

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 39 (1961)

Heft: 2

Artikel: Künstliche Spulenfeldergänzung = Lignes de complément pour la prolongation artificielle des sections Pupin anormales

Autor: Coëndet, E.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875235>

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: 30.04.2026

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

Künstliche Spulenfeldergänzung

Lignes de complément pour la prolongation artificielle des sections Pupin anormales

Zusammenfassung. Einleitend werden kurz die elektrischen Eigenschaften einer Pupinleitung erklärt und dargelegt, dass die sogenannte Homogenität einer Pupinkabelanlage bei gegebener induktiver Belastung der Stromkreise einzig noch von der Grösse der Betriebskapazität abhängig ist. Sodann wird erläutert, wie durch Einbau von Kondensatoren in die pupinisierten Stromkreise einer Kabelanlage, diese in ihrem Aufbau regelmässig gemacht werden können, wenn aus irgendwelchen Gründen die normalen Pupindistanzen nicht einzuhalten sind. Der Aufbau dieser «künstlichen Spulenfeldergänzungen», im Sprachgebrauch auch künstliche Leitungs- oder Kabelverlängerungen genannt, wird gezeigt. Abschliessend werden einige Fälle des Einbaues dieser künstlichen Leitungsverlängerungen angeführt.

1. Einleitung

Kabelleitungen haben gegenüber den Freileitungen den grossen Vorteil relativ geringer Störanfälligkeit. Nachteilig wirkt sich aus, dass infolge ihrer elektrischen Eigenschaften ohne Verstärker und ohne andere, die Übertragungseigenschaften verbessernde Massnahmen nur auf verhältnismässig geringe Distanzen Sprechwechselströme übertragen werden können.

Man hat schon in der Frühzeit der Kabeltechnik Untersuchungen angestellt, auf welche Art und Weise die Dämpfung von Kabelleitungen verringert werden könnte. Eine Verkleinerung des Leiterwiderstandes durch die Verwendung dickerer Drähte und der Kapazität durch grössere Drahtdistanzen würde einer Erfüllung dieser Forderung entgegenkommen. Aus naheliegenden Gründen sind jedoch diesen Lösungen Grenzen gesetzt. Eine weitere Möglichkeit, die Vergrösserung der Leitungsinduktivität, führte um die Jahrhundertwende zur bekannten Lösung mit Krarup- und Pupinkabeln. Bei diesen wird die zusätzliche Induktivität einerseits gleichmässig durch einen auf der Kupferader aufgewickelten Eisendraht auf der ganzen Leitungsstrecke verteilt, andererseits punktförmig in Form von Induktivitätsspulen in gleichmässigen Abständen in die Leitung eingeschaltet.

Heute hat das Krarupkabel fast restlos dem Pupinkabel Platz gemacht. Neben der gleichmässig aufgebauten Krarupleitung steht die pupinisierte Kabelleitung, die durch den punktförmigen Einbau von Induktivitäten ihren gleichmässigen Aufbau scheinbar verloren hat. Sie ist zu einem sogenannten Kettenleiter geworden (Figur 1).

Beim Aneinanderreihen von Kettengliedern (Figur 2) ergeben sich für die Anlauf- und die Endlängen die Kapazitäten $\frac{C_s}{2}$, und für die Pupinsektionen diejenige von C_s .

Ein solcher Kettenleiter hat nun die Eigenschaft, als Tiefpass zu wirken und alle Frequenzen oberhalb der sogenannten Grenzfrequenz f_0 zu sperren.

Résumé. Dans son introduction, l'auteur expose brièvement les propriétés électriques d'un circuit pupinisé et démontre que l'homogénéité d'une installation est fonction de la grandeur de la capacité. Il explique ensuite que l'adjonction de condensateurs dans les circuits pupinisés d'installations de câbles permet d'en régulariser l'homogénéité dans les cas où, pour une raison quelconque, le pas normal de pupinisation ne peut être respecté. Puis il décrit la composition de ces prolongations artificielles de câbles. A l'aide d'exemples, l'auteur décrit un certain nombre de cas d'intercalation de prolongations.

1. Introduction

A côté de tous leurs avantages, les lignes en câbles, sans amplificateurs ou autres moyens susceptibles d'améliorer leurs propriétés électriques, ont, par rapport aux lignes aériennes, l'inconvénient de ne permettre une transmission du courant de conversation que sur des distances relativement courtes.

Dès le début du développement de la technique des câbles, des recherches furent faites afin de déterminer les possibilités de réduire l'affaiblissement des lignes en câble. On y est parvenu en partie en augmentant la distance entre les conducteurs, au détriment de la capacité des câbles, et en diminuant la résistance ohmique par l'utilisation de fils de plus gros diamètre. Ces possibilités sont cependant limitées.

Un autre moyen consiste à augmenter l'inductivité des lignes, ce qui a conduit tout d'abord à la réalisation du câble du type «Krarup», à la fin du siècle dernier, dans lequel l'inductivité additionnelle est répartie régulièrement le long des conducteurs, puis à celle des câbles «pupinisés», où l'augmentation est obtenue par l'intercalation dans les circuits, à distances régulières, de bobines de charge.

De nos jours, le câble Krarup a pratiquement disparu et a fait place aux câbles avec circuits pupinisés.

L'homogénéité de la ligne «Krarup», résultant de son mode de construction, n'est malheureusement pas réalisée dans les câbles pupinisés, dont les circuits forment une succession d'éléments en π (voir fig. 1).

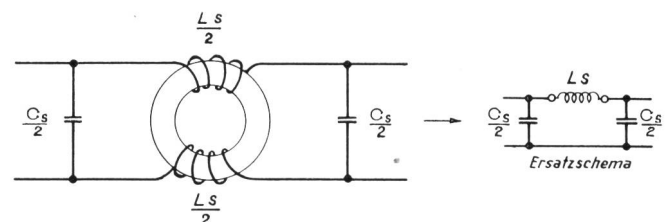


Fig. 1. Einzelglied eines Kettenleiters
Élément isolé d'une chaîne en π

C_s = Spulenfeldkapazität – capacité d'une longueur Pupin

L_s = Spulenfeldinduktion – inductivité d'une longueur Pupin

Ersatzschema = schéma équivalent

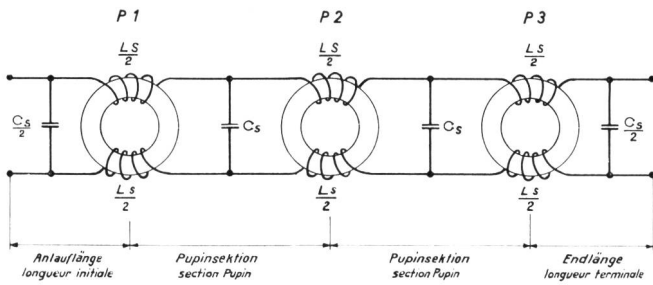


Fig. 2. Zusammenschaltung einzelner Kettenglieder zu einem sogenannten Kettenleiter

Raccordement en série d'éléments en π formant une chaîne de cellules π

$$f_0 = \frac{1}{\pi \sqrt{L_s \cdot C_s}}$$

Seine Impédanz folgt dem Gesetz

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{f}{f_0}\right)^2}}$$

wobei im Gebiet des mittleren Durchlassbereiches

das Korrekturglied $\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{f}{f_0}\right)^2}}$ vernachlässigt werden

kann.

Eine ideale Übertragung von Wechselströmen über eine Kettenleiter findet aber nur dann statt, wenn sämtliche Kettenglieder gleiche Impedanz und gleiche Grenzfrequenz aufweisen. Nur in diesem Fall wird die elektrische Energie reflexionsfrei von Kettenglied zu Kettenglied weitergegeben; der Kettenleiter ist dann *homogen*.

Wie wirkt sich nun in der Praxis die Nichthomogenität einer Anlage auf ihre elektrischen Eigenschaften aus? Die an den Verbindungspunkten der Kettenglieder mit ungleicher Impedanz reflektierte Energie wird an den Anfang der Leitung zurückgeworfen und bewirkt entsprechend ihrem frequenzabhängigen Phaseinlauf eine Veränderung der angelegten Sendespannung. Da nun das Verhältnis $\frac{U}{J} = Z$ entspricht, wirkt sich die Stoßstelle auf der Leitung als Impedanzschwankung an deren Eingang aus.

Die zwei Kurven der Figuren 3 und 4 zeigen die Impedanz einerseits einer homogenen und andererseits einer nicht homogenen Leitung.

Signale auf Leitungen mit grossen Schwankungen der Impedanzkurve sind nur beschränkt verstärkbar. Die für die Übertragung von Sprechwechselströmen praktisch möglichen Reichweiten sind zufolge dieser Erschwerung ebenfalls beschränkt.

Aus der Abweichung der Leitungsimpedanz Z_L von derjenigen der idealen Impedanz Z_N , der Nachbildung, kann die sogenannte Fehlerdämpfung A_f , auch Pfeifpunkt genannt, berechnet werden.

Une section Pupin normale a une capacité C_s , les longueurs initiales et terminales auront donc une valeur égale à $\frac{C_s}{2}$ (voir fig. 2).

