

# 16 2/3 ve 50 Frekanslı Akımla Demiryolu Elektriklendirilmesi

CONTACT\*\* HATTI SİSTEMİNİN ÖZELLİKLERİ VE TELEKOMÜNİKASYON İLETKENLERİNDE HUSULE GELEN BOZUCU (ARIZA) TESİRLERİ ÜZERİNE BAZI ARAŞTIRMALAR

AKE KARSBEĞ  
İsveç Devlet Demiryolları İdaresi  
Elektrik Baş Mühendisi

T. H. EVCİMEN  
Y. Müh - T.C.D.D.

## 1. Giriş :

İkinci Dünya Harbinden sonra değişken akım kullanan demiryollarına uygun bir frekans tesbit etmek hususundaki münakaşalar tekrar ortaya çıkmıştır. Başlıca 16 2/3 ile 50 cycle üzerinde duruluyordu. Bu iki sistemin bir diğerine üstünlüğüne ait iddialar ileri sürülmüş fakat erişilen sonuçlar umumî bir kabul bulmamıştır.

İsveçte, çok evelden alçak frekans (16 2/3 C/s) seçilmişti. Bu frekans İsveç'te geniş ölçüde yer alan demiryolu elektrikleştirilmesinin İslâhatı işlerinde muhafaza edilmiştir. Halen (Haziran 1953) de toplamı, Devlet Demiryollarının % 40'a tekabül eden, 6088 km. hat elektrikleştirilmiştir. Buna düşen trafik yüzdesi % 87 dir

Bu hale göre başlangıçta kabul edilen hatların yeni bir sistemle değiştirilmesi için hiç bir ekonomik savunma yoktur. Hattâ, celleekte • yapılacak hatların elektrikleştirilmesi hususunda,, (ki bu halen elektrikleştirilmiş olan başlıca noktaların arasını bağlamaktan ibarettir), lokomotiflerin değiştirilebilir olması, v. s. bakımından ve hatta böyle bir hareket için en iyi teknik sebepler bulunmuş olsa dahi, sistem değiştirmeğe karşı çetin bir itiraz vardır. Bu kabil sebepler her ne kadar şimdiye kadar bulunmamışsa da, bir veya diğer yönden kesin olarak etkisini gösterecek faktörler için temsili değerlerin (kemiyetlerin) inkişafına gayret etmek İsveç'te de önemli addedilmiştir.

Aşağıdaki sayfalarda sunulan ölçmelere, teknik inkişafı sorumlu olanların bu hususta kendi vicdanlarını temize çıkarma istekle-

ri, pek alâ bir sebep olarak ileri sürülebilir. Nitekim bu ölçüler 1920 de yapılmış olanlardan bir kısmının tekrarını teşkil eder, çünkü onlar yalnız 16 2/3 c/s frekans üzerine yapılmıştı. 50 c/s'a tekabül eden ölçmeler, İsveçte evvelce yapılmamıştır.

## Z. ölçmelerin Maksadı ve Şartları :

Contact hat akımı frekansı, hem demiryolu civarındaki telekomünikasyon iletkenlerinde husule gelen arızalar bakımından ve hem de contact hattının elektrik sabiteleri, empedans, direnç ve reaktans için esas ehemmiyeti haizdir. Bu yüzden, yalnız contact hattı değil, fakat demiryolunun lokomotifte akım sağlayan kısımları da dikkate alınmalıdır.

Sözü geçen arızalar, demiryolunun kendi yeraltı telefon kablolarında ve kısmen de demiryolu civarındaki diğer telefon hatlarında husule gelir. Umumiyetle,, demiryolu civarındaki telefon hatları. Telgraf İdaresinin malıdır. Arızalar indüklenmiş voltaj şeklinde hasıl olur ve tesirleri bakımından ekseriya ikiye ayrılır, güç - akımları frekans arızaları ve ses - frekansları arızaları.

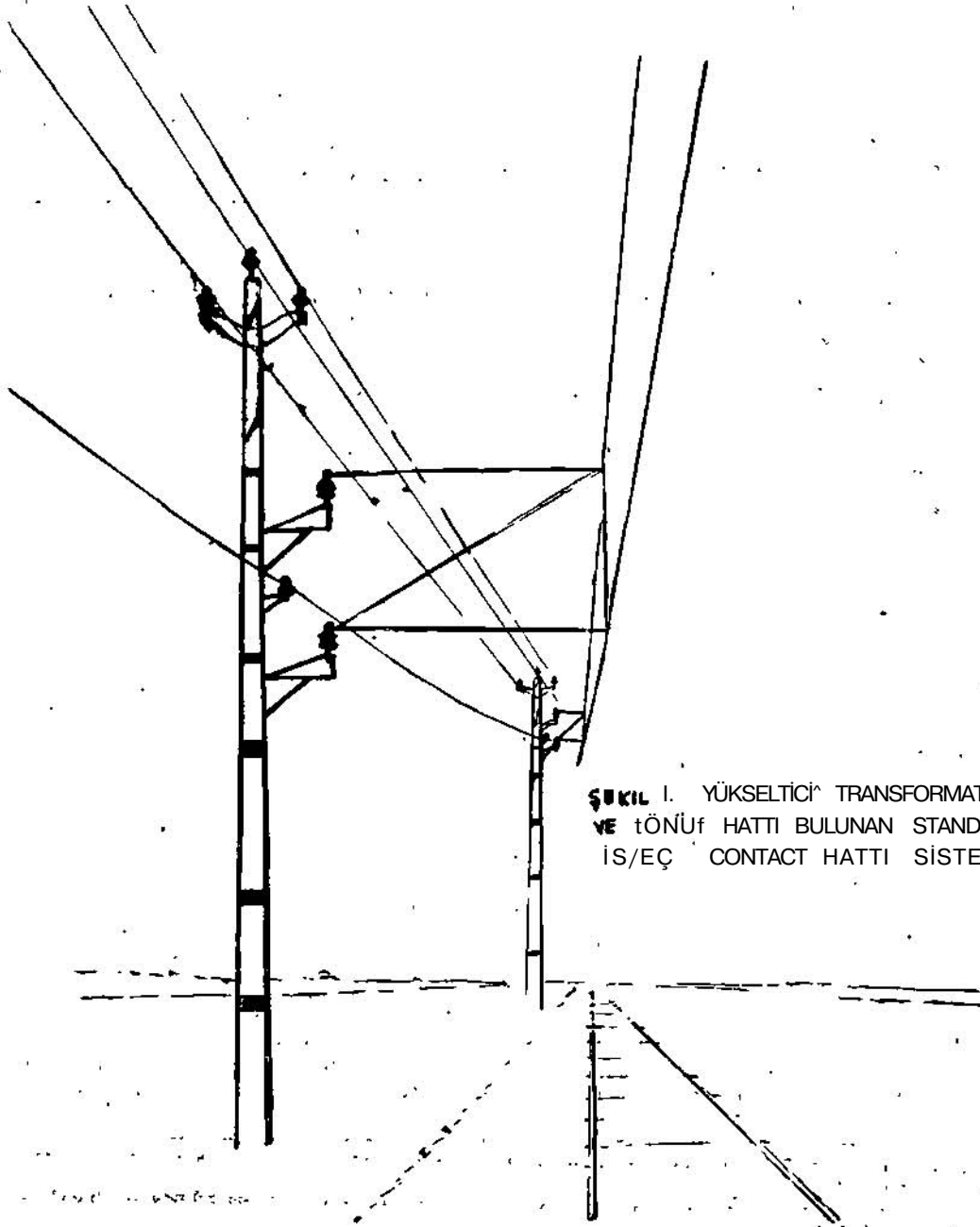
Güç- akımlar frekans arızaları demiryoluna tatbik edilen temel frekansta ortaya çıkar, bazı hallerde, toprağa nisbetle pek yüksek elektrik gerilimi gösterirler; • hakikaten bunlar telefon tesislerinin işletmesi ve bakımı ile sorumlu olan ekiplere tehlike teşkil edecek derecede yüksek olurlar. Ses - frekanslı arızalar, telefon çift hatları arasında değerce düşük olup, yine de telefon konuşmalarını güçleştirirler. Bu ses - frekanslı arıza vol-

