

Yüksek ve Çok Yüksek Gerilimli Şebekelerde İzolasyon Koordinasyonu Problemi

Yazan :
M. CHRISTOFFEL

Çeviren :
ORHAN ZEKİ DEMİRAY
Elekt. Yük. Müh.

ÖZET,

izolasyon koordinasyonunun prensibi tele bir temel bağıntı ile izah edilebilir. Bu bağıntı işletme frekanslı gerilim yükselmeleri, manevra ve darbe gerilimleri için de geçerlidir. İşletme frekanslı gerilim yükselmeleri küçültülebilirse, manevra ve darbe gerilimleri koruma seviyesinde düşürülebilir. Modern hesap makinaları geniş ve sistematik araştırmalara imkân vermektedir. Misaller söz konusu aşırı gerilim tipi için verilmiştir.

SUMMARY

it is first shown that the principles of insulation co-ordination can be represented on the basis of a single basic equation, which is valid for voltages at operational frequency, and for switching and impulse voltages. If success is achieved in reducing the magnitude of voltage increases at operational frequency, then it is possible also to reduce the protective level for switching and impulse voltages. Extensive and systematic investigations are made possible by modern computer installations. Examples are given of all three types of overvoltages which are mentioned.

Bu yazının birinci kısmında izolasyon koordinasyonu kavramının genel görünüşü açıklanmaktadır. İkinci kısımda, bir kaç sene önce uygun hallerde birkaç özel durumun araştırılmasına, şimdi ise bazı problemleri sistematik olarak incelemeye imkân veren hesap makinaları ile ilgili bir kaç örnek verilmiştir.

izolasyon koordinasyonu kavramı :

İzolasyon koordinasyonu, VDE 011/12.66'ya göre, aşırı gerilim hasarlarını mümkün mertebe önleme gayesi ile, muhtelif izolasyon ve koruma seviyelerinin karşılıklı tanzim edilmesidir. Günümüzde koordinasyon yalnız darbe gerilimlerinde dikkate alınıyor ve bir koruma seviyesi için bir darbe seviyesi seçiliyordu. Taşıma sistemlerinin gittikçe daha yüksek gerilimli (420 kV'un üstü) inşa edilmesinden dolayı manevra gerilimleri atmosferik aşırı gerilimlerden daha fazla önem kazandığından, bu seçim tarzı esas itibari ile yetersiz kalıyordu. Prensip olarak izolasyon koordinasyonu düşünülebilen bütün aşırı gerilimlere karşı müessir olmalıdır; şebeke işletmesinde aşırı gerilim hasarlarının nisbeten ender hasil olduğu gerçeği de, bu hususun pratik çözümünün geniş ölçüde gerçekleştiğini göstermektedir.

İzolasyon koordinasyonundan beklenenin gerçekten mümkün olup olmadığı aşağıda verilen eşitlikle münakaşa edilebilir.

$$U_{rat} = c_1 \cdot k_2 \cdot \epsilon \cdot U_b'$$

- Bu eşitlikte :

U_{rat} = Tesisin veya münferit işletme vasıtasının nominal gerilimi.

U_b' = Sürekli işletmede maksimum faz arası gerilim.

ϵ = Topraklama katsayısı.

"Sürekli işletmede $\epsilon = 1/\sqrt{3} = 0,58$ 'dir. ϵ 'nin daha yüksek değerleri, iradî veya gayri iradî açma-kapama olaylarında (sonucu için misal toprak kaçağı) hasil olabilen işletme frekanslı gerilim yükselmelerinde dikkate alınır. $\epsilon < 0,80$ halinde şebeke rijit topraklı kabul edilir. İt faktörü, İşletme frekanslı en büyük gerilimden daha büyük ne kadar geçici aşırı gerilim olduğunu gösterir.

