

gi bir fazın gerilimi, o anda devreye tatbik edilmekte olan gerilime eşit olduğu an, o faza ait kontak kapanır. Yük altında bulunan kontakların kafiyen açılmaması şarttır. Bundan dolayı meselâ Ka açılmadan evvel Kb kapanmalıdır. Ka ve Kb kontaklarının kapalı bulunması anında, Wa ile Wb fazları arasında ik gibi bir kısa devre akımı akar. Bu akım ise, Ka kontağı üzerinden akan I yük akımına zıt yöndedir. Bu kısa devre akımının şiddeti; hem Wa ile Wb fazları arasındaki gerilim farkına, nemde kısa devre yolu üzerindeki La kaçak endüktanslarına bağlıdır. Bu esnada kısa devre akımı ile sıfıra münce olur ve bunun neticesi olarak, kontak teorik olarak açılabilir duruma gelir.

Komreaktörler; çok küçük akımlarda işbaa haline gelen ve histerezis eğrisi hemen hemen dikdörtgen şeklinde olan bir demir çekirdeği havıdır. Bundan dolayı normal olarak akan I akımına karşı bir mani teşkil etmezler. Fakat akımın sıfırdan geçmesi anın-

da endüktanslan ianiden çok yüksek değer alır ve bundan ötürü, miknatisiyetleri yön değiştirinceye kadar, akımın çok küçük bir değerde bir müddet için sabit kalmasını mümkün kılar. Bu küçük akım basamağında kontakların açılması artık pratik bakımdan mümkün olur. Kontaklara paralel bağlı devrede bulunan özel tüpler, açılma ameliyesinden sonra kalan küçük akımları üzerlerine alırlar.

Yüke tatbik edilen gerilim, transformtörün nötr noktası (negatif kutup) ile pozitif konumda bulunan faz arasındaki potansiyel farkıdır iki fazın pozitif uca aynı anda bağlı oldukları durumda, yüke tatbik edilen doğru genlim, her iki fazın nötr noktasına göre haiz oldukları potansiyellerin vektörel toplamıdır.

Pratikte bu tip redresörlerle üç fazlı bağlama yerine altı fazlı bağlama kullanılmaktadır.

1958 C. 1.0. R. E. TOPLANTISI

Necati TÜRKERİ
Y Müh - San Vek

Beynelmül C. I. G. R. E. Konferansının 17 nci toplantısı Haziran ayı içerisinde Paris'te yapıldı. Böylece muhtelif memleketlerin bilhassa enterkonnekte şebekelerle ilgili çeşitli mevzulardaki ihtisas sahibi elemanları bir araya gelerek kaydedilen son teknik gelişmelerin ışığı altında birçok meseleleri tahlil ve müzakere etmek fırsatını buldular. Bu suretle muhtelif ve farklı görüşler, kazanılan yeni tecrübeler, akademik bir tartışma zemini içerisinde birbirleriyle çarpıştı ve neticede en iyi hal tarzını tefrik etmek ve bunlardan istifade etmek imkân dahiline girdi.

Fransız Sanayi Vekilinin başkanlığında açılan toplantıya dünyanın muhtelif yerlerinden gelen 1800 delege ve bu arada memleketimizde İ. T. Ü., Sanayi Vekâleti Enerji Dairesi Reisliği, Etibank ve E. I. E. İdaresi mümessilleri iştirak etmiş bulunuyordu.

Konferansta müzakere edilen raporları mevzulan itibarile aşağıdaki dört grupta toplamak mümkündür.

1. Elektrik enerjisinin istihsalı, transformasyonu ve içerisinde elektrik cereyanı geçen bir devrenin açılması,
2. Enerji nakil hatlarının ve yeraltı kablolarının; konstrüksiyonu, izolasyonu ve bakım ile ilgili hususlar,
3. Yüksek gerilimli elektrik şebekelerinin işletilmesi korunması ve enterkonneksiyonu,

4. Çok yüksek voltajlarla enerji nakli,

Fransız Sanayi Vekilinin kısa kitabesinden sonra ilk sözü alan Mosyo Ailbert Avrupanın 380 kV. luk şebekeleri mevzuunda umumî mahiyette bir konuşma yaptı.

