

BME Villamos Energetika Tanszék
Nagyfeszültségű Technika és Berendezések Csoport
Nagyfeszültségű Laboratórium

Mérési útmutató

A Villamos energetika laboratóriumi gyakorlatok 3. méréséhez

Modern védőkészülékek, PLS

1. A mérés célja

A mérés célja megismerkedni a modern mikroprocesszoros megvalósítású fogyasztásmérő, zavaríró, vezérlő, adatgyűjtő és védelmi berendezésekkel. Betekintést kapnak az energiamenedzsment alapjaiba. További cél a számítógép által történő konfigurálás, megfigyelés, naplózás és távvezérlés bemutatása, illetve ezek felhasználása energiamenedzsment célokra.

2. Védelmi berendezések

Az energiaátviteli villamos hálózatban számos hibajelenség léphet fel, ezek a villamos berendezések üzemét veszélyeztetik. Különösen nagy veszélyt jelent a rövidzárlat, ekkor a feszültség alatt lévő fázisok a földdel vagy egymással érintkeznek, rendszerint a rendszert nagyon megterhelő áramerősségeket létrehozva. Ezen kívül zavart okozhat a túl nagy terhelés, a túl nagy vagy túl kicsi feszültség, a fázisok közötti erős aszimmetria, a névlegestől eltérő frekvencia.

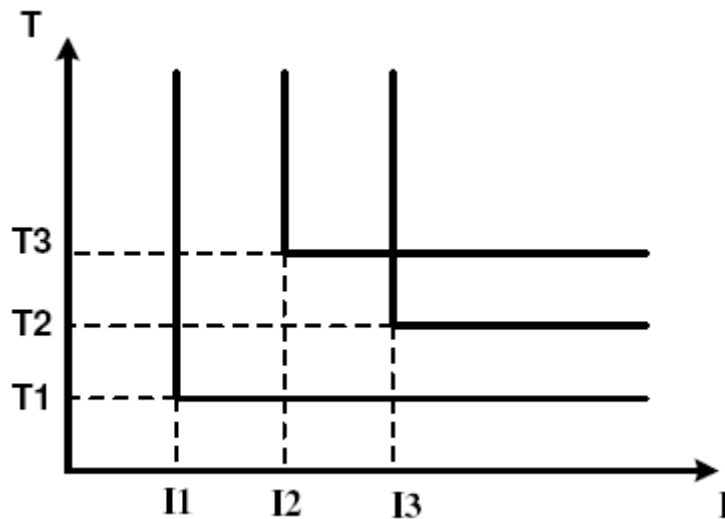
A védelmi berendezés feladata, hogy a fellépő zavarokat érzékelje és gyorsan intézkedjen a zavar megszüntetéséről. A védelmi berendezésekkel szemben alapvető követelmény a *gyorsaság* és a *szelektivitás*; ez alatt azt értjük, hogy a védelmi működés a hálózat lehető legkisebb részére legyen hatással, ahol még a működés hatásos. (Például sugaras topológiájú hálózat esetén cél a rövidzárlatot a fogyasztóhoz legközelebb eső, de a zárlati áram megszakítására alkalmas, megszakító működtetésével kezelni.) A zárlat ideje alatt fellépő nagy áram által létrehozott hőterhelés (villamos ív hőmérséklete néhány 1000K, vezetékben keletkező hő stb) és erőhatás roncsolja a villamos berendezéseket. Ezért a zárlat idejét minimálisra kell csökkenteni. A védelem gyorsasága alapvető fontosságú paraméter, hogy minél rövidebb idő alatt tudja hárítani a zárlatot.

Fontos eszköz a *késleltetett meghúzás*, ami azt jelenti, hogy csak a zavar bizonyos ideig tartó fennállása után működtetjük a megszakítót, így ha a zárlatot már hatékonyan kezelte egy gyorsabb (a sugaras hálózat esetén a fogyasztóhoz közelebbi) védelem, akkor a nagyobb kimaradást jelentő védelmi működés szükségtelen.

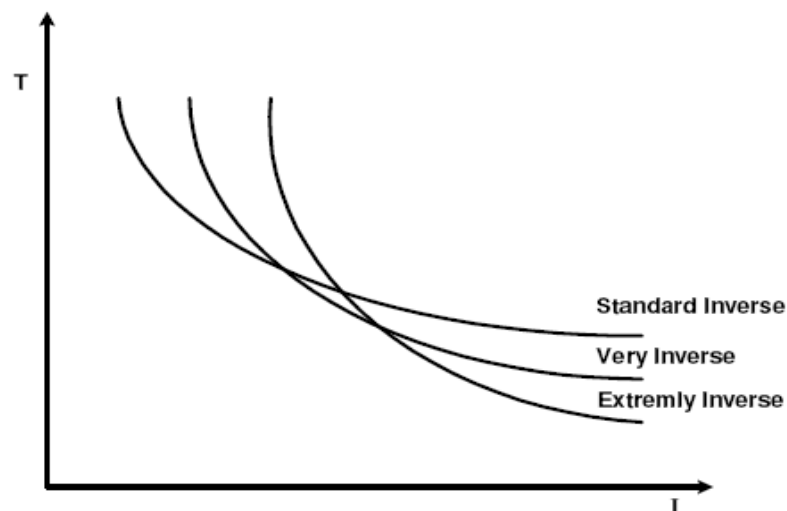
A fent leírt *időszelektivitás* mellett célszerű alkalmazni az *áramszelektivitást* is, ami azt jelenti, hogy bizonyos magasabb áramérték felett a meghúzási késleltetést csökkentjük. A módszer azon alapszik, hogy a zárlati áram nagysága jellemzi, hogy az elosztóhálózat mely pontján történt a zárlat, hiszen a rövidzárlati áramot a zárlat helye és a forrás közötti impedancia korlátozza.

A mérésen használt Sepam típusú készülék az ANSI (American National Standards Institute) szabványban rögzített védelmi eljárásokat funkciók szerint csoportosítva biztosítja. Az egyik

legfontosabb funkció a fáziszárlati túláramvédelem. Ebben az esetekben a védelem akkor működik, ha valamely fázisáram értéke a beállított időkorlátnál hosszabb ideig meghaladja a beállított összehasonlítási áram értéket. A következő kioldási karakterisztika beállítások lehetségesek: áramtól független késleltetésű kioldási görbe: Definit Time (1. ábra); áramtól függő késleltetésű, exponenciálisközelítésű kioldási görbék: Standard Inverse Time, Very Inverse Time, Extremely Inverse Time (2. ábra).



