

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: 46 (1968)

Heft: 11

Artikel: Die Anschlusstechnik der lötfreien Wickelverbindungen = La technique des connexions boudinées sans soudure

Autor: Elia, Heinrich

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875680>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

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

Die Anslusstechnik der lötfreien Wickelverbindungen

La technique des connexions boudinées sans soudure

Heinrich ELIA, Bern

621.315.682

Zusammenfassung. Dieser Artikel behandelt das Grundsätzliche über die lötfreien Wickelverbindungen und das für solche Verbindungen erforderliche Spezialwerkzeug. Im weiteren wird die Handhabung dieser Werkzeuge erläutert und werden die Kontrollen geschildert, denen die Wickeleinsätze periodisch zu unterziehen sind.

Résumé. Le présent article donne des explications générales sur les connexions boudinées sans soudure et l'outillage qu'elles nécessitent. Il porte encore sur le mode d'emploi de cet outillage et indique les contrôles auxquels les canons à boudiner sont soumis périodiquement.

La tecnica di connessione mediante avvolgimenti del filo senza saldatura

Riassunto. L'articolo contempla il principio basilare della connessione mediante avvolgimento di filo senza saldatura e gli attrezzi speciali necessari. Inoltre è spiegato l'impiego di questi attrezzi e vengono descritti i controlli ai quali le serie di attrezzi avvolgitori vanno sottoposti periodicamente.

1. Einleitung

Die Betriebssicherheit elektrischer und elektronischer Geräte hängt weitgehend von der Qualität der Anschlusspunkte ab, mit denen die verschiedenen Bauelemente untereinander verbunden sind. Die heute am meisten verwendeten Anschlussmethoden bei elektrischen Verbindungsstellen sind das

- Löten,
- Pressen und
- Schweißen.

Beim *Löten* handelt es sich um ein altes, konventionelles, aber immer noch sehr bewährtes Verfahren.

Die *Methode des Pressens* ist in der Fernmeldetechnik, weniger gebräuchlich. Sie wird besonders dort verwendet wo die Verbindungsstellen starken Vibrationen ausgesetzt sind.

Das *Schweißen* ist die Anschlussart, die hauptsächlich in der Mikroelektronik angewendet wird.

Da jede Anschlussmethode Vor- und Nachteile hat, werden für die Herstellung raumsparender, zuverlässiger und gleichzeitig billiger elektrischer Anschlüsse vielerorts ausgedehnte Forschungs- und Entwicklungsarbeiten getrieben. Dabei wird nach einem Anschluss geforscht, der

- möglichst einfach ist,
- auch bei extremen Betriebsbedingungen nie versagt,
- für die Herstellung wenig Zeit und Raum benötigt und keine besonderen Kenntnisse und Werkzeuge verlangt,
- eine vollautomatische Produktion gestattet,
- für die Oberflächenreinigung der zu verbindenden Teile kein besonderes Verfahren benötigt,
- eine vollständige Kontrolle an den in Betrieb stehenden Verbindungsstellen erlaubt und überdies möglichst wirtschaftlich ist.

Leider ist es bis heute noch nicht gelungen, den Anschluss zu verwirklichen, der alle erwähnten Vorzüge vereinigt.

2. Die Wire-Wrap-Verbindung

Nach dem zweiten Weltkrieg wurde in Amerika eine neue Anschlussmethode entwickelt, die hauptsächlich in der

1. Introduction

La sécurité d'exploitation des appareils électriques et électroniques dépend dans une large mesure des points de liaison des différents éléments entre eux. Les méthodes les plus employées actuellement pour exécuter les jonctions de continuité électrique sont:

- la soudure par métal d'apport
- la méthode par pression
- la soudure par fusion.

La *soudure par métal d'apport* est un ancien procédé conventionnel, mais toujours employé avec succès.

La *méthode par pression* est peu employée en technique des télécommunications. On y recourt principalement lorsque les points de jonction sont exposés à de fortes vibrations.

La *soudure par fusion* est le mode de jonction le plus employé en microélectronique.

Chaque méthode ayant ses avantages et ses inconvénients, des travaux très poussés de recherche et de développement sont exécutés un peu partout pour trouver une méthode d'exécution des jonctions électriques à la fois plus sûre et plus économique et exigeant moins de place. On recherche en particulier un mode de jonction qui

- soit aussi simple que possible,
- soit absolument sûr même dans les conditions d'exploitation les plus dures,
- n'exige pour sa confection que peu de temps et d'espace et ne nécessite ni connaissances ni outillage spéciaux,
- permette une production entièrement automatique,
- ne nécessite pas de procédé spécial pour le décapage des parties à relier,
- permette le contrôle intégral des points de jonction se trouvant en service et soit encore aussi économique que possible.

On n'a malheureusement pas réussi jusqu'ici à réaliser un type de jonction réunissant tous ces avantages.

2. La connexion Wire-Wrap

Après la seconde guerre mondiale a été mise au point en Amérique une nouvelle méthode de connexion employée

elektrischen und elektronischen Apparateindustrie sowie neuerdings auch immer mehr in unseren Telephonanlagen angewendet wird. Diese Methode ist als Wire-Wrap- oder lötfreie Wickelverbindung bekannt.

2.1 Allgemeines

Bei der lötfreien Wickelverbindung handelt es sich um eine Verbindungsstelle, bei der ein

blanker Kupferdraht unter Zug um eine scharfkantige Anschlussfahne von bestimmter Form und Dimension gewickelt wird.

Durch die scharfen Kanten der Anschlussfahne verursacht, entsteht sowohl in der Fahne wie im Draht eine hohe

principalement dans l'industrie des appareils électriques et électroniques ainsi que, plus récemment, dans les installations téléphoniques. Cette méthode est connue sous le nom de méthode de connexion Wire-Wrap ou connexion boudinée sans soudure.

