

Doğru ve Alternatif Akımla Çok Yüksek Gerilimde Enerji Nakli Problemleri

Adnan DİNÇEL
Y. Müh.
E.İ.E.

CIGBE'nin bu konu ile ilgili iki komitesi Mayıs 1963 de Londra'da problemi tartışarak aşağıdaki konulardaki sorulara cevap aramışlardır Bu komiteler No 10 çok yüksek gerilimli doğru akımla enerji nakli ve No 9 çok yüksek gerilimli alternatif akımla enerji nakli komiteleri idi Problem memleketimiz için çok aktüel ve arkadaşlarımız içm ilgi çekici bulunarak konuşmaların kısa bir özeti aşağıda sunulmuştur

KONU 1 : ÇOK UZUN MESAFELERE ENERJİ NAKLİ (500 Km)

Bir Amerikan görüşü, DC veya kompense edilmiş AC olsun bir yüksek gerilimli enerji nakil hattında ünite başına yatırım miktarının uzunlukla doğru ve taşıma kapasitesinin kare köküyle ters orantılı olduğu noktasında idi.

Şayet kapasite (4) ün katları olarak artıyorsa, mesafe kW başına yatırımın ehemmiyetli bir tesiri olmaksızın iki defa artar. Buna göre gücün artışı, ekonomik taşıma mesafesini de aynı şekilde artıracaktır.

Burada gayri ihtiyari aklı şu geliyor, bir zamanlar Batı Amerika'da bazı müesseseler 60/60 MWlık bir enerji alış veriş için 250 mil (takriben 500 km) bir enerji nakil hattı inşa etmişlerdi. Enerji ekonomisi yönünden düşünceler ucuz enerjinin bazı anlarda mümkün ve faydalı olduğu noktasındadır. Aynı bölgede 250/300 MW kolaylıkla 500 milden daha uzak bir mesafeye nakledilebilirdi ve bu istikbal için daha uygun olurdu. Kompansasyona şüphesiz ihtiyaç vardır, fakat bu esasen 20 seneden fazla bir zamandan beri bilinmektedir.

Burada iki çeşit nakil şekli açık olarak görünür. Bunlardan biri ucuz üretim tesislerinden — hemen maden sahasında kurulmuş termik santraller veya uzak hidrolik santraller— yük merkezlerine, büyük yük faktörü ile büyük enerji iletimidir. Diğer ise, sekonder enerjinin ekonomik mübadelesi için büyük sistemlerde, ıslah edilmiş diversite faktörü, yedek kapasite ve küçük yük faktörleri, kullanılmaktadır. Bu tip enterkonnekte şebekeler Kuzey Amerika'da 500 - 1000 mil mesafe içinde kullanılmıştır. Bu bölgede meskün yerler seyrek, yük ve araştırma bölgeleri birbirinden uzaktır ve fakat enterkonneksiyon faydalı ve lüzumludur. Ayrıca Kuzey Kanada ve Alaska'da büyük hidro-elektrik imkânlar vardır ve bunlar yük bölgelerine çok uzaktır.

Emniyet Standartları:

Yukarıda bahsedilen iki çeşit nakil sistemi için ayrı ayrı standartlara ihtiyaç vardır. Yüksek bir yük faktörü ile enerji nakli itinalı bir servis devamlılığını isteyen ana yüke çok bağlıdır.

Yüksek dereceden bir emniyet için birçok paralel devrenin seyrek de olsa arıza ihtimaline karşı tesisi icap eder. Uzun mesafelere nakilde ilâve her devre, bir ek masraftır ve optimum çözüm karışık bir tarzda meydana getirilmelidir ki, döner yedekler ve hatlar emniyetli bir üretime yardım edebilsinler.

Diğer çözüm tarzında yani yük bölgelerinin düşük yük faktörü ile enterkonneksiyonunda mümkün olduğu kadar düşük bir emniyet standardı kullanılmalıdır. Burada, arızaların nisbeti belki yüksektir, fakat devamlı ve sıkıntı veren arızaların sayısı kabul edilebilir derecede az olur. Buna rağmen kurulu gücün nakli yerine ısınma sınırının üstünde yüklenen bir hattın kabulü daha kolaydır.

Pompalı veya buna benzer tesislerdeki enerji veya pompa - generatör tipi tesislerde tek devre hatlar oldukça az seviyede emniyetle gözlü bir sistemde enerji nakil hattı olarak kullanılabilirler. Bu sebeple belirli sayıdaki geçici arızaların yalnız fiyatı mevzubahis olur.

DC ve AC sistemlerin mukayesesi:

AC ve DC sistemlerin teknik mukayesesi yapmak pek kolay bir iş değildir. Bu iki sistem birbirinden birçok noktalarda farklıdır ve basit bir görüşle bir mukayesede ortak bir baz bulmak mümkündür.

Temel bir görüşle her ikisi de elektrikli enerjinin nakline hizmet ederler. AC ve DC sistemler aynı şekilde sınıflandırılmışlardır ve ikisi de aynı işi aynı nitelikte yaparlar. Diğer taraftan

aynı karakterdeki AC ve DC hatlar aynı yük kapasitesinde, aynı verimde ve emniyette olmalıdırlar. Yük kapasitesinin tarifi bile, AC halde DC hale nazaran daha fazla güçlük arzeder.

AC enerji naklinde yük kapasitesi genel halde stabilite ile sınırlandırılmıştır. Halbuki DC halde kapasite sistem stabiliteilerinin normal ve fazla yüklü hallerine bağlı bir fonksiyondur.

AC ve DC sistemlerin emniyet sınırları çok uzun mesafeler üzerinde yapılmış tecrübelerin neticesi olarak verilmelidir ve bir AC enerji naklinde uzunluk arttıkça şönt ve seri kompanstasyon da artar.

Uzun DC enerji nakil hatlarının faydaları :

Kısa hatlarda AC sistemlerin, uzun hatlarda da DC sistemin emniyet avantajları makul karşılanabilir. Toprağı müşteriye (rp) bir DC sistemde, hattın biri servis dışı olsa bile sistem taşıma kapasitesinin yarısını muhafaza etmektedir. Halbuki AC sistemde bir fazın topraklanması sistemin servis dışı olmasına sebep olur. İlaveten kısımlara ayrılmış ve kompanse edilmiş bir AC sistemde kurulu gücün kayıplarla beraber devamlı veya fasıllı nakli herhangi bir kısımda bir veya daha fazla devre tesisi ile sağlanabilir. Bu kurulu güç belki de hattın taşıma kapasitesine eşittir, fakat kompanstasyonla ve kısa olması sebebiyle taşıma kapasitesi sınıra yaklaştırılmış bir hatta uzun bir servis için stabilite limitine yaklaşmak lazımdır.

