

Çok Yüksek Gerilimli Şebekelerde Manevra Aşırı Gerilimlerinin Doğurduğu Problemlerin Tetkiki TM

Yazan :
H. GLAVITSCH

Çeviren :
O. Z. DEMİRAY
Elk. Y. Müh.

ÖZET

Manevra aşın gerilimleri, çok yüksek gerilimli şebekelerde atmosferik ayırt gerilimlere nazaran cihazların izolasyonu koordinasyonu ve havai hat izolasyonu için çok daha ötiemlidir. Bu gerilimler bir işletme frekanslı ve bir de transient Kısmı ihtiva ederler. Mümkün olan en büyük transient kışım işletme frekanslı kısma kat'ı olarak bağlıdır. Transient kısım, tek fazlı tertipde ve amortisman yokluğunda bir hayli büyür. Pratik tertipde amortisman transient kısmı oldukça küçültür. Uç fazlı tertipde kesici kontaklarının aynı samanda kapanmamasından dolayı transient kısım büyür, ölçmeler, çok büyük aşırı gerilimlerin nadiren hasil olduğunu göstermiştir. Burada izolasyon koordinasyonunun karakteristik büyüklükleri ile basit bağıntısı olan aşın gerilim faktörü ve irca edilmiş aşırı gerilimin tarifine gidilecektir. Muhelif çok yüksek gerilimli şebekeler için müsaade edilen max. irca edilmiş aşırı gerilimlerin kademelendirilmesi uygun görülmektedir.

MANEVRA AŞIRI GERİLİMLERİNİN ÖNEMİ:

Çok yüksek gerilimli hatlarda manevra aşırı gerilimleri ilk plânda düşük gerilim seviyesine bağlıdır, izolasyon seviyesinin tesis masrafları bakımından artan işletme gerilimi ile izafi olarak düşürülmesi güç bir problemdir. Dolayısı ile manevra aşırı gerilimleri parafudr tarafından belirlenen koruma seviyesine ve cihazların dayanım seviyesine (Alt izolasyon seviyesi) daima yakın değerlerdedir. Havai hatta iletkenin pilona karşı atlama gerilimine müteallik şartlar, hava aralığı mukavemeti farkların belirli bir miktar büyütülmesi ile iktisadi olarak artırılmadığı için, atlama gerilimlerinin de işletme gerilimi gibi aynı ölçüde yükselmesine (ki buna müsaade edilmez), imkân vermektedir.

Diğer taraftan atmosferik menşeli harici aşırı gerilimlerin yüksekliği hattın kullanılan tertibine göre az veya çok sınırlanacaktır. Hasıl olan dalgaların cephe dikliği de, belirli bir ölçüyü - bugün için 1000 - 2000 kV/° kabul edilmektedir - aşmamaktadır. Dayanım seviyesinin artışı ile atmosferik veya harici aşın gerilimler önemini kaybetmektedir. Bu sebepten çok yüksek gerilimli tesislerde izolasyon zorlanması için ilk plânda manevra aşın gerilimleri esas alınmakta ve izolasyon koordinasyonu bunun hasıl olan en yüksek değerine göre yapılmaktadır.

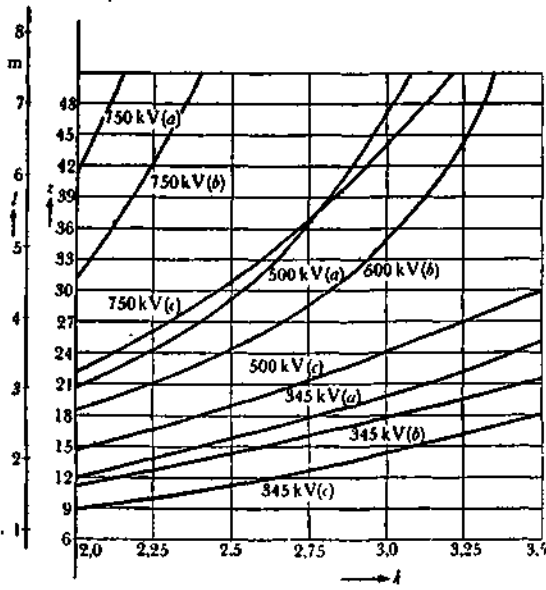
Çok yüksek gerilimli bir şebekede, muhtelif netice ve zıt tedbirleri icab ettiren iki kısım tefrik edilmektedir. Birinci kısım havai hat izolasyonu olup iletkenin askı tertibatı ile ilgilidir. İkinci kısım bütün cihazların izolasyonunu kapsar.

HAVAİ HAT İZOLASYONU VE MANEVRA AŞIRI GERİLİMLERİ:

Havai hat izolasyonunun manevra gerilimi mukavemetine iletkenin pilona olan mesafesi, izolatörlerin tipi ve askı tertibatının tipi tesir etmektedir. Yukarda da izah edildiği gibi bir izolatör tertibinin manevra gerilimi mukavemeti, iletkenin pilona olan mesafesine pek az bağlı olan bir üst sınırı vermektedir. (1, 2) No. lu literatüre göre bu sınır takriben 1600 kV'luk bir tepe değere sahiptir. Askı tertibatının tipi daha mühim bir rol oynamakta, izolatörlerin yatay tertibi en uygun, düşey izolatör zincirler ise en kötü şartları vermektedir. Şekil I'de, muhtelif tertip ve ağırlık gerilimlerde lüzumlu izolatör elemanının max. işletme gerilimine bağlılığı görülmektedir.

Yatay tertip hariç tutulursa, gekil'dende görüldüğü üzere yüksek gerilim sahasında lüzumlu izolatör elemanı seri bir artış göstermektedir. Dolayısıyla manevra aşırı gerilimlerinin artışı teknik unsurlarla sınırlandırılmalı ve yüksek gerilimlerde bu aşırı gerilimlerin mümkün mertebeye sınırlandırılması için bir kriter seçilmelidir. Manevra gerilimi mukavemetinin 1600 kV. luk sınır değeri misal olarak 765 kV'luk bir sistem için şu manaya gelmektedir : Fazın toprağa karşı manevra aşın gerilimi, bir emniyet marjı kabul et-

(*) Brown Boverl Mitteilungen'in Nisan/Mayıs 1966 tarihli 4/5 sayısından çevrilmiştir.



Şekil: 1

Muhtelif işletme gerilimlerinde, manevra aşırı gerilimlerinin ve aslet tertibatına tipine bağlı olarak izolatör sayısı.

k : max. manevra gerilimi genişliğinin verilen işletme gerilimi genişliğine oranı.

I : izolatör ei7icirinin uzunluğu

e : İzolatör sayısı

a : Askı zinciri, düşey

h : 45" meyilli V şeklindeki zincir

c : Yatay zincir.

meksizln, müsaade edilen max. işletme gerilimi tepe değ-erlnin 2,5 katını aşmamalıdır. Bununla beraber bu şart izafı olarak kısa hatlarda ve besleyen santralın kısa devre gücünün büyük olması halinde seri tekrar kapama için meri olan bir aşırı gerilim sahasını teşkil etmektedir.

Manevra aşırı gerilimlerini küçültmeye veya doğuşunu önlemeye matuf tedbirler büyük bir İktisadi önem taşımaktadır.

izolatör zincirinde gerilim dağılışını bir gerilim ayarlaması ile simetrik yapabilmek tabiatıyla düşünülebilir. Fakat bu tip bir düzeltme büyük bir masrafı icab ettirmektedir.

CİHAZLASIN İZOLASYON KOORDİNASYONU :

Cihazlarda tatbik edilen izolasyonun yağ içindeki tertibi, yukarda izah edilen hava içindeki tertibe nazaran önemli derecede farklı tezahürler göstermektedir. Bu tertibin gerilim mukavemeti manevra aşın gerilimlerinde de, gimdiye kadar bahis konusu olan çok yüksek gerilimlerde gerilim ayarı ve geometrik tertibin aralığı ve keza aşağıdaki hususların tesiri altındadır. Yağ izolasyonunun manevra aşın gerilimlerine kargı muka-

vemeti işletme frekansındaki zorlanmalardan ise cüz'i miktarda, daha azdır.