Un tel élément en π a la propriété d'un filtre passe-bas et bloque toutes les fréquences situées au-dessus de la fréquence de coupure caractéristique f_0 .

$$f_0 = \frac{1}{\pi \sqrt{L_s \cdot C_s}}$$

L'impédance est donnée par la loi:

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{f}{f_0}\right)^2}}$$

Dans la zone médiane de la bande de fréquences, le facteur de correction $\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{f}{f_0}\right)^2}}$ peut être négligé.

Une transmission idéale des courants alternatifs ne peut être obtenue que si tous les éléments qui forment une chaîne de cellules en π ont une impédance égale et une fréquence de coupure identique. Dans ce cas seulement, aucune réflexion de l'énergie électrique ne se transmettra d'élément à élément. La chaîne de cellules en π est alors *homogène*.

Quelle influence a, dans la pratique, le manque d'homogénéité d'une installation sur ses propriétés électriques? Si les éléments de la chaîne n'ont pas une impédance égale, il se produit aux points de connexion des cellules en π une réflexion de l'énergie électrique, qui est renvoyée à l'origine de la ligne. Il en résulte une modification de la tension appliquée, causée par la différence de rotation de phase en fonction de la fréquence.

Comme $Z = \frac{U}{I}$, chaque modification de U crée une variation de l'impédance à l'origine de la ligne.

Les deux courbes suivantes (fig. 3 et 4) montrent, d'une part, l'impédance d'un circuit homogène et, d'autre part, celle d'un circuit qui ne l'est pas.

L'amplification des signaux transmis sur des lignes dont la courbe d'impédance présente de fortes variations par rapport à la courbe idéale est relativement limitée. Par suite de cette difficulté, la portée pratique de transmission des courants de conversation est également limitée.

La dyssymétrie d'impédance A_f – appelée aussi «point de sifflement» – peut être calculée à partir de l'écart existant entre l'impédance réelle d'un circuit en câble Z et l'impédance idéale Z_N de l'équilibreur.

$$A_f = \ln \frac{Z + Z_N}{Z - Z_N} \text{ (néper).}$$

Cette dyssymétrie d'impédance nous donne le facteur d'amplification maximum au-dessus duquel les circuits munis d'amplificateurs commencent à osciller.

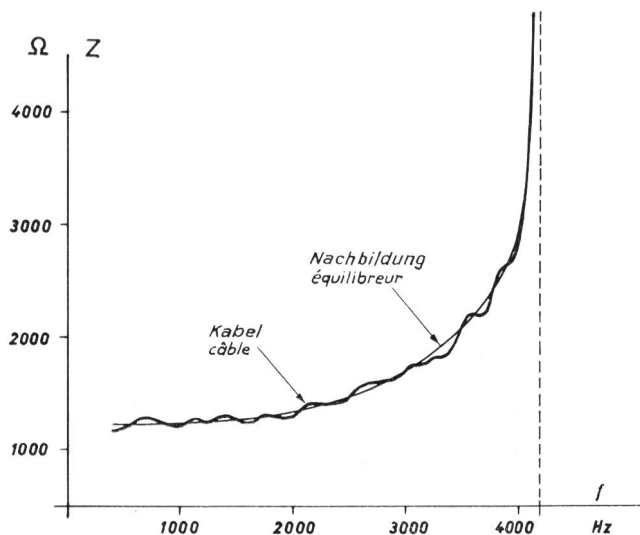


Fig. 3. Impedanzkurve einer Kabelanlage ohne grössere Reflexionsstellen. Die Kurve der Kabelimpedanz folgt ohne grössere Abweichungen der idealen Nachbildung
 Courbe d'impédance d'une ligne sans points de réflexion importants. La courbe d'impédance du câble suit de très près la courbe idéale de l'équilibreur

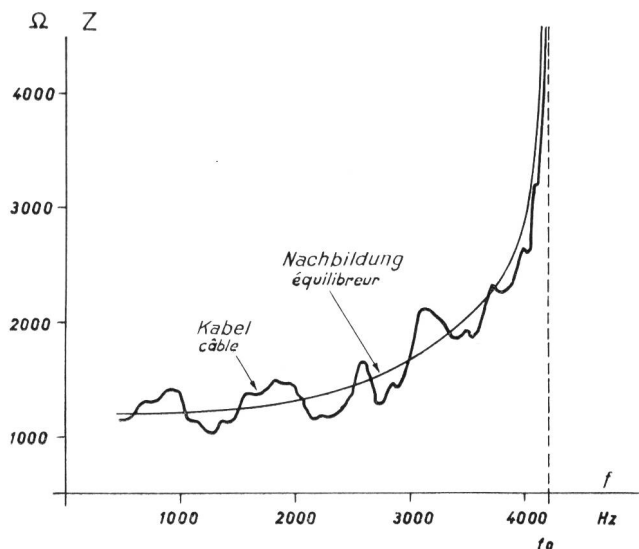


Fig. 4. Impedanzkurve einer Kabelanlage mit Reflexionsstellen. Die Kurve der Kabelimpedanz zeigt gegenüber der idealen Nachbildung grosse Abweichungen
 Courbe d'impédance d'une ligne présentant des points de réflexion très prononcés. La courbe d'impédance du câble présente de grandes différences par rapport à la courbe idéale de l'équilibreur

Es ist $A_f = \ln \frac{Z_L + Z_N}{Z_L - Z_N}$ (Neper).

Diese Fehlerdämpfung gibt den maximalen Verstärkungsgrad an, oberhalb dem die Kombination Leitungsverstärker zu schwingen beginnt.

Da nun die Homogenität einer Leitung einzig von der Gleichheit der Impedanz Z und der Grenzfrequenz f_0 der einzelnen Kettenglieder abhängig ist, ist bei gegebener induktiver Belastung durch die Induktivität der Pupinspule, einzig noch die Kapazität C für die Homogenität einer pupinisierten Leitung verantwortlich.

Es ist also möglich, ein zu kurzes Pupinfeld oder eine zu kurze Endlänge durch Ergänzung der Kapazität elektrisch auf den Mittelwert der Normallängen zu verlängern. Die praktische Anwendung dieser Tatsache führte zur Einführung der künstlichen *Spulenfeldergänzung*, auch künstliche Leitungs- oder Kabelverlängerung genannt.

Es ist heute eine allgemein übliche Praxis geworden, den bei der Projektierung, bei nachträglichen Einführungen in bestehende Zentralen und bei Umlagungen in andere Trassen auftretenden Schwierigkeiten in der Einhaltung der normalen Spulenfeld- und Anlauf- beziehungsweise Endlängen durch Einbau von künstlichen Spulenfeldergänzungen zu begegnen.

2. Aufbau der künstlichen Leitungs- oder Kabelverlängerungen

2.1. Allgemeines

Bekanntlich ist nun die Art der Ausnützung der in einem Kabel liegenden Leitungen je nach Lage des betreffenden Kabelstranges innerhalb des Kabelnetzes verschieden. Während auf der Bezirksebene bis heute in der Regel nur die Stammlleitungen belegt

L'homogénéité d'un circuit dépend donc uniquement de la régularité de l'impédance Z et de la fréquence de coupure f_0 de chaque cellule en π prise individuellement. Sur des circuits où la charge inductive est donnée par le type de bobines utilisées, seule la capacité C peut encore influencer cette homogénéité.

Au point de vue électrique, il est donc possible de prolonger jusqu'à la valeur moyenne les sections Pupin ou les longueurs initiales, respectivement terminales, qui se révèlent trop courtes. De la mise en pratique de ce principe découle la construction des prolongations artificielles de sections Pupin.

Les difficultés qui se présentent lors de l'établissement des projets d'introduction dans des centraux existants ou lors de déplacements de câbles dans d'autres tracés contraignent souvent à avoir recours à ce procédé. Afin d'obtenir des longueurs électriques normales, que ce soit pour une section Pupin entière ou pour les longueurs initiales et terminales, on intercalera des prolongations artificielles.

2. Construction des prolongations artificielles des lignes

2.1. Généralités

Le genre d'exploitation des lignes dans un réseau de câbles varie selon les besoins. Généralement, dans un réseau rural, seuls les circuits de base sont exploités et pupinisés, tandis que dans un réseau interurbain, les circuits fantômes le sont également.

La composition d'une prolongation artificielle diffère donc d'un genre d'installation à l'autre.

Pour une installation existante, la valeur de capacité à utiliser pour les calculs est donnée soit par les valeurs des mesures consignées dans le dossier de montage du câble, soit par des mesures faites spéciale-

und pupinisiert sind, werden beim Fernnetz in den Fernkabeln ebenfalls die Phantomleitungen ausgenutzt und pupinisiert. Die auf einem nur stamm-pupinisierten Kabel eingeschaltete künstliche Kabelverlängerung wird daher anders aufgebaut sein, als diejenige, die ein Stamm-Phantom belastetes Kabel zu verlängern hat.

Als Grundlage für die Berechnung der Verlängerungskapazität dienen bei bestehenden Anlagen entweder die Montageunterlagen oder die Werte entsprechender Messungen; bei Neuanlagen gelten die aus den Fabrikationsprotokollen ermittelten Kapazitäts-Mittelwerte.

2.2. Die Stammverlängerung

Entsprechend ihrer Aufgabe hat die Stammverlängerung nur die Kapazität eines Aderpaares auf den Mittelwert aller Pupinsektionen zu ergänzen. Das geschieht praktisch durch einfaches Parallelschalten je eines entsprechenden Kondensators auf die betreffenden Aderpaare.