2.1 Généralités

La connexion boudinée sans soudure est une jonction pour laquelle on emploie

un fil de cuivre nu, qui est enroulé (boudiné) sous traction autour d'une lamelle de raccordement à arêtes vives, de forme et de dimension déterminées.

Les arêtes vives de la lamelle produisent aussi bien dans celle-ci que dans le fil une concentration de tension élevée, qui doit se maintenir après l'opération de boudinage (fig. 1). Les forces qui en résultent ont pour effet d'entailler les deux parties. Ce procédé est aussi appelé soudure froide. On obtient un contact métallique hermétique, assurant une conductivité et une stabilité satisfaisantes.

Les essais faits en laboratoire par la Gardner-Denver Co, Quincy, Ill., ont montré que la pression au milieu de la surface de contact peut atteindre jusqu'à 6000 kg/cm². Après le boudinage, le fluage à froid de la matière produit une diminution de pression jusqu'à 2000 kg/cm². A cette valeur, la pression demeure constante. Des essais de vieillissement artificiel ont montré qu'avec des températures ambiantes normales une connexion boudinée devrait rester techniquement parfaite pendant une quarantaine d'années.

En pratique, on distingue deux genres de connexions boudinées sans soudure (fig. 2):

- la connexion standard ou normale et
- la connexion modifiée.

Pour la *connexion standard*, on enroule simplement du fil de cuivre nu autour de la lamelle.

Pour la *connexion modifiée*, 1 à 1½ spire de fil isolé est également enroulée. Ce mode de connexion est employé pour les appareils exposés à des vibrations.

2.2 Caractéristiques électriques

Il ressort d'autres rapports de la même entreprise que la résistance électrique d'une connexion boudinée comprenant 5 ou 6 spires de fil de cuivre étamé enroulé autour d'une lamelle de bronze phosphoreux recouverte d'or est de 2 mΩ. Dans des conditions d'exploitation normales, cette résistance ne s'accroît pas de plus de 1 mΩ. La charge électrique possible ne dépend que de la section du fil, car avec une connexion comprenant 5 ou 6 spires de fil de 0,5 mm de diamètre, il existe entre le fil et la lamelle une surface de contact représentant 1½ fois la section du fil. Les

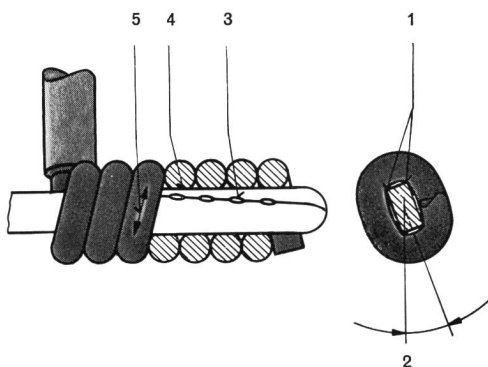


Fig. 1a
Der lötfrei gewickelte Anschluss
La connexion boudinée sans soudure
1 = Starker Kontaktdruck - Forte pression de contact
2 = Verdehnungswinkel - Angle de torsion
3 = Einkerbung - Entaille
4 = Druck - Pression
5 = Zug - Traction

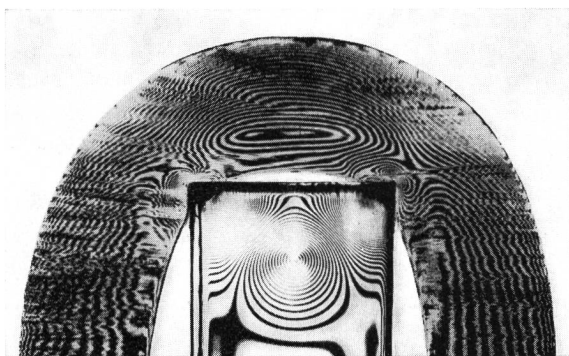


Fig. 1b
Photoelastisches Bild mit den Druckkräften der gewickelten Verbindung
Image photoélastique des forces de pression s'exerçant dans la connexion boudinée sans soudure

Spannungskonzentration, die auch nach dem Wickelvorgang bestehen bleiben muss (Fig. 1). Durch die so entstandenen Kräfte werden beide Teile eingekerbt. Dieser Vorgang wird als Kaltschweissung bezeichnet. Auf diese Weise entsteht ein gasdichter Metallkontakt, der eine gute Leitfähigkeit und Stabilität gewährleistet.

Laboratoriumsversuche der Firma Gardner-Denver Co, Quincy, Ill., haben ergeben, dass der Druck in der Mitte der Kontaktfläche bis zu 6000 kg/cm^2 beträgt. Nach dem Wickelvorgang wird durch den Kaltfluss des Materials eine Druckverminderung bis zu 2000 kg/cm^2 erzeugt. Bei diesem Wert bleibt der Druck konstant. Künstliche Alterungsversuche haben gezeigt, dass bei normalen Raumtemperaturen ein gewickelter Anschlusspunkt rund 40 Jahre technisch einwandfrei bleiben sollte.

In der Praxis werden grundsätzlich zwei Arten von lötfrei gewickelten Verbindungen verwendet (Fig. 2):

- die Standard- oder normale Verbindung und
- die modifizierte Verbindung.

Bei der *Standard-Verbindung* wird nur blanker Kupferdraht um die Anschlussfahne gewickelt.

Bei der *modifizierten Verbindung* werden zusätzlich 1 bis $1\frac{1}{2}$ Windungen des isolierten Drahtes mitgewickelt. Diese Verbindungsart wird bei Geräten verwendet, die Vibrationen ausgesetzt sind.

