

izolasyon Seviyesi İki Kademe Ööplüş İn Uörlei Tatbikati"

Yazan:
J. M. CIAYTON
Westinghouse

Çeviren :
B. DOĞRAMACI
Elek. Müh.

ÖZET :

1 — Güç transformatörlerinin izolasyon seviyesinin iki kademe düşürülmesi transformatörlerde maliyet, Kapı, mepedans, haolm ve ağırlık bakımından önemli azalmaları mümkün kılmaktadır.

Bu husus bilhassa yüksek gerilimli transformatörler için doğrudur. (230 KV ve daha yukarı).

2 — İki kademe düşürülmüş izolasyonun normal ve arıza hallerinde dinamik gerilime memnuniyet verici bir şekilde dayanabildiğini araştırmalar göstermektedir.

3 — % 75 veya % 80 ÖTonlt para/udllaTdan. şayet koruma aralığından biraz fedakârlik yapılmak suretiyle % 80 parafudr kullanılmış ise bu parafudr transformatörü yıldırım ve manevra gerilimlerine karşı koruyacaktır

4 — Daha düşük oranlı parafudr (% 75) Transformatör için daha iyi bir koruma sağlar ve sistem topraklama şartları müsaade ettiği taktirde kullanılmalıdır

5 — % 80 den daha büyük oranlı parafudrların kullanılmadığı yerlerde izolasyonu da iki kademe azaltma düşünülmemelidir.

izolasyon seviyeleri düşürülmüş güç transformatörleri uzun zamandanberi 1155 kV. ve daha yüksek İşletme gerilimli sistemlerde kullanılmaktadır. Düşürülmüş İzolasyon, seviyelerinin kullanılması bilhassa yüksek gerilimlerde günden güne artmaktadır.

İki defa 1920 senesinin başlarında bir kademe düşürülmüş izolasyon seviyelerinin kullanılması için öne sürülen teklif 1930 ve 1940 seneleri arasında tatbikat sahası kazanmıştır.

330 kV'luk sistemlerin inkişafı İle birbuçuk kademe düşürülmüş izolasyon seviyelerinin kullanılması teklif edilmiş ve 1950 senesinin başlarında birbuçuk kademe düşürülmüş İzolasyon seviyeleri 230 kV'luk sistemlere kadar tatbik edilmiştir.

Zamanımızda 26000 kVA ve daha büyük güçlü 115 kV ve daha yüksek gerilimli bütün transformatörlerin % 75 i bir veya daha fazla kademe düşürülmüş. İzolasyonlu olarak İmâl edilmektedir. Parafudr karakterlstiklerindeki son inkişaf lar ve elde edilen müsbet neticeler güç transformatörleri esas izolasyon seviyelerinin daha fazla düşürülmesi için araştırmalar yapılmasına İmkân vermiştir. Zamanımızdaki bütün faaliyetler 138 kV ve daha yüksek İşletme gerilimli transformatörlerin izolasyon seviyelerinin iki tam kademe düşürülmesi üzerinde toplanmış bulunmaktadır. İM kademe düşürülmüş izolasyonlu transformatörler uzun seneler İşletmede bırakılmış ve memnuniyet verici neticeler elde edilmiştir.

Birçok sistemlerde tutulan İşletme kayıtları ve tatbiki çalışmalar iki kademe düşürülmüş izolasyonun matluba muafik olduğunu göstermiştir. Parafudrların çalışma ve deşarj karakterstiklerindeki son inkişaf lar düşürülmüş izolasyon seviyelerinin kullanılmasını daha cazip bir duruma getirmiştir. Bir güç transformatörü için esas İzolasyon seviyesinin seçiminde transformatör izolasyonunun maruz kalabileceği çeşitli gerilimler nazarı itibare alınmalıdır.

Bu gerilimler normal İşletme ve arıza hallerinde 60 cycle'lık dinamik gerilimler, manevralarda meydana gelen gerilimler ve yıldırım gerilimleridir. Bu makalede bahsedilen gerilimler iki tam kademe düşürülmüş transformatörler için emniyet aralığı boyunca incelenmiştir.

İzolasyon seviyesini daha fazla düşürmek suretiyle elde edilebilecek tasarruflar ve yıldırıma karşı korunma için kullanılacak parafudrların tatbikatına da geniş bir yer verilmiştir.