İki müstakil D - C sistem, kısımlara ayrılma maksızın ve normal terminal cihazları ile bir naklin veya sistemlerden birinin devre dışı olmasına taşıma kapasitesinde tesirli bir yükselme olmadan müsaade edebilir. Yalnız kayıplar bir miktar artar. Şüphesiz bu halde nakil, ısınmadan dolayı devamlı arıza icap ettirmeyecek derecede ve arıza akımını taşıyabilecek kapasitede seçilmiş olmalıdır.

Sistemler arasındaki mukayeseler iyi yapılmış olmalıdır. İstikbaldeki muhtelif faktörler ve sarfedilecek para netice olarak sistemin iyiliğini ortaya koyacaktır. Farklar minimuma indirilmeli ve bu halde aynı bazda eşit bir sistem mukayesesi yapılmalıdır. Bununla beraber yaklaşık ve eşit bir sistem, tasavvur edilebilen bir uzaklığa taşınmayı yapabilir. Hakikatte her iki sistemin çizilmesinde pek fark da yoktur, iyi ve kötü noktalarıyla istikbaldeki duplikasyonları ile ikisi de aynı şeydir. AC ve DC sistemlerin bilinen ve kullanılan tabii karakteristiklerini içine alan bir sistem daha oynak ve avantajlı olacaktır.

AC sistemin karakteristiği müdahale edilecek seviyede bir frekans değişimi meydana getirmeyecek derecede enerjinin naklidir. Şüphesiz bu karakteristik kayıplar ve stabilite ile de

ilgilidir. DC halde, diğer münasebetlerin eşitliği halinde otomatik olarak daha fazla bir enerji gönderilmesi olmayacaktır, iletim uçlarında düşük AC gerilimlerinde meydana gelen mevzii sistem bozuklukları istisna edilirse, bu bozuklukların sebep olacağı kesintiler boyunca bir DC sistemi durumunu muhafaza eder.

Kanada Sistemi:

Kanada'da bazı bölgelerde kurulmuş bulunan çok uzun hatlar diğer bir konuşmanın konusu olmuştur. Bunlardan biri Hamilton Falls ile New York veya Toronto arasında idi. Hamilton Falls 5000 MW potansiyelde ve uzaklık da 1000 milden fazla idi. Mevcut düşünce bu hat AC olmalıdır tarzındadır. Diğer biri Nelson nehri ile Minneapolis arasında idi, (güç 4000 MW, uzaklık 1000 mü).

Henüz üzerinde çalışılmayan bir mevzu da Fundy körfezindeki med-cezirden elde edilebilecek enerjidir. Fundy körfezi Amerika ile Kanada arasındadır. Amerikalılar kendilerine ait bölgede çalışmalar yapmışlardır. Kanadalılar ise körfezin daha büyük bir kısmına sahip oldukları halde henüz bir çalışma yapmamışlardır. Düşünülen şekil buradan elde edilecek enerjiyi 750 mil ötedeki Boston veya New York'a nakletmektir.

Batı Kanada'da Peace ve Columbia nehri üzerindeki imkânlar şimdi AC sistemle tesis edilmiştir. Projenin ikinci kısmı için DC sistem düşünülmektedir.

Bir AC sistem içinde DC sistemler:

Fransızların iki görüşü var; biri malik olduğunuz büyük miktardaki enerjiyi bulunduğu yerden diğer bir yere nakil bir problemdir. Diğer olduğunca farklı bir görüş bir memlekette sistemlerin inkişafı içinde nakil problemi nelerden ibaret olmalıdır.

Bu iki problem aynı değildir. İlk halde bir yerden diğer bir yere nakil her iki çeşit sistemde de ekonomi, emniyet yönlerinden mukayese edilmelidir.

Diğer bir yönden problemi memleket ölçüsünde görmek lazımdır. Hızla yükselen yük nerededir? Üretim imkânları nerededir? Bu iki bölge arasında hattın nerelerden geçmesi her iki sistemde de uygun olur?

İkinci problemi daha yakından etüt edersek DC enerjinin bir noktadan diğerine ve buradan başka bir noktaya naklinde veya lokal dağıtım şebekelerinde birçok kademe kullanılacağı görülür. Bu halde bir devrenin kaybı bütün sistem için güçlük arzeder, çünkü DC kesiciler yok-

tur. Ve bu da problemin gelecekteki önemini gösterir.

Çok Terminalli! D. C. sistemler :

İsveçli Dr. Lamm şöyle diyor: «Bir yenilik, ekonomik değilse pek bir mâna ifade etmez.

Önce servis devamlılığı hakkında konuşalım, bu devamlılık hatta ekonomi deyimiyle de formüle edilmiş olabilir. Çünkü terminal istasyonu çok karışık demek, plânlamada, projede, tesisde dikkatli olmak, dolayısıyla çok para sarfetmek demektir. Mühendis olarak çok para sarfettik, fakat optimum bir servis devamlılığı temin edebiliyoruz.

Gotland'da yapılan tesislerde edinilen tecrübeye dikkatli bir proje safhası ve cihaz seçimi, tatmin edilir bir servis sağlamıştır.

Sonuç:

AC ve DC de fiyat mukayesesi Kanadalılara ait raporda Mr. Ellis'in de bahsettiği gibi 450-600 mil civarında fiyatlar hemen hemen aynıdır.

Elimizde DC ayırıcılar olmadığı için DC ayırıcıların avantajlarını bilemiyoruz. Elimizde yalnız çabuk açan ayırıcılar vardır ve bunların fiyatı da DC disjonktörlerinkine oldukça yakındır. DC disjonktörlerin istikbalde kullanılması beklenebilir. Terminal istasyonlarında kullanılan cihazların maliyetinin gittikçe AC cihazların maliyetine yaklaşması yakın bir gelecekte mümkün görülmektedir.»

Rus Görüşü:

Rus Delegasyonunun bildirdiğine göre birçok 500 KV. luk hat 500 km. nin üstündeki mesafelerde Rusya'da işletmeye açılmıştır. Kubısçhev - Moskova, Volgograd - Moskova, Bratsk - Irkutsk v.s. gibi Bundan sonra yapılacak olan hatlar AC 3 fazlı 500 veya 750 KV, tek veya çift devreli, seri kapasiteli ve kapasitesiz, yüksek gerilim barlarında şönt reaktörlerle teçhiz edilmiş olarak inşa edilecektir.

