A csillagpont kezelés védelmi vonatkozásai

A téma

A villamos energiarendszer csillagpontjai Magyarországon és a világ minden országában az egyes feszültségszintek szerint különböző módokon vannak földelve. E földelési módszereknek - egyéb hátrányaik és előnyeik mellett - fontos következményei vannak a zárlatvédelmi rendszer kialakítására is. Az előadás az alkalmazott csillagpont kezelési lehetőségek függvényében - egységes tárgyalásmóddal - áttekinti a napjainkban alkalmazott földzárlat védelmi módszereket.

A képzés konkrét célja

A numerikus készülékek rohamos fejlődése olyan rugalmasságot tesz lehetővé a védelmek tervezésében, amely új elvek gyakorlati megvalósításához vezet. A villamos energetikával foglalkozó mérnökök számára fontos, hogy naprakészen kövessék az új technológia által nyújtott lehetőségeket és előnyöket. Az előadás célja, hogy az egyetemen tanult ismeretekre alapozva, a „szimmetrikus összetevők" módszer alkalmazásával áttekintse a csillagpont kezelés hagyományos védelmi vonatkozásait, és kiemelje és elemezze az ezzel kapcsolatos korszerű védelmi megoldásokat.

A nem villamos energetikai mérnökök áttekintést kaphatnak a villamos energiarendszer sokrétű problémáiról. A védelmekkel nem foglalkozó villamosmérnökök az ismeretanyaguk frissítésén kívül megismerhetik a korszerű védelmi feladatokat és módszereket. A védelmes mérnökök bővíthetik ismereteiket a korszerű numerikus védelmek alkalmazástechnikája területén, és megismerhetik Protecta Kft, a magyar védelemgyártó legfrissebb kutatási eredményeit és legújabb védelmi és szabályozástechnikai készülékeit.

Az oktatás tartalma, tagolása, fő fejezetei

A villamos energiarendszer normál üzemben szimmetrikus, a csillagpont és a föld között nem folyik áram. Ennek megfelelően a hálózat normál üzemét a csillagpontok különböző módjai nem befolyásolják. Mivel a föld felé csak aszimmetria estén folyhat áram, a csillagpont kezelés tulajdonképpen a legnagyobb aszimmetriát okozó földzárlatok hárítási módját jelenti. Ennek megfelelően az előadás részletesen elemzi a:

- „mereven (más elnevezésekkel hatásosan, vagy kis impedanciával) földelt",
- „szigetelt",
- „hosszan földelt (más elnevezéssel ellenállással földelt)",
- „kompenzált" azaz hangolt induktív reaktanciával földelt

hálózatok földzárlati jelenségeit és védelmi vonatkozásait.

Az egyes fejezetekben kidolgozandó tananyag rövid leírása

Az előadás kitér az egyes csillagpont-kezelési módokkal kapcsolatos földzárlati jelenségek tranziens és állandósult állapotára. Ennek kapcsán:

- Bevezetésben ismerteti a csillagpontok kialakításának gyakorlati módszereit valamint a csillagpontok és a föld lehetséges kapcsolatait.
- A „szimmetrikus összetevők" módszer segítségével elemzi az egyes csillagpont kezelési módszerekre jellemző földzárlati eseményeket és jelenségeket, kiemelve az előnyöket, hátrányokat és a védelmi rendszerrel kapcsolatos különleges követelményeket.
- Az előadás fő része elemzi az egyes csillagpont kezelési módszerek kapcsán alkalmazott védelmi megoldásokat:
    - A mereven földelt hálózatok nagyáramú földzárlatai miatt elengedhetetlen a korszerű, gyors távolsági védelmek alkalmazása. Ezek a védelmek – többek között – a vezeték-föld hurkokban folyamatosan mérik az impedanciát, zárlat esetén maghatározzák a hibahely távolságát és a zárlatos hurkot. Ha szükséges, gyors kikapcsolási parancsot adnak a zárlatos fázis megszakítójára. Ennek kapcsán az előadás betekintést ad a korszerű numerikus védelmek felépítésébe, működési módjába, előnyös tulajdonságaiba. Ismerteti a Protecta EuroProt+ moduláris hardver és szoftver rendszerét, amelynek készülékei a védelmi igények szerint vannak konfigurálva. Korszerű szolgáltatásai, a kijelző, az eseményrögzítő és a zavaríró funkció nagymértékben hozzájárulnak a hálózati események elemzéséhez, az energiarendszer biztonságos üzeméhez. A Ethernet kommunikációs képessége a védelmi funkciókon kívül támogatja az irányítástechnikai igények kielégítését is. Ugyanezt a rendszert – más konfigurációban – alkalmazza minden, a továbbiakban hivatkozott földzárlatvédelmi megoldás is.
    - A szigetelt hálózatok kapcsán az előadás elemzi az „ívelő földzárlatok" káros tranziens jelenségeit. Ezeknek megelőzésére ezt a csillagpont kezelési módszert csak nagyon kos kiterjedésű hálózatokon, például erőművi blokkokban alkalmazzuk. A nagy értékű generátorok mindenre kiterjedő (100%-os) földzárlatvédelme igazi műszaki kihívás. Az előadás röviden kitér az erőművek szigetelt rendszerében alkalmazott hagyományos elvű, de korszerű eszközzel megvalósított földzárlatvédelmi módszerére is (Pázmándy elv).
    - Az ellenállások keresztül földelt (hosszan földelt) városi kábelhálózatok földzárlatai hagyományosan túláram védelemmel háríthatók. A földelő ellenállás értékének kiválasztása kompromisszumos megoldás a földzárlati áram korlátozására és az ép fázisok feszültségemelkedésének mérséklésére.
    - Magyarországon a középfeszültségű szabadvezetékes elosztó hálózatokat ívoltó tekerccsel földelve üzemeltetjük. Mivel ez a csillagpont kezelési módszer igen elterjedt (sok ország még a 120 kV-os főelosztó hálózatán is ezt alkalmazzák), az előadás súlyponti részét ez a változat képezi. Bár közeledik a századik évfordulója annak, hogy Petersen a módszerét bejelentette, még mindig intenzív fejlesztő munka folyik a kompenzálás előnyeinek kihasználására és a hátrányainak kiküszöbölésére. A kompenzált hálózatok problémakörének áttekintése kapcsán részletesen elemezni kell a

hálózat normál üzemét, a földzárlati tranzienseket és az állandósult földzárlat lehetőségét.