\* «The Bulletin of the International Railway Congress Association, Vol. No. 4, August 1953» den Türkçeye çevrilmiştir.

\*\* «Kataner hattı» yerine «Contact hattı» kullanılmıştır, çünkü yazar İngilizce aslında bu tâbiri kullanmıştır. T. H. B.

ta] inin frekans spektrumu, lokomotif motorlarının yapısını da ihtiva eden bir çok faktörlere bağlıdır. Onların özellikleri ve büyüklükleri İsveçte 16 2/3 c/s demiryolu frekansı için pek iyi bilinir, fakat durum 50 c/s için aynı değildir. Hattâ, İsveçte 50 cycle ile çalışan lokomotif motorlarının bulunmayışı yüzünden bu konuda bir araştırma yapmak dahi mümkün olamamıştır. Bu sebeple sözü geçen ölçmelerin yalnız güç - akım frekans arızalarına inhisar etmesi icap etti.

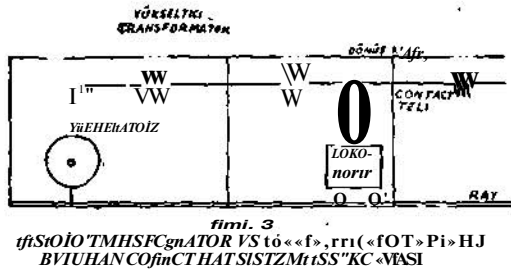
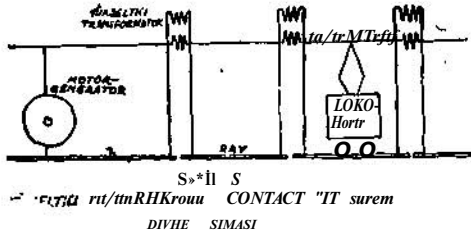
Aksi halde, benzer şartlar altında bozucu (arıza) voltajının büyüklüğü geniş ölçüde toprağın direncine bağlıdır. Bu direnç yüksek olduğu zaman (ki İsveç'in birçok yerlerinde) durum budur) bozucu voltajlar da yüksek olur, aksine düşük ise (ki Avrupa kıt'asında ekseriya durum budur), onlar da beklenildiği gibi düşük olurlar. Burada itibare alınan -31ç. meler Güney İsveçte bulunan demiryolunun bir kısmında yapılmıştır ki oradaki toprak direnci daha ziyade İsveç şartlarını temsil eder



ŞUKIL I. YÜKSELTİCİ TRANSFORMATÖRLER  
VE TÖNÜF HATTI BULUNAN STANDARD  
İS/EÇ CONTACT HATTI SİSTEMİ

Arıza voltajının büyüklüğü, demiryolunun indüklenen iletkenlere olan uzaklığına da bağlıdır. Bu ölçmelerde, Telgraf İdaresinin çıplak iletkenleri demiryoluna paralel, ve ondan 400 m. uzaklıkta bulunuyordu. Demiryolunun kendi yeraltı kabloları,, demiryolu orta ekseninden 1,9 m uzaklıkta ve-rayların kenarında 0.7 m derinliğinde gömülmüştür.

Contact hattının inşaa tarzı da bir etki yapar. Şekil 1., İsveçte kabul edilmiş standart inçanın krokisi' olup contact hattının nasıl bir kataner kablosundan inış. teüerile asıldığı-nı gösteriyor. Contact teli ve Tcataner kablosu da kesitleri sıra ile 80 ve 50 mm<sup>2</sup> olan saf elektrolitik bakir telden itiarettir. Contact sistemi sonra demir direklere bağılı izolatörler üzerine konmuş ilâve kirişlere tutturulmuştur Contact hattının ray üst kenarından yüksekliği normal olarak 5.6 m. dir.' Kataner kablosu, koñsol kirişi (çantileyer), kolundan 1.55 m. daha yüksekte uzanır. Direkler arası, düz kısımlarda 60 m ve eğrilerde daha azdır.



Son olarak, contact hat akımları ta rafından indüklenmiş anza voltajını tahdit etmek için hazırlanan tertipler de bir etki yaparlar, prensip bakımından farklı iki usul araştırılmıştır. Bunlar Şekil 2 de gösterilen yükseltici transformatör üe Şekil 3 te gösterilen yükseltici transformatör ve dönüş hattı «return feeder» sistemleridir.

Bu tertiplerden maksat,, lokomotifine giden contact akımının\*ve lokomotiften dönen akımın bu-birin'e,kabil olduğu kadar yakın-geçme-pri-sağlayarrbirei teşetfoGs olarak, Tjfade edilebilir ki; bu yüzdën husule gelen indüklemeye etkisi kabil olduğu'kadar küçük olacaktır.

