

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: 26 (1948)

Heft: 5

Artikel: Über die Fabrikation von Telephonkabeln [Fortsetzung und Schluss] = Quelques considérations sur la fabrication des câbles téléphoniques [suite et fin]

Autor: Gertsch, Rudolf

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874039>

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>

Über die Fabrikation von Telephonkabeln

Von *Rudolf Gertsch*, Bern 621.315.2
(Fortsetzung und Schluss)

Das Verseilen der Paare und Vierer zum Bündel

Die Verseilung der Adern zu Paaren und Vierern, wie auch der lagenweise spiralförmige Aufbau des Bündels geschieht nach gewissen Erfahrungsgrundsätzen, die den elektrischen Eigenschaften Rechnung tragen. Der Steigungswinkel (Drall- oder Verseil-länge) wird durch die Umdrehungsgeschwindigkeit des Verseilkorbcs bestimmt und kann somit reguliert werden.

Nachdem die Adern zu Paaren und Vierern verseilt sind, kommen wir zum eigentlichen Aufbau des Kabelbündels (Seele), das aus einem Kern und einer oder mehreren den Bedürfnissen entsprechenden Lagen oder Schichten besteht. In Figur 13 ist gezeigt, wie ein paarverseiltes Kabel hergestellt wird. Die Verseilmachine besteht zur Hauptsache aus dem Verseilkorb mit den Trommelträgern, in welche die Trommeln mit dem Verseilgut eingesetzt sind. Den Abschluss der Körbe bilden die Jochkränze. Von den Spulen ablaufend führen die Paare durch den Verseilkopf und vereinigen sich im Nippel, auch Kaliber genannt, zum Aderbündel. Mit dieser Maschine können sowohl Paare, Sternvierer als auch DM-Vierer verseilt werden.

Oft werden einige dieser Maschinen hintereinandergeschaltet (Tandemschaltung), was ermöglicht, mehrere Lagen von Paaren oder Vierern im gleichen Arbeitsgange anzubringen.

Je nach der Zahl der Adern, bzw. Vierer, wird ein Kabel in einem oder mehreren Arbeitsgängen verseilt. In der Mitte der Figur 14 sehen wir das durch

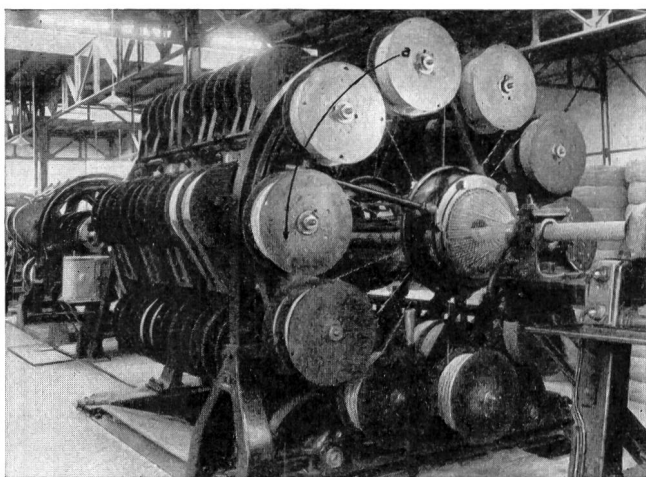


Fig. 13. Verseilmachine beim Anfertigen eines paarverseilten Kabels

a = Rotationsrichtung des Verseilkorbcs

Machine pour le câblage de conducteurs toronnés en paires

a = sens de rotation

Quelques considérations sur la fabrication des câbles téléphoniques

Par *Rudolf Gertsch*, Berne 621.315.2
(Suite et fin)

Si le procédé adopté pour l'isolement et le câblage des conducteurs peut paraître simple, sa réalisation a cependant exigé de longues recherches. Grâce aux expériences multiples et précieuses acquises au cours de plusieurs dizaines d'années, on peut aujourd'hui confectionner des câbles téléphoniques de haute qualité.

Le câblage des paires et des quarts en faisceaux

Le toronnage des conducteurs en paires et en quarts et le câblage du faisceau des conducteurs par couches concentriques se font selon certaines règles fondées sur l'expérience et qui tiennent compte des propriétés électriques. Le pas de câblage dépend de la vitesse de rotation de la toronneuse et peut donc être réglé.

Lorsque les conducteurs sont toronnés en paires et en quarts, on procède à la formation proprement dite du faisceau des conducteurs constitué d'un faisceau central et d'une ou de plusieurs couches. La figure 13 montre comment se construit un câble toronné par paires. En substance, la machine de câblage se compose d'une toronneuse avec les supports de bobines et les bobines de conducteurs. Les paires se déroulent des bobines, passent par la tête de câblage et se réunissent en faisceau dans le tube-guide servant de calibre. Avec cette machine, on peut câbler des paires, des quarts-étoile et des quarts DM.

Souvent, on accouple plusieurs de ces machines en tandem l'une derrière l'autre, ce qui permet d'appliquer sur le faisceau du centre plusieurs couches de paires ou de quarts en une seule opération. Suivant le nombre des paires ou des quarts, le câblage se fait en une ou plusieurs opérations. Au milieu de la figure 14 on aperçoit le faisceau partiellement constitué passant par l'axe creux de la toronneuse et venant de la toronneuse arrière. La couche suivante comprend un certain nombre de paires auquel correspond un même nombre de bobines. Tandis que le faisceau central du câble se meut en avant, la toronneuse tourne à gauche dans le sens du câblage, et les paires se déroulent en même temps des bobines. Le sens de câblage change d'une couche à l'autre, de sorte que les couches se trouvent en croisement les unes sur les autres, ce qui a pour effet de diminuer les couplages capacitifs.

Le faisceau achevé est isolé de la gaine de plomb par plusieurs couches de papier sous forme de rubans disposés en spirales, puis d'un ruban de coton.

La figure 15 montre comment les rubans de papier sont appliqués sur le faisceau des conducteurs. Pendant que le faisceau se déplace de droite à gauche après avoir reçu la dernière couche de conducteurs,

die Hohlwelle des Verseilkorbcs führende bereits teilweise aufgebaute Bündel, das vom hintern Verseilkorb her kommt. Die nun folgende Lage wird entsprechend der Zahl der Paare von einer gleich grossen Zahl Spulen aufgebaut. Während die Kabelseele vorne rechts durch maschinelle Kraft vorwärts bewegt wird, rotiert der Verseilkorb der Verseilrichtung entsprechend nach links (in der Richtung der Kabelführung gesehen) und gleichzeitig wickeln sich die Paare von den Spulen ab. Die Verseilrichtung ist von Lage zu Lage umgekehrt, so dass die Lagen kreuzweise übereinanderzuliegen kommen, was ebenfalls eine Verminderung der kapazitiven Kopplungen bezweckt.

Das fertige Aderbündel erhält als letzte Isolierung gegen den Bleimantel mehrere Lagen Papier in Form spiralförmig aufgewickelter Papierbänder nebst einem Baumwollband.

Figur 15 veranschaulicht den Arbeitsvorgang beim Anbringen der Papierbänder. Während sich die Kabelseele nach dem Anbringen der letzten Lage von rechts nach links bewegt, rotiert, ähnlich wie beim Verseilen der Adern, ein mit den Papierbandspulen ausgerüsteter Verseilkorb (zwei Eisenkreuze, deren Arme durch Eisenstäbe mit daraufmontierten Papierbandspulen miteinander verbunden sind) in der dem Uhrzeiger entgegengesetzten Richtung. Die Papierbandumwicklung wird im gleichen Arbeitsgang wie die Adernverseilung und mit der gleichen Verseilmachine ausgeführt.

Obschon die Arbeitsgänge aufmerksam überwacht werden und die Maschinen normalerweise zuverlässig funktionieren, lässt sich nicht vermeiden, dass gelegentlich Aderbrüche oder zerrissenes Isolierpapier die Kontrolle unbemerkt passieren. Deshalb ist es nötig, jedes fertige Aderbündel vor der Weiterbehandlung auf Aderunterbrüche, Kurzschlüsse, Nebenschlüsse und Widerstand zu prüfen.

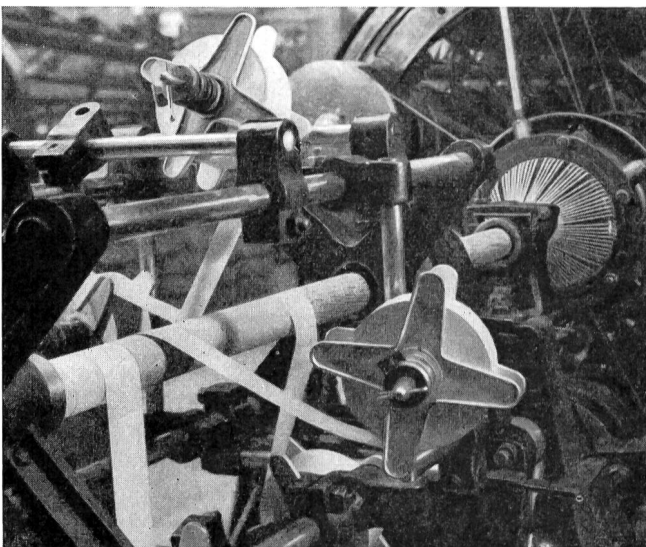


Fig. 15. Papierbandspinner — Enrouleuse de papier

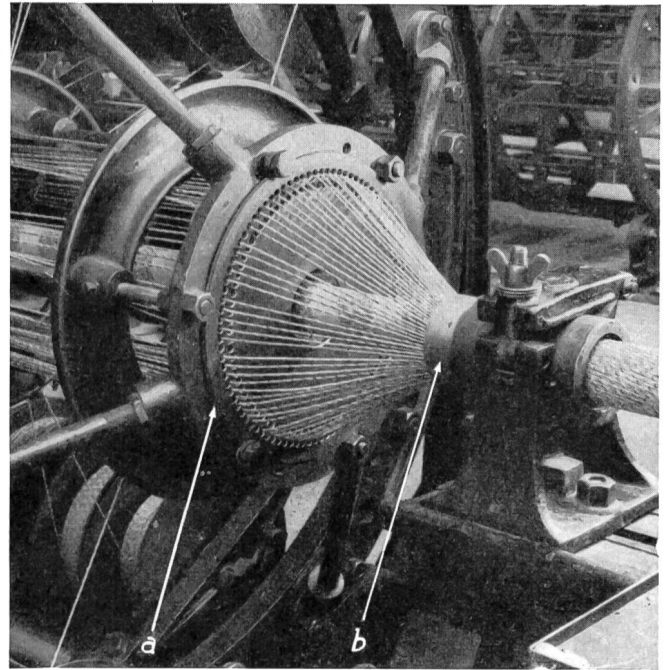


Fig. 14. Die in Figur 13 gezeigte Maschine beim Verseilen eines 1204paarigen Kabels