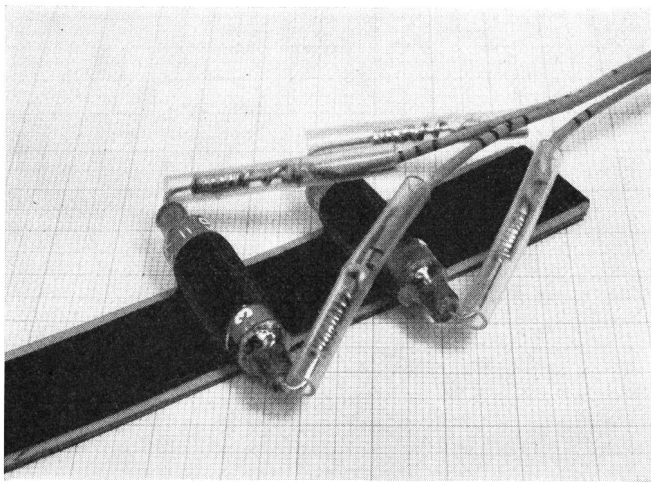


Fig. 5. Kondensatoren einer Stammverlängerung auf einen Kartonstreifen aufgezogen
Condensateurs pour prolongation de circuits de base, fixés sur leur bande de carton

Die Kondensatoren werden, wie *Figur 5* zeigt, nach erfolgter Messung und Gruppierung auf Hartkartonstreifen aufgezogen und auf einem Steg aus gleichem Material montiert (*Figur 6*). Der Anschluss erfolgt über ein zentral durchgeführtes Papierkabel, das der Konstruktion gleichzeitig ihren mechanischen Halt verleiht. Das Ganze wird in einen Bleistutzen eingeschoben und verlötet.

2.3. Die Vierer- oder Stamm-Phantomverlängerung

Bei der Anpassung von ausgenutzten Vierer-Stromkreisen wird der Aufbau der Ergänzungskapazitäten etwas komplizierter, da ausser den Stammkapazitäten auch die die Phantomkapazität bildenden Teilkapazitäten zwischen den einzelnen Adern eines Vierers nachgebildet werden müssen.

ment. Pour les installations nouvelles, les valeurs moyennes contenues dans les procès-verbaux de fabrication servent de base de calcul.

2.2. Prolongation artificielle des circuits de base

La prolongation d'un circuit de base a pour but de porter la capacité d'une paire à la valeur de la capacité moyenne des sections Pupin de toute l'installation.

On y parvient en raccordant un condensateur en parallèle sur chaque paire destinée à être prolongée.

Une fois les condensateurs mesurés et groupés, ils sont fixés sur des bandes de carton (*voir fig. 5*) qui sont à leur tour maintenues sur un support de même matière (*voir fig. 6*).

Les condensateurs, une fois montés, sont connectés à un câble central isolé au papier. On obtient ainsi une rigidité mécanique suffisante. Le tout est glissé dans un manchon de plomb, puis soudé.

2.3. Prolongation artificielle des circuits de base et du circuit d'une quarte

Au premier abord, l'adaptation des capacités nécessaires pour prolonger les circuits de base et le circuit d'une quarte peut sembler quelque peu compliquée. En effet, outre les capacités nécessaires au

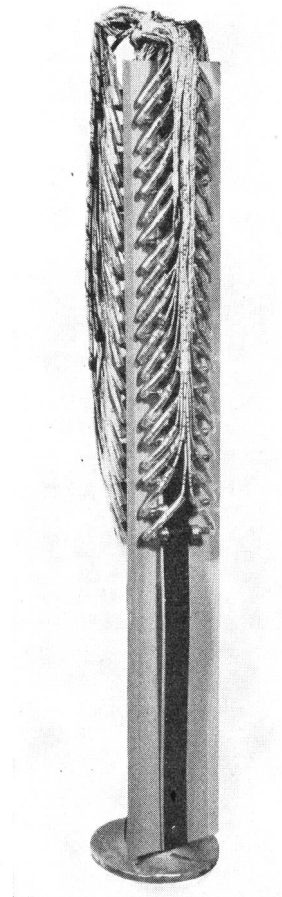


Fig. 6. Stammverlängerung auf einem Hartkartongestell montiert, vor dem Einschub in den Bleistutzen
Prolongation de circuits de base maintenue sur le support en carton, avant le montage dans le manchon de plomb

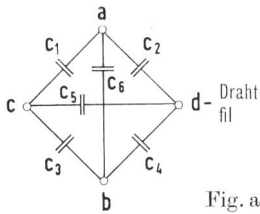


Fig. a

C_1 bis C_4 = Teilkapazitäten des Phantoms
 C_5 und C_6 = Stammkapazitäten
 a und b = Adern des 1. Paares
 c und d = Adern des 2. Paares

Die Kapazitätswerte der einzelnen Kondensatoren berechnen sich wie folgt:

$$C_1 \text{ bis } C_4 = \frac{C_{ph}}{4}$$

C_{ph} = Grösse der zu ergänzenden Phantomkapazität

$$C_5 \text{ und } C_6 = C_{st} - \frac{C_{ph}}{4}$$

C_{st} = Grösse der zu ergänzenden Stammkapazität

Die Kondensatoren C_1 bis C_4 beeinflussen in dieser Brückenschaltung nun direkt die Kopplungskapazität und damit das Nebensprechen zwischen den Leitungen. Durch entsprechende Gruppierung der Kondensatoren sowie durch Einbau von Korrektorkondensatoren wird die Kopplungsfreiheit der Viererverlängerung erreicht.

Andererseits besteht aber auch die Möglichkeit, Viererverlängerungen mit zum voraus bestimmten Kopplungswerten K_1 , K_2 und K_3 zu bauen, um damit z. B. eine einzelne 230 m betragende Kabellänge einer Anlauf- oder Endlänge auf $s/2$ zu ergänzen und zugleich den Kopplungsabgleich durchzuführen.

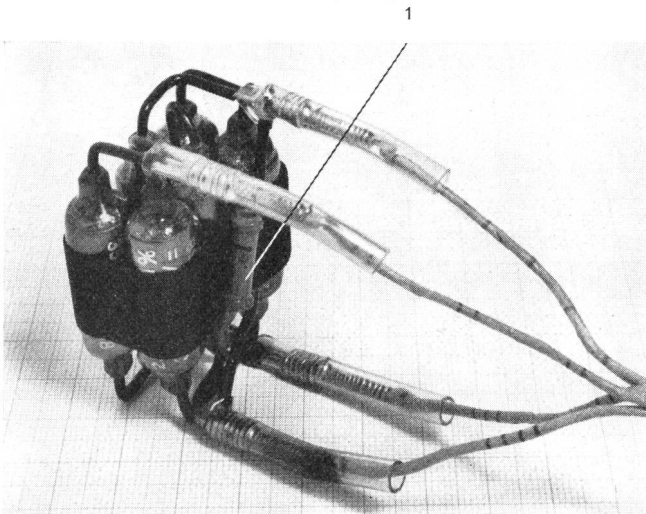


Fig. 7. Viersatz einer Stamm-Phantomverlängerung, zusammengestellt und mit einem Korrektorkondensator abgeglichen

Formation d'une quarte pour prolongation des circuits de base et fantôme équilibrée avec un condensateur de correction

1 = Korrektorkondensator - Condensateur de correction

Die Figur 7 zeigt die sechs zur Bildung eines Viersatzes notwendigen Kondensatoren mit einem Korrektorkondensator. Die Figuren 8 und 9 zeigen in einem Gestell montierte und über ein Anschlusskabel angeschaltete Viererverlängerungen. Als Schutz dient wiederum eine Bleimuffe, oder bei grösserer Anzahl Vierer ein Gusskasten.

prolongement électrique des lignes de base, on doit tenir compte des capacités partielles existant entre chacun des conducteurs formant une quarte. Ces capacités partielles constituent la capacité du circuit fantôme (fig. a).

C_1 à C_4 = Capacités partielles du circuit fantôme à prolonger

C_5 et C_6 = Capacités des circuits de base formant la quarte

a et b = Conducteurs de la première paire

c et d = Conducteurs de la deuxième paire

La valeur de la capacité de ces différents condensateurs se calcule comme suit:

$$C_1 \text{ à } C_4 = \frac{C_{ph}}{4}$$

C_{ph} = Valeur de capacité nécessaire pour compléter la capacité du circuit fantôme

$$C_5 \text{ et } C_6 = C_{st} - \frac{C_{ph}}{4}$$

C_{st} = Valeur de capacité nécessaire pour compléter la capacité du circuit de base

Avec le mode de connexion appliqué, les condensateurs C_1 à C_4 ont une influence directe sur les capacités de couplage et, par là, sur la diaphonie entre les lignes.

En choisissant, pour une même quarte, des condensateurs ayant des valeurs de capacité égales ou très proches et grâce, si nécessaire, à l'adjonction de condensateurs de correction, les prolongations artificielles n'apportent aucune perturbation.

D'autre part, on peut construire les quartes avec des valeurs de couplage k_1 , k_2 et k_3 déterminées d'avance, pour porter par exemple une longueur initiale ou terminale de 230 m à la valeur $s/2$ et en même temps équilibrer le couplage.

La figure 7 montre les six condensateurs nécessaires pour former une quarte et un condensateur de correction.

