

Condițiunile de coexistență a liniilor de energie electrică și a liniilor telegrafice și telefonice.

I. CONSTANTINESCU

Inginer al Poștelor și Telegrafelor

În momentul când instalațiile electrice de energie sunt chemate să ia o dezvoltare din ce în ce mai mare și în țara noastră, prin înființări de uzine hidroelectrice în diferite puncte ale țării și liniile de transport până la punctul de utilizare, prin electrificarea unei părți a drumurilor de fer, prin dezvoltarea progresivă a rețelelor de tracțiune electrică în orașe, probleme de o mare importanță se ridică cu privire la condițiunile de coexistență a celor două categorii de rețele: rețeaua liniilor de energie pe deoparte și rețeaua liniilor telegrafice și telefonice pe de altă parte.

Avem dar așa în prezență două genuri de rețele ce pun în joc puteri electrice manifest inegale, însă cari din punct de vedere social răspund la necesități și interese de aceeași importanță.

Se înțelege că liniile de energie constituie o jenă considerabilă pentru exploatarea în condițiuni normale a liniilor telegrafice și telefonice; însă cu toate acestea, aceste rețele sunt obligate să viețuiască împreună într'o armonie cât se poate mai perfectă.

Această armonie sau mai bine zis adaptare la viața în comun, se poate obține ușor în unele cazuri, cu oarecare sacrificii dintr'o parte și din alta. În alte cazuri viața în comun nu este posibilă și atunci trebuie recurs la măsuri radicale precum ar fi mutarea traseelor telegrafice și telefonice în regiuni mai puțin influențate, când lucrul acesta este posibil, sau transformarea liniilor de energie în structura lor în așa fel ca perturbațiunile produse asupra liniilor vecine să fie mai ușor de suportat.

În orice caz aceste mutări sau transformări implică cheltuieli importante cari revin în general societății care exploatează linia de energie perturbatoare, căci în afară de alte considerațiuni liniile telegrafice și telefonice, în majoritatea cazurilor se bucură de dreptul primului ocupant.

În lipsa unei legislații speciale, cum există în alte țări, care să reglementeze condițiunile de înființare și exploatare a liniilor de energie electrică, vom căuta să examinăm aci, în mod sumar, perturbațiunile ce asemenea linii produc asupra liniilor telegrafice și telefonice, natura și importanța acestor perturbațiuni precum și mijloacele mai cunoscute ce s'au propus sau experimentat pentru înlăturarea lor.

Cauzele cari pot provoca perturbațiuni electrice sau pagube materiale în instalațiile telegrafice și telefonice, se pot grupa în trei categorii:

- I. Contacte accidentale.
- II. Efecte de inducțiune electrică sau magnetică.
- III. Efecte de electroliză.

I. Contacte accidentale

Riscul de contact între liniile de energie și liniile de semnalizare, cum vom numi de aci înainte liniile telegrafice și telefonice, are loc totdeauna în punctele de încrucișare sau paralelism prea apropiat.

Un contact accidental între o linie de energie și una de semnalizare n'ar prezenta niciun inconvenient dacă ambele instalațiuni ar avea un izolament perfect în raport cu pământul.

Ori lucrul acesta nu are loc totdeauna. Liniile telegrafice întrebuințează pământul ca fir de întoarcere. Liniile telefonice sunt în general cu dublu fir, adică izolate de pământ, însă în centralele importante unde numărul firelor este considerabil pe un spațiu destul de mic, izolamentul lor este neapărat foarte redus.

În aceste condițiuni potențialul înalt la care este adus firul telefonic prin contactul accidental cu linia de energie, se poate descărca la pământ prin punctele unde izolamentul este mai slab, dacă la rândul ei linia de energie prezintă și ea un defect de izolament.

În special praful care acoperă părțile neizolate, favorizează

amorsarea unui arc între conductor și pământ, ceea ce poate da naștere unui incendiu.

Rezultă că riscurile de atingere sunt cu atât mai periculoase cu cât izolamentul liniilor în prezență este mai slab.

Mijloacele de prevenire ale contactelor accidentale sunt foarte simple și foarte ușor de realizat. Este de ajuns a se consolida bine porțiunile de linie ce sunt expuse a veni în atingere una cu alta și a se separa spațiul dintre ele printr'o plasă sau rețea metalică pusă în perfectă comunicație cu pământul în așa fel, ca un fir rupându-se, să fie oprit de rețea ca să cadă peste firele de semnalizare, care în general trebuie să treacă pe sub firele de energie.

Motivele sunt următoarele:

a) Firele de energie fiind mai groase se rup mai rar.

b) Firele telefonice fiind mai des supuse remanierilor, acestea nu s'ar putea face în timp ce firul de energie este sub tensiune.