Manevra aşırı gerilimine mukavemet ile darbe mukavemeti arasındaki sabit bağıntı müsaade edilen max. manevra aşırı gerilimini darbe muayene gerilimine bağlı olarak tesbit etme yoluna sevk etmektedir. CEI'nin TC 17 kesici komitesi manevra aşın gerilimlerinin müsaade edilen max. değerini darbe muayene geriliminin 0,72 katı olarak öngörmüştür. Bu şekilde, hasıl olan max. manevra aşırı geriliminin bilinmesi ile de cihazların dayanım seviyesi tesbit edilebilecektir, izolasyon koordinasyonu kaidelerine göre, parafudr vasıtasıyla garanti edilebilecek olan koruma seviyesi verilen koruma oranı C yardımıyla tesbit edilecektir.

$$N_p = \frac{N_i}{C}$$

Burada:

N_i = Darbe dayanım seviyesi (kV tepe değeri)

N_p = Darbe zorlanmasında koruma seviyesi (kV tepe değeri)

C = Tesbit edilen koruma oranı.

Bununla beraber yeni parafudrlar (5) No. lu literatürde izah edildiği gibi diğer bir yola gidilmesine İmkân vermektedir.

Dayanım seviyesinin düşük tutabilmek için parafudr o şekilde dizayn edilmelidir ki, hasıl olan max. manevra aşırı geriliminde faaliyete geçsin ve zarar vermeksizin hattın deşarjı gerçekleşirebilsin. Yani aşırı gerilim parafudru dahili aşırı gerilimleri de müessir olarak sınırlayan bir eleman olacaktır. Dolayısıyla faaliyete geçme geriliminin seçimi işletmede pek az İhtimalle aşılacak olan bu değere göre yapılır; yani önceden hesaplandığı gibi bir aşırı gerilim parafudrtt manevra esnasında bir defa faaliyete geçebilecek ve bununla beraber gerilimin ucunu koruma seviyesinde sınırlayabilecektir. Çok defa parafudr yanında aşın gerilimi sınırlandıracak diğer tedbirlerde alınmaktadır. Bunlar ilk plânda tesirli olmakta ve parafudr ancak diğer tedbirlerin aşırı gerilime tesir edemedikleri durumlarda müdahale etmektedir.

• Şayet şebeke plânında bu koruma tipi parafudr'a bağlı kalacaksa şebeke şartları muvacehesinde faaliyete geçme gerilimi ve koruma seviyesi o şekilde seçilirki, faaliyete geçme sıklığı parafudr'un durumuna uygun olsun. Koruma seviyesinin tesbitinden sonra verilen koruma oranı C yardımıyla darbe dayanımı seviyesi tesbit edilir.

Söndürme gerilimine eşit olan parafudrun nominal gerilimi koruma seviyesinden bağımsızdır. Bu gerilim, şebekede hasıl olan ve aşın gerilim parafudru ve diğer amortisman vasıtaları ile te-

ÜYELERİMİZDEN RİCAMIZ

Dergimizin daha düzgün ve kaliteli olabilmesi için, Odamıza gönderilecek olan yazıların hazırlanışında aşağıda belirtilen hususlara riayet edilmesi gerekmektedir.

1 — Yazıların mümkün olduğu takdirde 297x210 mm boyutlarındaki norm kâğıtlara tek taraflı ve seyrek aralıklarla yazılması,

2 — Kâğıdın kenarlarında münasip miktarlarda boşluk bırakılması,

3 — Odaya, biri parşömen olmak üzere iki nüsha gönderilmesi, ikinci nüshaya şekillerin ozalitinin eklenmesi veya şekillerin aynen çizilmesi,

4 — Formül ihtiva eden yazılarda, indislerin bariz olarak belirtilmesi ve formüllerin anlaşılır şekilde satır aralarına sıkıştırılmayıp müstakil bir satır halinde yazılması,

5 — Fazla formül olması halinde formüllerin numaralanması, karışık ve dizilmesi zor olan formüllerin şablonla aydıngere çizilmesi,

6 — Şekillerin mutlaka aydıngere çini mürekkeple çizilmesi, şekül üzerindeki yazıların şeklin büyüklüğü ile orantılı olan harflerle ve şablona yazılması, şekil altlarının ya aydınger üzerinde veya ayrı olarak verilmesi,

7 — Yazının tercüme, telif, derleme mi olduğunun belirtilmesi, tercüme yazılarda kaynak gösterilmesi, yazının basma kısaca bir özet eklenmesi,

8 — Yazılarda terim ve fikir birliğinin sağlanması, yabancı kelimelerin yerine türkçe karşılıklarının kullanılması,

9 — Notasyonlarda büyük harf indislerin kullanılmaması,

10 — Yazının basma UDK (Milletler arası onlu sınıflandırma) numaralarının kaydedilmesi.

Bu şartları ihtiva etmeyen yazılar düzeltilmek üzere yazarına iade edileceğinden üyelerimizin gerekli itinayı göstermelerini bekler, şimdiden teşekkürlerimizi sunarız.

Elk. Müh. Odası

ELEKTRİK İŞLERİ ETÜT İDARESİ İNŞAAT YÜKSEK MÜHENDİS VE MÜHDİSLERİ ARIYOR

Türkiye'nin 1967 elektrik ihtiyacı 6.2 milyar kilovatsaattir. Bu ihtiyaç 1977 de 20 milyar kilovatsaat olacaktır. İhtiyacın karşılanması için büyük baraj ve hidroelektrik santralların inşası zaruri bulunmaktadır. İdaremiz bu maksatla baraj ve hidroelektrik santrallarının etütlerini yapmakta, plân ve projelerini hazırlamaktadır. Barajlar ve hidroelektrik santrallarla ilgili Mühendislik ve Mühendislik Ekonomisi işlerinde, hidrografik araştırmalarda çalıştırılmak üzere İnşaat Yüksek Mühendisleri alınacaktır.

4/10195 sayılı kararname hükümlerine göre yevmiye ve mahrumiyet zamları ödenecek, işyeri Ankara olacaktır.

İdaremizde muayyen süre çalışanlar görgü ve bilgilerini arttırmak üzere dış memleketlere gönderilebileceklerdir.

ELEKTRİK İŞLERİ ETÜT İDARESİ
Gazi Mustafa Kemal Bulvarı No : 25
Demirtepe — Ankara

Basm : A'—20467

(E. M. — 383)

ELEKTRİK İŞLERİ ETÜT İDARESİ ELEKTRİK YÜKSEK MÜHENDİS VE MÜHDİSLERİ ARIYOR

Türkiye'nin 1967 elektrik ihtiyacı 6.2 milyar kilovatsaattir. Bu ihtiyaç 1972 de 20 milyar kilovatsaate çıkacaktır. İhtiyacın karşılanması, yeniden toplam uzunlukları 11000 km. yi bulan 380 kV, 154 kV, 66 kV ve 33 kV iletim tesisleri, 10000 km. lik dağıtım şebekesi ve termik ve hidrolik büyük santrallar kurulmasını icabettirmektedir.

İdaremiz bu maksatla yüksek gerilim iletim hatları, trafo merkezleri, şehir dağıtım şebekeleri ve santral etüdüleri yapmakta plân ve projelerini hazırlamaktadır. Bu mevzularla ilgili mühendislik ve mühendislik ekonomisi işlerinde, enerji pazarları etütlerinde ve istatistik araştırmalarında çalıştırılmak üzere Elektrik Yüksek Mühendis ve Mühendisleri alınacaktır.

4/10195 sayılı kararname hükümlerine göre yevmiye ve mahrumiyet zamları ödenecek, işyeri Ankara olacaktır.

İdaremizde muayyen süre çalışanlar görgü ve bilgilerini arttırmak üzere dış memleketlere gönderilebileceklerdir.

