

Elektrikli Cer Sistemlerinin Doğuşu Tatbikatı ve bugünkü durumu

Haşini SALTİK
Y Müh -TCDD

Elektrikli Cer sisteminin doğuşu :

İlk elektrikli demiryolu 31/Mayıs/1879 da Berlin Sanayi Sergisinde görüldü. Buradaki lokomotif Siemens yapısı 3 beygirlik doğru akım seri motor ile teçhiz edilmişti ve 20 kişiyi 12 km/saatlik bir süratle taşıyabiliyordu. Bundan iki sene sonra aynı firmanın imalâtı olan ilk tramvaylar Paris Beynelmîel Elektrik Sergisinde 500 m. lik bir parkurda servis yaptılar.

Kısa zamanda Avrupa'daki bu gelişmeler derhal Amerika'ya geçmiş ve orada geniş üatbikat sahası bulmuştur. 1894 te Avrupa'da 300 km. hk tramvay yolu olmasına rağmen Amerika'da 1200 km. lik yol yapılmıştır. Şe-Air içi tramvaylarını banliyö tramvayları ta-
fîbetmiştir

1900 senesi civarında 3 fazla beslenen kremayerli dağ trenleri yapılmış ve bu suretle alternatif akım elektrikli cerre girmiş.



tır. Birkaç sene sonra buharlı lokomotiflerle cernn zor olduğu yerlere 3 fazlı elektrikli cer girmiştir.

Monofaze akımlı cer bu asrın başında pek gözükmez. Fakat 1903-1906 seneleri zarfında Oerlikon Firmasının monofaze kollektörlü seri motor üzerinde hummalı çalışmaları göze çarpar. 50 periyotla yapılan tecrübeleri 25 ve 16 2/3 periyotla yapılan tecrübeler takip eder.

1907 senesinde Oerlikon, Siemens ve ABG'nin gayretlen ile 16 2/3 ve 25 periyottu monofaze cer Avrupada kurulmuş ve Amerika'da geniş tatbikat sahası bulmuştur. 1910 - 1916 senelerinde elektrikli cer sistemlerinden bahsetmek imkânları mevcuttur :

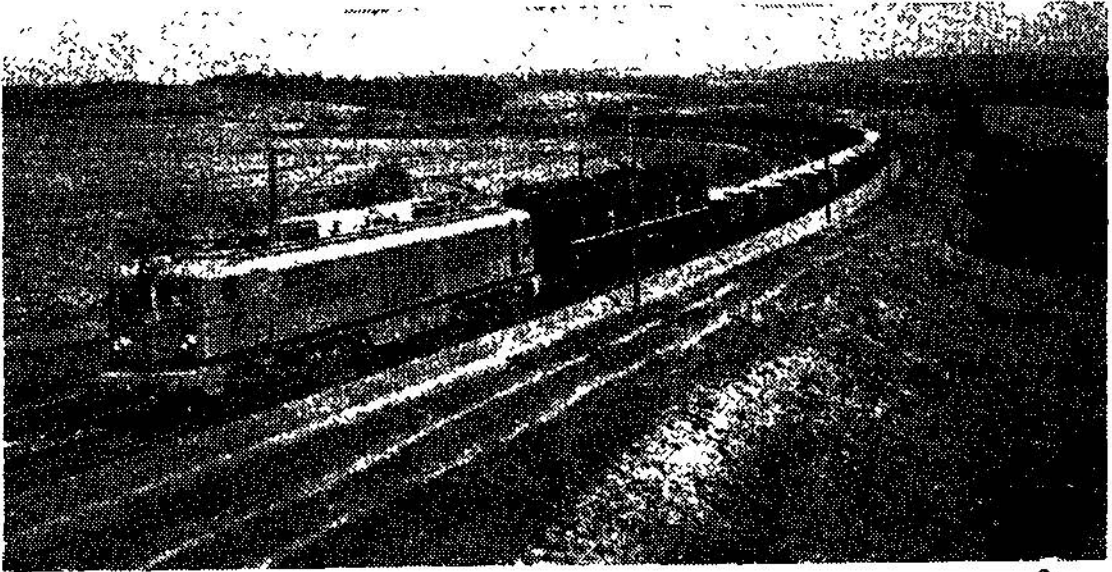
- İtalya'nın şimalinde trifaze sistem,
- Almanya ve İsviçre'de 15000 V. 16 2/3 periyottu sistem,
- Amerika'da 11000 V 25 periyottu monofaze sistem,
- Yine Amerika'da 600 ve 3000 V. luk doğru akım sistemleri gözükür

1920 senesinde Fransa'da demiryolu elektrifikasyonu için 1500 V. doğru akımda karar kılındı. 1925'le 1950 seneleri arasında doğru akımlı cer, dünyanın pek çok memleketlerinde tatbikat sahası buldu ve hattındaki müşkülattan dolayı İtalya da üç fazlı sistemi bırakıp 3000 V. doğru akımlı elektrifikasyonu kabul etti. Aynı devre zarfında 16 2/3 periyottu sistem İsviçre, Atoıanya, İsveç ve Norveç'te tatbik edildi. Her ne kadar cer motoru

bu sistemde müşküller arzetmişse de 1930 dan sonra ihtiyaca cevap veren motorlar yapmak kabil olmuştur.

50 periyottu monofaze sisteme gelince : İlk tecrübeler 1904 te Oerlikon Firması tarafından yapıldı 1932 de Macaristan'da 190 km. lik bir hat 25 kv. 50 periyot olarak inşa edildi. 1934-1937 arasında Almanya'da Hollental tecrübe hattında 50 Hz. lik direkt motorlu ilk lokomotif servise kondu. Buradaki tecrübeleri müteakip 1948 de Fransa'da 25 kv. 50 Hz. lik Aix-les-Baines-Annecy-La Roche-Sur-Foron tecrübe hattına doğru akım konvertissörlü ve direkt motorlu lokomotifler sipariş edildi. Doğru akım motorunun yüksek kalitesinden istifade etmek fikri hattaki alternatif gerilimi lokomotifte doğru akıma çevirme düşüncesini yarattı. Haddizatında bu fikir yeni değildi. Daha evvelce bu maksatla imal edilen redresörler elektrikli cer maksatları için geliştirilememiş ve terk edilmişti. Ancak daha sonra yapılan araştırmalar redresörlerin geliştirilmesine yardım etmiş, bilhassa elektro-şimi gayeleri için geliştirilen ignitron redresörleri yüksek verim ve çerde aranan mekanik sağlamlığı da elde ederek ilk defa Amerika'da cerre tatbik edilmişlerdir. 6000 Beygirlik ignitron lokomotifle yapılan başarılı tecrübeleri müteakip New - York New-Haven hattına 100 adet ignitronlu otomotris ve 10 adet ignitronlu lokomotif sipariş edilmiştir

Avrupa'da ignitron lokomotiflerini ilk defa Fransız demiryolları servise koydu. Bir taraftan hattı 25 kv. 50 Hz. yapıp diğer ta-



