

65898

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÜÇ MERKEZİ İZOLATÖRLERİNDE YÜZEY KAÇAK AKIMLARI
İÇİN BİR GÖRÜNTÜ VE UYARI CİHAZININ TASARIMI

AHMET ŞENPİNAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

ELAZIĞ
1997

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÜÇ MERKEZİ İZOLATÖRLERİNDE YÜZEY KAÇAK AKIMLARI
İÇİN BİR GÖRÜNTÜ VE UYARI CİHAZININ TASARIMI

Ahmet ŞENPINAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

Bu tez,.....Tarihinde, Aşağıda Belirtilen Jüri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Başarılı/Başarısız Olarak Değerlendirilmiştir.

(İmza)

Danışman

(İmza)

(İmza)

Doç. Dr. Mehmet CEBECİ



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

**GÜÇ MERKEZİ İZOLATÖRLERİNDE YÜZEY KAÇAK AKIMLARI
İÇİN BİR GÖRÜNTÜ VE UYARI CİHAZININ TASARIMI**

Ahmet ŞENPINAR

Fırat Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

1997, Sayfa: 57

Yüksek gerilimli güç hatlarında enerjinin iletilmesinde izolatörlerin önemi büyüktür. İzolatörler bulundukları atmosferik ve çevresel şartlardan dolayı kirlenmeye maruz kalırlar (mesela; sahil kıyısına yakın olması, kimyasal olarak kirlenmesi, rüzgarın etkisiyle tozlanma vb.). İzolatör üzerindeki bu kirlenme yüzeyden sızıntı akımlarının geçmesine sebep olur. Sızıntı akım miktarı uygulanan gerilime ve kirlilik miktarına bağlıdır. Sızıntı akımından dolayı izolatörlerin yapısı bozulur ve enerji kesikliğine sebep olurlar. Sızıntı akımının miktarını ölçmek için farklı yöntemler vardır. Bunlardan birisi; sızıntı akımını görüntülenmesiyle ilgilidir. Bunun için izolatör üzerindeki sızıntı akımını ölçen elektronik devreler geliştirilmiştir. Bu devreler yardımıyla izolatör üzerinden geçen sızıntı akımı ölçülebilir. Bu akımın genliği belirli bir değeri aştığında elektronik devre yardımıyla alarm devresi aktifleşir ve sinyal verir. Böylece izolatörde yüzeysel atlamadan önce ya hattın enerjisi kesilerek izolatör temizlenir ya da enerji altında temizleme için otomatik yıkama sistemi çalıştırılır.

ANAHTAR KELİMELEER: İzolatör, kirlenme, sızıntı akımı, görüntüleme.

SUMMARY

Master Thesis

**ADVENCING OF MONITORING AND ALARM DEVICE FOR SURFACE
LEAKAGE CURRENTS ON OUTDOOR POWER PLANT INSULATORS**

Ahmet ŞENPINAR

Firat University School of Natural and Applied Sciences
Department of Electrical and Electronics Engineering

1997, Page: 57

Insulators has a great importance on the conduction of energy on high voltage power line. Insulators may be polluted because of their atmospheric and environmental conditions (for example; being near seaside, chemical pollution, having dust because of wind etc.). This pollution on insulator causes to leakage currents on surface. Amount of leakage current depends on applied voltage and pollution amount. Because of leakage current insulator formation is broken down and it causes to energy out. There are different methods to measure leakage current amount. One of them is related to leakage current monitoring. So, electronic circuits have been advanced for measuring leakage current on insulator. By means of this circuits leakage currents on insulator can be measured. When leakage current magnitude exceeds a certain preset value, alarm circuit starts and gives signal by means of electronic circuit. So, before flashover on insulator, insulator are cleaned by stopping the energy of line or automatic washing system are started for cleaning when the energy on line.

KEY WORDS: insulator, pollution, leakage current, monitoring.

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması süresince bana yardımlarını esirgemeyen tez yöneticim Sayın Doç. Dr. Mehmet CEBECİ 'ye teşekkür ederim.

Ayrıca yapmış olduğum deneysel çalışmalarım sırasında yardımlarını gördüğüm arkadaşım Öğretim Görevlisi Sayın Ahmet Işık 'a ve Keban İşletme Müdürlüğü Test Grup Başmühendisliği personeline teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	III
SUMMARY.....	IV
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER.....	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	IX
TABLolar LİSTESİ.....	XI
1. GİRİŞ.....	1
2. İZOLATÖRLERDE KİRLENME VE KİRLENME ATLAMASI.....	2
2.1. Genel Bilgi.....	2
2.2. Kirlenme İşlemi.....	2
2.3. İzolatörlerde Atlama.....	4
2.4. Kirlenme Analizi.....	5
2.5. Kir Yoğunluk Dağılımı.....	6
2.5.1. İzolatör şeklinin etkisi.....	6
2.5.2. Eğim açısının etkisi.....	6
2.5.3. İzolatör yüzey malzemesinin etkisi.....	8
2.6. Sızıntı Akımları.....	9
2.6.1. Sızıntı akımlarının izolatörlerdeki etkisi	9
2.6.2. Sızıntı akımını etkileyen faktörler.....	11
2.7. İzolatörlerde Kirlenme Atlamasını Önleme Çareleri.....	12
2.7.1. Tasarımla ilgili tedbirler.....	12
2.7.2. İşletme şartlarında atlamayı önleme çareleri.....	15
3. SIZINTI AKIMINI GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ.....	16
3.1. On-line Görüntüleme Sistemi.....	16
3.1.1. Genel bilgi.....	16
3.1.2. Sistemin çalışması.....	17
3.1.3. Test sonuçları ve data analizi.....	19
3.1.4. Bilgisayar simülasyonu ve kirli izolatörün analizi.....	22

3.1.5.	Değerlendirme.....	24
3.2.	İzolatörün Yüzey Durumu ve Kirleticinin Karakteristiğine Dayalı Görüntüleme Yöntemi.....	25
3.2.1.	Eşdeğer tuz birikim yoğunluğu (ESDD).....	25
3.2.2.	İzolatör sızıntı direnci.....	25
3.2.3.	İletkenlik kontrolü.....	26
3.2.4.	Atlama koşullarına dayalı görüntüleme.....	26
3.2.5.	Sızıntı akım karakteristiklerine dayalı görüntüleme.....	26
3.2.5.1.	Surge (dalgalanma) sayma sistemi.....	26
3.2.5.2.	Sızıntı akım görüntüleme sistemi.....	26
3.3.	Elektromanyetik (EM) Dedektör.....	28
3.3.1.	Deneysel kurma.....	28
3.3.2.	Dedektör karakteristikleri.....	29
3.3.3.	Kirli izolatörlerde sızıntı akımı için ayarlama.....	31
3.3.4.	Geçici EM sinyalinin okunması.....	33
3.3.5.	Güvenirlilik analizi.....	34
3.3.6.	Değerlendirme.....	35
3.4.	Sızıntı Akımının Bir Bobinde Endüklediği Gerilim Yardımıyla Görüntüleme.....	35
3.4.1.	Çalışma prensibi.....	35
3.4.2.	Devresi.....	35
3.4.3.	Devrenin deneysel sonuçları.....	36
3.4.4.	Değerlendirme.....	39
4.	UYGULAMA.....	41
4.1.	Genel Bilgi.....	41
4.2.	Yeni Tasarlanan Devre	42
4.3.	Tasarlanan Devrenin Kısımları.....	42
4.3.1.	Yükseltici.....	42
4.3.2.	Opto-kuplör.....	44
4.3.3.	Sayıc1.....	44
4.3.4.	Karşılaştırmacı.....	45
4.3.5.	Alarm.....	45
4.3.6.	Display.....	46
4.4.	Temiz İzolatörler İçin Deneysel Sonuçlar.....	47
4.5.	Kirli İzolatörler İçin Deneysel Sonuçlar.....	50
4.6.	Değerlendirme.....	53
5.	SONUÇ.....	54

6. KAYNAKLAR.....	56
-------------------	----



ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

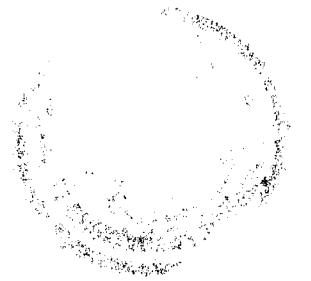
Şekil 2.1	Kendinden Temizlenme ve Kir Yoğunluk Değişimi (NaCl (mg/cm ²)	7
Şekil 2.2	Kir Yoğunluğunun Eğim Açısıyla Değişimi.....	7
Şekil 2.3	Değişik Malzemelerden Yapılmış İzolatörlerin Kir Yoğunluk Dağılımı (H; epoksi reçine, K; silikon lastik kaplı epoksi reçine).....	8
Şekil 2.4	Seramik Disk İzolatörlerle, SİR ve EPDM İzolatörlerinin Performansının Karşılaştırılması.....	9
Şekil 2.5	Farklı Zaman Diliminde Seramik Disk İzolatörlerle, SİR ve EPDM İzolatörlerinin Performansının Karşılaştırılması..	10
Şekil 2.6	Bikonveks Tip İzolatör.....	14
Şekil 2.7	Aerodinamik Yapı ve Su Akıtma.....	14
Şekil 3.1	On-line Sızıntı Akım Görüntüleme Sisteminin Blok Şeması..	17
Şekil 3.2	On-line Durumunda Görüntüleme Sisteminin Sinyal Dönüşümü..	18
Şekil 3.3	LC, RH, T 'nin Grafikselsel Sonuçları. 50 kV 'da Referans Tabaka İletkenliği 10 µS	20
Şekil 3.4	LC, RH, T 'nin Grafikselsel Sonuçları. 10 kV 'da Referans Tabaka İletkenliği 60 µS	20
Şekil 3.5	LC, RH, T 'nin Grafikselsel Sonuçları. 50 kV 'da Referans Tabaka İletkenliği 60 µS. Tam atlama 865.7 sn 'de meydana gelir.....	21
Şekil 3.6	LC, RH, T 'nin Grafikselsel Sonuçları. 50 kV 'da Referans Tabaka İletkenliği 60 µS. Tam atlama 329.2 sn 'de meydana gelir.....	21
Şekil 3.7	Sızıntı Akım Hesaplaması.....	23
Şekil 3.8	Kuru Band Üstündeki Gerilim Düşümü.....	23
Şekil 3.9	Sızıntı Akım Dedektörü.....	28
Şekil 3.10	Dedektörün Frekans Cevabı.....	29
Şekil 3.11	Alınan Sinyalin Zayıflaması.....	30
Şekil 3.12	Darbe Tekrarlama Oranı	30
Şekil 3.13	Sızıntı Akımının İşletme Gerilimine Göre Değişimi.....	31
Şekil 3.14	Sızıntı Akımına Göre AF Sinyalinin Değişimi.....	32
Şekil 3.15	Sızıntı Akımına Göre AF Sinyalinin Değişimi.....	32
Şekil 3.16	Geçici Darbe Genliği.....	34

Şekil 3.17 Görüntüleme Sisteminin Blok Diyagramı.....	37
Şekil 3.18 Sensör Devresinin İzolatör Üzerine Yerleştirilmesi.....	38
Şekil 3.19 Toroidal Bobinin Primer ve Sekonderindeki Dalga Şekilleri ve Karşılaştırmacı Çıkışı.....	39
Şekil 4.1 İzolatör Üzerindeki Sızıntı Akımını Algılayan Yeni Elektronik Devrenin Blok Şeması.....	41
Şekil 4.2 Yükseltici Devresi.....	43
Şekil 4.3 1.Opamp ve Doğrultucu Çıkışları.....	43
Şekil 4.4 Opto-kuplör Devresi.....	44
Şekil 4.5 Alarm Devresi.....	46
Şekil 4.6 25 kV, 5.7 V Sınırlama, Temiz İzolatörde B.G.-S.A.....	48
Şekil 4.7 25 kV, 8.4 V Sınırlama, Temiz İzolatörde B.G.-S.A.....	48
Şekil 4.8 25 kV, 5.7 V Sınırlama, Temiz İzolatörde B.G.-S.G.....	49
Şekil 4.9 25 kV, 8.4 V Sınırlama, Temiz İzolatörde B.G.-S.G.....	49
Şekil 4.10 25 kV, 5.7 V Sınırlama, Kirli İzolatörde B.G.-S.A.....	51
Şekil 4.11 30 kV, 5.7 V Sınırlama, Kirli İzolatörde B.G.-S.A.....	51
Şekil 4.12 30 kV, 8.4 V Sınırlama, Kirli İzolatörde B.G.-Z.A.....	52
Şekil 4.13 25 kV, 5.7 V Sınırlama, Kirli İzolatörde B.G.-S.G.....	52
Şekil 4.14 25 kV, 8.4 V Sınırlama, Kirli İzolatörde B.G.-S.G.....	53

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1	Bazı İzolatör Malzemelerindeki Kimyasal Bileşikler ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$).....	6
Tablo 2.2	Uzun Yağmur Peryotlarınca Kaydedilen Maksimum Sızıntı Akımları.	11
Tablo 3.1	Sızıntı Akımı ve Dedektör Çıkışı Arasındaki İlişki Katsayısı.....	33
Tablo 4.1	5.7 V Zener Sınırlamayla Temiz İzolatör Sonuçları.....	47
Tablo 4.2	8.4 V Zener Sınırlamayla Temiz İzolatör Sonuçları.....	47
Tablo 4.3	5.7 V Zener Sınırlamayla Kirli İzolatör Sonuçları.....	50
Tablo 4.4	8.4 V Zener Sınırlamayla Kirli İzolatör Sonuçları.....	50
Tablo 4.5	Temiz ve Kirli İzolatörlerin Karşılaştırılması.....	53



1. GİRİŞ

Yüksek gerilim güç hattı sistemlerinde enerji taşınması sırasında izolatör üzerindeki kirlenmelerden dolayı güç kaybı oluşmaktadır. Bir güç hattı için yalıtım seviyesine karar vermek amacıyla hat yönü boyunca kirlilik miktarı belirlenmelidir. Kirlenmenin derecesi;

a) Kirleticinin tipi ve miktarı

b) İzolatörün ıslanma miktarı

ile belirlenir. Kirlenme derecesine dayalı olan koruma yöntemlerinden birisi şudur: kirlenme miktarı gerilim yönünden yüzeysel atlamamanın oluşacağı bir değere ulaşırsa, elektronik devre yardımıyla atlamamanın oluşmaması için servis personeline alarm gönderebilen bir görüntüleme sistemi kurmaya dayanır.

Yüksek gerilimli güç sistemlerinde kirli izolatör yüzeyleri üzerindeki sızıntı akımını algılayan ve olası atlamalara engel olmak için değişik sensör devreler geliştirilmiştir. Bu devrelerin tasarım çalışması; maksimum sızıntı akım genliği, sızıntı akım surge (dalgalanma) frekansları ve kir tabakasının iletkenliği (sistem enerjisiz bırakılıp daha sonra belirlenir) gibi parametreleri belirlemeye dayanmaktadır. Bu parametrelerin belirlenmesi izolatörün yüzeysel kirliliği ve sızıntı akımı hakkında fikir verir.

Kirlilik miktarının belirlenmesi için yeni bir yöntem de, izolatör yüzeyi üstündeki sızıntı akımında elektromanyetik emisyonun alınması, yükseltilmesi, işlenmesi ve daha sonra bir elektronik devrenin otomatik alarm sistemini etkinleştirmesi prensibine dayanır (Anis vd., 1986).

Elektronik devre, özel bir akım transformatörü yardımıyla sızıntı akımının ön deşarjlarını algılar. Cihaz, önceki peryot üzerinde meydana gelen kritik seviyeyi aşan genlikteki ön deşarjların sayısını sayar. Eğer bu sayı izolatörün kirliliği için kritik bir değere ulaşırsa, tüketiciye ve güç kaynağına zarar vermemesi için servis personeline güç hattı izolatörlerinin temizlenmesi hususunda sinyal verir. İzolatörlerin temizlenmesi, güç sisteminin ekonomik bir şekilde çalışmasını devam ettireceği peryotlarda ve gerektiği zaman yapılmalıdır (Habib, 1986).

2. KİRLENME VE KİRLENME ATLAMASI

2.1. Genel Bilgi

Kirlilik teriminin izolatör yönünden özel bir anlamı vardır. Atlamaya yol açacak kadar fazla deniz orjinli kirle kaplı izolatörler çok yakından bakılsa bile temiz görülebilir. Bununla birlikte endüstriyel iş veya çimento ile ağır biçimde kirlenmiş izolatörler, elektriksel bakımdan yeni izolatör gibi davranabilir. Bunun sebebi atlamaya neden olan yüzey iletkenliğinin miktar yönünden önemsiz olmasıdır. Atlama, tuz ya da endüstriyel asit gibi kirlerin suyla çözündüğü zaman meydana gelir. Yaklaşık olarak 0.1 mg/cm^2 'lik kir yoğunluğu yeterlidir. Karbon parçacıklarından veya iyonik bileşeni olmayan mineral tozlardan oluşan kirde aralıklı noktasal deşarjlar olur, fakat atlama olmaz. Ancak bu kirler, çözünebilir tuzlarla birleştiği zaman önemli atlama problemleri doğurabilir.

İzolatör yüzeyindeki artıklar performansı önemli ölçüde etkiler. Deniz, çöl tozları, petrokimya endüstrisi artıkları ve asit üreten tesis artıkları gibi suda çözünen kirler daha önemlidir. Hem çözünen hem de çözünmeyen kirler harekete geçmek için su gerektirirler. Bu nedenle sis, çiğ ve kırağı kirlenme atlaması yönünden en önemli artıklardır. Su yok iken dahi iletken olan kirler, karbon, bazı metal-oksitler veya metal içeren tozlar gibi maddeleri kapsar. Bunlar nadiren atlamaya sebep olmakla birlikte bazı demiryolu izolatörlerinde görülebilir (Çanakçı, 1993).

2.2. Kirlenme İşlemi

Maddeleri izolatör yüzeyine taşıyan temel etkiler, yerçekimi kuvveti, yüklü parçacıkların elektrostatik çekimi, yüksek permitiviteli parçacıkların büyük elektrik alan yoğunluklu bölgelere göçü, çözelti veya süspansiyonların buharlaşıp aerodinamik olarak tutulmaları şeklinde sayılabilir. Aerodinamik tutulma daha önemli bir etkidir. Havada asılı parçacıklar, izolatör yüzeyine aktığında izolatör şekline bağlı olarak özellikle akışın ikiye ayrıldığı

noktalarda oluşan durgun bölgede ve daha ağır olan parçacıklar girintilerde tutulurlar.

İzolatör şeklinin değiştirilerek daha iyi bir performans sağlanabileceği fikri ilk olarak Hampton tarafından araştırılmıştır. Kir toplanması ve hava akışı özelliklerini iyileştirici tasarımlar yapılabilir. Parçacıkların çarpması kirlenme nedeni sayılırken aynı zamanda temizlenme özellikleri de gözönüne alınmalıdır. Yağmur damlaları ve diğer parçacıklar izolatora çarptığı zaman eğik alt yüzeylerin dışında tüm yüzeyi temizlerler. Bu nedenle girintili izolatorlerde temizlenmeyen yüzeyin kir yapısı önemlidir.

Havadaki parçacıkların çoğu triboelektrik, kozmik ışın veya endüstri tarafından üretilen iyonlarla çarpışmadan dolayı yüklenir. Bu tip parçacıklar yerçekimi ve aerodinamik kuvvetlere ek olarak bir de elektriksel kuvvetlere maruzdurlar. Bunlar bir d.a. elektroduna yaklaştıkları zaman çekilirler. Fakat değişken alanlarda serbest kalacaklardır. Bu nedenle d.a. ve a.a. devrelerindeki izolatorler üzerindeki kir örnekleri biraz farklıdır.

Yine sadece d.a. 'da olmak üzere, koronanın sebep olduğu bölgesel iyonlar elektrostatik çekim etkisiyle yoğun kir artıkları biriktirir. Kir artıklarının fazla birikmesini önlemek için, izolatorler "korunmuş sızma aralıklı" yapılırlar. Bu izolatorlerdeki mevcut olan girintiler daha derin olmaktadır.

Yüksek permitiviteli parçaların elektrik alan şiddetinin yoğun olduğu bölgelere hareketi kir artırıcı çok küçük bir etki yapar. Bu etki polariteden bağımsız, alan şiddetinin gradyanının karesiyle orantılıdır.

$$F = \text{sabit} \cdot v \cdot (k-1/k+2) \cdot \text{grad } E^2 \quad (1.1)$$

Burada F, kuvvet; v, hacim; k, permitivite ve E, alan şiddetidir.

Gres sürülmüş yüzeylerde düşen yağmur damlalarının buharlaşması umulmadık etkiler meydana getirir ve birkaç suni ıslatma işleminden sonra atlamaya sebep olacak yeterli malzeme birikir. Kuş, sinek atıkları ve yosun gibi maddeler de atlamının oluşumunda etkilidirler (Çanakçı, 1993).

2.3. İzolatörlerde Atlama

Yüksek gerilim harici izolatörler kıyıya yakın bölgelerde tuzdan, endüstriyel alanlarda toz ve kimyasal artıklardan dolayı kirlenmeye maruz kalırlar. Böyle bir izolatörün kuru iken yüzeyinden çok küçük bir kapasitif kaçak akım geçer ve gerilim dağılımı basit olarak elektrostatik alanla tanımlanır. Bu, kir tabakası kuru kaldığı sürece izolatörün çalışmasını etkilemez ve herhangi bir arızaya sebep olmaz.