Se face excepție în cazul liniilor de tracțiune când liniile telefonice nu pot trece pe sub firul de contact (trolley).

Pentru apărarea instalațiunilor telegrafice și telefonice contra accidentelor arătate mai sus, fiecare linie de semnalizare înainte de a intra în instalațiune, este prevăzută cu un grup de organe de protecție compus dintr'un parafulger, un fuzibil de 1—3 amperi și o bobină termică care funcționând sub un curent inferior de un amper pune linia în mod automat în comunicație cu pământul.

Aceste organe funcționează în mod satisfăcător în majoritatea cazurilor.

În cazul când nu avem nici un contact direct, însă izolamentul este slab și de o parte și de cealaltă, atunci o parte din curentul liniei de energie poate circula pe firele de semnalizare, parcurgând aparatele receptoare și făcându-le să funcționeze în condițiuni anormale.

Derivațiile acestea de curent sunt jenante mai ales în circuitele telefonice unde produc un sgomot continuu care poate împiedica convorbirea.

Se atribuie de multe ori pe nedrept acești curenți perturbatori inducțiunii dintre linia de energie și linia de semnalizare.

În realitate cele două efecte, curenți derivați și curenți de inducțiune, se suprapun dând naștere unui curent perturbator mai mare sau mai mic, după împrejurări.

În asemenea caz trebuie bine verificat izolamentul liniei și restabilit punctele slabe.

II. Turburări prin inducție

Curenții de inducție ce iau naștere pe firele de semnalizare sunt de două proveniențe:

- a) Inducție electrostatică.
- b) Inducție electromagnetică.

Vom examina perturbațiunile produse pe liniile de semnalizare în ordinea gravității lor. Liniile de tracțiune monofazice ocazionalizează turburările cele mai grave și cele mai greu de înlăturat. Liniile de transport trifazice mai ales dacă sunt complet izolate de pământ vin în al doilea rând. În sfârșit liniile de tracțiune cu curent continuu produc și ele efecte de inducțiune destul de considerabile în special asupra circuitelor telefonice prin ondulațiunile de frecvență acustică datorite dinților de pe armătură și funcționării colectorului.

Înainte de a arăta importanța acestor turburări, vom reaminti în câteva cuvinte mecanismul prin care se produce inducția.

a) Inducția electrică

Să considerăm un fir de energie paralel pe o distanță oarecare AB cu un circuit telefonic (fig. 1).

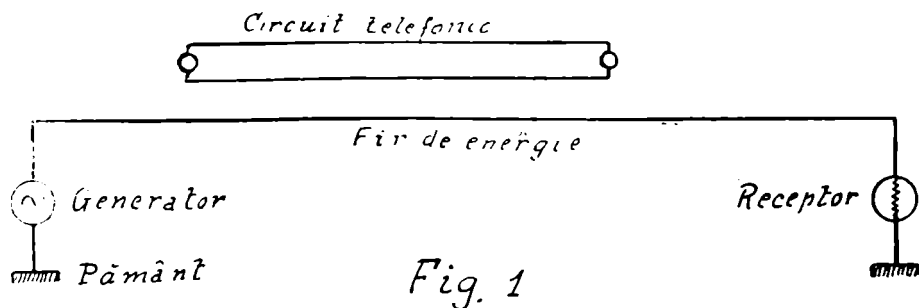


Fig. 1

Potențialul la care se găsește într'un moment dat firul de energie în raport cu pământul este asociat cu un sistem de linii de forță care merg dela fir la pământ, formând cea ce se numește câmpul electric al acestui fir (fig. 2).

Dealungul acestor linii de forță potențialul descrește dela tensiunea de lucru la zero (potențialul pământului).

Un circuit telefonic perfect izolat de pământ, găsindu-se în câmpul electric al firului de energie, va fi adus la potențialul co-

responsător poziției ce ocupă în acest câmp. Zicem în acest caz că potențialul firului de energie dă naștere unui potențial indus pe circuitul telefonic.

Potențialul indus este cu atât mai mare cu cât firul influențat se găsește la o distanță mai mică de firul de energie inductor.

Astfel o linie de energie de 12.000 volți situată la 6 m. deasupra pământului, va induce un potențial de 1400 volți pe un fir conductor situat la același înălțime și la o depărtare de 6 m, de firul de energie.