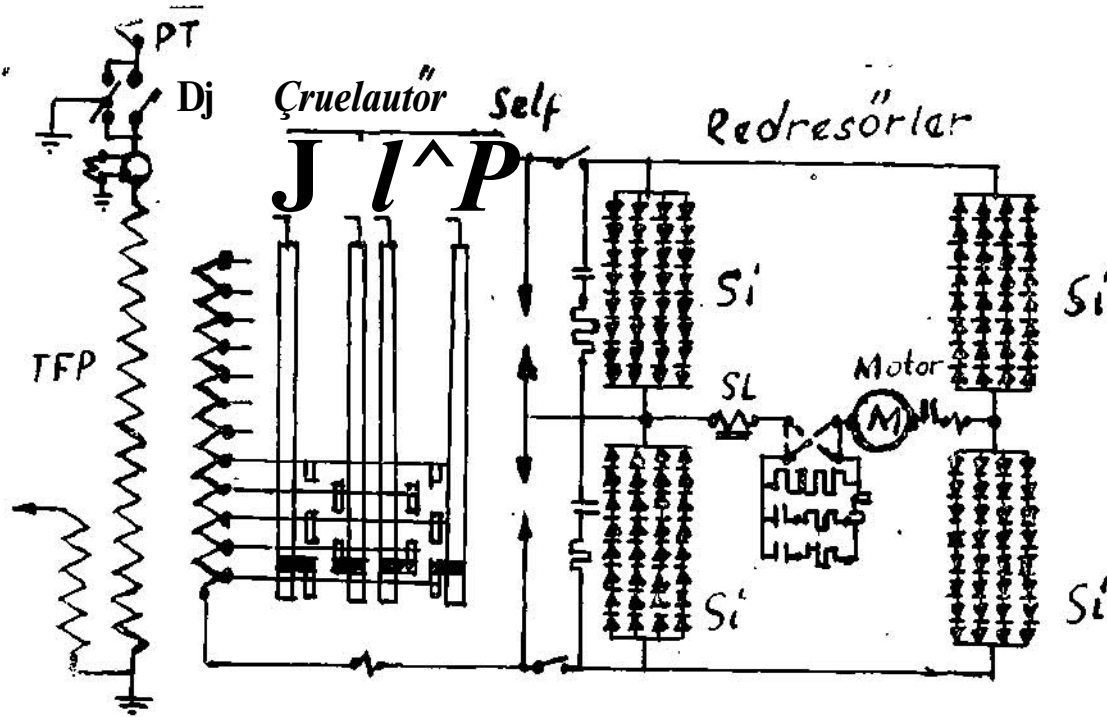
Transsiberien hattı için Fransız endüstrisine sipariş edilen 6000 beygir, 138 ton CC tipi 25 kV - 50 Hz. ignitronlu lokomotiflerden ilki olan TOI tecrübelerinde.

raftan doğru akım motorunun üstün vasfından istifade ile bugünün modern lokomotifleri meydana getirilmiştir

Halihazırda yapılmakta olan 25 kv. 50 Hz. lik lokomotifler tamamen ignitronlarla teçhiz edilmektedirler. 1958 senesi sonunda 958 otomotris ve lokomotiften 628'i ignitronlu olarak imâl edilmişlerdir

Elektrikli çerde araştırmalar devam etmekte olup ignitronlardan daha az yer kap-

frekans değıştiricilere ihtiyaç kalmadan direkt cereyan almak ye dolayısıyla tesisleri daha ucuza maletmektir. Ayrıca 25 Kv 50 Hz. lik hatlarda çalışan ignitron redresörlü lokomotiflerde çok daha iyi aderans değerleri elde edilmiş olup ağır yükleri demare etmede mezkûr ignitron lokomotiflerin doğru akınlı lokomotiflere nazaran b̄rız üstünlüğü vardır. (D.C. lokomotifler de yol verme dirençlerinin doğru akım motor karakteris-



Z r- 9057 >ain prensip şeması

layan, daha fazla randımanlı ve fakat daha pahalı olan kuru redresörler elektrikli çerde t'irmiştir.

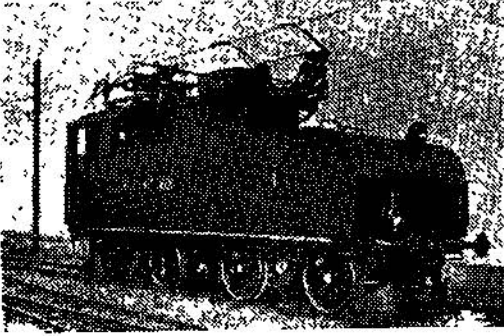
Germanyum redresörlerle yapılan tecrübelerden sonra daha fazla sıcaklığa dayanan silisyum redresörler elektrikli çerde tecrübe edilmektedirler. SNCF'in BB 30003 lokomotifi 1000 er Kw. lik 4 grup silisyum redresörü ılp teçhiz edilmiş olup Z 9057 otomotrisi de mezkûr redresörlerle teçhiz edilmektedir.

Elektrifikasyon sabit masraflarını daha da azaltmak düşüncesi monofaze ve 50 periyotlu cerrin inkişafını sağlamıştır. Esas gaye jehir şebekeğini besleyen enterkonnekte enerji nakil hatlarından, doğru akım veya

* ıklarını demarajda fazlaca j_ -ırdıkları; ignitron lokomotiflerde yol verme direncinin bulunmayışı dolayısıyla karakteristiğın daha dik oluşu; seri bağılı motorlarda bir dingilin kayması halinde derhal patinaja erişilmesi, isnitron lokomotiflerde motorların paralel bağılı olması ve kaymanın patinaja kolayca varamayışı v.s.).

Monofaze 50 periodlu sistemin inkişafı

Monofaze 50 periyottu ilk lokomotifin yapıldığı 1904 ten bugüne kadar olan inkişafları, daha doğrusu lokomotifleri esas karakteristikleriyle görelim :



Dünyanın ilk monofaze akımlı 50 Hz. lik lokomotif. Rotatif monokontinü konventisörlü

İSVİÇRE FEDERAL DEMİRYOLLARI (CFF)

Lokomotif BB No. I

Seebach - Wettington tecrübe hattı

Yol açıklığı : 1435 mm

Akım sistemi ; Monofaze 50 Hz. 15 Kv.

Lokomotif adedi : I

Servise konulduğu sene : 1904

Toplam ağırlık : 48 ton

Motor adedi : 2

Birim saatlik güç : 330 KW/450 Ch 36 Km. de

Azami sür'at : 60 km/h

Birim saatlik cer kuvveti : 3400 kg.

Demarajdaki cer kuvveti : 6000 kg.

Elektrikli fren : Yok.



%c 55 lik rampalarda marşandiz ve yolcu trenleri için ızgara kumandalı redresörle mücehhez lokomotif

ALMAN DEMİRYOLLARI (DB)

Lokomotif BoBo No. E244.01

HöHental hattı

Yol açıklığı : 1435 mm.

Akım sistemi ; Monofaze 50 Hz. 20 Kv.

Lokomotif adedi : \

Servise konduğu sene : 1936

Toplam ağırlık ; 85 ton

Motor adedi : 4

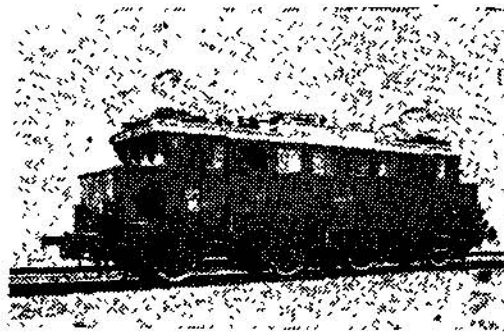
Birim saatlik güç : 2000 KW/2720ch 66 km. de

Azami sür'at : 85 km/h

Birim saatlik cer kuvveti : 11120 kg

Demarajdaki cer kuvveti : 24.000 kg.