Les figures 8 et 9 montrent une prolongation artificielle terminée, montée sur son support et reliée à son câble de raccordement. La protection mécanique sera assurée par un manchon de plomb ou, pour un grand nombre de quartes, par un caisson de fonte.

3. Intercalation des prolongations artificielles

3.1. Emplacement

Les prolongations artificielles sont fragiles. Afin de limiter le plus possible les risques d'endommagement, elles seront placées dans des chambres à regard, des chambres à dalles ou dans les chambres d'arrivée des câbles aux centraux.

La figure 10 montre le montage de prolongations artificielles sur le bâti vertical de la chambre des câbles d'un central, les figures 11 et 12 la façon de procéder dans une chambre à dalles et dans une chambre Pupin à regard.

3.2. Report sur les plans

Sur les plans schématiques de câbles, les prolongations artificielles sont désignées par les symboles suivants (fig. b):

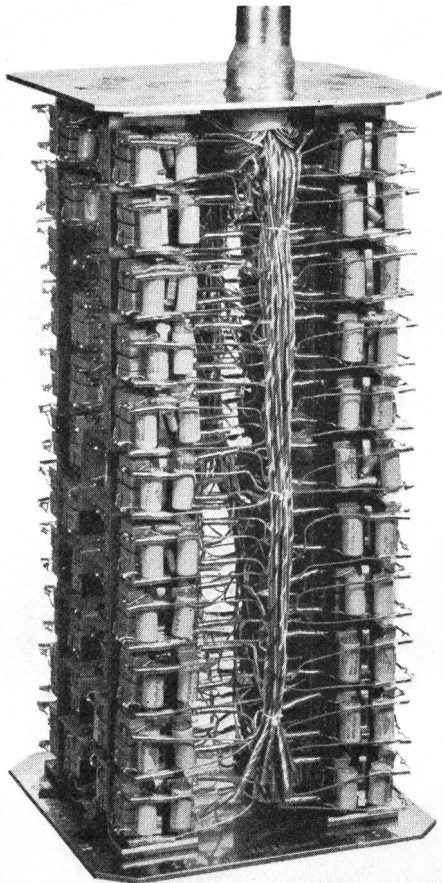


Fig. 9. Viererverlängerung mit 88 Vierern vor dem Einbau in einen Gusskasten
 Prolongation comprenant 88 quartes, avant le montage dans un caisson en fonte

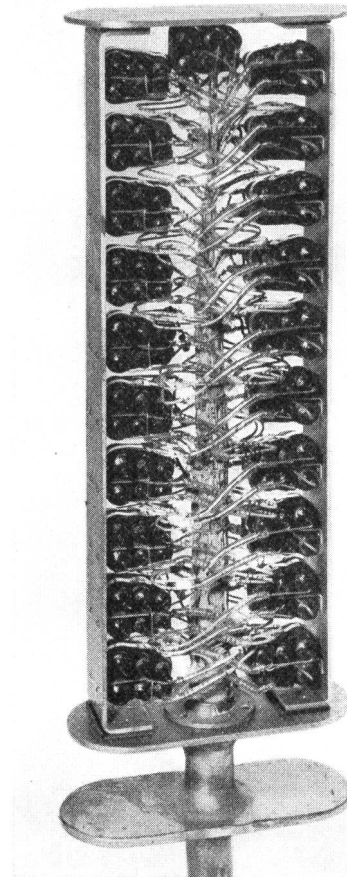


Fig. 8. Viererverlängerung mit 21 Vierersätzen in das Montagegestell eingebaut vor dem Einschub in die Bleimuffe
 Prolongation comprenant 21 quartes montées dans le support rigide, avant la fixation dans le manchon de plomb

3. Einbau der künstlichen Leitungs- oder Kabelverlängerungen

3.1. Platzierung

Künstliche Kabelverlängerungen sind auf mechanische Beschädigungen empfindlich. Es ist deshalb bei jeder Anordnung auf bestmöglichen Schutz der Muffen oder Kästen vor Beschädigung zu achten.

In der Kabelanlage werden sie aus diesem Grunde mit Vorteil in Einstiegschächten, Plattenschächten oder in den Kabelkellern untergebracht. Als Beispiele zeigt *Figur 10* den Einbau am Vertikalmuffengestell in einem Kabelkeller, *Figur 11* den Einbau in einem Plattenschacht und *Figur 12* die Anordnung in einem Pupin-Einstiegschacht.

3.2. Eintragung in den Plänen

In den schematischen Kabelplänen werden die Verlängerungen durch folgende Symbole markiert (*Fig. b*):

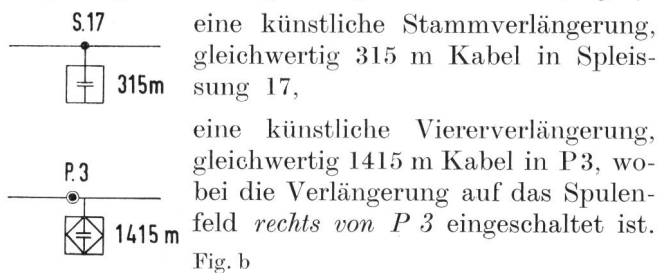


Fig. b

Prolongation artificielle des lignes de base équivalente à 315 m de câble, intercalée à l'épissure No 17.

Prolongation artificielle de quartes équivalente à une longueur de câble de 1415 m, intercalée à la chambre Pupin No 3. La prolongation est placée sur le champ Pupin, à droite de la P3.

3.3. Mesures sur une installation de câbles équipée de prolongations artificielles

Lors de localisations de défauts par les méthodes balistiques et à courant alternatif, il faut tenir compte dans les calculs de la ou des prolongations artificielles intercalées dans l'installation de câble à mesurer. La *longueur effective* du câble n'est naturellement pas la même que la *longueur électrique* de ce même câble.

Par-contre, si une localisation de défaut se fait avec une méthode utilisant le courant continu, les prolongations artificielles sans bobines Pupin éventuellement branchées sur l'installation à mesurer n'affectent en rien les mesures.

Dans ce cas, les longueurs réelles de câbles de l'installation sont prises en considération lors des calculs.

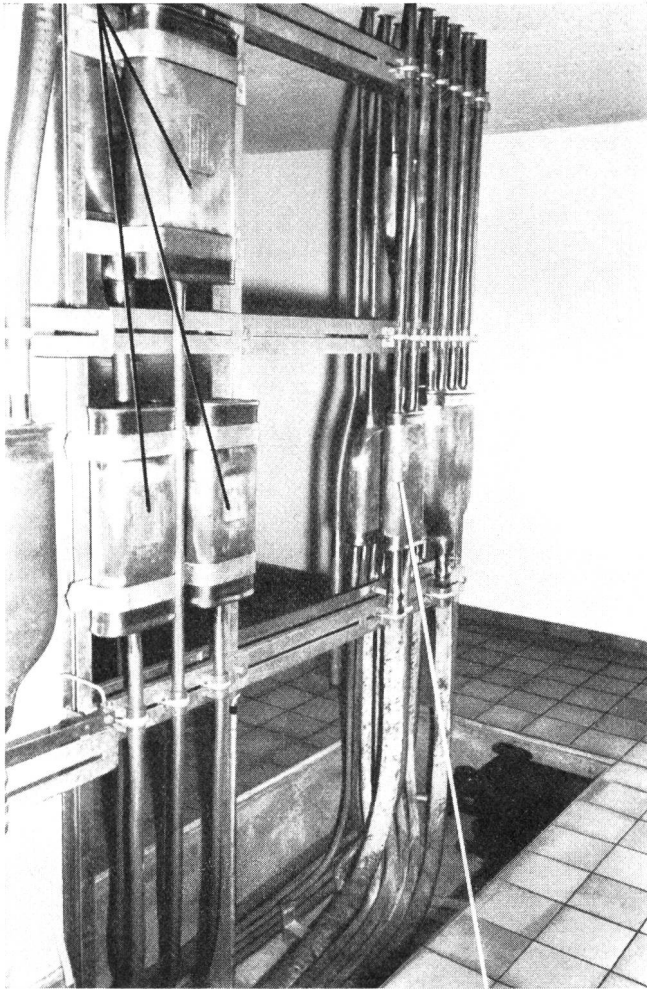


Fig. 10. Künstliche Kabelverlängerungen im Vertikalmuffengestell einer Zentrale aufgehängt
 Prolongation artificielle fixée sur un support vertical de la chambre de câbles d'un central
 1 = Künstliche Kabelverlängerungen – Prolongations artificielles
 2 = Spleissungen der Anschlusskabel – Epissures des câbles de raccordement

3.3. Messungen auf Anlagen mit künstlichen Leitungs- oder Kabelverlängerungen

Es bleibt noch darauf hinzuweisen, dass bei Fehlerengrenzungen mit ballistischen und Wechselstrom-Methoden die künstlichen Kabelverlängerungen mit ihren Längenwerten in die Berechnung des Fehlerortes einbezogen werden müssen. Die effektive Kabellänge unterscheidet sich in diesen Fällen von der «elektrischen Länge». Bei Gleichstrom-Fehlerengrenzungen werden die künstlichen Kabelverlängerungen ohne Pupinspulen nicht erfasst. Es ist in die Berechnung demnach stets die absolute Kabellänge einzusetzen.

