
BULETINUL SOCIETĂȚII POLITECNICE

PARTEA TECNICĂ

Asupra electrificării marilor linii ferate, în legătură cu ultimile electrificări făcute în Europa

DE

ION S. GHEORGHIU

Inginer în Serviciul construcției și exploatărei portului Constanța.

Aplicarea motorului electric la tracțiune, începută încă din 1880 când *Ferner Siemens* construia primele tramvaie electrice, s'a estins în curînd la liniile metropolitane, apoi la linii din împrejurimi sau de pătrundere în orașe, așa că dela sfîrșitul secolului trecut, domnia electromotorului era pe deplin și exclusiv asigurată în acest domeniu.

Estinderea motorului la căi ferate propriu zise a marcat oarecare șovăială și în perioada 1900—1905 o adevărată stagnare. În ultimii 5 ani tracțiunea electrică a făcut și pe acest tărîm, importante cuceriri și azi problema electrificării unor anumite porțiuni din rețeaua marilor linii ferate este temeinic pusă în mai toate țările Europei.

Dacă lucrurile au mers mai încet decît se credea acum 10—15 ani, cauzele sînt următoarele :

1) Costul prea ridicat de prima instalație și aparența unei rentabilități mai scăzute ca în exploatarea cu abur.

2) Varietatea mare de sisteme ce prezintă tracțiunea electrică, și a căror alegere trebuie bine cumpănită, căci ea leagă și pe viitor.

Acestea sînt cele 2 aspecte sub cari este interesant a privi chestiunea electrificării marilor linii ferate.

În cele ce urmează vom privi problema marelui tracțiunii electrice numai sub prima față, aceia a calităților ei față de tracțiunea cu abur, și în deosebi a calităților ei de rentabilitate, așa cum re-

zultă din câteva electrificări de căi ferate de mare importanță, făcute în ultimul timp în câteva din țările din apusul Europei, și pe cari am avut ocaziunea să le vizitez în toamna anului 1911. Printre aceste sunt 3 cari vor avea o importanță hotărâtoare în problema electrificării căilor ferate: linia *Dessau-Bitterfeld* a c. f. prusiane, liniile *Valtelinei* și ale *Giovei* ale statului italian și liniile în lucru ale *Companiei du Midi* din Franța.

Înainte de a intra în chestiune, e nimerit a spune ceva asupra stadiului în care se găsește azi problema electrificării în țările Europei.

I

Problema electrificării marilor căi ferate în țările Europei.

Aplicarea tracțiunii electrice pe căile ferate este mult mai întinsă în America; dar problema e mai bine studiată în Europa, prin varietatea și serioșitatea încercărilor făcute

Statele Unite ale Americii, foarte bogate în căderi de apă (evaluate la vreo 30 milioane C. P.) s'au grăbit încă de mult a-și electrifica un mare număr de tronsoane, mai ales în New-York și împrejurimile lui. Această electrificare (vreo 500 klm.) s'a făcut cu curent continuu. Ultimile progrese ale alternativului simplu a făcut pe unele companii să-l adopte încă din 1906, când a început o serie întinsă de electrificări cu monofazat. Astfel sunt liniile: Indianapolis and Cincinnati Traction, Central-Illinois-construction, New-York-New-Haven & Hartford R. R., San Francisco-Vallejo & Napa Valey R. R., etc., în total vreo 1000 klm. Linia Cascade Tunnel Great Northern Ry. este trifazată. Varietatea aceasta de sisteme este un dezavantaj, chiar și pentru o țară așa de întinsă cum sunt Statele Unite ale Americii de Nord.

În Europa în ultimul deceniu s'au făcut încercări importante în Franța, Germania, Italia, Elveția și Suedia. Alegerea sistemului a dat naștere la nesfârșite discuții. După multă chibzuință, Germania s'a hotărât pentru alimentarea cu alternativ simplu de perioadă joasă; cam în acelaș timp, după o experiență de 10 ani pe liniile Valtelinei, Italia a decis întrebuițarea generală a trifazatului. Ultimele congrese dela Berna (1910) și Turin (Septembrie 1911) după îndelungate discuții au emis părerea că fiecare din 3 sisteme (monofazat, trifazat și continuu) au avantajele lor, cari le face aproape deopotrivă de apte pentru tracțiunea mare.

lată pe scurt situațiunea actuală a tracțiunii electrice în fiecare din țările de mai sus.

Italia. Incă din 1898, epoca la care căile ferate italiene erau în posesiunea a 2 societăți particulare, acestea începuseră a studia