Elektrikli fren.: Reostatik



%c 55 lik rampalarda marşandiz ve yolcu trenleri için HT (Yüksek gerilim) kumandalı redresörlerle mücehhez lokomotif

ALMAN DEMİRYOLLARI (DB) :

Lokomotif BoBo No. E244.II

HöHental hattı

Yol açıklığı : 1435 mm.

Akım sistemi : Monofaze 50 Hz. 20 kv.

Lokomotif adedi ; 1

Servise-konduğu sene : 1936

Toplam ağırlık : 85 ton

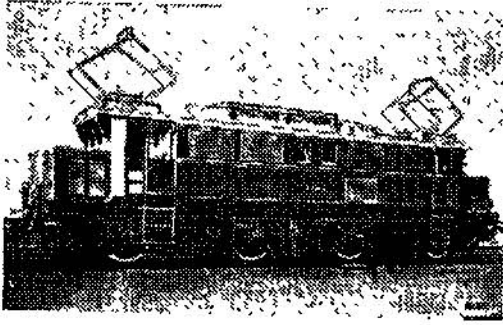
Motor adedi : 4

Birim saatlik güç : 2400 KW/3260 ch 71 km.

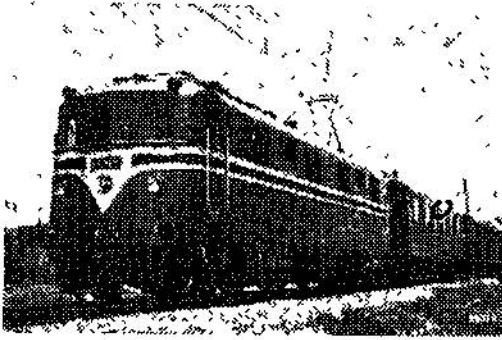
Azami sür'at : 85 km/h

Birim saatlik cer kuvveti : 24000 kg

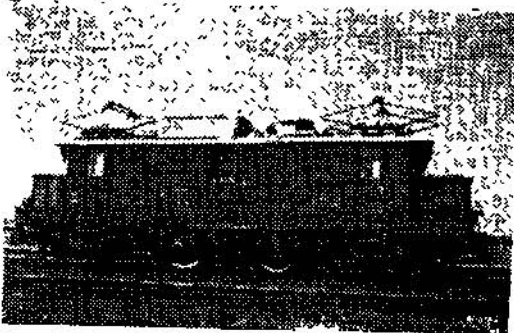
Elektrikli fren : Reostatik.



Monofaze kollektorlu 50 Hz. Iik seri motorla mchhez ilk lokomotif



50 Hz. Iik dünyanın en kuvvetli lokomotifi. Bu lokomotif doğru akımlı 1500 v. luk bir rotatif konvertissrle düşük güçte alışabil-
mektedir.



%o 55 Iik rampada yolcu ve marşandiz servisi için kollektörlü monofaze tandem motorları ile mchhez lokomotif

Alman Demiryolları (DB)

Lokomotif BoBo E244.11

Hllental hattı

Yol açıklığı : 1435 mm.

Ak:m sistemi: monofaze 50 Hz. 20 kv.

Lokomotif adedi : 1

Servise konduğu sene : 1936

Toplam ağırlığı : 85 ton

Motor adedi : 4 kollektörlü monofaze seri motor

Birim saat'ik güç : 2056 KW/2790 70 km. de

Azamî sür'at : 85 km/h

Birim saatlik cer kuvveti : 10800 kg.

Demarajdaki cer kuvveti : 20000 kg.

Elektrikli fren ; Reostatlk

FRANSIZ MLL DEMRYOLLARI ŐRKET (SNCF)

Lokomotif CoCo No. 20.001 ve 25001-25007

Aix-les-bains-Annecy-Laroche-sur foron hattı

Yol açıklığı : 1435 mm.

Akım sistemi : Monofaze 50 Hz. 25 kv.

Lokomotif adedi: 8

Servise konduğu sene : 1950-1956

Toplam ağırlık : 140 ton

Motor adedi : 6 monofaze kollektörlü motor

Birim saatlik güç : 3150 KW/4300 eh 65 km. de

Azami sürat : 100 km/h

Birim saatlik cer kuvveti : 17400 kg

Demarajdaki cer kuvveti : 29000 kg.

Elektrikli fren : Reküperasyonlu

ALMAN DEMRYOLLARI (DB)

Lokomotif BoBo No. E244JZ2

Hllental hattı

Yol açıklığı ; 1435 mm.

Akan sistemi : Monofaze 50 Hz. 20 kv.

Lokomotif adedi : 1

Servise konduğu sene : 1950

Toplam ağırlık : 84 ton

Motor adedi : 4

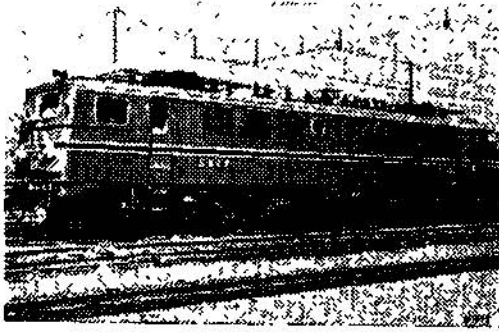
Birim .aatlik güç : 2600 KW/3550 eh 75 km. de

Azami sür'at: 85 km/h

Birim saatlik cer kuvveti : 12720 kg.

Demarajdaki cer kuvveti : 26000 kg.

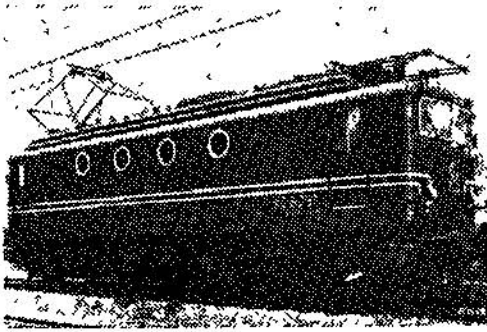
Elektrikli fren : Reostatik



6 adet monofaze seri çift motörle mücehhez lokomotif. Bir doğru akım konvertissörü ile bu lokomotif 1500 v doğru akımla düşük güçte çalışabilir.

**FRANSIZ MİLLÎ DEMİRYOLLARI ŞİRKETİ
(SNOF)**

Lokomotif CoCo No. 20002
Aix-les-bains-Annecy hattı
Yol açıklığı : 1435 mm.
Akım sistemi : monofaze 50 Hz. 25 KV.
Servise konduğu sene : 1951
Toplam ağırlık : 118 ton
Motor adedi ; 6
Lokomotif adedi ; 1
Birim saatlik gücü ; 2980 KW/4050 eh 61 Km./
de
Azamî sür'at ; 100 km
Birim saatlik cer kuvveti : 17500 kg.
Demarajdaki cer kuvveti : 29000 kg.
Elektrikli fren : Yok.



Redresörlü lokomotif

**FRANSIZ MİLLÎ DEMİRYOLLARI ŞİRKETİ
(SNCF)**

Lokomotif : BoBo No: 10001
Aix-les-Bains-ANNECY hattı
Yol açıklığı : 1435 mm.
Akım sistemi : monofaze 50 Hz. 25 KV.
Lokomotif adedi : 1
Servise konduğu sene : 1951
Toplam ağırlık : 79 ton
Motor adedi : 4
Birim saatlik güç : 2060 KW/2800 eh 58,5
km. de
Azami sür'at I 100 Km/h
Birini saatlik cer kuvveti : 12800 kg.
Demarajdaki cer kuvveti : 20000 kg.
Elektrikli fren : Yok.