Dönüş hattı kullanılmayan tertipte, geriye dönen akım contact hattı akımına, ray ile contact hattı arasındaki uzaklıktan daha fazla yaklaşamaz. Fakat geriye dönen akım toprak içinden artan derinlikten yol aradığı için, toprağın direnci çoğaldıkça iki akım arasındaki uzaklık oldukça fazla olur.

Eğer geri dönen akım yükseltici transformatör yardımı üe rayların yolunu takip etmeğe mecbur edilmediği takdirde, teorik olarak bu uzaklık için 9 km. ye balığ olan değerler elde edilmiştir..

Bu metod, bir hadde kadar, yükseltici transformatörlerin bir birine yaklaşık konması nisbetinde daha müessirdir.

Contact hattı ile raylar arasındaki uzaklık, iki akım arasındaki indüklemeye (bileşke) etkisini gideremeyecek derecede büyükse bu hallerde dönüş hattı kullanılır. Dönüş hattı vasıtasü geriye dönen akım adetâ contact hattı akımına eşit bir değere yükselir ve iki akım yolu arasındaki uzaklık yalnız yükseltici transformatör kullanıldığındaından daha da az olacaktır. Bu suretle net indüklemeye etkisi o derecede azalacaktır. Şekil 1 de dönüş hattı (ki bu 130 ma<sup>2</sup> kesitli bakır veya eşdeğer kesitli alüminyumdan ibarettir.) contact hattı direkleri üstünde tecrübe yolu ile tâyin edilen bir yükseklikteki izolatörlerden, meselâ contact hattından biraz yüksek, fakat kataner kablodan alçak olarak asılır.

Bu arada dönüş hattı olmayan, fakat oldukça uzak fasılalarla yerleştirilmiş yükseltici transformatörü! contact hattında yapılan ölçmelerde elde edilen sonuçların, yükseltici transformatör dahi konmayan, sadece lokomotifine akım veren ve contact hattı ile raylardan ibaret olan bir sistemde elde edilen sonuçlara yaklaşmakta olduğuna dikkat etmek ilğiye çeken bir cihettir. Böyle bir sistemde karakteristiğın ölçülmüş değerleri, yükseltici transformatörlerin arası 30-40 km. olduğu zaman hemen peyda olur.

Contact hattı sabitelerinin ölçülmesi,, transformatörleri muhtelif fasılalarla konmuş ve ilâveten dönüş hattı olan veya dönüş hattı bulunmayan contact hattı sistemleri için yapılmıştır.

### 3. Ölçme Tertipleri :

16 2/3 cycle ölçmeleri yapılırken 50 cycle lık üç fazlı enerjiyi bir faz 16 2/3 cycle'a çevirmek için, contact hattı standart İsveç tipi bir motor + generatörden normal şekilde beslenmiştir. 50 cycle ölçüler eşnasında tek fazlı bir generatör, synchronize motor olarak kul-

lanılmış, bu suretle ölçmeler için tek faz enerji üç fazlı bir makineden alınmıştır. Her iki halde contact hat akımı, contact hattını motor — generatörden 40 km. uzaklıkta bir noktada doğrudan doğruya raylara bağlamak suretiyle elde edilmiştir. Contact hattındaki alınm generatörün ikazını ayarlamak suretiyle değiştirilmiştir

Devlet Demiryolları yer altı kablolarındaki ve Telgraf İdaresinin çıplak tellerindeki güç - frekansı bozucu (arıza) voltajı, paralel iletkenin bir ucu ile toprak arasında bağlanan voltmeterlerle ölçülmüştür. Bu iletkenin diğer ucu doğrudan doğruya toprağa bağlanmıştır

Contact hattı sabiteleri, bilindiği gibi, wattmetre ve voltmeter ve ampermetre yardımı ile ölçülmüştü.

Bu kabil ölçmelerin, ölçüyü yapanlardan oldukça fazla emek istediği hususu da zikredilmelidir. Aşıkâr sebepler yüzünden, ölçmeler geniş sahalara dağılmıştır ki, aynı anda ölçü sonuçları elde etmek için- aletlerin telefon kontrolü ile okunmasını imâ eder. Bu şart ise değişik yükler meselesi dolayısıyla bilhassa ehemmiyeti haizdir. Nihayet, alelade trafiğin lüzumsuz arıza ve bozmalarını önlemek için ölçmeler gece vaktinde yapılmalıdır. Bu işe, yükseltici transformatörleri, hatların devreye bağlanması veya devreden çıkarılması işini daha güçleştirir ve bir bakımdan da emir ve organizasyonun gerektiği gibi neşri için şarf edilmesi lâzımgelen emekleri çoğaltır.

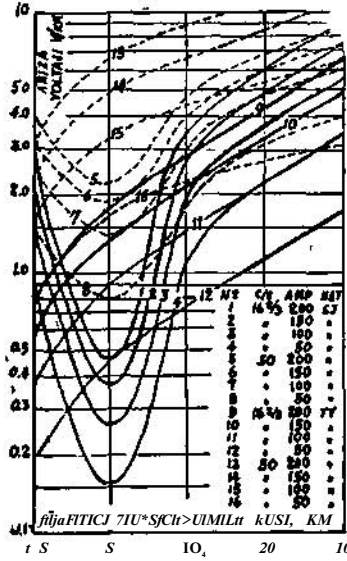
Ölçüyü yapan ekip üstün bir iş çıkarmış ise de, ölçme hatalarını önlemek mümkün olmamıştır, ölçmelerin kabil olduğu kadar düzeltilmiş olmasına rağmen burada tekrarlanan sonuçlarda hatalar bulunabilir. Gerçi, bu hataların  $\pm$  % 10 sının içine düşmeyecek derecede büyük olmadığı tahmin edilmiştir.

Ölçmeler 1952 Mayıs sonunda yapılmıştır.

#### 4. ölçü Sonuçları:

a) Yükseltici Transformatörlü, Fakat Dönüş Hattı Olmayan Contact Hattı.

