

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: 28 (1950)

Heft: 6

Artikel: Untersuchungen an Nummernschaltern = Expériences faites sur les disques d'appel

Autor: Anderfuhren, A. / Peter, W. / Künzler, H.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874375>

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: 21.03.2026

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

TECHNISCHE MITTEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN VON DER SCHWEIZERISCHEN POST-, TELEGRAPHEN- UND TELEPHONVERWALTUNG

BULLETIN TECHNIQUE / BOLLETTINO TECNICO

PUBLIÉ PAR L'ADMINISTRATION DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES SUISSES

PUBBLICATO DALL'AMMINISTRAZIONE DELLE POSTE, DEI TELEGRAFI E DEI TELEFONI SVIZZERI

Untersuchungen an Nummernschaltern

Von E. Anderfuhren, W. Peter und H. Künzler, Bern

Expériences faites sur les disques d'appel

Par E. Anderfuhren, W. Peter et H. Künzler, Berne

621.395.636.1

Zusammenfassung. Anhand umfangreicher Versuche wird dargelegt, dass Schnecke und Schneckenrad des Nummernschalters verbessert werden können. Dies ist möglich durch die Verwendung von Bronze statt Canevasit für das Schneckenrad, sowie durch die Konstruktion einer doppelgängigen Schnecke und eines normalverzahnten Schneckenrades. Durch Temperaturversuche wird das für die Nummernschalter geeignete Schmiermittel ausfindig gemacht.

Résumé. Se fondant sur les résultats de nombreuses expériences, les auteurs montrent qu'il est possible d'améliorer la vis sans fin et la roue tangente des disques d'appel en utilisant du bronze au lieu de canevasite pour la roue tangente et en construisant une vis sans fin à double pas et une roue tangente à denture normale. Des essais faits à différentes températures ont permis de déterminer le lubrifiant convenant le mieux aux disques d'appel.

I. Einleitung

Der Nummernschalter ist unzweifelhaft der mechanisch komplizierteste Teil der Teilnehmerstation. Auch ist er dasjenige Organ, das der stärksten Abnutzung und infolgedessen auch der grössten Störanfälligkeit unterliegt. Infolge seiner regelmässigen Verwendung in jeder Teilnehmerstation ist das in den Nummernschaltern investierte Kapital beträchtlich; es beträgt viele Millionen Franken. Da die Nummernschalter, im Gegensatz zu andern Organen der Teilnehmerschaltung (beispielsweise den Gesprächszählern und den Linien- und Trennrelais), nicht in der Telephonzentrale montiert sind, sondern sich dezentralisiert in den Wohn- und Arbeitsräumen der Telephonteilnehmer befinden, ist es begreiflich, dass danach getrachtet wird, diese wichtigen Apparateile so zu konstruieren, dass sie möglichst wenig störanfällig sind. Jede Störung eines Nummernschalters verursacht einen Monteurgang, das heisst Kosten. Bedenkt man ferner, dass der Nummernschalter vielfach unter ungünstigen klimatischen Verhältnissen (beispielsweise in öffentlichen Sprechstationen), wie extreme Feuchtigkeit oder Trockenheit sowie bei hohen und tiefen Temperaturen, richtig funktionieren muss, so begreift man, dass hohe Anforderungen an den Mechanismus dieses Bestandteiles gestellt werden müssen.

I. Introduction

Le disque d'appel est sans aucun doute la partie mécanique la plus compliquée de la station d'abonné. Il est aussi l'organe exposé à la plus forte usure et, par conséquent, le plus susceptible de perturbations. Comme il y en a un généralement à chaque station d'abonné, le capital que les disques d'appel représentent est considérable; il atteint plusieurs millions. Du fait que ces disques, contrairement aux autres organes d'un raccordement d'abonné (par exemple les compteurs de conversations et les relais de lignes et de coupure), ne sont pas montés au central téléphonique mais décentralisés dans les appartements et les locaux de travail des abonnés, il est compréhensible qu'on cherche à leur donner une construction qui les mette le plus possible à l'abri des dérangements, car chaque dérangement occasionne une course de monteurgang et, par conséquent, des frais. Si l'on songe en outre que le disque d'appel doit toujours fonctionner avec précision, souvent dans des conditions climatiques défavorables (par exemple dans les cabines téléphoniques publiques), à l'humidité ou à la sécheresse extrêmes, par hautes et basses températures, on comprendra qu'il faille soumettre son mécanisme à de dures exigences.

Si l'on considère enfin que le disque d'appel est l'organe de l'installation d'abonné que le public

Zieht man endlich noch in Betracht, dass die Nummernschalter diejenigen Bestandteile der automatischen Telephonanlagen sind, die unmittelbar vom Publikum benützt werden, das nicht immer in schonungsvoller Weise damit umgeht, und bedenkt man, dass ihre Konstruktion wenig Platz beanspruchen darf, so ist es klar, dass der Nummernschalter gleichzeitig genau und robust, feingliedrig und solid gearbeitet sein muss. Hieraus ergibt sich zwangsläufig die Forderung, dass alle beim Bau des Nummernschalters verwendeten Materialien von bester Qualität sein müssen.

utilise directement, en le malmenant très souvent, et qu'il doit prendre peu de place, on comprendra que sa construction doit être tout à la fois très robuste, d'une extrême précision et soignée sous tous les rapports. On doit donc forcément exiger que le matériel utilisé pour cette construction soit de toute première qualité.

