XIV. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2009. március 26-27.

ÚJFAJTA ZÁRLATKORLÁTOZÁSI TECHNIKÁK

Nagy Tamás

Abstract:

The paper presents the methods discarding the disadvantages of air-core choke coil used on the medium voltage cable network of the Hungarian transmission system with the help of power electronics.

It also introduces the construction, the operation, and the efficiency of the antiparallel thyristor-shunted fault current limiter and the thyristor controlled series resonant based fault current limiter. To the results of the comparison it can be declared that, the anti-parallel thyristor shunted fault current limiter give the better choice, because of its feasibility and simplicity.

Key words:

air-core choke coil, antiparallel thyristor shunted FCL, series resonant FCL

Összefoglalás:

A cikk a magyar villamosenergia-rendszer középfeszültségű kábelhálózatain alkalmazott légmagos zárlatkorlátozó fojtótekercs hátrányait a teljesítményelektronika segítségével kiküszöbölő megoldásokat ismerteti.

Bemutatja az anti parallel tirisztor párral söntölt soros zárlati áram korlátozó tekercs, valamint a soros rezonancián alapuló zárlati áram korlátozó felépítését, működését és hatásosságát. Az összehasonlítás alapján kijelenthető, hogy az antiparallel tirisztorral söntölt soros zárlati áramkorlátozó nyújtja a legjobb megoldást, egyszerűsége és kivitelezhetősége miatt.

Kulcsszavak:

zárlatkorlátozó fojtó, tirisztoros fojtó, soros rezonancián alapuló zárlati áram korlátozó

1. Bevezetés

A zárlatok okozta feszültségletörések ellen, valamint a zárlati áram korlátozására a leágazásba zárlatkorlátozó fojtót telepítenek. Ezek előnye a kábelhálózat védelme, a zárlati áram maximumának limitálásával.

A zárlati teljesítmények növekedése a már régen kiépített kábelhálózatok üzemeltetése szempontjából komoly üzembiztonsági kérdéseket vetnek fel. Ez adja aktualitását az ilyen hálózatok zárlatkorlátozási technikájának fokozott fejlesztésére, amely a műszaki mellett fokozott gazdaságossági kérdés is.

Normál, üzemviszonyok között a fojtó az átvitel szempontjából veszteséget jelent, mivel plusz impedanciaként jelentkezik. A teljesítményelektronika fejlődésével lehetővé vált a zárlatkorlátozási megoldások fizikai működésének finomítása. Ilyen például a soros fojtó, koráb-

ban említett üzemi hátrányainak kiküszöbölési lehetősége az előnyök megtartása mellett.

A teljesítményelektronikát alkalmazó korlátozók alkalmasak fél zárlati áramperióduson belüli korlátozásra, és a gyújtósín feszültség adott, előírt érték felett tartására. Vizsgálataink során az EMTP-ATP szimulációs szoftverrel vizsgáltuk a jellemző időfüggvényeket.

2. Antiparallel tirisztorral söntölt soros zárlati áramkorlátozó tekercs

Ezen korlátozó típus esetében a hagyományosan alkalmazott fojtót antiparallel tirisztor párral söntöltjük.(1. ábra)

1. ábra Anti parallel tirisztorpárral söntölt zárlati áram korlátozó

Normál üzemviszonyok között a tirisztorok vezetik az üzemi áramot. Zárlat esetén a gyújtásvezérlő a tirisztorok gyújtójelét elveszi. A tirisztorok ez után a következő áram nulla átmenetig vezetnek. Az áram nulla átmenet után a fojtó söntölése megszűnik és a zárlati áram korlátozódik. A korlátozás hatásossága jól látszik a 2. ábra. (Az első áramcsúcs 23 kA-es, a következő, már korlátozott áramcsúcs 9,5 kA.)

2. ábra A korlátozó működése 3F zárlat esetén

A tirisztorok folyamatos áramvezetéséhez szükség van a gyújtójel biztosítására. A zárlat bekövetkeztekor lehető leghamarabb el kell venni a tirisztorok gyújtójelét. Ezen feladatot a készített modellben egy szűrővel kombinált meredekség érzékelő látja el. Az egység egy előre definiált maximális áramértékkel és egy előre definiált határmeredekséggel hasonlítja össze a szűrt áram pillanatértékét és meredekségét. Amennyiben zárlat van, a gyújtójelet elveszi az egység.

Normál üzem közben a tirisztorok a névleges áramot folyamatosan vezetik, ezen kívül első zárlati csúcs okozta terhelést is el kell viselniük, amit a tervezésnél figyelembe kell venni. Ezen terhelést az $\int i_{z\text{eff}}^2 \cdot dt$ segítségével vehetjük figyelembe a megfelelő tirisztor, kiválasztása során.