Devre başına taşıma kapasitesi 500 kV da 700 ve 1000 MW, 750 kV da 2000 ve 3000 MW dır. DC iletim için 1500 kV düşünülmektedir. Bu halde devre başına 6000 MW lık kapasite ile bir veya iki devreli hatlarda 4x700 mm² veya 4x1000 mm² iletkenler kullanılacaktır.

Bu taşıma kapasitesi teknik ve ekonomik sebeplerle artırılmak istenilmektedir. Tek devre şu hallerde kullanılır: Tek devre açmaları müşterilerde sıkıntıya sebep olmazsa, devre başına alınabilecek güç % 10-20 den fazla artmazsa; yedek veya mübadele edilebilir kapasite elde bulunduğu taktirde bunun naklinde.

Çift devrede birçok değiştirme noktaları bulunur, bunlar vasıtasıyla hatlardan birbirine nakil yapılabilir ve hattın biri arızalı olduğunda diğer hat kısmen (% 10) fazla yükü yüklenebilir.

Fakat bu halde de devreler aynı direkler üzerinde iseler atmosferik tesirlerden olan arızalar her iki devrede aynı tesiri yapar.

Ekonomik görüş açısından, DC ve AC hatlar aynı uzunlukta, aynı kapasitede ve aynı fiyatta iseler birbirine eşittir diyebiliriz.

Alternatif akımla enerji naklinin faydaları:

1 — İşletmede büyük basitlik ve civalı redresörler gibi cihazların kullanılmaması.

2 — 1000 - 1200 km. den kısa ve 2000 MW taşıma kapasitesinden az sistemlerin ekonomik üstünlükleri.

3 — Şebeke komünikasyonunun basitliği.

Alternatif akımla enerji naklinin mahzurları:

Birincisi; dahili aşırı gerilimler ve stabilite ile ilgili problemler.

İkincisi; enerji naklindeki kompensasyon ile ilgili problemler.

Doğru akımla enerji naklinin faydaları:

Birincisi; stabilite problemi ortadan kalkmış olup dahili aşırı gerilimler önemsizdir.

İkincisi; hava hatları ve yeraltı kablosu tesisi daha ucuzdur. Daha yüksek gerilimlere gidildikçe taşınabilen güç artar.

Üçüncüsü; uzunluğu 1200 km. den fazla ve taşınacak güç 2000 - 3000 MW dan büyük ise ekonomik avantajı vardır.

Doğru akımla enerji naklinin mahzurları:

Birincisi; civalı redresörler gibi cihazların kullanılması.

İkincisi; çevirici merkezlerin işletmesinin çok karışık oluşu.

Üçüncüsü; doğru akımda şebeke komünikasyonunun alternatif akımdakine nazaran daha zor oluşu.

İsveç'ten öğrenildi ki, bugün işletme emniyeti alternatif ve doğru akımda birbirinden farklı değildir. Doğru akımda pek çok avantaj vardır.

«Bir problemi ele aldığımızda her iki sistemi de teknik bakımından birbirine eşdeğer kabul ediyor, sadece ekonomik mukayese yapıyoruz.

Bir kaç senedir. İsveç yahut İskandinav bölgesiyle Danimarka, Belçika yahut Orta Avrupa bölgesi arasında bir irtibatı etüd etmekteyiz. Burada doğru akım en iyi çözüm olarak bulunmuştur. Tesis maliyeti takriben alternatif akım-dakinin aynı idi. Fakat doğru akımda teknik bakımdan avantajlar vardır (Bilhassa asenkron bir şebeke mevzubahis ise).

Diğer yandan, İsveçte birçok eski 220 kV luk hatları ihtiva eden paralel şebekemizde bu cins etüdlerimiz vardır. Doğru akım cazip görünmektedir, fakat fiyatlar halâ çok yüksektir. Her iki senede bir bu meseleyi ele alıp tetkik ediyoruz ve görüyoruz ki, fiyatlar düşmektedir. Gelecek ümit vericidir».

A. C ve D. C çakışan noktalar: Bir Amerikan görüşü:

Federal Power Commission'un enerji nakli ve enterkonneksiyon konusunda çalışan özel teknik komitesi doğru gerilimli hava hatları ile alternatif gerilimli hava hatlarının fiyatlarında 700 — 900 mil uzunluklarda eşitlik bulmuştur. 1000 MW lık bir güç, 0,7 Cos ϕ ile 750 mil mesafeye nakledilecekse, doğru gerilim halinde hat 0,32 sent/kWh, alternatif gerilim halinde 0,29 sent/kWh masraf gerektirecektir. Amerikan menşeli diğer bir bilgiye göre: Uzun mesafeler nazarı itibare alındıkça A. C ve D. C, üzerinde fazla durmaya lüzum yoktur. Asıl mukayese taşıyacak enerji cinsinin mukayesesi olmalıdır. Meselâ elektrik enerjisi nakli, kömür nakli (mütemadi tren veya su yolu nakliyesi) veya payp-layn ile sıvı yakıt nakli gibi.

İsveç delegesi bu görüşlerin haricinde Amerikan fikirleri bulunduğuna işaret etti.

Doğru akımın İngiltere'de İlanılması imkânları hakkında bir İngiliz görüşü önce alternatif akım şebekesinin kuruluş tarihini çizdi.

İngiltere'de diğer birçok memleketlerde olduğu gibi müstehlikler, birbirinden ayrı şebekelerle beslenmekte idi. Sonra bu şebekeler hatlar vasıtasıyla bağlanmaya başladılar. Bu sayede üretimlerin birleştirilmesi ve bütün sistemlerde hazır bulunması gereken yedek güçte tasarruf sağlandı.

Daha sonra doğrudan doğruya enerji nakil sistemine bağlanan yeni generatörler tesis edildi.

On sene önce 132 kV enerji nakil sisteminin yetersizliği dolayısıyla yeni bir enerji nakil sistemi 275 kV tesis edilmiştir. Bu 275 kV luk sistem primer şebekeyi teşkil eder. 132 kV luk sistem sekonder şebekeyi teşkil eder ve dağıtım şebekelerini besler.

Halen, çok büyük üniteler (500 MW lik üniteler ve 2000 MW lık santraller) bu primer şebekeye bağlanmaktadır. Umumiyetle hiç bir ünite 132 kV luk sisteme direkt olarak bağlanmamaktadır. Santraller, soğutma suyu bulunan yerde, nükleer tipte ise sahilde kurulur. İcabında santraller yük merkezlerinden epey uzakta olabilir.

