

Hálózatvédelem tervezési szempontjai

Janklovics Zoltán

Tel.: +36 304119712
Janklovics@t-online.hu

2012.05.08.

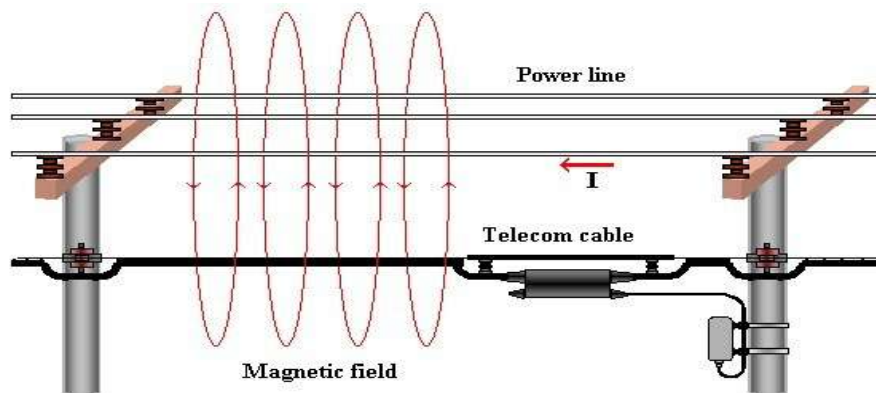
Hálózatvédelem tervezési szempontjai

Vezetékes távközlő hálózatok védelme:
Erősáramú befolyásolás elleni védelem
Villámvédelem
Elektromágneses összeférhetőség
(EMC)

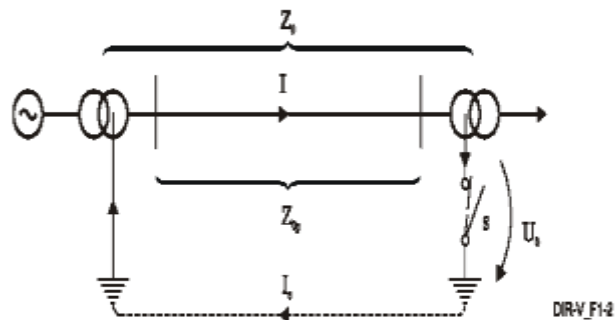
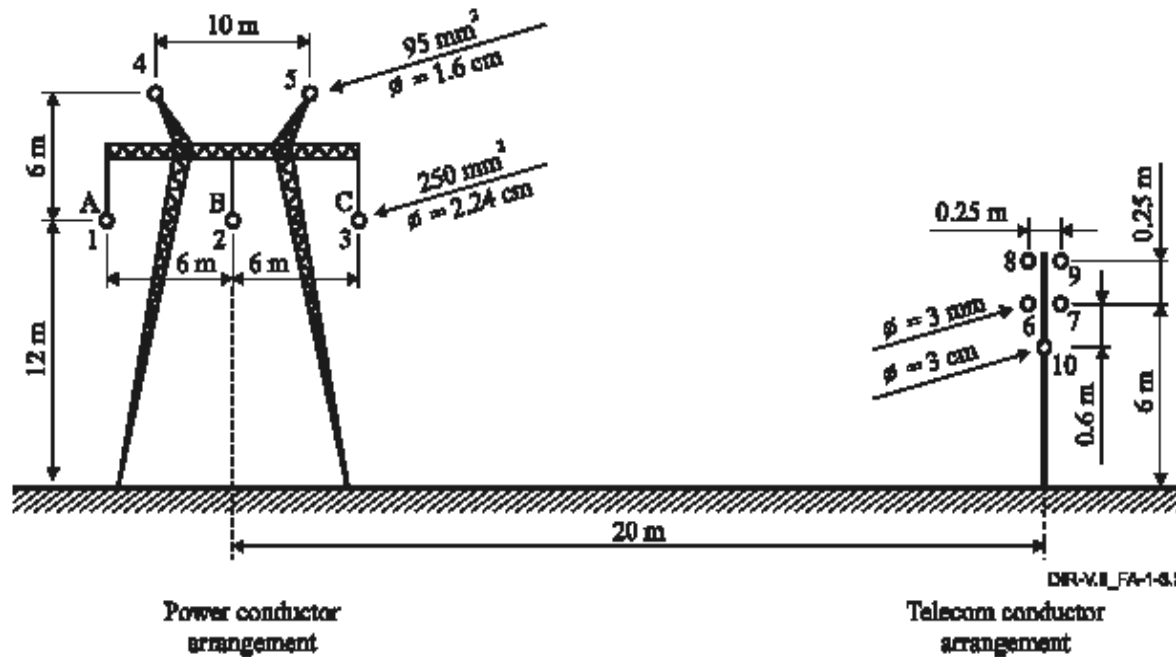
Távközlési hálózatok energiaellátása

Távközlő hálózatok erősáramú hatásokkal szembeni védelme

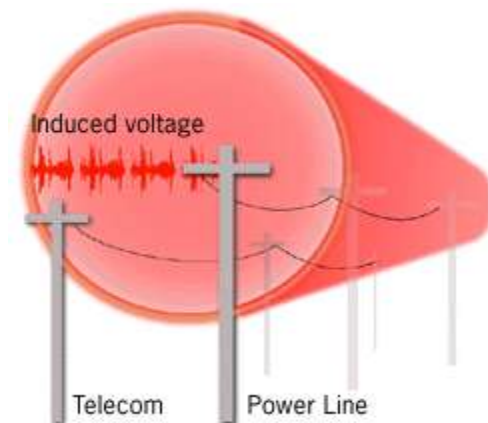
- Hatásmechanizmus,
- Megengedett értékek,
- Indukált feszültségek meghatározása számítással,
- Védelmi módszerek,
- Villamosított vasútvonal specifikumai;
- A vizsgálat folyamata az MSZE 19410 szabvány szerint, a vizsgálat dokumentálása;
- Megközelítés és keresztezés, közös oszlopsor.



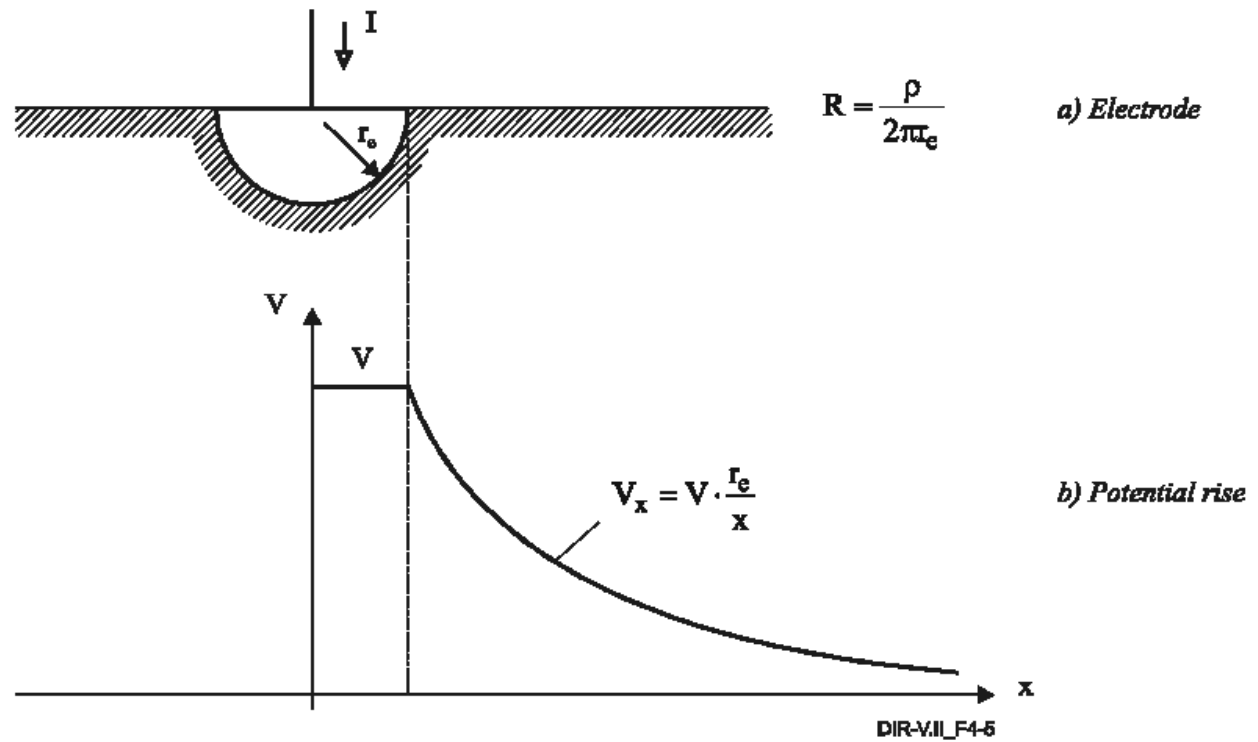
Hatásmechanizmus



Z_0 : Zero-sequence impedance of the line
 Z_0 : Total zero-sequence impedance of the circuit



Hatásmechanizmus



Erősáramú rendszerek hatásai

Hatásmechanizmus:

Induktív csatolás $\Rightarrow I(f)$

Konduktív csatolás (galvanikus érintkezés) $\Rightarrow U(p)$

Kapacitív csatolás $\Rightarrow U$

Felosztása:

Időtartam szerint:

Rövid idejű

\

tartós

Hatása szerint:

Veszélyeztetés

károsodás

\

zavarás

EM - INDUKÁLÁS ?

Olyan elektromágneses jelenség, amelyet **induktív**, **konduktív**, vagy **kapacitív** csatolással egy villamosenergia létesítmény hozhat létre egy szomszédos távközlési létesítményben, és abban **veszélyeztetést**, **károsodást**, vagy **zavarást** okozhat.

- **Veszélyeztetés**: az a hatás, amely a távközlési létesítménnyel érintkezésben lévő személyekre veszélyt jelent.
- **Károsodás**: az a hatás, amely a távközlési létesítmény által nyújtott szolgáltatás minőségében tartós csökkenést okoz. (javítást igényel)
- **Zavarás**: az a hatás, amely a távközlési létesítményben zajt, vagy rendellenes működést eredményez.

