

AŞIRI GERİLİMLERE KARŞI KORUMA

Üzcan Kalenderli - Kevork Mardikyan

1 T.O. Elektrik-Elektronik Fakültesi, Gümüşsuyu, İstanbul

ÖZET

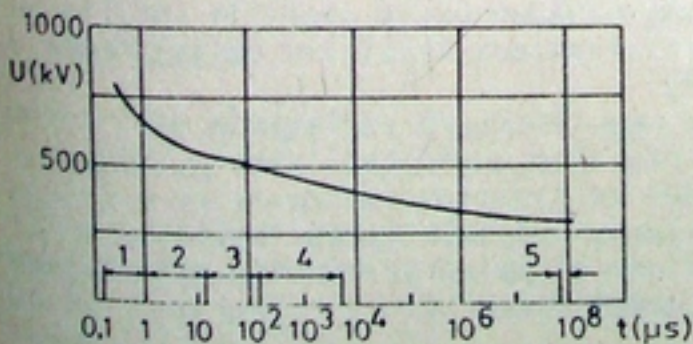
Yüksek gerilim tesislerinde dış aşırı gerilimlere karşı koruma genellikle ark boynuzları (koruma eklatörleri) ve parafudrlar ile yapılmaktadır. Uygulamada yaygın olarak kullanılan ark boynuzları ile belirli koşullar altında yeterli ve ucuz bir koruma sağlanabilmektedir. Bu durum gözönünde tutularak orta gerilim seviyesinde (36 kV'a kadar) kullanılan koruma eklatörleri ile parafudrlar kısaca karşılaştırmalı olarak anlatılmış, böylece dış aşırı gerilimlere karşı hangi durumda hangi koruma aygıtının daha etkin bir koruma sağladığı konusuna açıklık getirilmeğe çalışılmıştır.

1. GİRİŞ

Yüksek gerilim hatlarında ve bunlara bağlı generatör, transformatör ve benzeri işletme araçlarında meydana gelen arızaların baş nedenlerinden biri aşırı gerilimlerdir. Aşırı gerilimler, iç ve dış aşırı gerilimler olmak üzere ikiye ayrılırlar. Açma kapama ve kısa devre sonucu meydana gelen aşırı gerilimlere iç aşırı gerilimler, atmosferik etkilerden meydana gelen aşırı gerilimlere de dış aşırı gerilimler denir. Dış aşırı gerilimler, ya doğrudan doğruya yıldırımın bir yüksek gerilim hattına düşmesiyle veya tesirle elektriklenme suretiyle meydana gelirler. Aşırı gerilimler, izolatörlerde atlamalara, sıvı ve katı yalıtkan maddelerde delinmelere yol açabilirler. Dolayısıyla hatlarda toprak veya faz kısa devreleri, transformatör sargılarında sarım kısa devreleri meydana gelebilir. Şebekeyi dış aşırı gerilimlere karşı korumak için yapısal ve bağlama tekniği ile ilgili önlemler alınabilir. Alınacak önlemler, aşırı gerilim dalgasının genliğine ve alın eğimine bağlıdır. Aşağıda özellikle orta gerilim şebekelerinde yaygın olarak kullanılan ark boynuzları ve parafudrlar karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır.

2. AŞIRI GERİLİM KORUMA AYGITLARININ İŞLEVİ

Şebekelerde oluşan çeşitli aşırı gerilimlere karşı yalıtımın davranışı Şekil-1'de gösterilen bir transformatöre ait darbe karakteristiği (atlama gerilimi / zaman eğrisi) üzerinde gösterilebilir. Burada

