

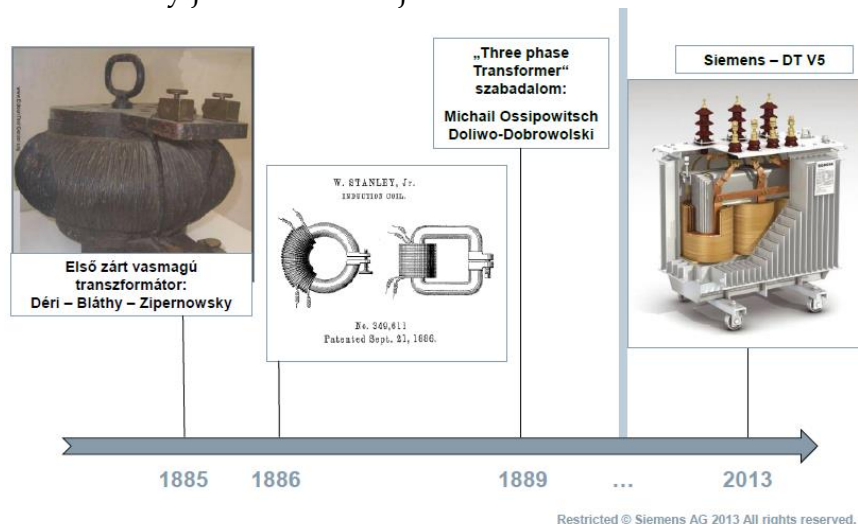


FITFormer REG - az alkalmazkodó transzformátor

2014. május 8-án került megrendezésre az Energetikai Szakkollégium Ganz Ábrahám emlékfélévének utolsó előadása, melynek témája egy új fejlesztés, a terhelés alatt változtatható áttételű közép/kisfeszültségű transzformátor volt. Hipszki Gyula, a Siemens Zrt. csepeli Technology Centre-ének vezetője előadásában ismertette a Siemens új fejlesztését, kezdve a transzformátorok feltalálásától, az áttétel módosítás elvi jelentőségén át, egészen a gyártási folyamatig.

A transzformátorokról általánosságban

A transzformátort nevezhetjük afféle hungarikumnak is, hiszen 1885-ben Déri Miksa, Bláthy Ottó Titusz és Zipernowsky Károly közösen szabadalmaztatta az első energiaátvitelre alkalmas, zárt vasmagú transzformátort. A létező igényt egy ilyen jellegű készülékre, valamint a kor kielezett versenyét jól mutatja, hogy 1886-ban William Stanley, amerikai mérnök is feltalálta saját transzformátorát, 1889-ben pedig Michail von Dolivo-Dobrowolsky jelentette be saját háromfázisú eszközére szabadalmát.



1. ábra: A transzformátorok történetének egy rövid szelete

A világnak tehát szüksége volt jó hatásfokú villamosenergia-rendszerek kiépítésére, melyben fontos szerepet játszottak és játszanak napjainkban is a

magas hatásfokú transzformátorok. Manapság az egyre inkább komplex hálózati felépítés miatt már egy sor különböző típusú transzformátorra van szükség a megfelelő szolgáltatási minőség és biztonság fenntartása érdekében.

Mint minden jelentős, transzformátorokat gyártó nagyvállalat, a Siemens is igen széles és változatos termékpalettaival rendelkezik. Itt kapott helyet a FITFormer REG, a Siemens új, terhelés alatt változtatható áttételű transzformátora is. Az elnevezés egy fantázianév, melyből a „FIT” mozaikszó magyarul annyit tesz, hogy folyadéktöltésű berendezésről beszélünk. Ez már önmagában is jól megjelöli a helyét társai között: közép- és kisfeszültségű elosztóhálózatba tervezték, azon belül az olajtöltésű, illetve -szigetelésű és -hűtésű transzformátorok közé tartozik.

A magyarok szerepe a transzformátorok gyártásában ma is fontos, ugyanis a Csepeli Transzformátorgyárban már 1960 óta folyamatos gyártási és fejlesztési munka folyik. 1996-ban vásárolta meg a Siemens AG a csepeli gyár részvényeit, a 2000-es években pedig megtörtént a gyár korszerűsítése is. Jelenleg ez az egyik legnagyobb elosztótranszformátor gyár Európában, ahol közel 500 dolgozóval évente 14 000 transzformátort készítenek, többségében az európai piacra. A termékek között megtalálhatóak 25 kVA-tól 2500 kVA-es teljesítményig folyadéktöltésű transzformátorok, valamint 50 kVA-tól 2500 kVA-ig száraz transzformátorok.