Il était ainsi tout à fait indiqué que le laboratoire de recherches et d'essais de l'administration des P.T.T. s'occupât des multiples problèmes que pose le disque d'appel et présentât un rapport sur les résultats de ses expériences.

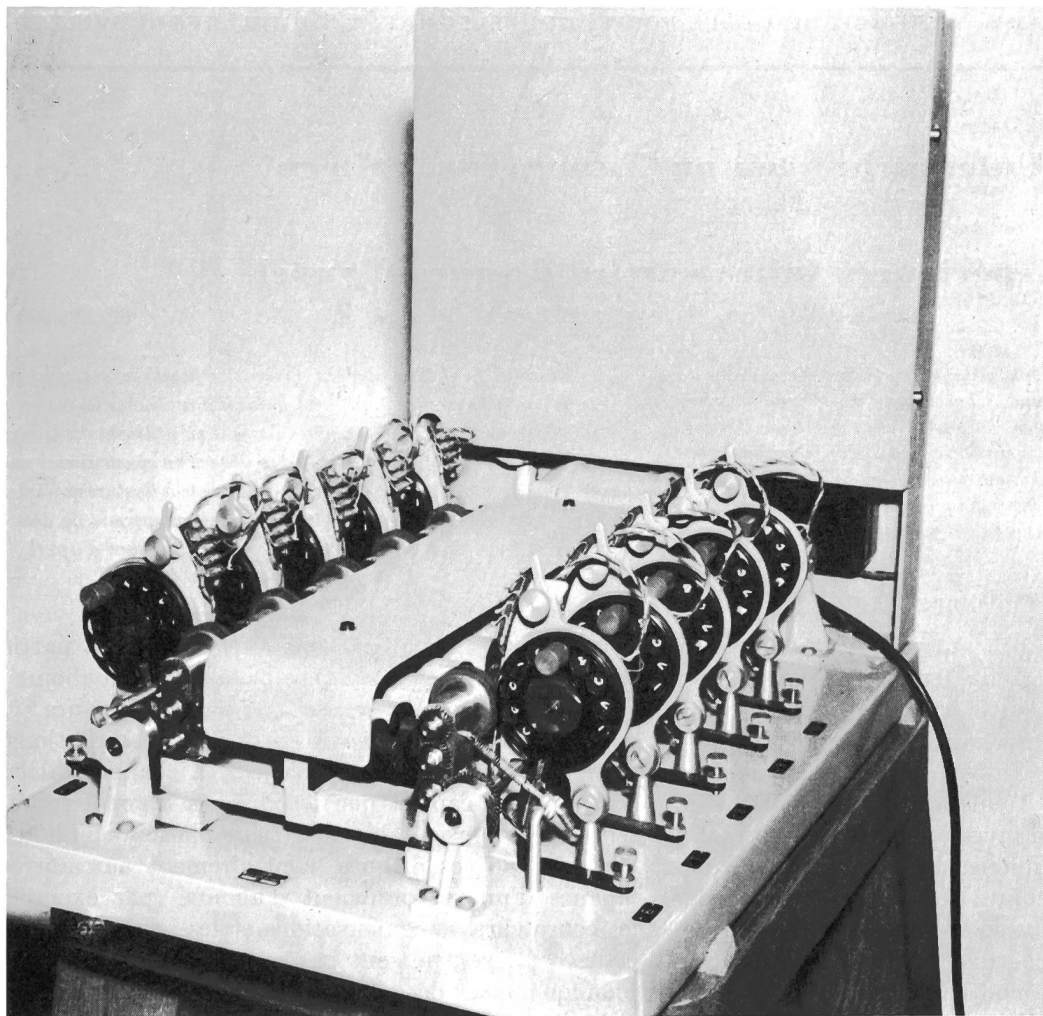


Fig. 1a.
Nummernschalter-Prüfmaschine, Vorderansicht
Machine à essayer les disques d'appel, vue de face

In Würdigung dieser Tatsachen war es gegeben, dass sich die Forschungs- und Versuchsanstalt der PTT-Verwaltung mit den mannigfaltigen Problemen des Nummernschalters befasste und nun in einem zusammenfassenden Bericht die Resultate ihrer Untersuchungen bekanntgibt.

II. Gegenstand der Untersuchungen

Die angestellten Untersuchungen bezogen sich hauptsächlich

1. auf die Konstruktion bestimmter wichtiger Bestandteile, und
2. auf die zu verwendenden Schmiermittel.