Diğer hususlara geçmeden evvel bilhassa şu noktayı memnuniyetle kaydetmek istenir; CIGRE nin bu devresinde memleketimizden de iki rapor verilmiş bulunuyordu. Kıymetli hocamız Ord. Profesör sayın Cabir Sepen tarafından hazırlanan birinci tezde; seri ikaz arttırılmasının senkron makinaların performanslarına ne gibi bir tesir icra edeceği mevzuu ele alınmış ve alâka ile karşılanan bu raporda mühim iki netice istihsal edilmiştir. Birinci netice; ilk 0,20 s. lık müddette dinamik stabilitede herhangi bir değişiklik olmayacağı hususudur. Bu duruma göre; umumiyetle Y. G. Şebekelerinde kullanılan disjunkturlerin açma müddetleri 0,20 s. den daha küçük olduğundan fazla ikaz müessir bir fayda sağlamıyacaktır. İkinci sonuç ise daha ziyade arıza müddetinin 0,5 s. yi tecavüz etmesi ile ilgilidir ve bu taktirde sağlanan fayda etraflı bir şekilde mezkûr raporda incelenmiştir.

Bir Alman Profesörü ile İ. T. Ü. Doçentlerinden Y. Müh. Muzaffer özkaya tarafından müştereken hazırlanan ikinci rapor ise yüksek gerilim ölçme tekniğine ilgilidir. Mev-

zuyu itibarile çok karakteristiğinin çıkarılmasında kullanılan muhtelif metodlardaki ölçü devrelerinde yapılan hata nisbetlerinin tâyin ve tespitini inceleyen mezkûr rapor bilhassa bu sahanın ilk orijinal eserlerinden biri olması dolayısıyla ayrı bir önem taşımaktadır.

Toplantıda görüşülen bütün mevzuları böyle bir yazının dar çerçevesinde hülâsa etmek pek mümkün olamayacağından şimdiki halde sadece çok yüksek voltajlarla Enerji Nakli konusunu ele alacağız.

Celseye riyaset eden Mr. Philip Sporn sadece bir gün devam edecek olan bu müzakereler için hususî olarak Amerikadan uçakla gelmişti. Raportörlük vazifesi ise sık sık ismini işittiğimiz Mosyo François Cahen'in uhdesine verilmiş bulunuyordu. Mr. Sporn kısaca «Yük taleplerinin her on senede bir, iki misli arttığını ve satürasyon noktasına gelindiğine dair herhangi bir müşahede mevcut olmadığını ifade ettikten sonra bu hususun sistem mühendislerini teşvik edici bir karakteri olduğunu belirtti ve nihayet 'yükler ve talepler bizim tahmin ettiğimizden çok daha fazla olacaktır.» dedi. Diğer taraftan 9 numaralı çalışma grubu adına verilen raporunda halen işler halde bulunan çok yüksek voltajlı sistemlerin hususiyetlerini tebarüz ettirdi. Bu raporda verilen malûmata göre; Fransa bir müddettenberi çift devre 225 kV. la çalışan sistemini tek devre 380 kV. ta tahvil etmiş ve 1957 sonlarında işletmeye koymuştur. Diğer taraftan ceman 1247 Km. uzunluğundaki muhtelif enerji nakil hattı da istikbalde 400 kV. ta tahvil edilmek üzere programa alınmış bulunmaktadır. İsveçe gelince 1956 senesinde yeni bir 400 kV. luk hat daha sisteme ithal edilmiş ve bu suretle 400 kV. la işletilen hatların toplamı uzunluğu 3070 km. yi bulmuştur

Batı Almanya'da ise ilk 380 kV. luk hat 1957 senesinde servise girmiş olup bu hatta beher faz dört nakilden müteşekkil bulunmaktadır ve toplam uzunluk 338 km. dir.

Rusya'da halihazır vaziyette 1705 km. uzunluğunda 400 kV. luk hat işler haldedir ve bu voltajdaki ilk hat 1956 senesinde servise konmuştur. Diğer taraftan 3220 km. uzunluğunda 400 kV. luk hat da inşa halindedir. Ayrıca mevcut 400 kV. luk hatlardan bir kısmının 500 kV. ta tahvili mevzundaki çalışmalar bir hayli ilerlemiş ve 600 kV, 750 kV. luk hatlarda proje safhasına girmiştir.

İngilterede ise halen en yüksek voltaj 275 kV. tur ve bu voltajdaki hatların toplam uzunluğu 967 km. yi bulmaktadır.

