



Miskolci Egyetem

Gépészmérnöki és Informatikai Kar

Elektrotechnikai-Elektronikai Intézeti Tanszék

Villamosmérnöki szak

Villamos energetikai szakirány

120 kV-os távvezeték védelme

Szakdolgozat

Huszár Attila

O4K287

2015

Eredetiségi nyilatkozat

Alulírott Huszár Attila (neptun kód: O4K287) a Miskolci Egyetem Gépészmérnöki és Informatikai Karának végzős villamosmérnök szakos hallgatója ezennel büntetőjogi és fegyelmi felelősségem tudatában nyilatkozom és aláírással igazolom, hogy a

120 kV-os távvezeték védelme

című komplex feladatom/ szakdolgozatom/ diplomamunkám¹ saját, önálló munkám; az abban hivatkozott szakirodalom felhasználása a forráskezelés szabályi szerint történt.

Tudomásul veszem, hogy plágiumnak számít:

- szó szerinti idézet közlése idézőjel és hivatkozás megjelölése nélkül;
- tartalmi idézet hivatkozás megjelölése nélkül;
- más publikált gondolatainak saját gondolatként való feltüntetése.

Alulírott kijelentem, hogy a plágium fogalmát megismertem, és tudomásul veszem, hogy plágium esetén a szakdolgozat visszavonásra kerül.

Miskolc, 2014.11.25.

Hallgató aláírása

¹ Megfelelő rész aláhúzendó

Tartalomjegyzék

Bevezetés	2
1. Hálózattípusok	3
2. Védelmek feladata	7
2.1. A védelmi rendszerekkel szemben támasztott követelmények	7
3. Távolsági védelmek	9
3.1. Távolsági védelmek fajtái, kialakítása	9
3.2. Távolsági védelem egyes részeinek feladata.....	11
3.3. Fokozatok.....	12
3.4. Távolsági védelem érzékelését torzító hatások	14
3.4.1. T leágazás torzító hatása	14
3.4.2. Ívellenállás torzítása	16
3.4.3. Kétrendszerű vezeték torzító hatása	17
4. A 120 kV-os főelosztó hálózat védelme	20
4.1. Távvezetékek alapvédelmi rendszere.....	20
4.1.1. Sugaras szabadvezetékek táppontjának alapvédelmi rendszere	20
4.1.2. Sugaras szabadvezetékek végpontjának alapvédelmi rendszere	22
4.1.3. Hurkolt szabadvezeteki hálózat alapvédelmi rendszere	23
4.2. A 120 kV-os szabadvezetékek tartalék védelmi rendszere	24
4.3. Megszakító-beragadás védelem	25
4.4. 120 kV-os távvezetékek automatikarendszere	26
5. Vonatkozó szabvány ismertetése	27
5.1. MSZ 15985:1997	27
6. Kiválasztott, alkalmazott berendezések	30
6.1. DTVA-EP.....	30
6.2. AZT 3/0	33
7. Miskolc Nyugat – Sajóivánka 120 kV-os távvezeték védelmi beállítása	36
Összefoglalás	41
Summary.....	42
Irodalomjegyzék	43

Bevezetés

Szakdolgozatom témája a 120 kV-os távvezetékek védelme. Tanulmányaim során a villamos védelmek keltették fel leginkább az érdeklődésemet, így esett a választásom erre a témára.

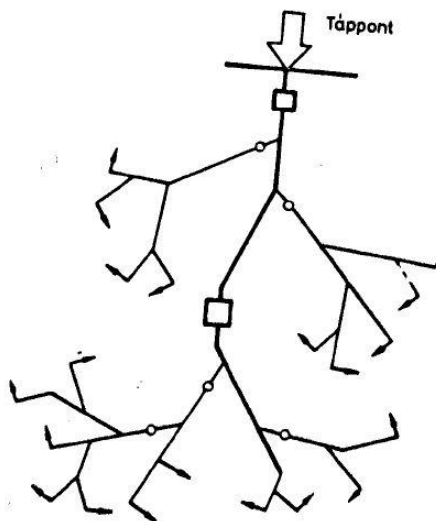
A védelmek alapvető biztonsági berendezései a villamos hálózatoknak, melyek nélkül energiaszolgáltatás nem lehetséges, hiszen kulcsfontosságú a hálózat biztonságossá tétele. A villamos hálózatokat, a villamos berendezések üzemét különböző zavarok és rendellenességek veszélyeztetik (villámcsapás, vezetékszakadás, összelengés). A legnagyobb veszélyt a zárlatok jelentik. A zárlat helyén a fellépő és az ép berendezésekben is átfolyó áram termikus és dinamikus hatása súlyos károkat okozhat. Ebből kifolyólag érzékelhető, hogy jelentősége igen nagy, így a pontos működése létfontosságú. Fontos, hogy a helyesen érzékelt hiba esetén megfelelő kioldást adjanak, valamint ezeknek a jelzése. A védelem feladata a normál üzemi állapot fenntartása és a rendellenes állapot megszüntetése.

Szakdolgozatom célja a távolsági (impedancia) védelem, azon belül is a 120 kV-os távvezetékek védelmének átfogó leírása, valamint a Miskolc Nyugat – Sajóivánka alállomások közötti 120 kV-os távvezetésekre a védelmek beállításának számításával egy gyakorlati feladat bemutatása a tanult feltételek, számítások alapján.

1. Hálózattípusok

- Sugaras hálózat

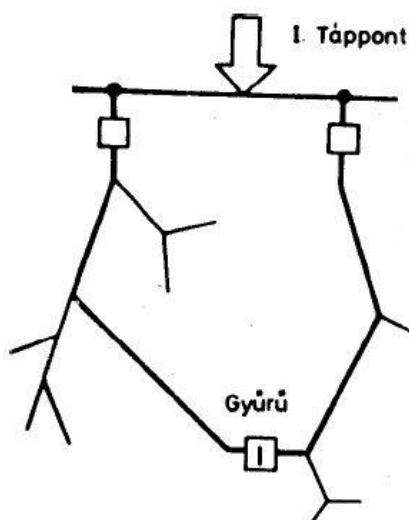
Egy irányból van táplálva, esetleg többszörösen elágazó. Az egyes fogyasztókhoz az áram csak egy úton juthat el. Egy fő- vagy gerincvezetékéből áll, valamint az ehhez csatlakozó úgynevezett szárnyvezetésekből. A fogyasztók a szárnyvezetetekhez csatlakozó leágazások végén helyezkednek el. A megszakítók és szakaszolók beépítése bontási lehetőséget biztosít karbantartás idejére és üzemzavar során megsérült terület leválasztására. Előnye a jó áttekinthetőség, egyszerű és olcsó létesítés, egyszerű kezelés. Hátránya, hogy a tápponthoz közeli hibák az egész sugaras rendszer kiesését okozhatják.



1. ábra. Sugaras hálózati alakzat.

- Gyűrűs hálózat

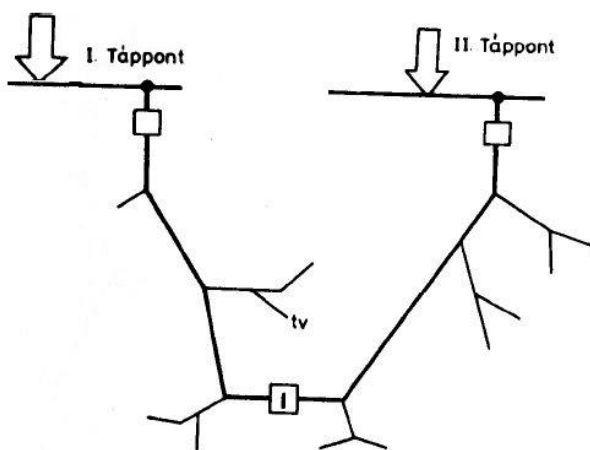
A sugaras alakzatnál az azonos táppontból kiinduló sugaras alakzatok gerincvezetékai egy pontban találkoznak. A találkozás helyén bontási lehetőséget alakítanak ki, amely biztosítja, hogy bármelyik oldalon tápponthoz közeli hiba esetén a gerincvezeték bontás után a fogyasztók egy része el legyen látva villamos energiával.



2. ábra. Gyűrűs hálózati alakzat.

- Íves hálózat

Kialakítása annyiban különbözik a gyűrűs hálózattól, hogy eltérő táppontból indulnak ki az egyesíthető gerincvezetékek. Előnye a kiegészítő energiaellátás a másik gerincvezeték felől. Az egyik táppont kiesése esetén is biztosítható az energiaellátás.

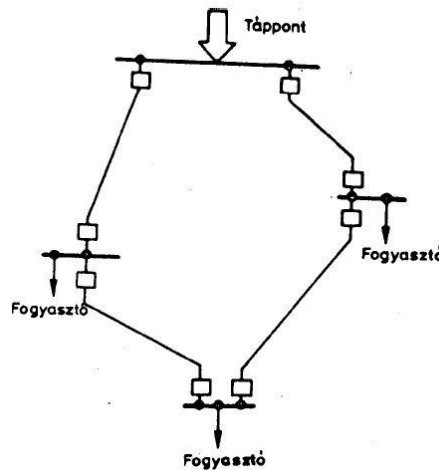


3. ábra. Íves hálózati alakzat.

- Körvezeték

Üzemszerűen zárt, azonos táppontból táplált olyan vezetékalakzat, amely a táppontból kiindulva az összes fogyasztót érintve visszatér a táppontba.

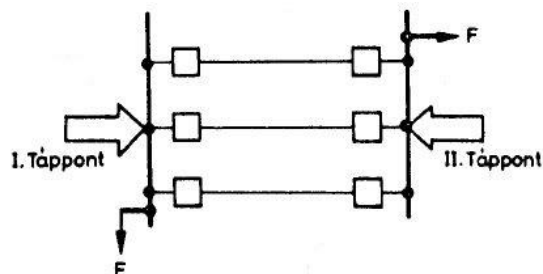
Előnye, hogy a fogyasztók üzemszerűen két oldalról kapnak táplálást, ami az ellátás minőségét és üzembiztonságát növeli, mert bármely fogyasztói csomópont meghibásodásánál a villamosenergia-ellátás egy irányból fenntartható. Hátránya a nagyobb beruházási költség és az egy táppontból történő táplálás.