4. Anwendungsbeispiele

4.1. Allgemeines

Je nach den vorliegenden Verhältnissen sind für die Ergänzung einer Pupinleitung ausser den rein kapazitiven Verlängerungen auch zusätzliche Pupinspulen in diese Anlage einzufügen.

4. Exemples d'intercalation

4.1. Généralités

Suivant les circonstances, il arrive que, pour compléter une ligne pupinisée, une prolongation formée de condensateurs seulement ne suffise pas et qu'il faille encore intercaler une bobine Pupin supplémentaire. C'est toujours le cas lorsque, pour rendre un circuit homogène, il est nécessaire de former une cellule en π complète, c'est-à-dire lorsque les longueurs initiales, respectivement terminales, se révèlent déjà trop longues.

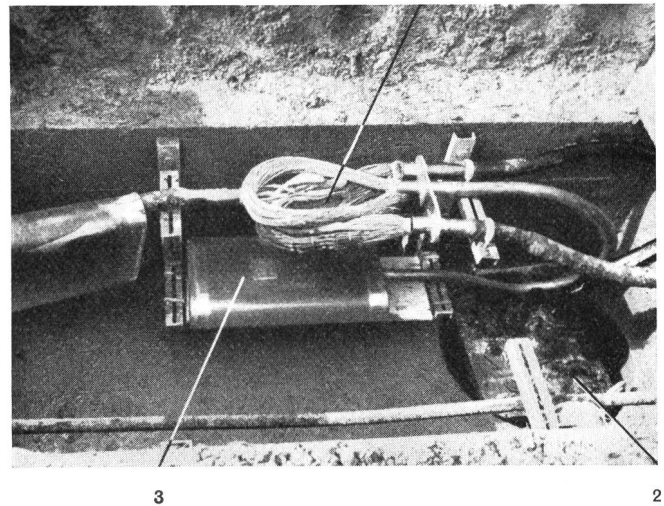


Fig. 11. Montage einer künstlichen Viererverlängerung in einem Plattenschacht, auf einer Eternitplatte gelagert
 Montage d'une prolongation artificielle dans une chambre à dalles. La prolongation repose sur une plaque d'éternit
 1 = Verteilspleissung – Epissure de distribution
 2 = Pupintopf – Pot Pupin
 3 = Künstliche Kabelverlängerung – Prolongation artificielle

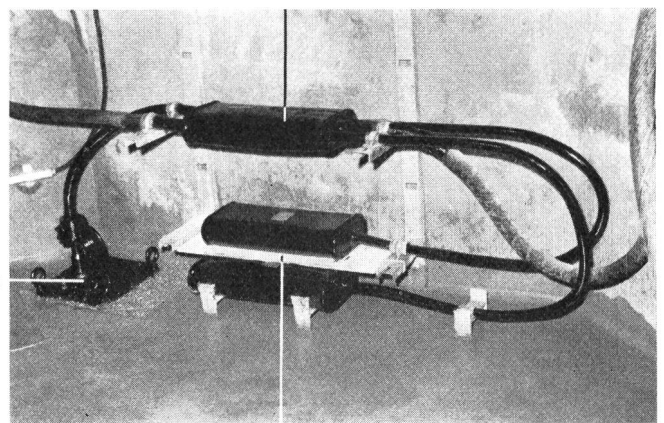


Fig. 12. Einbau von zwei künstlichen Verlängerungen in einem Pupin-Einstiegschacht
 Montage de deux prolongations artificielles dans la chambre à regard d'un point Pupin
 1 = Pupintopf – Pot Pupin
 2 = Verteilspleissung – Epissure de distribution
 3 = Künstliche Verlängerungen – Prolongations artificielles

Dies ist immer dort der Fall, wo zur Homogenisierung der Leitungen ein ganzes Kettenglied zugefügt werden muss, also dort, wo die natürliche Anlauf- oder Endlänge schon zu lang ist.

Die folgenden Anwendungsbeispiele zeigen, wie sich diese Anpassungsprobleme stellen und wie sie zu lösen sind. Bei der Projektierung sind folgende Punkte zu beachten:

4.1.1. Es werden nur pupinisierte Stromkreise verlängert. HF-Telephonrundspruch und Trägerleitungen dürfen nicht künstlich verlängert werden, da die Kondensatoren für diese hohen Frequenzen einen niederohmigen Schluss der betreffenden Leitung bewirken, was sich in einer Erhöhung der Dämpfung auswirkt.

4.1.2. Eine vollständige Anpassung wird nur auf den in Fern- und Knotenämtern eingeführten Kabeln vorgenommen. Es sind dies jene Ämter, in denen eine Durchschaltung der Stromkreise von einer Pupinkabelanlage auf eine andere vorgenommen werden muss, ohne dass dadurch eine Beeinträchtigung ihrer Homogenität eintreten darf.

In den Endämtern dagegen sind die Verhältnisse insofern anders, als die ankommenden Pupinleitungen nur auf die Stromkreise des Teilnehmernetzes durchgeschaltet werden können, die ganz andere elektrische Eigenschaften aufweisen. Diese trotz der Einschaltung von Übertragerspulen dort auftretenden Impedanzstoßstellen dominieren den durch eine Nichtanpassung der Pupinanlage auftretenden Fehler bei weitem, so dass in vielen Fällen auf eine vollständige Anpassung im Endamt verzichtet werden kann. Im nachfolgenden Kapitel 4.3. sind die bei der Anpassung der Kabel in Endämtern auftretenden Fälle noch näher erläutert.

4.1.3. Es werden nur Längenfehler grösser als 100 m künstlich ergänzt. Sind Anlauf- oder Endlängen weniger als 100 m zu kurz, so sind bei der Projektierung der Anlage die Längenfehler auf die Gesamtlänge in Form von Reserveschlaufen zu korrigieren.

Werden Endlängen $\simeq 100$ m zu lang, so ist entweder das Trasse wenn möglich zu kürzen oder die Mehrlänge auf alle Pupinfelder zu verteilen, so dass die vorgeplante Toleranz von $\pm 0,5\%$ von S erfüllt bleibt.

4.1.4. Zur Erläuterung der nachfolgend angeführten Möglichkeiten über den Einbau künstlicher Spulenfeldergänzungen muss kurz auf die heute gebräuchlichen Pupinisierungsarten hingewiesen werden. Für Sprech- und NF-Rundsprachleitungen sind folgende Pupinfeldlängen normalisiert.

a) *H-Pupinisierung*

Länge der Pupinsektion $S = 1830 \text{ m} \pm 2\%$;

b) *B-Pupinisierung*

Länge der Pupinsektion $S = 915 \text{ m} \pm 2\%$;

In diesen Längen sind die auf jede Pupinsektion entfallende Länge der Pupinanschlusskabel von jeweils $2 \cdot 2,5 = 5$ m inbegriffen.

Les exemples suivants nous montrent comment ces problèmes d'adaptation peuvent se présenter et de quelle manière ils sont résolus.

Lors de l'établissement de projets, on se souviendra que:

4.1.1. Seuls les circuits pupinisés seront prolongés. Les circuits de télédiffusion à haute fréquence ainsi que ceux à courants porteurs ne doivent donc pas être équipés de prolongations artificielles. En effet, les condensateurs branchés en parallèle entre les deux conducteurs d'une paire symétrique auraient, aux fréquences élevées utilisées en télédiffusion ou pour les circuits à courants porteurs, le même effet qu'un court-circuit de faible résistance, ce qui provoquerait alors une augmentation anormale de l'affaiblissement.

4.1.2. Seuls les câbles introduits dans les centraux interurbains et nodaux seront adaptés. En effet, dans ces centraux, la connexion de circuits pupinisés avec d'autres semblables doit pouvoir être faite sans que pour cela l'homogénéité de ces circuits soit rompue.

Dans les centraux terminaux, la situation est par contre autre, car, lors du raccordement de circuits pupinisés avec des lignes d'abonnés, la différence d'impédance produit, malgré les translateurs, une réflexion plus importante que celle qui provient d'un défaut d'homogénéité dû à une mauvaise adaptation des longueurs. Les cas d'adaptation dans les centraux terminaux sont traités d'une façon plus approfondie sous le paragraphe 4.3.

4.1.3. Seules les fautes d'adaptation de câbles supérieures à 100 m sont prolongées artificiellement. Les longueurs initiales ou terminales, ainsi que les sections Pupin inférieures de moins de 100 m à la longueur normale ne sont pas prolongées artificiellement. La longueur manquante sera compensée sur toute l'installation par des réserves. Pour les sections trop longues, on cherchera à raccourcir le tracé ou à répartir la longueur supplémentaire entre toutes les sections Pupin de manière telle que la tolérance de $\pm 0,5\%$ S soit respectée.

4.1.4. Pour bien comprendre les différentes possibilités exposées ci-après, il est nécessaire de jeter un regard sur les divers genres de pupinisation employés de nos jours.

