Zeitschrift: Technische Beilage zur Schweizerischen Post-, Zoll- & Telegraphen-Zeitung = Supplément technique du Journal suisse des postes, télégraphes et douanes

Band: 3 (1920)

Heft: 13

Artikel: Lingue téléphonique souterraine Lausanne - Genève

Autor: [s. n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-873055

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Technische Beilage

zur

Schweiz. Post-, Zoll- & Telegraphen-Zeitung

Supplément technique du Journal suisse des Postes, Télégraphes et Douanes

Erscheint alle 2 Monate. — Jahresabonnement Fr. 4.— (durch die Post Fr. 4.20). — Red. Beiträge u. Korr. sind zu adressieren an Herrn E. NUSSBAUM, Schützenweg 17, Bern.

Paraissant tous les 2 mois. — Abonnement Fr. 4.— par an (par la poste Fr. 4. 20). — Pour la RÉDACTION s'adresser à Mr. E. NUSSBAUM, Schützenweg 17, Berne.

Nummer 13. **Burgdorf,** 24. Februar 1921. **IV. Jahrgang.**

Inhalt - Sommaire: An die Weltverbesserer. — *Lignes souterraines:* Ligne téléphonique souterraine Lausanne - Genève. — Considérations élémentaires sur la self-induction des bobines Pupin et leur intercalation dans les câbles. — *Verschiedenes:* Ueber eine Hochspannungsbatterie mit Wechselstrombetrieb. — Eine um 100 v. H. überladene Batterie wird in ihrer Lebensdauer um 15 v. H. gekürzt. — Resonanz.

An die Weltverbesserer.

Wer die Welt will verbessern helfen, kehre erst vor seiner Türe.
G. Keller (Grüner Heinrich).

Der du dich über die Greuel und Niedrigkeit deiner Zeit entrüstest und meinst, Diogenes würde heute am hellen Tage zwei Laternen nötig haben, bedenke doch: über deine Zeit hast du keine Macht; es ist dir nicht gegeben, eine gesunkene Welt zu erlösen. Nur über einen Menschen hast du völlige, unbeschränkte, unbezwingliche Macht, — den erlöse, den mache ehrlich, so tust du etwas, tust du viel, und dein Wirken und Leben sind nicht verloren.
Carlyle.

Lignes souterraines

Ligne téléphonique souterraine Lausanne - Genève.

Avant de donner la parole à l'auteur de l'article ci-dessous, Monsieur Muri, de la Direction des Télégraphes I, nous tenons à relever la quantité formidable de travail accomplie pour amener à chef, dans l'espace de 8 mois seulement, et sans accident, l'entreprise dont il est question ci-dessous, d'un coût total d'environ frs. 3,900,000 (sans le câble), comportant entr'autres la pose de 60 km de tuyaux et l'établissement d'environ 240 chambres d'épissures d'un volume de 12 et 16 m³, le long d'une route aussi fréquentée que celle qui réunit Genève à Lausanne. L'œuvre témoigne d'une compétence et d'une énergie peu communes chez l'homme qui en a conçu et dirigé l'exécution. — *La Réd.*

Le développement du réseau interurbain, le manque d'élasticité que présentent les lignes aériennes surchargées entre Lausanne—Genève, l'électrification prochaine des C. F. F. et l'importance qu'allait prendre Genève comme siège de la Société des Nations, obligèrent l'administration des Télégraphes d'étudier de plus près la pose d'un câble interurbain entre ces deux centres. Les études commencèrent en 1919 et les variantes suivantes furent examinées:

a) Pose d'une canalisation en tuyaux permettant le développement successif du réseau sans ouvrir toutes les fois la chaussée.

b) Pose d'un câble n. a. protégé par un canal en fer zorès.

c) Pose d'un câble a/a sans protection spéciale sauf dans les traversées des villes de Lausanne, Morges, Rolle, Nyon, Coppet, Versoix, Bellevue—Genève.

