

yüksek gerilim salt merkezlerinin tasarımı

1. GİRİŞ

Yüksek uerilim (YG) iletim merkezlerinin yakın geçmişteki büyümesi çok çarpıcı olmuştur, ileriki yıllarda da bu büyümenin artan bir hızla süreceği sanılmaktadır.

Büyük yatırım gerektiren iletim sisteminin en can alıcı bölümü yüksek gerilim salt merkezleridir. Yalnız Amerika'da 1972 yılında Ekstra Yüksek Gerilim (EYG) salt merkezleri için yapılan yatırımın toplamı $1,3 \times 10^9$ dolar dolayındadır.

Sistem tasarım mühendisleri; en az maliyetle en güvenilir elektrik enerjisini sağlamak durumundadır. Bir YG iletim sisteminin tasarımı özenle ve etraflıca düşünülerek yapılmalıdır.

Günümüzdeki salt merkezleri, gelecekteki gereksinimleri en ucuz ve kolay karşılayabilecek esneklikte olmalıdır.

Merkezlerin tasarımındaki belirleyici en önemli iki etken; işletmedeki en üst güvenlik ve ilk yatırımın düşüklüğüdür.

Bu yazıda, günümüzdeki merkez düzenlemesinin genel bir dökümü ve sistem güvenirliliği yönünden önemli noktaların tartışması verilecektir.

2. MERKEZ TASARIKINDAKİ GENEL GEREKSİNİMLER

iyi bir merkez tasarımı yapılırken, aşağıdaki önemli gereksinimlerin gözönünde tutulması gerekir:

1. Sistem güvenliği
2. Yatırım sermayesi (Sabit ve işletme sermayesi)
3. İşletme esnekliği
- A. Bakım kolaylıkları
5. Gelecekteki büyüme
6. Yer gereksinimi
7. Çevresel koşullar.

Her özgün durum için (ülke ve güç sistemi yönünden) yukarıdaki etkenlerin uygun bir karışımının bulunacağı açıktır. Sistemdeki tüm merkezlerde en üst güvenliği sağlamak için aygıtların çift konması ekonomik yönden nasıl kabul edilemezse, ilk yatırımın en düşük olması için güvenlik koşullarının çok düşük düzeyde tutulması da düşünülemez.

YG merkezlerini iki bölümde toplayabiliriz:

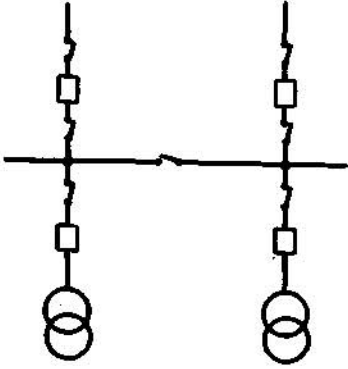
1. Hat dağıtım merkezleri
2. Transformatör ya da uç dağıtım merkezleri

Hat dağıtım merkezlerinin üretici ya da alıcı uçlardaki trafo merkezlerinden genellikle daha güvenilir olması gereklidir. Bunun nedeni, yedek hat bulundurulmasının yedek transformatörden daha pahalı oluşudur.

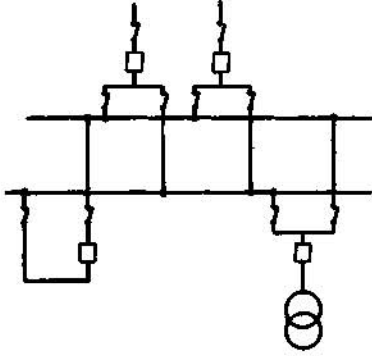
3. SALT MKRKEZLERİNİN DÜZENLENMESİ

Her ülke ve elektrik üreten kuruluşun merkez düzenlemelerinde belirli tercih ve eğilimleri vardır. Farklı merkez düzenlemelerinde ilk yatırım, güvenilirlik, işletme maliyeti vb. olguların gözden geçirilerek karara varılmasına yakın zamanlarda başlanmıştır.