Pour les circuits téléphoniques et musicaux exploités en basse fréquence, les pupinisations suivantes sont normalisées:

a) *Pupinisation H*

Longueur d'une section Pupin $S = 1830 \text{ m} \pm 2\%$

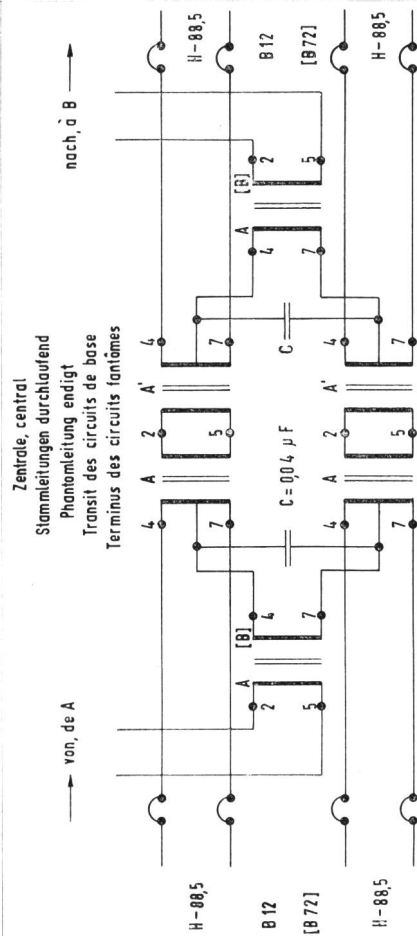
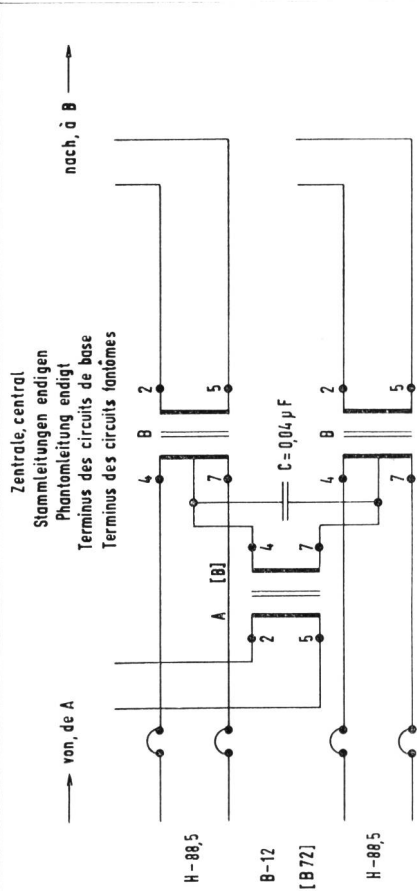
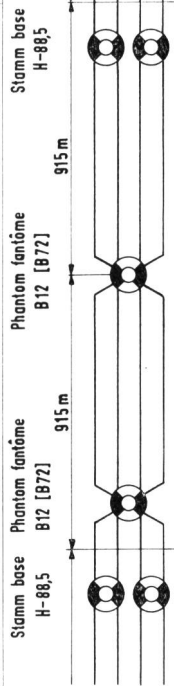
b) *Pupinisation B*

Longueur d'une section Pupin $S = 915 \text{ m} \pm 2\%$

Dans ces valeurs sont comprises les longueurs du câble de raccordement des pots Pupin, soit $2 \times 2,5 \text{ m} = 5 \text{ m}$.

Schaltung von Leitungen auf B - Phantompupinisierten Sternkabeln.

Pupinisierung der Stammleitungen H-88,5
Pupinisierung der Phantomleitungen B72 od. B12



Wenn der Phantomstromkreis nur auf einer Seite herausgeführt wird, oder wenn abgeschirmte Spulen verwendet werden, kann die Spule A' weggelassen werden.
Si le circuit fantôme n'est sorti que d'un côté, ou qu'une bobine sous écran est utilisée, la bobine A' peut être supprimée.

Connexion de circuits fantômes à pupinisation B d'un câble toronné en étoile.

Pupinisation des circuits de base H-88,5
Pupinisation des circuits fantômes B72 od. B12

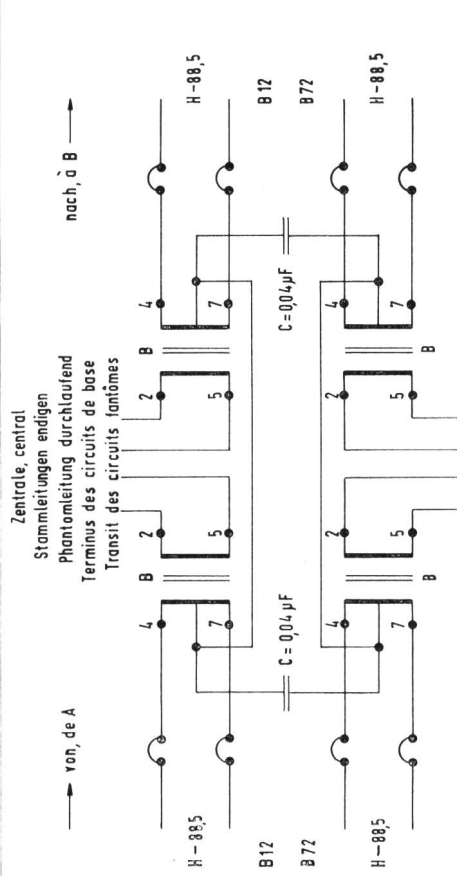
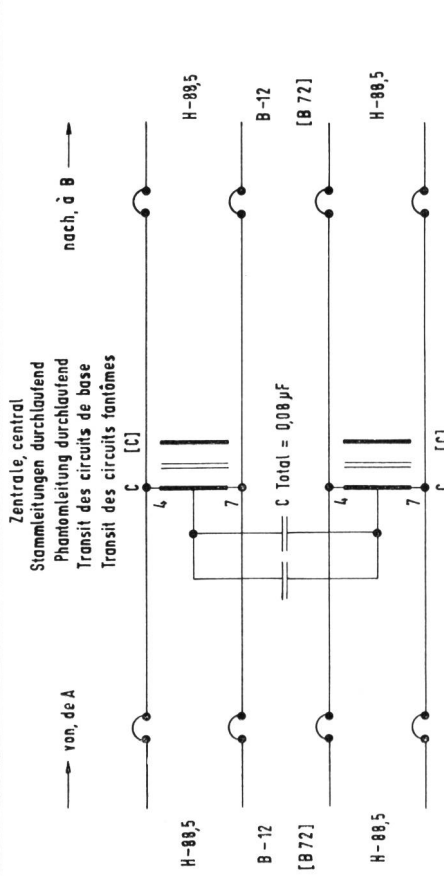
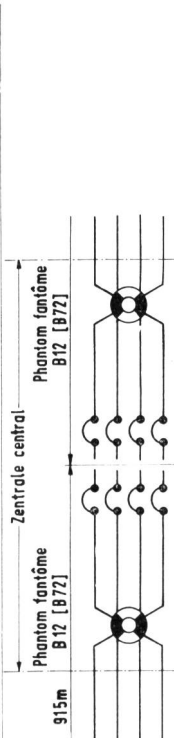


Fig. 13

4.2. Anpassung von B-pupinisierten Leitungen in den Zentralen durch Kondensatoren

Bei der B-Pupinisierung, die bei der Phantombelastung von Sternkabeln angewendet wird, sind die Spulen für die Pupinisierung der Stammstromkreise alle 1830 m, diejenigen der Phantomleitungen jedoch alle 915 m eingeschaltet (*Figur 13*).

Man erkennt nun, dass die letzte Phantompupin-spule einer normalen B-pupinisierten Anlage unmittelbar in die Zentrale zu liegen kommt und für diese Stromkreise durch das Kabel keine Anlauf- beziehungsweise Endlängen mehr gebildet werden. *In Fern- und Knotenämtern sind auch auf homogenen B-pupinisierten Anlagen die Anlauf- beziehungsweise Endlängen der Phantomstromkreise stets künstlich zu ergänzen.* In der Praxis geschieht das dort, wo der Phantomstromkreis gebildet wird, das heisst auf den linienseitigen Mittelpunkten der Übertragerspulen, durch Einbau einer Kapazität, die der Grösse von $\frac{C_s}{2}$ oder 457 m der Stern/Phantomkapazität entspricht (0,04 μ F für 1,0 mm Adern). In *Figur 13* sind alle, bei der Schaltung von B-pupinisierten Leitungen auftretenden Fälle dargestellt.

4.3. Anpassung der Endlängen in Endämtern

Beim Endamt kann die Endlänge der ankommenden Pupinleitung zwischen 0 und $\frac{S}{2}$ variieren, ohne dass eine Anpassung nötig ist. Nur Endlängen $> \frac{S}{2}$ werden in den Fällen angepasst, wo es die Struktur des betreffenden Ortsnetzes erfordert.

Muss das Ortsnetz aus Gründen seiner Ausdehnung ebenfalls pupinisiert werden, so muss bei einer allfälligen Anpassung auf die Lage der letzten Pupin-spule im Bezirkskabel Rücksicht genommen werden, und zwar derart, dass auf einer von der Bezirksanlage ins pupinisierte Ortsnetz durchgeschalteten Leitung möglichst ein ganzes Pupinfeld entsteht.

Im übrigen sind die sich bei der Anpassung von Bezirkskabeln stellenden Probleme wie folgt zu lösen:

4.3.1. Endlänge zwischen 457 m und 915 m

Bei Stamm- und Phantom-H-Pupinisierung ist keine Anpassung notwendig.

