

TRİSTÖR KONTROLLÜ STATİK KOMPANZATÖRLER

Yazanlar : H.L.THANAVVALA
V.V.O.KELHAM
A.M.CRAWSHAW, General Electric
Company

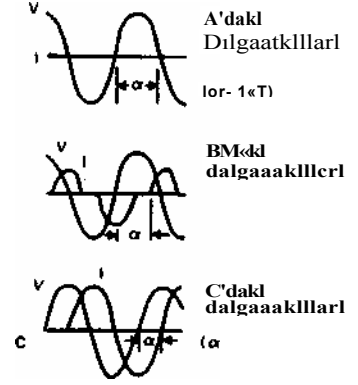
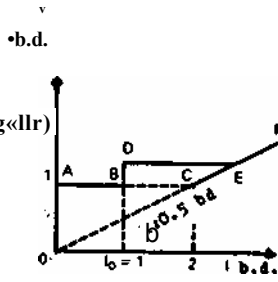
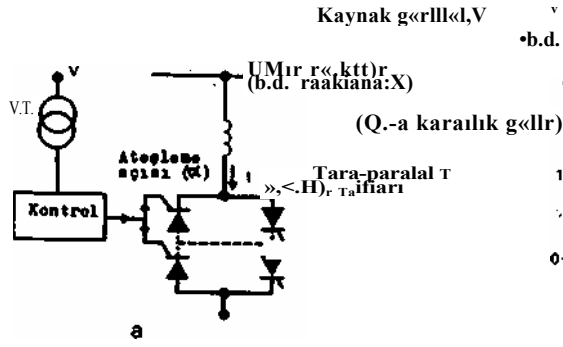
Çeviren : Bülent OTUZ, Elek.Müh.

ÖZET: Reaktif güç kompanzasyonu ve AA iletim sistemlerinde gerilim kontrolü için değişken statik donanımı, iki değişik bileşenden biri kullanılarak elde edilir: doymuş reaktörler (DR), veya tristör-kontrolü reaktörler (TKR). Bu makalede, statik şönt kompanzasyon dizgesinin her iki türünün de toplam maliyeti ile performansını geliştirmeyi amaçlayan yeni gelişmeler anlatılmıştır.

Bir TKR dizgesinde düşük-yüzdellikli reaktans değerleri kullanma avantajı, düşük maliyet, yüksek aşırı yük kapasitesi ile yük ve gerilim değişimlerine süratle tepki göstermesine göre düşünülmüştür. Artan harmonik bozunumları ile uğraşma ve trafo kaçak reaktansım kullanma yöntemleri anlatılmıştır. Bir takım "harici" tristör kontrolü ile harmonik kompanzasyonlu doymuş reaktörlerin 'doğal' çalışmaları ile tristör-kontrolü doymuş reaktörlerin (TKDR) pratik tasarım avantajlarını birleştirme olanakları tartışılmıştır.

SUMMARY: Variable static equipment for reactive power compensation and voltage control in a.c. transmission systems is now well established using one of the two alternative key components: saturated reactors (SR), or thyristor-controlled reactors (TCR). This paper reports some recent developments aimed at improving the performance and overall cost of both types of static shunt compensation scheme.

The advantages of using low-percentage reactance values in a TCR scheme are considered with respect to lower costs, higher overload capabilities and improved speed of response to changes in loads and voltages. Methods of dealing with the increased harmonic distortions and of employing transformer leakage reactance are described. Several possibilities are discussed of combining the advantages of some form of 'external' thyristor control with the 'inherent' action of the well-proven harmonic-compensated saturated reactor, and the performance of a practical design of thyristor-controlled saturated reactor (TCSR) is presented.



1 a, Düşük reaktanslı TKR devresi, *, 5650 reaktanslı TKR karakteristiği c, tipik dalgasekiileri.

