

Seri Kondansatörleri İhtiva Eden Enerji Nakil Sistemlerinin Stabilitesi Hakkında

Ord. Prof. Cabir Hamdi SEPEN
Dr. Müh.-İ.T.Ü.

ÖZET:

StabiUte şartları göz önüne alınarak enerji nakil sistemlerinde kabili nakil limit takati artırma çarelerinden bin, hattın reaktansını sen kondansatörlerle kısmen kompanse etmekdir

Sistemde vdkı olacak kısa devre arızalan neticesinde, kondansatörlerin uçlarında gerilim muayyen haddi aştığı taktirde, muhafaza eklatörü tutuşarak kondansatörü kısa devre eder. Ayrıca şönlünen eklatörde deztyonizasyon bir zamana ihtiyaç gösterdiği

Alternatif akımla enerji nakleden bir sistemin taşıyabileceği takat, belirli şartlar altında, muayyen hadleri aşamaz.

Devamlı işlemede teorik limit takat, hat sonundaki V gerilimle, hat başındaki aletnatörün veya hattı besleyen santraldeki alternatörlerin eşdeğerinin elektromotor kuvveti E arasındaki faz farkının 90 derece kadar oluşuna tekabül eder; burada alternatörlerin çıkık kutupluluk tesirinin ihmal edilebildiğini kabul ediyoruz. Statik stabilite limiti tâbir olunan bu gücün nakli, hususi tedbirler alınmadan, mümkün olmadığı gibi, kabili kabul bir kararlılık noktasından da, bu güc değerinden hayli düşük takatlerin nakli ile iktifa edilmek icab eder.

Pratikde, umumiyetle, bir nakil sisteminin taşıyabileceği azami güc, arıza halinde işleme şartları göz önüne alınarak tesbit olunmak mecburiyeti vardır. Başka türlü ifade etmek istenilirse, bir alternatif akımla enerji nakil sisteminin, elektrik enerjisini taşıma bakımından, devamlı kalabilmesi şartı, taşınan takati tahdit eder.

Muayyen bir cins arıza, meselâ bir faz ile toprak arasında vaki olabilecek bir kısa devre, hattın muayyen bir yerinde olur, ve bilinen şartlar (açma zamanı ve şekli.) dahilinde bertaraf edilirse, sistemin bu sayılan muayyen şartlar dahilinde, arıza bertaraf edildikten sonra kararlı kalabilmesi için, taşınan takatin muayyen bir limit değeri vardır. Bu limit değerin üstünde yüklendiği takdirde, yukarda göz önüne alınan arıza ve bertaraf edilme şartları altında, sistem senkronizmadan çıkabilir ve enerji nakli durur.

Transient stabilite limiti tâbir olunan bu limit takat, arızanın cinsine, vaki olduğu yere ve anza-

için, kondansatör ânzanın akabinde, kısa devre arızasının cinsine ve yerine göre bir, iki veya üç faz üzerinde kısa devre olmakta ve bir müddet devreden çıkmaktadır.

Bu sebepten, transient stabilite etüdülennde, bahsolunan işleme şartlarına tekabül eden moment - açıkarakteristiklerinin göz önüne alınması icab eder

Misal olarak, evsafı verilen bir sistemde muhtelif şartlara tekabül eden karakteristikler verilmiştir

nın bertaraf ediliş şekline bağlıdır. Umumiyetle, işletmede en büyük ihtimal ile, en fena şartlar dahilinde vuku bulacak arızalar göz önüne alınarak tesbit edilmelidir.

Bu limit takate ve muayyen bir reaktif güc dağılımına, senkron makinaların elektromotor kuvvetleriyle, hat başında ve sonundaki gerilimler arasında muayyen faz farkları tekabül eder.

Stabilite şartının tahdit ettiği bu faz farkları değişmeden, taşınan limit takatin artırılması çarelerinden biri, sistemin geçiş empedansının azaltılmasıdır. Bu da, hat reaktansının seri kondansatörler ile kısmen kompensasyonu ile yapılabilir.