C_1 faktörü, elektrikî tesislerin veya münferit işletme vasıtalarının dayanım geriliminin, nispeten en yüksek gerilime oranı olan seviye emniyetini sembolize etmektedir. İzolasyon koordinasyonunun gayesi, tabiiyle c_1 'lik bir seviye emniyeti lemlenmektedir.

Yukarıdaki eşitlik esas itibariyle iki yönden münakaşa edilebilir. c_1 , k_2 ve ϵ faktörlerinin

lesbitf ile bu eşitliğe en büyük İşletme gerilimi U'_b için tatbik edilen minimum muayene gerilimi de ithal edilmektedir. Bu husus daha ziyade yeni tesis edilen nakil şebekeleri, bilhassa çok yüksek gerilimler için bahis konusu olup, sadece ekonomik esaslar yönünden mümkün mertebe düşük muayene gerilimleri teminine çalışılmaktadır. Bu durumda yukarıdaki eşlik, izolasyon seviyesinin düşürülmesi için alınan muhtelif tedbirlerin etkililiğini de münakaşa etmeye imkân vermektedir.

Bilindiği üzere aşın gerilimler esas itibarıyla üç tipe ayrılmaktadır.

1. İşletme frekanslı aşırı gerilimler (gerilim yükselmeleri).

2. İradî ve irade dışı açma - kapama olaylarında hasıl olan geçici aşın gerilimler. (Manevra aşırı gerilimleri).

3. Atmosferik aşırı gerilimler. (Darbe gerilimleri).

Tablo (1) bu üç aşırı gerilim şekli için ϵ_1 , k_2 ve c_1 faktörlerinin anlamını izah etmektedir.

Aşın gerilimin tipi	<	K	ϵ_1
İşletme frekanslı gerilim yükselmesi		1	belirsiz
Darbe gerilimleri	Topraklama oranına ($x_0/1$) > uzun hatların kompanzasyon derecesine Beslenen şebekenin kısa devre gücüne, v.s. bağlı.	Modern parafu durlarda $\leq 1,8$	$\geq 1,3$
Manevra gerilimleri		Ekseriya 2. şebeke ve kesici parametrelerine ve parafudr korumasına bağlı.	$\geq 1,15$

Tablo . 1

Bugün için geçerli olan kaidelere göre elektrik işletme vasıtalarında, parça ve tip muayenesi olarak daha ziyade gerilim muayenelerinin iki tipi tatbik edilmektedir; alternatif gerilim muayenesi ve darbe gerilimi muayenesi. Çok yüksek nominal gerilimli işletme vasıtalarının manevra aşırı gerilimlerine karşı muayenesi münakaşa edilmekle beraber henüz kaide haline gelmemiştir. Dolayısıyla ile manevra aşırı gerilimlerine karşı yeterli bir dizaynın kontrolü da alternatif gerilim muayenesi ile yapılmaktadır. Bir bakımdan alternatif gerilim muayenesinde seviye emniyeti, tablo (1) de de açıklandığı gibi Kesinlikle tesbit* edilemez.

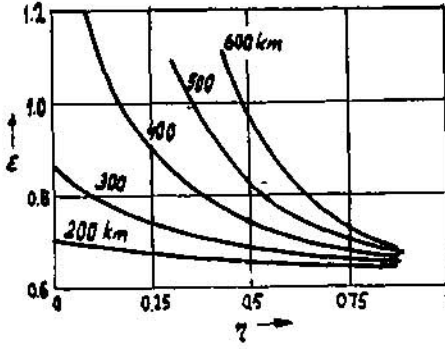
İşletme Frekanslı Gerilim Yükselmeleri

" Tablo (1) den de görüldüğü gibi, işletme frekanslı gerilim yükselmelerine sebep olan bütün