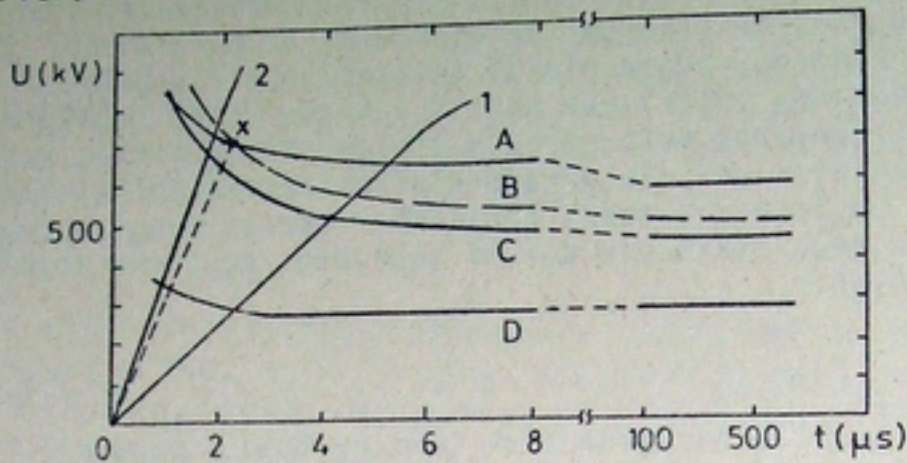


Şekil-1 132 kV'lık bir transformatörün atlama gerilimi / zaman eğrisi

1. Dik alınlı darbelere,
2. Eğik alınlı darbelere,
3. Hızlı açma kapama darbelere,
4. Yavaş açma kapama darbelere ve
5. 1 dakika süreli şebeke frekanslı gerilimlere karşı düşen bölgelerdir.

Bir koruma aygıtının darbe karakteristiği, korunacak işletme aracının darbe karakteristiğinin altında kaldığı sürece güvenli bir koruma

sağlanmış olur. Bu durum Şekil-2'de gösterilmiştir. Parafudr (D eğrisi), transformatörü (A eğrisi) tüm zaman bölgelerinde korur. Ark boynuzu (B eğrisi), transformatörü sadece alın eğimi α doğrusunun altında kalan aşırı gerilimlere karşı korur (örneğin I eğrisi). α doğrusundan dik alınlı gerilimler ise ark boynuzu çalışmaya başlayamadan transformatör sargısını delerler, dolayısıyla koruma söz konusu değildir. C eğrisine uygun ark boynuzları bazı açma kapama gerilimlerinde transformatörü koruyabilirler.



Şekil-2 Ark boynuzları ve parafudrlarla transformatör koruması.

A, 550 kV dayanım seviyeli transformatör darbe karakteristiği,

B, 79 cm ark boynuzu atlama karakteristiği,

C, 67 cm ark boynuzu atlama karakteristiği,

D, 120 kV'luk parafudr darbe karakteristiği,

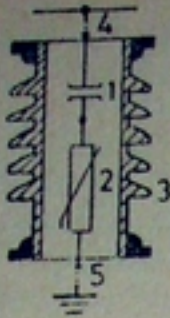
1,2 Aşırı gerilim alınları.

Genel olarak koruma aygıtlarından istenen özellikler aşağıdaki gibi özetlenebilir;

1. Sürekli işletmeye hazır olmalı ve işlevlerini her gerektiğinde yerine getirebilmelidir,
2. Çalışmaya başlama gecikmeleri çok küçük olmalı ve hızlı çalışmalıdır,
3. İşletmeyi herhangi bir şekilde etkilememelidir,
4. Darbe karakteristiği, tüm zaman bölgelerinde korunacak işletme aracının darbe karakteristiğinin altında kalmalıdır. İki eğri arasında polarite, bağıl hava yoğunluğu, yalıtım yaşanması ve koruma aygıtının karakteristiğinde olabilecek değişiklikler gözönünde tutularak uygun bir marj bulunmalıdır.
5. İstenildiği kadar çok ve sık görev yapabilmelidir,
6. Koruma seviyesinde hiçbir değişme olmadan büyük enerjili gerilim darbelerini boşaltabilmeli, boşalma sırasında kendisine ve işletmeye herhangi bir zarar gelmemelidir,
7. Her atlamadan sonra geçici aşırı gerilimlerin varlığında eski durumuna dönebilmeli, yani üzerinden bir akım geçirmemelidir,
8. Aşırı gerilimleri belirli bir değere sınırlamalıdır,
9. Yıldırım darbelerinin alın eğimlerini yatıklaştırabilmelidir,
10. Atlama gerilimleri, aşırı gerilimin biçimine ve cinsine bağlı olmama-lı, ortam koşullarından etkilenmemelidir.