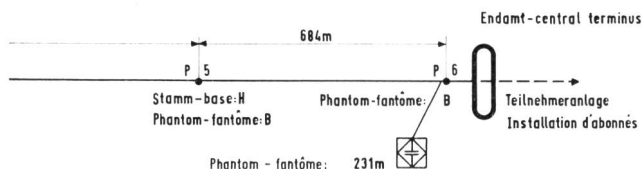


Fig. 14

Bei Stamm-H- und Phantom-B-Pupinisierung (*Figur 14*) Einbau einer künstlichen Verlängerung für den Phantomstromkreis zur Ergänzung der Sektion auf 915 m und Einschalten eines Phantompupins P 6 in der Zentrale. Die Stammleitung wird dadurch

4.2. Adaptation dans les centraux de circuits avec pupinisation B au moyen de condensateurs

Lorsque la pupinisation B est utilisée pour la charge des circuits fantômes sur les câbles toronnés en étoile, les bobines nécessaires à la charge des circuits de base sont intercalées normalement tous les 1830 m, tandis que les bobines servant à la charge des circuits fantômes sont placées tous les 915 m. (Voir schéma du tableau 13.)

Dans une installation avec pupinisation normale, la dernière bobine du circuit fantôme sera au central. Il s'ensuit que, pour ces circuits, il n'existe pas de longueur initiale, respectivement terminale.

Dans les centraux interurbains et nodaux où aboutissent des installations de câbles avec pupinisation B, il faut former artificiellement les longueurs initiales et finales des circuits fantômes. On le fait là où le circuit fantôme est formé, c'est-à-dire aux points milieux des translateurs, côté ligne, par l'adjonction d'un condensateur d'une valeur $\frac{C_s}{2}$ équivalant à une longueur de 457 m de circuit fantôme d'un câble étoile (0,04 μ F, pour conducteurs de 1,0 mm \varnothing). Tous les cas pouvant se présenter concernant l'emploi de la pupinisation B sont exposés dans le tableau 13.

4.3. Adaptation des longueurs terminales dans les centraux terminaux

La longueur terminale d'une installation de câble pupinisé arrivant à un central terminus peut varier dans les proportions de 0 à $\frac{S}{2}$, sans que pour cela une adaptation soit nécessaire. Seules les longueurs terminales $> \frac{S}{2}$ seront adaptées, là où la structure du réseau local le nécessite.

Si, par suite du développement du réseau local, celui-ci doit également être pupinisé, il faut alors envisager l'adaptation éventuelle de diverses installations de câbles. On prendra comme base de départ la dernière bobine Pupin de l'installation rurale pupinisée, de façon que, si un circuit doit être connecté directement au réseau local, la longueur terminale du câble rural et la longueur initiale du câble du réseau local forment ensemble une section Pupin normale.

Les exemples suivants nous montrent comment ces problèmes d'adaptation peuvent se présenter et de quelle manière ils sont résolus.

4.3.1. Longueurs terminales comprises entre 457 m et 915 m

Pour une pupinisation H du circuit de base et du circuit fantôme, aucune adaptation n'est nécessaire.

On procédera comme il suit pour une pupinisation H du circuit de base et B du circuit fantôme (*fig. 14*):

On intercalera sur les circuits fantômes une prolongation artificielle qui portera la section à 915 m et l'on insérera une bobine Pupin P 6 sur le circuit fantôme au central, avant les boîtes de fin de câble. Les circuits de base seront de ce fait également complétés arti-

auch verlängert, aber nicht auf ihre volle Länge, was auch nicht erwünscht ist.

4.3.2 Endlänge kleiner 457 m

Für Stamm- und Phantomleitungen, H- und B-Pupinisierung: Keine Anpassung nötig.

4.3.3. Endlänge grösser 915 m

Bei Stamm- und Phantom-H-Pupinisierung (Figur 15):

Verlängerung der Stamm- und Phantomstromkreise auf 1830 m. Einschalten eines Stamm-Phantom-Pupins P4 unmittelbar vor dem Kabelkopf.

Bei Stamm H- und Phantom-B-Pupinisierung (Figur 16):

915 m nach dem letzten Pupin P6 ist ein Phantom-pupin P6a einzuschalten. Die entstehende Endlänge ist auf 915 m künstlich zu verlängern und vor dem Kabelkopf ist eine Pupinspule P7 für die Stamm- und Phantomleitungen einzusetzen.

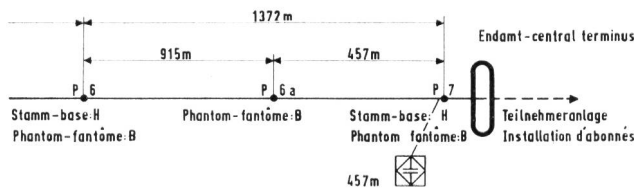


Fig. 16

4.4 Anpassung der Anlauf- und Endlängen in Fern- und Knotenämtern

Bei Fern- und Knotenämtern sind aus den in Abschnitt 4.1.2. dargelegten Gründen die Anlauf- und Endlängen genau anzupassen. Diese Anpassung wird wie folgt ausgeführt:

4.4.1. Anlauf- oder Endlänge kleiner 457 m

Bei Stamm- und Phantom-H-Pupinisierung (Figur 17):

Verlängerung der Stamm- und Phantom-Stromkreise auf 915 m.

Bei Stamm-H- und Phantom-B-Pupinisierung (Figur 18):

Verlängerung der Stammleitungen auf 915 m und der Phantomleitungen auf 457 m.

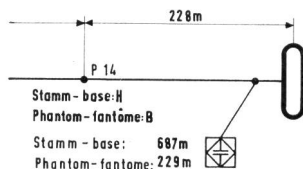


Fig. 18

4.4.2. Anlauf- oder Endlänge zwischen 457 m und 915 m

Bei Stamm- und Phantom-H-Pupinisierung (Figur 19):

Verlängerung der Stamm- und Phantomstromkreise auf 915 m.

Bei Stamm-H- und Phantom-B-Pupinisierung (Figur 20):

fiziell, mais pas à leur longueur normale, ce qui n'est pas nécessaire.

4.3.2. Longueur terminale < 457 m

Pour les circuits de base et fantômes avec pupinisation H et B, aucune adaptation n'est nécessaire.

4.3.3. Longueur terminale > 915 m

Pour une pupinisation H du circuit de base et du circuit fantôme (fig. 15), on prolonge les circuits de base et fantôme à 1830 m. A proximité, mais avant les boîtes de fin de câble, on insère une bobine Pupin P4 sur les circuits de base et fantôme.

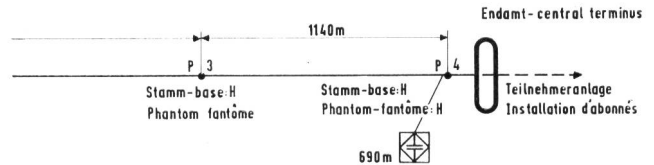


Fig. 15

Pour une pupinisation H du circuit de base et B du circuit fantôme (fig. 16), on insère une bobine Pupin P6a sur le circuit fantôme 915 m après la dernière bobine de charge P6. On prolonge artificiellement à 915 m la longueur terminale et l'on insère à proximité, mais avant les têtes de câble, une bobine Pupin P7 sur les circuits de base et fantôme.

4.4. Adaptation des longueurs initiales et terminales dans les centraux interurbains et nodaux

L'adaptation des longueurs initiales et terminales se fait sur la base des données mentionnées au paragraphe 4.1.2.

L'adaptation est effectuée de la manière suivante:

4.4.1. Longueur initiale ou terminale > 457 m

Pour une pupinisation H du circuit de base et du circuit fantôme: on prolonge les circuits de base et le circuit fantôme à 915 m (fig. 17).

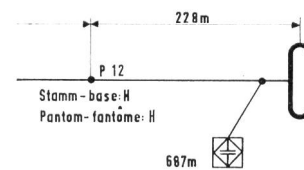


Fig. 17

Pour une pupinisation H du circuit de base et B du circuit fantôme, on prolonge le circuit de base à 915 m et le circuit fantôme à 457 m (fig. 18).

4.4.2. Longueur initiale ou terminale entre 457 m et 915 m

Pour une pupinisation H du circuit de base et du circuit fantôme, on prolonge artificiellement les longueurs à 915 m (fig. 19).

Pour une pupinisation H du circuit de base et B du circuit fantôme, on prolonge artificiellement les longueurs à partir de P14 à 915 m (fig. 20). A proximité et avant les boîtes de fin de câble, on inter-

Die Stamm- und Phantomleitungen von P 14 an auf 915 m künstlich verlängern, vom Kabelkopf einen Phantompupin P 14a einschalten und die Phantomleitungen auf den Übertragerspulen-Mittelpunkten Seite Linie auf 457 künstlich verlängern (siehe Abschnitt 4.2.).

4.4.3. Anlauf- oder Endlänge zwischen 915 m und 1372 m

Bei Stamm- und Phantom-H-Pupinisierung (Figur 21):

Stamm- und Phantomleitungen 915 m von der Zentrale entfernt pupinisieren (P 17a). Das ent-

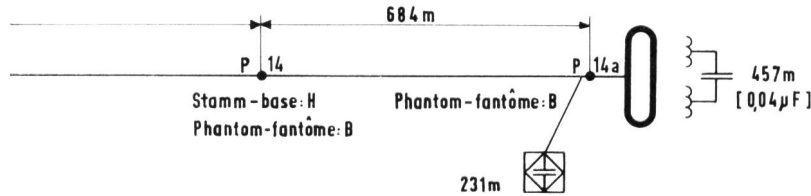


Fig. 20

stehende zu kurze Pupinfeld P 17-P 17a künstlich auf den Nominalwert der Anlage (1830 m) verlängern.