Çok ağır kömür trenlerinin nakil için mono-kontinu rotatif konvertissörlü lokomotif

ALMAN DEMİRYOLLARI

Lokomotif : BoBo
Yol açıklığı : 1435 mm.
Akım sistemi : Monofaze 50 Hz. 6 KV.
Lokomotif adedi : 2x28
Servise konduğu sene : 1954-1955
İki lokomotiften mürettep bir ünitenin ağırlığı : 2x120 ton
2 lokomotiflik üniteadaki motör adedi : 2x4
İki lokomotiflik bir ünitenin birim saatlik gücü : 2x1760/2x2400 eh 26 km. de
Azamî sür'at : 70 km/h
Bir ünitenin birim saatlik cer kuvveti : 2x21400 kg.
Bir ünitenin demarajdaki cer kuvveti : 2x40000 kg.
Elektrikli fren : Yok.



Yolcu ve marşandiz trenleri için ignitron redresörlü lokomotif

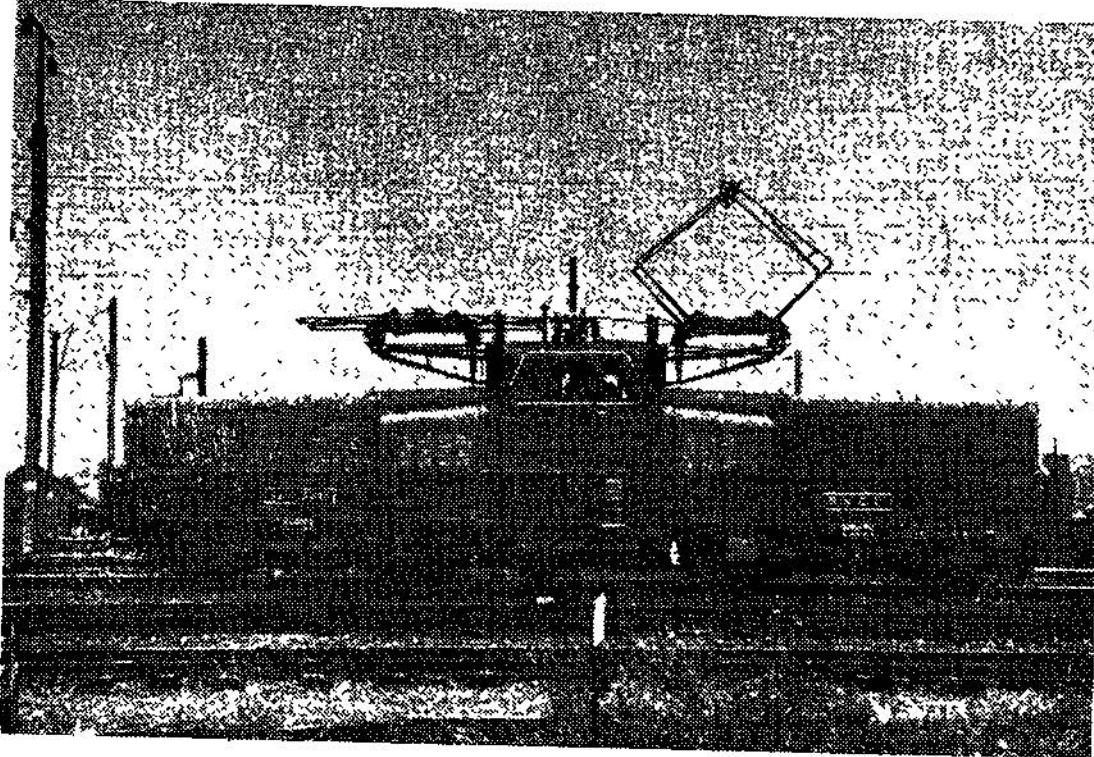
FRANSIZ MİLLÎ DEMİRYOLLARI ŞİRKETİ (SNCF)

Lokomotif : BoBo No: 12001-12148
Valenciennes - Thionville hattı
Yol açıldığı : 1435 mm.
Akım sistemi ; monofaze 50 Hz. 25 KV.
Lokomotif adedi : 148
Servise konulduğu sene : 1954-1955
Toplam ağırlık : 84 ton
Motor adedi : 4
Birim saatlik güç : 2640 KW/3600 eh 54 km.
de
Azamî sür'at : 120 km/h
Birim saatlik cer kuvveti : 18000 kg.
Demarajdaki cer kuvveti : 22000 kg
Elektrikli fren : Yok.

FRANSIZ MİLLÎ DEMİRYOLLARI ŞİRKETİ (SNCF)

Lokomotif : BoBo No: 13001-13053
Valenciennes-Thionville hattı
Yol açıklığı : 1435 mm.
Akım sistemi : monofaze 50 Hz 25 KV
Lokomotif adedi : 53
Servise konduğu sene : 1954-1955

Toplam ağırlık : 84 ton
Motor adedi : 4 koilektörlü seri motor
Birim saatlik güç ; 2160 KW/2930 eh 53-60
km. de
Azamî sür'at : 105/120 km/h
Birim saatlik cer kuvveti : 13500 kg.
Demarajdaki cer kuvveti : 23000 kg.
Elektrikli fren : Yok.