İşletme yönünden, mevcut seçeneklerden birkaç düzeneğin seçilmesi iyi bir pratiği gerektirir. Yanlış çalışma tehlikelerini en aza indiren belirli işletme yöntemleri kullanılarak bu durum gerçekleştirilebilir. En yaygın kullanılan merkez düzenlemelerinden bazılarını sırasıyla inceliyeceğiz:



Şekil 1. Bara ay incili ana tek - bara sistemi



Şekil 2. Çift ana bara sistemi

3.1. Tek ana-bara (single bus-bar) sistemi

Şekil 1'de bara ayırıcılı tek bara düzeneği görülmektedir. Baradaki bir kısa devrede tüm çıkışların devre dışı kalması başlıca sakıncalardan biridir. Buna karşın bara ayırıcılı ve tek ana-baralı düzenleme yaygın kullanılmakta ve güvenilir bir tasarım olduğu kabul edilmektedir. İsveç'te 145 kV'a kadar olan alıcı merkezlerinin çoğunluğunda bu düzenleme kullanılmaktadır.

3.2. Çift ana-bara (duplicate bus-bar) sistemi

Çift bara sistemi, dünyada en yaygın kullanılan bara sistemlerinden biridir (Şekil 2). Çıkış (feeder) gruplandırılmalarını gerektiren güç üretim merkezlerinde çift bara daha uygun bir çözümdür. Bu düzeneğe bara bağlayıcı bir fiderin konması işletme kolaylıklarını artırır.

Çift bara sistemine yeni bir transfer bara eklenerek işletme kolaylıkları daha da artırılabilir.

Bara arızaları, tek bara düzenlemesinde olduğu gibi, arızalı bölüme bağlı tüm çıkışların devre dışı kalmasına yol açar. Çift ana-baranın yararı, çıkışların arızasız baraya aktarılmasına olanağının bulunmasıdır.

3.3 Birbuçuk kesici sistemi (Ü circuit breaker system)

Bu düzenleme daha çok Kuzey Amerika'da kullanılır. Avrupa'da ise yaygın değildir. Bu sistem, daha çok bara güvenliği istendiğinde tercih edilir. Birbuçuk kesici sisteminde, çıkış başına yarım kesici fazla kullanılmaktadır (Şekil 3).

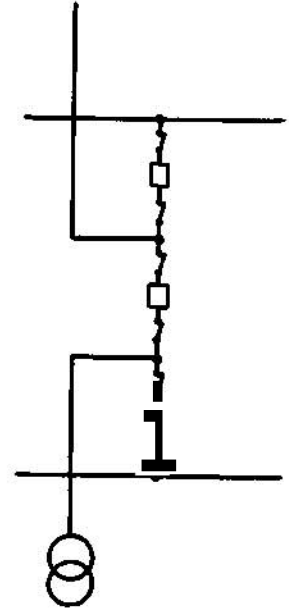
Bu düzenlemenin bir çok manevra olanakları vardır. Ancak, aygıtların iki çıkış fiderinin toplam yük akımını karşılayabilecek güçte olmaları gereği, aygıt anma değerlerini (akım taşıma gücü) ve merkez maliyetini artırır.

3.4. Halka bara sistemi (ring bus-bar or mesh system)

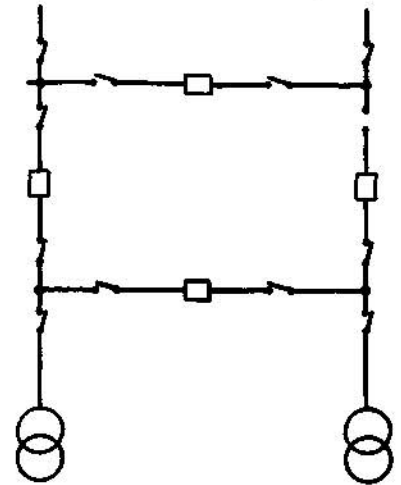
Bu düzenlemede kesiciler, fider çıkışı yerine bara üzerine yerleştirilmiştir. Bir fideri devreden çıkarmak için iki kesicinin açılması gerekir. Kesicilerden birinin devre dışı olması halkanın açılmasına yol açar. Arızalı fiderin devre çıkışındaki ayırıcısı açılıp kesiciler kapatılarak halka kapalı duruma getirilebilir (Şekil 4).