Seri kondansatörler, büyük çapta enerji nakil sistemlerinde, evvelâ 200 kV. (ref. 1) sonra 380-400 kV. (ref. 2) hatlar üzerinde, halen müteaddit sistemlerde işletilmektedir.

Burada, seri kondansatörlerin, hat üzerinde vaki olacak arızalar esnasında, göz önüne alınması icab eden hususiyetlerine temas edilecektir.

Malûm olduğu üzere, bir kondansatörün veya kondansatör grubunun tayin olunacak birinci karakteristiği, dayanabileceği azamî akım ve dolayısıyla uçlarındaki azamî gerilimdir. Kondansatörün fiyatı bu gerilimin karesile orantılıdır (ref. 3).

Uçlarında gerilimin değeri, bahsolunan maksimum gerilimin üstüne çıkarsa, kondansatörü muhafaza eden eklatör tutuşarak kondansatörü kısa devre eder. Bazı tertiplerde eklatör pnömatik (ref. 4) veya manyetik üflemlerle, kendinden sönen tip-

tendir. Bunlarda, arızanın devamı esnasında ber yarım peryotta bir tutuşma ve deşarj olacağından, kondansatör, aynı zamanda eklatör de, zorlanmaktadır. Nisbeten daha basit bir tipde, arıza halinde eklatör tutuşduktan sonra, bir anahtar tarafından şöntlenir. Bu anahtar, eklatörün deziyonizasyonu müddetince, akım nominal değere inene kadar kapalı kalmaktadır. Manyetik üfleme eklatörlerinde de bu şöntleme tertibi bulunabilir (ref. 2). Eklatörün bu şöntlenmesi, nisbeten uzun zaman sürebilir. Bir tipde, eklatörün dayanabileceği gerilim, tutuşma geriliminin % 70 ine, tutuşup şöntlendikten sonra ancak 0,2 saniye sonra erişebilmektedir (ref. 2).

Seri kondansatör bataryasının dayanabileceği azami gerilim nominal işleme değerinin 3 ilâ 4 misli kadardır. Bir tesis için verilen adetlere göre, eklatörün tutuşma gerilimi nominalin 3,5 mislinden yüksek, fakat 3,7 mislinden aşağı olması şart koşulmuştur (ref. 2). Diğer bir tesiste aynı adetler 3-3,3 dür (ref. 3).

Hat üzerinde arıza halinde, seri kondansatörün, gerek eklatörün tutuşmasıyla gerekse, varsa, şöntaj anahtarile, kısa devre edilmesile devreden çıktığı müddetçe devre harici kaldığı hususu stabilite etüdlerinde göz önünde tutulması icab eder (ref. 5).

Neşredilmiş bazı adetleri (ref. 6) tahkik için, İTÜ Elektrik fakültesi Enerji-nakli laboratuvarındaki Analizör üzerinde yapılmış bir etüdde elde olunan neticeler, seri kondansatörün devre harici kalmasının, moment-açı karakteristiklerinin şekli üzerinde nasıl tesir ettiğini göstermektedir.

İncelenen sistemin karakteristikleri:

Gerilim: 400 kV.

Hat uzunluğu : 500 km. 2 devre paralel.

Taşınan takat: 1400 MW. (hat başına 700 MW)

Seri kondansatörlerle kompensasyon derecesi: %40.

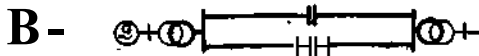
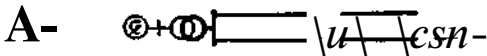
Nakiller : 3 lü demet 3 X 583 mm² ACSR

Empedans : km. başına 0,020 + j0.294 ohm.

Suseptans : km. başına 3,88 x 10⁻⁶ S.

Hattı besleyen santraldaki generatörlerin direkt senkron reaktansları 0,80 b; transient reaktansları 0.20 b. alınmıştır. Transformatörlerin reaktansları 0.10 b. dir.

Paralel iki devre (şekil 1) de görüldüğü gibi, iki- türlü tesis olunabilir.



şekil 1.