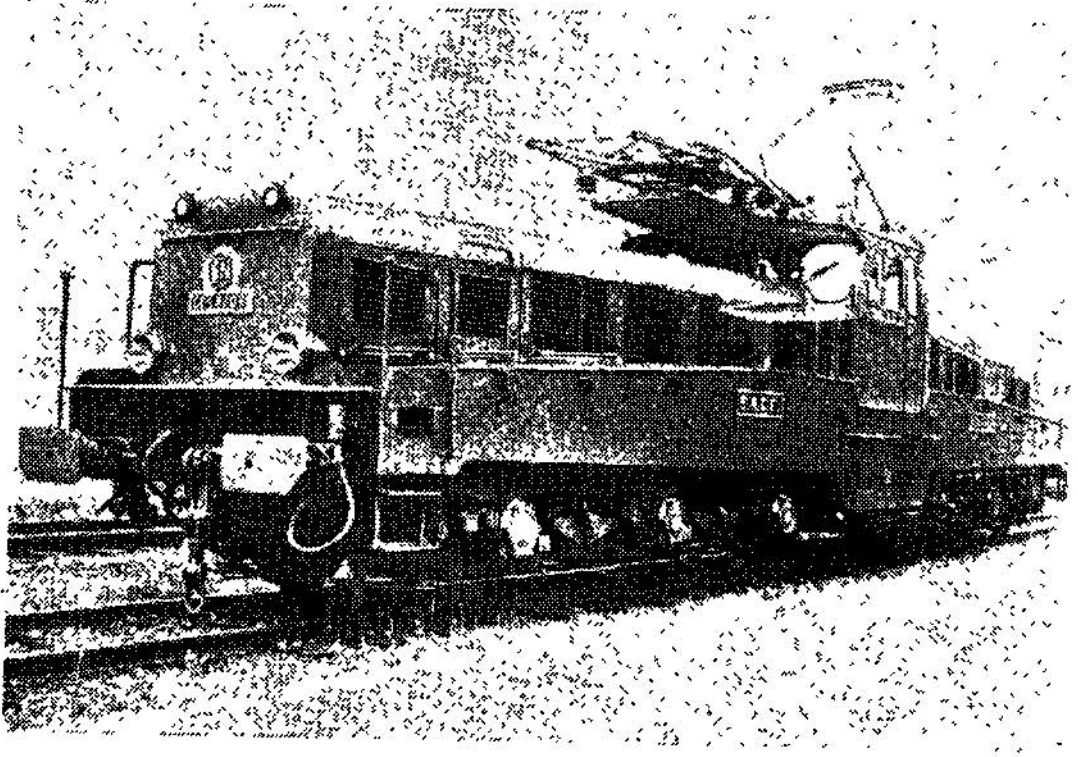


Yolcu ve marşandiz servisi için direkt motörlü (50 Hz. lik) lokomotif

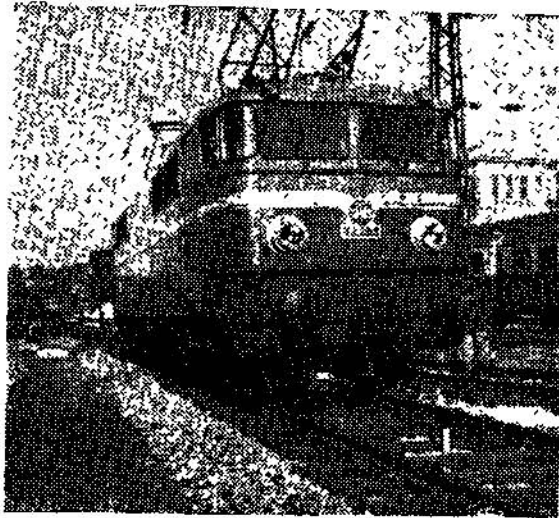
**FRANSIZ MİLLÎ DEMİRYOLLARI ŞİRKETİ
(SNCF) .**

**Lokomotif : CoCo No: 14101-14202
Valenciennes-Thionville hattı
Yol açıklığı ; 1435 mm.
Akım sistemi : monofaze 50 Hz. 25 KV
Lokomotif adedi : 102
Servise konulduğu sene : 1954-1955**

**Toplam ağırlık : 120 ton
Motor adedi : 6
Birim saatlik güç : 1840 KW/2500 eh 28 km,
de
Azamî sür'at ; 60 km/h
Birim saatlik cer kuvveti : 23100 kg.
DemarajdaJd cer kuvveti ; 40000 kg.
Elektrikli fren I Rekuperasyonlu**



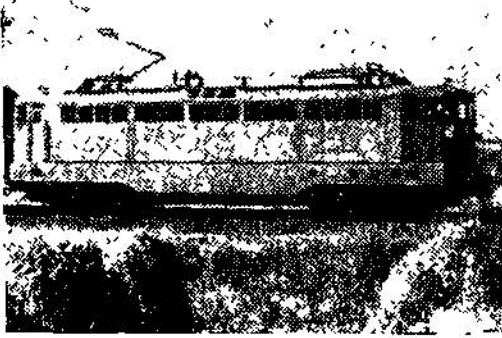
Çok ağır marşandiz trenlerinin römorku İçin rotatif monokontinü-konvertissörlü lokomotif



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ DEVLET DEMİR-
YOLLARI (TCDD.)**

**Lokomotif : BoBo No: 4001-4003
Sirkeci - Halkalı hattı
Yol açıklığı : 1435 mm.
Akım sistemi : monofaze 50 Hz. 25 KV.
Lokomotif adedi : 3
Servise konulduğu sene : 1955
Toplam ağırlık : 80 ton
Motor adedi : 4 kollektörhi seri motor
Birim saatlik güç : 1680 KW/2280 eh. 60
km/de.
Azamî sür'at : 90 km/h.
Birim saatlik cer kuvveti : 10300 kg.
Demarajdaki cer kuvveti : 20000 kg.
Elektrikli fren : Yok.**

**Yük ve yolcu servisi için direkt motorlu
lokomotif**



İşnitronlu yüksek sür'at lokomotifi

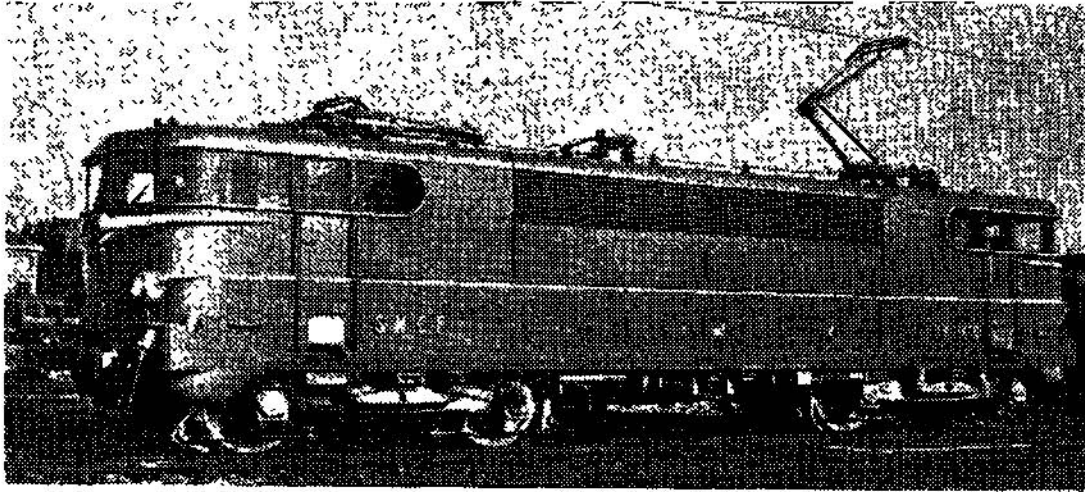
FRANSIZ MİLLİ DEMİRYOLLARI ŞİRKETİ
(SNOF)

Lokomotif : BoBo 16001-16051
Paris - Lüle Paris - Strazbourg - Bale
Yol açıklığı : 1435 mm.
Akım sistemi : monofaze 50 Hz. 25 KV.
Lokomotif adedi : 51
Servise konulduğu sene : 1956
Moför adedi : 4
Birim saatlik güç : 5280 eh 83 km. de
Azamî sür'at : 160 km/h
Birim saatlik cer kuvveti : 16700 kg.
DemarajdaJd cer kuvveti : 32200 kg.
Elektrikli fren : Yok.

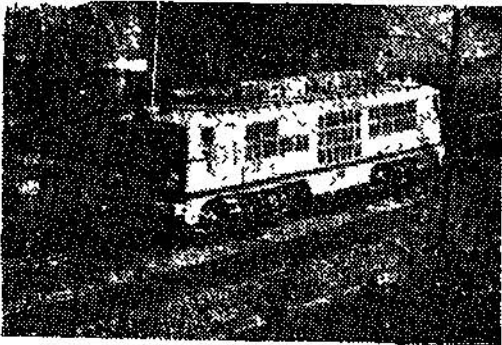
FRANSIZ MİLLİ DEMİRYOLLARI ŞİRKETİ
(SNCF)

Lokomotif BB 16500-16655
Paris-Lille Paris-Strazbourg-Bale
Yol açıklığı ; 1435 mm.
Akım sistemi : Monofaze 50 Hz. 25 KV.
Lokomotif adedi : 155

Servise konulduğu sene i 1958-1959-1960
Motor adedi : 2
Birim saatlik güç : 3600 eh. 80/47 km. de
Azamî sür'at : 150 km/h
Birim saatlik cer kuvveti: 20000/11750 kg.
DemarajdaJd cer kuvveti : 32500/19000 kg.
Elektrikli fren ; Yok.