Geniş alternatif akım şebekelerinin zorlukları :

Büyük generatörlerin imalat ve tesis masrafları oldukça düşürülmüş olmasına rağmen, fiyattaki bu azalma, generatörle dağıtım noktası arasındaki enerji naklinin artan fiyatıyla kompanse edilir. 1965 de 275 kV luk şebekeye 400 kV luk şebeke ilâve edilecektir. Yük artışı yüzdesi bugünkü gibi devam ederse 10-15 sene sonra bu şebekenin de yetersiz olacağı aşikârdır. O zaman daha yüksek gerilimli bir şebeke ilâve etmek gerekecektir. Bu ise generatörlerin gittikçe yükten uzaklaştıklarını gösterir., .

Bu memleket diğer birçokları gibi hava hatları ile ağ gibi örülmüştür. Her gün daha yeni hatlar inşası talep edilmektedir. Bilhassa yüksek gerilimli olanlar halkın endişesine sebep olmaktadır. «Bu devreleri niçin yeraltı yapamıyorsunuz» talebi ile karşı karşıya kalınmaktadır.

Çok yüksek gerilimli merkezler için geniş alan gerekmede ve bu küçük memleketlerde bu yerleri bulmak bir mesele olmaktadır. Kısa devre güçleri yükselmekte ve mevcut salt cihazları da zamanla değiştirilmek zorunda kalınmaktadır.

Senelerce, primer şebekeden sekonder şebekeye bağlantı noktalarının iki taraflı besleme emniyetiyle iktifa ettik. Bugün ise üniteler büyüdükçe daha çok sayıda besleme hatlarına lüzum vardır, bu da primer sistemin masraflarını ve karışıklığını artırır. Büyük şehir ve kasabaların beslenmesinde, enerjinin generatörlerden dağıtım şebekelerine naklinde günden güne daha çok yüksek gerilimli yeraltı kabloları kullanılmaktadır.

Bu tarzda bir gelişme, bir enterkonnekte şebekeye bir diğerinin süperpoze edilmesi, neticede çok karışık bir besleme sistemi doğmasına sebep olur. Devrelerin ve salt cihazlarının kullanılma derecesi düşüktür. Fakat bu enterkonnekte şebekenin tabiatından ileri gelir, ve bunu kullanan her memleketinde günün birinde ortaya çıkacaktır.

Teorik olarak, mevcut sisteme ilâveten - bir primer sistemin tesisi lüzumlu görüldüğü anda, eski sistemin bir kısmı elimine edilmelidir. Maa-lesef pratikte bu yapılmaz ve. bilâkis eski sistem

muhafaza edilir hatta tevsi edilir. Karşılanması istenen gücün beher kWı başına düşen, primer ve sekonder sistemi takviye masrafları önemli nisbette artar. Bu sebepten şimdi problem şudur: Tam enterkonnekte yani bir ünite gibi çalışan bir sistem ekonomi şartı sağlanmak üzere nasıl geliştirilmelidir?

ingiltere için doğru akım teklifleri:

Generating Board tarafından doğru akımla enerji nakli mümkün bir çözüm olarak görülmektedir. Doğru akımı kullanmada iki yol gözönüne alınmıştır.

Birincisi; memleketi, herbiri kendine yeter olmak üzere kontrol bölgelerine ayırmak ve bu bölgeler arasında enterkonneksiyon maksadıyla doğru gerilimle irtibatlandırmaktır. Buna «asenron ring» deniyor.

İkincisi; generatörlerden yük merkezlerine kadar tamamen doğru akım kullanılmaktadır. Bu iki imkân da bugün tetkik edilmektedir. «Yük artışını karşılamak maksadıyla karışık bir enterkonnekte şebekeye daha yüksek gerilimli yeni bir şebeke ilâve edilmesi istenmeli midir ve uygun mudur?» sorusunun cevabı şudur: Eğer devrelerin daha iyi kullanılmasını sağlayan, kısa devre seviyesini düşüren, daha ucuz kablo tesisine müsaade eden, stabiliteyi artıran ve daha iyi kontrol sağlayan bir alternatif akım sistemi mümkünse bu da uygundur, fakat buna rağmen istenmez.

«Alternatif akım enterkonnekte şebekesinin randımanını ve faydasını ekonomik olarak artıracak doğru akım irtibatları kurulabilir mi?» sorusunun cevabı, alternatif enterkonnekte şebekeyle doğru akım irtibatları istenen çözümdür. Diğer bir deyimle çözüm şudur: Alternatörlerden doğru gerilimle beslenen kuvvetli bir alternatif şebeke.

Doğru akımla enerji nakli, tek devreli hat nazarı itibare alındığında, alternatif akımla enerji nakline nazaran müsait gözüktür. Bilindiği gibi uzun mesafeye enerji naklinde de bu yapılır. Deniz altı kablolarında aynı sonuç elde edilir.

Kısa mesafeler için doğru akım bu memlekette çevirici merkezlerin fiyatı yarıya indirilebilse dahi elverişli değildir.

Mevcut alternatif akım şebekesini yeni alternatif, akım şebekeleriyle takviye etmek metodu, mevcut alternatif akım şebekesini doğru akım irtibatlarıyla takviye etmek yoluyla mukayese edilirse netice ekonomik bakımdan doğru akımın lehine olur. Fakat aynı mertebede bir emniyet sağlanması için beher kW yeni yük için sar-

fedilecek para doğru akım halinde daha az olacaktır.

«Tamamen enterkonnekte bir doğru akım şebekesi bahis konusu olabilir mi?» sorusunun cevabı ise «bu istenmeyen bir şeydir» olacaktır.

istikbalde enerji nakli:

Dr. Spora demiştir ki: Enerji nakline ait bütün bu sorular en geniş açıdan incelenmelidir. A. B. D. de bugün 1.900 milyon ton kömür eşdeğerinde olan toplam enerji talebinin 2000 senesinde 4.000 milyon tona yükseleceği tahmin edilmiştir. Elektrik enerjisi bugünkü enerji talebinin % 19 unu teşkil etmekte ise de 2000 senesinde % 40 ını bulacağı ümit ediliyor. Elektrik enerjisi talebi 7 misline çıkacak demektir. Nükleer enerjinin ihtiyaçların karşılanmasında büyük yeri olacaktır. Bu da enerji üretim kaynaklarının mevkilerinin çok değişik bir görünüş arzemesine sebep olabilir. New York'ta halen, şehrin tam merkezinde Birleşmiş Milletler binasının karşı tarafında bir nükleer santral kurulmaktadır.