DÜŞÜK REAKTANSLI, TRİSTÖR-KONTROLLU LİNEER REAKTÖR

İlkeler

Bir TKR'ün reaktif güç çekişindeki değişiklik, ateşleme açısını (a) ve böylece tristörlerin iletim süresini değiştirilerek elde edilir. TKR'ün süreksiz akım dalga şekli, Şekil 1'de gösterildiği gibi temel ve harmonik frekans bileşenlerinden oluşur, fakat belirli bir kaynak geriliminde (V) reaktif güç çekişi için yalnızca, sıfırdan kısmi iletime ve oradan da maksimuma kadar değişen temel frekans bileşeni kullanılır.

örneğin 0.5 bd akımda, kaynaktan (1 bd gerilimde) çekilen reaktif güç 0.5 bd'dir, fakat reaktör empedansının kendisindeki I^2X çekişi yalnızca 0.25X bd ve reaktör üzerindeki temel frekans bileşeni 0.5X bd'dir. Geriye kalan 1-0.5X (yani X:1 bd için 0.5 bd) gerilimi iletimin olmadığı sürede tristör valfı taşır ve böylece geriye kalan 0.25 bd (yani 0.5-0.25X) reaktif gücü valf çeker.

Yukarıdaki analizinde gösterdiği gibi, reaktör tüm v^2 reaktif gücü (—) sadece tam iletim sürecinde çeker,

kısmi iletimde toplam reaktif gücün bir kısmını valf, kalanı da reaktör çeker. Böylece reaktör empedansını X, 1 bd'den küçük (yani 0.5 veya 0.25 bd) tasarımıyla, valfın yükün anma C'inde bile gerilim taşımasını sağlamak olasıdır. Bu durumda reaktör akımı I anma değerinde bile tristörlerin kontrolü altındadır ve reaktörlerin güç oranı $I|X = X$ bd'dir. Düşük değerlerde reaktans kullanarak reaktör oranı, kayıplar ve maliyet önemli ölçüde azaltılır.

Karakteristikler ve Aşırıyük Koşulları

Şekil 1b'de normal sahası A-B olan fakat B noktasın-

da tristörlerin tamamen ilemediği kompanzator karakteristiği (X, 1 bd'den küçük alınarak) gösterilmiştir. C'de tam iletim akımı, 1 bd anma akımından daha yüksektir. İletim sisteminin çalışması için, kompanzator aşırıyük bölgesi B-C'de gerilim kontrolü gerektirse, B'de bir akım sınırlaması yapılabilir ve kontrol B-D üzerine alınır.

Valflar kısa süreli aşırıakım taşıma yeteneğine sahipse kompanzator, sistem geriliminde önemli artışlara izin vermeyecek şekilde örneğin, BCE bölgesinde birkaç saniye için 2 bd akıma kadar aşırıyük kapasitesi ile tasarlanabilir. Küçük reaktans kullanmaksızın böyle aşırıakımlar sadece gerilimle doğrudan orantılı bir artışla çekilebilir fakat sabit gerilimde çekilemez. Bu yetenek iletim sisteminde dinamik aşırıgerilim sınırlaması için önemli bir ek kazanç sağlar ve sadece valf fiyatlarında biraz fazlalık getirir çünkü tipik reaktörler ve diğer kompanzator bileşenleri, kısa süreler için 2 ile 4 bd kadar akımları taşıyabilirler.

Valf Koruma Şekilleri

X reaktansı ile ters orantılı olan, büyük geçici arıza akımlarının neden olduğu tristör arızalarından korunmak için valfin, koruyucu valf kontrolü veya kesici görevini yapana kadar böyle büyük akımlara birkaç çevrim için dayanması gereklidir. Bu düzenek ek tristör masrafları getirmeyebilir. Buna karşılık tasarımlar, koruyucu ateşleme için tristörlerin tam iletimine izin vermelidirler (Şekil 1b'de D'den EF bölgesine). Bu tür koruma, bitişme noktası ısı maksimum ileri kesme seviyesinin üzerine çıktığında tristörlerin üzerinde gerilim düşümüne engel olmak için genellikle arıza durumlarında sıkça kullanılır. Valf oluştururken 'düz' ve 'ters' tristörleri paralellemek karşılıklı korunmaları yönünden kazançlıdır.