- **Normál üzemben** három szempontra hívjuk fel a figyelmet. Egyrészt a hálózat aszimmetriája jelent megoldandó problémát, amelyre modern, a numerikus készülékeket alkalmazó megoldás született. A Protecta kidolgozott módszere megméri a hálózat kapacitív aszimmetriáját, és járulékos kondenzátorok felszerelésével szimmetrikus hálózatot alakít ki. Ezzel lényegesen csökkenthető a hálózat üzemi feszültség-emelkedése és kedvező viszonyok alakíthatók ki a Petersen tekercs hangolásához. Az előadás részletesen ismerteti az aszimmetria mérési elvét és bemutatja a minta-alkalmazásokban elért eredményeket is. Másrészt a kompenzáló Petersen tekercs szabályozási igényét is korszerű numerikus készülékek elégítik ki, amelynek elve, hogy zérus sorrendű áram injektálásával megméri a hálózat zérus sorrendű impedanciáját, majd ehhez állítja be a Petersen tekercs induktivitását. A szabályozó készülék – kiegészítésekkel - lényegében ugyanazokat a hardver modulokat alkalmazza, mint minden más védelem. Ez a sokrétűség is igazolja a processzoros védelmi készülékek előnyeit. A szabályozó készülék a Protecta egyik sikertörténete külföldi piacokon, ennek bemutatása is fontos tanulságokat tartalmaz. Harmadikként a gyors földzárlat érzékelés lehetőséget teremt adaptív kompenzálásra, amikor más a hangoltság foka zárlatmentes állapotban és a földzárlati ív oltásakor. Normál üzemben a távol tartjuk a rendszert a rezonancia-állapottól, ezzel megelőzzük nagy zérus sorrendű rezonancia feszültség kialakulását. Zárlatkor visszaállítjuk a közelítőleg pontos kompenzálást, amely minimális hibahelyi maradék-áramot eredményez, Az előadás részletesen bemutatja ezt a Protectában kifejlesztett módszert is.
- A földzárlat bekövetkezésekor **tranziens** jelenség zajlik le a hálózaton. A zárlati regisztrátumok elemzése több fontos tényre mutat rá. Egyrészt a zárlatok felléphetnek ugrásszerűen vagy felgerjedő jelleggel, másrészt a zárlatok kifejlődése eredményezheti tartós zárlatok kialakulását, a zárlatok „spontán” megszűnését, ami a Petersen tekercs hatására következik be. Létrejöhetnek újragyulladó földzárlat-sorozatok, sőt a zárlat átterjedhet más fázisokra vagy más zárlati helyekre is. Ennek elemzése rámutat a gyakorlatban alkalmazott tranziens zárlatérzékelési módszerek lehetőségére és a kettős földzárlatok hárítási igényére is. Az előadás kitér a hazai megvalósítás elvére is.
- Ha a földzárlati ívet a Petersen tekercs nem oltja ki és a **földzárlat állandósul**, a hibás leágazást meg kell keresni. Ennek legegyszerűbb módszere a leágazások egyenkénti kapcsolgatása lenne, ez azonban a fogyasztók zavarásával járna. Magyarországon hagyományosan a Petersen tekerccsel párhuzamosan áramnövelő ellenállást kapcsolnak, és a jelenőssé nőtt földzárlati áramot egyszerű túláram védelemmel érzékelik. Földzárlat esetén a hatásos teljesítmény áramlását kimutató érzékeny védelem is megoldás lehet, mesterséges áramnövelés nélkül. Az előadás részletesen bemutatja a Protectában kidolgozott, admittancia érzékelés elvén alapuló kiválasztást. Ez a

módszer kiküszöböli a hagyományos áramnövelés problémáját, és nem növeli a földzárlati áramot az elfogadható szint fölé. Az előadás részletesen bemutatja az újdonságnak számító admittancia módszert, amelynek lényege, hogy átmenetileg a Petersen tekercccsel párhuzamosan induktív admittanciát kapcsolunk. Az admittancia változás csak abban az áramútban érzékelhető, amely a földzárlati hibahelyet a Petersen tekercccsel összeköti. Ez szelektív kiválasztást tesz lehetővé az áram lényeges növelése nélkül. Az előadás kitér a földzárlatból továbbfejlődő kettős földzárlatok hárítási módjára is.

A források pontos megjelölése

Ferenc Radvánszki, Ferenc Weingart, Kornél Petri: Adaptive earth fault compensation and faulty line identification in distribution networks - PACW Conference 2012 Budapest
Ferenc Radvánszki, Ferenc Weingart, Kornél Petri: Symmetrization method for distribution networks - PACW Conference 2012 Budapest
Protecta védelmi funkció leírások: http://protecta.hu
Protecta készülék konfiguráció leírások: http://protecta.hu

A tananyagban ismertetett módszerek, eljárások, technológiák alkalmazási lehetőségei

A tananyagban tárgyalt valamennyi módszer és eljárás a Protectában végzett és jelenleg is folyamatban levő kutatáson és fejlesztésen alapul. A kereskedelmi forgalomban kapható EuroProt+ készülék konfigurációk a gyakorlati igények szerint valósítják meg az ismertetett elveket.

Gyakorlati példák a tananyagban ismertetett módszerek, eljárások, technológiák alkalmazására

A tananyagban tárgyalt módszerek leírását főként a következő védelmi funkcióleírások tartalmazzák:

- Distance protection function
- Distance protection for compensated or isolated networks
- Residual instantaneous overcurrent protection function
- Residual definite time overcurrent protection function
- Residual definite time overvoltage protection function
- Transient earth-fault protection function
- Setting guide to the Transient earth fault protection function
- Directional residual delayed overcurrent protection function
- DRL - Numerical arc suppression coil controller function
- Commissioning guide to the DRL function
- Earth-fault phase selection function block description

Ezek a leírások a Protecta honlapjáról (http://protecta.hu) letölthetők.