

DOĞRU AKIMLA ENERJİ İLETİMİ

Berker ÖZAĞAÇ
Elektrik Mühendisi, İ.T.Ü.

GİRİŞ

Enerji iletiminde doğru akımla alternatif akımdan hangisinin uygun olduğu, gerçekleştirilecek ilettime göre teknik ve ekonomik özelliklerin araştırılması ile belirlenir. Seçimi etkileyecek asıl etken ekonomiklik olmakta; sistem güvenilirliği de seçimi önemli ölçüde etkilemektedir.

A.A. ile uzun mesafelere iletimde en büyük engel kararlık olup, bunun sınırını artırmak için yerleştirilen şönt ve/veya seri kompanzatorlarla çok uzaklara enerji iletimi gerçekleştirilebilmektedir. Hatların kritik uzunluğu bakımından (örneğin 750 MW için kritik uzunluk 350-400 mil) DA. kullanımının daha ekonomik olduğu tespit edilmiştir. Y.G.D.A. bağları genellikle, hatların uzunluğu ile etkilenmemekte ve hattın maliyeti, karşılaştırılabilir bir A.A. hattına göre kısmen daha düşük olmakta, uzun mesafelere enerji iletiminde daha da düşük maliyet sağlamaktadır.

A.A.'da karşılaşılan bazı problemler ekonomik olarak çözülemez, örneğin: Asenkron ya da farklı frekanslardaki şebekeler arasında kararlı iletimin sağlanması çok güçtür. Bir D.A. hattı ise iki rijit sistem arasında esnek bir bağlantı hattı gibi kullanılabilir (Fransa-İngiltere arasında olduğu gibi).

A.A. ile D.A. yeraltı kablolarının kullanımındaki karşılaştırma da ilginçtir. (275 kV, 3 inç² = 1935 mm²), 120°C. cm/W dayanımlı toprakta üçlü yatay iki grup kablonun 1520 MVA A.A. kapasitesi vardır (toplam hendek genişliği 5,2 m). 500 kV'da iki kablonun (sadece 0,68 m. hendek genişlikli) 1600 MVA'lık kapasitesi vardır.

iletimde DA kullanımının diğer avantajları ise şunlardır:

AA'ninkine eşit tepe değerindeki gerilimde bir DA hat işletiminde korona kaybı AA hatlarındakinden çok daha azdır. Bu, güç kaybı bakımından değil; radyo ve televizyon iletimiyle girişimler söz konusu olduğundan önemlidir.

Genellikle hat kaybı, denk AA hattındakinden daha azdır. Araştırmalarda hat işletmeli bir AA sistemindeki hata seviyelerinin bir D.A. eşdeğerinden MVA aşamasın-

daki kayıplarda ve enterkonnekte sistemlerde önemli olduğu saptanmıştır.

DA. kullanımının dezavantajları ise;

- 1) Gerilim dönüşümü sisteminin AA tarafında sağlanmalıdır.
- 2) DA dönüştürücü istasyonları, klasik AA istasyonlarından daha pahalıdır.
- 3) Doğrultucu ve eviriciler reaktif güç soğururlar. Reaktif güç bölgesel olarak sağlanmalıdır.
- 4) Devre kesicilerinin akımı kesmeleri çok güç olmakta, kesici gücü büyük ölçüde sınırlanmaktadır.

Şimdi bir D.A. enerji iletim sistemini kısaca tanımayaya çalışalım:

1. YGDA ENERJİ İLETİMİ İÇİN KULLANILAN DÜZENLER:

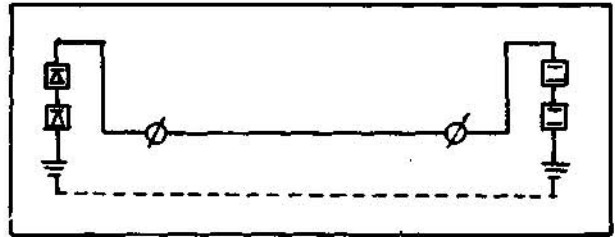
YGDA enerji iletiminde havai hattı ya da kablo kullanılır. Bunlar çeşitli şekillerde düzenlenebilirler.

1.1. YGDA Havai Hatları:

Doğru gerilim, alternatif geriliminin tepe değerine eşit olduğunda doğru akımla iletimde iletken yeterliliği tek fazlı AA sisteminden iki kat, üç fazlı AA sisteminden % 50 daha yüksektir. Toprak dönüşlü D.A. iletiminde bir iletken kullanılır. Bunun anlamı; herbiri birbirinden yalıtılmış her iletken toprak dönüşü ile birlikte bir devre oluşturmasıdır. Bu temel ilke üzerinde aşağıdaki basit devre düzenleri düşünülebilir.

1.1.a. Bir Kutuplu Düzen :

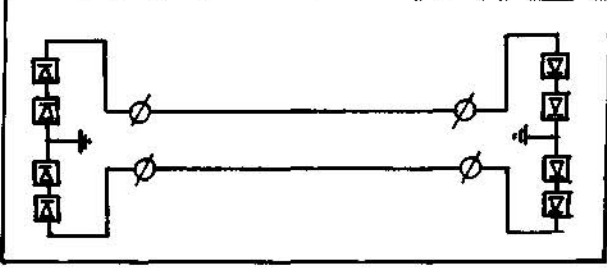
Şekil 1'de gösterildiği gibi, yalnız bir iletim kutbu yerleştirilmiştir. Dönüş olarak sürekli toprak kullanılmaktadır. Bir kutuplu iletim düzeni genel olarak düşük güçlü sistemler için kullanılır.



ŞEKİL 1. D.A. BIT kutuplu iletim düzenlemesi

1.1.b. İki Kutuplu Düzen:

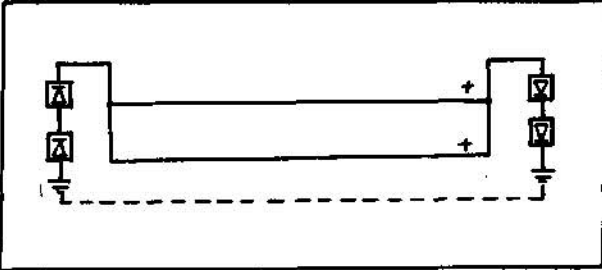
Birbirinden yalıtılmış iki iletken için bir havai hat direği tasarlamak, diğer sistemlere oranla mekanik olarak daha uygundur. Direğin iki yanına iletkenler asılır, iki kutuplu iletim artı ve eksi kutuplar olarak düzenlenebilir (Şekil 2). İletimde toprak dönüşü kullanımı zorunlu değildir. Fakat bir kutbun kaybı durumunda iletimi sürdürülebilirlik amacıyla normal olarak toprak dönüşü ile donatılır.