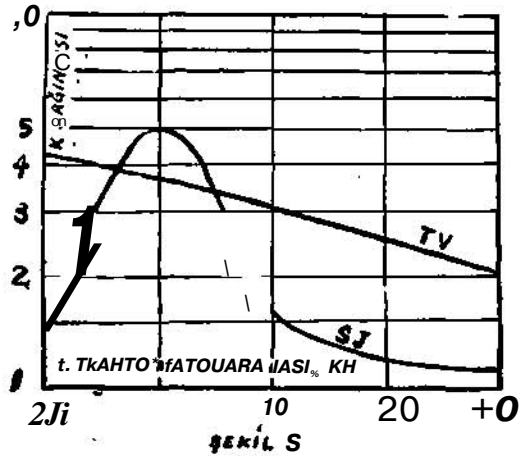
Okuma ve ölçü aleti hatalarına karşı düzeltilmiş sonuçlar Şekil 4 deki grafikte eğriler şeklinde sunulmuştur. Bu diyagram güç - frekansı arıza voltajının yükseltici transformatörler arası uzaklığı ile nasıl değiştiğini, "(volt/km.) cinsinden ve dört farklı contact hattı akım değerleri için göstermektedir. Dört akım değeri 50, 100, 150 ve 200 amper olup, iki frekans 16 2/3 ve 50 cycle üzerinden hem Devlet Demiryolu (SJ) yeraltı kablosu ve hem GŞ Telgraf İdaresi çıplak telleri (TV) için gösterilmiştir.



Şekil 4. YALNIZ YÜKSELTİCİ TgAHSFMHATOUU SİSTm

Yalnız yükseltici transformatörler arası 2.5, 5, 10, ve 34 km. değerlerine tekabül eden arıza voltajları doğrudan doğruya ölçülmüş olmasına karşılık eğrilerin bu noktalar arasında serbestçe çizildiğine riirir.ftt- edilmelidir.

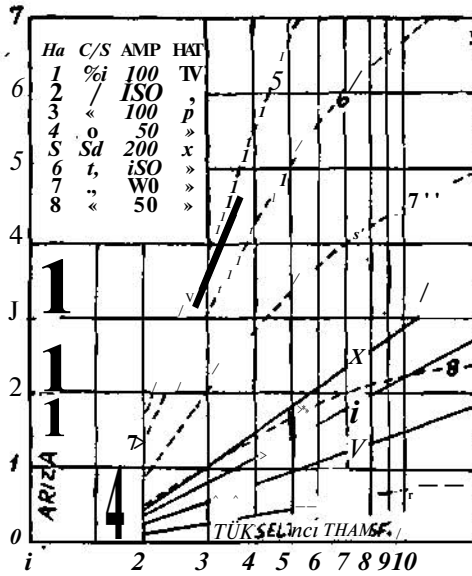
Diyagramın gösterdiğine göre arıza voltajı, aynı şartlar altında, 50 cycle'da hem Devlet Demiryolları kablolarında ve hemde Telgraf İdaresinin çıplak tellerinde 16 2/3 cycle'dakinden oldukça yüksektir. Ve Telgraf İdaresinin çıplak tellerinde bu arızalar, yükseltici transformatör aralığının çoğalması ile kesilmeden, fakat biteviye olmayan bir artma gösterirler, buna karşılık yeraltı kablosu eğrileri ise gerek 16 2/3 cycle ve gerekse 50 cycle için yükseltici transformatörler arası uzaklık 5 km. ye vanna belirli bir minimum gösterirler.



Şekil 5

50 ve 16 2/3 c/s frekansları ile arıza voltajları arasındaki bağıntıyı daha yakından araştırma, K ile Şekil öteki diyagram vasıtasıyla hülâsa etmek suretiyle de kabildir. Bu bağıntı transformatörler arası uzaklıkla değişir, fakat arıza voltajı Telgraf İdaresi tellerinde hasıl olunca contact hatlarındaki akıma bağlı kalmaz. Diğer taraftan Devlet Demiryolu yeraltı kablosunda meydana olan arıza voltajları ise contact hattı akımı ile değişir, ancak bu değişime o derece azdır ki, bu pratik bakımdan bir ortalama - değer eğrisi ile gösterilebilir.

Yeraltı kablosunda, arıza voltajı 50 cycle'da ve yükseltici transformatörler arası uzaklık en müsait değeri olan 5 km. de, 16 2/3 cycle'dekine nazaran 5 misli büyüktür. Telgraf İdaresinin çıplak tellerinde arıza voltajı 50 cycle'da yükseltici transformatörler arası uzaklık azaldıkça artar ve meselâ bu uzaklık 2,5 km. ye düşerse arıza voltajı 4 misline çıkar.



Şekil: 6

Diğer teferruatlı bir araştırma, Şekil 6 da hülâsa edildiği gibi, yükseltici transformatör uzaklıkları azalıp 15 km. değerine düşünce, Telgraf İdaresi çıplak telleri arıza voltajlarının hepsi 50 cycle veya 16 2/3 cycle için, sıfır gibi çok düşük bir değere yaklaşır. Bu ise yükseltici transformatörlerin 1.5 km. den daha kısa fasıla ile konmasının bir istifade temin etmeyeceği manasına gelir. Bunun fiziksel izahı, ray sisteminden dönen demiryolu akımı en kısa mesafelerde raylardan geçer ve bu suretle toprağa geçmeğe fırsat bulamaması hakikatine yapılı ki, contact hattı ile ray indüklemeye etkileri bir birini tamamiyle karşı-

lar. Gerçi bu, Telgraf İdaresi hatları için caridir. Bu teller bir taraftan demiryolundan nisbeten uzak mesafelerde yer almış ve diğer taraftan da ona olan uzaklıkları contact hattından olan uzaklıklarına takriben eşittir.

Halbuki, Devlet Demiryolları yer altı kablolarında şartlar farklıdır. Demiryolu yeraltı kablolarına raylardan olan uzaklık ile contact hattından olan uzaklık pek farklıdır ve evvelce de işaret edildiği gibi, yeraltı kablolarındaki arıza voltajları, yükseltici transformatörler takriben 5 km. fasıla ile konunca bir minimuma düşerler.

TABLO : 1

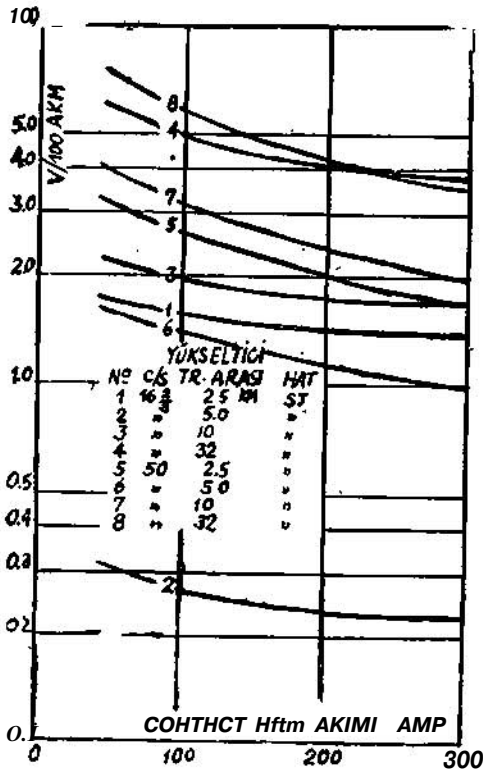
Yükseltici Transformatörler arası Uzaklığı	Telgraf İdaresinin çıplak tellerinde ölçülmüş güç frekansı arıza voltajı (V Akm.) cinsinden	
	16 2/3 Cycle	50 Cycle
Km.		
2.5	0.36	1.5
5.0	0.92	3.4
10	1.5	4.5
34	3.1	6.3