ELEKTRİK İŞLERİ ETÜT İDARESİ
Gazi Mustafa Kemal Bulvarı No : 25
Demirtepe — Ankara

Basm: A—20466

(E. M. — 384)



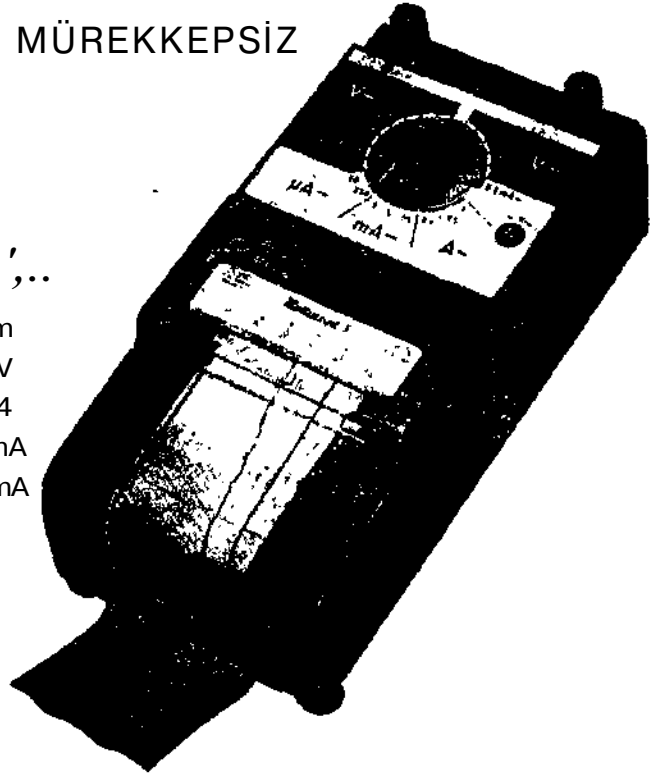
Yepyeni bir kayıtçı!

M U L T I S C R I P T

ÖLÇME VE KAYIT İŞLERİNİ AYNI
ANDA YAPABİLECEK
KAPASİTE OLUP MÜREKKEPSİZ
ÇALIŞIR.

téknik. Özelliklen',...

Sürat 20 · 240 mm/m
DCVolt 600V - 12 mV
ACVolf 600V - 6 V04
DCAmper 6 A — 0,6 mA
AC · 6 A - 0,2 mA



C. P. GOERZ ELECTRO A. G.

Türkiye Mümessilliği: M. Süheyl Erkman (Y. Müh.)

Necatibey Cad. 207 Galata - İSTANBUL Tel. : 44 15 46

Telgraf : INGME5ÜER · İSTANBUL

ODAMIZIN YENİ YAYINI

Evelki sayılarımızda da belirttiğimiz gibi, üç üyemiz tarafından hazırlanan, ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ KUVVETLİ AKIM TEKNİĞİ EL KİTABI Odamızın 13 No'lu yayını olarak satışa arz edilmiştir.

Mühendisler, Teknikerler, Teknisyenler, Talebeler ve Elektrik konuları ile ilgilenen herkes için faydalı olacağına inandığımız, 14X20 cm. boyutundaki 510 sayfalık plâstik kapaklı bu EL KİTABI'nın 12 Bölümü içinde :

- I — Kuvvetli Akım Tekniğinde önemli formül ve birimler,
- II — Elektroteknikle ilgili formül ve birimler,
- III — Havai hatlar, baralar, topraklamalar,
- IV — Kablolar,
- V — İzolasyon koordinasyonu ve parafudrlar,
- VI — İzolasyon malzemeleri,
- VII — İzolatörler,
- VIII — Sigortalar,
- IX — Kondansatörler,
- X — Transformatörler,
- XI — Elektrik Makinaları (Generatörler, Motorlar, İş Makinaları)
- XII — Kısa devre hesapları (simetrik bileşenler, per unit hesap v.s.)

gibi konular, teorik bilgiler yanında tablolar ve şekillerle işlenmiştir.

Büyük bir boşluğu dolduracak olan EL KİTABI'nın serbest satış fiyatı 40.— TL. olup, Talebe Cemiyetleri ve Meslek Teşekküllerine 30.— TL. den, üyelerimize ise bir defaya mahsus olmak üzere 25.— TL. den satılacaktır.

Mahdut sayıda basılan bu EL KİTABI, bedeli mukabili veya ödemeli olarak Odamız'dan temin edilebilir.

ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ
ODASI

sir edilemeyen işletme frekanslı ağırlı gerilime bağlıdır.

Ağırlı gerilim parafudrunun, dayanım seviyesinin ve havai hat izolasyonunun nominal değerleri, aşırı gerilimi sınırlayıcı tedbirlerin karekteristik büyüklükleri dikkate alınarak o şekilde tesbit edilmelidir ki tesisin toplam maliyeti ile işletme masrafları bir mltumunda kalsın.

Manevra aşırı gerilimleri hakkında buraya kadar söylenen hususlar çok yüksek gerilimli sistemlerde çok büyük bir önem taşıdığı için, aşağıda izah edilecek düşünce tarzından gidilerek manevra aşırı gerilimlerinin aşırı gerilim faktörü yardımıyla karekterize edilmesi ve sınırlandırılması tetkik edilecektir.

MANEVRA (AÇMA-KAPAMA) AŞIRI GERİLİMLERİNİN MEYDANA GELİŞİ:

Manevra aşırı gerilimleri tabirinden, açma-kapama işlemleri ile şebekedeki arızalarda titreşim olaylarından dolayı hasıl olan bütün aşırı gerilimler anlaşılır. Bir açıklık kazanabilmek için gerilimin kısa süreli yükselmesine sebep olabilen işlemler aşağıda verilmiştir. Bunlar :

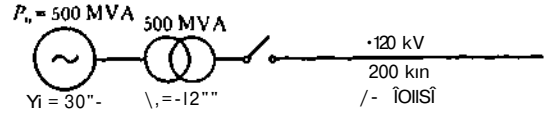
- önceden yüksüz bırakılan, boşta çalışan hatların kapanması,
- Bir hattın seri tekrar kapanması,
- Toprak kaçağı ve kısa devrelerin açılması,
- Bir hattın sonunda yük atma,
- Büyük İndüktansların açılması,

Bu muhtelif işlemlerde hasıl olan aşırı gerilimler aynı ölçüde tehlikeli değildirler. Tecrübelerine göre yüksek aşırı gerilimlere sebep olan kapama olayları,, en tehlikeli durumu temsil eden seri tekrar kapamalarıdır. Büyük indüktansların açılması bugün modern kesicilerle tehlikesiz hale sokulmaktadır. Modern transformatörlerin boşta çalışma akımları, kesilme esnasında tehlikeli aşırı gerilimleri doğuramayacak kadar küçüktür.

Aşırı gerilimlerin meydana gelişi kapama olaylarına istinaden daha yakından tetkik edilecektir. Basitlik ve açıklık temin gayesiyle aşağıdaki deney tek fazlı olarak tatbik edilecektir.

Şekil 2'deki 200 km uzunluğundaki 400 kV-luk hat kapamadan önce yüksüzdür. Bu hat bir transformatör üzerinden bir santrale bağlanmıştır.

Santral ve transformatör bu durumda ideal bir gerilim kaynağı ve bir indüktans olarak kabul edilmiştir. Hattın eşdeğer montajı ikame edilmiştir. Amortisman dirençleri devrede iki yere konulmuştur. Eşdeğer şem'a şekil 3'de görülmektedir.