ŞEKİL 2. D.A. İki kutuplu iletim düzenlemesi

1.1.c. Eş Kutuplu Düzen :

İki kutuplu dizaynı her iki kutbu aynı kutuplama ile eş kutuplu iletim için kullanmak olasıdır. Bu, koronayı azaltmak amacı ile kullanılır (Şekil 3). Çok büyük hava hattı iletim sistemleri için iki tek kutuplu devre kullanılabilir. Ve aynı kutuplu farklı iki iletken, herbir direğin izolatörleriyle taşınırlar.



ŞEKİL 3. D.A. Eşkutuplu iletim düzenlemesi

1.1.d. Direk Tasarımı:

İletim hattı direklerinin mekanik tasarım ilkeleri ve hesap şekilleri A.A. iletim hatlarındakilerine benzerdir. D.A. iletim direkleri genellikle birbirinden yalıtılmış iki iletken taşırlar.

1.1.e. Toprak Teli ve Elektrot Hattı:

A.A. hava hatlarında toprak teli, yıldırım etkilerini sınırlamak amacıyla direklerin tepelerine konur. D.A. hatlarında toprak teli kullanımındaki amaç; herbir direktteki toprak direncini sınırlamak ve hata koruma sisteminin uygun işlemlerini sağlamaktır.

Hemen hemen bütün Y.G.D.A. hatları toprak dönüşlü olarak dizayn edilmiştir. Çevirici istasyonlara elektrot yerleştirmek gerekli değil, ayrıca mümkün de değildir. Zaten bunlar, birbirine bağlı bir elektrot hattıdır. Elektrot hattı D.A. iletim hattını takip edebilir ve toprak teli işlevi görebilir. Hattın yalıtımı da bir dereceye kadar elektrot hattı uzunluğuna bağlıdır.

Geçici topraklama yoluyla topraklama; istasyonlarda elektrot kapasitörlerle yapılabilir. Çevirici istasyondan uzaklığı çok olsa da elektrot hattı ucuz olduğundan, elektrot için uygun bir yer kullanmak mantıklıdır.

1.2. Kablo Sistemleri:

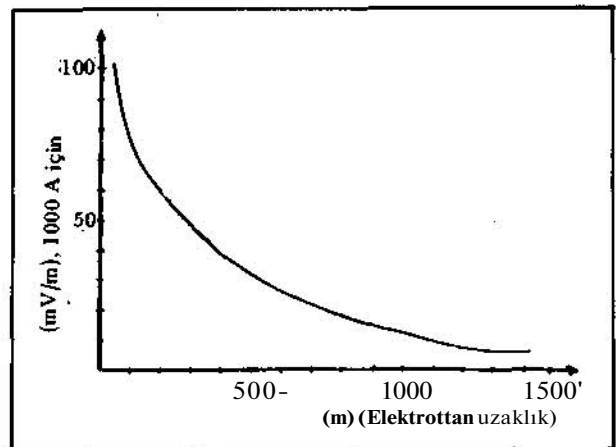
Kabloların birim uzunluklarına karşılık gelen kapasite değerlerinin kısmen daha büyük oluşu ve ısıl sınırlamalar nedeniyle yükün, doğal yükten çok daha küçük olması özellikleri AA. kablolarındaki kapasitif akımların bu kablolarla, izin verilebilir iletim uzaklığını düşürür. Oysa D.A."da sürekli olarak kapasitif yüklenme akımları söz konusu olmadığından, pratik olarak sınırsız D.A. kablo uzunlukları olasıdır.

Şimdiye dek yalnız GEC tarafından Londra'nın merkezine enerji vermek üzere Kingsnorth YGDA projesinde yeraltı kablosu ile tesis yapılmıştır. Bu tesiste D.A. kullanımının nedeni sadece daha ucuz iletim maliyeti olmayıp, çevirici ve eviricilerin A.A. sistemindeki arıza akımlarına katkılarının önemsiz oluşu da diğer bir neden olmuş ve böylece şehir merkezinde pahalı kapama düzenlerinin tesisine gerek kalmamıştır.

Sualtından çok uzaklara YGDA ile enerji iletim olanağı nedeniyle küçük şebekelerin izole edilme sakıncaları ortadan kaldırılabilmektedir. Buna ilk örnek 20 M W Gotland tesisi olup, bu tesise ek olarak 1983 Eylül ayında açılışı yapılan 130 M W YGDA sualtı iletim tesisi de gerçekleştirilmiştir. Bu hat İsveç ankarasındaki Vastermik ile Gotland ankarasındaki Ygne arasında döşelidir. Hattın çevirici cihazları ile kablo ASEA tarafında sağlanmıştır. Enerji kablolarının hava hatlarına göre çok pahalı oluşu nedeniyle kritik iletim mesafesi artar. Kablolar için DA'nın AA'ya göre ekonomik duruma geçtiği kritik uzaklık 40 km. civarındadır.

1.3. Yer Dönüşü:

YGDA iletiminde geri dönüş yolu olarak toprak kullanılabilir; böylece hem tesis masrafı hem de kayıplar azaltılmaktadır.



ŞEKİL 4. Yer dönüş yolundaki gerilim değişimi

Yer (toprak) dönüşü, bir (tek) kutuplu iletim veya hatalı bir durumda yedek bir iletken bulundurulmuş çift kutuplu iletimde kullanılabilir. D.A. yer yüzeyinin altında, elektrotlar arasında birkaç mil iletkenliği iyi tabakalarda akacağından, geri dönüş yolundaki gerilim düşümü; yeraltında veya deniz elektrotlarında toplanır.

Şekil 4'de gerilim düşümünün birim uzunluk başına gerçık durumu gösterilmektedir.

