveness", Proc. of the 3rd International Conference on Power Systems Transients, Budapest June 20-24, 1999. pp 329-334.
- [4] *Varjú Gy., Németh J.*, „A nagyfeszültségű alállomásokba telepített reléházak mágneses térrel szembeni árnyékoláshatásosságának vizsgálata”, BME Villamosművek Tanszék kutatási jelentése, 1999. október , 1 – 48 old.
- [5] *Varjú György, Szilágyi Ferenc*: „Jelzőkábelek árnyékolásjellemzőinek meghatározása esettanulmány alapján, CDEGS szoftver segítségével”. ERŐTERV Közlemények 37., 1999., pp. 67-75.

Folytatódik



Hazai alállomási EMC tevékenység

Publikációk

folytatás

- [6] *Varjú Gy.*, “Földelőháló potenciál, lépésfeszültség és szekunder kábelezés EMC megfelelőségének vizsgálata”, BME Villamosművek Tanszék kutatási jelentése, 2000. április, 1-65. old.
- [7] *M. Ianoz; D. Tabara; P. Zweuacker, Gy. Varju*, „Assessment of the Field Radiated by a GIS in AN Urban Environment”, Proc. of the COST 261 Workshop on “Protection in complex and distributed systems including railways”, pp.11.
- [8] *J. Németh, Gy. Varju*, „EMC Design of Sub-station Earthing Grid Considering Potential Rise, Step Voltage and Wiring of the Secondary Systems”, Proc. of the COST 261 Workshop on “Protection in complex and distributed systems including railways”, BUTE, Budapest June 3-5, 2002, pp.18.
- [9] *M. Danyek, P. Handl, Gy. Varju*, „Measuring and mitigation of magnetic field, stressing protection devices in the environment of 10 kV reactor cells”, Proc. of the COST 261 Workshop on “Protection in complex and distributed systems including railways”, BUTE, Budapest June 3-5, 2002, 8 old.
- [10] *I. Berta, Gy. Varju, J. Németh*, “Mitigation of Magnetic Fields in Office Buildings Originated from the Low Voltage Power Supply”, Proc. of the COST 261 Workshop on “Protection in complex and distributed systems including railways”, BUTE, Budapest June 3-5, 2002, 24 old.



Nemzetközi előírások

- *UNIPEDÉ specifikáció,*
"Erőművek és alállomások automatikai és irányítástechnikai berendezéseire",
EMC immunity requirements, UNIPEDÉ NORM(SPEC)13,
January 1995
- *CIGRE Guide No.124,*
"EMC irányelvek erőművekre és alállomásokra",
Working Group 36.04, September 1997.
- *IEC 61000-6-5,*
"Zavartűrési erőművi és alállomási környezetekre"
EMC Generic standard (2001-07);
- *IEC 61000-5-2; 1997,*
"Földelés és kábel létesítés"
Installation and mitigation guidelines



Összefoglaló megállapítások:

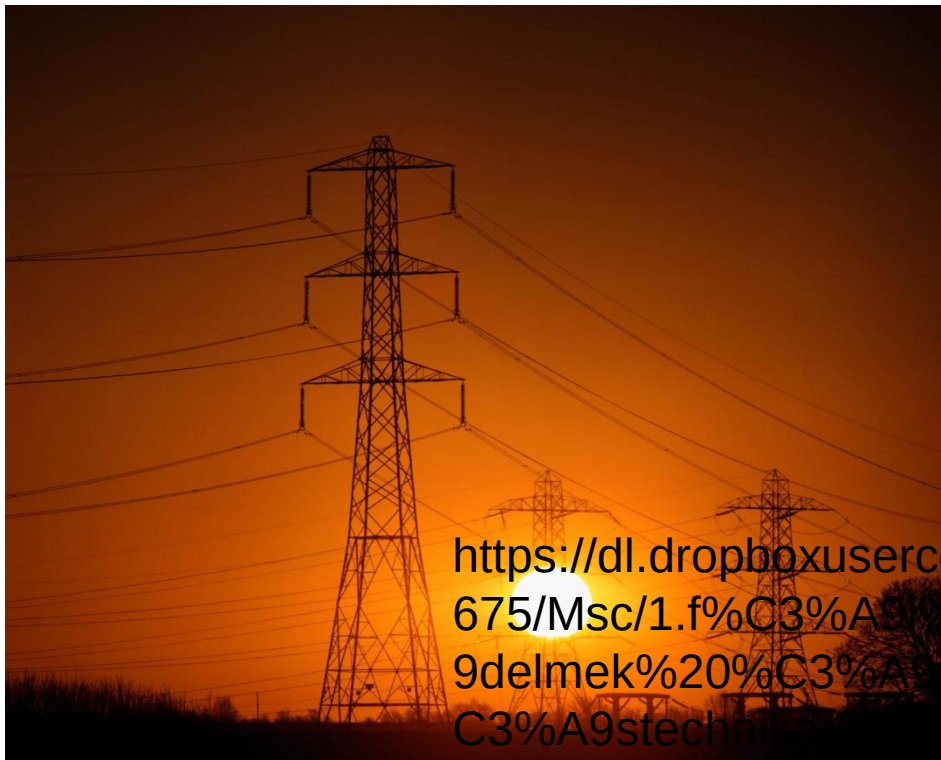
- Az alállomási EMC területén igen kiterjedt kutatások folytak az elmúlt évtizedben
- Az eredmények alapján nemzetközi irányelvek és szabványok jelentek meg, főképpen a zavartűrés követelményekre
- A nemzetközi eredmények megfelelően integrálódtak a hazai gyakorlatba
- Egyes területeken új hazai eredmények születtek
- A hazai eredményeknek megfelelő visszacsatolása és publikálása van



?

Köszönöm a figyelmet.





Relévédelmi, automatika rendszerek

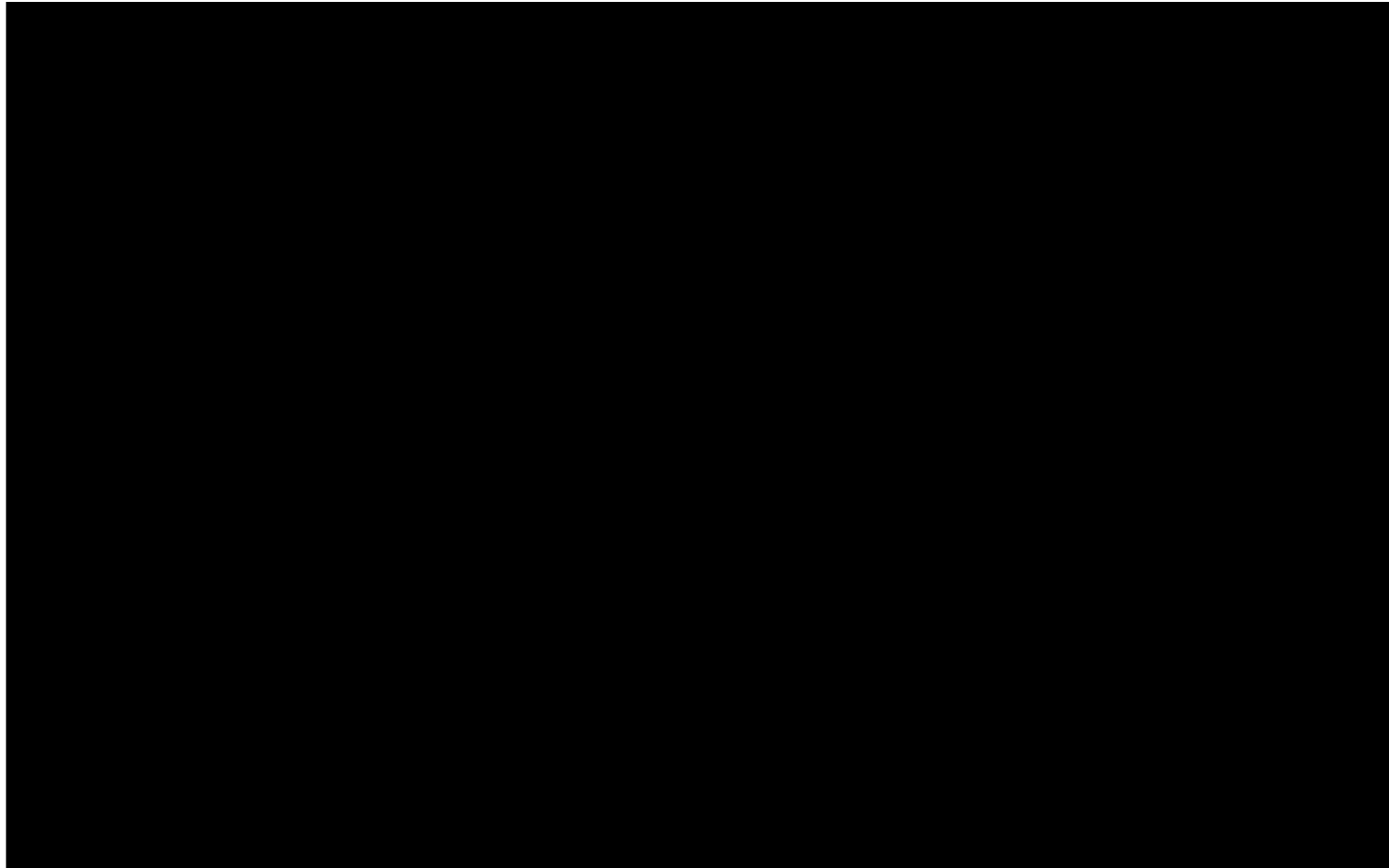
<https://dl.dropboxusercontent.com/u/52373675/Msc/1.f%C3%A9l%C3%A9v/V%C3%A9delmek%20%C3%A9s%20m%C3%A9r%C3%A9stechnika%20VEDAUT%20vizsgak%C3%A9rd.pdf>

ZERÉNYI József

**MAVIR Zrt. - Rendszerirányítási Igazgatóság
(zerenyi@mavir.hu, 06-20-929-4570)**

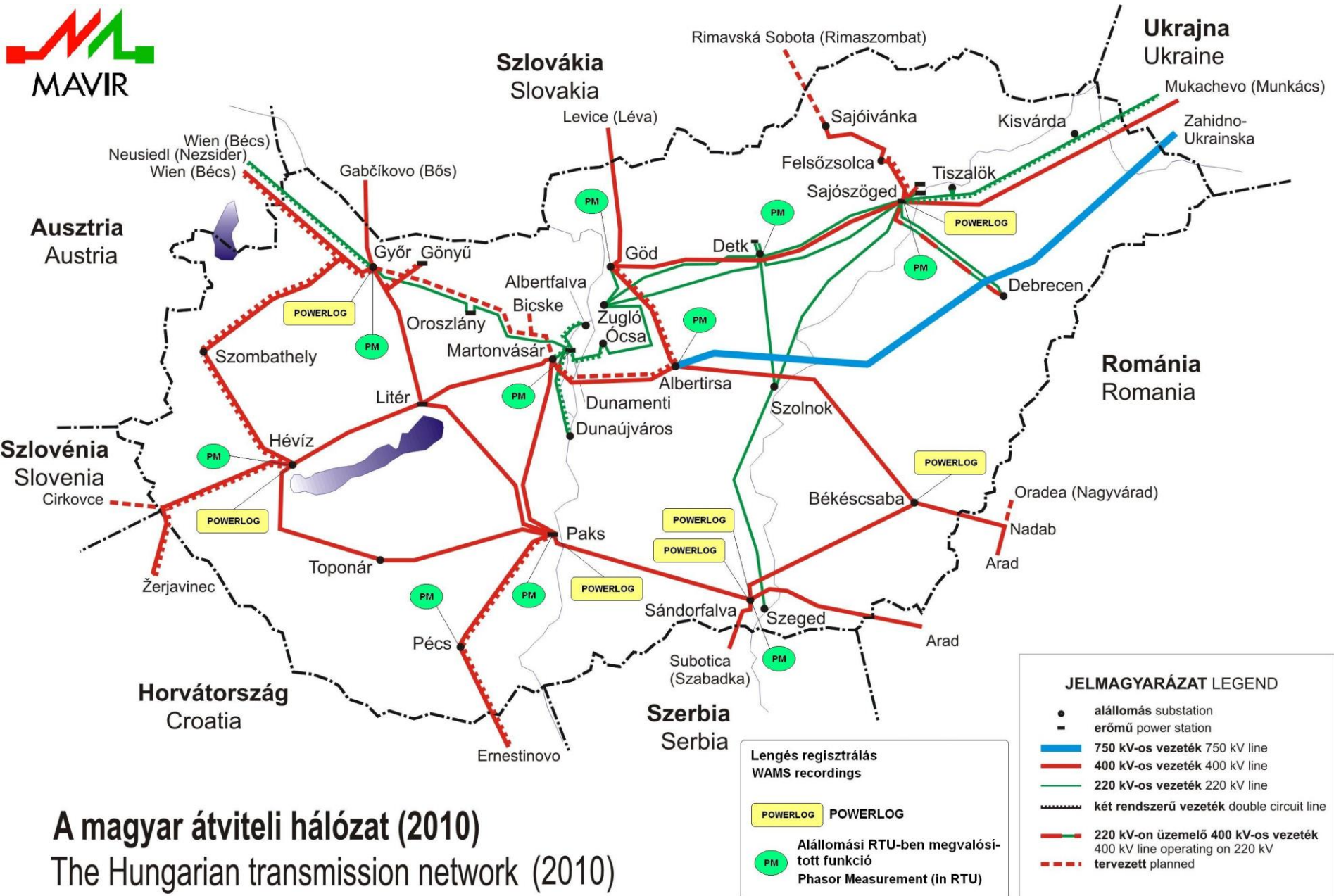


Mottó: Ha villany nincs – semmi sincs!



**AZ INFORMATIKA ÉS A TÁVKÖZLÉS JÖVŐJE A MEGBÍZHATÓ
VILLAMOS ENERGIA SZOLGÁLTATÁS NÉLKÜL**

A magyar átviteli hálózat



A magyar átviteli hálózat (2010)
The Hungarian transmission network (2010)

A VER-ben fellépő zárlatok, hibák, üzemzavarok hatásai:

- zárlati áram dinamikus hatásai miatti készülék sérülések
- zárlati áram hőhatása miatti készülék sérülések
- rendszer stabilitásának elvesztése
- energiaszolgáltatás, -termelés kiesése
- élőlények veszélyeztetése

Relévédelmi rendszerrel szemben támasztott általános követelmények:

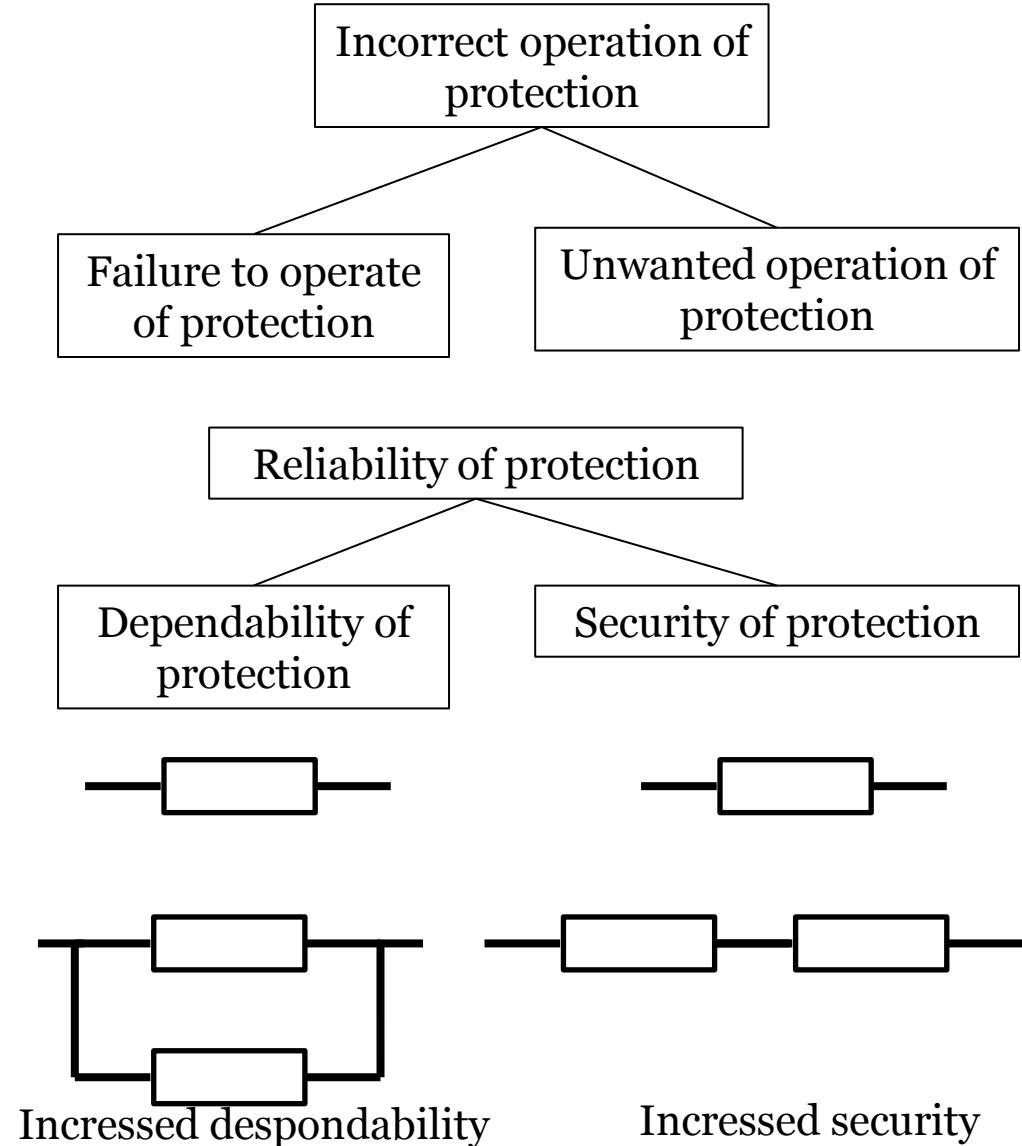
- **Szelektivitás** (idő- és beállítási áram lépcsőzés, irányérzékelés, amplitúdó és fázis összehasonlítás, irány összehasonlítás – jelátvitel)
- **Megbízhatóság** (reliability)
 - Biztonságos működés** (dependability, responsibility, security)
 - Rendelkezésre állás** (availability) (magas műszaki színvonal, redundáns kiépítés, gondos üzembe helyezés, állandó üzemfelügyelet)
- **Gyorsaság** (villamos ív: $c \cdot I^2 \cdot R \cdot t = c' \cdot I^{0,6} \cdot t$, stabilitás)
- **Érzékenység** (relatíve kis mértékű analóg jel változás érzékelése)

Figure 448-1 – Reliability of protection

IEC 50(448)

**Nemzetközi
Elektrotechnikai
Szótár**

**448. Fejezet:
Power system
protection**



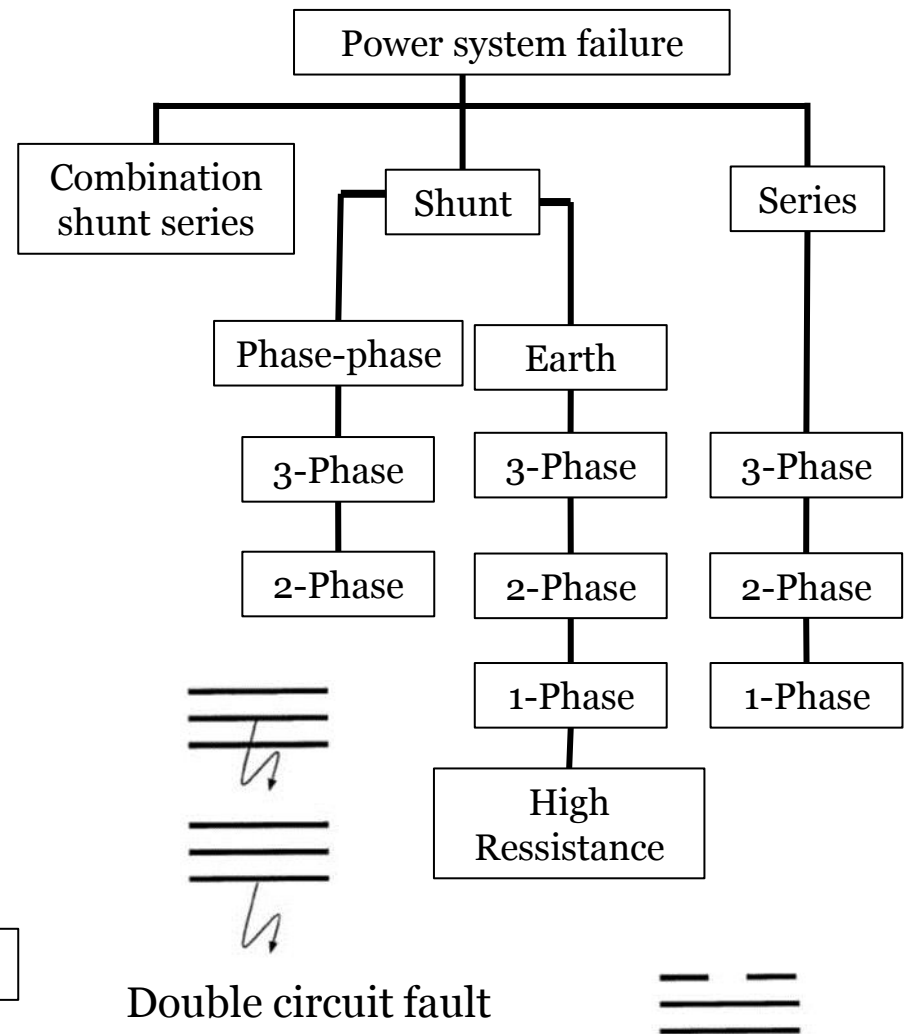
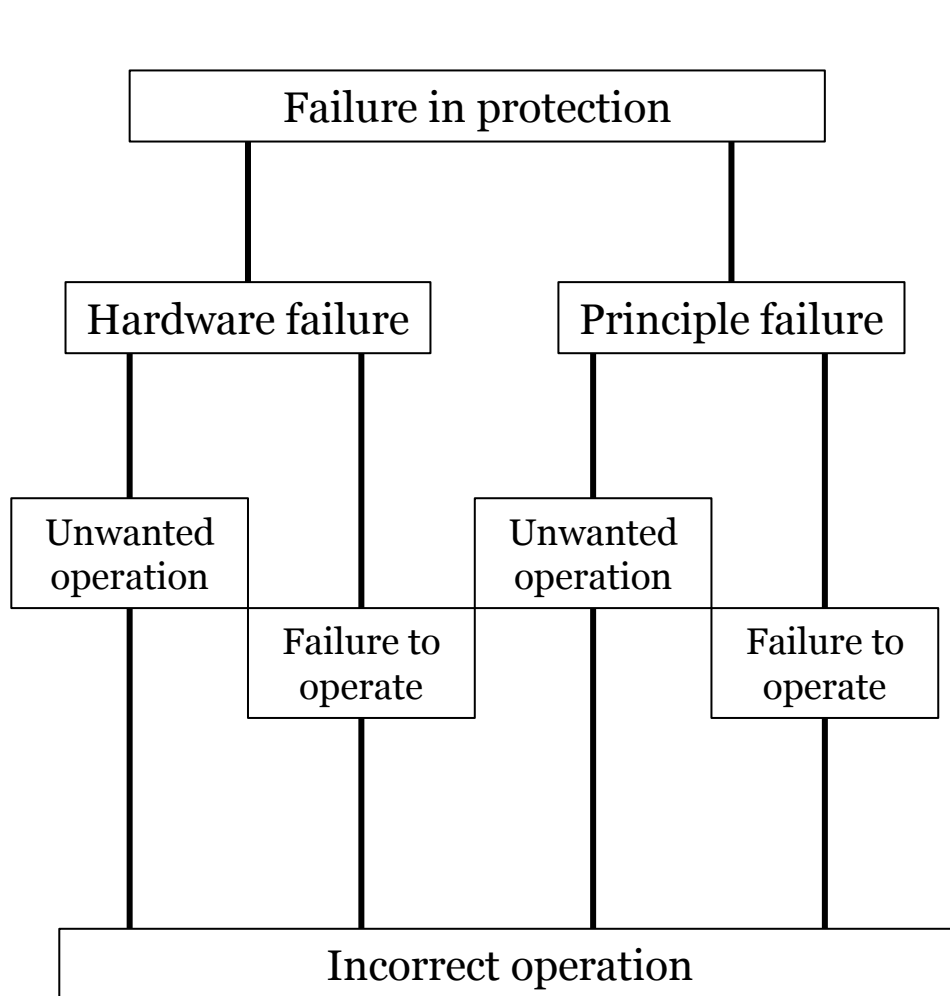
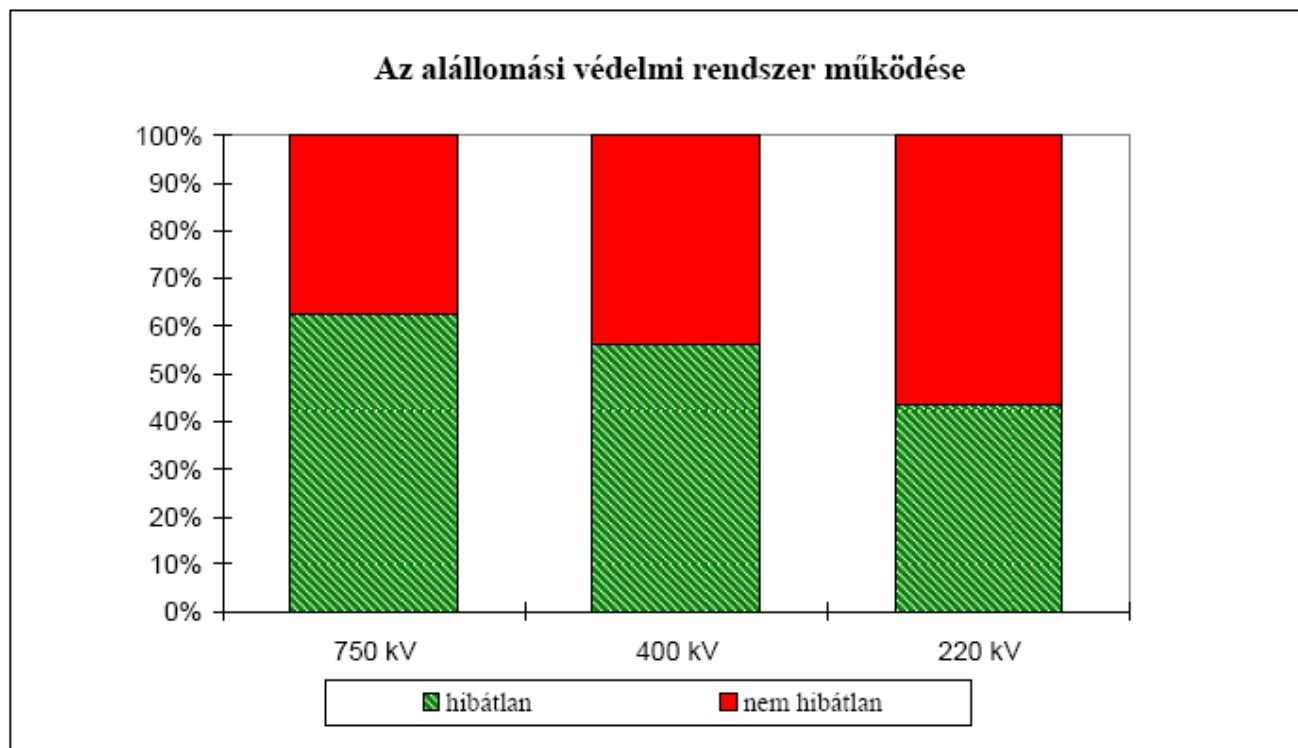


Figure 448-2

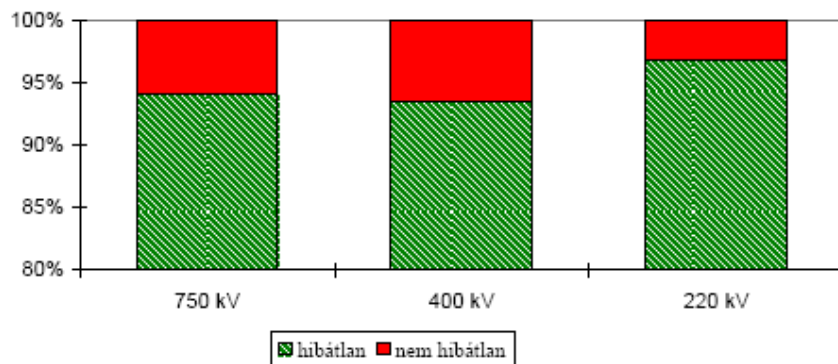
Single-phase
series fault

1983 - 2010	Az alállomási védelmi rendszer működése				
Feszültség szint	A működést kiváltó okok száma	Hibátlan működések		Nem hibátlan működések	
		száma	%	száma	%
750 kV	8	5	63%	3	38%
400 kV	107	60	56%	47	44%
220 kV	104	45	43%	59	57%

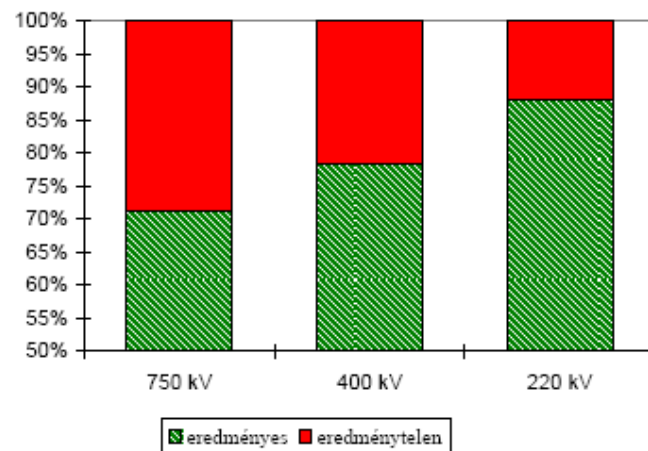


1983-2010		A távvezeték védelmi rendszer működése							
Feszültség szint	A működést kiváltó okok száma	Hibátlan működések		Nem hibátlan működések		Az automatikus visszkapcsolás			
		száma	%	száma	%	eredményes		eredménytelen	
						db	%	db	%
750 kV	51	48	94%	3	6%	27	71%	11	29%
400 kV	728	680	93%	48	7%	522	78%	145	22%
220 kV	1509	1460	97%	49	3%	1307	88%	180	12%