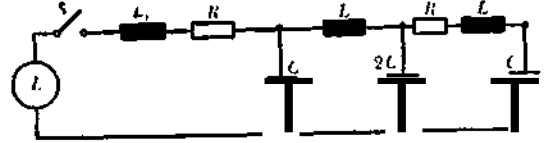
Şekil 2
Bir generatör, transformatör ve boşta çalışan hat tertibinin tek kutuplu şeması

Z : Hattın karekteristik empedansı

Xj- : Transformatörün kaçak reaktansı

JG : Generatörün transient reaktansı

P : Generatör ve trafonun nominal gücü



Şekil 3

Şekil 2'deki tertibin eşdeğer şeması

E : ideal alternatif gerilim kaynağı

h, : X_r ve X_i 'ye tekabül eden indüktans

L : 100 km hat için eşdeğer indüktans

C : 50 km hat için eşdeğer kapasite

B : Amortisman direnci (frekansa bağlı)

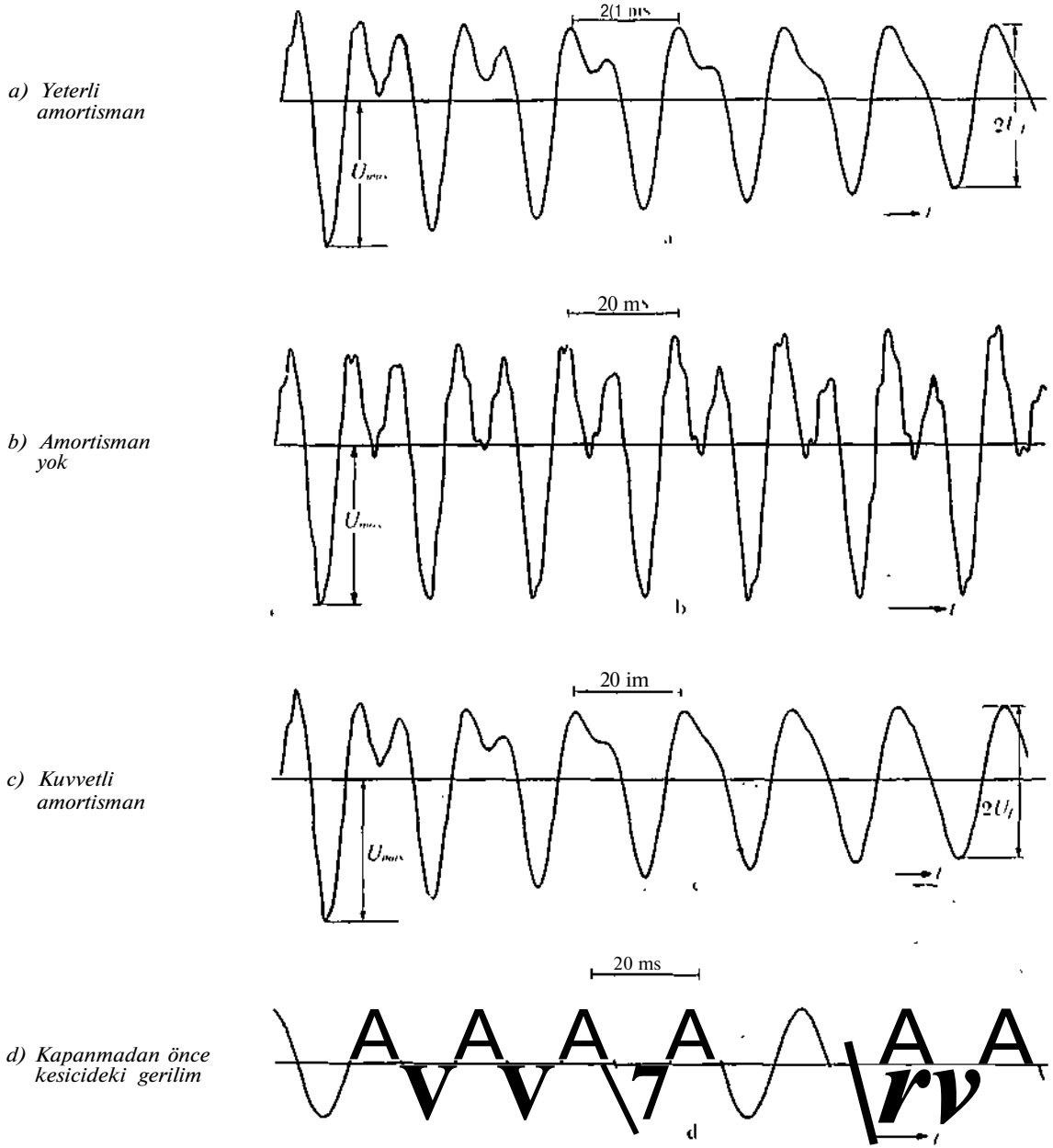
Kapamayı müteakip gerilimin seyri kesici fazlarının kapandığı ana bağlıdır. Bu an bir taraftan kesici kontaklarının mekanik kapanma hareketi ile diğer taraftan kapanma hareketi esnasında kesici kontakları arasındaki gerilim ile belirlenir. Ekseriya kontaklar arasında kapanmadan önce bir atlama hasıl olur. ölçmeler, kapama veya atlamanın pek az İstisna ile gerilimin sıfırdan geçişinden İtibaren hesaplanmak üzere İlk 6 milisaniye içinde olduğunu göstermektedir. Bilindiği gibi max. manevra aşırı gerilimleri gerilim max. da iken kapama esnasında hasıl olduğundan önce bu durum tetkik edilecektir.

Şekil 2'deki zayıf amortise edilmiş bir hattan, hat sonu açık iken kararlı duruma erlşinceye kadar cereyan eden kapama olayı şekil 4'a dan görülmektedir. Amortismanın tesirini gösterebilmek için şekil 4b'de hiç amortise edilmemiş, ve şekil 4c'de çok kuvvetli amortise edilmiş hallerin gerilim seyri verilmiştir. Üç durumda da generatör aynı gerilim ve aynı anda, yani gerilim max. da iken servise alınmıştır.

Buradan, her iki amortise edilmiş hal için kararlı durum genliklerinin aynı büyüklükte olduğu tesbit edilebilir. Şayet amortisman son derece küçük, fakat sonlu yapılırsa ve olayın kâfi derecede uzamasına müsaade edilseydi şekil 4b'de aynı genlik elde edilecekti. Ayrıca kararlı durumun genliğinin, kapamadan önceki generatör gerilimine nazaran daha büyük olduğu görülmektedir. Bu

artan kararlı gerilim bundan böyle «içletme frekanslı ağır gerilim» olarak isimlendirilecektir. Bu gerilim, generatör ve transformatörün reak-

tansında hat tarafından tevdi edilen kapasitif akımın gerilim düğümüne ve hattın ferrantlı tesirine bağlıdır.



Şekil : 4
Şekil 2'deki tertipde gerilim maksimumda iken kesicinin kapanmasından sonra, boşa çalışan hat sonundaki gerilim.

U_{max} - Max. manevra aşın gerilimi
 U_f - İşletme frekanslı aşırı gerilim.

Şekil 4b'den şu önemli bağıntı çıkarılmaktadır. Ani manevra aşırı geriliminin max. değeri işletme frekanslı aşın gerilimin genliğinin iki katına eşittir. 2/1 olan bu oran, tek fazlı tertiplerde ve keza yaygın gözlü şebekelerde, şebeke kapamadan önce yüksüz kabul edildiği için hiç bir durumda aşılmamaktadır.

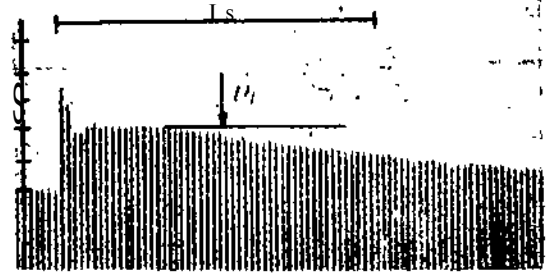
2 faktörünün kabulü, titreşim olayının bir öz titreşim ile kararlı durumun süperpozisyonu şeklinde kolayca izahına imkân vermektedir. Kapama anında süperpozisyon gerilimi sıfır olarak vermektedir. Bununla beraber kararlı durumun ve öz titreşimin genliği amortlse edilmemiş sistem için bu anda ters işaretlidir ve mutlak olarak aynı büyüklükte kabul edilebilir. Zaruri olarak müteakip anda kararlı durum ile öz titreşimin aynı işaretle süperpoze edilmesi gerekecektir, öz titreşimde, toplamı kararlı durumun genliğine eşit olan, bir frekans serisi bahis konusudur. Transpozisyon daha sonra işletme frekanslı gerilim genliğinin iki katı olan bir max. değere asla erişemez. Yeterli amortisman yalnız öz titreşime tesir eder, yani öz titreşimin birbirini takip eden genliklerini küçültür, kararlı duruma pek az tesirlidir.