1. ábra



2. ábra

3. Mikroprocesszoros védelmek

A védelmi berendezéseket hagyományosan a különböző áram- és feszültségmérőkhöz kapcsolt relékkel (áramrelé, feszültségrelé, meghúzási idő késleltetett relé, teljesítményirány-relé) valósítják meg. A

számítástechnika rohamos fejlődése miatt gazdaságossá vált a villamos hálózat védelmi berendezéseit mikroprocesszoros vezérléssel ellátni, ahol a mért mennyiségeket programmal dolgozzuk fel. Ez egyrészt rendkívül nagy szabadságot ad a tervezőnek a védelmi paraméterek és algoritmusok meghatározásában, ugyanakkor számos olyan szolgáltatás is természetessé válik, amely a tervező és üzemeltető számára ugyan nem elengedhetetlen, de rendkívül hasznos.

Az egyik legfontosabb kiegészítő szolgáltatás a zavaríró funkció, amellyel a védelmi működés körülményei utólag vizsgálhatók, illetve sok esetben visszamenőlegesen a zavarhoz vezető folyamatok időbeni lefolyása követhető. Ez különösen fontos akkor, amikor valamilyen nem nyilvánvaló jelenség (például védelmek, szabályzások kölcsönhatása, lengése) vezet a rendellenes állapothoz.

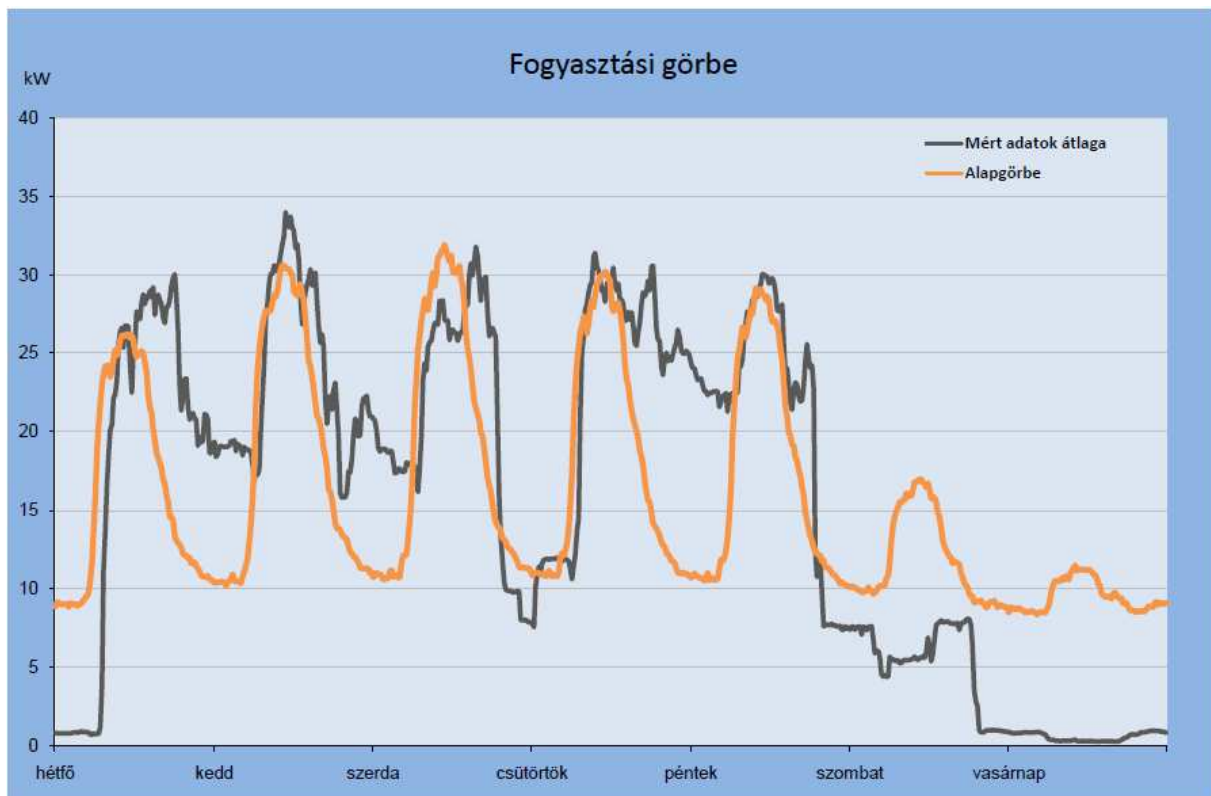
Ugyancsak rendkívül fontos az, hogy távolról, általában számítógépes rendszer segítségével, megfigyelhető a rendszer aktuális üzemállapota, és a rendszer bizonyos funkciói távvezérelhetők. Ez lehetőséget nyújt arra, hogy a fogyasztó pontosan kövesse és szabályozza az általa felvett teljesítményt. Ez a fogyasztó érdeke, hiszen előre pontosan tervezett terhelés esetén az áramszolgáltató általában jelentősen kedvezőbb áron ad el energiát. (Természetesen viszont a tervtől való bármilyen irányú eltérést a szerződés szerint szigorúan büntetik.)

A gondolatmenethez tartozóan meg kell említeni, hogy a fogyasztás elszámolásának módja alapján, a kis- és középvállalkozások körében megkülönböztethető a profil elszámolású és az idősoros elszámolású fogyasztói kör.

Profil elszámolású fogyasztó lehet az a feljogosított fogyasztó, akinek az ellátása a kiefeszültségű hálózatról történik, nem rendelkezik terhelési görbe regisztrálására alkalmas távlehívható fogyasztásmérő készülékkel, továbbá a csatlakozási ponton mért fogyasztása tekintetében a névleges csatlakozási teljesítménye 3x80 Amper vagy annál kisebb, vagy közvilágítás és egyéb, a közvilágítási hálózatról ellátott, azzal együtt vezérelt világítás (telefonfülke, reklámvilágítás, stb.) vezérlésére vételez. A fogyasztók profilcsoportba sorolása az Elosztói Engedélyesek feladata.