2.2 Elektrische Eigenschaften

Weiteren Berichten der genannten Firma ist zu entnehmen, dass der elektrische Widerstand einer Wickelverbindung mit 5 bis 6 Windungen verzinnem Kupferdraht um eine vergoldete Anschlussfahne aus Phosphorbronze $2 \text{ m}\Omega$ beträgt. Dieser Widerstand erhöht sich bei normalen Betriebsbedingungen um nicht mehr als $1 \text{ m}\Omega$. Die elektrische Belastbarkeit ist allein vom Querschnitt des Anschlussdrahtes abhängig, da bei einer Verbindungsstelle mit 5 bis 6 Windungen und einem Draht mit $0,5 \text{ mm}$ Durchmesser zwischen Draht und Anschlussfahne eine Kontaktfläche entsteht, die rund $1\frac{1}{2}$ Mal grösser ist als der Drahtquerschnitt. Die Wechselstromverluste nehmen mit steigender Frequenz zu. Bis 60 MHz ist diese Zunahme jedoch nicht grösser als bei Lötanschlüssen.

Messungen des Übergangswiderstandes haben gezeigt, dass dieser den Wert eines $1,5 \text{ cm}$ langen Anschlussdrahtes nicht übersteigt. Versuche unter klimatisch strengeren Bedingungen (im Temperaturbereich $-45^\circ \dots +150^\circ \text{ C}$) ergaben eine Zunahme von 20% des ursprünglichen Wertes.

2.3 Mechanische Eigenschaften

Mechanische Veränderungen an Wickelanschlüssen können durch Vibrationen oder grosse Temperaturwechsel entstehen. Nach Angaben der Firma Gardner-Denver soll jedoch bezüglich Vibrationsfestigkeit die Wickelverbindung

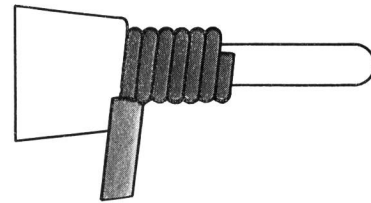


Fig. 2a
Standard- oder normaler Anschluss
Connexion standard ou normale

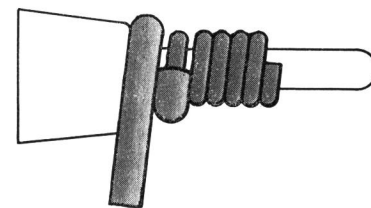


Fig. 2b
Modifizierter Anschluss
Connexion modifiée

perles de courant alternatif augmentent avec la fréquence. Jusqu'à 60 MHz , cette augmentation n'est cependant pas plus élevée qu'avec les connexions par soudure.

Des mesures de la résistance de passage ont révélé que celle-ci n'excède pas la résistance d'un fil de raccordement de $1,5 \text{ cm}$ de long. Il résulte d'essais exécutés dans des conditions climatiques plus dures (dans une gamme de températures de $-45^\circ \dots +150^\circ \text{ C}$) que la valeur primitive augmente de 20% .

2.3 Caractéristiques mécaniques

Des modifications mécaniques des connexions boudinées peuvent être causées par des vibrations ou d'importants changements de température. D'après les indications de l'entreprise Gardner-Denver, la connexion boudinée serait cependant supérieure à la connexion par soudure en ce qui concerne la résistance aux vibrations du fait que, dans la connexion boudinée, la contrainte au pliage se répartit sur une plus grande longueur de fil. En cas de grandes variations de température, les coefficients de dilatation dissemblables du fil et de la lamelle peuvent nuire à la solidité de la connexion. Des dérangements mécaniques peuvent aussi résulter d'une traction axiale sur le fil ou d'une pression sur le boudinage.

3. Exigences imposées pour les lamelles de raccordement et les fils à boudiner

Pour de bonnes connexions, les conditions suivantes doivent être remplies:

dem gelöteten Anschluss überlegen sein, da sich bei der Wickelverbindung die Biegebeanspruchung über ein längeres Stück Anschlussdraht verteilt. Bei grossen Temperaturschwankungen können sich die ungleichen Ausdehnungskoeffizienten des Drahtes und der Anschlussfahne ungünstig auf die Festigkeit der Verbindungsstelle auswirken. Durch axialen Zug auf den Draht oder durch Druck auf den Wickel können ebenfalls mechanische Störungen verursacht werden.

3. Anforderungen an Anschlussfahnen und Wickeldrähte

Um zuverlässige Verbindungsstellen zu erhalten, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

3.1 Anschlussfahnen

Die Anschlussfahnen müssen mindestens zwei scharfe Kanten aufweisen und so bemessen sein, dass sie den auf sie einwirkenden Torsionskräften sicher widerstehen. Die Länge wird normalerweise so bestimmt, dass je nach Anwendung bis drei Anschlüsse nebeneinander auf die gleiche Fahne gebracht werden können. Die heute meistverwendeten Anschlussfahnen haben quadratischen oder rechteckigen Querschnitt; also Fahnen mit vier scharfen Kanten. Für Geräte mit beschränkter Lebensdauer werden aus wirtschaftlichen Gründen auch U- und V-förmige Anschlussfahnen verwendet (Fig. 3).

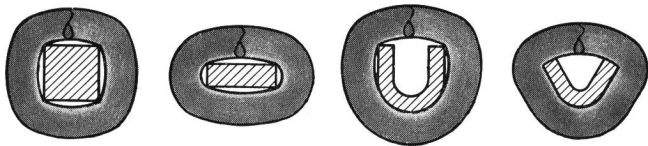


Fig. 3

3.2 Anschlussdrähte

Drahtdurchmesser und Fahnenquerschnitt müssen in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen (Tabelle I). Als Faustregel gilt, dass die Fahnenstärke nicht mehr als den halben und ihre Breite mindestens den doppelten Drahtdurchmesser betragen soll. Die in der Praxis verwendeten Drahtdurchmesser liegen zwischen 0,2 und 1,6 mm. Die Drähte müssen zudem eine Längsdehnung von mindestens:

15% für Drahtdurchmesser bis 0,5 mm und
20% für Drahtdurchmesser von 0,6 bis 1,6 mm aushalten.