TABLO : 2

Yükseltici Transformatörler arası Uzaklığı	Devlet Demiryollarının toprak altı kablolarında ölçülmüş arıza voltajı (V Akm.) cinsinden	
	16 2/3 Cycle	50 Cycle
Km.		
2.5	1.4	1.3
5.0	0.22	0.90
10	1.6	1.5
34	3.6	2.9

Tatbikatta güç - frekansı arıza voltajları ekseriyetle volt bölü 100, amper - kilometre (V/100) AKm olarak ifade edilir. Telgraf idaresinin çıplak tellerinde hasıl olup hiç olmazsa burada ölçülmüş kısımlarına (takriben 35 km. ye) inhisar eden bu değer (ki aynı zamanda buna «specific» arıza voltajı adı da verilir) hemen hemen contact hattı akımına bağlı değildir. Gerçi, Tablo 1 den de görüldüğü üzere, bu yükseltici transformatörlerin bir birlerine olan uzaklıklarına bağlıdır.

Devlet Demiryollarının yeraltı kablolarında 'specific arıza voltajı' contact hattı akımına bağlıdır, çünkü bu akım çoğalınca specific arıza voltajı düşer. Bu, Şekil. 7 deki diyagramdan da bellidir, zira akım arttıkça specific değerler düşük bir limit değerlerini aurlar. Bu limit değerleri arıza şartlarını temsil eden değerler olarak düşünülmelidir. Çünkü Tablo 2 ye göre onlar maksimum arıza voltajını tayin ederler. Ancak bunların tahmini ve bilhassa 50 cycle da takribî olduğuna dikkat edilmelidir. Neyazık ki, bu frekansta contact hattı akımları için ölçmeler yapmak, bulunan tertipler yüzünden kabil olmamıştır.



Şekil: 7

Böylece elde edilen ölçme sonuçlarının pratikteki manâsı en iyi şekilde bir misalle gösterilebilir. Faraza, Telgraf İdaresinin hatları, demiryolları kabloları ve bu demiryolu paralel uzunluğu 50 İm olsun ve oldukça fazla trafik yükü taşıyan demiryolunun bu kısmına tekabül eden contact hattı akımı, 500 amper olsun. Arıza voltajının evvelki tablolardaki değerleri bu yüzden

$$\frac{50 \text{ km.} \times 500 \text{ Amp.}}{100} = \text{Akm}$$

faktörü ile çarpılmalıdır. Böylece Talblo 3 deki değerler bulunur.

Normal servis şartları altında arıza voltajının Uluslar arası kabul edilen değeri toprağa nisbetle 60 volt (Anî kısa devrede 430 volt) olduğu için alınan misalde hesaplanan sonuç, yalnız yükseltici transformatör kullanılarak bu arıza voltajın azaltmaya kâfi gelmediğini imâ eder.

TABLO : 3

Yükseltici Transformatörler arası uzaklığı	Güç Frekansı arıza voltajı, volt cinsinden			
	16 $\frac{2}{j}$ Cycle		50 Cycle	
Km.	Kablolarında	Telgraf İdaresinin çıplak tellerinde	Kablolarında	Telgraf İdaresinin çıplak tellerinde
2.5	350	90	325	375
5.0	55	230	225	850
10	400	375	375	1125
34	900	775	725	1575

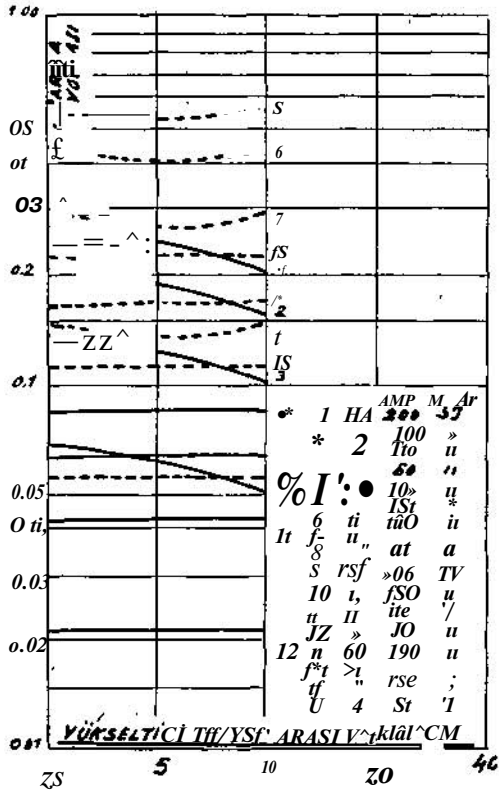
TABLO : 4

Yükseltici Transformatörler arası uzaklığı	Güç frekansı arıza voltajı, volt cinsinden			
	Telgraf İdaresinin çıplak tellerinde		D. Demiryolları Toprak altı kablolarında	
Km.	$\frac{a}{\sqrt{b}}$ M   m	50 Cycle	$\frac{c}{\sqrt{d}}$ n   m	50 Cycle
2.5	0.042	0.11	0.14	0.30
5.0	0.042	0.11	0.12	0.27
10	0.042	0.11	0.10	0.29

b) Yükseltici transformatörü ve dönüş hattı bulunan contact hattı:

Şekil 8 deki diyagramda yükseltici transformatör ve dönüş hattı bulunan contact hattında ölçülen güç - frekansı arıza voltajının değerleri topluca hülâsa edilmiştir. Dönüş hattı ve demiryolu akımı raylar vasıtasıyla geriye döndüğü sıklıkındaki ölçülmüş değerler ile yapılan karşılaştırmada, dönüş hattının arıza voltajlarını onda bir değerine veya daha az bir değere indirdiği bulunmuştur.