Menedzsment feszültségek

Figyelembe veendő hatások

Hatás az indukált létesítményre	Indukáló létesítmény	Figyelembe veendő eset?	Az indukálás eredménye:
Veszélyeztetés	normál üzemben	igen	földhöz képesti feszültség
	hibás állapotban	igen	földhöz képesti feszültség
Károsodás	normál üzemben	igen	földhöz képesti feszültség
	hibás állapotban	igen	földhöz képesti feszültség
Zúgászavar	normál üzemben	igen	vezetékpár két vezetője közötti feszültség
	hibás állapotban	nem	-----

Szabályozás

Hazai szabványok

A nagyfeszültségű hálózatoktól származó, a távközlő vezetékekbe indukált feszültséggel az MSZ 13200 szabvány részletesen foglalkozott:

MSZ 13200: Távközlési összeköttetések védelme nagyfeszültségű hálózat káros hatásai ellen

1. lap: A befolyásolás fogalmai és megengedett értékei
2. lap: Számítási és mérési módszerek
3. lap: Védelmi intézkedések ($\Rightarrow$ helyette: MSZ 17-203-4)

MSZ 13200/1 és MSZ 13200/2 szabvány : visszavonva: 2005. november 1.

MSZE 19410:2007 : Villamos energia rendszerek vezetékes távközlési létesítményekre gyakorolt elektromágneses indukáló hatásainak menedzselése

Szabályozás (Nemzetközi)

ITU-T K.68: Management of electromagnetic interference on telecommunication systems due to power systems
(MSZE 19410 alapja)

ITU-T Directives concerning the protection of telecom lines against harmful effects from electric power and electrified railway lines

II. kötet: számítási módszer

Mivel foglalkozik az előszabvány ?

Alapja: ITU-T K.68 ajánlás

A **váltakozó áramú villamosenergia-rendszerek** és a **váltakozó áramú villamos vontatási rendszerek** által a **vezetékes távközlési** létesítményekben okozott elektromágneses hatások menedzselése

Megadja:

- Az EM-indukálás elfogadhatóságának megállapítására vonatkozó eljárást;
- A vizsgálandó indukálási körülményeket meghatározó kritériumokat;
- Az alkalmazandó menedzsment feszültségeket, és az azoknak való megfelelés meghatározásának módját;
- A váltakozó áramú villamosenergia-rendszerekre, a váltakozó áramú villamos vontatási rendszerekre és a vezetékes távközlési létesítményekre azon feltételeket, amelyek esetében a menedzsment feszültségek alkalmazhatóak.

Menedzsment feszültség ?

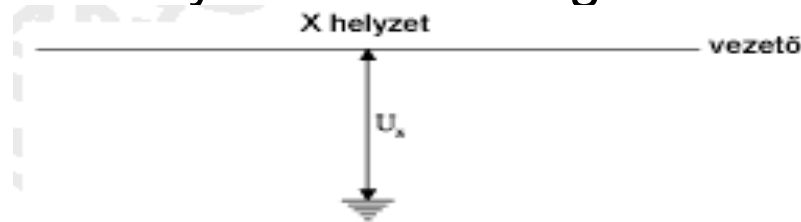
Magában foglalja az összes olyan indukált feszültséget, amelyre tekintettel kell lenni annak megítélésekor, hogy az indukálási viszonyok elfogadhatóak-e:

- Személyek veszélyeztetésére vonatkozó határértékek;
- Zúgászavarra vonatkozó határértékek;
- A távközlési létesítményhez csatlakozó berendezések feszültségálló-képességének minimális feszültség szintjei;
- A távközlési létesítményhez csatlakozó berendezések szigetelési szilárdságának minimális feszültség szintjei;
- A távközlési létesítményhez csatlakozó berendezések zavartűrésének minimális feszültség szintjei;

Menedzsment feszültségek

Veszélyeztető feszültségek határértéke:

Az indukált feszültségnek azon nagysága és időtartama amelynek az előidézése megengedett anélkül, hogy az a távközlő létesítményen munkát végző személyekre veszélyt jelentene;



2. ábra: Indukált közös módusú feszültség

Normál üzemben:

Valamennyi indukáló létesítmény együttes hatása által a távközlési létesítmény bármely pontjában a földhöz képest indukált

közös módusú feszültség határértéke

60 V_{eff}



Menedzsment feszültségek

Veszélyeztető feszültségek határértéke: Hibás üzemállapotban

Hiba fennállásának időtartama [s]	Indukált feszültség [V]
$t \leq 0,1$	2000
$0,1 < t \leq 0,2$	1500
$0,2 < t \leq 0,35$	1000
$0,35 < t \leq 0,5$	650
$0,5 < t \leq 1,00$	430
$1,00 < t \leq 3,00$	150
$3,00 < t$	60

$t \Rightarrow$ alap vagy tartalékvédelem működési ideje, figyelembe véve azt, hogy a védelem is meghibásodhat.

Menedzsment feszültségek

Károsodást okozó feszültségek határértéke:

Az indukált feszültségnek azon nagysága és időtartama amelynek az előidézése megengedett a távközlő létesítményen az indukáló hálózat tulajdonosa részéről anélkül, hogy az felelős lenne a távközlési létesítmény szigetelésének és/vagy készülékeinek károsodása elleni védelmi intézkedésekért.

Hibás üzemállapotban

a távközlési létesítmény bármely pontjában a földhöz képest indukált

közös módusú feszültség határértéke

- $1000V_{\text{eff}}$, a távközlési hálózat minimális szigetelési szilárdsága
- $2000V_{\text{eff}}$, koax kábelre
- $2000V_{\text{eff}}$, fém szerkezeti részt tartalmazó fényvezetőjű kábelre
- Készülékekre a hiba időtartamának függvénye:

Menedzsment feszültségek
 Károsodást okozó feszültségek határértéke hibás
 üzemállapotban
 Készülékek minimális feszültségállósági szintje

Hiba fennállásának időtartama [s]	Indukált feszültség [V]
$t \leq 0,2$	1030
$0,2 < t \leq 0,35$	780
$0,35 < t \leq 0,5$	650
$0,5 < t \leq 1,00$	430
$1,00 < t \leq 2,00$	300
$2,00 < t \leq 3,00$	250
$3,00 < t \leq 5,00$	200
$5,00 < t \leq 10,00$	150
$10,00 < t$	60
TL beépítése szükséges 16 Janklovics Zoltán	

Menedzsment feszültségek

Zavartűrési feszültségek határértéke

Az indukáló villamosenergia létesítmények együttes hatása által normál üzemben indukált feszültségek, amelyek a távközlési létesítményekhez csatlakozó berendezésekben rendellenes működést idézhetnek elő:

- $60 V_{\text{eff}}$ az indukált távközlési létesítmény bármely pontjában a földhöz képesti indukált közös módusú feszültségre;
- $60 V_{\text{eff}}$ az indukált távközlési létesítmény bármely pontjában, ugyanazon a helyen lévő két fém szerkezeti rész közötti indukált feszültségre.

Értéke azonos a normál üzemi veszélyeztető feszültség értékével.

Alkalmazása nem lehet mechanikus:

PL.: PCM 11 berendezés távtápláló feszültségére ($310 V_{\text{dc}}$)
szuperponálódó indukált feszültség a levezetőket
megszólaltatja TL csere!

Menedzsment feszültségek

Zavarfeszültség határérték

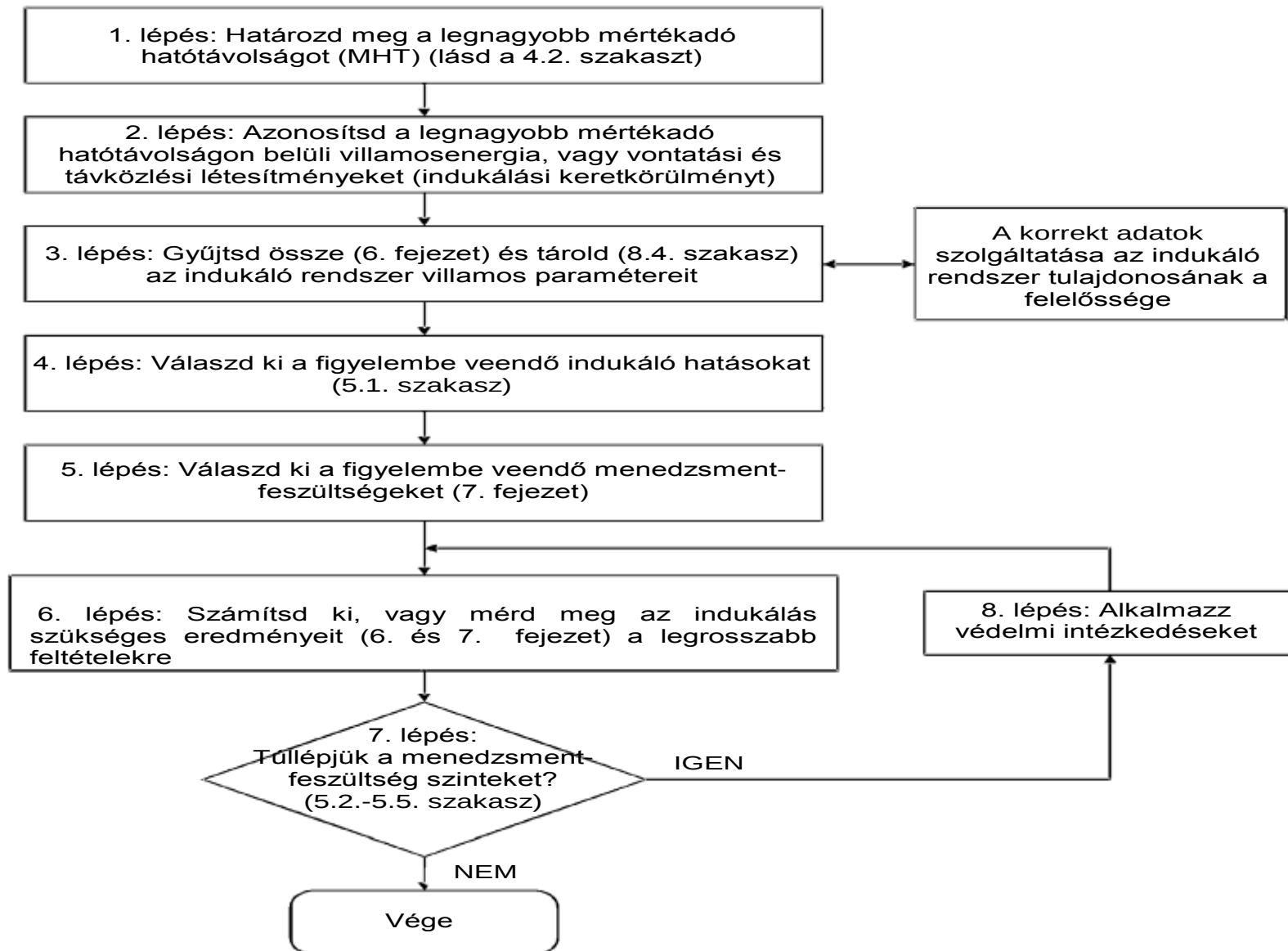
Zavarfeszültség: a hangfrekvenciás szolgáltatás minőségét rontó indukált feszültség

Normál üzem esetén indukált pszofometrikus feszültség határértéke 0,5 mV az indukált létesítmény bármely kapcsán.