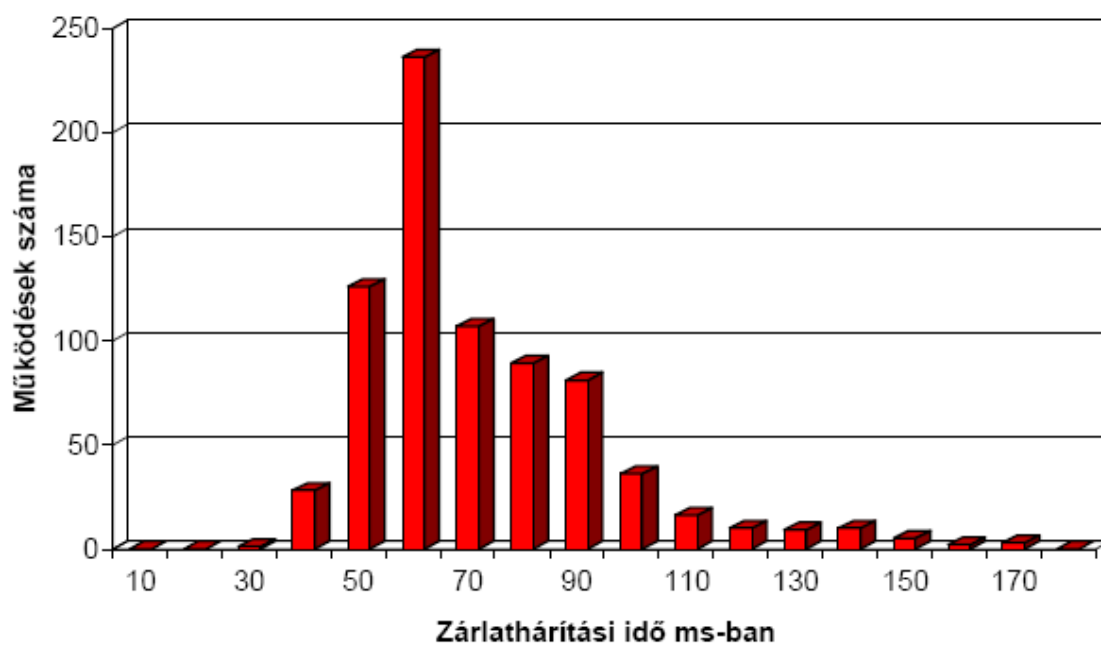
A távvezeték védelmi rendszer működése



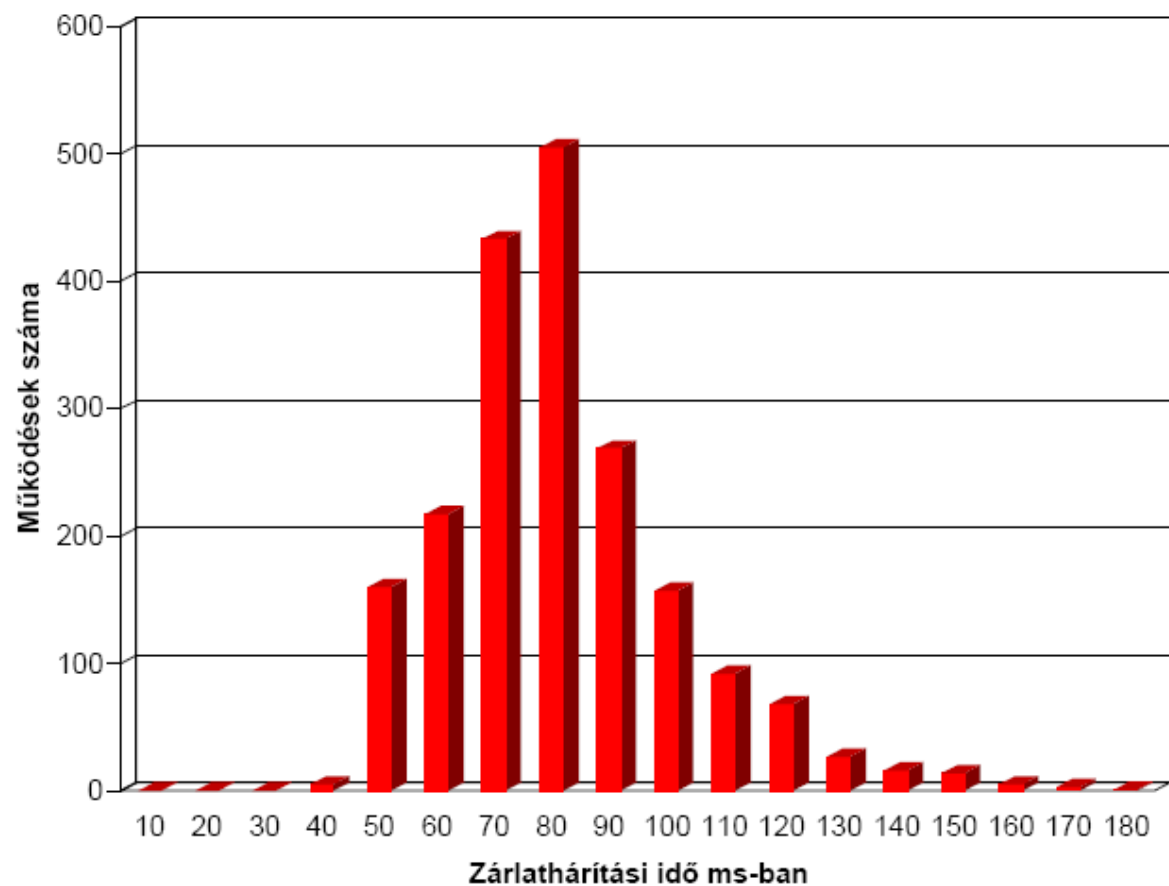
Az automatikus visszkapcsolások eredményessége



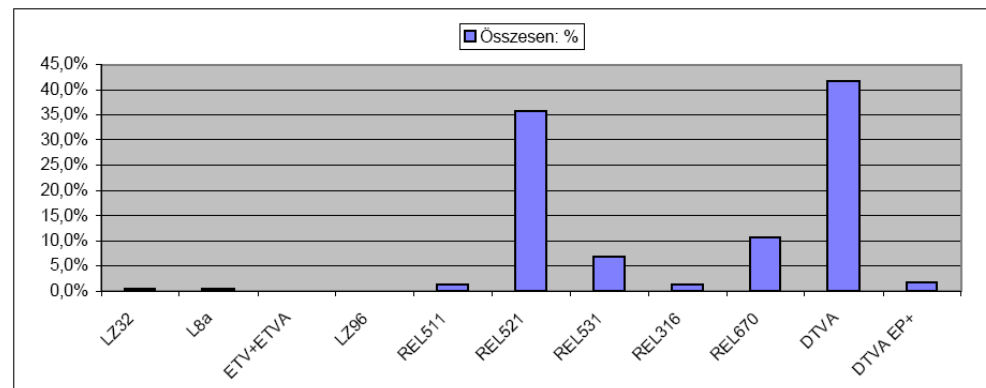
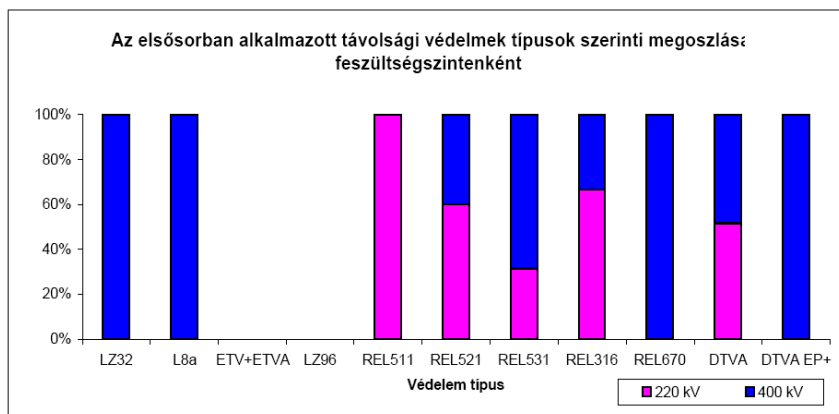
Zárlathárítási idők a 400 kV-os távvezetéseken 1995-2010



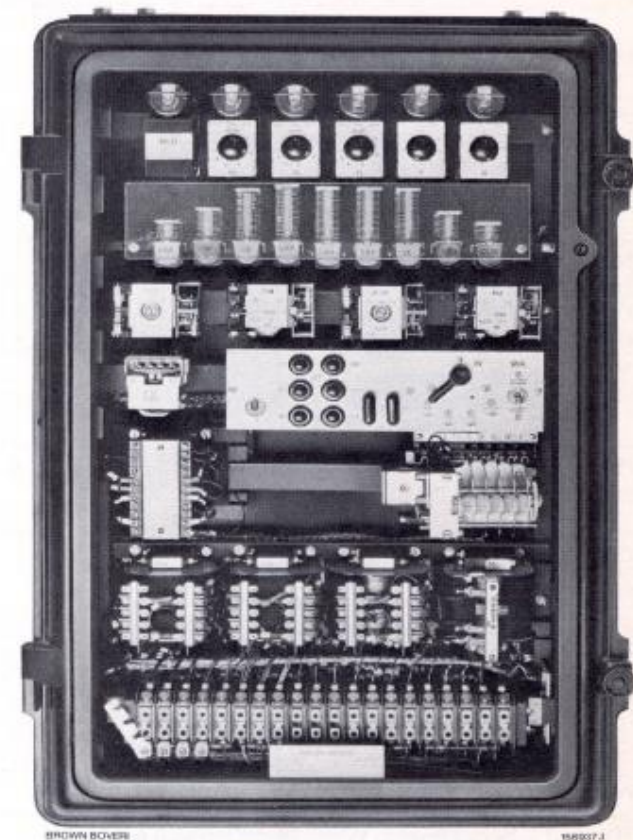
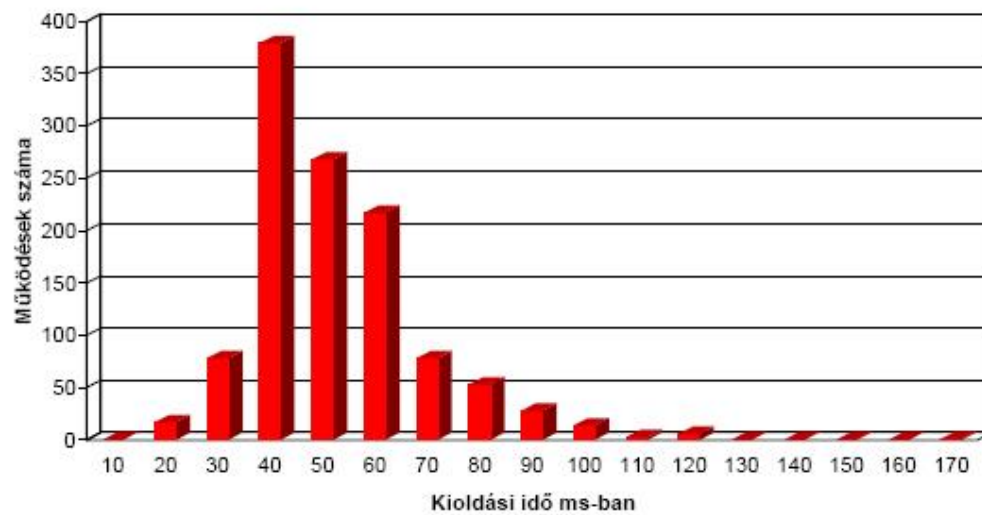
Zárlathárítási idők a 220-kV-os távvezetéseken 1995-2010



Védelem típus	220 kV-on	400 kV-on	Összesen: db	Összesen: %
LZ32	0	1	1	0,4%
L8a	0	1	1	0,4%
ETV+ETVA	0	0	0	0,0%
LZ96	0	0	0	0,0%
REL511	3	0	3	1,3%
REL521	51	34	85	35,9%
REL531	5	11	16	6,8%
REL316	2	1	3	1,3%
REL670	0	25	25	10,5%
DTVA	51	48	99	41,8%
DTVA EP+	0	4	4	1,7%
Összesen:	112	125	237	100,0%

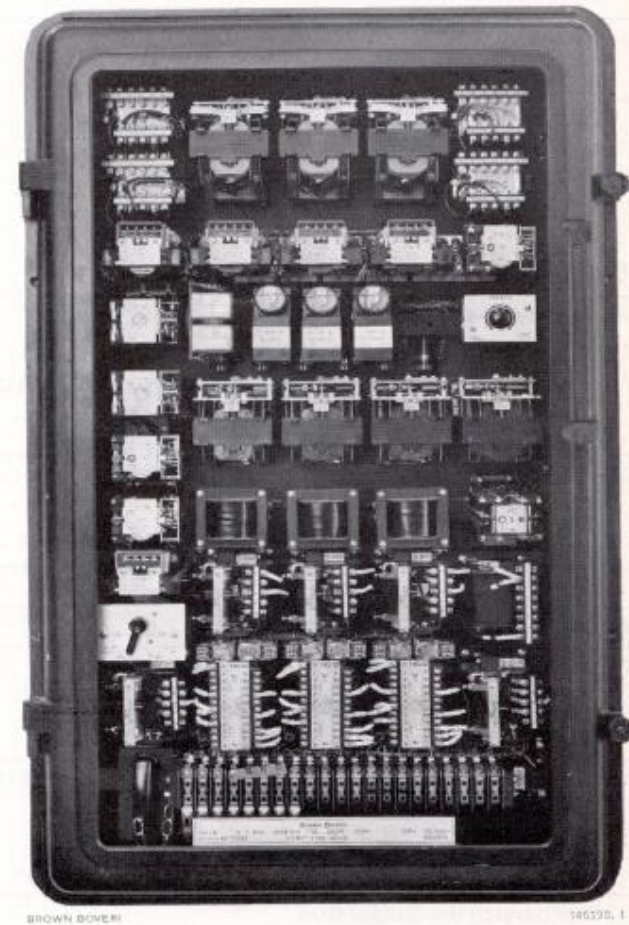
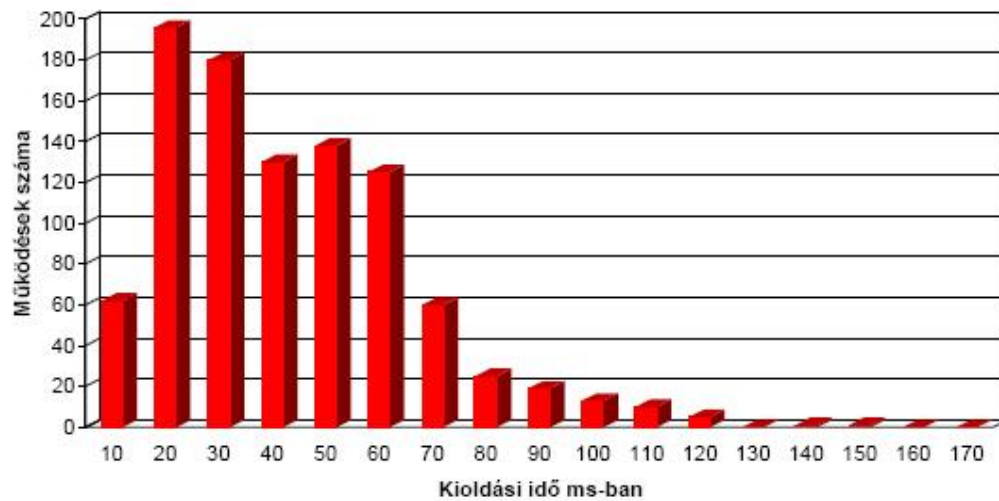


**LZ32 típusú távolsági védelmek kioldási ideje a 220-400 kV-os
távvezetéseken 1995-2010**



LZ32

L8a típusú távolsági védelmek kioldási ideje a 220-400 kV-os
távvezetéseken 1995-2010

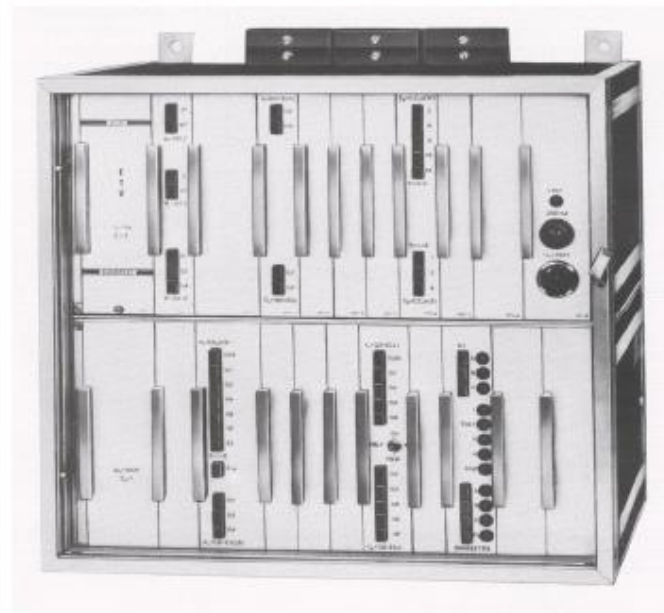
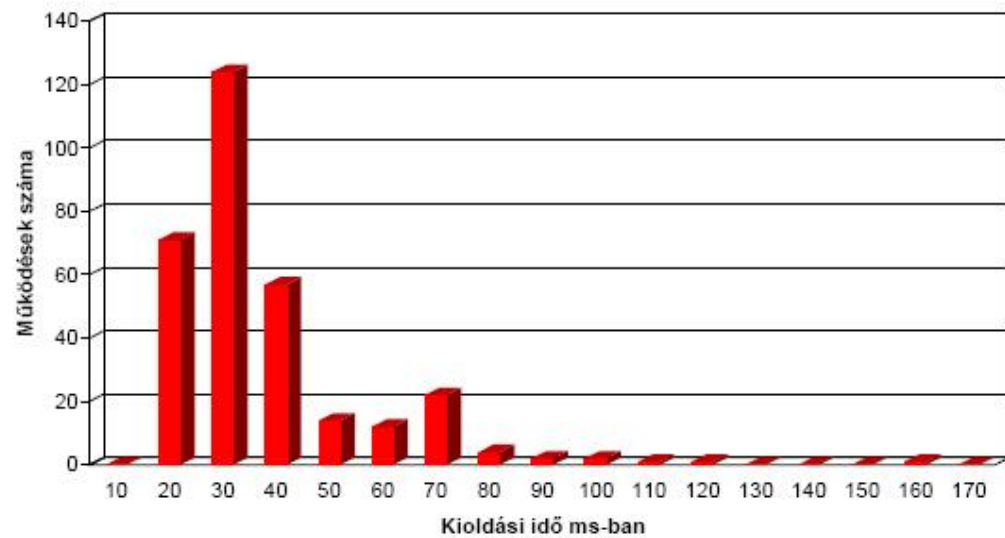


BROWN BOVERI

146130, 1

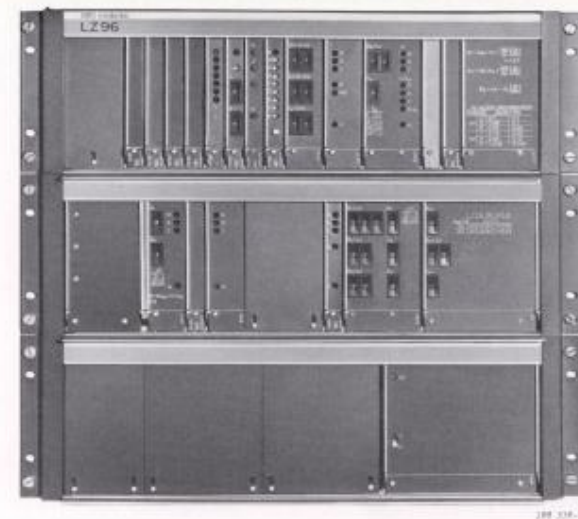
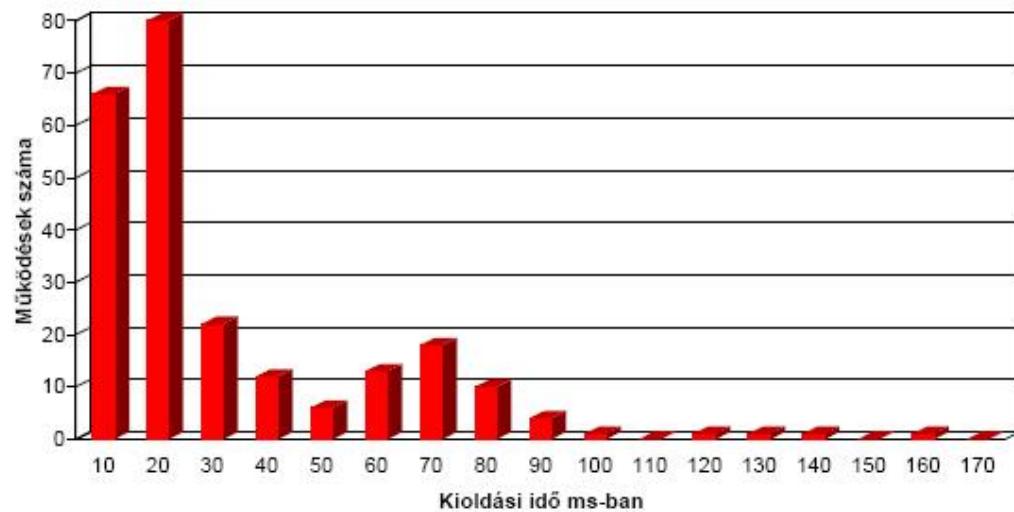
L8a

**ETV típusú távolsági védelmek kioldási ideje a 220-400 kV-os
távvezetéseken 1995-2009**



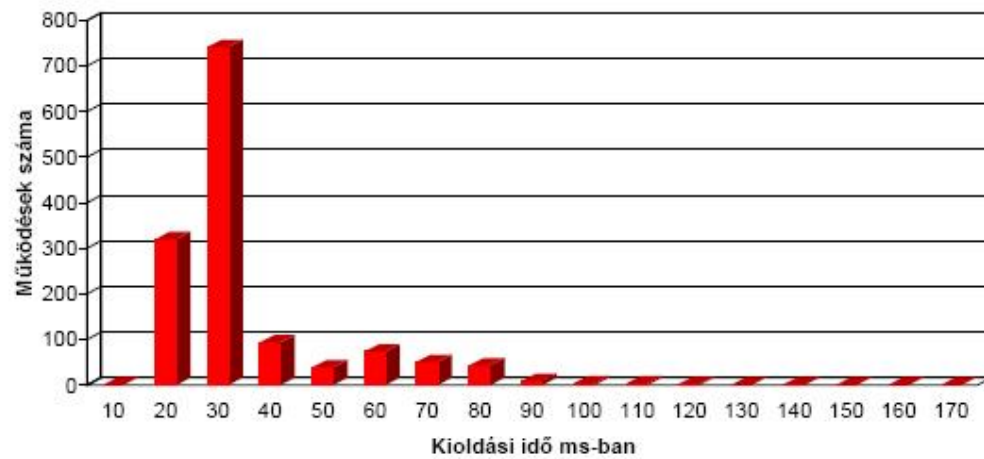
ETV

LZ96 típusú távolsági védelmek kioldási ideje a 220-400 kV-os távvezetéseken 1995-2007



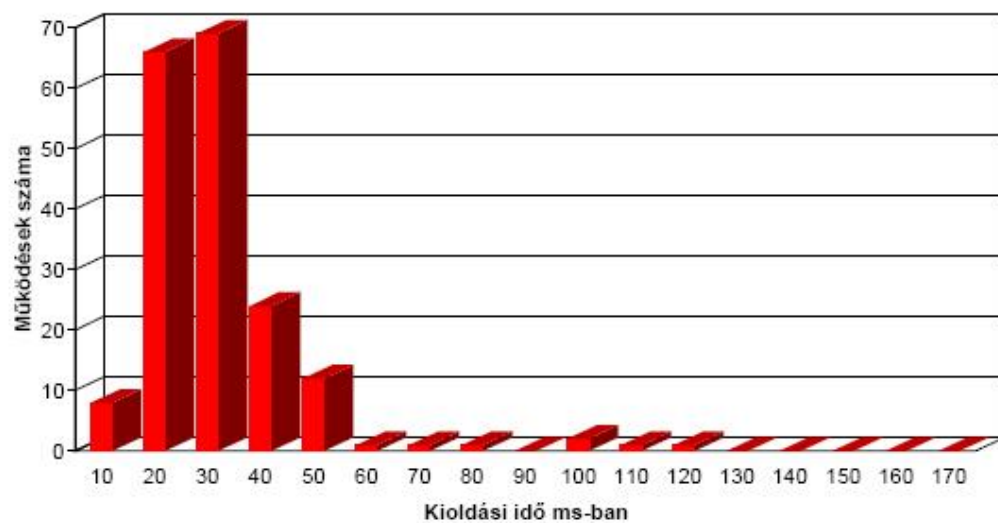
LZ96

REL521 típusú távolsági védelmek kioldási ideje a 220-400 kV-os távvezetéseken 1995-2010



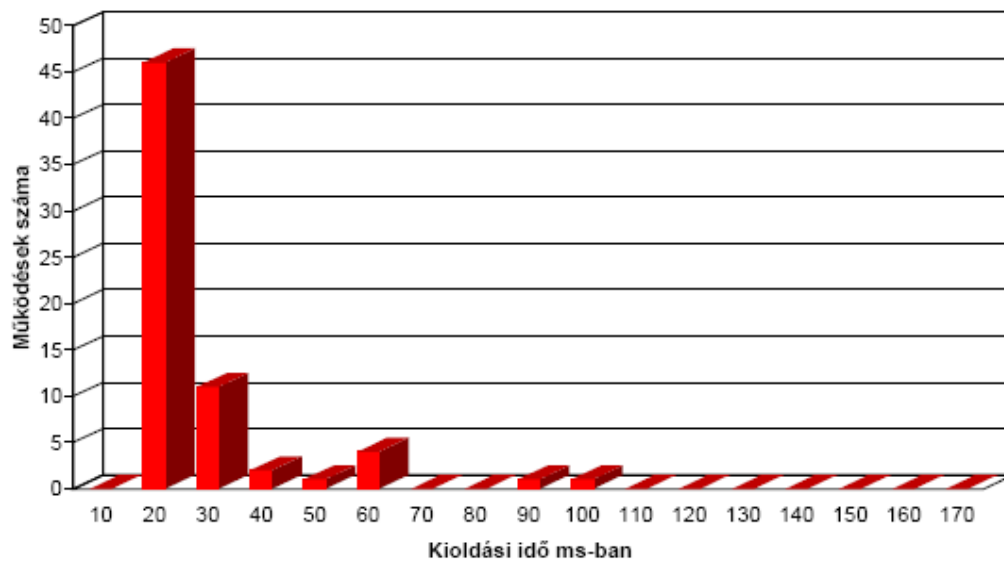
REL 521

**REL531 típusú távolsági védelmek kioldási ideje a 220-400 kV-os
távvezetéseken 1998-2010**



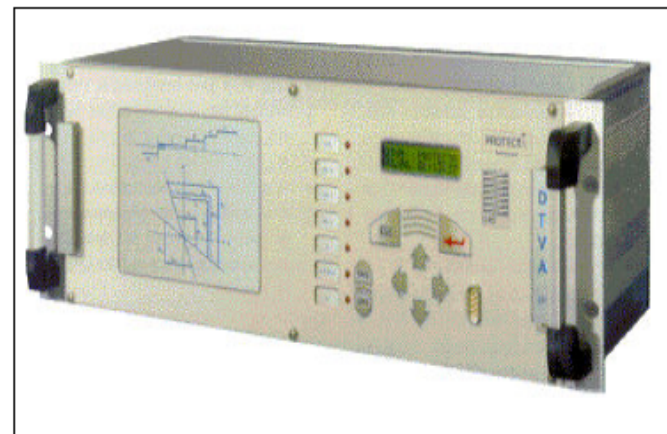
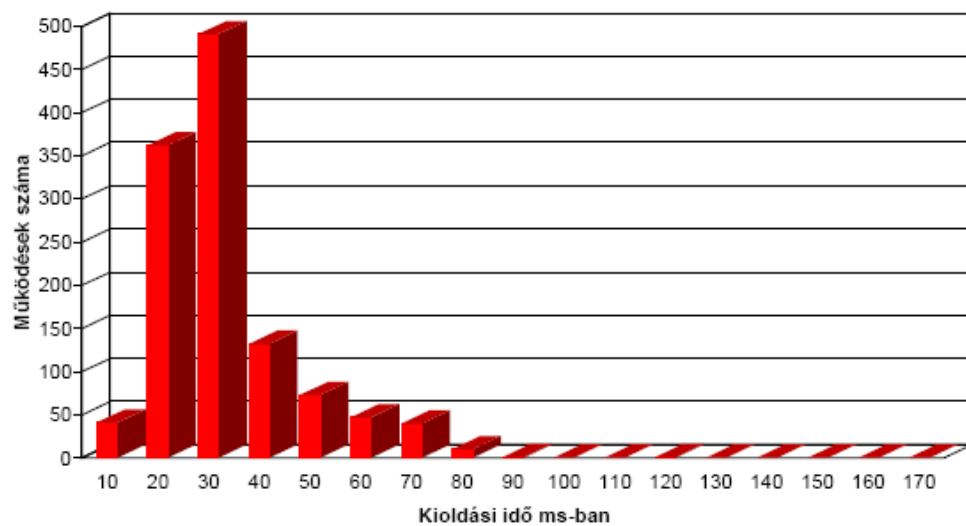
REL 531

**REL670 típusú távolsági védelmek kioldási ideje a 220-400 kV-os
távvezetéseken 2007-2010**



REL670

**DTVA típusú távolsági védelmek kioldási ideje a 220-400 kV-os
távvezetéseken 2002-2010**



DTVA

A rendszer kialakításánál, üzemeltetésénél figyelembe veendők:

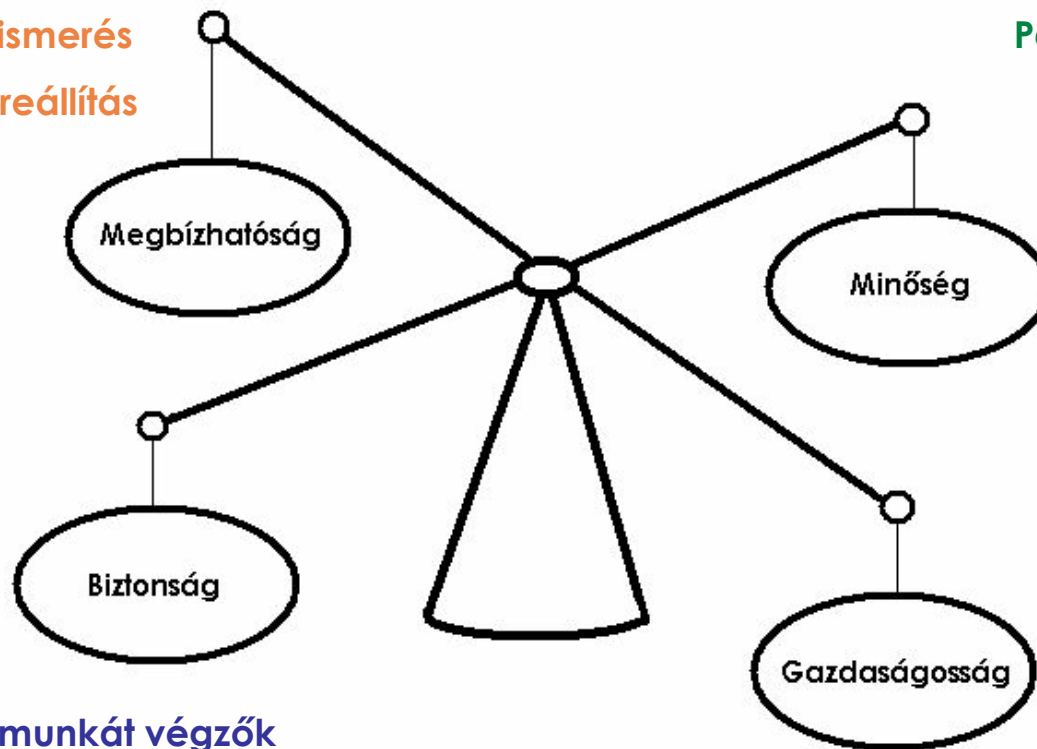
- A villamos energiaszolgáltatás célja = a fogyasztók lehetséges **maximálisan folyamatos** ellátása a műszaki-gazdasági racionalitás határain belül (ma már azonban nagyon fontos az üzlet (business))
- Alállomási primér kialakítás – hálózati topológia – relévédelmi, automatika rendszer **harmonikus egységet** kell, hogy képezzen
- Redundancia és hézagmentes tartalékolás kell
- **Egyenszilárdságú** megbízhatóság (védelem, jelátvitel, automatika)
- Műszaki fejlődés új eredményeinek felhasználása – **progresszív konzervativizmus**
- Egyeztetett szabványos interface-ek – csereszabátosság, szabad alkalmazástechnika
- Készülék felhasználás, beszerzés – **alkalmasság** megítélése (előzetes funkcionális és típus vizsgálatok, EMC, alkalmassági tanúsítvány)
- Gondos üzembe helyezés, műszaki átvétel
- Rendszeres működésanalízis, körütekintő üzemzavar kivizsgálás
- Szakmai felkészültség és elkötelezettség (szakmai degradáció!)