II. Objet des essais

Les essais ont porté principalement

1. Sur la construction de certaines pièces détachées importantes;
2. Sur les lubrifiants à utiliser.

Ils se sont poursuivis et terminés par des épreuves sur la durabilité des disques d'appel. Tous ces essais nécessitèrent la construction d'une machine de contrôle appropriée qui présente sur les machines utilisées jusqu'à ce jour les améliorations suivantes:

- a) Un plus grand nombre de disques d'appel peuvent être contrôlés en même temps;

Die vorgenommenen Untersuchungen wurden abschliessend einer Bewährungsprobe unterzogen, indem die Nummernschalter auf ihre Dauerhaftigkeit geprüft wurden. Die beabsichtigten Prüfungen setzten jedoch die Konstruktion einer geeigneten Prüfmaschine voraus, die gegenüber der bisher verwendeten eine Anzahl Verbesserungen aufweisen musste. Diese angebrachten Verbesserungen bestehen darin,

- a) dass eine grössere Zahl von Nummernschaltern gleichzeitig geprüft werden kann,
- b) dass die Prüfung in einem schnelleren Tempo vor sich geht,
- c) dass jede Unregelmässigkeit beim Ablauf einer Nummernscheibe sofort signalisiert wird, und
- d) dass jeder Ablauf durch einen fünfstelligen Statistikzähler registriert wird.

- b) Le contrôle se fait beaucoup plus rapidement;
- c) Chaque irrégularité se produisant pendant le retour du disque est immédiatement signalée;
- d) Chaque course de retour est enregistrée par un compteur de statistique à cinq chiffres.

Cette machine, d'une conception toute nouvelle, fut construite, selon nos indications, par la maison *E. O. Bär*, à Berne. Elle est représentée à la figure 1 et travaille d'après le schéma de connexions reproduit à la figure 2. Avec cette machine, on peut essayer en même temps 10 disques d'appel. Les essais se déroulent à un rythme tel que, par exemple pour le chiffre «5», le disque peut faire pendant une journée d'essais environ 30 000 retours. Cette possibilité a une importance considérable, car, en laboratoire, le disque d'appel doit faire un très grand nombre de

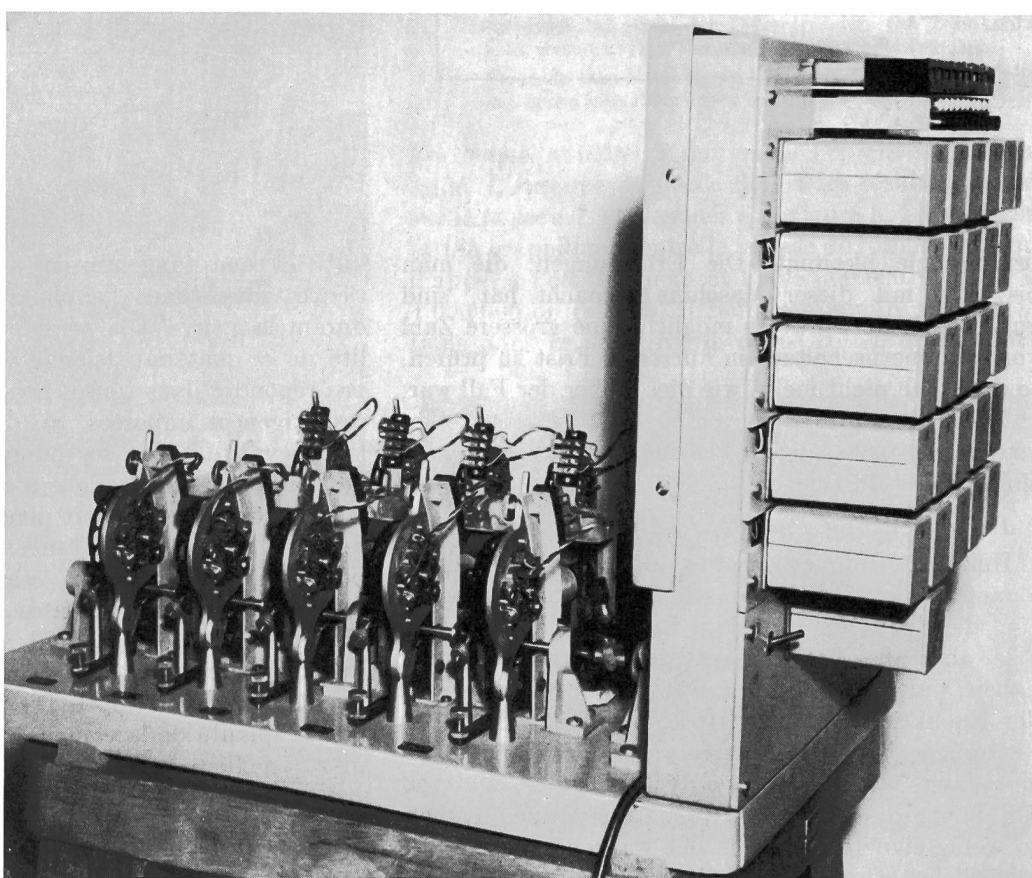


Fig. 1b.
Nummernschalter-Prüfmaschine, Seitenansicht
Machine à essayer les disques d'appel, vue de côté