4. ábra. Körvezeték alakzat.

- Párhuzamos vezeték

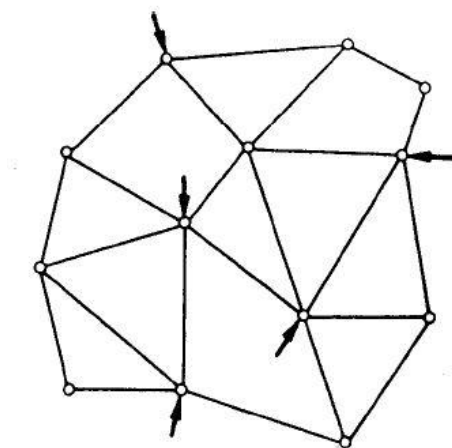
A villamosenergia-szolgáltatás szempontjából fontos csomópontok összekötésére, vagy a nagyüzemi fogyasztók üzembiztos ellátására kialakult vezetékalkazat. Alkalmazása minden feszültségszinten szóba jöhet. Előnye a nagyfokú üzembiztonság, hátránya a magas létesítési költség és bonyolult védelem.



5. ábra. Párhuzamos vezeték alakzat.

- Hurkolt hálózat

A különböző táppontok és fogyasztói helyek között egyidejűleg több, különböző összeköttetés üzemel. A többirányú energiaellátás miatt a hurkolt hálózati csomópontokhoz csatlakozó fogyasztók üzembiztonsága a villamos energiával történő ellátás szempontjából a legnagyobb. A rendszer hátránya a magas létesítési költsége, bonyolultsága, a körülményes üzemvitel és fenntartás és a minden üzemállapotban szelektív védelmi rendszer szükségessége.



6. ábra. Hurkolt hálózati alakzat.

2. Védelmek feladata

A villamos berendezések üzemét különböző zavarok és rendellenességek veszélyeztetik. A legnagyobb veszélyt a zárlatok jelentik. A zárlat helyén fellépő és az ép berendezésekben is átfolyó áram termikus és dinamikus hatása súlyos károkat okozhat. Zárlat akkor keletkezik, ha a hálózat feszültség alatt álló fázisai egymással vagy a földdel érintkezésbe kerülnek. Ennek megfelelően a zárlatok lehetnek rövidzárlatok és földzárlatok. A felmerült zavarok és rendellenes üzemállapotok érzékelése, majd megszüntetése a védelmek feladata. Védelmi feladatot jelent továbbá a berendezések nem megfelelő működésének, rendellenes állapotainak jelzése is.

2.1. A védelmi rendszerekkel szemben támasztott követelmények

A védelmekkel szemben a következő követelményeket támasztjuk:

- Gyorsaság

A zárlati ív romboló hatása a zárlat időtartamától függ, ezért a gyors lekapcsolás fontos elvárás.

- Szelektivitás

Azt jelenti, hogy a védelem csak a zárlatos, sérült részt válassza le. Így válik lehetővé az ép berendezések további zavartalan üzemeltetése.

- Érzékenység

A védelmekkel kapcsolatban általános követelmény, hogy érzékenységük különböző zavaró tényezők ellenére is biztosítsa a szükséges működést bármely üzemállapotban.

- Üzembiztonság, gazdaságosság

A legfontosabb követelmény. Az alapvető feladat a zárlat megszüntetése. Ehhez a védelmeken kívül magas színvonalú szerelési technológia, megbízható segédenergiaforrás és biztonságos működésű megszakító szükséges.

Azt a védelmet, amelynek egy adott zárlatra elsősorban működnie kell, alapvédelemnek nevezzük. Amennyiben az alapvédelem valamilyen okból nem működik egy ugyanarra a megszakítóra ható, s az alapvédelmet pótló tartalékvédelem

működik. Az alapvédelem hibája miatt, ha nincs tartalékvédelem, vagy a megszakító hibája miatt a következő berendezés védelme szünteti meg a zárlatot. Ezt fedővédelmi működésnek nevezzük. A fedővédelmi működés tehát hosszabb lekapcsolási idővel jár, és nagyobb terület kiesését eredményezi.

- Egyszerűség

Az egyszerűség a védelemben esetleg megkötöttséget jelenthet a berendezés egyes üzemállapotaival kapcsolatban. Előfordulhat, hogy bizonyos üzemállapotokat le kell tiltani. Egy egyszerű felépítésű védelem sokkal nagyobb biztonságot nyújthat, mint egy bonyolultabb, sok elemből álló berendezés. Az utóbbinak az esetleges belső hibája gyakoribb lehet.

3. Távolsági védelmek

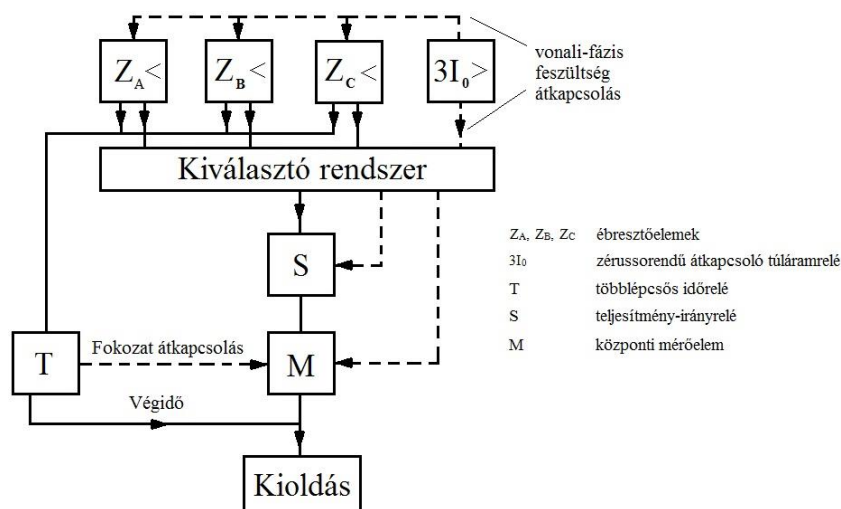
A távolsági védelem olyan zárlatvédelmi berendezés, amely a villamos berendezéseken (távvezetéseken) bekövetkező zárlatok helyét a védelem felszerelési és a zárlat helye közötti impedancia mérésével állapítja meg. Ez az érték a távolsággal arányos távvezeték esetében. Ha a mért impedancia lecsökken (zárlatnál: az áram nő, a feszültség letörik) egy beállított érték alá, akkor a védelem megfelelő késleltetéssel kioldást ad.

3.1. Távolsági védelmek fajtái, kialakítása

Egyik csoportosítási szempontja a távolsági védelmeknek az, hogy hatásosan földelt csillagpontú hálózatra vagy hatásosan nem földeltre alkalmazhatók. A két védelem típus a 3F, 2F, 2FN és FN zárlatot jól méri. Az eltérés az ébresztőelemeknél van. A hatásosan földelt csillagpontú hálózaton mind a három fázisban van ébresztőelem, míg a hatásosan nem földeltnél csak két fázisban található. Ennek oka, hogy a hatásosan nem földelt rendszerekben minden rövidzárlat legalább két fázist érint (3F, 2F és 2Ff), míg a hatásosan földelt rendszerben lehet csak egy fázist érintő FN zárlat is.

Egy másik csoportosítási lehetőség az egyes távolsági védelmek között, hogy hány mérőelemet tartalmaz.

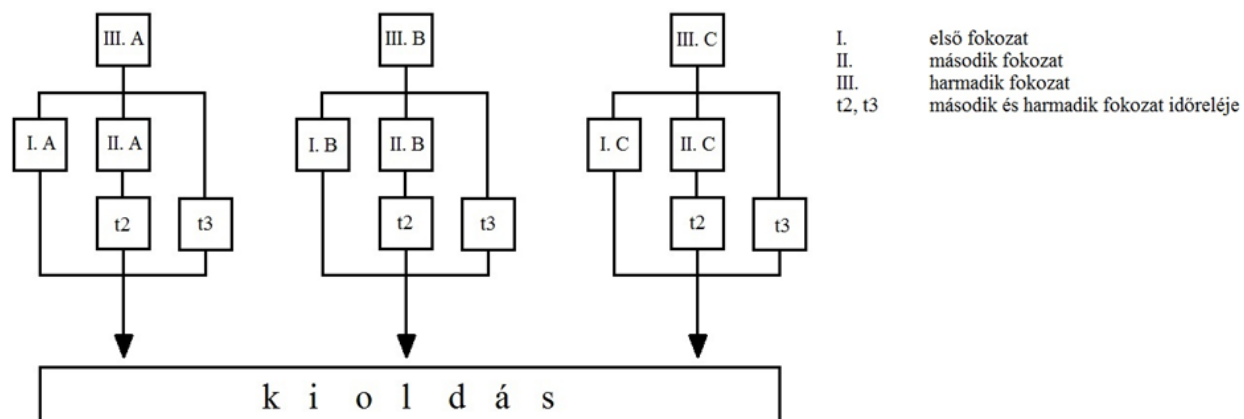
Az egymérőelemes távolsági védelem felépítése:



7. ábra. Egymérőelemes távolsági védelem hatásvázlata.

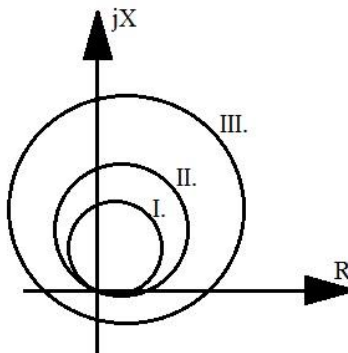
A három ébresztőelem és a zérus sorrendű túláramrelé állapítja meg, hogy milyen fajta zárlat melyik fázisban lépett fel. A kiválasztó rendszeren keresztül a zárlati áram és feszültségértékek a központi mérőelemre kerülnek. Az ébresztőelemek indítják a többlépcsős időrelét. Ez végzi a mérőelem szükséges méréshatár váltását. A legnagyobb késleltetésű fokozat (végidő) mérés nélkül kioldást hoz létre.

Három mérőelemes távolsági védelem felépítése:



8. ábra. Távolsági védelem, fokozatonként és fázisonként külön mérőelemmel - blokkvázlat.