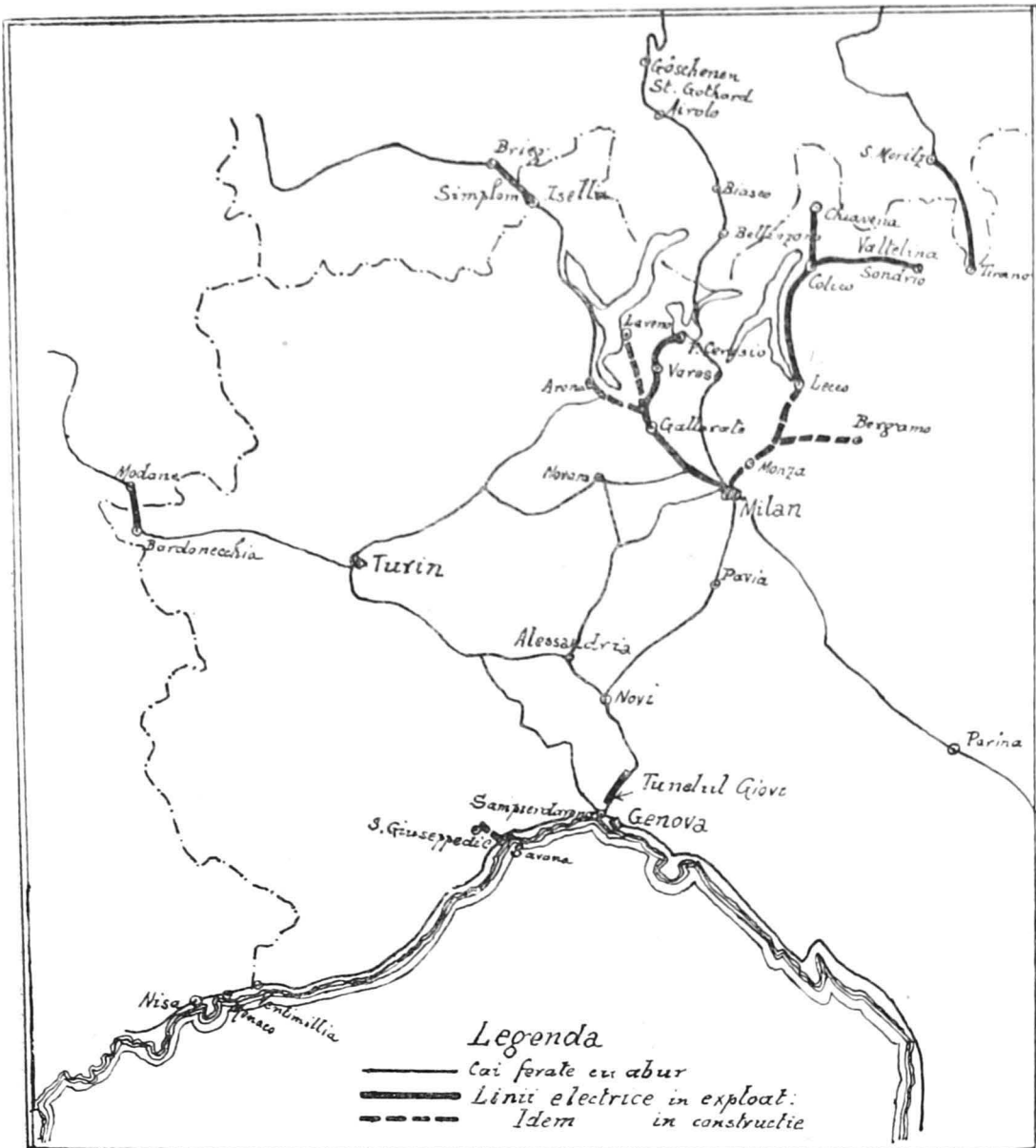


Fig. 1.

electrificarea parțială a citorva linii în scopul de a ușura pe unele traficul de călători, prin introducerea vagoanelor automotoare, și de

a micșora cheltuelile de exploatare pe altele. Cu concursul guvernului, societățile particulare au început o serie interesantă de experiențe pe liniile *Milano-Monza* și *Bologna-San Felice* prin automotrice cu acumulatori, pe linia *Roma-Frascati* și *Milano-Gallarate-Varese* cu curent continuu și șina a 3-a, și în fine cu trifazat pe liniile *Valtellinei*. Primele trei priveau mai mult tracțiunea mică. Tracțiunea cu acumulatori nu a dat rezultate mulțumitoare din cauza deselor revizuiți și deteriorări, cari încărcau mult cheltuelile de exploatare și întreținere; după 2 ani a fost părăsită.

Incercările de pe Roma Frascati, și mai ales de pe calea ferată Milano-Gallarate-Varese-Porto-Ceresio (74 klm.), au confirmat calitățile de altfel cunoscute ale tracțiunii cu curent continuu. Ultima în special constituie, cum vom vedea în urmă, un exemplu tipic de avantajele pe care le poate aduce electrificarea.

Liniile Valtelinei (Lecco-Colico-Sondrio cu ramura Colico Chiavenna,) constituiesc prima aplicare a curentului alternativ în tracțiunea mare, și au însemnat un pas important în dezvoltarea tracțiunii electrice (v. fig. 1) Aci s'a făcut prima aplicare a voltajului înalt de linie (3000 v.) și a perioadei joase (15 per. pe sec.) cea ce a permis suprimarea transmisiunii prin angrenaje. Introducerea completă a exploatării electrice s'a făcut treptat-treptat treptat timp de 3 ani, din Iulie 1901 până în 1904 și numai după serii lungi de experiențe. Ideea începătorilor era numai de a ușura traficul fără a suprima cu totul tracțiunea cu abur. În acest sens, după un an de încercări intermitente, la 4 sept. 1902, a început serviciul normal cu 2 locomotive de mărfuri, iar serviciul de persoane nu vagoane automotoare. În urma bunelor rezultate obținute, și mai ales în urma experiențelor reușite cu conducerea unică cu unități multiple și în tracțiune dublă, începînd din Iunie 1903 s'a renunțat cu totul la tracțiunea cu abur, rămînînd numai exploatarea electrică.

După 2 ani, în 1906, în urma rezultatelor mulțumitoare obținute pe liniile Valtelinei, guvernul italian a votat un credit de 38 milioane pentru electrificarea bucăților de linii ferate specificate în tabloul de pe pagina următoare.