Határértékek és kényszerek

Üzemzavarok elkerülése

Gyors helyzet felismerés

Gyors üzem helyreállítás



Alkalmazottak, munkát végzők

Lakosság

Környezeti hatások

Feszültség, frekvencia,
felharmonikusok

Folyamatos ellátás

Rendelkezésre állás

Partnerkapcsolatok

Optimális üzem,
hálózati veszteségek

Energiacsere, tranzit
szállítások

Üzemelőkészítés

Karbantartás

Elhalasztott
beruházások

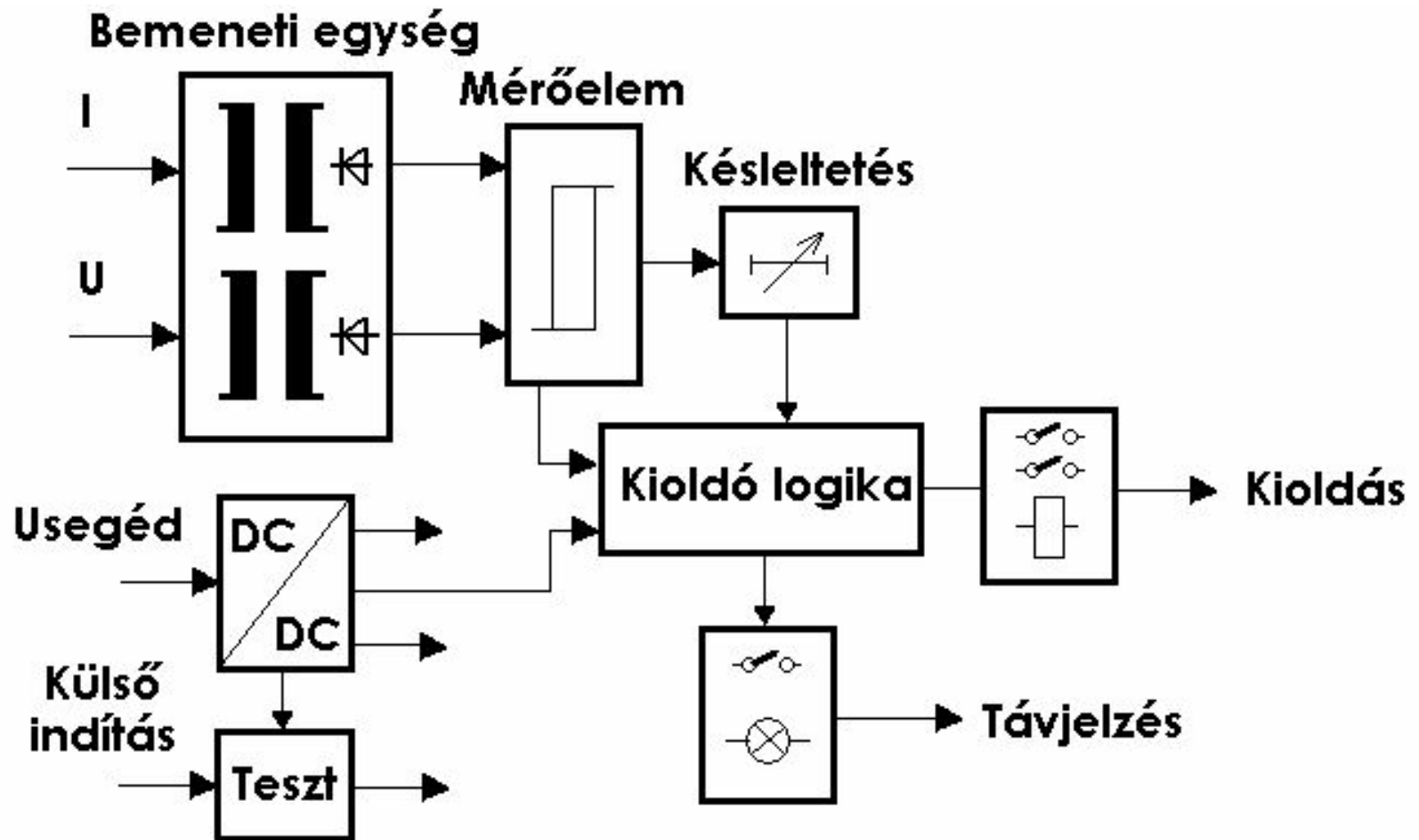
VER üzemirányítás

Alapvető hibák és az azokat meghatározó mennyiségek

1. Rövidzárlatok általában	fázisáram differenciaáram áram-fázisszög differencia fázisfeszültség teljesítmény irány impedancia	I ΔI $\Delta \varphi$ U $P \rightarrow$ Z
2. Aszimmetrikus rövidzárlatok	fentiek és kiegészítésképpen: negatív- és zérussorrendű áramok, feszültségek, teljesítmények	I_2, I_0 U_2, U_0 P_2, P_0
3. Földzárlatok	zérussorrendű mennyiségek	$I_0, U_0, P_0 \rightarrow$
4. Túlterhelés	fázisáram hőmérséklet	I ϑ
5. Aszimmetrikus terhelés	negatívssorrendű áram	I_2
6. Hatásos teljesítményhiány	frekvencia frekvencia gradiens	f df/dt
7. Hatásos teljesítménytöbblet	frekvencia frekvencia gradiens	f df/dt

Relévédelmi, automatika rendszerek kialakítása

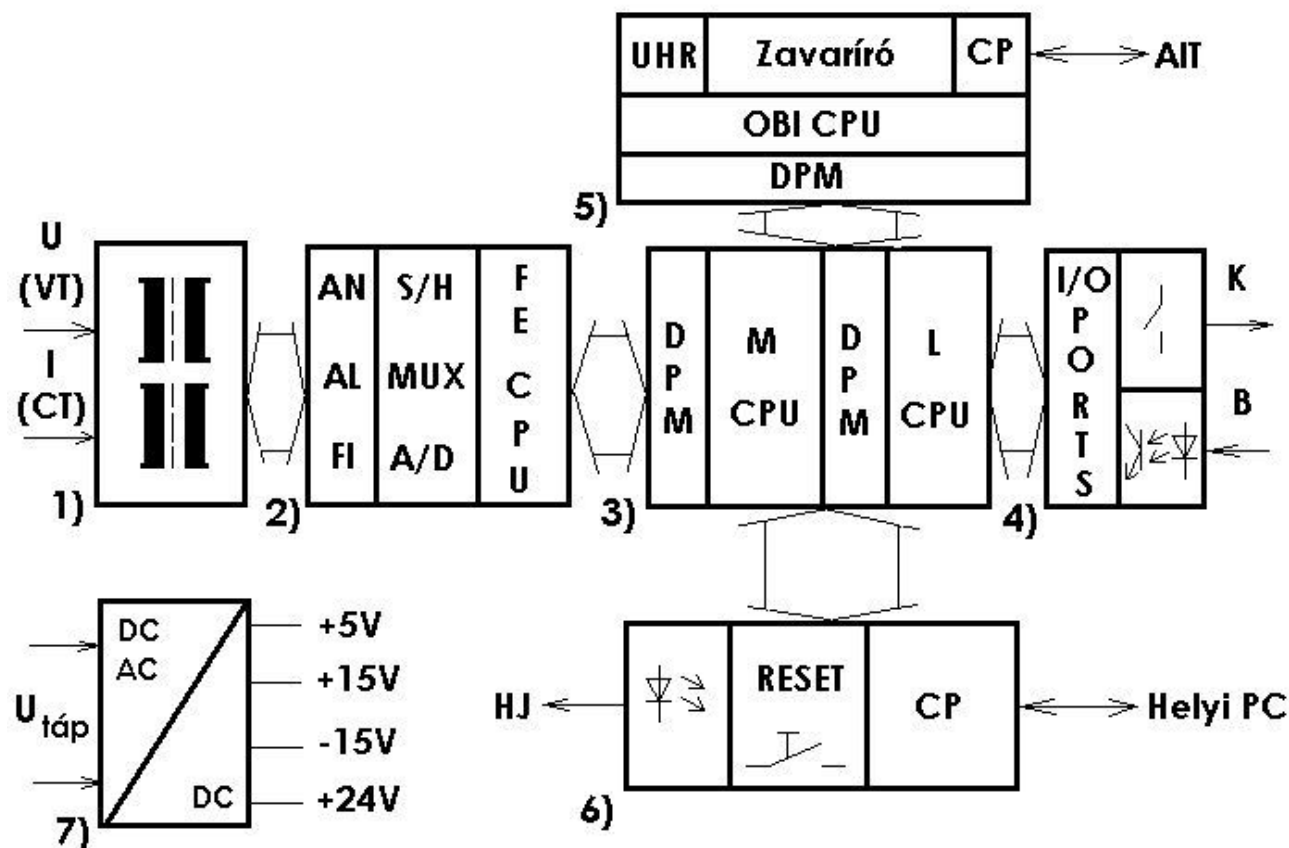
- **Digitális készülék- és rendszertechnika**
(mintavételezés, állandó önellenőrzés és üzemfelügyelet, állandó egyenáramú segédüzemi fogyasztás, akkutöltők üzeme!)
- **Fénytávközlés, fényvezető kábelek alkalmazása**
(EMC hatásoktól védettség, redundancia, regenerátor!)
- **Rézkábelezés minimalizálása**
(alállomáson belüli EMC hatások csökkentése, szakaszolás – villamos ív!)
- **Mezőorientált, decentralizált kivitel**
(reléházak kialakítás – központi relétér)
- **Jövőkép**
(közvetlen optikai csatolású mérőváltók, SF₆-os primér)



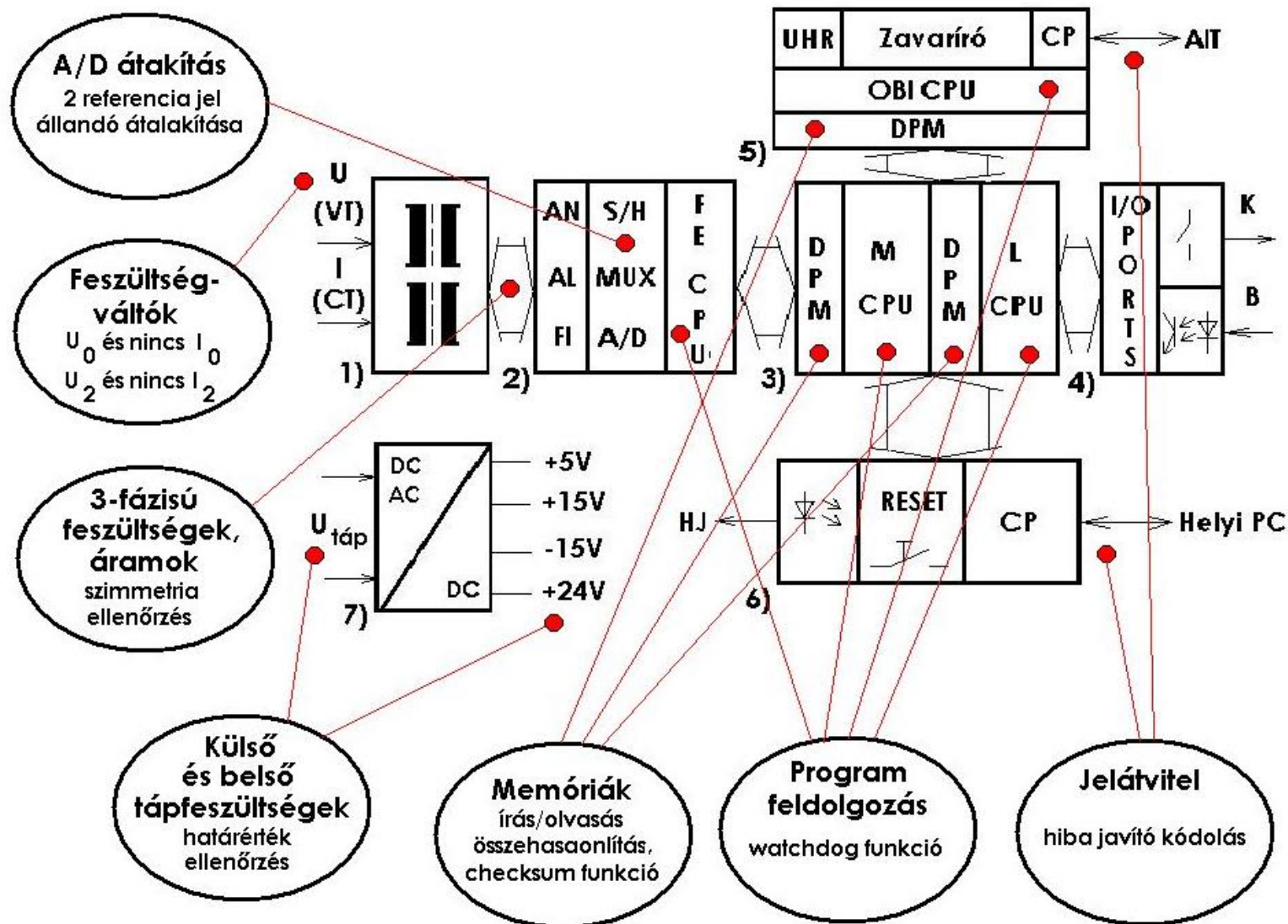
Hagyományos (el.-mech. és anal.-elektr.) védelmek felépítése

- 1) Mérőváltó bemeneti egység
- 2) A/D átalakító (antialias szűrő) egység
- 3) Fő CPU egység
- 4) Kétállapotú ki- és bemenetek
- 5) Kommunikációs és tároló egység
- 6) MMC – ember-gép kapcsolati egység
- 7) Tápegység

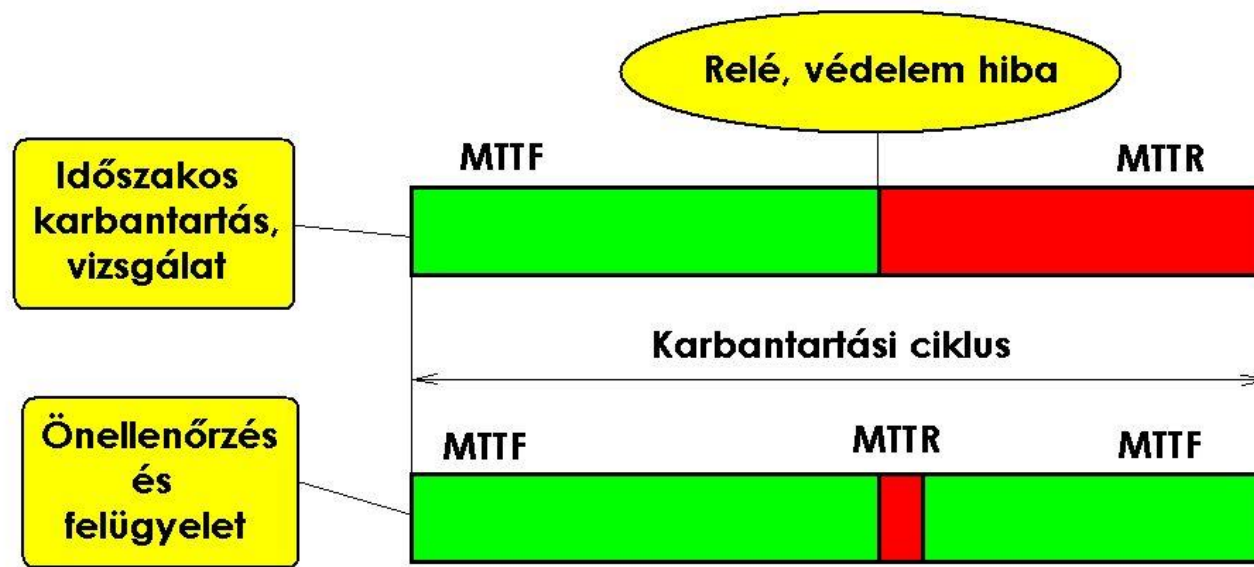
FE CPU = Front End CPU
 DPM = Dual Port Memory
 M CPU = Main CPU
 L CPU = Logic CPU
 OBI = Object Bus Interface
 CP = Communication Port



Digitális védelem hardver felépítése



Önellenőrzés digitális védelmeknél (selfmonitoring and supervision)



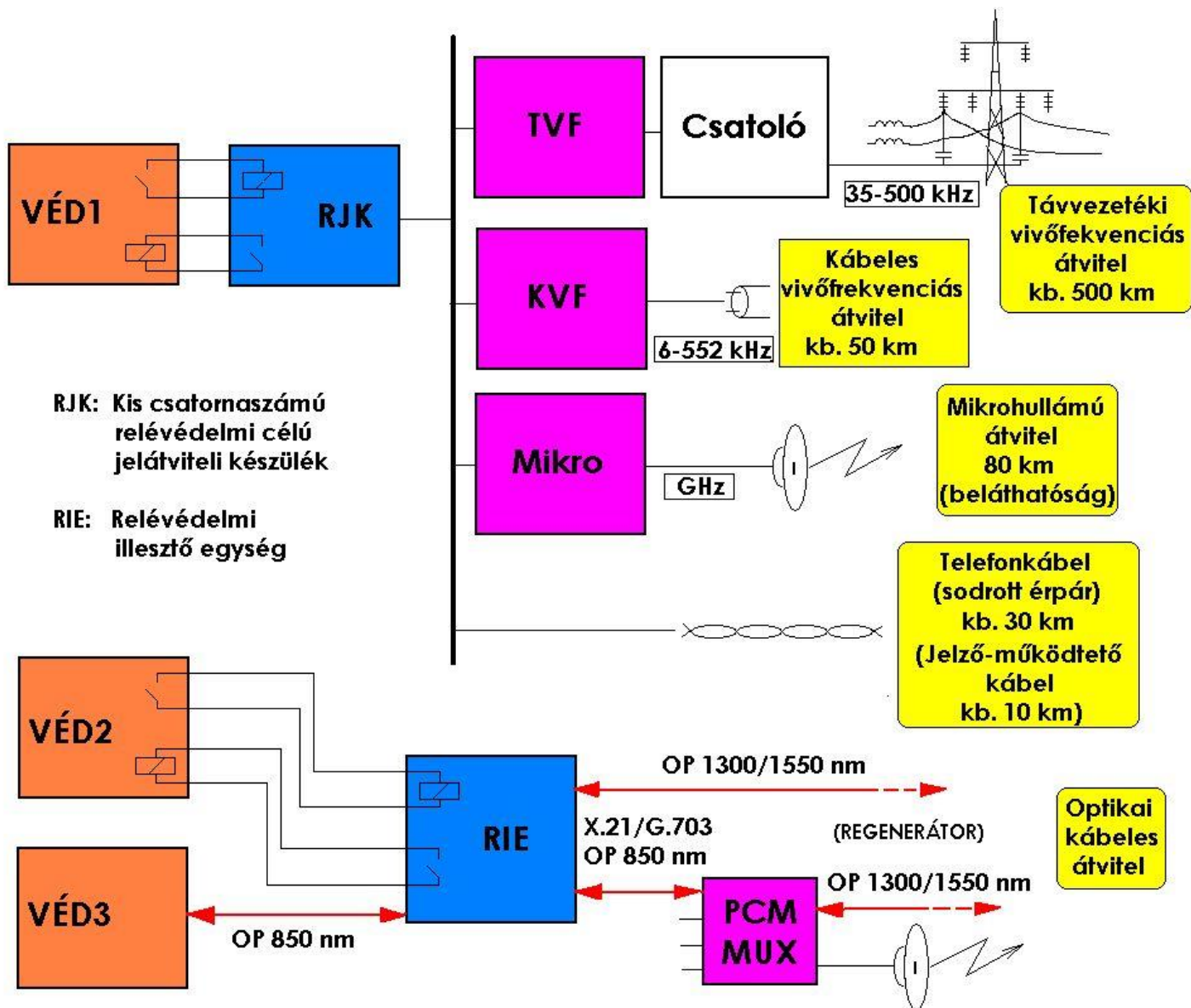
Rendelkezésre állás
(availability):

$$A = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR}$$

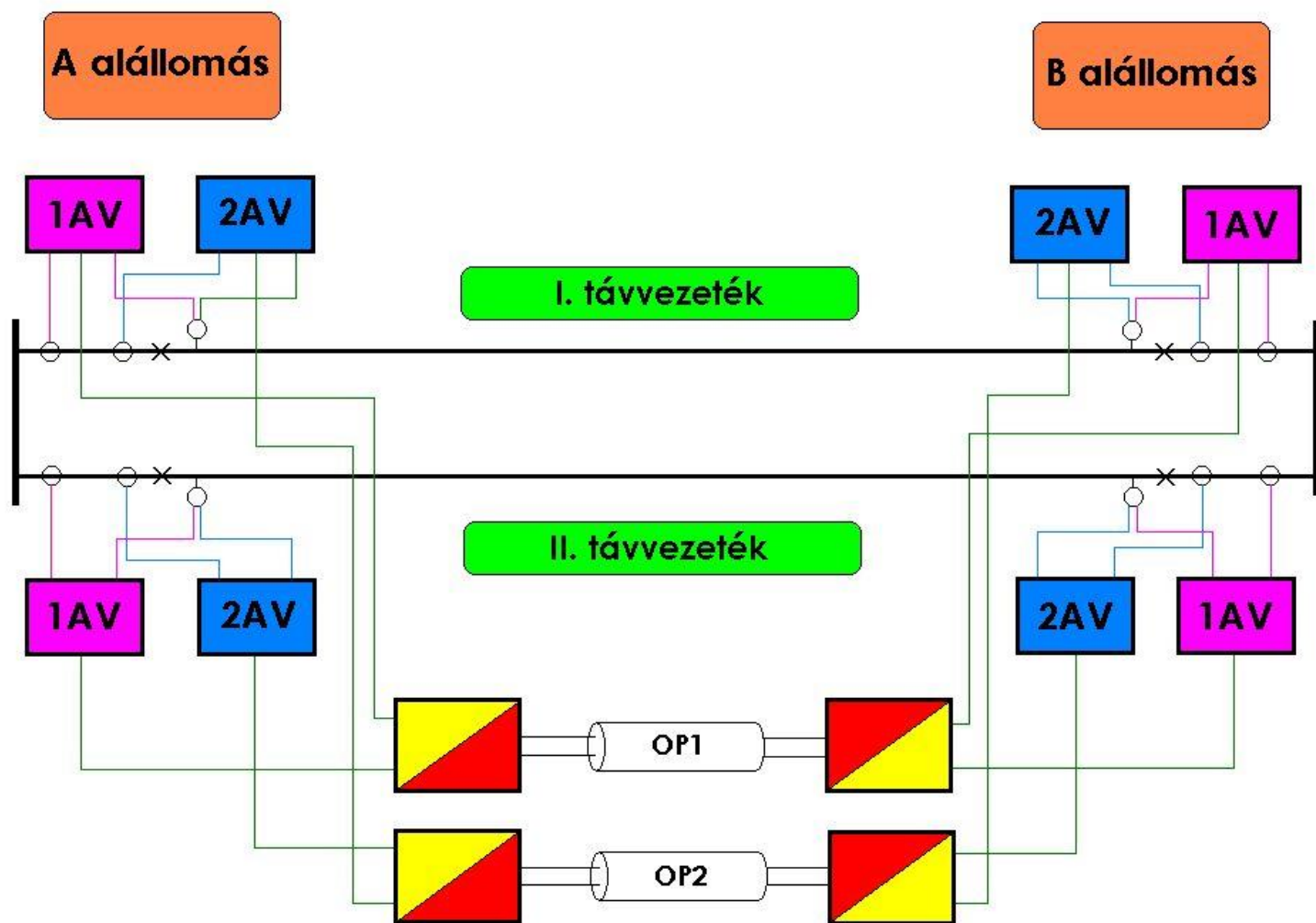
MTTF: üzemidő hibamentes állapotban
(mean time to failure)

MTTR: karbantartás és/vagy hiba miatt
üzemen kívüli idő
(main time to repair)

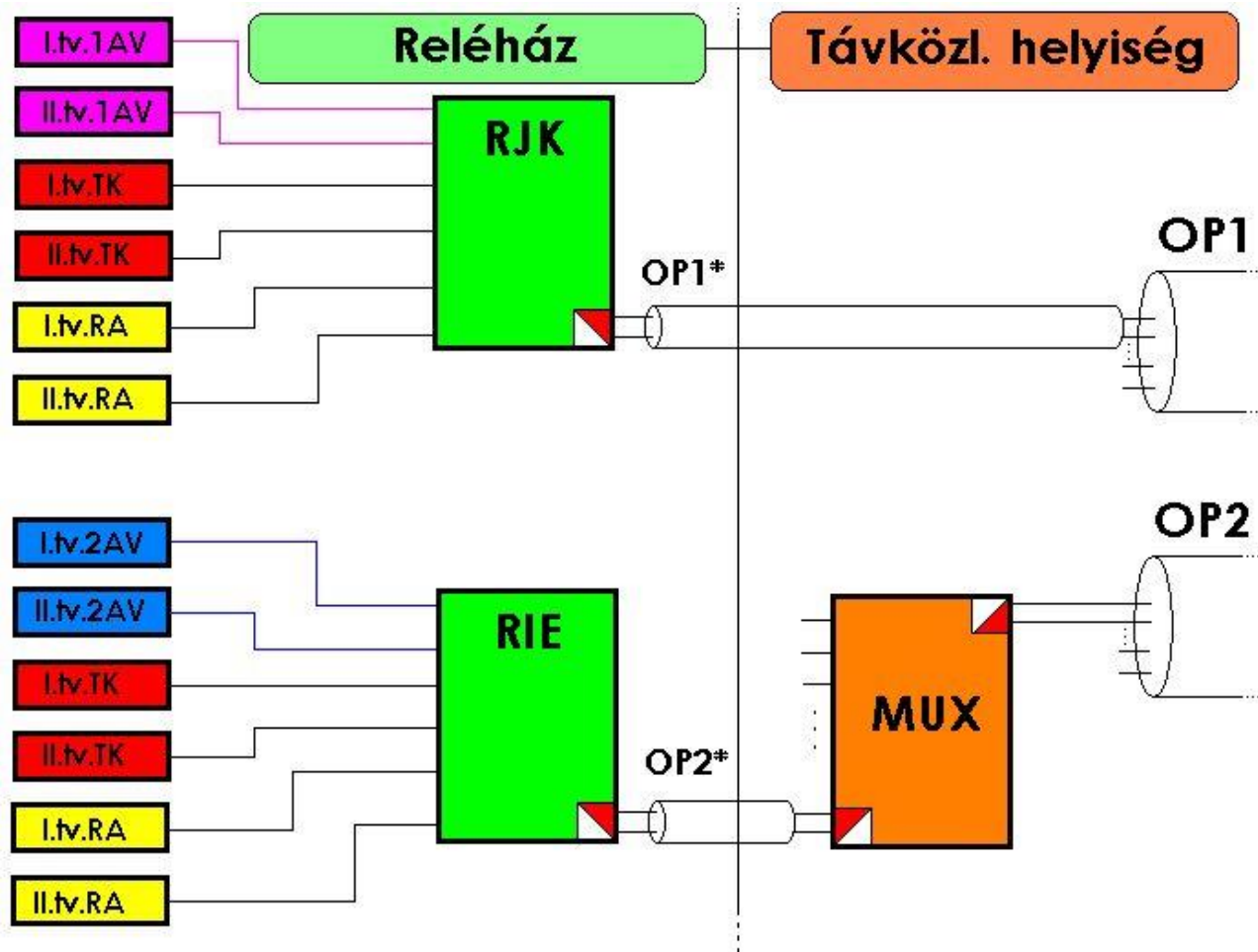
Önellenőrzés és felügyelet
(selfmonitoring and supervision)