O halde mümkün olan max. manevra aşırı gerilimi tek fazlı tertip için işletme frekanslı gerilime sabit bir oranla bağlıdır. Artan amortisman bu orana müsbet yönde tesir etmektedir. Şekil 4a ve 4c'deki her iki durum için oranlar 1,93 ve 1,84 olarak okunmaktadır.

Bu bağıntı generatör yerine ideal bir gerilimi kaynağı ve bir indüktans ikame edilebileceği kabulü ile muteberdir. Bir kutup tekerleği sargısı ve enine ve boyuna eksende amortisman sargısı bulunan bir generatör için gerilim ayarlayıcısının tesiri dikkate alınırsa oranlar takribi olarak kabul edilmelidir. Şekil 5 yukardaki olayla mukayese edilebilen hakiki bir generatörün mevcudiyeti halinde ölçülen titreşim olayını göstermektedir. Şekilde gerilimin zarfı açıkça seçilmektedir. Manevra aşırı gerilimi başlangıçta bir süre sabit kalmakta ve bilahare gerilim ayarlayıcısının tesiri ile yeni, fakat başlangıca nazaran daha küçük kararlı bir değere düşmektedir. Gerilim ayarlayıcısının tesirinden sarfinazar edilirse bu olay ilk saniye yarısında yukarda izah edilen olayla karşılaştırılabilir.

Pratikte gerilim ayarlayıcısının müdahalesinden önce meydana gelen gerilim de «işletme frekanslı aşırı gerilim» olarak isimlendirilir. Bu kabul, bu gerilim bir kaç periyot devam ettiğinden ve hemen hemen kararlı gerilim niteliği taşıdığından uygun görülmektedir. Senkron makinelerin iki eksen teorisinden bilindiği üzere, bu gerilim şekil 3'deki basitleştirilmiş şem'ada generatör

reaktansı olarak hakiki generatörün x'_d transient reaktansı konularak elde edilir.



Şekil • 5
140 km uzunluğunda 420 KV'luk hattın kapanmasından sonra generatör gerilimi genliğinin zamana bağlı değişimi :

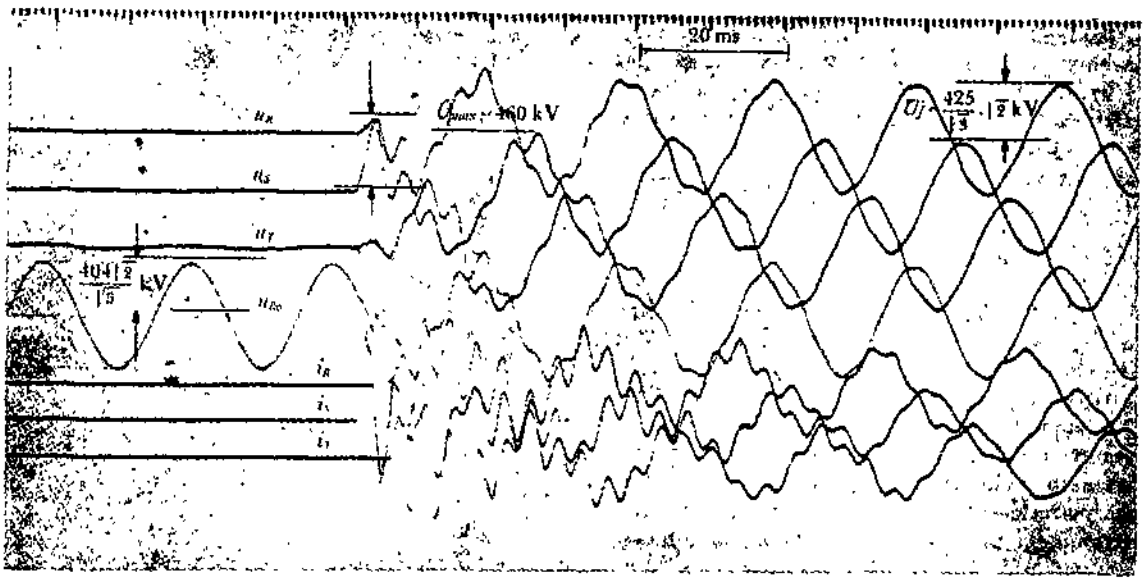
0 — • — işletme frekanslı aşırı gerilim
 \hat{U}_n — Nominal gerilim (genlik)

Gerçeğe bir adım daha yaklaşabilmek için bir üç fazlı sistem dikkate alınacaktır. Kesici kontaklarının aynı anda kapandığı ideal durum için, tek fazlı tetkikte elde edilen neticeler doğrudan üç fazlı tertibe yani gerilim max.'da iken kapanan faza taşınabilir. Mekanik gecikmelerden ve kesici kontakları üzerinde ön atlamalardan dolayı fazların kapanma anı birbirlerinden 5 ms kadar farklı olabilir. Şekil 6'daki eğrilerden (6) de görüldüğü üzere, bu gecikme max. manevra aşın geriliminin yükselmesine, amortlse edilmemiş durum için 2:1 oranının aşılmasına sebep olmaktadır.

Bununla beraber pratikteki tesislerde daima amortisman mevcuttur ve ayrıca ya generatör EMK'İ veya generatör reaktansı sabittir, dolayısı ile bu gerilim artışına erişilmez. Her üç fazda ölçülen bir kapama olayı şekil 6'da gösterilmiştir. Şekil 140 km. uzunluğunda 420 kV'luk bir hattın bir santraldan kapanması ile ilgilidir. Akımların osilogramı kontakların aynı anda kapanmadığını göstermektedir. Titreşim olayının sönüşünü müteakip hemen kararlı kabul edilen durum açıkça seçilmektedir. Titreşim olayı 5 periyot sonra sona ermektedir. Hasıl olan aşın gerilim önemsizdir.

MAX. MANEVRA AŞIRI GERİLİMİNİN TEKERRÜRÜ BAKIMINDAN DENEY NETİCELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ :

Kapama olayı esnasında kesici kontaklarının mekanik gecikmeler dolayısıyla ateşlenmesinde, her üç faz gerilimine bir dereceye kadar tesirli olan stoatik bir olay bahis konusu olduğu için her üç fazda hasıl olan ateşlenme anlarının tekerrürü ve bu esnada meydana gelen max. aşın gerilimler bakımından deney neticelerinin değerlendirilmesi ilgili çekicidir.



Şekil : 6

140 km uzunluğunda 420 kV'luk bir hattın bayrından alınan U_r kapama olayı oslogramı.

U_R , U_S , U_T - Fass arası OerIHmter

U_{RO} - Kesicinin generatör tarafındaki R fazının fass arası gerilimi

I_R , I_S , I_T - Fass altımları

(f = işletme frekanslı aşırı gerilim

U_{max} - anancoro 3^ü gerilimi

$$\frac{U_R}{U_j} = 1,34$$

140 km. uzunluğunda 420 kV'luk bir hattın servise alınması münasebeti ile yapılan ve muhtelif şebeke şartlarında dört grup deneyi ihtiva eden kapama olayına ait 4 adet oslogramdan İlk ateşlenen fazın geriliminin sıfırdan geçişinden itibaren kapama anları okunmuş, ve 1 ms'lik bir interval (aralık) bulunmuştur. Yani milisaniyenin bir tam katı olarak hesaplanan $\approx 0,5$ ms'lik bir interval içindeki bütün zaman tam sayıya İblâğ edilmiştir. Şekil Tde her Uç fazın 'bu interval içinde kapama tekrürü toplamın yüzdesi olarak verilmiştir. Aynı şekilde kapamadan önce her üç fazın gerilimi de gösterilmiştir ve kapama anının hangi faz durumunda olduğu hakkında bir fikir edinebilmek için gerilimler kapanma süreleri dışında da devam ettirilmiştir. Bununla beraber bu gerilimlerin yalnız İlk ateşlenen fazda kesicideki gerilimle intibak ettiğine dikkat edilmelidir.