Liniile de sub numerile 6, 8, 11, 12 și 13 au tuneluri lungi și pante mari.

Pe toate aceste linii se va întrebuința trifazatul ca pe liniile Valtelinei; s'a prevăzut o comandă de 40 de locomotive electrice. Prima a fost construită de societatea Westinghouse în Vado Li-

guria, care furnizase deja locomotive trifazate pentru liniile Val-telinei, și predată în August 1908. De atunci numita societatea a furnizat și alte locomotive după tipul celei dintii.

L I N I A		Lung. in km.	Costul in mil. de lei
1	Bergamo-Usmate	26	0,5
2	Calolcio-Ponte San Pietro	19	2,2
3	Domodosolla-Isella (legătura cu linia Simplomului)	18	2,4
4	Gallarate-Arona	26	2,2
5	Gallarate-Laveno	32	2,6
6	Genova-Galleria	4	1,00
7	Milano Lecco	51	3,6
8	Modane-Bardonecchia (Mt. Cenis)	22	2,7
9	Napoli-Salerno	54	5,00
10	Tore-Amunziate-Castellamare	6	
11	Pistoia-Poretta	40	8,00
12	Pontedecimo-Busalla (linia Giovei)	11	4,3
13	Savona-San Giuseppe	21	3,5
Total		330 km	38 mil.

Dintre liniile enumerate cea mai de seamă, prin traficul intens și profilul foarte greu, este linia Giovei. Electrificarea acestei linii a și început îndată după votarea creditului și a fost terminată în primăvara anului 1910. La 1 Iunie s'au început încercările iar la 31 Octombrie 1910 a fost dată în exploatare regulată.

Condițiunile speciale care au condus la electrificarea acestei linii se vor vedea mai târziu. Din dările de seamă făcute la congresul din Turin (Sept. 1911) reese că această linie a dat rezultate admirabile și că statul italian e bine hotărît a duce la sfârșit toate electrificările proiectate și toate cu trifazat. Dintre cele alte bucăți mare parte sunt în construcție, unele probabil terminate.

Germania. Cu toate imboldurile date de cele 2 mari societăți germane A. E. G. și S. S. W. (Siemens-Shukert-Werke), progresul tracțiunii electrice nu a mers prea repede în Germania. Fără îndoială că dorința de a se lua o hotărîre temeinică, și nepripută, a contribuit la această întîrziere; dar nu e mai puțin adevărat, că și condițiuni strategice, împinse în Prusia mai ales, pînă la ridicol, își au partea lor în această întîrziere.

Incercări numeroase s'au făcut încă din 1903 de numitele societăți, cari aveau lucrări importante de electrificare în alte țări. Așa au fost încercările cu trifazat 10000 V. făcute de A. E. G. și S. S. W. între *Zossen* și *Marienfelde* lângă Berlin. unde s'au atins cele mai mari viteze (215 km./oră), încercările cu monofazat făcute la *Spindlersfeld* de Union E. G. (mai târziu A. E. G.), cu 6000 V și 25 perioade (prima aplicare a monofazatului la tracțiune); încercările dintre *Niederschöneweide* și *Köpenick* în 1905 și cele din *Oranienburg* (1908) unde a circulat prima locomotivă electrică monofazată, ambele cu monofazat (6000 V. și 25—40 per.) și făcute de soc. A. E. G., ultima și cu concursul guvernului prusian.

În urma rezultatelor favorabile date de aceste încercări, precum și de încercările cu monofazat făcute în alte țări, căile ferate prusiane au hotărît în 1906 electrificarea liniei ferate locale *Blankenese-Hamburg-Obldorf* de 26 km. lungime, cu monofazat la 6000 v. și 25 perioade. construită și echipată de societățile A. E. G. și S. S. W. și dată în circulație în 1907.

Circulația pe această linie se face numai cu trenuri de automotrice și vagoane purtate. Această linie a fost de o importanță capitală pentru progresele tracțiunii monofazate. Cam în același timp în *Bavaria* se electrifica tot cu alternativ simplu linia *Murnau-Oberammergann* de 23,6 km. lungime.

Construită în 1899 și proiectată pentru a fi exploatată electric cu curent trifazat, găsindu-se costul de primă instalație prea scump, s'a renunțat la exploatarea electrică. În 1904 chestiunea electrificării fu reluată, studiindu-se câte și treile soluțiunile, ale trifazatului, monofazatului și continuului. Trifazatul, cu un cost de primă instalație mai ridicat ca celelalte, a fost socotit ca puțin avantajos în raport cu profilul în lung al liniei, care prezintă 10 km. în rampă de 3‰, și restul pînă la 23 km. aproape în palier, cece ar fi cerut, dată fiind viteza invariabilă a sistemului, sau iuțeală prea mică în palier, sau consumațiune prea mare de energie în rampă. Randamentul mijlociu de la barele tabloului centralei pînă la osia motoare a vehiculului era 66 la trifazat, 62 la curent continuu și 71 la monofazat, iar cheltuielile de primă instalație (relativ e numai la linia de prisă și material rulant) erau ca numerile: 1,16 la trifazat, 1,25 la continuu și 1 la alternativ simplu. S'a adoptat alternativul simplu sub 5500 v. și 16 perioade. Exploatarea electrică (cu vagoane automotrice) a început în 1905.