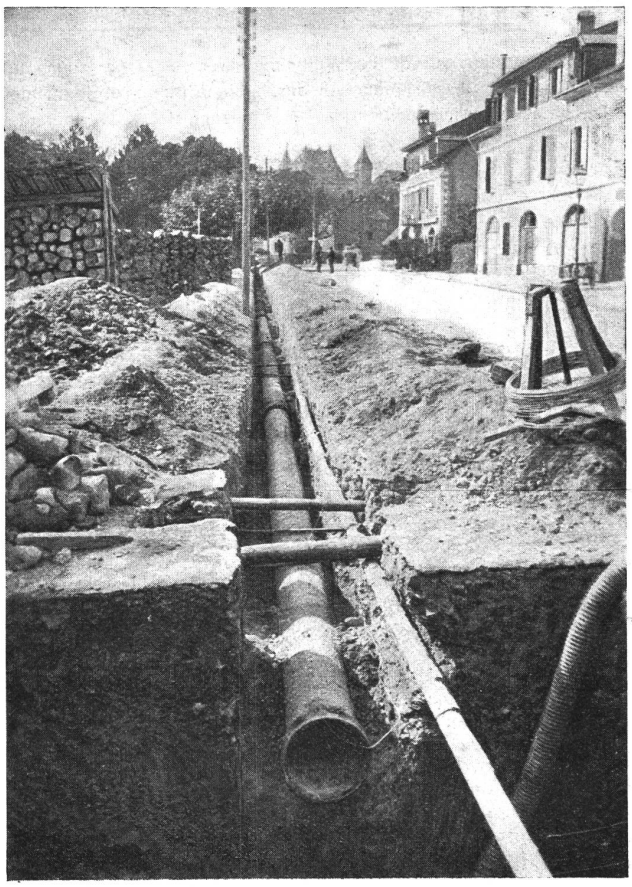
d) Pose d'un câble lacustre (sous marin).

Profitant des expériences acquises dans l'exploitation d'autres lignes souterraines et vu l'écart peu sensible qui existait entre les devis des différentes variantes, l'administration s'arrêta à la variante *a)* et dressa le projet d'une canalisation en tuyaux ayant un diamètre de 300 millimètres. C'était sans doute la seule solution rationnelle et pratique répondant à la situation et permettant en même temps le maintien des lignes télégraphique et interurbaine le long de la voie jusqu'à l'électrification de celle-ci.

A part la section Lausanne—Malley, établie en 1919 en tuyaux de fonte de 400 mm pour pouvoir tenir compte en même temps du développement du réseau local, les travaux de terrassement commencèrent en février 1920. Le tracé suit à quelques exceptions près la route cantonale de Lausanne—Genève et sa longueur totale est de 60 km en chiffres ronds. Pour la construction, la ligne fut divisée en six tronçons de 10 km environ chacun et les différents lots adjugés à des entrepreneurs séparés: Lausanne—Morges, Morges—Etoy, Etoy—Rolle, Rolle—Nyon, Nyon—Coppet, Coppet—Genève. Les secteurs Lausanne—Morges et Coppet—Genève furent adjugés en janvier. Ce travail avança relativement lentement car il a fallu d'abord instruire le personnel et l'adapter à cette besogne très spéciale. Les autres secteurs suivirent dès le mois de mai. A partir de cette époque et malgré les difficultés rencontrées dans les traversées des villes de Morges, Rolle, Coppet et Versoix, les travaux furent poussés activement et de telle sorte qu'à fin septembre le gros œuvre était terminé au grand contentement des automobilistes, cyclistes et des voyageurs de toute catégorie. Chacun des chantiers occupa 150—160 ouvriers, nombre qui correspond selon les constatations faites à un avancement journalier de 1 m par homme y compris la construction des chambres et le remblayage.