Az előszabvány 5.5. pontjának két megjegyzése:

1. megjegyzés: A differenciál módusú zavarfeszültségre vonatkozó 0,5 mV akkor teljesül, ha az indukált közös módusú feszültség pszofometrikus értéke az indukált létesítmény bármely kapcsán nem haladja meg a 200 mV-ot, feltéve hogy az áramkör szimmetriája megfelel az ITU-T K.10 ajánlás hossz-kereszt konverzióra vonatkozó minimumkövetelményének.
2. megjegyzés: A villamos vontatási rendszertől eredő EM-indukálás esetén, ha az indukált pszofometrikus feszültség nagyobb, mint 0,5 mV, de kisebb, mint 2,5 mV, a zaj elfogadható, ha bármely 1 percig tartó időszakban a 0,5 mV-t meghaladó pszofometrikus feszültségértékek és a hozzájuk tartozó időtartamok szorzatainak az összege kisebb, mint 30 mVs.

Az erősáramú befolyásolás vizsgálatának folyamata



Eljárás az EM-indukálás megállapítására létesítmény

=> új távközlő

1. lépés: Határozd meg a legnagyobb mértékadó
hatótávolságot (MHT) (lásd a 4.2. szakaszt)

2. lépés: Azonosítsd a legnagyobb mértékadó
hatótávolságon belüli villamosenergia, vagy vontatási és
távközlési létesítményeket (indukálási keretkörülményt)

3. lépés: Gyűjtsd össze (6. fejezet) és tárold (8.4. szakasz)
az indukáló rendszer villamos paramétereit

4. lépés: Válaszd ki a figyelembe veendő indukáló hatásokat
(5.1. szakasz)

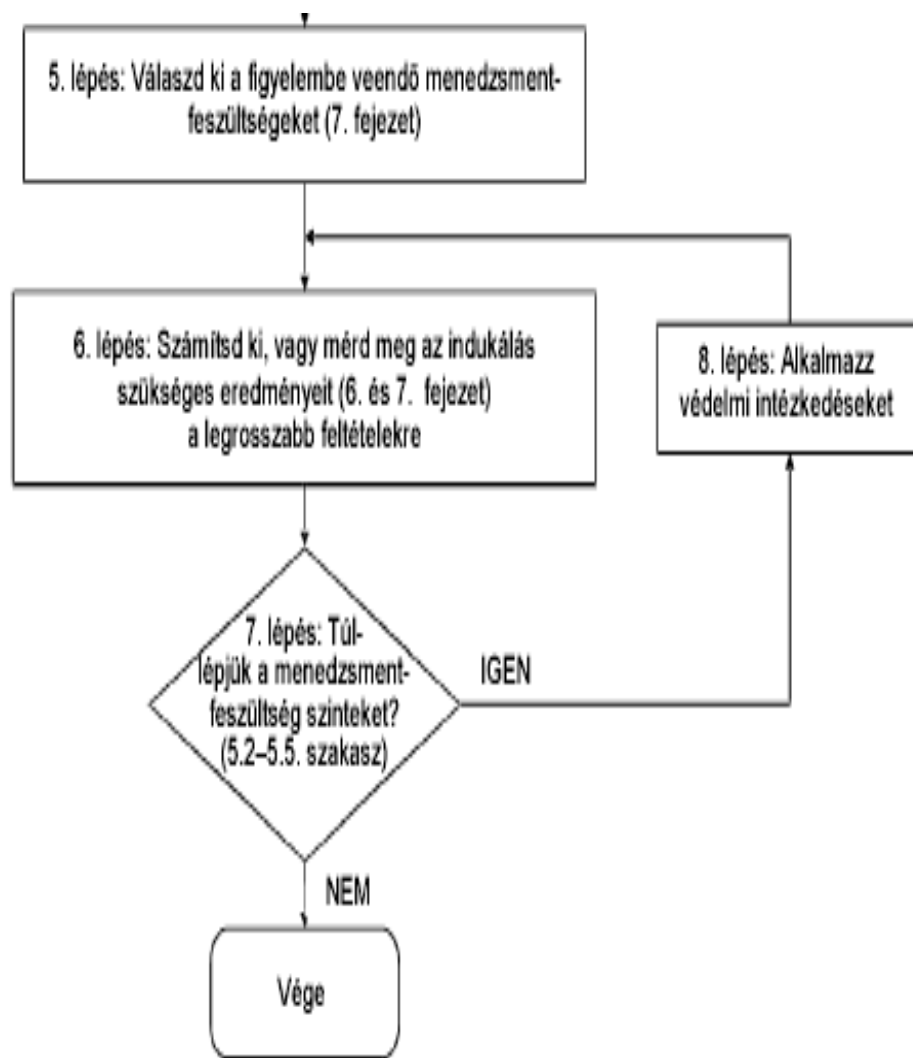
MHT

MHT-n belüli indukáló
létesítmények felmérése

Adatgyűjtés: Indukáló
rendszer paramétereit
(adatszolgáltatói felelősség)

Csatolási típusok
meghatározása
aktuális MHT

Eljárás az EM-indukálás megállapítására => új távközlő létesítmény



Menedzsment feszültségek kiválasztása

Az indukálás eredményének a meghatározása: számítás és/vagy mérés
(legrosszabb esetre)

Menedzsment feszültségnek való megfelelés értékelése

Védelmi intézkedések
(műszaki-gazdasági optimum)

Ellenőrzés
(dokumentálás)

Határértékek

Személyek **veszélyeztetése** esetén az indukált feszültség nem lehet nagyobb, mint a veszélyeztető feszültségre megadott határérték.

Berendezések **károsodás**ára vonatkozóan az indukált feszültség

- ✓ nem lehet nagyobb, mint a károsodásra megadott határérték, vagy
- ✓ *nagyobb lehet a határértéknél*, ha ezen értéknél nem nagyobb feszültségállóképességű berendezés védett, vagy olyan a berendezés, amelynek feszültségállóképessége nagyobb a határértéknél.

Berendezések **zavartűrés**ére vonatkozóan az indukált feszültség

- ✓ nem lehet nagyobb, mint a zavartűrésre megadott határérték, vagy
- ✓ a zavartűrés feszültséggel összehangolva nagyobb lehet a határértéknél.

Zaj esetén az indukált feszültség nem lehet nagyobb, mint a zavarfeszültségre megadott határérték.

Menedzsment feszültségeknek való megfelelés meghatározása

Hatások összegzése

Több indukáló rendszer jelenléte esetén:

Feltételezés

Következmény

1.

Rövid időtartamúnak feltételezett hibák nem lépnek fel egyidejűleg

Egyetlen indukáló rendszer hibás állapotát kell vizsgálni

2.

Valamennyi indukáló létesítmény normál üzeme egyidejűleg fennáll

Normál üzemi indukált feszültségeket összegezni kell

Egy indukáló rendszer normál üzeme mellett egy másik rendszer hibás állapota is bekövetkezhet => a két hatás eredményét összegezni kell.

A legkedvezőtlenebb eset a mértékadó!

Menedzsment feszültségeknek való megfelelés meghatározása

Az indukált feszültség szintje meghatározható:

- Számítással
- Méréssel
- E kettő kombinációjával

Számítás: a leggyakrabban alkalmazott módszer;

Mérés:

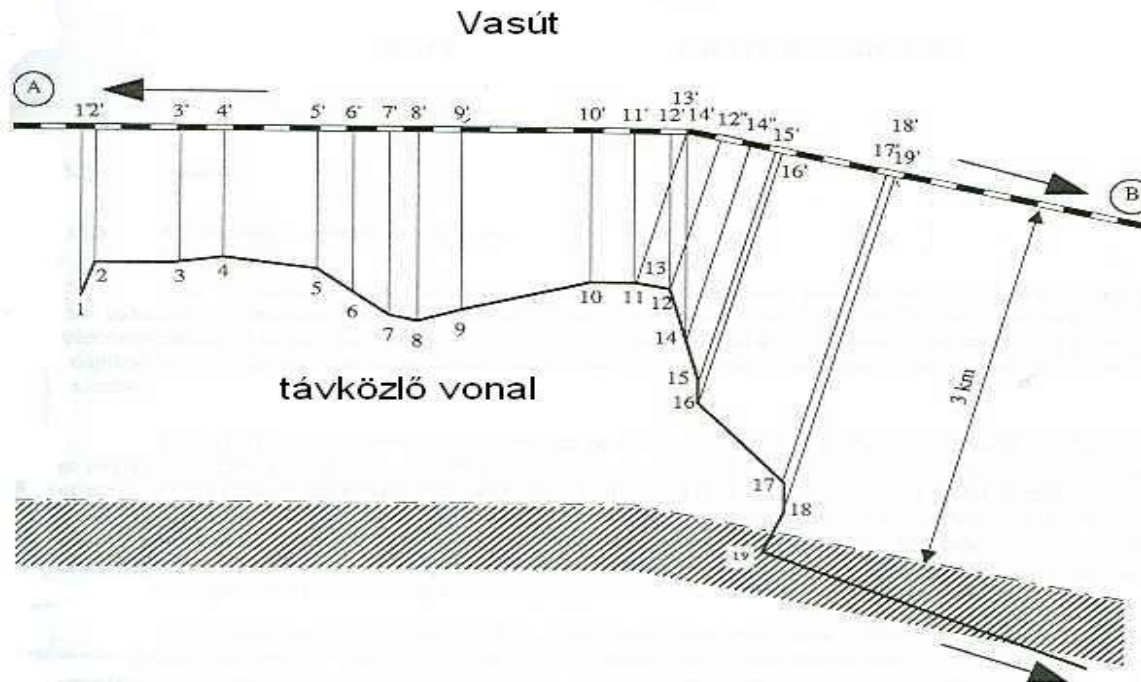
- A teljes hálózat mérésének magas költségigénye miatt ritkábban alkalmazott – a számítást kiváltó - módszer;
- Kritikus esetekben az üzembehelyezéshez kapcsolódóan ajánlott a megfelelést méréssel ellenőrizni (pl. bizonytalan bemenő paraméterek); **[Tervezői felelősség!]**
Nem szükséges a mérés, ha a számított érték kisebb, mint a menedzsment feszültség 50%-a.
- Védelmi költségek csökkentése érdekében célszerű lehet a mérés és számítás kombinációja. (Pl. civilizációs tényező figyelembe vételéhez)

Befolyásolás számítása

Mikor kell elvégezni?