Ennek előnye elsősorban a gyorsaságában van, másrészt abban, hogy esetleges hibás ébresztőelem-fáziskiválasztás ellenére is a zárlatos vezetéken hozza létre a kioldást. Itt is az ébresztőelemek által indított többlépcsős időrelé kapcsolja át a mérőelemeket. A védelem alaphelyzetben vonali mennyiségeket érzékel. Földrövidzárlat felléptekor a zérus sorrendű túláramrelé kapcsolja át fázismennyiségek érzékelésére a védelmet.



9. ábra. Távolsági védelem, fokozatonként és fázisonként külön mérőelemmel - karakterisztika.

3.2. Távolsági védelem egyes részeinek feladata

- Ébresztőelemek

Feladatuk a következő:

- a) Megkülönböztetik a normál, zárlatmentes üzemállapotot a zárlatos állapottól. Utóbbi esetben élesítik a védelmet.
- b) Rögzítik a zárlat keletkezésének időpontját ($t = 0$), indítják a többlépcsős időrelét, mely a beállítás szerint átkapcsolja a mérőelem(ek)et nagyobb impedanciafokozatra.
- c) Egymérőelemes távolsági védelemnél kiválasztják a zárlatos fázist, hibafajtát és megfelelő kombinációban a mérőelemre kapcsolják a zárlati áram- és feszültségértékeket. Többmérőelemes távolsági védelemben FN zárlatnál meggátolják az ép fázisok ébredését, ami hibás kioldást adhat.
- d) Egyfázisú visszakapcsoló automatika alkalmazása esetén FN zárlatnál az ébresztőelemek a kioldó impulzust a megfelelő fázisú megszakítóhoz irányítják. A c. és d. feladatot fáziskiválasztásnak is nevezik.
- e) A távolsági védelem ébresztőelemeinek hatótávolsága szabja meg, hogy milyen távolságig ad a védelem egyéb elemekre fedővédelmet. A végidő fokozat ugyanis ébresztés esetén mérés nélkül is ad kioldást.
- f) Az ébresztőelemek határozzák meg a vezetéken védelmi szempontból átvihető maximális teljesítményt, a túlterhelhetőséget.

- Kiválasztó rendszer

Egymérőelemes távolsági védelemnél ez a logikai rendszer választja ki a zárlatos feszültséget és áramot, majd megfelelő kombinációban juttatja a központi mérőelemre.

- Teljesítményirány-érzékelőelem

A távolsági védelmek irányítását biztosítja. Bizonyos esetekben irányított impedanciarelé (MHO) alkalmaznak. Ilyenkor irányrelé beépítése szükségtelen.

- Mérőelem

Megállapítja, hogy a zárlat melyik fokozatban lépett fel és a fokozatnak megfelelő késleltetéssel kioldást ad. Fontos a pontos működése, valamint, hogy a zavaró hatásokat (mint például a hibahelyi ellenállás) kiszűrje.

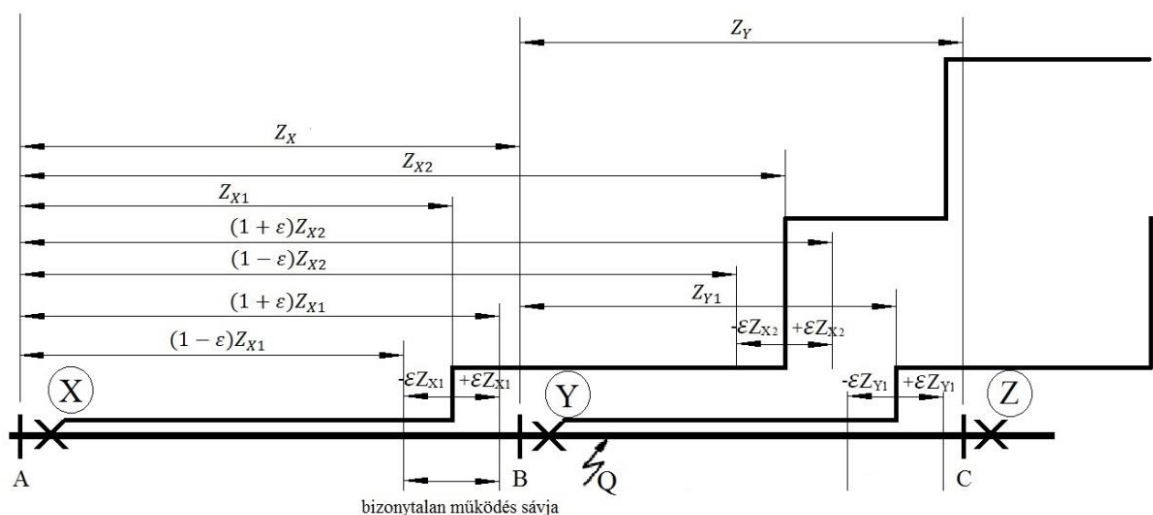
- Többlépcsős időrelé

Az ébresztőelemek indítják. A beállított idők lefutása után az időrelé átkapcsolja a mérőelem érzékelését egyre nagyobb távolságra (impedanciára). A végidő lefutása után (mérés nélkül is) kioldást ad.

- Parancsvégrehajtó elemek

Szükséges, hogy a védelem parancsadására valamilyen erősítőelemet alkalmazzanak. A távolsági védelmeknél erre a célra általában gyors segédreléket építenek be.

3.3. Fokozatok



10. ábra. Vázlat távolsági védelmek fokozatainak beállításszámításához.

- Első fokozat (alapfokozat)

Az első fokozat szerepe az, hogy a védett távvezeték minél nagyobb hosszán pillanatműködési (alapidős) zárlathárítást biztosítson. Ugyanakkor nem szabad, hogy a következő vezetékek elején (10. ábrán Q helyen) fellépő zárlatra nem szelektíven működjék, mert ennek a zárlatnak a hárítása az Y védelem feladata. Mivel az Y védelem mellett fellépő Q zárlat és a B sín között gyakorlatilag nincs impedancia, a fentieket úgy is mondhatjuk, hogy a B sín zárlatára nem szabad X védelem alapfokozatának megszólalni még maximális pozitív szórás esetén sem, azaz:

$$(1 + \varepsilon) * Z_{X1} \leq Z_X$$

Ebből az első fokozat egyetlen beállítási feltétele:

$$Z_{X1} \leq \frac{1}{1 + \varepsilon} * Z_X$$

A fenti egyenletnél lehetőleg az egyenlőség betartására kell törekedni, hogy a védelem minél nagyobb hosszban alapfokozatban védje a távvezetékét.

Az első fokozat teljes egészében alapvédelmi feladatot lát el, de a vezeték végének alapvédelmét a második fokozatnak kell biztosítani.

- Második fokozat

A második fokozat adja a vezeték végére az alapvédelmet, tehát maximális negatív szórás esetén is legalább a vezeték végéig el kell érni:

$$(1 - \varepsilon_H) * Z_{X2} \geq Z_X$$

A második fokozat minimum feltétele:

$$Z_{X2} \geq \frac{1}{1 - \varepsilon_H} * Z_X$$

.

Az X védelem második fokozatának nem szabad összecsúszni az Y védelem első fokozatának végével, illetve második fokozatának elejével.

Az esetleges ütközés azt jelentené, hogy az ütközés sávján fellépő zárlatnál az X és az Y védelem egyforma késleltetéssel egyszerre működne. Ez a kioldás Y számára szelektív, de X működése hibás lenne. Ennek elkerülésére az X védelem második fokozatának vége még maximális pozitív hiba esetén sem szabad, hogy elérje Y védelem alapfokozatának végét Y védelem maximális negatív hibája esetén, azaz:

$$(1 + \varepsilon) * Z_{X2} \leq Z_X + (1 - \varepsilon) * Z_{Y1}$$

Ebből adódik az X védelem második fokozatának egyik maximum feltétele (távvezetési feltétel):

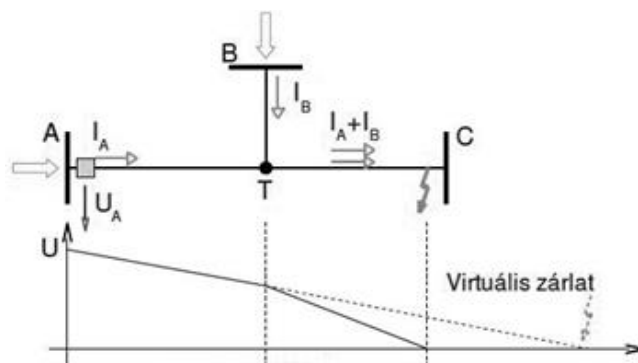
$$Z_{X2} \leq \frac{1}{1 + \varepsilon} * Z_X + \frac{1 - \varepsilon}{1 + \varepsilon} * Z_{Y1}$$

- Magasabb fokozatok

A távolsági védelmeknek általában három impedanciafokozatuk és egy végidejük van. A harmadik fokozat szerepe elsősorban kiegészítő, máskülönben úgynevezett irányérzékeny végidőnek használják. Ha van ébresztés, és a zárlati energia a védett elem felé áramlik, a védelem harmadik fokozatban kiold. A végidő irányérzékelés nélkül, de szintén csak ébresztőelem megszólalására, nagy késleltetéssel kioldást ad. A végidő szerepe fedővédelem.^[1]

3.4. Távolsági védelem érzékelését torzító hatások

3.4.1. T leágazás torzító hatása



11. ábra. T leágazás.