Sur les 60 km de longueur totale il y a 17 km de tuyaux en ciment ordinaire, en bouts de 1 m, 12 km de tuyaux en ciment armé avec dosage renforcé de 600 kg par m³, 8 km de tuyaux Mannesmann et 23 km de tuyaux de fonte. La longueur normale des tuyaux en ciment

armé était de 4 m, celle des tuyaux de fonte de 5 m et les Mannesmann variaient de 4 à 12 m. Ces différents matériaux ont été utilisés suivant la nature des terrains et les exigences techniques de la ligne. Ainsi les tuyaux de fonte ou Mannesmann ont été posés le long des voies de tramways, dans les traversées de ville et aux endroits rapprochés du chemin de fer où la traction électrique sera établie plus tard. La masse métallique constitue un écran protecteur contre l'électrolyse des câbles et contre les courants parasites des lignes à haute tension. Le parcours total a été partagé en 34 sections de 1800 m; chacune de celles-ci est divisée en huit sous-sections de 225 m. Au bout de chaque sous-section il y a une chambre bétonnée de 3×2×2 m avec trou d'homme. Les unes ont servi aux épissures, c'est-à-dire au raccordement des sections de câbles, les autres, entre les sections de 1800 m abritent les bobines Pupin. Les dimensions des chambres Pupin sont de 4×2×2 m et le plafond est divisé en 3 parties soit 2 parties fixes et une partie mobile permettant l'introduction des bobines Pupin. Comme il n'est guère possible de construire des sections absolument rectilignes de 225 m, il a fallu avoir recours à de petites chambres dites de passage de 1,2 × 1 m pour pouvoir suivre les difficultés de terrain sans obtenir une fouille trop profonde ou sans trop empiéter sur le profil de la route. Les chambres de passage sont couvertes par des dalles en ciment armé, cachées sous la chaussée. Leur emplacement est indiqué par des bornes △ implantées au bord de la chaussée dont la pointe est dirigée vers le centre de la chambre. Les chambres à trou d'homme et regard métallique, pouvant par la suite également être cachées par le macadam, sont également repérées par des bornes. Chacune des bornes porte le n° d'ordre du graphique de la canalisation, ce qui est très important pendant les travaux de pose de câbles et de la confection des épissures. Il a fallu exécuter en outre passablement de travaux de drainages surtout entre Lausanne—Morges, Bursinel—Nyon et Coppet—Versoix, où malgré la sécheresse persistante les sources d'eau n'avaient pas tari. On a pratiqué aux endroits propices, tels que bas fond, traversée des ruisseaux, talus, etc., des écoulements d'eau depuis le fond des chambres. Ces écoulements ne fonctionnent pas seulement comme drainage des chambres, mais ils servent en même temps de cheminée d'aération et combattent avantageusement la condensation. L'entretien futur d'une canalisation établie avec soins et comportant le nombre de drainages exigés par la situation, se trouvera grandement facilité et on pourra sans doute éviter à l'avenir le pompage régulier des chambres. A cette occasion il convient de faire remarquer que tous les moyens artificiels qu'on offre de tous les côtés pour rendre les chambres étanches, tels que: Sika, Aubydrol, Préolit et consorts ne sont pas à recommander; leur prix est très élevé, l'application souvent difficile et dans tous les cas toujours onéreuse et l'effet final insuffisant. Dans la plupart des cas il est possible d'évacuer les eaux pendant les travaux soit jusqu'à la prise du ciment ou d'établir un glaçage extérieur. Ce dernier procédé offre la meilleure garantie contre les infiltrations tout en étant meilleur marché que toutes les compositions chimiques jetées dans le commerce. Il faut également être prudent dans le choix des tuyaux en ciment. Si par des procédés spéciaux on arrive à rendre les tuyaux de ciment de 1 m étanches, la difficulté d'obtenir un joint fermant hermétiquement subsistera toujours à moins de modifier le modèle courant en remplaçant le joint insuffisant par un manchon approprié. Avec les tuyaux en ciment armé on a fait l'expérience contraire, le manchon retient l'eau et le tuyau même l'absorbe en partie du moins, quoique cette marchandise soit généralement garantie étanche. Lorsque les constations sont là, le fabricant trouve toujours des prétextes pour se disculper et il est généralement trop tard pour modifier les dispositions prises. Il faut alors marcher de l'avant et se contenter des matériaux que l'on a sous la main. Comme le choix de matériaux dépend beaucoup de la nature des terrains à traverser, il est important de se renseigner par des sondages sur les difficultés à prévoir et de prendre les mesures en conséquence. Les tuyaux ou canaux en ciment de tous genres ne devraient être admis que dans des terrains parfaitement secs ou aux endroits, où par des drainages appropriés, il est facile de canaliser l'eau et d'éviter toute infiltration. Un canal en ciment humide est un danger continuel pour la conservation des câbles et des corrosions sont à craindre suivant les matériaux employés. Souvent l'eau d'infiltration même contient des matières nuisibles, agissant à la longue sur la gaine de plomb. Si par malheur un canal de ce genre se trouve encore