- Új indukáló létesítmény esetén
(pl. vasútvillamosítás; új távvezeték);
 - Ha a meglévő indukáló létesítmény indukáló hatását befolyásoló bármilyen paraméter megváltozik
(pl. zárlati áram változás);
 - Ha a meglévő indukáló létesítmény mértékadó hatótávolságán belül új fémvezetőjű távközlő hálózat létesül
(pl. tovább építés);
 - Ha meglévő létesítmények esetén indukáló hatásra visszavezethető panasz vetődik fel
(pl. zaj)
- A befolyás mértékét az erősáramú hálózatot és a távközlő hálózatot egyaránt tartalmazó alkalmas léptékű térkép felhasználásával, a hatósávon belüli távközlő hálózatra kell számítani.

Befolyásolás számítása Szakaszokra bontás



Befolyásolás számítása

Induktív hatás

$$U_i = I \times Z_k \times l \times k$$

- I - a mértékadó indukáló áram;
- Z_k - az erősáramú vezeték és a földvisszavezetés, valamint a távközlési vezeték és a földvisszavezetés által alkotott áramkörök közötti kölcsönös impedancia az indukáló áram frekvenciáján;
- l - a megközelítési szakasz hossza;
- k - a befolyás mértékét csökkentő kompenzáló tényezők eredője.

Zárlati áramegyenlet

Győr – Bécs 400 kV-os távvezeték

Zárlati áramegyenletek

Wien Südost felé folyik:

$$I_1 = \frac{35.746 - 29.417 x}{3.855 + 4.507 x - 5.494 x^2} \quad [\text{kA}]$$

Győr felé folyik:

$$I_2 = \frac{11.280 + 29.417 x}{3.855 + 4.507 x - 5.494 x^2} \quad [\text{kA}]$$

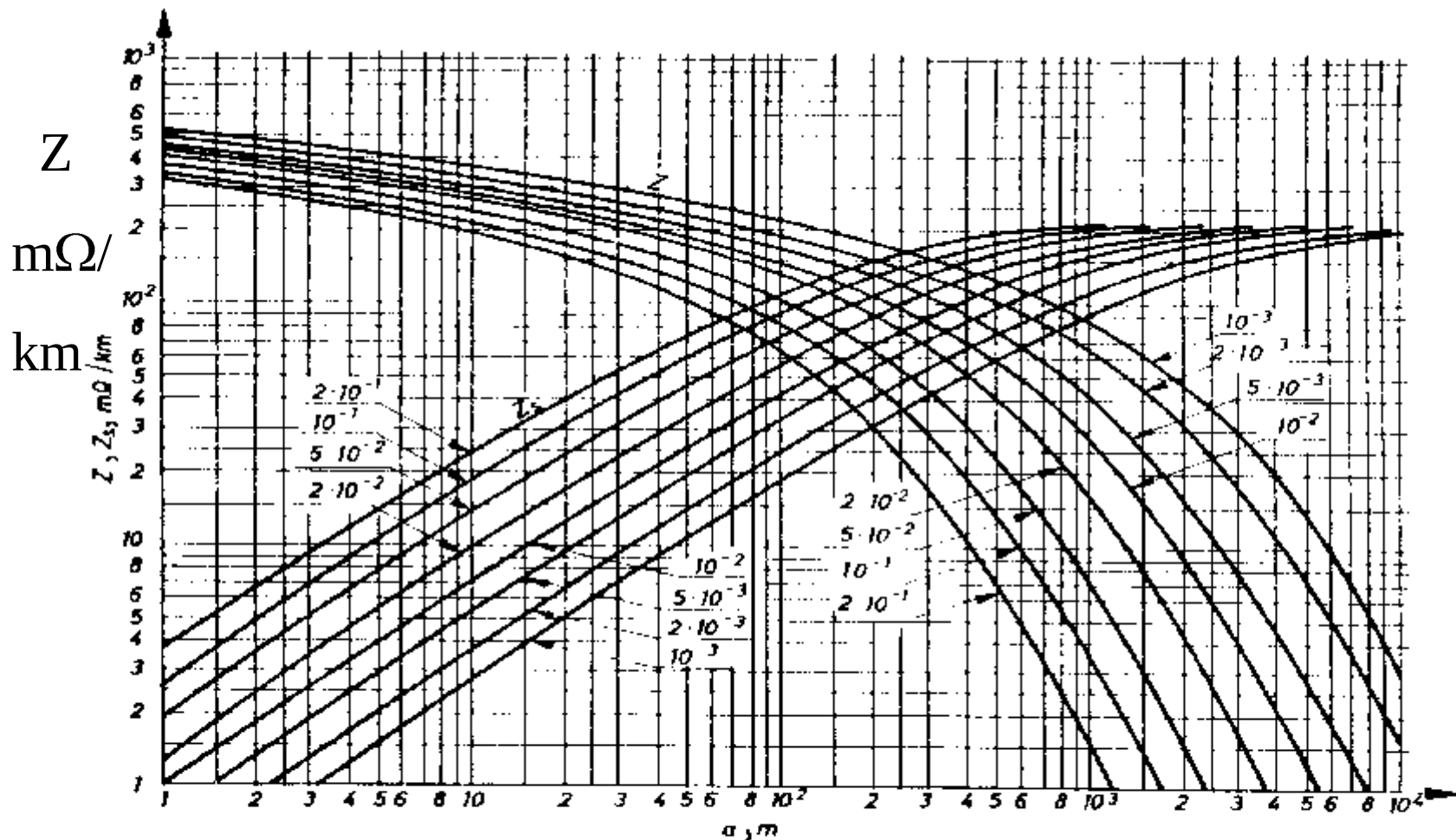
x=0 Wien Südost

x=1 Győr

A távvezeték hossza: 122.70 [km]

A védővezető típusa: 2x95/55 ACSR (Győrtől az országhatárig 59.1 km-en)

Kölcsönös impedancia (50 Hz)

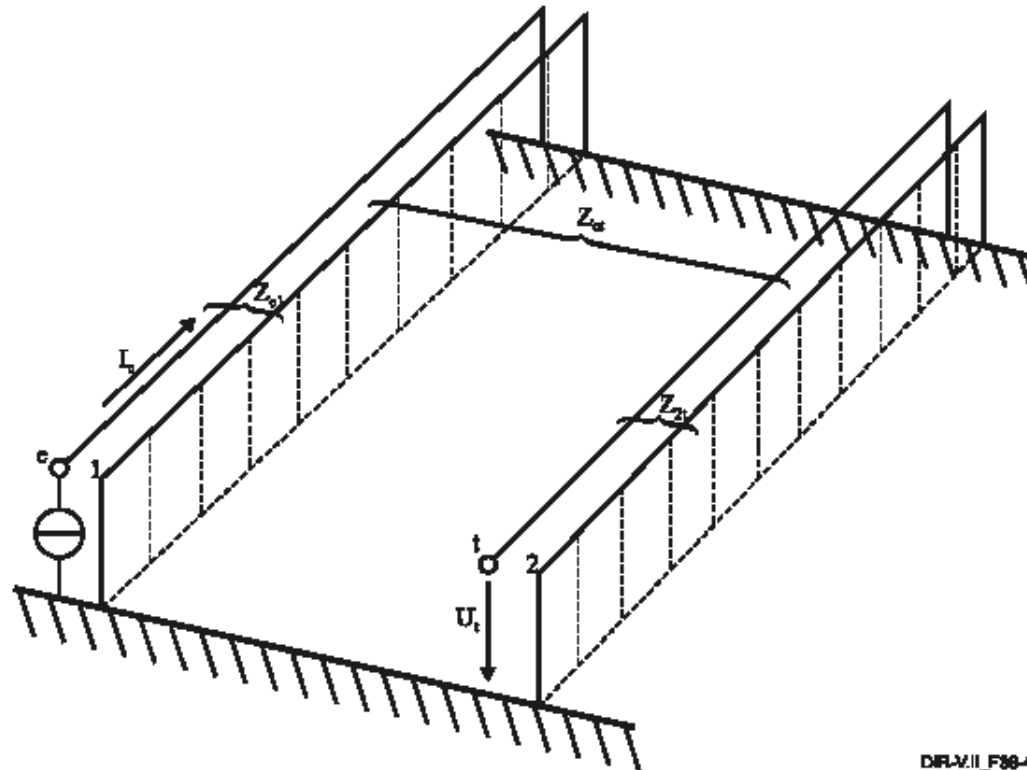


13. ábra

Az erősáramú vezeték és a föld, valamint a távközlési vezeték és a föld alkotott áramkörök közötti kölcsönös impedancia 50 Hz-en, hosszegységre vonatkoztatva [paraméter $\langle \Omega/\text{m} \rangle$]