Bazı valf tasarımlarında herbir tristörü aşırıgerilimden korumak ve tetiklemek için özel diyotlar veya başka araçlar kullanılır. Bu araçlar bazen büyük kesintili akım döngüleri oluşturur, böylece herbir tristörü ve tüm valfı aşırı akım/aşırıgerilimden korumak için diyotların koordinasyonlu çalışması gerekir aksi takdirde tristörün geçici akım kapasitesi, reaktansın izin verilebilir en küçük değerini sınırlayabilir veya diyot işlevini olanaksız kılabilir.

Harmonikler

Azaltılmış reaktans, klasik 1 bd reaktanslı TKR tasarım değerleri ile kıyaslandığında, daha fazla harmonik bileşenler içerir. Kompanzator oranının bd'inde maksimum n'inci harmonik akımı yaklaşık olarak $\frac{1}{n^2 X}$

ile verilir. Gerekirse $\frac{1}{X}$ defa daha fazla harmonik

akımların etkisi, daha etkili süzgeçler veya 12-vurumlu TKR tasarımı ile azaltılabilir.

Trafo Kaçak Reaktansı Kullanma

Küçük reaktans değerleri kullanmanın bir şekli, gereken toplam reaktansın tamamı veya büyük bir kısmı olarak klasik indirici trafonun kaçak reaktansını kullanmaktır. Böylece tasarım seçimi X:0,25 bd ise, 0,25 bd reaktanslı normal bir trafo kullanılır ve başka lineer reaktöre gerek kalmadan bir tristör-kontrollü trafo (TKT) düzeneği ortaya çıkar. Trafo, bazı düzeneklerde kullanılan yüksek (%100) empedanslı reaktör-trafolarındaki gibi özel tasarım şekillerini gerektirmez. Çok yüksek oranlı valflar için, valf anahtarlamasının neden olduğu kaçınılmaz yüksek-frekans girişimlerini ortadan kaldırmak için, seçilen trafo reaktansı harici lineer reaktörler gerektirmese bile, her valfla seri bağlantılı küçük söndürüm reaktörleri gerektirebilir.

İndirici trafonun gerilim oranını seçme özgürlüğü, en iyi tristör valf akım ve gerilim oranları seçimine izin verir ve bazı durumlarda daha basit, küçük-gerilimli valf tasarımlarını olanaklı kılar.

Tepki Sürati

Belirli bir yarım çevrimde kaynak geriliminde ani bir değişim için, küçük reaktanslı TKR. (örneğin 0.2 bd), yarım çevrim süresince akım ilettiği halde büyük bir akım değişimi ile tepki gösterir ve böylece tepki sürati geliştirilmiş olur. Azaltılmış reaktans tasarımı, TKR'ü doymuş reaktörün 'güç-elektronikliği eşdeğeri' yapar. Gavrilovic ve diğerleri^{1 J)} tarafından yapılan la-

boratuvar testleri ani gerilim değişimlerine, eğim reaktansı 0.15 ile 0.25 bd (indirici trafonun reaktansını da dikkate alarak) olan doymuş reaktöre benzer biçimde çok çabuk tepki gösterdiğini kanıtlamıştır. Tepki süratindeki artışın asıl nedeni, 'küçük-reaktans' tasarımlarında endüktansta depolanan enerjinin, tipik doymuş reaktördeki kadar küçük olmasındandır.

Küçük-reaktanslı TKR'ün ateşleme açısı yapay olarak sabit tutulsa bile herbir sonraki çevrimde süratli tepki elde edilir. Örneğin, gerilimin entegraline dayalı ateşleme açısı kontrolü, TRK'ün V/I karakteristiğini düşük-reaktans eğrisinden, sabit-gerilim karakteristiğine dönüştürerek daha etkili bir gerilim kontrolünü sağlar. Ateşleme açısı kontrolü, dahili gecikme etkilerini azaltmak üzere tasarlanırsa, küçük-reaktanslı TKR'ün tepki sürati, küçük değerli eğim reaktansına sahip, kendinden doymulu reaktörüne benzer.