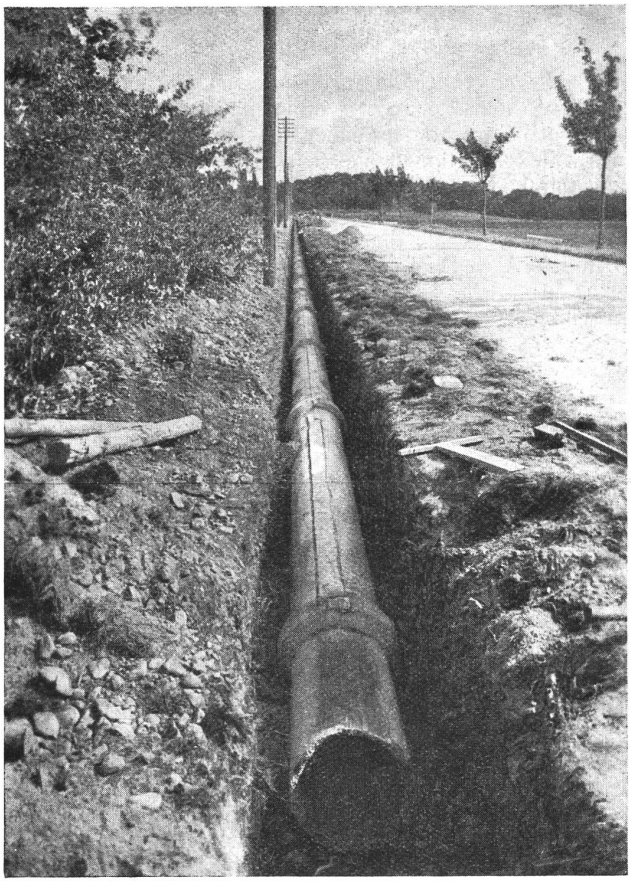


Section de 105 m en tuyaux Mannesmann, bouts de 6 à 12 m.

à proximité d'un tramway électrique à courant continu avec retour par la terre, les parties humides forment alors un excellent centre pour la propagation des courants parasites et facilitent grandement l'électrolyse. Si dans ce moment nous n'avons pas encore à craindre les effets d'électrolyse des C. F. F. il en sera probablement autrement dans la suite où par les progrès réalisés dans la construction des redresseurs à mercure la traction électrique risque bel et bien de nous réserver d'autres surprises en plus des phénomènes d'induction électrodynamique ou électro-statistique que nous devons combattre aujourd'hui. Non seulement tous les inconvénients du 1er système persisteront, mais nous aurons encore à lutter contre les phénomènes nouveaux qu'il est prudent de prévoir dores et déjà. Une canalisation téléphonique se trouvant dans la zône d'influence d'un chemin de fer électrique ne devrait être établie qu'en

tuyaux de fonte pour combattre dans la mesure du possible les effets d'induction d'abord et prévenir l'électrolyse par la suite.