$a [\text{m}]$

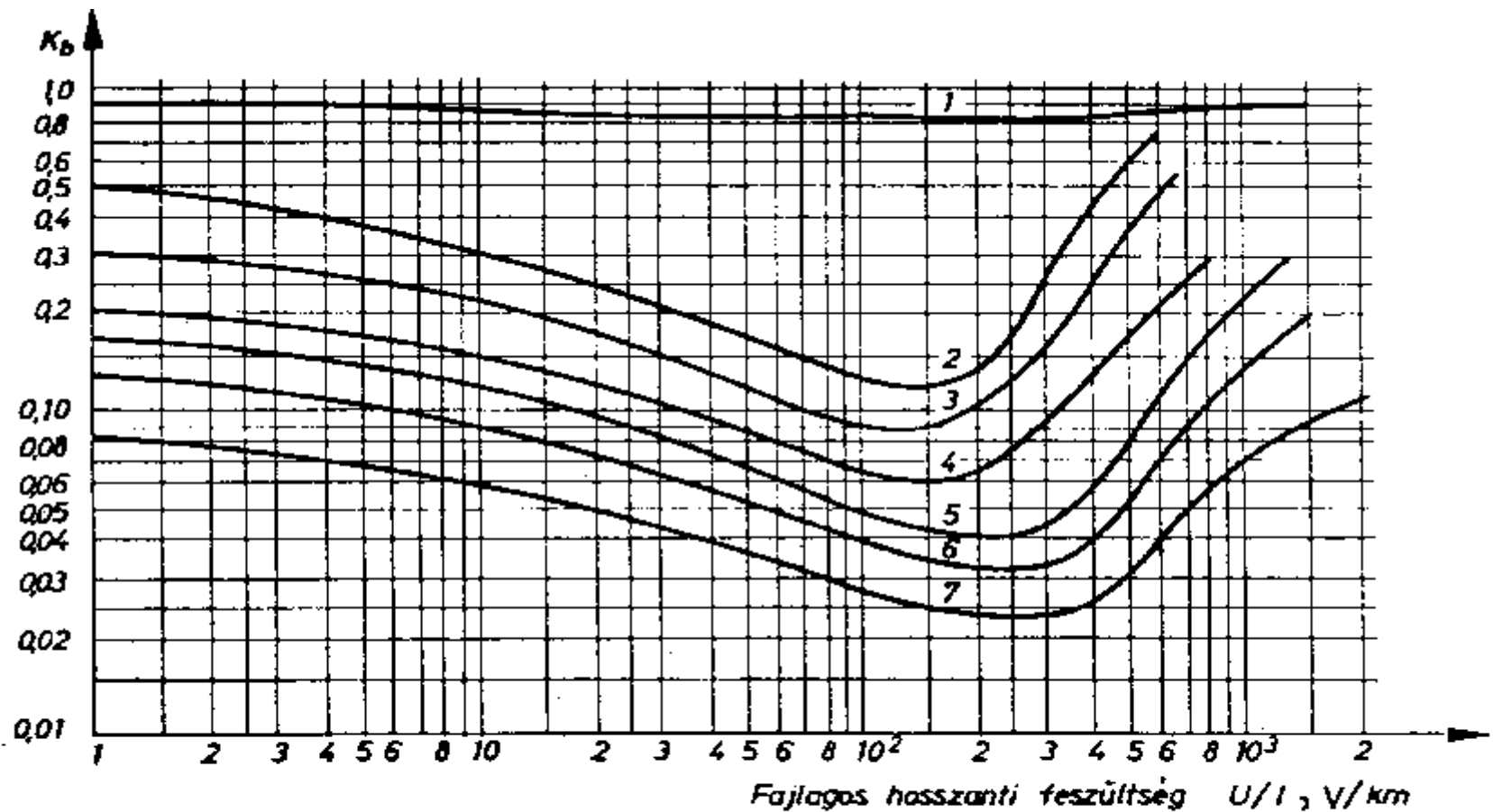
Kompenzáló hatások



DIR/VII_F38-4

The screening conductor 1 is associated with the inducing line, conductor 2 with the induced line.

Alu köpenyű páncélozott kábel védőtényezője



1 - 7 jeleket lásd a 9. táblázaton

18. ábra

Szabványos alumínium köpenyű páncélozott távközlési kábelek névleges védőtényezője 50 Hz-re

Kompenzáló vezetők védőtényezője

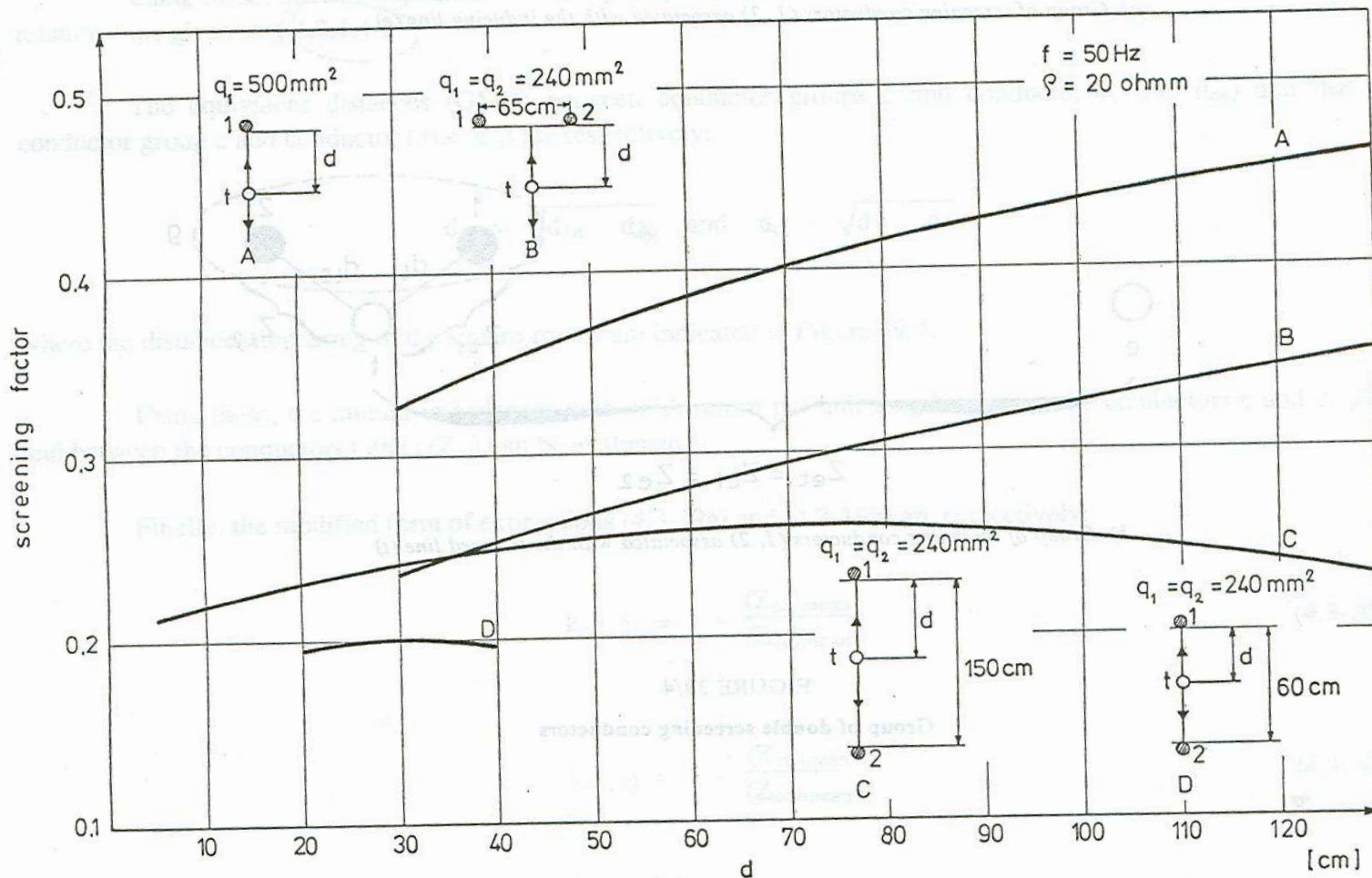


FIGURE 40/4

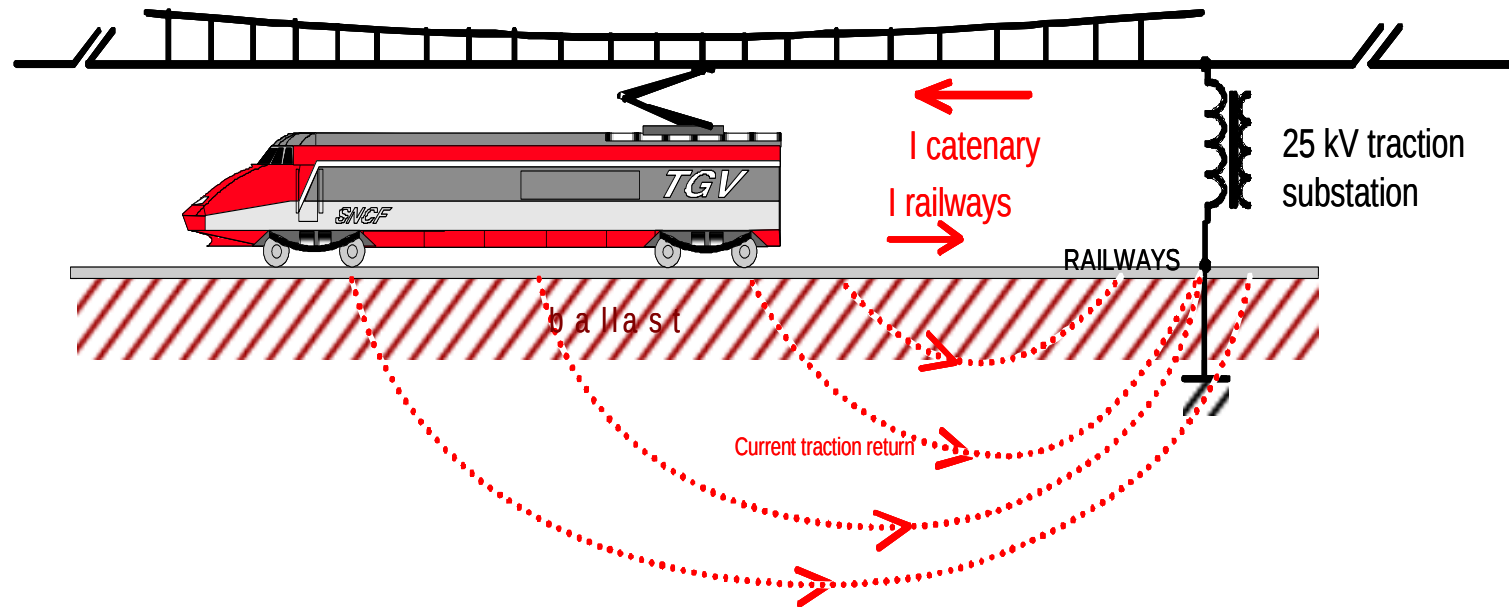
Resultant screening factor of a group of two aluminium conductors