tesirler ϵ faktörü ile karakterize edilmektedir. İzole edilmiş veya toprak bobini üzerinden topraklanmış şebekelerde normal tek fazlı toprak kaçağı, arızasız fazların faz arası gerilimini yükselttiğinden ($\epsilon_1 = 1,0$) en güç durumu teşkil etmektedir. İşletme gerilimi 100 kV'un üzerinde olan şebekelerde, seviye emniyetine zarar vermeksizin izolasyon seviyesinin düşürülmesi mümkün olduğundan daha küçük bir topraklama katsayısı elde edilebilmesi çok enteresandır. Çok gözlü yüksek gerilim şebekelerinde, her şebeke noktası ve her işletme durumu için sıfır reaktans doğru reaktansın 3 katından daha küçük olduğundan, direkt topraklama şartı istenmektedir. Bu şart pek çok hallerde gerçekleşmekte, hatta topraklama katsayısı 0,7 nin altında olan şebekeler bulunmaktadır.

Asıl güçlükler çok yüksek gerilimli şebekelerde, bilhassa ilk tesisleri esnasında ortaya çıkmaktadır. Uzun nakil hatlarında ve aynı zamanda beslenen tarafın kısa devre gücünün küçük olması halinde yük atmalarda oldukça büyük iş^

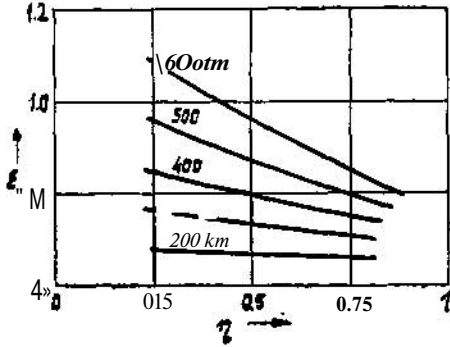
letme frekanslı gerilim yükselmeleri hasıl olabilmektedir. Şekil 1, 500 ve 750 kV.luk nakil sistemlerindeki şartlarla ilgili geniş bir araştırmanın kısmi neticesini göstermektedir. Beslenen şebeke kısa devre reaktansı ile temsil edilmiş ve hattın şarj gücü kompanzasyonu paralel şelf bobinleri ile değiştirilmiştir. Deneyde hat sonunda yük atma araştırılmıştır. Hesaplama iki kademede yapılır, önce kabul edilen yük akışından besleyen generatör gerilimi hesaplanır. Bulunan netice yük atışından sonraki, yani gerilim regülatörünün müdahalesinden önceki, kararlı gerilimlerin hesabı için kullanılır. Şekil (1) den de görüleceği üzere, topraklama katsayısını kâfi derecede küçük bir değere indirilebilmek için uzun hatlarda bir hayli büyük kompanzasyon vasıtasına ihtiyaç vardır. Ayrıca çok yüksek gerilimli



Şekil : 1 — Hat sonundan P_N natürel gücün, % 25'i atıldığına göre, kompanzasyon derecesine ve hat uzunluğuna bağlı olarak max. faz-nötr gerilimleri. Hat başındaki kısa devre gücü $0,55.P_N$

bir hattın şarj gücünün büyük bir yaklaşıklıkla 1-2 MVA/km. olduğunu da ekleyelim.

Şekil 2, aynı sistemin tek fazlı toprak kaçığındaki durumunu göstermektedir.



Şekil : 2 — Tek fazlı toprak kaçığında, hat sonundan tP_N natürel gücünün % 100'ü atıldığına göre, kompanzasyon derecesine ve hat uzunluğuna bağlı olarak, bütün fazların toprağa karşı max. gerilimleri. Hat başındaki kısa devre gücü . $2,2 P_N$

Bu deney esnasında, arızanın hasıl olmasından önce büyük bir nakil gücü ve beslenen şebekenin büyük bir kısa devre gücü alınmıştır. Zira bu şartlar durumu kritik kılmaktadır. Bu durumda paralel şelf bobinlerinin, arızasız fazlardaki kararlı gerilimlerin düşürülmesi üzerine tesiri pek az olmakla beraber daima hissedilir derecededir.