Ca urmare a rezultatelor obținute pe această linie, căile ferate bavareze au prezentat camerilor în 1908 un documentat memoriu, cuprinzând un întins program de electrificări. Programul s'a și început cu linia *Salzburg-Bad Reichenhall-Berchtesgaden*, a cărei electrificare e în lucru. Centralele porțiunilor propuse spre electrificare vor fi hidraulice.

În *ducatul de Baden* bogăția căderilor de apă a decis electrificarea liniei *Wiesental-lui Basel-Zell* (30 km) și *Schopfheim-Säckingen* (20 Km.), dată de un an și jumătate în exploatare, cu 10.000 V și 15 perioade.

Exemplele Bavariei și ducatului de Baden au decis și pe Prusia să abordeze chestiunea electrificării.

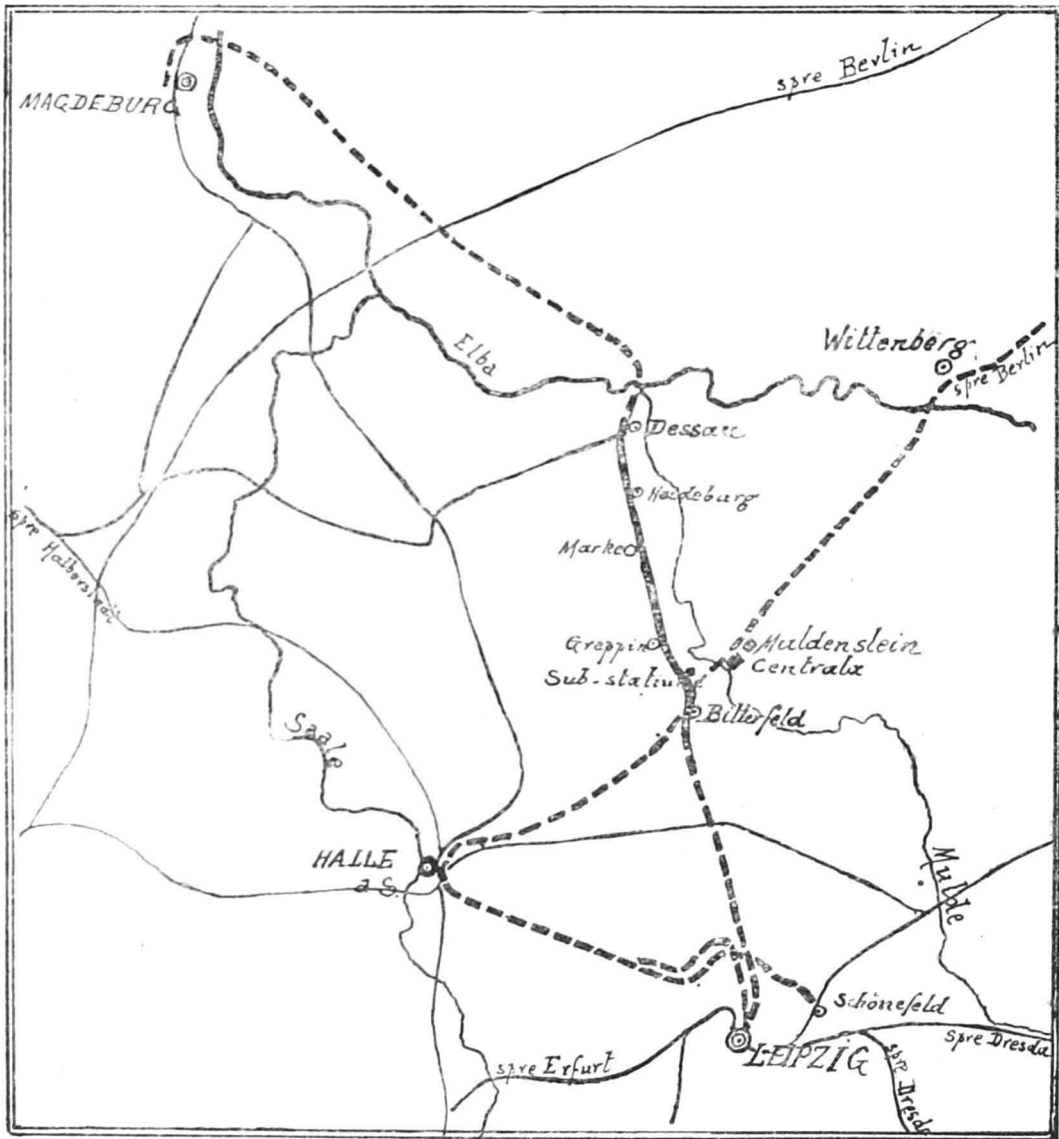
În o țară ca Prusia cu cărbune mult și ieftin, și lipsită de căderi de apă, și cu linii de cimp cu traseuri ușoare, problema electrificării nu se impunea nici ca o soluție a priori mai ieftină și nici ca o necesitate tehnică, cum era cazul în Italia și Elveția.

Și atunci Prusia a pus chestiunea electrificării numai din punctul de vedere al rentabilității. Pe un traseu aproape în palier, cu un trafic ridicat, fără însă a fi neobișnuit, în condiții însă ieftine de producere a energiei electrice, și fără a se cere tracțiunii electrice, deocamdată cel puțin, calități tehnice mult superioare celei cu abur *electrificarea liniei Magdeburg-Bitterfeld-Leipzig-Halle* (154 km.) a fost hotărâtă numai fiindcă a fost găsită a fi o afacere rentabilă pentru statul prusian.