İZOLASYON SEVİYELERİNİN DÜŞÜRÜLMESİNİN FAYDALARI

İzolasyon seviyelerinin İki tam kademe düşürülmesinin bir veya birbuçuk kademe düşürülmesine nisbetle faydalan aşağıda belirtilmiştir :

(*) 19-20 Eylül 1957 tarihinde ATİANTA OSOB-GIA, BİLTMORE Otelinde yapılan SOVTHERASTERN ELECTRIC EXCHANGE MSETİNG'ye okunan THE APPLICATION OF TRANSFORMERS WITH THE INSULATION LEVEL REDUCED TWO CLASSES» Başlıklı Tebliğinden çevrilmiştir.

- J, .7- Daha düşük maliyet,
 2 — Daha düşük kayıplar,
 3 — Daha düşük empedans,
 4 — Daha küçük hacim ve daha az ağırlık.
 Bu faktörler aşağıda incelenecektir.

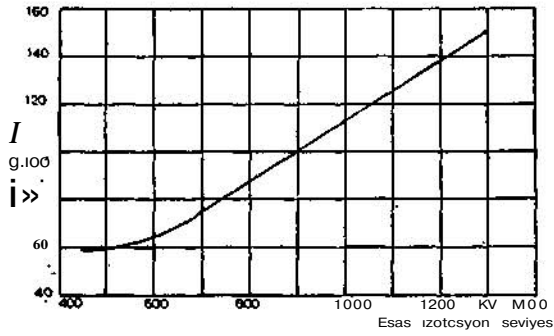
MALİYET MUKAYESESİ:

Elektrik enerjisinin üretim nakil ve dağıtımında çalışan mühendisler genel olarak kendi kararlarının dolar cinsinden kıyaslendirmesi problemi ile karşı karşıya kalmaktadırlar.

Bu sebeple daha düşük İzolasyon seviyelerinin sağladığı bağıl tasarrufların analizinin yapılması faydalı olacaktır.

Maliyet mukayeselerinin analizi ortalama değerler nazarı itibare alınmak suretiyle yapılmıştır. Şüphesiz bağıl maliyetler teçhizatın kapasitesi ve diğer karakteristikleri ile değişecektir, özel hallerdeki tatbikatlar bu mukayesede nazarı itibare alınmamıştır.

100,000 kVA'lık üç fazlı bir FOA Transformatorün bağıl maliyeti esas izolasyon seviyesinin (BİL) bir fonksiyonu olarak şekil: 1 de gösterilmiştir.



Şekil: 1 — Esas izolasyon seviyesinin bir fonksiyonu olarak güç transformatorü bağıl maliyeti.

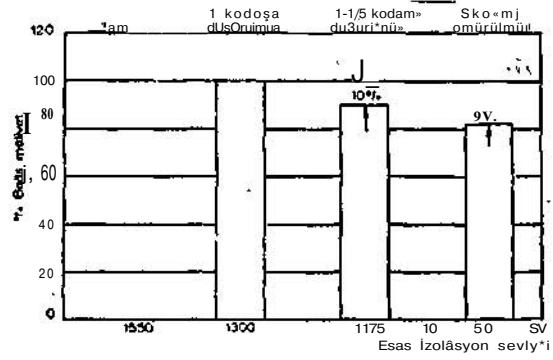
100 MVA, 3 fazlı, 60 cycle, FOA Transformator

Eğrinin alanı 750 kV'tan daha büyük izolasyon seviyelerinde 450 - 750 kV arasındaki izolasyon seviyelerine nisbetle daha çok tasarruf sağlanabileceğini göstermektedir,

345 kV'luk bir transformatorün bağı maliyeti şekil: 2 de görülmektedir. Bu gerilim sınıfında tam izolasyon - seviyesi kullanılmadığı için buna ait grafik verilmemiştir. Bir sınıftan bir buçuk sınıfa kadar izolasyon seviyesinin düşürülmesi suretiyle maliyette elde edilen tasarruf takriben % 10 civarındadır.

Birbuçuk, sınıf düşürülmüş seviye normal olarak bu gerilimi sınıfında kullanılan seviyedir. (1175 kV).

izolasyon seviyesinin birbuçuk kademedan iki kademeye düşürülmesi suretiyle 1/2 kademe düşme için %Q bir ilâve tasarruf daha temin

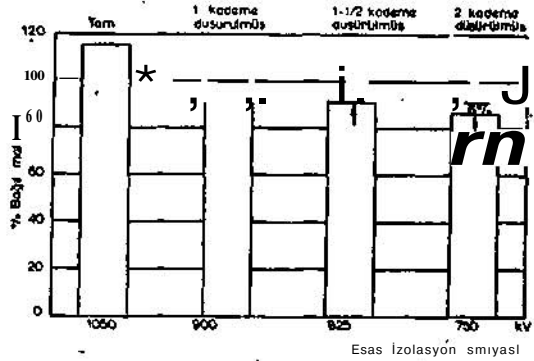


Şekil: 2 — Nötrü topraklanmış 34.5 KV'luk bir transformator için maliyet mukayesesi.