Burada, düşük bir topraklama katsayısının yalnız işletme frekanslı gerilim yükselmelerinden dolayı büyük bir önem taşıdığı kesinlikle anlaşılmaktadır. Mümkün olan manevra ve darbe gerilimleri de bu topraklama katsayısı ile direkt olarak doğru orantılıdır. Zira manevra gerilimleri bir kararlı ve birde geçici kısımdan teşek-

kül etmektedir. Darbe gerilimlerinde ise, düşük bir söndürme gerilimi ile düşük bir koruma seviyesine de erişileceğinden aşırı gerilim parafudrunun söndürme gerilimi topraklama katsayısı ile orantılı olarak seçilmektedir.

Bu duruma göre şu soru akla gelebilir : Gerilim yükselmelerine karşı seviye emniyetinin büyüklüğü ne olmalıdır? Bugünkü alternatif gerilim muayeneleri 1 dakikalık süre içinde yapılmakta ve büyüklüğü direkt topraklanmış şebekelerde bile mak. faz arası gerilimin iki katı olarak alınmaktadır. Alternatif akım muayenesine, gerilim yükselmelerine karşı dayanımın tetkiki olarak bakılırsa, seviye emniyetinin, işletme esasları bakımından gerekli olan değerden daha büyük, yaklaşık olarak 2 den daha büyük olduğu neticesine varılır. Bu sebeble, çok yüksek gerilimler için, manevra gerilimi muayenelerinin yapılışında alternatif muayene gerilimleri yüksekliğinin bir hayli düşürülmesi hususu ciddiyele tetkik edilmelidir.

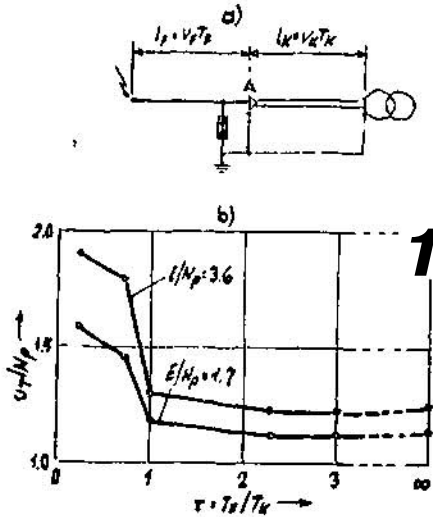
Atmosferik Aşırı Gerilimler (Dajbe Gerilimleri) :

Havai hat şebekelerinde hasıl olan atmosferik aşırı gerilimler şebekenin taşıma gerilimi ile direkt bağıntılı olmayıp, havai hattın izolasyon dayanımına bağlı olarak sınırlandırılırlar. Aşırı gerilim parafudru kullanılması halinde, parafudrun tesis yerinde hasıl olan darbe gerilimleri $K_{z,1} U'_b$ değerlerinde sınırlandırılır; k_j parafudrun İcra edilmiş koruma seviyesi olup, koruma değeri için birim teşkil eder.

Darbe geriliminde esas itibariyle zamana göre seri olarak değışen bir gerilim akışı bahis konusudur. Dolayısı ile mevzii olarak çok seri değışen bir gerilim değışimi de denebilir. Bu bakımdan aşırı gerilim parafudrunun tesis yeri büyük bir önem kazanmakta; parafudru korunan işletme vasıtasının ne kadar yakınına tesis edilirse, işletme vasıtasında, parafudrun sınırlama gerilimine (koruma seviyesi) nazaran o kadar küçük bir gerilim yükselmesi hasıl olmaktadır.