a = Verseilkopf

b = Nippel

La machine montrée à la figure 13 pendant le câblage de 1204 paires de conducteurs

a = tête de câblage

b = tube-guide

un dévidoir équipé de rouleaux de papier (deux croix de fer réunies par des tiges supportant les rouleaux de papier) tourne, comme c'est le cas pour le câblage des conducteurs, dans le sens inverse à celui des aiguilles d'une montre. Cet enroulement de papier a lieu en même temps que le câblage des conducteurs et avec la même machine.

Bien que les diverses opérations soient attentivement surveillées et que les machines mêmes fonctionnent, normalement, de façon tout à fait sûre, on ne peut éviter que des fils rompus ou du papier déchiré échappent au contrôle. Il importe donc, avant de procéder à de nouvelles opérations, de contrôler si le faisceau des conducteurs accuse des interruptions de fils, des courts-circuits, des dérivations ou des résistances anormales.

Le séchage des câbles

Malgré l'emploi de papier sec pour l'isolement des conducteurs, son état hygroscopique après la constitution du faisceau des conducteurs est trop prononcé pour satisfaire aux valeurs d'isolement prescrites. Abstraction faite de ce que le papier accuse un certain degré d'humidité déjà au début de son emploi, sa teneur en eau augmente, au cours de l'opération d'isolement et de câblage, du fait de ses propriétés hygroscopiques. Un certain degré d'humidité du papier favorise d'ailleurs le câblage, parce qu'il le rend plus résistant et moins sujet à se déchirer.

Das Trocknen der Kabel

Trotzdem zur Isolierung der Adern trockenes Papier verwendet wird, ist dessen Feuchtigkeitsgehalt nach dem Aufbau eines Aderbündels zu gross, um dem vorgeschriebenen Isolationswert zu genügen. Abgesehen davon, dass das Papier bereits zu Beginn der Verarbeitung eine gewisse Feuchtigkeitsmenge enthält, nimmt der Wassergehalt, infolge der wenn auch noch so geringen hygroskopischen Eigenschaft des Papiers, während des Isolier- und Verseilvorganges zu. Uebrigens wird die Verseilung durch einen gewissen Feuchtigkeitsgehalt des Papiers erleichtert, weil das Papier dadurch zäher wird und weniger reisst. Es ist unerlässlich, das Aderbündel vor dem Anbringen des Bleimantels auf besondere Weise zu trocknen. Zu diesem Zwecke gelangt das auf eine Trommel aufgewickelte Aderbündel in ein Vakuumgefäss, das heisst in einen grossen Kessel, der mit verschiedenen zweckdienlichen Registrier- und Messinstrumenten ausgerüstet ist und mit Druck und Vakuum, Wärme und Abkühlung arbeitet.

In Figur 16, die einige solche Kessel zeigt, sieht man, wie ein auf einem Haspel aufgewickeltes, fertiges Aderbündel vermittelst eines fahrbaren Kranes gerade in ein Vakuumgefäss hinuntergelassen oder herausgezogen wird. Neben diesem vertikal arbeitenden Verfahren gibt es Einrichtungen, bei denen die Kabel auf horizontalem Wege in die Vakuumkessel gebracht werden.

Umpressen des Aderbündels mit einem Bleimantel

Auf unserem Gang durch die Fabrikräume gelangen wir nun zur Bleipresse, der bei der Kabelfabrikation eine ausserordentlich wichtige Rolle zukommt. Ich habe bereits unter «Geschichtliches» auf die Schwierigkeiten hingewiesen, die eine dauerhafte Isolierung von Kupferadern behinderten. Die Notwendigkeit, vorerst für den zunehmenden Telegraphen- und später für den Telefonverkehr immer grössere Aderzahlen zu verwenden, muss den Erfindungsgeist offensichtlich angespornt haben. Der Zufall wollte es, dass just im Zeitpunkt, als das Telefon praktische Bedeutung erlangte, die Bleipresse erfunden wurde. Diese Erfindung schuf die Möglichkeit, Bündel isolierter Adern beliebiger Länge mit luft- und wasserdicht abschliessenden Bleimänteln zu umpressen. Wenn auch bereits früher isolierte Leiter in Bleirohre eingezogen und diese dann auf den dem Aderbündel entsprechenden Durchmesser heruntergezogen wurden, so war doch dieses Verfahren sehr umständlich, kostspielig und technisch unzulänglich. Der epochemachende Umschwung in der Kabelfabrikation trat ein, als es gelang, plastisches Blei in einem Arbeitsgang zu einem Rohr um das Aderbündel zu pressen. Zwei voneinander völlig unabhängig forschende Erfinder, *François Borel*, Cortailod (Pat. von 1879), und *Werner von Siemens*, Berlin (Pat. von 1881), bauten die ersten grundsätzlich analog arbeitenden Bleikabelpressen. Diese Blei-

Avant d'être muni de sa gaine de plomb, le faisceau des conducteurs doit être séché par un procédé spécial. A cet effet, on place le faisceau enroulé sur un tambour dans un récipient à vide équipé d'instruments d'enregistrement et de mesure appropriés et travaillant sous pression et à vide, à la chaleur et par refroidissement. On voit à la figure 16, qui représente quelques récipients de ce genre, un tambour contenant un faisceau de conducteurs suspendu à une grue mobile au-dessus de l'un de ces récipients. Outre ce procédé vertical, il existe également des installations dans lesquelles les tambours sont introduits en position horizontale dans les récipients.

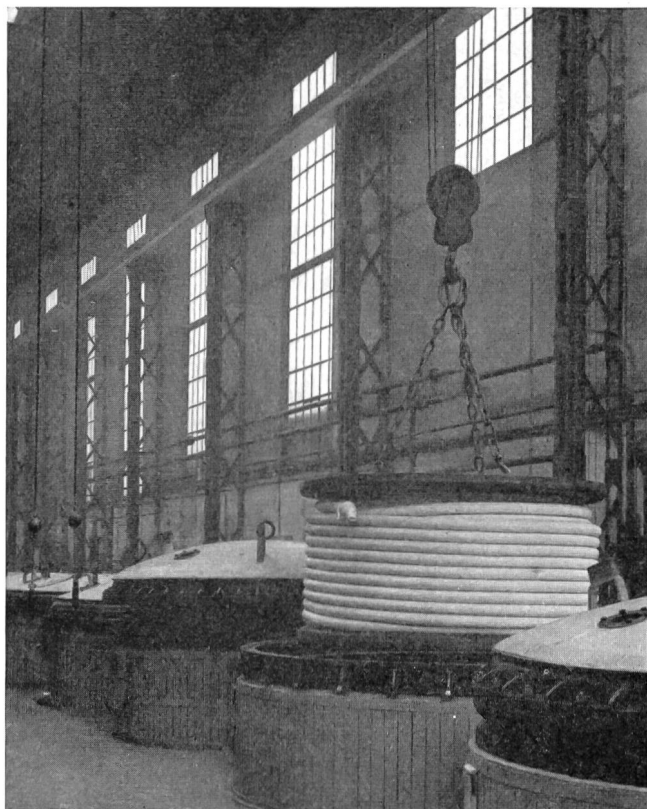


Fig. 16. Vakuumkessel — Récipient à vide

Mise sous plomb du faisceau des conducteurs

Au cours de notre visite des locaux de la fabrique, nous arrivons maintenant vers la presse à plomb qui joue un rôle des plus importants dans la fabrication des câbles. A la partie historique du présent exposé, j'ai déjà attiré l'attention sur les difficultés qui s'opposent à un isolement durable des conducteurs de cuivre. La nécessité d'utiliser d'abord pour le trafic croissant du télégraphe et, dans la suite, pour le téléphone un nombre toujours plus grand de conducteurs doit avoir stimulé l'imagination des inventeurs. Au moment même où le téléphone acquit une importance pratique, la presse à plomb nouvellement inventée fit son apparition. Cette invention donna la possibilité d'envelopper de gaines de plomb étanches des

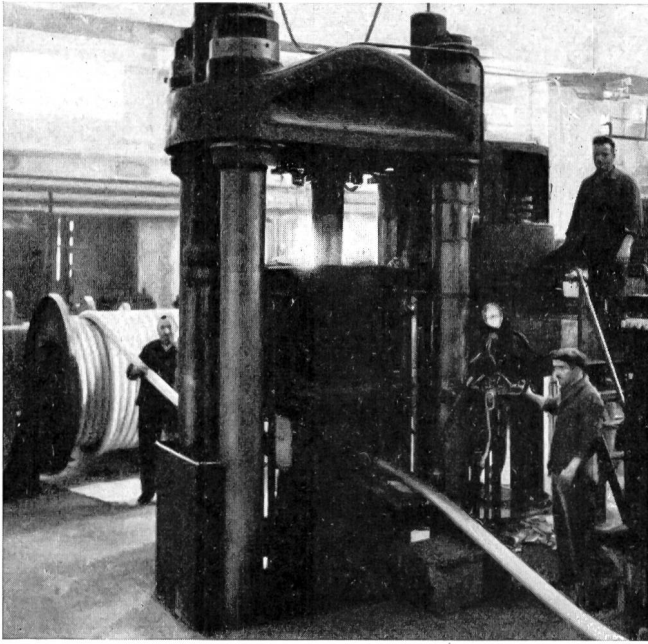


Fig. 17. Das Umpressen des Aderbündels mit einem Bleimantel
Application d'une gaine de plomb sur le faisceau des conducteurs

pressen haben im Laufe von nahezu sieben Jahrzehnten in verschiedener Hinsicht Verbesserungen erfahren. Die ersten einzylindrig gebauten Pressen mussten die Kabel in vertikaler Richtung von oben nach unten oder von unten nach oben passieren. Bereits im Jahre 1881 folgte die zuerst in Wien gebaute liegende Bleikabelpresse von *Huber*. Diese hatte zwei seitlich angeordnete Presszylinder und wurde deshalb als Horizontalbleipresse bezeichnet. Später wurden auch Vertikalbleipressen gebaut.