Az elmúlt évek fontosabb magyar sikerei közé tartozik az önvédő transzformátor fejlesztésének befejezése 2009-ben, valamint az amorf vasmagos transzformátor is (2010). Utóbbi alkalmazása az üresjárási veszteségek csökkentése miatt került előtérbe. Ugyanakkor megemlítendő, hogy technológiai szempontból igen nagy kihívás volt egy ilyen vasmag kifejlesztése, mivel az alapanyagul szolgáló fémlamezek rendkívül rideg anyagból készültek.

A feszültségmentes és a terhelés alatti áttétel-módosítás

A gyakorlatban a terhelés alatti áttétel-módosítást a NaF/NaF¹ és a NaF/KöF² transzformátoroknál hosszabb ideje alkalmazzák. Ezzel szemben a KöF/KiF³ transzformátoroknál még csak most zajlik az első prototípusok tesztelése.

A feszültségmentes esetben az áttétel módosítása egyszerűnek mondható, hiszen egy



2. ábra: Terhelés alatt működtethető átkapcsoló

¹ Nagyfeszültségről nagyfeszültségre átalakító

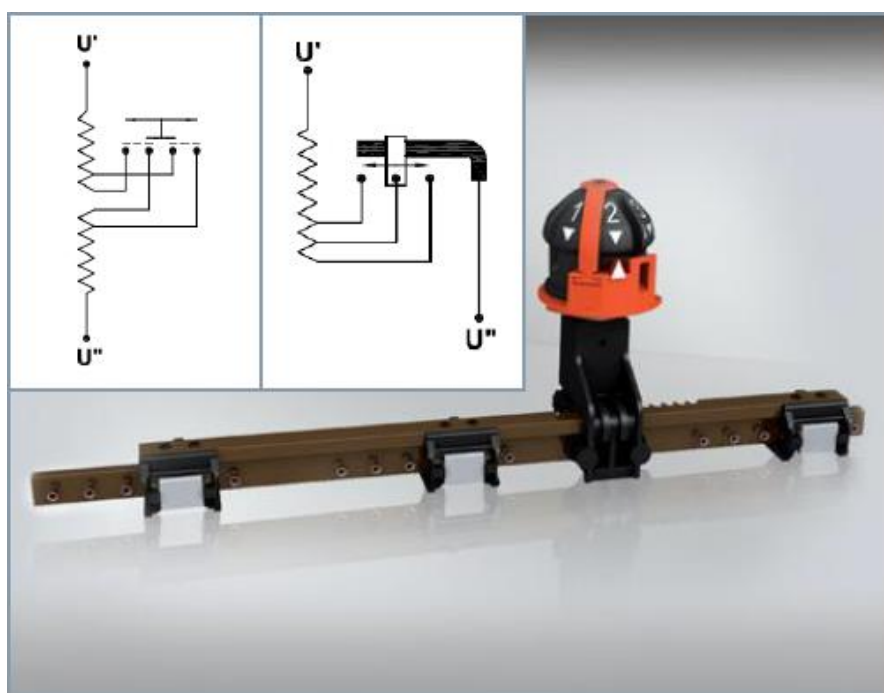
² Nagyfeszültségről közép-feszültségre átalakító

³ Közép-feszültségről kisfeszültségre átalakító

karbantartás közben elvégezhető műveletről van szó. Tipikusan a transzformátor üzembe helyezésekor beállítják a fokozatkapcsolót egy fix, az átlagos terhelési viszonyoknak megfelelő állásba, amellyel közel egész élettartama alatt működik.

Az üzem közben áttétel módosítás már jóval problémásabb, mivel igen nagy terhelőáramok folynak át a transzformátorokon. A megfelelő szigetelést csak úgy lehet megoldani, ha az átkapcsoló készüléket megfelelő nagyságúra méretezik, elkerülve ezzel az esetleges zárlatok kialakulását. A terhelés alatt működtethető szerkezet mérete körülbelül tízszerese a feszültségmentes állapotban kezelhető változatnak, éppen ezért mindig megfontolandó alkalmazásának gazdaságossága.

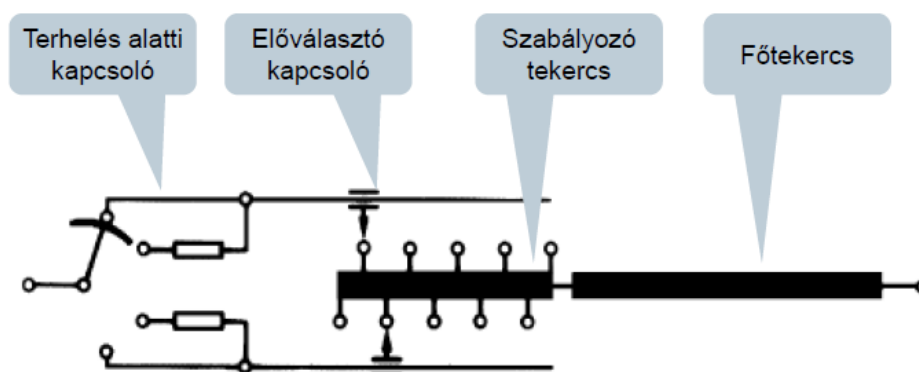
A terhelés alatti átkapcsolás célja a kiesés nélküli folyamatos áramellátás biztosítása anélkül, hogy túlfeszültség vagy feszültségletörés keletkezne a fogyasztói oldalon. Elméleti oldalról közelítve a problémát nagyon finoman be lehet állítani a két menetszám hányadosát, az állíthatóság gyakorlati határát a tekercs menetszáma szabja meg, ebből számítható az a legkisebb lépésköz, amennyivel változtatható az áttétel.