Az olyan mérőberendezéssel rendelkező fogyasztókat, akik negyedórás és távmérésre alkalmas mérőberendezéssel rendelkeznek, idősoros elszámolású fogyasztóknak nevezzük. A jelenlegi gyakorlat szerint, amennyiben a kiefeszültségű felhasználási hely névleges csatlakozási teljesítménye 3x80 Ampernél nagyobb, idősoros elszámolásról beszélünk (középfeszültségű és nagyfeszültségű felhasználási hely esetén teljesítménytől függetlenül). Ebben az esetben a Kereskedő minden hónapban elszámoló számlát állít ki a kumulált havi fogyasztás alapján, amelynek leolvasása negyedóránként, távleolvasással történik.

Egy tipikus fogyasztási görbét ábrázol a 3. ábra.



3. ábra

4. Transzformátor védelmek

A hálózati feszültség minőségének figyelése, és a minőségromlás (feszültség letörés, tartós feszültségcsökkenés, feszültség növekedés, aszimmetria) esetén működésbe lépő védelmek mellett a transzformátorokat további védelmekkel is ellátják. Erre egyrészt a hálózatban betöltött fontos szerepük, másrészt a bonyolult és költséges javíthatóság miatt van szükség.

A transzformátorokra telepített differenciál elvű védelmeken felül két jelentős védelme a hőfokvédelem és a gázképződés elleni (Buchholz-relé) védelem.

A hőfokvédelem a transzformátor túlzott melegedése esetén először előjelzést küld a felügyeleti rendszer számára, majd ha a melegedés továbbra is fennáll, a védelem kiold, ezzel megakadályozva a transzformátor károsodását, kigyulladását, robbanását.

A Buchholz relé a transzformátorban létrejövő gáz hatására keletkező nyomásnövekedést érzékeli. Mivel a transzformátorban a gázképződés nagyon veszélyes, hiszen ez is robbanáshoz vezethet, a beállított nyomásérték esetén a Buchholz védelem is előjelzést ad, majd a szükséges intézkedések hiányában, illetőleg további gáznövekedés hatására a védelem kiold.

5. Az energiamenedzsmentről általában

Az energiamenedzsment egy komplex folyamatot jelent, melynek az a célja, hogy a rendelkezésre álló energiaforrásokat a lehető leghatékonyabban, műszaki, gazdasági és kényelmi szempontokból fakadó optimális kompromisszum meghatározásával használjuk ki.

Energiamenedzsment rendszer megvalósításával tehát egy rendszer energiahatékonysága és költséghatékonysága egyaránt javítható, így napjainkban egyre nagyobb jelentőséget kap az energiagazdálkodás területén mind az épületfelügyeleti rendszerek, mind a villamosenergia-rendszer felügyelete során.

Az energiamenedzsment tevékenysége az alábbi lépésekből, technológiai szintekből áll:

1. Az energiafogyasztás és a felhasználás minőségi mutatóinak pontos mérése.
2. Az energiafogyasztás pontos rögzítése idősoron, és ennek alapján az ún. energiafogyasztási profil előállítás. A mért és ismert adatok alapján fogyasztási előrejelzés készítése
3. A mért adatok megfelelő kiértékelése, majd intézkedések a fogyasztás csökkentésére
4. A fogyasztást befolyásoló egyéb szempontok figyelembe vétele és beépítése az energiahatékonysági folyamatokba.

Magának az energiahatékonyságnak tehát több szintje van. Az első lépés az energiahatékony eszközök beépítése, majd a számunkra fontos adatok begyűjtésére és feldolgozására kell koncentrálni. Ennek fényében a felhasználók számára egyes esetekben nem elegendő a villamosenergia-hálózat alapjellemezőinek mérése, hanem a minőségi jellemzők vagy egyéb műszaki paraméterek is szükségesek lehetnek a gazdaságos üzemvitel megvalósításához (pl. $\cos \varphi$, felharmonikus tartalom mérése vagy terhelési menetrend meghatározása, energiagazdálkodás, stb.). Elsősorban ezen okból szoktak energiafelügyeleti rendszereket alkalmazni, amelyek gyakran magukba foglalnak önmagukban is működni képes hardver eszközöket (mérőeszközök, védelmi eszközök, kommunikációs eszközök, stb.) és szoftvereket (felügyeleti és elemző programok, stb.), hatékony és egységes megoldást nyújtva a villamos létesítmények optimális üzemeltetésére.

Ezáltal megvalósítható a kis- és nagyméretű ipari, ill. kereskedelmi alkalmazások teljes villamosenergia-ellátásának komplex irányítása, energiafelhasználásának szabályozása (ide érthető a gáz- és vízellátás is), a működési költségek csökkentése, valamint az energiaellátás folyamatos rendelkezésre állása. Különösen a nagy kiterjedésű, akár több telephelyes vállalkozások esetében válhat fontossá az információk egy központba történő eljuttatása és feldolgozása. Ehhez távfelügyelet,

távvezérlés lehetőségére van szükség, melynek részeként szükséges a mért jellemzők közös protokollon történő továbbítása, és olyan eszköz alkalmazása, amely képes a különféle mennyiségeket feldolgozni.



4. ábra A fogyasztási költségek csökkentése

6. A PLS felépítése és működése

A PowerLogic System egy olyan rendszer, amely önmagukban is működni képes mérőműszereket, hálózatanalizátorokat, védelmeket egyesít egy közös felügyeleti rendszerbe, melyek valamilyen (a mérés során Modbus) protokollon keresztül kommunikálnak. A PLS megoldást jelent a villamos energia-ellátásban felmerülő igényekre és problémákra, lehetővé teszi bármely villamos létesítmény üzemviteli költségének, a felhasznált energia minőségének és az ellátás megbízhatóságának ellenőrzését, optimalizálását, segítve ezzel a szabványos védelmi és rendszertechnikai eljárások alkalmazása révén a megépített és megépítendő rendszereinknek a nemzetközi rendszerekkel történő harmonizálását.