Eine neu konzipierte Maschine wurde nach unseren Angaben durch die Firma *E. O. Bär* in Bern konstruiert. Sie ist in Fig. 1a und 1b dargestellt und arbeitet nach dem Schaltungsschema Fig. 2. Mit dieser Maschine können gleichzeitig 10 Nummernschalter geprüft werden. Die Schnelligkeit im Prüfungsablauf ist so gross, dass beispielsweise für die Zahl «5» während eines Arbeitstages ungefähr 30 000 Abläufe möglich sind. Diese Prüfmöglichkeit ist sehr wesentlich, da im Laboratorium die Wählscheiben eine sehr grosse Zahl von Abläufen bestehen müssen. Die Laboratoriumsprüfung wird sehr streng durchgeführt, während die Abnahmeprüfung lediglich einer Funktions-

retours. Les épreuves de laboratoire sont très sévères, tandis que le contrôle de réception touche uniquement le fonctionnement. Les expériences faites jusqu'à présent avec cette machine sont bonnes. Elle a permis de contrôler en un minimum de temps un nombre considérable de disques, de sorte qu'on n'en est plus réduit, comme autrefois, à se baser sur des résultats partiels qui, malgré la durée extrêmement longue des essais, pouvaient, dans certaines circonstances, donner une fausse image.

1. Construction de la vis sans fin et de la roue tangente

Pour que le retour du disque se fasse autant que possible sans bruit, on avait décidé naguère de fabri-

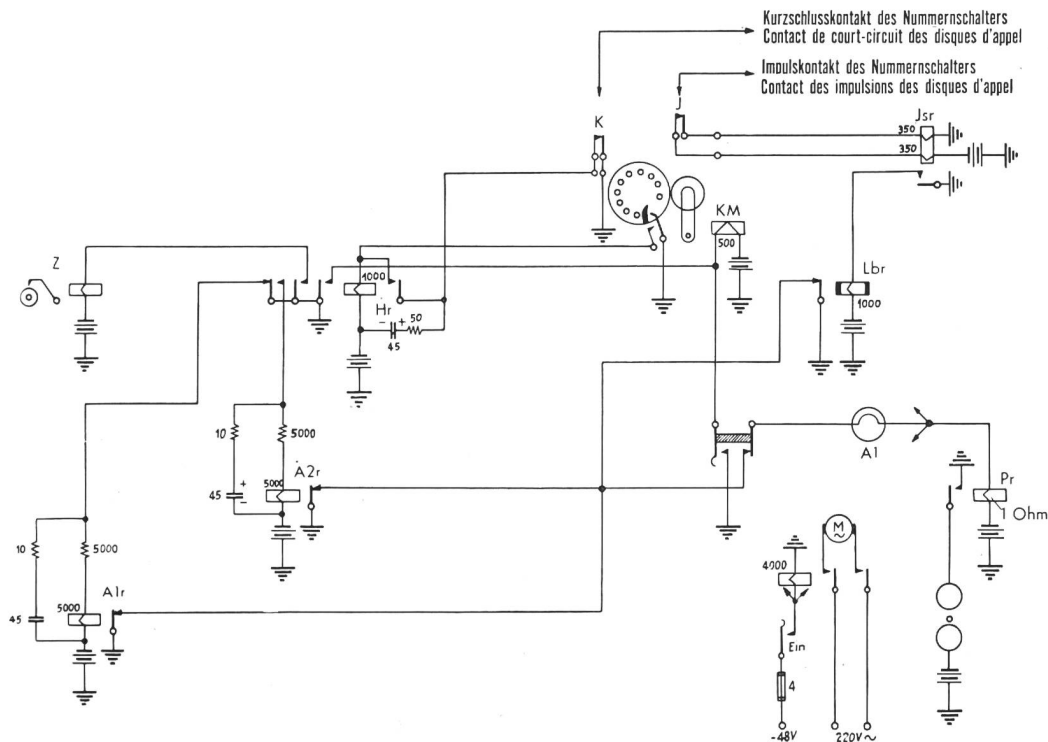


Fig. 2.
Schaltungs-
Prüfmaschine
Schéma de la machine
à essayer les disques
d'appel

prüfung gleichkommt. Die Erfahrungen, die man bis jetzt mit dieser Maschine gemacht hat, sind gut. Durch sie wurde es möglich, eine grössere Zahl von Nummernschaltern in kürzester Frist zu prüfen, so dass man nicht mehr, wie dies früher der Fall war, auf Einzelresultate angewiesen ist, die trotz einer ausserordentlich langen Prüfzeit unter Umständen ein falsches Bild geben.