Eine allgemeine Ansicht einer Vertikal-Bleipresse vermittelt Figur 17.

Wir sehen das sich von einem Haspel abwickelnde Aderbündel, das von hinten in die Presse eingeführt wird und diese, mit einem Bleimantel versehen, vorne bereits wieder verlässt.

In Figur 18 ist eine Presse mit den verschiedenen Instrumenten und Schaltgarnituren deutlicher zu erkennen. Sie besteht aus einem Doppeljoch mit vier zylinderförmigen Führungsschienen, auf denen der Bleirezipient vertikal verschoben werden kann. In der Mitte befindet sich der Bleirezipient und mitten hindurch führt der Pressestempel. Unten ist das wie ein Wasserstrahl austretende Bleikabel sichtbar. Beim Austritt des Kabels aus der Presse werden durch eine mit Typen versehene Rolle die Hauptdaten wie Lieferfirma, Herstellungsjahr, Zahl der Paare und Aderdurchmesser in den warmen Bleimantel eingepresst. Die Rolle ist in der Figur über dem Kabel sichtbar. Beispiel des Aufdruckes:

BBC—1—VI—48—FK—48—1,5—14—1,0

Dies bedeutet: Berthoud, Borel et Cie, Cortaillod (ehemalige Firmenbezeichnung) vom 1. VI. 1948,

faisceaux de conducteurs de n'importe quelle longueur. Si l'on était parvenu autrefois à placer des fils isolés dans des tubes de plomb dont on réduisait ensuite le diamètre à celui du faisceau des conducteurs, on doit reconnaître que ce procédé était non seulement très compliqué, mais aussi très coûteux et insuffisant au point de vue technique. Dans la fabrication des câbles, un revêtement sensationnel se produisit lorsqu'on parvint à garnir les câbles d'une gaine de plomb en une seule opération. Indépendamment l'un de l'autre, deux savants, François Borel à Cortaillod (brevet de 1879) et Werner Siemens à Berlin (brevet de 1881) construisirent les premières presses à plomb travaillant selon des principes analogues. Au cours de bientôt 70 ans, ces presses ont été perfectionnées sous différents rapports. Dans les premières presses, les câbles devaient passer verticalement du haut vers le bas ou du bas vers le haut. Mais déjà en 1881 apparut la presse horizontale Huber qui possédait deux cylindres de pression disposés aux deux côtés de la presse. Plus tard, on construisit également des presses verticales.

La figure 17 représente la vue d'ensemble d'une presse à plomb verticale.

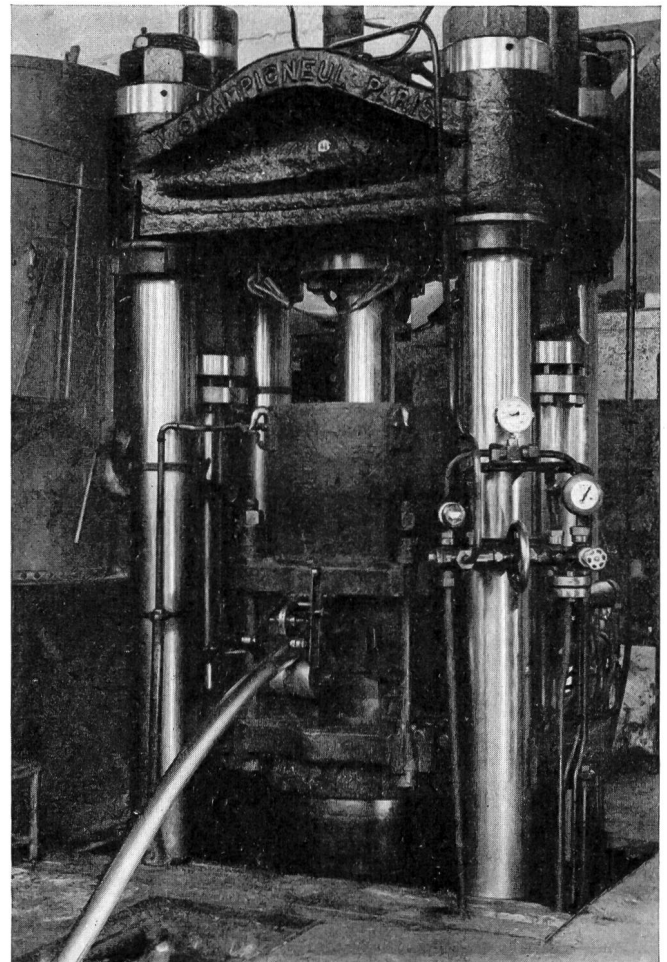


Fig. 18. Vertikal-Bleipresse — Presse à plomb verticale

Fernkabel mit 48 Paaren 1,5 mm und 14 Paaren 1,0 mm.

Der Arbeitsvorgang ist folgender: Um das Blei in den Rezipienten einfüllen zu können, wird es vor-gängig in besondern mit Kohle, Oel oder elektrisch geheizten Kesseln geschmolzen. Im Rezipienten erstarrt es aber wieder. Am Pressekopf muss es nochmals aufgeheizt werden, um ihm die nötige plastische Eigenschaft zum Pressen und Binden zum Bleirohr im Innern der Presse zu geben.

Es ist wichtig, das Blei im Rezipienten ständig unter richtigem Druck und die Presse in angemessener Geschwindigkeit zu halten. Schliesslich ist die richtige Heizung des Bleirezipienten und des Pressekopfes ausschlaggebend für die Qualität des Bleimantels. Die Temperatur des Bleis im Rezipienten variiert zwischen 100 bis 140° C und soll im Pressekopf 140 bis 180° C betragen. Zur Erhöhung der

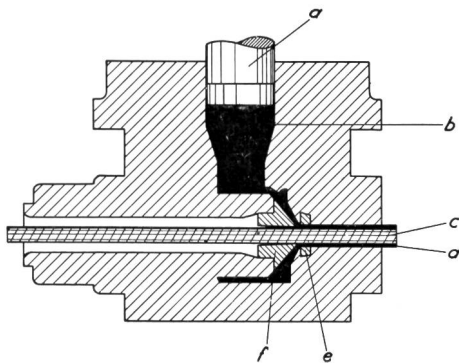


Fig. 19

Querschnitt durch die Bleipresse

- a = Pressestempel
- b = plastisches Blei
- c = Aderbündel
- d = Bleimantel
- e = Matrize
- f = Dorn

Coupe de la presse à plomb

- a = fouloir
- b = plomb plastique
- c = faisceau des conducteurs
- d = gaine de plomb
- e = matrice
- f = mandrin

Härte und damit der Festigkeit der Bleimäntel wird das Blei für gewisse Kabel mit 1...2% Zinn legiert. Je nach dem Kabeldurchmesser erhalten die Bleimäntel eine Dicke von 1,5...3,5 mm. Sie müssen 10 Abbiegungen über einen Zylinder mit dem zehnfachen Kabeldurchmesser ohne Rissbildung aushalten können.

Es ist ferner darauf zu achten, dass keine Fremdkörper, wie Schlacken (Bleioxyd) u. a. m., in das reine Blei gelangen und auf diese Weise in den Bleimantel eingepresst werden. Solche Unreinigkeiten lösen sich später gelegentlich vom Blei und hinterlassen in Form kleiner Löcher undichte Stellen, durch welche Feuchtigkeit ins Kabelinnere dringt und in der Folge Isolationsfehler verursacht.

Figur 19 zeigt, wie das unter Druck vorgeschobene Bleirohr sich mit dem durch den hohlen Dorn geführten Aderbündel zum eigentlichen Kabel formt. Die Vorwärtsbewegung des Kabels wird durch den Druck der Presse bewirkt.

Le faisceau des conducteurs qui se déroule d'un tambour est introduit depuis derrière dans la presse et en ressort par devant muni d'une gaine de plomb.

Dans la figure 18, on reconnaît mieux les détails de la presse avec ses différents instruments et les organes de commande. Cette presse est constituée d'un chapeau et de quatre colonnes cylindriques, le long desquelles le conteneur de plomb se déplace verticalement. Le conteneur de plomb est donc situé au milieu des colonnes, et le fouloir pénètre dans son centre. Au bas, on voit sortir le câble sous plomb. A la sortie du câble hors de la presse, une petite roue imprime sur la gaine de plomb encore très chaude des indications utiles, telles que le nom du fournisseur, l'année de fabrication, le nombre des paires et le diamètre des conducteurs. Dans la figure, on voit la position de cette roue au-dessus du câble. Voici un exemple d'une indication de ce genre:

BBC—1—VI—48—FK—48—1,5—14—1,0

ce qui signifie: Berthoud, Borel & C^{ie}, Cortaillood (ancien nom de la raison sociale), 1^{er} juin 1948, câble interurbain (FK = Fernkabel) à 48 paires de 1,5 mm de diamètre et 14 paires de 1,0 mm de diamètre. La gaine de plomb est confectionnée de la manière suivante: Le plomb est d'abord fondu dans des récipients chauffés au charbon, à l'huile ou à l'électricité. On l'introduit dans le conteneur où il se solidifie. Dans la tête de la presse, on doit le chauffer à nouveau pour lui donner la plasticité nécessaire à la formation du tube de plomb à l'intérieur de la presse.