Kir tabakasının yağmur, sis, çiğ, vb. etkenlerle ıslanması sonucu, iletken hale gelen kirli yüzey boyunca akan kaçak akımlar yüzeyde enerji kaybına sebep olurlar. Enerji kayıp yoğunluğunun büyük olduğu, özellikle izolatörün dar kısımlarındaki kirli bölgeler daha fazla ısınarak kurur ve "kuru band" denilen kısımların oluşmasına yol açarlar. Bunun sonucunda yüzey boyunca gerilim dağılımı bozularak, homojen olmayan bir yapıya dönüşür. Kuru band bölgerindeki gerilim düşümü havanın dayanımını aşınca öndeşarjlar oluşur. Öndeşarjlar çoğu kere söner; bazı şartlarda ise, yüzeye yayılarak kısa devre ile sonuçlanan atlama olayını meydana getirirler.

Kirli atmosferlerde işletme geriliminde oluşan yüzeysel atlama, güç hattı izolatörlerinin en önemli problemlerinden biridir. Normal olarak izolatörler, işletme geriliminin iki katına veya temiz durumda daha fazlasına dayanmaktadır. Fakat kirlilik miktarı fazla ise, enerji sürekliliğini sağlamada yetersiz kalmaktadırlar.

İzolatör yüzeyinde kir toplandığı zaman; nemi emer ve servis gerilimi altında hesaba alınabilecek miktarda sızıntı akımları iletir. Bu akımlar izolatör yüzeyinin ısınmadan dolayı üniform olmaması ile bir ya da daha fazla kısmi arkların köprülendiği kuru bandlar meydana gelir. Arklar hat izolatöründe tam bir atlama şeklinde gelişebilir. Bu atlamalar sisteme ve tüketiciye zarar vermektedir. Temel amaç, kirli izolatör yüzeyinin sızıntı direncini güvenli değerlerden aşağı düşmesini önlemektir. İzolatör yüzeyinin düzenli temizlenmesi hat izolatörlerinin dielektrik şiddeti bakımından çok etkilidir.

Kirliliğin toplanması, diğer birçok faktörler arasında mesela rüzgarın yönü, hızı, yağış miktarı, toz miktarının kalınlığı, kuru yaz sezonlarının uzaması ile değişme göstermektedir (Habib, 1986).

2.4. Kirlenme Analizi

Queensland Electricity Commission (QEC), 110 kV 'dan 275 kV 'a kadar olan hatlarda çubuk tipi izolatörlerin çeşitli tipleri ile ilgili olarak uzun süreden beri deneyler yapmıştır. İzolatörler, kirli ve temiz çevrelerde yerleştirilmiştir. Ağır kirlilikteki alanlarda yüzeysel atlama yoluyla izolatörler üzerinde zararlar gözlenmiş ve pek çok izolatör yapı olarak bozulmuştur.

Bazı çubuk tipi izolatörlerin kusurları; tasarımlarının iyi olmamasına, yapısındaki malzemelerin seçimine ve kirli ortamların etkisine bağlanmaktadır. Tasarımın iyileştirilmesi ve malzeme seçimindeki düzenlemeler ile çubuk tipi izolatörleri kirli çevrelerde güvenilir şekilde kullanmak üzere çalışmalar yürütülmektedir.

Deneylerde çubuk tipi izolatör olarak, biri Ethylene Propylene Diene Monomer (EPDM) ve diğeri Silicon Rubber (SİR) olan iki tip izolatör kullanılmıştır (16 aylık süre ile). Bu izolatörler üzerinde önemli miktarlarda rüzgarla gelen toz bulunmaktadır. Bu tozlar çözülebilir kirleticilerin analizi yapılmadan önce temizlenmelidir. Tablo 2.1 'de, sülfat, sodyum klorid, potasyum, kalsiyum ve magnezyum gibi çözülebilir kirleticilere sahip benzer tip kirleticileri üstünde bulunduran EPDM ve SİR izolatörler kıyaslanmaktadır. Tabloda EPDM-T, akıtma işleminin yüzeyin üst kısmından; EPDM-U, alt kısımdan olduğunu göstermektedir.

SİR izolatörlerde rüzgarla gelen tozun temizlenmesi oldukça zordur. Silikon yağlar çözülemeyen tozun dışarı atılmasını güçleştirerek onu içeride tutar. Normal yıkama tozu çıkaramaz; fırçalama ise yüzeydeki kirliliği bozan küçük bir etkiye sahiptir. Bu izolatörlerin alt ve üst kısımlarında ölçülen tuz birikim yoğunluğu (ESDD) genellikle hafif kirlenme olarak kabul edilen 14.13 mg/cm ile 33-71 mg/cm arasındaki seviyede kalmaktadır. Çubuk tipi izolatörlerin zincir tipi izolatörlerden daha çabuk kirlendiği gözlenmiştir.

Kirlenme seviyeleri askıda asılmış izolatörlerin alt kısımlarında umulduğundan daha yüksektir. Her iki izolatör tipinin alt kısımlarında kirlenme düzeyleri benzerdir, fakat üst yüzeylerde silikon maddesi daha yüksek değerlere sahiptir. Buna rağmen silikon maddesinde daha az sızıntı akımı oluşmaktadır ve silikon yağı, malzemenin su tutmama (kayganlık) özelliğini artırır (Lee, 1995).

Tablo 2.1 Bazı İzolatör Malzemelerindeki Kimyasal Bileşikler ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)

Polimer tipi	Na	K	Mg	Ca	Cl	H ₂ SO ₄	ESDD
EPDM-T	2.32	0.15	0.49	0.81	2.93	2.7	14.13
EPDM-U	4.81	0.34	1.45	2.49	8.55	11.1	33.71
SIR-T	2.90	0.25	0.80	1.70	3.83	6.15	20.58
SIR-U	5.28	0.29	1.28	4.48	6.96	19.8	31.99

2.5. Kir Yoğunluk Dağılımı

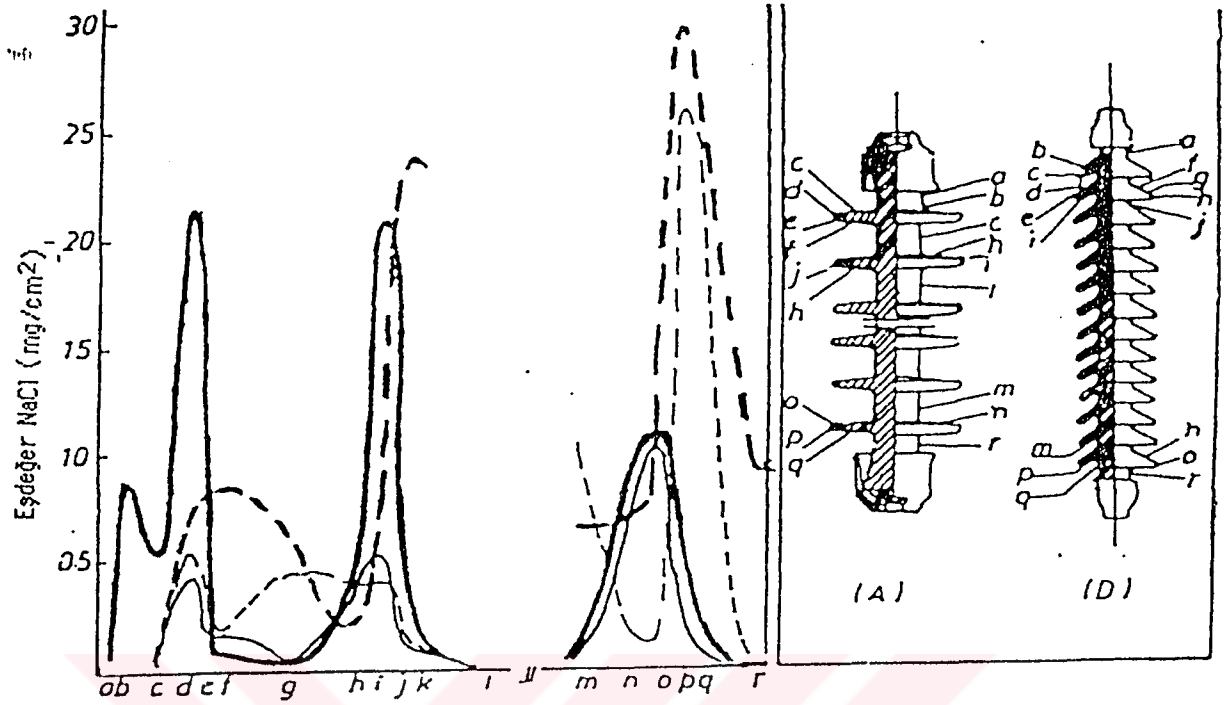
İşletme şartlarında izolatör yüzeyindeki kir dağılımı homojen değildir. Yağmur, rüzgar, çevre kirliliği ve dış etkenlerin yanı sıra, izolatörün bazı özellikleri de kir dağılımını önemli ölçüde etkiler.

2.5.1. İzolatör şeklinin etkisi

Şekil 2.1 'de iki uzun çubuk tip porselen izolatörün kendinden temizlenme özelliğinin karşılaştırılması yapılmıştır (A-D tipi). Birincisi aerodinamik bir profile sahipken ikincisi klasik tiptir. İki izolatör için 2 mm yağmurdan önce ve sonra yapılan ölçümler bunların kendinden temizlenme özelliklerini tanımlar. Şekil 2.1, klasik tipte siperin altında ve üstünde daha fazla kir topladığını gösterir. Alt kısım için bu oran üç kata yaklaşmaktadır. Yağmurdan sonra D tipinin kendinden temizlenme özelliğinin, siperin alt kısmında sınırlı olduğu görülmektedir. A tipinde siperin altı dahil, yağmurla iyi temizlenme olur (Çanakçı, 1993).

2.5.2. Eğim açısının etkisi

Elemanın eğim açısıyla ilgili önceki bir araştırmada kirin düzgün olarak tüm siper yüzeyine yayıldığı kabul edilmiş, sipere ortalama bir

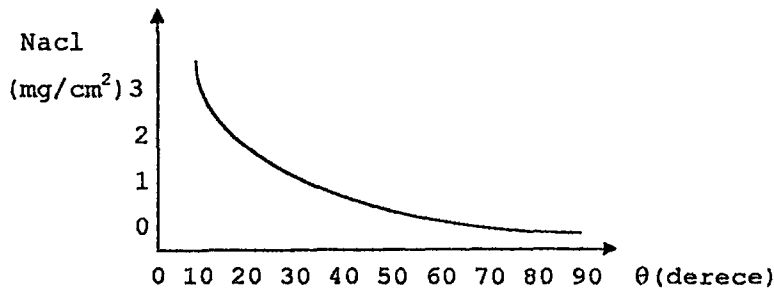


Şekil 2.1 Kendinden Temizlenme ve Kir Yoğunluk Değişimi ($\text{NaCl (mg/cm}^2\text{)}$)

— (A) yağmurdan önce, — (A) yağmurdan sonra,
 (D) yağmurdan önce, (D) yağmurdan sonra.

eğim verilmiştir. Bu yaklaşım eğim açısının etkisini bir bütün olarak incelemeye yarar.

Gerçekte siper eğri bir yapıya sahip olup, farklı noktalarda farklı eğim açısına ve kir yoğunluğuna sahiptir. Bu nedenle tüm siper ortalama açısını değil de, tek tek noktaların açılarıyla kir yoğunluk dağılımını inceleyen bir yaklaşım faydalı olacaktır.

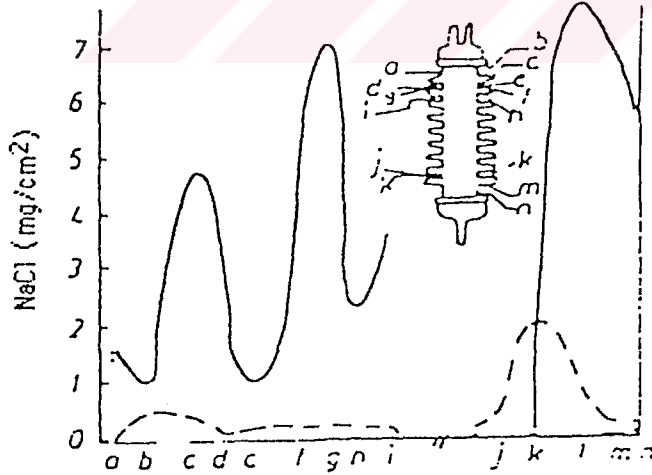


Şekil 2.2 Kir Yoğunluğunun Eğim Açısıyla Değişimi

Kir yoğunluğu, bir izolatör tipi üzerindeki noktalar için, kir yoğunluklarının ortalaması olarak alınabilir. Şekil 2.2, izolatör üzerinde aynı eğime sahip noktaların ortalama kir yoğunluk değişimlerini, dikkate alınan noktanın eğimine göre verir. Şekil 2.2 'den, eğim açısı arttıkça kir yoğunluğunun arttığı görülmektedir. Bunun açıklaması rüzgar ve yerçekimi etkisi ile yapılabilir. Bu etkiler parça tortulaşmasında önemlidirler. Tortulaşmayı tamamlamak için yerçekiminin yanı sıra yerel rüzgar hızı da sıfıra yaklaşmalıdır. Bu kuvvetler küçük eğimli noktalarda daha etkilidir.

2.5.3. İzolatör yüzey malzemesinin etkisi

Şekil 2.3 'de çubuk tip epoksi reçine bir izolatörün aynı forma sahip 1 mm kalınlıklı silikon lastikle kaplı izolatörle mukayase edilmiş kir yoğunluk dağılımını vermektedir. Buradan, izolatörün şekli kadar yapıldığı yüzey malzemesinin de kir tabakası yoğunluğunu etkilediği görülebilir. Benzer sonuçlar normal tip ve silikon kaplı porselen izolatörler için de elde edilmiştir. Bu durum silikon lastiğin yapışmama özelliğiyle açıklanabilir.



Şekil 2.3 Değişik malzemelerden yapılmış izolatörlerin kir yoğunluk dağılımı (H; epoksi reçine, K; silikon lastik kaplı epoksi reçine)

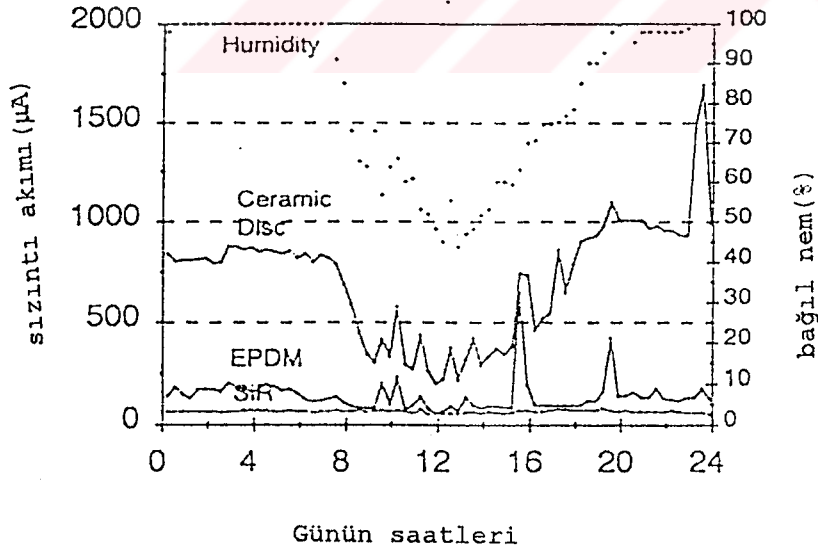
2.6. Sızıntı Akımları

2.6.1. Sızıntı akımlarının izolatorlerdeki etkisi

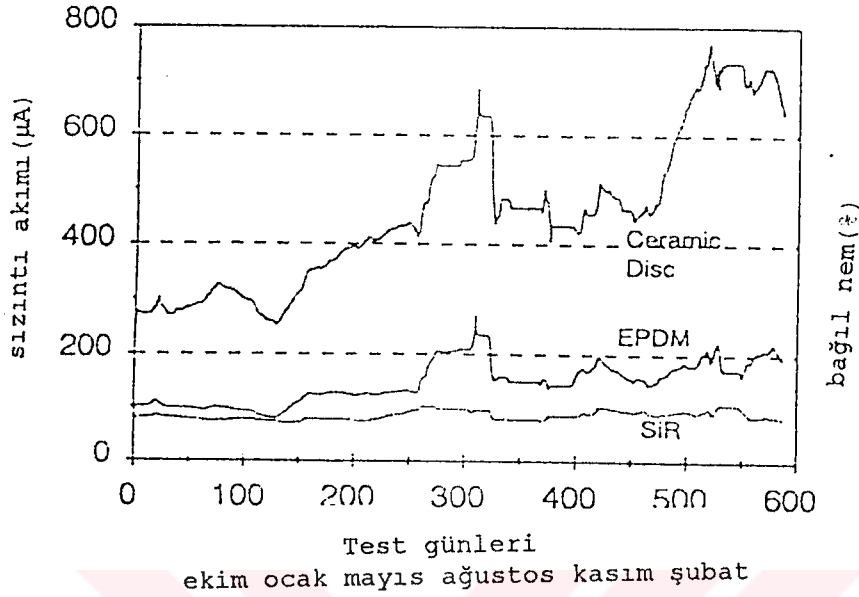
24 saatlik bir zaman dilimi için porselen bir zincir izolator ile SİR tipi ve EPDM tipi izolatorlerin performansları Şekil 2.4 'de gösterilmiştir. SİR tipi izolatorler EPDM 'den, ve her iki tip çubuk izolator (EPDM ve SİR), üçüncü tip olan zincir izolatörden daha az sızıntı akımına sahiptir.

Şekil 2.5, porselen zincir izolatorü EPDM ve SİR tipi izolatorler ile kıyaslamaktadır. SİR tipi izolatorde, 20 aylık zaman dilimi için sızıntı akımında ihmal edilebilir değişimler görülmektedir. Halbuki EPDM ve porselen tipleri bu süre boyunca iki katı bir artış göstermektedir.

Kullanılan 3 tane SİR tipi izolatorlerin kirlilik performansında, polimerin azalmama özelliğinin iyi olduğu görülmüştür. 3 SİR tipi izolatorde de 4801 mm 'den 6112 mm 'ye kadar olan sızıntı mesafesine rağmen sızıntı akımları arasında yalnızca küçük farklar bulunmaktadır. EPDM izolatorler aynı şartlarda SİR kadar iyi performans göstermezler.



Şekil 2.4 Seramik disk izolatorlerle, SİR ve EPDM izolatorlerinin performansının karşılaştırılması



Şekil 2.5 Farklı zaman diliminde seramik disk izolatörlerle, SiR ve EPDM izolatörlerinin performansının karşılaştırılması

EPDM üzerindeki sızıntı akımı uzun zaman diliminde SiR izolatörün iki katından daha fazladır ve zamanla bu artış yükselmiştir.

Zincir izolatörler çubuk tipi izolatörlerle kıyaslandığında performansının daha düşük olduğu görülür. Zincir izolatör 7776 mm 'lik tüm numunelerin en yüksek sızıntı uzunluğuna sahiptir. Ancak zincir izolatörler normal hava koşullarında SiR izolatörlerden 3 kat daha fazla sızıntı akımı iletir ve aşırı yağışlar sırasında bu oran 7 kata kadar yükselebilir. Sızıntı akımlarının aşırı yağış sonrasında kendi ilk değerlerine dönmemesi disklerdeki kir birikiminin sonucudur (Pokarier, 1994; Lee, 1995).

Bir aylık süre içerisinde tüm izolatördeki günlük ortalama sızıntı akımları, kendi normal kuru koşul değerlerinin 2.5 ile 4 katına kadar artmaktadır. 20 dakikanın üstündeki periyotlarda daha yüksek değerler kaydedilmiştir. 1 'den 6 'ya kadar olan izolatörler için kaydedilen maksimum sızıntı akımları Tablo 2.2 'de verilmiştir.

Tablo 2.2 Uzun Yağmur Peryotlarının Kaydedilen Maksimum Sızıntı Akımları

İzolatör No	Malzeme	Maksimum sızıntı akımı (μA)
1	Sir-1	923
2	EPDM-1	2784
3	EPDM-2	1675
4	Sir-2	508
5	Sir-3	990
6	Disk	3132

Okumalara göre tüm izolatörler hidrofilik hale gelmiştir, yani ıslanmıştır. Bu SIR izolatörlerinin, zincir ve EPDM izolatörlerine benzer davranış gösterdiği zamanın başlangıcıdır. Bununla beraber akımların genlikleri EPDM ve porselen izolatörlerden çok daha az olmaktadır (Lee, 1995).

2.6.2. Sızıntı akımını etkileyen faktörler

Bir izolatörün yüzeyi boyunca akmakta olan sızıntı akımının miktarı aşağıdaki faktörlere bağlıdır:

- a) Siperin yapısına
- b) Toplanmış kirlenme miktarına
- c) Malzemenin kayganlığına
- d) İşletme gerilimine
- e) Çevresel koşullara

İzolatörün kayganlık performansı farklı polimer ailesi türleri (EPDM ya da SIR) arasında ya da herbir aile grubundaki farklı türler arasında değişir.