1. Konstruktion von Schnecke und Schneckenrad

Um den Nummernschalter möglichst geräuschlos ablaufen zu lassen, ist man seinerzeit dazu übergegangen, die Schneckenräder aus Canevasit herzustellen. Wie aber die Erfahrungen des Betriebes gezeigt haben, war dieses Material während des Krieges und der Nachkriegszeit qualitativ nicht derart gut, dass es strengen Beanspruchungen unter allen Umständen gewachsen war. So gut sich Canevasit als Material für Stirnradkonstruktionen im allgemeinen eignet, so wenig eignete es sich in der während des Krieges erhältlichen Qualität für diese besondere, spitzzahnige Schneckenradkonstruktion. Zahlreiche Untersuchungen haben gezeigt, dass die Spitzen der Canevasit-Schneckenräder rasch abgerundet werden, wodurch gleichzeitig zwei Zähne zum Eingreifen kommen und so den Nummernschalter blockieren. Weitere Untersuchungen haben gezeigt, dass sich die Qualität des Canevasits seit Kriegsende nicht wesentlich gebessert hat.

Die Fig. 3 und 4 zeigen zwei dieser Canevasit-Schneckenräder, die bei der Dauerprüfung versagt haben.

Eine im Jahre 1948 durchgeführte Dauerprüfung von neuen Canevasit-Schneckenrädern mit grösserer Zähnezahl zeitigte auch keine befriedigenden Ergeb-

quer les roues tangentes en canevasite. Mais les expériences faites dans l'exploitation ont montré que, durant la guerre et la période d'après-guerre, la qualité de ce matériau laissait à désirer et ne pouvait pas répondre dans toutes les circonstances aux sévères exigences imposées. Si, d'une manière générale, la canevasite a fait ses preuves pour la fabrication des roues d'engrenage, elle n'était pas indiquée, dans la qualité qu'on obtenait pendant la guerre, pour la fabrication des roues tangentes spéciales à dents pointues. De nombreux essais ont montré que les pointes des roues tangentes en canevasite s'arrondissent rapidement et qu'il arrive, par conséquent, que deux dents engrènent en même temps et bloquent le disque d'appel. D'autres essais ont montré que la qualité de la canevasite ne s'est pas sensiblement améliorée depuis la fin de la guerre.

Les figures 3 et 4 montrent deux de ces roues tangentes en canevasite qui n'ont pas supporté les épreuves de durée.

Un essai de durée exécuté en 1948 avec de nouvelles roues tangentes en canevasite comptant un grand nombre de dents n'a pas non plus donné des résultats satisfaisants. Les figures 5, 6 et 7 permettent de constater que ces roues, malgré la meilleure qualité du matériau employé, ont subi des déformations de dents qui, dans quelques cas, ont même empêché le retour du disque.

Il faut reconnaître toutefois que les déformations de dents n'atteignent pas de loin la gravité de celles représentées aux figures 3 et 4. Ces améliorations sont dues à l'emploi d'un matériau plus résistant et aussi au choix d'une forme de dent mieux appropriée.

Un autre essai fut fait avec des roues en canevasite

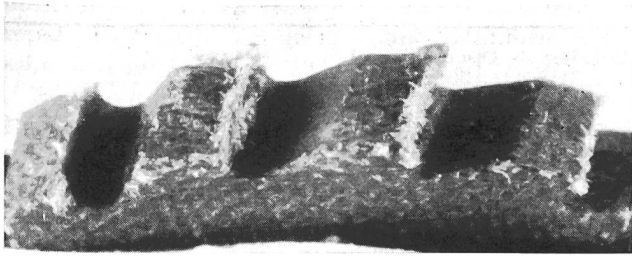


Fig. 3. Canevasitradelement nach der Dauerprüfung. Die Zahnkanten sind zerstört. Der Nummernschalter blieb stecken
Roue de canevasite après l'épreuve de durée. Les arêtes des dents sont détériorées. Le disque d'appel reste bloqué

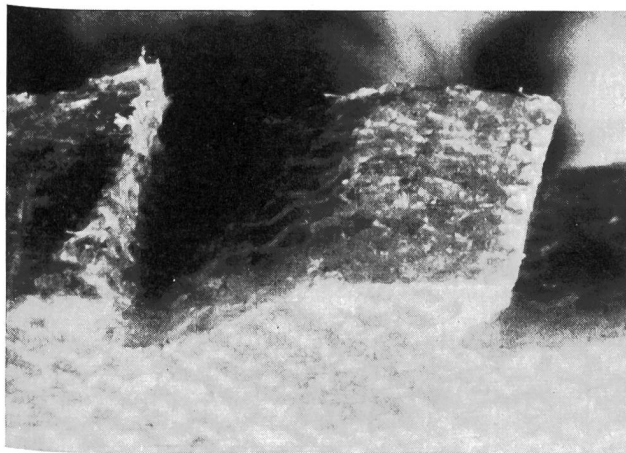


Fig. 4. Canevasitradelement nach der Dauerprüfung. Die Zahnkanten sind zerstört. Der Nummernschalter blieb stecken
Roue de canevasite après l'épreuve de durée. Les arêtes des dents sont détériorées. Le disque d'appel reste bloqué