- a) Ha a „B” sín felől nincs rátáplálás a C sínnél lévő zárlatra ($I_B=0$), akkor a védelem által érzékelt impedancia az A-C vezeték impedanciája, azaz $Z_{\epsilon} = Z_{AC}$. Tehát az érzékelés pontos.
- b) Az A és B sín felől van zárlati rátáplálás. A zárlat a C sínnél lép fel. Az A sín felőli védelem az A pontban mérhető U_A zárlati feszültséget és az A-T vezeték szakasz I_A áramát kapja. Ebből az érzékelt impedancia:

$$Z_{\epsilon} = \frac{U_A}{I_A}$$

A C sínnél, hibahelyen $U_A = 0$. A T elágazó pontnál:

$$U_{TC} = (I_A + I_B) * Z_{TC}$$

Az A-T vezeték szakasz feszültségesése:

$$U_{AT} = I_A * Z_{AT}$$

Az A sínnél mérhető feszültség:

$$U_A = (U_{AT} + U_{TC})$$

Az érzékelt impedancia:

$$Z_{\epsilon} = \frac{(U_{AT} + U_{TC})}{I_A} = \frac{I_A * Z_{AC}}{I_A} + \frac{I_B}{I_A} * Z_{TC}$$

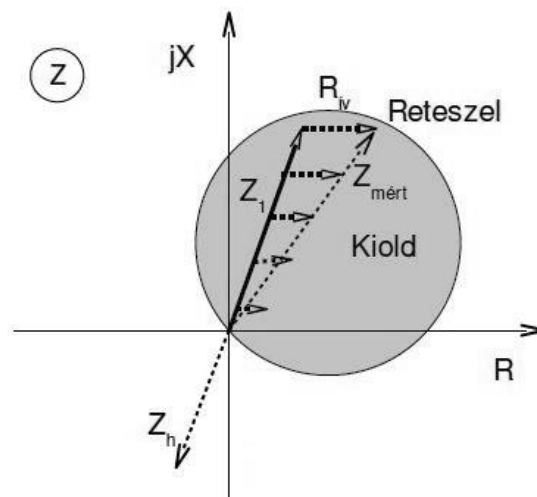
A „T” leágazás torzító hatása a betáplált (I_B) áram nagyságával arányos:

$$\xi = \frac{I_B}{I_A} \quad Z_{\epsilon} = Z_{AC} + \xi * Z_{TC}$$

Tehát az I_B áram miatt távolabbinak érzékeli a hibahelyet, azaz „megnyúlik a távvezeték”. A fentiek szerint a T vezeték alakzat mindhárom végénél ellenőrizni kell, hogy van-e torzítás, és milyen mértékű. A mögöttes hálózattól és a zárlatfajától függően eltérő nagyságú torzítást kaphatunk eredményül. Ez a torzítás pozitív, negatív és zérus sorrendben is jelentkezik.

3.4.2. Ívellenállás torzítása

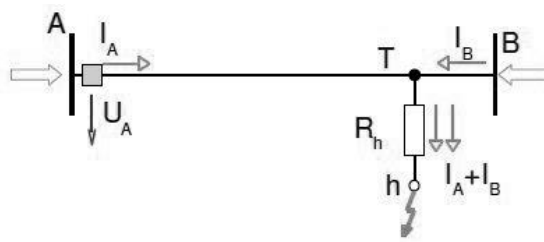
A zárlat helyének meghatározását pontatlanná teszi a hibahelyi ellenállás, mivel hozzáadódik a vezeték impedanciájához. Az ív hatásos (ohmos) ellenállásként viselkedik, az impedanciasíkon a valós tengely irányába mutat. Az ívellenállást a szaggatott vonallal rajzolt vektorok jelzik.



12. ábra. MHO kör billentés.

A 12. ábra azt mutatja, hogy a védelem helyétől távolodva a vezeték impedanciája és az ív ellenállása is nő. Ahhoz, hogy a vezetékvégi zárlatot ívellenállás esetén is bemérje a védelem, az eredő impedanciának ($Z_{mért}=Z_1+R_{iv}$) is a kioldó karakterisztikán belül kell lennie. Ezt például az MHO kör valós tengely irányú billentésével lehet elérni. A billentés azt jelenti, hogy nem a tényleges fázisszöget állítjuk be, hanem attól ohmosabbat. Látható, hogy a kör középpontja nem a vezeték (Z_1) irányába van eltolva.

Kétoldalról táplált vezeték zárlata esetén a hibahelyi ellenálláson mindkét irányból folyó áram áthalad, így a védelem a valóságostól nagyobbobbnak érzékeli a hibahelyi ellenállás értékét.



13. ábra. Kétoldalról táplált vezeték.

Az A sínél felszerelt védelem által érzékelt impedanciát a T vezeték alakzathoz hasonlóan számíthatjuk ki. Ha a hibahelyi ellenállást villamos ív okozza, akkor a nemlineáris jelleg miatt az ívellenállás nem arányosan nő a zárlati áram nagyságával, hanem kisebb mértékben, tehát az okozott hiba is kisebb lesz. Ez ellen hat az a tapasztalati tény, hogy hosszabb zárlati idő esetén az ívnek van ideje megnyúlni, emiatt az ívellenállás is növekszik.

A távolsági védelemben a mérőelem karakterisztikájának helyes megválasztása esetén a védelem érzéketlen lehet az ívellenállásra (például poligon karakterisztika, reaktancia érzékelés). Ez esetben nagymértékben egyszerűsödik a védelem beállítászámítása.

3.4.3. Kétrendszerű vezeték torzító hatása

A kétrendszerű távvezetéken a két rendszer fázisvezetői között villamos és mágneses csatolás jön létre. A földelt csillagpontú hálózatokon a zárlati áramok és a védelmek működése szempontjából a zérus sorrendben meglévő kölcsönös impedanciának van jelentősége. Ennek oka a zérus sorrendű áramhurkok mágneses csatolása illetve a közös földvisszavezetés (Z_F).

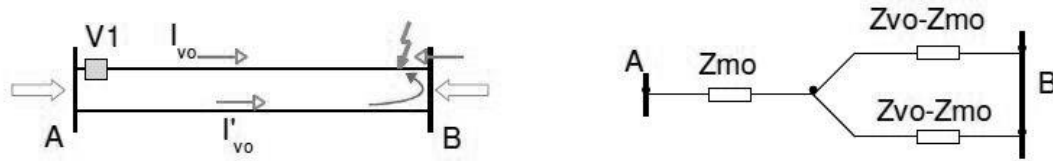
a) Egy rendszer üzemel



14. ábra. Kétrendszerű vezeték - egy rendszer üzemel.

Ekkor az A és B gyűjtősínek között a Z_{vo} -at érzékeli a V1 védelem (Z_{vo} a vezeték önimpedanciája, Z_{mo} a kölcsönös impedancia).

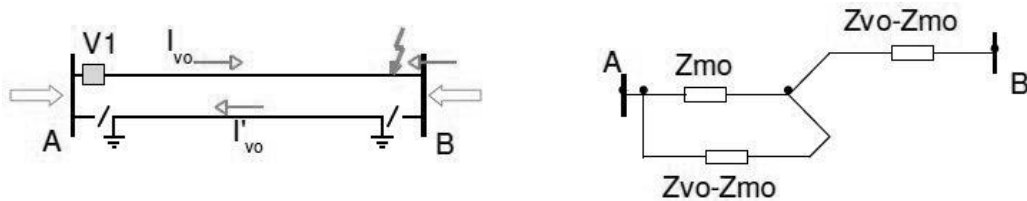
b) Két rendszer üzemel



15. ábra. Kétrendszerű vezeték - két rendszer üzemel.

A két vezetéken azonos irányban folynak az áramok. Az I'_{vo} olyan feszültséget indukál a V1 által védett vezetékbe, hogy a védelemnél megnő a feszültség, emiatt az távolabbinak érzékeli a hiba helyét ($Z_{\epsilon} = U/I$). Látszólag megnyúlik a vezeték. Tehát a védelem hibásan nem működik a vezeték végi zárlatra.

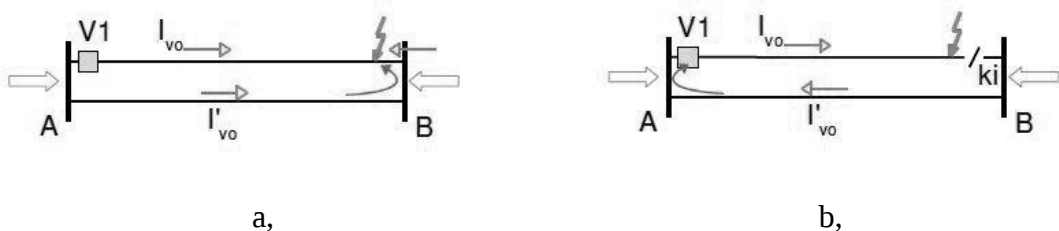
c) Karbantartás



16. ábra. Kétrendszerű vezeték karbantartása.

A mindkét végén földelt vezetékben az I_{vo} -al ellentétes irányú I'_{vo} áram folyik. Ez csökkenti a zárlatos rendszernek a zérus sorrendű impedanciáját. Ennek következménye, hogy a védelem közelebbinek érzékeli a zárlatot, azaz biztosan beméri a vezeték végi 1FN zárlatot.

d) Kaszkád működés



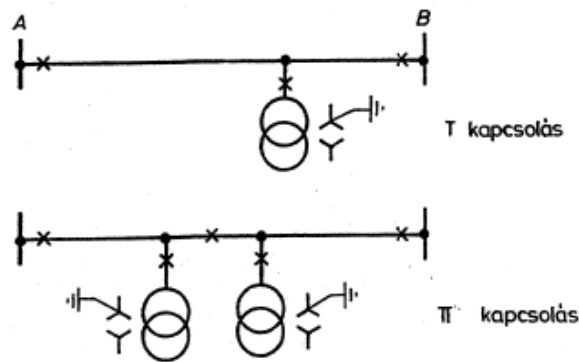
17. ábra. Kétrendszerű vezeték - kaszkád működés.

Ha a zárlat a B sínhez közel lép fel, akkor a vezeték B oldali végén a védelem alapfokozattal kikapcsolja a hibás fázis megszakítóját. V1 védelem csak II. fokozattal, késleltetve tudná kikapcsolni az A sín felől a zárlatot.

Ekkor áll elő a 17. ábra b, rajzon látható üzemállapota. Mivel az 1f ki után megfordul a másik rendszeren az I_{vo} iránya, ezért a V1 a rövidülés miatt alapfokozattal fogja bemérni a zárlatot és kikapcsolja az A oldali megszakítót még a második fokozat késleltetésének letelte előtt. Ez itt előnyös, mivel a zárlathárítás ideje lerövidül. Ha a védelem működése egy másiknak a jó működésétől függ, akkor ezt kaszkád működésnek nevezzük. Általában ez kerülendő, nem vesszük figyelembe a védelmek beállításszámításánál.