Sızıntı akımını etkileyen çevresel koşullar nem ve yağmurdur. Yüksek yüzey direnci olan yeni bir temiz izolatörde sızıntı akımı genellikle düşük ve kapasitiftir. Kirlilik yüzeyde oluştuktan sonra, izolatör yağmur ya da yüksek nem ile ıslak hale geldiğinde direnç azalır ve sızıntı akımı yükselir, rezistif hale gelir.

Sızıntı akımındaki kirliliğin etkileri yüzey tabakasındaki çözülebilen ve çözülmeyen tortuların miktarına bağlı kalacaktır. Çözülebilir tortular yağış esnasında ıslak hale geldiğinde, çözelti yüzey direncini azaltacak ve sızıntı akımını artıracaktır. Çözülmeyen tortular sızıntı akımlarının artmasına sebep olmaz; ancak yüzeyde çözülebilir tortuların tutunmasına yardım edecektir (Lee, 1995).

2.7. İzolatörlerde Kirlenme Atlamasını Önleme Çareleri

Endüstriyel ve sahil bölgelerindeki izolatörlerde kirlenme atlaması önemli bir yüksek gerilim enerji iletim problemidir. Bu bölgelerde, izolatörler sistemin arıza kaynakları olmaktadır. Konuyla ilgili olarak yıllardan beri araştırmalar yapılmış olmasına rağmen, problemin genel bir çözümü henüz yoktur. İzolatörlerde kirlenme atlamalarını önlemek için birçok tedbirler düşünülmüştür. Bunlar, tasarım ve işletme esnasında uygulanabilen tedbirler olarak iki kısma ayrılabilir.

2.7.1. Tasarımla ilgili tedbirler

Bir izolatörden beklenen üç ana özellik vardır:

- a) Yağmur ve rüzgar tesiriyle iyi bir kendinden temizlenme özelliği
- b) Az kir toplama özelliği
- c) Uzun sızma aralığı

Birinci ve ikinci özelliklerle, izolatör yüzeyinde teşekkül eden kir tabakası kontrol edilmek istenir. Üçüncü özellik ise, izolatör yüzeyi boyunca daha düşük bir ortalama gerilim gradyanı sağlar. Hava akışıyla gerçek bir kendinden temizlenme, hacim ve ağırlıkça büyük parçacıklarla olur. Bu amaçla izolatör şekli, yüzeyi ve hızı maksimum yapacak şekilde tasarlanır. İyi bir suyla artık temizleme işlemi sadece izolatörün şekline değil, aynı zamanda yıkamanın yön ve durumuna bağlıdır.

Hızlı rüzgarlarla gelen yağmur damlaları artıkların çoğunu temizler. Rüzgardan doğan anafor şekilli hareketler, derin olmayan girintileri temizler. Islanma esnasında çarpan suyun yüzeyi hemen

terketmemesinden doğan olumsuzluklar da vardır. Bu durum temas yüzeyinin kısa devre olması nedeniyle atlama riskini arttırır.

Hafif yağmur ve çiselti, kirin tehlikeli bileşenlerini uzaklaştırır. Fakat arkada bıraktığı tortu, yüzeyin pürüzlenmesine ve sürekli akış şeklinin bozulmasına sebep olur. Şekil 2.6 'daki bikonveks şekil az kir tutmak bakımından ideal olmakla birlikte, sürekli bir akış sağlayamadığı için kötü sonuçlar verir. Şekil 2.7 'de gösterilen izolatörler aşağıdaki özellikler sahiptir:

- a) Minimum kir tutma: en kötü su akıtma.
- b) Pratik durum: kötü su akıtma (yakın siperler kayıp sızma boyunu dengeler).
- c) Kötü aerodinamik: iyi su akıtma (ağır yağmurda damlalar kısa devreye yol açar).

Eğer yakalama alanı büyük, akıtma aralığı küçükse çok hafif yağmurlarda bile temizlenme olur. Ancak bu şekil, kısa devre ihtimalini yükseltir. Böyle bir tasarım arap körfezi gibi az yağmur alan yerlerde önemlidir.

Yağmurla temizlemenin haricinde elle çeşitli çözücülerle değişik temizleme yöntemleri de vardır. Bunların hepsi zaman alıcı ve pahalıdır. Bu nedenle temizlemeye daha az gerek gösteren şekil ve yüzeyler daha fazla tercih edilirler.

İyi bir kendinden temizlenme özelliği temin etmek için izolatör tasarımında yağmur ve rüzgar etkisine maruz kalacak şekilde meyilli yüzeyler düşünülür. Bu tip izolatörlere "açık tip" izolatörler denilir.

Az kir toplamayı temin için, izolatör derin oyuklu ve daha fazla korunmuş yüzeyli yapılır. Böyle bir izolatöre "kapalı" veya "korunmuş" tip denilir. İzolatör alt yüzeyinde derin oyuklar yapmak suretiyle bir yandan atmosferik kirlenmelere karşı koruma temin edilirken, diğer yandan da daha uzun bir sızma aralığı sağlanmış olur.

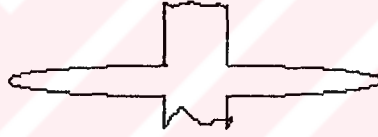
Derin oyuklu izolatörlerin imali pahalı ve zordur. Böyle bir izolatör uzun süre devrede kalınca, derin oyuklarda biriken kirler buralara yapışır ve giderilmeleri çok zor olur. Bilhassa çimento sanayi civarında bu durum önemlidir. Diğer taraftan izolatör tasarım ve seçiminde izolatör yüksekliğinin en büyük çapa oranı, göz önünde tutulması gereken bir husustur. Bir izolatör zincirinde veya bir çubuk izolatörde komşu elemanlar arasındaki mesafe çok küçük tutulmamalıdır.

Birbirine çok yakın etekle, aralarında deşarjlara sebep olurlar. Böyle bir izolatör radyo ve televizyonlar için parazit kaynağı olur.

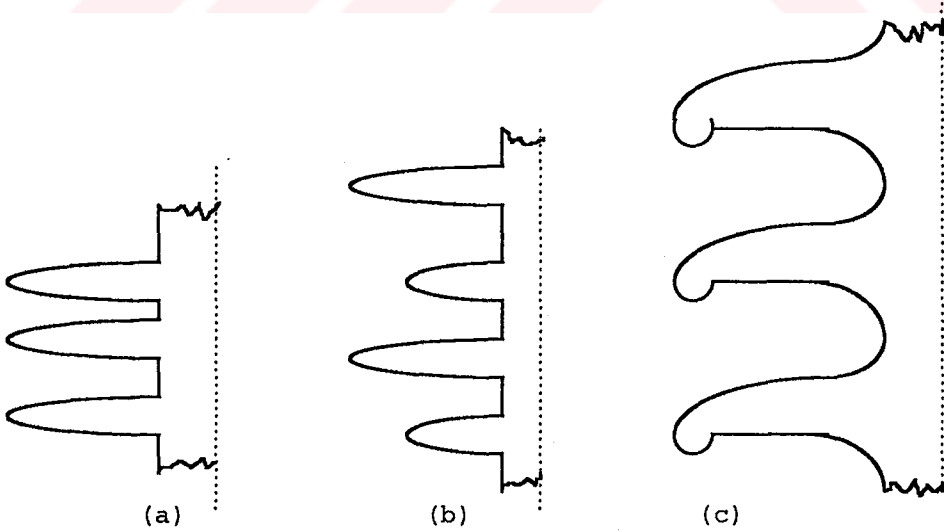
İzolatör tasarımında sızma aralığının yüksekliğe oranının büyük olması arzu edilir. Hatta birçok araştırmacılara göre bu oran izolatörün iyiliği hakkında bir fikir verebilir.

İzolatör yüzeyinin yaklaşık 1 mA kaçak akım akıtacak şekilde yarı iletken bir sır tabakası ile kaplanmasının atlamayı önlemede etkili olduğu görülmüştür. "Stabilize izolatör" adı verilen bu tür izolatörlerin başlıca kusurlu tarafı, yarı iletken tabakanın negatif direnç-sıcaklık katsayısı nedeniyle stabil kalamayıp korozyona yol açarak uzun süre dayanamamasıdır.

İzolatör yüzeyinde belirli yerlerde iletken halkaların yapılmasının atlamaları önlemede etkili olacağı açıklanmıştır. "R-izolatörü" adı verilen böyle bir izolatörde bu iletken halkaların kirli yüzeyde oluşan deşarjların yayılmasını sınırlayarak atlamayı önleyebileceği gösterilmiştir (Rumeli, 1979).



Şekil 2.6 Bikonveks Tip İzolatör



Şekil 2.7 Aerodinamik Yapı ve Su Akıtma

2.7.2. İşletme şartlarında atlamayı önleme çareleri

İzolatör yüzeyinde kir birikmesini tamamen önleyecek, yani izolatör yüzeyini daima temiz tutabilecek bir yöntemin bulunması, problemin kesin çözümü demektir. Şu an için bunu yapmak mümkün olmadığından endüstriyel bölgelerde kirlenmeyi azaltmak için fabrika bacalarını yükseltmek, filitre takmak ve benzeri çevre tedbirleri alınmaktadır. Enerji nakil hatları tasarımında sanayi bölgeleride göz-önünde bulundurulmalıdır. İzolatörlerin elle çeşitli çözücüler yardımıyla temizlenmesi, enerjisiz durumda ve enerji altında helikopter gibi özel araçlar yardımıyla yıkama gibi tedbirler düşünülebilir. Yıkamanın başlıca olumsuz yanları şunlardır:

a) Enerji altında yıkamada iletkenliği düşük su kullanılmalıdır. Aksi takdirde yıkama cihazı ile hat arasındaki su jeti boyunca büyük değerli kaçak akım tehlikeli olabilir. Ayrıca kirli bir izolatör zinciri yıkanırken, ilk anda kirli izolatör yüzeyinde sürekli bir iletken tabaka teşekkül ederek kısa devre olmaması için yıkama aşağıdan yukarıya yapılmalıdır.

b) Dağlık ve engebeli bölgeden geçen havai hat izolatörlerine ulaşma zorluğu ortaya çıkacaktır. Amerika 'da temizleme işlemi, su yerine ince kum püskürtülerek de yapılmaktadır. Ayrıca, izolatör yüzeyini gres türünden çeşitli maddelerle kaplamakta atlamayı önleyici tedbirler arasında sayılabilir.

3. SIZINTI AKIMINI GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ

3.1. On-line Görüntüleme Sistemi

3.1.1. Genel bilgi

Yüksek gerilim izolatörlerinin yüzey atlamaları endüstriyel ya da sahil kıyılarındaki kirlenmenin olduğu alanlarda sık sık meydana gelir. Endüstri ve tarım aktivitelerindeki artış nedeniyle ortaya çıkan kirlenmeler yüzey atlamalarına sebep olabilir.

Bir trafo merkezinde 500 kv 'luk cihaz üzerinde birkaç harici atlamanın incelenmesi sonucunda yüzey kirlenmesinin, atlamaların sebeplerinden biri olduğu görülmüştür. (Shihab, 1994).

Açık şalt merkezlerinde kullanılan yüksek gerilim buşingleri, parafudurlar, ölçü trafoları, devre kesicileri gibi teçhizat, servis süresi boyunca değişik çevresel şartlarla karşılaşır. Mesela ısı, güneş ışığı, kirlenme ve nem gibi çevresel zorlanmalar malzemeyi hem mekanik ve hem de elektriksel bozulmalara maruz bırakabilir. Cihazın yalıtım yüzeyindeki iletkenlik birikimleri yüksek gerilimde servis performansını azaltabilir ve yalıtım malzemesinin yüzeyinde çatlama, kırılma ve bozulmalara sebep olabilir.

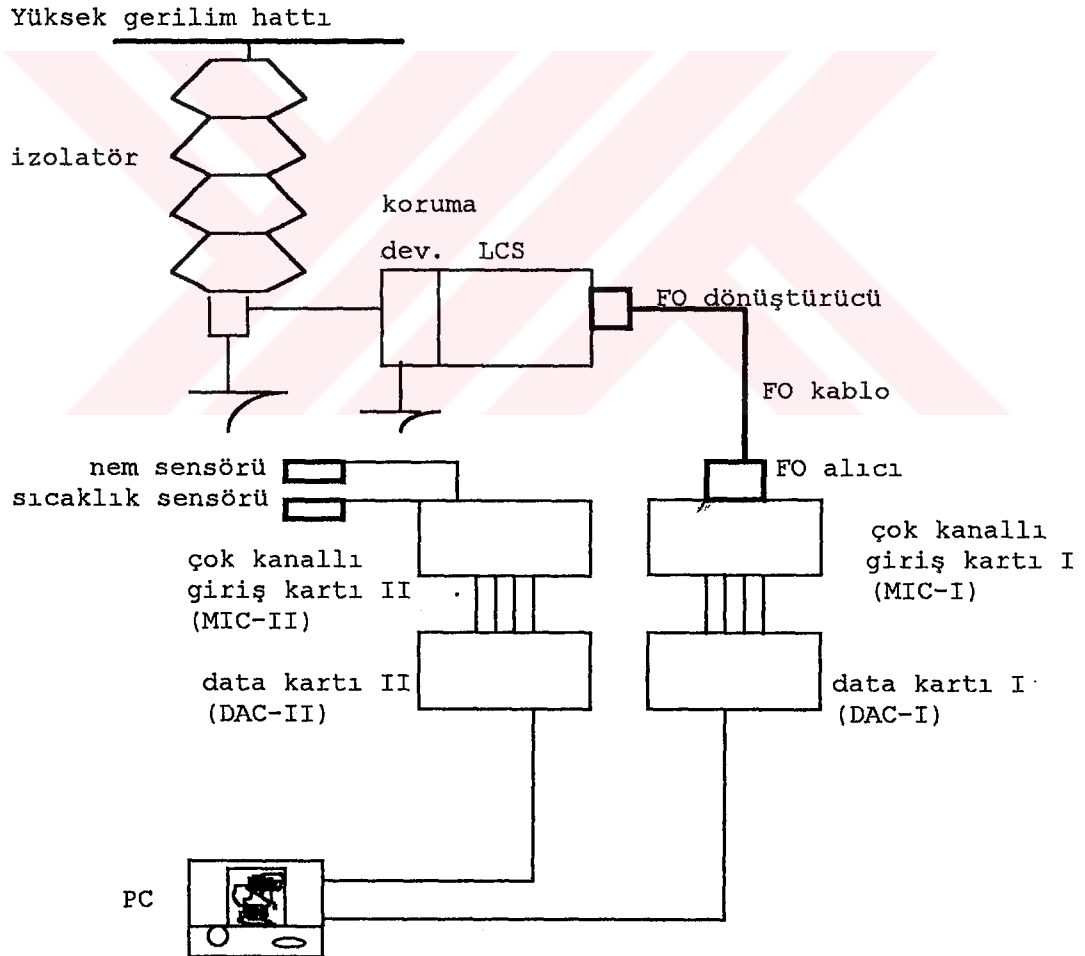
Bir trafo merkezinde 500 kv 'luk akım trafolarının porselen yüzeyinde oluşan 3 ayrı yüzeysel atlama üzerinde yapılan araştırma, atlamalara sebep olan birçok faktör ortaya çıkarmıştır. Bunlardan biri kirlenmeden dolayı oluşan yüzey iletkenliğidir. İzolatör yüzey kirliliğinin belirlenmesinde ve görüntülenmesinde çeşitli yöntemler vardır:

- a) Güç merkezinin servis dışı kalması esnasında, izolatörlerin kuru ve yağ temizlenmesi, silinmesi. Bu elle yapılan bir çalışmadır ve çalışma süresince enerjinin kesik olması gerekir. Yedek (transfer) baralı sistem kullanılması halinde kesintiye gerek kalmaz.
- b) Yedek bara sistemine ait izolatörün periyodik olarak içerisine daldırılıp çalkalandığı suyun iletkenlik ölçümleriyle.
- c) Enerjili durumda anahtarlama teçhizatının yüzeysel sızıntı akım ölçümleriyle.

3.1.2. Sistemin çalışması

Bu kirlilik görüntüleme sistemi sızıntı akım ölçümlerini kaydedip analiz etmeye yarayan bilgisayar destekli bir sistemdir. Sistem, ölçme ve kaydetme cihazlarını, sızıntı akım sensöründen yalıtma prensibi üzerine çalışmaktadır. Sistem aşağıda gösterilen ana bileşenleri içerir:

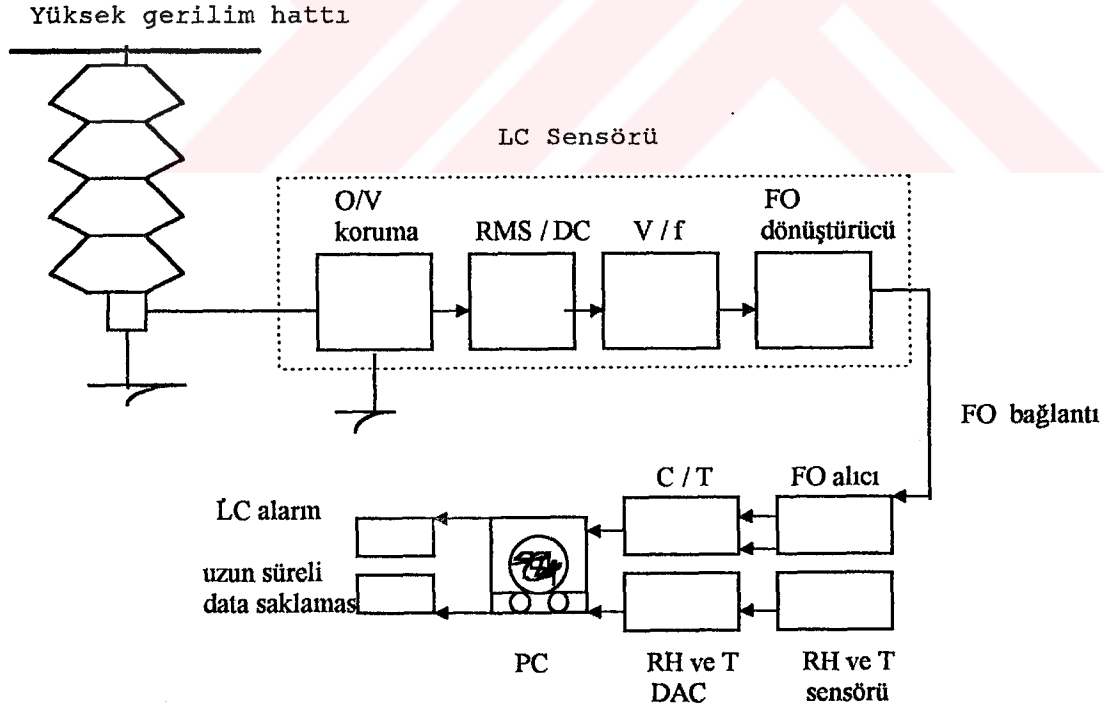
- a) Akım toplayan ve algılayan elemanlar
- b) Elektro-optik dönüşüm bileşenleri
- c) Optik fiber bağlantı hattı
- d) Optik-elektrik dönüşüm bileşenleri
- e) Ölçme ve kaydetme özellikli bilgisayar sistemi



Şekil 3.1 On-line Sızıntı Akım Görüntüleme Sisteminin Blok Şeması

Şekil 3.2, sistemde sinyal dönüşümünü şematik olarak göstermektedir. Sızıntı akımı bir bakır halkayla toplanır ve bir direnç üzerinden toprağa aktarılır. Topraklanmış direnç üzerindeki a.a. gerilim düşümü yüksek giriş empedansına sahip doğru bir RMS/d.a. (RMS, routh mean square, etkin değer) dönüştürücü yardımıyla orantılı olarak d.a. sinyallere dönüştürülmektedir. Bir gerilim-frekans (V/f) dönüştürücü buradaki gerilim değerlerini uygun frekanslara dönüştürür. V/f dönüştürücüsünün çıkışı, sızıntı akımının RMS değerleriyle orantılı frekansa sahip kare dalga sinyal akışıdır. Bu sinyaller elektro-optik devresine bağlanırlar.