Yolcu ve marşandiz için ignltronlu lokomotif



Yolcu ve marşandiz trenleri İçin Ignltron
lokomotifleri

U.R.S.S. DEMİRYOLLARI

Lokomotif OTOI-30 OTPOI-10 ONOI-10
Mariinsk-Taichjet hattı
Yol açıklığı : 1524 mm.
Akım sistemi : Monofaze 50 Hz. 25 KV.
Lokomotif adedi : 50
Servise konduğu sene : 1959-1960
Motor adedi : 6
Birim saatlik güç : 6300 eh .
Azamî sür'at : 100/160 km/h.
Birim saatlik cer kuvveti : 36000/36000/21000
Demarajdaki cer kuvveti : 52000/52000/33000
Elektrikli fren : 10 adedi reküperasyonlu

• UESS'nin Fransız yapısı CC lokomotifleri

Bu suretle monofaze 50 periyottu sistemin lokomotiflerini gördükten sonra bu sistemin en sonuncusu olan ve ilk defa reküperasyonlu yapılmış bulunan URSS'nin CC tipi lokomotiflerini ana hatları ile kısaca görelim :

Sovyet Rusya'da 130 Km. 25 kv. 50 Hz. lik Ojerele-Paveletz tecrübe hattında alınan iyi neticeleri müteakip Transsiberian hattı üzerinde Mariinsk-Taichjet bölümünün - 803 km. - elektrifiye edilmesi karara bağlandı. Fransız Demiryollarının monofaze 50 Hz. de kazanmış olduğu tecrübeler nazarı itibare alınarak 50 adet CC ağır lokomotifi Fransız Demiryolu endüstrisine sipariş edildi.

Bu lokomotiflerin Rusya iklimine uygun olarak +40 C° ile -50 C° arasında çalışması da şart koşuldu. Bunların mekanik aksamı Alsthom, elektrik aksamı da S-W tarafından etüt edildi ve neticede Alsthom - M. T. E. (SFAC - JEUMONT - SW) grubuna sipariş edildi. Bu lokomotiflerin daimî rejimdeki gücü 5500 beygirdir. Mekanik bakımdan CC 7100 elektrikli bakımdan ise BB 12000 ve 16000 İlerden istifade ile meydana getirilmişlerdir. Sipariş edilen 50 adet ignitron lokomotifte üç seri vardır :

- 10 adet yüksek sür'atli yolcu lokomotifi, 160 km/h sür'atli,
- 30 adet marşandiz lokomotifi, azamî sür'ati 100 km/h, bunlar çift lokomotif olarak da çalışabilirler, •
- 10 adet reküperasyonlu lokomotif.

Yüksek sürat lokomotifleri 123 ton, marşandiz lokomotifleri ilâve ağırlığı ile 138 ton olup bu sonuncunun demaraj kuvveti 52 tondur.

Pantograf Faiveley imalâtı olup küçük hacimli AM tipidir, disjonktör ve seksiyonerler CEM yapısı olup klâsik tiptedir. Transformator Jeumont tarafından imal edilmekte ve zırlı tiptir. Saç kalitesi hipersilirdir. Transformator gerilimleri 80 illâ 1060 V. arasında olup primer güç 6000 KVA dir.

Gradüatör «saat tipi» tâbir edilen dairevî tipte ve CEM imalâttır.

Cer motorları ALSTHOM tarafından etüt edilmiş olup tipi TAO-645 tir. Alsthom ve Jeumont tarafından imal edilmektedir. 1080 A 750 V. luk olup ondüle akımlı seri motordur. Bu değer 736 Kw. yani 1000 beygire tekabül eder. Motor 6 kutuplu ve kompanzasyonsuzdur. Endüktif şöntleme mertebesi %

52 dir. H sınıfına izole edilmiş olup bu sayede ağırlığı 33000 kg. a kadar indirilebilmiştir. Her motor için 3,9 m H lik ve 430 kg. lik klâsik tipte düzeltme şelfleri vardır.

İgnitronlara gelince: Bunlar FT tipidirlere, yani BB 16000 lerdekinin aynidirlere,, 750 KAV takatinde olup muhtemelen 800 V. 900 KW daimî rejimde çalışabilecek kapasitededirlere Bu değer lokomotifte 7350 beygirlik bir güce tekabül eder. Cer motorlarının ısınma sınırları ve aderans müsaadesi nisbetinde yukardaki güç istifadeli olabilecektir.

İgnitronların esas müşkülâtı çok soğuk havada çalışmalarını temin idi. Bu ise yapılan tecrübelerle müsbet olarak tespit edilmiştir.

Reküperasyonlu çalışmaya gelince: İgnitronların ondülör çalışmaları başlı başına ayrı bir mevzu teşkil eder. Reküperasyonlu yapmaktan esas maksat çok uzun inişlerde sabo iktisadını temindir. İgnitronların ondülör olarak çalışmaları da yapılan tecrübelerle tahakkuk etmiştir. Bu suretle reküperasyonla elektrikli frenleme temin edilecektir.

CC'lerin tecrübeleri ve cer İmkânları

Normal yola - 1435 Tm - uydurulmuş dingillerle yapılan tecrübeden sonra bu lokomotifler Rusya'ya gönderilmekte ve orada Rus yollarına uygun dingiller monte edilip rodajı yapıldıktan sonra Transsiberian hattına servise verilmektedirler.

803 km. lik hattın ilk 316 km. sini teşkil eden Mariinsk-Taichjet hattında %0 10luk 25 km. uzunlukta rampalar mevcuttur. %0 10 luk rampada 60 km/saat hızla birim saatlik rejimde tek lokomotifle 2350 ton çift lokomotifle %> 11,7 lik rampada 70 km/saatle 3000 ton çekilebilecektir. Bu değer cer kancasının mukavemet sınırındadır. %0 11,7 lik rampa ve inişleri bulunan bu 316 km. lik hatta ortalama sürat 70 km/saat olacaktır. Lokomotifin demaraj esnasında cer kuvveti 65 tona kadar çıkabilecektir. Bu değer daimî rejimin 1,8 katıdır. Yolcu trenlerini çekecek olan lokomotiflerde ise 100 km/h lik süratte 16 tonluk bir cer kuvveti olacaktır.

Ağırlık ile güç arasındaki irtibat marşandiz lokomotiflerinde (ilâve ağırlıklı) 29 kw/ton, yolcularda ise 33 kw/tondur. •

Yukarıda zikrettiğimiz hat için aynı tip CC lokomotiflerinin daimî rejimde 8500 beygir takatinde olanları URSS de etüt edilmekte olup N-80 numarası taşımaktadırlar. Hat-tâ BB + BB şeklinde daimî rejimde 12000 bey-

cayan hatlarda elektrifikasyon yapmak - hem de 1500 V. doğru akım - ekonomik olacaktır. Mezkûr grafik 25 kv. 50 Hz. İki hatlar için çizilirse E' bulunur. Sekiden de görüleceği gibi bu son sistemde sarfiyat 300 - 350 t/km seneye kadar düşmekte ve dolayısıyla trafiği daha az olan hatları elektrifiye etmek rantabl olmaktadır. O halde sarfiyatı 300 - 350 t/km seneyi geçen hatları elektrifiye etmek gerektiği neticesi çıkacaktır.