Le câble téléphonique du type Pupin fourni par la maison Siemens et Halske se compose de 40 paires de conducteurs en cuivre de 1,5 mm de diamètre. Ces conducteurs, isolés au papier, sont groupés par 4 ce qui permet d'ultérieures combinaisons de circuits. L'installation est prévue de façon à réaliser 20 circuits supplémentaires dits fantômes ce qui portera de 40 à 60 le nombre total des circuits utilisables. Cette dernière opération a été prévue pour cette année et elle se fera en même temps que la compensation (équilibrage) des circuits, mesure indispensable pour réduire à un minimum possible l'induction entre circuits de base. Le câble Lausanne—Genève se distingue très nettement de nos câbles interurbains par le câblage des âmes. Les circuits de



Section de 130 m en tuyaux de ciment armé, bouts de 4 m.

base d'un groupe de quatre sont pour ainsi dire parallèles (peu tordus) ce qui explique assez aisément l'induction constatée avant la compensation, tandis que les groupes de quatre entre eux se trouvent déjà équilibrés par le câblage même et l'induction entre groupes de fantômes est négligeable. Cette particularité s'explique sans doute par le fait qu'il est plus facile d'équilibrer 4 fils d'un groupe que les groupes de 4 entre eux surtout avec le procédé du fournisseur du câble qui évite les croisements de circuits et de groupes. La compensation même se fait par l'adjonction de condensateurs appropriés aux chambres Pupin soit par sections de 1800 m. Pour le moment on n'a placé que les bobines Pupin des circuits de base soit 40 par tronçon de 1800 m. Pour deux groupes, et à titre de comparaison et de contrôle en même temps, on s'est contenté de la ½ pupinisation en sautant une bobine sur deux. Sur ces deux groupes les bobines paires se trouvent donc exclues. Les 40 bobines de base sont logées dans des armoires en fonte, fermées hermétiquement. L'isolation des bobines est très élevée; elle dépasse généralement 200,000 Meg. Ω.

Les branches a et b d'un même circuit passent autour d'un *même* noyau de fer doux c'est-à-dire il n'y a qu'une bobine par circuit. Un changement du champ magnétique de la bobine modifiera donc dans les mêmes proportions les propriétés électriques des branches a et b. Comme pour les circuits fantômes l'effet de la pupinisation des bases s'annule ou devrait s'annuler, il est nécessaire d'intercaler de nouvelles bobines Pupin qui à leur tour n'influencent pas les bases et n'agissent que sur les fantômes. Ce travail, comme il a déjà été dit plus haut, se fera cette année et à cette occasion on ajoutera les condensateurs nécessaires à la compensation des circuits de base.

Le câblage ou l'âme du câble est protégé par un cylindre en plomb étanche de 2,5 mm d'épaisseur. Autour de la gaine de plomb ont été enroulées une couche de papier imprégné et une couche de jute asphaltée et ensuite l'armature en fils d'acier galvanisés de 1,7 mm (armature plate). Le diamètre extérieur du câble est de 53 mm, le poids kilométrique de 8000 kg et les longueurs normales y compris les épissures de 458 m. Ces longueurs constituent à peu près le maximum de ce que l'on peut poser aujourd'hui car il importe de compter avec les difficultés de transport et de pose. Il a fallu 135 tambours de 458 m chacun pour développer le câble d'un bout à l'autre. Chaque tronçon de câble, engagé dans une des chambres, était tiré vers l'autre par un camion, dont le moteur embrayait sur un treuil d'enroulement. Il a été possible de franchir une chambre sur deux, économisant une épissure sur une distance de 450 m. Les épissures sont pneumatiques c'est-à-dire elles ne sont pas obturées par de la masse isolante. Autour des fils jonctionnés s'adapte un cylindre en plomb qui se soude aux deux extrémités à la gaine de plomb. Pour plus de sûreté et quoique la fermeture ainsi obtenue puisse être considérée comme étanche, on a entouré le tout d'un manchon en fonte. Le vide entre les deux manchons fut rempli d'asphalte afin d'obtenir toutes les garanties voulues.

Voici quelques conditions électriques du câble, garanties par la fabrique:

Capacité des circuits de base: 0,043 M. F.

Capacité des circuits combinés: 0,065 M. F.

Résistance ohmique par km de circuit: 21 Ω (y compris les bobines Pupin).

Constante d'atténuation $\beta = 0{,}012$ avec $\omega = 5000$ (800 périodes).