Bu kirlenme görüntüleme sisteminin bu elemanlarının tümüne birden Sızıntı Akım Sensörü (LCS, Leakage Current Sensor) denilir. Fiziksel olarak izolatöre yakın olduğu için gerilim atlamalarından korumak amacıyla gazlı aşırı gerilim koruyucusu (deşarj tüpü) kullanılır. Böylece 62 V 'un üzerindeki gerilimlerden elektronik devre korunur. LCS, bilgisayar sensörüne fiber optik kabloyla bağlanır. Küçük elektrik sinyallerinin uzun mesafeler boyunca minimum gürültü, bozulma



Şekil 3.2 On-line Durumunda Görüntüleme Sisteminin Sinyal Dönüşümü

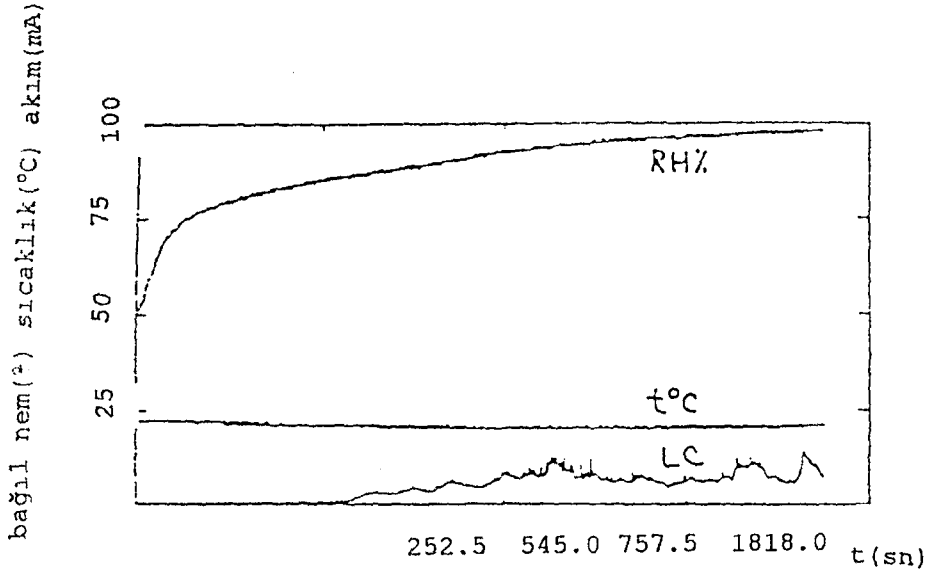
ve kayıplar ile taşınması bir problemdir. Bunun için bir fiber optik (FO) hat mümkün olan en iyi çözümü sağlar. Seçilen FO teçhizat ve kablo yardımıyla hat mesafesi 4 km 'ye, bilgi oranları 5 Megaboud 'a kadar çıkabilir.

FO kablo hattının diğer ucundaki optik sinyal alınıp bir duyarlı FO alıcısı yardımıyla tekrar elektriksel kare dalga veya darbelere dönüştürülmelidir. FO alıcısı içeren çok kanallı geliştirilmiş kart (MIC, Multi-channel Input) bilgisayarın Data bilgi kartı (DAC-1, Data Acquisition Card) ve 5 bağımsız bilgi kanalı arasında arabirim olarak kullanılır. Bu DAC-1, IBM PC veya uygun mikrobilgisayar sistemleri için çok fonksiyonlu sayıcı/zamanlayıcı (C/T, counter/timer) bordudur. Bunun ana amacı gelen kare darbelerini saymak ve sonucunu bilgisayara aktarmaktır. Özel geliştirilmiş bir yazılım programı gerçek sızıntı akım değerlerini çıkış verilerine dönüştürür. Bilgi hem sayısal hem de grafiksel olarak üretilir. Yazılım tarafında görülen otomatik örnekleme oran kontrolü uygun örnekleme oranını seçebilir ve DAC-1 'in çalışmasını ayarlar. Bu alınan data bilgisinde büyük bir esneklik sağlar. Hızlı bir örnekleme oranıyla yüksek akım dalgaları boyunca her tepe değeri yakalanırken düşük örnekleme oranıyla da data akışı düşer ve düşük kirlenme deşarj aktivitesi boyunca hafıza boşlukları korunur.

Sızıntı akım verisi (LC, Leakage Current) zaman, tarih, gibi ilave bilgilerle desteklenirse alanın kirlenme şartının tam görünümü elde edilebilir. Bilgisayarla sıcaklık ve nem sensörleri arasında ara birim olarak DAC-2 vardır. Otomatik değişen örnekleme oranı yazılımla sağlanır. Böylece sıcaklık ve bağıl nem (RH, relative humidity) akımları her LC tarama periyodu boyunca güncelleştirilir. Gerçek data değerleri daha sonra grafik ve tablo formuna dönüştürülür.

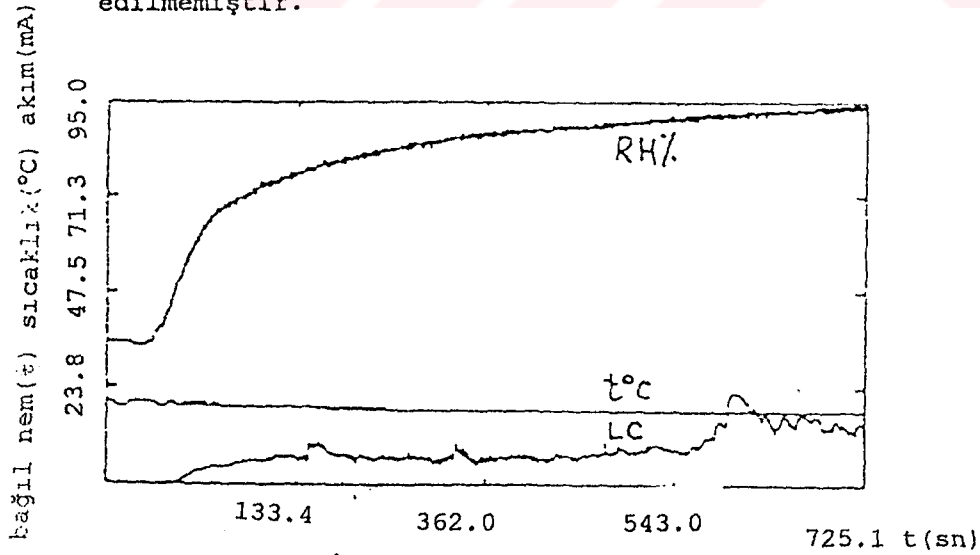
3.1.3. Test sonuçları ve data analizi

Yüzeylerinde değişik seviyelerde iletkenlik özellikli kirlenmesi olan 66 kV 'luk askı izolatörlerde çok sayıda test yapılmıştır. Kirlenmenin derecesi, kaolin temelli askıya NaCl ilave eklenmesiyle kontrol edilmiş ve iletkenlik ölçümleri yardımıyla belirlenmiştir (Shihab, 1994).

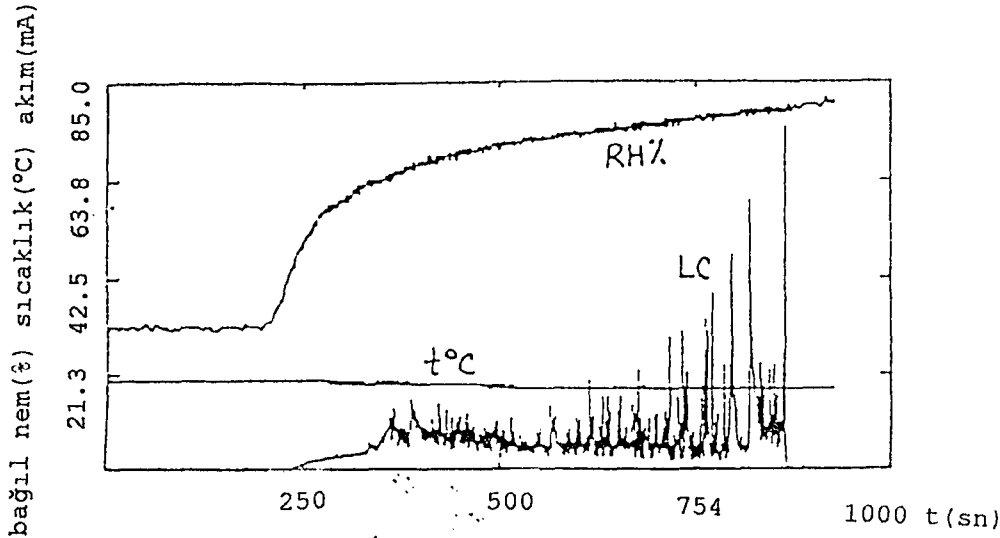


Şekil 3.3 LC, RH, T 'nin Grafiksel Sonuçları. 50 kV 'da Referans Tabaka İletkenliği 10 μ S.

Test prosedürü YG izolatörleri kirlenme testi için tavsiye edilen IES-507 'ye dayalı olarak yapılmıştır. Her test öncesinde izolatör tamamen yıkanır, kurulanır ve 24 saatin üstünde çevresel şartlarda kuruduktan sonra bir askıya bağlanır. Test programının amacı izolatörün kirlenme performansını incelemek değil, daha ziyade sızıntı akım görüntüleme sisteminin donanım ve yazılım performansını belirlemektir. Kirlilik yüzeyinin uniformluğu ya da sisten dolayı oluşan nem kirliliği gözlem dışında başka bir ölçmeyle tespit edilmemiştir.



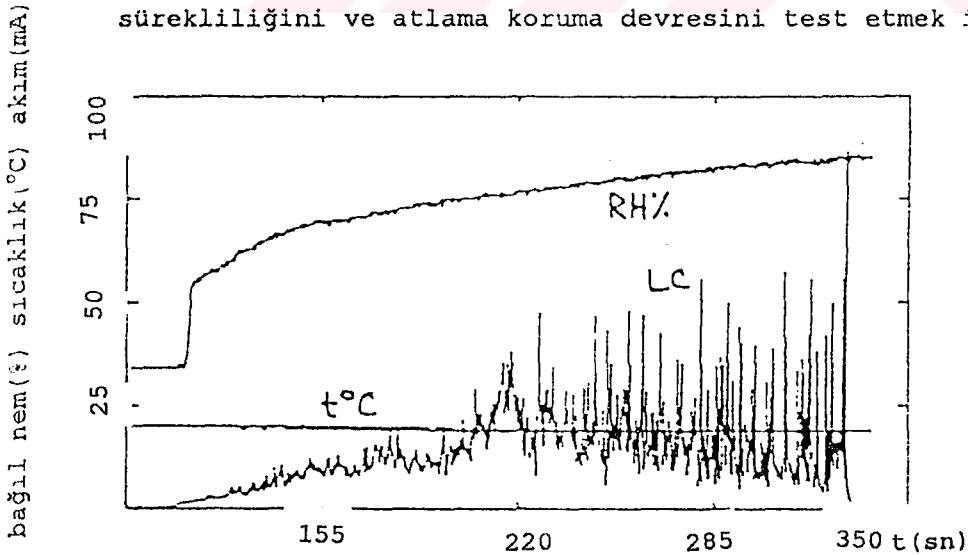
Şekil 3.4 LC, RH, T 'nin Grafiksel Sonuçları. 10 kV 'da Referans Tabaka İletkenliği 60 μ S.



Şekil 3.5 LC, RH, T 'nin Grafiksel Sonuçları. 50 kV 'da Referans Tabaka iletkenliği 60 μ S. Tam atlama 865.7 sn 'de meydana gelir.

Sis oranı yapılan bütün testlerde aynı seviyede tutulup bir test dışında (bu testte 10 kV 'luk gerilim kullanılmış) 50 kV 'luk gerilim uygulanmıştır. Yapılan testlerde asılanların iletkenlikleri 60 μ S/cm 'den (NaCl ilavesiz) 6000 μ S/cm 'ye kadar değişmektedir. Bu referans tabaka iletkenliğinin 0.6 ve 60 μ S 'e karşılık gelir.

Testler izolatör atlamalarının bir sonucu olarak belirli bir zaman diliminde bitirilmiştir. Deneylerin bir çoğunda kirlilik seviyesinin çok yüksek seviyelere çıktığı ve o zamanda sızıntı akım probunun sürekliliğini ve atlama koruma devresini test etmek istenilmiştir.



Şekil 3.6 LC, RH, T 'nin Grafiksel Sonuçları. 50 kV 'da Referans Tabaka iletkenliği 60 μ S. Tam atlama 329.2 sn 'de meydana gelir.

Laboratuvar testleri boyunca elde edilen ölçümlerin grafiksel sonuçları Şekil 3.3 'den Şekil 3.6 'ya kadar gösterilmiştir. Şekil 3.3 ve Şekil 3.4 'deki grafikler kirli izolatorün yüzeyi boyunca düşük sızıntı akım atlamalarına karşılık gelir. Şekil 3.3 durumunda uygulanan 50 kV 'luk gerilimdeki kirlenme seviyesinin nispeten düşük olduğu görülmektedir.

Şekil 3.5 ve Şekil 3.6 akım tepelerinin genliği ve şiddeti tarafından belirlenen çok yüksek kirli izolatorün yüzeyindeki şiddetli atlama aktivitelerini göstermektedir.

Testler, uygulanan gerilimin değişik seviyeleri altında, düşük, orta ve yüksek kirlenme seviyeleri için yeteri derecede performansa sahip olduğunu göstermektedir. İzolator atlamaları LCS 'nin, alınan verilerinde ve iletişim sisteminin performansında ters etkiye sebep olmaz (Shihab, 1994).

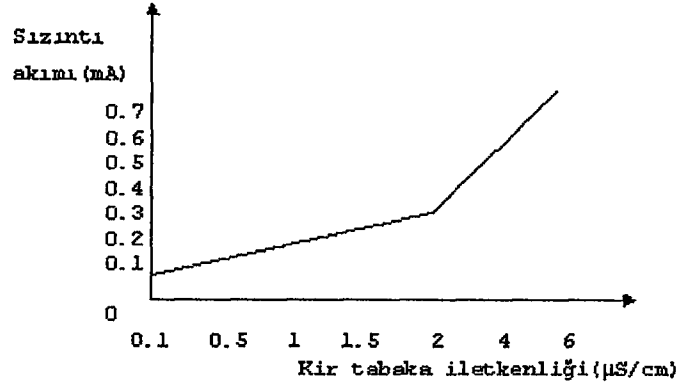
3.1.4. Bilgisayar simülasyonu ve kirli izolatorün analizi

Sızıntı akımını hesaplamak için bir teoriksel yaklaşım, kuru band ve kısmi ark simülasyonunun iletmesine paralel olarak on-line sızıntı akım görüntüleme sistemini geliştirmektir. Çalışmanın amaçları:

- a) Simüle edilmiş bilgisayar modelleri geliştirmek ve kirlenme altında izolator atlama mekanizmasının analizi için hesaplama tekniği geliştirmek.
- b) Gelişmiş on-line görüntüleme sistemini desteklemek ve sistemden elde edilen verileri değerlendirmek.
- c) Kuru band yapısı, ark yayılması ve kirlenme atlama mekanizması için parametreleri geliştirmek.

Sonlu Eleman Yöntemi (SEY) kuru bandın etkisini ve izolator yüzeyi boyunca gerilim bozulmasındaki ark yapısını analiz etmek için kullanılmıştır. Kirlenmiş şartlar altında harici sızıntı akımı, kir tabakasının çeşitli iletkenlikleri için hesaplanmıştır.

Kuru band yapısı çalışmasında 3 durum gözönünde bulundurulmalıdır. Birinci durum; kir tabakasının içerisinde akan dirençsel sızıntı akımı yoktur. Bu durum sızıntı akım akışından hemen önce kuru ya da ıslak durumda oluşabilir. İkinci durum (Kararlı durum), dirençsel sızıntı akımı ıslak kir tabakasının içerisinden akar fakat aktığı yol boyunca

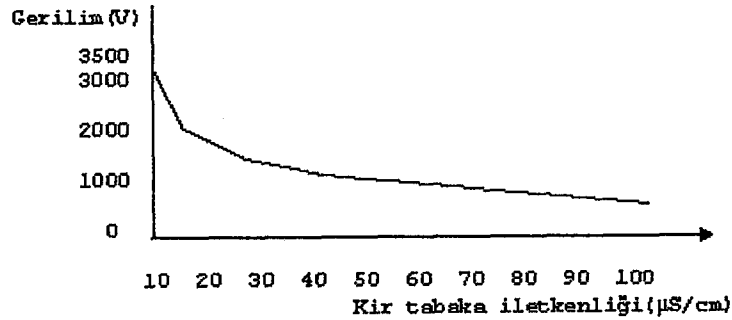


Şekil 3.7 Sızıntı Akımı Hesaplaması

kuru band oluşmaz. Üçüncü durum (dinamik durum), bu kuru bandın oluştuğu durumdur fakat ark atlaması yoktur. Kuru band üzerindeki iletkenlik kararlı durum boyunca kir tabakasından arta kalandan çok daha düşüktür.

Kuru band üzerindeki gerilim düşümü kırılma gerilimini aştığı zaman ark oluşur ve izolatorün yüzeyi boyunca gerilim dağılımı daha fazla bozulur. Ark izolatorün yüzeyi boyunca uzar ve yüzey boyunca çoğalan arklar izolator üzerinde tam bir harici atlamaya sebep olur.

Kirlenme testlerine maruz kalan izolator uygulanan 38 kV d.a. 'da ve 0.05 mm kalınlıkta homojen kir tabakası için bir bilgisayarla modellenmiştir. Kir tabakasının iletkenliği 0.1 μS/cm 'den 6 μS/cm 'ye değişir.



Şekil 3.8 Kuru Band Üstündeki Gerilim Düşümü

Akım yoğunluğu j ; z ve r elemanına sahiptir (J_r ve J_z) fakat $J_z \gg J_r$ olduğu için asıl ilgilendiren yalnızca J_z 'dir ve o, deneysel on-line görüntüleme sistemi tarafından kaydedilen sızıntı akımıdır. Kir tabakasının kesiti S , aşağıdaki gibi hesaplanır (Shihab, 1994):

$$S = \Pi \cdot (r_2^2 - r_1^2) = \Pi \cdot (48.05^2 - 48^2) = 15.08 \text{ mm}^2$$

$$r_2 - r_1 = 0.05 \text{ mm}, r_1 = 48 \text{ mm}$$

Burada r_1 izolatörün yarıçapıdır, r_2 izolatörün yarıçapı ve kir tabakasının kalınlığının toplamıdır.

O zaman sızıntı akımı $I = J_z \cdot S$ 'dir. Kir tabakasının iletkenliği ve sızıntı akımı arasındaki ilişki Şekil 3.7 'de görülmektedir. 5 mm uzunluğunda bir kuru banda izolatörün tepesinden 50 mm mesafede gerilim uygulandığında, kuru band iletkenliği ve üzerindeki gerilim düşümü arasındaki ilişki de Şekil 3.8 'de görülmektedir.

3.1.5. Değerlendirme

- a) LCS 'nin ölçme ve kaydetme özellikli mikrobilgisayardan yalıtımı optik elemanlar yardımıyla sağlanmaktadır.
- b) Sistem laboratuvarında değişik kirlenme şiddetine maruz kalan askı tipi izolatörler üzerinde test edilmiştir.
- c) Kirlenme akımının toplamı ve analizi, eğer çevresel nem ya da diğer benzeri parametrelerle kontrol ediliyorsa, oransal olarak değişir.
- d) Toplanmış harici yüzey yükü, kir tabakasının iletkenliğiyle ilişkilidir ve buradan kirlenme şiddetinin iyi bir ölçüsü olarak kullanılabilir.
- e) Simüle edilmiş kir şartları ve alan hesapları için modellenen bir YG merkezi harici atlamalar için test edilmiştir.
- f) Geliştirilen simülasyon tekniği, kirli YG merkezlerinde oluşacak ark atlamaları ve yayılımını önceden belirlemek için etkin bir şekilde kullanılabilir.

3.2. İzolatörün Yüzey Durumu ve Kirleticinin Karakteristiğine Dayalı Görüntüleme Metodu

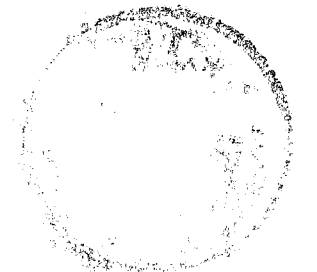
Askıdaki izolatörün toz miktarıyla kirliliğinin belirlenmesi dışında izolatör üzerindeki kirlenmeyi görüntülemek için kullanılan üç yöntem vardır. İzolatörler, güç şebekelerinde aşağıdaki yöntemlerin birisiyle kirlilik dereceleri ölçülmek üzere özel bir test düzeneğine tabi tutulurlar (Habib, 1986).

3.2.1. Eşdeğer tuz birikim yoğunluğu (ESDD)

Bu genellikle doğal yıkama peryotları arasındaki maksimum seviyeyi bulmak için yeterince sık zaman dilimlerinde tekrar edilir. Yedek izolatör, belli peryotlar için (birkaç ay gibi) belli şartlarda atmosfere konulduktan sonra bir miktar damıtılmış su ile yıkanılırlar. Böylece çözeltinin elde edilmiş olan elektriksel iletkenliği ölçülür. Damıtılmış suyun aynı miktarına NaCl konulup çözülürse, aynı iletkenliği veren NaCl tuzunun eşdeğer ağırlığı hesaplanabilir. Bu ESDD, izolatör yüzeyinin her cm^2 'deki NaCl 'nin eşdeğer miligramıdır. Bu yöntem pahalı ve otomatiğe geçirilmesi güçtür. Bu yalnızca kirliliğin ortalama derecesi hakkında bir fikir verir ve hat izolatör atlamasının önlenmesini sağlamaz.

3.2.2. İzolatör sızıntı direnci

Test izolatörünün yüzeyinin kirleticilerden yıkanması yerine başka bir işlem olan özel bir elektrik devresinde izolatörün sızıntı direnci ölçülür. Bu ölçme işleminden önce izolatör yüzeyi, damıtılmış suyun uygun miktarı ile püskürtme işlemine tabi tutulur. İzolatörün sızıntı direncinin belirlenmesi, yüzeysel sızıntı akım miktarını belirlemede yardımcı olabilir. Bu yöntem ESDD ile aynı sınırlamalara sahiptir.