Elektrifikasyonun bazı avantajları :

1000 TKBR (ton - km - bürüt römörke) için bir buharlı lokomotif 45 kg. kömür harcanmaktadır. Üstelik bu iyi kaliteli kömürdür. Bir elektrikli lokomotif ise 1000 TKBR için takriben 25 kWh sarfeder (Bu değer 25 kv. 50 Hz. lik sistemde maşandiz trenleri için $11^2/h/TKB$ ye kadar düşmüştür.) 25 kWh'i elde etmek için sarfedilen kömürü hesap edelim: $25 \times 860 = 21500$ Kcal Kullanılan kömürün iyi kaliteli olduğunu söylemiştik. Bunun ısı değerini 5500 Kcal/kg. kabul edersek yukarıdaki 25 kWh takriben 4 kg. kömüre tekabül eder. Bu gün 250.000 KW. lik santral gruplarında randıman % 40 tır. Genel santral randımanlarını % 33 kabul edersek 25 kWh'i elde etmek için $4 \times 100/33 = 12$ kg. kömürü santrale teslim etmek gerekir. O halde elektrikle yapılan hatta her 1000 TKBR için $45 - 12 = 33$ kg. kömür iktisat ediliyor demektir.

Demiryollarının elektrifiye olması üe geniş ölçüde kömür iktisat edileceği yukarıda görüldü. Demiryolu işletmesi için çok pahalı olan ve aynı zamanda ağır sanayi için büyük ihtiyacı bulunan kömürü artık buharlı lokomotiflerde kullanmanın zamanı geçmiş olup buharlı lokomotif imal eden memleketler atölyelerini dizeli veya elektrikli lokomotif imal edecek şekilde değiştirmektedirler. Bu suretle iktisat edilen kömür ya endüstride kullanılmakta veya ihraç edilmektedir. Misal olarak Paris - Lille ve civarı hattının (399 km) elektrifiye edilmesi ile yıllık kömür ekonomisinin 300.000 ton olduğunu zikredebiliriz.

Elektrik santrallarının günün her saatinde tam yükte çalışacakları aşikârdır. Bilhassa santralların az yüklü olmaları zamanlarda müstehlik aramak kWh fiyatına tesir etmek demektir. Bu ise hem müstehlik ve hem de santral için bir avantajdır. Müstehlik böyle saatlerde daha ucuza enerji satın alabilmekte santral ise generatörlerini yüklü çalıştırmakla - fazla enerji satmakla - daha kârlı olmaktadır. Bu hususu memleketimiz için nazan itibara alırsak.:

Etibankın Kuzeybatı Anadolu santrallarını daha ekonomik çalıştırmak ve dolayısıyla

kWh fiyatını indirmek için bu santrallara bilhassa düşük yükte çalıştıran saatlerde iyi müstehlikler aramak mecburiyeti vardır. O bölge Demiryollarının elektrifiye olması ile en iyi müstehlik ortaya çıkmış olacaktır.

Demiryolları ise kârlı çalışabilmek için elektrifikasyon gibi işletme enerjisi memleket dahilinden temin edilen ucuz işletmeli cer sistemleri seçmek zorundadır.

Neticede mezkûr hattın elektrifiye edilmesiyle, büyük emek ve gayretlerle kurulan santrallar daha ucuza enerji verme imkânını elde edeceği gibi ucuz işletmenin neticesi olarak Demiryollarında yük ve yolcu fiyatlarını indirme imkânlarını bulacak ve kazanç çift taraflı olacaktır.

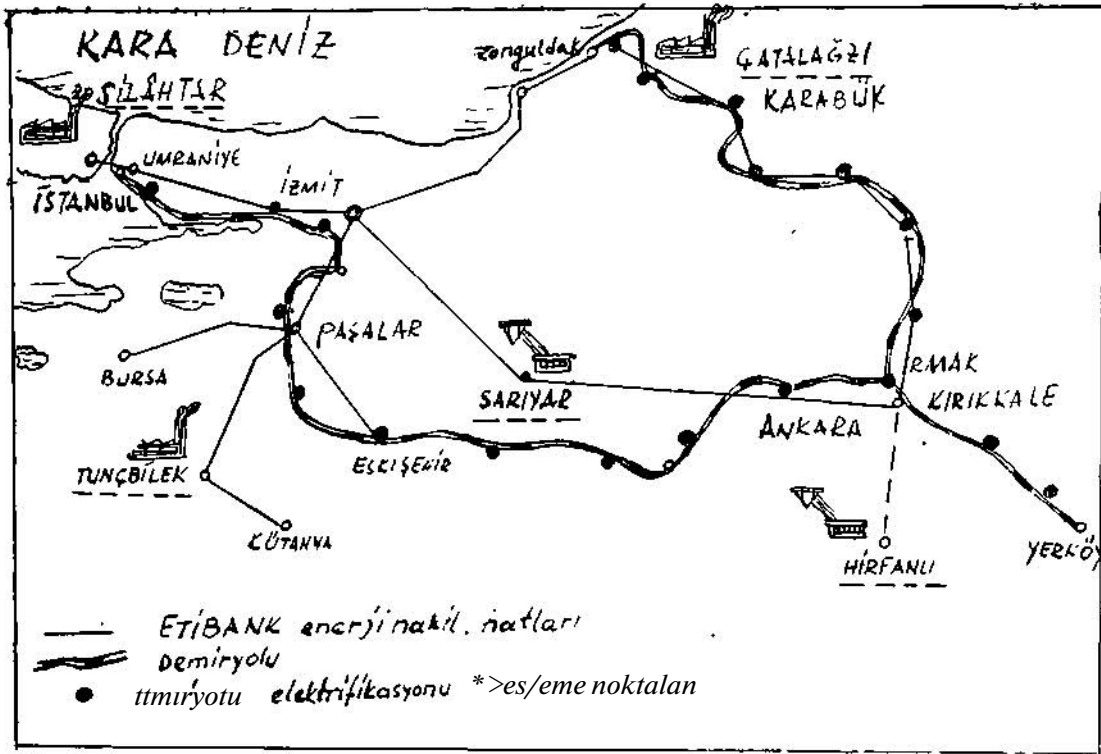
Bütün dünyada demiryollarının ıslah ve modernizasyon politikası rantatooite sınırları dahilinde kalan yerleri elektrifiye etmek, mezkûr sınır haricinde kalan yerlerde ise dizelizasyona gitmek şeklindedir. Eğer elektrik enerjisi mevcut ise elektrifikasyonun büyük problemi halledilmiş demektir.

Elektrikli çerde işletme masraflarının diğer sistemlere nazaran daha az olduğu zikredilmişti. Son on seneye göre bu avantaj enerjide % 50, personelinde % 50 - 60 bakımında ise % 70 - 80 elektrikli lehinedir.

Trafik bakımından işba haline gelmiş hatlarda elektrifikasyon yüksek sürat temin ederek hat kapasitesini artıracaktır. Bir çok memleketlerde en süratli trenlerin ortalama sürati 60 km. yi aşmamakta, ekspresler ortalama 40 - 50 km. ile seyretmektedirler. Görülüyor ki hat çok düşük sürat yüzünden işgal edilmekte ve dolayısıyla fazla tren sevk etmek imkânları azalmaktadır. Misal olarak Fransada en süratli elektrikli trenlerin ortalama süratinin 126 km. olduğu ve elektrikli lokomotiflerle cerredilen ekspreslerin hiç birinin ortalama süratinin 100 - 110 km. den aşağı düşmediği zikredebiliriz.

Elektrifikasyonla trafik artmaktadır. Bu tesir banliyö trenlerinde kendini daha fazla hissettirmektedir. Banliyöde ucuza oturmak imkânı sürati ve rahat bir vasıta bulduktan sonra halkı buralara akına zorlamaktadır. Bu hususa misal olarak Sirkeci - Halkalı banliyösünün buharlı ve elektrikli işletmelerdeki yolcu trafik artma durumu gösterilebilir. (1956 senesi bir j-çiş devresi olduğu için trafik artışı katı rakamlarla ifade edilmemiştir.)