4. A 120 kV-os főelosztó hálózat védelme

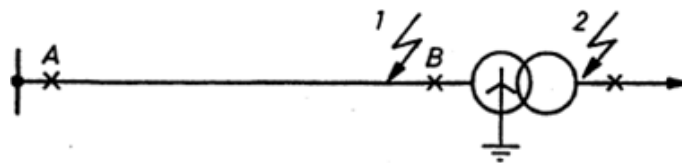
A hazai 120 kV-os főelosztó hálózat hatásosan földelt csillagpontú. A megszakítók egyfázisú gyorsvisszakapcsolásra alkalmasak, ezért a védelmi rendszer fáziskiválasztású. Az állomások kapcsolására a gyűjtősínes kialakítás a jellemző, de T, illetve π kapcsolású állomás is jelentős számban üzemel. A 120 kV-os főelosztó hálózatonál találunk hurkolt és sugaras üzemet is.



18. ábra. Jellegzetes főelosztó hálózati állomásképek.

4.1. Távvezetékek alapvédelmi rendszere

4.1.1. Sugaras szabadvezetékek táppontjának alapvédelmi rendszere



19. ábra. Sugaras szabadvezeték védelmének beállítása során figyelembe vett zárlati esetek.

A tápponti védelem lehet túláram-, ill. impedanciavédelem.

Túláramvédelem alkalmazhatóságának feltételei:

- A védelem biztonsággal érzékelje a távvezeték végén fellépő legkisebb zárlati áramot. A 19. ábrán az 1. helyen levő zárlati áram $I_{1 \min}$. A beállítás feltétele:

$$I_{be} \leq \frac{I_{1 \min}}{1 + \varepsilon}$$

- A védelem biztonsággal ne működjön a transzformátor szekunder oldalán fellépő zárlatra. A 19. ábrán a 2. zárlatnál az áram $I_{2 \max}$. A beállítás feltétele:

$$I_{be} \geq \frac{I_{2 \max}}{1 - \varepsilon}$$

- A védelem csak a zárlatos fázisban működjön. A beállítás feltétele, ha a legnagyobb épfázisú áram $I_{ép \max}$:

$$I_{be} \geq \frac{I_{ép \max}}{1 - \varepsilon}$$

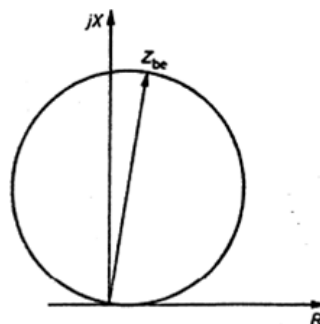
- A védelem biztonsággal ne érzékelje az üzemi áramokat:

$$I_{be} \geq \frac{I_{ü \max}}{1 - \varepsilon}$$

Ezen feltételek teljesülése esetén a távvezeték teljes hosszára biztosítható a fázisszelektív pillanatműködésű zárlathárítás.

Impedanciavédelem alkalmazhatóságának feltételei:

Ha túláramvédelem nem alkalmazható, irányított impedanciavédelmet vagy távolsági védelmet alkalmaznak.



20. ábra. MHO karakterisztikájú mérőelem.

- A védelemnek biztonsággal érzékelnie kell a Z_v impedanciájú távvezeték zárlatait. A beállítás feltétele:

$$Z_{be} \geq \frac{Z_v}{1 - \varepsilon}$$

- A védelem biztonsággal ne érzékelje a Z_{Tr} impedanciájú transzformátor szekunder oldali zárlatait. A beállítás feltétele:

$$Z_{be} \leq \frac{Z_v + Z_{Tr}}{1 + \varepsilon}$$

- A védelem biztonsággal ne érzékelje az üzemi áramokat. A beállítás feltétele:

$$Z_{be} \geq \frac{\sqrt{3} * U_v^2 * k_t}{2 * (1 + \varepsilon) * S_{\bar{u}}}$$

U_v a névleges feszültség [kV], $S_{\bar{u}}$ a legnagyobb üzemi terhelés [MVA], k_t a védelem ejtőviszonya.

- A védelem ne működjön az ép fázisú zárlati áramokra:

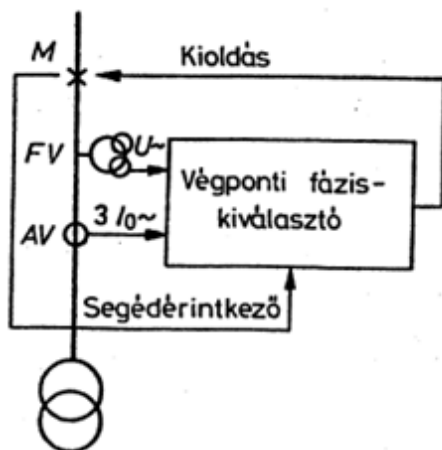
$$Z_{be} \leq \frac{Z_{ép}}{1 + \varepsilon}$$

$Z_{ép}$ a nem zárlatos fázisokban érzékelt legnagyobb impedancia.

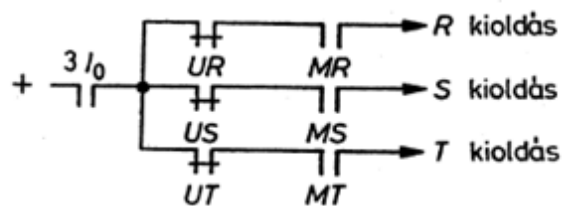
4.1.2. Sugaras szabadvezetékek végpontjának alapvédelmi rendszere

A végponti vagy T leágazásban üzemelő, földelt csillagpontú transzformátor zárlati nagyságú, zérus sorrendű áramot táplál a hibahelyre. Ez az áram nem szűnik meg, ha a tápponti védelem csak a hibás fázist kapcsolja ki, ezért a végponti transzformátort is ki kell kapcsolni a hibás fázisban. Ezt a feladatot látja el a végponti fáziskiválasztó C védelem.

A $3I_0$ áramot áramrelé észleli, amelynek a legkisebb tápponti FN zárlatra is működnie kell. U_R , U_S , U_T fázisfeszültséget érzékelő feszültségcsökkenési relék biztosítják a fáziskiválasztást. MR, MS, MT a megszakítók bekapcsolt helyzetében záró segédérintkezők, amelyek megszakítják a kioldóimpulzust.



a,



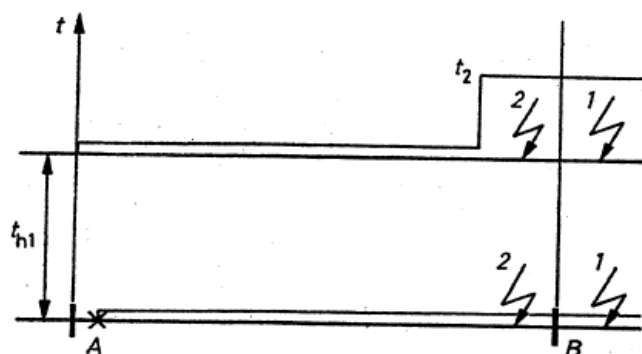
b,

21. ábra. a, C védelem egyen- és váltakozó áramú köreinek elvi kapcsolása. b, C védelem fáziskiválasztásának elvi kapcsolása.

A védelem permanens túlfedésű, pillanatműködésű kioldást ad, ezért nem szelektíven működik a tápponton túl fellépő zárlatra is. Ezt emelt holtidejű, automatikus, gyors visszakapcsolással lehet feloldani, így a végponti gyors visszakapcsolás biztosan sikeres lesz.

4.1.3. Hurkolt szabadvezetéki hálózat alapvédelmi rendszere

Hurkolt hálózaton távvezetéki zárlatra mindkét irányból folyhat pozitív, negatív és zérus sorrendű áram. Egymérőelemes és többmérőelemes távolsági védelmeket alkalmaznak.



22. ábra. Feltételes túlfedés.

Úgynevezett feltételes túlfedést alkalmaznak kizárólag FN zárlatra. A feltételes túlfedéssel a távvezeték végén fellépő FN zárlatok pillanatműködéssel háríthatók.

Visszakapcsolás után a szelektivitás biztosítása érdekében a mérőelemet szelektív karakterisztikára kell visszahúzni, így a zárlatok döntő többségét kitevő FN zárlatokat a távvezeték teljes hosszán a visszakapcsolás előtti első zárlatoltáskor pillanatműködéssel lehet hárítani. A 22. ábrán az A oldali védelem mind az 1., mind a 2. helyen fellépő FN zárlatra kioldást ad. A t_{h1} visszakapcsolási holtidő után az esetleg maradó 1. jelű FN zárlatra már nem történik kioldás. A 2. helyen levő zárlatra viszont t_2 második fokozatos késleltetéssel történik meg a kioldás.

4.2. A 120 kV-os szabadvezetékek tartalék védelmi rendszere

A tartalék védelmi rendszer egyenáramtól független, zérus sorrendű, függő késleltetésű túláramvédelem (AZT0). A zárlat hatására megindult tartalékvédelemnek az alapvédelmi kioldás után vissza kell esnie, ezért a beállításnak a következő feltételt kell teljesítenie:

$$I_{be} \geq \frac{I_{0sü \max}}{(1 - \varepsilon)k_v}$$

$I_{0sü \max}$ a maximális sántaüzemi áram, k_v az ejtőviszony.

A maximális sántaüzemi áram értéke a védett távvezeték végpontjain lévő üzemállapottól függ:

a) Sugaras üzemállapotban a sántaüzem áram:

$$3 * I_{0sü} = k_1 * I_t$$

I_t a maximális terhelőáram; k_1 a sugaras sántaüzemi áramtényező, melynek értéke a mérések és számítások szerint 1,8...2,2 között lehet.

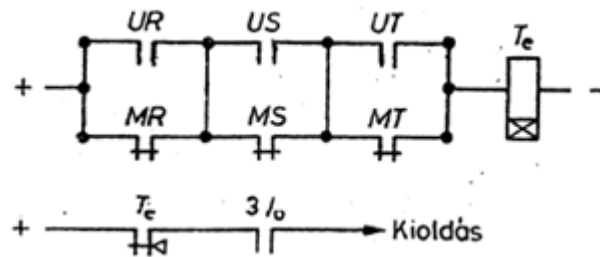
b) Hurkolt üzemállapotban a sántaüzemi áram:

$$3 * I_{0sü} = k_2 * I_t$$

k_2 a hurkolt sántaüzemi áramtényező, értéke 0,5...1,5 között lehetséges.