Bu şekle göre kapanma ilk ateşlenen fazda ekseriya ilk 6,5 ms içinde olmaktadır. Kapanmaların % 80'inde İkinci olarak ateşlenen faz, faz sırasına göre bir evvelki faz almakta ve gerilimin yükselme anına ve maksimumuna tesadüf etmektedir. Kapamaların % 80'inde 3. olarak ateşlenen ikinci fazın kapanma sahası yarım periyottan daha fazlasını ıgğâl etmekte ve az veya çok düzenli bir tekrür göstermektedir.

2,5 ms'lik bir değerlendirme Intervall seçilir ve 0...2,5 ms, 2,5...5,0 ms... olarak elde edilen bölgeler 1, 2, 3... ile gösterilirse (şekil 7) bir kapama kombinasyonu bulunur.

Gerçekten kombinasyonlar kapamaların aşağıdaki yüzdelerinde hasıl olmaktadır.

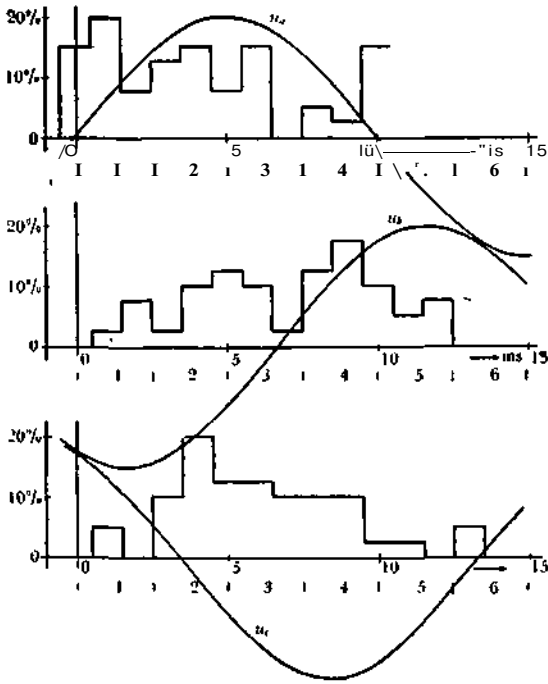
- 1 - 2 - 2 % 20
- 1 - S - 2 % 10
- 2 - 4 - 3 % 22,5
- 3 - 4 - 4 % 10

Bu yüzdeler kapamaların ancak % 62,5'ünü kapsamaktadır. Diğer kombinasyonların tekrürü % 5 daha azdır. Tesbit edilen max. aşırı gerilimlerin yukardaki 4 kategori içinde olmayışı dikkat çekicidir.

Osilogramların aşırı gerilimlerin yüksekliği bakımından değerlendirilmesinde deneylerin İzah edilen grupları müstakilen tetkik edilmiştir. 3 grup İgi çekicidir:

Grup 1 : Hat 60 MVA'lık 2 generatörle besleniyor.

Grup 2 : Hat 60 MVA'lık 4 generatörle besleniyor.



Şekil: 7

Rölatif u_a , u_b ve u_c kesici gerilimlerinin belirli bir fazında kapama hareketi esnasında kesici kontakların kapanmasının veya ateşlenmenin rölatif (%) tekrerrüü.

u_a , u_b , u_c = Kesicide, manevra olayından önce ateşleme anına extrapole edilen gerilimler.

Absis eksenini altındaki 1, 2, 3 ... 6 sayılan müşahade edilen zaman aralıklarını (interval) vermektedir.

Grup 3 : Hat, kısa devre gücü yaklaşık olarak 1500 MVA. olan 220 kV'luk şebekeden besleniyor.

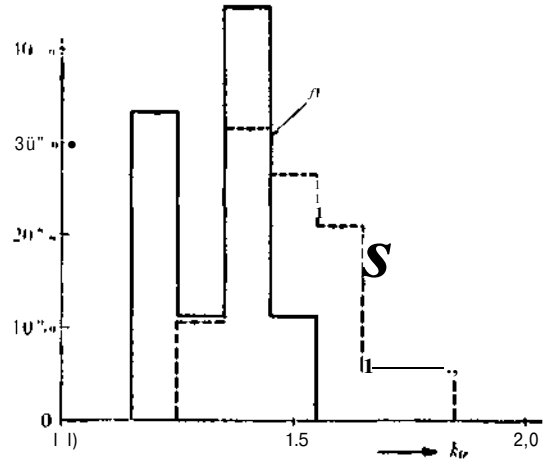
İşletme frekanslı aşırı gerilimler işletme geriliminin müsaade edilen max. değerine irca edilir-se şunlar bulunur.

Grup 1 : $k_p = 1,52$

Grup 2 : $k_p = 1,20$

Grup 3 : $k_p = 1,06$

Aşırı titreşen transient kısmın max. değeri için bu değer kesici kontaklarının kapanma tesadüfünden dolayı dağıldığından, kolayca bir değer verilemez. Bu dağılım şekli 8a ve 8b'de grafik olarak çizilmiştir. Burada, bilahare aşırı gerilim faktörü olarak tarif edilecek olan işletme frekanslı gerilimin genliğine irca edilmiş manevra aşırı geriliminin rölatif büyüklüğü mevzu bahseldir. Şekil 8 için ölçülen aşırı gerilim faktörleri 0,1'ük bir intervalle değerlendirilmiştir. Şekil 8a'ya grup 1'e ait aşırı gerilim faktörleri, şekil 8b'ye grup 2 ve 3'e ait aşırı gerilim faktörleri taşınmıştır. Kapanma anının ve buna ait aşırı gerilimin kontrolü bu



Şekil: 8

Aşırı gerilimlerin rölatif (%) tekrerrüü.

f_{gr} : Max. manevra aşırı geriliminin işletme frekanslı aşırı gerilim genliğine oranı,

a : Generatörler gücü 4x60 MVA

b : Generatör gücü 4x60 MVA ve 220 kV'luk hat üzerinden besleme.

birleştirmenin mümkün olduğu neticesini vermiştir.

Grup 1'de, max. değeri 1,5'un üstüne çıkmayan 1,2 ve 1,4 lük iki tekrerrür noktası tesbit edilmiştir. 2. ve 3. grupta aşırı gerilim faktörü daha ziyade 1,4 ilâ 1,6 arasında hasıl olmaktadır. Max. değer olan 1,7 ve 1,8'in tekrerrüü büyük bir takribiyetle % 5'dir.

Max. manevra aşırı gerilimlerinin nadiren hasıl olduğu hakkında elde edilen bu netice, parafudrun bu max. değerinde faaliyete geçecek şekilde dizayn edilmesi için çok önemlidir. Buradanda açıkça görülmüştür ki, manevra aşırı gerilimlerine karşı faaliyete geçme gerilimi, muhtemel max. manevra aşırı gerilimlerinin altında olan bir değer olarak tesbit edilebilir ve böylece parafudrun daha seyrek faaliyete geçmesi temin edilir.

Buraya kadar olan müşahadeler yüksüz bir hattın kapanması ile ilgilidir. Bu müşahadeler, hat sonunda, hattın süratle boşalması (7) için gerekli olan tndüktif gerilim trafoları bulunan kompanse edilmemiş bir hattın tekrar kapanması halinde de muteberdir. Hat paralel self bobinleri ile kompanse edilirse, boşta çalışan hattın üç kutuplu olarak tekrar kapanmasında munzam gerilim yüklemeleri hasıl olabilir. Daima % 100'den az olan kompanzasyondan dolayı hat gerilimi açmadan sonra şebeke frekansının altında olan bir frekansla zayıf kompanse edilmiş bir şekilde s alınır. Tekrar kapama esnasında, kapama anında şebeke geriliminin max. değeri ile hat geriliminin maksimumu ters işaretli olarak üst üste gelir.

Manevra aşırı geriliminin transient kısmı, doğru-
dan doğruya kapamadan önce mevcut hat gerili-
mini yükselten bir başlangıç değerine sahiptir.
Titreşim olayı ile kararlı durum süperpozisyo-
nundan elde edilen max. değer genel olarak yük-
süz hattın kapanmasındaki gerilimden daha bü-
yüktür. Max. değer tekerrürü bulunmak İste-
nirse seri tekrar kapamadaki değerler şekil 8'de-
ki gibi değerlendirilmelidir.