Stabilite bakımından daha münasib olan A şeklinde hatlar tamamen yan yana tesis edilmese dahi,

hatlar başta, sonda ve ortada seri kondansatörün civarında birbirine nisbeten yakın olacağından, iki hat da bu kısımlarda, arızaya sebebiyet verecek meselâ atmosferik tesirlere aynı zamanda maruz kalır.

B şeklinde ise hatlar bir birlerinden tamamen farklı yollar takıp edebileceğinden, arızaya sebep olacak tesirlere aynı zamanda maruz kalma ihtimali azalır. İşletme emniyeti bakımından tercih olunacak bu tertibde, arıza halinde bir hattın tamamen açılması neticesi, transfer empodans artışı, birinci A şekline göre daha büyük olması mahzuru vardır.

Şekil 2 de, her iki türlü tertib için, muhtelif hallerde tekabül eden moment - açı karakteristikleri verilmiştir.

Seri kondansatörün dayanabileceği azami gerilim normalin 3,7 misli olarak, ayrıca transient aşırı gerilim faktörü olarak da 2,5 kabul olunursa (ref. 3) tek faz ile toprak kısa devre arızasının hat boyunca yerine göre, seri kondansatör bir veya iki faz devresinden çıkmaktadır. Pratikte işletme tecrübeleri 400 kV. gibi çok yüksek gerilimli hatlar üzerinde arızaların hemen hepsinin tek faz-toprak kısa devresi şeklinde olduğunu gösterdiği için, arıza cinsi olarak tek faz-toprak arızası kabul olunmuştur (ref. 7).

Seri kondansatörün bir veya iki faz üzerinde kısa devre olmasıyla meydana gelen muvazenesizlik analizör üzerinde kolayca gösterildiği için tekabül eden karakteristikler çıkarılmıştır. Ayrıca, hat başında bir faz-toprak kısa devresi arızasının devamı esnasında, ve seri kondansatörün iki faz üzerinde kısa devre edilmiş olması haline tekabül eden karakteristik de gösterilmiştir.