Dr. Spora, elektriğin kullanılmasının artmasının yüksek yük faktörü sağlayacağını tahmin ediyor. Ve ilâveten diyor ki, geçen seneki ev abonelerinin enerji bedeli şirketlerin tarihinde bugüne kadar ödenen bedellerin en düşüğü idi. Müşterilerimizin ödedikleri kWh bedellerinin ortalaması da gene şirketlerin kuruluşundan (bazı kumpanyalarımız 1882 de Thomas Edison'un başladığı tarihten hemen 2 ay sonra başlamışlardır) beri en düşük değerindedir. Ve 1963 fiyatları 1962 ninkinden daha düşük olacaktır. Bu da gerektiği gibi müşterilere aksettirilmektedir.

Diversitenin nazarı itibare alınması:

Dr. Lamm'a göre, enerji nakil hatlarına ait demir işçiliğinin fiyatı artarsa doğru akım hava hatlarının maliyeti alternatif akım hatlarının maliyetinin 2/3 ü olarak kalacaktır. Bu da doğru akımın bir avantajı olarak belirecektir.

Ve Diversite ile ilgili olarak, Dr. Lamm ilâve ediyor; «Enterkonnekte şebekeyle kaplanmış bir memleketiniz varsa, normal olarak diversiteyi düzeltmek için şebekeyi uzak bölgeler arasındaki enerji naklinde de kullanırsınız. Biliyoruz ki, diversite mesafeyle artar.

Doğu - Batı yönünde puvant saatlerinin çok farklı olduğu zamanlar vardır. Güney - Kuzeyde ise değişik iklim şartları hüküm sürer.

Yük transferi için kurulmamış olan şebekede emniyetin sağlanması yerine kıta boyunca kurulacak çok uzun hava hatlarında diversiteyi yüksek tutmaktan vazgeçmek suretiyle ekonomik

avantaj elde edilmesi tercih edilir, hatta bir bölgenin toplam yükünün diversitesi yüzde birkaç olsa bile. Kapasite çok artarsa, bu küçük diversite miktarı o kadar büyük ki, çok ucuz olarak nakledilebilir hale gelir.»

Üretim santralının yeri:

Mr. F. J. Lane, «Uzun vadeli plânlamada Generating Board bu meselede müşterinin ucuz beslenmesi gayesini gütmüştür ve bu, plânlamada esas olan düşüncedir. Bu sebeple mümkün gelişmelerin iyi incelenmesi gerekir.

Fakat çok ilerisi için mümkün gelişmeler tetkik edilirse birçok belirsizliklerle karşılaşılır. Enerji naklinin artan masrafları yukarıda zikredildi. Fakat halâ daha santralın kömürün yanında kurulması ve elektrik enerjisinin nakli, santralın yük merkezinde kurulması ile kömürün naklinden daha ucuzdur. Burada gayet sarıh bir ekonomik avantaj vardır.

Enerji naklinin fiyatı artmakta olmasına rağmen bu artış, muhtemelen büyük santralların ve santral gruplarının bazı avantajlarını düşürmekten başka bir tesirde bulunmamaktadır.

Memleketimiz küçük olduğundan belki de bizim problemlerimiz daha ziyade özeldir. Hatta biri nükleer santrallar mevzuunu ele alsaydı, sadece civarın emniyeti mevzubahis değildir. Zira nükleer santral için halâ daha külliyetli miktarda soğutma suyuna ihtiyaç vardır. Bu da gene santralın bir çok büyük yük merkezlerinden uzakta kurulmasına sebep olabilir. Nükleer santral kömür termik santrallarından daha ucuz hale getirilebilir. Bu 1970 - 1972 senelerine doğru olacak bir şeydir. Bu bir tahmindir, fakat gene de istikbaldeki şebekenin planlanmasında hesaba katılması gerekir. Fakat muhtemel değişiklikler hesaba alınmalı ve buna göre muhtelif alternatifler tartışılmalıdır. Bugüne kadar da yapılan bu idi.

Gelişmenin bazı özel hatlarında şüpheler mevcuttur. Biz bundan 5 hatta 10 sene evvel burada aynı meseleyi münakaşa ediyor olsaydık, üretim masraflarını muhtemelen 60, 100, 200 MW lık üniteler esas alarak tahmin ederdik. Halbuki bu esnada üretim ekonomisinde büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Bunlar tecrübeyle öğrendiğimiz faktörlerdir.

Üretimde daha ilerlemeler olması mümkündür. Bu sebepten ben de, Dr. Sporn'la tamamen aynı fikirde olarak, mümkün olduğu kadar ilerisi için tahminlerin alınmasını uygun buluyorum. Fakat zorluklar olduğu gibi görülmelidir, sonunda mümkün olan ekonomik şema mutlaka ortaya çıkar».

Diğer hatipler de, çok önemli bir problem olan, yük talebi arttıkça sistemin kısa devre se-

viyesini düşürme probleminin en kolay yoldan sistemi doğru akım irtibatları ile teşhiz etmek olduğunu belirttiler. İstikbaldeki gelişme Dr. Sporn'un tahmin ettiği gibi olursa, nükleer santralları yük merkezlerine doğru gerilimli hatlarla bağlamak problemin cevabı olacaktır.

Bir İsveç görüşü, istikbalde enerji nakli ihtiyacının azalabileceği şeklindeki Amerikan görüşünden farklıdır.

Dünyanın birçok kısımlarında büyük kapasitede enerji nakli şebekelerine mutlaka ihtiyaç olacaktır. 700 veya 750 kV alternatif akım sahasında son söz değildir.

Muhakkak 1000 veya 1200 kV a belki 15 veya 20 sene sonra sahip olacağız. Bu, büyük güçler için, enerji nakli fiyatlarını daha da düşürmeye sebep olacaktır. Bundan sonra da büyük güçlerin nakli gerekirse, o zaman doğru akım monopolü ortaya çıkacaktır. Bu takdirde Rus mühendislerinin elde ettikleri gibi beher iletken başına daha büyük transmisyon kapasitesi sağlanacaktır. 1000 kV un altında henüz alternatif akım ve doğru akım için kuvvetli bir ekonomik rekabet mevcuttur ve her ikisi için de yer vardır.