A PowerLogic rendszer egymással adatátviteli kapcsolatban lévő készülékekből és egy felügyeleti szoftverből áll.

A PLS három fő alkotóeleme:

- az egymással adatátviteli kapcsolatban lévő készülékek (pl. PM500, PM800 teljesítménymérők, Sepam védelmi relé, Micrologic védelmi egységgel felszerelt Masterpact és Compact megszakítók, Sepam és Vigirex védelmi készülékek, más egyéb Modbus kompatibilis készülék);
- az adatátviteli csatolók (pl. EGX400 átjáró, CM4000 hálózatanalizátor, stb.);
- SMS felügyeleti szoftver (pl. SMS1500+ GFX1000).

A PLS alkalmazásai a villamos energia minőségi jellemzőinek ellenőrzésére leggyakrabban az alábbi négy funkciót használják:

- felharmonikus tartalom ellenőrzése
- feszültségletörések és túllendülések érzékelése
- hálózati tranziensek érzékelése
- az EN 50160 szabvány szerinti megfelelés ellenőrzése: Az elosztóhálózat európai EN 50160 szabvány szerinti megfelelése és az áramszolgáltató által szolgáltatott hálózat minőségi jellemzői ellenőrizhetők.

A Power Logic adatátviteli rendszere

Az adatátvitel a kifejezetten a hálózati kommunikációt támogató RS485 típusú hálózaton történik MODBUS protokolon keresztül, amelyet eredetileg az amerikai Modicon cég fejlesztett ki a PLC-k kommunikációjának biztosítására, de egyszerűsége és megbízhatósága miatt sok más készülékgyártó és műszergyártó cég is alkalmazza.

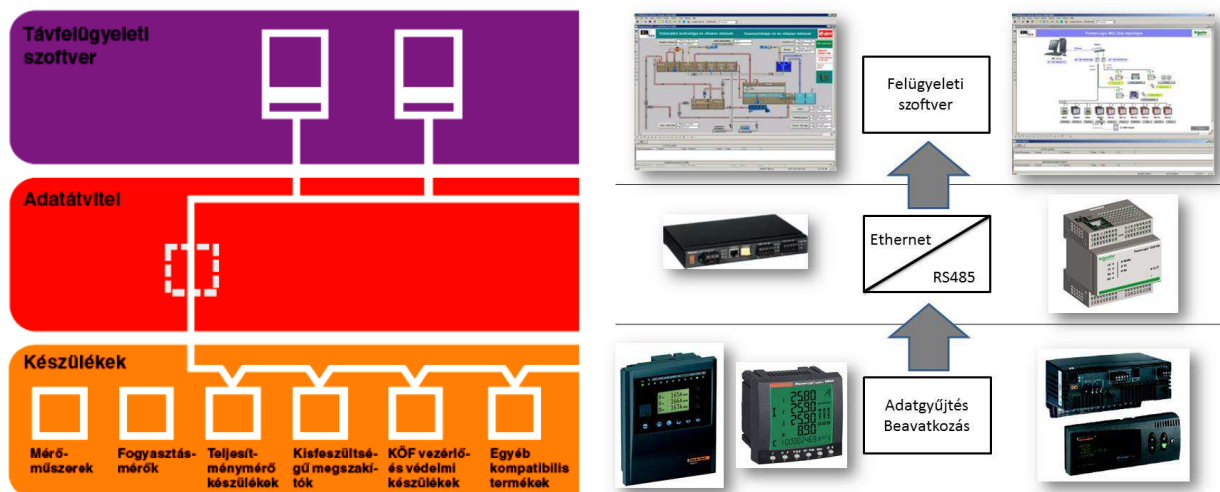
A rendszerben technológiai feladatokat végrehajtó, a technológiai szinttel közvetlenül kapcsolatot tartó készülékkel egy SCADA rendszerprogram tart nyitott kommunikációs hálózaton keresztül kapcsolatot, amely már magasabb szintű centralizált automatikai funkciókat is megfogalmaz. Ez a rendszerprogram általános alkalmazásokban a hálózatba kapcsolt PC-ken fut, biztosítva a telemechanikai rendszerek szokásos funkcióin túl (megjelenítés, archiválás, eseménykezelés, stb.) a KÖF hálózat egyszeres hibáinak speciális algoritmuson alapuló javítását, valamint a teljesítményfelvétel korlátozó automatikai funkciót, melyek tipikus alkalmazási területe a Városi Felügyeleti rendszerek, vagy a nagyobb, az áramszolgáltatói KÖF hálózattól függetlenül üzemeltetett ipari fogyasztók részére ajánlott felügyeleti, irányítástechnikai rendszerek.

A telepített telemechanikai mérésadatgyűjtő, felügyeleti, öntanuló szakértői rendszerrel is kiegészített, automatikai és távvezérlői rendszerek, megbízható, jól adminisztrált, naplózott, folyamatos, esetlegesen állandó szakszemélyzetet sem igénylő üzemvitelt biztosítanak a felhasználók számára, így ma már a régi villamos hálózatok felújításakor is egyre több intelligens készülék kerül beépítésre, melyek kommunikációs csatlakozófelületeik segítségével a mérési adatokat elérhetővé teszik a felügyeleti rendszerek számára.

Az SMS felügyeleti szoftver

Az SMS egy szoftvercsalád, amely a PLS rendszer dedikált szoftverének tekinthető. A szoftver legfontosabb funkciói közé tartoznak a felhasználó által definiálható táblázatok és riportok készítése, az eseménynaplózás, amellyel a hálózatban bekövetkező állapotváltozások követhetők nyomon; illetve a

kiegészítő grafikus interfész, amellyel a hálózat egyvonalas kapcsolási rajza készíthető el, szemléletessé téve a létesítmény elrendezését és biztosítva a beavatkozás (kapcsolás, szabályozás) lehetőségét. Segítségével a felhasználók, üzemeltetők pontos és hiteles információt szerezhetnek a villamos hálózatokról és ennek birtokában az esetleg szükséges beavatkozásokat (pl. új fázisjavító egység beépítése vagy a meglévő cseréje, felharmonikus szűrés, energiagazdálkodás) kellő időben elvégezhetik.