Előfordul, hogy nagy terhelésű távvezetéken a minimális zárlati $3I_0$ áram és a legnagyobb terheléshez tartozó maximális sántaüzemi áram összemérhető, amikor is a tartalék védelemnél sántaüzemi reteszeléssel kell alkalmazni. A sántaüzemi reteszeléssel

biztosítható, hogy a tartalék védelem csak zárlat esetén és kizárólag akkor működhesen, ha az alapvédelem nem működött.



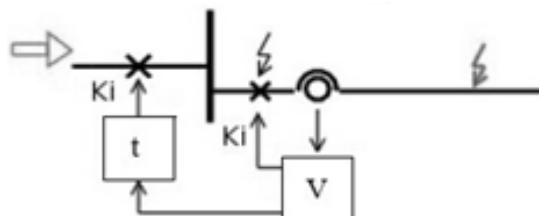
23. ábra. Tartalék védelem reteszelése sántaüzemben.

Ha a távvezeték be van kapcsolva, az U_R , U_S , és U_T feszültségrelé-érintkezők zárt állapotban vannak, az M_R , M_S , valamint M_T megszakító-segédérintkezők nyitottak. T_e ejtés késleltetésű időrelé meghúzott állapotban van és reteszezi a $3I_0$ tartalék védelem kioldását. FN zárlat esetén a feszültségcsökkenés miatt T_e kezd elejteni. Az alapvédelem működésének elmaradása esetén a $3I_0$ tartalékvédelemnek működni kell, ezért T_e beállítása az alapvédelemnél nagyobb, de biztonsággal kisebb, mint a tartalékvédelem késleltetése.

Ha az alapvédelem megszüntette a zárlatot, akkor a feszültségrelé elejt, de a megszakító segédérintkező zár, így T_e meghúz és reteszezi a tartalék védelmet.

A sántaüzemi reteszelés kizárólag akkor alkalmazható, ha FN zárlat alatt a feszültségrelé biztonsággal elejt.

4.3. Megszakító-beragadás védelem

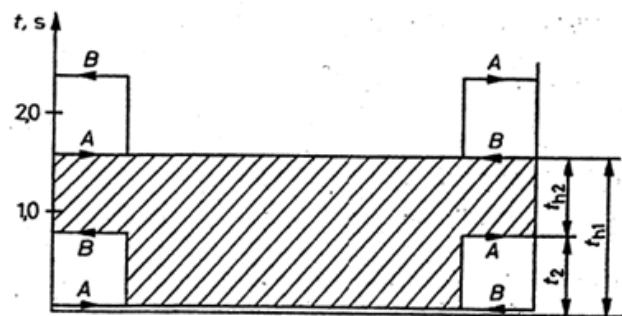


24. ábra. Megszakító-beragadás védelem.

Kötelező alkalmazni, ha a tartalékvédelem nem nyújt teljes védelmet. Ha a leágazás V védelme a kioldó parancsot hosszú ideig adja ki (pl. $t = 0,5$ s), akkor azt a megszakító nem hajtotta végre, azaz beragadt. Ekkor a zárlati betáplálás útjában lévő összes megszakítót ki kell kapcsolni.

4.4. 120 kV-os távvezetékek automatikarendszere

A 120 kV-os szabadvezeteki főelosztó hálózaton a gyakorlatban kétciklusú automatikus visszakapcsolási rendszert alkalmaznak. Az első a GVA (gyors visszakapcsoló automatika) ciklus, a második az LVA (lassú visszakapcsoló automatika) ciklus. A GVA ciklusban EVA és HVA együttes alkalmazása célszerű. A holtidő nem nagyobb, mint 2 s. A 25. ábrán a kétoldalról táplált távvezeték távolsági védelmeinek fokozatkialakítása és GVA idődiagramja látható. A vezetékvégeken a szelektivitás biztosításának érdekében t_2 késleltetésű a védelem karakterisztikája, így a zárlat megszakításának időkülönbsége csökkenti a mértékadó holtidőt.



25. ábra. Távvezeteki védelem kioldási karakterisztikája GVA visszakapcsolás figyelembevételével.

Az LVA lassú ciklus holtideje a megszakító oltóképességének helyreállási idejétől függ, jellemzően 30...60 s. Magyarországon a 120 kV-os főelosztó hálózaton 60 s-ot alkalmaznak.^[2]

5. Vonatkozó szabvány ismertetése

5.1. 120 kV feszültségű szabadvezetékek és gyűjtősínek relévédelmi és automatika-rendszere (MSZ 15985:1997)

Tárgy:

A szabvány a 120 kV-os névleges feszültségű szabadvezetékek és gyűjtősínek zárlatvédelmeinek és üzemzavari automatikáinak rendszerére, a 120 kV-os megszakítóberagadási védelmére, azok létesítésére és a velük szemben támasztott követelményekre ad előírásokat.

Védelmek és automatikák fajtái:

- Alapvédelem: a szabadvezeték leágazásokban keletkező zárlat megszüntetésére szolgál, a lehetséges legkisebb működési idővel.
- Kettős alapvédelem: azonos működési eséllyel rendelkező két párhuzamos működésű és egymástól független alapvédelem egy szabadvezeteki leágazásban.
- Tartalékvédelem: az alapvédelem működésképtelensége esetén a szabadvezeték-leágazásban keletkező zárlat késleltetett megszüntetésére szolgál és ugyanarra a megszakítóra hat, mint az alapvédelem.
- Fedővédelem: az alapvédelem működésképtelensége esetén a szabadvezeték-leágazásban keletkező zárlat késleltetett megszüntetésére szolgál és más megszakítóra hat, mint az alapvédelem.
- Távolsági védelem: a szabadvezeték-leágazásokban keletkező mindenfajta zárlat megszüntetésére szolgáló többlépcsős impedanciacsökkenési védelem.
- Pillanatműködésű impedanciacsökkenési védelem: a szabadvezeték-leágazásban keletkező mindenfajta zárlat megszüntetésére szolgáló védelem.
- Tápponti túláramvédelem: a szabadvezeték-leágazásban keletkező mindenfajta zárlat megszüntetésére szolgáló egylépcsős védelem.
- Végponti fáziskiválasztó védelem: a szabadvezeték hatásosan földelt csillagpontú hálózati transzformátort tápláló végére telepített védelem, a vezeték egyfázisú földrövidzárlatainak megszüntetésére.

- Irányított feszültségcsökkenési védelem: közepfeszültségű generátoros visszatáplálás esetén a 120 kV-os szabadvezetéken keletkező fáziszárlatok sikeres hárítása és visszakapcsolása érdekében a generátor feszültség szintjére telepített védelem.
- Csillagponti védelem: a szikraközökön és soros ellenálláson keresztül földelt csillagpontú transzformátorra csatlakozó 120 kV-os szabadvezeték földrövidzárlati íve fennmaradásának megakadályozására.
- Szakaszvédelem: a szabadvezeték teljes hosszán fellépő mindenfajta zárlat megszüntetésére szolgáló védelem.
- Autonóm zérus sorrendű túláramvédelem: a szabadvezetéken és gyűjtősínen keletkező földrövidzárlatok megszüntetésére szolgáló védelem.
- Megszakítóberagadási védelem: a védelmek kioldó parancsait végrehajtó megszakítóhoz rendelt védelem, a megszakító működésének elmaradása esetén más megszakítók működtetésével a zárlat megszüntetésére szolgál.
- Gyűjtősín – differenciálvédelem: a gyűjtősínen keletkező mindenfajta zárlat megszüntetésére.
- Késleltetett működésű impedancia-csökkenési védelem
- Visszakapcsoló automatika^[3]

6. Kiválasztott, alkalmazott berendezések

A 7. fejezetben a Miskolc Nyugat – Sajóivánka 120 kV-os távvezeték védelmi beállításának számítását fogom elvégezni. Mivel ennél a távvezetéknél Protecta védelmeket építettek be, így ezen gyártó védelmeit ismertetem.

6.1. DTVA-EP



27. ábra. Digitális távolsági védelem visszakapcsoló automatikával.

Alkalmazása:

A DTVA-EP típusú digitális távolsági védelem kiegészítve egy- és háromfázisú visszakapcsoló automatikával és önműködő hibahely-távmérővel nagyfeszültségű, hatásosan földelt csillagpontú, hurkolt hálózat szabadvezetékének és kábelének szelektív fáziszárlati és földzárlati védelmeként és visszakapcsoló automatikájaként alkalmazható.

Működési elve:

Az analóg áram- és feszültségbemenetek induktív közbenső mérőváltókon és analóg aluláteresztő szűrőkön keresztül jutnak a multiplexerre, majd a mintavételezőre, amely mindegyik áramot és feszültséget 0,5 ms-onként mintavételezi. Az A/D átalakító jelei nagysebességű soros buszon át jutnak a központi egységbe és (opcionálisan) a zavaríróba. A jelfeldolgozó processzor nagy sebességgel képes elvégezni a szükséges aritmetikai műveleteket. A központi processzor valósítja meg a késleltető és logikai

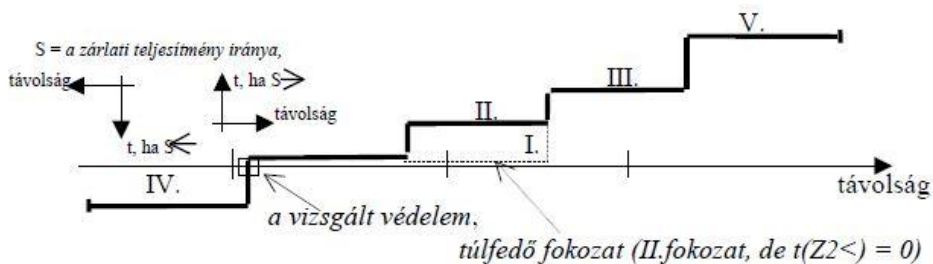
funkciókat. A központi processzor párhuzamos buszon át tart kapcsolatokat az optikai csatolós bemenetekkel és a reléhajtásokkal.

A túláramfokozatok ($3I_o > t$, $I > t$) közéértéket mérő reléket tartalmaznak. Kioldásuk mindig végleges, azaz tiltják a visszakapcsoló automatikát, de a végleges kioldás beállítása szerint egy- vagy háromfázisú.