Kompenzáló hatások

Sínvédőtényező

Sínek száma	Földelt sínszálak száma	védőtényező
1	1	0,61
1	2	0,44
2	2	0,44
2	4	0,28
	>4	$\approx 0,2$

Villamos vasút



Mozdony áram

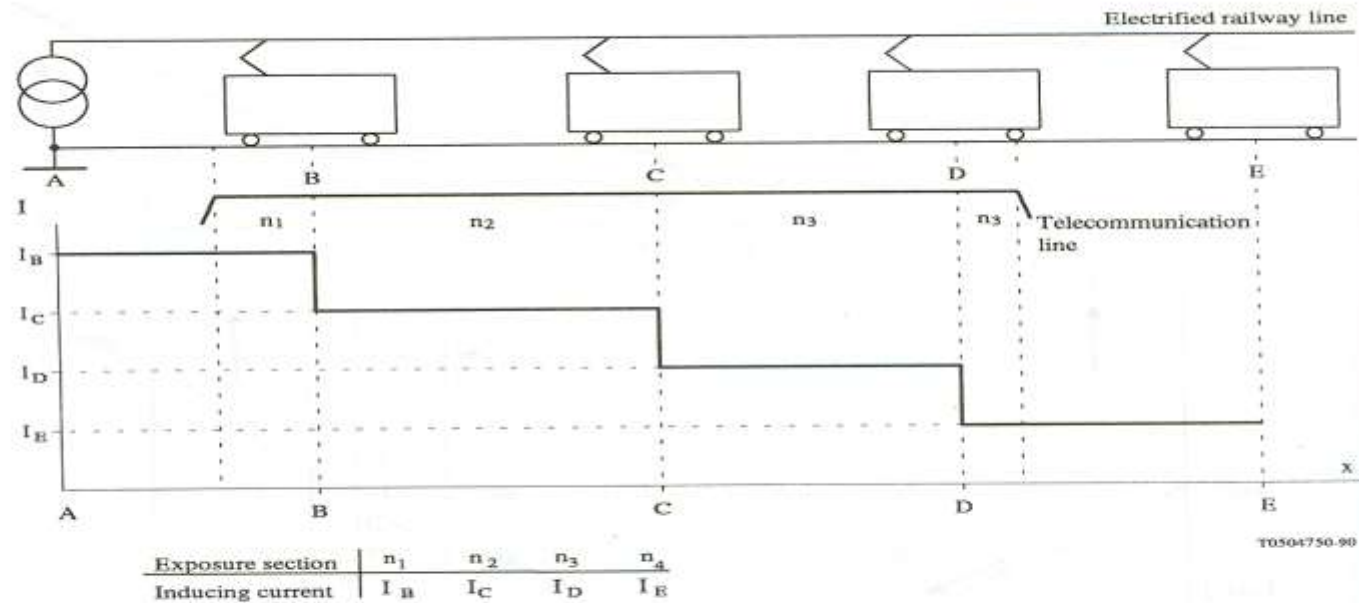


FIGURE 11/2

Inducing current of an electrified railway line under normal operation condition

1x25 kV-os rendszer : több mozdony
Mozdony áram a pálya mentén

Vasút : zárlati áram

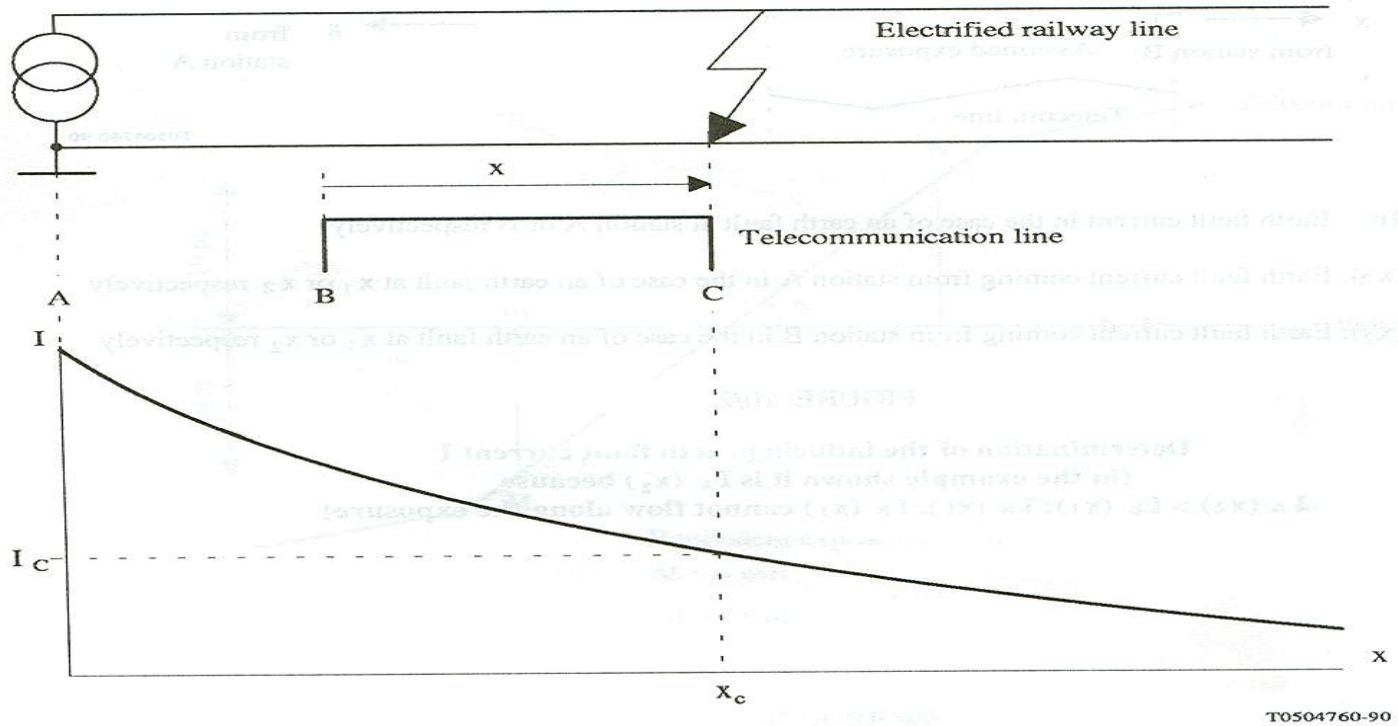


FIGURE 12/2

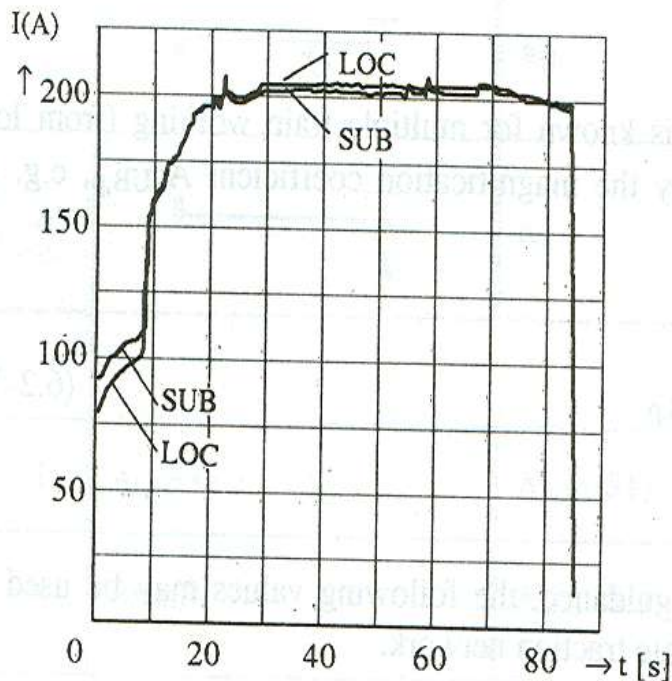
Inducing current of an electrified railway line under fault condition