Muhtemel D. C. Yüksek gerilimleri ihtiyacı :

Dr. Sporn şu fikirleri ileri sürmüştür: «2000 yılında (çok uzak bir gelecektir, fakat bugün buradaki mühendislerin düşünmeleri gerekmiyecek kadar da uzak bir tarih değildir) Amerika Birleşik Devletlerinin her ne'iden toplanan enerji istihlâki 4.000 milyon ton taş kömürü değerinde olacaktır. A. B. D. de bu enerjinin % 2 si hidrolik enerji olacaktır. (Alaska'daki hidrolik enerji hesaba katılmazsa). Bu, hidrolik enerjide de çok büyük gelişme olacağı düşünülerek böyle bulunmuştur. Lütfen, hidrolikte gelişme olmayacaktır demediğine dikkat buyurun. % 21 kadarı nükleer enerji olacaktır. Buradan, nükleer enerjinin hidrolik enerjinin 10 misli fazla olacağı görülür. Toplam enerjinin % 40'ı elektrik enerjisi olacaktır. 2000 yılının ötesine giderken, insanın kullanacağı toplam enerjinin gittikçe artan nisbetlerde elektrik enerjisi olacağı hususundan kaçınılamayacağı kararındayım. (Bu odada bulunanların hepsi için sevindirici bir husustur). 1882 de, dünya üzerinde elektrik enerjisi sıfır idi. Bugünkü rakkam % 20 dir. Atom enerjisinin kullanılması ve New York veya Güney Batıya nakledilmek üzere Nevada çölünde izole edilmiş halde bulunacağına asla inanmıyorum. Pek yakında fazla nüfuslu merkezlerde çok büyük reaktörler tesis etmiş olacağımızı düşünüyorum. Mühendisler mes'uliyet alacaklar ve bu reaktörler emniyetli olacaktır.

Böylece 750 kV A. C.'nin sınır olmadığını sizi temin ederim. Aynı zamanda, Rus meslek-

taşlarımızın işaret ettikleri gibi, bu yüksek gerilimlerin bazılarında doğru gerilim kullanılacağına inanıyorum. Biz de aynı çözümlere geleceğiz. Fakat biz, meselâ üç yıl sonra diyelim, şayet redresörler ve sistemlerde şimdiye kadar yapmış olduklarımızdan üstün bir şeyler yaparsanız, fikrimizi değiştirmek ve dolayısıyla değişik fi-kirlere vasil olacağımız hakkını mahfuz tutmak isteriz.

İsveç'te, 220 kV'tan 400 kV'a geçildikçe, özgül nakil masraflarının % 40 azaldığı öğrenilmiştir ve şayet gerilimler daha da fazla artırılmış olsa, meselâ 750 kV veya 1.000 kV, iletim masrafları % 10 veya 20 kadar daha düşmüş olurdu». Şu halde bir kere daha, elektriksel iletim ile kömür veya payplayn'la iletim arasında rekabet haline geleceğiz.

KONU 2 — DOĞRU AKIM VE ALTERNATİF AKIM KABLOSU BAĞI

Bundan sonra kablo meselesi geldi, ve Mr. E. L. Davey (İngiltere), D. C.'nin kullanılmasının, hava hatları yerine yeraltı kabloları kullanılmasına müsaade edip etmeyeceği veya imkân verip vermeyeceği sorusunu nazarı itibare alarak, A. C. ve D. C. kablolarının ve havaî hatların nisbî yük taşıma kabiliyetlerinin ve eşdeğer devre sayılarının birbirleriyle mukayese edilmesi lüzumuna işaret etti.

Tek devre 400 MW iletimi için muhtelif sistemlerde değişik iletim ihtiyaçları şunlardır:

Bugünkü bilgi esasına göre yağlı kablolar için verilen rakamlar gazlı kabloların benzeridir. Fakat 275 ve 400 kV A. C. iletimi için biraz daha küçüktür.

D. C. için elektriksel konstrüksiyon gerilmeleri:

D. C. için konstrüksiyonda kabul edilen dielektrik dayanım soğuk ve sıcak şartlar altın-

da 260 kV/cm. idi. Bu dayanım esas itibariyle gerekli olan darbe (impuls) seviyesi ile kontrol edilir. A. C. kablo dielektrik dayanımı değerleri 132 kV luk işletme için 100 kV/cm, 275 kV ve 400 kV iletim için bir miktar yüksek değerler alınmaktadır.

D. C. için iletken sıcaklığı 15 °C çevre sıcaklığında 70 °C olarak alınmış ve 132 kV A. C. için 85 °C ve 275 kV ve 400 kV A. C. kabloları (g=120) için bir miktar düşük değerler alınmıştır.

Yukarıda, katı tipten kablolar nazarı itibare alınmamıştır. Zira bunların konstrüksiyonda impuls seviyesi; (aynı şekilde D. C. cihazlarından intişar eden A. C. tranzientleri için) ile ilgili olarak azami sıcaklık kademesinin sınırlandırıldığına inanılır. Politen ile yalıtılmış kablolar, dielektrik malzemesinin şeritler halinde sarılmış olduğu veya yumuşak halde hadde vasıtasıyla itme suretiyle kaplandığı kablo tiplerinin her ikisi de, bunların tekamülünün halihazır durumları gerekçesiyle nazarı itibare alınmamışlardır.

A. C. kabloların, iletim gerilimi ve uzunlukları takriben orantılı olarak reaktif kompensasyon cihazları ile teçhiz olunmaları gerekeceği hususu not edilmelidir.

Tek çekirdekli D. C. kablolarının kesitleri 132 kV da tek çekirdekli A. C. kablolarının kesitlerine eşit olarak nazarı itibare alınabilir.

D. C. kabloları arasındaki açıklık, istenmeyen magnetik tesirlere engel olmak ve kanal kazma masraflarını azaltmak için 6 inç olarak alınmıştır. Şüphesiz, daha fazla açıklık, bir miktar daha fazla taşıma kapasitesi sağlar. (60 inç açıklıkta 500 MW, g= 120).

Tablodan görülebileceği gibi, verilen bir fizikî boyut için tek çekirdekli D. C. kablosunun taşıma kapasitesi, belirtilen döşeme şartlarındaki eşdeğer A. C. kablosununkinin takriben 3,5 katıdır.