Parafudrun, transient aşırı gerilimlerin bu
max. değerini sınırlandırması istenirse, hasil ol-
acak termik zorlanmaya özel bir önem vermek
icab eder. (5) No. lu literatürde yüklü bir hat
üzerindeki kapama olaylarından bahsedilmekte
olup, parafudr faaliyete geçmektedir.

ASHIRI GERILIM FAKTORLERI VE IRCA EDILMIS ASIRI GERILIMLER :

Kapamalar esnasındaki max. manevra aşırı
gerilimleri İle, önemli derecede amortisman ve
her üç fazın kapama anına bağlı olan İşletme
frekanslı aşırı gerilim arasındaki bağıntı pratikte
dar sınırlar İçinde değişmektedir. Dolayısıyla bu
bağıntı özelliklerin tarifi İçin daha uygun görül-
mektedir.

O_{max} max. manevra aşırı geriliminin, \hat{U} , iş-
letme frekanslı gerilimin genliğine oranının, k_{q1}
transient aşırı gerilim faktörü olarak sembolize
edilmesi teklif edilmektedir.

$$k_{ir} = \frac{\hat{U}_{max}}{\bullet O,}$$

CEİ çevrelerinde bir aşırı gerilim faktörü tari-
fi ile ilgili teklifler yapılmıştır. Bu teklifler kapa-
madan önce kesicideki gerilimin genliğini birim
değer olarak almaktadır. Bu şekilde hesaplanan
faktör, birim diğer şebekenin müstakil olmadığı
bir durum için seçildiğinden, işletme frekanslı ye-
ni durumdaki gerilim hakkında bilgi veremez.
Ayrıca bu faktör gerilim yükselmesinin işletme
frekanslı kısmını da ihtiva etmektedir.

Aşırı gerilim faktörünün teklif edilen tarifi
manevra aşırı geriliminin transient kısmının İş-
letme frekanslı aşırı gerilimden ayrılmasına İm-
kân vermektedir, bu husus izolasyon koordinas-
yonu ve parafudr tekniği bakımından aranan
bir noktadır. Manevra aşırı geriliminin yalnız
transient kısmına amortisman vasıtaları ile tesir
edilir ve küçültülür, isminden de anlaşıldığı gibi
işletme frekanslı aşırı gerilim, İşletme frekanslı
bir EMK'in zaruri neticesidir ve erişilen enerji ve
gücün tesiri dolayısı ile amortisman vâsitasıyla
ancak sınırlı bir ölçüde tesir edilebilir.

Diğer taraftan işletme frekanslı aşırı gerili-
min bir aşırı gerilim faktörü veya irca edilmiş

değerle ifade edilmesi olayın karakterine uygun
düşmektedir. İşletme frekanslı gerilimin kapama
olayından önceki gerilime bağlanması da müm-
kündür. Bu oran işletme frekanslı aşırı gerilim
faktörü olarak ısınlandırılabilir. Bununla be-
raber işletme frekanslı aşırı gerilimin müsaade
edilen max. İşletme geriliminin tepe değerine bağ-
lanması daha faydalı görülmektedir. Bu oran k_p
ile gösterilir.

$$k_p = \frac{\hat{U}_{ir} \cdot y/J}{U_m \cdot \sqrt{2}}$$

Burada, U_m müsaade edilen max. faz arası
gerilimin efektif değeri manasına gelmekte ve ir-
ca edilmiş işletme frekanslı aşırı gerilim (perunt
büyüklük) olarak isimlendirilebilmektedir. Bu sa-
yısal değer, müsaade edilen max. işletme gerilim-
leri CEI tarafından normlaştırıldığı için, aşırı ge-
rilimin mutlak değeri hakkında direkt olarak bil-
gi vermektedir. Çok yüksek gerilimlerin şu sırala-
rı mevcuttur : 245, 420, 525 ve 765 kV.

k_p ve k_{ir} faktörlerinin çarpılması irca edilmiş
manevra aşırı gerilimi k_{tot} 'u vermektedir. Per-unit
bir değerdir.

$$k_{tot} = k_p \cdot k_{ir}$$

işletme frekanslı ve transient aşırı gerilimle-
rin gösterilişinin bu tarzı (6) No. lu literatürde
daha önce kullanılmıştır.

k_{ir} "aşırı gerilim faktörünü diğer manevra ve
arıza durumları içinde tarif edebilmek İçin, formu •
lizetmenin daha genel olması icab etmektedir.

«Aşırı gerilim faktörü, manevra işleminden
sonraki gerilimin max. genliğinin, manevra işle-
minden önce veya sonra aynı yerde ölçülen İşlet-
me frekanslı gerilimlerin genliklerinin en büyü-
ğüne oranıdır».

En yüksek işletme frekanslı gerilimin birim
değer kabulü ile bir açma olayından sonraki aşırı
gerilimlerde karakterize edilebilir.

Aşırı gerilim faktörleri, şebekelerin lineer ol-
ması şartıyla mevcut gerilim seviyesinden bağımsız
olma avantajına sahiptirler. Bu faktörler bir
şebekenin transient rejimini karakterize ederler.
Buna karşılık irca edilmiş aşırı gerilimler, gerilim-
lerin yüksekliği hakkında direkt bilgi verirler ve
"dolayısıyla izolasyon koordinasyonunda bu şekil-
" lerıyla kullanılırlar.

IRCA EDILMIS ASIRI GERILIMLERIN VE ASHIRI GERILIM FAKTORLERININ IZOLAS- YON KOORDINASYONUNUN KAREKTERIS- TİK BÜYÜKLÜKLERİ İLE BAĞINTISI :

Aşırı gerilimlerin izolasyon koordinasyonuna
tesiri kallatıf olarak İzah edilecektir. Bir evvel-

ki kısımda tarif edilen irca edilmiş büyüklük ve faktörler izolasyon koordinasyonunun karakteristlik büyüklükleri ile direk olarak bağanabllirler.

Bir parafudrun U_n (efektif değer) söndürme geriliminin müsaade edilen max. faz arası işletme gerilimi $U_m/\sqrt{3}$ 'e oranı,

$$k_p = \frac{U_n y/Y}{U_m} = \frac{U_n > \sqrt{3} \cdot \dot{V}^n}{U_m \sqrt{3} T}$$

ile tarif edilirse, izolasyon koordinasyonunun uygun olarak yapılmasında irca edilmiş işletme frekanslı aşırı gerilime kafi olarak bağlı olan, bir faktör elde edilir. Söndürme geriliminden daha yüksek işletme frekanslı bir gerilimi parafudrun söndürememesi için

$$k_p = s k_p^* \text{ olmalıdır.}$$

Parafudrun manevra aşırı gerilimlerinde faaliyete geçme gerilimi U_{aj} , benzer tarzda aşın gerilim faktörü k_{tr} 'e bağlanabilir.

$$k_{tr}^* = \frac{U_{aj}}{U_n - \sqrt{2}}$$

Bu oranda iki tepe değer mevzuubahisdir.

k_p SI k_p^* iken parafudr seçiminde iki durum hasil olmaktadır.

a. $k_{tr} = s k_{tr}^*$: Manevra aşırı gerilimleri daima faaliyete geçme seviyesinin altında kalmaktadır. Parafudr manevra aşın gerilimlerinin meydana gelişinde hemen hemen hiç zorlanmayacaktır.

b. $k_{tr} \hat{=} k_{tr}^*$: Manevra aşın gerilimleri parafudrun faaliyete geçme seviyesini aşmaktadır. Parafudr manevra işlemlerinde faaliyete geçecek ve manevra aşırı gerilimlerinin amortismanına İştirak edecektir.