3. ARK BOYNUZLARI (KORUMA EKLATÖRLERİ)

Koruma eklâtorleri, çubuk, sivri uç, boynuz ve halka şeklinde biri yüksek gerilim altında diğeri topraklı ve korunacak işletme aracına



Şekil-3 Parafudrun bölümleri

1. Seri eklatör,
2. Seri değişken direnç,
3. Yalıtkan gövde,
4. Hat bağlantı ucu,
5. Toprak bağlantı ucu.

3. Yıldırım boşalma akımının geçişinden sonra şebeke geriliminde üzerlerinden geçen akımı (ard akımı), birinci sıfırdan geçişinde keser,
4. Çalışmaya başlama gecikmeleri ihmal edilecek kadar azdır,
5. Çalışmaya başlamaları yıldırım darbesinin polaritesine bağlı değildir,
6. Sınırladıkları gerilim değeri, anma gerilimlerine bağlıdır,
7. Aşırı gerilimi ani olarak çok küçük bir değere düşürmeden belirli bir değere sınırlarlar. Böylelikle transformatör koruması bakımından dik alınlı darbelerin etkisini azaltırlar,
8. Artık gerilimleri ihmal edilecek kadar küçüktür,
9. Darbe karakteristikleri oldukça yataydır (Şekil-2),

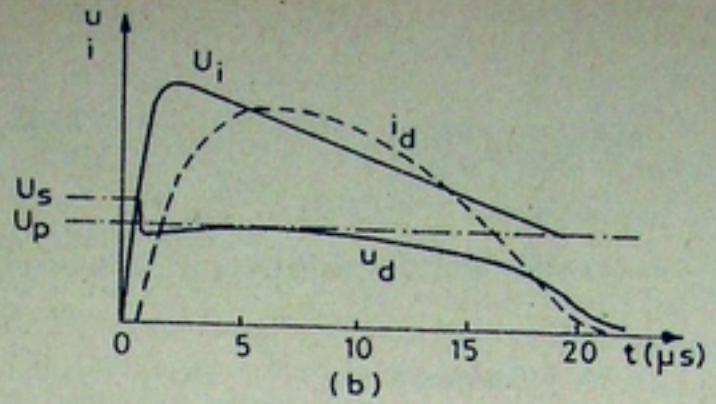
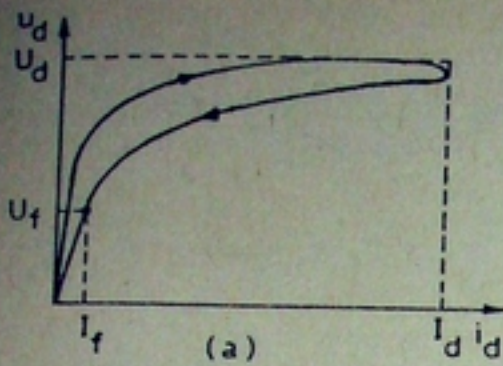
10. Darbe çalışmaya başlamaları, yıldırım darbesinin alın eğimi ile değişmez,
11. Aşırı gerilimde bir toprak kısa devresi meydana getirirler,
12. Kapasitelerinin üstünde bir yıldırım darbesinde büyük elektrodinamik ve ısı etkilere maruz kalırlar, Bu durum sonunda patlayıp tahrip olabilirler.
13. İç aşırı gerilimlere karşı da koruyucudur.