Bir aşırı gerilim parafudrunun koruma aralığı tabir edilen bu aralık hakkındaki kanaatimiz şöyledir; parafudrun koruma aralığı içinde kalan objeler korunmakta, bu saha dışında kalan objelerde ise koruma emniyetli olmamaktadır. Bununla beraber koruma aralığının tarifi bu kadar basit olmayıp, yürüyen dalga şeklinde seyreden aşırı gerilimin büyüklüğü ve şeklide tesirli olmaktadır. Aşağıda, sayısal hesap makinası yardımıyla son senelerde yapılmış olan iki sistematik araştırma hakkında bilgi verilecektir. Tatbik edilen hesap metodu sayısal hesap makinaları için uygun bir şekil olan ve literatürde açıklandığından burada detaylı bilgi verilmeyecek olan Bergeron metodudur.

Şekil 3, direkt kablo girişli transformatörün, havai hatta yıldırım isabetinde aşırı gerilime karşı korunması ile ilgili bir araştırmanın toplu neticelerini göstermektedir. Bu araştırma 110 kV. luk Alman şebekesinin şartları dikkate alınarak yapılmıştır. Bununla beraber neticeler geneldir. Direkt kablo girişinden dolayı parafudr transformatörün yakınına değil yüksek gerilim



Şekil : 3 — Direkt kablo girişli bir transformatörde havai hatta yıldırım isabetinde max. gerilimler. Neticeler bir dijital hesap makinası ile yapılan hesaplamadan alınmıştır, a) Prensip teması, b) gerilimler

$\tau = T_p / T_k$ seyir süresi oranı,

$U_T =$ Transformatördeki max. gerilim.

$N_p =$ Parafudrun koruma seviyesi,

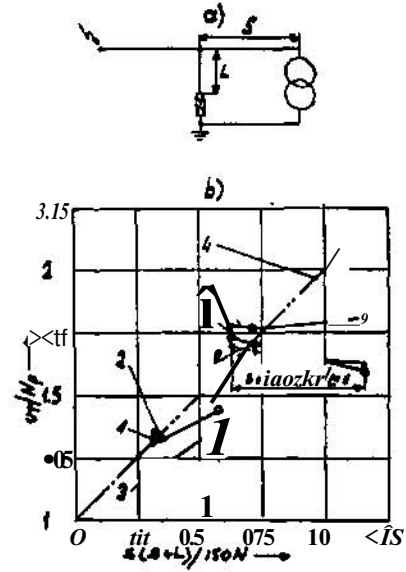
$E =$ Darbe geriliminin tepe değeri.

kablosu sonuna monte edilebilmiştir. Parafudr matematiki olarak koruma seviyesine eşit sabit bir faaliyete geçme gerilimini ve artık gerilim Karakteristiği ile temsil edilmiştir. Absise seyir süresi oranı, yani yürüyen dalganın kablo başlığı ile atlama yeri arasında kalan kava hat üzerindeki seyir süresinin kablo içindeki seyir süresine oranı, taşınmıştır. Küçük seyir süresi oranı yakındaki bir atlamayı ve/veya uzun kabloyu, büyük seyir süresi oranı ise uzaktaki bir atlamayı ve/veya kısa kabloyu karakterize etmektedir. Ordinata ise, transformatördeki maksimum gerilimin aşın gerilim parafudrunu koruma seviyesine oranı taşınmıştır. Şekil 3'de, l'den küçük bir seyir süresi oranı ile karakterize edilen kritik bir kısa-atlama bölgesinin mevcut olduğu derhal anlaşılmaktadır, l'den büyük bir seyir süresi oranı için transformatördeki maksimum gerilim, koruma seviyesinden % 20 - 30 dan daha fazla olmamasına rağmen, bu kritik bölgede direkt yıldırım isabeti olması ha-

nde transformatörde koruma seviyesine nazaran oldukça önemli gerilim yükselmeleri hesaplanmaktadır. Her iki eğri yürüyen dalganın muhtelif büyüklükteki genlikleri için geçerlidir.

Şekil 4, 110 kV. luk Alman şebekesinin şartları dikkate alınarak yapılan ve şimdiye kadar açıklanmayan araştırmanın kısmi neticelerini vermektedir

Şekil 4 a'da araştırma tertibi gösterilmiştir. Havai hat üzerinde seyreden dalga dik bir cephe ve yatık bir sırtla sembolize edilmiştir. Hatın sonunda bir transformatör bulunmaktadır.



