

**BUDAPESTI MŰSZAKI FŐISKOLA
KANDÓ KÁLMÁN VILLAMOSMÉRNÖKI FŐISKOLAI
KAR**

Kemény József

TÚLÁRAMVÉDELEM

Műszaki menedzser, és villamosmérnök hallgatók részére

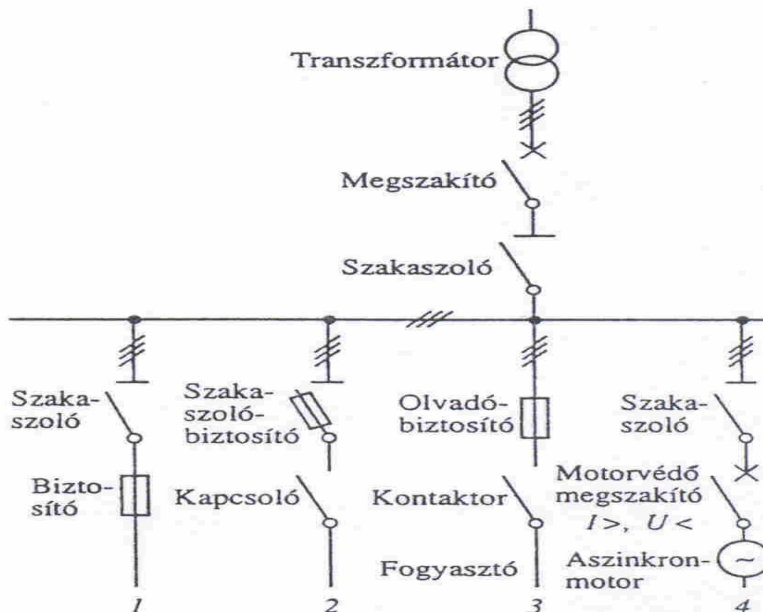
2. bővített és javított kiadás
Budapest, 2004

TARTALOMJEGYZÉK

1. Túláramvédelem	3
2. A túláramvédelmi eszközök jellege [7]	4
2.1. Kombinált, túlterhelésvédelmi és zárlatvédelmi eszközök.....	4
2.2. Túlterhelésvédelmi (zárlatvédelmet nem biztosító) eszközök.....	5
2.3. Zárlatvédelmi (túlterhelésvédelmet nem biztosító) eszközök.....	5
2.4. A védelmi eszközök tulajdonságai.....	5
2.5. Túlterhelésvédelem.....	5
2.5.1. Általános követelmények.....	5
2.5.2. A vezetők és a védelmi eszközök összehangolása.....	5
2.5.3. Párhuzamosan kapcsolt vezetők védelme.....	6
2.6. Zárlatvédelem.....	6
2.6.1. Általános követelmények.....	6
2.6.2. A független zárlati áram meghatározása.....	7
2.6.3. A zárlatvédelmi eszközök tulajdonságai.....	7
2.6.4. Párhuzamosan kapcsolt vezetők zárlatvédelme.....	8
2.7. A túlterhelésvédelem és a zárlatvédelem összehangolása.....	8
2.7.1. Védelem egy közös eszközzel.....	8
2.7.2. Védelem külön eszközzel.....	8
2.8. A túláram korlátozása a tápforrás tulajdonságaival.....	9
3. Túláramvédelem alkalmazása [9]	9
3.1. Túlterhelésvédelem.....	9
3.2. Zárlatvédelem.....	12
3.3. Az áramkör jellegével összefüggő követelmények.....	14
4. Túláramvédelem kiválasztása	16
4.1. Kiindulási adatok meghatározása:	16
4.2.1. Túláramvédelem kiválasztás lépései.....	17
N 0018	
4.2. A szükséges vezeték keresztmetszet meghatározása.....	19
4.3. Feszültségesésre méretezés:.....	19
4.4. A beépítés helyére a zárlati áram meghatározása.....	19
4.5. A túláramvédelmi eszköz kiválasztása.....	19
4.6. A túláramvédelmi eszköz jellemzőinek és a kiindulási- valamint számított adatoknak az összehasonlítása.....	20
4.7. A túláramvédelmi eszköz véglegesítése, a beállítási értékek meghatározása	21
4.8. A hálózati részek ellenőrzése a zárlati igénybevételre.....	21
5. Mintapélda	22
5.1. Névleges adatok:.....	22
5.2. Zárlati áramkör adatai:.....	22
5.3. A legnagyobb zárlati áram meghatározása:.....	22
5.4. Kapcsolókészülék (túláramvédelmi eszköz) kiválasztása.....	24
10. ábra	28
6. Ajánlott irodalom:	29

1. Túláramvédelem

A túláramnak a névlegest meghaladó értékeket nevezzük. A **túláramok termikus** és **dinamikus hatásuk** miatt csak bizonyos ideig állhatnak fel, mert



különben káros hatások lépnek fel, vezetők túlmelegedhetnek, szigetelések romolhatnak, stb.. A túláramokat két nagy csoportra osztjuk, a **túlterhelési-** (normál üzemben fellépők, $I_n < I_t < 10I_n$) és **zárlati** (hálózati zavarok hatására fellépők $I_z > 20I_n$) áramokra.

Az ábra szerint a közép feszültségű (KÖF) hálózattól transzformátoron keresztül jutunk el a kisfeszültségű (KIF) fogyasztókhoz. Minden feszültségen mindig alkalmazunk zárlatvédelmet (olvadóbiztosító, megszakító vagy a kettő együtt), és többnyire túlterhelésvédelmet (hőrelé, elektronikus túlterhelésvédő relé, hőmérsékletmérésen alapuló, ...stb.) is.

A felsorolt kapcsolókészülékeket és azok legfontosabb jellemzőit már kapcsolástechnikából megismertük.

A kapcsolókészülékek legfontosabb jellemzői [1] és [2] alapján, betűrendben:

megnevezés	jelölés
Egyezményes, tokozott szerelési termikus áram	I_{the}
Egyezményes, nyitott szerelési termikus áram	I_{th}
Névleges megszakítóképesség	
Névleges feltételes zárlati áram .	
Névleges vezérlőáramköri feszültség	U_c
Névleges vezérlőhálózati feszültség	U_s
Névleges áram	I_n
Névleges frekvencia	
Névleges lökőfeszültség-állóság	U_{imp}
Névleges szigetelési feszültség	U_i
Névleges bekapcsolóképesség	

Névleges üzemi áram	I_e
Névleges üzemi teljesítmény	
Névleges üzemi feszültség	U_e
Névleges forgórész szigetelési feszültség	U_{ir}
Névleges üzemi forgórész áram	I_{er}
Névleges üzemi forgórész feszültség	U_{er}
Névleges üzemi zárlati megszakítóképesség	I_{cs}
Névleges zárlati megszakítóképesség	I_{cn}
Névleges zárlati bekapcsolóképesség	I_{cm}
Névleges rövididejű (termikus) határáram	I_{cw}
Névleges állórész szigetelési feszültség	U_{is}
Névleges üzemi állórész áram	I_{es}
Névleges üzemi állórész feszültség	U_{es}
Névleges zárlati határ-megszakítóképesség	I_{cu}
Névleges folytonos áram	I_u
Forgórész termikus áram	I_{thr}
Szelektivitási határáram	I_s
Állórész termikus áram	I_{ths}
Metszésponti áram	I_B
Alkalmazási kategória	

A felsoroláshoz tartoznak még az alapvető jelleggörbék.

Ellenőrző kérdések:

- 1) Mit nevezünk túláramnak?
- 2) Miért káros a túláram?
- 3) Milyen túláramokat ismer?
- 4) Hol, és milyen túláramvédelmi eszközöket alkalmazunk?
- 5) Sorolja fel a túláramvédelmi eszközök legfontosabb jellemzőit!

2. A túláramvédelmi eszközök jellege [7]

A túláramvédelmi eszköz lehet **kombinált**, azaz a túlterhelés és a zárlatvédelmet is el tudja látni, csak túlterhelésvédelmi ill. csak zárlatvédelmi. Vizsgáljuk meg egyenként a lehetőségeket.

2.1. **Kombinált, túlterhelésvédelmi és zárlatvédelmi eszközök**

Ezeknek a védelmi eszközöknek az elhelyezési pontjukhoz tartozó független (várható) zárlati áram értékéig bármilyen túláramot meg kell tudniuk szakítani. Meg kell felelniük a túlterhelésvédelemre (2.5. pont) és a zárlatvédelemre (2.6. pont) vonatkozó előírásoknak.

A védelmi eszközök lehetnek:

- **megszakítók** túlterhelés- és zárlati kioldóval;
- **biztosítókkal** (A biztosító a teljes védelmi eszközt alkotó, összes alkatrészt tartalmazza.) **egybeépített megszakítók**;
- **motorvédő kapcsoló kombináció** [2];
- **biztosítók gG** jelleggörbájű biztosító betétekkel:

2.2. Túlterhelésvédelmi (zárlatvédelmet nem biztosító) eszközök

Ezek az eszközök általában függő időkésleltetésű védelmi eszközök, amelyeknek a megszakítóképessége kisebb lehet, mint az elhelyezési pontjukhoz tartozó független zárlati áram értéke. Feleljenek meg a 2.5. pont, túlterhelésvédelem előírásainak.

A védelmi eszközök lehetnek:

- Közvetlen táplálású kettősfém (ikerfém) alapú túlterhelés kioldók (**hőrelék**),
- Közvetett (mérőváltón keresztül) táplálású kettősfém (ikerfém) alapú túlterhelés kioldók (hőrelék),
- **Elektronikus túlterhelés védelmek**, amelyeket mérőváltóról tápláltak, és többnyire külön tápfeszültséget igényelnek.
- **Hőmérsékletmérésen alapuló túlterhelésvédelemek**, külön tápfeszültséget igényelnek.
- Egyes esetekben **olvadóbiztosítók**

2.3. Zárlatvédelmi (túlterhelésvédelmet nem biztosító) eszközök

Ezeket a védelmi eszközöket ott lehet használni, ahol a túlterhelésvédelem más módon biztosítva van vagy a 3.3.2 pont[9], a túlterhelésvédelem alkalmazása alól felmentést ad. A védelmi eszközöknek bármilyen zárlati áramot meg kell tudniuk szakítani és meg kell felelniük 2.5. fejezet túlterhelésvédelmi követelményeinek.

Ilyen védelmi eszközök lehetnek:

- **megszakítók**, csak zárlati kioldóval;
- **biztosítók**.

2.4. A védelmi eszközök tulajdonságai

A túláramvédelmi eszközök idő-áram jelleggörbéinek meg kell felelniük a fogyasztó támasztotta követelményeknek. Más védelmi eszközök használata is megengedett, ha azok idő-áram jelleggörbéje biztosítja a meghatározott védelmi szintet, ill. a megfelelő üzemelési feltételeket.