Relévédelmi célú jelátvitel

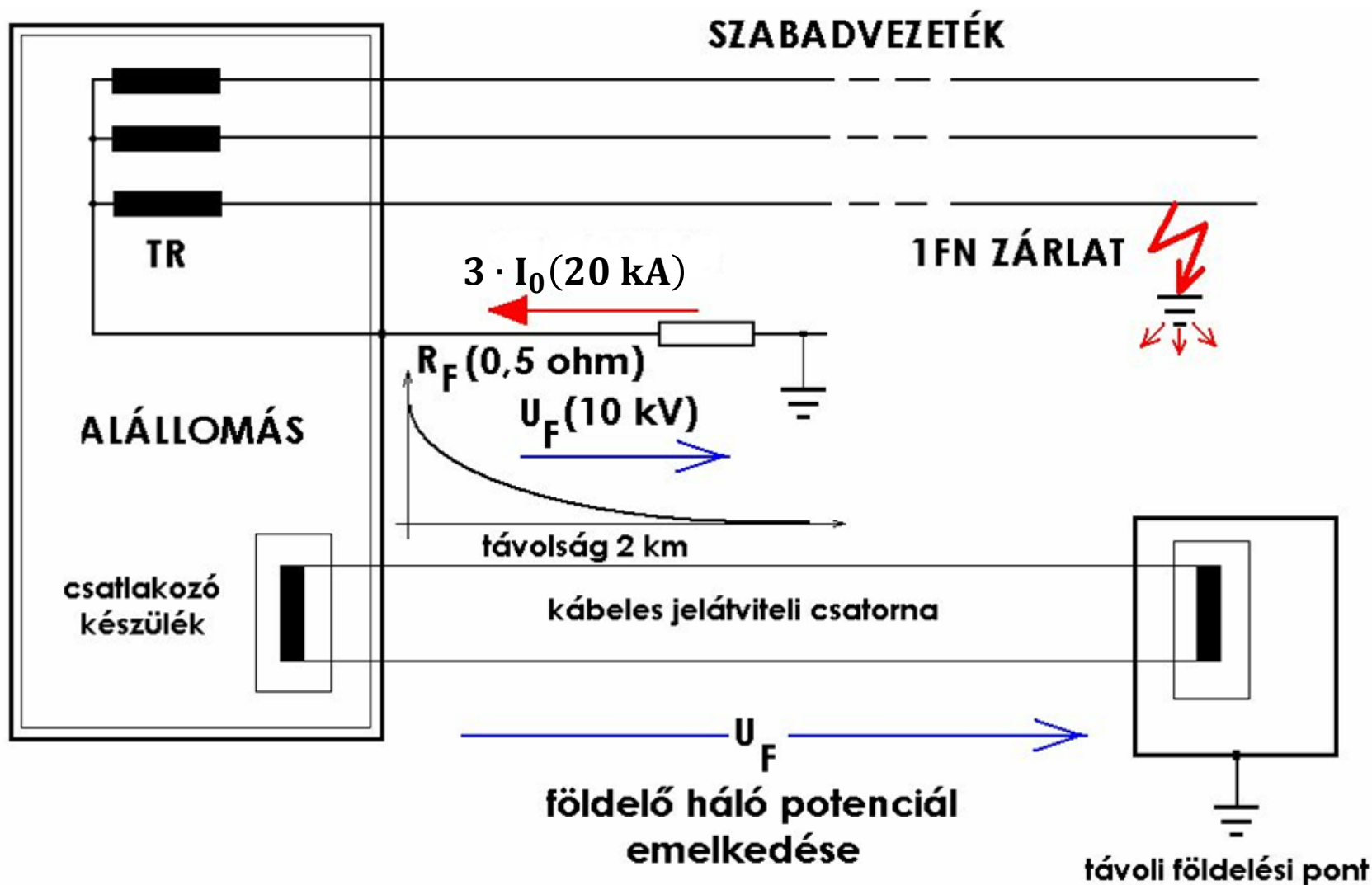


Relévédelmi célú jelátvitel (védelem szinkronozás)



TK: távkioldás, RA: rendszerautomatika, RJK: kis csatornaszámú relévédelmi célú jelátviteli készülék
 RIE: relévédelmi illesztő egység, MUX: távközlési multiplexer

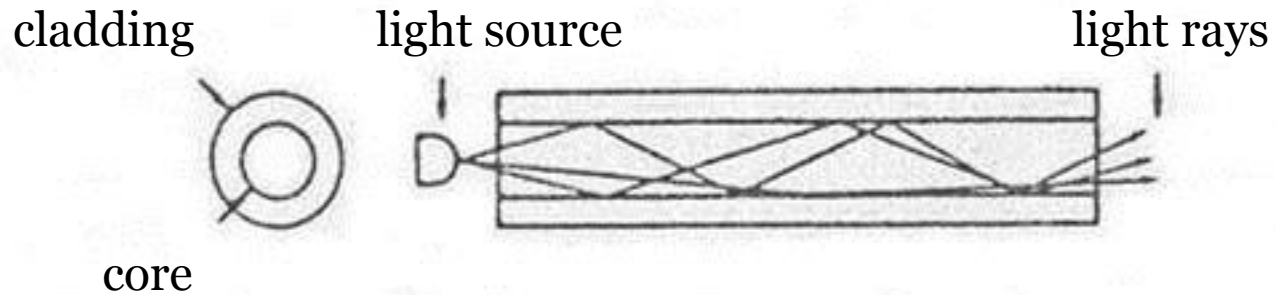
Relévédelmi célú jelátvitel



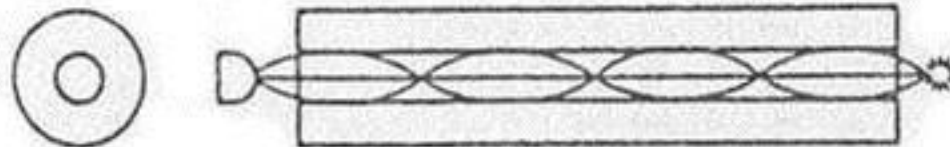
Galvanikus összeköttetés veszélye

Fényvezető szál típusok

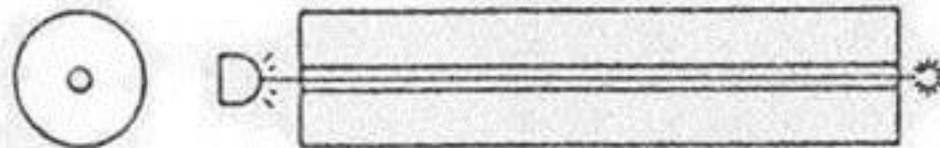
Step Index (multimode)



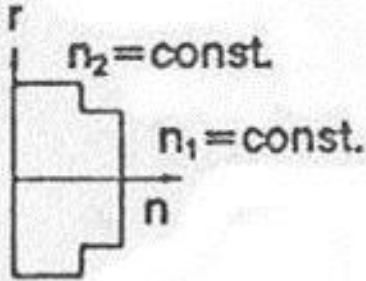
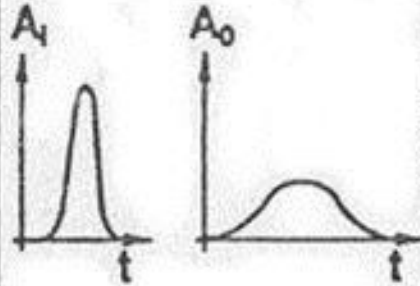
Multimode (graded index)



Single mode



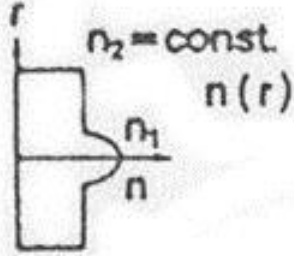
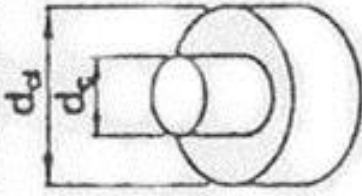
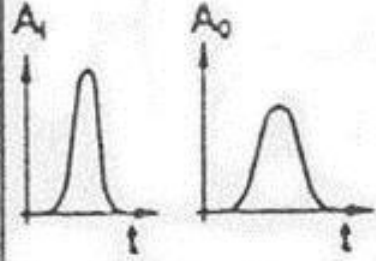
Multimódusú, lépcsős törésmutatójú üvegszál

Refractive index profile	Geometrical structure	Impuse response of a multimode step index fibre
	 Core diameter: d_c typical = $100\mu\text{m}$	 Input impulses Output impulses

Characteristics

- Large differences in group delay among different modes
- Pronounced pulse broadening
- Bandwidth: $B \cdot L < 100 \text{ MHz} \cdot \text{km}$

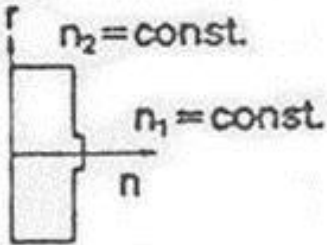
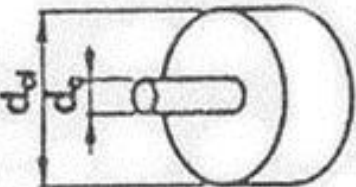
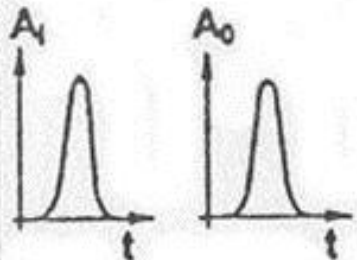
Multimódusú, gradiens törésmutatójú üvegszál

Refractive index profile	Geometrical structure	Impuse response of a multimode step index fibre
	 Core diameter: d_c typical = $50\mu\text{m}$	 Input impulses Output impulses

Characteristics

- Small differences in group delay among different modes
- Slight pulse broadening
- Bandwith: $B \cdot L \sim 1 \text{ GHz} \cdot \text{km}$

Monomódusú üvegszál

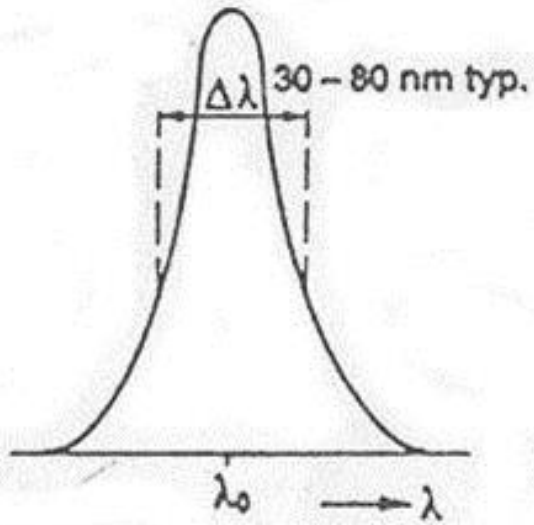
Refractive index profile	Geometrical structure	Impuse response of a multimode step index fibre
 $n_2 = \text{const.}$ $n_1 = \text{const.}$ n	 Core diameter: $d_c \text{ typical} = 9\mu\text{m}$	 Input impulses Output impulses

Characteristics

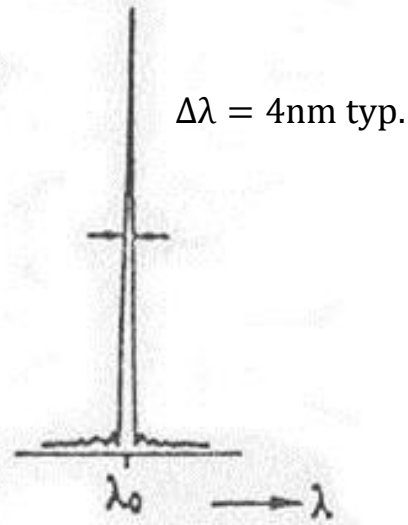
- No group delay differences due to single propagation mode
- Small pulse broadening due to single
- Bandwith: $B \cdot L \sim 100 \text{ GHz} \cdot \text{km}$
- Lowest optical attenuation of all fibres available

Fényforrások jellemzői (spektrális eloszlás, sugárzás)

a) LED

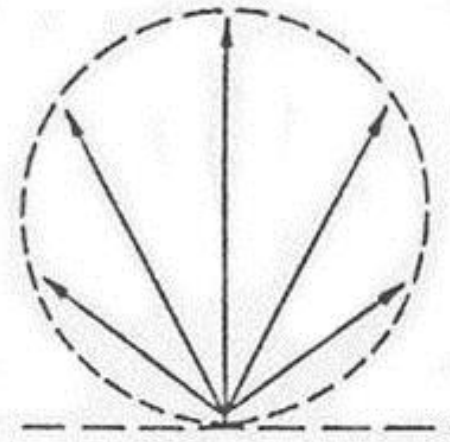


b) Laser Diode

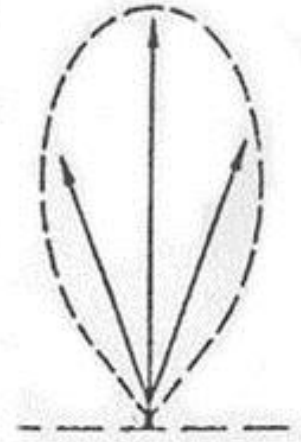


Spectral distribution of the emitted light

a) LED

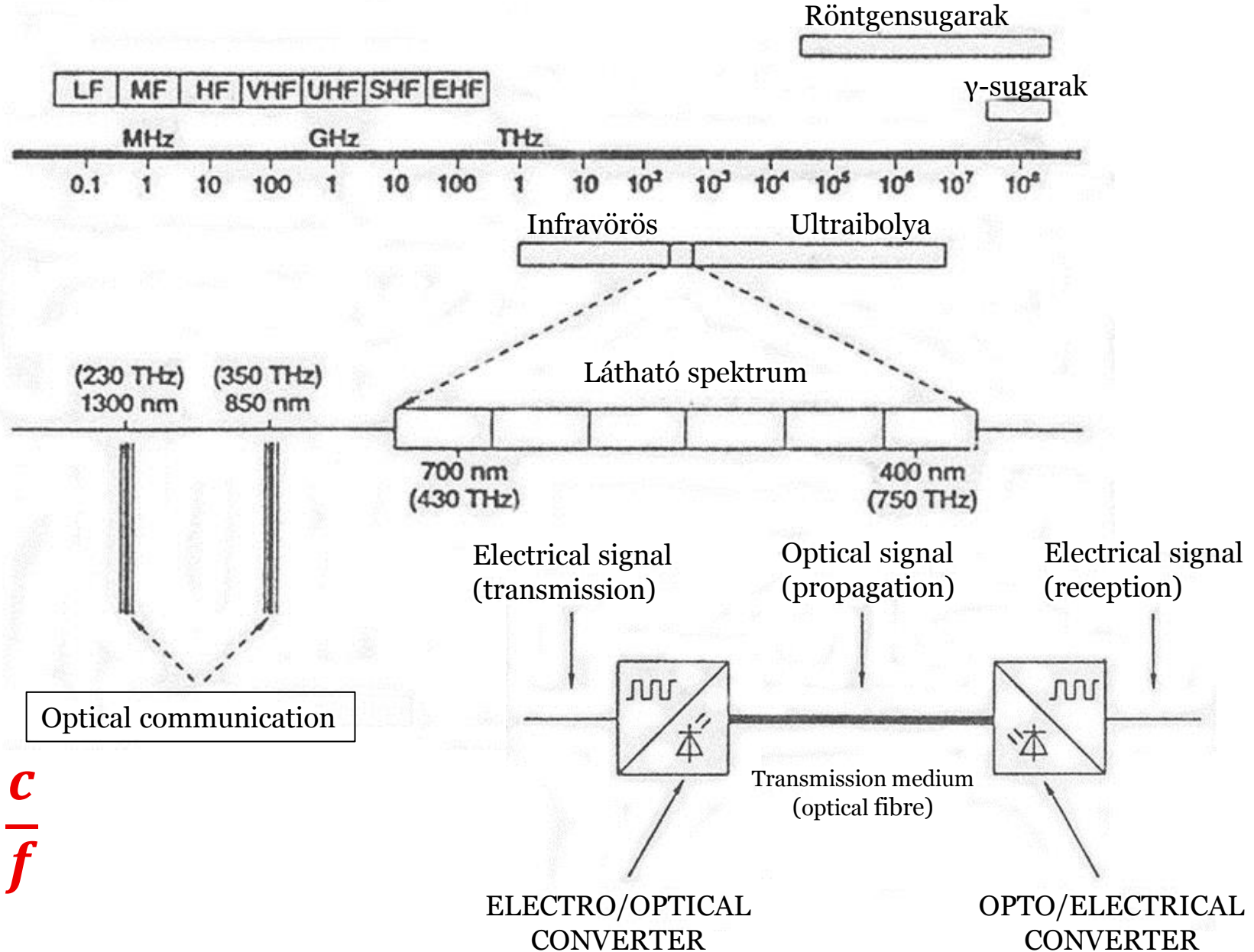


b) Laser Diode



Radiation pattern of the light sources

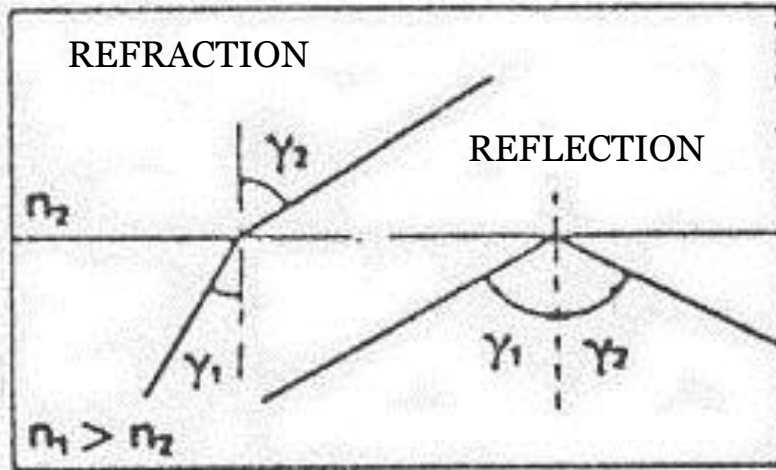
Optikai jelátvitel



$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Optikai jelátvitel

törésmutató



n_1, n_2 : refractive index
 γ_1 : incident angle

REFRACTION: $\frac{\sin(\gamma_1)}{\sin(\gamma_2)} = \frac{n_2}{n_1}$

törés és visszaverődés

Numerical aperture NA

$$NA = n_0 \cdot \sin \vartheta_a = n_1 \cdot \sin \gamma_c = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

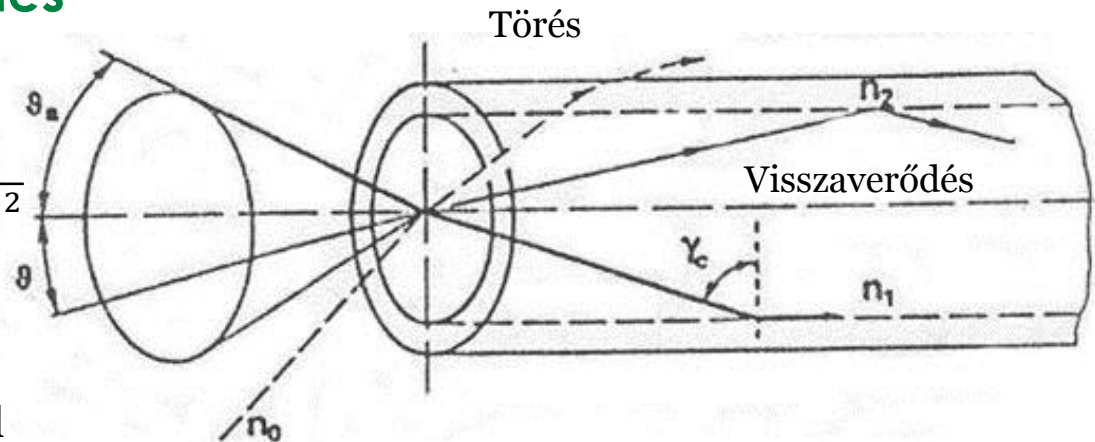
ϑ_a : Angle of acceptance

γ_c : Critical angle

n_1 : Refractive index of core material

n_2 : Refractive index of cladding material

n_0 : Refractive index of free space, $n_0=1$



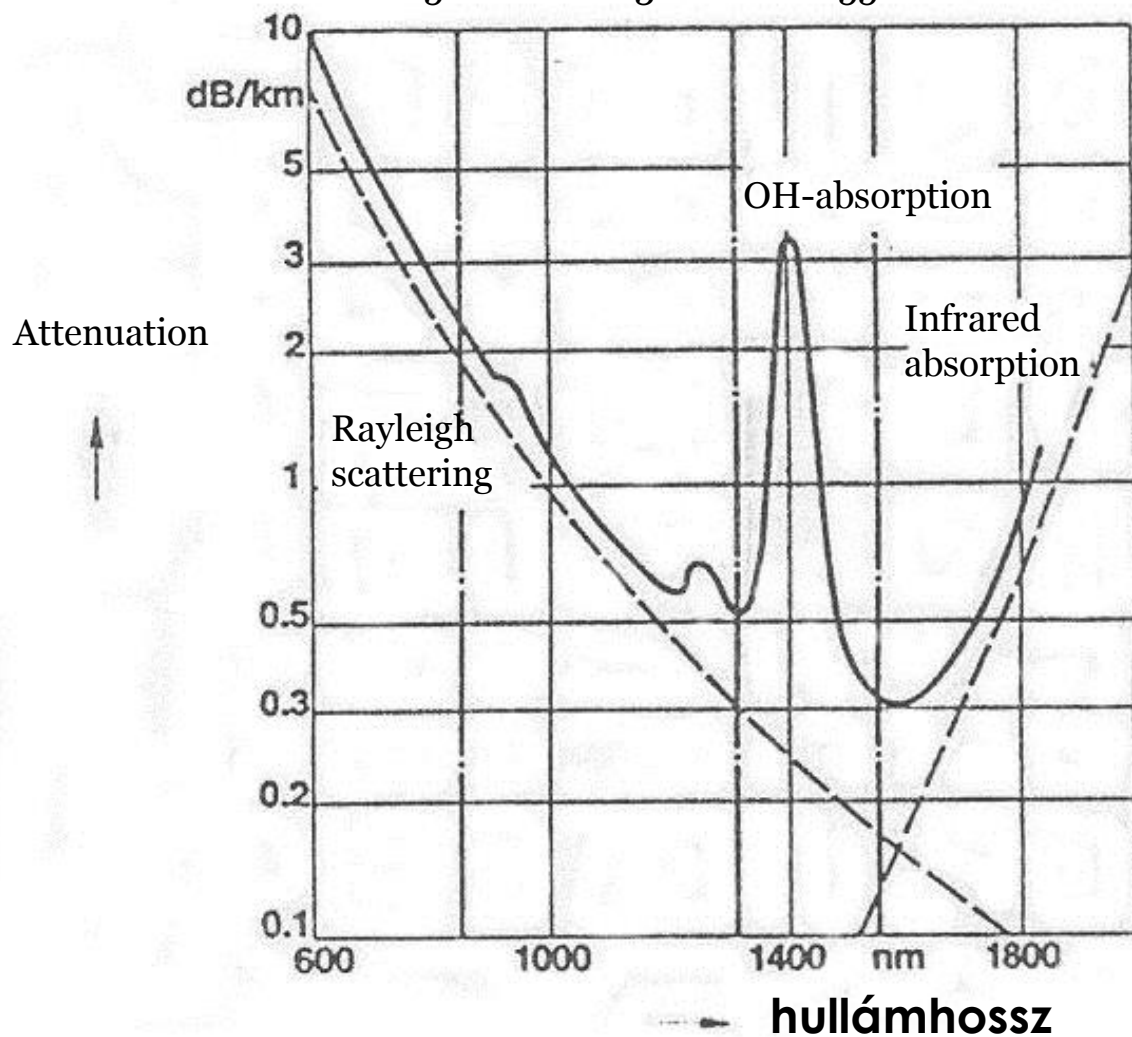
Optikai jelátvitel

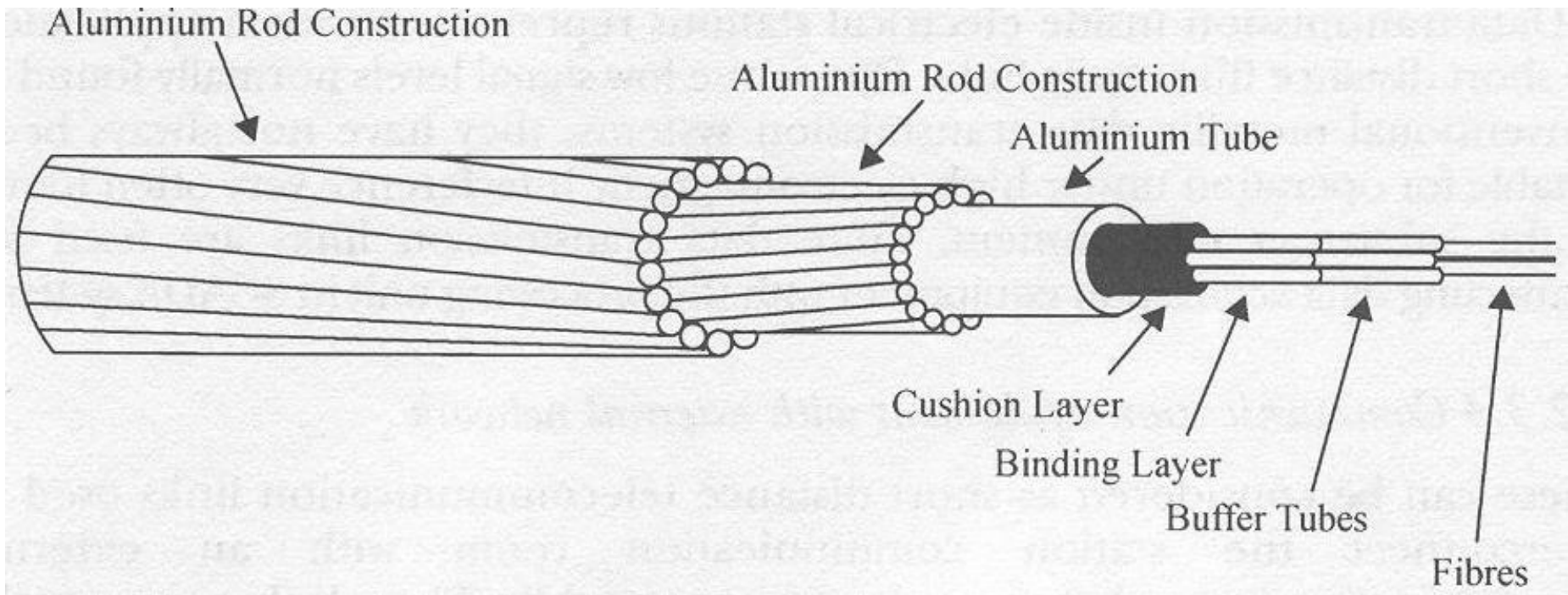
First
optical
window
850 nm

Second
optical
window
1300 nm

Third
optical
window
1550 nm

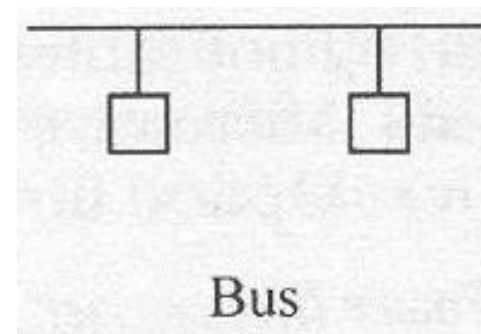
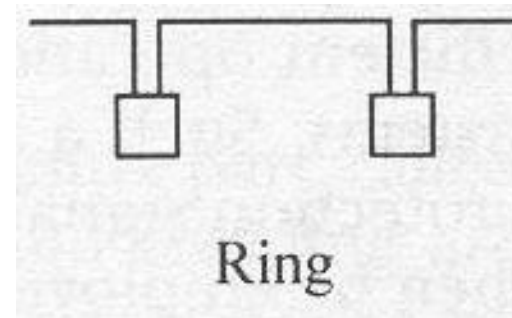
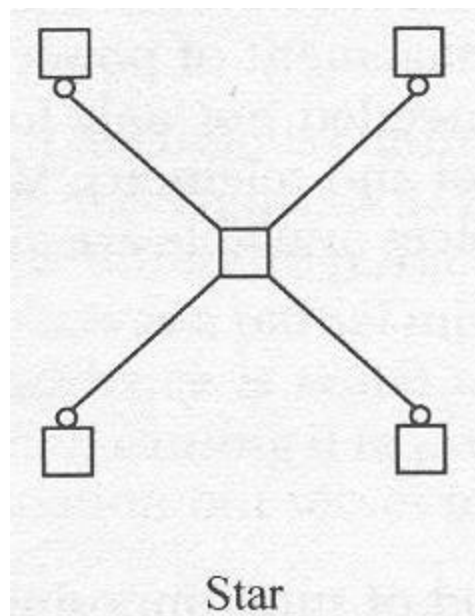
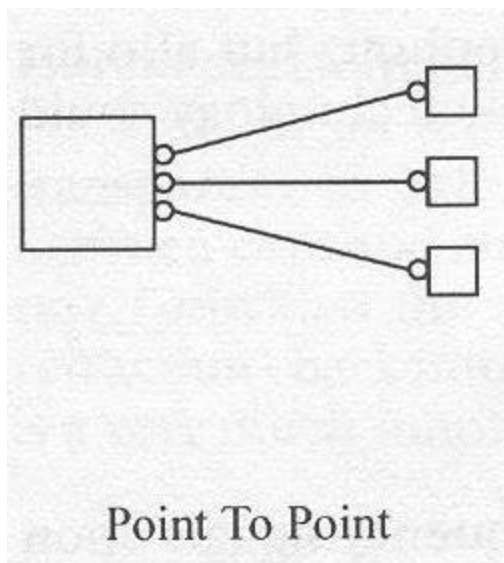
optikai ablakok





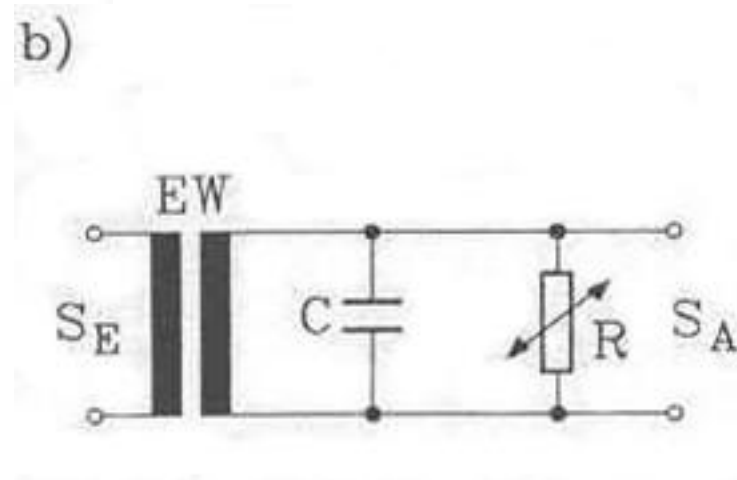
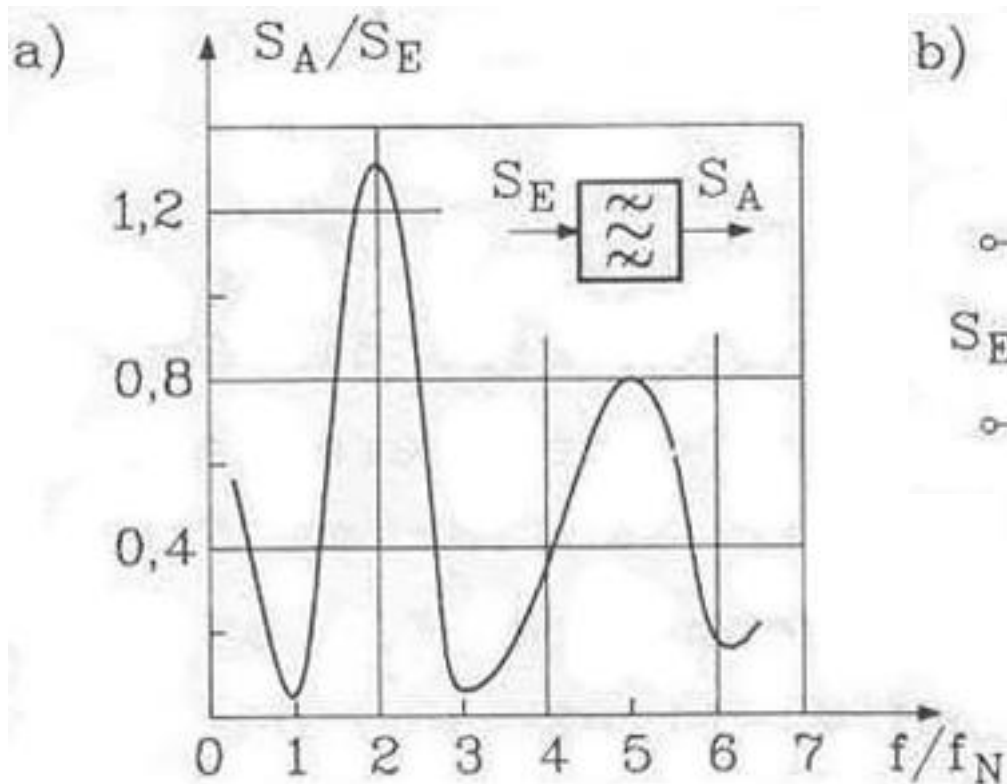
kompozit szabadvezetési sodrony