1.3.1. Toprak Elektrotları :

Yerin elektriksel ve ısı direncinin her ikisi de nem oranına bağlıdır ve yaklaşık % 15'lik su miktarı bulunduğunda bu bağımlılık daha da artar. Bu nedenle; elektrot daima yeraltı suyu seviyesinden daha aşağıya gömülmelidir. Elektrot civarındaki sıcaklık artımı ise 75°C'dan aşağı bir sıcaklığı korumalıdır.

Rusck'a* göre korrelasyon bağıntısı

$$U = \sqrt{2} \cdot 5_0 \cdot X \cdot p \quad \text{'dur.}$$

Burada : U : uzaktaki bir noktaya göre gerilim düşümü
5₀ [°C] : elektrot yüzeyindeki sıcaklık yükselmesi

X t Ω / m °Ö : °C başına 8"?" yoğunluğu şeklindeki, yerin ısı iletkenliği

p [Ω.. m] : yerin elektriksel direnci.

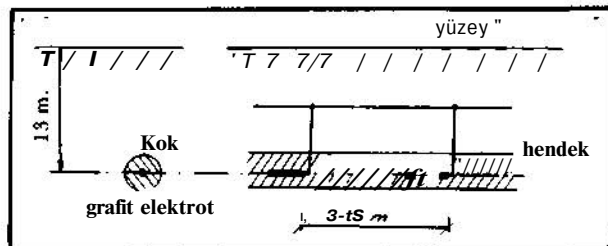
Elektrotlar yerleştirilmeden önce toprak çok iyi incelenmeli ve X ile p sabitleri ölçülmelidir, p'nun tipik değerleri toprak için 10 ve kumun belli çeşitleri için K''dür. ısı iletkenlik ise değişmez. En çok kullanılan değerleri 0,5 ila 2,5 W/m°C arasındadır.

Elektrotu çevreleyen nem; elektriksel ve ısı alanların her ikisinden dolayı azalacaktır. Fakat bu durum hidrostatik basınç ile giderilir.

Elektroosmoz denilen; elektriksel alanın geçme özelliğinden dolayı toprağın kurumasını önlemek için bir toprak elektrotu ince damarlı zemine yerleştirilmelidir.

Toprak elektrotu için uygun bir bölge; ısı ve elektriksel özellikler ile yer-su seviyesinden sağlanmalı ve mümkünse hesaplanmış sonuçları kontrol etme bakımından, küçük elektrotlarla deneyler de yapılmalıdır.

Elektrot Şekil 5'deki gibi düzenlenebilir. Yaklaşık 0,3 ü dirençli kok kömürlü elektrot idealdir. Grafit elektrot ise (standart katodik koruma elektrotu) doğru akımı elek-



ŞEKİL 5. Bir yer elektrodunun tipik düzenlemesi

trot hattından kömüre iletecektir. Bu düzenleme, grafit elektrotu anot korozyonundan koruyacaktır.

En büyük izin verilebilir gerilim düşümü (RUSCK*) korelasyon bağıntısı ile verilmiştir.

Elektrot direnci, elektrot boyutlarının bir fonksiyonudur. 2 m. derinlikteki; $X = 2 \frac{W}{m^{\circ}C}$, $5_0 = 75^{\circ}C$,

$r = 0.25$ m. değerlerinde düz bir elektrot için amper başına uzunluk ve gerilim düşümü Şekil 6'da görülmektedir. Bu, daha çok 6 kollu yıldız bağlı kok (kömür) elektrotlu düzenlemede elverişlidir. Bu durumda Şekil 6'daki uzunluklar 1,6 ile çarpılmalıdır. Böyle yıldız bir elektrotun direnci aşağıdaki bağıntı ile hesaplanabilir.

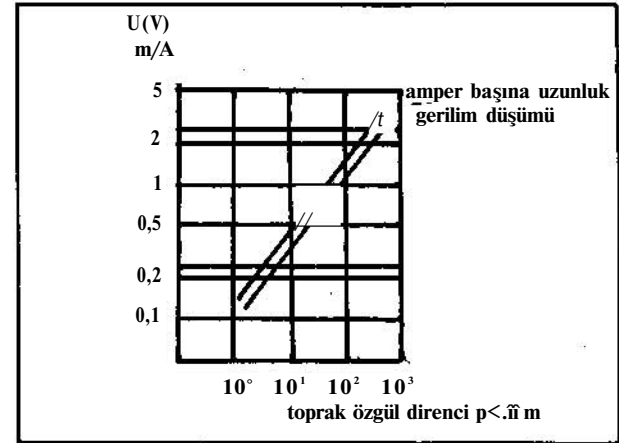
$$R = \frac{\rho}{LTT} \left(\ln \frac{2L}{a} + 1.43 \right)$$

Burada : p [fi - m] : toprak direnci

L [m] : iletkenin toplam uzunluğu

a = $\sqrt{2}dr$: r [m] dipteki kömürün eşdeğer yarıçapı

d [m] iletken derinliği



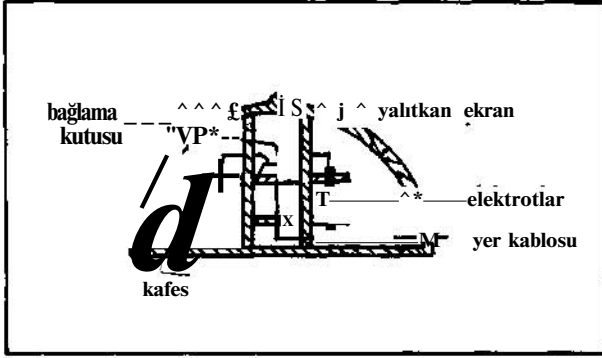
ŞEKİL 6. Bir yer elektrodunun amper başına uzunluğu ve gerilim düşümü

1.3.2. Deniz Elektrotları:

Olanaklı ise elektrotlar denizde kurulmalıdır. Negatif elektrot denizaltında bulunan basit bakır iletkenlerden meydana gelmiş olabilir. Pozitif elektrot ise 10 m. civarındaki canlılara zarar vermeyecek şekilde korunmalı olarak yerleştirilmelidir. Grafit veya magnetit elektrotlar ise daha uygun bir şekilde kullanılabilir. Gotland projesi için (200A) kullanılan 12 magnetit elektrot, taş bir duvar ile açık denizden korunmuş bir bölge içinde kurulmuştur. Yeraltındaki metalik yapıların ve boruların korozyon tehlikesinin dikkate alındığı böyle durumlarda elektrotlar belli bir derinlikte açık denizaltında bulunmalıdır. Böylece sızıntı akımlarda azalır.