Il est important que le plomb soit constamment sous pression et que la presse ait une vitesse continue bien réglée. Le chauffage correct du conteneur et de la tête de presse sont déterminants pour la bonne qualité de la gaine de plomb. La température du plomb dans le conteneur varie de 100 à 140° C, et dans la tête de presse elle doit accuser de 140 à 180° C. Pour certains câbles on fait un alliage de 1 à 2% d'étain afin d'augmenter la résistance mécanique de la gaine. Suivant le diamètre du câble, les gaines de plomb ont une épaisseur de 1,5 à 3,5 mm. Les gaines doivent pouvoir supporter sans se fissurer 10 flexions sur un cylindre d'un diamètre dix fois plus grand que celui du câble.

D'autre part, on doit veiller à ce qu'aucun corps étranger, (oxyde de plomb, etc.), ne souille le plomb ou ne soit pressé dans la gaine, car les impuretés de ce genre peuvent plus tard s'en détacher et laisser des petits trous par lesquels l'humidité pourrait s'infiltrer à l'intérieur du câble et provoquer des défauts d'isolement.

La figure 19 montre comme le tube de plomb avance et forme le câble avec le faisceau des conducteurs sortant du mandrin creux. L'avancement du câble se produit par la pression à laquelle le plomb est soumis.

Le conteneur de plomb est poussé contre le fouloir au moyen d'une pompe hydraulique à trois pistons. Au lieu des anciennes presses à plomb hori-



Fig. 20. Prüfen der Kabel im Messraum
Mesure des câbles dans la salle des essais

Der Bleibehälter wird durch hydraulischen Druck einer dreizylindrigen Kolbenpumpe gegen den Pressestempel angetrieben. An Stelle der früher verwendeten weniger leistungsfähigen Horizontalbleipressen mit zwei seitlich arbeitenden Pressestempeln sind heute vorwiegend Vertikalbleipressen im Gebrauch. Der Wasserdruck beträgt maximal 400 kg/cm^2 und, entsprechend dem Verhältnis von beispielsweise $14 : 1$ der Fläche des Kolbens im Wasserzylinder zu derjenigen des Pressestempels, der spezifische Druck auf dem Blei im Bleirezipienten ungefähr 5600 kg/cm^2 . Gemessen an der Fläche des Pressestempels kann der maximale Totaldruck nahezu 2 Millionen Kilogramm erreichen. Die Rezipienten grösster Bleipressen können für einen Pressvorgang nutzbare Bleimengen bis zu 1200 kg aufnehmen. Der Umstand, dass die Rezipienten immer wieder nachgefüllt werden müssen, hat Zeitverluste und oft Unterbrüche im Pressvorgang für ein und dieselbe Kabellänge zur Folge. Dabei entstehen jedesmal an den Stellen, wo die Presse abgestellt werden musste, die sogenannten «Bambusringe».

In nächster Zeit wird die «Société d'exploitation des câbles électriques, Cortaillod» aus England eine vervollkommnete Bleipresse erhalten, bei welcher die Bleimäntel ohne Unterbrechung des Pressevorganges hergestellt werden können. Bei dieser kontinuierlichen *Pirelli*-Bleipresse wird das Pressgut nicht durch Kolbendruck befördert, sondern der Vorschub ge-

zontales à deux fouloirs latéraux dont la capacité était moindre, on utilise aujourd'hui presque exclusivement des presses verticales. La pression d'eau est au maximum de 400 kg/cm^2 ; selon le rapport de 14 à 1 , par exemple, entre la surface du piston de la pompe hydraulique et celle du fouloir, la pression spécifique exercée sur le plomb dans le conteneur est d'environ 5600 kg/cm^2 . Mesurée à la surface du fouloir, la pression maximum totale peut atteindre environ 2 millions de kilogrammes. Les conteneurs des plus grandes presses à plomb peuvent recevoir jusqu'à 1200 kg de plomb par remplissage. Les conteneurs devant toujours être remplis à nouveau, il en résulte des pertes de temps et souvent aussi des interruptions dans le processus pour une seule et même longueur de câble. Aux endroits où la presse a dû être arrêtée, il se produit des «anneaux de bambou».

Ces temps prochains, la Société d'exploitation des câbles électriques de Cortaillod recevra d'Angleterre une presse à plomb perfectionnée, qui permettra de confectionner les gaines de plomb feront sans interruption. Dans cette presse *Pirelli* à mouvement continu, le plomb n'est plus transporté par la pression des pistons de la pompe hydraulique, mais son avancement vers la matrice est assuré par l'action d'une vis sans fin centrée sur le câble. En plus du gain de temps, de la suppression des anneaux de bambou et des irrégularités de température, la nouvelle presse offre l'avantage d'éliminer presque complètement le danger de pénétration d'impuretés dans le plomb. Le plomb utilisé pour la confection des gaines de câbles doit être chimiquement aussi pur que possible. Il provient principalement d'Espagne, d'Amérique (Mexique) et de Yougoslavie.

Vérification des câbles

La gaine de plomb soudée à ses deux extrémités est soumise à un essai de pression sévère; à cet effet, on lui fait subir une pression intérieure jusqu'à $2,5$ atmosphères.

Avant toute autre opération, on dirige le câble dans la salle des mesures électriques.

La figure 21 représente un câble prêt à être mesuré. Tous les conducteurs sont reliés entre eux par un fil de cuivre. En libérant de ce fil chaque conducteur l'un après l'autre, on vérifie le câble au point de vue de l'isolement des conducteurs entre eux, comme aussi entre les conducteurs et la gaine de plomb. On fait ici également toutes les mesures de résistance, de capacité, de déséquilibre de capacité entre les circuits de base, les circuits de base et les circuits fantômes des câbles DM et des câbles toronnés en étoile, etc.

L'essai de résistance diélectrique est également indispensable, car il est prescrit dans le cahier des charges que les câbles doivent supporter entre la gaine de plomb et les conducteurs une tension alternative de 2000 volts à 50 périodes, et les conducteurs entre eux une tension de 600 volts pendant deux minutes sans qu'une décharge disruptive se produise.

schiebt durch eine Schnecke, die zentrisch um das Kabel angeordnet ist und das Blei gegen die Matrize hin befördert. Ausser dem Zeitgewinn, dem Vermeiden von Bambusringen und den Temperaturunregelmässigkeiten bietet diese neue Presse den Vorteil, dass die Gefahr des Eindringens von Bleischlacken (Bleioxyd) fast restlos ausgeschaltet wird. Das zur Herstellung von Bleimänteln verwendete Blei muss möglichst chemisch rein sein. Es wird hauptsächlich von Spanien, Amerika (Mexiko) und Jugoslawien bezogen.

Prüfen der Kabel

Der fertige, an den Kabelenden verlötete Bleimantel wird einer strengen Dichtigkeitsprüfung unterzogen und zu diesem Zwecke einem innern Druck bis zu 2,5 Atmosphären ausgesetzt.

Bevor nun das Kabel weiterbehandelt wird, gelangt es in den Messraum zur elektrischen Prüfung.

In Figur 21 sehen wir ein zum Messen vorbereitetes Kabel. Sämtliche Adern sind durch einen Draht miteinander verbunden. Indem jede Ader der Reihe nach von diesem Verbindungsdraht getrennt wird, kann das Kabel auf Isolation zwischen den Adern unter sich und zwischen den Adern und dem Bleimantel geprüft werden. Hier erfolgen auch sämtliche Messungen auf Widerstand, Kapazität, Kapazitätsunsymmetrie zwischen Stammleitungen, Stamm- und Phantomleitungen (bei DM- und Sternkabeln für Fernverkehr) usw.

Schliesslich ist auch die Prüfung auf die elektrische Durchschlagsfestigkeit unerlässlich, denn die Lieferungsvorschriften verlangen, dass die Kabel zwischen Bleimantel und Adern eine Wechselstromspannung von 2000 Volt bei 50 Perioden und zwischen den einzelnen Adern von 600 Volt während zwei Minuten ohne Durchschlag aushalten können.