Amerika ve Kanada da daha ziyade 345 kV. revaç bulmuştur. Amerikada 2446 km. ve Kanadada 500 km. toplam uzunlukta 345 kV. luk hat vardır. Azami işletme voltajı 360 kV. olarak tespit edilmiştir.

Finlandiya'da ise 380 kV. a göre inşa ve tesis edilen ve halen 220 kV la çalışan 386 km. uzunluğunda hat vardır.

Japonyaya gelince; voltaj olarak 275 kV. seçilmiştir ve bu hatların toplam uzunluğu 563 km. dir.

330 kV. ise sadece Avustralyada tatbik sahası bulmuştur.

Raportör münakaşaları üç kısımda topladı:

1. Çok yüksek voltajlı sistemlerin gelişmesi/
2. Sürtansiyonlar,
3. Radyo parazitleri ve korona kayıpları.

1 — ÇOK YÜKSEK VOLTAJLI SİSTEMLERİN GELİŞMESİ :

Atom Santrallannın gittikçe tekâmül etmesinin bir neticesi olarak acaba enerji nakli bahsi daha mahdut bir sahaya mı inhisar edecektir? işte bu sorunun cevabı bu gurub raporlarının müzakeresile verilmiş oldu. Filhakika P. W. Cash ve A. Charlton tarafından verilen bir raporda; İngiltere'de son senelerin mevzuu haline gelmiş bulunan atom santrallannın geniş bir tatbikat sahası bulmuş olmasına rağmen 275 kV. luk sistemin her zamankinden daha büyük bir sür'atle gelişmekte olduğu ve bu halin devam edeceği ifade edilmiştir. Diğer taraftan bir İsveç raporunda da Cenubî İsveç'te kurulmakta olan Atom Santrallannın 400 kV. luk sistemin gelişmesine herhangi bir tesir icra edemeyeceği ayrıca tebarüz ettirilmiştir.

Bütün bunlara sebep olarak bazı şartlar dolayısıyla Atom Santrallannın yük merkezlerinden bir miktar uzağa tesis edilmelerinin icap etmeleri ayrıca ekonomik mülâhazalar dolayısıyla de yük faktörü ve kapasitelerinin çok yüksek olması mecburiyeti gösterilebilir.

Böylece şu gerçek bir kerre daha an'aşımıştır ki; istikbâldeki enerji istihsalinin sıklet merkezini Atom Santrallan da teşkil etse uzak mesafelere büyük çaptaki enerjinin nakli mevzuu hayatîyetini her zamanki gibi muhafaza edecektir.

Sistemlerin gelişmeleriyle ilgili ikinci bir mühim konuda; mevcut enterkonnekte şebekelerin daha- yüksek bir voltajda işletilip işletilememesi hususudur. Tahmin edilebileceği gibi bu mevzuda sadece İsveç ve Rus Mühendisleri birer rapor vermiş bulunuyorlardı. Her iki raporda da; mevcut 400 kV. luk sis-

temlerin (kendi memleketlerindeki) izolasyon seviyesini değiştirmeksizin 500 kv. la işletilebileceği neticesine varılmıştır.

Yine bu cümleden olmak üzere; 10 sene evvel tesis ve inşa edilen 225 kv. luk çift devreli Fransız yüksek gerilim şebekesinin bir kısmınının 380 kv. a ve Kanada'daki 115 kv. luk ağaç direkli bir hattın sadece izolatör ilâvesiyle 225 kv. a tahvil edildiği belirtilmiştir.

Hususî önem taşıyan mevzulardan biride bilhassa mesafenin çok uzak olması halidir. Bu konuyada yine sadece İsveç ve Rus mühendisleri temas ettiler, iöveç sisteminde; ortalama mesafenin 600 - 800 km, Rusyanın Avrupa bölümünde 800 - 1000 km, Asya bölümünde ise 1500 - 2500 km. olduğu beyan edildi. Bu duruma göre Sibiryada taşıma mesafelerinin takriben 50c/slık bir dalğanın 1/4 ü olduğu anlaşılıyordu. Pek tabii olarak bu tıp problemlerde, stabilite, volta] regüiâsyonu, sürtansiyonlar ve seçilmesi gereken istetme voltajı mühim rol oynamaktadır.

a) StablUte ve Regülâsyon : Bir fazla müteaddit nakil kullanmak suretiyle «Surge empedans» ehemmiyetli bir miktarda azaltılabilmekle beraber hattm fazla yüklü olduğu hallerde ayrıca seri kompanzasyona gidilmesi zarureti hasil olmaktadır. 1/4 dalga uzunluğuna müsavî mesafelerde seri kapasitelerle beraber paralel bağlı indüksiyon bobinlerine de lüzum hasil olmaktadır. Bilhassa ayrı güzergâhlarda tek devreli trifaze sistemlerin tatbik edildiği hallerde dinamik stabiliteden ziyade statik stabilite mühim rol oynamaktadır.