Gerçekte, küçük-reaktans tasarımının herne kadar sürekli ısı oranı ve maliyet amaçları bakımından nominal oranı 1 bd olmakla birlikte, performans açısından

$\frac{1}{X}$ bd'e eşit oranlı bir TKR'e karşılık gelir. Özellikle çok büyük tepki sürati gerektiren uygulamalarda küçük-reaktanslı TKR bazen doymuş reaktöre seçenek sayılabilir.

DOYMUŞ REAKTÖRLERLE TRİSTÖR KONTROLÜNÜ BİRLEŞTİRME AVANTAJI

DR Kompanzatorü

Şekil 2, Friedlander⁴⁾ tarafından önerilmiş DR dizgesinin belirgin özelliklerini göstermektedir. Dünyanın birçok bölgesinde 380 kV'a kadar sistemlerde 100 MVAR'a kadar birçok böyle araç yıllardır kullanılmaktadır. DR, etkin V/I karakteristiği (Şekil 2b) çekirdek maddesinin (klasik trafo çeliği) lineer olmayan akı yoğunluğu/MMK (B-H) bağıntısından çıkarılan, manyetik doyumda çalışan, demir-çekirdekli bir şönt reaktörüdür. Harici kontrole gerek yoktur, böylece terminal gerilimindeki değişimlere akımın gösterdiği tepki doğal ve hemen hemen anlıktır.

Harmonikler ve Tepki Sürati

Genellikle iletim sistemlerinin dengeli çalışmasında kullanılan Treble-Tripler reaktörleri gibi üç-fazlı, çok-çekirdekli reaktörler, seri bağlı basit yıldız ve faz kaydırıcı zigzag sargılarla bitişik Uçgen-bağlı üçüncü bir sargı devresinden oluşur. Bu çok -sargılı, çok-çekirdekli şekiller dahili olarak, eğim reaktansı X_s 'in (Şekil 2b) çok küçük olabildiği (örneğin 0.1 bd) doyum bölgesine sürülen reaktörler tarafından aksi takdirde oluşturulacak harmonik akım bozunumlarını ve V/I

birleştirmek için devre düzenlemesini gösterir. Ayarlanabilir lineer reaktans, Thanavvala'nın önerdiği gibi bir veya daha fazla lineer reaktörü, AA tristör valfları ile paralel bağlayarak elde edilir. Şekil 3c'de gösterilen farklı V/I karakteristiklerini verecek şekilde, doymuş reaktör Dk un dahili eğim reaktansı X_s ile seri harici reaktanslar (X_1, X_2, X_3, vb) eklemek üzere lineer reaktörler kontrollü yapılabilir.

Fakat bir lineer reaktörün eklenmesi, 'doymuş referans' gerilimi V_s 'i değiştiremez, yani karakteristik çizgilerin yalnızca eğimi değişir, referans P noktası değişmez. Reaktör empedanslarının ikili adımları gösterilmiştir fakat başka herhangi bir dereceleme dizgesinde kullanılabilir. DR'ün harmonik kompanzasyon özelliklerinin bazı kayıpları kabul edilebilirse, düzgün değişen 'lineer' reaktans elde etmek için, paralel valfların ateşleme-açısı kontrolü ile tek bir reaktör kullanılabilir veya harmonik salınma etkilerini azaltmak için yalnızca faz açısı kontrollü reaktör setlerinden biri sağlanabilir.

Paralel olarak veya kısmen veya tamamen eklenen reaktörlerin sayısının uygun hızda kontrolü ile farklı akım değerlerinde, eğim-düzeltilme etkisini sağlamak üzere Şekil Bc'deki ABCD karakteristiği elde edilebilir. Buna karşılık akım değerlerinin sahası sınırlıdır ve A noktasını belirleyen eklenmiş maksimum toplam lineer reaktansa bağlıdır. Lineer reaktans değeri büyüdükçe, gereken tristör-valfı gerilim oranı da büyür fakat valfların akım oranları, kompanzatörün akım oranına eşittir. Aynı zamanda lineer reaktörlerin kullanıldığı kontrol yöntemi, tüm karakteristiği dikey olarak kaydırmaz ve farklı referans gerilimleri sadece Şekil 3c'de kesikli üç çizgiyle gösterildiği gibi, sınırlı akım sahalarında elde edilebilir. Böylece, tristör kontrolü kullanılan bu yöntem, hernekadar toplam valf oranı TKR'ünkünden daha küçük olmakla birlikte (örneğin sadece 0.3 ile 0.5 defa) klasik TKR dizgesi ile elde edilen karakteristikte büyük değişimler gerektirmez.