Pentru electrificarea acestei linii guvernul a aprobat în 1909 un credit de 26 milioane, în care era cuprins și costul locomotivelor. Din această sumă s'a dat deocamdată numai 2 milioane, cu care s'a hotărât a se electrifica numai porțiunea *Dessau-Bitterfeld* cu o lungime de 26 km. Din expunerea de motive care a însoțit aprobarea acestui credit ¹⁾ se vede că alegerea spre electrificare a liniei *Magdeburg-Leipzig-Halle*, e datorită în primul rând bogatelor *gisementele de lignit* din această regiune. Deși foarte slab 2300 2400 calorii pe kgr. —, ceace îl face impropriu pentru locomotivele cu abur, dar ușurința de extragere și faptul că e întrebuințat pe loc, face că el revine la un preț cu totul neînsemnat, ceace permite producerea energiei în condiții foarte ieftine. Lipsa unei importanțe strategice a contribuit și ea nu cu puțin la alegerea acestei linii.

1) Vezi *E. T. Z.* 1911, pag. 469.

Electrificarea s'a făcut cu alternativ simplu la 10000 volți și 15 perioade pe secundă.



Legenda

- Căi ferate cu abur
- Linii electrice în exploatare
- - - - - Idem în construcție.

Fig. 2.

Importantă este linia Dessau-Bitterfeld prin varietatea și calitatea sistemelor oferite de diferite case, și din cari statul prusian va fixa pe cele ce vor rămâne ulterior, căutînd a face astfel o uni-

formizare a numeroaselor sisteme existente. Ca criteriu în această alegere va fi în primul rînd simplitatea și siguranța.

Canalizația aeriană furnizată după două sisteme diferite de casele S. S. W. și A. E. G., s'a prezentat pînă acum cu calități remarcabile.

Pentru locomotive au fost chemate 6 case: A. E. G., S. S. W., Bergmann, Brown-Boveri, Felten & Guillaume-Lahmeyer și Maffei Schwartzkopf-Werke.

Locomotivele furnizate sunt remarcabile mai ales prin calitățile de siguranță simplitate și soliditate. Condițiuni tehnice speciale (frînare electrică, recuperare de energie etc.) nu li se cere.

Între multe particularități interesante, cea mai de seamă este canalizația primară la 60.000 V. care este subterană. Pînă aci nu se întrecuse 30000 V. la canalizațiile subterane. Pentru siguranță s'a pus și o linie aeriană, dar prima s'a corăportat foarte bine așa că aceasta din urmă nu s'a mai întrebuițat.

Uzina, așezată la Muldenstein, pe malul Muldei în mijlocul bazinului de lignit, e croită pe principii cu totul noi. Casa mașinelor, casa căldărilor, și tablourile de distribuție, formează 3 clădiri separate. Dintre aceste numai prima a fost construită definitiv, a 2-a provizor, a 3-a de fel, rămînd a se completa odată cu construirea întregii linii ¹⁾ Casele furnizoare, și în special A. E. G. și S. S. W., sînt în primul rînd interesate la buna reușită a întreprinderii, întru cît proiectarea întregii instalații, deși făcută sub firma statului, este opera lor; apoi această reușită înseamnă consacrarea definitivă a monofazatului, cel puțin în țările germane, pentru a cărui reușită se străduesc de ani de zile numitele case.

Linia a fost deschisă în ziua de 18 Ianuarie 1911. Traficul s'a făcut intermitent cu 2 locomotive tip. 2 B 1, A. E. G. și S. S. W. și cu o locomotivă 0 - D 0 A. E. G.

Pe vară unele locomotive necesitînd oare cari modificări, altele fiind trimise la expoziția din Turin, serviciul s'a suspendat; în fine de la 1 Oct. 1911 sosind aceste locomotive și alte noi exploatare electrică a început regulat; azi merg zilnic 1 tren rapid, 13 de persoane, 8 de marfă și 2 goale.

Din c te-va din rezultatele exploatării publicate acum de curînd se vede că instalația a răspuns și chiar întrecut așteptările.

1) Pentru descrierea detaliată a instalațiunilor vezi: *Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen (E. K. B.)* numerile 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24 și 25 din 1911, și *Elektrotechnische Zeitschrift (E. T. Z.)* No. 25, 26 și 27 din 1910.

Față de buna reușită a liniei Dessau-Biltefeld, pare că electrificarea va merge cu pași repezi în Prusia. Așa, s'a hotărît electrificarea liniei *Lauban-Königszell*, cu cite va ramuri secundare, în munții Silesiei. Va fi o linie cu pante mari și trenuri grele. În proiect se prevăd beneficii importante prin vinderea energiei la particulari.

În fine proiectul cel mare, discutat de ani de zile, de electrificare a Stadtbahn-ului și Ringbahn-ului și a tuturor liniilor de acces în gările Gross-Berlinului, împreună cu electrificarea și a liniei Halle-Berlin, e pe cale de a se executa. Energia va fi furnizată de aceeași uzină din Muldenstein. Pare că construcția și exploatarea acestor linii va fi concedată societăților A. E. G. și S. S. W. iar statul va vinde numai energia electrică.

În ultimul timp, s'a decis că atît pe linia actualmente în exploatare cit și pe cele viitoare, voltajul să fie ridicat la 15000 v. iar frecvența la $16\frac{2}{3}$ perioade.