3.1 Lamelles de raccordement

Les lamelles de raccordement doivent avoir au moins deux arêtes vives et être de dimension telle qu'elles puissent résister aux efforts de torsion qui s'exercent sur elles. Leur longueur est normalement fixée de manière que, suivant l'emploi, on puisse faire jusqu'à trois jonctions l'une à côté de l'autre sur la même lamelle. Les lamelles les plus employées aujourd'hui ont une section carrée ou rectangulaire; elles ont ainsi quatre arêtes vives. Pour des appareils de longévité limitée, on emploie aussi, par mesure d'économie, des lamelles en forme d'U et de V (fig. 3).

3.2 Fils de raccordement

Le diamètre du fil et la section des lamelles doivent être dans un rapport déterminé (tableau I). On admet comme règle empirique que l'épaisseur de la lamelle ne doit pas être supérieure au demi-diamètre du fil et sa largeur égale au moins au double diamètre du fil. Les fils généralement utilisés ont un diamètre variant entre 0,2 et 1,6 mm. Ils doivent en outre résister à une dilatation dans le sens de la longueur d'au moins:

15% pour des fils d'un diamètre jusqu'à 0,5 mm et
20% pour des fils d'un diamètre de 0,6 mm à 1,6 mm.

Tabelle I. Günstigste Verhältnisse zwischen Drahtdurchmesser und Anschlussfahne

Tableau I. Rapports les plus favorables entre le diamètre du fil et la section de la lamelle de raccordement

Drahtdurchmesser Diamètre du fil mm	Querschnitt des Anschlussstiftes Section de la lamelle de raccordement mm	Kleinstes Halbmasser um das Stiftzentrum Demi-diamètre le plus petit autour du centre de la lamelle mm
1,6	3,2×3,2 2,4×3,2	7,3
1,25	2,0×2,0 1,6×2,4	5,8
1,0	2,0×2,0 1,6×2,4	4,3
0,8	1,1×1,1 0,8×1,6	3,0
0,5	1,1×1,1 0,8×1,6	2,6
0,4	1,1×1,1 0,8×1,6	2,6
0,2...0,25	0,5×0,5 0,4×0,8	1,9

4. Wickelwerkzeuge

Für die Herstellung lötfreier Wickelverbindungen sind folgende Spezialwerkzeuge erforderlich:

- 1 Wickelwerkzeug mit elektrischem, pneumatischem oder manuellem Antrieb,
- 1 Wickeleinsatz und
- 1 zugehörige Führungshülse.

Je nach Verwendungszweck werden Werkzeuge mit der geeignetsten Antriebsart beschafft.

4.1 Werkzeuge mit elektrischem Antrieb (Fig. 4)

sind für einzeln und serienweise herzustellende Wickelverbindungen geeignet. Dieser Werkzeugtyp wird vorwiegend auf Montageplätzen eingesetzt.

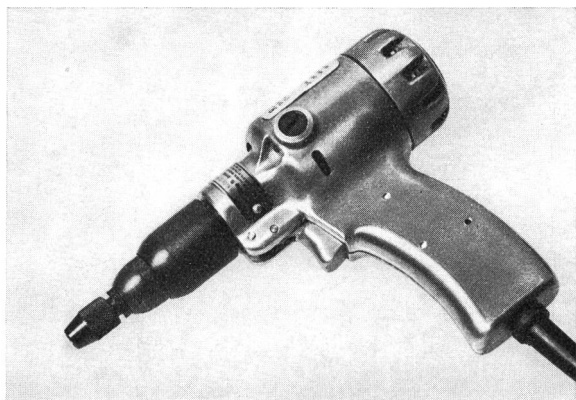


Fig. 4
Elektrisches Wickelwerkzeug
Outil à boudiner électrique

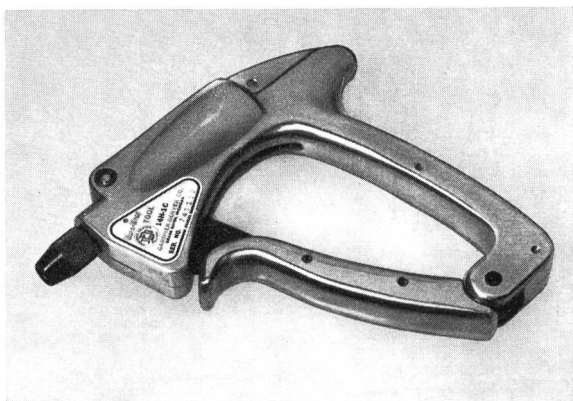


Fig. 5
Werkzeug mit manuellem Antrieb
Outil à boudiner à entraînement manuel

4. Outillage

L'outillage spécial suivant est nécessaire pour la confection de connexions boudinées sans soudure:

- 1 outil à boudiner à mouvement électrique, pneumatique ou manuel
- 1 canon à boudiner et
- 1 douille pour canon à boudiner

Le mouvement est choisi d'après l'emploi prévu.

4.1 Outils à mouvement électrique (fig. 4)

Ce type convient pour les connexions à établir isolément ou en série. Il est employé principalement sur les places de montage.

4.2 Outils à mouvement manuel (fig. 5)

Ils sont prévus pour les connexions à confectionner isolément, par exemple pour la localisation de dérangements dans des installations ou dans des ateliers d'essai.

4.3 Outils à mouvement pneumatique

Ils sont d'environ $\frac{1}{3}$ plus légers que ceux à mouvement électrique. On les emploie principalement dans les fabriques.

4.4 Outils mus par batterie

Ces outils conviennent pour la confection de petites séries de connexions, par exemple dans les laboratoires et les ateliers d'essai. La surveillance des batteries étant cause d'un surcroît de travail et ce mode d'exploitation nécessitant en outre des installations de charge, ces outils sont peu appropriés à nos besoins.

Dans les services des télécommunications, on n'utilise que des outils à mouvement électrique ou manuel.