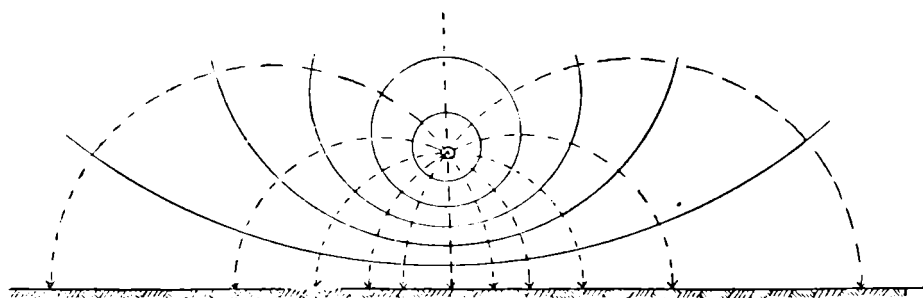


Fig. 2

Potențialul indus pentru o depărtare de 60 m. va fi numai de 35 volți.

Vedem deci că potențialul indus pe firele telefonice izolate de pământ. constituie un pericol serios pentru persoanele cari ar atinge firele sau aparatele dela capătul acestor fire.

Pe de altă parte cum cele două fire ale aceleiași circuit nu sunt în general la aceeași distanță de firul de energie perturbator, potențialul indus nu este același pe cele două fire.

Un curent care tinde să egalizeze potențialele pe cele două fire va parcurge aparatele receptoare producând sgomote parazite care se suprapun sunetelor de conversație și fac de multe ori comunicația telefonică imposibilă.

Pe firele telegrafice pericolele pentru persoane datorite potențialului indus, sunt mai mici, de oarece firele telegrafice sunt în legătură cu pământul prin aparatele transmițătoare sau receptoare.

În momentul însă când prin funcționarea aparatelor transmițătoare un fir rămâne izolat la unul din capete, în acest moment consactul accidental al unei persoane cu firul sau aparatele telegrafice devine periculos. Un curent de încărcare va străbate corpul acelei persoane, producând o comoțiune mai mult sau mai pu-

țin violentă, după importanța curentului de încărcare. Un curent de 50—100 miliamperi poate produce chiar moartea.

În afară de accidente de persoane, perturbațiunile produse asupra funcționării aparatelor telegrafice de către o linie de tracțiune monofazică prin inducțiunea electrostatică sunt destul de importante.

Un curent de încărcare proporțional cu potențialul indus, cu alte cuvinte un curent alternativ, ia naștere pe firele telegrafice.

Cum frecvența emisiunilor telegrafice se găsește tocmai în intervalul frecvențelor industriale (16—50 perioade pe secundă) se înțelege numai decât importanța perturbațiunilor la care este supusă o comunicație telegrafică.

Comunicațiile telefonice din contra sunt influențate mai puțin de frecvențele industriale; în schimb au de suferit foarte mult de pe urma frecvențelor acustice datorite armonicelor superioare ale curentului industrial. Inducțiunea electrică nu constituie cu toate acestea o jenă prea mare pentru exploatarea liniilor de semnalizare de oarece câmpul electric nu-și întinde acțiunea sa la o distanță mai mare decât aproximativ 20 m.

Inducțiunea electrică este periculoasă mai mult prin accidente de persoane la care poate da loc.

Vom vedea că în cealaltă privește inducțiunea magnetică, lucrurile se petrec invers.

b) *Inducțiunea magnetică*

În afară de câmpul electric ce se datorește unui potențial pe firul de energie, mai avem de considerat câmpul magnetic ce ia naștere în jurul acestui fir odată cu curentul (fig. 2).

Un fir telegrafic sau un circuit telefonic formează, ca să zicem așa, o spirală cufundată în câmpul magnetic variabil produs de firul de energie.

Curentul de inducțiune ce ia naștere pe firele de semnalizare prin variațiunea acestui câmp este cu atât mai intens cu cât suprafața oferită pentru trecerea fluxului magnetic este mai mare. Pe de altă parte considerând ca flux inductor numai partea din câmpul magnetic care este îmbrățișată de circuitul de semnalizare, acest flux inductor este la rândul său cu atât mai puternic cu cât suprafața circuitului inductor este mai mare.

În adevăr, în cazul când cele două fire ale unui circuit de

energie sunt la mică distanță unul de altul, câmpul magnetic este localizat pe o mică regiune în jurul celor două fire.

Regiunea în care lucrează câmpul magnetic, se întinde cu atât mai mult cu cât distanța între firele de energie devine mai mare.

Ori aceasta este cazul liniilor de tracțiune monofozică care utilizează șinele ca conductor de întoarcere.

Dacă curentul de întoarcere ar fi complet canalizat numai prin șine, lucrurile nu ar fi tocmai așa de grave.

Inducțiunea produsă de trolley ar fi compensată în parte de inducția produsă de curentul de întoarcere din șine.

Se întâmplă însă ca șinele să prezinte oarecare rezistență la trecerea curentului, în special a curentului alternativ, iar pământul deși de conductibilitate redusă, să ofere o secțiune enormă la trecerea acestui curent.