Le disque numéro 8 dut subir l'épreuve sans être huilé. L'épreuve de durée donna les résultats portés sur le *tableau I* et dessinés à la figure 8. La représentation graphique montre la vitesse de retour du disque d'appel à l'état de neuf et après 300 000, 750 000 et 1 000 000 de retours. Il faut comprendre ces indications dans ce sens que la durée totale de la course

Fig. 5. Schneckenrad nach 374 865 Abläufen und der Entfernung des Fettes. Die Zahnkanten sind zerstört. (Zur besseren Verdeutlichung der Zahn deformation sind die Fig. 5, 6 und 7 besonders stark vergrößert worden.)
Roue tangente après 374 865 courses de retour et enlèvement de la graisse. Les arêtes des dents sont détériorées (pour qu'on puisse mieux se rendre compte des déformations des dents, les photos des figures 5, 6 et 7 ont été très fortement agrandies.)

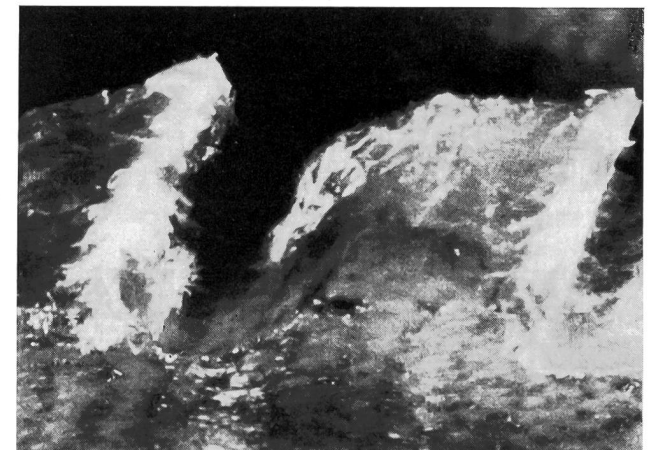
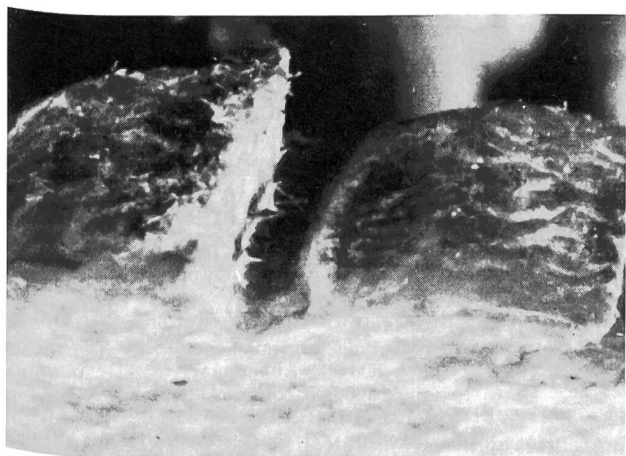


Fig. 6. Schneckenrad nach 121 672 Abläufen und der Entfernung des Fettes. Die Zahnkanten sind zerstört. Der Nummernschalter blieb stecken
Roue tangente après 121 672 courses de retour et enlèvement de la graisse. Les arêtes des dents sont détériorées. Le disque d'appel reste bloqué

de retour, c'est-à-dire le temps qui s'écoule du début de la première à la fin de la dernière impulsion, avant l'essai et à divers intervalles de temps, a été mesurée avec l'enregistreur d'impulsions. Pendant l'épreuve de durée, on a constaté les dérangements suivants:

- a) Le disque d'appel n° 8 ne fonctionne plus après 371 556 commutations. Les arêtes des dents de la petite roue tangente en canevasite sont en partie détériorées (voir figure 18).

Fig. 7. Schneckenrad nach 376 998 Abläufen und der Entfernung des Fettes. Die Zahnkanten sind zerstört
Roue tangente après 376 998 courses de retour et enlèvement de la graisse. Les arêtes des dents sont détériorées

Tabelle I — Tableau I

Zahl der Schaltungen Nombre des commutations	Nummernschalter — Disque d'appel									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Ablaufzeit in ms — Durée de la course de retour en ms									
Neu — neuf	952	944	932	852	956	968	972	1004	932	956
150 000	932	972	932	944	912	868	932	1000	864	904
300 000	896	972	980	936	904	864	904	956	844	900
450 000	908	1008	1000	968	896	880	904	—	908	—
600 000	912	1012	940	948	880	880	912	—	920	—
750 000	964	1000	956	948	892	864	892	—	892	—
900 000	900	952	968	968	840	844	884	—	764	—
1 000 000	916	908	980	972	820	888	912	—	724	—
1 100 000	928	924	988	1008	820	868	912	—	720	—

Tabelle II — Tableau II

Nummernschalter	Nr. 1	(Öl — Huile Nr. 1)
Disque d'appel	Nr. 2	(» — » Nr. 2)
»	Nr. 3	(» — » Nr. 3)
»	Nr. 4	(» — » Nr. 4)
»	Nr. 5	(» — » Nr. 8)
»	Nr. 6	(» — » Nr. 6)
»	Nr. 7	(» — » Nr. 7)
»	Nr. 8	(ohne Öl — sans huile)
»	Nr. 9	(Öl — Huile Nr. 9)
»	Nr. 10	(» — » Nr. 10)

nisse. Wie aus den Fig. 5, 6 und 7 ersichtlich ist, haben die Canevasit-Schneckenräder, trotz dem verbesserten Material, Zahn deformationen erlitten, die in einigen Fällen sogar bis zur Ablaufstörung des betreffenden Nummernschalters geführt haben.