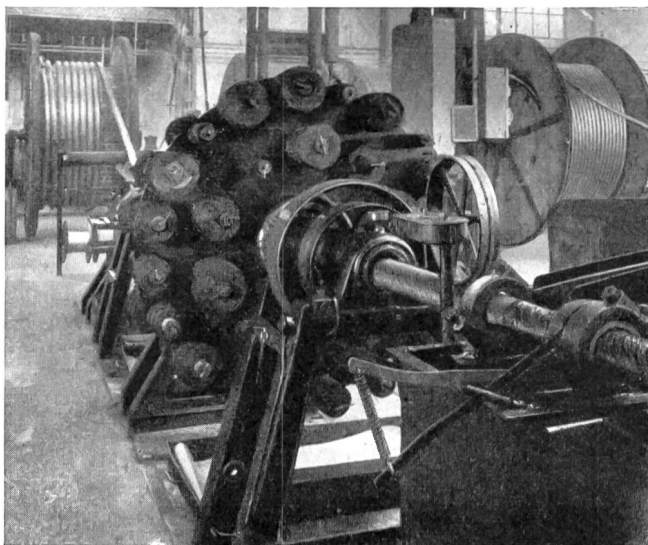


Fig. 22. Maschine zum Anbringen der Juteumwicklung
Machine pour l'application de jute

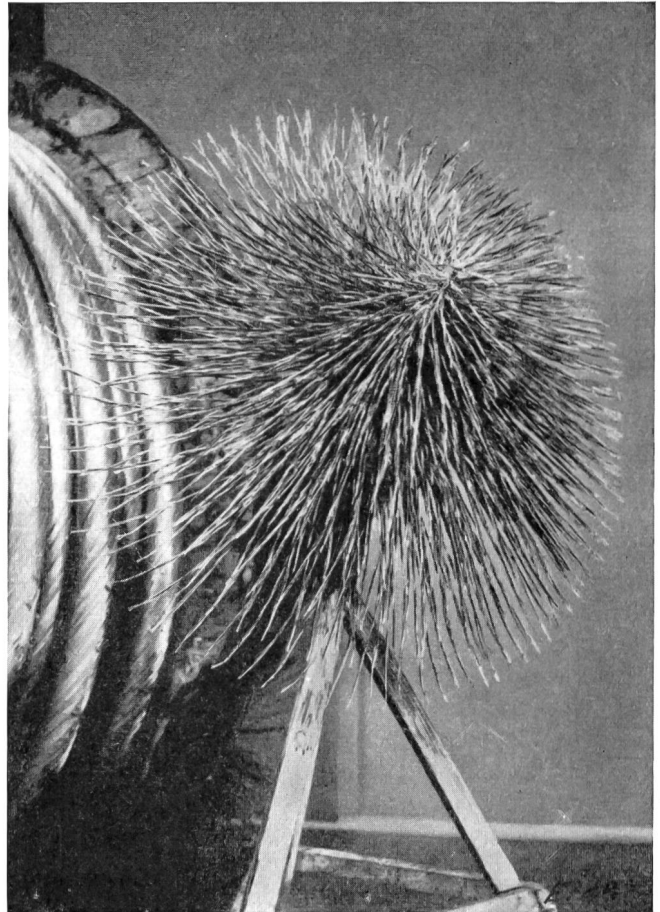


Fig. 21. Zum Messen vorbereitetes Kabel
Câble préparé pour les mesures

Protection de la gaine de plomb

Après ces essais, on enveloppe le câble de quelques couches de papier asphalté, avec recouvrement des bords. Sur cette enveloppe de papier, on applique une couche de jute également asphalté. Comme on le voit à la figure 22, cette opération se fait de façon analogue à celle du câblage des conducteurs. Le câble avec sa gaine de plomb se déroule d'une bobine (à gauche de la figure), arrive d'abord vers l'enrouleuse de papier (qu'on ne voit pas sur la figure), puis vers la machine pour l'application du jute. Le câble muni de cette protection de jute est appelé «câble non armé».

Les câbles destinés à être tirés dans des canalisations en tuyaux reçoivent encore une armure de fils de fer méplats zingués au feu. Pour appliquer cette armure dont les fils ont une épaisseur de 1,2 mm ou, le plus souvent, de 1,7 mm, on utilise des machines travaillant comme les machines de câblage tout en étant plus robustes. La figure 23 représente la partie avant d'une machine à armer les câbles. Les bobines de fils méplats ne sont pas visibles. Mais on voit les fils d'armure passant par différents trous pour aboutir dans un tube-guide, où ils sont réunis et appliqués en spirales autour du câble. Le dispositif de câblage tourne à droite, vu dans le sens d'avancement du câble.

Bleimantelschutz

Nachdem das Kabel diese Prüfungen bestanden hat, erhält es als Bleimantelschutz einige Lagen asphaltierte Papierbänder, die sich überlappen. Darüber folgt eine Schicht aus asphaltiertem Jutegarn. Wie Figur 22 veranschaulicht, geschieht das Anbringen von Jutegarn in ähnlicher Weise wie das Verseilen von Adern. Während das mit einem blanken Bleimantel versehene Kabel sich von einem Haspel abwickelt (hinten links), kommt es vorerst durch die Papierumwicklungsmaschine, die auf dem Bilde allerdings nicht sichtbar ist, und schliesslich durch die Jute-Umwicklungsmaschine. Mit diesem Schutz versehen bezeichnet man ein Kabel als «nicht armiert» oder «unarmiert».

Die zum Einzug in Rohrleitungen bestimmten Kabel erhalten eine Armatur aus feuerverzinkten Flacheisendrähnen. Für das Anbringen der 1,2 mm oder meistens 1,7 mm dicken Flachdrähte sind Maschinen notwendig, die ähnlich wie die Verseilmaschinen arbeiten, jedoch bedeutend stärker als jene gebaut sein müssen. In Figur 23 sehen wir den Vorderteil einer solchen Armierungsmaschine. Die Spulen mit dem Flachdraht sind auf dem Bilde nicht sichtbar. Dagegen sieht man, wie die Armaturdrähte durch den Verseilkorb und den Nippel zu einer Lage zusammengeführt und spiralförmig um das Kabel verseilt werden. Der Verseilkorb rotiert, in der Bewegungsrichtung des Kabels gesehen, nach rechts.

Endlich wollen wir noch eine zweite Armierungsart kennenlernen. Sie besteht aus zwei asphaltierten, sich überlappenden Eisenbändern, die, je nach Kabeldurchmesser, 0,5, 0,8 oder 1,0 mm dick sind.

Das Anbringen dieser Bänder über der Juteschicht ist in Figur 24 dargestellt. Das Kabel bewegt sich von links nach rechts. Die zwei Eisenbänder wickeln sich von den beiden grossen Spulen über und unter

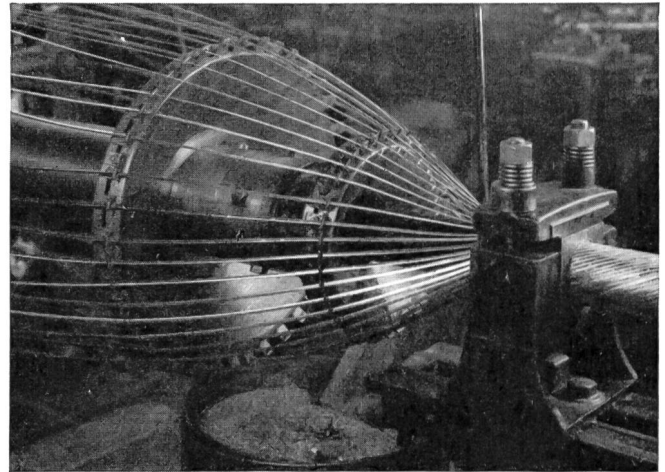


Fig. 23. Maschine zum Armieren mit Flacheisendrähnen
Machine pour armer les câbles de fils méplats

Un autre genre d'armure consiste en deux rubans de fer à recouvrement des bords et dont l'épaisseur est de 0,5, 0,8 ou 1,0 mm suivant le diamètre du câble.

L'application de ces rubans est représentée à la figure 24. Le câble avance de gauche à droite, et les deux rubans de fer se déroulent des deux grandes bobines situées au-dessus et au-dessous du câble et passent sur des galets pour s'appliquer autour du câble.

Le câble reçoit ensuite une deuxième enveloppe de jute comme protection supplémentaire et aussi pour empêcher que les ouvriers occupés à la pose des câbles de ce genre ne se blessent. Pour éviter que les spires des câbles recouverts de jute asphalté n'adhèrent les unes aux autres et que ces câbles ne se collent aux mains et aux habits des ouvriers qui les manipulent, il est prescrit de les saupoudrer de talc.

Tous les câbles sont expédiés sous une pression intérieure de 1 à 2,5 atmosphères. A leur arrivée à pied d'œuvre, on peut ainsi constater, en ouvrant une soupape soudée sur la gaine de plomb, s'ils ont conservé leur pression.

Les différents genres de câbles et leurs propriétés

Suivant l'usage que l'on veut faire des câbles, leurs propriétés électriques doivent répondre à des exigences très rigoureuses, par exemple en cas de câbles interurbains à courants porteurs ou DM. Si, par contre, leur longueur d'exploitation est relativement courte et l'utilisation des circuits peu compliquée, les exigences auxquelles ils doivent répondre peuvent être simplifiées et leur constitution pourra être modifiée en conséquence.

Nous voulons maintenant nous rendre compte du but que doivent remplir le cordon et le ruban de papier nécessaires à l'isolement des conducteurs. Les conducteurs isolés doivent accuser des valeurs d'isolement très élevées et des valeurs de capacité très régulières et bien déterminées. Nous ne jugeons pas nécessaire de définir ces valeurs électriques pour

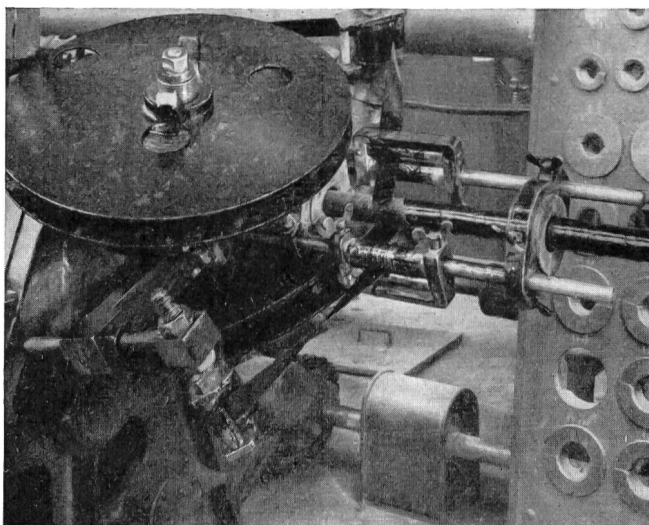


Fig. 24. Maschine zum Armieren mit Eisenbändern
Machine pour armer les câbles de rubans de fer

dem Kabel ab und gelangen über Führungsrollen auf das Kabel.