În aceste condițiuni cea mai mare parte din curentul de întoarcere revine la punctele de alimentare (substațiuni sau feedere) prin pământ, constituind astfel un conductor fictiv de întoarcere, situat la o adâncime cu atât mai mare cu cât trenul se găsește mai departe de punctele de alimentare.

Astfel pentru un tren care se găsește la o distanță de 25 km. de punctul de alimentare, conductorul fictiv de întoarcere este după unii autori (Girousse) la o adâncime de 2 km.

Rezultă că raza de acțiune a câmpului magnetic este considerabilă în acest caz.

Experiența arată că forța electromotrice indusă pe un fir telegrafic paralel pe o lungime de 50 km. cu o linie de tracțiune monofozică și situat la 60 m. distanță de această linie este de 4 volți de fiecare amper la o frecvență de 16. p. s.

Se vede de aci perturbația considerabilă ce liniile de tracțiune monofozică produc asupra liniilor telegrafice.

Liniile telefonice bifilare oferă o suprafață mai mică pentru fluxul magnetic inductor. Pe de altă parte inducțiunea electromagnetică pe circuitul telefonic se poate combate efectuând rotațiuni pe circuitele telefonice din distanță în distanță în așa fel ca fluxul să intre când pe o față, când pe cealaltă a circuitului telefonic.

Cu toate acestea echilibrul forțelor electro-motrice induse se obține cu mare greutate din cauza senzibilității excesive a receptorului telefonic. Este de ajuns să avem o putere inferioară unei zecimi de miliwat sub formă alternativă pentru ca receptorul să fie acționat.

Se vede de aci că liniile de tracțiune monofozică produc per-

turbațiuni ce nu se pot înlătura prin nici un mijloc, dacă la rândul ei linia de tracțiune monofazică nu este astfel echipată ca efectele perturbatoare să fie reduse la minimum.

Dispozitive aplicate liniilor de tracțiune monofazice.

Dispozitivele întrebuițate pentru reducerea efectelor perturbatoare produse de liniile monofazice au toate de scop să micșoreze suprafața inductoare a circuitului de tracțiune. Vom examina următoarele soluțiuni :

1. *Mărirea numărului de substațiuni care alimentează linia de tracțiune.* — Prin acest mijloc circuitul de întoarcere având de făcut un mic parcurs (6—10 km.) pentru a reveni la substațiune, revine în întregime prin șine fără a se mai deriva prin pământ.

Inconvenientul pentru societățile de tracțiune ar fi cheltuelile mari de instalație.

2. *Transformatorii compensatori.* (Balancing transformers). — Procedul acesta este întrebuițat de Compania New-York New Haven and Hartford (fig. 3). Energia pe linie este transmisă sub un voltaj de 22.000 volți prin 2 fire, unul fiind firul de contact (trolley), iar celalt un feeder auxiliar.

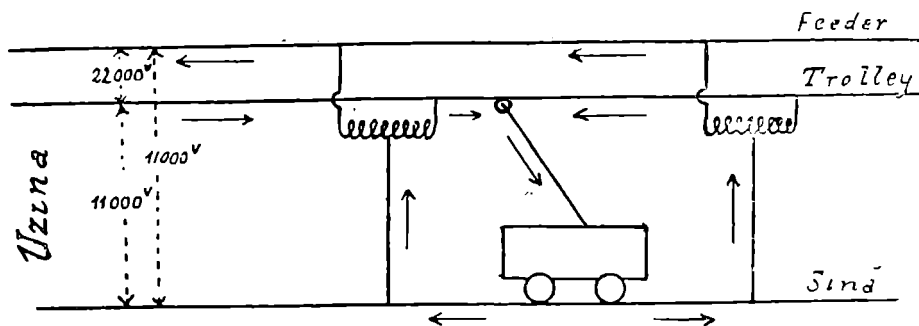


Fig. 3

Dealungul liniei la fiecare 3 km. sunt instalați autotransformatori de raport 2. Șinele formează conductorul neutru. În aceste condițiuni curenții de întoarcere nu trec prin șine decât dealungul secțiunii de cale coprinsă între doi transformatori consecutivi între cari se găsește momentan trenul în mișcare. Examinând sensul curenților pe șină și trolley vedem că ei se compensează în parte.

Pe tot restul liniei nici un curent nu parcurge șinele, iar cu-

renții de pe feederul auxiliar și trolley fiind de sensuri contrarii, își neutralizează efectele din punctul de vedere al inducției magnetice.

În acest procedeu se poate îngloba procedeul întrebuințat de „la Compagnie du Midi” (fig. 4).