Bu gibi hallerde; çok fazlı kısa devre arıza ihtimalinin azlığı dolayısıyla sadece tek faz - toprak arıza halinin plânlamada esas alınması makul bir kabul olur. Hattâ rezidü akımı bertaraf edici tedbirler almak şartile tek fazlı - kapama sisteminin tatbiki cihetine bile gidilebilir.

b> Sürtansiyonlar: Muhtelif sebepler dolayısıyla husule gelen sürtansiyonlar hat uzunluğuna muvazi olarak artmakta ve bilhassa mesafenin 500 km. yi tecavüz etmesi halinde sür'atle yükselmektedir. Bu hal ise daha yüksek seviyedeki bir izolâsyonun tatbikini icap ettireceğinden hat ve malzeme masraflarının büyük miktarda artmasını muhip olacaktır.

Masrafları bir miktar azaltabilmek bakımından; 500 km. yi tecavüz etmemek üzere toplam uzunluğu kısımlara ayırmak ve her

kısmin sonuna seksiyoner ve reaktör ilâvesi tavsiye edilebilir.

c) Voltaj seçimi: İsveç'te yapılan etüdlere; oradaki şartlar için en ekonomik voltajın 650 kv. olduğunu göstermiştir. Mamafih kazanılacak avantajın pek cüz'î olması dolayısıyla 400 kv un kullanılmasına devam edilmektedir. İstikbalde muayyen bazı noktalarda oto-transformatör kul'anmak suretiyle 500 kv. a gidilecektir.

Rusya'nın Avrupa kısmında ise 1960 senesine kadar bütün 400 kv. luk sistemin 500 kv. a tahvili kararlaştırılmış bulunmaktadır. Şibiry'a'da ise 600/660 kv. luk sistemin tatbiki düşünölmektedir.

2 — SÜRTANSİYONLAR :

Sisteme tatbiki gereken izolâsyon seviyesininin tâyininde sürtansiyonlar müessir rol öyruyacağından bu bahis de son derece önemlidir. Filhakika çok yüksek gerilimlerde atmosferik şarjlardan husule gelecek voltaj yükselmeleri nadirdir ve esasen bunların tesirleri otomatik kapama ile telâfi edilebilir. Transformatörler ise son zamanlarda oldukça geliştirilmiş bulunan parafudrlar vasıtasile ko" aylıkla korunabilmektedir. Son zamanlarda bilhassa Kubiçef - Moskova hattında yapılan tecrübelerden anlaşılımıştır ki; sürtansiyon sektörü olarak emniyetle 2,5 katsayısı kullanılabilir. Bundan şu netice çıkmaktadır ki, müstakbel 400 kv. luk hatların izolâsyon seviyesini bugünkünden daha az tutmak mümkündür veya halen serviste bulunan bu nevi hatlara daha yüksek bir gerilim tatbik edilebilir. İşte bu sebepten dolayı Rusyada 400 kv. luk hatların 500 kv. la işletilmesi kararlaştırılmış ve tatbikatına da geçilmiştir. Pek tabii olarak bu arada teçhizatın değiştirilmesi icapedecek ve fakat bugün olduğu gibi yeni konacak malzemenin 1500 kv. luk darbe gerilimine tahammülü bahiskonusu olmayacaktır.

İsveçte yapılan seri haldeki bir etüd neticesinde; hat uzunluğu seri kondansatörler, empedans, disjonktör karakteristikleri v.s. gibi faktörlerin sürtansiyondaki tesirleri tespit edilmiş ve aşağıdaki neticelere varılmıştır:

a) Sürtansiyonlar hattın ortasına nisbetle daha ziyade başlangıç ve nihayette daha şiddetli olmaktadır. Dolayısıyla hattın uç kısımlarını ortaya nisbetle daha fazla izole etmek icabetmektedir.

b) Sistemin empedansının azalması gayet müsait bir tesir icra etmektedir.

İsveç şartlarında 400 kV. ta; hat için 1300 kV. teçhizat için 1422 kV. kifayet etmektedir.