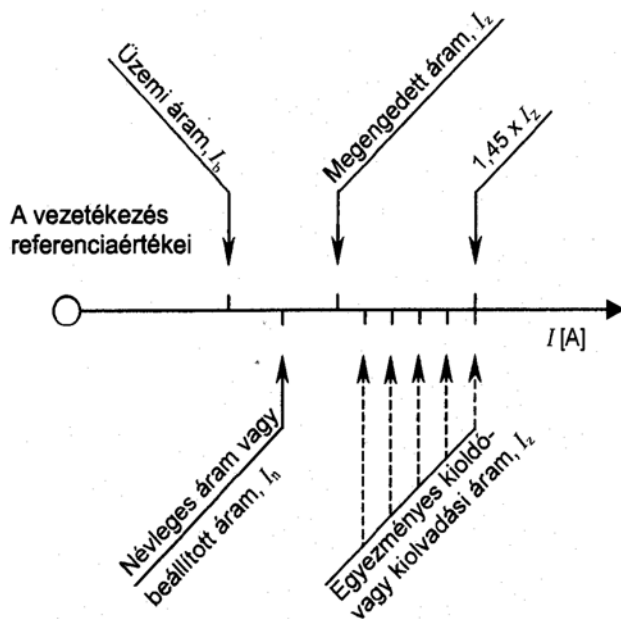
2.5. Túlterhelésvédelem

2.5.1. Általános követelmények

A védelmi eszköznek az áramkör vezetőiben folyó bármilyen túlterhelési áramot meg kell szakítaniuk, mielőtt az olyan mértékű hőmérsékletnövekedést okozna, amely káros lehet a szigetelésre, csatlakozásokra, kivezetésekre vagy a vezetők környezetére.

2.5.2. A vezetők és a védelmi eszközök összehangolása

Egy vezetéket túlterhelés ellen védő védelmi eszköz működési jellemzőinek ki kell elégíteniük a következő feltételeket:



- $I_B \leq I_n \leq I_z$
- $I_2 \leq 1.45 \cdot I_z$

ahol:

I_B Az áramkör üzemi árama;

I_z A vezeték tartósan megengedett árama [10];

I_n A védelmi eszköz névleges árama; (Szabályozható védelmi eszközök esetében az I_n névleges árama a beállított érték)

I_2 A védelmi eszközök hatékony működését biztosító áram.

A gyakorlatban I_2 értéke a következő:

- megszakítók esetében az egyezményes kioldóáram;
- biztosítók esetében az egyezményes kiolvadási áram;

Ezen szakasz szerint megvalósított védelem bizonyos esetekben nem biztosít teljes védelmet - pl. az I_2 értékénél kisebb, hosszabb ideig fennálló túláramokkal szemben - és szükségképpen nem fognak a leggazdaságosabb megoldáshoz vezetni. Ezért itt az a feltételezés, hogy az áramkör úgy lett megtervezve, hogy hosszabb időtartalmú kisebb túlterhelések rendszeresen nem lépnek fel benne, ill. azt el tudják viselni.

2.5.3. Párhuzamosan kapcsolt vezetők védelme

Amikor ugyanaz a védelmi eszköz több párhuzamosan kapcsolt vezetőt véd egyidőben, I_z értéke az egyes vezetők tartósan megengedett áramának az összege lesz. Az ilyen védelmi mód csak akkor alkalmazható, ha a vezetők elrendezése olyan, hogy alapjában véve azonos áramot vezetnek. A gyakorlatban ennek a feltételnek a teljesülése csak akkor fogadható el, ha a vezetők villamos tulajdonságai (jellegük, a szerelési módjuk, hosszúságuk, keresztmetszetük) azonosak és nincsenek leágazásaik. Ennek igazolása méréssel is történhet.

2.6. Zárlatvédelem

Csak az egyazon áramkörhöz tartozó vezetők között bekövetkező zárlatokkal foglalkozunk.

2.6.1. Általános követelmények

A védelmi eszközöknek meg kell szakítaniuk a vezetőkben folyó bármilyen zárlati áramot mielőtt az a vezetőkben vagy a csatlakozásokban keletkező hő vagy mechanikai hatás következtében veszélyt okozhatna.

2.6.2. A független zárlati áram meghatározása

A független zárlati áramot a villamos berendezés minden lényeges pontjára meg kell határozni. Ezt vagy számítással, vagy méréssel lehet elvégezni. Az 5. fejezet mintapéldájában a számítást mutatjuk be.

2.6.3. A zárlatvédelmi eszközök tulajdonságai

Minden zárlatvédelmi eszköznek meg kell felelnie a következő két feltételnek:

- A megszakítóképességének nem szabad kisebbnek lennie, mint a beépítés helyén fellépő független zárlati áram, kivéve, ha a következő feltétel érvényes. Kisebb megszakítóképességű eszköz is alkalmazható, ha a tápoldalon be van építve egy másik, a szükséges megszakítóképességgel rendelkező eszköz. Ebben az esetben a két védelmi eszköz jellemzőit úgy kell összehangolni, hogy az általuk átengedett energia mértéke ($I^2 t$) ne haladja meg azt az értéket, amelyet a terhelési oldalon elhelyezett eszköz és a védett vezetők még károsodás nélkül el tudnak viselni. Bizonyos esetekben figyelembe kell venni a terhelési oldalon elhelyezett védelmi eszközök más tulajdonságait is, pl. a dinamikus igénybevételt és az ívenergiát. Az összehangoláshoz szükséges részletes tulajdonságokat a védelmi eszköz gyártóitól kell beszerezni.
- Az áramkör bármely pontján előforduló zárlat hatására kialakuló különböző nagyságú áram megszakításához szükséges idő nem haladhatja meg azt az értéket, amely a vezetők hőmérsékletét a megengedhető határ fölé emelné.

Az 5 s időtartamon belüli zárlatok esetében azt az időtartamot, amelyen belül egy adott zárlati áram a vezetők hőmérsékletét a megengedhető legnagyobb üzemi hőmérsékletre emeli, a határhőmérsékletre emeli, a következő közelítő képlettel lehet meghatározni:

$$t = K^2 \cdot S^2 / I^2$$

ahol:

t = az időtartam, s;

S = a keresztmetszet, mm²;

I = a zárlati áram effektív értéke, A;

K = 115 PVC-szigetelésű Cu rézvezetőkre;

135 gumi-, butilgumi-, térhálósított polietilén és etilén-propilén gumi szigetelésű rézvezetőkre; 74 PVC-szigetelésű alumíniumvezetőkre, 87 gumi-, butilgumi-, térhálósított polietilén és etilén-propilén gumi szigetelésű alumíniumvezetőkre; 115 rézvezetőkben 160 °C-os lágyforrasztott kötések esetében.

A képlet alkalmazásának **korlátai**:

1. Nagyon kis időtartamoknál (0.1 s), ahol fontos az áram aszimmetriája, valamint áramkorlátozó eszközök alkalmazásakor a $K^2 S^2$ értéknek nagyobbak kell lenni, mint a védelmi eszköznek a gyártó által megadott névleges energia értéke ($I^2 t$).

2. Az alábbi esetekre a K értékek meghatározása folyamatban van:

- kis keresztmetszetű vezetők (10 mm² alatt);
- 5 s-ot meghaladó időtartamú zárlat;
- más típusú kötések a vezetőkben;
- csupasz vezetők;
- ásványi anyag szigetelésű vezetékek.

3. A zárlatvédelmi eszköz névleges árama nagyobb lehet mint a vezeték tartósan megengedett árama.

2.6.4. Párhuzamosan kapcsolt vezetők zárlatvédelme

Egyetlen védelmi eszköz több párhuzamosan kapcsolt vezető zárlatvédelmét is elláthatja, feltéve, hogy a védelmi eszköz működési jellemzői és a párhuzamos vezetők szerelési módja megfelelően össze vannak hangolva. A védelmi eszközök kiválasztására vonatkozó előírásokat a [8] tartalmazza. A kiválasztás során figyelemmel kell lenni azokra a zárlat esetében előálló körülményekre, amelyek nem az összes vezetőre hatnak.

2.7. A túlterhelésvédelem és a zárlatvédelem összehangolása

2.7.1. Védelem egy közös eszközzel

Amennyiben a túlterhelésvédelmi eszköz megfelel a 2.5. fejezet követelményeinek és a megszakítóképessége nem kisebb, mint a független zárlati áram a beépítése helyén, úgy feltételezhető, hogy a terhelési oldalon abban a pontban zárlat ellen is védi a vezetékét.

Ez a feltevés bizonyos megszakító típusoknál nem érvényes a zárlati áram teljes tartományára, különösen igaz ez a nem-áramkorlátozó típusok esetében; az érvényességet a 2.6.3. szakasz követelményei szerint kell ellenőrizni.

2.7.2. Védelem külön eszközzel

A túlterhelésvédelmi eszközre és a zárlatvédelmi eszközre a 2.5.- illetve a 2.6. fejezet követelményei vonatkoznak. A védelmi eszközök jellemzőit úgy kell összehangolni, hogy a zárlatvédelmi eszköz által átengedett energia ne haladja meg azt az értéket, amelynek a túlterhelésvédelmi eszköz még károsodás nélkül ellen tud állni. Ez a követelmény nem zárja ki eleve az [3]-ban meghatározott típusú összehangolást:

Zárlatvédelmi eszközökkel való koordináció

Működés zárlati feltételek mellett (névleges feltételes zárlati áram)

Előtét zárlatvédelmi eszközökkel kiegészítőleg védett kontaktorok, túlterhelés relék és motorvédő kapcsolók, valamint motorvédő kapcsoló-kombinációk és zárlatvédelemmel ellátott motorvédő kapcsolók névleges feltételes zárlati áramát a vizsgálatokkal kell ellenőrizni, ill. a gyártók adják meg.

A zárlatvédelmi eszköz névleges adatai megfelelőek legyenek bármely megadott névleges üzemi áramra, névleges üzemi feszültségre és a vonatkozó alkalmazási kategóriára.

A koordináció két típusa: az „1” vagy a „2” megengedett. Az ezekre vonatkozó feltételeket a következők:

Az „1” típusú koordináció megköveteli, hogy zárlati feltételek mellett a kontaktor, túlterhelés relé vagy a motorvédő kapcsoló ne okozzon veszélyt sem személyekre, sem a beépítési környezetre, de lehet, hogy javítás és az alkatrészek cseréje nélkül további üzemre nem alkalmas.

A „2” típusú koordináció megköveteli, hogy zárlati feltételek mellett a kontaktor, túlterhelés relé vagy a motorvédő kapcsoló ne okozzon veszélyt sem személyekre, sem a beépítési környezetre és legyen alkalmas további üzemre. Az érintkezők összehegedésének kockázata elfogadott, ez esetre a gyártónak meg kell adnia a készülék karbantartására vonatkozó intézkedéseket.

(A gyártó ajánlásainak nem megfelelő zárlatvédelmi eszköz alkalmazása esetén a koordináció érvénytelenné válhat.)

Túlterhelésrelék és zárlatvédelmi eszközök közötti szelektivitás

A zárlatvédelmi eszköz(ök) és motorvédő kapcsolók, motorvédő kapcsoló-kombinációk, védett motorvédő kapcsolók túlterhelésreléi közötti szelektivitásnál a gyártó előírásait kell figyelembe venni.

2.8. A túláram korlátozása a tápforrás tulajdonságaival

Ahol a tápforrás nem képes a vezetők tartósan megengedett áramát meghaladó áramot szállítani, ott a vezetők túlterhelés és zárlat ellen védettnek tekinthetők (ilyen tápforrások pl. egyes csengő-transzformátorok, egyes hegesztőtranszformátorok és egyes termoelektromos generátorok).

Ellenőrző kérdések:

- 6) Mit nevezünk kombinált túláramvédelmi eszköznek?
- 7) Soroljon fel túlterhelésvédelmi eszközöket!
- 8) Soroljon fel zárlatvédelmi eszközöket!
- 9) Milyen feltételeket kell kielégítenie a túlterhelésvédelemnek?
- 10) Milyen feltételeket kell kielégítenie a zárlatvédelemnek?
- 11) Hogyan kell összehangolni a túlterhelés- és a zárlatvédelmet?