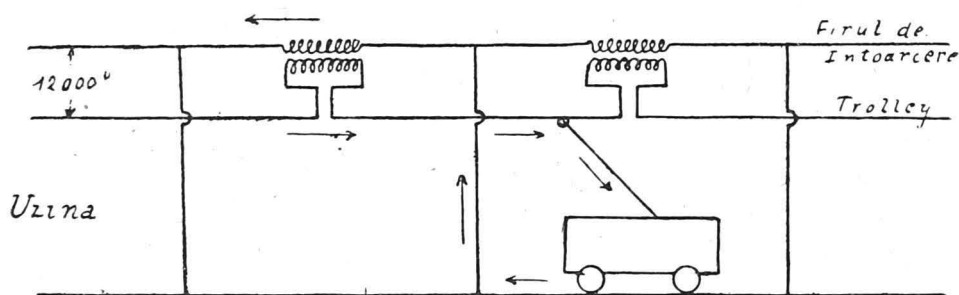


Fig 4

Șinele nu mai formează un conductor neutru, iar efectul perturbator se reduce la curentul care parcurge trolley-ul și șinele în secțiunea în care se găsește trenul.

Cheitueile de instalație sunt mai mici ca în cazul precedent, însă necesită prezența unui feeder auxiliar pentru întoarcerea curentului.

3. *Transformători sugători.* (Booster-transformers). — Prin acest procedeu se suprimă feederul auxiliar, rămânând ca circuitul să se întoarcă în mod forțat numai prin șine (fig. 5).

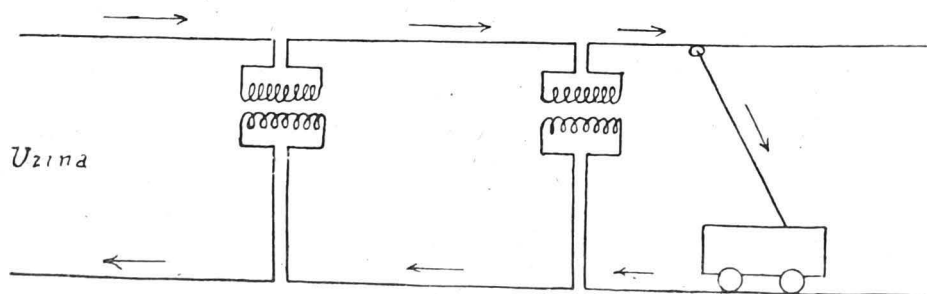


Fig 5

În dreptul fiecărui transformator de raport 1 ce rămâne în urma trenului, curentul din trolley trebuind să fie egal curentului din șine, se înțelege că curentul de întoarcere nu poate să se deriveze prin pământ de cât pe porțiunea scurtă dintre doi transformatori (apro-

ximativ 2 km), ceea ce nu dă loc la o lărgire prea mare a circuitului inductor.

Procedeul acesta, deși mai economic decât precedentele, nu este însă tot așa de eficace din punctul de vedere al reducerii perturbațiilor mai ales în timpul scurt circuitelor. În acest moment ferul transformatorilor saturându-se, amplitudinea de ordinul 3 a curentului devine extrem de exagerată, ceea ce mărește efectele de inducție în proporție de 1 la 100.

Soneriile abonaților la telefon din vecinătatea liniei Philadelphia—Paoli, echipată la început cu transformatori sugători, erau acționate la o distanță de 6 km. în timpul unui scurt circuit. Tot cu această ocazie din cauza inducției puternice ce are loc pe liniile de semnalizare, se mai pot întâmpla accidente grave de persoane precum și pagube materiale datorite incendiilor ce pot lua naștere în centralele telefonice.

Pentru a preîntâmpina efectele grave ale scurt circuitelor, Compania americană „General Electric Company” a studiat un întreruptor cu rupere bruscă, care introduce rezistențe în circuit înainte ca intensitatea de scurt circuit să atingă o valoare excesivă. Imediat după aceea curentul este complet tăiat de către întreruptorul ordinar. Funcționarea primului întreruptor are loc în 0,007 secunde.

Până aci nu ne-am ocupat decât de inducția magnetică care este cea mai importantă. Inducția electrică, care după cum am văzut poate produce accidente mortale pentru personalul de linii care lucrează pe firele de semnalizare, se poate combate instalându-se dealungul liniei monofazice un fir de contratensiune care să fie adus la o tensiune egală și opusă aceleia din firul de tracțiune cu ajutorul unui mic transformator.

Acest dispozitiv a fost întrebuințat pe linia Dessau—Bitterfeld și pe linia Villefranche Perpignan.

Efectele de inducție ale liniilor trifazice de transport de energie.