TRİSTÖR-KONTROLLU DOYMUŞ REAKTÖRLER (TKDR)-YENİ BİR DİZGE

Bazıları yukarıda anlatılmış bulunan birçok yöntem arasında, Şekil 4a'da gösterilen dizgenin tasarım değerlendirmeleri ve laboratuvar deneyleri ışığında daha uygun olduğu ortaya çıkmıştır.

Normal olarak kullanılan tek bir doymuş reaktörün yerine (Şekil 2a'daki gibi) birkaç ayrı birim (DR1, DR2, vb) seri olarak bağlanır. Bunların hepsi aynı akımı taşıyabilir fakat üzerlerine düşen 'doymuş' referans gerilimleri (V_s) sınıflandırılır. Örneğin, nominal geri-

lim V'nin %80, %20, %10 ve %5'i kullanılarak bir tür kısmi ikili sınıflama yapılır. En büyüğü hariç, her bir reaktör ünitesine paralel olarak her fazda bir AA tristör valfı bağlanır (TV2, TV3, vb).

Açılıp, kapanacak valfları kontrol ederek, seri bileşimin toplam etkisi, eğer istenirse her sıfır akımda yani, %5'lik kademelerle %80 ile %115 arasında (veya seçilen en küçük reaktör gerilimi her ne ise) süratle değiştirilebilir. Diğer sargılardan anında ayrılmadıkça tüm trafo veya reaktörü kısa devre yapacak olan bir sargı atlama söz konusu olduğu tap değiştirici düzenlemesinin aksine, reaktör üniteleri farklı demir çekirdekler üzerinde bulunduğu ve sargıları manyetik kavramada olmadığından, her bir ünitenin kısa devre yapılması olasıdır.

Böylece, trafo veya reaktör üzerinde mekanik bir tap değiştirici kullanmaksızın, bütün V/I karakteristiğinin (ve yalnızca eğimin değil) Şekil 4b'de gösterildiği gibi B ve C çizgileri ile belirlenen sahada çok çabuk düzenlenmesi yapılabilir. Dolayısıyla, istenildiği takdirde reaktörü daha da ayırıştırarak %5'ten daha iyi gerilim adımlarına ulaşılabilir.

Seçilen herhangi bir referans-gerilimi için, farklı akım (veya gerilim) seviyelerinde çalışan doymuş reaktörlerin sayısını kontrol ederek, sabit bir gerilim çizgisine yakın A'daki gibi testere-dişi bir karakteristik elde edilir. Böylece istenen eğim-düzeltilme etkisi, DR'ün harmonik-kompanzasyonunda kayıp olmaksızın yaklaşık olarak elde edilebilir. Tristör valflarından birinde, örneğin en küçük reaktör DR4'ün karşısındaki TV4'te, her yarım çevrimin kontrol edilen kısımları için atlama eylemi etkili olacak biçimde faz açısı kontrolü uygulanarak, reaktör ünitesinin etkili referans gerilimi düzgün olarak sıfırdan gerçek değeri V_e kadar ayarlanabilir. Akım veya reaktif güce bağlı ve diğer ünitelerin kontrolü ile koordineli olarak yapılan faz-açısı kontrolü ile eğimin ve tüm çıkış değerleri için referans-gerilim değerlerinin düzgün bir ayarlaması yapılır. İstenirse diğer kontrol sinyalleri de kullanılabilir.