Buna örnek, YGDA Parijik ara bağlantı negatif güney ucudur. Çok kritik Los Angeles bölgesi için kablo ve

boru hatları kaçak (sızıntı) akımları son derece az tutmaktadır. Buraya ait elektrot bu nedenle 15 m. kadar derinlikte, deniz kıyısının 2000 m. uzağında okyanus altında yerleştirilmiştir. Elektrot, karşılıklı seri bağlanmış 6 iletkenle paralel şekilde beslenen 24 elektrot parçasından oluşur. Her bir parça özel bir silikon-demir alaşımından oluşmuş 2 paralel çubuk ile yapılır ve koruyucu beton bir kabuk içine yerleştirilir. Bunun tasarımı Şekil 7'dekine benzer bir şekilde yapılmaktadır. Deniz elektrotu ile alan kuvveti ve küçük kaçak akım seviyeleri elde edilir.



ŞEKİL 7. Yalıtık koruma kafesli bir deniz elektrot için düzenleme

1.3.3. Elektrot Hattı :

Korozyonu önlemek için elektrot, çevirici istasyonundan en az 3-5 km. uzağa yerleştirilmelidir. Burada kablo veya hava hattından herhangi biri kullanılabilir, istasyonda; toprak geçiş kapasitörü veya büyük dalgalar için tutma düzeni (parafudr) yüksek gerilim koruması olarak kullanılmalıdır.

2. KOROZYON;

Metalik yapılar, kablolar ve boru hatlarındaki korozyonu önlemek için uzağa gömülmelidir. Yani, küçük yapılardan birkaç yüz metre kablo ve boru hatlarından ise birkaç mil uzakta olmalıdır.

Koruma, metalik yapıya küçük bir (-) potansiyel verilerek de yapılabilir (Buna katotik koruma denir).

Kablo ve boru hatları için kaçak DA yoğunluğu, özgülleştirilmiş değerler arasında kalmalıdır. Normali 0,1 ile 1 A/cm²'dir.

Deniz ya da kıyı elektrotundan D uzaklığında bulunan kablo ya da boru hatlarında meydana gelen böyle akımlar için çok yaklaşık bir bağıntı verilebilir. (Şekil 8).

$$i_{e, \max} = \frac{1}{2\pi R} \cdot \frac{I_0}{2 \frac{\alpha}{\rho_1} + (7T - \frac{\alpha}{\rho_2}) D^3} \quad \frac{A}{m^2}$$

Burada : I_0 [A] : Doğru akım değeri
 ρ_1 [Ω2-m] : Deniz suyu direnci
 ρ_2 [Ω2-m] : Toprak direnci

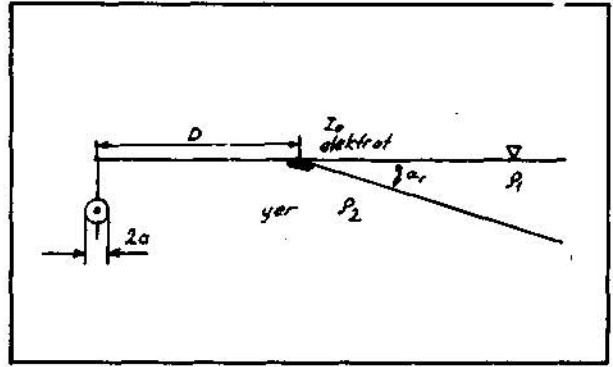
a [m] : Kablo (boru hattı) yarıçapı
 a [rad] : Yer ile deniz dibi arasındaki açı

D'nin küçük değerlerinde yukarıdaki bağıntı, potansiyel alanı üzerindeki kablunun etkisi nedeniyle içindeki akım kaçakları için çok büyük değerler verir. O zaman, yukarıdaki bağıntıda denklem bir düzeltme faktörü ile çarpılarak denizaltı kabloları için yaklaşık bir değer verilir.

Toprak (yer) elektrotu için uygun bağıntı:

$$i_{e, \max} = \frac{I_0}{4 \rho_2 a R D^3} \cdot \frac{A}{m^2} \text{ olmalıdır.}$$

Burada da D'nin küçük değerlerinde bir düzeltme faktörü ile çarpma gereklidir.



ŞEKİL 8. Bir kıyı elektrodunun gösterimi. Matematiksel bağıntılarda anlaşılması zor karışıklıklar yaratan kaçak akım (I_0) gösterilmiştir.

3. TERMİNAL TASARIM :

3.1. Ana Devre Düzenlemeleri:

Bir DA terminali; gönderici uçta doğrultucu, alıcı uçta ise evirici olarak çalışan çeviricilerden oluşur.

Tristör köprülerinin sağladığı daha iyi geçici durum sayesinde, değişik transformatör bağlantılı iki 6 yollu çevirici, bir 12 yollu çevirici bloğu şeklinde birleştirilerek tam DA hat gerilimi elde edilebilmektedir.

Biri yıldız-yıldız, diğeri yıldız-üçgen şeklinde bağlanmış iki 6 yollu çevirici tek bir 12 yollu çevirici gibi çalışır.

6 yollu çeviriciyle karşılaştırıldığında 12 yollu çeviricinin yarattığı akım bileşenleri gerek genlik, gerekse sayı olarak çok azdır, özel olarak DA tarafında gerilimdeki 6. bileşen, AA tarafındaki akımın 5. ve 7. bileşenler yoktur. Bunun pratik sonucu olarak çevirici istasyonlarda daha ucuz ve küçük filtreler kurulabilir.