3. ábra: Feszültségmentes állapotban kezelhető átkapcsoló

Az áram kezdetben egy adott megcsapoláson keresztül folyik, majd átkapcsoláskor a szomszédos is bekerül a körbe. Szemléletesen a 4. ábrán először a felső, majd egy rövid ideig az alsó és a felső kontaktus egyszerre érintkezik. Utóbbi bekövetkezése azt jelenti, hogy megtörtént a művelet, azaz az áttétel módosítása, és megszüntethető az eredeti ágon folyó áram egy másik kapcsolóval.

Ez a módszer azonban felvet egy problémát. Az átkapcsolás folyamatának közepén ugyanis a két kivezetés rövidre záródik, ezáltal a tekercselés egy menete által alkotott hurokban nagy zárlati áram jön létre. A megoldást két korlátozó ellenállás beiktatása jelenti, melyek biztosítják, hogy ne alakulhasson ki akkora áram, amely a berendezés épségét és a fogyasztók szünetmentes áramellátását veszélyeztetné.



Restricted © Siemens AG 2013 All rights reserved.

4. ábra: A terhelés alatti áttétel-módosítás megoldása korlátozó ellenállásokkal

Elosztótranszformátorok terhelés alatti áttétel-módosítása

Jogosan merülhet fel a kérdés, hogy a KöF/KiF transzformátorokban miért van szükség az áttétel módosítására normál üzem közben?

A probléma gyökere az új fogyasztási szokások megjelenésében keresendő. Egyre inkább elterjedőben vannak az elektromos autók, melyek töltés közben egy háztartás normál fogyasztásához viszonyítva igen nagy áramot vesznek fel. Valószínűsíthető, hogyha az elektromos autókkal munkájukból egyszerre érkeznek haza az emberek, úgy közel azonos időpontban kezdődik meg az akkumulátorok töltése, ezért egy-egy transzformátorkörzetben hirtelen jelentős mértékben megugrik a teljesítmény-igény.

Emellett egyre több háztartási méretű erőművet is telepítenek, ezzel pedig az energiaáramlás nagysága mellett az iránya is sokkal nehezebben prognosztizálhatóvá válik. Korábban egy átlagos hétköznapi két fogyasztási csúcs volt megfigyelhető, egy reggel és egy este. Azonban már csupán a napelemek elterjedéséből kiindulva ez is teljesen átalakulni látszik. A rendszerbe betáplált teljesítmény, így a kialakuló feszültségviszonyok is közvetlenül ki van téve a környezeti tényezőknek, ahogy a felhők jönnek és mennek, úgy változik a rendszerben folyó áram nagysága és iránya.

A fent felvázolt esetben szabályozás nélkül a hálózati végpontokon (vagyis a fogyasztóknál) a feszültség nagymértékben ingadozhat, így csak komoly nehézségek árán lehet biztosítani a hálózat minden pontján a szabvány szerint előírt feszültséget. Mindez azonban elkerülhető és kompenzálható az elosztóhálózati transzformátorok áttételének szabályozásával.

A FITFormer REG transzformátor

Az egész egy német szabadalommal kezdődött, mely azzal foglalkozott, hogy a kisfeszültségű oldalon hogyan lehet terhelés alatt is változtatni az áttételt egy 21kV/420V-os áttételű KöF/KiF transzformátornál. A fejlesztést és a kivitelezést a Csepelen működő transzformátorgyár kapta meg.



5. ábra: A FITFormer REG transzformátor kívülről

A magyar-német koprodukció eredményeképpen az első prototípus néhány hónap alatt elkészült. A szabadalmaztatott elrendezés lényege, hogy a nagyáramú sínezés az olajtér felső részében van elvezetve egy speciális átvezető csoporthoz. Alatta helyezkedik el a szabályozó egység a kontaktorokkal.