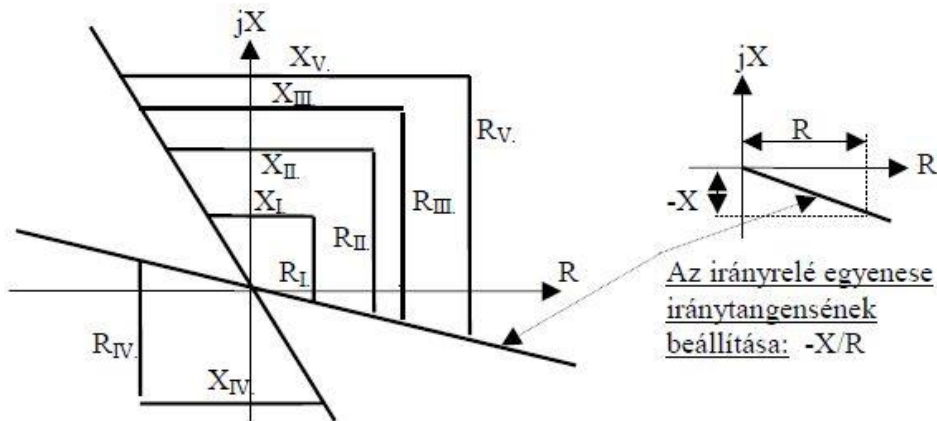
A távolsági védelemben három előre irányított, két tetszőlegesen (előre vagy hátra) irányított fokozat van kiépítve. Az első impedanciálépcső nem késleltethető, a többi késleltetése függetlenül állítható.

A távolsági védelem I. és II. fokozata indítja a visszakapcsoló automatikát, a III., IV. és V. fokozat végleges kioldást ad.

Az öt impedanciafokozat idő-távolság karakterisztikája az 28. ábrán, az impedanciasíkon ábrázolt karakterisztikák pedig a 29. ábrán láthatók.



28. ábra. Idő-távolság karakterisztika.



29. ábra. Karakterisztikák az impedanciasíkon.

A védelem fel van készítve a védett vezeték túloldalára beépített távolsági védelemtől érkező védelem-szinkronozó és kioldás-engedélyező távparancs vételére. A parancs hatására a II. fokozat késleltetése 0 lesz.

Közeleli zárlatok esetén a védelem a zárlat előtti feszültségre emlékezik. Ezzel a megoldással holtávmentes irányérzékelés valósul meg.

A távvezeték bekapcsolásakor a teljes feszültséghiány (sem alatta, sem előtte) ténye meghatározza a rákapcsolásos zárlatot, így ha egyidejűleg van áramérzékelés is, a védelem azonnali és végleges kioldást ad.

A távolsági védelembe hatásosan földelt csillagpontú hálózatra alkalmas egy- és háromfázisú (EVA és HVA), háromlépcsős visszakapcsoló automatika van beépítve.

Ha egyfázisú visszakapcsolás van beállítva, a távolsági védelem FN zárlat kioldásakor fázishelyesen csak a zárlatos fázis megszakítóját kapcsolja ki, míg 2F, 2FN és 3F zárlat esetén mindhárom fázist.

Csak háromfázisú visszakapcsolás beállításakor a távolsági védelem minden zárlatfajtára háromsarkú kioldást ad.

A háromlépcsős visszakapcsolás egy gyors visszakapcsoló automatika-ciklusból (GVA), és két lassú visszakapcsoló automatika-ciklusból (1. LVA, 2. LVA) áll.

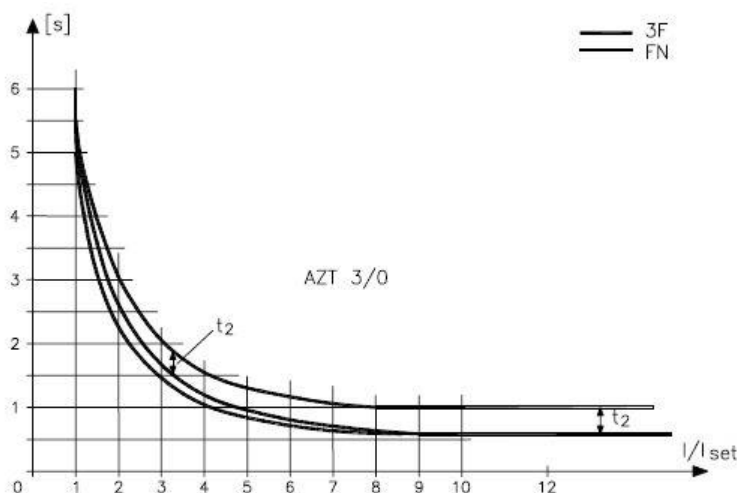
A távolsági védelem első kioldása beállítás szerint lehet szelektív vagy túlfedő és ugyanez állítható be a GVA utáni, az 1. LVA utáni és a végleges kioldásra is. A túlfedés azt jelenti, hogy a II. fokozat késleltetés nélkül működik [$t(Z2<) = 0$].^[4]

távvezetékeinek zérus sorrendű tartalékvédelmeként alkalmazzák, opcionálisan alkalmas lehet a sánta üzem reteszelésére is.

A készülék működése:

Az AV1...AV3 közbenső áramváltók a túláramrelé megszólalásakor kezdik feltölteni az energiatároló kondenzátortelepet, és a töltés a határfeszültség elérésekor fejeződik be. Az AV4...AV6 közbenső áramváltók táplálják egyrészt a védelem saját belső energiaellátását szolgáltató AC/DC tápegységet, másrészt az [I>] túláramrelét és a [t₁] és [t₂] késleltető elemeket. A maximumkiválasztós túláramrelé megszólalása esetén indítja a [t₁] áramtól függő karakterisztikájú és az azzal sorba kötött [t₂] független késleltetésű elektronikus időrelét. [t₂] beállítási tartománya 3...8 s, zérus sorrendű alkalmazásnál kibővíthető 0...8 s-ra. [t₂] beállítása a karakterisztikát az időtengelyen önmagával párhuzamosan eltolja. A [t₁] karakterisztika az 31. ábrán látható.

Ha az energiatároló kondenzátor feszültségreléje elejtett állapotban van, az [I>] túláramrelé megszólalása az [LA] logikai kapun keresztül jelzést ad az [L1] LED-del, lépteti az [SZ1] számlálót és az [r1] relé behúzásával lehetővé teszi a kondenzátortelep töltésének indulását. Amíg az [I>] túláramrelé nem szólal meg, az [r1] relé rövidre zárva tartja az AV1...AV3 áramváltókat, így nyugalmi állapotban a védelem teljesítményfelvétele csekély. A töltés megkezdésekor a teljesítményfelvétel növekszik, egészen a kondenzátortelep 300 V-os értékre történő feltöltődéséig.



31. ábra. [t] karakterisztika.

Az öntáp-rendszer miatt a védelem által létrehozott LED kijelzések működés után eltűnnek, így nincs sem jelzés-öntartás, sem nyugtázás. A beépített két számláló segítségével ellenőrizni lehet a készülék zárlatok alatti helyes működését, az ébresztések és kioldások számának összevetésével. A [J] relé által adott jelzés helyi hibajelzés-, adatgyűjtés- vagy irányítástechnikai feldolgozás céljára használható.^[5]

7. Miskolc Nyugat – Sajóivánka 120 kV-os távvezeték védelmi beállítása

- Távvezeték adatai:

Anyaga ACSR, hossza $L = 39,43$ km, keresztmetszete $A = 3 \times 250/40$ mm².

Impedancia, reaktancia, hatásos ellenállás értékek a távvezeték teljes hosszára:

Pozitív sorrendű értékek:

$$R_1 = 5,69 \, \Omega \qquad X_1 = 16,08 \, \Omega \qquad Z_1 = 17,06 \, \Omega$$

Zérus sorrendű értékek:

$$R_0 = 11,94 \, \Omega \qquad X_0 = 41,86 \, \Omega \qquad Z_0 = 43,53 \, \Omega$$

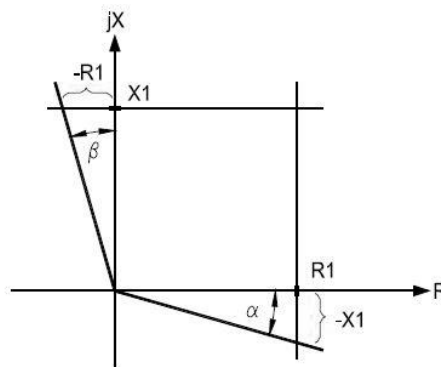
- Mérőváltók adatai:

Feszültségváltó áttétel: $a_{FV} = 132000 \, \text{V} / 100 \, \text{V}$

Áramváltó áttétel: $a_{AV} = 500 \, \text{A} / 1 \, \text{A}$

Impedancia áttétel: $a_Z = \frac{a_{FV}}{a_{AV}} = 2,6$

- a) Digitális távolsági védelem



33. ábra. Poligon karakterisztika.

Készülék típusa: DTVA OX-ZI-EP/IRT

Biztonsági tényező: $\varepsilon = 0,15$

A védelem beállításánál a reaktancia és hatásos ellenállás értékét szekunder $m\Omega$ értékben kell megadni $10 \cdot C_U \cdot C_I$ szorzótényezővel. Ez a tényező a feszültségváltó és az áramváltó szekunder névleges értékétől függ:

$$C_U = \frac{U_n}{100} = 1$$

$$C_I = \frac{1}{I_n} = 1$$

$$10 \cdot C_U \cdot C_I = 10$$

- Első fokozat

A védelem késleltetés nélküli (önidővel működő) előre néző alapfokozata. Feladata, hogy a távvezeték legnagyobb részét védje.

A változó hibahelyi (ohmos) ellenállás miatt a védelem a reaktancia értéke alapján határozza meg a zárlati hely távolságát.