Şekilde % tasarruflar gösterilmiştir.

edilmektedir. İzolasyon seviyesinin son yarım kademe düşürülmesi halinde sağlanan ilâve tasarruflar daha fazla olmaktadır.

230 kV'luk sistemlerde elde edilebilecek olan yaklaşık tasarruflar Şekil: 3 te gösterilmiştir. Tam izolasyon seviyesinin maliyeti bir sınıf düşürülmüş izolasyon seviyesinin maliyetinden takriben % 18 daha fazladır.



Şekil: 3 — Nötrü topraklanmış 230 kV'luk bir transformator için maliyet mukayesesi.

Şekilde % tasarruflar gösterilmiştir.

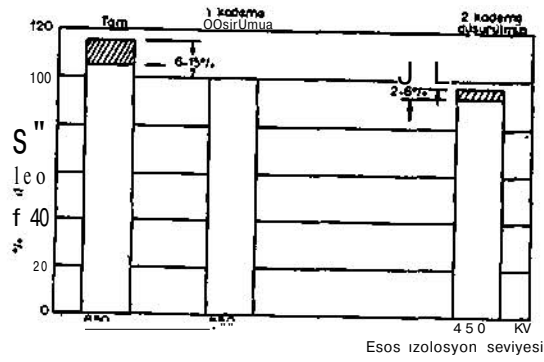
izolasyon seviyesinin bir kademedan, birbuçuk kademeye düşürülmesi (825 kV.) takriben % 9 bir tasarruf sağlamaktadır.

Seviye iki tam kademe düşürülürse (750 kV) elde edilen ilâve tasarruf % 6 civarındadır. Burada temin edilen kazanç 345 kV'ta temin edilene nisbetle biraz daha azdır. Bununla beraber azda olsa bu tasarruflarda bir hayli önemlidir.-

Zirâ 200,000 kVA'lık bir ünite üzerinde bu tasarruflar 35,000 - 40 000 dolar arasındadır. Şekil: 4. 138 kV'luk sistemlerde sağlanacağı ümit edilen tasarrufları göstermektedir.

Bu gerilimde bir ve birbuçuk kademe arasında sağlanacak tasarruf farkı çok az olduğu için gösterilmemiştir.

Şekilden de görüleceği gibi tam izolasyonun (düşürülmemiş) maliyeti bir sınıf düşürülmüş izolasyonun maliyetinden % 6-16 daha fazla olmaktadır.



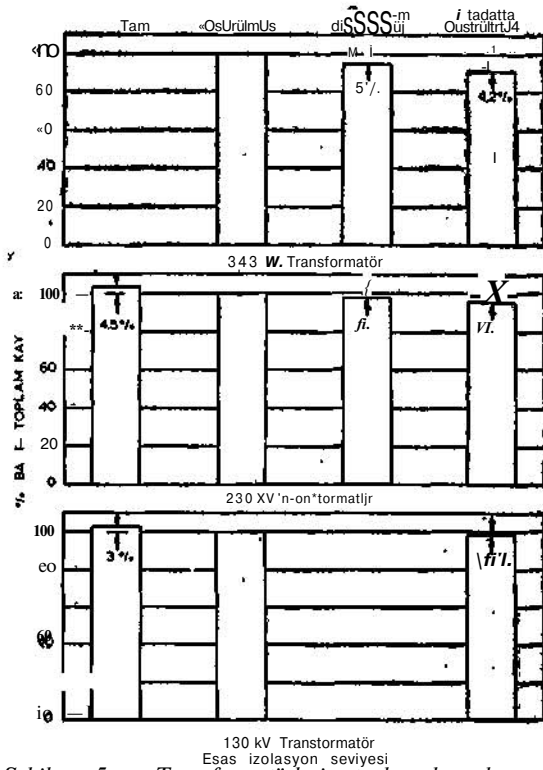
Şekil : 4 — Nötrü topraklanmış 138 kVluk bir transformator için maliyet mukayesesi. Şekilde % tasarruflar gösterilmiştir.

Bir kademedeki iki kademe düşürülmüş izolasyona gidilmesinde sağlanan tasarruflar şekil: 1 den de görüldüğü gibi nisbeten daha azdır. Transformatorün güç ve diğer karakteristlikleri ile ilgili olarak sağlanan tasarruf % 2 - 6 arasında değişir.