3. Túláramvédelem alkalmazása [9]

3.1. Túlterhelésvédelem

3.1.1. A túlterhelésvédelmi eszközök elhelyezése

– A túlterhelésvédelmi eszközt a vezetéknek azon a pontján kell elhelyezni, ahol a keresztmetszet csökkenése, a vezeték anyagának, szerkezetének vagy a szerelés módjának a megváltozása következtében a vezeték áramvezető képességében csökkenés áll elő, kivéve az alábbi eseteket:

– A túlterhelésvédelmi eszköz a védett vezető mentén bárhol elhelyezhető, ha az eszköz és az áramvezető képesség megváltozásának helye között sem leágazás(ok), sem pedig csatlakozóaljzat(ok) nincs(enek) és a következő két feltétel egyike teljesül (ld 1., 2. ábra):

- ezen vezetékét ellátták a 2.6 pont [7] követelményeinek megfelelő zárlatvédelemmel;
- ezen vezetékszakasz hossza nem haladja meg a 3 m-t, a vezetékét olyan módon szerelték, hogy a zárlat kockázata a legkisebbre csökkent és a közelében nincs éghető anyag (lásd a 3.2.2. szakaszt).

Az ábrákban szereplő betűjelek jelentése:

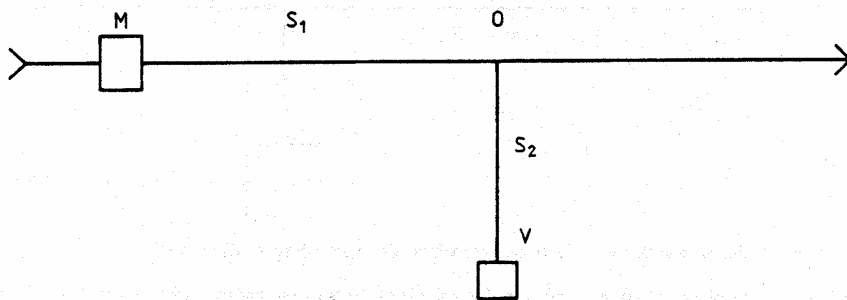
M = túláramvédelmi eszköz

S = vezeték-keresztmetszet

V = túlterhelésvédelmi eszköz

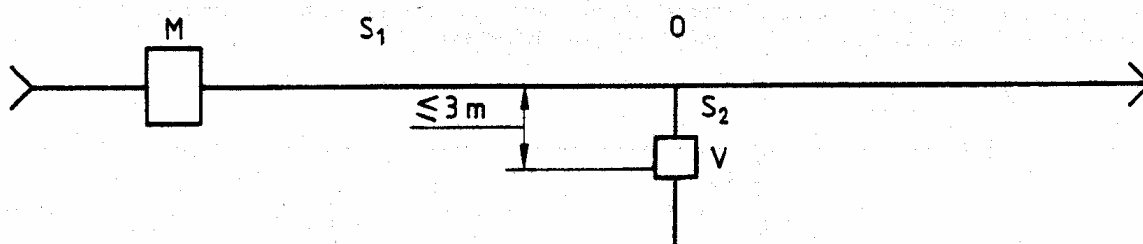
O, P = leágazási pont

A = fogyasztókészülék



1. ábra Példa a túlterhelésvédelmi eszköz elhelyezésére

Az **M** eszköz ellátja az S_2 keresztmetszetű **OV** leágazás zárlatvédelmét. 1. ábra



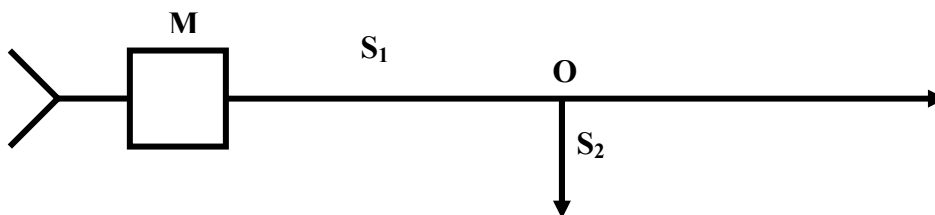
2. ábra A túlterhelésvédelmi eszköz másik elhelyezése

Az **M** eszköz nem tudja ellátni az **OV** leágazás zárlatvédelmét.

3.1.2. A túlterhelésvédelmi eszköz elhagyása

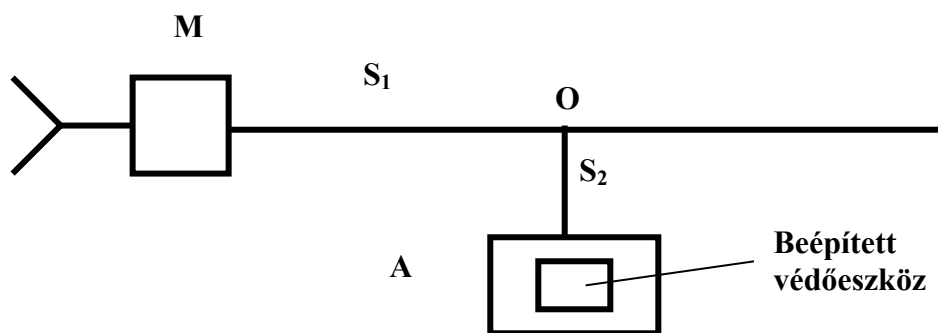
A túlterhelésvédelmi eszközök elhagyhatók:

- a fogyasztói oldalon lévő vezetékrendszerben a keresztmetszetnek, az anyagnak, a szerkezetnek vagy a szerelés módjának a változása esetében is, ha a tápoldali védelmi eszköz erre is hatásos túlterhelésvédelmet nyújt. Lásd 3. ábra, **M** tápoldali túlterhelésvédelmi eszköz az S_2 leágazás védelmét is biztosítja.

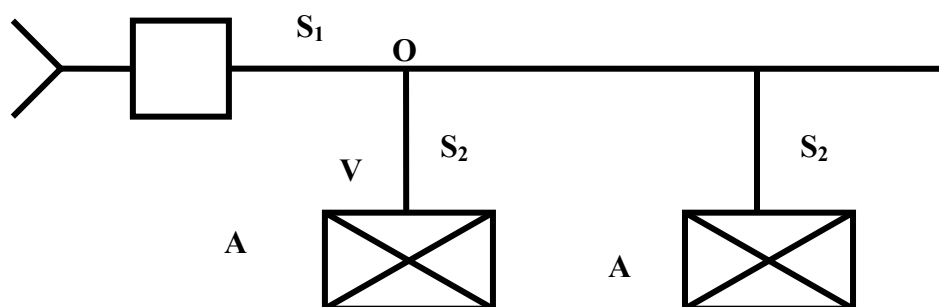


3. ábra A túlterhelésvédelmi eszköz elhagyása

- az olyan vezetékrendszerben, ahol túlterhelés kialakulása nem valószínű, feltéve, hogy a rendszert ellátták a 2.6 pont [7] követelményeinek megfelelő zárlatvédelemmel és a vezetékrendszer sem leágazás(oka)t, sem csatlakozóaljzato(ka)t nem tartalmaz (lsd. 4. ábra);

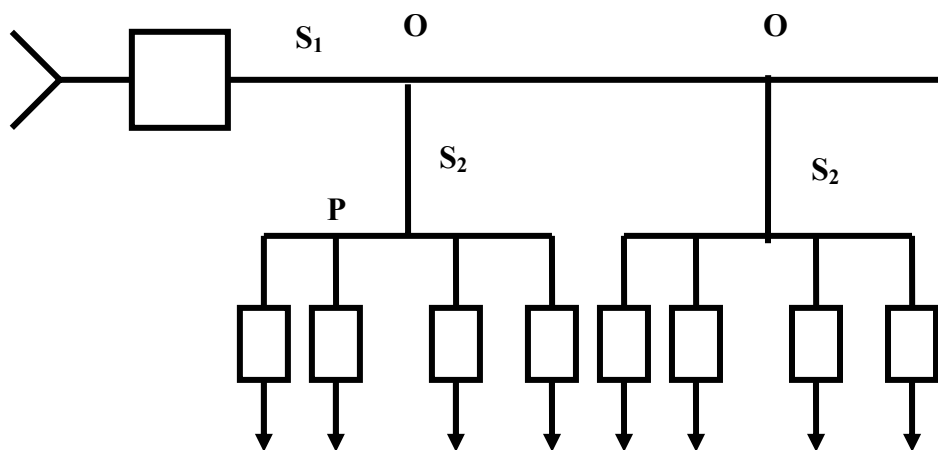


4. ábra A túlterhelésvédelmi eszköz elhagyása



5. ábra A túlterhelésvédelmi eszköz elhagyása

A vezeték, amely olyan A állandó áramú fogyasztókészülékeket táplál, amelyek feltehetően nem fognak túlterhelést okozni és bár nincsenek túlterhelés ellen védve, de üzemi áramuk nem haladja meg a vezeték áramvezető képességét (5. ábra). Az A fogyasztókészülék feltehetően nem okoz túlterhelést, ilyen fogyasztók a fűtőkészülékek (vízmelegítők, hőszugárzók, tűzhelyek stb.); egy motor, amelynek az árama lefogott forgórész esetén nem haladja meg a vezeték tartósan megengedett áramát, ezek olyan fogyasztókészüléknek amelyek feltehetően nem okoznak túlterhelést, nincs szükség az OV vezeték védelmére.



6. ábra A túlterhelésvédelmi eszköz elhagyása

A vezeték, amely több, túlterhelés ellen egyenként védett leágazást táplál, feltételezve, hogy a leágazások védelmi eszközei névleges áramának összege kisebb, mint a kérdéses vezeték túlterhelésvédelmére alkalmas eszköz névleges árama (6. ábra).

Mivel az **OP** vezetéket nem lehet túlterhelni, az **S₂** keresztmetszetű szakasz a **P** pontban lévő leágazások áramainak összege alapján van méretezve.

- távközlési áramellátó vezetékek, irányítástechnikai, jelző és hasonló hálózatok vezetékai esetében.

A túlterhelésvédelmi eszközök a 3 ismertetett esetben (4., 5., 6. ábra) sem hagyhatók el az olyan vezetékeknél, amelyek tűz- vagy robbanásveszélyes környezetben, vagy olyan helyiségekben vannak, ahová különleges szabályok eltérő feltételeket írnak elő.

3.1.3. A túlterhelésvédelmi eszközök elhelyezése vagy elhagyása IT-rendszerekben

A 3.1.1. szakaszban a túlterhelésvédelmi eszközök elhelyezésére, illetve elhagyására megadott feltételek az IT-rendszerekben csak akkor alkalmazhatók, ha minden túlterhelésvédelemmel el nem látott áramkör áram-védőkapcsolóval védett vagy pedig a teljes berendezés (a vezetékhalózatot is ideértve) olyan áramkörrel kap táplálást, amelyet a [11] 3.3.2. szakasza védőintézkedéseinek megfelelően létesítettek.