Primer reaktancia: $X_{pr}^I \leq \frac{X_1}{(1+\varepsilon)} = \frac{16,08}{1+0,15} = 13,3 \Omega$

Szekunder reaktancia: $X_{szek}^I = \frac{a_{AV}}{a_{FV}} \cdot X_{pr}^I = \frac{500}{1320} \cdot 13,3 = 5,1 \Omega$

Beállítandó érték: $X^I = \frac{X_{szek}^I}{10 \cdot C_U \cdot C_I} = 510 m\Omega$

A karakterisztika R irányú lezárását tapasztalatok alapján állítják be, melyek szerint 120 kV-os távvezetéknel $X^I = R^I$ beállítás esetén a védelem minden körülmények között helyesen működik. Ezen távvezeték védelménél:

$$R_{pr}^I = 13 \Omega$$

$$R_{szek}^I = 5 \Omega$$

Beállítandó érték: $R^I = \frac{R_{szek}^I}{10 \cdot C_U \cdot C_I} = 500 \text{ m}\Omega$

A karakterisztika egyenesének $\alpha = \arctg(-X^I/R^I)$ hajlásszöge a negatív reaktancia tartományban:

$$\alpha = 26,6^\circ$$

A karakterisztika egyenesének $\beta = \arctg(-R^I/X^I)$ hajlásszöge a negatív ellenállás tartományban:

$$\beta = 26,6^\circ$$

- Második fokozat

Szelektív időlépcsővel késleltetett fokozat, melynek feladata, hogy a távvezeték távoli végét védje, amit az első fokozat már nem fed le. Ha a védelem negatív hibával szólal meg, akkor is biztosan kell működnie.

Primer reaktancia: $X_{pr}^{II} \geq \frac{X_1}{(1-\varepsilon)} = \frac{16,08}{1-0,15} = 20,88 \Omega$

Szekunder reaktancia: $X_{szek}^{II} = \frac{a_{AV}}{a_{FV}} \cdot X_{pr}^{II} = \frac{500}{1320} \cdot 20,88 = 7,9 \Omega$

Beállítandó érték: $X^{II} = \frac{X_{szek}^{II}}{10 \cdot C_U \cdot C_I} = 790 \text{ m}\Omega$

A karakterisztika R irányú lezárásának beállítása:

$$R_{pr}^{II} = 20 \Omega$$

$$R_{szek}^{II} = 7,7 \Omega$$

Beállítandó érték: $R^{II} = \frac{R_{szek}^{II}}{10 \cdot C_U \cdot C_I} = 770 \text{ m}\Omega$

α hajlásszög: $\alpha = \arctg(-X^{II}/R^{II}) = 26,6^\circ$

β hajlásszög: $\beta = \arctg(-R^{II}/X^{II}) = 26,6^\circ$

Késleltetés: $t_2 = 400 \text{ ms}$

- Harmadik fokozat

A magasabb fokozatok javarészt specifikus célokat szolgálnak. Ezen távvezeték távolsági védelmének harmadik fokozatára nincs szükség, így bénítva van.

- Negyedik fokozat (ébresztés előre)

A negyedik és ötödik fokozat abban különbözik az előző fokozatoktól, hogy visszafelé is irányíthatóak. Ezek a fokozatok mindig háromfázisú végleges kioldást adnak.

Primer reaktancia: $X_{pr}^{IV} = 25,7 \Omega$

Szekunder reaktancia: $X_{szek}^{IV} = 9,9 \Omega$

Beállítandó érték: $X^{IV} = 990 m\Omega$

A karakterisztika R irányú lezárásának beállítása:

$$R_{pr}^{IV} = 25 \Omega$$

$$R_{szek}^{IV} = 9,6 \Omega$$

Beállítandó érték: $R^{IV} = 960 m\Omega$

α hajlásszög: $\alpha = \arctg (-X^{IV}/R^{IV}) = 26,6^\circ$

β hajlásszög: $\beta = \arctg (-R^{IV}/X^{IV}) = 26,6^\circ$

Késleltetés: 4000 ms

- Ötödik fokozat (ébresztés hátra)

Az ötödik fokozat visszapillantó fokozat, mellyel természetes gyűjtősinvédelmet lehet kialakítani a tápláló alállomás gyűjtősinjére. Ennek a fokozatnak csak közeli zárlatokat kell érzékelni, így beállítási értéke ennek megfelelően kicsi.

Primer reaktancia: $X_{pr}^V = 2,08 \Omega$

Szekunder reaktancia: $X_{szek}^V = 0,8 \Omega$

Beállítandó érték: $X^V = 80 m\Omega$

A karakterisztika R irányú lezárásának beállítása:

$$R_{pr}^V = 2,08 \, \Omega$$

$$R_{szek}^V = 0,8 \, \Omega$$

Beállítandó érték: $R^V = 80 \, m\Omega$

α hajlásszög: $\alpha = \arctg (-X^V/R^V) = 26,6^\circ$

β hajlásszög: $\beta = \arctg (-R^V/X^V) = 26,6^\circ$

Késleltetés: 3000 ms

- Automatika üzemmód: EVA+HVA
- EVA holtidő: $T_{EVA} = 1,6 \, s$
- HVA holtidő: $T_{HVA} = 1,6 / 0,8 \, s$
- Végleges kioldás: Egyfázisú

b) Autonóm zérus sorrendű tartalékvédelem

Készülék típusa: AZT 3/0

Feladata: Első tartalékvédelem

$3I_0 \text{ be} = 510 \, A / 1,02 \, A$

Késleltetés: 0,5 s

Távolságvédelmi funkció esetén nincs összeköttetés (adatátvitel) a vezeték két végén lévő készülék között. A kioldás FN zárlatok esetén egyfázisú, míg 2F, 3F, 2FN, 3FN zárlatok esetén háromfázisú. Feltételes túlfedés van alkalmazva (csak FN zárlatra), ami kizárólag az első kioldáskor érvényesül. Az EVA holtidő után újragyulladó zárlat esetén a túlfedés visszavonásra kerül és a kioldás szelektív, végleges egyfázisú lesz (LVA nincs alkalmazva).

Az autonóm zárlati tartalékvédelem feladata a távvezeték bármely pontján fellépő FN zárlat érzékelése. Beállítása olyan, hogy a távvezeték végén (a védelem beépítési helyétől legtávolabb eső ponton, ahol a legnagyobb a zárlati impedancia) a legkisebb fellépő zárlati áramot is biztonsággal érzékelve adjon tartalékvédelmi funkciót az alapvédelem részére.

Összefoglalás

Szakdolgozatom célja a 120 kV-os távvezetékek védelmének összefoglaló leírása, továbbá egy konkrét távvezeték védelmi beállításának számítása volt.

A különböző hálózattípusok ismertetése után a védelmek legfontosabb kritériumait ismertettem. Ezt követően az impedancia védelmet taglaltam, amelynél kitértem a védelem érzékelését befolyásoló, torzító hatásokra is. Az ívellenállás torzító hatásával a vizsgált távvezeték beállításszámításánál is szembesültem, ami a poligon karakterisztikában az eredő impedanciát a valós tengely irányába tolja. Ez főleg kis íváram esetén okoz gondot, mivel ekkor nagyobb lesz az ív ellenállása. Ebből következik, hogy az α és β hajlásszögek értékét a számított értéknél nagyobbra kell állítani.

A távolsági védelem általános ismertetése után rátértem a konkrét 120 kV-os távvezeték védelmére, amit a 120 kV-os főelosztó hálózaton keresztül mutattam be. Itt egy alfejezet erejéig kitértem a távvezetékek automatikarendszerére is. Ezután ismertettem a vonatkozó szabványt, majd a korszerű DTVA digitális távolsági védelmet és AZT 3/0 autonóm zárlati tartalékvédelmet. Ezekre a védelmekre számítottam ki a Miskolc Nyugat – Sajóivánka 120 kV-os távvezeték védelmi paramétereit.

Az előadásokon megszerzett ismereteket igyekeztem kibővíteni a szakirodalmak által, továbbá érdekes feladatnak bizonyult a védelmek beállításának számítása egy adott távvezetékre, figyelembe véve az előforduló zavaró hatásokat. Ezen védelmek tesztelése egy speciálisan erre a célra kifejlesztett berendezéssel történik, mellyel vizsgálni tudják különböző paraméterek megadásával, hogy a védelem ténylegesen a megadott poligon karakterisztika impedancia-síkon működik-e. A számított értékeket a védelem beállítási lapja alapján ellenőriztem. Összességében elmondható, hogy a védelem általam számított paramétereinek értéke egyezik a beállított paraméterek értékeivel.

Summary

My thesis had two purposes: first, to include a summary description about the protection of 120 kV power lines. And second, to calculate the protection settings of a specific power line.

First, I described the different network types then I explained the most important protection criteria. Following these, I expounded on impedance protection. During this, I pointed out distorting effects that can alter the perception of protection. I faced the distorting effect of arc resistance during the calculation of the settings for my chosen power line. This moved the resultant impedance towards the real axis in the polygon characteristic. This causes the most serious issue in case of small electric arcs because in those cases the arc has a higher resistance. The tilt angles α and β have to be set to higher values because of this.

I wrote about the protection of 120 kV power lines' after finishing the general description of distance protection. I presented this via a 120 kV main distribution network. During this, I briefly described the automation system of power lines aswell. Next, I described the respective standards, modern DTVA digital distance protection and the AZT 3/0 autonomous circuit backup protection. I calculated the Miskolc Nyugat – Sajóivánka power line's protection parameters based on these.

I tried to extend the knowledge I gained during lectures with studying technical literature. The calculation of protection settings turned out to be an interesting topic, especially because of the different distortion effects. The testing of these protections needs specialized equipment which needs the input of several parameters to make sure the protection works as it should. I verified the calculated values with the setting sheet of the protection. To sum it up, the resulting parameters of my calculations matched the values of the preset parameters.

Irodalomjegyzék

Nyomtatásban megjelent:

- [1] Póka Gyula: Védelmek tervezése : A védelmek alkalmazási kérdései, különböző védelemfajták, beállításszámítás, Budapesti Műszaki Egyetem, Budapest, 1982.
- [2] Póka Gyula: Védelmek és automatikák villamosenergia-rendszerekben, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1988.

Szabvány:

- [3] MSZ 15985:1997

120 kV feszültségű szabadvezetékek és gyűjtősínek relévédelmi és automatika-rendszere

Online hivatkozások:

- [4] Digitális távolsági védelem visszakapcsoló automatikával

<http://www.protecta.hu/uploads/File/magyar/europrot/Prospektus/DTVA.PDF>,
2014.10.07.
- [5] Autonóm zárlati tartalékvédelem

<http://www.protecta.hu/uploads/File/magyar/elektronikus/AZT3.PDF>,
2014.10.07.