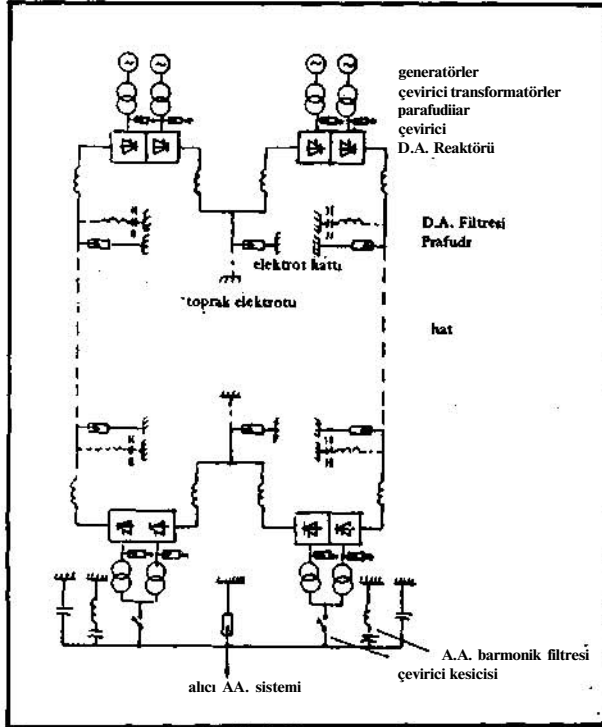
Terminal çift kutuplu bir hattı beslediğinde (Şekil 9), devreler her kutup bir diğerinden bağımsız olarak çalıştırılabilecek şekilde düzenlenmelidir. Bir kutbun devre dışı kalması, bu kutba bağlanan cihazların ve diğer kutbun çalışmasını kısıtlamamalıdır.

Kutbun çekeceği güç, bir blok için çok fazla ise birçok 12 yollu çeviriciyi birleştirmek mümkündür. Bunlar

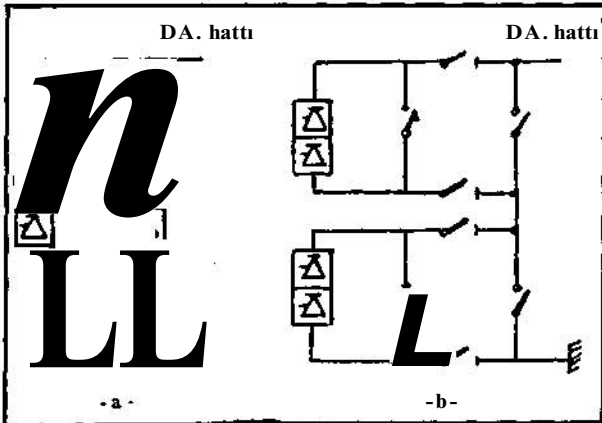
birbirinden bağımsız olarak işletilebilir, seri ya da paralel bağlanabilirler (Şekil 10). Seri bağlamada nötr noktaya bağlanan çevirici DA tarafında tam kutup gerilimine doğrudan bağlanmış bir çeviriciye göre daha alçak yalıtım düzeyi olmasından yararlanılabilir.

Eğer, çeviricilerin tam kutup geriliminde paralel bağlanmaları seçilirse geçiş anahtarlama (by-pass switching) düzenlenmesine gerek kalmaz.

Düşük güçle çalışırken; örneğin, sistemin kademeli olarak kurulması durumunda paralel bağlama, DA hatındaki kayıpları azaltır.



ŞEKİL 9. Gönderici ucu üretim noktasında, alıcı ucuna bir iki kutuplu DA. hattı ile bağlanmış ve yer dönüşü yedek bir iletken olarak kullanılan transmisyon hattı düzenlemesi.



ŞEKİL 10. Çeviricilerin Mr kutuplu bağlantısı
a) Paralel
b) Seri

3.2. Generatörlere Bağlama :

DA hat terminali, gücün üretildiği yerde kurulmuşsa, generatörler Şekil 9'da gösterildiği gibi doğrudan çevirici transformatörlerine bağlanabilir. Hata akımı konusunda gereken yapılmak koşuluyla çevirici transformatörlerinin bağlandığı ortak bir generatör barası da düzenlenebilir. Ekonomik nedenlerle, generatörlerle köprüler arasında çift dönüşüm kullanılmamalıdır.

3.3. Bir AA Sistemine Bağlama :

Çevirici transformatörleri en çok YGAA sistemlerine bağlanırlar. Bu durumda çevirici tarafından yaratılan bileşenleri süzmek için AA bileşen filtreleri kullanılır (Şekil 9). Küçük akımlı sistemlerde kısa devre gücü, eşzamanlı kondansatörler kullanarak elde edilebilir.

3.4. Reaktif Güç Kompanzasyonu :

Normal çalışmada bir YGDA çevirici istasyonunun reaktif güç gereksinimi, aktif güç gereksiniminin % 50-60'ı kadardır. Eşzamanlı kondansatörler, statik kapasitörler ya da ikisinin bir bileşimi güç kompanzasyonu için kullanılabilir.

Eşzamanlı kompanzatörler, çevirici istasyonu görelisi olarak düşük kısa devre gücü düzeyinde çalışan bir AA sistemiyle çalışıyorsa gerekli olabilir. Reaktif güç kaynağı tasarımında şu kriterler dikkate alınmalıdır:

- AA bara geriliminin regülasyonu
- AA bara geriliminin bozulması
- YGDA kontrol sisteminin kararlılığı ve hızı
- Ani yük inişlerinde gerilim artışı.

3.5. AA Filtreleri :

Reaktif güç gereksiniminin bir kısmını ve çeviriciler tarafından yaratılan akım bileşenleri süzmek, reaktörlerle bağlanmış kapasitörlerle sağlamak uygundur.

En büyük akım bileşenleri bu filtreler tarafından kısa devre edilir. Böylece AA sistemine ulaşmaları, dolayısıyla uzletişim sistemlerine karışmaları ya da rezonans olaylarına neden olmaları önlenir.

Filtreler kullanıldığında, filtre bağlantı noktasındaki değişken gerilim sinüs biçimli olarak kabul edilebilir. Ve sadece bu nokta ile tristörler arasındaki reaktanslar komütasyon işlemini etkiler.