Zum Schutze der mit der Kabellegung beschäftigten Arbeiter und des Kabels selbst wird über der Eisenbandarmatur eine weitere Juteschicht angebracht. Schliesslich ist zur Vermeidung des Zusammenklebens auf dem Haspel und des Anklebens der asphaltgetränkten Jute an Händen und Kleidern vorgeschrieben, nicht armierte und bandarmierte Kabel mit Talkpulver zu bestreuen.

Sämtliche Kabel werden unter einem inneren Druck von 1 bis $2\frac{1}{2}$ Atmosphären spediert, damit bei der Ankunft an der Verwendungsstelle und nach der Auslegung der Kabel durch Öffnen eines auf den Bleimantel gelöteten Ventils festgestellt werden kann, ob der Druck noch vorhanden ist.

Kabelarten und ihre Eigenschaften

Je nach dem Verwendungszwecke der Kabel müssen die elektrischen Eigenschaften höchsten Anforderungen entsprechen, wie zum Beispiel Trägerstrom- und DM-Fernkabel, oder sie können, mit Rücksicht auf die relativ geringe Betriebslänge und die weniger komplizierte Ausnützung der Leitungen, einfachern Bedingungen genügen. Dementsprechend ist ihr Aufbau verschieden.

Wir wollen noch kurz den Zweck der Papierschnur und des Papierbandes, die beide zum Isolieren der Adern nötig sind, klarlegen. Die isolierten Adern müssen hohe Isolationswerte und gleichmässige Kapazitätswerte von bestimmter Grösse aufweisen. Beide elektrischen Grössen brauchen für unsere Betrachtung hier nicht näher erörtert zu werden. Es mag genügen zu erwähnen, dass durch die möglichste Herabsetzung der Kapazitätsunsymmetrien in erster Linie das Uebersprechen, bzw. Ueberhören von Leitung zu Leitung vermieden werden soll. Je nach dem Verwendungszweck eines Kabels (Ausnützung der Phantomleitungen, Vielfach-Telephonie bei Trägerstromkabeln usw.) ist dessen Aufbau zur Verbesserung seiner elektrischen Eigenschaften auch entsprechend komplizierter. Der Kapazitätswert wird durch den Durchmesser der Kupferader und sodann durch die Isolierschicht, bzw. deren Abstand vom Leiter und dem mehr oder weniger gedrängten Aufbau des Kabels bestimmt. Es ist sehr wesentlich, dass das Isolierpapier in kreisrunder Rohrform um die Leiter gewickelt wird und überall möglichst gleichen Abstand vom Leiter erhält. Indem die Kupferader vorerst mit einer spiralförmig verlaufenden dünnen Papierschnur umwickelt wird, lässt sich ein symmetrischer Abstand des Isolierpapiers von der Leiterachse erreichen.

Das Isolierpapier, das spiralförmig um Kupferader und Kordel (Papierschnur) gewickelt ist, muss ganz besondere Eigenschaften aufweisen, die durch entsprechende Papierqualität (nordische Zellulose), geeignete Vermahlung und Verarbeitung erzielt werden. Hinsichtlich der Papierqualität beziehen sich die Bestimmungen der Lieferungsvorschriften für

les considérations qui suivent. Il nous suffira de mentionner qu'en abaissant le plus possible les déséquilibres de capacité, on cherche à éliminer en premier lieu la diaphonie d'un circuit à l'autre. Selon l'emploi auquel un câble est destiné (utilisation des circuits fantômes, téléphonie multiple sur câbles à courants porteurs, etc.), sa constitution en vue d'améliorer ses propriétés électriques devient plus compliquée. La valeur de capacité est déterminée par le diamètre du conducteur, par la couche isolante, c'est-à-dire par son éloignement du conducteur, ainsi que par la construction plus ou moins compacte du câble. Il est d'importance primordiale que le papier isolant soit enroulé sous forme de tube circulaire autour des conducteurs et que son éloignement du conducteur soit partout le même. En entourant le conducteur de cuivre d'un mince cordon de papier disposé en spirales, on réalise une distance symétrique entre le papier et l'axe du conducteur.

Le papier isolant qui enveloppe en spirales le conducteur et le cordon de papier qui l'entoure doit accuser des propriétés toutes particulières, obtenues par le choix de la qualité (cellulose nordique) et un traitement approprié. En ce qui concerne la qualité même du papier, les dispositions du cahier des charges pour la livraison des câbles ont trait à la résistance du papier à la rupture, à l'allongement jusqu'à la rupture, à l'uniformité de la texture, à l'épaisseur, aux fibres, à la teneur en cellulose, au résidu en cendres, aux propriétés hygroscopiques, au nombre de doubles pliages qu'il doit supporter, ainsi qu'à l'enroulement en spirales sur un mandrin d'un diamètre égal à 10 fois celui du conducteur.

Les câbles toronnés en paires ou en quarts-étoile utilisés pour les embranchements d'abonnés ont les nombres de conducteurs suivants:

2×2 , 5×2 , 6×2 , 10×2 , 20×2 , 30×2 , 40×2 , 60×2 , et toujours 20 paires en plus jusqu'à 220×2 puis 400×2 , 600×2 et 1200×2 . Les câbles à 400, 600 et 1200 paires ne sont construits qu'en quarts-étoile. Ces gradations arbitraires sont avantageuses pour la répartition des conducteurs, mais elles empêchent l'observation d'une certaine régularité dans la constitution du faisceau; il en résulte certains désavantages au point de vue des propriétés électriques, que l'on peut toutefois tolérer dans les câbles d'abonnés relativement courts et dont seuls les circuits de base sont utilisés. Il en est autrement pour les câbles DM, les câbles à courants porteurs et les câbles toronnés en quarts-étoiles servant au trafic du réseau interurbain et des réseaux ruraux. Ces câbles sont construits selon des règles bien déterminées, c'est-à-dire qu'une couche accuse toujours 6 quarts de plus que la précédente, à condition que tous les conducteurs soient de même diamètre. Voici quelques exemples:

Câble à courants porteurs:

centre = 3 quarts à conducteurs de 1,3 mm
entouré d'une couche de 9 quarts à conducteurs de 1,3 mm

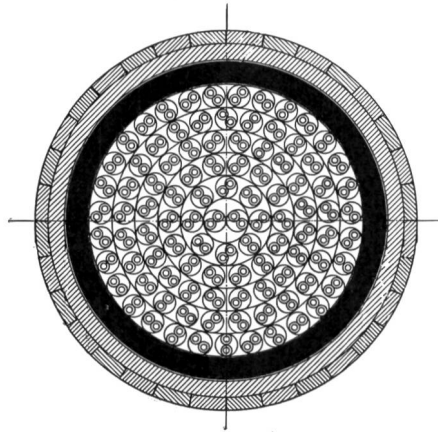


Fig. 25. Paarverseiltes Teilnehmerkabel 100×2 0,8 mm
Câble d'abonnés à 100×2 conducteurs de 0,8 mm toronnés en paires



Fig. 26. Sternviererverseiltes Teilnehmerkabel zu 1204×2 Adern (602 Vierer). Durchmesser über der Armatur 87,4 mm. Gewicht pro Meter 22 kg. Einführung dieses Kabeltyps in der Schweiz im Jahre 1924
Câble d'abonnés à 1204×2 conducteurs toronnés en quartes-étoile (602 quartes). Diamètre sur l'armure 87,4 mm. Poids par mètre 22 kg. Ce type de câble est utilisé en Suisse depuis l'année 1924

Kabel auf Bruchfestigkeits- und Bruchdehnungsgrenzen, gleichförmiges Gefüge, Papierdicke, Fasierung, minimalen unaufgelösten Zellstoffgehalt, minimalen Aschengehalt, geringe hygroskopische Eigenschaft, Zahl der Doppelfaltungen und spiralförmige Aufwicklung eines Papierstreifens um einen Dorn vom zehnfachen Durchmesser der Kupferader, ohne dass Risse entstehen.

Paarverseilte oder sternviererverseilte Kabel, die dem Anschluss von Teilnehmerstationen an die Ortszentralen dienen, gelangen in den Grössen 2×2 , 5×2 , 6×2 , 10×2 , 20×2 , 30×2 , 40×2 , 60×2 und je 20 mehr bis 220, dann 400, 600 und 1200×2 Adern zur Verwendung. Die 400-, 600- und die 1200paarigen Kabel werden nur in Sternviererverseilung angefertigt. Diese willkürlichen Abstufungen, die für die Adernverteilung vorteilhaft sind, verunmöglichen dagegen einen regelmässigen Kabelaufbau, und es haften ihnen demzufolge, vom elektrischen Standpunkte aus beurteilt, gewisse Nachteile an, die jedoch bei Teilnehmerkabeln, die verhältnismässig kurz sind und nur die Ausnützung der Stammleitungen zu gewährleisten brauchen, in Kauf genommen werden können. Anders verhält es sich bei DM-Kabeln, Trägerstrom- und sternviererverseilten Kabeln für den Verkehr im Fernnetz und in Landnetzen. Hier finden wir eine ganz bestimmte Gesetzmässigkeit, indem von Lage zu Lage, gleiche Aderdurchmesser vorausgesetzt, immer sechs Vierer mehr untergebracht sind. Als Beispiel seien angeführt:

Trägerstromkabel: Kern = drei Vierer mit 1,3 mm-Adern, umgeben von einer Lage mit neun Vierern von gleichem Aderdurchmesser.