3.2.3. İletkenlik kontrolü

Bu yöntem izolatör yüzeyleri üzerinde nemlendirilmiş ve toplanmış olan elektrolitik maddeye göre değişen yüzey iletkenliğini ölçer. Düşük bir d.a. gerilim enerjisiz bırakılmış izolatörler üzerindeki elektrodlar arasına uygulanır. Sızıntı akımı elektrolitik maddenin miktarına göre akacaktır. Bu yöntem otomatik değildir. El yardımıyla çalıştırılmak zorundadır. Yalnızca enerjisiz izolatörlerde kullanılır.

3.2.4. Atlama koşullarına dayalı görüntüleme

Azaltılmış boyutların bir yardımcı izolatör dizisi, aynı hattan enerjilendirilir. O dizinin atlama servisindeki gerçek dizilere göre bir uyarı işareti olarak düşünülebilir. Bu yöntem atlamanın oluşumuna sebep olduğu ve yardımcı izolatör birimi gerektirdiği için kullanışlı değildir.

3.2.5. Sızıntı akım karakteristiklerine dayalı görüntüleme

3.2.5.1. Surge (dalgalanma) sayma sistemi

Birçok surge (akımdaki büyük genlikli dalgalanma) sayıcısı kirli izolatörün durumunu görüntülemek için kullanımda olup atlama riskine karşılık uyarı vermektedir. Belli saatlik zaman dilimleri üzerinde surge 'lerin sayısı sayılır. Mesela, 4 saatte bir. Pratik olarak 100 mA 'i aşan akımın saat başına 20 surge sayısı, uyarı için yeterli bir seviye kabul edilebilir (Anis, 1986).

3.2.5.2. Sızıntı akım görüntüleme sistemleri

Kirliliğin miktarı arttıkça sızıntı akımı, yüzeysel atlamanın oluşacağı değere kadar genlik olarak artar. Bu yöntemde yüzeysel atlamadan önceki yarım peryotta geçen maksimum akım değeri referans

olarak kullanılır. Darbe sayıcısının kullanımı için asıl olumsuz taraf, uçlarında ölçüm yapılacak bir yardımcı izolatör birimine gerek duyulmasıdır. Yardımcı birimin yerleşmesi çoğu işlemsel ve yapısal güçlükler gösterir. Bu çalışma sırasında elektromanyetik (EM) etkilenmeler yardımıyla izolatör sızıntı akımının miktarı belirlenir.

Elektronik devre yardımıyla, akım nedeniyle oluşan EM gürültüsü ölçülür. Bu prensip yüksek gerilim güç hatlarında "Korona olayı" ile oluşan radyo ve TV parazitlerini belirlemek için daha önce kullanılmıştır. Bu yaklaşımın kullanılması ile aşağıdaki faydalar sağlanır:

- a) Sızıntı akım miktarı, güç sisteminin çalışmasına ara vermeksizin belirlenir.
- b) Isınma; yağmur, çığ, vb. doğal nedenlerle meydana gelir.
- c) Yardımcı izolatör birimine ihtiyaç ortadan kalkar.

İzolatör zincirlerinin birkaç numunesi test için, özel bir test düzeneğine asılırlar. Bu zincirler uygun bir YG kaynağından sürekli enerjilenirler. Görüntüleme sistemi sızıntı akımı için her bir izolatör zinciriyle seri olarak bağlanır. Ekranda sürekli olarak hava şartlarında değişmelere karşılık gelen, izolatör zincirleri tarafından çekilen akım kaydedilir. Eğer uygulanan test gerilimi altındaki bir değerde atlama yaparsa, akım kaydedici atlamadan hemen önceki izolatör zinciri tarafından çekilen en yüksek akımın tepe değerini kaydeder.

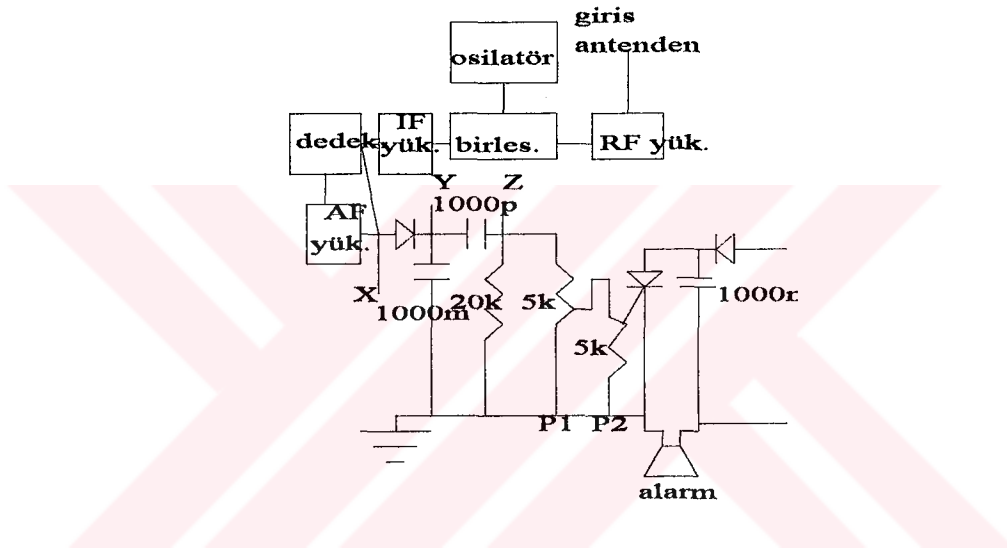
Görüntüleme için diğer bir yöntem izolatör sızıntı akımının genliği belli bir ayar seviyesini aşan akım ön deşarjlarının sayısını saymaya dayanır. Her bir ön deşarj genellikle birkaç peryot hatta saniye sürer ve çok daha düşük akım değerlerinden oluşan peryotlarla belirlenir. Akım ön deşarjları, onların tekrarlama oranları, süreleri ve genliklerine göre değeri değişebilir.

Yüksek ön deşarj genlikleri ve yüksek tekrarlama oranları, yüksek kirlilik iletkenliğine karşılık gelir. Sızıntı akım görüntüleme sisteminin otomatikleştirilmesi kolaydır ve atlamayı engellemede etkili olabilir (Habib, 1986).

3.3. Elektromanyetik (EM) Dedektör

3.3.1. Deneysel kurma

Şekil 3.9 sızıntı akım dedektörünün basit devresini gösterir. Devre iki safhadan oluşur. Birincisinde sızıntı akımıyla oluşan EM sinyalleri radyo alıcısına benzer şekilde işlenir. Bu safha çıkışı ya orta frekans (IF) yükseltecinin çıkışı ya da ses frekans (AF) çıkışı olarak alınabilir.



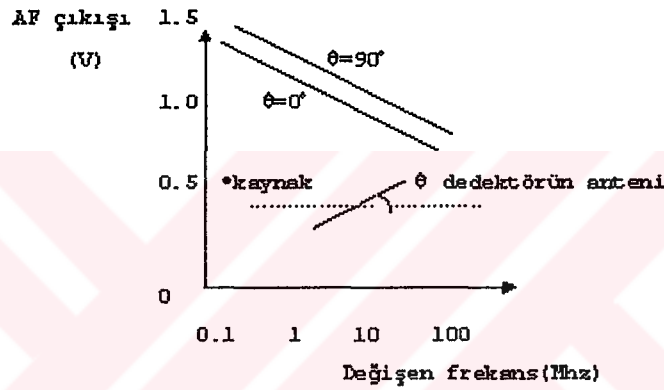
Şekil 3.9 Sızıntı Akım Dedektörü

Dedektörün ikinci kısmı, darbe büyüklüğünün belirlenmiş bir değeri aşması halinde bir alarm sistemini çalıştıran görüntüleme sisteminin "tehlikeli darbe" kısmıdır. 1.safhanın çıkışı daha sonra gelen bir tristörü tetiklemek için doğrultulur. Kapı geriliminin kontrolü, etkin şekilde alarm eşiğinin kontrolü olup, 2 sıralı potansiyometre tarafından belirlenir. Birincisi kaba kontrol için, ikincisi hassas kontrol içindir. Doğrultulmuş sinyal uygun tristör kapı darbeleri sağlamak için bir RC integratör devresinden geçirilir (Anis, 1986).

3.3.2. Dedektör karakteristikleri

Standart 165*320 mm boyutlarında askı izolatör birimleri katı tabaka yöntemi kullanılarak bir sis odasında test edilir. Çalışma sırasında kısa devre akımı 8 A olan bir 40 kV 'luk bir trafo kullanılmıştır. Sızıntı akımı onun toprak yolu üstünde olan 5 ohm 'luk direnç uçlarındaki gerilimle gözlenmektedir.

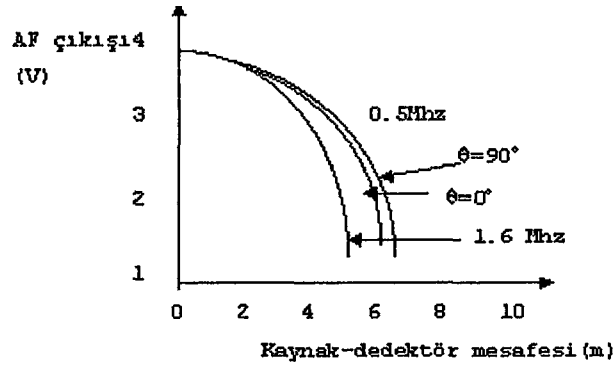
Dedektörün başarısını denemek için bir hava boşluğundaki a.a. boşalmadan meydana gelen emisyon belirlenir. Hava deşarjları ve izolatör yüzeyindeki iletim arasındaki ilişkinin olduğu bilinmelidir.



Şekil 3.10 Dedektörün Frekans Cevabı

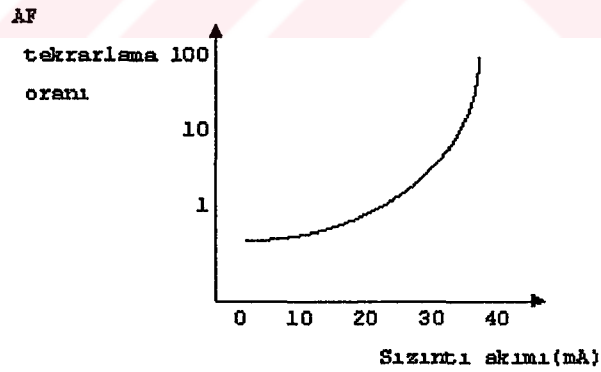
Dedektörün frekans cevabı Şekil 3.10 'da verilmiştir. Dedektörde 0.5 'den 100 Mhz 'e kadar seviyelenen frekanslar için ayarlama yapılabilir. Ayarlama frekansı arttıkça zaman çıkışın önemli şekilde düşeceği görülür. Anten yönünün etkisi (kaynağı yönünün dışında ölçülen teta açısıyla belirlenir) küçüktür. Alınan sinyalin zayıflaması Şekil 3.11 'de gösterilmiştir ki bu şekilde kaynakla dedektör arasındaki küçük mesafelerde az ve 2 m 'den sonraki mesafelerde belirgin olduğu görülür.

EM dedektörünün darbeleri tekrarlama oranı da önemlidir. Şekil 3.12 bu oranın, sızıntı akımının genliğiyle arttığını gösterir. Darbe içerisindeki genliklerin dağıtımı bir Gaussian dağıtımına uygun düşer.

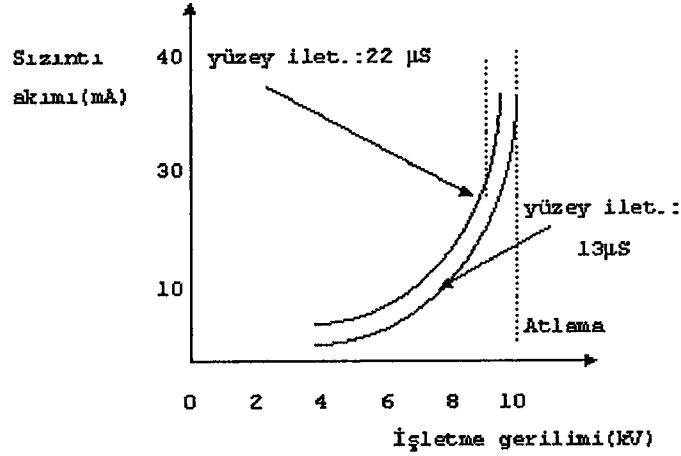


Şekil 3.11 Alınan Sinyalin Zayıflaması

Şekil 3.10 'da gösterilen frekans cevabının, deşarj kaynağının (dedektör anteni ve dedektör yükselteçlerinin) cevabının bir sonucu olarak ortaya çıktığına dikkat edilmelidir. Anten radyasyon direnci 0.5 Mhz 'de 1 μ ohm 'dan, 50 Mhz 'de 100 ohm civarına kadar seviyelenebildiği tahmin edilen bir demir halka şeklindedir. Şekil 3.10 'da gösterildiği gibi çıkış sinyali üzerindeki anten yönünün küçük etkisi gözönünde bulundurulmalıdır (Anis, 1986).



Şekil 3.12 Darbe Tekrarlama Oranı



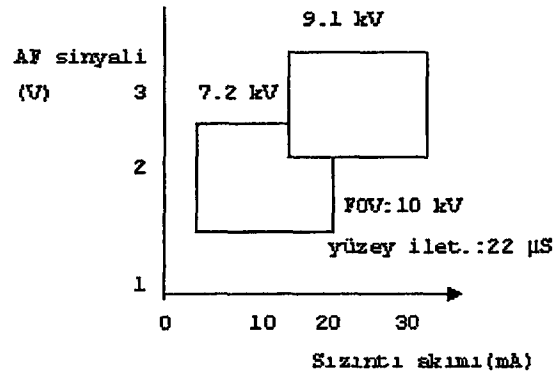
Şekil 3.13 Sızıntı Akımının İşletme Gerilimine Göre Değişimi

3.3.3. Kirli izolatörlerde sızıntı akımı için ayarlama

Kirli izolatör yüzeylerinde akan sızıntı akımları (hava boşluğundakideşarj akımlarının aksine) yarı sinüsoidal olup sınırlı bir zaman periyodunda akar. Elektrolitik tabaka içinden akım geçişi ısı meydana getirir. Akım yoğunluğu ve yüzey direncinin yüksek olduğu nemli izolatör yüzeyinde kuru bandlar oluşur. Gerilim gradyanı, titreşimlideşarjlara arasında sebep olarak bu kuru band uçlarında yoğunlaşır.

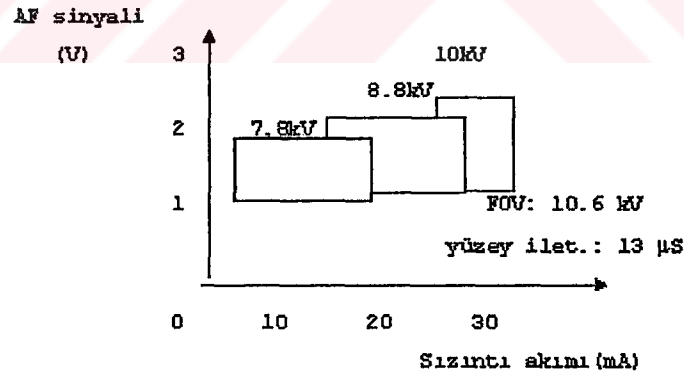
Akım ve EM dedektörü tarafından belirlenmiş sinyal arasında bir ilişki kurulmalıdır. Bir standart izolatör birimi için uygulanan gerilimle sızıntı akımının artışı, bir katı tabaka kirlilik testinde ve %100 bağıl nem (RH, relative humidity) altında iki farklı yüzey iletkenlikleri Şekil 3.13 'de gösterilmiştir.

Atlama eşiği belirlenmiştir ve noktalar, atlamanın alarm tarafında etkinleştirildiği, atlama geriliminin %90 'nına karşılık gelen maksimum sızıntı akımını belirlemede kullanılabilir.



Şekil 3.14 Sızıntı Akımına Göre AF Sinyalinin Değişimi. FOV (flashover voltage): atlama gerilimi

Şekil 3.14 ve Şekil 3.15 'de gösterilen iki farklı yüzey iletkenliği için sızıntı akımı ile EM çıkışının ilişkili olduğunu gösterir. Yüzey iletkenliğinin her bir durumu uygulanan gerilim altında en az 4 testte gerçekleştirilmiştir. Her zamanki gibi kirlenme testindeki dağılma hesaba katılır. Sızıntı akım genliği ve dedektör çıkışı arasındaki ilişki katsayısı her bir gerilimde hesaba katılmış olup Tablo 3.1 'de verilmiştir. Tüm elde edilen sonuçlardan global ilişki katsayısının 0.37 olduğu görülmüştür.



Şekil 3.15 Sızıntı Akımına Göre AF Sinyalinin Değişimi

EM dedektörünün okunması gerçekte sızıntı akım genliğinin değerlerini belirlemede etkilidir. Bu, ağır kirlenme koşulları altında doğrudur (mesela, Şekil 3.15 'de ve Tablo 3.1 'de önerildiği gibi yüksek yüzey iletkenliği koşulları altında) (Anis, 1986).

Tablo 3.1 Sızıntı Akımı ve Dedektör Çıkışı Arasındaki İlişki Katsayısı

Uygulanan gerilim(kV)	Yüz.iletkenliği 22μS, RH=%80	Yüz.iletkenliği 22μS, RH=%100	Yüz.iletkenliği 13μS
7.2	--	0.59	--
7.8	--	--	0.60
8.8	--	--	0.66
9.1	0.27	0.72	--
10.0	--	--	0.74

3.3.4. Geçici EM sinyalinin okunması

Sızıntı akımının akışıyla doğrudan üretilen dedektör işaretine ilave olarak düzensiz darbeler kaydedilir. Bu darbeler akım yolunun endüktif etkisi sonucunda meydana gelmiş olacaktır. Bunlar Şekil 3.16 'da ifade edildiği gibi bir belli değer üzerindeki uygulanan gerilimle doğru orantılıdır. Böyle sızıntı akımı en genel şekliyle zaman domeninde

$$I(t) = f_1(t) * (I_1 \cdot \sin \omega t + I_2 \cdot f_2(t)) \quad (3.1)$$

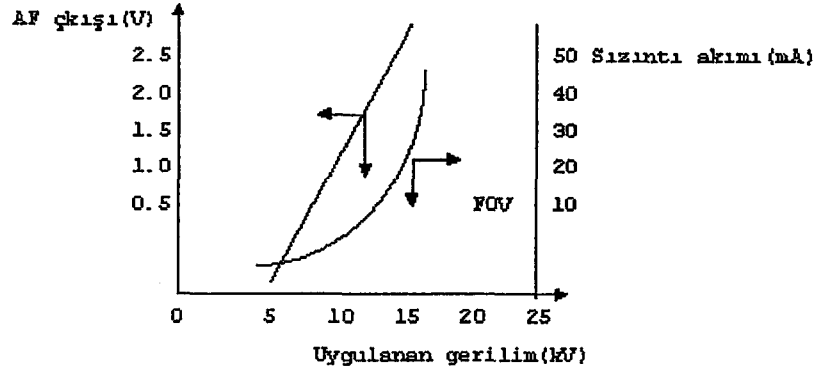
ile gösterilir. Burada $f_1(t)$ akım genliğindeki değişmeyi tanımlayan bir fonksiyon olup 0 ve 1 arasında bir değere sahiptir.

I_1 , $(\omega/2\pi)$ güç frekans akımının genliğidir. $I_2 f_2(t)$, akımın yüksek frekanslı kısmını gösterir.

Toplanan EM sinyalli s iki kısımdan oluşmaktadır. Biri, akımın yüksek frekanslı kısmının genliğiyle ilgilidir (I_2). Diğeri, $I(t)$ 'nin türeviyle ilgilidir. Mesela, güç frekans ifadelerinin ihmalinden sonra

$$s = A \cdot f_1(t) \cdot I_2 f_2(t) + B \cdot f_1'(t) \cdot (I_1 \cdot \sin \omega t + I_2 f_2(t)) \quad (3.2)$$

ile ifade edilebilir. Burada A ve B tüm boyut ve dedektörün karakteristiklerine bağlı faktörlerdir.



Şekil 3.16 Geçici Darbe Genliği.

3.3.5. Güvenirlik analizi

Sızıntı akımı, akım-genlik özelliği ile elde edilen önceden belirlenmiş bir değere eriştiği zaman dedektör alarm devresini aktif hale getirir. Bu yüzden dedektörün potansiyometreleri o akım değerine karşılık gelen çıkış geriliminde tristörü tetikleyecek şekilde ayarlanmalıdır. M_v ve M_i rastgele iki değişken olup standart sapması sırasıyla S_v ve S_i 'dir. Onların arasındaki ilişki katsayısı r dir. Verilen sızıntı akımı I için V dedektör geriliminin değeri ve standart sapması şudur:

$$E(v_{/i}) = M_v + r(S_v/S_i)(I - M_i) \quad (3.3)$$

$$S_{v,i} = S_v \cdot \sqrt{1 - r^2} \quad (3.4)$$

I sızıntı akımına karşılık gelen V 'nin %95 güvenirliliği için

$$V = E(v_{/i}) \pm (1,9) \cdot S_{v,i} \quad (3.5)$$

olmalıdır. Şekil 3.16 'daki mevcut sonuçlar temelinde aşağıdaki parametreler hesaplanmıştır.

$$M_i = 16,8 \text{ mA} \quad S_i = 6,3 \text{ mA} \quad M_v = 0,44 \text{ volt} \quad S_v = 0,19 \text{ volt}.$$

3.3.6. Değerlendirme

Kirli izolatör yüzeylerinde akan sızıntı akımlarının dedektörü, bu akımların elektromanyetik emisyonuna dayanarak geliştirilmiştir. Güç sisteminin normal çalışmasını kesmeksizin yapılan bu algılamamanın üstünlükleri şunlardır:

- a)Yapay ıslanmadan ziyade doğal şartlara dayanarak çok yönlü olması.
- b)Yardımcı izolatör ve bara birimine ihtiyaç duyulmaması.
- c)Dedektörün güvenirliliğinin sızıntı akımlarının izolatör yakınında oluşturduğu sinyallerle belirlenmesi.