Franța. Are în exploatare numeroase linii cu caracter local, alimentate cu curent continuu ; cele mai noi sînt *Lille-Roubaix-Tourcoing* și *Villefranch - Vernet les Bains-Bourg Madame* în Pirinei (56 km). Ultima, cu cale îngustă, cu pante lungi de 60/o, prezintă multe particularități interesante. Este una din puținele linii pe cari se întrebuițează frînarea electromagnetica prin niște saboți de o construcție specială.

Electrificări mari sunt în lucru sau proiectate. Cel mai de seamă este al companiei *du Midi* care electrifică liniile *Montréjeau-Luchon*, *Tarbes-Bagnères de Bigorre*, *Lannemezan-Arreau*, *Montréjeau-Tarbes-Pau*, *Pau-Bédous* și *Lourdes-Pierrefitte*, în total 280 km. din cari 112 cu cale dublă, cu pante pînă la 1 : 30 și cu raze de 300 m. Energia va fi furnizată de 4 uzine hidraulice, care vor putea da pînă la 50000 C. P.

Producerea ieftină a energiei electrice în uzinele hidroelectrice ale Pirineilor și dificultățile de traseu, au decis compania du Midi la electrificarea acestei rețele. E de notat că traficul este mai mult slab.

Curentul primar va fi alternativ simplu la 60000 v, iar curentul de linie alternativ simplu la 12000 v. și $16\frac{2}{3}$ perioade. Ideea primitivă a companiei era să transforme pe locomotivă alternativul în continuu la tensiune joasă. În urmă, fața de progresele motorilor

monofazați cu colector s'a admis în principiu întrebuințarea locomotivelor monofazate.

Cum construcția uzinelor, începută acum un an, cere un timp mai îndelungat de cât echiparea liniilor și construcția locomotivelor, compania a hotărât să profite de acest lucru pentru a echipa în acest răstimp o linie existentă la care curentul e la îndemână, și a chema, la un adevărat concurs pe această linie diversele case constructoare de locomotive. Prin grelele condițiuni tehnice cerute acestor locomotive, urmare tocmai a dificultăților de traseu, aceste încercări vor avea o mare însemnătate pentru tracțiunea monofazată.

Linia aleasă spre echipare a fost porțiunea Ille-Villefranche în Pirinei. Curentul de la uzina liniei Villefranche-Bourg Madame sub formă de trifazat la 20000 volți, este transformat în alternativ simplu la 12000 v. și $16\frac{2}{3}$ per. pe sec. în substațiunea din Villefranche. Linia de încercare are 24 km. lungime și declivități de $17 - 22\text{‰}$ cea ce reprezintă tocmai profilul mediu al întregii rețele ce se va electrifica.

Echiparea electrică a acestei porțiuni e făcută cu titlu de încercare. Sunt 6 sisteme diferite de construcție a liniei aeriene, reprezentând toate felurile de suspensiune (rigidă, catenară simplă și catenară dublă) cu interesante construcții de stâlpi.¹⁾ Compania va alege pe cel care se va comporta mai bine în cursul încercărilor.

În Septembrie 1911 linia era complet echipată și aștepta sosirea locomotivelor pentru a începe încercările; 6 case au primit a concura la aceste încercări și anume:

Societatea franceză Thomson Houston.

Societatea franceză A. E. G.

Societatea anonimă Westinhouse.

Compania electromecanică din Bourget.

Ateliers de constructions électriques du Nord et de l'Est.

Schneider et Cie împreună cu Lahmayer de la Frankfurt.

Locomotivele cari vor răspunde condițiilor din program vor fi oprite de Compania du Midi. Celelalte vor fi luate îndărăt de constructori. Condițiunile programului sunt cu atât mai interesante cu cât unele din ele constituiesc tocmai punctele de superioritate ale locomotivelor trifazate (greutatea și recuperarea de energie).

Așa, locomotivele vor trebui să demareze și să remorcheze pe

1) Vezi: *Révue générale des Chemins de fer* din Martie 1911.

linia de încercare un tren de 400 tone (fără locomotivă). Sarcina fiind coborită la 270, viteza va trebui să fie de cel puțin 40 km/oră. Să notăm că aceasta reprezintă cu o rezistență la tracțiune de 5 kgr. pe tonă de tren în palier și de 1 kgr. de fie-țare 1‰ pantă un efort de tracțiune de: $360 \times 27 = 980$ kgr.

$$\text{Și o putere de } \frac{980 \times 40}{3,6 \times 75} = 1500 \text{ C. P.}$$

Pe același profil un tren de 100 t. (fără locomotivă) va trebui să meargă cu 60 km/oră. Locomotiva vor trebui să dezvolte la demaraj cel puțin 12500 kgr. și 8000 kgr. la 45 km/oră. Locomotivele vor fi cu 3 osii cuplate și 2 osii purtate (tip. 1 C—1), nu vor cântări mai mult de 80 tone și vor avea cam 54 tone greutate aderență (cu 12500 kgr. efort de tracțiune se vede că s'a contat pe un coeficient de aderență de $12500 : 54000 = 0.23$, ceiace nu e de fel exagerat pentru tracțiunea monofazată, mai ales dacă avem în vedere rezultatele obținute tot cu locomotive monofazate acum de curînd pe linia Dessau Bitterfeld, cum vom vedea în urmă). Viteza maximă 100 km/oră pe traseul de încercare.