3.1.4. A túlterhelésvédelem biztonsági okokból ajánlott elhagyásának esetei.

Ajánlatos a túlterhelésvédelem elhagyása az olyan áramkörökben, ahol a fogyasztókészülék táplálásának váratlan megszakadása veszélyt idézhet elő. Példák ilyen esetekre:

- forgógépek gerjesztőköre;
- emelőmágnesek tápköre;
- áramváltók szekunder köre;
- tűzvédelmi eszközök tápköre.

Ilyen esetekben gondoskodni kell a túlterhelés vészjelzéséről.

3.2. Zárlatvédelem

3.2.1. A zárlatvédelmi eszköz elhelyezése

Az áramkörben a zárlatvédelmi eszközt oda kell elhelyezni, ahol a keresztmetszet-csökkenés vagy egyéb ok miatt megváltoznak az áramkörnek a 3.1.1. szakaszban leírt

tulajdonságai. Kivételt képeznek azok az áramkörök, amelyekre a 3.2.2. vagy a 3.2.3. szakasz alkalmazható.

3.2.2. A zárlatvédelmi eszköz elhelyezése az áramkör más pontján

A zárlatvédelmi eszközt a 3.2.1. szakasz előírásaitól eltérő módon is el lehet helyezni a következők szerint:

– Az áramkörben a keresztmetszet-csökkenés helye (vagy az áramvezető képességet befolyásoló egyéb változás helye) és a zárlatvédelmi eszköz közötti szakaszra egyidejűleg teljesülnie kell a következő három feltételnek:

- hossza ne haladja meg a 3 m-t;
- olyan módon legyen szerelve, hogy a zárlat kockázata a legkisebb legyen;

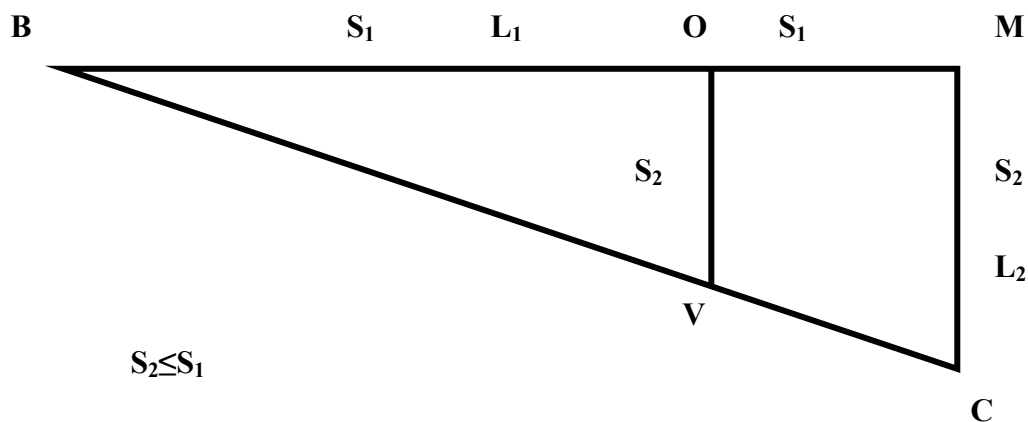
Ez a feltétel teljesül pl. a vezetéknek a külső behatás elleni fokozott védelme által.

- olyan módon legyen szerelve, hogy a tűz keletkezésének a kockázata vagy a személyek

veszélyeztetése a legkisebb legyen.

– A keresztmetszet-csökkenés (vagy egyéb változás) miatt a tápoldalon elhelyezett védelmi eszköz esetén, ha az olyan üzemi jellemzőjű, hogy a 2.6. pont [7] előírásainak megfelelően ellátja a fogyasztói oldal vezetékeinek zárlatvédelmét is.

A felsorolt feltételek teljesülése esetében sem alkalmazható a 3.2.2. szakasz előírása az olyan vezetékek (berendezések) esetében, amelyek tűz- vagy robbanásveszélyes környezetben, vagy olyan helyiségben vannak, ahol különleges szabályok eltérő feltételeket írnak elő.



7. ábra Háromszög-diagram a megengedett vezeték hossz meghatározására

A 7. ábra leágazásra vonatkozó együttes előírásokat tartalmazza:

Az S_2 keresztmetszetű szakasz terhelési oldalon lévő vezeték hossza ne haladja meg az ábrából meghatározott értéket:

- $MB = L_1$, az S_1 keresztmetszetű vezeték legnagyobb elvi hossza, amelyet az M pontnál lévő védelmi eszköz még képes zárlat ellen védeni.
- $MC = L_2$, az S_2 keresztmetszetű vezeték legnagyobb elvi hossza, amelyet az M pontnál lévő védelmi eszköz még képes zárlat ellen védeni.

Az S_2 keresztmetszetű O pontnál leágazó és az M pontnál elhelyezett védelmi eszközzel zárlat ellen védett vezeték legnagyobb hosszát OV adja meg: $OV = OB \cdot L_2 / L_1$

Ezt a módszert lehet alkalmazni különböző szakaszon átvezetett, három egymást követő vezetékszakasz esetében is. Ha az S_2 keresztmetszetű szakasznál a szigetelés jellegének megfelelően a megengedett vezetékhozzak eltérnek, a módszer akkor alkalmazható, ha

$$MB = L_2 \frac{S_1}{S_2}$$

Ha az S_2 szakasznál a vezeték hossza a szigetelés jellegétől függetlenül azonos, a módszer akkor alkalmazható, ha $MB = L_1$.

3.2.3. A zárlatvédelmi eszköz elhagyása

Zárlatvédelmi eszközt nem kell alkalmazni:

- generátorokat, transzformátorokat, egyenirányítókat, akkumulátortelepeket a vezérlőegységgel összekötő vezeték védelmére, abban az esetben, ha a vezérlőegységben van zárlatvédelmi eszköz;
- olyan áramkörökben, ahol az áramkör megszakadása a táplált berendezés működését veszélyezteti, mint pl. a 3.1.4. szakaszban példaként említett áramkörök esetében;
- egyes mérő áramkörökben, feltéve, hogy a következő két feltétel egyidejűleg teljesül:
 - az áramköri vezeték olyan módon vannak szerelve, hogy a rövidzárlat kockázata a legkisebb (lásd a 3.2.2. szakasz);
 - a vezeték közelében nincs éghető anyag.

3.3. Az áramkör jellegével összefüggő követelmények

3.3.1. A fázisvezetők védelme

A túláramérzékelést minden fázisvezető számára biztosítani kell; annak le kell kapcsolnia minden olyan vezetőt, amelyben túlterhelést érzékel, de nem szükséges a többi aktív vezető lekapcsolása is (kivétel a következő szakaszban rögzített eset).

– A TT-rendszerekben, az olyan csak a fázisvezetőn keresztül táplált áramkörökben, ahol a nullavezető nincs kiépítve, a fázisvezető egyikén el szabad hagyni a túláramérzékelést, ha a következő két feltétel egyidejűleg teljesül:

- ugyanebben az áramkörben vagy a tápoldalon az összes fázisvezetőt lekapcsoló áram-védőkapcsoló van beépítve;
- nincs nullavezető kiépítve az előző pontban említett áram-védőkapcsoló fogyasztói oldalán lévő áramkörben kialakított mesterséges csillagpontból kezdődően.

Ha egy fázis kikapcsolása veszélyt okozhat, pl. háromfázisú motorok esetében, akkor megfelelő védőintézkedéseket kell tenni.

3.3.2. A nullavezető védelme

– TT- vagy TN-rendszerek

- Ahol a nullavezető keresztmetszete azonos vagy egyenértékű a fázisvezetőkével, ott a nullavezetőben nem szükséges túláramérzékelést alkalmazni vagy megszakító eszközt beépíteni.
- Ahol a nullavezető keresztmetszete kisebb a fázisvezetőkénel, ott a nullavezetőt el kell látni a nullavezető keresztmetszetének megfelelő túláramérzékelő eszközzel; ennek a túláramérzékelő eszköznek a fázisvezetőket meg kell szakítania, míg a nullavezető megszakítása nem szükséges.

Nem kell azonban túláramérzékelést a nullavezetőbe beépíteni, ha a következő két feltétel egyidejűleg teljesül:

- a nullavezető zárlatvédelmét az áramkör fázisvezetőibe beépített védőeszközök biztosítják és

- a nullvezetőn áthaladó áram várható legnagyobb értéke rendes üzemi feltételek között lényegesen kisebb, mint a vezeték terhelhetősége. A feltétel teljesül, ha az áramkör teljesítménye az egyes fázisok között a lehető legegyszerűbben oszlik meg, pl. ha a három fázisról táplált fogyasztókészülék esetében (világítási berendezések és háromfázisú csatlakozóaljzatok) a nullvezetőn áthaladó áram lényegesen kisebb a szóban forgó áramkör összes áramánál. A nullvezető keresztmetszete ne legyen kisebb a [12]-ben meghatározott értéknél.
- A TN-C rendszerekben a PEN-vezetőt soha nem szabad megszakítani.**

– IT-rendszerek

IT-rendszerekben kifejezetten nem ajánlott a nullvezető kiépítése.

Ha azonban a nullvezető mégis ki van építve, ott általában minden áramkör nullvezetőjébe olyan túláramérzékelőt kell beépíteni, amely a túlterhelt áramkör összes aktív vezetőjét kikapcsolja, beleértve a nullvezetőt is. Erre az intézkedésre nincs szükség:

- ha a tápoldali védőkészülék pl. a villamos berendezés táppontjában az adott nullvezető számára hatásos zárlatvédelmet biztosít, összhangban a 2.6. pont rendelkezéseivel;
- vagy ha az adott áramkör védelmét olyan áram-védőkapcsoló látja el, amelynek érzékenysége nem nagyobb az adott nullvezető terhelhetőségének 15%-ánál. Ennek az eszköznek ki kell kapcsolnia a szóban forgó áramkör minden aktív vezetőjét, a nullvezetőt is beleértve.

3.3.3. A nullvezető megszakítása és visszakapcsolása

Ahol a nullvezető megszakítására van szükség, az olyan legyen, hogy a nullvezető ne legyen a fázisvezetőknél korábban megszakítható és a fázisvezetőkkel egyidőben vagy azoknál előbb legyen csak visszakapcsolható.

A 3.3. szakasz előírásait összefoglaló táblázat:

Áramkörök Rendszerek	3F + N								3F			F + N		2F	
	$S_n = S_r$				$S_n < S_r$				F	F	F	F	N	F	F
	F	F	F	N	F	F	F	N	F	F	F	F	N	F	F
TN-C	V	V	V	–	V	V	V	–(1)	V	V	V	V	–	V	V
TN-S	V	V	V	–	V	V	V	V(3) (5)	V	V	V	V	–	V	V
TT	V	V	V	–	V	V	V	V(3) (5)	V	V	V(2) (4)	V	–	V	V(2)
IT	V	V	V	V(6) (3)	V	V	V	V(3) (6)	V	V	V	V	V(6) (3)	V	V(2)

V jelzi, hogy az adott vezető túlterhelésvédelmi eszközzel kell ellátni

(1) azzal az előfeltétellel, hogy a 3.3.2.1. szakasz b) pontjának második bekezdésében leírt két előírás teljesül

(2) kivéve az áram-védőkapcsolás esetét

(3) a 3.3.3. szakasz alkalmazza

(4) kivéve a 3.3.1. szakasz esetét

(5) kivéve a 3.3.2. szakasz pontja esetét

(6) kivéve, ha a nullvezető rövidzárlat ellen hatékonyan védve van vagy ha a tápoldalon áram-védőkapcsoló van a 3.3.2.2. szakasznak megfelelően

S_n a nullvezető (N) keresztmetszete

S_f a fázisvezető (F) keresztmetszete

Ellenőrző kérdések:

- 12) Hol és milyen szempontok alapján helyezünk el túlterhelésvédelmet?
- 13) Mikor hagyható el a túlterhelésvédelem?
- 14) Hol és milyen szempontok alapján helyezünk el zárlatvédelmet?
- 15) Mikor hagyható el a zárlatvédelem?
- 16) Milyen feltételek alapján alakítjuk ki különböző vezetékrendszerek védelmét?