Kısmi atlama eylemi, kompanzatörün çektiği akımı bozmaya çalışır ve böylece DR'ün harmonik kompanzasyon özelliklerini azaltır. Akımdaki bozunma, kontrol edilen reaktörün göreceli boyutunu azaltarak veya tristörlerin kısmi iletim derecelerini kısıtlayarak yeteri kadar düşük bir seviyeye çekilebilir. Bu bozunma, atlama hattına seri olarak küçük bir lineer reaktör yerleştirerek de bir ölçüde azaltılabilir. Şekil 5'te çok yüksek gerilimli iletim-hattı modeli için Banks ve diğerleri⁽⁷⁾ tarafından kullanılan benzer 400 V, 20kVA skalalı model Treble-Trioler reaktörleri kullanılarak elde edilen bazı test dalgaşekilleri gösterilmiştir, ölçülen V/I karakteristikleri Şekil 4b'de gösterilen kontrol özelliklerini kanıtlamıştır.

Yeni Tekniğin Tartışması

Böylece, DRlin karakteristiğinde istenen düzenleme, harmonik-kompanzasyon özelliklerinde yalnız küçük bir azalmayla elde edilir. Sistem aşırıgerilimlerine karşılık gelen kompanzator-aşırıyük koşulları altında tristör valfları ya tamamıyla devre dışı bırakılabilir, ki bu durumda doymuş reaktörler halâ devrededir ve valfları yüklemeksizin önemli miktarlarda aşırıakımları çekmektedir, ya da tamamı veya bir kısmı aşırıakım yeteneklerine göre devrede bırakılabilir ve aşırıyük çekme özelliğini artırabilirler. Her iki durumda da DR kompanzatorünün aşırıgerilimi sınırlama özellikleri korunmuştur.

Toplam valf gerilimi, referans gerilimi ile doymuş reaktörün (artı trafonun) doğal eğimi ve tüm kompanzatorün gereken minimum eğimi arasındaki farka eşit olan gerekli gerilim ayarlama sahasına eşinir ve 0.1 ile 0.4 bd arasında değişebilir. Gerekli tristör-valf akımı 1 bd'dir ve aşırıyüklere veya herhangi aşırı arıza akımlarına söz konusu olması gerekmez, ikincisi daima ana doymuş reaktör DR1 tarafından sınırlanır.

Bugünkü tristör-valf fiyatları, Şekil 2'deki eğim düzeltme kondansatörü ile tap-değiştiricinininkinden daha düşük olabilir, böylece ayrı reaktör üniteleri herne kadar maliyeti artırıyor da yeni dizge özellikle DR kompanzatorü önemli aşırıyük yeteneği getiriyorsa, daha iyi ayarlanabilir olmakla birlikte, daha ucuza da gelecektir. Sistem trafosu üzerinde halihazırda tap-değiştirici mevcutsa ve sadece eğim düzeltme etkisi elde edilecekse, daha da ekonomik olunabilir çünkü, o zaman istenen şönt valf kontrol sahası azalacaktır.

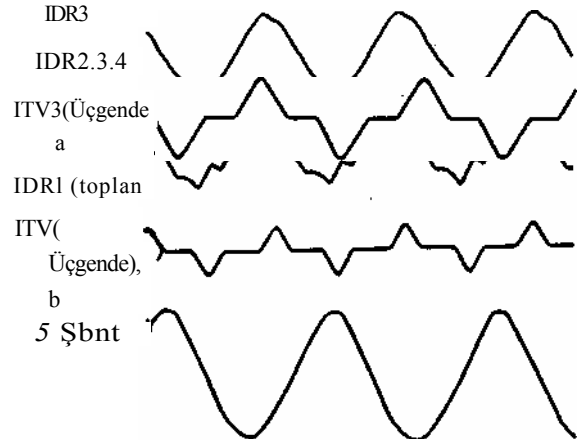
Bundan başka, bazı uygulamalarda tristör valflarının süratli paralelleme eylemi gerekmez ve uygun hızda atlama eylemi, klasik anahtarlar (örneğin vakum veya SF6) kullanılarak elde edilir. Fakat bazı durumlarda süratli tristör-valf paralelleme, kompanzatorün referans-geriliminin harici kontrolüne izin vererek örneğin, frekansa, faz-açısına, aktif veya reaktif yüke, vb. bağlı sinyallere tepki gösterir ve böylece statik kompanzatorün iletim sistemindeki salımları bastırıp, kararlılığa katkıda bulunmasına veya yük-gerilim kontrolündeki değişimleri iyileştirmesini sağlar.