3 — KORONA KAYIPLARI:

Bir fazda müteaddit nakil kullanmak suretiyle bu mesele tatminkâr bir şekilde halledilmiş bulunmaktadır. Alman mühendisleri tarafından verilen bir raporda; beher fazı 4 nakilden müteşekkil 380 kV. luk kendi sistemlerinde yapılan tecrübelerden üç faz için senelik kayıp olarak 1,5 kW/Km. değerinin tesbit edildiği ifade edilmiştir ki; bu miktar jul kayıplarının takriben % 2 si kadardır. Kuru havada ise bu miktar 0,6 kW/Km. ye kadar düşmektedir.

İsveç sisteminde ise bu değer yağ havada 3,5 kW/Km. kuru havada 0,6 kW/Km. dir. Ruslar tarafından verilen raporda zikredildiğine göre kesit tâyininde korona kayıpları müessir rol oynamıştır.

Radyo parazitleri : Meskûn yerlerin civarından geçen hatların hesabında radyo parazitleri mühim rol oynamaktadır. Almanlar verdikleri bir raporda kendi sistemlerinde radyo parazitlerinin 1000 kHzde 180 mikrovolt/m. ye kadar düşürüldüğünü belirtmişlerdir.

Amerikalılar tarafından verilen bir rapordada rakımın radyo parazitlerine olan tesiri incelenmiştir. Mezkûr raporda; 3000 metreyi müteceviz bir yükseklikte bulunan Rocky dağlarındaki Leadville mevkiine inşa edilen ;

1 X 42 mm, çaplı, 2 X 23,4 mm. çaplı, 4 X 35,5 mm. çaplı tecrübe hatlarında yapılan ölçüler, 200 metre yüksekliğindeki Tidd tecrübe istasyonunda evvelce yapılan tecrübe neticeleriyle mukayese edilmiş ve Petersen kanununa uygun olduğu görülmüştür.

Diğer taraftan Almanya ve İsviçrede sırasüe 2095 metre ve 260 metre yüksekliklerde yapılan tecrübelerde; aşağıdaki neticeleri vermiştir:

1 — Aynı voltajda ve kuru havada parazit spektrası 6 dB e kadar, yükselmektedir
0,33

(Beher metreye $\frac{0,33}{100}$ dB. tekabül etmektedir.)

2 — Herhangi bir noktada ve kuru havada beher 10 kV. voltaj artışına mukabil bozucu olan 1,25 dB artmaktadır.

3 — Yağmurda bozucu alan en fazla 15 dB. le kadar yükselmektedir.

Yazımıza son verirken ayrıca şu hususda işaret etmek isterizki, CIGRE toplantılarında bir hususiyetide umumi müzakere dışındaki cereyan eden hususî sohbetlerdir. Filhakika bu sohbetlerde muhtelif memleketlere mensup mümessillerin teşkil ettiği küçük gurublafda çok çeşitli mevzular münakaşa edilmekte ve böylece konuşmalar istifadeli olmakta ayrıca yeni yeni simalarla tanışmak imkân dahiline girmektedir.

Transmisyon problemlerinin Grafikle çözümü

Hâmit ATALAY
Y. Müh. - PTT

I) Temel Bilgiler:

Telekomünikasyon mühendisliğinde sık sık raslanan transmisyon problemlerinin normal matematik usullerle çözülmesi hayli uzun ve yorucudur. Filhakika alternatif akım ve gerilimlerin transmisyon hattı boyunca intişarını gösteren diferansiyel denklemlerin çözümü neticesinde ÜSTEL ve HİPERBOLİK fonksiyonlarla karşılaşılr. En basit hallerde bile bu fonksiyonlarla hesap yapmak zaman kaybettirdiği gibi, belirli bir problem çözüldükten sonra, ilkel şartları buna yakın başka

bir problemde ne netice elde edileceğini önceden kestirmek hayli müşkül olur. Bu itibarla bir çok hallerde transmisyon problemlerini çözmeye grafiklerden istifade edilir.

Grafikle çözümün sağhyacağı doğruluk derecesi (Presizyon) hesap cetvelininkinden biraz daha az olmakla beraber temin ettiği sürat ve kolaylık bakımından çok defa tercih edilir.

Biz bu yazıda, transmisyon problemlerini çözmekte en çok kullanılan iki çeşit diyagramdan kısaca bahsedecek ve bunların tatbikatını bazı misallerle anlatacağız.