4. Túláramvédelem kiválasztása

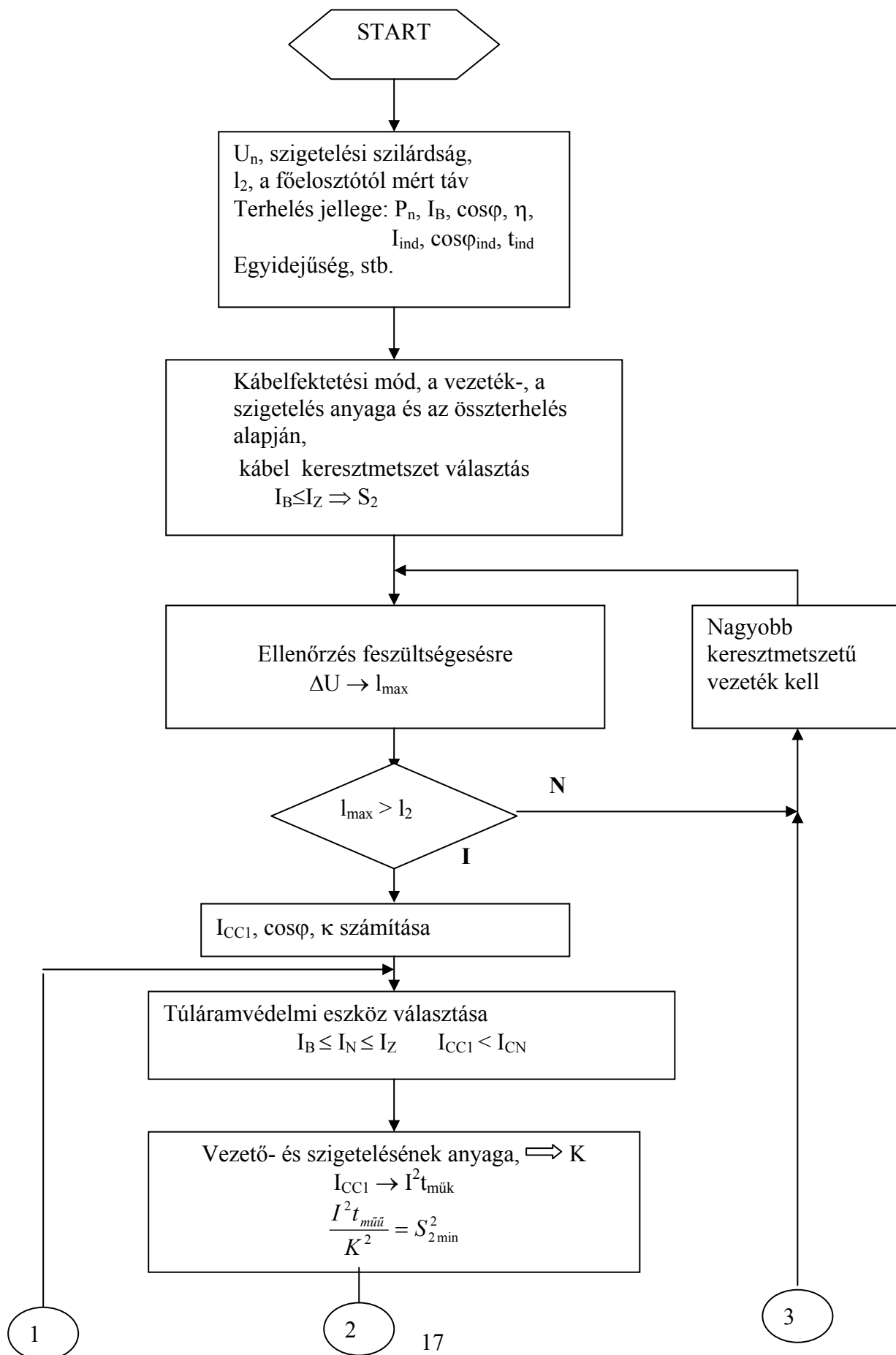
A túláramvédelem kiválasztásának lépései (ld. Jelfolyamábra):

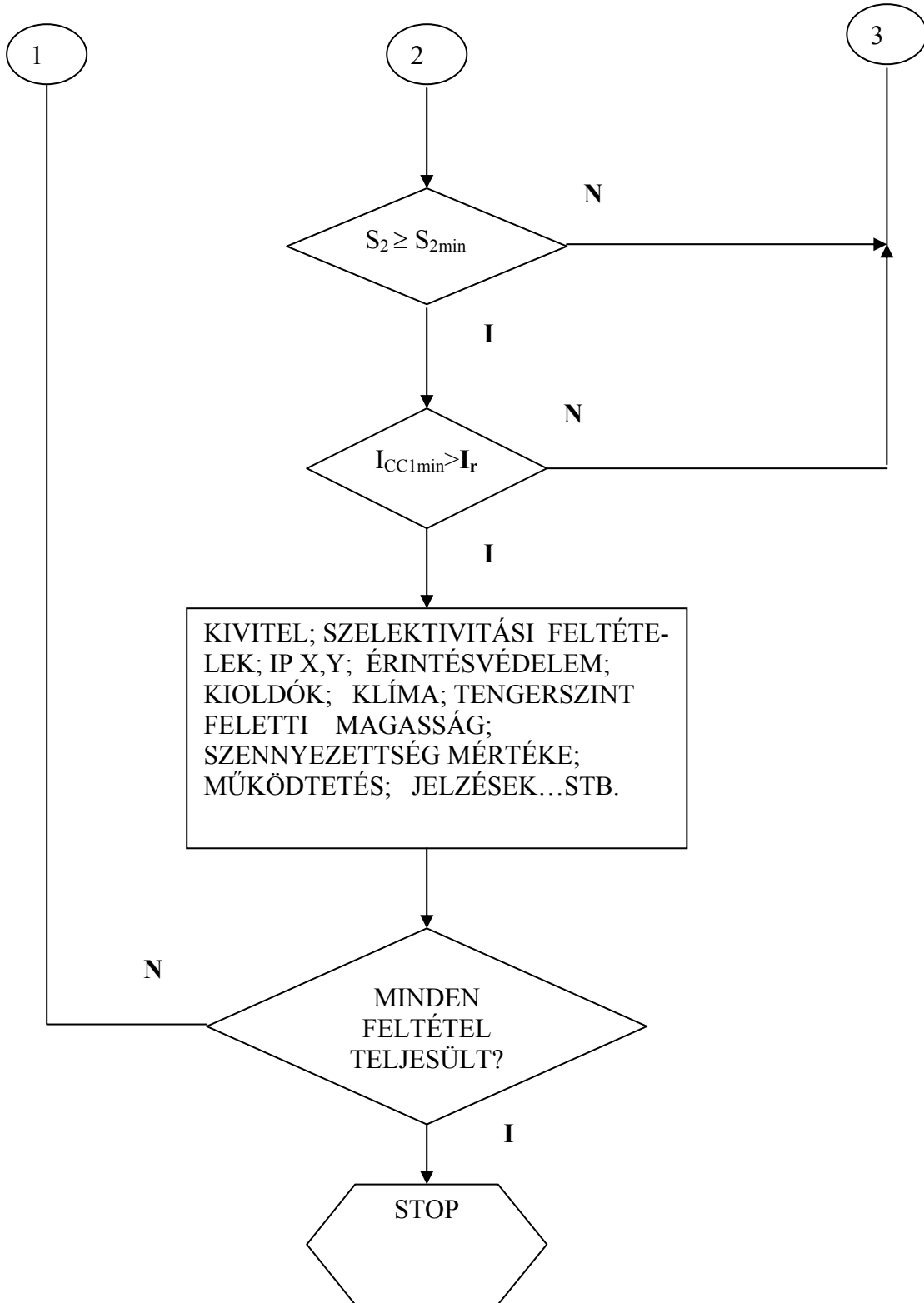
1. Kiindulási adatok meghatározása
2. A szükséges vezeték keresztmetszet meghatározása
3. Feszültségesésre méretezés
4. A beépítés helyére a zárlati áram meghatározása
5. A túláramvédelmi eszköz kiválasztása
6. A túláramvédelmi eszköz jellemzőinek és a kiindulási- valamint számított adatoknak az összehasonlítása
7. A túláramvédelmi eszköz véglegesítése, a beállítási értékek meghatározása
8. A hálózati részek ellenőrzése a zárlati igénybevételre
9. Az egyéb követelmények teljesítésének ellenőrzése (távvezérelhetőség, kommunikációs igény, reteszelési feltételek, túlfeszültség állósági kategória, szennyezés állóság, védettség, érintésvédelem, tengerszint feletti magasság, csatlakozások formája, tartósság ... stb.)

4.1. Kiindulási adatok meghatározása:

- Mekkora középfeszültségről (U_{n1} , **KÖF**) vételezünk energiát?
- Mekkora a távolság a KÖF hálózattól a transzformátorig (l_1) és milyen keresztmetszetű (S_1) és jellegű (kábel, szabadvezeték stb.) vezetõn jut el az energia a transzformátorunkhoz?
- Mekkora áttételû a transzformátorunk, középfeszültségû (KÖF) / kisfeszültségû (U_{n2}) (KIF) névleges feszültség?
- Mekkora teljesítményû a transzformátor?
- Milyen keresztmetszetű (S_2) és hosszúságú (L_2) kábelen / vezetéken kapjuk a villamos energiát?
- Hol helyezkedik el az első túláramvédelmi eszközünk?
- Milyen távolságra (l_1, \dots, l_n), és hány fogyasztónk van?
- Mekkora teljesítményûek (P_1, \dots, P_n), milyen teljesítménytényezõjük ($\cos\varphi_1, \dots, \cos\varphi_n$), mekkora hatásfokúak (η_1, \dots, η_n), ill. milyen alkalmazási kategóriájúak (AC_1, \dots, DC_6) a fogyasztók?
- Mekkora a fogyasztók bekapcsolási áramlökése, indulási áramuk és indulási idejük
- Mekkora feszültségesés (ε) engedélyezett?
- Mekkora az egyidejûségi (α) tényezõ?
- Milyen fektetési módon (milyen hûlési lehetõségük van) jutnak el a vezetékek a fogyasztókhoz?

4.2.1. Túláramvédelem kiválasztás lépései





- Milyen vezérlési-, működtetési-, és biztonsági követelmények kielégítésére van szükség?
- Milyen egyéb követelményeket kell teljesítenünk?

4.2. *A szükséges vezeték keresztmetszet meghatározása*

A fogyasztó névleges árama, és a vezeték fektetési módja alapján választhatjuk ki a szükséges keresztmetszetet. A vezeték, kábel legkedvezőtlenebb hűlési helye szabja meg a maximális tartós terhelhetőséget (I_z). A terhelhetőség kézikönyvekben, ill. a szabványban megtalálhatóak [10].