Özet olarak BIL'in iki tam kademe düşürülmesi maliyet nokta nazarından elektrik mühendisine çok cazip görünmektedir. Bu husus bilhassa 230 kV ve daha yüksek işletme gerilimli sistemlerde kullanılacak teçhizat için doğrudur.

KAYIP MUKAYESESİ:

İzolasyon seviyesinin transformator kayıpları üzerine tesiri Şekil : 5'te gösterilmiştir. Ka-



Şekil : 5 — Transformatorlerin toplam kayıplarının mukayesesi Cebri yağ ile soğutmalı transformatorler. Şekilde kayıplardaki % düşmeler gösterilmiştir.

yıplarda % olarak düşünülürse bunlar maliyetin düştüğü kadar düşmez. 345 kVluk bir transformatorde izolasyon seviyesi birbuçuk kademedeki iki tam kademe düşürüldüğü takdirde (1/2 kademe) kayıplarda takriben % 4 mertebesinde bir azalma meydana gelir.

230 kVluk bir transformator için aynı mer-tebede İzolasyon düşmesine tekabül eden azalma sadece % 1.7 dir. 138 kVluk bir transformatorde izolasyon seviyesi bir kademedeki iki kademe düşürüldüğü takdirde (1 kademe) kayıplardaki azalma yaklaşık olarak % 1.5 tur. Bilhassa yüksek gerilimli transformatorlerde kayıplardaki bu azalmalar önemli tasarruflar sağlar.

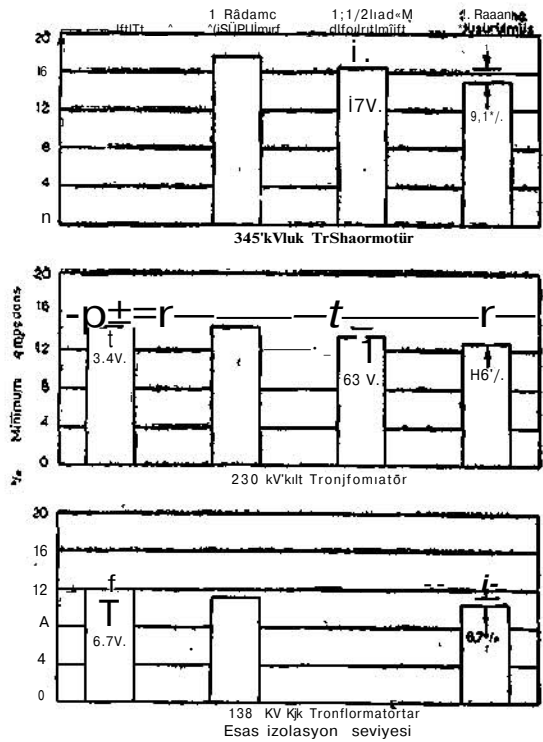
1000 kWhk bir kaybı olan büyük bir transformatorde izolasyon seviyesinin % 4 düşürülmesi 40 kWh'ta tekabül ederki bu miktar 1000-15000 dolar kıymetinde olabilir.

EMPEDANS MUKAYESESİ :

Şekil : 6 izolasyon seviyelerinin transformatorlerin minimum empedansına nasıl tesir ettiğini göstermektedir.

345 kVluk bir transformatorde İzolasyon seviyesi son yarım kademe düşürüldüğü zaman empedans % 9 kadar azalabilir.

230 kVluk bir transformator için empedans-ta buna tekabül eden azalma % 5.6 dır. 138 kV-



Şekil : 6 — Değişik izolasyon seviyeleri için minimum transformator empedansı. Cebri yağ ile soğutmalı transformatorler.

Şekilde empedanstaki % düşmeler gösterilmiştir.

luk bir transformatörde' İzolasyon seviyesi bir kademedan iki kademeye düşürüldüğü taktirde empedans % 6.7 düşebilir.

Birçok hallerde empedanstaki bu azalmalar daha iyi sistem stabilitesi ve regülasyonu yönünden ve dolar olarak kıymetlendirilebilir.

AĞIRLIK VE HACİM :

iki sınıf düşürülmüş izolasyonla elde edilen daha küçük hacim ve daha az ağırlıktaki transformatörün bir parça halinde , imâli ve nakli mümkündür. Halbuki bu husus daha yüksek İzolasyon seviyeleri için mümkün değildir veya çok zordur.