5. ábra PLS sematikus felépítése

Mérőkészülékek bemutatása

A PM500 teljesítménymérő

A legegyszerűbb beépített mérőkészülék a PM500 típusú teljesítménymérő rögzíti a hálózat minimális és maximális feszültség- és áramértékeit, riasztások rendelhetők bizonyos események bekövetkezéséhez (pl. adott küszöbérték túllépése). Tartalmaz minden olyan mérési funkciót, amely egy villamos létesítmény felügyeletéhez szükséges. Kis- és középfeszültségű hálózatba egyaránt használható. Ki kell emelni a feszültség és áramerősség harmonikus torzításának mérését, amelyet a PM500 készülék alapkiépítésben, kiegészítő modul hozzáadása nélkül képes elvégezni. A nagyméretű kijelző lehetővé teszi egyszerre öt mért érték kijelzését, amelyeket a felhasználó a készülék alsó részén elhelyezett kezelőszervekkel tetszés szerint beállíthat, illetve megváltoztathat.



A CM3000 és CM4000 hálózatanalizátorok

A Power Logic rendszer legintelligensebb mérőkészülékei a CM3000 és CM4000 típusú hálózatanalizátorok, amelyek ugyanazon paraméterek mérését végzik mint a PM típusú készülékek, csak jóval nagyobb pontossággal teszik ezt. A hálózat bármely pontján alkalmazhatóak, de kiváltképp betáplálási pontokon vagy zavarérzékeny berendezéseket tartalmazó elágazásokon használatosak. A CM4000 esetében a feszültség és áramerősség mérési pontossága 0,04%. A mért értékek alapján a fogyasztási költségek ellenőrizhetők, a villamosenergia-rendszer minőségi jellemzői javíthatók és a létesítmény kiesett üzemideje csökkenthető. A készülék érzékeli és rögzíti a feszültségletöréseket és túllendüléseket, amelyek termelés kiesést okozhatnak. A szolgáltatott villamos energia gyors, szabvány szerinti ellenőrzését az EN50160-nak megfelelően végzi. Az adatok és a hullámalak rögzítése céljából 8 MB memóriával és RS485 porttal is rendelkezik. A készülék erőssége a beépíthető Ethernet kártya, amelynek segítségével a CM4000 és a hozzá csatlakozó készülékek paraméterei interneten keresztül lekérdezhetők és egy közönséges Webböngésző segítségével megjeleníthetők. Így egyes esetekben nem szükséges az energiafelügyeleti szoftver használata, ami jelentős költségmegtakarítást eredményezhet. Az egyik legérdekesebb funkció a 1 μ s-nál kisebb hálózati tranziensek rögzítése, amelynek megvalósításához egy speciális bővítmódul hozzáadása szükséges.



Sepam T42 transzformátorvédelem

A Sepam termékcsalád mérési, irányítási és védelmi funkciókat valósít meg, melyeket számos elektrotechnikai alkalmazásban hasznosítható. Alállomások, gyűjtősínek, transzformátorok, generátorok és motorok, valamint kondenzátorok esetében is használhatóak. A beépített Sepam készülék rendelkezik alapegységgel illetve több kiegészítő egységgel, továbbá a működtetést és beállítást az SFT2841-es szofver segíti.



A Sepam védelmi relék védik a közepfeszültségű létesítményeket és felügyelik a közepfeszültségű megszakítókat. Jelzik a főérintkezők helyzetét, a kioldott állapotot, a kioldás okát, és a karbantartási diagnosztikát. Emellett számos alapvető mérési funkciót is biztosítanak, hibaelemzés céljából rögzítik a hálózati zavarokat. Minden szükséges villamos mérés: fázis és zérus áram, fázis és vonali feszültség, frekvencia, teljesítmény és fogyasztás stb. Alkalmos két betáplálásos hálózatok irányított védelemmel való ellátására. Teljes hálózati diagnosztika: maximum 20

másodperces zavarírás, 250 esemény naplózása, illetve utolsó 5 kioldás körülményeinek leírása. Logika funkciókkal riasztási üzenetek szerkeszthetők.

Védelmi funkciók:

- 50/51: Fáziszárlati túláramvédelem
- 50N/51N: Földzárlati túláramvédelem
- 50BF: Megszakító beragadásvédelem
- 46: Negatív sorrendű/ aszimmetria
- 49RMS: Túlterhelésvédelem
- 67: Irányított fáziszárlati túláramvédelem
- 67N: Irányított földzárlatvédelem
- 27/27S: Feszültségcsökkenési védelem
- 59: Feszültségnövekedési védelem
- 59N: Zérussorrendű feszültségnövekedési védelmi funkció
- 47: Negatív sorrendű túlfeszültségvédelmi funkció
- 81: Frekvencia növekedés-csökkenés elleni védelem
- 38/49T: Hőmérséklet ellenőrzés

7. Ellenőrző kérdések

A mérés megkezdéséhez szükséges ismeretanyagra vonatkozó kérdések

1. Mi a védelem szelektivitása?
2. Mit értünk a védelem idő- és áramszelektivitásán?
3. Mi az energiamenedzsment célja?
4. Mik egy energiamenedzsment rendszer fő feladatai?
5. Hogyan épül fel a PLS rendszer?
6. Szinuszos 50Hz-es feszültségű villamos hálózatban hogyan alakulnak az áram és teljesítmény viszonyok rezisztív, induktív és kapacitív terhelés esetén?
7. Milyen teljesítmények vannak? Hogyan számítandók és értelmezendők ezek?
8. Mit jelent egy feszültség jel harmonikus összetétele?
9. Mi a THD definíciója és jelentéstartalma?
10. Milyen villamos energia minőségi jellemzőket ismer?
11. Mi az idősoros és profilos elszámolású fogyasztó?
12. Soroljon fel pár védelmi funkciót!
13. Mondjon példákat az energiafogyasztás minimalizálására! (munkahely, irodaház, családi ház).
14. Hogyan torzítják a feszültség jelalakot a diódás egyenirányítók?