Sistem	Voltaj kV	Devrelerin sayısı	Devre başına kablo sayısı	Hatların toplam kablo sayısı ve iletken boyutu
D. C. gaz kablosu	500;f 250 kV	Bir	6 inç mesafede 2 adet	2 tek çekirdek x0,8 inç ²
A. C. gaz kablosu	132 kV 3-faz	Üç	Üç adet Üçlü	9 tek çekirdek x 0,85 inç ²
A. C. gaz kablosu	400 kV 3-faz	Bir	Üç adet Üçlü	3 tek çekirdek x 0,75 inç ²
A. C. hava hatları	132 kV 3-faz	Dört	Üç	12x0,175 inç ² eşdeğer bakır

Ek buatları, kablo başlıkları gibi kablo teçhizatı A. C. ve D. C. için esaslı bir fark arzmezler.

Makul uzunluktaki bir D. C. transmisyon hattını, benzeri A. C. hattı ile mukayese ettiğimizde D. C. halinin lehine olarak, kabloların kullanılması zorunlu olan güzergâhın mamur kısımları için, hatırı sayılır bir tasarruf sağlanır. Zira hava hatlarının estetik bakımından mahzurlu bulunduğu bu güzergâh kısımlarında kablo döşenmesi tercihe şayan bulunmuştur. Bu taktirde de D. C. kablo masrafları A. C. kablo masraflarından çok daha az olur.

Şayet bir D. C. transmisyonunda (T.) bağlantıları zaruri ise, bununla ilgili masraf kablo başlıkları ithal edilmesi haline eşittir.

D. C. kablolarının A. C. kablolarına nazaran düşük tesis masraflarını haiz olması bir yana, D. C. kablolarında enerji kayıpları da önemli miktarda az olur. D. C. kablo kayıpları sadece azami 70° C'taki iletken kayıplarından (pil kayıpları) ibarettir. Halbuki A. C. kablo kayıpları azami 85° C'taki iletken kayıpları, buna ilâveten yalıtkan kayıpları ve dış kılıf kayıplarının toplamıdır. Buradan çıkartılan önemli bir sonuç, D. C. kayıplarının tamamı iletkenlerde husule geldiğinden, dış kılıf ve zemin sıcaklıklarının A. C. kablolarından daha düşük olacağıdır. Bu sayede, büyük baz yüklerin nakledilmesi bahis konusu olduğu yerlerde, toprağın kuruma derecesi azaltılmış olur.

D. C. ekipmanlarının ilâve masraflarını karşılayacak uzunluktaki bir nakil için dahi, tamamıyla kablo kullanılması havai hatta nazaran gene de pahalıya mal olur. Fakat her halükârda kablo kullanılması zaruri olan güzergâh kısımlarında D. C. kablolarının kullanılması hatırı sayılır tasarruf sağlar.

Deniz altı kablosunun istikbalı:

Bundan sonra Mr. Davey, A. C. ve D. C. deniz altı kablosunun istikbaline matuf ihtimallere döndü. A. C. için, deniz altı kablolarının teknik limiti, 110 ilâ 132 kV için 60 mil mertebesinde ve 200 kV için de takriben 30 mil kadardır. Bu teknik sınır, kablo, ismi üzerinde deniz altı kablosu, olduğu cihetle kompanse edilmesi mümkün olmıyan şarj akımının büyüklüğünden ileri gelmektedir.

Bu mesafelerin altında bu kabloların fizibilitesi tamamiyle ekonomik icaplara bağlıdır.

D. C. için, bugün için limit olan Z_f 250 kV gerilim kullanarak 400 ilâ 600 MW mertebesinde bir gücümüz olduğunu kabul edelim. Bu takdirde ekonomik asgari iletim mesafesi sadece ekonomik icaplara göre tayin olunur. 25 millik uzun-

luk veya hava hattının muadil bir uzunluğu, D. C. ekipmanı nazarı itibare alındığı taktirde, D. C. halinin toplam masraflarının, A. C. halinin toplam masraflarından az olması için kabul edilmesi gerekli asgari uzunluktur.

İletimin fizibilitesi için sair limitler, şüphesiz, yük merkezlerindeki jenerasyon masraflarıyla belli olur ve aşikârdır ki, bunlar istenilen güç miktarına tabidirler.

D. C. deniz altı kablolarının gelecekteki muhtemel durumları, mevcut ağların takviyesini de içerisine almalıdır. İngiltere - Fransa arasındaki deniz altı bağlantısı ve diğer atlamalar ve Yugoslavya - İtalya arası projeler gibi. "Aynı zamanda büyük adalara da enerji böyle verilecektir. Sardinya ele alındı, sonra Tasmanya geliyor Bu projeler için daha tafsilâtli esaslar, (prospektler) bunların D. C. yi A, C. den daha ekonomik yapacak sınırlar dahiline düşüp düşmediğine bağlı olmak mecburiyetindedir.

Bir Fransız görüşü, kablo izolasyonunun D. C. halinde A. C. den çok daha yüksek gerilimler altında çalışabileceği hususunun (bunun mânası devre başına daha büyük iletim kapasitesi demektir) bilinen bir hakikat olduğu merkezinde idi. Bir Fransız delegesi şöyle dedi: «Devre başına üç kablo yerine bir veya iki kablo kullanabiliriz. Bu da kW başına yatırım masraflarının azaltılması demektir. Biz aynı zamanda, bilindiği gibi, meselâ uzun A. C. deniz altı kabloları için sınırlayıcı bir tesir olan reaktif güç tesirlerini kaldıracabiliriz. Ve, bilhassa üç yerine iki kabloya sahip olduğumuzdan dolayı devredeki kayıplarda büyük azalma bekleyebiliriz. Aynı şekilde ilâve kayıplar da sınırlıdır».

D. C. Kabloları ile sınırlı tecrübe:

D. C. kabloları ile elde olunan tecrübe çok sınırlıdır, fakat bu alanda, bugün mevcut olan yalıtkan tiplerini gözönüne alarak, müstakbel gelişme olacağını zikretmenin kayda değer olduğu söylenebilir.

Meselâ sentetik yalıtkanları alalım. Hiç kimse bunları toprağa karşı 100 kV'un üstündeki gerilimlerde tavsiye etmediğine göre, bunlar şu anda konu dışındadır. Şayet kâğıt yalıtkanlı kabloları, katı tip kablo olarak gözönüne alırsak, durum Mr. Davey'in tebarüz ettirdiği kadar kötü değildir. Çünkü bu kablolardaki çalışma gerilmesi A. C. kablolarında kabul edilen geriliminin beş ilâ altı katı kadar artırılabilir.