Şekil : 2 ve 4 de gösterildiği gibi ağırlıktaki azalma maliyetteki azalma ile aynı nispette olacaktır. Düşürülmüş İzolasyon seviyeli transformatör yüksekliklerindeki önemli bir düşme transformatör İstasyonlarının da madeni kontrüksiyonunun yüksekliğine tesir edecektir.

İŞLETMEDE TRANSFORMATÖRLERİN MARUZ KALDIĞI GERİLİMLER

Bir transformatörün izolasyon seviyesinin İki kademe düşürülmesi için yapılan çalışmalar esnasında transformatör izolasyonunun maruz kalabileceği çeşitli gerilimler nazari itibare alınmalıdır.

Bu gerilimler :

- 1., Sürekli olarak tatbik edilen işletme gerilimi,
 2. Arıza hallerinde meydana gelen aşırı gerilimler,
 3. "Yıldırımların sebep olduğu (impuls) şok gerilimleri,
 4. Manevralarda hasıl olan geçici aşırı gerilimlerdir, i j I
- Bu gerilimler aşağıda İncelenecektir."

"NORMAL" İŞLETME GERİLİMİT "

—Üç-fazlı-transformatörlerde;

Faz-faz ve faz - toprak arası alçak frekanslı test - gerilimleri, izolasyonun kendisine sürekli olarak "tatbik edilen dinamik gerilime muvafıkıyla dayanabileceği bir seviyede olmalıdır. İzolasyon seviyesi iki sınıf düşürülmüş transformatörler için maksimum işletme gerilimi' ve alçak frekanslı test gerilimleri tablo: I. de gösterilmiştir.

Alçak frekanslı test geriliminin (faz - toprak) maksimumu İşletme gerilimine (faz - toprak) oranı 2.2 dir. Bu -değer kabullerimizin istinat ettiği değerden iki defa daha İyidir.

Üç fazlı transformatörler için faz - faz arası "test" gerilimleri henüz standart hale getirilmemiştir. Teklif edilen test değerleri için alçak frekanslı test geriliminin (faz - faz) maksimum işletme gerilimine (faz - faz) oranı 1.5 tir.

izolasyon seviyesi 1.5 kademe düşürülmüş üniteler üzerinde çalışan (Field service) 1.5 de-

gerinin matluba muafık olduğunu İspat etmiştir.

ARIZA HALLERİNDE MEYDANA GELEN GERİLİMLER :

Bir veya daha fazla faz - toprak arızası halinde arızasız faz veya fazlarda normal faz - toprak geriliminden daha yüksek gerilimlerde meydana gelebilir.

Bu aşırı gerilimin genliği büyük ölçüde sistem topraklama şartları ile ilgilidir. Parafudrun seçimi her türlü arıza halinde faz - toprak geriliminin parafudr gerilimini geçmeyeceği esasına dayanmaktadır.

Misal olarak 138 kVluk bir sistemde 109 kVluk parafudr tatbik edildiği zaman her türlü arıza halinde faz - toprak gerilimi 109 kV. tu geçmemelidir. Böylece parafudrun gerilimi arıza hallerinde transformatör izolasyonunun maruz kalacağı maksimum faz - toprak geriliminin tesbitinde bir kriter olarak kullanılabilir.

Bu esasa göre ve % 75 parafudrlarda alçak frekans test geriliminin (faz - toprak) anza gerilimine oranı 1.7 veya daha büyüktür.

% 80 parafudrlar kullanıldığı zaman bu oran 1.53 tür.

Bu oranlar Tablo : I de verilmiştir.

Direkt toprak kaçağı halinde arızasız fazların toprak arıza gerilimi faz - faz arası gerilimine kadar yükselebilir.

Tablo : I de gösterildiği gibi alçak frekanslı test geriliminin (faz - toprak) maksimum faz - toprak gerilimine oranı 1.27 veya daha büyüktür. İyi dizayn ve imâl edilmiş transformatör -izolasyonu uzun müddet bir-dakikalık test geriliminin % 70 - 90 nına dayanmalıdır.

Bu durum hat uçunda bir aralık meydana gelmesini temin eder. Bununla beraber nötr İzolasyonu ve bağlı teçhizat tehlikeli durumda kalabilir.

YILDIRIM GERİLİMLERİ :

Yıldırım gerilimleri için koruma oranları Tablo : II de gösterilmiştir. Her parafudr gerilimi için İki koruma oranı verilmiştir.

Parafudrun ön dalga atlama gerilimi kesilmiş dalga testi ile parafudrun 10,000 amperdeki deşarj gerilimi tam dalga (impuls) şok testi ile mukayese edilmiştir.