15. Miként optimalizálható egy villamos rendszer fogyasztása gazdasági szempontból?

16. Mi a védelmek felügyelete egy energiamenedzsment rendszerben?

8. A PLS fal felépítése és kezelése

A mérés során a Villamos Energetika Tanszéken található PLS falat használjuk; ez egy középfeszültségű hálózatmodell, amely egy nagyobb feszültségű (ez lehet nagyfeszültség vagy középfeszültség) betáplálással rendelkezik, amit egy transzformátor segítségével 20 kV vonali feszültségre alakít át, mely a 6. ábrán jobb oldalon látható modellezett fogyasztói hálózat feszültség szintje lesz.

Megjegyzés: A mérés során az előzőekben leírt modellel dolgozunk. A PLS fal a valóságban kisfeszültségen (400V – 110V) működik, amelyen feszültségek, áramok és terhelések megfelelő áttételekkel jelennek meg. Az áttételek a mérőkészülékben úgy vannak beállítva, mintha ezt a középfeszültségű hálózatot látnák.

A fogyasztók a teljesítményt sokszor további transzformátorokon keresztül kisfeszültségen veszik fel, ekkor a jobb oldalon megjelenő impedanciák a további transzformátor áttételének megfelelően transzformáltak, de sok fogyasztó középfeszültségű betáplálással rendelkezik (például a városi villamos vontatás az áramszolgáltatótól középfeszültségen veszi át az energiát).

A modellen bemutathatók a transzformátor védelmi berendezései. A transzformátorokba rendszerint beépítenek különféle érzékelőket, amelyek az esetleges veszélyes üzemállapotról visszajelzést adnak. Ezek a jelzések automatizált naplózó (zavaríró) és beavatkozó automatikához kapcsolnak. Nagyon fontos szerepe van a visszajelzéseknek bizonyos komoly veszéllyel járó vagy nagy kárt okozó kezelések tiltásában; ezt reteszelésnek nevezzük. A visszajelző jeleket a PLS falon beállíthatjuk, így ellenőrizve és megfigyelve a felügyeleti rendszer működését.

A modellen a következő három berendezés kapott helyet:

- PM500 teljesítménymérő, fogyasztásmérő
- CM4000: nagy pontosságú digitális mérőkészülék, teljesítménymérő, fogyasztásmérő és zavaríró
- Sepam T42 transzformátorvédelem, irányított földzárlat és fáziszárlati túláramvédelemmel kiegészítve

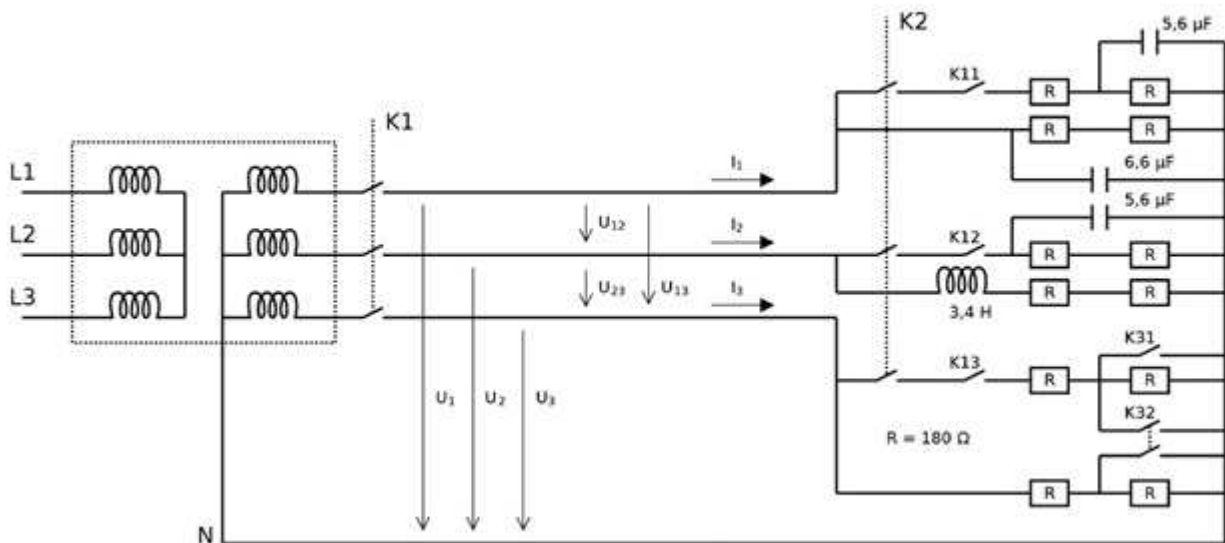
A fenti berendezések mérik a 6. ábrán jelölt mennyiségek mindegyikét, és ezekből további mennyiségeket származtatnak. A mikroprocesszoros megvalósítás miatt a mért mennyiségekhez nagyon sokféle paraméterezhető hiba és hozzá tartozó védelmi működés definiálható.

A védelmi berendezés vezérli a K1 és K2 megszakítókat és megvalósítja a megfelelő reteszeléseket.

A fenti berendezések TCP/IP hálózaton keresztül számítógépe felügyelet alatt állnak, és a hálózat állapotáról akár valós időben is információt szolgáltatnak. Fontos szolgáltatás, hogy a múltbeli zavarokkal kapcsolatban rögzített adatok és hullámformák is elmentésre kerülnek, így a zavarhoz vezető folyamatok sokszor tisztázhatók.

A terhelő hálózatok megszakítóinak állapota kézi kapcsolókkal állítható, néhány nyomógombbal pedig hálózati zavarok idézhetők elő.

Vigyázat! A PLS fal hálózati feszültségen üzemel, ezért a rendszer megbontása áramütés veszélyével jár.