Transformatör fasılları, Telgraf İdaresinin çıplak tellerindeki arıza voltajı husu-



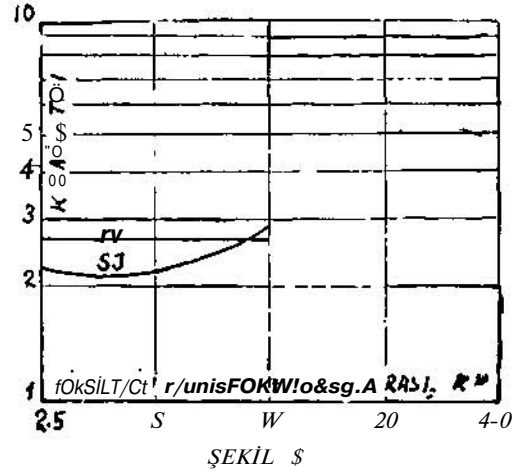
Şekil : 8

Yükseltici transformatorlerle dönüş hattı (Return Feeder) Bulunan cunctant hat sistemi

sunda okadar küçük bir rol oynadı ki, bu bakımdan ölçülen değerlerde kesin bir temayül müşahade edilemedi. Buna tekabül eden eğriler diyagramda absise paralel doğrular şeklinde gösterilmişse, teorik hesaplar şüphesiz transformatorler arası uzaklık arttıkça arıza voltajının biraz artacağını gösterir. Buna rağmen, Devlet Demir yollarının yeraltı kablolarındaki arıza voltajlarının, yükseltici transformatorler arası uzaklığı ile olan bağıntısı üzerine, diyagramın gösterdiği gibi tamamile vazih emareler elde edilmiştir.

Arıza voltajının 50 ve 16 2/3 cycle'da ki değerlen Şekil 9 daki diyagramda gösterilmiştir. Telgraf İdaresinin çıplak telleri için bu bağıntı ölçülmüş mesafelerde 2.7 değerinde olup transformatorler arası uzaklığa tabı değildir.

Devlet Demiryollarının yer altı kablolarındaki bozucu (arıza) voltaj bağıntısı, minimum değeri 2.1 olan bir eğri şeklinde elde edilmiştir 50 cycle için bozucu (arıza) Voltajı 2.7 olduğu için 16 § daki anza voltajına nisbetle en az 2.1 kadar büyük demektir



TABLO : 5

Yükseltici Transformatorler arası uzaklığı	Güç frekansı arıza voltajı, volt			
	16 2/3 Cycle		50 Cycle	
Km.	Sj Kablolarında	Telgraf İdaresinin çıplak telleri	Sj Kabloları	T. İdaresinin çıplak Tellerinde
2.5	35	11	75	28
5.0	30	11	68	28
10.	25	11	73	28

TABLO : 6

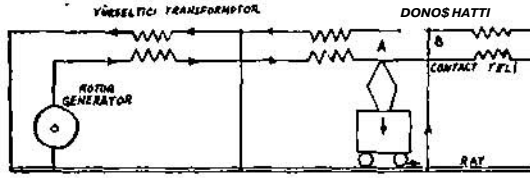
İletken	Max. Güç frekansı arıza voltajı, volt					
	16 2/3 Cycle			50 Cycle		
	Tablo 5 e göre	İlave voltaj	Toplamı	Tablo 5 e göre	İlave voltaj	Toplam
Devlet Demiryolları Yeraltı kabloları	30	17	47	68	16	84
Telgraf İdaresinin çıplak tellerinde	11	5	16	28	19	47

volt  
Specific arıza voltajı, — Amper - Kilo-  
100  
metre cinsinden ifade edilip, hem Telgraf

İdaresinin çıplak tellerinde ve hemde Devlet Demiryollarının yeraltı kablolarında, hemen hemen contact hattı akımına bağla değildir. Değerler Tablo 4.'te gösterilmiştir

50 km. uzunluğundaki demiryolu ve Telgraf İdaresinin hatları için ve 500 amper contact hattı akımı için Tablo 5 deki değerler, toplam güç frekansı arıza voltajları değerlen olarak bulunmuştur.

16 °, ey ele için gösterilen değerlerin hiç bin Uluslar arası kabul edilen, maksimum 60 volt'u geçmez ve 50 eyle'da ise bij değerler 60 volt'u bir miktar aşar. Tablo 3 ile mukayese edildiği zaman, dönüş hattının contact hattı sistemindeki anza voltajlarını müessir bir şekilde azaltmak hususundaki büyük imkânlarını ortaya koyar.



ŞEKİL 10 ifasını ruMfinHATOK /ıc OONÜJ HATTI (umursna)Bı>WMAH conner nur SIST««1\*M damur SJ» r. TRANSFORMATÖR İVANV' OLUNCA AKIM YHU-HMHI İÖSTülR ŞEMA

Bu tarzda hesaplanmış değerler, lokomotif, dönüş hattını komşu iki yükseltici transformatörler arasında bir noktada raylara bağlayan bir toprak iletkenine yakın olduğu zaman daha ziyade sıhhatlidir. Lokomotif demiryolu üzerinde herhangi başka bir noktada ise, Şekil 10 dan'da görüleceği üzere,, cer akımının bir kısmı ray vasıtasıyla geriye döner. Dönüş hattından akan A ve B noktaları arasında bir akım husule gelir ki contact hattında buna tekabül eden herhangi bir akımla karşılanamaz, (telâfi edilemez). x km. ile gösterilen A - B mesafesi azamî, iki yükseltici transformatör arasındaki mesafenin yansına eşit olur. Bu kısımda hasıl olan anza voltajları için, contact hattının yükseltici transformatörlerle teçhiz edilmiş fakat dönüş hattı bulunmayan halindeki aynı değerleri prensip olarak candır. Bu sebeple ortaya çıkan bozucu arıza voltajları tablo 5 işaret «dildiği gibi diğerlerine ilâve edilmelidir. Bundan sonra, bu ilâve bozucu (anza) voltajının değeri, yükseltici transformatörler arası uzaklığı 5 km. olan dönüş hattı ile mücehhez contact hattı sistemi için hesaplanır. x'in maksimum değeri bu halde 2.5 km. dir.

x Kısımının uzunluğu, ilâve bozucu (anza) voltajlarının hesabındaki alınan hat uzunluğunun da aynıdır.

Telgraf İdaresinin çıplak tellerindeki ilâve bozucu (arıza) voltajının x = 1.5 km. değeri aşınca ve x' in artan değerleri ile çoğaldığına da dikkat edilmelidir.