Optikai jelátvitel



LAN konfigurációk

Optikai jelátvitel

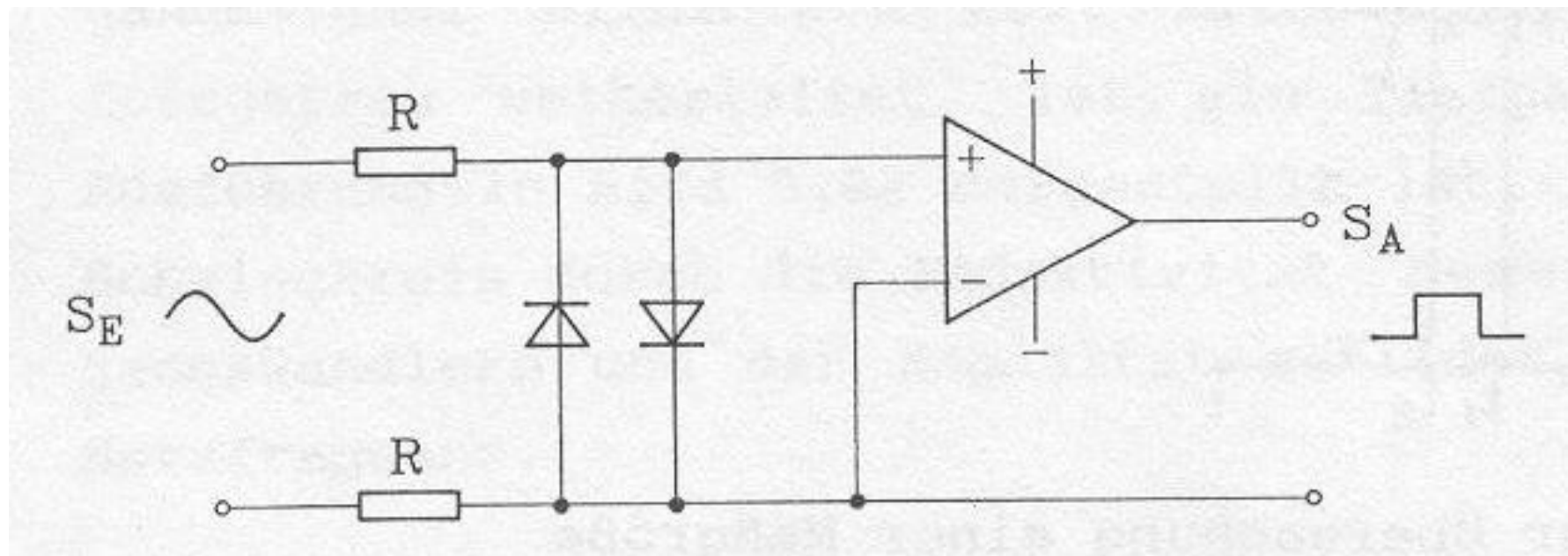


a) amplitúdó-frekvencia menet

b) kapcsolás

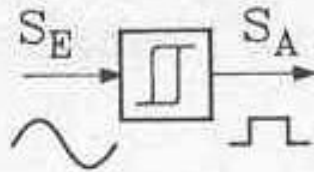
S_E : bemenő jel, S_A : kimenő jel

Bemeneti sávszűrő

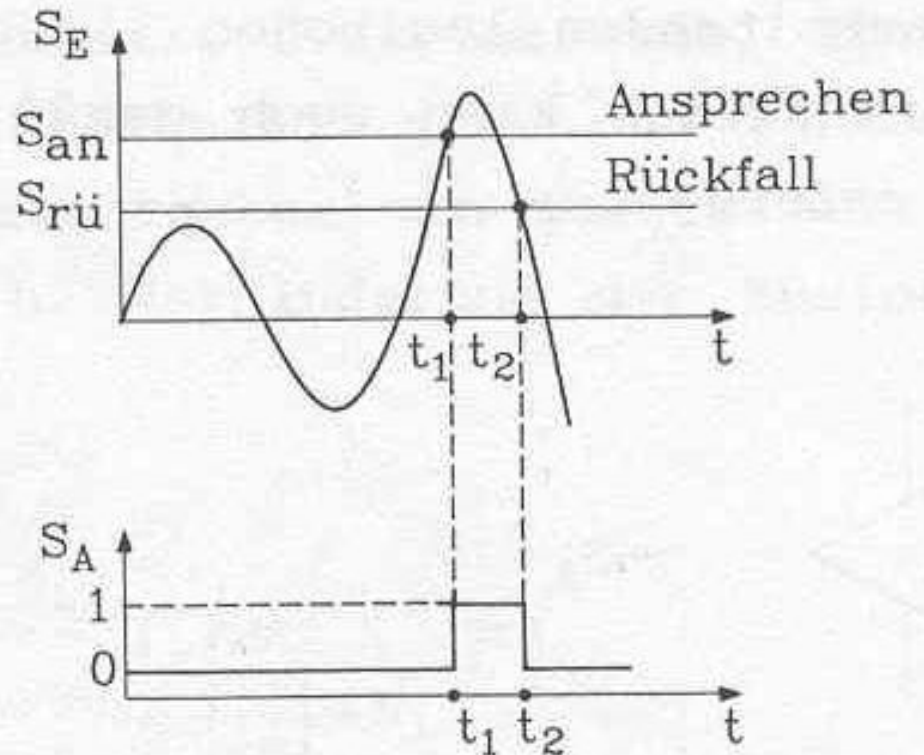


Négyszögesítés műveleti erősítővel

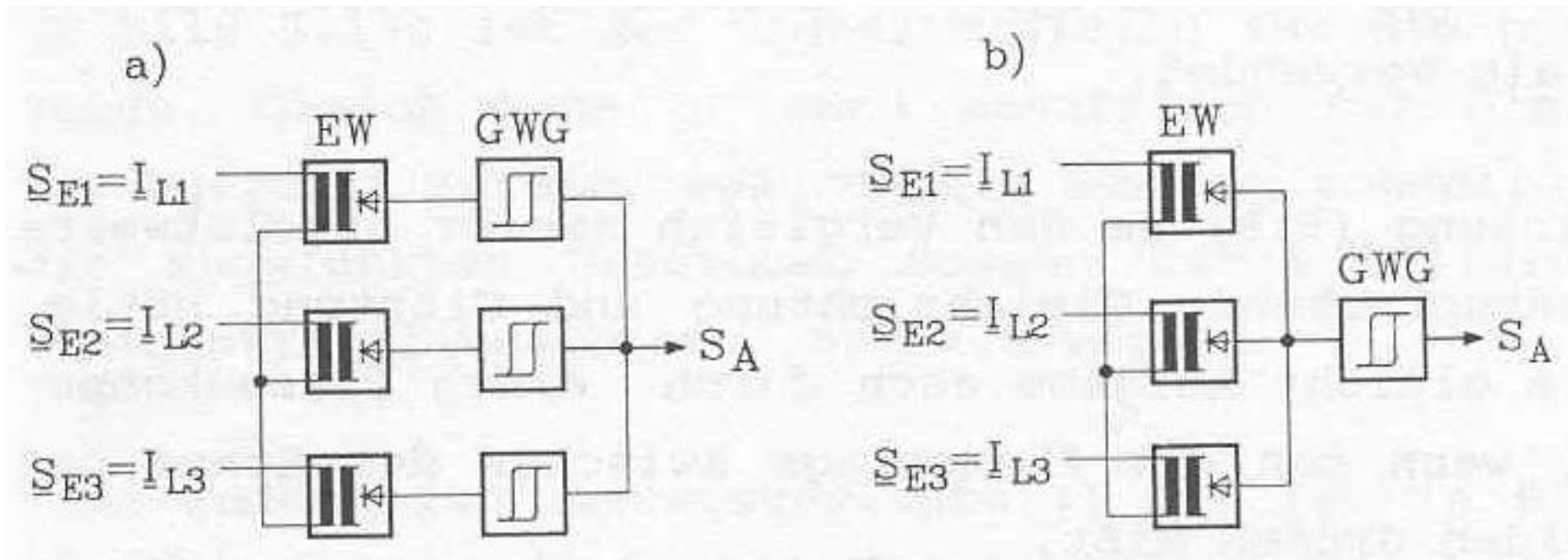
a)



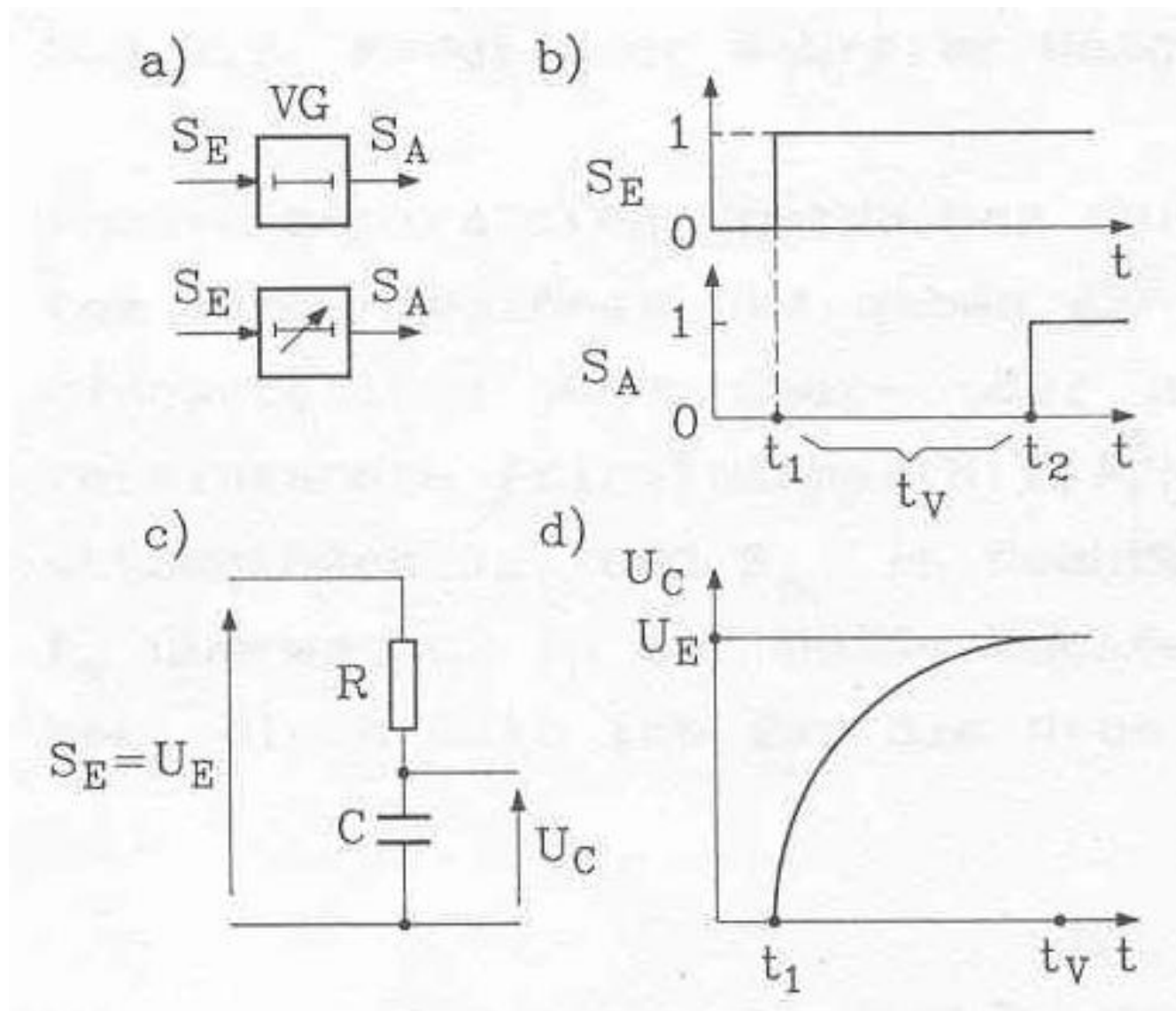
b)



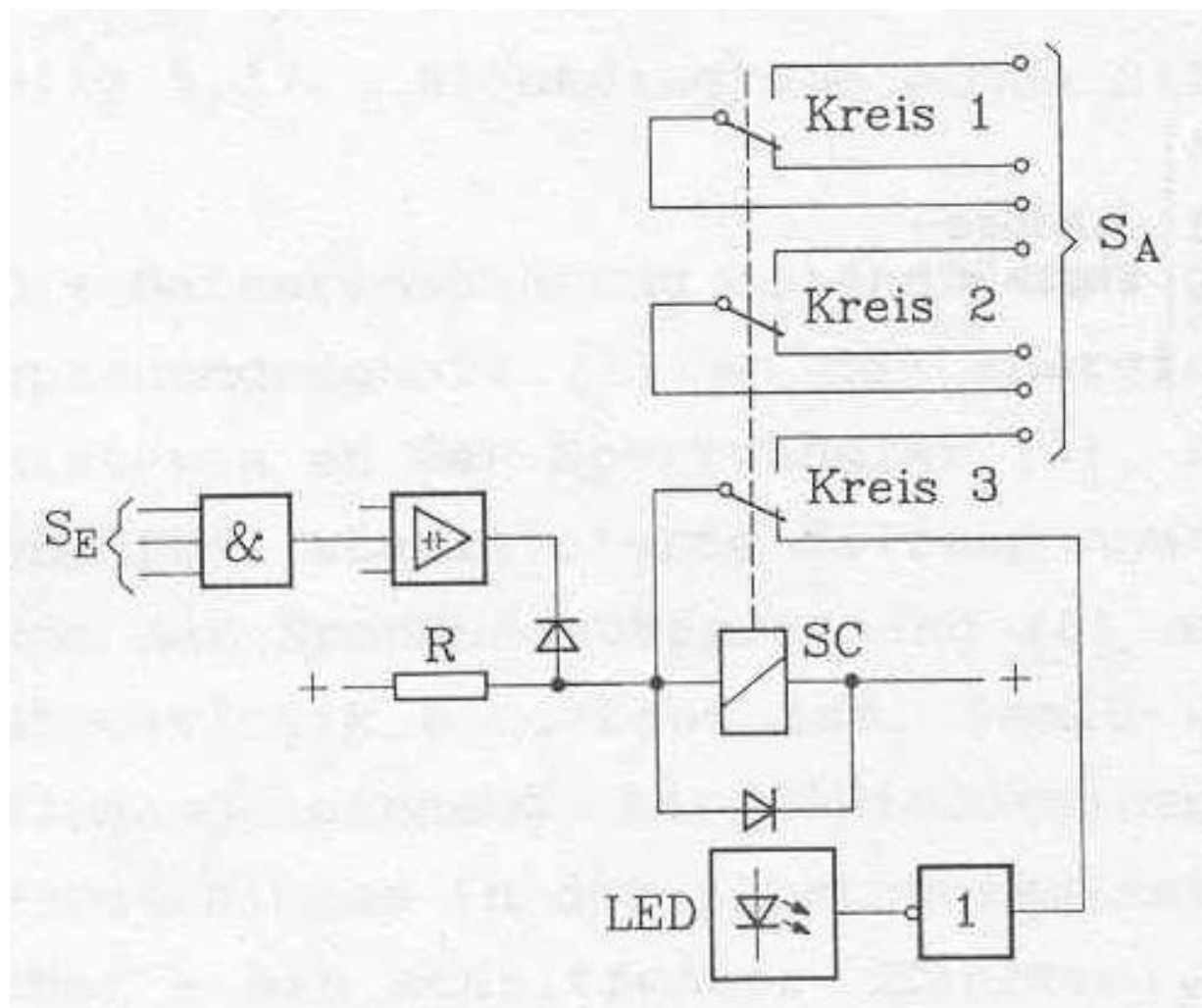
Négyszögesítés (értékhatár-átlépés érzékelése)



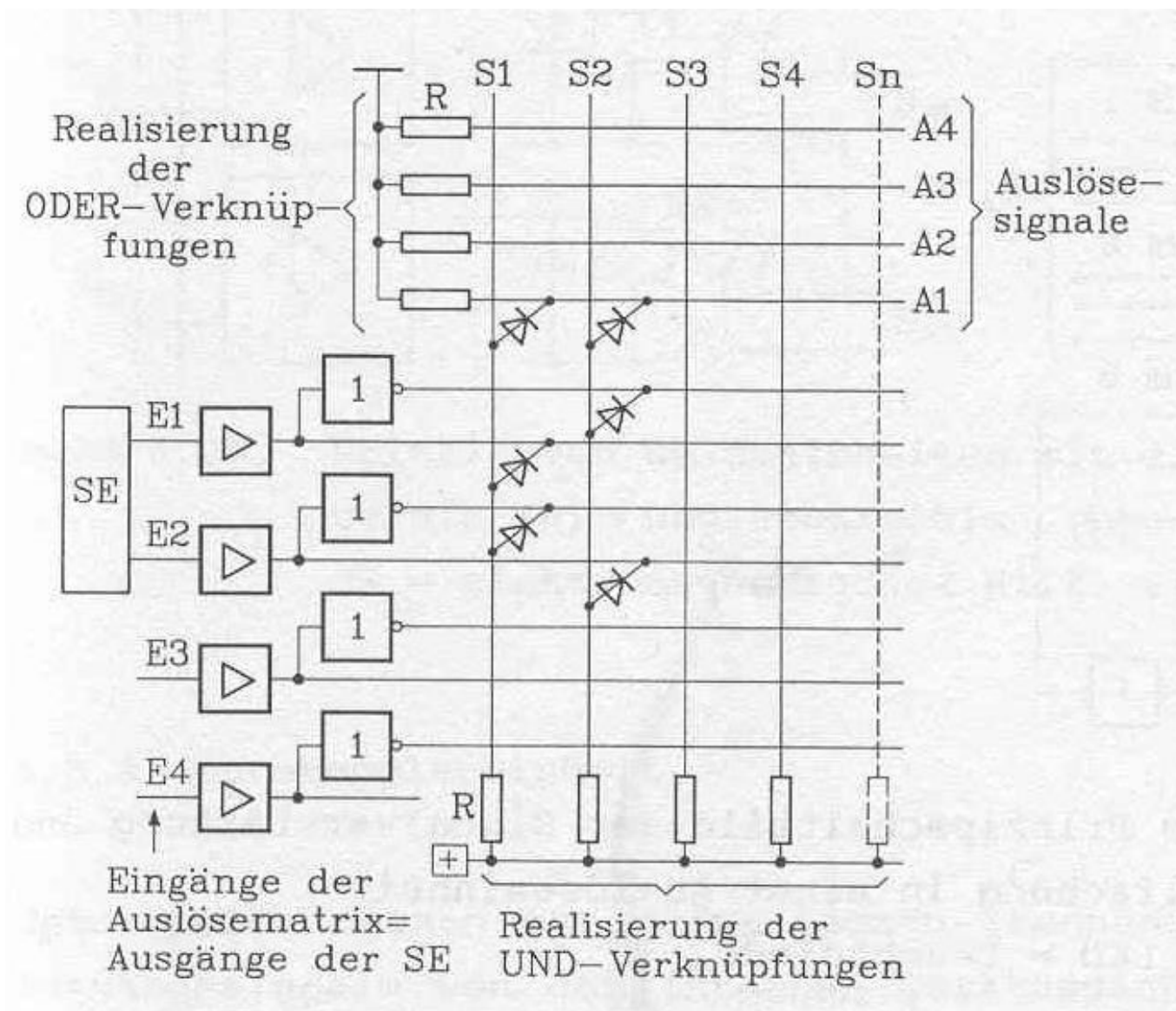
Fázisonkénti és összegzett áramérzékelés



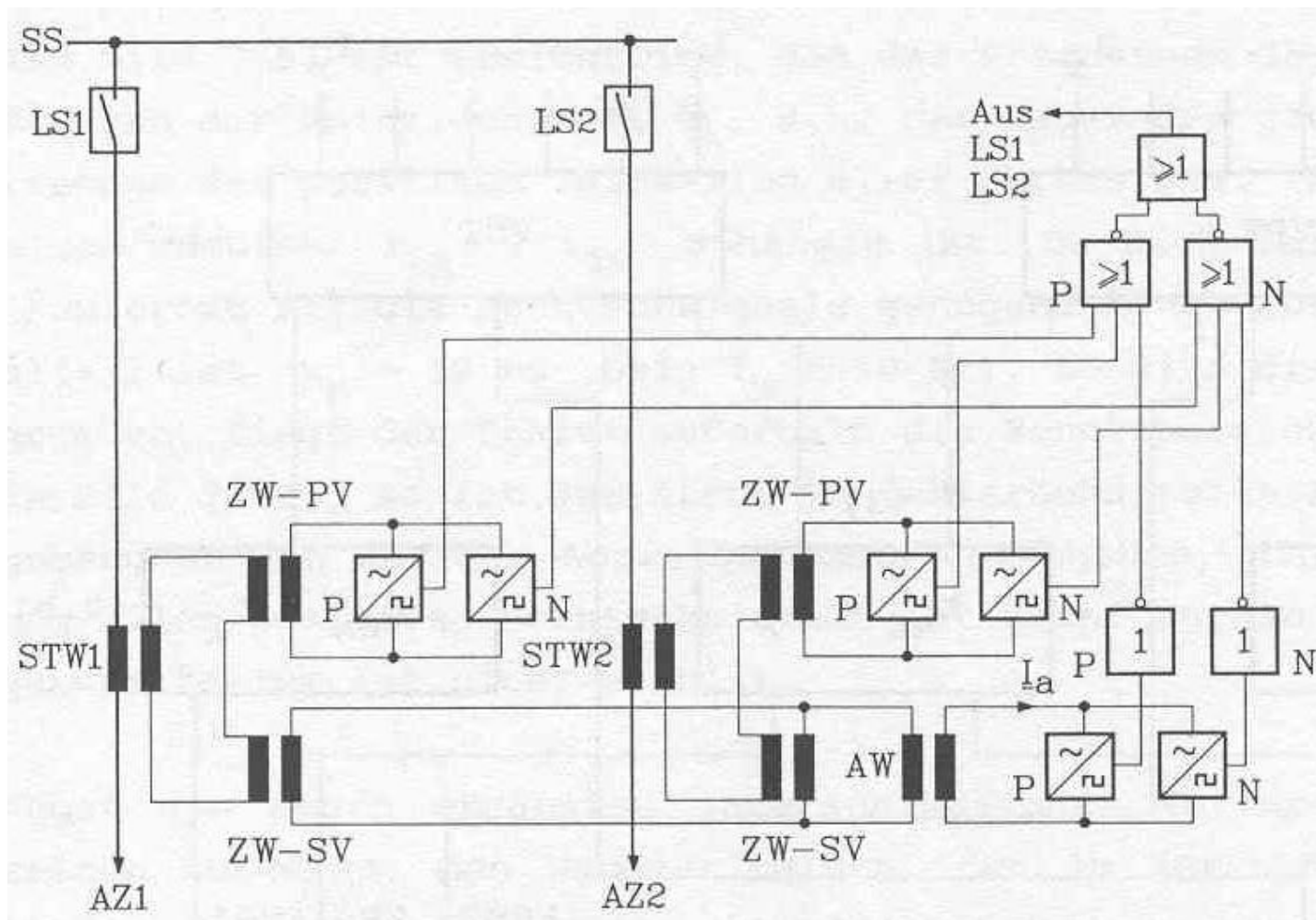
Statikus időrelé (állandó és változtatható beállítással)



Kimenő egység (jelerősítés és -sokszorozás)



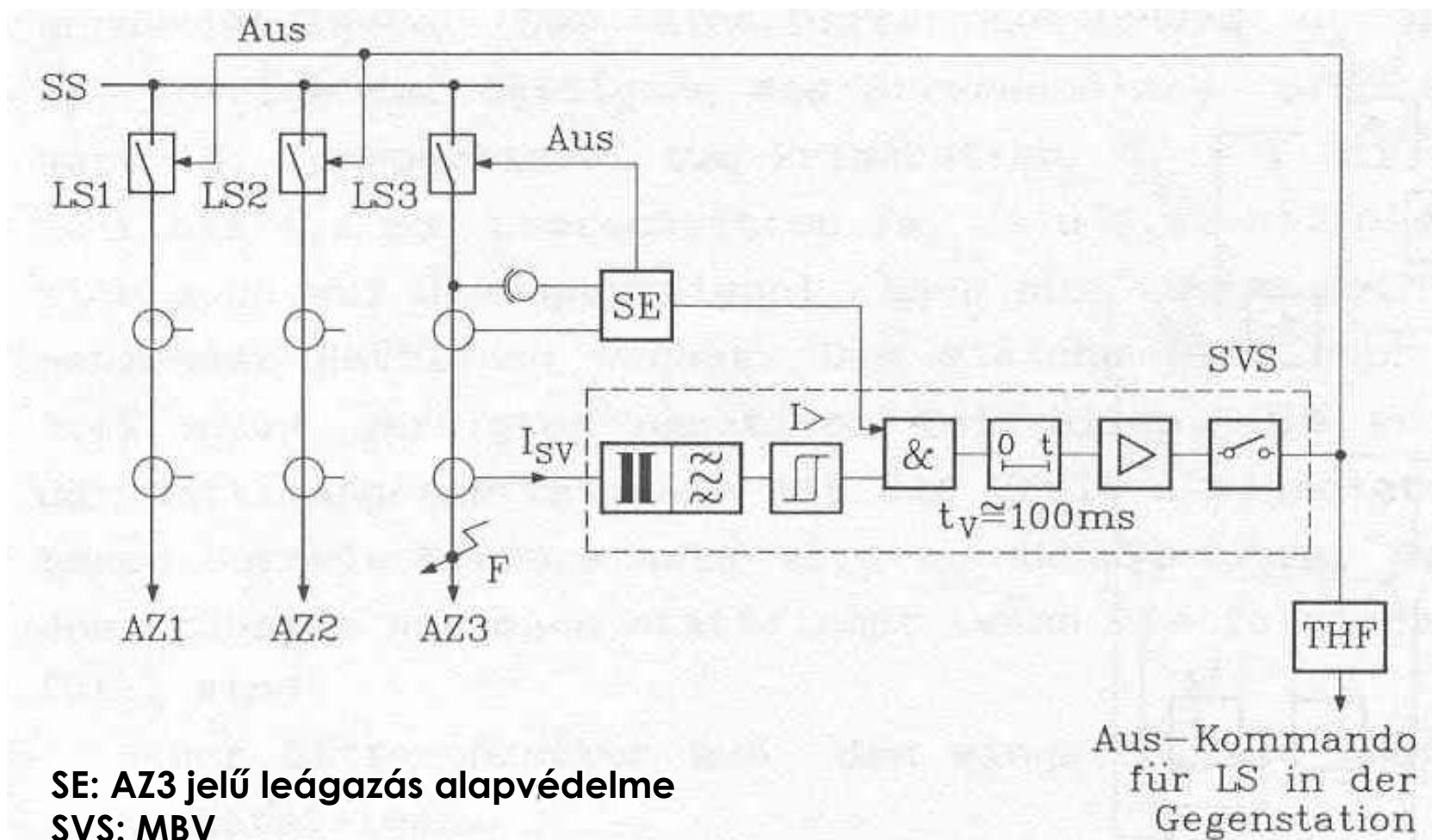
Kioldómátrix (programozható kimenő logikai egység)



ZW-PV: közbenső áramváltó a fázisösszehasonlításához
ZW-SV: közbenső áramváltó az áramösszehasonlításához
AW: közbenső áramváltó a differenciakörben

Gyűjtőszínvédelem (áramirány-összehasonlítás)



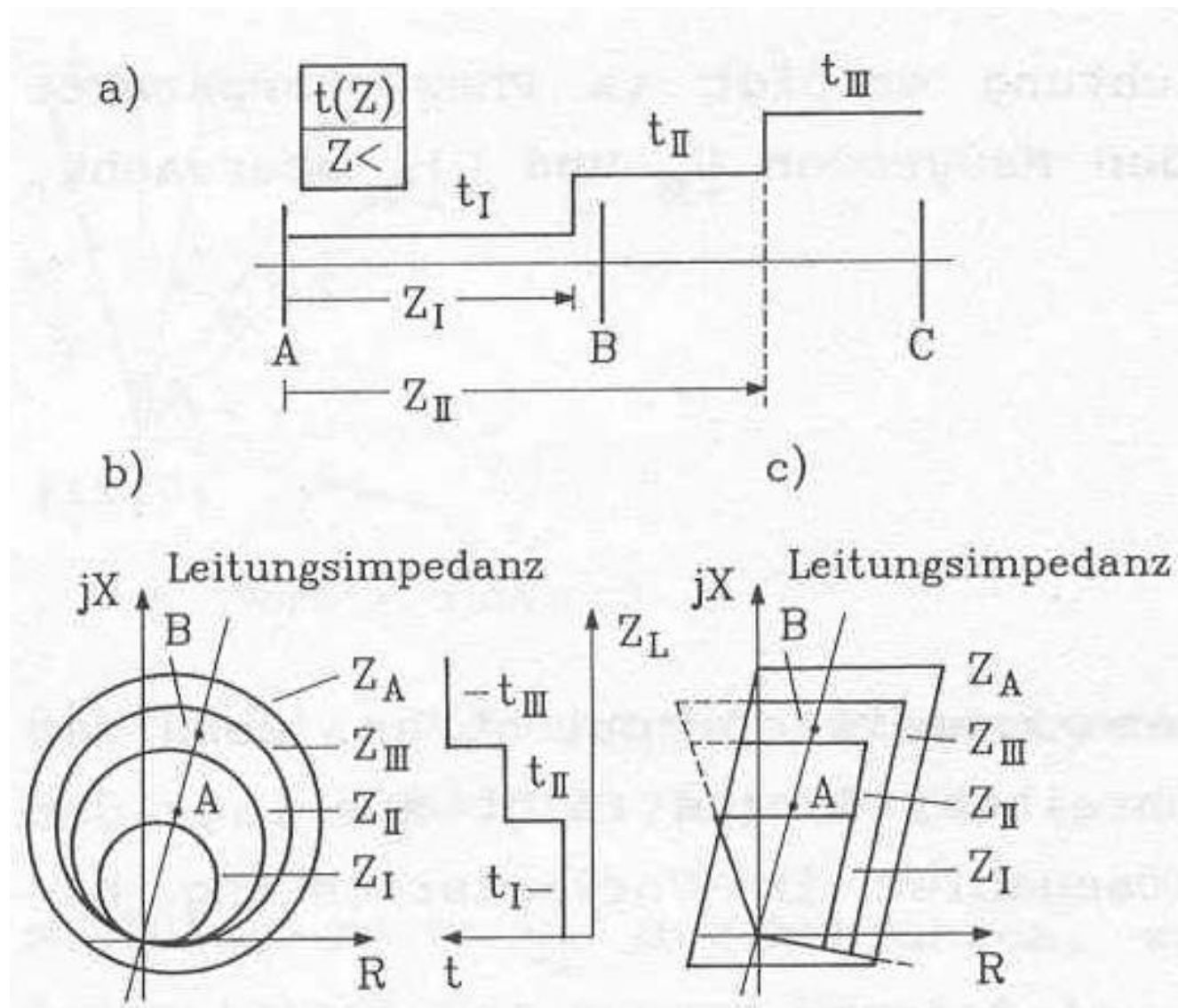


SE: AZ3 jelű leágazás alapvédelme

SVS: MBV

TFH: TVF (relévédelmi célú jelátvitel)