Halka bara sisteminin çift ya da tek bara sistemine göre üstünlüklerini şöyle sıralayabiliriz:

1. Bara arızalarında yalnız bir fider devre dışı kalır.
2. Kesici arızalarında (breaker failure) yalnız iki fider devre dışı kalır.



Şekil 3. Birbuçuk kesici sistemi



Şekil 4. Halka bara sistemi

3. Kesici bakımı için, yan geçiş (by-pass) olanaklarının bulunması gerekmez ve koruma sistemi devre dışı kalmaz.

Tüm manevra koşullarını sağlayabilmek için kesici ve diğer aygıtlar en yüksek bara akımına dayanabilecek güçte seçilmelidir. Bu ise anma değerlerine ve mevcut standart aygıtlara bağlı olarak maliyet artışına yol açar. Halka baralı merkezler ultra yüksek gerilim (UYG) sistemlerinde kullanılır.

4. TASARIM ÜZERİNE

4.1 Sistem Güvenliği

Sistem güvenliği, merkezlerin düzenlenmesi kadar, merkezdeki aygıtların da güvenilirliğine bağlıdır. Farklı seçenekler için aynı tür aygıtlar kullanılmadığı sürece, merkez düzenlemelerinden hangisinin daha güvenilir olacağı yargısına varmak güç olur.

Farklı merkez düzenlemelerinin güvenirliliği konusunda CIGRE'de yapılan bir çalışmanın sonuçlarından yararlanabiliriz.

Sistem güvenliği, kullanılan aygıtların arızalarından etkilenmektedir. Bir merkezdeki arızaların en büyük bölümü, devre kesicilerinden ve bunların da mekanik yapılarından gelmektedir.

YG merkezlerinde az yağlı kesicilerin (oil minimum circuit-breakers) kullanılması güvenliği artırmaktadır. Çünkü az yağlı kesiciler havalı kesicilere oranla daha az sorun yaratır.

Bir merkezin güvenliğini artıran etkenleri şöyle sıralayabiliriz:

- Aygıtların güvenilir firmalardan sağlanması
- Yapımcı firmada deney ve araştırma olanaklarının araştırılması
- Nitelik denetimi
- Montaj ve işletme çalışmalarında özen gösterilmesi
- Tip testleri ve diğer testlerin yapılması.

4.2 Maliyet

Bir merkezin maliyeti hesaplanırken; ilk yatırım, işletme masrafları ve enerji kesilmelerinden gelecek kayıpları da içeren toplam tutarın gözönünde tutulması gerekir.

Merkezin yapımında ilk yatırım düşüklüğünü temel almak ileride ek masrafların doğmasına yolaçabilir.

tnsaat masrafları tasarım ve yerleştirme düzenine bağlı olarak geniş değişkenlik gösterdiğinden, salt maliyetinin inşaat bölümünden ayrı düşünülmesi daha doğrudur.

4.3 Bakım Kolaylıkları

Merkez yerleştirmesinde görünümün iyi olması (çıkış fiderlerinin ve aygıtlarının kolay ayırıldilebilir olması) işletme güvenliğini artırıcı bir etkidir. Merkezlerin alçak kesitli (low profile) olması daha iyi bir yerleşme görünümü verir. Merkez düzenlemeleri yapılırken bakım kolaylıkları da gözönüne alınmalıdır.

4.4 Merkezlerin Genişletilmesi

Sistemlerin büyümesi bazı merkezlerin genişletilmesi gereğini doğurur. Seçilen merkez tasarımında, gelecekteki genişletmelerin en az enerji kesilmesi ile gerçekleştirilebilmesi sorunu düşünülmelidir.

4.5 Yer Sorunu

Arazi fiyatlarının artması ve uygun merkez yeri bulunmadığındaki zorluk, tasarımcının hareket olanaklarını sınırlamaktadır.

Bazen mevcut yerin kullanılması özel tasarımları gerektirebilir. Bu gibi durumlarda yapımcı firmaların çözüm önerileri yardımcı olabilir. Kısıtlı yer olanaklarında, pantograf türü ayırıcıların kullanılması yararlı olmaktadır.

4.6 Çevresel Koşullar

Toplumda çevreye karşı duyarlılığın artması, alçak kesitli merkezler yapma eğilimini doğurmuştur. Modern merkezlerin tasarımında, çok büyük pylon

ve çelik yapı (construction) kullanılmamalıdır.