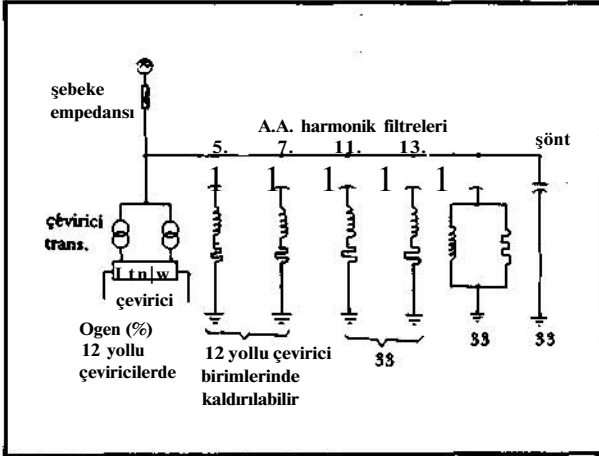
Normal olarak, ana frekansın 5-7-11 ve 13 katlarındaki frekanslara sahip akım bileşenleri için ayrı ayrı ayarlanmış filtreler kurulur. Daha yüksek bileşenler için bir sürümlü filtre kullanılır. Şekil 11'de bir AA sisteminde filtrelerin normal düzenlenmesi görülmektedir. 12 yollu çeviriciler için 5. ve 7. bileşenler çoğu zaman kaldırılabilir.

Bu filtrelerin yarattığı toplam reaktif güç, normal olarak DA bağlantısının aktif gücünün % 10-40'ı kadardır. Geri

kalan reaktif güç gereksinimi, şönt kapasitörler, eşzamanlı kompanzatorlar ya da her ikisi birden kullanılarak elde edilebilir. Ayarlanabilir filtrelerin kalite faktörleri, seri dirençler yardımıyla 50-150 arasında değerlere ayarlanabilir. Kesin değer AA sistem frekans değişimine, sıcaklık değişimi nedeniyle parça özelliklerinin değişimine ve ayarlama işleminin yapılmasına vb. bağlıdır.

Temel çevirici bileşenlerine ek olarak bazı sistem koşullarında başka bileşenler; örneğin 3, 4, 8, 9 oluşabilir. Bunlar transformatörlerin ve dönen makinaların doğrusal olmayan karakteristikleri nedeni ile ortaya çıkabilir ve A.A. sistemindeki rezonanslar aracılığı ile farkedilebilirler.

A.A. filtresi doğrudan doğruya AA sistemine ya da üçüncül sargılar yoluyla çevirici transformatörlerine bağlanabilir. Kapasitör birimleri, çeviriciler tarafından yaratılan akım bileşenleriyle birlikte kendi kapasitif akımlarını çekebilecek şekilde yapılmalıdır. Bu filtrelerin ayarının normal çalışma sırasında kontrol edilebilmesi için her birinin üzerindeki bileşen akım ile bileşen gerilim arasındaki faz açısını ölçmeyi sağlayan özel aletler takılır.



ŞEKİL 11. A.A. harmonik filtresi düzenlemesi

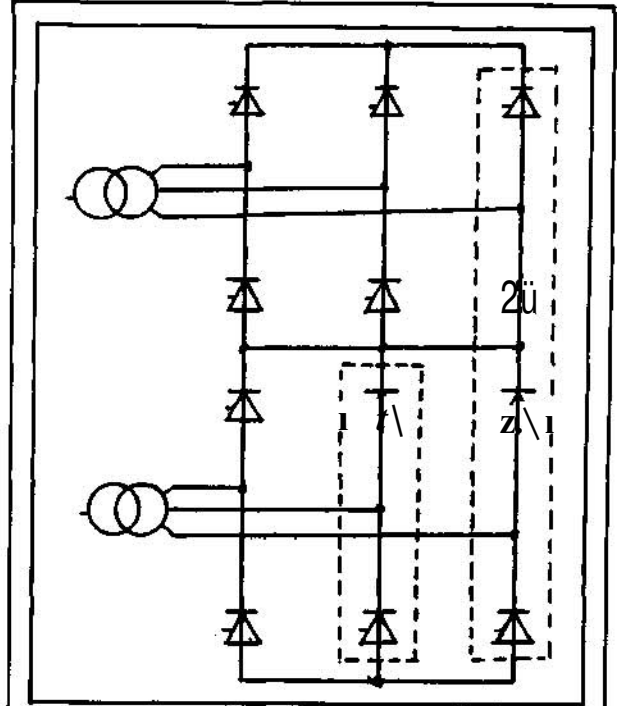
3.6. Çevirici Transformatörleri:

Temelde Y.G. güç transformatörleri olarak tasarlanırlar. Çevirici transformatörünün köprü sarımı, çalışma sırasında toprağa göre bir D.A. potansiyele sahiptir. Sarımın yalıtımında bunun göz önüne alınması gerekir. Girdap akımları kayıplarından kaynaklanan akım bileşenleri yüzünden normalden daha fazla paralel parçaya sahip sarımlar gerekebilir.

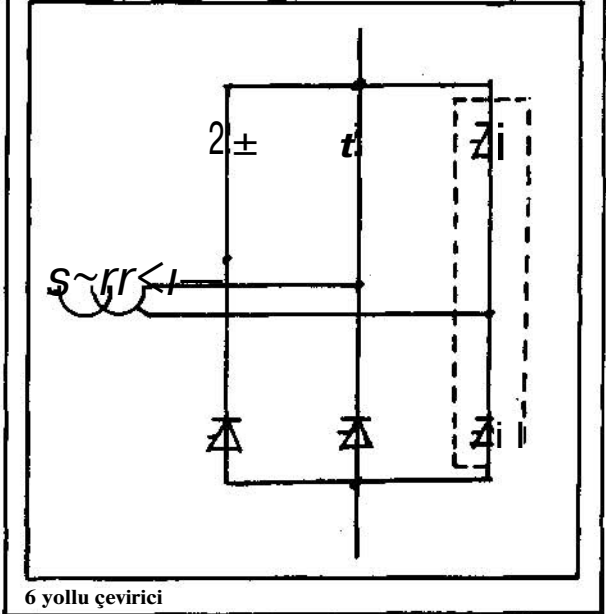
3.7. Çeviriciler :

Genel olarak 6 ya da 12 tristörlü olarak düzenlenir. Fiziksel olarak bir, iki ya da dört köprünün fonksiyonları tek bir yapıda birleştirilebilir (Şekil 12).

Seri bağlanmış çeviricili bir kolda bir çevirici servis dışı kaldığı zaman çevirici devre dışı bırakılmadan önce akım by-pass anahtarına yöneltilmelidir.