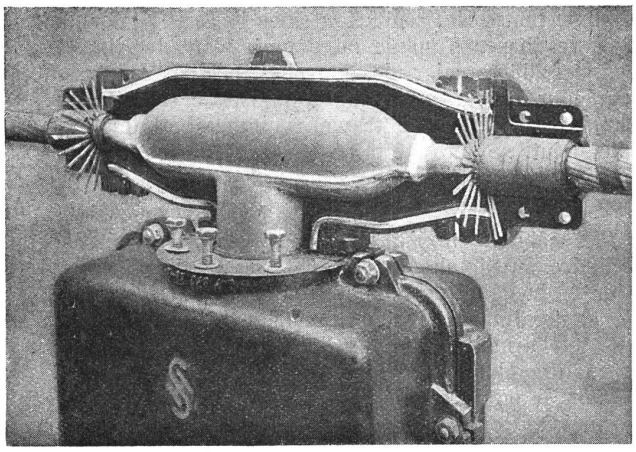
Impédance caractéristique Z pour circuits de base = 1400.

Impédance caractéristique Z pour circuits combinés = 900.

L'induction entre circuits de base (en circuit ouvert ou fermé), l'induction entre bases et combinés et entre combinés ne devra pas être inférieure à $\beta l \geqq 7$.

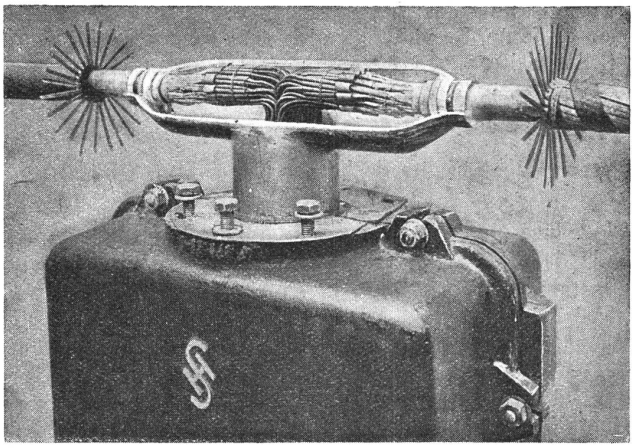
La fréquence propre du câble ω_0 est de 17000 pour les bases et de 19000 pour les combinés. L'isolation du câble est supérieure à 20000 Meg. Ω par km. Les mesures effectuées ont prouvé que la fabrique avait tenu ses engagements car la constante d'atténuation a été trouvée inférieure à la garantie: elle varie entre 0,009 et 0,0105 au lieu de 0,012 ce qui se traduit pour tout le câble par un affaiblissement moyen $\beta l = 0{,}6$. Les autres valeurs ne pourront être vérifiées au grand complet qu'après la combinaison et la compensation des circuits. Il est intéressant de constater que les circuits *demi*-pupinisés ont une constante d'atténuation d'environ 25 % supérieure aux circuits normalement pupinisés.

La commande du câble fut donnée à la maison Siemens et Halske le 20 août 1920. Le fournisseur s'engagea à livrer à partir du 6 septembre 10 km de câble par semaine et d'achever la commande 6 semaines plus tard. La mise en service du câble était fixée au 14 novembre mais avec la réserve toutefois d'installer pour commencer seulement la moitié des bobines Pupin, soit les bobines impaires. L'intercalation des bobines paires fut



ARMOIRE PUPIN. Le manchon en zinc protégeant l'épissure est complètement monté et soudé.

renvoyée après la date d'ouverture vu le délai par trop restreint dont on disposait pour l'exécution de ce travail important. Les premiers tambours de câbles arrivèrent à Lausanne le 21 septembre et la pose commença aussitôt après. Pour ce travail, l'administration disposa de 5 camions, d'une camionette et d'un tracteur aménagé spécialement pour le transport des tambours. Les travaux avancèrent rapidement et sans accroc et environ 1 mois plus tard, soit le 25 octobre la pose des 60 km



ARMOIRE PUPIN intercalée des deux côtés.