Şekü . 4 — Lineer cepheli ve yatay sırtlı bir dalganın hasil olması halinde bir transformatördeki max. gerilimler. Neticeler bir sayısal hesap makinası ile yapılan hesaplamalardan alınmıştır, a) Prensip teması, b) Faaliyet geçme karakteristiği

$U_T =$ Transformatördeki max. gerilim,

$N_p =$ Parafudrun koruma seviyesi,

$E = 2,41 N_f$ dalganın genliği,

s dalganın dikliği; S, L Hat uzunlukları; 1, 2, 3, parafudrun muhtelif faaliyete geçme karakteristikleri; 4 amprtk bir formüle tekabül eden doğru.

Parafudr L uzunluğunda bir irtibat iletkeni üzerinden bağlanmıştır. Araştırmada aşağıdaki parametreler değiştirilmiştir: Seyreden dalganın dikliği ve genliği, S ve L uzunlukları. Parafudr, faaliyete geçme durumu için üç muhtelif şarta tekabül edecek olan artık gerilim karakteristiği ile temsil edilmiştir. 1 no.lu eğri seyreden dalganın dikliğine bağlı olmayan sabit bir faaliyete geçme gerilimini şart koşmaktadır. 2 ve 3 no.lu eğrilerde programlanmış faaliyete geçme karakteristiği ile çalışılmış olup faaliyete geçme gerilimi seyreden dalganın artan dikliği ile büyümektedir. Şekil 4, koruma seviyesinin 2,41 katına tekabül eden, yürüyen dalganın 900 kV. luk

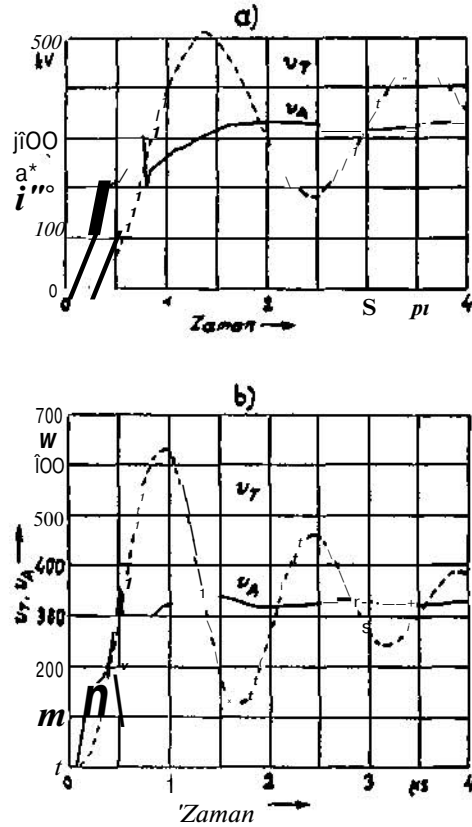
bir genliğe sahip olması halindeki neticeleri göstermektedir. Neticeleri bir dereceye kadar sarıh olarak gösterebilmek için birbirinden bağımsız olarak değiştirilen, S dikliği ve S ve L hat parçaları uzunlukları parametrelerinin tek bir değişimleri verilmiştir.