12 yollu çevirici



6 yollu çevirici

ŞEKİL 12.

Paralel çeviricili bir kolda önce çevirici akımı sıfıra getirilir; sonra, çevirici devre dışı bırakılır. Söndürme devreleri genellikle köprülerin içindedir. Alçak radyo frekans reaktörleri konması da önerilebilir.

3.8. DA Tarafında Düzeltme ve Süzme Düzenlemeleri:

Hem DA hava hattı hem de DA kablosu kullanıldığında D. akımı dikleştirme ve dışardan karışmalara bağlı gerilim ve akım salınımlarını söndürmek için bir reaktör

kullanmak gerekir. Ayrıca DA hattından telefona karışmaları önleyebilmek için süzme devreleri kullanılır. Bunlar DA hattıyla toprak arasında ana bileşeni bir kapasitör olan söndürme devreleri olarak kurulurlar. Kapasitör birimleri gerilimi birimler arasında eşit olarak dağıtmak için dahili ya da harici gerilim bölücülere sahip olmalıdır.

3.9. Aşın Gerilim ya da Akıma Karşı Konuna :

Koruma düzeyinin seçimi; öncelikle tristör köprülerinin aşırı gerilime karşı tam korunmasını göz önüne alan özenli bir yalıtım koordinasyonu üzerinde oluşturulmalıdır. Cıva-ark köprülerinin tersine; tristör köprüleri aşırı gerilime dayanmaz. Gerekli koruyucu düzenlemeleri ve koruyucu cihazlardan beklenenleri tanımlayabilmek için; iç ya da dış olaylarla ilgili hata koşullarını tümüyle incelemek gerekir.

Bir tristör köprüsü aşırı akıma karşı da cıva-ark köprüden daha duyarlıdır. Her durumda tristör, özel akım sınırlama düzenekleri olmaksızın bir iç kısa devreye dayanabilecek köprü dizayn etmeye yetecek kadar bir kısa süreli aşırı akıma dayanma yeteneğine sahiptir. Kontrol sistemi ve normal hızlı devre kesiciler (akımın 2-3 periyonda) akımı kabul edilebilir bir zamanda sınırlamaya yeterlidir.

3.10. Koruma :

Çevirici transformatörü aşırı bir akıma karşı aynı zamanda kısa devre koruması için yedek bir koruma oluşturan bir A.A. aşırı akım koruyucusu ile korunur. Çevirici transformatörünün içindeki hatalar; transformatör difransiyel koruması ile ele alınır.

D.A. difransiyel koruma, çıkış hattındaki doğru akımla istasyonun orta noktasındaki doğru akımın karşılaştırılmasına dayanır. Kısa devre koruması, herhangi 6 yollu bir çeviriciye giren alternatif akımla çıkan alternatif akımı karşılaştırır. Çeviricide bir kısa devre olduğunda doğru akımın artmamasına rağmen büyük değerlerde bir alternatif akım ortaya çıkar. A. akımın D. akıma göre artması, korumanın çeviriciyi bloke etmesini sağlar.

Komütasyon hatası koruması da A. akımla D. akımı karşılaştırır. Komütasyon hatası olduğuna çevirici transformatöründen geçmeden köprü üzerinden geçer. Azalan A.A. değişmeyen D.A.'ya karşılaştırılır. Uzun süreli bir komütasyon hatası olduğunda koruma çeviricisi 0,1-1 saniyede bloke eder. DA tarafındaki bileşen gerilim koruması DA tarafındaki aygıtları korur, örneğin; düzeltici reaktörün bir ya da birkaç ana köprüünün bozulmasından ya da şebeke kontrol sistemindeki bir simetrisizlikten doğan değişik frekanslardaki alternatif akımlar yüzünden aşırı derecede yüklenmemesini sağlar.

3.11. Yardımcı Güç :

Tristör köprülerin soğutulması, çevirici kontrolü, istasyon bataryası, devre kesicilerinin çalışması, aydınlatma,

genel amaçlı ve acil durum aydınlatması için yardımcı güç gereklidir. Yardımcı güç kaynağının çok yüksek güvenilirliği olmalıdır. Normal olarak, gerektiğinden fazla besleyici kullanılarak güvence sağlanmaya çalışılır.

Izgara (grid) zamanlama kaynağı gerilimi, tristörlerin tetiklemelerinin doğru zamanlanması çok önemlidir. AA sistemindeki çevirici tarafından etkilenmeyen komütasyon geriliminin tam bir görüntüsünü vermelidir. Bu gerilim A.A. tarafından ızgara kontrol araçlarına magnetik ya da kapasitif gerilim transformatörleri «oluyla verilir.

Tristörlerin tetiklenmesi ve kontrolü için gereken güç bunlara; yalıtıcı transformatörler ya da kendi üstlerinden dönen cihazlar yoluyla iletilir. Değişik tristörleri tetiklemek için gereken güç, aynı kaymaktan ya da köprü üzerindeki ana gerilimden bir gerilim bölücüsü yardımıyla alınabilir.

3.12. Yalıtım Düzeyleri :

DA yanındaki çeviricilerin hatla toprak arasında seri bağlanması çevirici cihazlarında dereceli faz-toprak yalıtımı kullanılmasını gerektirir. Yalnızca hatta bağlı olan çevirici, tam doğru akım gerilimine karşılık gelen yalıtıma sahip olmalıdır. Geri kalanlar için giderek azalan bir yalıtım gerekir. Fazlar arasındaki yalıtımı, köprüleme anahtarları için çevirici gerilimine bağlıdır ve bütün çeviriciler için aynıdır. Bu nedenle çevirici ile faz-faz ve faz-toprak yalıtımları farklı şekilde ele alınır.

3.13. Radyo Parazitinin önlenmesi İçin Düzenlemeler :

Tristör tetiklemesi, köprülerden yüksek frekansta elektromagnetik ışınım yayılmasına neden olur. Cihazlardaki başıboş kapasitanslarda biriken yükün değişimi sistemde yüksek frekanslı salınmalar doğurur.