Pe lângă frîna Westinghouse, motorii vor putea fi frînați electric prin scurt-circuitare de la controlor, iar coborînd de la Villefranche la Ille, motorii frînînd vor recupera, adică vor trimite curent în linie, funcționînd ca generatrice. viteza de coborîre putînd fi regulată după voe de la viteza fixată pentru urcarea acestei rampe pînă la jumătatea ei. Acesta este punctul cel mai greu al programului. Recuperarea neîntrînd în natura chiar a motorului ca la trifazat, nu se poate face automat și autoregulator, de însuși motorul, ci va trebui provocată artificial prin dispozițiuni speciale. cari în ori-ce caz vor complica și încărca motorul și accesoriile lui. Se va vedea prin ce artificii diferitele case răspund la această condițiune. Menționez că din casele citate, societatea A. E. G., a terminat din Martie 1911 locomotiva comandată; a trimis-o spre încercare pe linia Dessau Bitterfeld, unde pînă în Septembrie parcursese în foarte bune condițiuni 10.000 km. Atunci a fost trimisă în Franța. Afară de electrificarea rețelei arătate, proiectul companiei du Midi mai coprinde construcția unor linii ferate noi, și cari vor fi exploatate electric. Acestea sunt liniile: *Auch-Lannemezan*, *Tarbes-Castelnaud Magnoac*, *Pau-Hagetman*, *Aix les Thermes-Puyserda*, și *Bedous-granița spaniolă*, în total vre-o 300 km. pentru cari statul frances va vinde curentul companiei du Midi. Adoptarea tracțiunei

electrice micșorează considerabil cheltuelile de construcție a acestor linii, pentru cari s'a admis pante pînă la 42‰ și curbe de 200 m. rază.

Mai e de notat că cele 4 uzine cari vor deservi aceste linii sunt proiectate așa ca să poată furnisa energia necesară în ipoteza că se va electrifica întreaga rețea pyrenesiană a companiei du Midi, ceace represintă peste 800 km.

Afară de această mare lucrare a companiei du Midi mai sunt în perspectivă în Franța alte 2 mari electrificări.

Compania *Paris-Lyon-Méditerranée* face studii și încercări pentru electrificarea liniei *Cannes-Ventimillia*. Acum de curînd atelierele Alioth au furnisat o locomotivă sistem *Auvert-Ferrand* pe care curentul alternativ la 12.000 V. e transformat în continuu.

E de văzut dacă compania Paris-Lyon-Méditerranée se va ține de acest sistem, sau va adopta și ea monofazatul.

În fine un proiect interesant este electrificarea întregii rețele de linii a împrejurimilor Parisului cu acces în *Gara Saint Lazare*, aparținînd la *Ouest-Etat* Aceste linii sunt: *Paris-Versailles*, *Paris-Auteuil*, *Paris-Moulineaux*, *Paris-Argenteuil* și *Paris-Saint Germain en Laye* în total 220 Km Incomoditatea accesului în gara Saint Lazare, și insuficiența ei au decis această electrificare. Altfel ar fi trebuit lucrări mari de sporire cari cu scumpetea terenului în Paris ar fi costat mai mult. De alt fel natura liniilor care se electrifică este din acele la care electrificarea se impune din toate punctele de vedere.

Se va întrebuița curent continuu sub 500 v.

Lucrările vor costa 139 milioane după devisele făcute; ele vor începe în curînd și se crede că în 3 ani vor fi terminate.

Elveția. Cu linii grele de munte, presărate cu tuneluri numeroase și lungi, cu un trafic intens electrificarea apare și ca o soluție tehnică și ca una economică. Liniile locale, linile cu cale îngustă, sau cele cu cremailleră sînt în mare număr electrice.

În electrificarea liniilor mari imboldul a fost dat de societatea Oerlikon și apoi de Siemens. Prima a electrificat pe riscul ei în 1905 porțiunea Seebach Affoltern a căilor ferate federale. Echipată cu locomotive cu convertisoridupă un an a fost transformată în linie monofazată cu 15 perioade pe secundă. În 1936 intrînd în afacere și casa Siemens a fost electrificată toată porțiunea *Seebach-Wettingen* (17 Km) care din 1907 funcționează electric cu monofazat.

Cu trifazat s'a electrificat linia *Burgdorf-Thun* (1899) și în 1906

linia Simplonului cu locomotive trifazate cumpărate de la căile ferate italiene.

Cîte va electrificări importante au fost făcute în ultimul timp și de societăți particulare.

Linia *Berninei* (Tirano-St Moritz) cu cale îngustă, care prin complectarea porțiunii Tirano-Sondrio se va lega cu liniile Valtelinei, prezintă particularități interesante.¹⁾

Cea mai importantă însă este *linia Lotschbergului*, cu tunelul de același nume, construită pentru exploatare electrică. Are pante de 2,7% și o lungime de 73 Km; La Brieg se leagă cu linia Simplonului. Porțiunea *Spiez-Frutigen* a fost deschisă încă din 1909 cu automotrice. Electrificarea este făcută cu monofazat 15000 V și 15 per/sec. Pe linia întreagă terminată de curând vor circula locomotive electrice monofazate de 2000 C. P.

În urma bunelor rezultate obținute pe aceste linii, căile ferate federale au numit o comisiune pentru studierea problemei electrificării. În congresul ținut la Berna acum 1 an și jumătate, secretarul congresului prof. *Hysling*, a expus foarte documentat vederile comisiunii din cere reese că electrificarea e privită ca avantajoasă atît din punct de vedere tehnic cît și economic. Comisiunea s'a pronunțat pentru monofazat la 15000 V. și 16 2/3 perioade. Acum de curînd s'a hotărît însă a se întrebuița 20000 V și 25 perioade.