Yerleşme alanlarının yakınına kurulacak merkezlerde gürültü önemli bir sorundur. Az yağlı ve SF6 gazlı kesicilerin çalışmasındaki gürültü, havalı kesicilere oranla oldukça düşüktür. Transformator gürültüsünü de azaltmak için özel çevrelemeler (enclosure) yapılmaktadır.

5. TASARIM SORUNLARI

5.1 Kısa Devre

Bir kısa devre anında merkezdeki akım taşıyan iletkenler çok büyük zorlanmalarla karşı karşıyadır. Eğer iletkenler serbest asılı (freely suspended) durumdaysa, kısa devre sırasında iletkenler arası açıklık sallanmadan ötürü değişir. Çok sayıdaki etkenin varlığı (örneğin; serbest iletken uzunluğu, gerilme, noktasal yükler, vb.) iletken hareketlerinin niteliğinin saptanmasını güçleştirmektedir.. Ancak, bu hareketlerin çok büyük olması haralarda ve merkezdeki aygıtlarda ciddi hasarlar doğurabilir. Bu türdeki kısa devre kuvvetlerinin bulunmasında çoğunlukla basitleştirilmiş yöntemler kullanılmaktadır.

5.2 Topraklama

tnsan güvenliği ve aygıt korunması için bir merkezdeki tüm akım taşımayan metal bölümler topraklı olmalıdır.

Ülkelere göre farklı topraklama yöntemlerinin benimsenmesinin nedeni, topraklama koşullarının kesinlikle saptanamasından ileri gelmektedir. Ancak topraklama barası düzenlenirken, bazı temel gereksinimler karşılanmalıdır.

Topraklama barası korozyona karşı (iletkenleri temas ettiği topraktan ve diğer iletkenlerden koruyacak biçimde) dayanıklı olmalıdır.

Topraklama sistemi ağ (ızgara) gibi ve merkezin tüm alanını kapsayıp taşıyacak biçimde olmalıdır.

Ağ aralıkları elden geldiğince küçük (insan adımı kadar) tutulmalıdır. Bazı merkezlerde dokunma gerilimleri büyük olabilir, bunlar önlenmelidir.

Tüm metal bölmeler ve ekleme öğelerinin topraklama barasına bağlantısının birbirinden bağımsız iki iletken ile yapılması istenir. Bunun nedeni, topraklama bağlantısından biri koparsa, öbür bağlantının gerekli topraklamayı sağlaması içindir.

Montaj, bakım ve onarım sırasında yüksek gerilim iletkenleri ve çelik yapıların geçici topraklanması için özel topraklama aygıtları kullanılabilir.

5.3 Çelik Yapı

Salt merkezlerinde mesnetler beton yapılabildiği halde, galvanizli çelik yapılar daha çok tercih edilmektedir.

Taşımadaki sınırlamalardan ve taşıma sırasında büyük bölmelerin hasarlanma tehlikesinden ötürü yapıların kafes biçiminde yapılması ve civatlarla tutturulması tercih edilir. Tasarımda bu yapılara gelecek statik ve dinamik kuvvetlerin gözden geçirilmesi gerekir.

5.4 İzolatörlerin Seçimi

Yüksek gerilim merkezlerinde izolatörler, maliyetin ve yalıtkanlık koordinasyonunun önemli bir bölümünü oluşturur. Tasarımcılar, izolatör niteliklerini belirler ve bunları koordine ederken özen göstermelidir.

Yalıtkanlık koordinasyonunda, aygıtlar, elektriksel dayanma gerilimine ve mevcut koruyucu aygıtların koruma düzeyine göre seçilir. Bu ayarlama; aygıtın hasarlanma olasılığı, yalıtkanlık bozulması ve enerji kesilmesini ekonomik ve işletme yönünden kabul edilebilir bir düzeye düşürecek biçimde olmalıdır.

Bir merkezde aygıtların karşılaşılabileceği elektriksel zorlanmaları dört bölümde toplanabiliriz.