3.4. Sızıntı Akımının Bir Bobinde Endüklediği Gerilim Yardımıyla Görüntüleme

3.4.1. Çalışma prensibi

Mevcut görüntüleme sisteminin ana amacı, aktif güç şebekesinin tipik bir izolatör zinciri tarafından çekilen sızıntı akımını görüntülemek ve izolatör kirlenmesi tehlikeli bir seviyeye ulaştığı zaman, bir sinyal işareti üreterek güç hattı devresiyle girişimini engellemektir (Habib, 1986).

3.4.2. Devresi

Sızıntı akım ön deşarjlarının sensörü, daha önceki versiyonda yapılan radyo alıcısının anten ve RF katı yerine bir hava-çekirdekli (CT) trafo şeklindedir. CT 'nin primeri izolatör zincirine asılarak tutturulur. Onun sekonderi bir demirsiz toroidal bobindir. Bu toroidal bobin sızıntı akım ön deşarjları için bir pens ampermetre ölçü cihazı olarak görülebilir. İzolatör dizisi boyunca geçen akımı algılar.

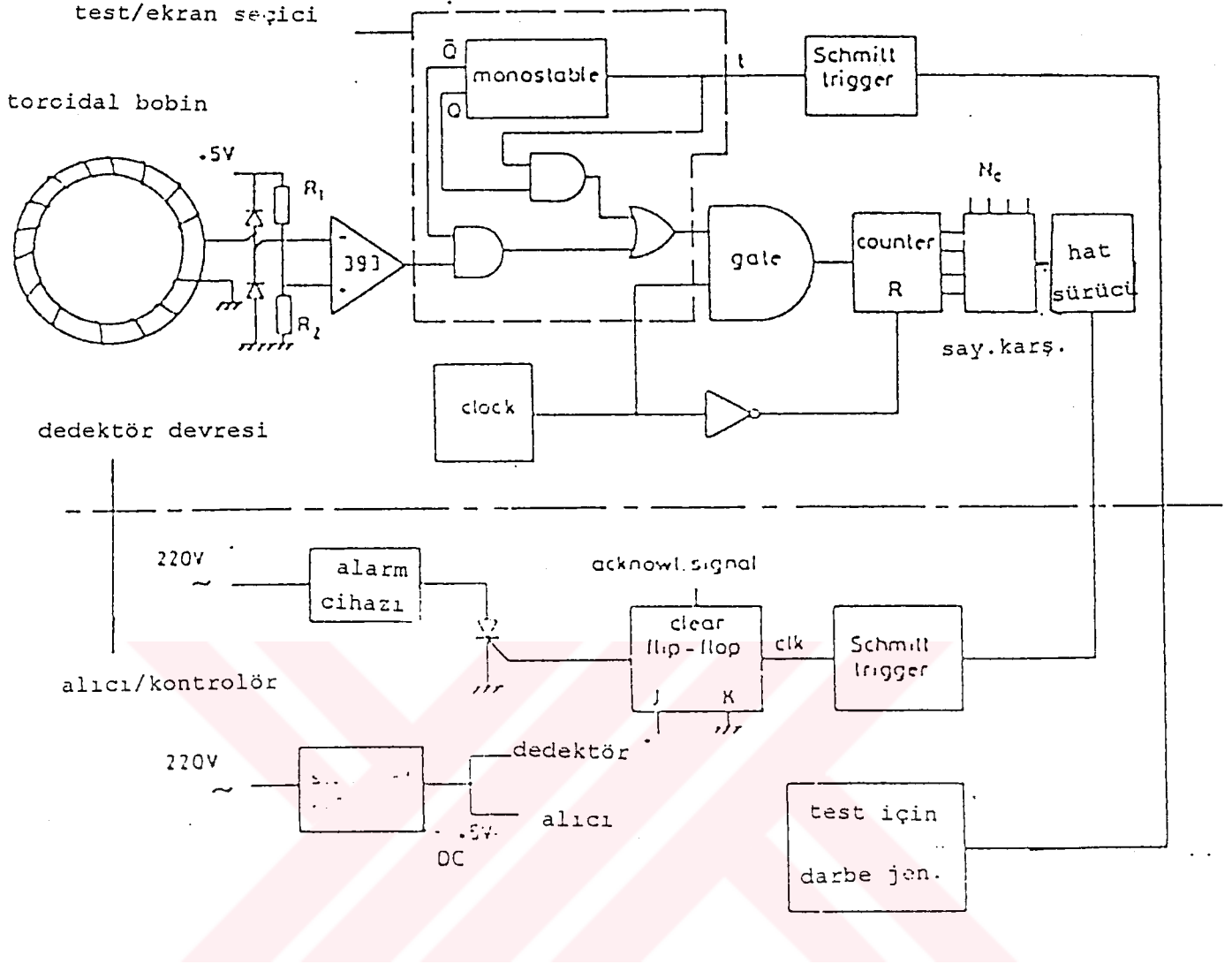
3.4.3. Devrenin Deneysel Sonuçları

Sızıntı akımları ve kirlilik atlamasının statiksel yapısını gözönünde bulundurursak, toroidal bobinin sekonder uçlarında meydana gelen darbeler Şekil 3.17 'de görüldüğü gibi işlenir. Yüksek performanslı bir analog karşılaştırıcı (LM393) başlangıçta eşik değerine getirilir ve devreye verilen sinyalle karşılaştırılır. Giriş darbelerinin genliği (Şekil 3.17) R1 ve R2 dirençleri ile belirlenen belli bir seviyeyi geçmesi halinde karşılaştırıcının (LM393) çıkışında kare darbeler üretilmektedir. Elektronik devrenin farklı noktadaki dalga şekilleri Şekil 3.19 'de şematik olarak gösterilmiştir. Karşılaştırıcının çıkışındaki kare dalgalar Şekil 3.17 'deki 14 bitli sayıcı, lojik kapı ve saat yoluyla belli bir seviyesinde sayılır (Mevcut tasarım için 12 dakikada sayılmaktadır).

Herhangi bir sayma peryodu boyunca sayılan darbelerin sayısı belli bir değeri aşarsa (bu seviye bundan sonra N_c ile gösterilecek) ikili karşılaştırıcı, güç hattındaki devrenin alıcı kısmına, hat sürücüsü yoluyla alarm sinyali gönderir. Olayın statiksel yapısı nedeniyle N_c ve darbe genliğinin kritik değerleri, benzer şartlar altında testlerden sonra belirlenmiştir. Analog karşılaştırıcıdan başlayıp hat sürücüsüne kadar giden dedektör devresi, torodial bobinin kendisi havadan yalıtılmış küçük bir kutu içerisine yerleştirilir.

Toroid YG kulesine üst askı pinine kişi ve teçhizatın güvenliğini sağlayacak şekilde bağlanabilir. Toroid, alandaki izolatör zincirinin tepesine bağlandığı zaman atmosferik kirlenmeye maruz kalır.

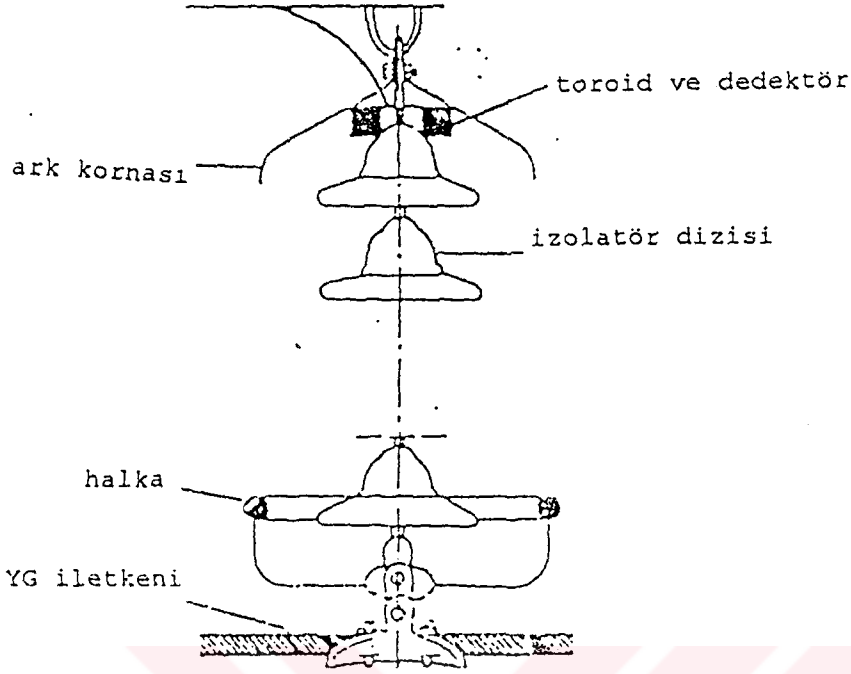
Monitörün alıcı kısmındaki alarm darbesi, dedektör devresini alıcıya bağlayan kablo boyunca oluşacak olan herhangi bir gürültüden Schmitt Trigger tarafından temizlenir. Alarm sinyali daha sonra resetlenebilir mandal gibi davranan bir JK türü fliflopa (FP) bağlanır. Alarm darbesinin alınması durumunda, FP çıkışı lojik bir durumuna gider ve Şekil 3.17 'deki alarm devresini uyarmak için bir kontrol tristörünü tetikler. Alarm cihazları (uyarı lambası, korna ve resetlenemeyen elektromanyetik sayıcı) bakım ekibi, alarm sinyalini fark edene kadar aktif kalır ve bir toggle anahtarı yoluyla fliflopu temizler.



Şekil 3.17 Görüntüleme Sisteminin Blok Diyagramı

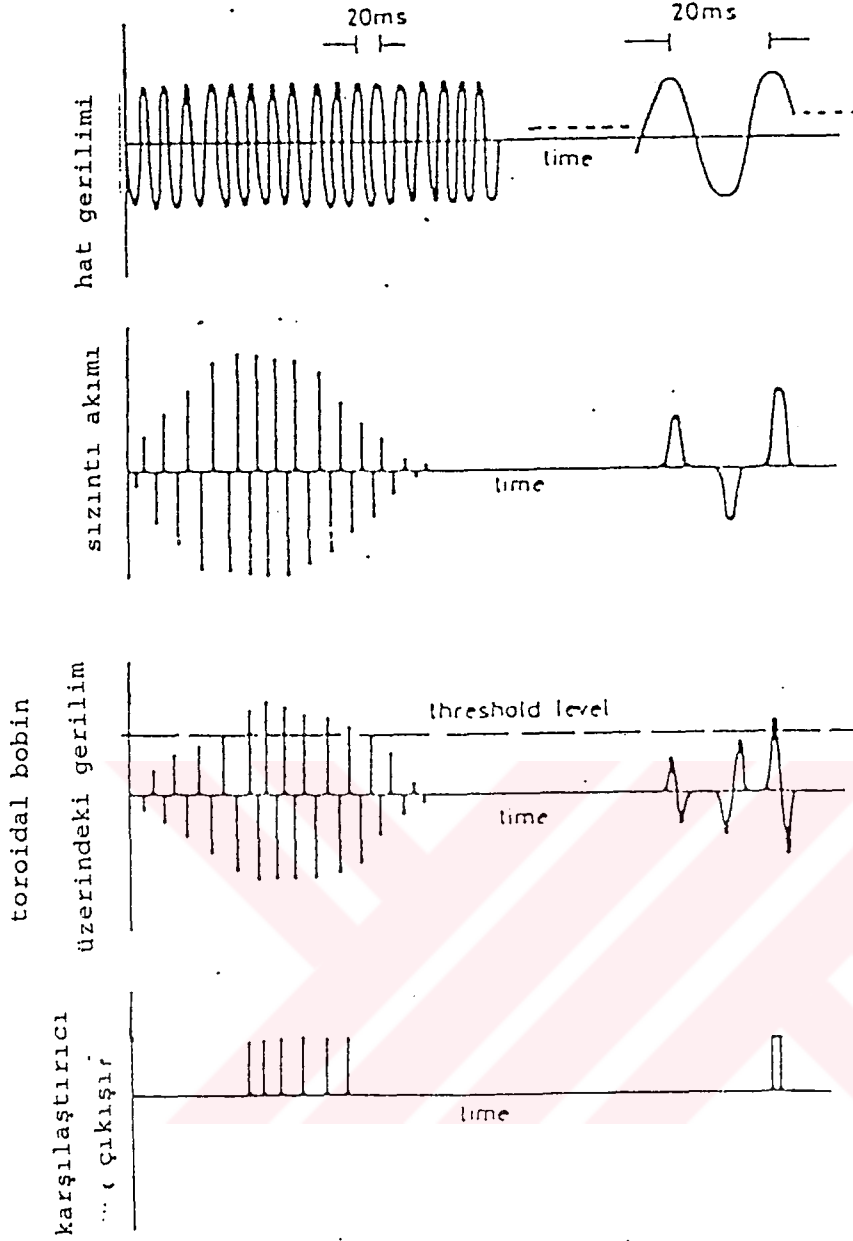
Devrede test/görüntü seçici devresi bulunmaktadır. Onun fonksiyonu şayet test darbeleri onun giriş terminali t 'den alınırsa dedektör devresini, normal görüntü modundan test moduna anahtarlamaktır. Test/görüntü seçicisi, bir tek durumlu 2 ve (AND) kapısından oluşur (Şekil 3.17). Test modunda, bir kare dalga dizisi devrenin alıcı kısmında üretilir. Bu (kare) darbelerin sayısı programlanabilir ve N_c 'ye eşit ayarlanır.

Bu darbeler koaksiyel kablo üzerinden bir Schmitt Trigger içersinden seçici girişi t 'ye verilir. Temizlenmiş darbe dizisi seçici devreden sayısal karşılaştırmacı girişine geçer. Dedektör devresi; bu test etme dizisinin alarm devrelerini tetikleyip tetiklemediğine karar verir.



şekil 3.18 Sensör Devresinin İzolatör Üstüne Yerleştirilmesi

100 m civarında uygun olarak yerleştirilmiş izolatör üstündeki kirlenmeyi görüntülemek için (mesela aynı istasyondaki alarm cihazı gibi) görüntüleme sistemiyle alıcı arasındaki iletişim, koaksiyel kabloyla sağlanır. Daha uzun mesafeler de aşırı bozulmaları engellemek için fiber optik hatları tercih edilir (Habib, 1986).



Şekil 3.19 Toroidal Bobinin Primer ve Sekonderindeki Dalga Şekilleri ve Karşılaştırmacı Çıkışı.

3.4.4. Değerlendirme

Mevcut görüntüleme sisteminin önceki versiyonu, akım ön deşarjları ile oluşan elektromanyetik alanın, radyo frekans bileşenlerini algılamaya dayanmaktadır. AM radyo alıcısı bu amaç için kullanılır. Bu radyo alıcısının AF çıkışı (yani sızıntı akım ön

deşarjlarının RF bileşenlerine karşılık gelen kısmı) dedektör devresine verilir. Ardından AF darbe genliğinin kritik bir değeri aşp aşmadığına karar verilir ve alarm devresini harekete geçirir. Bu versiyonun iki temel hatası vardır:

a)İstenmeyen sinyallerin verebileceği zarar (mesela bir güç anahtarının ya da kesicinin açılıp kapanması). Bu versiyon RF bileşenleri ya da bir başka deyişle yakın kıvılcım boşalmaları sebebiyle meydana gelen hata sinyalleri vermektedir. İdealde sensör, izolatörün sızıntı akım öndeşarjlarıyla istenmeyen sinyaller (tüketiciye yakın devrelerde) arasındaki farkı ayırm yapabilmelidir.

b)Sızıntı akımdeşarjlarından meydana gelen ana frekans bileşenleri ses frekans seviyesinde bulunur. Bu versiyon, onların RF bileşenleri yoluyla darbelerin algılanmasını sağlar. Ayrıca görüntüleme sisteminin giriş ve çıkışı arasında ilişki yeterli değildir. Aynı zamanda yüksek duyarlı bir radyo alıcısına ihtiyaç duyulması kalibrasyon problemlerine sebep olur (Habib, 1986).

YG hat izolatörleri için geliştirilen yeni bir sızıntı akım görüntüleme sistemi, kirlenme atlamaları tarafından oluşan hat kesilmelerini önlemeyi amaçlamıştır. Bu devre aşağıdaki kriterleri yerine getirir:

a)YG kulesi ile minimum girişim.

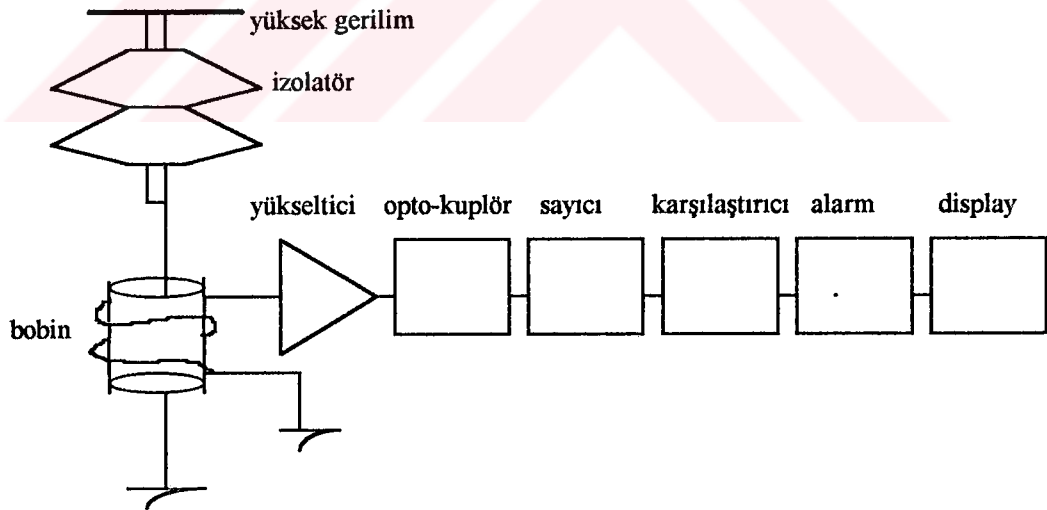
b)Sızıntı akım darbelerinde yüksek duyarlılık yanında lüzumsuz işaretler için düşük duyarlılık.

c)Para ve güçten tasarruf eden çok sinyal yanında, basitlik, kolay kullanma ve uzaktan test etme gibi şartları sağlar.

4. UYGULAMA

4.1. Genel Bilgi

İzolatör üzerindeki kirlenme nedeniyle yüzeyde deşarjlar meydana gelir. Bu deşarjların sayısı fazla ise izolatör yüzeyinden geçen sızıntı akımının fazla olduğu anlaşılır. Deşarjların sayısı uygulanan gerilime ve izolatörün kir miktarına göre değişir. Bir elektronik devre yardımıyla bu deşarjların sayısı sayılabilir. Bu sayı izolatör kirliliği için tehlikeli olduğu anlaşılan ve önceden belirlenmiş olan bir referans değeri aştığında, bir alarm devresi yardımıyla işletme personeline sinyal verilir. Bu sinyal sonucunda o güç hattının gerilimi kesilerek izolatör üzerinde gerekli temizlik ve düzenlemeler yapılır. Referans değer elektronik devre yardımıyla belirlenir. Böylece elektronik devreyle izolatörün kirliliği hakkında bir fikir edinilir. Devre yardımıyla kir tabakasının tehlikeli bir değere ulaşmış olmadığı anlaşılır. Sayılan bu değerler aynı zamanda ekranda da görülebilir.



Şekil 4.1 İzolatör Üzerindeki Sızıntı Akımını Algılayan Yeni Elektronik Devrenin Blok Şeması

4.2. Yeni Tasarlanan Devre

Elektronik devre 6 kısımdan oluşmaktadır. Bunlar; yükseltici, opto-kuplör, sayıcı, karşılaştırıcı, alarm ve displaydir. Giriş bilgisi olarak alınan sızıntı akımı devre içindeki bu elemanlardan geçerek işlenir ve tehlikeli olup olmadığına karar verilir.

4.3. Tasarlanan Devrenin Kısımları

4.3.1. Yükseltici

Şekil 4.1 'deki devre şemasından görüldüğü gibi bobin içerisinden geçen sızıntı akımından dolayı öz-endüksiyon yasasına göre bobin uçlarında gerilim endüklenecektir. Endüklenen bu gerilim faz çevirmeyen kuvvetlendirici yardımıyla kuvvetlendirilir. İçinden geçen mA seviyesindeki sızıntı akımından dolayı bobin uçlarında mV seviyesinde gerilimler endüklenmektedir. Bobinin halkaladığı sızıntı akım miktarı uygulanan gerilim miktarına göre değişmektedir. Uygulanan gerilim miktarı arttıkça izolatör yüzeyinden geçen sızıntı akım miktarı da artar. Dolayısıyla farklı sızıntı akımları için bobin uçlarında farklı gerilimler endüklenir.