était achevée. Les épissures exécutées par la maison Siemens et Halske suivirent pas à pas les travaux de pose et le 31 octobre les raccordements de câbles y compris la demi-pupinisation étaient également terminés. Quelques âmes furent mises en service le 3 novembre, mais comme l'extension de la centrale interurbaine de Genève ne pouvait être achevée avant le 15, on profita de ces 15 jours d'attente, pour compléter la pupinisation. Le 13 au soir le câble était entièrement muni de bobines Pupin et la mise en service définitive eut lieu le 15 novembre soit le jour de l'ouverture de l'assemblée de la ligue des Nations. Tous les circuits étaient en parfait état sauf un mélange sur le circuit 11, limité près de St-Sulpice, et qui fut levé quelques jours plus tard par les soins de la fabrique.

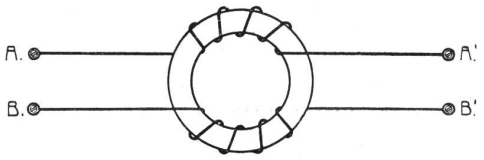
Il faut espérer que le résultat favorable obtenu sur cette ligne encouragera l'administration à développer davantage que par le passé son réseau souterrain-interurbain et qu'elle laissera mourir de leur belle mort et dans son propre intérêt, les nombreuses lignes aériennes établies le long des voies ferrées, des routes ou à travers champs, à la grande satisfaction des chefs de réseaux, des propriétaires et du Heimatschutz. *M.*

Considérations élémentaires sur la self-induction des bobines Pupin et leur intercalation dans les câbles.

Par Ritter & Morris.

(Traduit par A. Möckli, Berne, de „The Post office electrical Engineer's Journal", fascicule de juillet 1919.)

I. Self-induction d'un enroulement. Le type de bobine employée pour « charger » ou pupiniser les lacets de câbles ordinaires ou les lacets de base des câbles destinés à l'exploitation duplex est représenté schématiquement par la fig. 1. L'enroulement A-A' est intercalé dans le fil A et l'enroulement B-B' dans le fil B, le côté A B étant relié au câble d'arrivée et le côté A' B' au câble partant. A A' et B B' sont enroulés sur un noyau magnétique, de construction spéciale; le sens de rotation des enroulements est A -A' -B' -B.



1

Lorsqu'un courant d'intensité variable passe à travers l'enroulement A -A', le flux magnétique engendré de cette façon dans le noyau, produit dans l'enroulement même une f. e. m. qui cherche à s'opposer à la variation d'intensité du courant (Loi de Lenz). Si le courant varie dans la proportion de 1 Amp. par seconde, la f. e. m. produite (désigné par L) est l'unité de self-induction de l'enroulement.

Du flux total produit dans le noyau par le passage du courant à travers A A', une partie seulement traverse le noyau sur toute sa longueur; le reste emprunte le noyau en partie et l'air. La fraction qui traverse le noyau relie les enroulements A A' et B B' et s'appelle flux « actif » tandis que le reste, celui qui traverse le noyau et l'air s'appelle flux perdu ou dispersé.

De même pour le flux produit par l'enroulement B B', une partie seulement liera magnétiquement B B' à A A', tandis que le reste ne passera que par B B'. Admettons que le courant subit une variation uniforme et désignons par M la f. e. m. de self-induction produite dans l'enroulement A A' par le flux actif et par S celle produite par le flux dispersé. La valeur de L pour l'enroulement A A' sera $L = M + S$. La tension L' de l'enroulement B B' sera, par analogie $L' = M' + S'$. Si l'enroulement B B' est exactement identique à A A', il s'ensuivra que $M' = M$. De plus, si le chemin du flux dispersé est le même dans les 2 enroulements, S' sera égal à S. Ainsi L', M' et S' seront respectivement égaux à L, M, S. Cette symétrie est vraiment réalisée dans les bobines Pupin des types 535 et 545 bien équilibrées (construites par la Bell Telephone Co.) ; c'est vers cette symétrie