- Güç frekansındaki gerilimler
- Geçici aşırı gerilimler
- Manevra aşırı gerilimleri
- Yıldırım aşırı gerilimleri

Dışsal yalıtkanlık hava kirliliğinin düzeyinden etkilenir. Yalıtkanlık düzenlemesinde, önce farklı aygıt konumlarında beklenen aşırı gerilimlerin boyutlarının bilinmesi gerekir. Düşük gerilimlerde manevra aşırı gerilimleri çok önemli olmadığı halde, ekstra ve ultra yüksek gerilimlerin yalıtkanlık düzeyinin seçiminde belirleyici bir ölçüttür (criterion).

5.5 EYG İzolatörlerinde Kirlenme

Kirli atmosfer koşullarında, izolatörlerin durumu hakkındaki bilgilerimizin çoğunluğu, yapay kirlenme deneylerinden gelmektedir. Gerçek sistem koşullarındaki işletme sonuçları ise oldukça farklıdır.

Kirli bölgelerde bulunan izolatörlerin kirlenmesini en aza indirmek için, sistem tasarımına aşağıdaki seçenekler (alternatifler) önerilebilir:

1. İzolatörde atlama uzaklığının artırılması
2. Silisyum yağının koruyucu kaplama olarak kullanılması
3. İzolatörlerin yıkanması
4. Tüm merkezin kapalı ya da bina içerisinde yapılması

Atlama uzaklığının artırılması özel izolatör seçimiyle sağlanabilir. Bu ise yalnız başına kirlenme sorununu çözmekten uzaktır. Alışılmış izolatörlerin yerine özel türdeki izolatörlerin kullanılması'nın işletme güvenilirliğini azalttığı görülmüştür.

Koruyucu kaplama olarak Silisyum yağının hançir izolatörlerde kullanılması uzun süredir birçok ülkede başarı ile denenmiştir. Bununla, izolatörlerin daha uzun zaman aralıkları ile bakımı yapılabilir. Bu yöntemde yağ tabakasının yinelenmesi özen gerektirdiğinden karşılaştırılarda; emek ve malzeme maliyeti gözönünde tutulmalıdır. Yağlama işi de ancak enerjisiz durumda yapılabilir.

Birçok ülkede uygulanan izolatörlerin su ile yıkanması enerjili hatlarda çok dikkat istemektedir. Bu yöntemde izolatörlere elle çalıştırılan bir hortum yardımıyla su püskürtülür ve ayrıca sabit tesislerde aygıtlara bağlanmış sabit su sıkıcı hortumlardan da yararlanılabilir. Bu tür yıkama daha çok Japonya'da kullanılmaktadır ve çok pahalıdır. Ayrıca merkezin yerleştirilmesinde de bazı düzenlemeler yapmak gerekir. Çünkü bir izolatörün üzerine sıkılacak su ile diğer gerilimli bölmeler arasında atlama olmamalıdır.

6. SIKIŞTIRILMIŞ GAZ İLE YALITILMIŞ SALT MERKEZLERİ

EYG ve UYG salt merkezlerindeki yer ve kirlenme sorunu, son zamanlarda sıkıştırılmış gaz ile yalıtılmış yeni salt merkezlerinin yapımına yol açmıştır. Bu tür merkezler tam kapalı durumdadır ve yalıtma için sıkıştırılmış sülfür heksaflörür gazı (SF₆) kullanılmaktadır.

UYG salt merkezlerinde SF₆ gazının kullanılmasıyla yer gereksinimi açık hava tiplerine göre % 90 düşmüştür.

245 kV ve altındaki gerilimlerde salt merkezlerinde SF₆ gazının kullanılması ekonomik değildir. Ancak özel kirlenme ve arazi fiyatlarının çok pahalı olduğu durumlarda 245 kV in altında da SF₆ gazının kullanılması düşünülebilir.

Daha düşük gerilimli merkezlerde SF₆ gazının henüz kullanılmaması, maliyetlerin yüksek, bakım ve işletmesinin daha karmaşık olmasından ileri gelmektedir.

SF₆ gazlı salt merkezlerinde hat çıkışlarının gerektirdiği alan değişmez. SF₆ gazlı salt merkezlerini alışılmış olanlar ile karşılaştırırken bu etken gözönüne alınmalıdır.

(High Voltage Substations, Some Practical Design Aspects. A.K. Bhattacharyya, Manager Transmission Projects, Power Division ASEA, Västerås, İsveç)