Koruma oranı Tablo II de verilen formülle hesaplanmaktadır. % 75 parafudrlarla koruma oranı herhalde ön-dalga atlama testi ile kesilmiş dalga testinukayese edildiği zaman 1.34 ten az değildir.

Parafudr deşarj gerilimi tam dalga testi ile mukayese edildiği zaman minimum oran 1.31 dir. % 80 parafudrlarda buna eşit koruma aralıkları sırasıyla 1.2Ç. ve 1.20 dir. Bu koruma oranları

İzolasyon seviyesi İki kademe düşürülmüş transformatörlerin % 75 ve % 80 parafudrlarla yalıtımlara karşı korunabileceğini göstermektedir.

MANEVRALARDA MEYDANA GELEN GERİLİMLER :

Transformatör izolasyonunun manevra gerilimine dayanımı standart hale getirilmemiştir.

Bu analizde bu gerilimin tam dalga test geriliminin % 82.5 olduğu kabul edilmiştir. Bu değerin bütün transformatörler için emniyetli olduğuna inanılmaktadır. Manevra gerilimlerinde parafudr faaliyete geçme gerilimleri standart hale getirilmemiştir.

Bununla beraber mevcut bilgiler manevra gerilimi tepe değerinin parafudr geriliminin 2.82 katını geçmeyeceğini göstermektedir. Bu değerlere istinaden bulunan koruma oranları Tablo : III te gösterilmiştir.

% 75 parafudrlarda en düşük oran 1.14 tür % 80 parafudr kullanıldığı zaman bu oran 1.07 dir.

Bu düşük değer matluba muafik olacaktır. Çünkü hesapla bulunan koruma oranı muhtemelen daha emniyetlidir.

Parafudrların manevra gerilimlerini dekarj kabiliyeti kafi olarak tesbit edilememiştir. Bununla beraber teklif edilen parafudr gerilimleri izolasyon seviyeleri birbuçuk kademe düşürülmüş transformatörü haiz sistemlerde uzun seneler kullanılmıştır. Bu parafudrların çalışmaları, memnuniyet verici bulunmuş ve bunların iki kademe düşürülmüş izolasyonlu transformatörleri de koruyabileceği ispat edilmiştir.

PARAFUDRLARIN TATBİKATI :

İzolasyon seviyesi iki kademe düşürülmüş transformatörlerin parafudrlarla korunması için genel tatbikat sistem topraklama şartlarının müsaadesi nisbetinde mümkün olan en düşük oranlı parafudrların kullanılmasıdır. Mümkün olan en düşük oranlı parafudrların kullanılmasının avantajları;

1 — Transformatör izolasyonu için daha iyi koruma aralığı sağlanması,

2 — Düşük oranlı parafudrun maliyetinin daha düşük olmasıdır.

Evvelce takdim edilen koruma oranlarının analizi % 75-80 parafudrlar esas alınarak yapılmıştır.

Genel olarak sistem topraklama şartları % 75 daha düşük oranlı parafudrların kullanılmasına müsaade etmeyecektir.

Daha düşük oranlı parafudrların kullanıldığı nadir haller vardır. İzolasyon iki kademe düşürüldüğü zaman kullanılması icabeden maksimum parafudr oranı % 80 olmalıdır.

Şayet sistem topraklama şartları % 80 den daha düşük oranlı parafudrların kullanılmasına

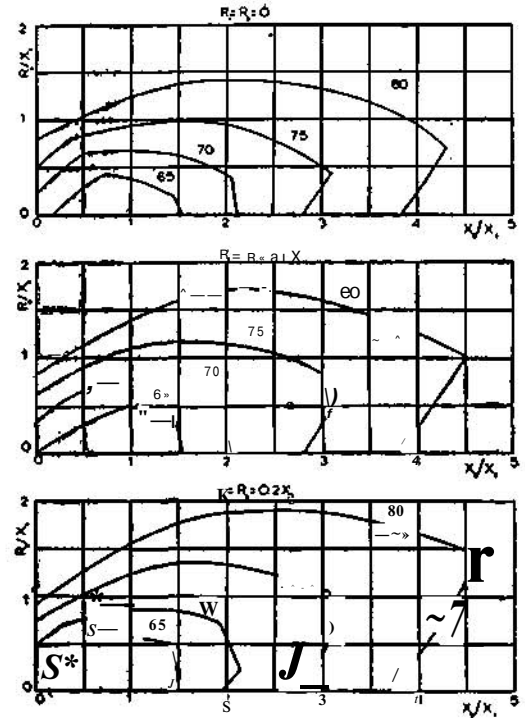
müsaade etmiyor ise o zaman daha yüksek izolasyon seviyesi kullanılmalıdır.