6. ábra A PLS fal hálózatmodellje

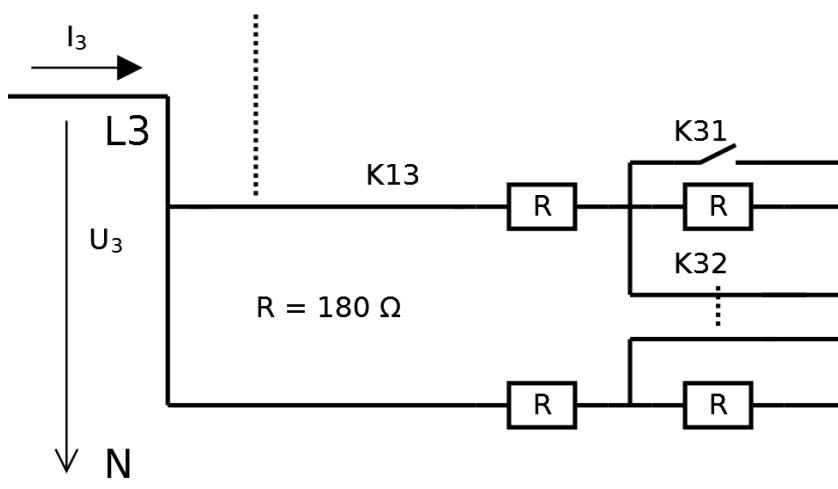
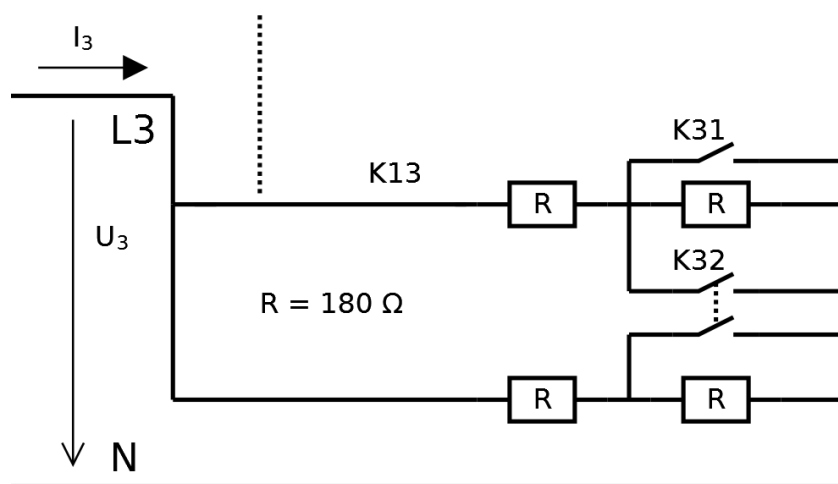
9. Otthon elvégzendő számítási feladatok

A számítások bemutatása feltétele a beugró megírásának!

1. feladat

A transzformátor szekunder kapcsain mérhető $U_v = 20$ kV vonali feszültség mellett számítsa ki a 3. fázis I_3 fázisáramát akkor, amikor a K2 megszakító és a K13 kapcsoló bekapcsolt, a K31, K32 kapcsolók pedig kikapcsolt állapotban vannak. Adja meg a hatásos, a meddő és a látszólagos teljesítményt! Az előbbi számítást végezze el a K32 bekapcsolt állapotában is!

A két számítandó hálózat:

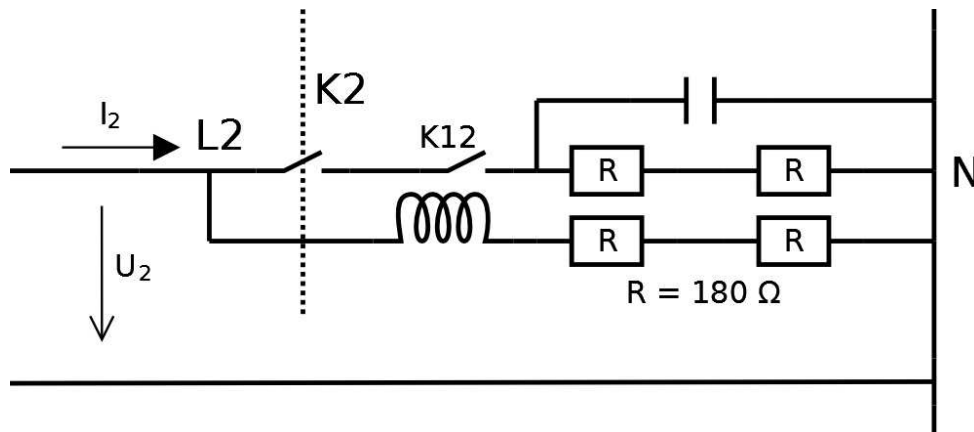


2. feladat

Számítsa ki 50 Hz-en a 2. fázist terhelő komplex impedanciát a K2 megszakító nyílt állása mellett! Számítsa ki $U_v = 20$ kV vonali feszültség mellett az I_2 fázisáramot, illetve a hatásos, meddő és látszólagos teljesítményt, valamint a $\cos\varphi$ értékét! Számolja ki ugyanezeket az értékeket K2 és K12 bekapcsolt állapotában is.

($L=1,7$ H ; $C=5,6$ μ F ;) Vegye figyelembe, hogy van a tekercsnek egy 220 Ω -os soros ellenállása!

A számítandó hálózat:



Mérési feladatok:

A transzformátor több automatizált védelmi berendezéssel van ellátva, illetve számos állapotjelző érték ki van vezetve a próbapanelre. Hozza ezeket a transzformátor távvezérléssel történő bekapcsolásához alkalmas állapotba!

Ellenőrizze munkáját a számítógépen található SMS Setup programmal!

A program biztonsági okokból jelszót kér bekapcsoláskor és bizonyos kezelések megerősítésére is. Felhasználónév: gazda jelszó: gazda.

A főképernyőn megjelennek az aktuális és naplózott riasztások. Ha nincs aktív riasztás, a transzformátor bekapcsolható. Ehhez be kell tölteni az aktuális kapcsolásunkat:

File → Open → System → PLS_Bemutat

Ennek a megnyitása fontos, mert csak ekkor elérhetőek a Setup menü funkciói. Nincs visszavonás gomb se, ezért jól átgondolt lépésekkel érdemes haladni!

File → Open → Diagram → C:\POWERLOGIC\SMS\Drawings\Új szakirány mérés\Főkép_3_uj.GFX

Itt utasítást kell adni a K1 megszakító bekapcsolására.

1. feladat

A K1 jelzésű megszakító szoftveresen még nem vezérelhető. A szoftverben tegye lehetővé a megszakító bekapcsolását!