Zárlati áram (I) a zárlat helyének függvényében

Mértékadó zárlat helye: x_C

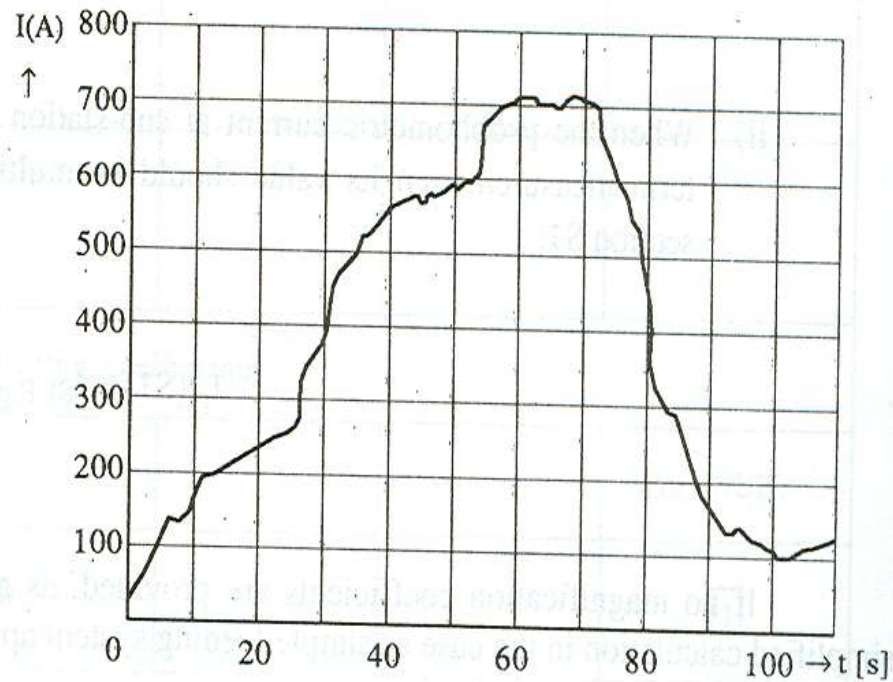
Mértékadó zárlati áram: I_C

Mozdony áram effektív értéke az idő függvényében



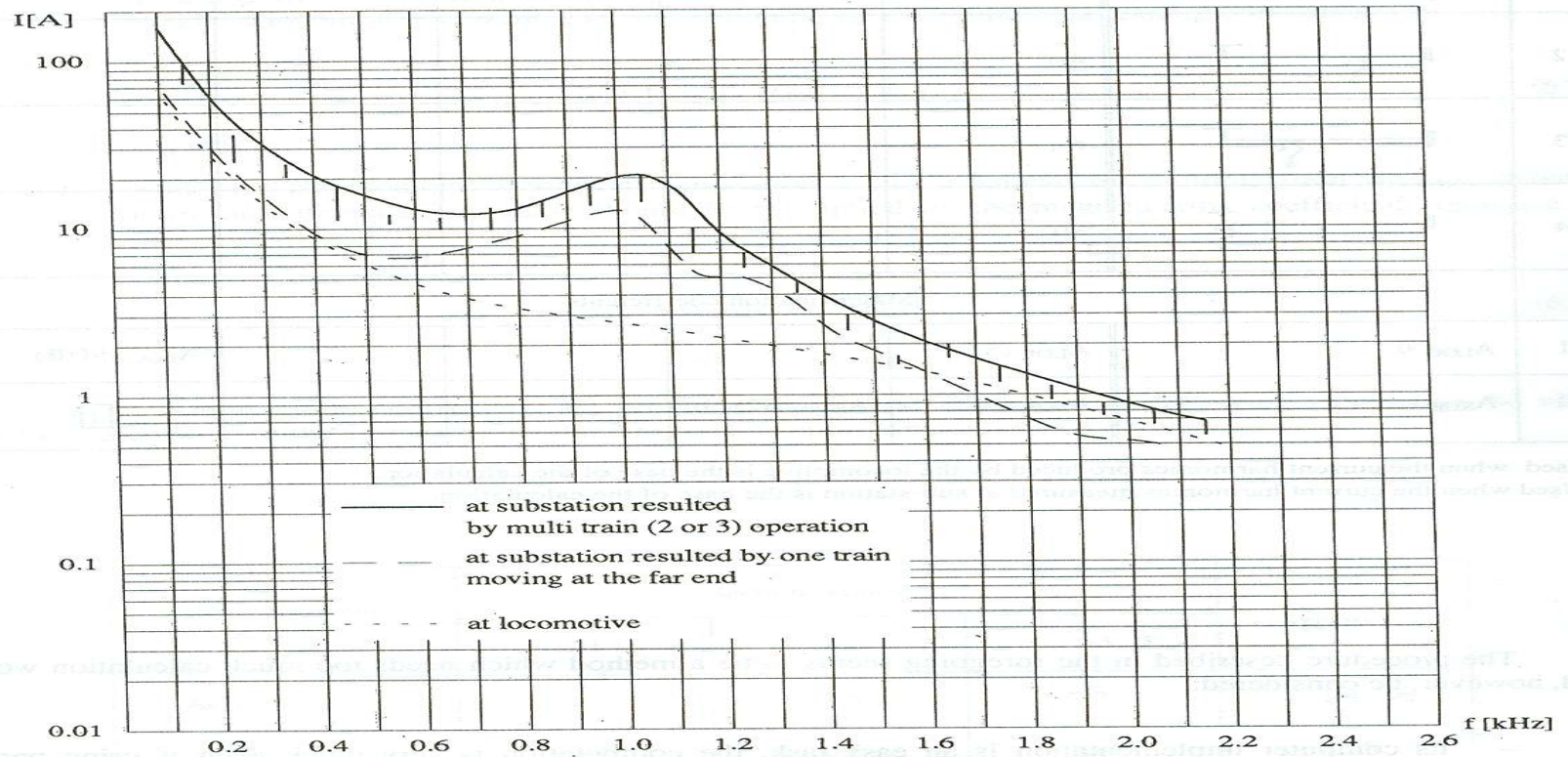
Load current

1 mozdony



3 mozdony

Vasút - áramharmonikusok



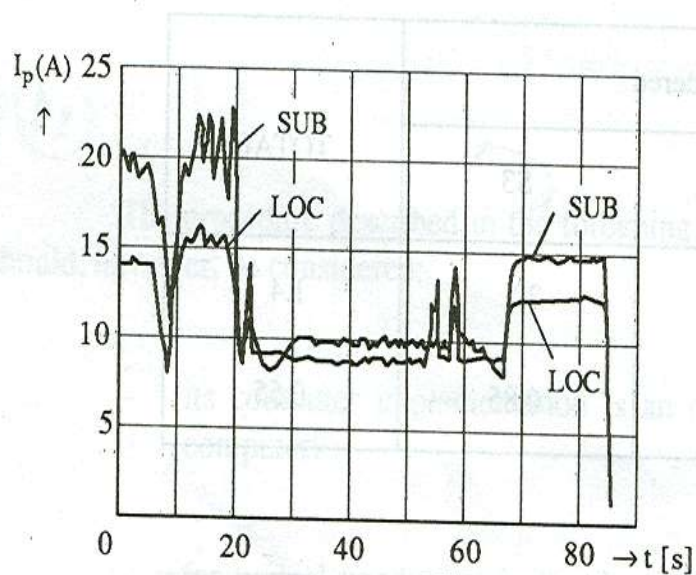
T050S110-90

FIGURE 28/6

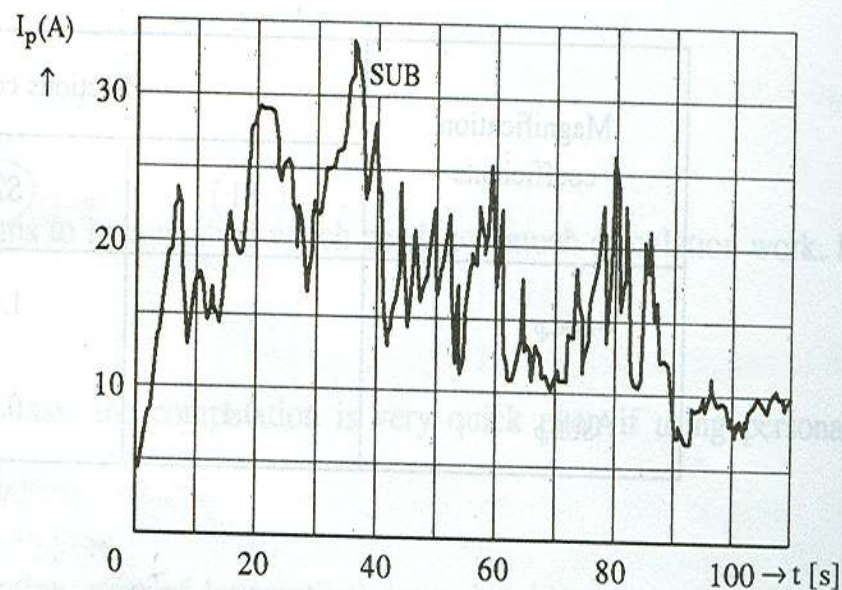
Relation between the current harmonics produced by one locomotive and that of resulted at sub-station by multi-train operation (25 kV, 50 Hz system)

- alállomás (több mozdony)
- - alállomás (1 mozdony)
- mozdonynál

Vasút: pszofometrikus áram



a) Single train accelerating from rest



b) Simultaneous starting of three trains

T0505130-90

FIGURE 29/6

Composition of psophometric current, from site measurements

1 mozdony

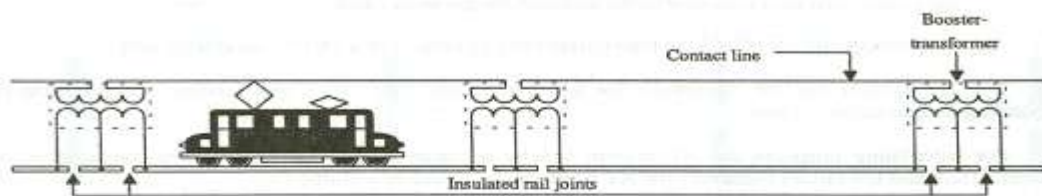
több mozdony

Vasút: táplálási rendszerek



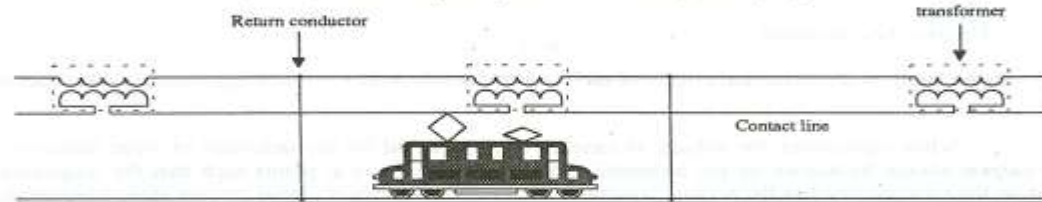
a) Case A, Simple feeding system with rail return (RR system)

1 tápvezetős,
sínvisszavezetéses



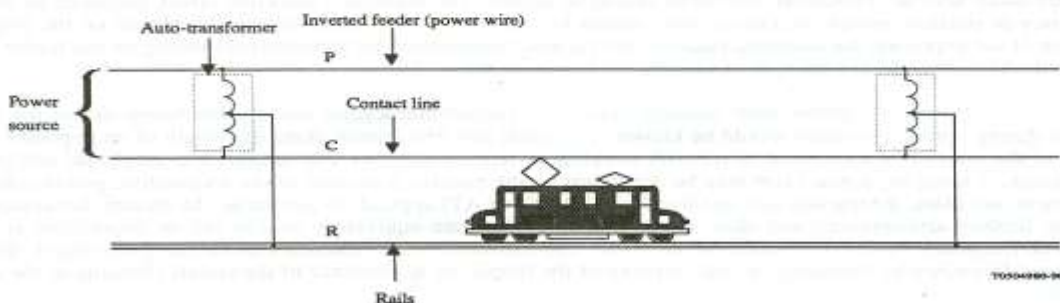
b) Case B, Booster transformer system with rail return (BTRR system)

Booster transzformátor
Sínvisszavezetéssel



c) Case C, Booster transformer system with return conductor (BTRC system)

Booster transzformátor
Áramvisszavezető
vezetővel



d) Auto transformer system (AT system)