Immerhin muss anerkannt werden, dass die Zahn deformationen lange nicht jenes Mass erreichten, wie es in den Fig. 3 und 4 veranschaulicht ist. Diese Ver-

b) Le disque d'appel n° 10 ne fonctionne plus après 434 345 commutations. Les arêtes des dents de la petite roue tangente en canevasite sont détériorées (voir figure 17).

On peut conclure de ces constatations que l'augmentation ou la diminution de vitesse pendant l'épreuve de durée n'est pas constante mais qu'elle se modifie par à-coups.

Une autre épreuve de durée fut appliquée aux disques d'appel dont les vis sans fin et les roues tangentes étaient faites d'un autre matériau et dont, pour une partie, la construction était d'un autre genre. Ces deux types de disques, construits à titre d'essai, sont désignés par les expressions 30-B et 14-B. Pour le type 30-B, on utilisa une vis sans fin à double pas et une roue tangente en bronze, tandis que pour le type 14-B, on conserva les mêmes formes de vis sans fin et de roue tangente avec cette différence que la roue tangente était faite de bronze au lieu de canevasite (voir figure 9 et 10).

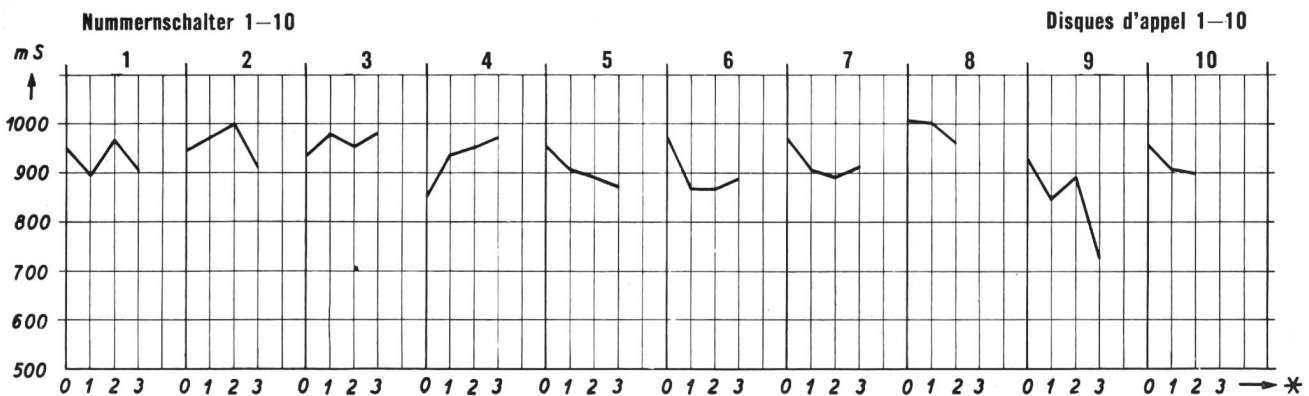


Fig. 8. Ablaufgeschwindigkeiten von Nummernschaltern — Vitesse de retour des disques d'appel (Canevasit-Schneckenräder) — (Roues tangentes en canevasite)

Nummernschalter 1	= geschmiert mit Öl Nr. 1
Disque d'appel	huilé avec l'huile N° 1
2	= » » » Nr. 2
3	= » » » Nr. 3
4	= » » » Nr. 4
5	= » » » Nr. 8
6	= » » » Nr. 6
7	= » » » Nr. 7
8	= ohne Öl / sans huile
9	= geschmiert mit Öl Nr. 9
	huilé avec l'huile N° 9
10	= » » » Nr. 10

*) Punkt 0 = fabrikneu
Point sortant de fabrique
» 1 = nach 300 000 Abläufen
après 300 000 courses de retour
» 2 = nach 750 000 Abläufen
après 750 000 courses de retour
» 3 = nach 1 000 000 Abläufen
après 1 000 000 courses de retour

besserungen dürften dem widerstandsfähigeren Material, aber auch der geeigneteren Zahnform zuzuschreiben sein.