4.5 Canons à boudiner

Un canon à boudiner spécial est nécessaire pour chaque diamètre de fil. La qualité d'une connexion boudinée dépend dans une large mesure de l'état du canon qui a servi à la confectionner. Aussi ces canons sont-ils contrôlés périodiquement.

4.6 Douilles pour canons à boudiner

Une douille est jointe à chaque canon à boudiner. Ces canons et douilles peuvent être employés avec tous les outils mentionnés sous 4.1 à 4.4 (fig. 6).

5. La confection des connexions boudinées sans soudure (fig. 7)

En dénudant les fils, on doit veiller à ne pas entamer le conducteur de cuivre. Le fil nu est introduit jusqu'à l'isolation dans la rainure de guidage du fil du canon à boudiner (fig. 7 b), puis courbé de manière à se trouver dans l'une des encoches de la douille (fig. 7 c). On le maintient dans cette

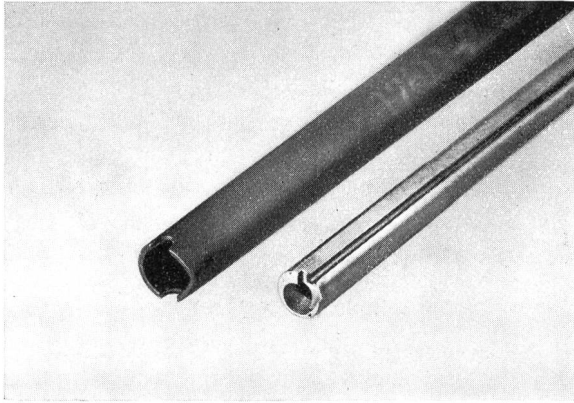


Fig. 6
Wickeleinsatz und Führungshülse
Canon à boudiner et douille de guidage

4.2 Manuell angetriebene Werkzeuge (Fig. 5)

sind für eine Herstellung einzelner Verbindungsstellen vorgesehen, zum Beispiel beim Eingrenzen von Störungen in Anlagen oder in Versuchswerkstätten.

4.3 Pneumatisch angetriebene Werkzeuge

sind rund $\frac{1}{3}$ leichter als elektrisch betriebene. Sie werden hauptsächlich in Fabriken eingesetzt.

4.4 Werkzeuge mit Batterieantrieb

sind für die Herstellung kleiner Serien von Verbindungsstellen geeignet, zum Beispiel in Laboratorien oder Versuchswerkstätten. Da die Wartung von Batterien mit Umtrieben verbunden ist und für die Wiederaufladung besondere Ladeeinrichtungen benötigt werden, sind diese Werkzeuge für unsere Bedürfnisse weniger geeignet.

Bei den Fernmeldediensten werden nur Werkzeuge mit elektrischem oder manuellem Antrieb verwendet.

4.5 Wickeleinsätze

Für jeden Drahtdurchmesser wird ein besonderer Wickel-einsatz benötigt. Die Qualität einer Wickelverbindung ist weitgehend vom Zustand des Einsatzes, mit dem sie hergestellt wurde, abhängig. Deshalb müssen die Wickeleinsätze periodischen Kontrollen unterzogen werden.

4.6 Wickelhülsen

Zu jedem Wickeleinsatz gehört eine entsprechende Führungshülse. Mit allen unter 4.1 bis 4.4 aufgeführten Werkzeugen können solche Einsätze und Führungshülsen verwendet werden (Fig. 6).

5. Das Herstellen lötfreier Wickelverbindungen (Fig. 7)

Beim Abisolieren der Drähte ist streng darauf zu achten, dass die Kupferader nicht verletzt wird. Der blanke Kupfer-

position en le serrant entre le pouce et l'index. Le canon est ensuite enfilé, par sa grande ouverture, sur la lamelle de connexion (fig. 7 d), autour de laquelle on enroule le fil en actionnant le mouvement (fig. 7 e). Il faut veiller à ce qu'aucune traction ou trop forte pression ne s'exerce en direction de l'axe de la lamelle, sinon les spires seraient écartées ou alors se chevaucheraient. On ne doit relâcher la détente de l'outil qu'une fois le fil entièrement enroulé. En cas de relâchement prématuré, la dernière spire ne serait pas entièrement fermée (fig. 7 f). Il peut en résulter des courts-circuits avec des connexions voisines.

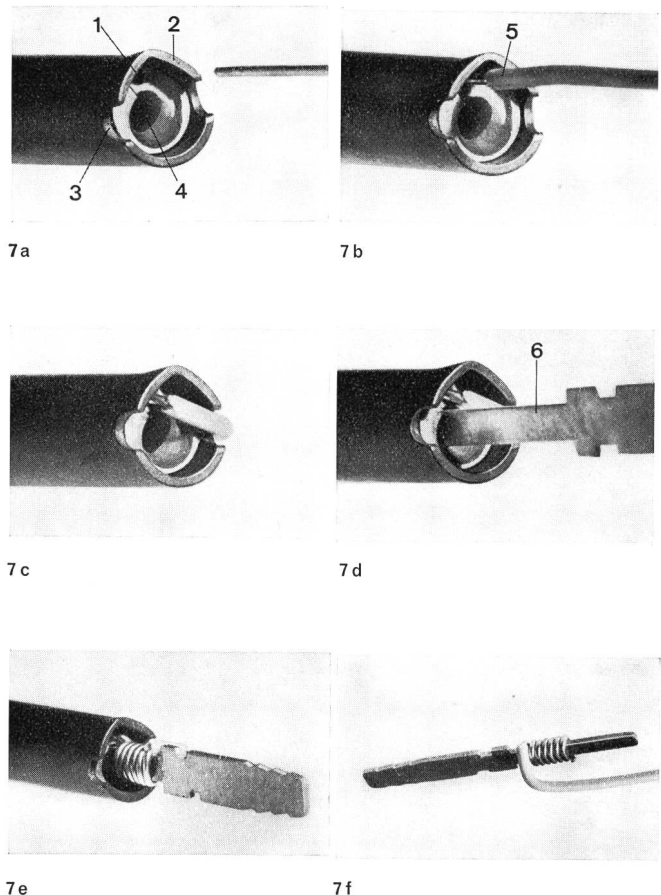


Fig. 7a - f
Herstellung der Wickelverbindung
Confection de la connexion boudinée

- 1 = Drahtführungsnut - Rainure de guidage du fil
- 2 = Wickelhülse - Douille de boudinage
- 3 = Drahtverankerungskerbe - Encoche de fixation du fil
- 4 = Wickeleinsatz - Canon à boudiner
- 5 = Anschlussdraht - Fil de raccordement
- 6 = Anschlussfahne - Lamelle de raccordement