Autotranszformátor

FIGURE 9/6

Types of feeding systems of a.c. traction feeder section

Vasút: autotranszformátoros rendszer

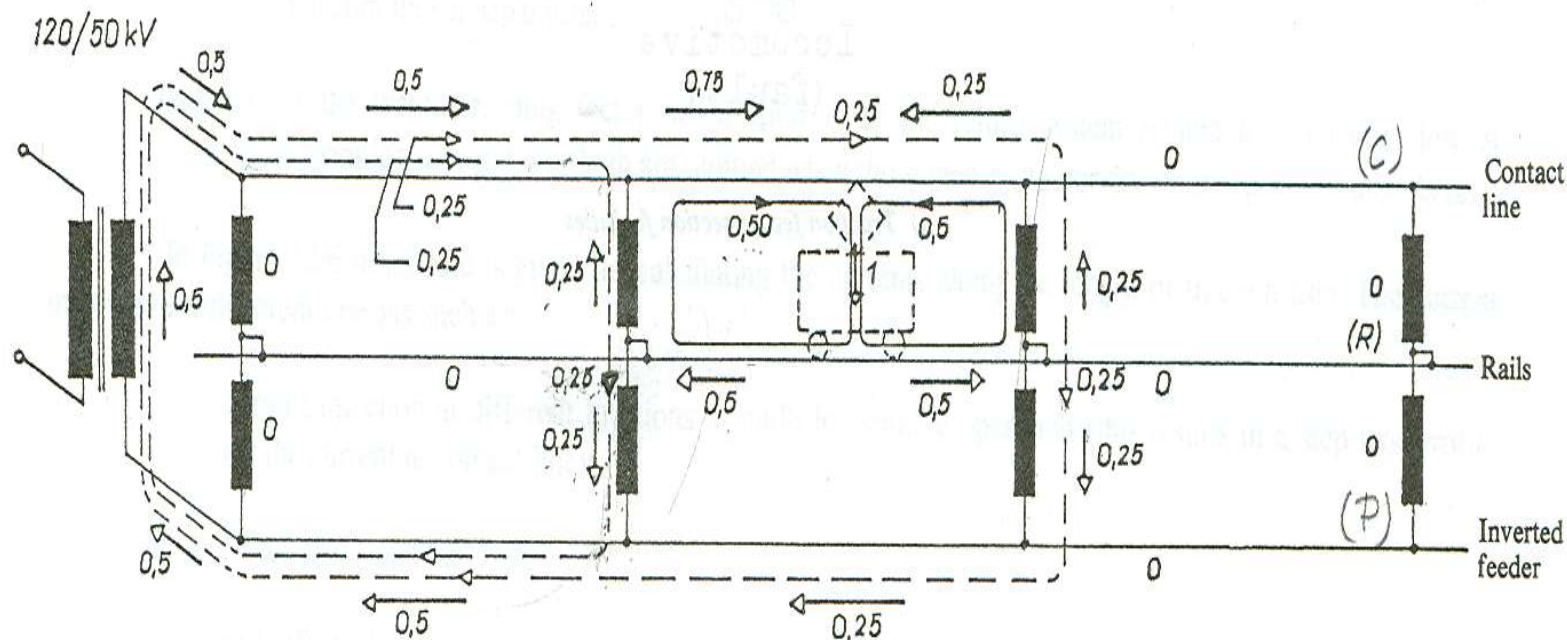


FIGURE 10/6

Current distribution in AT system

Árameloszlás

Védelmi módszerek

- ✓ Nyomvonal kiválasztás
- ✓ Jó védőtényezőjű kábel alkalmazása
- ✓ Kompenzáló vezető alkalmazása
- ✓ Fényvezetőjű kábel alkalmazása
- ✓ Túlfeszültség-levezető beépítése

A befolyásolási vizsgálat dokumentálása

A számítással végzett vizsgálat eredményeit dokumentációban kell rögzíteni.

A dokumentációnak tartalmaznia kell:

- a kiindulási adatokat, megjelölve azok forrását,
- a befolyásoló és befolyásolt vezetékek földrajzi elhelyezkedését és kölcsönös helyzetét ábrázoló léptékhelyes térképet,
- a befolyások mértékét meghatározó számításokat, ezek összefoglaló kimutatását,
- a vizsgálat eredményeinek értékelését,
- az esetleg szükséges védelmi megoldásokra vonatkozó javaslatokat,
- a választott védelmi módszer gazdaságosságának indoklását.

Megközelítés és keresztezés

Erősáramú befolyásolás: a távközlő hálózatban keletkezett feszültségek és áramok vizsgálata

Megközelítés és keresztezés: a két rendszer között előírt geometriai távolságok betartása (MSZ 17200-6, MSZ 13207, MSZ 151-8); 8/2012 NMHH rendelet;

Közös oszlopsor : ETV Iránytervek

Megközelítés és keresztezés

Kötelező hatályú szabályozás:

8/2012. (I.26.) számú, „az elektronikus hírközlési építmények egyéb nyomvonalas építményfajtákkal való keresztezéséről, megközelítéséről és védelméről” című NMHH rendelet (műszaki tartalma azonos előzményével, a 11/2009 (XII. 15.) MeHVM rendelettel.)

2. (1) Elektronikus hírközlési építményt egyéb nyomvonalas építménnyel keresztezni vagy megközelíteni kizárólag úgy lehet, hogy az elektronikus hírközlési építmény állagát és biztonságát, az elektronikus hírközlés zavartalan lebonyolítását az ne veszélyeztesse, valamint annak karbantartását, meghibásodás esetén a hibaelhárítását ne akadályozza...”

Részletes előírások: mellékletben

Megközelítés és keresztezés

Ha a rendeletben megadott előírások nem tarthatóak be, akkor az eltérésre a rendelet 3.§(3) pontja,- mely a következőket tartalmazza – lehetőséget biztosít.

„Azon esetekben, amikor az elektronikus hírközlési építménynek és az egyéb nyomvonalas építménynek a műszaki követelmények betartásával való elhelyezése azért nem valósítható meg, mert az építés helyén nem áll elegendő terület rendelkezésre, az építmény építését engedélyező építésügyi hatóság az 1. mellékletben foglalt előírásoktól való eltérésre engedélyt adhat, ha az a 2. § (1) bekezdésében és az (1) bekezdésben meghatározott követelményeket nem érinti vagy a 2. § (1) bekezdésében és az (1) bekezdésben meghatározott követelmények más módon is teljesíthetők, amit a kérelmezőnek biztonsági elemzéssel kell igazolnia.”

Megközelítés és keresztezés

Különbségek: rendelet és a szabványok között

Rendeletben: **fémes** és **a villamos vezetőanyagot nem tartalmazó fémmentes** hírközlő hálózatokra **ugyanazon követelmények vonatkoznak**

A fémmentes fényvezetőjű kábelek:

- indukált feszültséggel nem kell számolni,
- más potenciálra nem kerülhetnek,



Egyes esetekben a keresztezésre és megközelítésre vonatkozó kisebb távolságok indokolhatóak.



Vonatkozó szabványok kisebb értékeket adnak meg

Megközelítés és keresztezés

Pl.:

Földalatti nyomvonalas távközlő létesítmény és a $1 < \dots \leq 36$ kV-os névleges feszültségű szabadvezeték bármely földalatti része közötti távolság:

belterületen legalább: 0,8 m

külső területen legalább: 3,0 m => Rendelet nem tartalmazza

Belterületen kivételesen a csak a távközlő kábel mechanikai védelmét biztosító távolság 0,3 m-re csökkenthető, ha a következő feltételek egyidejűleg teljesülnek:

- a távközlő kábelt megközelítő szabadvezeteki oszlopnak saját oszlopföldelője nincs,
- a távközlő kábel védőműtárgyban van elhelyezve,
- a védőműtárgy hossza biztosítja, hogy a védelem nélküli távközlő kábel és a szabadvezeték földalatti része közötti távolság legalább 2,0 m.

Közös oszlopsor

MSZ 151-8 : Kisfeszültség => 30cm

MSZ 151-1-1M

Az $1 < \dots \leq 400$ kV névleges feszültségű szabadvezetékkel közös oszlopsoron távközlő vezeték a következők szerint létesíthető:

- Az $1 < \dots \leq 35$ kV névleges feszültségű szabadvezetékkel közös oszlopsoron **villamos vezetőanyagot nem tartalmazó** és **villamos vezetőanyagot tartalmazó** távközlő vezeték is létesíthető.

A villamos vezetőanyagot tartalmazó távközlő vezeték létesítésének a feltétele, hogy az erősáramú szabadvezeték és a távközlő vezeték üzemeltetője erről olyan megállapodást kössön, amely részletesen meghatározza a létesítési, munkavédelmi, biztonsági és üzemeltetési előírásokat

Közös oszlopsor

Ha a legfeljebb 35 kV névleges feszültségű szabadvezeték oszlopsorán **0,4 kV** névleges feszültségű erősáramú szabadvezeték **is van**, akkor a villamos vezetőanyagot tartalmazó távközlő vezetékeket **az alatt legalább 0,3 m-el** kell elhelyezni.

Ha a legfeljebb 35 kV névleges feszültségű szabadvezeték oszlopsorán **nincs 0,4 kV** névleges feszültségű erősáramú szabadvezeték elhelyezve, akkor a villamos vezetőanyagot tartalmazó távközlő vezetékeket a tartóoszlopokon annak helyét kihagyva, a szabadvezetéktől **legalább 2,3 m-re** kell elhelyezni, a felső távközlő vezetéket pedig egy legalább **50 mm² keresztmetszetű AASC-tartósodronyhoz** kell rögzíteni.

Közös oszlopsor

Ha második villamos vezető anyagot tartalmazó távközlő vezetékrendszer is elhelyezésre kerül a tartóoszlopokon, azt az első rendszer alatt legalább 0,3 m-re kell elhelyezni. Az egy rendszerbe tartozó távközlő vezetékeket kötegelni kell.

- A $35 < \dots \leq 400$ kV névleges feszültségű szabadvezetékkel közös oszlopsoron csak villamos vezetőanyagot nem tartalmazó távközlő vezetéket szabad létesíten

Mászhatóság biztosítása!

ETV- ERŐTERV IRÁNYTERVEK

Kisfeszültségű oszlopsor

Fémmentes kábel közép feszültségen

Fémes kábel közép feszültségen