Pe un circuit telefonic paralel cu o linie de transport trifazică vom avea de considerat numai efectul global datorit celor trei fire de energie, efect produs prin acțiunea combinată a celor trei vol-taje în raport cu pământul, dacă este vorba de inducția electrică și de amperajele din cele trei fire dacă este vorba de inducția magnetică.

Dacă linia trifazică este complet izolată de pământ (fără punct neutru la pământ), dacă sarcinile pe cele trei faze sunt exact egale și în sfârșit dacă curentul este perfect sinusoidal, atunci acțiunea electrostatică sau electromagnetică asupra unui circuit telefonic este sensibil nulă. În adevăr, suma vectorială a voltajelor și amperajelor este nulă și inducțiunea pe circuitul telefonic dacă mai este, provine numai din faptul că firele de energie nu se găsesc la aceeași distanță de circuitul telefonic.

Dacă curentul și voltajul nu sunt sinusoidale, suma vectorială de mai sus nu este nulă chiar dacă sarcinile sunt egale. Suma aceasta, pe care o vom numi curent și voltaj rezidual, se reduce la armonicele de ordinul 3 și multiplii impari de 3.

Aceste armonice fiind în fază pe cele trei fire, totul se petrece atunci ca și cum am avea de a face cu un curent monofazic ce ar parcurge cele trei fire în paralel și s'ar întoarce prin pământ. Independent de această cauză curenți și voltaje reziduale mai pot lua naștere prin diferențele inevitabile de izolație și capacitate în raport cu pământul ale celor trei fire de energie.

Linia monofazică fictivă parcursă de curentul rezidual exercită o influență puternică asupra circuitelor telefonice, din cauza frecvenței ridicate a armonicelor ce-l compun, precum și din cauza faptului că acest curent se folosește de pământ ca conductor de întoarcere.

În afară de curentul și voltajul rezidual arătat mai sus, mai avem un curent și voltaj rezidual de altă proveniență.

Dacă linia de transport are unul sau mai multe puncte neutre la pământ, iar sarcinile pe cele trei faze nu sunt egale, se înțelege că atât curenții reziduali cât și voltajele, se pot descompune în compunătoare echilibrate, a căror sumă vectorială este nulă și compunătoare, reziduale a căror sumă ne dă curentul sau voltajul rezidual.

Importanța curentului rezidual este în raport cu valoarea desechilibrului între faze. Voltajul rezidual din contra nu se schimbă mult cu acest desechilibru din cauza că tensiunea este menținută în general constantă de mașinile generatoare, însă devine preponderent în caz de scurt circuit pe una din faze.

Putem măsura curentul rezidual intercalând pe cele trei fire primarele a trei transformatori de intensitate și montând secundarele în paralel pe un ampermetru care va indica atunci curentul rezidual.

Deasemenea se poate măsura voltajul rezidual legând între

fiecare fir și pământ primarele a trei transformatori de tensiune și cele trei secundare legate în serie, la un voltmetru care va indica voltajul rezidual.

Limitarea curentului și voltajului rezidual.

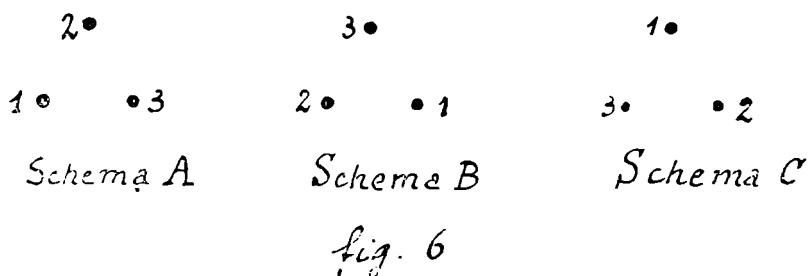
Se înțelege că în primul rând va trebui să echilibrăm sarcinile pe toate fazele. Rămâne însă curentul rezidual datorit formei curentului, adică armonicile 3 și multiplu de 3.

Pentru a reduce valoarea acestui curent, se va utiliza pe cât posibil rețele complet izolate de pământ sau având la nevoie un singur punct neutru la pământ.

Pe de altă parte se vor întrebuița transformatori având cel puțin o înfășurare montată în triunghi, spre a localiza armonicile de ordinul 3 și multiplu de 3 în circuitul închis format de cele 3 faze. Sâmburele de fer al transformatorului va fi astfel dimensionat ca să lucreze totdeauna sub saturațiune.

Se vor întrebuița generatori studiați în așa fel ca să producă o undă de tensiune cât se poate mai sinusoidală, înlăturând de ex. armonicile de dantură prin înclinarea marginilor pieselor polare pe direcțiunea conductorilor, prin alegerea unui număr de creștături pe indus care să nu fie un multiplu întreg de numărul ploilor și în sfârșit prin o repartiție convenabilă a conductorilor pe suprafața indusului.