draht wird bis zur Isolation in die Drahtführungsnut des Wickeleinsatzes geführt (Fig. 7 b) und so stark abgebogen, dass er in eine der Drahtverankerungskerven der Wickelhülse zu liegen kommt (Fig. 7 c). Der so verankerte Draht wird mit Daumen und Zeigefinger festgehalten. Nun wird die grosse Bohrung des Wickeleinsatzes über die Anschlussfahne gestülpt (Fig. 7 d) und durch Betätigen des Antriebes der Draht auf die Fahne gewickelt (Fig. 7 e). Dabei ist zu beachten, dass während des Wickelvorganges in axialer Richtung kein Zug oder zu starker Druck auf das Wickelwerkzeug ausgeübt wird, da sonst die Windungen lose beziehungsweise übereinander zu liegen kommen. Der Antriebshebel des Wickelwerkzeuges darf erst nach Beendigung des Wickelvorganges losgelassen werden, da bei vorzeitigem Loslassen die letzte Windung nicht schön geschlossen wird (Fig. 7 f). Dies kann zu Schlüssen mit benachbarten Verbindungsstellen führen.

Folgende Bestimmungen sind bei der Herstellung von Wickelverbindungen strikte einzuhalten:

- Lötfreie gewickelte Verbindungen dürfen nur auf den dafür vorgesehenen Anschlussstiften ausgeführt werden.
- Auf die gleiche Anschlussfahne dürfen nie gewickelte und gelötete Verbindungen gebracht werden. Muss auf eine Anschlussfahne, auf der eine gewickelte Verbindung angebracht ist, aus zwingenden Gründen (zum Beispiel wegen zu kurzen Drahtes) eine Verbindung gelötet werden, so ist die Wickelverbindung ebenfalls zu verlöten. Es genügt, drei Windungen zu löten, dabei muss der Drahtabgang immer lotfrei sein.
- Zu verlötende Verbindungen können auch mit einem Wickelwerkzeug ausgeführt werden, indem drei Windungen auf die Anschlussfahne gewickelt werden, die anschliessend mit der Fahne so zu verlöten sind, dass das Lot möglichst wenig aufträgt und der Drahtabgang frei bleibt (Vermeiden starrer Drahtverbindungen am Abgang).
- Damit auf Relaisfedern genügend Platz für das Anbringen einer weiteren Wickelverbindung frei bleibt, ist die erste Verbindung möglichst nahe beim Ansatz der Anschlussfahne anzubringen (Fig. 8).
- Die zweite Verbindung darf die erste nie überlappen (Fig. 9).
- Die Windungen einer Verbindung dürfen sich nicht überschneiden. Die letzte Windung soll möglichst geschlossen sein. Das Drahtende darf höchstens um den Betrag eines Drahtdurchmessers abstehen. (Fig. 10).
- Der Abstand zwischen den einzelnen Windungen darf im Maximum 0,1 mm betragen (Fig. 11).
- Die Drahtisolation kann einen Teil der ersten Windung bilden, sie darf aber höchstens 1 mm von der Anschlussfahne abstehen (Fig. 12).

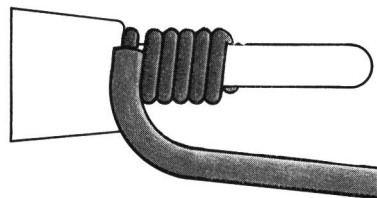


Fig. 8

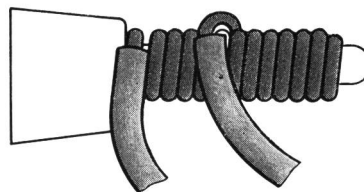


Fig. 9
schlecht -
mauvais

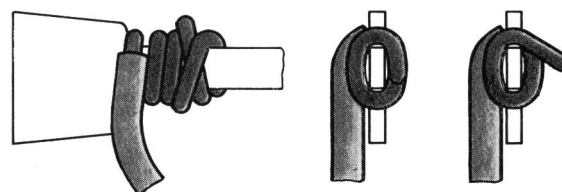


Fig. 10

schlecht -
mauvais

gut - bon

schlecht -
mauvais

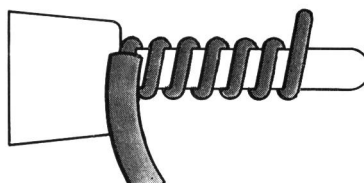


Fig. 11
schlecht -
mauvais

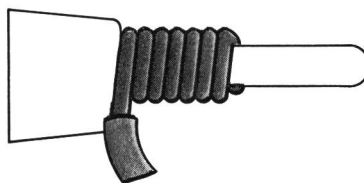


Fig. 12
gut - bon

Les instructions suivantes doivent être strictement observées lors de la confection de connexions boudinées sans soudure:

- Ces connexions ne doivent être exécutées que sur les lamelles prévues à cet effet.
- On ne fera jamais sur la même lamelle des connexions sans soudure et des connexions soudées. Lorsque, sur une lamelle portant une connexion boudinée sans soudure, on doit, pour des raisons impérieuses (par exemple parce que le fil est trop court), souder une connexion, la connexion boudinée sera également soudée. Il suffit de souder trois spires; le départ du fil doit toujours être libre de soudure.