Katı kablolar için gerilim sınırları:

Bu nev'iden bir kablo için muhtemelen gerilim sınırı bugün Z_f 250 kV mertebesinde görülmektedir. Bu voltajın üstünde, Mr. Davey'in

dediği basınçlı kablolarla gidilmesi gerektiği düşünülebilir. Burada A. C. altındaki çalışma gerilmesi halen oldukça yüksektir. Bu kablolar 10 ilâ 15 kV/mm. de çalışmaktadırlar, ve şayet biz D. C. ye gidersek, azami gerilme meselâ 30 ilâ 35 kV/mm nin üstüne çıkartılmaz. Mr. Davey, bunların halen en yüksek değerler olduğunu söyledi.

Şu halde böyle bir kablo ile nakledilebilen azami güç muhtemelen, A. C. altında nakledilen gücün 2,5 ilâ 3 katıdır. Halihazır da, bu kablolar 500 ilâ 600 kV'a kadar olan gerilimlere kadar muhtemelen bir çözüm gibi görülmektedirler.

D. C. kablolarında yalıtkan boyunca vuku bulan sıcaklık düşmesi azami gerilmeye tesir eden önemli bir faktördür. A. C. ve D. C. bağlantıları arasında yapılacak ekonomik mukayesede, bu başka bir problemidir.

İki misâl ele alınabilir. Şüphesiz bu rakamlar kaba rakamlardır, fakat eşdeğer mesafenin ne olabileceğine dair bir merteye verirler.

63 kV Fransız A. C. sisteminde kullanılan 240 mm² kesitinde iki adet katı kabloyu misâl olarak alalım. Bu kabloların ikisi tp 240 kV gerilimde 260 MW nakil kapasitesinde yüklenebilir ve bu 3 x 225 kV. luk 577 mm² mertebesinde kesitli A. C. kablolarının eşdeğeridir. Bu kablolar bilinen kablolardır. Bu kabloların masrafını alırsak, bu iki devre arasındaki masraf farkının, takriben 4000 kW redresör gücünün bedeline eşdeğer olduğunu söyleyebilirsiniz. Bu mukayese her iki - üç istasyonunun kW'ı başına 250\$ tesis bedeli alınarak yapılmıştır. Bu rakam bugün için cari değildir, fakat yarın için caridir. Şayet biz bu rakamı kabul edersek, bu iki devrenin eşderi olarak, 260 MW'ı 4.000 kW'a bölerek takriben 64 km. iletim mesafesi buluruz.

Şimdi ikinci misali ele alalım. Şayet biz iki tek çekirdekli yağlı kablo alırsak —225 kV. Fransız sisteminde kullanılan kablonun aynısı—, ve şayet bu kabloların muhtemel iletim kapasitesini tahmin edersek, eksi veya artı 500 kV kademede iki kablo için 900 MW mertebesinde bir rakam kabul olunabilir. Bu 380 kV'luk çift devreye eşdeğerdir. Aynı kabul esası üzerinden, fiyat farkı, 24.000 kW lık redresörlerin maliyeti mertebesinde. Burada eşdeğer mesafe 35 - 40 km. olur Kayıplar nazarı itibare alınmadığı için bu sadece takribi bir mukayesedir. Şayet kayıpları da nazarı itibare alırsanız, daha düşük

bir değer bulursunuz. Fakat deniz altı bağlantılarını alırsanız, bu taktirde iki devre arasındaki eşdeğer mesafenin muhtemelen daha düşük olduğunu gösterebilirsiniz.

Çünkü, genellikle A. C. için dört kablo ve D. C. için iki kablo kullanılmaktadır. Ve ayrıca A. C. deniz altı kabloları ile D. C. deniz altı kablosu arasındaki fiyat farkı arazi kablosu için olan fiyat farkından daha yüksektir.

Londra bölgesinde yeni yapılan ilgi çekici bir mukayese İngiliz delegeleri tarafından münakaşa edildi. Mukayese ± 250 kV D. C. de 600 MW için yapılmıştı. Bu gücü taşımak için, A. C. sistemde her biri 275 kV olan üç devrenin gerekli olduğu bulundu ve A. C. halindeki, herhangi bir uçtaki ve bağlantının ortasındaki şönt reaktörleri nazarı itibare alarak, A. C. ve D. C. arasındaki eşdeğerlik takriben 40 mil idi.

D. C. ve A. C. yeraltı tekliflerinin mukayesesi:

İngiltere'de havaî hat ve A. C. ve D. C. yer altı kabloları alternatifleri arasında da ilgi çekici mukayeseler yapılmıştır. Şayet standart C. E. G. B. 275 kV, herbir devresi 760 MVA maksimum taşıma kapasiteli (toplam 1. 500 MVA diyelim) çift devre havaî hattı alırsak, yer altı kablosu halinde bu hattın eşdeğeri 6 x 3 inç² veya 2.000 mm² kesitli 275 kV kablolar olur. Toplam yer altı kablosu kesiti 18 inç² demektir.

Şayet D. C.'ye döner ve aynı miktar gücü (1.500 MW, üç ayrı 500 er MW lık devrelerde diyelim) nakletmek istersek, her bir devre için 2 x 1 inç² lik, ± 250 kV'ta 275 kV luk kabloların kadar bir kesite ihtiyaç vardır. Bu taktirde yer altı kablolarının toplam kesiti 6 inç* dir.

Bir Amerikan delegesi, kontrol sistemlerinde belirli ve hakiki bir ilerilik arzetmedikçe Birleşik Amerika'da D. C. nin tatbik alanı olmadığını düşündüğünü söyledi, fakat kablo bağlantılarının özellikle D. C. 'de daha uygun düştüğü hususunda mutabık kaldı. Bu delege aynı zamanda, hakiki hedefin her halükârda uzak mesafe iletimini yok etmek olduğunu düşündü. Diğer enerji iletimi vasıtaları en iyi çözüm tarzı olabilir. Aynı zamanda, A. C. sistemlerinin D. C. bağlantıları ile tamamlanması metodu da istikbalde yaygın hale gelebilir.

ZAYIF AKIM MÜHENDİSLERİ ARANIYOR

Tecrübeli, iyi referanslı, Almanca'ya bihakkın vakıf zayıf akım mühendisleri aranmaktadır. Ticari tecrübesi olanlar ve Almanca'dan başka İngilizce veya Fransızca bilenler tercih edilecektir.

İsteklilerin hal tercümelerini gösterir el yazılarıyla başvurmaları rica olunur.
P. K 789 — Galata — İstanbul.