PARAFUDRUN SEÇİLMESİ :

Parafudrun oranı normal işletme ve anıza halinde, parafudrun bağlandığı bölgede meydana gelebilecek maksimum faz - toprak gerilimi ile sınırlanmıştır.

Arıza hallerindeki gerilim simetrik bileşenler metodu ile hesaplanabilir veya bir a - c şebeke analizörü ile yapılacak etüdlerle tesbit edilebilir.

Şayet sistemin empedans sabiteleri biliniyor ise anıza gerilimleri Şekil : 7 deki eğrilerden tayin edilebilir.



Şekil : 7 — Nötrü topraklanmış sistem için herhangi bir ama halinde arıza yerindeki maksimum faz - toprak gerilimi

Şekilde arıza gerilimleri aşağıdaki terimler cinsinden verilmiştir :

- R_1 = Pozitif bileşen rezistans,
- R_2 = Negatif bileşen rezistans
- R_0 = Sıfır bileşen rezistans -
- X_0 = Sıfır bileşen reaktans
- X_1 = Pozitif bileşen reaktans
- X_2 = Negatif bileşen reaktans
- $X_1 = X_2$

Eğriler üzerindeki rakkamlar eğri ve yatay eksenle çevrilmiş bölge için arızalanmamış fazların faz - faz geriliminin yüzdesi olarak her tip arıza için herhangi bir fazın maksimum faz - toprak gerilimini göstermektedir.

Eğriler kullanıldığı zaman bütün empedans değerleri aynı kVA bazında ve Ohm'lar aynı gerilim bazında olmalıdır.

Misâl olarak gelik: 7 nin kullanılmasında $R_o/X!$ oranının 0.75 ve $K, ^, ^$ oranının 2 ve $R_j = R? = 0$ olduğunu kabul edelim. Üst eğri veya eğriler ailesi başlangıç olarak alınırsa maksimum faz - toprak arıza gerilimi anılanmamış faz - faz geriliminin %73ü olacaktır.

230 kV'luk bir sistemde bu değer 0,73.230.1,05 = 176 kV'ta tekabül etmektedir. 1.05 faktörü sistem geriliminin normal gerilimin % 5 fazla olmasına müsaade eder.

Bu durumda 230 kV'luk sistem için % 75 veya 182 kV'luk parafudr seçilmelidir. Bu parafudr matluba muafiktir. Düşürülmüş oranlı parafudr sistemin her zaman topraklanmış sistem olacağı esasına göre tatbik edilmektedir.

Topraktan ayırdıkları veya bir gerilim kaynağına bağlandıkları zaman transformatör ve parafudrlar tehlikeli duruma girmiş olurlar.

Düşürülmüş BİL ve düşürülmüş oranlı parafudrlar kullanıldığı zaman sistem topraklaması-

nın muhtemel kopmasına mani olmak için gerekli tedbirler alınmış olmalıdır.

Bu durum bilhassa üçgen bağlı transformatörler için önemli bir husustur.

PARAFUDRUN FİZİKİ TERİ :

İki kademe düşürülmüş BİL'e haiz transformatörleri koruyacak olan parafudrlar fiziki olarak transformatöre mümkün olduğu kadar yakın bir şekilde monte edilmelidir.

Uygun bir hesaplama metodu müsaade edilebilir uzaklığın transformatör ve parafudr arasında muayyen bir mesafe olması icabettiğini gösterse bile bu husus tavsiye edilmektedir.

NOT:

Bu makaledeki transformatör maliyetleri, kayıpları empedans ve koruma oranları (Westinghouse Electric Corporation'dan Sharon, Pennsylvania) C.W Miller tarafından hazırlanmıştır.