Dar condițiunile acestea nu sunt suficiente, căci chiar dacă curentul rezidual este redus la minimum, cele trei fire exercită efecte de inducțiune inegale asupra unui circuit telefonic, după pozițiunea ce ele ocupă față de acest circuit. Firul cel mai apropiat exercită acțiunea cea mai mare.



Se poate ameliora situațiunea efectuând pe linia de energie

transpuneri la intervale regulate după legea indicată de următoarele 3 scheme: A, B și C. (Fig. 6).

Coordonarea transpuerilor de pe o linie trifazică și rotațiilor de pe un circuit telefonic, în cazul simplu când avem în prezență numai aceste două linii, se face conform schemei din fig. 7.

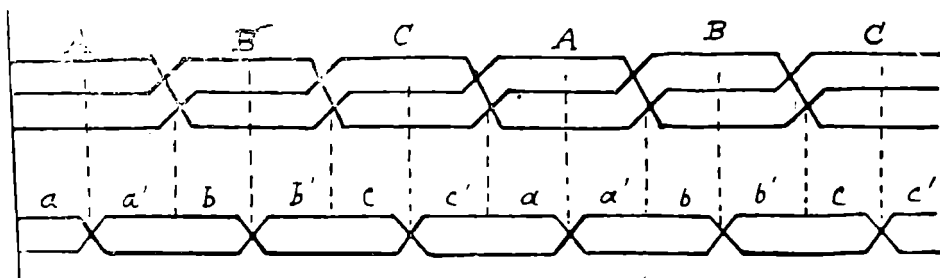


Fig. 7

Transpuerile unei linii trifazice mai sunt utile și din punctul de vedere al reducerii curentului rezidual.

În adevăr, capacitățile celor trei fire în raport cu pământul devenind egale prin faptul transpuerilor, curenții reziduali care proveneau din diferența acestor capacități, dispar.

Din acest punct de vedere este bine ca transpuerile să fie continuate pe toată linia de energie și în afara secțiunii de paralelism cu circuitul telefonic.

În rezumat putem spune că transpuerile reduc perturbațiile produse de voltamperii echilibrați, precum și cele produse de o parte din voltamperii reziduali, în afară de armonicile 3 și multiplu de 3.

III. Efecte de electroliză

Cazul tracțiunii prin curent continuu nu este la adăpost de orice critică în ceea ce privește inducția produsă pe firele de semnalizare, de aceea vom spune câteva cuvinte înainte de a intra în subiect.

Curentul continuu nu este riguros continuu, căci din cauza comutației și a dinților de pe indus, curentul este supus la variațiuni periodice de valoare mică, însă de frecvență ridicată, ceea ce constituie o cauză importantă de inducțiune. Amplitudinea acestor

ondulațiuni se poate reduce în mod considerabil alegând mașini cu un număr mare de lamele la colector și construite astfel ca să nu producă armonici de dantură.

Pe de altă parte aceste armonice pot fi localizate constituind un circuit rezonant la bornele mașinei și înăbușite prin intercalarea unei impedanțe în serie cu linia.

Rezultă de aci că perturbațiunile prin inducțiune produse de tracțiunea prin curent continuu nu constituie o jenă prea însemnată pentru liniile de semnalizare.

Perturbațiunile sunt cu atât mai mici cu cât tensiunea adoptată este mai mare. Astfel pe linia Chicago—Milwaukee—Saint Paul utilizând curentul continuu sub tensiunea de 3000 volți, nu se observă cea mai mică inducțiune, nici chiar în timpul pornirii trenului.

Prin urmare, din acest punct de vedere, tracțiunea prin curent continuu nu prezintă decât avantagii, mai ales dacă regiunile pe care le străbate, sunt puțin populate. În centrele populate acest avantaj este micșorat prin aparițiunea unui inconvenient datorit fenomenelor de electroliză.

Șinele de tracțiune fiind utilizate drept conductor de întoarcere, curentul nu păstrează în general acest drum, ci se răsfiră în pământ pe o secțiune transversală cu atât mai mare cu cât tramvaiul se găsește mai departe de substațiune.

Rețelele de cable telefonice sub plumb, conductele de apă și de gaz oferă în general pentru acest curent vagabond un drum mult mai conductor decât pământul.

Afară de cazul când aceste canalizațiuni sunt în legătură metalică directă cu bara negativă, acest curent trebuie să le părăsească într'un punct oarecare pentru a se întoarce la sursa de energie (bara negativă).