A tirisztorokon üzem közben fellépő, kommutációból, illetve a tirisztorok sorba kapcsolása esetén az egyenlőtlen potenciál eloszlásból eredő túlfeszültségek kezelésével is foglalkozni kell. Az előbbi ellen a tirisztorral párhuzamosan kapcsolt R-C taggal, míg a másik ellen a tirisztorokkal párhuzamosan, de egymással sorba kapcsolt ellenállásokkal védekezhetünk. A kommutációból eredő túlfeszültségek ellen védő R-C tagot az (1. ábraán) is megfigyelhetjük.

3. Tirisztorral vezérelt, soros rezonancián alapuló zárlati áramkorlátozó

A zárlatok okozta feszültség letörések csökkentésének, további eszköze lehet a soros rezonancia elvén működő zárlati áramkorlátozó (3. ábra). Normál üzem közben az 50 Hz-re hangolt soros rezgőkör közel veszteségmentes átvitelt biztosít, míg zárlat esetén a kondenzátor söntölésével visszamaradó impedancia korlátozza a zárlati áramot és állítja be a gyújtósín zárlat alatti minimális feszültségét. A korlátozás gyorsaságát csak a gyújtásvezérlő működése határozza meg, így akár fél perióduson belül is korlátozhatjuk a zárlati áramot (4. ábra). Az induktivitás értékének meghatározásával állítjuk be a zárlati áram állandósult értékét, valamint a gyújtósín feszültségének minimumát. Ezen induktivitáshoz kell a kondenzátort úgy megválasztani, hogy teljesüljön a rezonancia feltétele az 50 Hz-es névleges frekvencián.

A kondenzátor söntölését a kapcsian eső feszültség nulla átmenetének közelében célszerű elvégezni, a kikapcsolási áramtranziens minimalizálása végett. A tranziens csökkentése miatt a kondenzátorral sorba kell kapcsolni egy R-L tagot, mely minimális mértékben ugyan, de elhangolja a soros rezgőkört.

3. ábra A soros rezonancián alapuló korlátozó

A tirisztorok gyújtását egy szűrővel kombinált meredekség, valamint feszültségkülönbség érzékelővel kombinált gyújtásvezérlő látja el, mely a figyelt időfüggvények szűrését és az áram meredekség érzékelést a korábbiakban ismertetett módon végzi. Az érzékelő figyel a kondenzátoron eső feszültség

időfüggvényét. Abban az esetben, amikor a feszültség időfüggvénye a nulla átment egy előre definiált környezetébe esik és az egység zárlatot érzékel, jelenik meg a gyújtójel a kimeneten. A tirisztoroknak a korlátozott zárlati áramot a megszakítók működéséig folyamatosan vezetniük kell, amit a méretezésnél figyelembe kell venni.

4. ábra A korlátozott áram időfüggvénye és a DC komponens lecsengése

Összefoglalás

A félvezető technikán alapuló korlátozók nagy előnye korlátozásuk gyorsaságában rejlik. A rezonancián alapuló korlátozók, bonyolultságuk és drága kivitelezhetőségük miatt szorulnak háttérbe az antiparallel tirisztoros fojtóval szemben. Így a hagyományos fojtó hátrányait kiküszöbölő legígéretesebb és legkönnyebben megvalósítható korlátozó az antiparallel tirisztoros fojtó.

A szimulációk szerint az ideális zárlatkorlátozó két legfontosabb tulajdonságát, a gyors korlátozást és a normál üzem közbeni veszteségmentes átvitelt mindkét korlátozóval jó közelítéssel teljesíteni tudtuk.

Irodalomjegyzék:

- [1] Dr. Dán András, Dr. Tersztyánszky Tibor, Dr. Varjú György: *Villamosenergia Minőség*
- [2] Csáki-Ganszky-Ipsits-Marti: *Teljesítményelektronika*
- [3] K. Heumann-A.C.Stumpe: *Tirisztor-technika*
- [4] Dr. Geszty P. Ottó: *Villamosenergia-rendszerek I-II-III*
- [5] Huszthy Péter: *Légmagos zárlatkorlátozó fojtótekercecsek méretezése*
- [6] Designs syntheses of Resonant Fault Current Limiter for Voltage Sag Migration and Current Limitation C.S Chang

Nagy Tamás (hallgató)

BME Villamosmérnöki és Informatikai Kar Villamos Energetika Tanszék
H-7635, Pécs, Csontos Gyula u.20.
Tel: +36 30 244 4457
E-mail: nagy_tamas@t-email.hu

Lektor: Dr. Dán András (BME VET)