Érdekes a [13]-ban ismertetett esetekre is gondolnunk. Ha sok nemlineáris fogyasztó csatlakozik a hálózatra olyan felharmónikus áramok is megjelennek, amelyek egyidejűsége esetén jelentős túlterhelést okozhatnak. Ezért javasolják sok nemlineáris fogyasztó esetén a fázisvezető szükséges keresztmetszetét 50%-al, míg a nullavezetőt 100%-al megnövelni.

4.3. *Feszültségesésre méretezés:*

Egy 3F vezetékszakra számított feszültségesés a következő módon számítható:

$$\Delta U = \sqrt{3} I_B (R_v \cos \varphi_B + X_v \sin \varphi_B)$$

ahol:

- I_B a fogyasztó(k) üzemi árama az egyidejűség figyelembevételével
- R_v a vezetékszszakasz ohmos ellenállása
- $\cos \varphi_B$ a fogyasztó teljesítménytényezője
- X_v a vezeték induktív reaktanciája

Ha $\varepsilon_{\text{meg}} \geq \Delta U / U_n 100$, akkor a vezeték keresztmetszet megfelelő, egyébként azt növelni kell.

4.4. *A beépítés helyére a zárlati áram meghatározása*

A kisfeszültségű hálózatokban általában a 3F vagy a 3FN zárlat árama a legnagyobb. Minden hálózati elem Z helyettesítő impedanciájával számolunk. A 3F zárlati áramot a fázisfeszültség és az eredő impedancia alapján határozzuk meg:

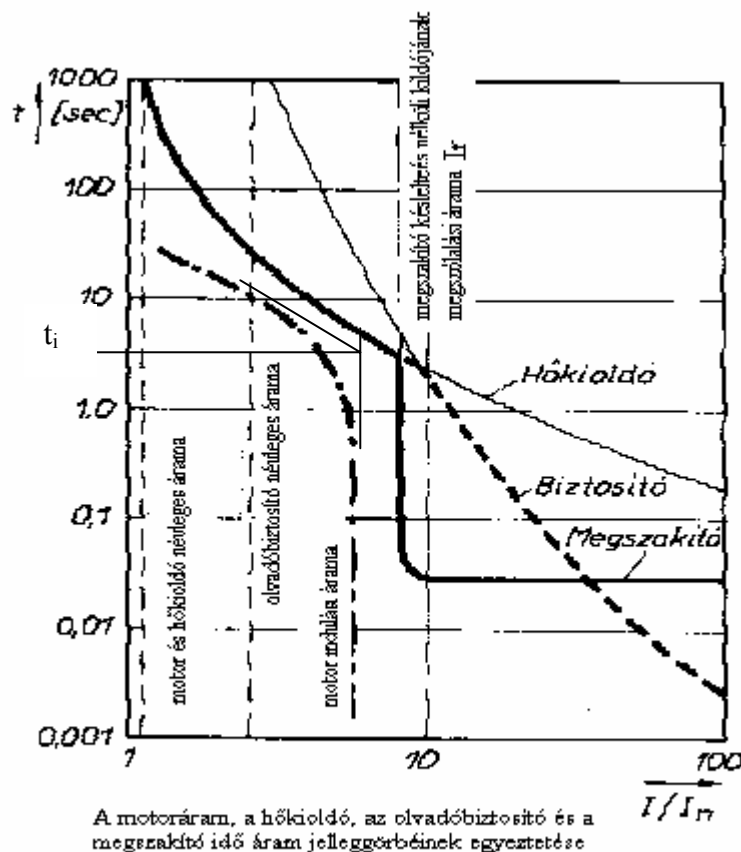
$$I_{c3F} = \frac{U_n}{\sqrt{3} Z_e}$$

ahol: U_n a kisfeszültségű hálózat névleges feszültsége (vonali érték)

Z_e a mögöttes hálózattól a túláramvédelmi eszköz telepítési helyéig az összes hálózati rész impedanciájának az összege.

4.5. *A túláramvédelmi eszköz kiválasztása*

A túláramvédelmi eszköz kiválasztása többlépcsős feladat. Három területen kell vizsgálnunk. A névleges értékekről, a határértékekről és az idő-áram jelleggörbékről.



8. ábra

Az első döntés, hogy az egyéb követelmények miatt milyen kapcsolókészülékekkel valósítsuk meg a túlrámvédelmet. Az ábrán látható rövidrezárt forgórészű aszinkron motor indulási áramának időfüggvényéhez illeszkedő védelmet kell választanunk. Látható, hogy a túlterhelés védelmet hőkioldóval oldjuk meg. A hőkioldó lehet a megszakító része, vagy ha ez nem lehetséges, akkor külön önállót kell alkalmaznunk. Zárlatvédelemnek, mind olvadóbiztosító, mind megszakító késleltetés nélküli kioldója szerepel. Elegendő csak az egyiket alkalmaznunk. Ha a meghibásodás ritkán várható és az üzemkiesés (motor áll) időtartama nem jár nagy költséggel, elegendő olvadóbiztosítót alkalmaznunk. Ha a működést minél gyorsabban helyre kell állítani, esetleg távvezérlés szükséges, akkor megszakítót kell választanunk.

4.6. A túláramvédelmi eszköz jellemzőinek és a kiindulási- valamint számított adatoknak az összehasonlítása

A motor (fogyasztó) névleges (üzemi) áramának (I_B) meg kell egyeznie a túlterhelésvédelem névleges áramával (I_n), ezen áramokkal kell megegyeznie, de inkább meghaladnia a vezeték terhelhetőségének (I_z). A túlterhelésvédelemek névleges árama általában állítható, azt kell a motor (fogyasztó) áramára beállítani.

A következő lépés, leellenőrizni, hogy a zárlatvédelmi készülék megszakítóképessége, meghaladja-e a beépítés helyére számított legnagyobb zárlati áramot.

Végül az idő-áram jelleggörbét egyeztetjük, a védelmi eszközök működési idejének minden áramértéknél biztonsággal meg kell haladniuk a fogyasztó indulási idejét. Az idő-áram jelleggörbéknek nem szabad metszeniük egymást, a megközelítések ne csökkenjenek 10% alá.

Ha bármelyik feltételnek nem felel meg a védelmi eszköz, akkor újabbat kell választanunk és a lépéseket meg kell ismételni.

4.7. A túláramvédelmi eszköz véglegesítése, a beállítási értékek meghatározása

Ha a 4.6. pont szerint sikerült védelmi eszközt választanunk, meg kell határozni a beállítási értékeket. Ez feladat elsősorban megszakítókra és hőkioldókra érvényes. A megszakító túlterhelés védelmének vagy a hőrelé névleges áramát a fogyasztó névleges áramára kell állítanunk. A megszakító késleltetés nélküli (gyors) kioldójának kioldási áramát biztonsággal a fogyasztó legnagyobb bekapcsolási áramcsúcsánál nagyobbra kell állítani. Ezen kioldási áramnak kisebbnek kell lennie mint a beépítés helyén előfordulható legkisebb zárlati áram. Ha ez a feltétel nem teljesül nagyobb keresztmetszetű vezetékkel kell választanunk és kezdhethetjük újra a zárlati áram számításától.

4.8. A hálózati részek ellenőrzése a zárlati igénybevételre

A túláramvédelmi eszköz kiválasztásával meghatározhatjuk a tényleges zárlati igénybevételeket. A túláramvédelmi eszköz beépítési helyén fellépő maximális zárlati áramhoz olvassuk le az áramkorlátozási jelleggörbéből a levágott áram (I_1) maximális értékét. A védett hálózatban minden elem határáram csúcsának ennél nagyobbnak kell lennie. Az I^2t jelleggörbéből a zárlati áramhoz tartozó maximális I^2t -t olvassuk le. Az ellenőrzést a következő képlet alapján végezzük:

$$\frac{I^2t}{S^2} = K^2$$

ahol: I^2t a legnagyobb zárlati áramhoz tartozó érték [A^2s]

S a vezetőrész keresztmetszete [mm^2]

K a vezeték és szigetelésének anyagától és a kezdeti hőmérséklettől függő állandó

$$\left[A\sqrt{s}/mm^2 \right]$$

Pl. réz vezetőre, PVC szigetelésre, üzemmeleg állapotra $K=115$

Ha feszültségesésre megfelelő a vezetők, akkor általában a zárlati áram hőhatását is el tudja viselni, de érdemesebb ellenőrizni.

Ellenőrző kérdések:

- 17) Ismertesse a túláramvédelem kiválasztásának lépéseit!
- 18) Milyen kiinduló adatokra van szükségünk?
- 19) Hogyan határozzuk meg a szükséges vezeték keresztmetszetét?
- 20) Hogyan számítjuk a feszültségesést?
- 21) Hogyan számítjuk a zárlati áramot?
- 22) Milyen szempontok alapján választjuk ki a túláramvédelmi eszközt?
- 23) Milyen egyeztetéseket és ellenőrzéseket kell végrehajtanunk?

5. Mintapélda

A 8. ábrán a **K** leágazásba választunk megszakítót.

5.1. Névleges adatok:

- A leágazás megszakítójának, egyidejűség esetén két motort kell kapcsolnia (8.,9. ábra), a motor névleges árama:

$$I_{mn} = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \eta \cdot \cos \varphi} = \frac{160}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 93/100 \cdot 0.88} = 282.2 \text{ A}$$

a megszakítónak vagy az önálló hőrelének a névleges áramát a motor áram kétszeresére kell beállítani, azaz $I_n = 2I_{mn} = 2 \cdot 282.2 = 564.4 \text{ A}$

- A megszakítón a bekapcsoláskor a motor indulási áramának kétszerese folyhat, $I_{mi} = 4I_{mn} = 4 \cdot 282.2 = 1128.8 \text{ A}$, így a megszakítón $2 \cdot I_{mi} = 2 \cdot 1128.8 = 2257.6 \text{ A}$ folyhat.
- A motor indulási ideje $t_i = 15 \text{ s}$
- Még ismernünk kell a motor indulásra vonatkozó csúcstényezőjét (κ)

5.2. Zárlati áramkör adatai:

- Ismernünk kell a megszakító beépítési helyén a zárlati áram legnagyobb értékét. Ezt az értéket számítással, modellezéssel vagy méréssel határozzuk meg.
- Meg kell határoznunk a zárlati áramkör $\cos \varphi$ -t
- És csúcstényezőjét

5.3. A legnagyobb zárlati áram meghatározása:

A 8. ábra szerint beszámozott hálózati elemek impedanciáját határozzuk meg először, majd ezek alapján számítjuk az eredő impedanciát, majd abból a zárlati áramot és annak jellemzőit. Minden számításnál kövessük a következő módszert:

- Kiinduló képlet
- Behelyettesítés
- Végeredmény, mértékegységgel
- Eredmények táblázatos összefoglalása

Az elemek sorszáma és elnevezése a 8.-, míg a hosszegységre vonatkozó adatok a 9. ábrából valók.