Parafudrun seri eklatörünün özellikleri:

1. Devre açma ve söndürme elemanıdır,
2. En yüksek sistem gerilimine sürekli olarak dayanıp, bunun üstündeki gerilimlerde gecikmesiz çalışmalıdır,
3. Isı iletim katsayıları büyük olmalı, çabuk ve etkili bir şekilde soğumalıdır,
4. Seri eklatörler boyunca gerilim dağılımı mümkün olduğu kadar düzgün olmalı ve bu durum dış etkilerle değişmemelidir. Gerilim dağılımının düzgünlüğü genellikle her elektroda paralel doğrusal olmayan karakteristikli direnç ve kondansatör bağlanarak elde edilir.
5. Gerilim dağılımı, çok hızlı değişen darbelerde kapasitif, şebeke frekanslı gerilimlerde ise omiktir.
6. Eklatörler atlama sırasındaki arkın boyunu uzatacak ve arkın oluşturduğu ısıyı dağıtacak şekilde olmalıdır.
7. Çok sayıda seri eklatör, eşdeğer açıklıkta tek bir eklatöre göre daha kısa sürede yalıtımını kazanır. Eklatörlerin sayısı işletme gerilimine bağlıdır.

Parafudrun değişken direncinin özellikleri:

1. Akım - gerilim karakteristikleri doğrusal değildir (Şekil-4).
2. Değişken direncin değeri gerilimle değişir. Yüksek gerilimde aşırı gerilimlerin boşalmalarına yetecek kadar küçük, atlama sonrasında ise bir akım geçirmeyecek kadar büyüktür.
3. Negatif ısı katsayısına sahiptir. Akım artınca ısınmada artar, karakteristikleri bükülür.
4. Değişken direnç, yarı iletken yapılmıştır ve disk şeklindedir.



Şekil-4 Parafudrun çalışması.

- (a) Değişken direncin akım - gerilim karakteristiği;
 (b) Parafudrdaki darbe gerilimi ve darbe akımının değişimi.

U_d : Artık gerilim;
 i_d : Darbe boşalma akımı;
 U_f : Şebeke frekanslı işletme gerilimi (faz değeri);
 i_f : Ard akım;
 U_s : Atlama gerilimi;
 U_p : Koruma seviyesi.

5. SONUÇ

Parafudrlar, pahalı ve önemli işletme araçlarını (transformatör, generatör gibi) korumada en güvenilir koruma aygıtlarıdır. Pahalılıkları, korudukları işletme araçlarının değeri ve önemi yanında ihmal edilmelidir. Bunun yanında ark boynuzlarıyla da,

1. Kullanılacak bölgenin izokronik seviyesi düşükse,
 2. Yıldırım darbelerinin alın eğimleri, hava hatlarına çekilen koruma iletkenleri veya başka bir yolla (seri bobin, paralel kondansatör ile) kontrol edilebiliyorsa yani darbe alınları yeterince yatıksa,
 3. Topraklama direncinin geri atlamalara yol açmayacak kadar küçük olduğu yerlerde (R_t , 30 ohm'dan küçük veya eşitse),
 4. Açma kapama (manevra) aşırı gerilimlerinin yalıtım için kritik olmadığı orta gerilim sebekelerinde,
 5. Transformatörün darbe dayanım seviyesinin yaklaşık % 75'inde çalışacak şekilde ayarlanmış ise
- aşırı gerilimlere karşı yeterli ve ucuz bir koruma sağlanabilir.

KAYNAKLAR

- [1] M. Bayram, "Elektrik Tesislerinde Aşırı Gerilimler ve Bunlara Karşı Koruma", Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul, 1984.
- [2] R. H. Golde, "Lightning - Lightning Protection", Vol.2, Academic Press, 1977.
- [3] E. Beck, "Lightning Protection For Electric Systems", McGraw-Hill Book Company, 1954.
- [4] L. V. Bewley, "Travelling Waves on Transmission Systems", Dover Publ., 1951.
- [5] "Cera-ver, Glass Insulators for Overhead Lines, Catalogue", Paris, 1978.
- [6] W. Diesendorf, "Insulation Co-ordination in High Voltage Electric Power System", 1974.
- [7] International Electrotechnical Commission (I.E.C.), "Lightning Arresters", Publ. 99-2
- [8] Türk standartları, "Değişken Dirençli Yıldırımlıklar (Parafudr)", TS 460 / Eylül 1983