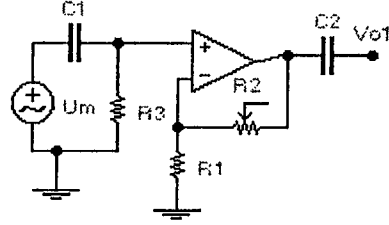
$$V_o = V_i (1 + R_2/R_1)$$

(4.1)

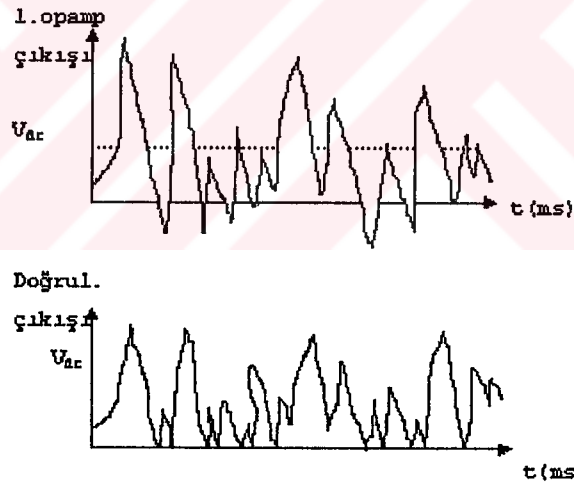
Opamp çıkışı, dirençlerin değerleri değiştirilerek istenilen değere getirilir. Gerilim kazancı ile $(1 + R_2/R_1)$, 1.opamp çıkışı girişteki sızıntı akımıyla orantılı olarak değişir. Devrenin giriş ve çıkışındaki d.a. değerleri kapasite bağlanarak elimine edilmek istenir.

1.Opampın çıkışına bir tam dalga doğrultucu bağlanır. 1.opamp çıkışı sinüsoidal şeklindedir ve bu çıkışta, uygulanan gerilimde pozitif ve negatif yönde izolatör için tehlikeli olan atlamaya sebep olan pikler görülmektedir. Doğrultucu yardımıyla negatif yönde oluşan bu pikler doğrultulur. Daha sonra atlamaya sebep olan bu büyük genlikli pikler sayılmaktadır.

Sayılmak istenen belli seviyeler farklı zenerler (V_{dc}) bağlanarak ayarlanır. Bağlanan zenerin değeri değiştirilerek aynı işletme geriliminde farklı seviyelerdeki pikler sayılır. Bu sayma sonucunda küçük değerlerdeki zener sınırlamalar için oluşan piklerin sayısının, aynı gerilimdeki büyük değerli zener sınırlamalar için oluşan piklerin sayısından büyük olduğu görülür. Yani sınır değeri artırıldığı zaman sayılan piklerin sayısında bir azalma olduğu görülür.



Şekil 4.2 Yükseltici Devresi



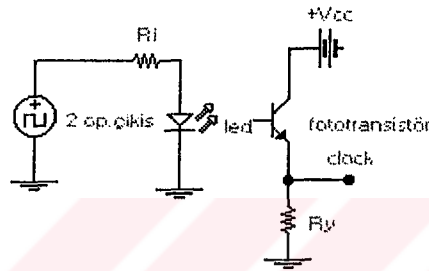
Şekil 4.3 1.opamp ve Doğrultucu Çıkışları

Daha sonra bu zener sınırlandırmalarını aşan gerilim değerleri, 2.opampa giriş değeri olarak verilir. Gerilim kazancı, alınan bu değeri doyuma götürecek şekilde hesaplanır. Böylece 2.opamp çıkışı kare dalga haline dönüşmektedir ve gerilim bölücü direnç yardımıyla bu

kare dalganın genliği değiştirilir. Bu bilgi bir sonraki işlem için opto-kuplör devresine verilir.

4.3.2. Opto-kuplör

Opto-kuplör, girişe verilen bilgiyi değiştirmeden karşı tarafa aktaran elektronik elemandır. Girişten verilen bilginin birinci kısıma zarar vermemesi yani akım sınırlaması için seri bir direnç üzerinden devreye uygulanır. Uygulanan gerilim ile ledin yanması sağlanır.



şekil 4.4 Opto-kuplör Devresi

Ledin karşısında bulunan fototransistör ledin yanması sonucunda ilettime girer ve böylece giriş bilgisi, yük direnci üzerinden çıkışa aktarılır. Devrenin girişindeki kare dalga bilgimiz, sayıcı için clock sinyali olarak çıkışta gözlenir. Opto-kuplörün kullanım amacı, devrenin birinci kısmı ile ikinci kısmının topraklarının birbirinden yalıtımını sağlamaktır. Böylece devrede herhangi bir durumda girişte meydana gelen arızanın ikinci kısıma (sayıcı) vereceği zarar engellenmiş olur. Yük direnci üzerindeki bilgi sayıcının clock girişine verilir.

4.3.3. Sayıcı

Devrede kullanılan sayıcı 74190 entegresiyle yapılan 0-999 arasında sayan desimal sayıcıdır. Asenkron sayıcı olarak çalışır. Devrede clock girişine verilen darbeleri sayar. Yalnız bu sayma işlemi

bir saniyedeki clock sayısıdır. Elde edilen sonuç daha önceden belirlenen bir referansla karşılaştırılır. Eğer 1 saniyedeki bu sayma sonucu referans değerden küçük ise (saniyede bir) resetlenerek yeniden sayılır. Bu işlem sayma sonucunun referansdan büyük olana kadar devam eder. Referans değerden büyük olursa, bu sonuç displayde en son değeriyle tutulur. Bir sonraki reset işlemine kadar böyle bekler. Eğer izolatörün yüzeyinden geçen sızıntı akım miktarı fazla ise atlamaya sebep olan piklerin sayısı fazla olur.

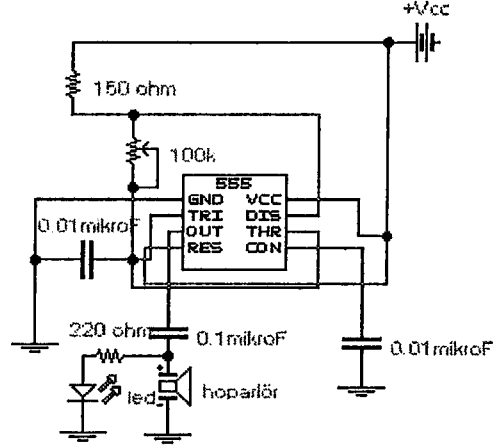
4.3.4. Karşılaştırıcı

Karşılaştırıcı iki kısımdan oluşur. Biri 1 saniyede sayılan clock sayısının olduğu kısım ve diğeri daha önceden belirlenen referans değerinin olduğu kısımdır. Referans kısım, BCD (Carry switch) anahtar denilen ve dışarıdan değiştirilebilen kısımdır. Referans olarak istenilen değer burada belirlenir. Bu anahtar referans değere karşılık gelen BCD sonuçları veren 3 haneli (0-999) bir kısımdır. Karşılaştırıcı olarak 3 bitlik BCD karşılaştırıcı kullanılır. Referans kısım bir hafıza ünitesi gibi kullanılmaktadır. Girilen değer, bir sonraki değiştirme işlemine kadar olduğu gibi saklanır. Sayıcı sonucu, referansdaki değerle BCD olarak karşılaştırılır. Karşılaştırıcı çıkışımız küçük, eşit ya da büyük olabilir. Bu 3 çıkış istenirse kullanılabilir. Devrede karşılaştırma sonucu her kademe için küçük, eşit, büyük için sırasıyla yanan ledler yardımıyla dışarıdan gözlenir. Mesela devrede referans değeri 329 (BCD karşılıkları 3=0011, 2=0010, 9=1001 yani 329=001100101001) olsun. Sayma sonucu 329 'dan küçük olursa çıkıştaki küçüğe karşılık gelen led yanar. Eşit olduğu zaman eşite karşılık gelen led, büyük olduğu zaman büyüğe karşılık gelen led yanar.

4.3.5. Alarm

Elektronik devrede sayılan değerler referans değerden büyük olduğu zaman sesli ve led yardımıyla görüntülü sinyal veren kısımdır. Bu sinyaller yardımıyla o güç hattının enerjisi kesilir ve gerekli olan

işlemler yerine getirilir. Sayıcı sonucu referans değerden küçük olduğu zaman alarm devresinde herhangi bir işlem gözlenmez. Devrede yapılan bağlantılarla alarm ünitesi eşit ya da büyük olduğu zaman aktifleştirilebilir (bu devrede, büyük olunca aktifleşir).



Şekil 4.5 Alarm Devresi

4.3.6. Display

Bu kısımda sayıcı çıkışındaki sonuçlar ekrana aktarılır. Ekran 1 saniyede sayılan clock sayısı göstermektedir. Değerler 0-999 arasında olmak üzere desimal olarak ekranda görülmektedir. Ekran yüzler, onlar ve birler hanesi olmak üzere üç kısımdan oluşur.

4.4. Temiz İzolatörler İçin Deneysel Sonuçlar

Şekil 4.1 'deki devredeki sonuçlar, sızıntı akımı nedeniyle bobinde endüklenen gerilimler ile sızıntı akım miktarları ölçülmüş ve sayıcı değerleri Tablo 4.1 ve Tablo 4.2 'de gösterilmiştir.

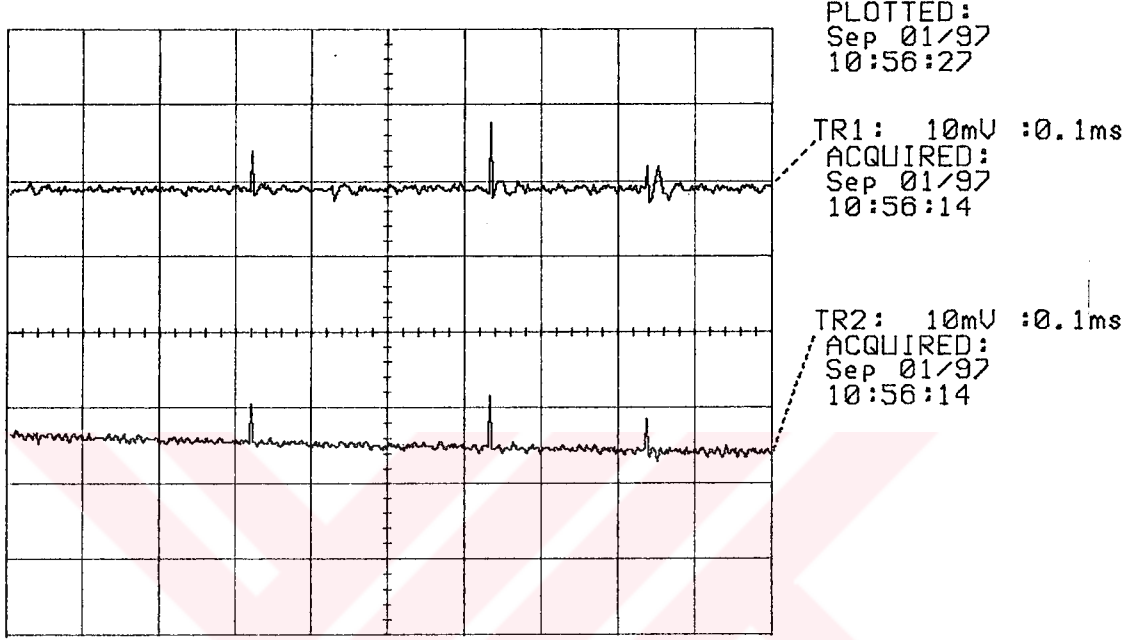
Tablo 4.1 5.7 V 'luk Zener Sınırlamayla Temiz İzolatör Sonuçları

Uygulanan gerilim(kV)	Bobinde endüklenen gerilim (mV)	Sızıntı akımı (mA)	Sayıcı değerleri	
			1 sn de sayıl.değ.	ortalama
5	3.2	0.125	21,25,7,3,20,23,8,15,14,6	14.2
10	3.5	0.19	14,27,17,27,21,29,39,18,44,13	24.9
15	3.6	0.342	25,46,17,40,39,38,26,32,61,26	35.0
20	4.2	0.52	180,80,36,32,29,48,150,133,59,106	85.3
25	5.3	0.72	67,116,168,36,96,218,92,82,124,61	106.0
30	6.5	0.91	214,57,105,55,62,271,307,70,164,96	140.1

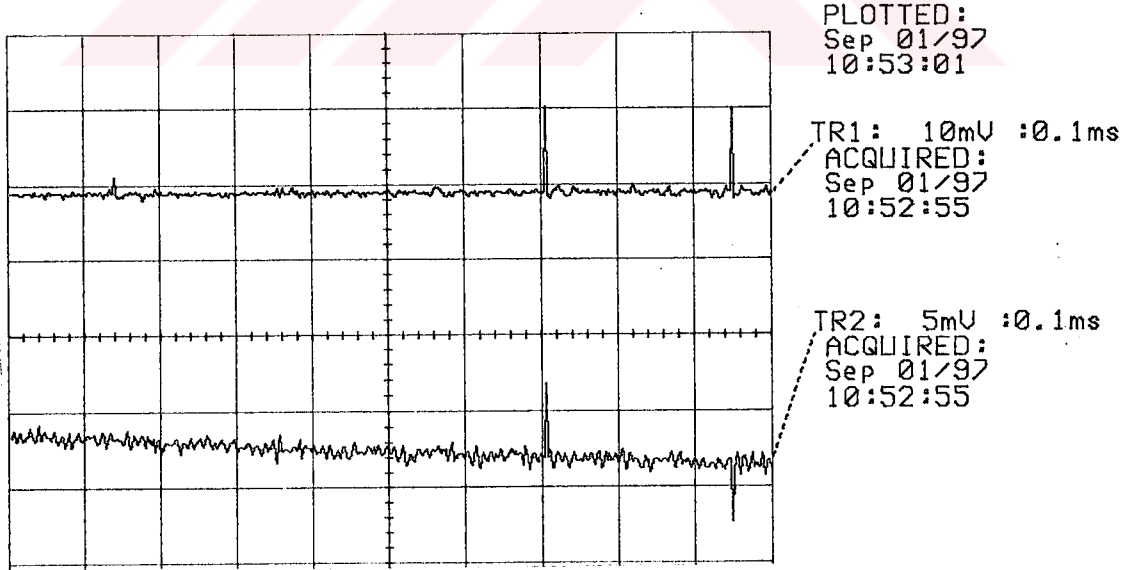
Tablo 4.2 8.4 V 'luk Zener Sınırlamayla Temiz İzolatör Sonuçları

Uygulanan gerilim(kV)	Bobinde endüklenen gerilim (mV)	Sızıntı akımı (mA)	Sayıcı değerleri	
			1 sn de sayıl.değ.	ortalama
5	3.2	0.125	7,6,16,5,30,23,5,4,3,3	10.2
10	3.5	0.19	26,12,10,14,7,5,23,16,33,29	17.5
15	3.6	0.37	8,13,7,10,11,7,37,41,11,87	23.2
20	4.2	0.52	7,38,12,51,11,124,32,68,42,129	51.4
25	5.3	0.7	75,51,64,62,61,21,189,89,48,49	70.9
30	6.5	0.9	52,195,152,66,44,184,79,217,105,36	113.0

Şekil 4.6 25 kV, 5.7 V sınırlama, temiz izolatör için 1.kanal bobinde endüklenen gerilimi (B.G.) ve 2.kanal sızıntı akımını (S.A.) gösterir. Şekil 4.7 'de 25 kV, 8.4 V sınırlama, temiz izolatör için 1.kanal bobinde endüklenen gerilimi ve 2.kanal sızıntı akımını gösterir.

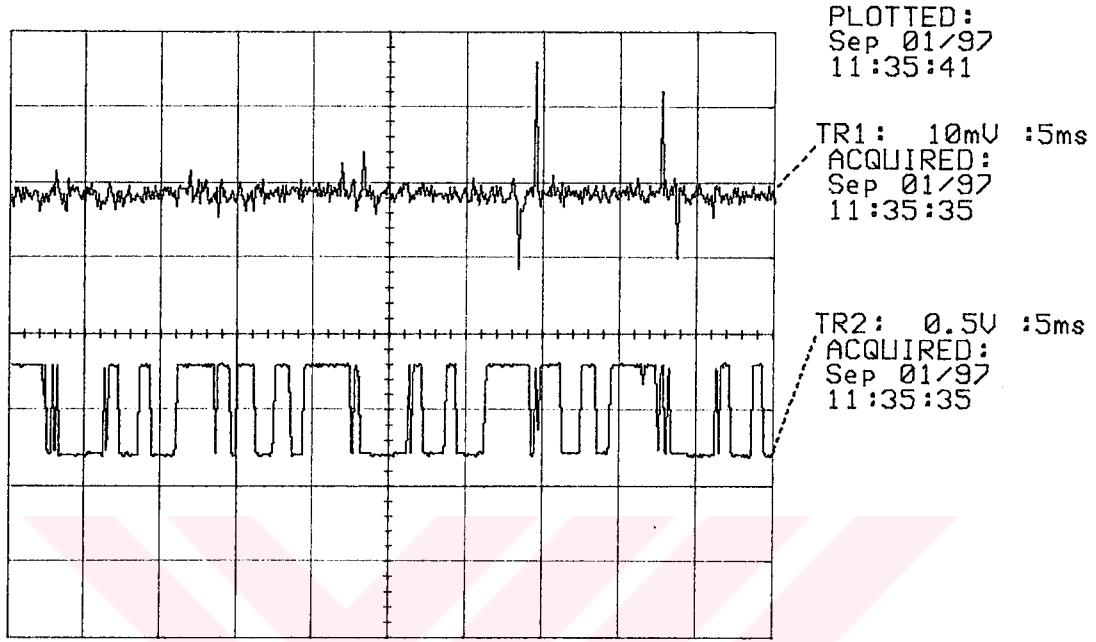


Şekil 4.6 25 kV, 5.7 V Sınırlama, Temiz İzolatörde B.G.-S.A.

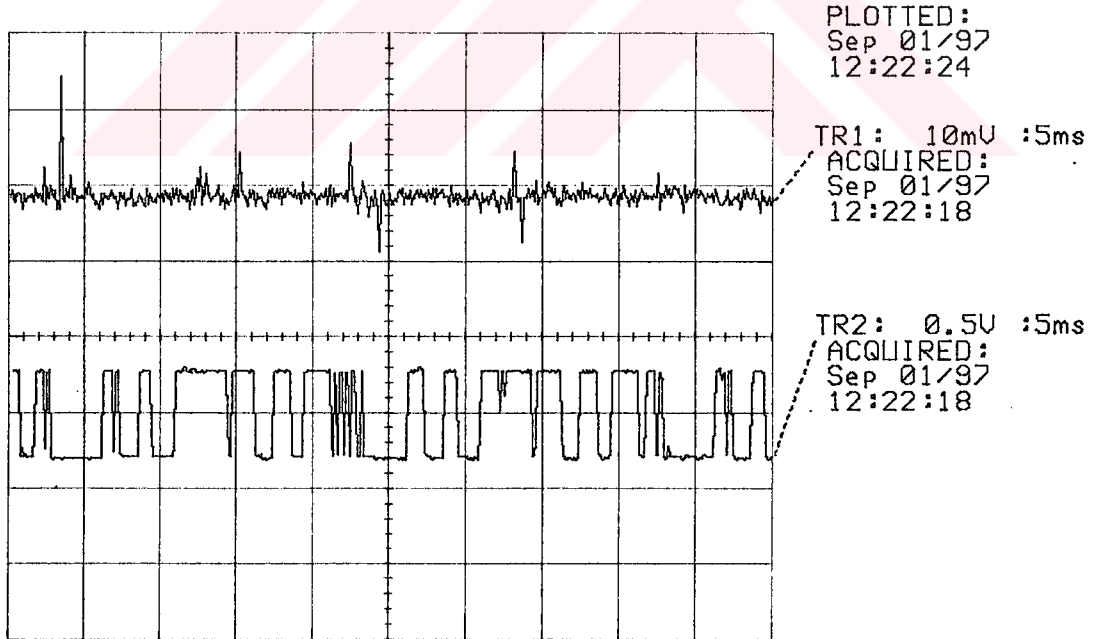


Şekil 4.7 25 kV, 8.4 V Sınırlama, Temiz İzolatörde B.G.-S.A.

Şekil 4.8 25 kV, 5.7 V sınırlama, 1.kanal bobinde endüklenen gerilimi ve 2.kanal sayıcı girişini (S.G.) gösterir. Şekil 4.9 25 kV, 8.4 V sınırlama, 1.kanal bobinde endüklenen gerilimi ve 2.kanal sayıcı girişini gösterir.



Şekil 4.8 25 kV, 5.7 V Sınırlama, Temiz İzolatörde B.G.-S.G.



Şekil 4.9 25 kV, 8.4 V Sınırlama, Temiz İzolatörde B.G.-S.G.

4.5. Kirli İzolatörler İçin Deneysel Sonuçlar

Temiz izolatörler için yapılan deneyler, aynı izolatörü bir termik santralin (Hamitaabat Ter. Sant.) baca tozları ile kirletme işlemine tabii tutularak da yapılmıştır (Alış,H.1997).