Bilinen bir amprik formüle göre transformatordeki en yüksek gerilim yükselmesi; s dikliği ile, korunan, obje ile parafudr arasındaki mesafenin çarpımının ışık hızının yansına bölünmesi ile elde edilir. Buna göre absis ölçeği olarak koruma seviyesine irca edilmiş, gerilim yükselmesi alınabilir. Bu taktirds ordinatta transformatordeki koruma seviyesine irca edilmiş en yüksek gerilim elde edilir. Bahis konusu ampr* formül tam geçerli olsaydı 1 no. lu eğrinin bütün noktaları absis ve ordinat eksenleri arasında İşaretlenmiş olan aç. ortay üzerinde olacaktı. Seyreden dalganın dikliğinin, korunan obje ile parafudr arasındaki mesafeden daha büyük bir tesire sahip olduğu görülmekte ve İbu husus hesaplanan eğrilerin gayri sabitliğinde ifade bulmaktadır. Diğer taraftan bahis konusu formülün neticeleri, büyüklük ve tamlık bakımından doğru olarak verdiği anlaşılmalıdır. Yani yürüyen dalganın dikliği hakkında kaba bir kabul yapılabileceği zikredilebilir. Zira büyük bir hassasiyet elde etmenin bir manası olmamaktadır. Şekil 5, birincisi küçük diklik, büyük aralık, ikincisi büyük diklik, küçük aralık için hesaplanan iki gerilim eğrisini göstermektedir. Hesaplanan en yüksek gerilimlerin transformatorde sadece birkaç saniye kaldığı anlaşılmalıdır.

Şimdi kısaca darbe gerilimleri bakımından izolasyon koordinasyonu temel eşitliğinin tatbi katına dönelim, önceden zikredildiği gibi, parafudrun söndürme gerilimi en az $e \cdot U_b$ çarpımına eşit seçilmelidir. k_s faktörü aşın gerilim parafudrunun İrca edilmiş koruma seviyesine eşittir. Modern yüksek gerilim parafudrunun en fazla 1,8 değerine erişilmektedir. Daha önce verilen misallerden anlaşılacağı gibi, parafudrun biraz öteye yerleştirilen objeyi de koruması istenirse, seviye emniyeti nisbeten büyük seçilmelidir. Bu sebeple daha önce verilen 3,3 değeri ortalama değer olarak mütalâa edilir. Muhtemel gerilim yükselmeleri şüphesiz çok kısa süreli olaylar olup korunan objenin böyle kısa süreli zorlanmalara karşı mukavemeti de norm dalgadakine nazaran daha yüksektir.

Manevra Gerilimleri :

Manevra olaylarında hasıl olan aşırı gerilimler son yıllarda önem kazanmıştır. Bu duruinv çok yüksek gerilimlerde oldukça düşük izolasyon seviyesi kullanılma gayreti İle izah edilebilir. Bu arada, önceki yıllarda tehlikeli kabul edilen İki aşırı gerilim tipide bugün önemini



Şekil: 5 — Şekil 4 a. daki şemaya göre hesaplanmış aşırı gerilim olayları misalleri

a) $s = 500 \text{ kV}/\mu\text{S}$, $L = 5 \text{ m.}$, $S = 60 \text{ m.}$

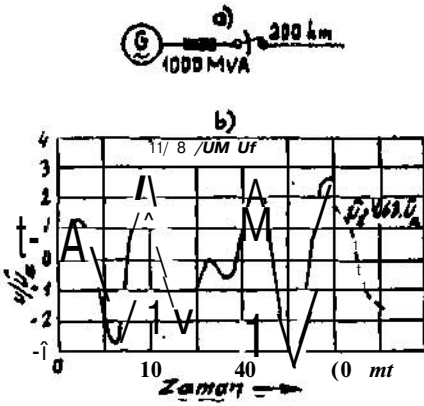
b) $s = 1000 \text{ kV}/\mu\text{S}$, $L = 20 \text{ m.}$, $S = 15 \text{ m}$

V_A = Parafudrdaki gerilim.