În aceste puncte canalizația constituie anoda unui element electrolitic, iar punctul de intrare al curentului constituie catoda unui alt element electrolitic. Ori se știe că împrejurul catodei se produc fenomene de reducere, iar împrejurul anodei, fenomene de oxidare. Anoda este deci atacată, iar greutatea de materie descompusă într'un punct oarecare este proporțională cu cantitatea de electricitate care trece prin acest punct.

Echivalentul electrochimic al plumbului fiind 103, o cantitate de electricitate de 96600 culombi descompune deci o greutate de 103 gr. plumb, adică aproximativ o tablă de 1 mm. grosime și 1 dm² suprafață.

Ori trecerea unui curent de 0,010 amp. în timp de un an câte 12 ore pe zi corespunde la :

$$0,010 \times 12 \times 60 \times 60 \times 362 = 157680 \text{ culombi}$$

ceea ce produce uzura unei grosimi de

$$157.680 : 96.600 = 1,6 \text{ mm.}$$

pe o suprafață de 1 dm².

Anvelopa de plumb a unui cablu telefonic fiind de 3—4 mm., înseamnă că cablul va fi ros în doi ani. Dacă însă curentul este numai de 0,001 amp., cablul va rezista acțiunii de electroliză timp de 20 ani.

Aspectul erosiunilor produse de electroliză este caracteristic. Atacarea este concentrată în câteva puncte unde se formează un fel de cratere de textură cristalină și culoare albicioasă sau gălbue.

Plumbul poate fi atacat nu numai în punctul de eșire al curentului (anoda), dar chiar în punctele de intrare unde plumbul joacă rolul de catodă.

Atât timp cât circulă curentul, electroliza acumulează baze alcaline pe suprafața cablului. În momentul când curentul încetează, corosiunea intervine prin simplă reacțiune chimică, de oarece plumbul, deși rezistă la multe soluțiuni corosive, este ros cu ușurință de substanțele alcaline din pământ.

Ca rezultat final, anvelopa de plumb a cablurilor telefonice va fi perforată după un timp oare-care și conductorii protejați de această cămașă de plumb sunt expuși la umezeală, astfel că cablul devine inutilizabil.

Pentru constatarea electrolizei pe o rețea de cable, se vor determina, din timp în timp, diferențele de potențial ce există între anvelopa cablului și diferite conducte metalice din vecinătate. În punctele unde anvelopa este găsită pozitivă în raport cu acele conducte, nu mai încapе îndoială că un curent iese din cablu și poate provoca electroliza.

În acest caz urmează a se lua măsurile necesare pentru a evita degradarea cablului.

Pe deoparte Compania de tracțiune electrică va îngriji ca șinele să prezinte o continuitate electrică cât mai perfectă, în așa fel ca dispersiunea curentului să fie redusă la minimum.

Prescripțiunile regulamentelor străine impun o cădere ohmică de tensiune de cel mult 1 volt pe km. de șină.

Dacă această măsură nu este suficientă, atunci se va recurge

la alte mijloace ce interesează mai mult rețeaua de cable. Astfel în punctele unde cablul este găsit pozitiv față de șină, se va stabili o legătură metalică directă dela cablu la șină. Electroliza este evitată în acest punct, de oarece curentul ce părăsește cablul, nu trece în pământ pentru a ajunge din nou la șine, ci trece prin legătura metalică numită conductor de scurgere.

În unele cazuri se pot înlocui conductorii de scurgere prin conexiuni stabilite între cablu și niște plăci de gardă.

Eșirea curentului în acest caz în loc să se facă prin suprafața cablului, se face prin plăcile de gardă, astfel că corosiunea electro-litică este reportată din cablu pe placa de gardă.

Această practică trebuie limitată la cazurile când intensitatea curentului vagabond nu este prea mare și stabilirea unui conductor de scurgere ar costa prea mult.

Concluziune.

Din expunerea sumară pe care am făcut-o mai sus, rezultă că nici unul din sistemele de tracțiune electrică nu este absolut inofensiv pentru rețeaua telegrafică și telefonică, fiecare prezentând inconvenientele lui proprii. Luând lucrurile în total, găsim că tracțiunea prin curent continuu este cea mai avantajoasă din punctul de vedere în care ne-am pus.

În al doilea rând vine tracțiunea monofazică prin sistemul transformatorilor compensatori.

În orice caz, din cele arătate rezultă că, în studiile ce se fac pentru tracțiunea electrică, nu trebuie să se neglijeze prezența liniilor telegrafice și telefonice a căror exploatare poate fi expusă să fie turburată sau chiar compromisă de către liniile de tracțiune electrică și că cel mai bun lucru este ca în prealabil să se stabilească un acord între Societățile de tracțiune electrică și Administrația Telegrafelor, pentru ca fiecare să poată lua din vreme măsurile dictate de împrejurări.