- Bei jeder Verbindungsstelle müssen mindestens sechs geschlossene Windungen bei rechteckigen und mindestens fünf bei quadratischen Anschlussfahnen vorhanden sein.

Wickelverbindungen, die aus irgendeinem Grund getrennt werden müssen, sind ausnahmslos mit Hilfe eines besonderen Entdrahtungswerkzeuges zu lösen (Fig. 13). Das abgewickelte Drahtende darf unter keinen Umständen für eine weitere Wickelverbindung verwendet werden.

Auf die gleiche Anschlussfahne dürfen nacheinander höchstens 3 bis 5 Wickelverbindungen angebracht werden, da einwandfreie Verbindungsstellen nur gewährleistet sind, wenn der Draht um scharfkantige Anschlussfahnen gewickelt wird. Weitere Verbindungsstellen sind zu verlöten.

6. Kontrolle der Wickeleinsätze

Die Qualität einer Wickelverbindung ist, wie bereits erwähnt, weitgehend vom Zustand des Wickeleinsatzes abhängig, mit dem die Verbindung hergestellt wird. Um zu gewährleisten, dass nur mit einwandfreien Wickeleinsätzen gearbeitet wird, sind diese bestimmten Kontrollen zu unterziehen. Sie bestehen grundsätzlich aus Abzug- und Abwickelprüfung.

6.1 Abzugprüfung

Bei dieser wird untersucht, ob die mit dem Einsatz erreichte Festigkeit des Wickels genügend ist. Zu diesem Zweck werden mehrere Verbindungen, die mit dem gleichen Wickeleinsatz angefertigt worden sind, mit einer Abzugwaage axial von der Anschlussfahne gezogen. Der Durch-

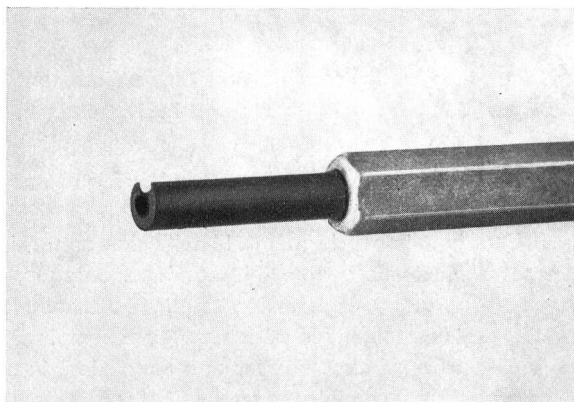


Fig. 13
Entdrahtungswerkzeug – Outil à dérouler

- Les connexions à souder peuvent aussi être exécutées au moyen de l'outil à boudiner; trois spires sont enroulées sur la lamelle, puis soudées à celle-ci de manière que la soudure ne s'étende pas et que le départ du fil reste libre (éviter des connexions rigides au point de départ).
- Afin qu'il reste suffisamment de place sur les ressorts de relais pour une autre connexion sans soudure, la première connexion devra se trouver le plus près possible de l'élargissement de la lamelle (fig. 8).
- La deuxième connexion ne doit pas recouvrir la première (fig. 9).
- Les spires d'une connexion ne doivent pas se chevaucher. La dernière spire doit être aussi fermée que possible. L'écart maximal de l'extrémité du fil par rapport aux spires ne doit pas être supérieur au diamètre du fil (fig. 10).
- La distance admissible entre les spires est de 0,1 mm au maximum (fig. 11).
- L'isolation du fil peut former une partie de la première spire; elle doit d'autre part se trouver à 1 mm au plus de la lamelle (fig. 12).
- La connexion doit comprendre au moins six spires fermées dans le cas de lamelles à section rectangulaire et au moins cinq spires fermées dans le cas de lamelles à section carrée.

Les connexions boudinées qui, pour un motif ou un autre, doivent être enlevées de la lamelle sont défaites au moyen d'un outil à dérouler spécial (fig. 13). L'extrémité de fil déroulée ne doit en aucun cas être employée pour une nouvelle connexion boudinée.

Sur une même lamelle ne peuvent être faites, au maximum, que 3 à 5 connexions boudinées, car une connexion parfaite ne peut être garantie que si le fil est enroulé autour de lamelles à arêtes vives. Les connexions doivent ensuite être soudées.

6. Contrôle des canons à boudiner

La qualité d'une connexion boudinée dépend dans une large mesure de l'état du canon qui a servi à la confectionner. Pour que les canons soient toujours en parfait état, ils sont soumis à différents contrôles. Il s'agit en principe d'un contrôle par traction et d'un contrôle par déroulement.

6.1 Contrôle par traction

Lors du contrôle par traction, on examine si la résistance du boudinage confectionné au moyen du canon est suffisante. A cet effet, une traction est exercée au moyen d'un dynamomètre dans le sens de l'axe de la lamelle sur plusieurs connexions exécutées au moyen du même canon. La valeur moyenne pour toutes les connexions doit se trouver entre 4,0 et 10,0 kg, aucune valeur individuelle ne devant être inférieure à 3,2 kg ou supérieure à 10,0 kg.

schnittswert aller Verbindungen muss zwischen 4,0...10,0 kg liegen, und kein Einzelwert darf weniger als 3,2 kg oder mehr als 10,0 kg betragen.

Damit bei der Abzugprüfung möglichst genaue Messresultate erzielt werden, ist darauf zu achten, dass

- die Abzugklammer der Waage nicht verkantet an der Anschlussfahne streift (Fig. 14),
- das Abziehen des Wickels sorgfältig, langsam und möglichst immer mit der gleichen Geschwindigkeit durchgeführt wird.