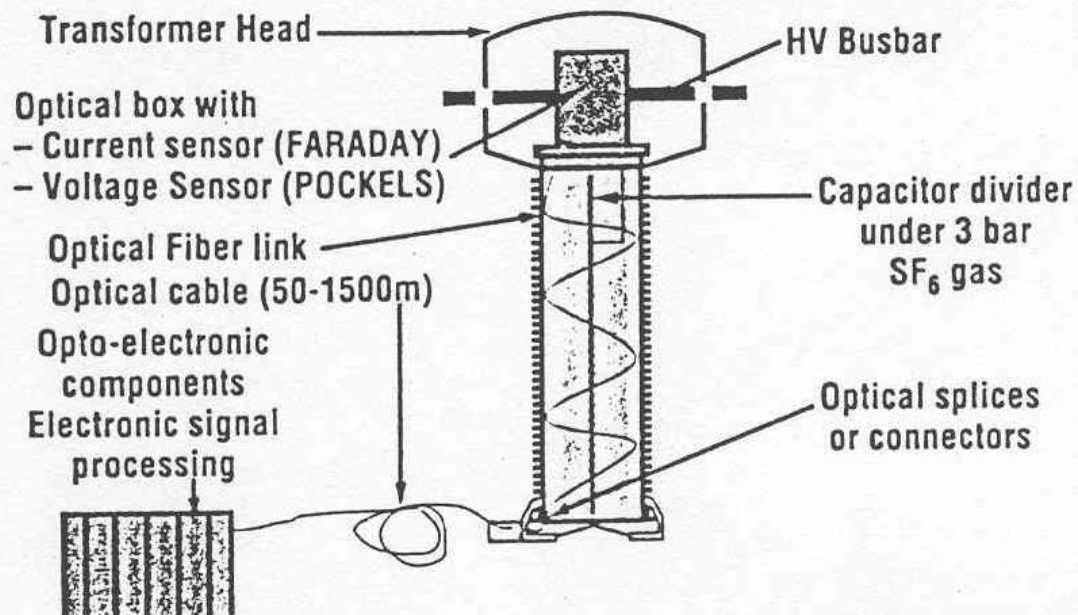
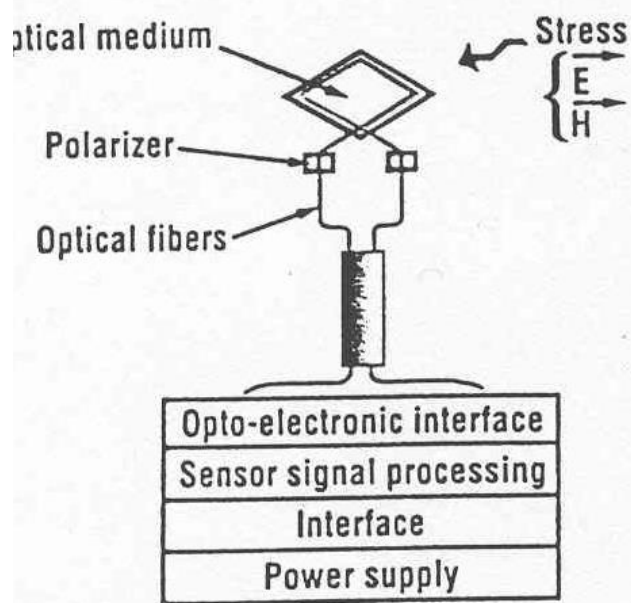
Megszakítóberagadási védelem (MBV)



„mho” kör karakterisztika

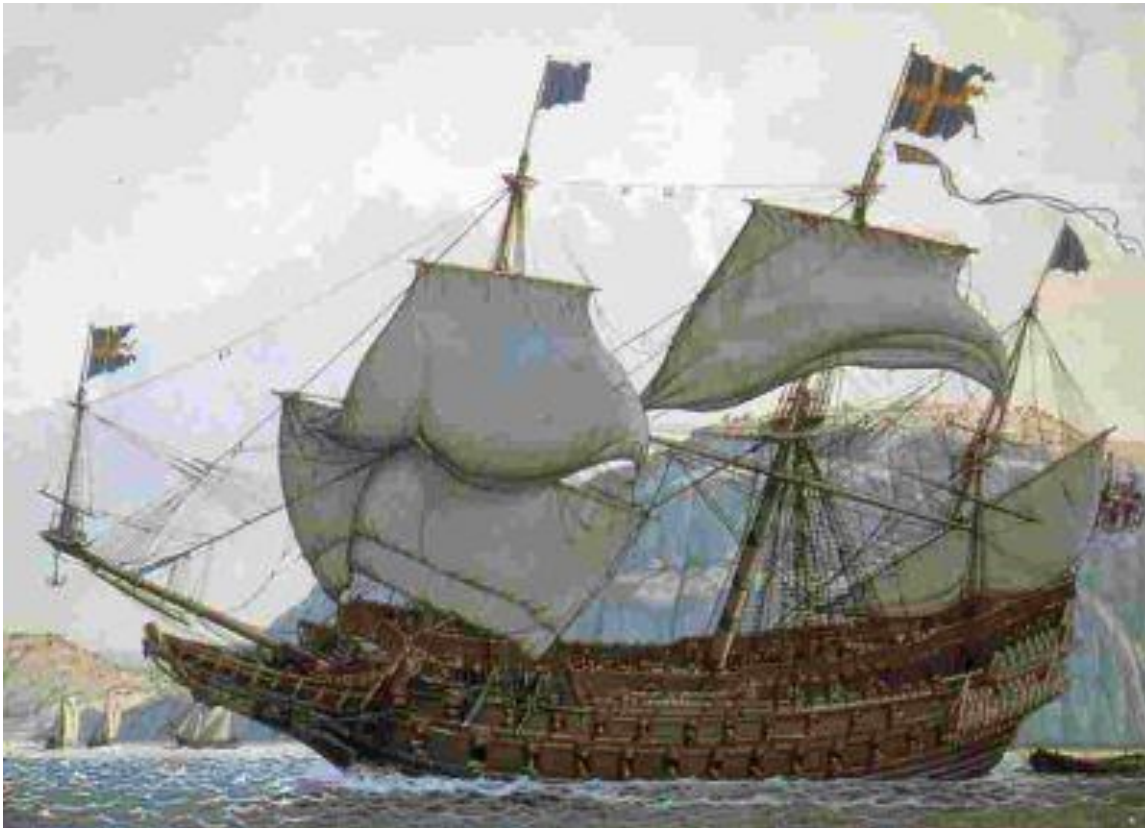
poligon karakterisztika

Távolsági védelem (működési karakterisztikák)



Közvetlen optikai csatolású kombinált mérőváltó

Egy tanulságos történelmi példa



A „Vasa” svéd hadi galleon

1628. augusztus 10-én, vasárnap 1300 méter megtétele után a stockholmi kikötőben – Beckholmen félszigetnél – stabilitási okok miatt elsüllyedt.

Okok:

- a svéd király (II. Gusztáv Adolf) nagyravágyása (árboc magasság, ütegfedélzetek száma)
- szélsőséges fejlesztési elképzelések, műszaki követelmények
- műszaki alázat hiánya

Szomorú eredmény:

a stabilitás súlyos megbomlása → rendszerösszeomlás

A VER üzemének
legfontosabb
jellemzője kell
legyen – minden
résztevő
érdekében – az
(üzem)**biztonság**.

Köszönöm
a megtisztelő
figyelmet.





Az UCTE 1. és 2. szinkron zónájának párhuzamos kapcsolása (reszinkronizáció)

ZERÉNYI József
MAVIR ZRt. – RIG
zerenyi@mavir.hu

Reszinkronizáció története

- A két UCTE szinkron zóna kialakulása
- A reszinkronizáció előkészítése

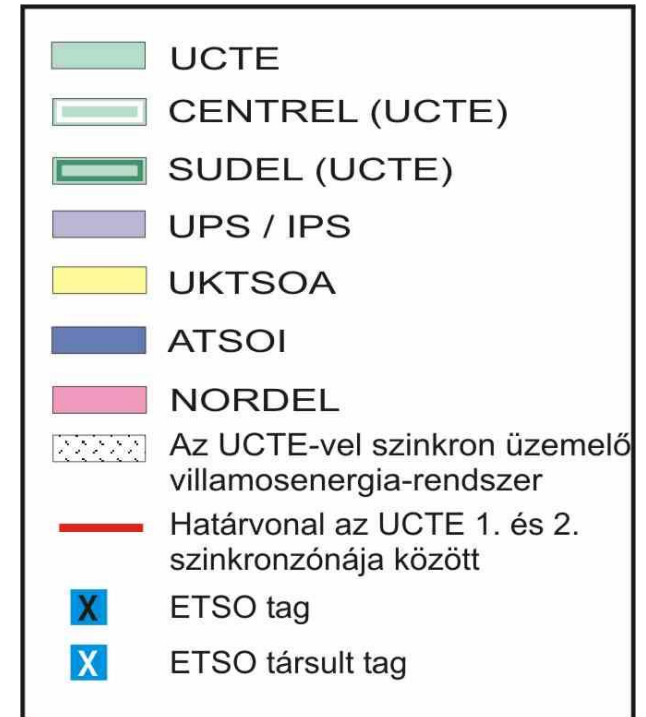
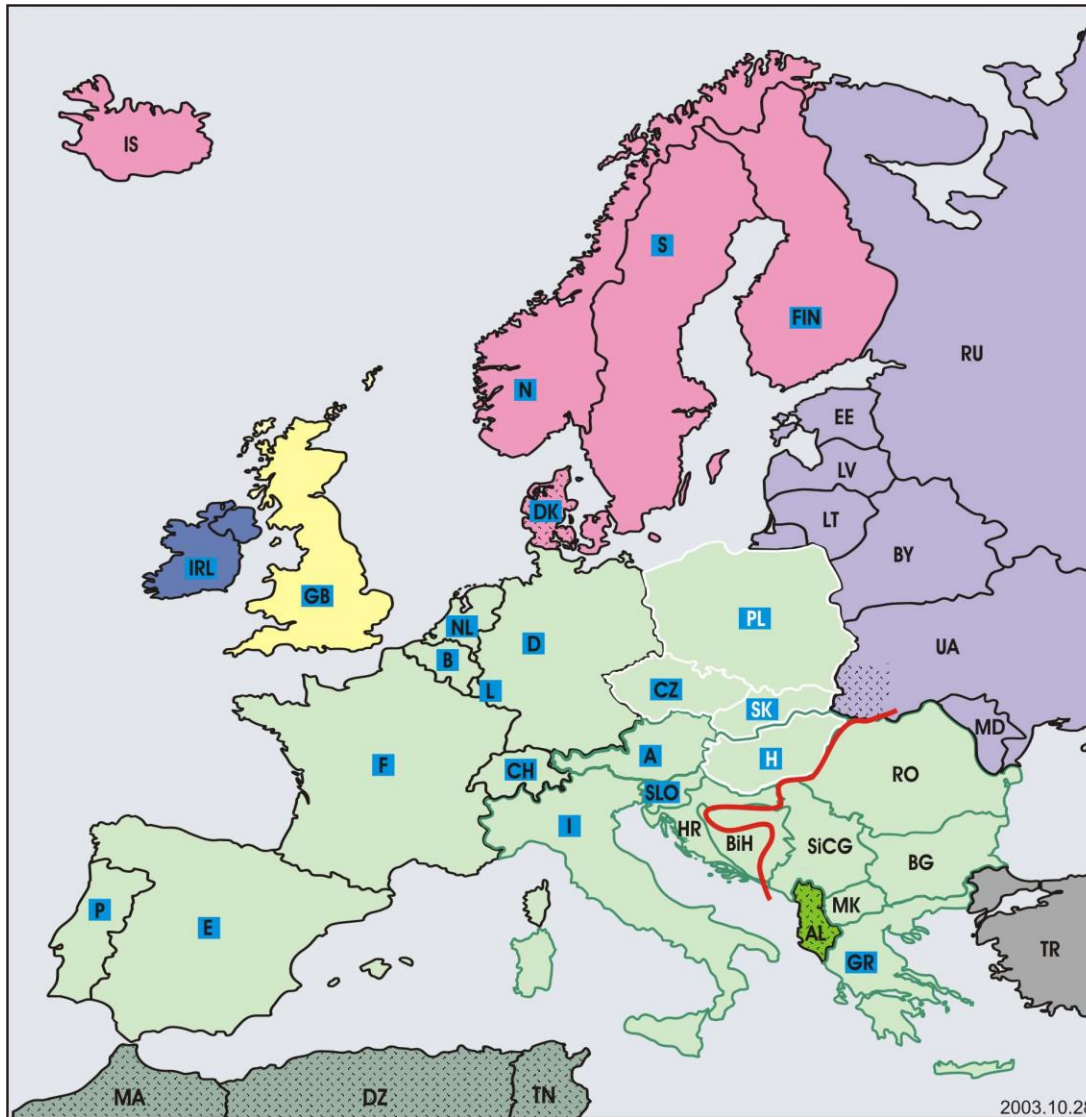
ET – Executive Team for North-South

Resynchronisation (11 átviteli társ. + RI), 2002. 03.12.

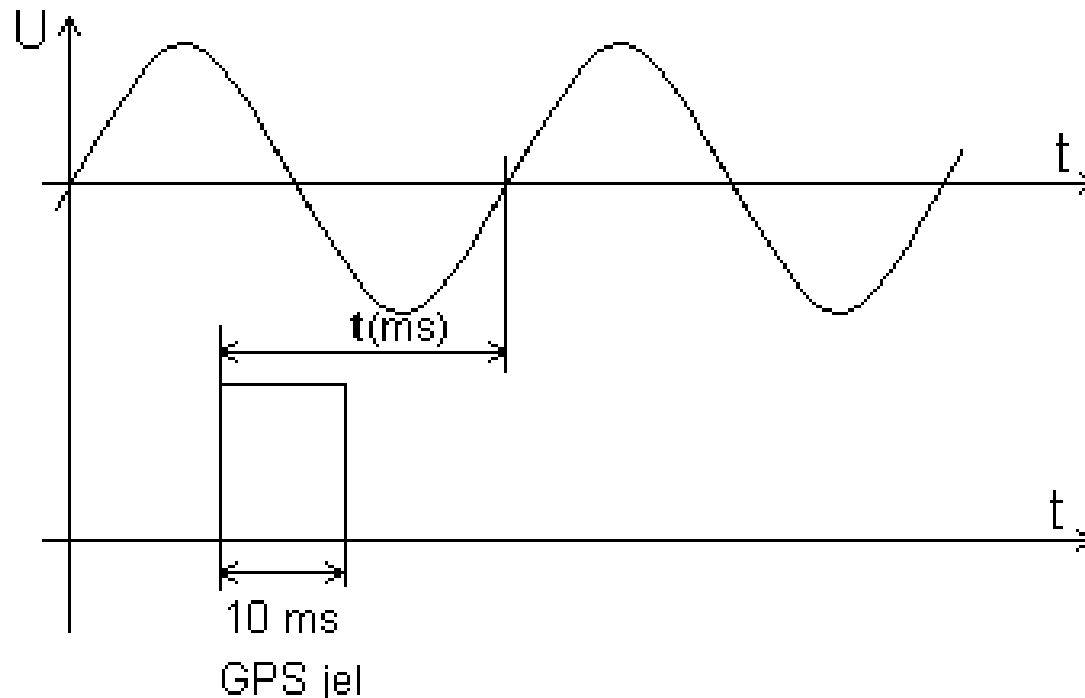
10 ülés, 2004. 09. 13-14. Zágráb – végl. Program

12 db 400, 220 és 120 kV-os távvezeték

- Fázisazonosság ellenőrzése

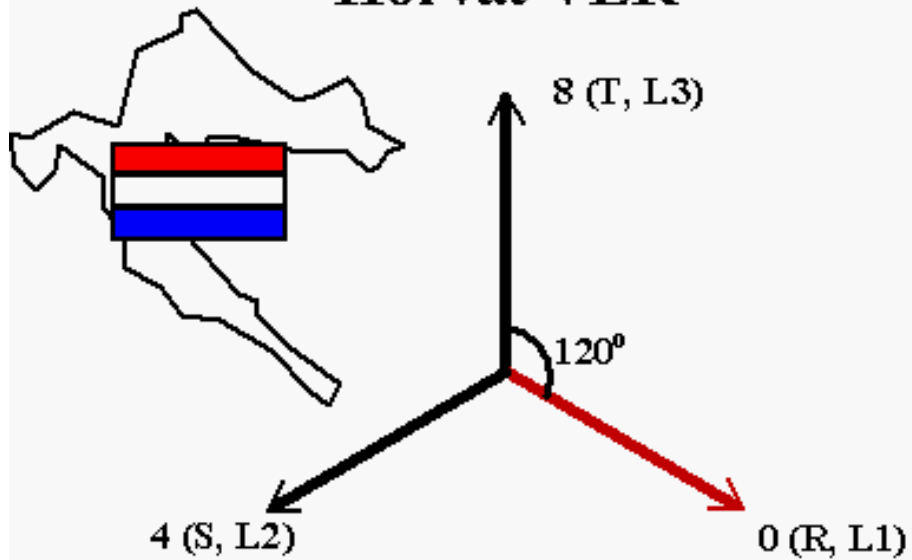


- **Söjtör-Nedeljanec 120 kV-os távvezetéken zárlat**
- **Fázisazonosság ellenőrző mérés (OVRAM, 1995. november)**
 Söjtör-Nedeljanec: 108 fok
 Siklós-Valpovo/Donji Mihojlac: 135 fok
- **Hévíz-Tumbri 400 kV tv. üzembehelyezése előtt 3 oldalú mérés**
 1998. 10. 01. és 1999. 05. 20. mérések: **120 fokos ciklikus fáziscsere :O((**

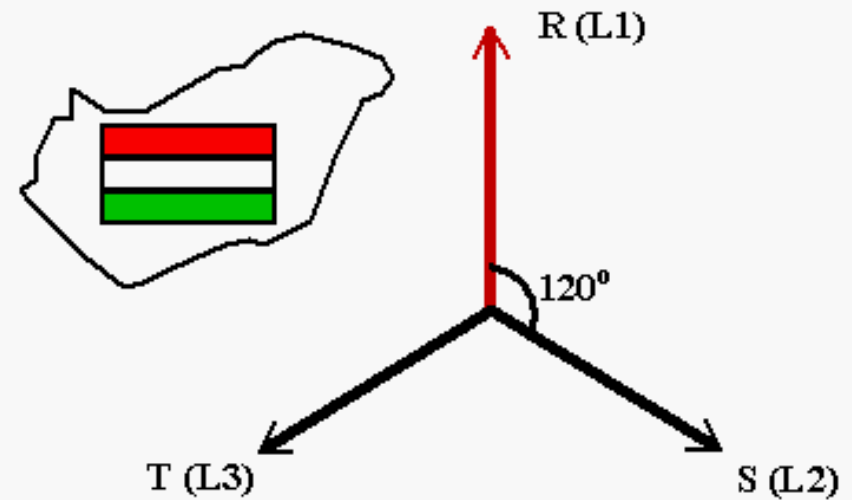


Fázisazonosság mérés elve

Horvát VER

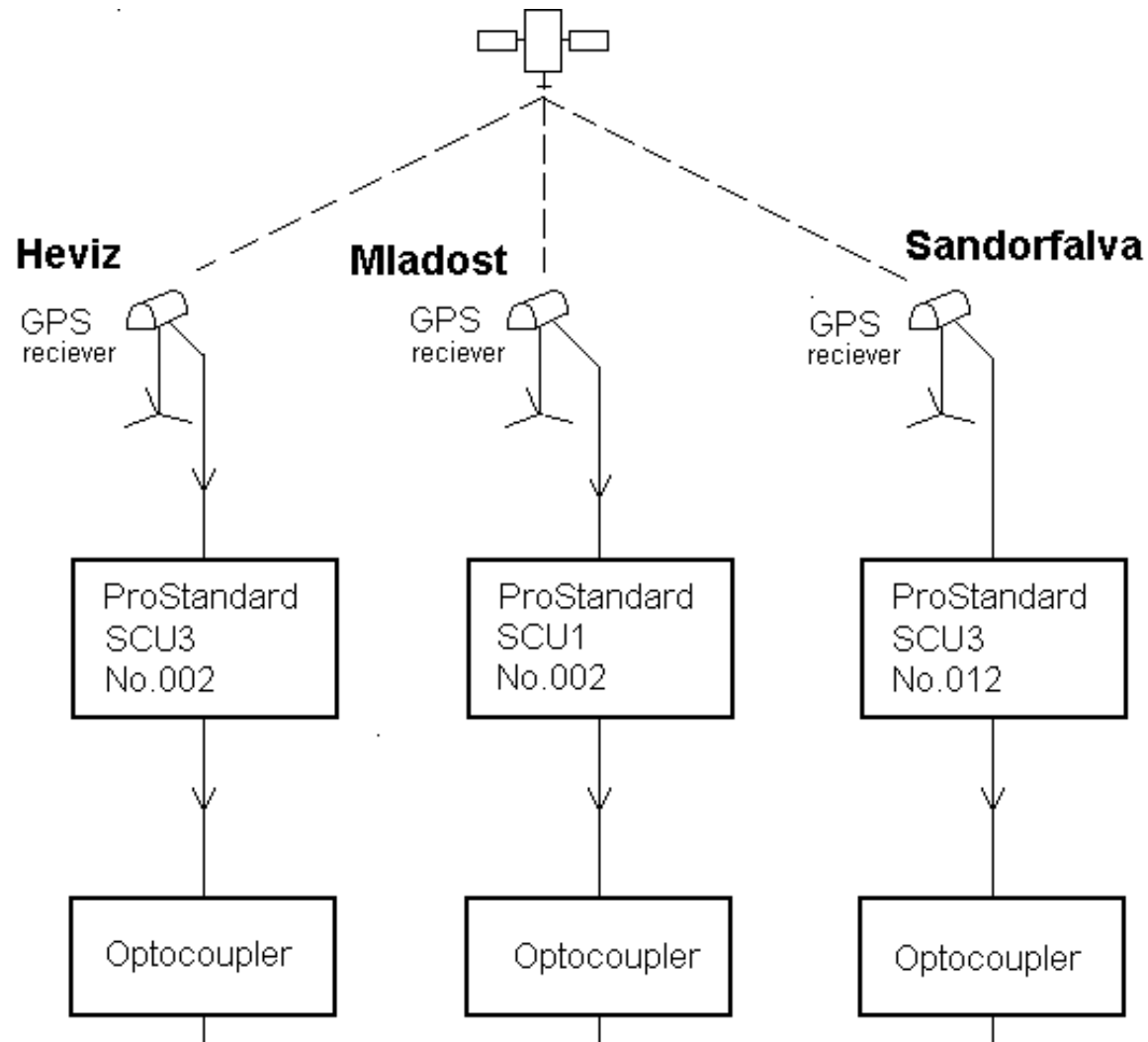


Magyar VER



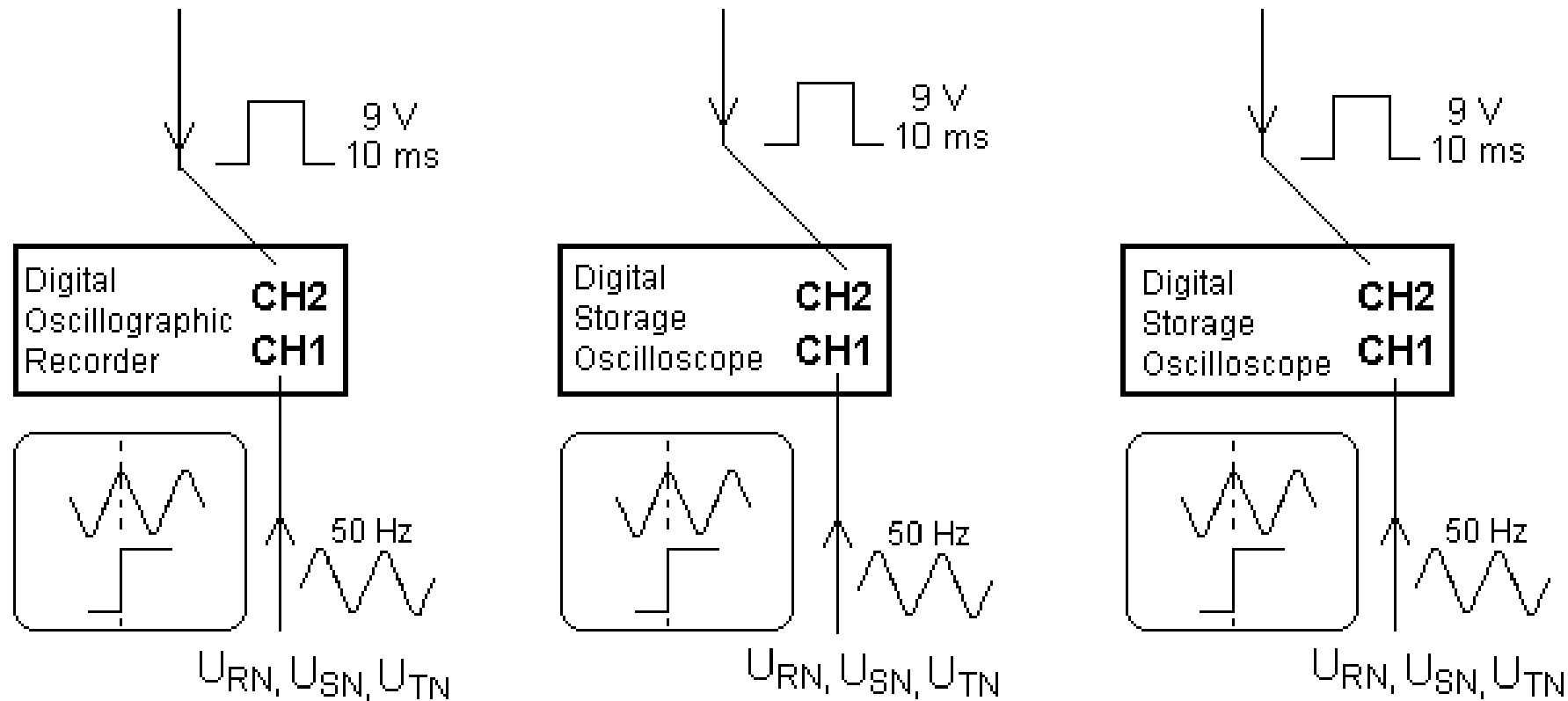
Horvát és magyar energiarendszer fazorai

MAVIR kezdeményezésre: ellenőrző mérés 2004. 09. 09-én !!!