Electrificarea va începe în curînd cu linia St. Gothard lui. Cu toate auspiciile favorabile electrificării, căile ferate federale par că arată totuși oarecare încetineală în alcătuirea și executarea programului.

Suedia. Încă din 1905 statul suedez echipa electric 2 linii mici. *Tomteboda-Värtan* (6 km.) și *Stockholm-Järftva* (7 km.) în scopul de a face pe ele încercări cu tracțiunea monofazată. S'au încercat tensiuni dela 12000 pînă la 32000 v. cu 25 perioade. Aceste încercări au fost pline de învățături pentru casele cari le au făcut (A. E. G., S. S. W., și Westinghouse). După 2 ani de încercări în 1907 s'a stabilit exploatarea electrică regulată pe aceste 2 mici linii cu 20000 v.

Ca urmare statul suedez a hotărît un program de electrificări, care dacă se va executa va fi unul din cele mai bogate din Eu-

1) Vezi *Buletinul Societății Politecnice*. Vol. XXVII pag. 332.

ropa. Bogăția forțelor hidraulice din Sudul Suediei, unde intră în considerare această electrificare, au determinat acest vast program. Lungimea rețelilor cuprinsă în acest program e de 2000 km. pentru care s'a socotit a fi nevoie de vreo 100.000 C. P.

Voltajul a fost fixat la 15000 v. iar frecvența la 15 perioade pe secundă.

În nordul Suediei se electrifică în momentul de față o foarte importantă linie *Kiruna-Riksgränsen*. (15000 v. și 15 perioade monofazat). Lucrările vor fi terminate în 1914. Energia e adusă dela 120 km. spre sud de Kiruna, dela celebrele căderi din *Luleå* care sunt socotite capabile a da pină la 300.000 P. S.

Interesante sînt motivele cari au determinat această electrificare și pe care le vom vedea ma tirziu.

Austro-Ungaria. Bogăția căderilor de apă în Sud Westul muntos al Austriei și traseul greu al liniilor din acea regiune au fost socotite ca condiții foarte favorabile unei electrificări a acelor linii. O diviziune specială a fost creată în 1906 în ministerul de lucrări publice pentru studierea temeinică și amănunțită a chestiunii. Ea trebuie să lucreze în 2 direcțiuni :

1) Un studiu de ansamblu al problemei electrificării, pentru întreaga rețea, privită și discutată sub toate aspectele ei.

2) Proiecte complete relative la un mare număr din acele linii, în lungime totală de 4360 km. (din care 3872 cu cale normală). Pare hotărît a se începe dintre aceste linii cu linia *Aarlbergului* și linia *Opcina-Triest*. În ce privește alegerea curentului, după indicațiunile de acum doi ani ale d-lui dr. ing. *Hruschka* din diviziunea de studii, ar fi fost de adoptat monofazatul la 10000 v. și $16\frac{2}{3}$ perioade. ¹⁾

În exploatare sînt deja în Austria 8 tronsoane scurte cu un total de 174 km.

Anul trecut s'a început construcția liniei electrice *Viena-Presburg* (68 km), cale normală, cu alternativ simplu 10000 V. și 15 pină la $16\frac{2}{3}$ perioade. Linia intră cu capetele ei în străzile celor două orașe și acolo va fi întrebuițat continuu sub 500 sau 600 volți. Traficul se va face cu vagoane automotoare, cu locomotive de persoane (600 C.P.) și de marfă (800 C.P.) pentru monofazat, cari

1) Vezi *E. K. B.* numerile 25, 26, 27, 28, 29 și 30 din 1910.

însă nu vor intra în oraș, unde vor fi înlocuite cu altele mai ușoare de curent continuu (de 200 C. P).

În Ungaria s'au făcut proiecte de electrificare ale liniilor *Esztergom-Almas-Füzitő-Petrozsény-Piski* și *Fiume-Cameralmoraviczsa*. În fine în Transilvania se face în momentul de față o electrificare de oarecare însemnătate; este linia cu cale de 1 m: *Arad Hegyalja* cu 2 ramuri, una, la Pancota alta la Radna cu o lungime totală de 58 km. Este o linie locală cu un trafic ridicat de călători, pe care automotrice electrice vor înlocui pe cele actuale cu benzină. Interesant e că este linie cu curent continuu la tensiunea înaltă (1650 V.) transformat din trifazat la 42 perioade. Este soluția care a dat admirabile rezultate pe linia Bonn Colonia.

Alte țări. Dintre cele alte țări notăm o importantă linie în Olanda: *Rotterdam-Haag-Scheveningen* echipată de S. S. W. cu monofazat la 10000 V.; în Spania e în construcție linia *Almeria-Linarès* de 25 km., cu trifazat (linie de munte).

Căile ferate rusești studiază electrificarea a 890 km din rețeaua finlandeză, pentru care se va întrebuința forțe hidraulice.

Anglia, bogată în cărbuni, nu se gîndește la electrificări de căi ferate mari. Are în schimb o rețea întinsă de linii locale și metropolitane în special în Londra, Liverpool și Manchester.

În fine Belgia, țara cea mai bogată în basinuri de cărbune nu are nici ea intenția de a-și electrifica căile ei ferate.

(Va urma).