Daha başka tasarruflar da yapılabilir, örneğin yüksek harmonik bozunma seviyeleri kabul edilebilirse, küçük doymuş-reaktör ünitelerinden bazıları, harmonik kompanzasyon özellikleri kullanmayan basit tiplerden olabilir. Aynı zamanda bazı üniteler, örneğin ateşleme-açısı kontrollü en küçük ünite DR4 bile, ayarlama gereksinimi uygunsa, doymuş reaktörlerin aksine düşük akımda gerilim taşıyamayan, basit lineer reaktörlerden oluşabilir.

Ek Üçüncül Sargı Kontrolü

Bir Treble-Tripler reaktörün normal sabit doymuş reaktif gerilimi V_s , Şekil 4a'daki üçüncül sargı YR'ye bağlı küçük bir yardımcı doymuş reaktörün ayarlanması ile belli sınırlar içinde değiştirilebilir. Friedlander⁽⁷⁾ tarafından yapılan model testler, bu yardımcı reaktör yükünün, açık-devreden kısa-devreye (uç noktalar arasında) değişiminin, V'in seviyesini Şekil 4c de gösterildiği gibi %10 kadar azalttığını göstermiştir. Normal tasarımlar için yardımcı reaktör yükü, harmonik kompanzasyon özelliklerini eniyilemek üzere, özellikle 17'inci ve 19'uncu sırada ve V_s in seviyesini açık-devre durumuna karşılık gelen değerlerin %2 ile %3'ülaltında olacak şekilde seçilir. Açık ve kısa-devre uç durumları için harmonik akımları %10 kadar büyük olabilir fakat bunları kompanzator terminallerindeki paralel kondansatör grubu (Şekil 2a daki X_c) azaltır.

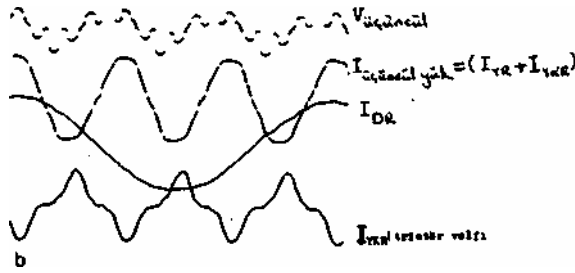
Şekil 4a (kırık çizgilerle gösterilen devre vasıtasıyla) üçüncül devrenin 3'üncü harmonik frekansında çalışan, lineer reaktörler kullanan, harici kontrollü yardımcı bir TRKtin (YKR), dahili yardımcı reaktörlere (YR) ek veya onun yerine ayarlanabilir bir yük sağlayacağını gösterir. Bu sayede, YR tarafından sağlanan harmonik kompanzasyon özelliklerinde önemli bir eksilme olmaksızın, referans geriliminin %5 ile 6 sahasında ayarlaması yapılabilir. Bu yolla elde edilen V/I karakteristikleri, Şekil 4c'de ve model testlerde elde edilen dalgasekilleri de Şekil 6'da gösterilmiştir. Böylece, V/I karakteristiğini ayarlamak için tristör-valfları ile böyle üçüncül-sargı kontrolü, kullanışlı bir ek tekniktir. IDR1 (toplam)



tristör-valf-kontrollü DR için model test dalgasekilleri a, DR3'ün kısmi şöntü ($V_s: 0.16bd, DR2, DR4$ paralellendi) b, DRa, 3-, 4'ün toplam şöntü.



a. I_{T1} tristör valfi



b. Üçüncül kontrol için test dalge-
şekilleri. a. YKR açık b. YKR ila.