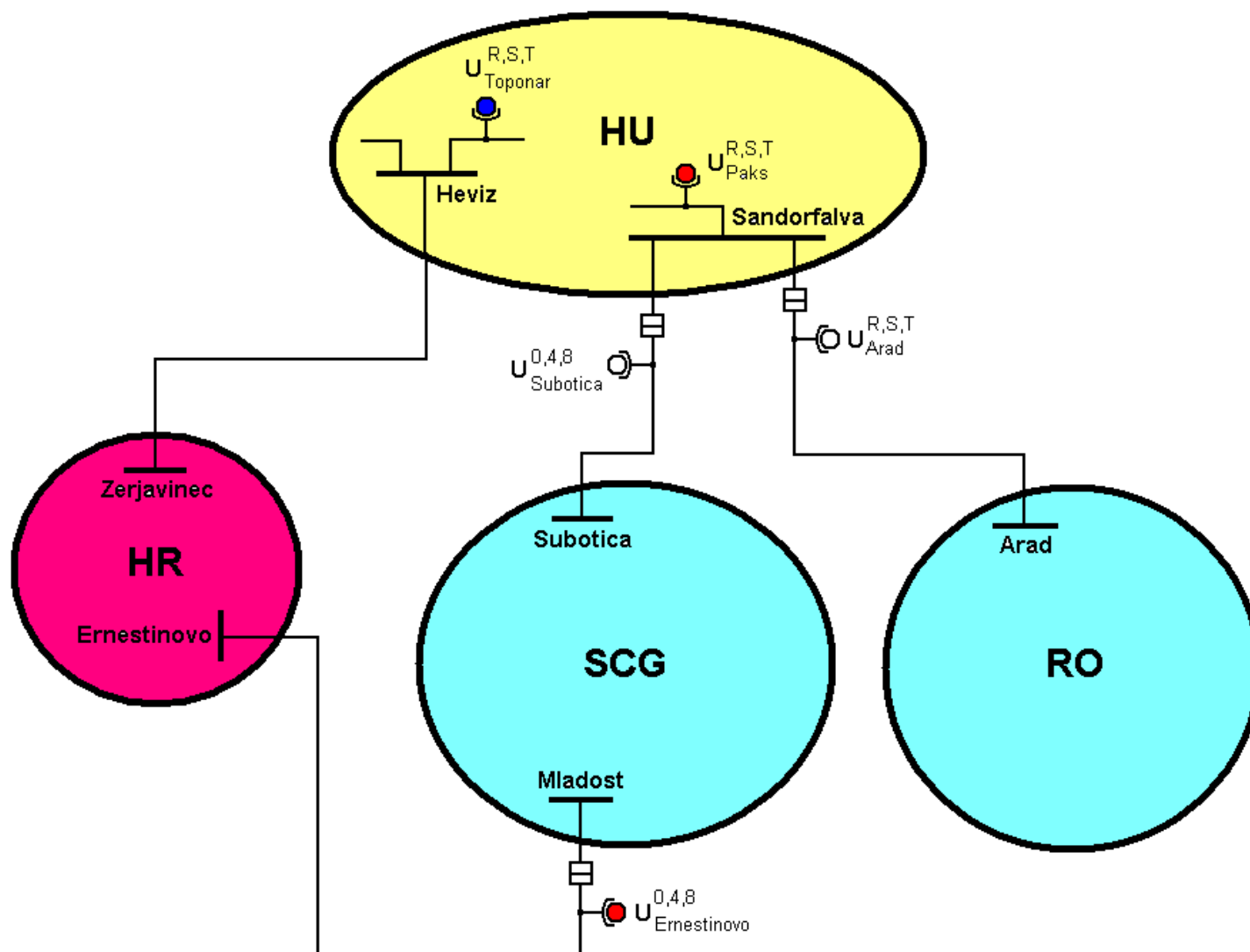


Mérés kialakítása, GPS jel vétele

Fázisazonosság ellenőrzése



A helyszíni mérési elrendezés



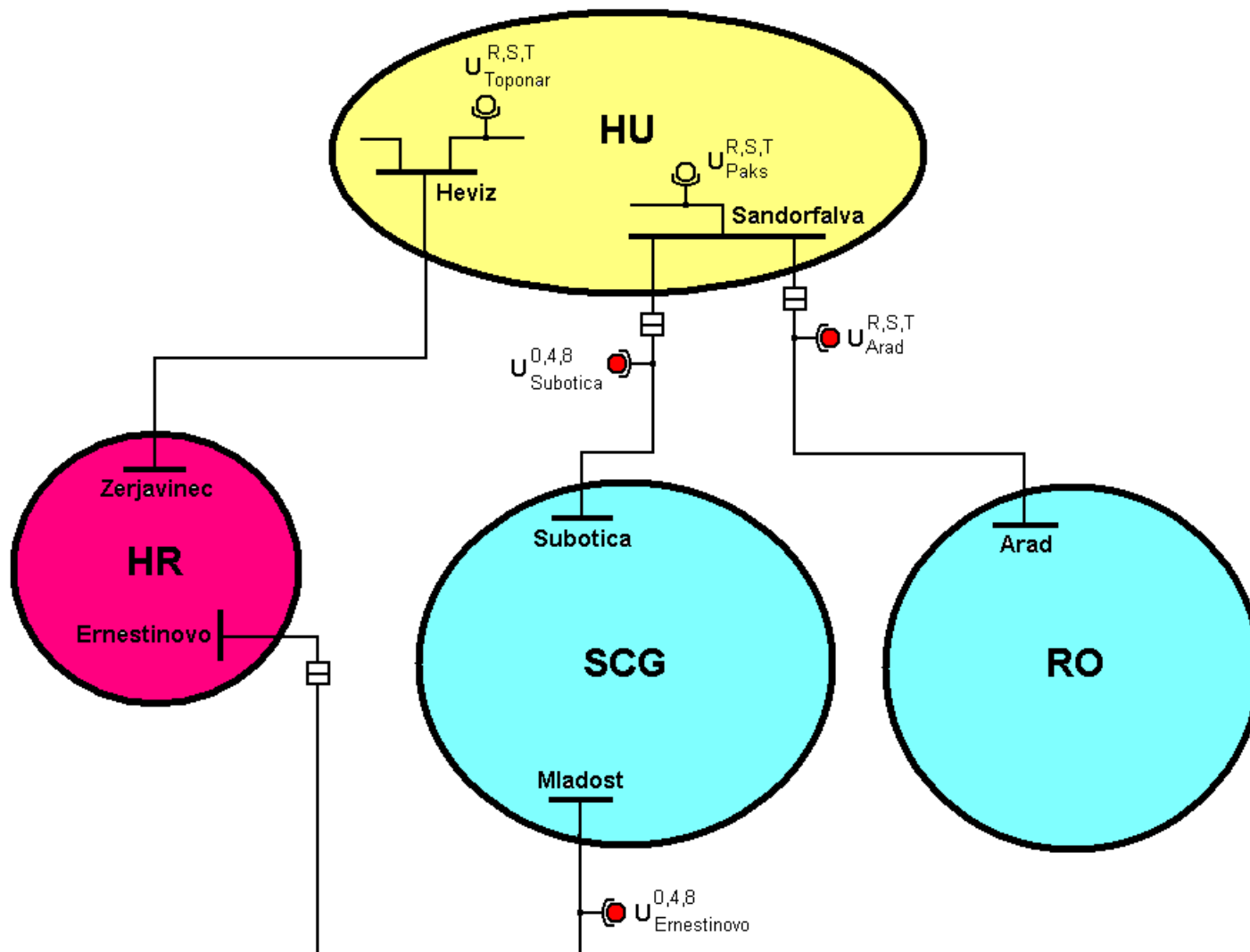
1. mérés

Fázisazonosság ellenőrzése

	UCT	SCG Mlad.←Ernest.		HU Sfalva. ←Paks		HU Heviz←Top.		$\Delta\varphi$
1	11.52	0 ,R,L1	329.4	R ,L1,0	201.6	R ,L1,0	205.2	-127.8
2	12.02	4 ,S,L2	117.0	S ,L2,4	347.4	S ,L2,4	352.8	-129.6
3	12.10	8 ,T,L3	268.2	T ,L3,8	138.6	T ,L3,8	144.0	-129.6
4	12.18	8 ,T,L3	41.4	R ,L1,0	32.4	R ,L1,0	37.8	-9.0

(Szögek a magyar rendszerhez mérve!)

1. mérés: szögekülönbségek a magyar és a horvát energiarendszer között

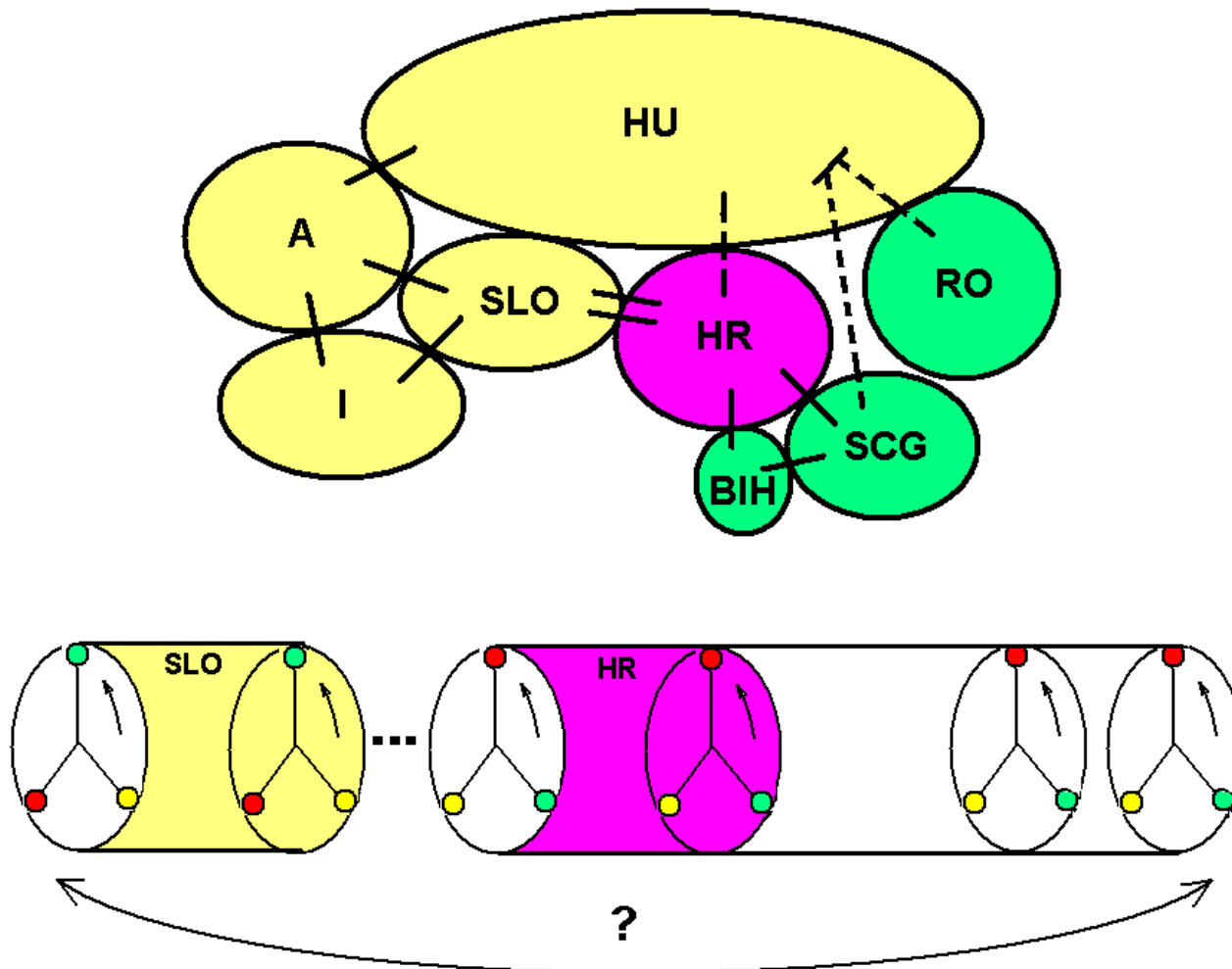


Fázisazonosság ellenőrzése

	UCT	SCG Mlad.→ Ernest.		HU				$\Delta\varphi$
				Sfalva.→Subotica		Sfalva.→Arad		
5	13.45	0 ,R,L1	262.8	R ,L1,0	268.2			5.4
6	13.53	0 ,R,L1	48.6			R ,L1,0	50.4	1.8
7	13.57	4 ,S,L2	59.4	S ,L2,0	66,6			7.2
8	14.00	8 ,T,L3	212.4	T ,L3,8	217.8			5.4

(Szögek a magyar rendszerhez mérve!)

2. Mérés: szögeltérés a szerb és a román rendszer között



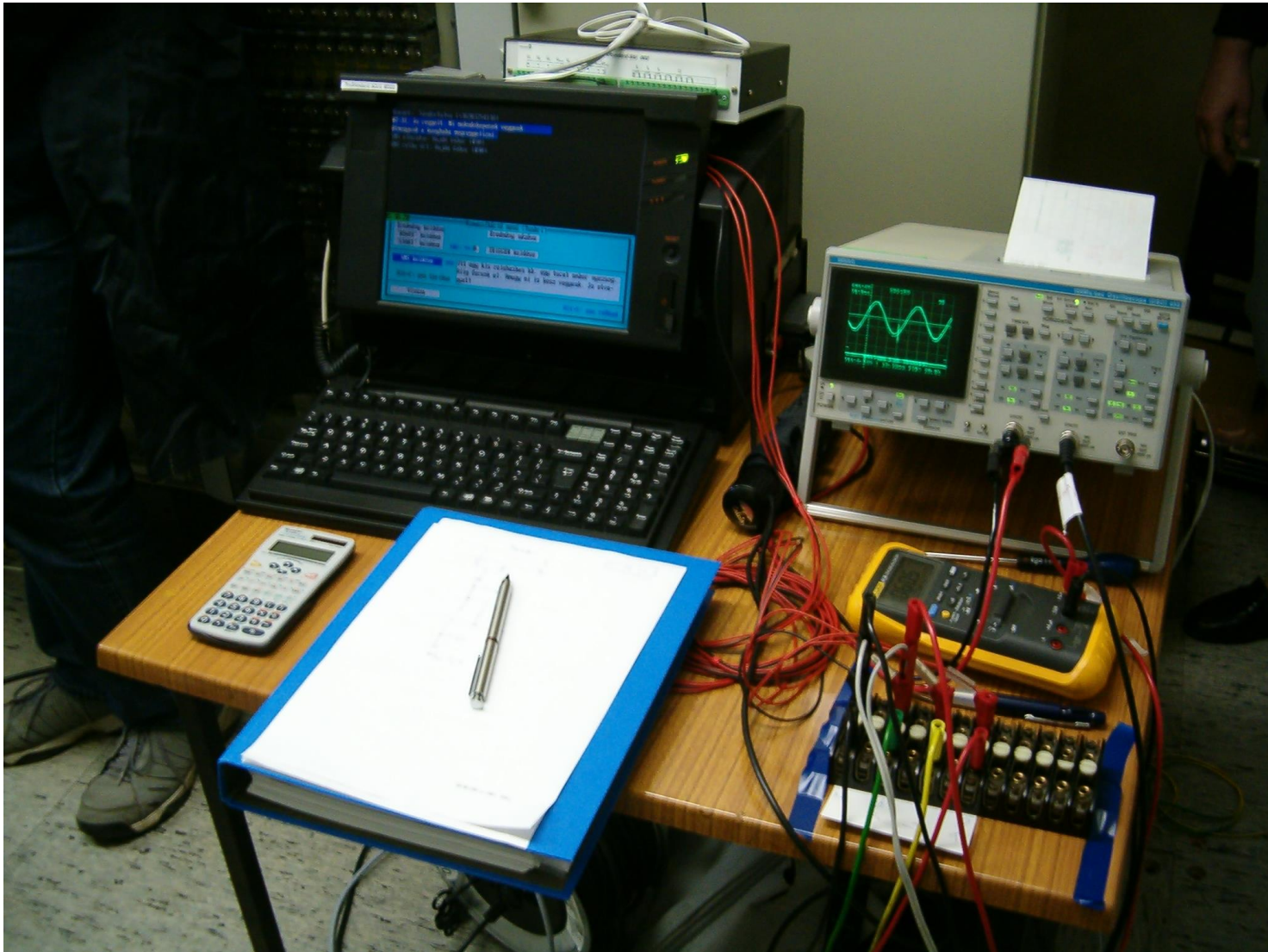
Balkáni kolbász: hogyan lehet elképzelni a 120 fokos ciklikus elcsavarodást?

(Rijeka-Brestanica 110 kV-os távvezeték – 1943 ?)



2004. 09. 23-29.
között horvát-
szlovén-magyar
együttműködésben
a horvát fél ciklikus
fáziscserét hajtott
végre a
határkeresztező
távvezetéseken,
ezzel **elhárult**
minden akadály a
reszinkronizáció
elől.

(Krsko-Tumbri 1. sz.
400 kV-os távvez.,
szögkülönbség mérés
Krsko 1. és Sfalva.
között: 23 fok !!!)



2004. szeptember 24., Tumbri: mérési összeállítás



2004. szeptember 24., Tumbri:
rövid szigetüzem utáni horvát újraszinkronizálás

2004. október 10. vasárnap

Egyeztetett program szerint (12 db 400, 220, 120 kV-os távvez.):

előzetes távvezeték kapcsolások sorozata

Sándorfalva – Arad tv. Sándorfalva felől

Szabadka – Sándorfalva tv. Szabadka felől

Podgorica (Montenegro) – Trebinje (BiH) tv. Podgorica felől

Munkács – Rosiori tv. Munkács felől

Mladost (Szerbia) – Ernestinovo (Ho) tv. Mladost felől került feszültség alá

szabályozással: $f(2.\text{zóna}) > f(1.\text{zóna})$ 30-50 mHz értékkel

9.34: Aradon (aut. szinkronell.) bekapcsolódik a Sándorfalva távvezeték

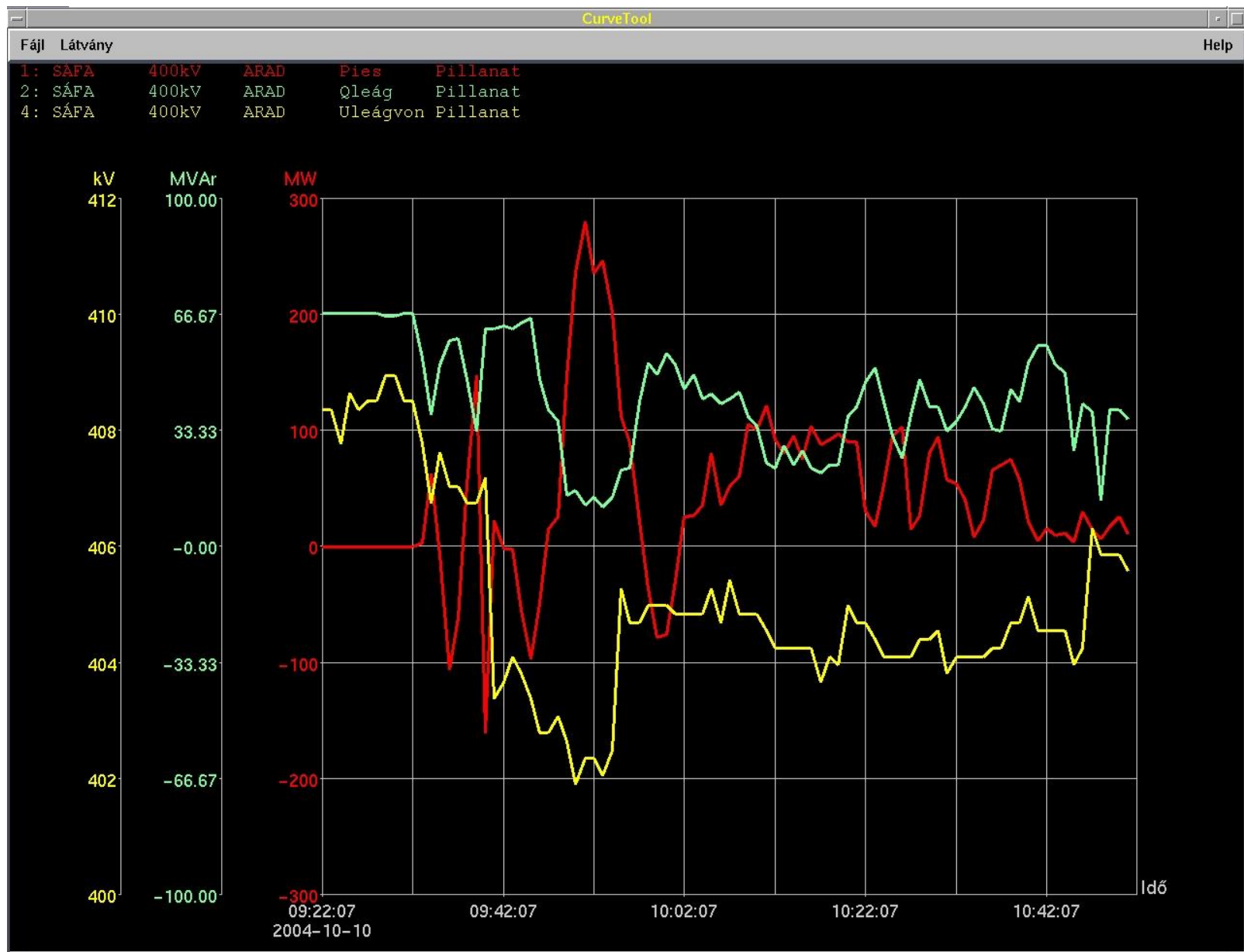
9.41: Sándorfalván bekapcsolják a Szabadka távvezetékét

9.58: Trebinjén bekapcsolják a Podgorica távvezetékét

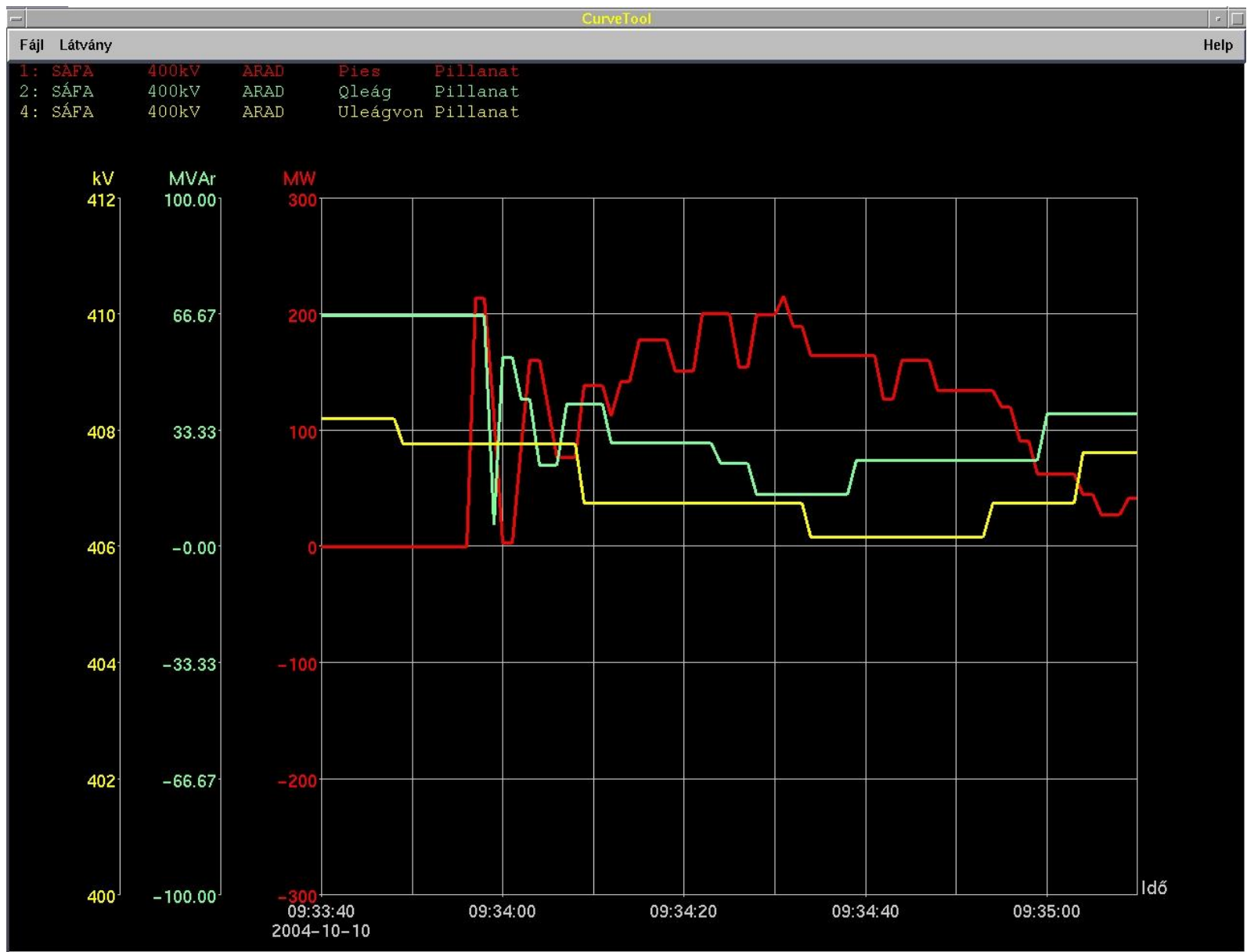
10.07: Rosioriban bekapcsolják a Munkács távvezetékét

10.20: Ernestinovoban bekapcsolják a Mladost távvezetékét

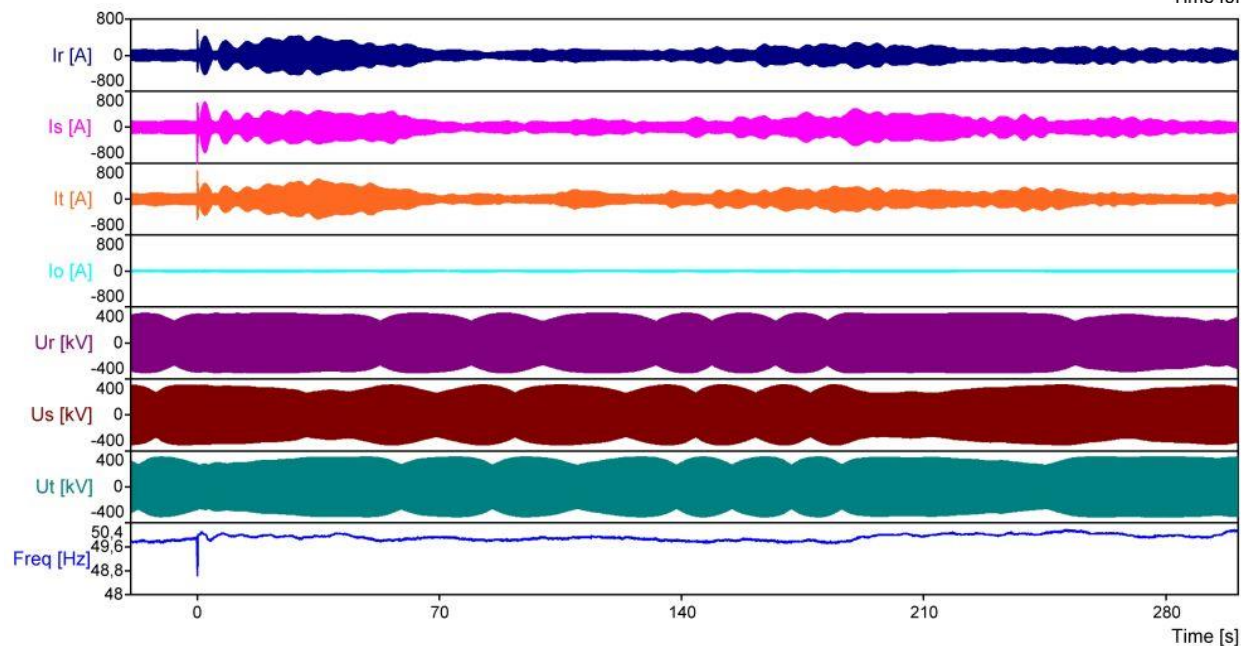
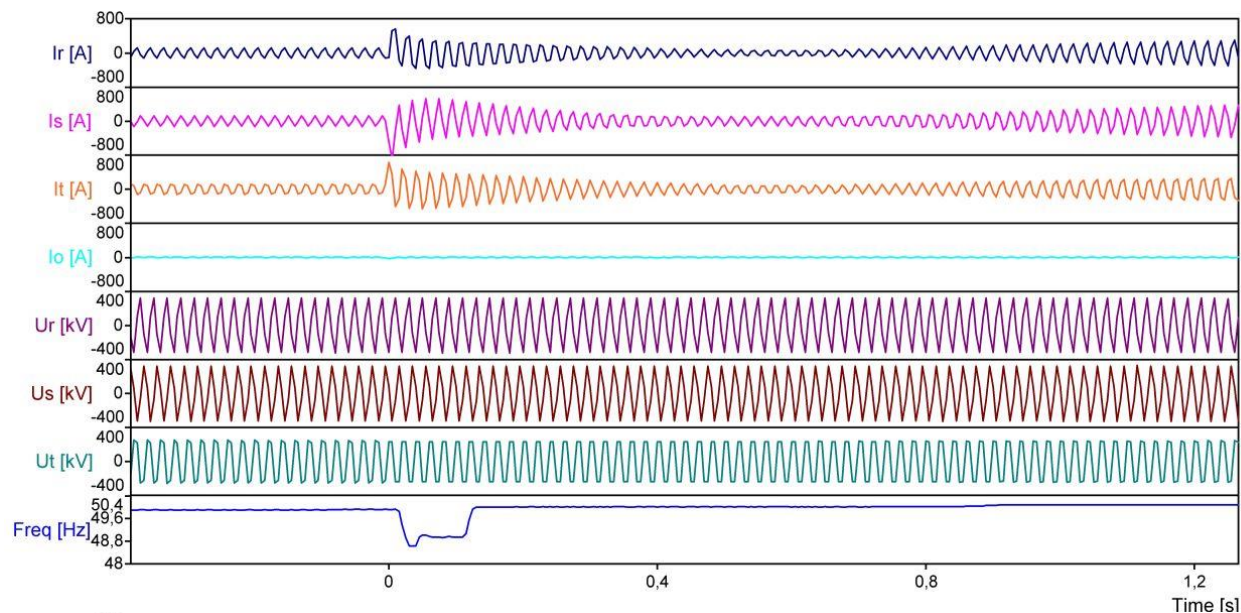
10.58-ig: bekapcsolják az összes többi 220, és 110 kV-os távvezetékét



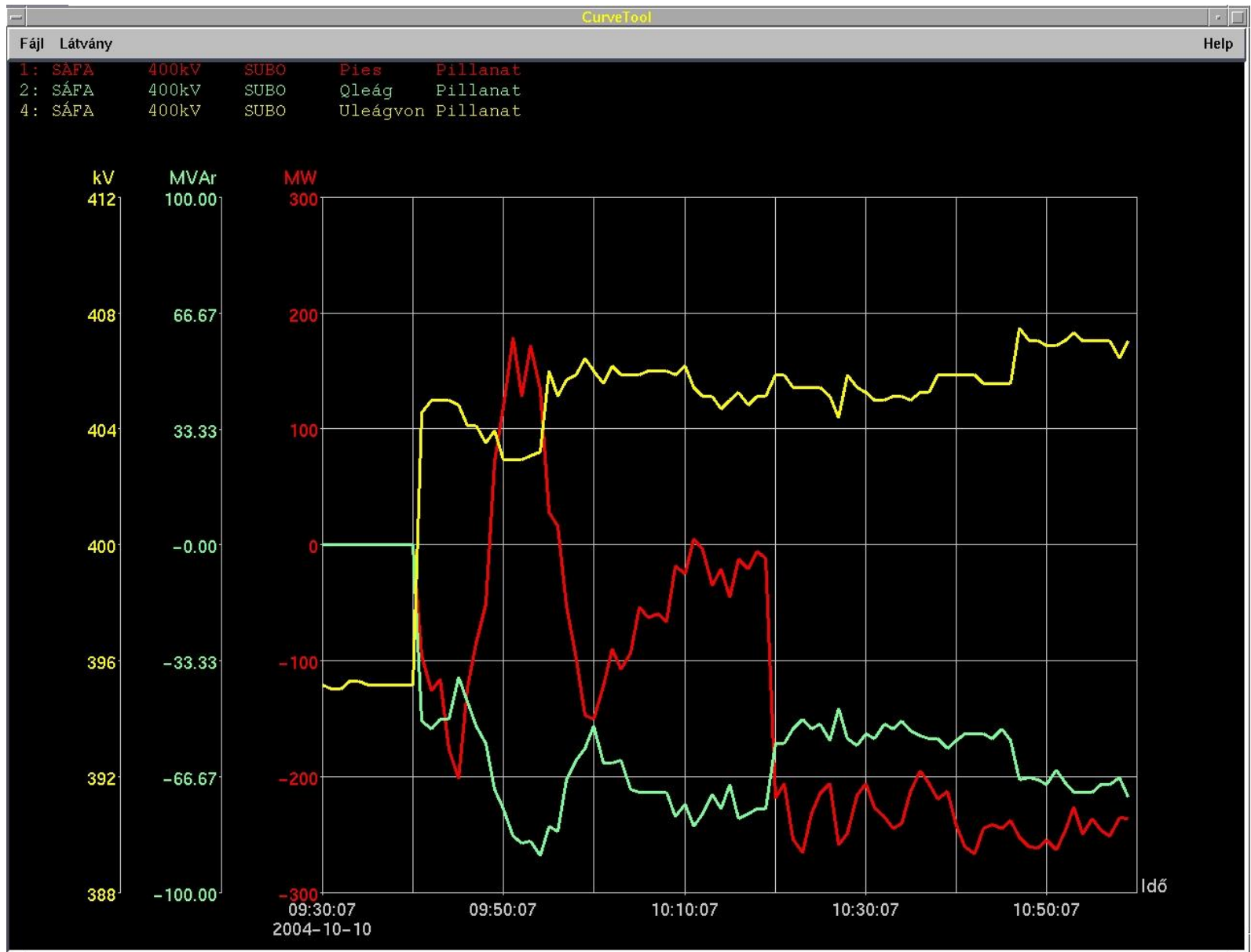
9³⁴ órakor: Sándorfalva-Arad 400 kV-os távvezeték bekapcsolása Aradon