- Mögöttes hálózat $X_1 = U_n^2 / S_m = 0.4^2 / 225 = 0.782 \text{ m}\Omega$
 $R_1 = 0.1 \cdot X_1 = 0.1 \cdot 0.782 = 0.078 \text{ m}\Omega$
- Transzformátor $R_2 = \varepsilon_r / 100 \cdot U_n^2 / S_n = 1.6 / 100 \cdot 400^2 / 250 = 10.2 \text{ m}\Omega$
 $\varepsilon_x = \sqrt{\varepsilon^2 - \varepsilon_r^2} = \sqrt{4^2 - 1.6^2} = 3.67$
 $X_2 = \varepsilon_x / 100 \cdot U_n^2 / S_n = 3.67 / 100 \cdot 400^2 / 250 = 23.5 \text{ m}\Omega$
- Kábel $R_3 = 1/n \cdot r_3 \cdot l_3 = 1/2 \cdot 432.7 \cdot 0.1 = 21.6 \text{ m}\Omega$
 $X_3 = 1/n \cdot x_3 \cdot l_3 = 1/2 \cdot 79 \cdot 0.1 = 3.95 \text{ m}\Omega$

Elem sorsz.	R[mΩ]	X[mΩ]
1	0.0782	0.782
2	10.2	23.5

3	21.6	3.95
Z₁	31.9	28.2

- 4) Sin $R_4 = r_4 \cdot l_4 = 0.0125 \cdot 27 = 0.338 \text{ m}\Omega$
 $X_4 = x_4 \cdot l_4 = 0.08 \cdot 27 = 2.16 \text{ m}\Omega$
- 5) T. sin $R_5 = r_5 \cdot l_5 = 0.022 \cdot 21 = 0.462 \text{ m}\Omega$
 $X_5 = x_5 \cdot l_5 = 0.019 \cdot 21 = 0.399 \text{ m}\Omega$
- 6) T. sin $R_6 = r_6 \cdot l_6 = 0.022 \cdot 13 = 0.286 \text{ m}\Omega$
 $X_6 = x_6 \cdot l_6 = 0.019 \cdot 13 = 0.247 \text{ m}\Omega$
- 7) T. sin $R_7 = r_7 \cdot l_7 = 0.022 \cdot 11 = 0.242 \text{ m}\Omega$
 $X_7 = x_7 \cdot l_7 = 0.019 \cdot 11 = 0.209 \text{ m}\Omega$
- 8) T. sin $R_8 = r_8 \cdot l_8 = 0.022 \cdot 12 = 0.264 \text{ m}\Omega$
 $X_8 = x_8 \cdot l_8 = 0.019 \cdot 12 = 0.228 \text{ m}\Omega$
- 9) T. sin $R_9 = r_9 \cdot l_9 = 0.022 \cdot 13 = 0.286 \text{ m}\Omega$
 $X_9 = x_9 \cdot l_9 = 0.019 \cdot 13 = 0.247 \text{ m}\Omega$
- 10) T. sin $R_{10} = r_{10} \cdot l_{10} = 0.022 \cdot 14 = 0.308 \text{ m}\Omega$
 $X_{10} = x_{10} \cdot l_{10} = 0.019 \cdot 14 = 0.266 \text{ m}\Omega$
- 11) T. sin $R_{11} = r_{11} \cdot l_{11} = 0.022 \cdot 15 = 0.330 \text{ m}\Omega$
 $X_{11} = x_{11} \cdot l_{11} = 0.019 \cdot 15 = 0.285 \text{ m}\Omega$
- 12) T. sin $R_{12} = r_{12} \cdot l_{12} = 0.022 \cdot 13 = 0.266 \text{ m}\Omega$
 $X_{12} = x_{12} \cdot l_{12} = 0.019 \cdot 13 = 0.247 \text{ m}\Omega$
- 13) T. sin $R_{13} = r_{13} \cdot l_{13} = 0.022 \cdot 7 = 0.154 \text{ m}\Omega$
 $X_{13} = x_{13} \cdot l_{13} = 0.019 \cdot 7 = 0.133 \text{ m}\Omega$
- 14) T. sin $R_{14} = r_{14} \cdot l_{14} = 0.022 \cdot 7 = 0.154 \text{ m}\Omega$
 $X_{14} = x_{14} \cdot l_{14} = 0.019 \cdot 7 = 0.133 \text{ m}\Omega$

Elem sorsz.	R[mΩ]	X[mΩ]
4	0.338	2.16
5	0.462	0.399
6	0.286	0.247
7	0.242	0.209
8	0.264	0.228
9	0.286	0.247
10	0.308	0.266
11	0.330	0.285
12	0.266	0.247
13	0.154	0.133
14	0.154	0.133
Z₂	3.110	4.554

- 15) Sin $R_{15} = r_{15} \cdot l_{15} = 0.0125 \cdot 27 = 0.338 \text{ m}\Omega$
 $X_{15} = x_{15} \cdot l_{15} = 0.08 \cdot 27 = 2.48 \text{ m}\Omega$

Elem sorsz.	R[mΩ]	X[mΩ]
15	0.388	2.48
Z₃	0.388	2.48

- 16) kábel $R_{16} = 1/n \cdot r_{16} \cdot l_{16} = 1/2 \cdot 187.9 \cdot 0.1 = 9.397 \text{ m}\Omega$
 $X_{16} = 1/n \cdot x_{16} \cdot l_{16} = 1/2 \cdot 79 \cdot 0.1 = 3.95 \text{ m}\Omega$
- 17) transzformátor $R_{17} = \varepsilon_r / 100 \cdot U_n^2 / S_n = 1.6 / 100 \cdot 400^2 / 250 = 10.2 \text{ m}\Omega$
 $\varepsilon_x = \sqrt{\varepsilon^2 - \varepsilon_r^2} = \sqrt{6^2 - 1.6^2} = 5.78$
 $X_{17} = \varepsilon_x / 100 \cdot U_n^2 / S_n = 5.78 / 100 \cdot 400^2 / 250 = 37.02 \text{ m}\Omega$
- 18) mögöttes hálózat $R_{18} = U_n^2 / S_m = 0.4^2 / \infty = 0 \text{ m}\Omega$
 $X_{18} = 0.1 \cdot X_{18} = 0.1 \cdot 0 = 0 \text{ m}\Omega$

Elem sorsz.	R[mΩ]	X[mΩ]
16	9.397	3.95
17	10.2	37.02
18	0	0
Z₄	19.597	40.97

Az eredő impedancia:

$$\bar{Z}_e = \bar{Z}_1 \times \bar{Z}_4 + \bar{Z}_2 \times \bar{Z}_3 = (31.9 + j28.2) \times (19.59 + j40.97) + (3.11 + j4.554) \times (0.388 + j2.48)$$

$$\bar{Z}_e = R_e + jX_e = 14.15 + j19.49 \text{ m}\Omega \quad Z_e = 24.1 \text{ m}\Omega$$

$$\cos\varphi = R_e / Z_e = 14.15 / 24.1 = 0.59$$

$$\kappa = 1 + e^{-3 \cdot R_e / X_e} = 1 + e^{-3 \cdot 14.15 / 19.49} = 1.11$$

$$I_{c3F} = U_n / \sqrt{3} \cdot 1 / Z_e = 400 / \sqrt{3} \cdot 1 / 24.1 = 9.58 \text{ kA}$$

Az eredmények alapján választhatunk túláramvédelmi eszközt, a 4. fejezet alapján.

5.4. Kapcsolókészülék (túláramvédelmi eszköz) kiválasztása

Az eszköz választását több cég készüléke alapján célszerű elvégezni, így tudjuk az optimális döntést meghozni. A kiválasztást a www.moeller.hu honlapon található NZM katalógus alapján oldjuk meg. A kiválasztás bármely cég katalógusa alapján történhet.

A készülék kiválasztás mindig többfordulós. Kiválasztunk a névleges értékekre, majd ellenőrizzük a zárlati értékekre és az idő – áram jelleggörbére. Ha minden szempontból jó a készülékünk, leolvassuk a jelleggörbékéből a tényleges értékeket, és meghatározzuk a beállítási értékeket.

- Kezdjük a névleges értékekkel, olyan megszakítót kell választanunk, amelyik túlterhelés kioldóján beállítható a szükséges terhelőáram, 5.1. pont $I_n = 564.4 \text{ A}$. Ezen feltételnek a 11/012 oldalon található NZMN4 ME875 típusú megszakító felel meg. Az N betű a normál megszakítóképességre utal. Az E betű az elektronikus kioldóra utal. Látható, hogy a túlterhelés kioldó beállítási tartománya 438 – 875 A, míg a zárlati kioldó megszólalási árama 875 – 12250 A között állítható.
- Második lépésként vizsgáljuk meg az idő – áram jelleggörbét, az elektronikus kioldó eredményeként a megszakító több késleltetési osztállyal rendelkezik. Olyan késleltetési

osztályt kell választanunk, amely a 4-szeres bekapcsolási áramlökést a kívánt 15 s-ig engedi. A 11/068 oldalon láthatjuk, hogy a 10s késleltetés felel meg igényeinknek. A leolvasás látható a 10. ábrán.

- Harmadik lépésként a megszakítóképességet ellenőrizzük. A 11/073 oldalon láthatjuk, hogy az NZMN4 megszakító megszakítóképessége 400 V-on 50 kA. Ez többszöröse a mi igényünknek. Az [1] alapján megállapíthatjuk, hogy a megszakító az általunk számolt $\cos\varphi$ -nél kisebb értéken tudja megszakítani a zárlati áramot.

Ha a kiválasztás során a megszakító nem felel meg bármelyik paraméternek, új készüléket kell választanunk és kezdjük a kiválasztást, ellenőrzést előlről. Előfordulhat, hogy a megszakítóval nem tudjuk megoldani a túlterhelésvédelmet, ilyenkor külön túlterhelésvédelemről kell gondoskodni.

- Végül határozzuk meg a kioldók beállítási értékeit és a megszakító által átengedett értékeket.

A túlterhelésvédelmet $I_n = 564.4$ A-re, míg a zárlati kioldót 1500 A-re állítsuk.

Az átengedett értékek a katalógusból nem, vagy csak közvetve határozhatóak meg, pedig fontos számunkra tudni, hogy a kiszámított zárlati áramhoz mekkora átengedett áram, ill. I^2t tartozik. Csak ezen adatok ismeretében tudjuk feladatunkat minden szempontból megoldani.