Sternviererverseilte Bezirkskabel:

	28 x 2	64 x 2	106 x 2	164 x 2	244 x 2
Kern (Musikpaare)	4	4	4	4	4
1. Lage, Zahl der Vierer	12	12	11	11	12
2. " " " "	-	18	17	17	18
3. " " " "	-	-	23	23	24
4. " " " "	-	-	-	29	30
5. " " " "	-	-	-	-	36

Câbles ruraux en quartes-étoile:

	28 x 2	64 x 2	106 x 2	164 x 2	244 x 2
centre (paires musicales)	4	4	4	4	4
1 ^{re} couche, nombre des quartes	12	12	11	11	12
2 ^e " " " "	-	18	17	17	18
3 ^e " " " "	-	-	23	23	24
4 ^e " " " "	-	-	-	29	30
5 ^e " " " "	-	-	-	-	36

Pour avoir aussi dans les câbles toronnés en quartes-étoile et dans les câbles DM des nombres totaux pairs, on choisit pour former le centre un faisceau suffisamment grand, auquel on ajoute en cas de nécessité des ficelles de papier jusqu'à l'obtention du diamètre voulu. Suivant les besoins, le centre des

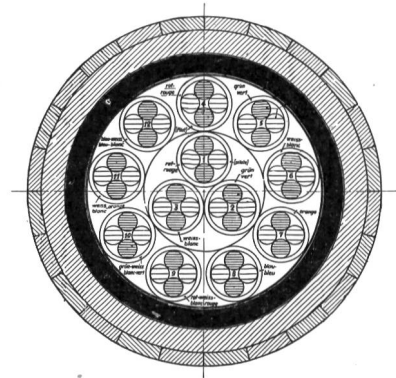


Fig. 27. Sternviererverseiltes Trägerstromkabel zu 24×2 Adern, 1,3 mm (12 Vierer)
Câble à courants porteurs à 24×2 conducteurs de 1,3 mm toronnés en 12 quartes-étoile

Um auch in Sternvierer- und DM-Kabeln gerade Gesamtaderzahlen zu erhalten, wird ein entsprechend grosses Kernbündel gewählt, dem nötigenfalls durch Papierschnureinlagen im Zentrum der gewünschte Durchmesser gegeben wird. Ergänzend sei erwähnt, dass, je nach Bedürfnis, in Fern- und Bezirkskabeln vier mit metallisiertem Papier abgeschirmte Paare den Kern bilden.

Die noch bis 1946 ausnahmslos verwendeten paarverseilten Bezirkskabel gelangen wegen ihres elektrisch ungünstigen Aufbaues nur noch dort zur Verwendung, wo sich die Auslegung sternviererverseilter Kabel mit den grossen Abstufungen 28/64/106/164/244 × 2 aus finanziellen Rücksichten nicht verantworten lässt, das heisst, wo zum Beispiel ein 40paariges paarverseiltes Kabel vollauf genügt, während ein gleich grosser Sternvierertyp (s. vorstehende Tabelle) nicht besteht.

Kabelquerschnitte

Um das Ausmitteln der Adern für Messzwecke und das Spleissen zu erleichtern, erhalten die Kabel in jeder Lage ein Paar oder einen Vierer als Zählpaar oder -vierer, die mit orangefarbigem Papier umwickelt sind. Beim Ausnumerieren zum Spleissen wird bei einem Teilnehmerkabel, von der Zentrale aus gesehen, in jeder Lage vom Zählpaar oder -vierer aus im Uhrzeigersinne gezählt. Bei Fernkabeln ist die die Spleissrichtung bestimmende Zentrale von Fall zu Fall festzulegen. Die Kennzeichnung der zu Paaren und Vierern gehörenden Adern geschieht nach Figur 28 durch Bedrucken des Isolierpapiers und Umwickeln mit Bindfaden in unterschiedlichen Farben der Lieferfirmen.

Schlussbetrachtungen

Auf unserem Gange durch die Kabelfabriken haben wir gesehen, dass ein fertiges Kabel das Ergebnis einer langen Kette von Arbeitsverrichtungen ist, die, einzeln betrachtet, nicht besonders kompliziert erscheinen. Oberflächlich beurteilt kann man dies gel-

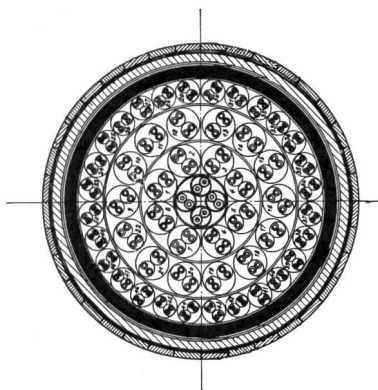


Fig. 29. Dieselhorst-Martin-(DM-)verseiltes Fernkabel, 104 × 2 Adern, 0,9/1,4 mm (50 Vierer und 4 Musikpaare)
Câble interurbain à 104 × 2 conducteurs 0,9/1,4 mm toronnés en quarts Dieselhorst-Martin (DM) (50 quarts et 4 paires musicales)

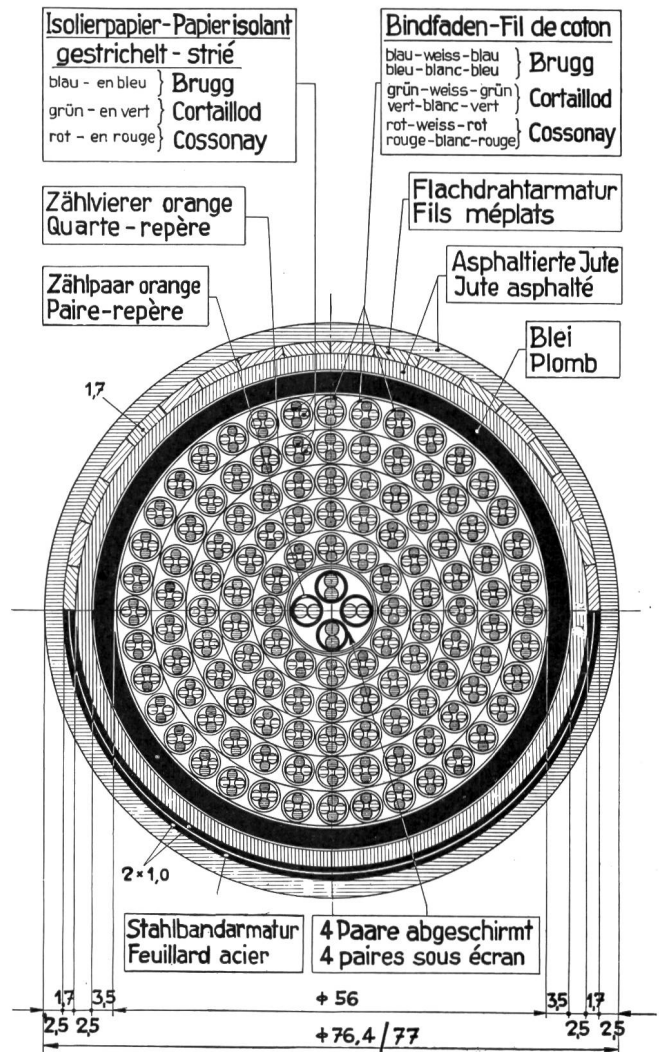


Fig. 28. Sternviererverseiltes Fern- oder Bezirkskabel zu 244 × 2 Adern, 1,0 mm (120 Vierer und 4 Musikpaare)
Câble interurbain ou rural à 244 × 2 conducteurs de 1,0 mm toronnés en quarts-étoile (120 quarts et 4 paires musicales)

câbles interurbains et ruraux est constitué par 4 paires de conducteurs enveloppées d'un écran de papier métallisé.

Les câbles ruraux toronnés par paires, exclusivement utilisés comme tels jusqu'en 1946, ne le sont plus, à cause de leur constitution défavorable, que dans les cas où l'on ne peut, pour des raisons financières, justifier la pose de câbles en quarts-étoile à gradation très espacée 28/64/106/164/244 × 2, comme par exemple lorsqu'un câble 40 × 2 toronné par paires suffit amplement et que le câble correspondant en quarts-étoile n'existe pas (voir tableau ci-haut).

Coupes transversales des câbles

Pour pouvoir déterminer les conducteurs lorsqu'on procède aux essais et à la confection des épissures, une paire-repère ou une quarte-repère sont spécialement désignées dans chaque couche de chaque câble par du papier de couleur orange. Pour la confection d'une épissure de câble d'abonnés, on numérote les

ten lassen, sobald einmal die Maschinen zweckentsprechend gebaut und für die Herstellung irgendeines Kabeltypes eingestellt sind. Dagegen gibt es auch hier ein «Ei des Kolumbus», denn es ist nicht ausser acht zu lassen, dass es jahrzehntelanger Erfahrungen und unzähliger technischer Verbesserungen und Experimente bedurfte, bis die Kabel in elektrischer Hinsicht den hochentwickelten Stand der heutigen Technik erreicht hatten. Ferner zeigen die Erfahrungen, dass eine Kabelfabrik, die auf bestimmte Kabeltypen, zum Beispiel Sternvierer- und paarverseilte Kabel eingearbeitet ist, ganz abgesehen von den ihr zur Verfügung stehenden Ausrüstungen, nicht von heute auf morgen DM-verseilte- oder Trägerstromkabel in der erforderlichen Qualität anfertigen kann. Es bedarf grundlegender Berechnungen, vieler Versuche und verschiedener Probelängen, bis die vorgeschriebenen elektrischen Werte erzielt sind. Da es jeder Fabrik freigestellt ist, in welcher Weise sie die Lieferungsbedingungen erfüllt, werden auch verschiedenartige Fabrikationsmethoden angewendet, die bis zu einem gewissen Grade Fabrikationsgeheimnis bleiben.