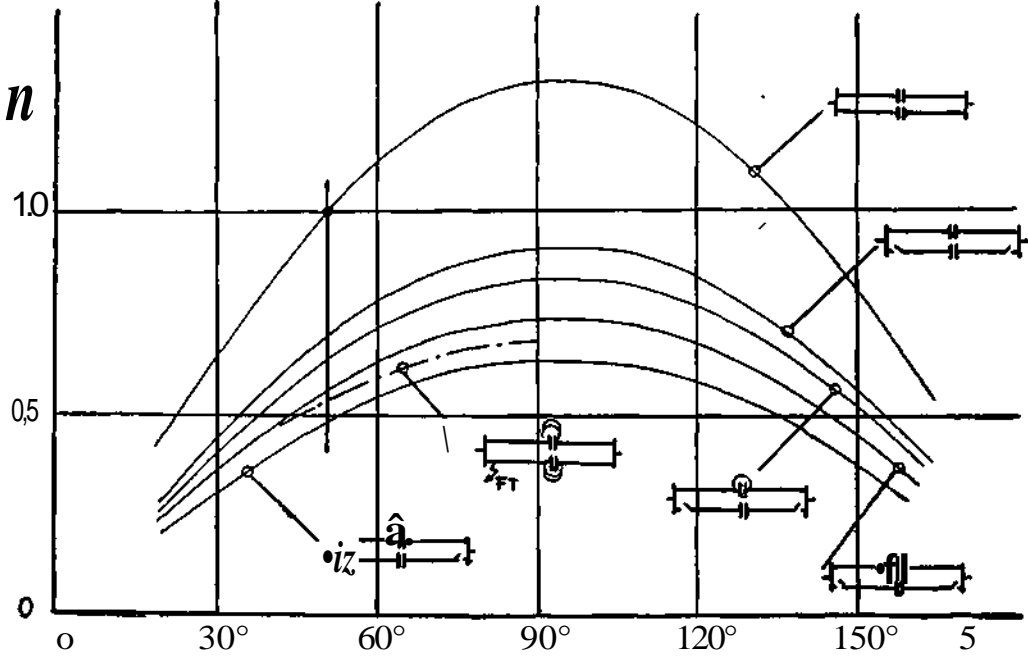
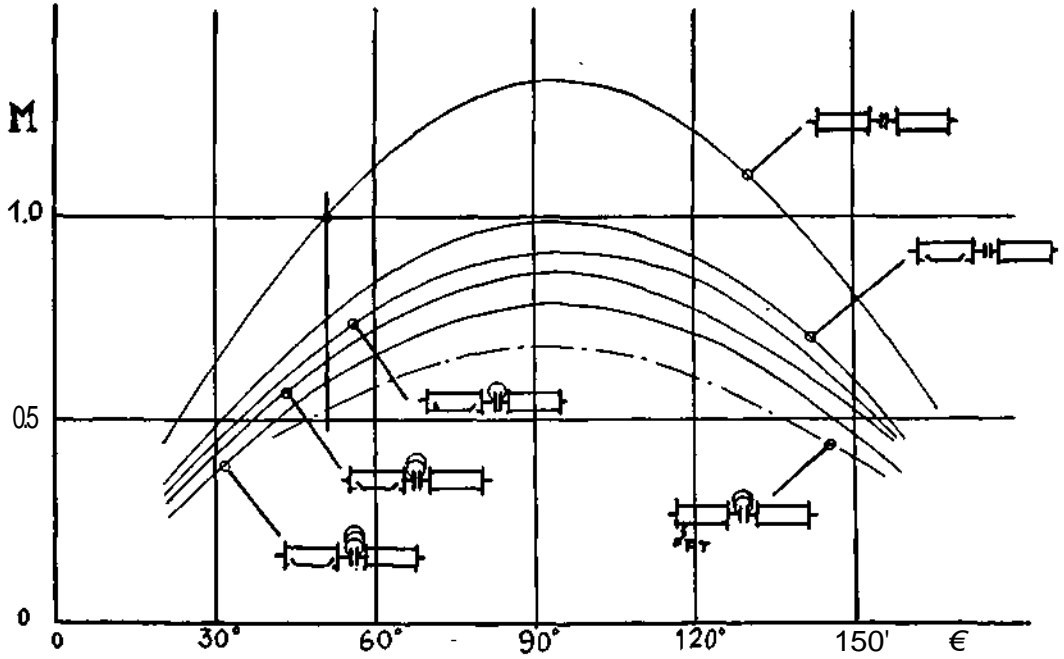
Transient stabilite etüdüleri bu nevi karakteristikler göz önüne alınarak yapılmalıdır.

Not: Şekil 2 deki karakteristiklere göre, generatörlerin inersi sabiti 2,5 s olmak, hat başında vaki olacak bir faz toprak arızası 0,10 saniye açma zamanı ve 0,25 saniye sonra da kapama ile, bahis konusu tesiste 2 x 700 MW. takat taşımının, transient stabilite bakımından mümkün olmadığı çıkmaktadır.

1962 CIGRE toplantısında, bir münasebetle bu husus kendisine hatırlatılan yazarlardan biri, filhakika bu evsafda bir tesiste yükün hat başına 600 MW. kadar bulunduğunu, umumi heyette cevaben tavzih etmiştir.

REFERANS :

- 1 — CIGRE 1950 — rapor 332
- 2 — » 1954 — » 322
- 3 — » 1956 — » 317
- 4 — » 1952 — » 311
- 5 — H. Zimmermann, Relhenkondensatoren für Höchstspannungsnetze, AEG -Mittellungen, August-September 1958.
- 6 — CIGRE 1960 — rapor 324.
- 7 — P. Cahen, A. Dejoui, M. Magnien, L'aménagement du réseau français à 880 kilovolts. Revue Générale de l'Electricité. Janvier 1959.



tsaretler;

-I- Kondansatör bir faz «zerinde kısa devre

iki " " " "

T» " ÜÇ » " » M

J TT BİR faz ile toprak arasında kısa devre

Şekil : 2.