Az 1.1-es verzió szabályzó egységének részei:

1. Bypass ellenállások
2. Vákuumkontaktor
3. Túlfeszültségvédelem
4. Csatoló relék
5. Kismegszakítók
6. Hibajel feldolgozó
7. Csatlakozás külső áramváltókhoz
8. Teszt kapcsoló
9. Kontroller (S7-300 PLC)
10. Kommunikációs processzor
11. Galvanikus hálózati leválasztás

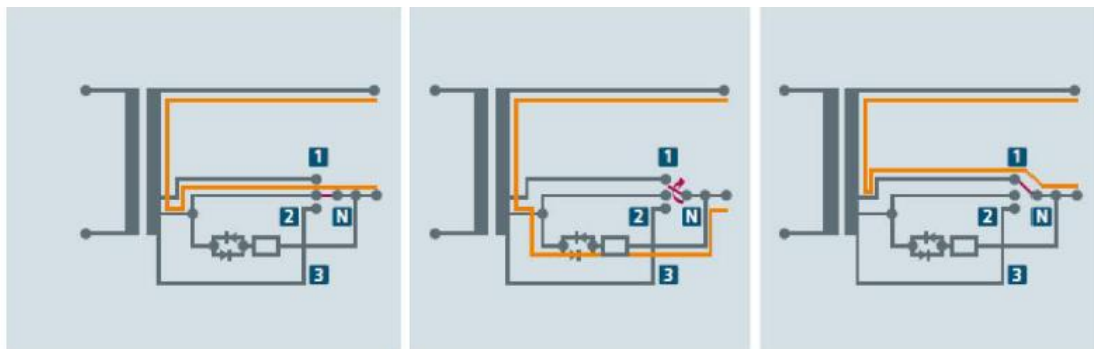


6. ábra: A szabályzó doboz belülről

A szabályzó egység a fejlesztés során sokat változott. A mérnökök a vezérlő egységet különálló külső dobozba helyezték, azért hogy az esetleges karbantartási munkák (pl. szoftverfrissítés, logikai és kommunikációs egységek korszerűbbre cserélése, esetleges javítások) könnyen hozzáférhető módon elvégezhetőek legyenek. A transzformátorral egybeépülő rész csak hosszú élettartamú elektromechanikai elemeket (kontaktorok, relék) tartalmaz, melyek élettartama a transzformátor várható élettartamának megfelelő. A transzformátort úgy tervezték, hogy akkor is hatékonyan tudjon működni, ha nincs megfelelő kommunikációs rendszer kialakítva a hálózatban, például ha nem látják el információval a szabályzó egységet a végpontokon mérhető feszültségek nagyságát illetően. A transzformátor éppen ezért képes a saját feszültségei megmérésére, és ezek alapján alacsony vagy magas szekunder feszültség esetén önállóan is döntést tud hozni az áttétel szabályozásáról.

Az átkapcsolás folyamatának lépései (az 1.0-s verzióban):

1. Kapcsoló a 2-es állásban – folyamatos üzem
2. Parancs: „Kapcsolj az 1-es állásba” (csökkentsd a feszültséget)
3. A tirisztorok begyűjtanak („Bypass”)
4. A mechanikus kapcsoló átvált a 2-esből az 1-esbe
5. A tirisztorok kikapcsolnak
6. Kapcsoló az 1-es állásban – folyamatos üzem



7. ábra: Az átkapcsolás folyamata tirisztorok segítségével

A 2.0 jelenleg a legfrissebb verziója a FITFormer REG-nek. Ez már egy majdnem piackész termék, napjainkban zajlik a partnerek keresése, valamint a próbaüzem. Egy ilyen berendezést, amely újszerűsége miatt számos ponton túlmutat a transzformátor szabvány szabta követelményeken, rengeteg kritériumnak megfelelően mérni és tesztelni kell.

Konklúzió

Mint a FITFormer REG fejlesztésének részese, Hipszki Gyula kitért a fejlesztési munka kihívásaira is, avagy „Mitől nem alszik a fejlesztőmérnök?”

Egy hasonló projektben való aktív részvétel rendkívül felelősségteljes tevékenység, melyet szigorú szabályok szerint dokumentálni kell. Bár egy-egy problémán el lehet hosszasan is töprengeni, lehet heteken át elemezni, és jobbnál jobb megoldásokat keresni rá, azonban minden fejlesztésnek véges költségvetése és fix határidői vannak. Mindez azt eredményezi, hogy a legjobb ötletre éjszaka jut idő, megválaszolva ezzel a fenti kérdést.

A villamosenergia-átviteli hálózatok fejlesztésének egyik lehetséges forгатókönyve tartalmazza a terhelés alatt változtatható áttételű KöF/KiF transzformátorok alkalmazását. Hogy a Siemens jelenlegi megoldása lesz-e a befutó termék, azt előre nem lehet megjósolni. Az azonban biztos, hogy a fejlesztés közben született rengeteg új és kreatív ötlet ugródeszkát jelenthet további fejlesztésekhez és végső soron az egyre jobb mérnöki alkotások megvalósulásához.

Pintér László

Az Energetikai Szakkollégium tagja