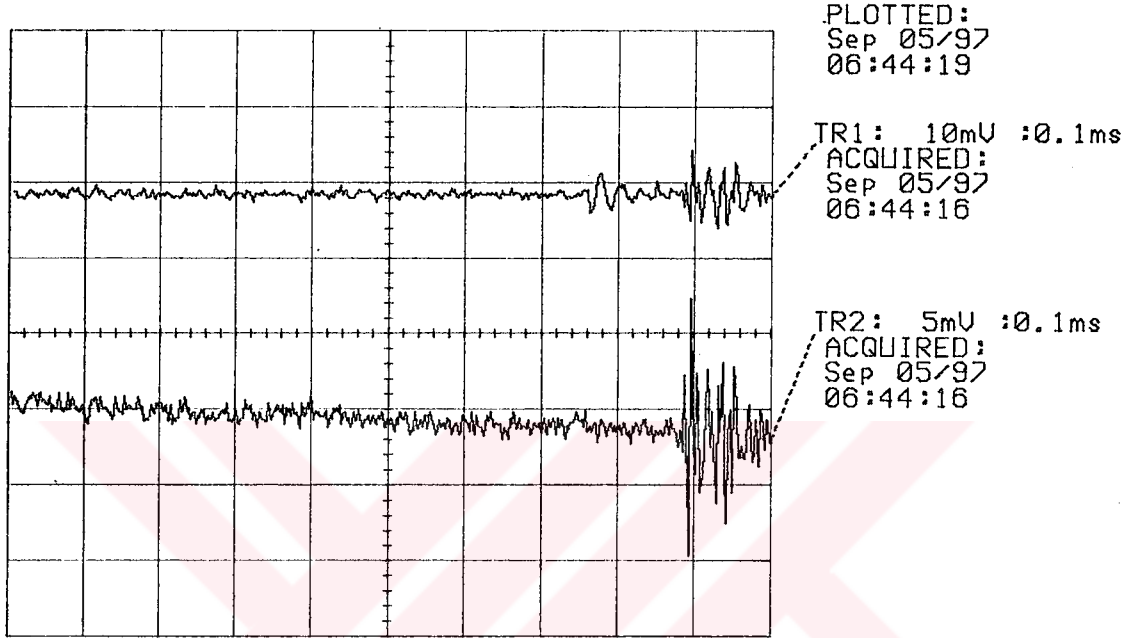
Tablo 4.3 5.7 V 'luk Zener Sınırlamayla Kirli İzolatör Sonuçları

Uygulanan gerilim(kV)	Bobinde endüklenen gerilim (mV)	Sızıntı akımı (mA)	Sayıcı değerleri	
			1 sn de sayıl.değ.	ortalama
5	3.6	0.12	54,37,19,16,58,61,77,61,94,9,51	47.6
10	3.72	0.198	137,23,27,70,38,141,188,155,270,90	113.9
15	3.8	0.362	317,54,108,142,141,81,245,152,42,77	135.9
20	4.0	0.52	62,96,130,154,330,47,177,212,335,119	166.2
25	5.5	0.7	47,188,67,119,696,108,122,164,155,70	173.6
30	7.0	0.9	205,556,223,282,83,54,110,160,199,264	213.6

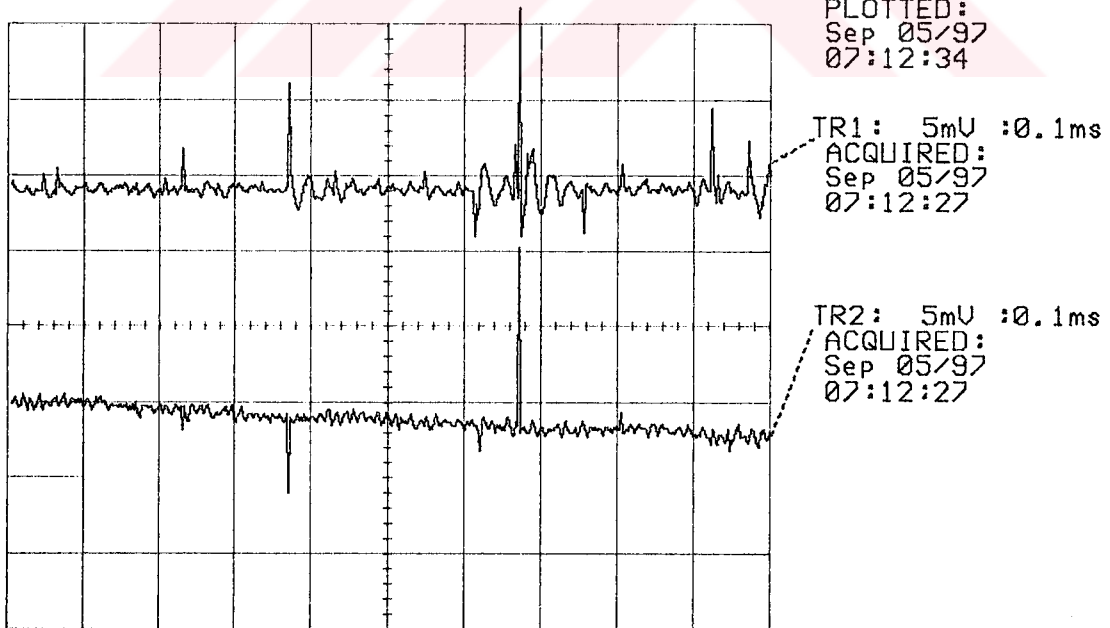
Tablo 4.4 8.4 V 'luk Zener Sınırlamayla Kirli İzolatör Sonuçları

Uygulanan gerilim(kV)	Bobinde endüklenen gerilim (mV)	Sızıntı akımı (mA)	Sayıcı değerleri	
			1 sn de sayıl.değ.	ortalama
5	3.6	0.12	14,4,17,6,11,5,4,20,46,14	14.1
10	3.72	0.18	22,29,22,24,28,5,4,49,13,5	20.1
15	3.8	0.35	8,11,31,47,39,17,50,32,59,38	33.2
20	4.0	0.54	143,106,26,57,169,3278,41,25,189	66.6
25	5.5	0.71	68,116,110,104,24,6654,42,124,63	77.1
30	7.0	0.9	50,60,268,52,317,144134,81,136,144	138.6

Şekil 4.10 25 kV, 5.7 V sınırlama, kirli izolator için 1.kanal bobinde endüklenen gerilim ve 2.kanal sızıntı akımını gösterir. Şekil 4.11 30 kV, 5.7 V sınırlama, kirli izolator için 1.kanal bobinde endüklenen gerilim ve 2.kanal sızıntı akımını gösterir.

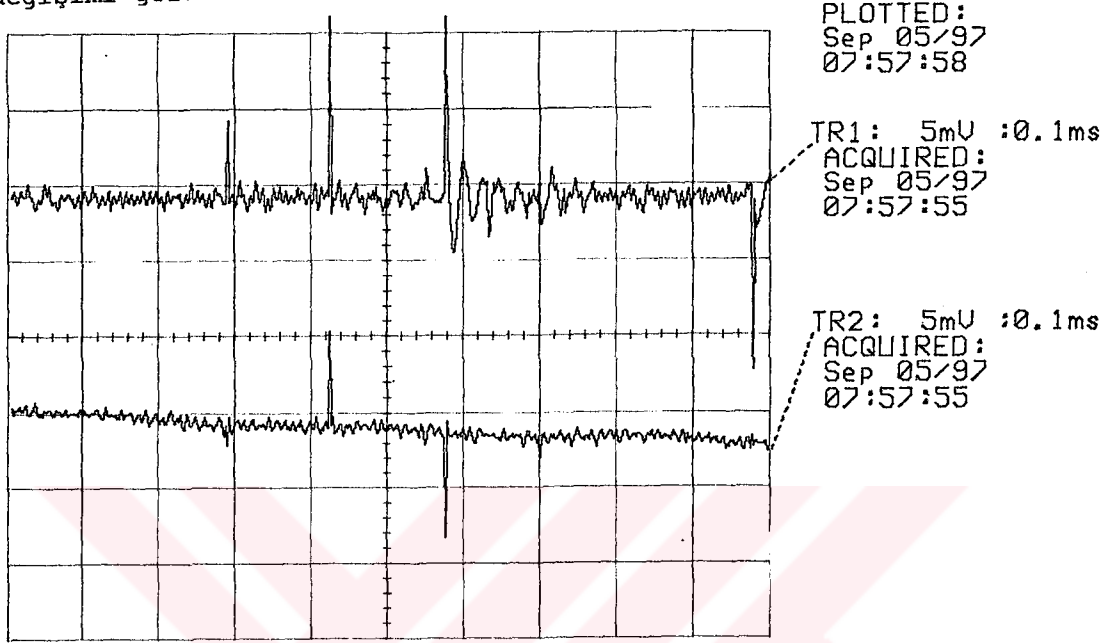


Şekil 4.10 25 kV, 5.7 V Sınırlama, Kirli İzolatörde B.G.-S.A.

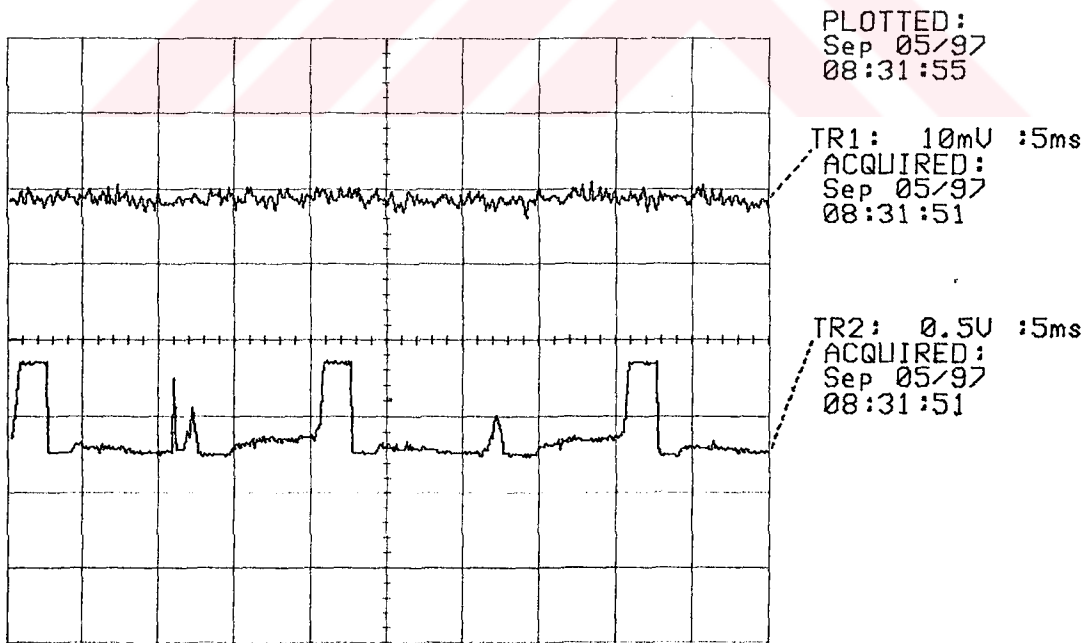


Şekil 4.11 30 kV, 5.7 V Sınırlama, Kirli İzolatörde B.G.-S.A.

Şekil 4.12 'de 30 kV, 8.4 V sınırlama, kirli izolatör için 1.kanal bobinde endüklenen gerilim ve 2.kanal Zeneri (8.4 V) aşan gerilimler (Z.A.) görülür. Şekil 4.13 'de 25 kV, 5.7 V sınırlama, kirli izolatör için 1.kanal bobinde endüklenen gerilim ve 2.kanalda sayıcı girişinin değişimi görülmektedir.

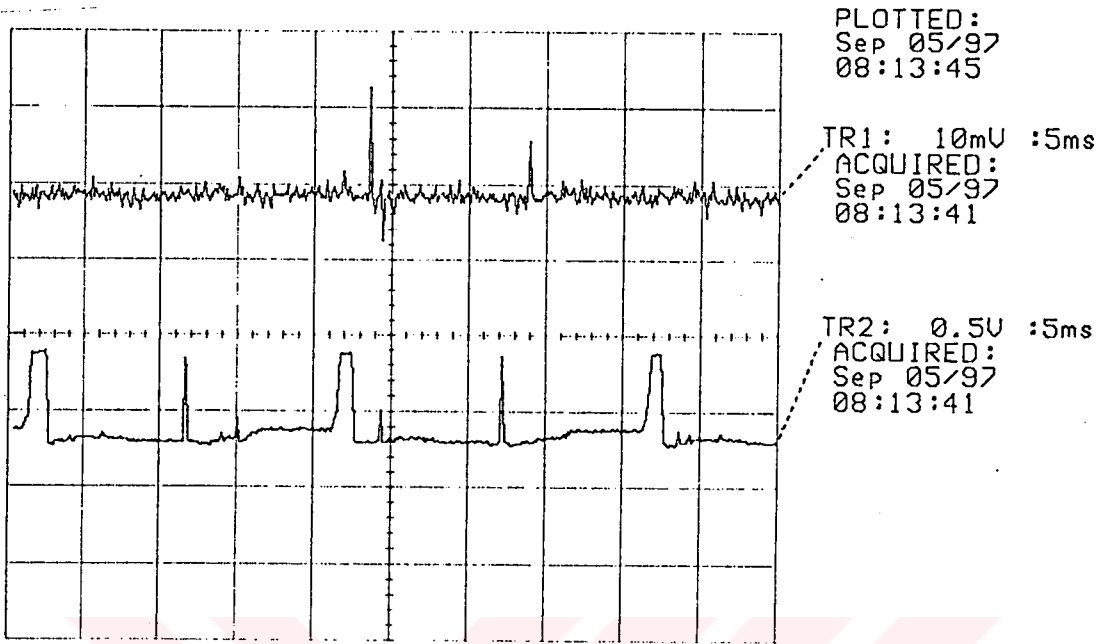


Şekil 4.12 30 kV, 8.4 V Sınırlama, Kirli İzolatörde B.G.- Z.A.



Şekil 4.13 25 kV, 5.7 V Sınırlama, Kirli İzolatörde B.G.-S.G.

Şekil 4.14 'de 25 kV, 8.4 V, kirli izolatorde 1.kanal bobinde endüklenen gerilimi ve 2.kanal sayıcı girişinin değişimini görülür.



Şekil 4.14 25 kV, 8.4 V Sınırlama, Kirli İzolatörde B.G.-S.G.

4.6. Değerlendirme

Değişik seviyelerde gerilim uygulanarak temiz ve kirli izolatorlerin deneysel sonuçları aşağıda karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar tablo halinde düzenlenmiştir.

Tablo 4.5 Temiz ve Kirli İzolatörlerin Karşılaştırılması

uygulanan gerilim (kV)	temiz izolator		kirli izolator	
	sayıcı	ort.	sayıcı	ort.
	5.7 V	8.4 V	5.7 V	8.4 V
5	14.2	10.2	47.6	14.1
10	24.9	17.5	113.9	20.1
15	35.0	23.2	135.9	33.2
20	85.3	51.4	166.2	66.6
25	106.0	70.9	173.6	77.1
30	140.1	113.0	213.6	138.6

5. SONUÇ

İzolatörler işletme geriliminde çalışırken bulundukları çevresel şartlardan etkilenirler. Bu nedenle izolatörün yüzeyinde kir tabakası meydana gelir (rüzgar, yağış, toz, kimyasal artıklar vb). İzolatör üzerindeki kir tabakasının belli bir iletkenliği vardır. Bu kir tabakası izolatörün çalışmasını olumsuz yönde etkilemektedir. Kir tabakasının atmosferik ve çevresel şartlardan dolayı nem ya da yağmur ile ıslandığı zaman iletkenliği artar ve direnci düşer. İzolatörün yüzey direncinin düşmesi yüzey üzerinden kapasitif sızıntı akım geçişini sağlar. Yüzey iletkenliği ne kadar büyük olursa yüzeyden geçen akım miktarı o kadar fazla olacaktır. Bu akım miktarının fazlalığı ısınma yoluyla izolatör üzerinde yapısal bozulmalar ve bazen de atlamaya neden olarak enerji kesikliği meydana getirir. İzolatörün yüzeyindeki bu akımın minimum seviyede kalması istenir. İzolatör yüzeyi kirliyse yüzeysel sızıntı akımı geçişi fazla, temizse bu akım miktarı düşecektir. Sızıntı akımının artması izolatör yüzeyi üzerinde kısmi arkların köprülendiği kuru bandları oluşturacaktır. Zamanla bu kuru bandlar üzerinde atlamaya sebep olan ön deşarjlar meydana gelmektedir.

Bu çalışmada, Şekil 4.1 'deki sensör devre hazırlanmıştır. Bu devre yardımıyla izolatörün yüzeyinden geçen sızıntı akımı algılanır. Geçen yüzeysel sızıntı akım miktarı işletme gerilimine ve izolatörün yapısına (kir miktarına, ıslanmasına vb.) göre değişir. Sızıntı akımının fazla olması halinde izolatör üzerinde yapısal bozulmalar meydana gelir. Değişik gerilimlerde izolatörün yüzeyinden geçen belirli akım değerleri için, bu akımlara karşılık gelen darbe sayısı belirlenir. Belirlenen bu değer bir sonraki aynı tip başka bir izolatörde referans değer olarak kullanılır. İşletme geriliminde herhangi bir arıza anında aşırı yüksek gerilimler oluşur. Bu esnada izolatör üzerinde atlamaya meydan veren yüksek darbelerin sayısı artar. Elektronik devre yardımıyla sayılan bu darbelerin artması, izolatör üzerindeki yüzeysel sızıntı akımının arttığını gösterir. Devrede bobin içinden geçen sızıntı akımı nedeniyle, bobin uçlarında bir gerilim endüklenir ve bu gerilim opamplar yardımıyla yükseltilir. Elektronik devrede kullanılan farklı sınırlamalar ile (Bu devrede V_{dc} ; 5.7 V ve 8.4 V) belli değeri aşan darbelerin sayısı sayılmaktadır. Bu sınırlamalar için elde edilen sonuçlar Tablo 4.1...5 'den görüldüğü üzere farklıdır. Aynı işletme geriliminde küçük sınırlama için sayılan darbelerin sayısının, büyük sınırlama için sayılan darbelerden büyük

olduğu görülmüştür. Bu durum, aynı işletme geriliminde sınırlama değeri arttıkça sayılan darbelerin azalacağını gösterir.

Yapılan deneysel çalışma sonucunda temiz ve kirli izolatörler için elde edilen sonuçlar kaydedilmiştir. Temiz izolatör için elde edilen sayma sonuçları daha büyüktür. Burada kir miktarından daha önemli olan, kirin durumudur (kimyasal artıklar, ıslanma vb.). Kir tabakasının nem, yağmur, kırağı vb. nedenlerle ıslanması halinde yüzeyin iletkenliği ve dolayısıyla sızıntı akımı da artacaktır. Bu durumda tasarlanan devre yardımıyla sızıntı akımının artışı, yani yüzey iletkenliğinin değişimi ikaz edilerek, bir kısa devre arızası oluşmadan önce izolatörlerin temizlenmesi sağlanmış olacaktır.

Geliştirilen bu sistemin açık şalt merkezlerinde kullanımı ile yalıtıcı kısımlarda oluşabilecek yüzey atlamaları sonucu meydana gelebilecek enerji kesiklikleri azaltılmış olur. Bu sistem geliştirilerek, bilgisayar kontrollü olarak da çalıştırılabilir.



KAYNAKLAR

ALİŞ, H., (1997). İzolatör Kaçak Akımlarının ve Yüzeysel Atlama Gerilimlerinin Ortam Faktörlerine Bağımlılığı. Yüksek Lisans Tezi, F.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

ANİS, H., EL-MOSHEDY, A., NADA, S. A., (1986), An Electromagnetic Detector of Insulator Surface Discharge, IEE Transactions on Industry Applications, Vol. 1A-22 No: 1 January/February.

HABİB, S. E. D., KHALİFA, M., A new monitor for pollution on power line insulators, (1986), Egypt, IEE proceedings. Vol. 133 .Pt. C. No. 2 March.

Lee C. j., (1995), Field Experience and Pollution Monitoring of Composite Long Rod Insulators, Queensland Electricity Commission Australia, The Reliability of Transmission and Distribution Equipment, 29-31 March, Conference Publication No: 406, IEE.

LOOMS, J.S.T., (1988). Insulators for High Voltages. Peregrinus, P., 276 p., London.

POKARIER, B., LEE, C., HAWKER, D., (1994), Leakage Current Monitoring of Composite Long Rod Insulators, Queensland Electricity Commission Line Design Branch, Australia.

RUMELİ, A., (1970). İzolatörlerde Kirlenmelerin Sebep Olduğu Atlamaları Önleme Çareleri. Elektrik mühendisliği, 159-160: 33-38.

RUMELİ, A., (1973). Kirli İzole Yüzeylerde Deşarjların Yayılımı ve Atlama. Elektrik Mühendisliği, 199: 419-427.

SHİHAB, S., MELİK, V., ZHOU, L., MELİK, G., ALAME, N., (1994), On-Line Pollution Leakage Current Monitoring System, Royal Melbourne Institute of Technology RMIT GPO Box 2476V 3001 Victoria Australia.

WILKINS, R., ve RUMELİ, A., (1971). Epoksi Reçinelerin Yüksek Gerilim İzolasyonlarında Kullanılması. Elektrik Mühendisliği, 171-172: 45-50.

Y.Ü. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