Buharlı işletmelerde yıllık yolcu trafik artışının 1 -1,5 milyon olmasına rağmen elektrikli bu değer yılda 6 milyona çıkmıştır.



Bu ise trafik artış temposunun buharlıya nazaran elektrikli de en az 3 - 4 defa daha fazla olduğunu gösterir.

Bugünkü durum :

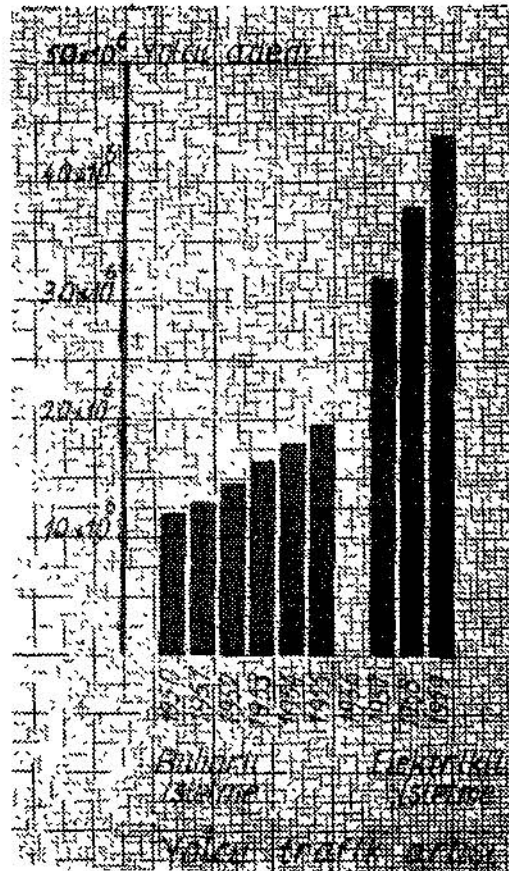
Hâl böyle iken dünyada mevcut elektrikli demiryollarına bir göz atmak yerinde olacaktır. 1898 yılında dünyadaki elektrikli demiryollarının uzunluğu 2259 km. idi. Bugün ise, bu miktar 74827 km. ye yükselmiş olup bunun 46934 km. si Avrupadır.

Avrupa memleketlerindeki demiryollarının ve elektrifiye olmuş hatların uzunluğu ve akım sistemleri aşağıdaki cetvelde gösterilmiştir.

Bir çok memleketlerde demiryollarının elektrifikasyonu için hummalı çalışmalara girişilmiştir.

Fransada 6642 km. lik elektrikli hattın 10.000 Km. ye çıkarılmasına çalışılmaktadır. Bu suretle 40 000 km. lik hattın % 25'i elektrifiye edilmiş olacaktır. Bu ise trafiğin % 80 ini temsil edecektir. 1200 km lik hat hali inşadadır.

İngilterede 1900 km. lik hattın 25 kv. 50 Hz. le elektrifiye edilmesi kararlaştırılmıştır. Ayrıca 600 km. lik hat bu rakama dahil değildir.



Avrupada Elektrifiye edilmiş demiryolları ve akım sistemleri

MEMLEKETLER	Uzunlu k			DOJ\ ru Akım			Monofaze Alternatif akım				Müşterek Toplam	Tirfaze alter-natif akım	Difer yolu e
	Hat Uzunlu.	E > x a ₃ *	% /o Nisbeti	15 Kv. ve daha az	3 Kv.	Toplam	16 2/3 Hz.	25 Hz.	Toplam	50 Hz			
Belçika	716	1993	29,7	15	853	868	—	—	—	—	—	—	1125
Danimarka	4509	60	1,3	60	—	60	—	—	—	—	—	—	—
B. Almanya	36480	3960	10,8	80	—	80	3230	—	3230	56	3266	—	594
D. Almanya	16121	545	3,4	357	—	357	188	—	188	—	188	—	—
Fransa	44962	6642	14,8	4786	—	478*	>8	—	58	1451	1509	7	340
Yunanistan	2665	18	0,7	18	—	18	—	—	—	—	—	—	—
İngiltere	32135	2133	6,6	2034	—	2034	—	—	—	70	70	—	29
İtalya	22041	9034	40,9	17	5909	5926	—	—	—	—	—	1273	1835
Yugoslavya	11735	183	1,6	—	178	178	5	—	5	—	5	—	—
Lüksemburg	392	128	32,6	—	19	19	—	—	—	109	109	—	—
Hollanda	3223	1625	50,5	1625	—	1625	—	—	—	—	—	—	—
Norveç	4494	1626	36,2	—	—	—	1602	24	1626	—	1626	—	—
Avusturya	6615	2007	30,3	—	—	—	1674	92	1766	—	1766	—	241
Polonya	26997	647	2,4	93	554	647	—	—	—	—	—	—	—
Portekiz	3589	173	4,8	26	—	26	—	—	—	147	147	—	—
İsveç	15945	7306	45,9	127	—	127	7179	—	7179	—	7179	—	—
İsviçre	5227	2904 ¹ 2217 ²	56,0 42,4	14 ¹ 1095 ¹	—	1109	2890 ¹ 1080 ¹	—	3970	—	3970	42 ¹	—
İspanya	17758	2711	15,3	1512	1152	2664	—	—	—	—	—	47	—
Çekoslovakya	13446	569	4,2	110	459	569	—	—	—	—	—	—	—
Macaristan	8350	416	5,0	146	—	146	—	—	—	270	270	—	—
Türkiye (Avrupa kısmı)	340	28	8,2	—	—	—	—	—	—	28	28	—	—
Toplam uzunluk URSS (Avrupası) hariç)	308340	46934	15,2	12115	9124	21239	17915	116	18031	2131	20162	1369	4164
		%100		25,8%	19%	44,8%	44,8%	0,3%	38,7%	4,6%	43,3%	2,9%	9,0%

1 Devlet Yolları

2 Hususi Yollar

Portekizde 147 km. lik çift hat işletmeye açılmıştır.

Almanya'da bütün ana hatların elektrifiye edilmesi plânlaş-tılmakta olup 1850 km. lik hat elektrifiye edilmektedir.

Rusya 104 km. lik 25 kv. 50 periyottuk tecrübe hattında aldığı müsbet neticeleri mü-teakip Transsiberian hattı üzerinde 803 km. lik bir kısmı elektrifiye etmektedir. Ve Fransız endüstrisine 50 adet CC tipi 63000 beygir takatinde ignitronlu lokomotifler ısmarlamış-tır.

Hindistanda halen 1500 km. lik hat 25 kv. 50 periyottuk sistemle elektrifiye edilmekte-

dir 100 adet ignitron lokomotifi Avrupa ve Japon endüstrisine ısmarlanmış olup İkinci bir 100 lokomotifin de sipariş karan alınmış-tır.

Bizdeki mevcut elektrikli hat yukarıda da görüldüğü gibi 28 km. dir. Proje halinde elektrifiye edilecek hat ise Haydarpaşa - Ankara - Zonguldak, Irmak - Yerköy hattıdır. (1200 km.) Etibank 154 kv. luk enerji nakil hattını yaparken mezkûr hattın elektrifiye edileceğini nazarı itibara alarak 154 kv. luk hat güzergâhında değişiklikler yapmış ve mevcut mu-havvü merkezlerinin bir çoğunda demiryolu elektrifikasyonu için çıkışlar dahi koymuş-tur.