SONUÇLAR

Tristör-kontrollu bir lineer reaktör kompanzatoründe valfin kendisi, süresiz iletimde, toplam reaktif-gücün bir kısmını çeker ve bu özelliği, lineer reaktör empedansını 1 bd den daha küçük bir değerde (örneğin 0.5 ile 0.25 bd) tasarılmayı olanaklı kılar. Bu tasarım ilkesi, lineer reaktörün oranını, maliyet ve kayıplarını azaltır ve tepki süresini, doymuş reaktörle elde edilebilecek seviyelere getirir. Harmonik ve aşırıyük koşulları üzerindeki etkiler, uygun tasarımlarla düzenlenmelidir. İKRlin düşük reaktanslı tasarımı, lineer reaktörün, uygun kaçak reaktanslı ve çıkış tarafında daha ekonomik düşük-gerilimli valfların kullanımına izin verecek devir-sayılı klasik trafo ile yer değiştirmesini olanaklı kılar. V/I karakteristiğinin, referans gerilim seviyesi ile eğiminin çabuk ayarlanabilirliğini sağlamak için doymuş reaktör kompanzatoründe, tristör valfları kullanarak birkaç yeni devre ve kontrol teknikleri anlatılmıştır. Bu teknikler, örneğin Treble-Tripler doymuş reaktörü tarafından sunulan değerli

harmonik kompanzasyon özellikleri, çabuk tepki ve aşırıyük yetenekleri korunarak eğim-düzeltilme kondansatör devresi ile trafo tap-değiştiricisini değiştirir.

Tristör-kontrollu trafo tap-değiştiricileri veya lineer ve doymuş reaktörlerin kontrollü bileşimini kullanan dizgelerin, tristör-kontrollu doymuş reaktörler dizgesinden (TKDR) teknik ve ekonomik bakımdan daha az uygun olduğu ortaya çıkmıştır. Yeni dizge aşağıdaki teknikleri sunmaktadır '

(i) V/I karakteristiğini, ayarlanabilir basamaklarda kontrol etmek için, tristör-valfları ile (veya uygun anahtarlarla) paralel küçük doymuş reaktör üniteleri veya buna gerek duymayan bir tane büyük ünite kullanımı,

(ü) Reaktör kademeleri arasında düzgün gerilim kontrolü verecek, valfların süresiz akım kontrolü ile bir veya daha fazla doymuş reaktör ünitelerinin kısmi paralelleme eylemi ve,

(iii) Reaktör kademeleri arasında düzgün kontrol için alternatif veya ek teknik olarak küçük bir yardımcı TKR vasıtasıyla, doymuş reaktörün üçüncül yükünün kontrolü.

KAYNAKLAR

1. THANAVVALA, H.L, VVILLIAMS, W J and YOUNG, D.J: Siatic reactive compensators for a.c.povver transmission, ten years experince vvith saturated reactors , *GEC J.Sci.and Technol., 45(3), 1979, 99 (also Proc. EPRI Seminar on Transmission Static Var Systems, Duluth).
2. ADMSVVORTH, J.D, THANAVVALA, H.L and VVILLIAMS, WJ": 'Operating characteristics of static compensator using saturated and thyristör-controlled reactors , GEÇ J.ScLand Tech., 47(3), 1981, 142 (also int. Symp.on Controlled Reactive Compenzation.IREÇ/EPRI-Ouebec).
3. GAVRILOVIC, A, HEATH, AJ and VVILLIAMS, W.P: 'Reduction of flicker by alternative types of static compensation', I.E.E.Conf.Publ.197, CIRED Conf., England 1981, 86.
4. AINSVVORTH.J.D, FROEDLANDER, E and RALLS, K,]. 'Kccent developments towardslongdistance a.c. transmission using saturated reactors', I.E.E.Conf.Publ.IOV, England,1973.
5. j. ARRILAGA, J, BARRETT, B and VOVOS, N.A.'Thyristor controlled regulating transformer', Proc., I.E.E., 123, 1976, 1005.
6. THANAVV ALA, HX: 'Improvements in and relating to a.c. circuits incorp"orating variable impedance systems , UK Patent S 1238015, 1968, 1971.
7. BANKS, R, FRIEDLANDER, E and GAVRILOVIC, A: 'Application to eji.v.transmissionofstatic compensatörs using saturated reactors', LE.E.Canada Conf.on Comm.and E.H.V. Trans, Montreal, 1972.

Bu yazı GEÇ Journal of Science and Technolog Dergisi'nin vol. 48, no. 3, 1982 sayısından çevrilmiştir.