Der Hinweis auf einige Einzelheiten mag andeuten, mit welchen Feinheiten gearbeitet wird, um ein Optimum an elektrischen Werten zu erzielen. Früher wurde der Papieraufdruck zur Unterscheidung der a- und b-Adern und der Paare voneinander (eng gestrichelt und weit gestrichelt) vom Papierlieferanten ausgeführt. Die Druckfarbe veränderte die Papiereigenschaften aber so stark, dass daraus ungleichmässige Kapazitätswerte resultierten. Die Kabelfabriken gingen alsdann dazu über, das Bedrucken des Papiers unmittelbar vor dem streifenweisen Zerschneiden der grossen Papierrollen mit einer leichten, nur oberflächlich anhaftenden Wasserfarbe auszuführen. Die zu kleinen Rollen gewickelten Papierstreifen werden numeriert und so geordnet, dass die benachbarten Streifen (grösste Gleichmässigkeit des Papiers) zum Isolieren der benachbarten Adern und Paare usw. eingesetzt werden können.

In ähnlicher Weise wird streng darauf geachtet, dass nebeneinanderliegende Adern, Paare und Vierer vom gleichen Draht ring stammen, damit die Drahtdicke auf Hundertstel Millimeter genau übereinstimmt. Obschon die Kaliber der Diamantsteine mit Lehren stets nachkontrolliert werden, so ist es doch nicht zu vermeiden, dass von Draht ring zu Draht ring sehr kleine Abweichungen entstehen, die zwischen benachbarten Adern im Kabel nachteilige Unsymmetriewerte und namentlich ungleiche Gleichstromwiderstände zur Folge haben können. Das Bestreben, grösste Symmetrie in konstruktiver und elektrischer Beziehung zu erreichen, beherrscht den ganzen Fabrikationsvorgang. Es sei auch noch bemerkt, dass der Veränderung der Kapazitätswerte beim Auslegen und auch beim Einziehen der Kabel in Rohrleitungen bereits während der Fabrikation Rechnung getragen werden muss.

conducteurs en partant de la paire-repère ou de la quarte-repère dans le sens des aiguilles d'une montre (en tournant le dos au central téléphonique). Lorsqu'il s'agit de câbles interurbains, on doit désigner dans chaque cas le central qui détermine le sens de numérotage des conducteurs. La désignation des conducteurs constituant les paires et les quartes a lieu selon les indications de la figure 28 au moyen d'une impression appropriée sur le papier d'isolement et par les enroulements de fils de coton teints aux couleurs caractéristiques des fournisseurs.

Observations finales

En parcourant les locaux d'une fabrique de câbles, nous avons pu nous rendre compte qu'un câble est le résultat de multiples opérations qui, si on les considère isolément, ne paraissent pas autrement compliquées. Ce jugement superficiel peut être admis dès le moment où les machines nécessaires existent et sont prêtes à fonctionner pour la confection d'un type de câble quelconque. On doit cependant bien se rendre compte qu'il a fallu des dizaines d'années d'expérience et un nombre infini d'améliorations et d'essais jusqu'à ce que les câbles aient atteint, au point de vue électrique, le haut degré de perfection résultant de la technique de nos jours. Les expériences ont aussi démontré qu'une fabrique habituée à construire certains types de câbles, par exemple des câbles toronnés en quartes-étoile et en paires, ne peut entreprendre d'un moment à l'autre la fabrication de câbles DM ou à courants porteurs de la qualité exigée. La réalisation des valeurs électriques prescrites dépend de calculs précis, de nombreuses épreuves et de la confection de différentes longueurs d'essai. Chaque fabrique étant libre de choisir les méthodes qui lui conviennent pour remplir les conditions de livraison, il en résulte que différents systèmes de fabrication sont appliqués qui restent, jusqu'à un certain point, le secret des fabriques.

Quelques détails mentionnés ci-après montrent les finesses auxquelles on doit souvent avoir recours pour arriver à obtenir les meilleurs résultats électriques. Autrefois, les impressions sur le papier isolant permettant de distinguer les conducteurs *a* et *b* d'une paire et les paires entre elles (stries serrées et stries écartées) se faisaient par le fournisseur du papier. Mais la couleur employée modifiait à tel point la qualité du papier qu'il en résultait des valeurs de capacité irrégulières. Les fabriques de câbles décidèrent alors de procéder elles-mêmes à l'impression du papier au moyen d'une légère couche superficielle de couleur immédiatement avant de couper les gros rouleaux de papier en rubans. Ces rubans mis en petits rouleaux sont numérotés et rangés de telle manière que des rubans voisins soient utilisés pour l'isolement de conducteurs et de paires également voisins les uns des autres. De façon analogue, on doit veiller à ce que les conducteurs, les paires et les quartes situés les uns à proximité des autres proviennent de la même couronne de fil, ceci afin que

Die Lieferungsvorschriften gliedern sich, soweit die eigentliche Fabrikation in Betracht kommt, in zwei Teile. Der erste Teil handelt vorwiegend von konstruktiven Belangen, wie Beschaffenheit und Qualität der Kupferleiter, Eigenschaften der als Dielektrikum dienenden Isolierpapiere, Aufbau des Aderbündels und Kennzeichnung der Adern als Paare und Vierer, Einbau von besondern Musikübertragungsleitungen, Qualität, Stärke und Biegsamkeit der Bleimäntel sowie Art und Festigkeit der Armaturen usw. Der zweite Teil befasst sich mit den elektrischen Eigenschaften, wie Gleich- und Wechselstromwiderstand (Impedanz), Isolation, dielektrische Festigkeit gegen hochgespannte Wechselströme, Betriebskapazitäten, Kapazitätsunsymmetrien, Leitungs- und Uebersprechdämpfung.

Da im Vorstehenden, wie bereits eingangs erwähnt, nur der Fabrikationsgang behandelt und weder die elektrischen Grundlagen noch die betriebsfertige Anlage näher berührt wurden, so wird von Einzelheiten über den Ausgleich der Kapazitätsunsymmetrien und Betriebskapazitäten sowie über den Aufbau von Pupinsektionen und die Pupinisierung abgesehen.

Wenn die vorliegende Arbeit auch nur in gedrängter Form den konstruktiven Teil der Kabelfabrikation behandelt und die Voraussetzungen für erstklassige Uebertragungseigenschaften der Kabel bloss andeutungsweise erwähnt werden konnten, so hoffe ich dennoch, dass sie namentlich dem weiten Kreise uneingeweihter Leser Neues und Wissenswertes zu vermitteln vermochte.

Bibliographie

- M. Klein. Kabeltechnik. Berlin 1929.
 A. Kunert. Telegraphen- und Landkabel, einschliesslich der Flusskabel. Berlin 1940.
 P. E. Schneeberger. Kabeltechnik. Bulletin SEV, Jahrgang 1938, Nr. 10 und 15.
 Koch und Kienzle. Handwörterbuch der Technik.
 Die Photographien wurden uns in freundlicher Weise von den schweizerischen Kabelfabriken zur Verfügung gestellt.
 Les fabriques suisses de câbles ont eu l'amabilité de mettre à notre disposition les photographies illustrant cet article.

ces fils aient des diamètres absolument identiques. Bien que les calibres des diamants soient constamment contrôlés, on ne peut éviter de toutes petites différences de diamètre d'une couronne de fil à l'autre qui peuvent provoquer des déséquilibres de symétrie préjudicables entre des conducteurs voisins et surtout des différences de résistance ohmique. Les efforts déployés pour obtenir la plus grande symétrie possible au point de vue de la construction et des valeurs électriques se reflètent sur tout le procédé de fabrication. Il convient encore de faire remarquer qu'il est même tenu compte, pendant la fabrication, des modifications des valeurs de capacité qui se produisent lors des travaux de pose des câbles et leur tirage dans les conduites en tuyaux.

Les prescriptions de livraison se divisent en deux parties en ce qui concerne la fabrication proprement dite. La première partie a principalement trait à la construction, soit à la constitution et à la qualité des conducteurs de cuivre, aux propriétés du papier isolant, à la composition du faisceau et à la désignation des conducteurs formant les paires et les quartes, à l'adjonction de circuits pour la transmission de la musique, à la qualité, l'épaisseur et la malléabilité des gaines de plomb, ainsi qu'au genre et à la résistance mécanique de l'armure, etc. La deuxième partie concerne les propriétés électriques, telles que la résistance ohmique et l'impédance, l'isolement, la rigidité diélectrique, les valeurs de capacité, de déséquilibre de capacité, d'affaiblissement et de diaphonie.

Vu que le présent exposé ne traite, comme je l'ai dit au début, que de la fabrication des câbles, et que ni les principes électriques ni l'installation prête à l'exploitation n'ont fait l'objet de mes considérations, je m'abstiens de donner des détails sur la compensation des dyssimétries de capacité, sur les capacités qui entrent en ligne de compte pour l'exploitation sur la pupinisation et la constitution des sections Pupin.

Si l'ouvrage ci-haut ne tient compte, sous une forme succincte, que de la partie constructive de la fabrication des câbles et ne fait qu'effleurer les conditions auxquelles les câbles doivent répondre pour satisfaire aux exigences d'une transmission de haute qualité, je me plais tout de même à croire qu'il aura surtout contribué à étendre les connaissances des nombreux lecteurs non initiés dans ce domaine.

Bruits de sélecteurs dans les centraux téléphoniques

Par Hermann Engel, Berne

621.395.823

Par bruit de sélecteur, on désigne un bref grattement caractéristique constaté depuis la mise en exploitation des systèmes à sélecteurs. La littérature professionnelle parle surtout de l'influence des installations d'énergie, des chemins de fer électriques, des lignes à haute tension, des bruits de salles, etc. On ne trouve que de rares allusions à l'influence des

sélecteurs, ce qui ne permet pas de tirer des conclusions sur les limites admissibles de ces bruits et sur les méthodes de mesure.

En effet, on constate qu'à mesure que la charge augmente et que les installations automatiques vieillissent, les bruits de sélecteurs vont croissant et qu'il n'est plus possible à la longue de les négliger. C'est