Hátra van az egyéb követelmények betarthatóságának ellenőrzése.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1																
2	Kisfeszültségű hálózat túláramvédelme															
3																
4	feladat sorszáma:			18z				Un[V]=	400	V						
5																
6	sorsz.	z.hely	megnevezés	Típus	fajta	Sm[MVA]	Sn[kVA]	U [%]	Urf[%]	X	A [mm ²]	lf[m]	r [mΩ/m]	x [mΩ/m]	R [mΩ]	X [mΩ]
7	1		mögöttes hál.	véges		225									0.078	0.782
8	2		trafó.				250	4	1.6						10.240	23.483
9	3		kábel	Al						2	70	100	432.661	79	21.633	3.950
10	4	A	sin	ID2000	4000								0.0125	0.08	0.338	2.160
11	5	B	t. sin	LD	LD4								0.022	0.019	0.482	0.398
12	6	C	t. sin	LD	LD4								0.022	0.019	0.286	0.247
13	7	D	t. sin	LD	LD4								0.022	0.019	0.242	0.209
14	8	E	t. sin	LD	LD4								0.022	0.019	0.264	0.228
15	9	F	t. sin	LD	LD4								0.022	0.019	0.286	0.247
16	10	G	t. sin	LD	LD4								0.022	0.019	0.308	0.266
17	11	H	t. sin	LD	LD4								0.022	0.019	0.330	0.285
18	12	I	t. sin	LD	LD4								0.022	0.019	0.286	0.247
19	13	J	t. sin	LD	LD4								0.022	0.019	0.154	0.133
20	14	K	t. sin	LD	LD4								0.022	0.019	0.154	0.133
21	15		sin	ID2000	4000								0.0125	0.08	0.388	2.480
22	16		kábel	Cu						2	95	100	187.934	79	9.397	3.950
23	17		trafó.				250	8	1.6						10.240	37.008
24	18		mögöttes hál.	végtelen			9999999								0.000	0.000
25																
26	zárlat helye:			K	K állapota:			zart								
27																
28																
29																
30	I. feladat:															
31	Határozza meg a zárlat helyénél a következő mennyiségeket:															
32	iz1=?															
33	cosφ1=?															
34	ki=?															
35	megszakító típusa															
36	ic1=?															
37	izt1=?															
38	ic1max=?															
39	kioldók beállítási értékei															
40	vezeték:															
41	A1min=?															
42																
43																
44																
45																
46																
47																
48																

Sorszám az 'A' oszlop szerint
Leágazás betűjele a 'B' oszlop szerint

	R[mΩ]	X[mΩ]
Z1	31.961	28.195
Z2	3.110	4.554
Z3	0.388	2.480
Z4	19.637	40.980

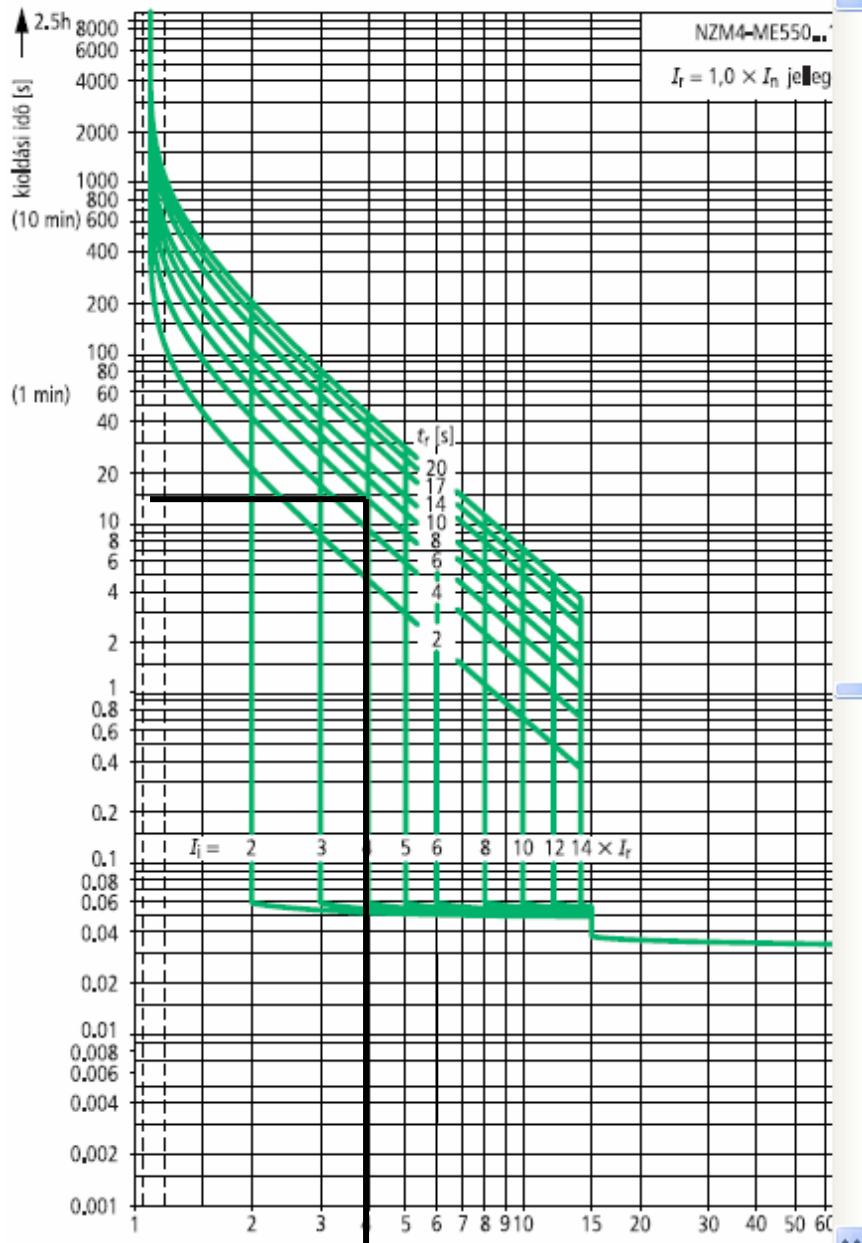
	Ye1	Ye2	Ze1	Ze2	Ze	izel[mΩ]	cos(φ)k	iz[kA]
	0.02711306	-0.0354	13.6467118	1.6871	14.1551842	24.0913467	0.58756211	10.50168
	0.1637821	-0.5434	0.50845233	1.6871	14.1551842	0.58756211	1.8047918	

9. ábra

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
49	Motor leágazás	a zárlat helye	leágazáshoz közelebb	csatlakozik a motor											
50				és a motor leágazásában közvetlenül is van egy ugyanilyen motor											
51															
52	kábel [Cu]			motor		kapcsolo						motor:			
53	hossz[m]	A/mm ²	Pn[kW]	cosφ ₀	hat.tok	II / in	II[s]	H[kV]	eleltart.[év]			In [A]	282.16		
54	50.00	185.00	160.00	0.88	93.00	4.00	15.00	600	3.00			II [A]	1128.74		
55												c =le/II	le [A]	t [s]	
56						II: feladat:			iz2=?			1.00	1128.74	15.00	
57						Határozza meg a motorral a			cosφ2=?			0.75	846.55	28.13	
58						következő mennyiségeket:			k3=?			0.50	564.37	75.00	
59									megszakító típusa			0.30	338.62	511.36	
60									ic2=?			0.25	282.18	999999	
61									ic1 2=?			Rkábel	4.83		
62									ic2max=?			Xkábel	3.85	T	3.60E+06
63									kioldók beállítási értékei			Re	18.98		
64									vezetékre			Xe	23.34		
65									A2min=?			izEi	30.09	iz	7.68
66									Valasszon szelektív túláramvédelmet és a motorhoz kontaktort			cosφ	0.63		
67									Rajzolja meg a védelmek egyeztetett jelleggörbéit			k	1.78		
68															
69	trafó	Sn[kVA]	In[A]	u[%]	ur[%]	R [mΩ]	X [mΩ]			műanyag	kábel		szab.vez.	Önmos ellenállás	
70	1	250	361	4	1.6	10.24	23.46			A	In (Cu)	In (Al)	x	r (Cu)	r (Al)
71	2	250	361	6	1.6	10.24	37.01			[mm ²]	[A]	[A]	[mΩ/km]	[mΩ/km]	[mΩ/km]
72	3	400	577	4	1.4	5.60	14.99			4			107		4463
73	4	400	577	5	1.4	5.60	19.20			6			100		2976
74	5	400	577	6	1.4	5.60	23.34			10			94		1785
75	6	500	722	4	1.3	4.16	12.11			16	76		88	345	1116
76	7	500	722	5	1.3	4.16	15.45			25	101	79	85	330	714
77	8	500	722	6	1.3	4.16	18.74			35	124	97	82	320	510
78	9	630	909	4	1.2	3.05	9.69			50	151	118	82	310	357
79	10	630	909	6	1.2	3.05	14.93			70	192	150	79	300	255
80	11	1000	1443	4	1.2	1.92	6.11			95	232	180	79	290	188
81	12	1000	1443	6	1.2	1.92	9.41			120	268	209	77	280	149
82	13	1600	2309	4	1.1	1.1	3.85			150	308	239	77	275	119
83	14	1600	2309	5	1.1	1.1	4.88			185	352	275	77	270	95.5
84	15	1600	2309	6	1.1	1.1	5.90			240	414	322	76	260	74.4
85										300	457	358	76		59.5
86	tok. sín	típus	fejta	In [A]	r [mΩ/m]	x [mΩ/m]				400	512	414	76		44.6
87	1	ID2000		4000	4000	0.0125	0.08								
88	2			3500	3500	0.0125	0.08								
89	3			3200	3200	0.0125	0.08			sínek					
90	4			3000	3000	0.0125	0.08			A[mm]	h[mm]	k[mm ²]	v[mm]	x[mΩ/m]	rCu[mΩ]
91	5			2500	2500	0.019	0.08			300	10	600	60	0.18548803	0.02975
92	6			2000	2000	0.025	0.16			400	30	800	26.667	0.2168	0.0223
93	7			1600	1600	0.037	0.16			300	20	600	30.000	0.2066	0.0298
94	8			1000	1000	0.05	0.17								0.0490
95	10	LD	LD5Cu	3500	0.01	0.014									
96	11		LD4Cu	2700	0.017	0.028									
97	12		LD3Cu	2050	0.024	0.037									
98	13		LD2Cu	1550	0.029	0.045									
99	14		LD5	3100	0.018	0.018									
100	15		LD4	2500	0.022	0.019									
101	16		LD3	1600	0.036	0.031									
102	17		LD2	1250	0.044	0.034									
103	19	BD2-A		800	0.0514	0.0538									
104	20			630	0.0542	0.0534									
105	21			400	0.117	0.0824									
106	22			250	0.278	0.114									
107	23			160	0.5	0.138									
108	24			100	0.605	0.14									

10. ábra

Motorvédelem NZM4-gyel



10. ábra

6. Ajánlott irodalom:

- [1] MSZ EN 60947-1 Kisfeszültségű kapcsoló- és vezérlőkészülékek.
- [2] MSZ EN 60947-2 Kisfeszültségű kapcsoló- és vezérlőkészülékek.
2. rész: Megszakítók
- [3] MSZ EN 60947-4 Kisfeszültségű kapcsoló- és vezérlőkészülékek.
Kontaktorok és motorvédő kapcsolók.
- [4] MSZ EN 60947-5 Kisfeszültségű kapcsoló- és vezérlőkészülékek.
Vezérlőáramköri készülékek és kapcsolóelemek.
- [5] MSZ EN 60269 Kisfeszültségű biztosítók.
- [6] MSZ 2364-200 Legfeljebb 1000 V névleges feszültségű erősáramú villamos berendezések. Fogalom meghatározások
- [7] MSZ 2364-430 Legfeljebb 1000 V névleges feszültségű erősáramú villamos berendezések létesítése. Túláramvédelem
- [8] MSZ 2364-530 Legfeljebb 1000 V névleges feszültségű erősáramú villamos berendezések létesítése. Kapcsoló és vezérlőkészülékek
- [9] MSZ 2364-473 Legfeljebb 1000 V névleges feszültségű erősáramú villamos berendezések létesítése. Túláramvédelem alkalmazása
- [10] MSZ 2364-523 Legfeljebb 1000 V névleges feszültségű erősáramú villamos berendezések létesítése. Megengedett áram
- [11] MSZ 2364-410 Legfeljebb 1000 V névleges feszültségű erősáramú villamos berendezések létesítése. Áramütés elleni védelem
- [12] MSZ 2364-520 Legfeljebb 1000 V névleges feszültségű erősáramú villamos berendezések létesítése. Kábel és vezetékrendszerek
- [13] Dr Tarnik István: Hálózati zavarok, Intelligens épület konferencia 2002