V_T = Transformatordeki gerilim.

kaybetmiştir. Birincisi küçük endüktif akımların açılıp - kapanmalannındaki muhtemel aşırı gerilimler, bilhassa boşa çalışan bir transformatorün servis harici edilmesinde hasıl olan aşırı gerilimlerdir. Yeni araştırmalar soğuk haddelenmiş saçtan mamul demir çekirdekli ve (delikli darbe yuvalı) modern transformatorlerin mıknatıslanma akımı kesilirken çok az İbir enerjisi olduğundan tehlikeli aşırı gerilimler doğurmadığını göstermektedir. İkinci olarak, modem kesicilerin boşa çalışan uzun hatları bile geri alevlenme (tekrardan tutuşma) olmaksızın kesilebilmeleri İart koşulduğundan, tehlikeli aşırı gerilimlerin bu muhtemel kaynağı da bugün için önemini kaybetmiştir. Bunlara karşılık uzun hatların servise sokulmasında hasıl olan aşırı gerilimler önem kazanmıştır.

Şekil 6 a. da uzun hatların servise alınmasına İHVİİ muayene tertibi verilmiştir. Düşük kısa devre güçlü bir besleme kaynağı 200 km. uzunluğunda kompanse edilmemiş bir yüksek



Şekil 6 : a) — 200 km. uzunluğundaki bir yüksek gerilim hattının kapatılmasında hesaplanan u geriliminin seyri. (Beslenen şebekenin kısa devre gücü 1000 MVA).

u_0 sürücü gerilimin genliği,

il, dengelenme olayı (geçici rejim) sona erdikten sonraki stasyoner gerilimin genliği.

gerilim hattını beslemektedir. Şekil 6 b, sürücü gerilim tam max. da iken kapatılma esnasında hat başında hesaplanan gerilimin seyrini göstermektedir. Titreşim olayı işletme frekansının bir kaç katı mertebesinde bir frekansla hasıl olmakta ve büyüklüğü beslenen şebekenin kısa devre endüktivitesi ve hat kapasitesi ile belirtilmektedir. Bu araştırmada da sayısal hesap makinası için tādil edilmiş Bergeron metodu kullanılmıştır.

Şekil 6 b'nin sağında geçici rejimin sona ermesinden sonraki stasyoner gerilim şekli gösterilmiştir. Buradan açıkça görülüyor ki, sürücü

gerilimin tepe değerine irca edilmiş aşırı gerilim faktörü, biri transient (geçici), diğeri stasyoner (kararlı) bileşen olan iki elemandan müteşekkildir. -Stasyoner bileşenin mümkün avertebe küçük tutulmasının önemi dolayısı ile stasyoner aşırı gerilimler üzerinde daha fazla durulmuştur. Tetkik edilen misalde transient gerilim, kapanmadan sonraki stasyoner gerilimden 1.95 faktörü kadar daha büyüktür. Bu değer tipik olup, faktörler nadiren 2'den büyük olmakta, en yüksek değere zıt polarite ile yüklenmiş bir hattın kapatılmasında erişilmektedir.

Sonuç :

İzolasyon koordinasyonu problemleri ile ilgili sistematik araştırmaların modern hesaplama tesisleri ile yapılmasının mümkün olduğu anlaşılmıştır. Dijital hesap makinaları ile yapılan misallere bağlı kalınmayıp, belirli araştırmalarda bir analog hesaplayıcı ve bilhassa bir şebeke modeli ile neticeler pratik olarak tahkik edilmiştir. Bununla beraber katıyette söylenebilir ki planlama mühendisinin, her iki önemli görevi, yeterli hesaplama tesislerinden beklenemez, yani birinci olarak araştırma için mantıken ya muhafazakâr (konservatif) veya iyimser şartların seçimi ve ikinci olarak araştırma neticelerinin dikkatli değerlendirilmesi ve bunlardan çıkarılan neticeler.

REFERANSLAR :

1. VDE 0111/12.66.

Bu yazı ETZ Dergisinin 27.5.1966 tarihli sayısından çevrilmiştir.

İSİMTAŞ
Seri İmalât Sanayii


SİNYAL
Per. Sat. Fi.
125 kr.



P.K. 696 Karaköy-ist.

İSİMTAŞ
Seri İmalât Sanayii

DDZ BORN KLEMENS
Per Sat. Fi.
295 kr.



P.K. 696 Karaköy-ist.