6.2 Abwickelprüfung

Bei dieser wird untersucht, ob der Draht bei der Herstellung des Wickels nicht übermässig beansprucht wurde. Dazu werden ebenfalls mehrere Verbindungen, die mit dem gleichen Wickeleinsatz hergestellt wurden, geprüft. Der Draht muss sorgfältig mit Hilfe eines Entdrahtungswerkzeuges oder von Hand in radialer Richtung von der Anschlussfahne gelöst werden. Er darf dabei nicht brechen. Der abgewickelte Draht ist zu prüfen, ob er beim Wickelvorgang übermässig beansprucht wurde (zum Beispiel Riss- oder Bruchstellen).

Die unter 6 geschilderten Kontrollen werden bei uns für jede Kreistelephondirektion in der zentralisierten Betriebswerkstätte durchgeführt. Die Wickeleinsätze werden im Austauschverfahren nach jeweils 900...1000 Wickelverbindungen – und in Fällen, bei denen sie nur vereinzelt gebraucht werden, jährlich mindestens einmal – geprüft.

7. Schlussfolgerungen

Lötfreie Wickelverbindungen sind vor allem deshalb interessant, weil es sich um Verbindungsstellen handelt, die eine raumsparende Bauweise ermöglichen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass Anschlusspunkte rasch und bequem hergestellt werden können.

Dagegen dürfen vom betrieblichen Standpunkt aus folgende Nachteile nicht übersehen werden:

- Durch die gegebene Anordnung bedingt, müssen praktisch bei jedem Trennen von Verbindungsstellen zusätzliche Anschlusspunkte gelöst werden.
- Bei jeder Trennstelle entsteht ein Drahtverlust von rund 35 mm. Dies führt dazu, dass bei mehrmaligem Trennen einzelne Kabeladern ausgewechselt werden müssen.
- Die Herstellung lötlöser Wickelverbindungen verlangt teure Spezialwerkzeuge.
- Die Verbindungsstellen können nicht geprüft werden, ohne dass man sie zerstört.

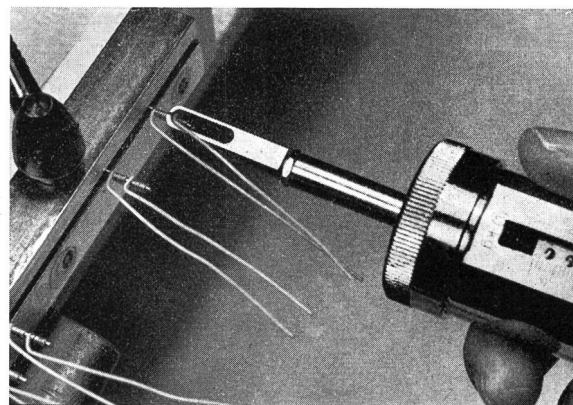


Fig. 14
Abzugprüfung – Contrôle par traction

Pour que le contrôle par traction donne des résultats aussi exacts que possible, il faut veiller à ce que

- le dynamomètre soit placé de manière que le levier ne touche pas la lamelle (fig. 14),
- la traction se fasse avec précaution, lentement et si possible toujours à la même vitesse.

6.2 Contrôle par déroulement

On examine si le fil n'a pas été soumis à trop forte contrainte lors du boudinage. Le contrôle porte sur plusieurs connexions faites au moyen du canon à boudiner. Le fil est enlevé de la lamelle en direction radiale au moyen de l'outil à dérouler ou à la main. Il ne doit pas se briser. On l'examine afin de constater s'il présente des fissures ou des ruptures.

Dans chaque direction d'arrondissement, les contrôles décrits sous 6 sont exécutés par l'atelier d'exploitation centralisé. Les canons doivent être échangés et contrôlés après l'exécution de 900...1000 connexions; s'ils ne sont utilisés que par intervalles, ils sont contrôlés au moins une fois par an.

7. Conclusions

Les connexions boudinées sans soudure présentent de l'intérêt avant tout parce qu'elles permettent une construction de faible encombrement. Un autre avantage consiste en leur confection à la fois rapide et commode.

En revanche, du point de vue de l'exploitation, les inconvénients suivants doivent être pris en considération:

- Du fait de la disposition des connexions, la suppression de l'une d'entre elles exige presque toujours que d'autres soient également défaites.

– Um deshalb zu gewährleisten, dass nur einwandfreie Verbindungsstellen angefertigt werden, müssen die Wickeleinsätze periodischen Kontrollen unterzogen werden.

Da bei uns lötfreie Wickelverbindungen erst seit kurzem verwendet werden, kann noch kein abschliessendes Urteil über diese Anschlusstechnik ausgesprochen werden. Wir sind jedoch der Ansicht, dass sie für die direkte Verkabelung von Relaisfahnen weniger geeignet ist. Andererseits wird diese Methode ihre berechnete Anwendung überall dort finden, wo die Verdrahtungen nicht geändert werden müssen oder Trennstellen mit Steckereinheiten bereits vorhanden sind.

Bibliographie:

Zeder J. Technische Rundschau, Bern, Nr. 13/1966.

- Le déroulement d'une connexion provoque une perte de fil de 35 mm. Si des connexions sont défaites plusieurs fois, il faut échanger certains conducteurs de câble.
- La confection de connexions boudinées exige un outillage spécial coûteux.
- On ne peut contrôler les connexions sans les défaire.
- En conséquence, pour pouvoir confectionner des connexions sans défaut, il faut contrôler périodiquement les canons à boudiner.

Les connexions boudinées sans soudure n'étant employées que depuis peu dans les télécommunications suisses, on ne peut encore se prononcer définitivement sur cette technique. Nous sommes cependant d'avis qu'elle est peu appropriée au câblage direct de lamelles de relais. Elle sera par contre appliquée avec profit dans les cas où les câblages ne doivent pas être modifiés ou lorsqu'il existe déjà des points de coupure avec connexion à fiche.