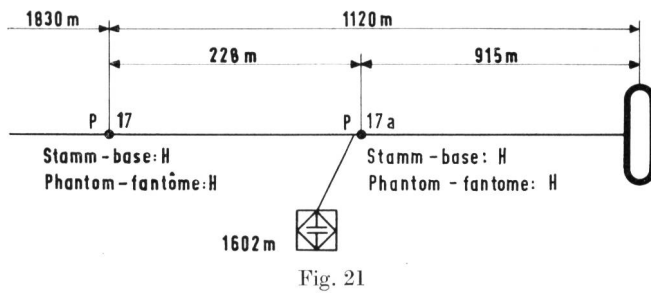


Fig. 21

Bei Stamm-H- und Phantom-B-Pupinisierung (Figur 22):

Die Stamm- und Phantomleitungen 457 m von der Zentrale entfernt pupinisieren (P 13a). Das entstehende zu kurze Pupinfeld P 13-P 13a auf 1830 m für die Stammstromkreise und auf 915 m für die Phantomstromkreise künstlich verlängern. Die Stammleitungen werden Richtung Zentrale noch auf 915 m ergänzt.

4.4.4. Anlauf- oder Endlänge zwischen 1372 m und 1830 m

Bei Stamm- und Phantom-H-Pupinisierung (Figur 23):

Stamm- und Phantomkreise 915 m von der Zentrale entfernt pupinisieren (P 10a) und das entstehende

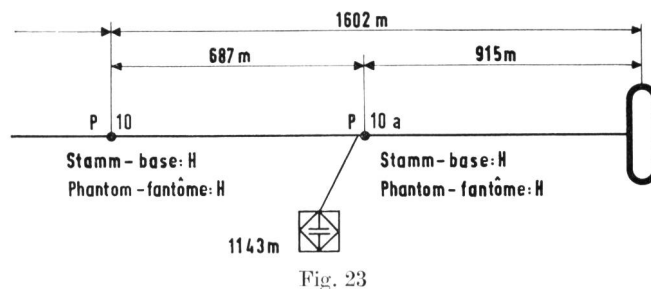


Fig. 23

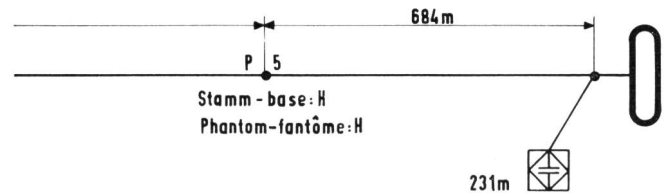


Fig. 19

stehende zu kurze Pupinfeld P 14a auf 457 m künstlich verlängern (siehe Abschnitt 4.2.).

4.4.3. Longueurs initiales ou terminales entre 915 m et 1372 m

Pour une pupinisation H, les circuits de base et le circuit fantôme sont pupinisés à 915 m à partir du central (P 17a). La section Pupin P 17-P 17a devenue trop courte est prolongée artificiellement à sa longueur normale de 1830 m (fig. 21).

Pour une pupinisation H du circuit de base et B du circuit fantôme, on pupinise à 457 m à partir du central (P 13a). La section Pupin P 13-P 13a devenue trop courte est prolongée à 1830 m pour le circuit de base et à 915 m pour le circuit fantôme. Le circuit de base, à partir du dernier point Pupin (P 13a) doit encore être prolongé à 915 m dans la direction du central (fig. 22).

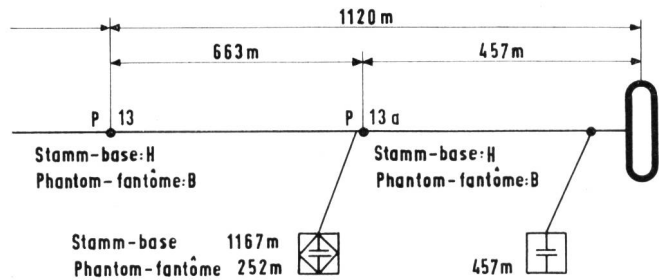


Fig. 22

4.4.4. Longueurs initiales ou terminales entre 1372 m et 1830 m

Pour une pupinisation H du circuit de base et du circuit fantôme, on pupinise à 915 m depuis le central (P 10a). La section Pupin P 10-P 10a devenue trop courte est prolongée artificiellement à 1830 m (fig. 23).

Pour une pupinisation H du circuit de base et B du circuit fantôme (fig. 24), on procède comme il suit:

Le circuit fantôme est pupinisé à 915 m après la dernière bobine H/B (P 10) en direction du central (P 10a), de sorte que la longueur initiale jusqu'à cette

zu kurze Pupinfeld P10–P10a auf 1830 m künstlich verlängern.

Bei Stamm-H- und Phantom-B-Pupinisierung (Figur 24);

In diesem Fall sind 915 m vom letzten H/B-Pupinpunkt (P10) Richtung Zentrale die Phantomleitungen pupinisiert (P10a). Die Anlaufänge bis zu diesem Pupinpunkt beträgt noch 457 m bis 915 m.

Die Stamm- und Phantomleitungen werden 457 m von der Zentrale aus pupinisiert (P10b) und im entstehenden zu kurzen Pupinfeld P10–P10b die Stammstromkreise auf 1830 m und im Feld P10a–P10b die Phantomkreise auf 915 m verlängert. Dies geschieht mit einer Verlängerung, in P10b. In der Zentrale werden die Stammleitungen um 457 m auf 915 m künstlich verlängert.

5. Schlussbetrachtung

Die vorliegenden Ausführungen bilden einen Überblick über den heutigen Stand der Entwicklung und der Anwendungspraxis der künstlichen Kabelverlängerungen. Es ist möglich, dass mit dem Erscheinen neuer Kondensatorenbaustoffe andere Kondensatorformen entwickelt werden, die eine gewisse Anpassung der Konstruktion bedingen. Die Erfahrungen mit den, nach dem beschriebenen Prinzip gebauten künstlichen Spulenfeldergänzungen oder Kabelverlängerungen sind jedoch so gut, dass am grundsätzlichen Aufbau kaum viel geändert werden wird. Vergleichende Messungen haben gezeigt, dass sich die künstlich homogenisierten Pupinleitungen in bezug auf die Übertragungseigenschaften, wie Impedanz, Fehlerdämpfung und Betriebsdämpfung, nicht von homogen gebauten Anlagen unterscheiden und sämtliche an solche Anlagen gestellten Pflichtenwerte erfüllen. Was die Störanfälligkeit betrifft, so ist diese bei sorgfältigem Einbau auf den Anlagen gering, so dass wir heute ohne Bedenken überall, wo es notwendig ist, künstliche Verlängerungen einbauen dürfen. Ausserdem hat sich dieses Bauelement dank seinen vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten bei der Planung von Kabelanlagen eingelebt und ist dort kaum mehr wegzudenken.

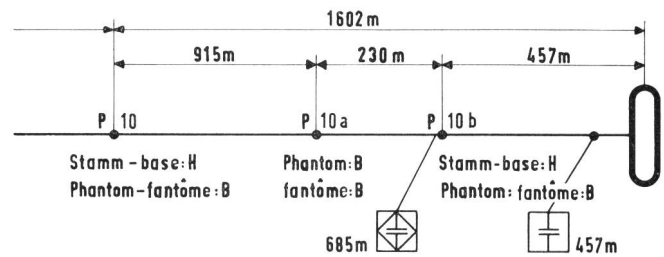


Fig. 24

bobine Pupin varie encore entre 457 m et 915 m. Le circuit de base et le circuit fantôme sont pupinisés à 457 m avant le central (P10b). Pour la section Pupin P10–P10b devenue trop courte, il faut prolonger le circuit de base à 1830 m et le circuit fantôme à 915 m (P10a–P10b). Cela est réalisé en plaçant une prolongation artificielle au point Pupin P10b. Il faut encore prolonger artificiellement les lignes de base de 457 m à 915 m. Cette dernière prolongation est placée alors au central.

5. Considérations finales

L'exposé qui précède donne un aperçu de l'état de développement actuel et de l'application de la méthode de prolongation artificielle des sections Pupin. Il est possible que l'apparition de nouvelles matières permette de mettre au point d'autres formes de condensateurs. Les expériences faites avec les prolongations artificielles de câbles sont cependant très favorables et il est peu probable que le principe de construction soit modifié. Des mesures comparatives ont montré que, sous le rapport des caractéristiques de transmission (impédance, affaiblissement composite et d'équilibrage), les circuits Pupin homogénéisés artificiellement ne diffèrent pas des circuits de construction homogène et que toutes les valeurs exigées sont atteintes. La sensibilité aux dérangements de telles installations est faible, si elles sont établies avec soin, et nous pouvons aujourd'hui monter des prolongations artificielles partout où cela est nécessaire. En outre, grâce à ses nombreuses possibilités d'emploi, cet élément s'est imposé pour la planification des installations de câbles et il serait extrêmement difficile d'y renoncer.