Bugün için her iki durumda mümkündür, çok yüksek gerilimli tesislerde daha ziyade ,b şıkki tercih edilmektedir.

k_p^* ve k_{tr}^* faktörlerinin çarpılması ile parafudrun, müsaade edilen maK. işletme gerilimine irca edilmiş manevra aşırı gerilimlerinde faaliyete geçme gerilimi elde edilir.

$$k_{tot}^* = k_p^* \cdot k_{tr}^*$$

(5) No. lu literatürde izah edildiği, gibi, parafudrun yatık karakteristikli olmasına, yani darbede ve manevra aşırı gerilimlerinde faaliyete geçme gerilimlerinin pratikman aynı olmasına gayret edilmektedir.

Bu faaliyete geçme seviyesi CEI TC 17'ye göre dayanım seviyesinin % 72'ine eşittir. Diğer taraftan dayanım seviyesi, 0,72 faktörünün dikkate alınması ile parafudrun faaliyete geçme se-

viyesinden belirlenebilir. Bu şekilde izolasyon koordinasyonu ve aşırı gerilim parafudrunun karakteristlik büyüklüklerinin tesbitinde, şebeke şartları ile parafudrun bilinen unsurları doğrudan doğruya mukayese edilebilir sayısal değerler haline getirilmektedir.

ŞEBEKENİN TANZİMİ VE AMORTİSMAN VASITALARI YARDIMIYLA MANEVRA AŞIRI GERİLİMLERİNİN TAHDİT EDİLMESİ :

Bir evvelki kısımda İzah edildiği gibi, manevra aşırı gerilimleri ile işletme frekanslı aşırı gerilimler arasında kat'u bir bağıntı vardır, işletme frekanslı aşın gerilimleri tahdit eden bütün tedbirler manevra aşın gerilimlerini de küçültürler. Bu tedbirler şunlardır.

— Kesicinin tesis yerinde kısa devre gücünün büyütülmesi,

— Hat üzerinde kompanzasyon bobinlerinin kullanılması,

— Seri kondansatörlerin kullanılması.

Bütün bu tedbirler reaktif akım dolayısı ile hasil olan kararlı gerilim düşümlerinin küçültülmesi veya reaktif akımın kompanzasyonu sayesinde güderler (1)

Manevra aşırı gerilimlerini tahdit eden amortisman vasıtaları olarak şunlar bahis konusudur.

— Aşın gerilim parafudru,

— Kesicilerde kompanzasyon dirençleri,

— Boşta çalışan generatorler için toprağa karşı frenleyici dirençler (Bremsviderstände)

Amortise edici bu elemanlar, manevra aşın geriliminin transiyent kısmını küçültmek için yalnız kısa süreli olarak devreye sokulurlar.

İlave tedbirler olarak tabiatıyla bir şebeke işletmesinin komplike oluşu gösterilebilir. Böylece aşırı gerilimi sınırlamanın güvenilirliği tahdit edilmiş olduğundan, ağır gerilimi sınırlamaya riayet edilmesi tavsiye edilir.

ÇOK YÜKSEK GERİLİMLİ ŞEBEKELERDE MÜSAADE EDİLEN MAX. MANEVRA AŞMI GERİLİMLERİ:

Gayri ihtiyari olarak, müsaade edilen max. manevra aşın gerilimlerinin iktisadi değerleri hangi sahada olmalı veya başka bir deyimle, belirli bir tesis için parafudrun manevra aşın gerilimlerine karşı iktisadi faaliyete geçme seviyesi ne olmalıdır, sorusu akla gelmektedir.

- (1) Yukarıda gösterilmiş olduğu gibi, şelf bobinlerinin seri tekrar kapamada kötü tesir etkilerine dikkat edilmelidir.

Bu soru, tesisin bir kaç parametresi önemli bir rol oynadığı için, genellikle kolayca cevaplandırılmaz. Bu parametreler hattın uzunluğu, hat kompanzasyonu ve amortisman vasıtasının tipidir. Bununla beraber daha öncede belirtildiği gibi, per unit (P.U.) olarak ifade edilen k_{tot}^* faaliyete geçme seviyesinin, işletme gerilimine göre kademelendirilmesi mümkündür. Düşük işletme gerilimlerinde k_{tot}^* yüksek işletme gerilimlerine nazaran daha büyük olmaktadır. Aşağıdaki tanzim düşünülebilir.

$$420 \text{ kV} : k_{tot}^* = 3,0 \text{ P.U}$$

$$525 \text{ kV} : k_{tot}^* = 2,5 \text{ P.U}$$

$$765 \text{ kV} : k_{MI} = 2,2 \text{ P.U}$$

Hat uzunluğu ve kompanzasyon ve amortisman tertibatlarına bağlı olan güçlükler göre bu sayusal değerler değişecektir.

k_{tot}^* manevra aşım gerilimlerinin hasıl olan max. değerleri uygun bir parafudrun mevcudiyeti halinde, önceki kısımlardaki osilogramların değerlendirilmesinden görüldüğü gibi, aşım gerilimlerin max. değerleri nadiren hasıl olduğu için k_{tot}^* değerini biraz aşmaktadır.

NETİCE :

Manevra aşırı gerilimleri çok yüksek gerilimli tesislerde izolasyonun, havai hattın ve keza cihazların zorlanmasına tesir etmektedir. Havai hat izolasyonunun manevra gerilimlerine mukavemeti müsaade edilen max. manevra aşım gerilimlerinin işletme gerilimi gibi aynı ölçüde yükselmesine (ki buna müsaade edilmez) imkân veren özellikler göstermektedir. Cihazların iç izolasyonu max. işletme gerilimine kadar olan manevra gerilimlerine de dayanmalıdır. Bununla beraber iktisadi esaslar bakımından lüzumlu koruma seviyesi ve dayanım seviyesi mümkün mertebe düşük tutulmalıdır.

Manevra aşırı gerilimleri bir işletme frekanslı ve birde transient kısımdan müteşekkildir. Transient kısmın genliği işletme frekanslı kısma kat'lı bir bağıntıyla bağlıdır. İşletme frekans-

lı aşırı gerilimleri tahdit eden bütün tedbirler manevra aşırı gerilimlerine de müsbet yönde tesir etmektedir. Transient kısım şebeke amortismanı ve ilâve amortisman vasıtaları ile küçültülür.

Kapama deneyi ile ilgili osilogramların değerlendirilmesi max. manevra aşırı gerilimlerinin pek az hasıl olduğunu göstermiştir. Bu yüzden, bu max. değerde faaliyete geçebilecek uygun parafudrlara cevaz vardır.

Aşırı gerilim faktörleri ve irca edilmiş aşım gerilimlere gidilmesi hakkında teklifler yapılmıştır. Benzer faktörler izolasyon koordinasyonu karakteristik büyüklükleri için teklif edilmiş olup, bu faktörler açık bir tarzda evvelkilerle mukayese edilebilmektedir.

LİTEBATÜB :

- (1) J. G. ANDERSON et al.: The Flashover Strength of Extra-High-Voltage Line and Station Insulation. CIGRE 1962, Bericht 401.
- (2) E. W. BOEHNE, G. CARRARA : Switching Surge Insulation Strength of E.H.V. Line and Station Insulation Structures. CIGRE 1964, Bericht 415.
- (3) D. E. ALEXANDER, E. W. BOEHNE : Switching Surge Insulation Level of Porcelain Insulator Strings. IEEE Transactions Pwr Appar. & Syst. Vol. 83, No. 11.
- (4) Recommandations pour la coordination de l'isolement: Publication CEI 71, 3. Aufl., Genf 1960.
- (5) E. SARBACH: Begrenzung von Schaltüberspannungen durch Ableiter und Einfluss der Netzparameter auf die Ableiterbeanspruchung. Brown Boveri Mitt. Bd. 53 (1966), Nr. 4/5, S. 291...297.
- (6) P. ALTHAMMER, R. Pettpierre : Schaltvorgänge und Schaltüberspannungen In Höchstspannungsnetzen. Brown Boveri Mitt. Bd. 51 (1964), Nr. 1/2,, S. 33...46.
- (7) L. CAHILL: La premiere transmission d'energie electrique à 735 kV: Manicouagan-Montréal. Bull. schweiz. elektrotech. Ver. Nr. 11 (1964), S. 519...528.