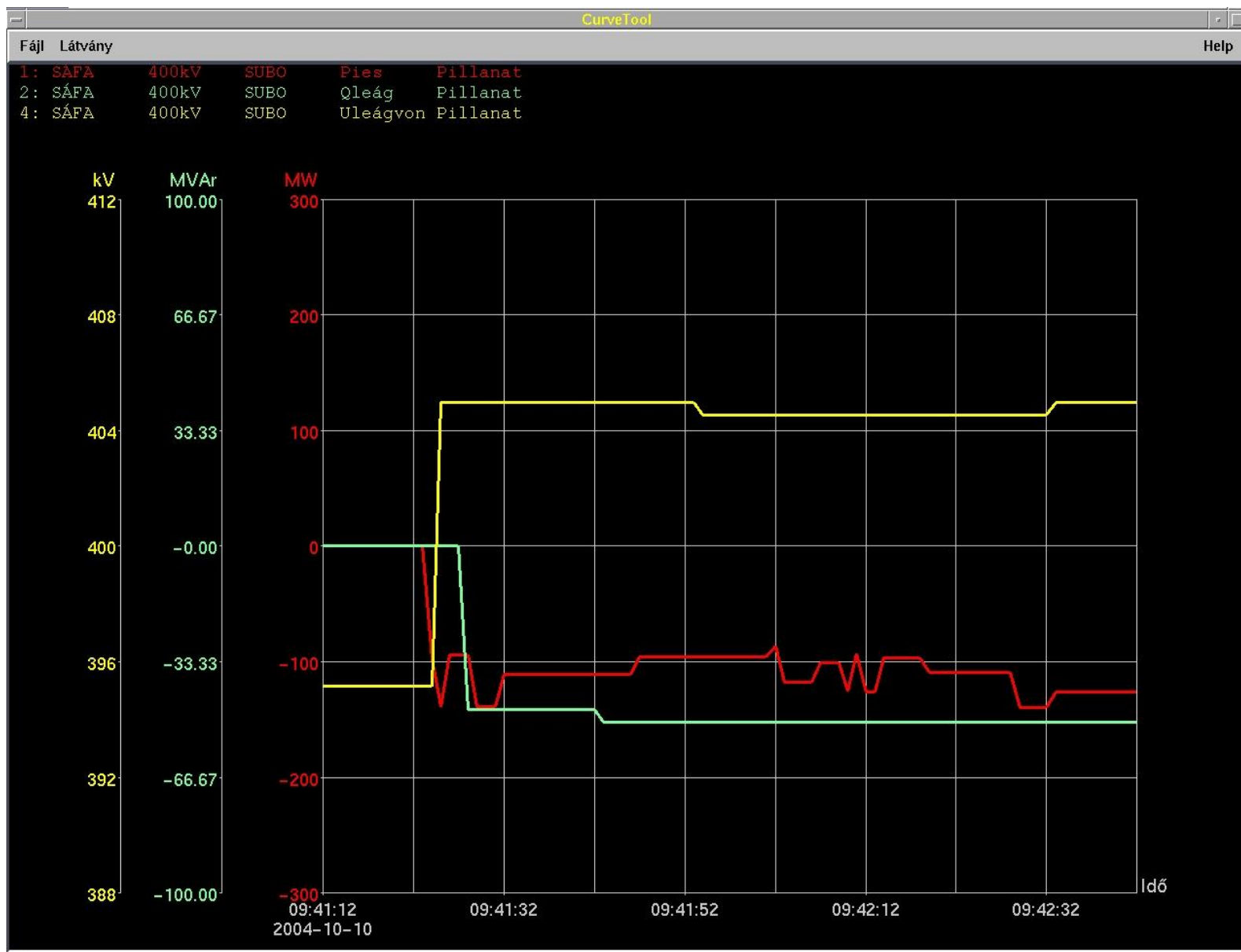
9³⁴ órakor: Sándorfalva-Arad 400 kV-os távvezeték bekapcsolása Aradon



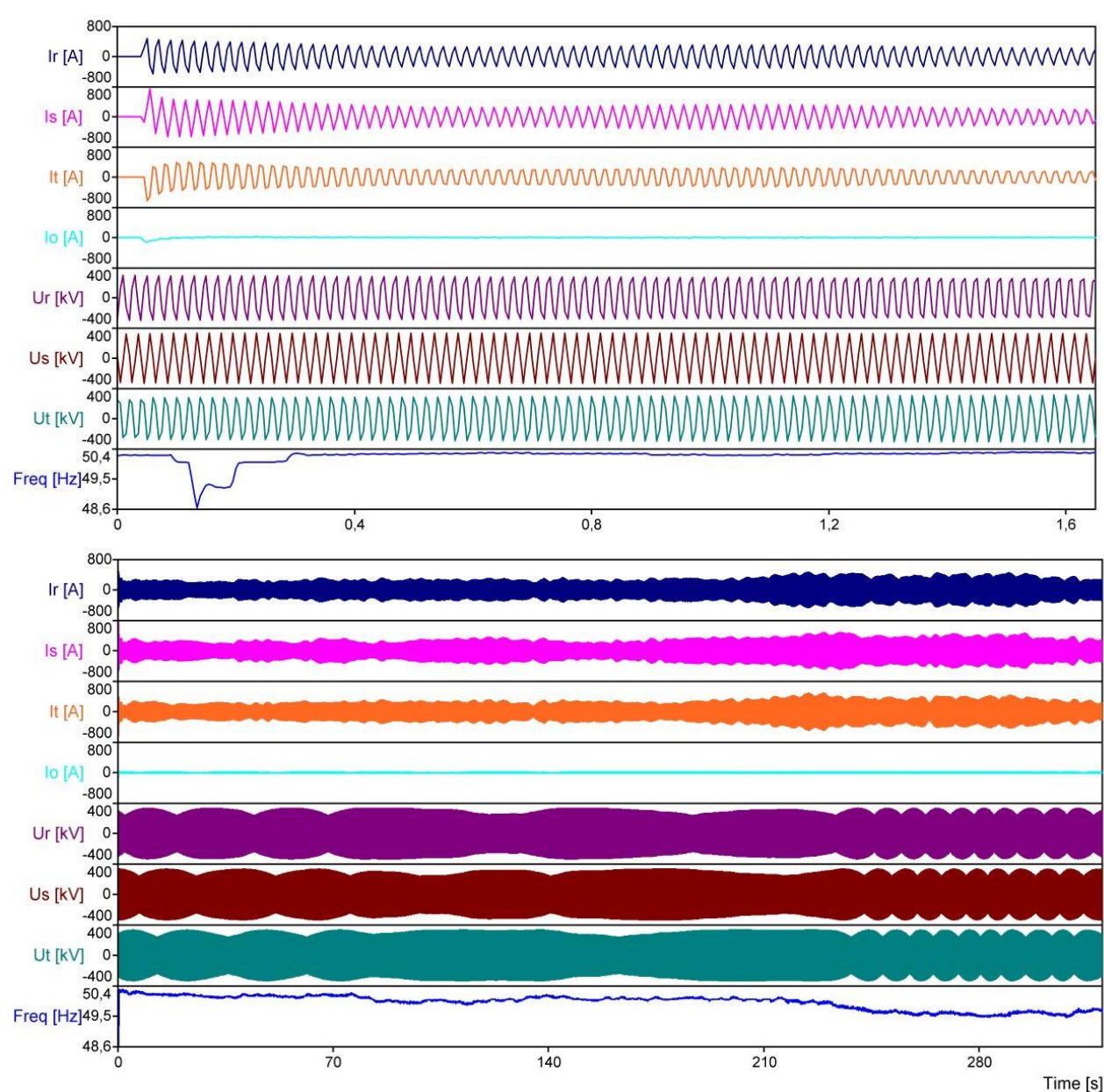
9³⁴ órákor: Sándorfalva-Arad 400 kV-os távvezeték bekapcsolása Aradon



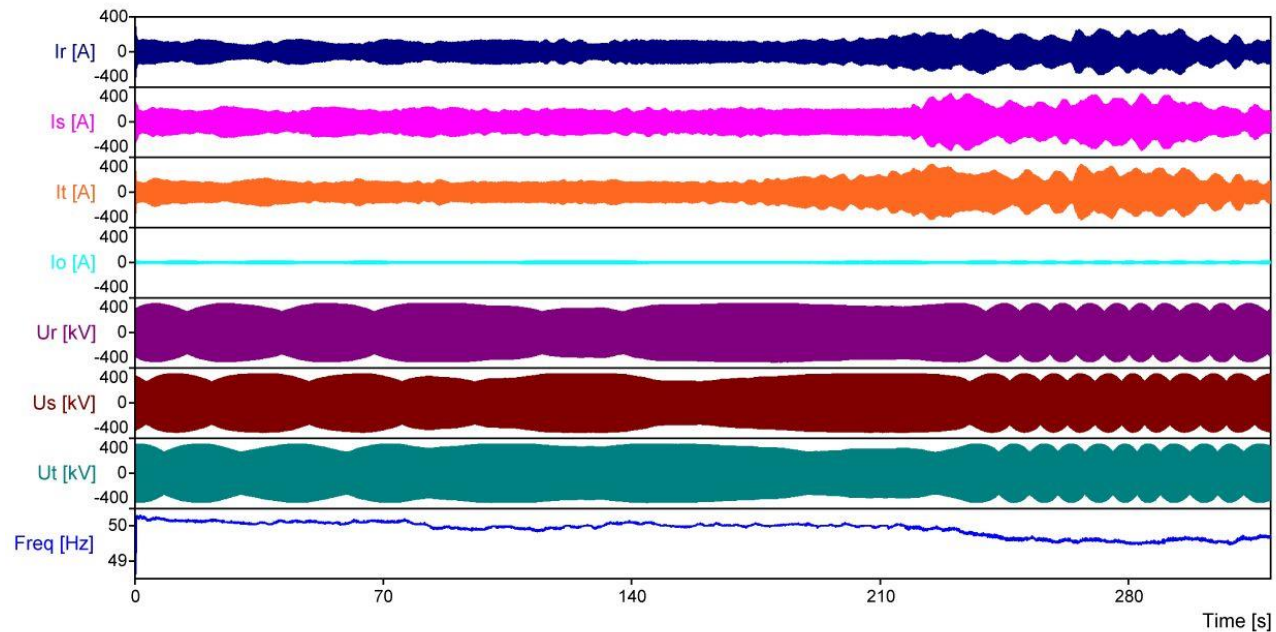
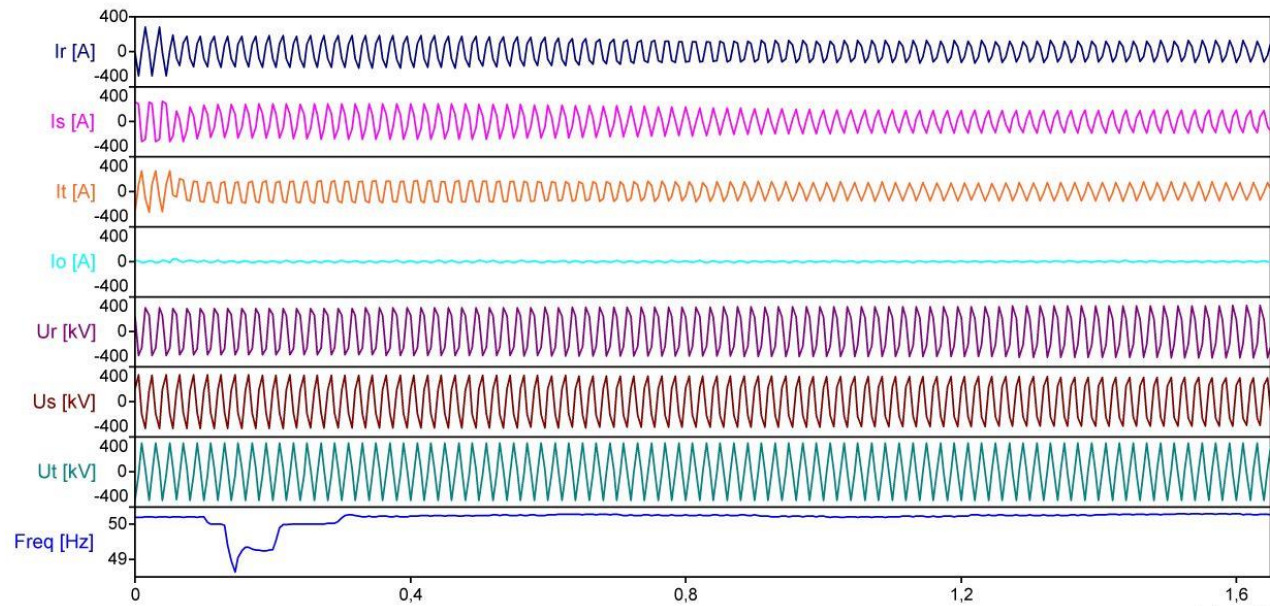
9⁴¹ órakor: Sándorfalva-Szabadka 400 kV-os távvezeték bekapcsolása



9⁴¹ órakor: Sándorfalva-Szabadka 400 kV-os távvezeték bekapcsolása



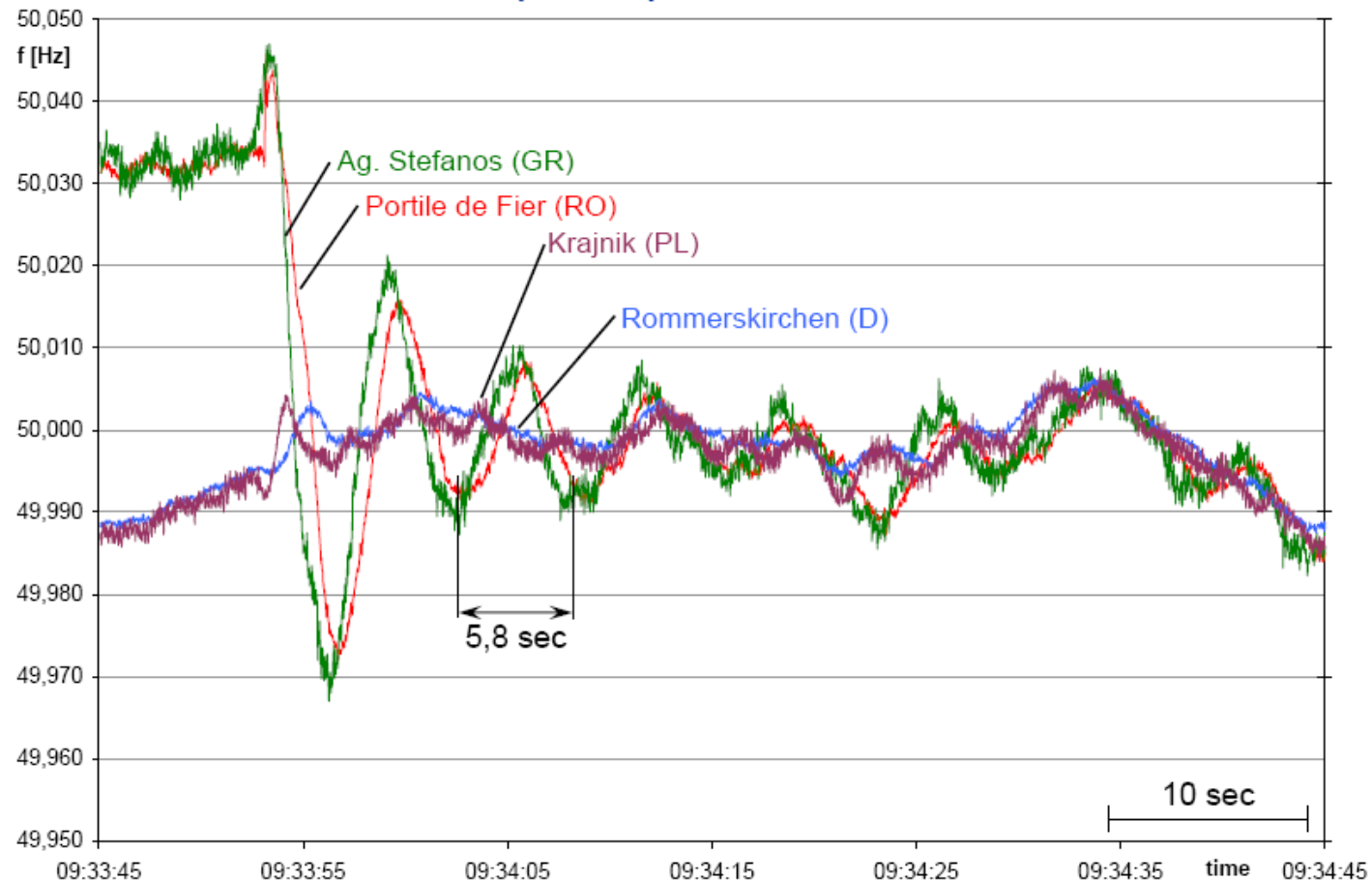
94¹ órákor: Sándorfalva-Szabadka 400 kV-os távvezeték bekapcsolása Sándorfalván (Szabadka távvezeték mennyiségei)



9⁴¹ órákor: Sándorfalva-Szabadka 400 kV-os távvezeték bekapcsolása Sándorfalván (Arad távvezeték mennyiségei)

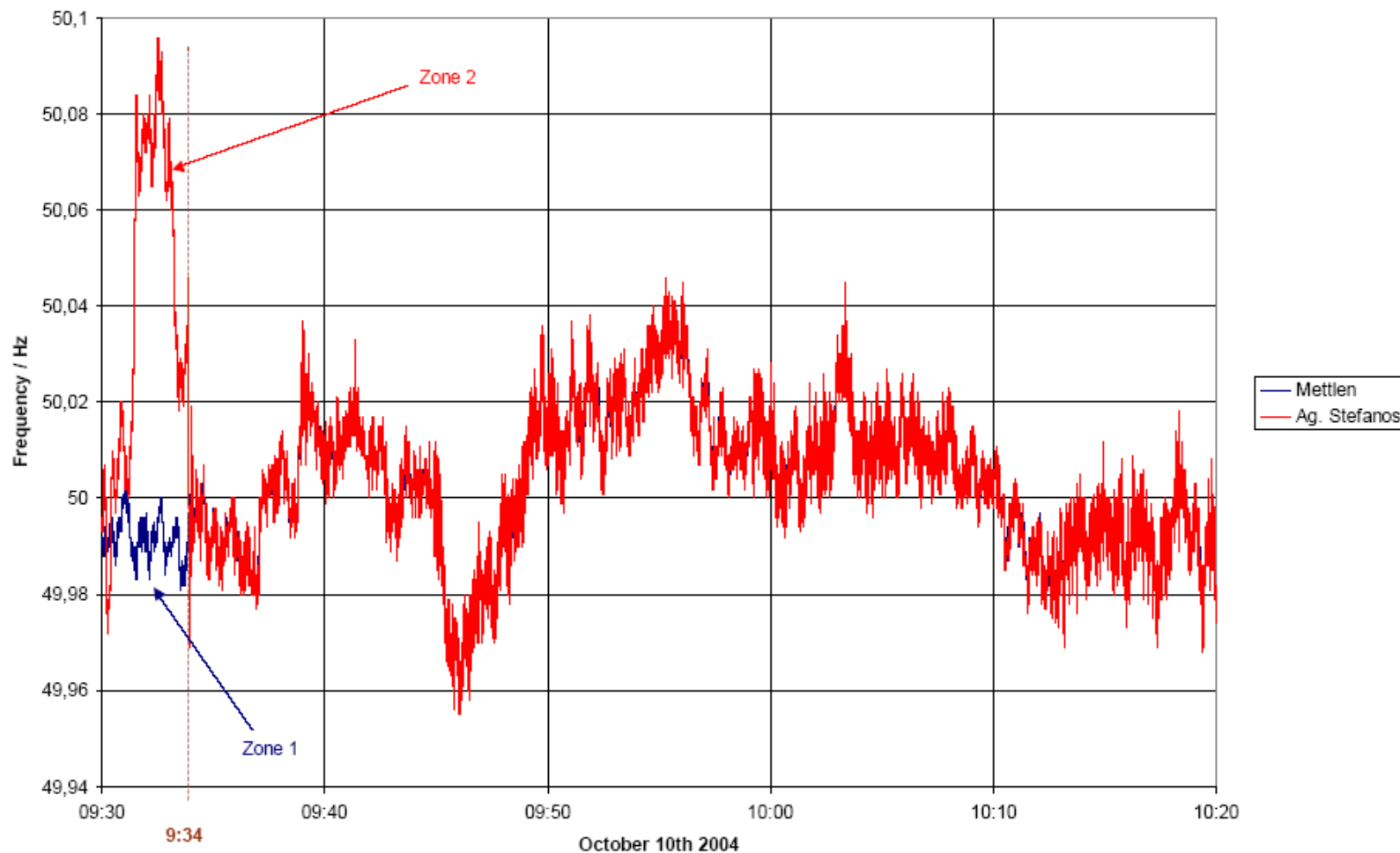
UCTE-WAMS recordings:

Resynchronisation of UCTE 1st and 2nd zone, October 10th, 2004, 09:33h (CEST)



UCTE Resynchronisation of Zone 1 & 2

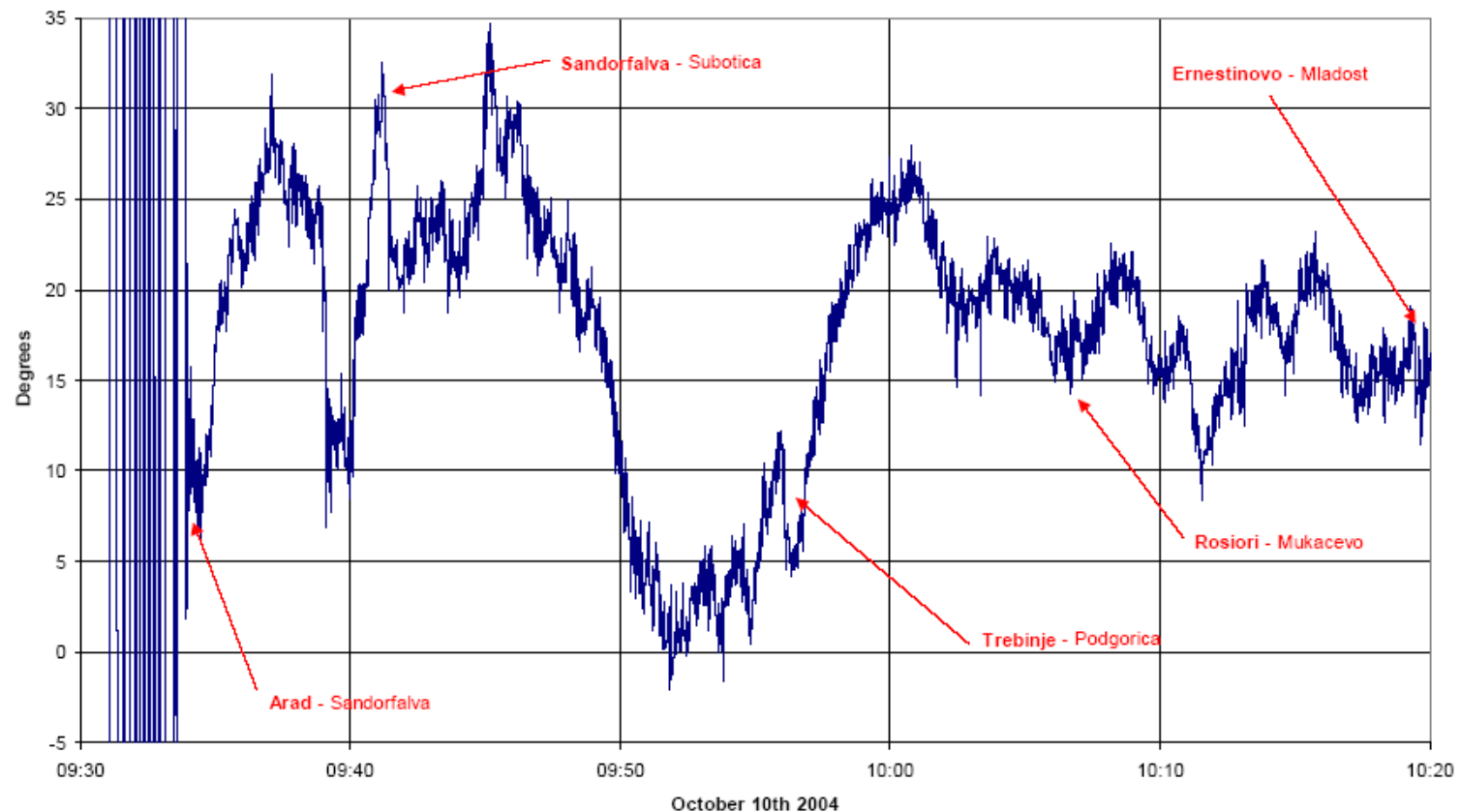
1

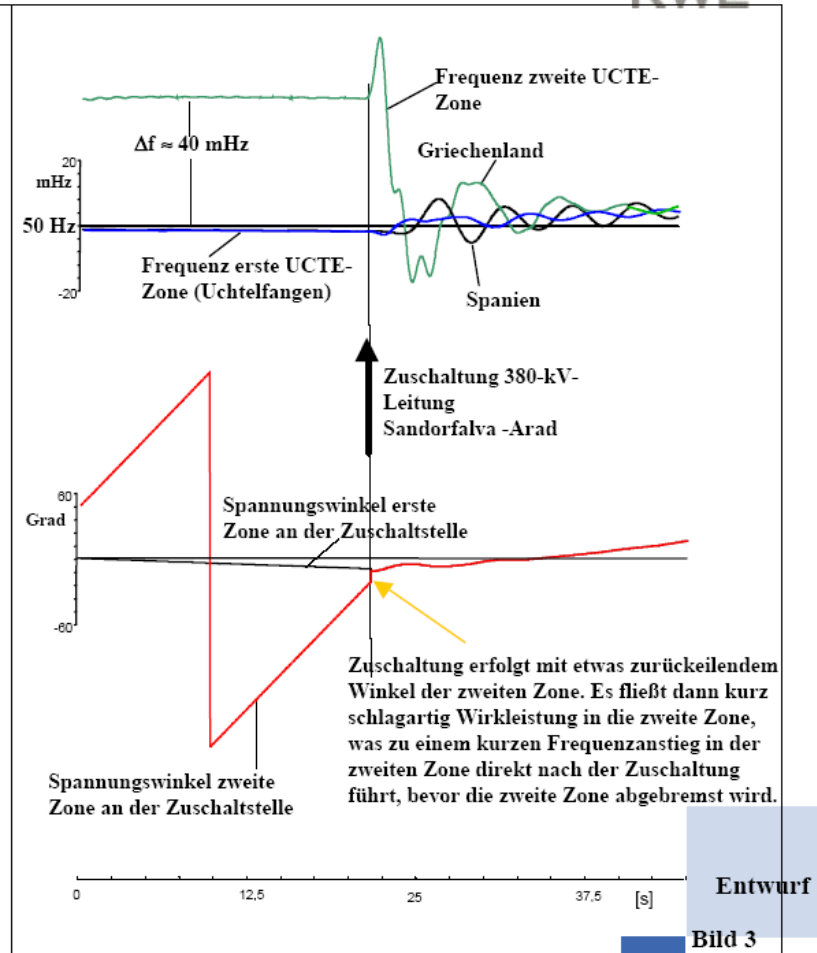
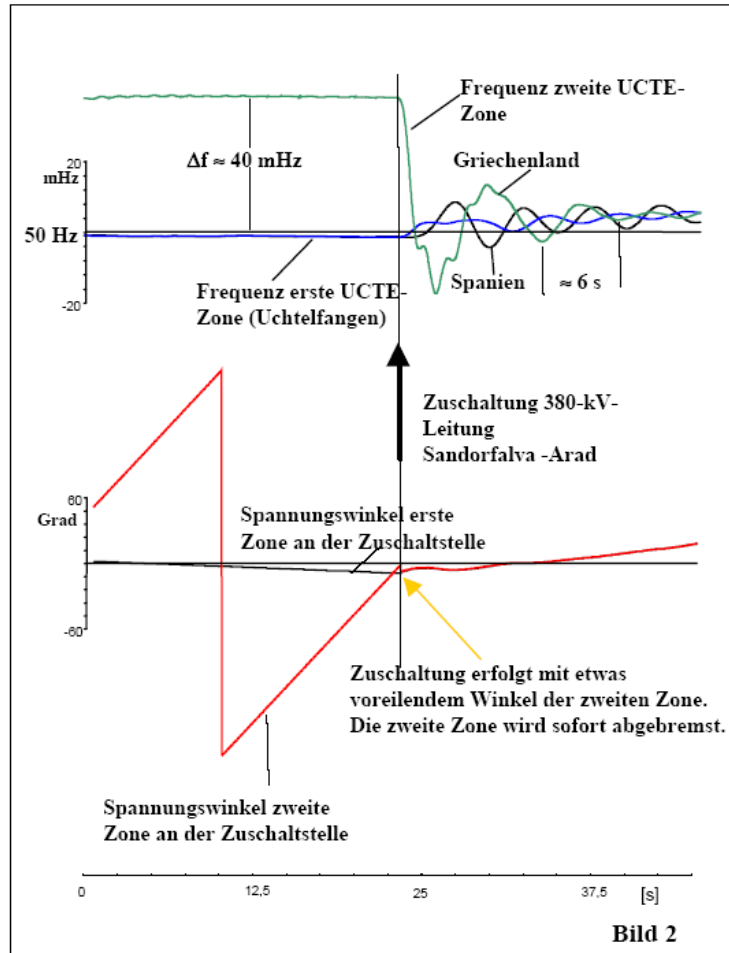


UCTE Resynchronisation of Zone 1 & 2

2

Voltage Phase Angle Difference (Mettlen - Ag. Stefanos)





Simulationen zur Synchronisierung



Az UCTE reszinkronizált 1. és 2. zónája
a keleti, délkeleti régió főbb rendszerösszekötő távvezetékeivel
(2004. okt. 10-től)