Bu x değerinin üstünde arıza voltajı, artan contact hattı akımı ile de artar. Bu demektir ki, ilâve anza voltajı x = 2.5 km. iken maksimum değeri alır. Bu kıymet tablonun başlangıcındaki sabiteler yardımı ile

$$\text{hesaplanabilir, yani sıra ile } 0.36 \text{ ve } \left(\frac{1.5}{100}\right)$$

Akm değerleri 16 § ve 50 eyle'larda. Paralel uzunluk 2.5 km. olduğu için ve akımında 500 A olduğu farzedildiği için, sabiteler 2.5 X 500

$$\frac{1.5}{100} = 12.5 \text{ üe çarpılmalıdır. Bu suretle}$$

maximum ilâve arıza voltajı, Telgraf İdaresinin çıplak teU'ünde, sıra ile 5 ve 19 volt olacaktır.

Devlet demiryolları yeraltı kablolarında bozucu arıza voltajı, X = 2.5 Km. olduğu zaman minimum olacak ve X azaldıkça, artacaktır. Fakat X'in azalması aynı zamanda paralel uzunluğun azalması demek olacaktır. Daha teferruatlı araştırmaların gösterdiği gibi bu ise ilâve voltajı her ne olursa olsun nmaximum değerini X = 2.5 Km. iken alır demektir., yani lokomotif bir yükseltici transformatör civarında yer almıştır. Bu suretle Devlet Demiryollarının yeraltı kablolarındaki ilâve bozucu (anza) voltajını hesap etmek için tablo 2 nin başlangıcındaki sabiteler kullanılabilir;

$$\text{V}$$

$$\text{Akım değerleri } \left(\frac{V}{100}\right)$$

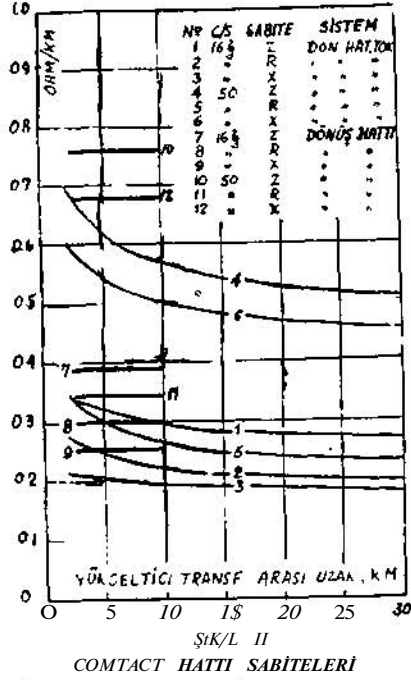
16.3 ve 50 eyle'larda ilâve arıza voltajları sıra ile 12.5 faktörü ile çarpıldıktan sonra 17 ve 16 volt olacaktır. 5 km. yükseltici transformatörler arası uzaklığı için tablo 5 de yazılı güç - frekansı anza voltajı düzeltmeleri şimdi tablo 6 daki gösterilen sonuçları verir.

Bazı hallerde ilâve arıza voltajı nisbeten yüksek ise de mukayesede fazla bir tesir göstermediği görülür. Bu ise dönüş hattının, contact hattı yanında bulunan telekomünikasyon iletkenlerindeki anza voltajını azaltmak hususunda tesirli bir tertip olduğunu gösterir.

Umumiyetle yükseltici transformatör ve dönüş hattının nihayet civardaki telekomünikasyon iletkenlerinde husule gelen ses - fre-



kansı arızalarını da azaltacak tertipler olduklarına işaret edilebilir. Güç - frekansı bozucu arızalarını tahdit ederi tertiplere ihtiyaçtan ziyade, ses - frekansı arızalarını önleyecek düzeltici tertipler (ki bunlardan burada bahsedilmemiştir) için duyulan ihtiyaç ekseriye daha kesin bir etkiye sahiptir.



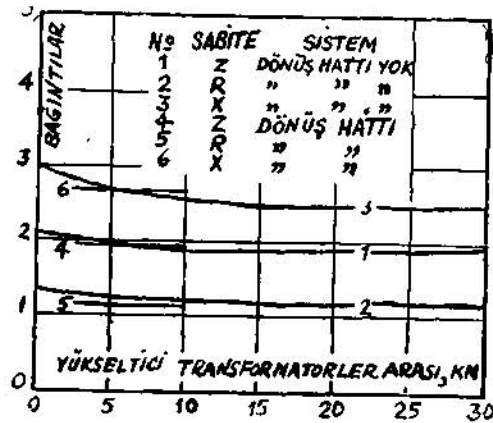
Z-fipeisuuue RsJtrénf X=\*«.&.\*«  
YKSELTİCİ TMNSFOIIMATCRLUNE' DÖNÜŞ HATTI  
DÖNÜŞ HATTI OLMAYAH SİSTEMieBKE fult 50c

### C) Contact Hattı Sabiteleri:

Değişen transformatörler arası uzaklığı içm, dönüş hattı olan veya olmayan hallerde. 16 ş ve 50 cycle'larda ve muhtelif contact hattı akımları için, contact hattı sabiteleri, impedance Z, direnç R, ve reactance X, Wattmetre, Voltmetre ve ampermetreler vasıtasıyla ölçülmüştür. Bütün bu ölçmelerde contact hattı akımı gayet ehemmiyetsiz bir tesir yaptığı müşahade edildiği için, bu akımın sebep olduğu değişmeler tatbikatte kaale alınmayabıMr. Bundan sonra gelen bütün ölçü sonuçları 150 amper contact hattı akımına aittir. Dönüş hattı kullanılan hallerde yükseltici transformatörler arası uzaklığı (veya birim uzaklığa düşen transformatör sayısı) çok küçük bir rol oynamıştır ki, tatbikatte onların tesiri ihmal edilebilir.