REFERANS :

1. Electrical transmission and Distribution reference Westinghouse Electric Corporation, 1950 Edition Chapter 18.

TABLO: I

ALÇAK FREKANSLI TEST GERİLİMİNİN MAKSİMUM İŞLETME GERİLİMİNE ORANI

	Nominal sistem gerilimi			
	188 kV.	161 kV.	230 kV.	345 kV.
Maksimum işletme gerilimi (faz arası)	145 kV.	169 kV.	242 kV.	362 kV.
Maksimum işletme gerilimi (faz - toprak)	84 kV.	98 kV.	140 kV.	209 kV.
Alçak frekanslı test gerilimi;				
Faz arası (1)	218 kV.	254 kV.	360 kV.	545 kV.
Faz - toprak	185 kV. •	230 kV.	325 kV.	460 kV.
Parafudr tipi:				
% 75 Parafudr	109 kV.	127 kV.	182 kV.	270 kV.
% 80 parafudr	121 kV.	133 kV.	195 kV.	288 kV.
Oran :				
Alçak frekanslı test gerilimi (faz - toprak)	2.20	2.35	2.32	2.20
Maksimum İşletme' gerilimi (faz arası)				
Oran:				
Alçak frekanslı test gerilimi (faz arası) (2)	1.5	1.5	1.5	1.5
Maksimum işletme gerilimi (faz arası)				
Alçak frekanslı test gerilimi (faz - toprak)	1.70	1.81	1.78	1.70
Toprak arıza gerilimi (% 75' parafudr)				
Alçak frekanslı test gerilimi (faz - toprak)	1.53	1.73	1.67	1.60
Toprak arıza gerilimi (% 80 parafudr)				
Alçak frekanslı test gerilimi (faz - toprak) (3)	1.28	1.36	1.34	1.27
Maksimum faz - toprak gerilimi				

- (1) Değerler standart hale getirilmemiştir. Verilen değerler Uç fazlı transformatörde test değerleri olarak teklif edilmektedir.
- (2) Teklif edilen üç fazlı test esas alınmıştır.
- (3) Arızasız fazların faz arası gerilime haiz olduğu kabul edilmiştir.

TABLO: O
ŞOK (IMPULSE) TEST GERİLİMİNİN MAKSİMUM PABAFUDR ŞOK GERİLİMİNE ORANI

Esas İzolasyon seviyesi	Nominal sistem gerilimi			
	138 kV.	161 kV.	230 kV.	845 kV.
Tam dalga	450 kV.	550 kV.	750 kV.	1050 kV.
Kesik dalga	520 kV.	630 kV.	865 kV.	1210 kV.
% 75 Parafudrun :				
Nominal gerilimi	109 kV.	127 kV.	182 kV.	270 kV.
Dalga cephesinde faaliyete geçme	360 kV.	410 kV.	585 kV.	880 kV.
Koruma oranı (1)	1.36	1.46	1.43	1.34
10.000 Amperde deşarj gerilimi	306 kV.	365 kV.	510 kV.	777 kV.
Koruma oranı (1)	1.37	1.42	1.41	1.31
% 80 Parafudrun :				
Nominal gerilimi	121 kV.	133 kV.	195 kV.	288 kV.
Dalga cephesinde faaliyete geçme	390 kV.	430 kV.	610 kV.	935 kV.
Koruma oranı	1.26	1.39	1.37	1.27
10.000 Amperde deşarj gerilimi	350 kV.	380 kV.	545 kV.	830 kV.
Koruma oranı	1.20	1.37	1.32	1.23
(1) Değerlerin hesaplandığı formül: $\text{Korunma oranı} = \frac{\text{İzolasyon dayanımı} - 30 \text{ kV}}{\text{Parafudr gerilimi}}$				

TABLO: m
MANEVRA AŞIRI GERİLİMİNİN DAYANIMININ MAKSİMUM MANEVRA AŞIRI GERİLİMİNE ORANI

Manevra aşırı gerilimine dayanımı (1) (İzolasyon 2 kademe düşürülmüş)	Nominal sistem gerilimi			
	138 kV.	161 kV.	230 kV.	346 kV.
	371 kV.	454 kV.	619 kV.	870 kV.
% 75 Parafudrların :				
Nominal gerilimi	109 kV.	127 kV.	182 kV.	270 kV.
Manevra aşırı geriliminde faaliyete geçme (2)	308 kV.	360 kV.	515 kV.	765 kV.
Koruma oranı	1.20	1.26	1.20	1.14
% 80 Parafudrların :				
Nominal gerilimi	121 kV.	133 kV.	195 kV.	288 kV.
Manevra aşırı geriliminde faaliyete geçme	342 kV.	376 kV.	552 kV.	815 kV.
Koruma oranı	1.08	1.21	1.12	1.07
(1) Değerlerin hesaplandığı formül: Manevra aşırı gerilimine dayanım = % 82,5 x esas izolasyon seviyesi.				
(2) Değerlerin hesaplandığı formül: Manevra aşırı geriliminde atlama = 2X parafudr gerilimi X V2.				

D İ K K A T!

Lokalimiz her türlü sosyal faaliyetler için hizmetinize açıktır.