- Vegye fel a megszakító bekapcsolásához szükséges gombot!
- Setup/Control Outputs menüpontban **All Devices/Transzformator** pontnál **kell az Add gombra kattintani**. Itt be kell állítani a Nevet, majd User Defined legördülő sávban S1K4xClose-t kell választani. Ezzel a vezérlő mennyiséggel kapcsolható majd be a K1 jelzésű megszakító. Az ablakban On és Off Action is beállítható. Mivel külön használunk a szoftverben Ki és Bekapcsolásra gombot, ezért csak azt On-t kell kitöltenünk ebben az esetben. Itt kell továbbá megadni, hogy Megszakito BE név jelenjen majd meg bekapcsoláskor. Ez akkor fog megjelenni, amikor rákattintunk a K1-Be kapcsolóra.
- Kapcsolj át szerkesztő nézetbe a programot! Ez a **bal oldali menüoszlop legfelső Run mode ikonjával** tehető meg. Ekkor szerkeszthetővé válnak a grafikus felület elemei.
- Bekapcsoló gomb beszúrása a kezdőképernyőre: A grafikus elemhez (gomb) hozzá kell adni a megfelelő adatbázis elemet (esetünkben, hogy a K1 megszakítót kapcsolja). Ezt hoztuk létre az előző pontokban. **Bal oldali menüoszlopból Insert Control Output Block kiválasztása**, majd képernyőn bal gombbal téglalap létrehozása.
- A gomb **dupla kattintással szerkeszthető**. A General fülön meg kell adni a gomb nevét (ez jelenik meg a grafikus felületen).
- A **Device/ Ctrl fülön ki kell választani a hozzárendelni kívánt adatbáziselemet**. All Devices/Transzformator/Proba bekapcs. Betűtípus és szín is állítható.
- Lépjen ki a szerkesztő módból! Itt már látható a létrehozott gomb. A gombra kattintva ellenőrizze a működését!

2. feladat

A PM500 II fázisárama nem látható a kezdő képernyőn. Vegye fel ezt az értéket kijelző blokkot a kész séma szerint!

- Kapcsolj át szerkesztő nézetbe a programot! Ez a bal oldali menüoszlop legfelső Run mode ikonjával tehető meg. Ekkor szerkeszthetővé válnak a grafikus felület elemei.
- Az érték megjelenítéséhez a **bal menüsor Value Block gombjára kell kattintani**.

- A megjelenítő felületen a beszúrás helyén **hozzon létre megfelelő méretű érték dobozt.**
- A mező **beállításai a bal gomb kétszeri kattintásával** érhetőek el.
- General fülön az értékmező neve, illetve a dobozban megjelenő szöveg helye állítható be.
- A **Devive/Qnty fülön All devices/Kis_meres-t kell megkeresni**, majd jobb oldalt Currents lenyitása és Current A kiválasztása.
- **Lépjen ki a szerkesztő módból** és amennyiben az értékek frissítése folyamatosra van állítva azonnal megjelenik az egyes fázis áram értéke.

Megjegyzés: A mérés során látható Kis_meres a PM500 készüléket, a Nagy_meres a CM4000-et, illetve a Transzformator a Sepam készüléket hivatott jelezni.

3. feladat

A panelbe beépített műszerek lehetőségeit kihasználva ellenőrizze az 1. és 2. számítási feladatban kapott eredményeket!

4. feladat

A műszerek lehetőséget adnak arra, hogy az általuk megfigyelt feszültség és áram hullámformákat – a felügyelőprogrammal letöltve – a számítógépen vizsgáljuk. Az állandósult állapot hullámformái az SMS programban a következő módon tölthetők le:

Display → Waveform plots → All devices → Nagy mérés (CM4000) → Acquire New → Steady-State Waveform (a felülírást engedélyezni kell).

Elemesse, értelmezze a felvett hullámformákat a következő szempontokból:

- Miért „csapott” a hálózati feszültség csúcsa?
- Milyen az áram és feszültség fázisa rezisztív, kapacitív és induktív terhelések mellett?
- Milyen az áramjelalak harmonikus tartalma a háromféle terhelés esetén?

Vizsgálja meg a felvett jelalakok harmonikus eloszlását Steady state menüponttal felvett hullámforma esetében is és az Adaptive menüpont használatával is. Melyik a reprezentatívabb? Miért?

Hasonlítsa össze a fázisfeszültség és a fázisáramok harmonikusainak amplitudóit rezisztív, kapacitív és induktív esetben is!

Vizsgálja meg a fázisszög változását a 2. fázisban a kapacitást tartalmazó ág be- és kikapcsolt állapotában!

5. feladat

Ebben a feladatban a védelmi készülék által nyújtott védelmi lehetőségeket fogjuk vizsgálni.

Ehhez a méréshez kapcsolja ki az SMS program automatikus frissítését (óra alakú ikon – Scheduled update)

Indítsa el az SFT2841 programot, itt a következőket kell tenni:

- Kattintson a „Connect to SEPAM network” lehetőségre
- Válassza ki a „c.net” beállítást
- Connect
- A megjelenő eszköz ikonjára kattintson duplán

A programban beállíthatók a védelmek. A rendszer minden változtatásnál PIN kódot kér, a mérés során ez: 0000.

A védelmekkel kapcsolatban a programban megadható paraméterek:

1. On: a védelem él, tehát a beállított értékeknek megfelelően el fogja látni a feladatát
2. Latching: amennyiben a beállított hibát észleli, a hibajelzés a hiba fennállásán túl, nyugtázásig fenn fog maradni.
3. Trip CB (Circuit Breaker): a védelem aktiváláskor a hibajelzésen túl a megszakítót is működteti

A védelem működése után a védelmi működést visszakapcsolás előtt a védelmi készülékben (Event log funkció) is nyugtázni kell.

6. feladat

A védelem működése kapcsán rögzített adatok utólag hozzáférhetők a SEPAM szoftver Trip Context menüpontjában. Ellenőrizze az utolsó védelmi működés okát!

A védelmi működés közben a berendezés hullámforma-adatokat is rögzít, ezek letölthetők, így a hibához vezető folyamatok visszamenőleg is követhetők. A hullámformák letöltéséhez a következő menüpontot használja: Display → Waveform plots → All devices → Transzformátor → Onboard → (a működés időpontja). Megfelel a letöltött hullámforma a beállításoknak? Értékelje a védelmi működést!