Mümkün olduğu kadar okuma ve ölçme aleti hatalarına karşı düzeltilmiş değerler

Şekil 11 deki diyagramdaki eğriler şeklinde hülâsa edilmiştir. Diyagram, 50 cycle'daki contact hattı sabitelerinin ölçülmüş değerleri, 16 ş cycle'a tekabül eden ölçülmüş değerlerden tamamıyla daha yüksek olduğunu gösteriyor. Şekil 12, 16 ş cycle - 50 cycle arasındaki farklı hallere dair daha teferruatlı bilgi vermektedir. Hususiyile impedance'lar arasındaki bağıntı 2 ye pek yakındır ve değer transformatörler arası uzaklığa ve dönüş hattı olup olmadığına pek bağlı değildir. Bu yüzden eğer yüzde voltaj düşümü her iki frekansta da en müsait şartlar altında bazen değerlerde bulundurmamak isteniyorsa contact hattında 50 cycle'da, 16 i cycle'da olduğundan daha büyük bir voltaj düşümü sağlamak lâzımdır Meselâ, contact hattında bir eş değer (uniform) yük dağıtılmışsa, buna göre besleme noktalarının artış sayısı 1 : -y/2 arasındadır, veya 40 % dır. Eğer, bunun yerine yükün hat üzerinde bir tren ile bir nokta yer aldığı fark edersek, besleme noktalarının sayısını 100 % arttırmak lâzımgelir. Gerçek artış 40 - 100 % arasında olup, yükün tipine bağlı kalır ve kabaca bir tahmin olarak 60 % degen pek nisbetsiz sayılmaz



Şekil: 12

### 5. Mütalâa :

Burada takdim edilen sonuçlar, bozucu (anza) ların ölçülmesi bakımından umumiyetle uygulanamaz, ölçmeler, ölçmelerin yapıldığı noktadaki toprak direnci şartları başka olsaydı, değişik sonuçlar verecekti. Devlet Demiryollarının kendi yeraltı kablolan ve

ya Telgraf İdaresinin çıplak telleri başka bir tarzda yerleştirilmiş olduğu takdirde sonuçlar başka olurdu, ölçülmüş sonuçlar, hasıl olan arızaların vüsati nisbetinde hakiki tatbikattan alınmış bir misal olarak faydandır. Bununla beraber ölçme sonuçları evvelce bilinen iki hakikati yeniden teyid etmiştir. Frekans 16 â cycle'dan 50 cycle'a yükselmesi, contact hattı bozucu (arıza) yi giderir tertiplere yeni ilâveler yapılmasını lüzumlu kılar ve contact hattı sabitelerinin değerlerini artırır.

Burada bahsedilen bozucu arızayı önleyen tertipler, vaki şartlara göre değiştirilebilir. Gereken muhtelif tatepler, yükseltici transformatörler vasıtası ile, dönüş hattı kullanılarak veya kullanılmayarak en düşük maliyete sağlanabilirler. Uygun toprak direnci şartları altında ve Telekomünikasyon iletkenlerinin demiryolundan büyük bir uzaklıkta bulunduğu zaman bu tertiplere ihtiyaç olmaması mümkün olsa gerektir. Kabloları özel bir şekilde zırlamak imkânı da hariç tutulmamalıdır. Nisbeten daha az uygun şartlar, yükseltici transformatörleri gerektiği gibi uzun veya daha kısa mesafelerde yerleştirmek suretiyle giderilebilirler. Daha zor şartlar için, dönüş hattı temin edilmelidir.

Aşikâr olduğu gibi, bozucu arızaları gidermek için lâzım gelen tertiplerin masrafları arızanın şiddeti ile artar. 50 cycle'da bozucu arızalar, 16 i cycle dakilerinden değerce daha düşük olduğu için daha yüksek frekansla demiryolu elektrikleştirilmesinde maliyetin yükselmesi düşük frekansta yapılacak demiryolu elektrikleştirilmesine nisbetle daha çabuk olacaktır ki, bu alçak frekanslı elektrikleştirme lehinde itiraz götürmez bir hakikattir.

Bilhassa, bu yalnız yükselticis transformatörler kullanarak eldeki şartları naksedilmesi takdirinde göze çarpar. Daha yüksek frekans için aksi halde ayrıca dönüş hattı kullanmak lâzım gelecektir. Ancak 50 Cycle kullanan sistemde maliyet bakımından müsait olmayan durum, transformatörlerin bu cycle'da 16 S cycle'dakilerine nisbetle biraz ucuz olması dolayısıyla biraz düzelir.

İsveçte, memleketin toprak direncinin çok yüksek olduğu bir çok yerlerinde, Telgraf İdaresinin çıplak iletkenleri hususunda geniş ölçüde tedbirler alınmış ve otoriteler, alçak frekans kullanılmış olmasına rağmen daha pahalı bozucu arıza giderici tertipleri tatbik mecbur kalmışlardır. Bu sebepten

Contact hattı sistemi bu kabil vasıtalara ihtiyaç göstermeden uygulanmış olması haline nazaran, % 13 nisbetinde daha pahalı olmuştur. Gerçi, düşük frekansın kullanılması,, İsveç'te vaktile iyi cer motorları imal etme imkanları yüzünden dikte edilmişti.

Contact hattı sabitelerinin ölçülmesinin başlıca sonucu, prensip olarak alçak frekansa nazaran besleme noktalarının bir birine oldukça yakın yer almasını ima eden, 50 cycle'daki impedance'in 16 § cycle'dakinden iki misli büyüklüğünde oluşu idi. Bir transformatör merkezi, motor istasyonuna nazaran daha ucuza inşa edilir, ve bunun neticesi olarak, 50 Cycle'da besleme noktaları için tesislerin toplam masrafları, 16 i cycle'a nazaran daha ucuz olabilir. Fakat, bu mesele demiryolu güç kaynağı ve ekonomisi ile ilgili bir çok meselelerden sadece birini temsil eder. Buna benzer diğer hususlara temas edilebilir, ancak bunların burada takdim edilen ölçümlerle hiç alakası olmadığı için, daha geniş etüd ve müzakerelerle tahlili gerekir. İki sistemden birinin avantajlı veya kusurlu kaldığı hususların tartışılması bir ekonomik probleme rücu etmeli ve meselenin doğru çözümü muayyen hallerde carî şartlara dayanmalıdır.

## HABERLER

Büyük inkılâp hareketimizi takiben yapılan ve topluluğumuzu ilgilendiren tâyinlerden birkaçı.

PTT Genel Müdürlüğüne: Reşat Bayramıçlı: (Ulaştırma Bakanlığı Eski Başmüfettişi)

Etibank Genel Müdürlüğüne : Tahsin Yalabuk : (Y. Maden Mühendisi)

İller Bankası Genel Müdürlüğüne : Sabri Sağıroğlu : (Ziraat Bankası eski Genel Md. Muavini)



Elektrik tarife esaslarının tesbiti, tarifelerin tasdiki ve tatbikatının murakabesi ile ilgili talimatname 17 Haziran 1960 gün ve 10528 s. Resmî Gazete ile yayınlanmıştır.



İ T. Ü. Elektrik Fakültesi Telekomünikasyon Kürsüsü Profesörü Bedri Karafakıoğlu, aynı kürsünün Ordinaryüs Profesörlüğüne yükseltilmiştir. Meslektaşımızı tebrik ederiz.