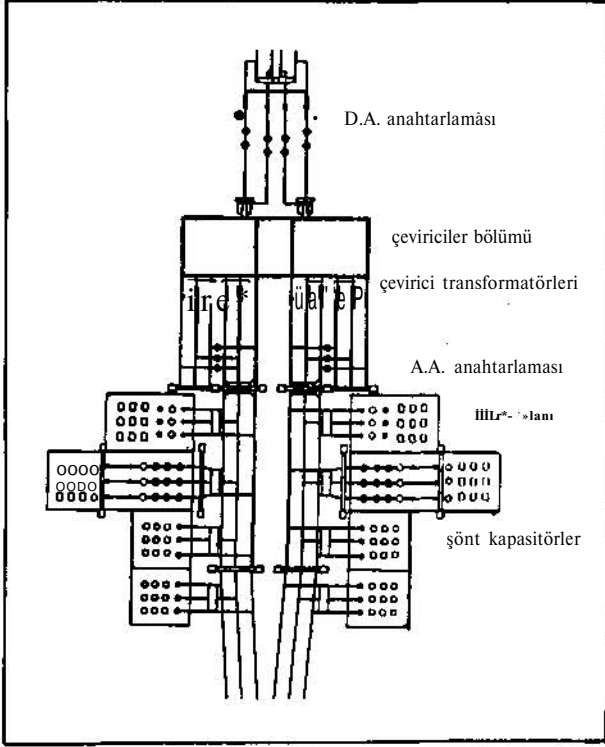
Frekans aralığı 0,1-1 MHz radyo haberleşmesine karışmalar şu yolla azaltılabilir:

- Tesis yeri olarak bir vadinin seçilmesi,
- Tristör köprülerinin bulunduğu yerin elektromagnetik radyasyonu perdeleyecek şekilde tasarlanması,
- Çevirici bağlantılarından, iletkenin uzunluk ve yüksekliliğinin sınırlandırılması ve bağlantılarda yer kabloları döşenmesi,
- Radyo parazit düzeyine sınırlı katkıda bulunacak anahtarlama düzeneğinin yalıtkan tip seçilmesi.

Bu önlemler tesis tasarlanırken düşünülmalıdır. Sonradan yapılması gereksiz ek masraflar yaratabilir. Radyo parazit düzeyi kolaylıkla istasyondan 300 m. uzaklıkta 1 V/m düzeyinin 50 dB altına getirilebilir. İstasyon civarında çok düşük düzeyde radyo haberleşme işaretleri alınmıyorsa radyo parazitinin katot reaktörleri, söndürücüler, iletkenler ve toprak arasında R-C devreleri; çıkış iletkenlerinde filtreler kullanarak çevirici bölgesini perdeleyerek daha da azaltmak mümkündür.

Çevirici istasyonu Düzenlemesi :

Çevirici istasyonu düzenlemesi bir dereceye kadar ^rij-lerin tipine bağlıdır. Çok rastlanan bir istasyon türü havayla yalıtılmış çift ya da dörtlü köprüler kullanılır. Böyle bir istasyon genel düzenlemesi Şekil U'de gösterilmektedir.



ŞEKİL 13. Tipik bir çevirici istasyonu planı

AA barasının bir parçası bir yanda, çıkış DA bağlantıları bir yanda gösterilmiştir. Derli toplu bir tasarım cıdc edebilmek için çevirici transformatörleri ve düzleştirme reaktörleri bina duvarına yakın tristörler tarafından baralar tristörler tarafına bakar şekilde yerleştirilmiştir. Şekil 13'deki düzenlemede dörtlü tristör köprüler kullanılmıştır.

Kapalı devre hava soğutma sisteminin vantilatörleri zemin kattadır. Tristörler bölümündeki diğer parçalar parafudr ve YGDA terminaline bağlanmış hava çekirdekli bir reaktördür. Kontrol ve yardımcı cihazlar için binanın aşağı bölümünde iki tristör bölümünün arası ayrılmıştır. Tristör köprüleri çevirici binasına yakın

tutmak mümkün olmuştur. AΛA filtreleri, anahtarları ve devre kesicileri de buradadır. DA tarafında düzleştirme reaktörünün dışında şu bileşenler bulunur: Hat ve nötr parafuduru, gerilim bölücüsü, akım ölçeri, iletme sistemleri ve kesiciler.

YGDA Hatlarının İşleyiş Kontrolü :

YGDA kontm! «l'temlennin temel amaçları şunlardır:

- DA hattı ile iliiii güç veya birbirine bağlanmış iki AA sist...:nin herbirinin frekansları gibi büyüklüklerinin yeterli k"«r:!!; ve tepki hızı ile kontrolü.
- Sistem bozucu etkenlerinin olması durumunda bile güvenilir evirme işiınınu sağlanması.
- Yukarıdaki amaçların minimum reaktif güç tüketimi ile yapılması. Kontrol sisteminin normal işleyişi için yukarıdaki maddelerin yanı sıra mümkünse, ayrıca büyük bozucu etkenler olduğunda da doğru işleyişi sağlamalı veya en azından hata anlaşıldığında etkileri en az'a indirilmelidir.

Güç Akış Yönünün Değişmesi :

Eğer güç akış yönündeki değişme, noktadan noktaya iletimdekiyle aynı yol ile yapılırsa bütün doğrultma elemanları evirici: Lvir:ciierde doğrultma elemanları olurlar. Bu gerilim kutupları değişmiş anlamına gelir. Güç akış yönü sadece gerilim kutuplarının gerilimini değiştirmek yerine terminalin DA hattına bağlantılarını değiştirmek avantajlıdır.

Tristör köprüleri için değişik yalıtım düzeyleri söz konusu olduğundan, bunlarla olan tüm seri bağlantıların da değiştirilmesigereklidir.

KAYNAKLAR

- (1) UHLMANN, E. "Povver transmission by Direkt Current" Berlin Heidelberg, Nevyork Springer Verlag 1975.
- (2) V:LEDY, E. "Electric Power Systems" Second Edition, John Wiley and Sons 1975.
- (3) "Standard Handbook for Electrical Engineers" Eleventh Edition., Mc Graw Hill Book COMPANY, 1978.
- (4) Electra (Cigre), 1974, No: 34, s. 43-61.
- (5) FLISBERG, G., UIILMAN, E. "Insulation Levels for HVDCTerminals".
- (6) IFEES>[J. trunı, December 1975.
- (7) ASEAJ. 1975, ...,1. 3, No: 'i, s. 61-65.