Eine weitere Untersuchung wurde mit Canevasit-Rädern durchgeführt, die nach Angaben der Lieferfirma aus Canevasit bester Qualität hergestellt worden sind. Es wurden mit zehn fabrikneuen Nummernschaltern Dauerversuche durchgeführt. Neun dieser Schalter wurden zuerst demontiert und mit Petroläther entfettet, worauf sie wieder zusammengestellt und an den Reibungsflächen sowie in den Lagern je mit einem anderen Schmiermittel eingölt wurden, die gemäss *Tabelle II* numeriert sind. Schalter 8 hatte den Dauerversuch in ungeöltem Zustande zu bestehen. Der Dauerversuch zeitigte die in *Tabelle I* zusammengestellten und in Fig. 8 aufgezeichneten Ergebnisse. Die graphische Darstellung zeigt die Ablaufgeschwindigkeiten des Nummernschalters im fabrikneuen Zustand sowie nach 300 000, 750 000 und 1 000 000 Abläufen. Die Angaben sind so zu verstehen, dass die totale Ablaufzeit der Nummernschalter, das heisst die Zeit vom Beginn der ersten

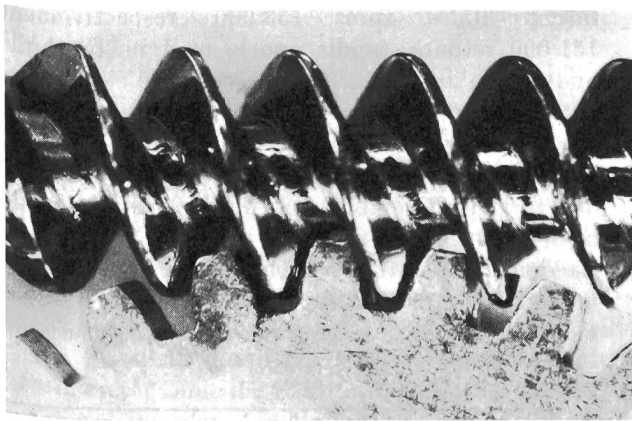


Fig. 9. Nummernschalter Typ 30-B. Doppelgängige Schnecke mit Schneckenrad aus Bronze mit normaler Verzahnung
Disque d'appel type 30-B. Vis sans fin à double pas avec roue tangente en bronze à denture normale

bis zum Ende der letzten Unterbrechung, vor dem Versuche und in verschiedenen Zeitabständen während des Versuches mit dem Impulsschreiber gemessen wurde. Während des Dauerversuches sind folgende Störungen aufgetreten:

- a) Nummernschalter Nr. 8 läuft nach 371 556 Schaltungen nicht mehr ab. Die Zahnkanten des Canevasit-Schneckenrades sind teilweise defekt (s. Fig. 18).
- b) Nummernschalter Nr. 10 läuft nach 434 345 Schaltungen nicht mehr ab. Die Zahnkanten des Canevasit-Schneckenrades sind defekt (s. Fig. 17).

Aus diesen Tatsachen kann der Schluss gezogen werden, dass die Geschwindigkeitszu- oder -abnahme während des Dauerversuches nicht stetig ist, sondern sich sprunghaft ändert.

Ein weiterer Dauerversuch wurde mit Nummernschaltern vorgenommen, deren Schnecken und

Avant le début de l'épreuve de durée, les disques en cause furent traités de la manière suivante:

- a) La vis sans fin et la roue tangente de tous les disques furent démontées et nettoyées à l'éther de pétrole.
- b) Le poids de chaque roue tangente fut déterminé à 0,1 mg près.
- c) Les disques furent remontés et huilés selon le *tableau III*.

Les vitesses de retour constatées au cours de l'épreuve de durée sont reportées sur le *tableau IV* et reproduites graphiquement sur la figure 11 (pour la figure 11 après 0, 300 000, 600 000 et 1 000 000 de retours). Les dérangements suivants se sont produits:

Le *disque d'appel* n° 1 resta bloqué après 856 000 retours parce que du poussier de bronze s'était déposé sur les surfaces de frottement.

Le *disque d'appel* n° 2 resta bloqué après 153 000 retours. Il fut huilé et aucun dérangement ne se manifesta plus jusqu'à la fin de l'épreuve.

Le *disque d'appel* n° 3 resta bloqué après 151 000 retours. Il fut huilé et aucun dérangement ne se manifesta plus jusqu'à la fin de l'épreuve.

Le *disque d'appel* n° 9 s'arrêta fréquemment après 550 000 retours. La roue tangente était passablement déformée.

Le *disque d'appel* n° 10 resta bloqué après 825 000 retours. La roue tangente était déformée.

Après l'épreuve de durée, les roues tangentes furent de nouveau nettoyées à l'éther de pétrole puis pesées. Les diminutions de poids dues à l'usure sont indiquées sur le *tableau V*.

Ce *tableau V* montre que le degré d'usure dépend en tout premier lieu de la forme des dents de la roue tangente. Les roues à dents pointues des disques n° 9 et 10 accusaient une diminution de poids environ dix fois supérieure à celle des roues tangentes à denture normale. Il convient de relever à ce sujet que les roues dentées des disques d'appel 14-B et 30-B

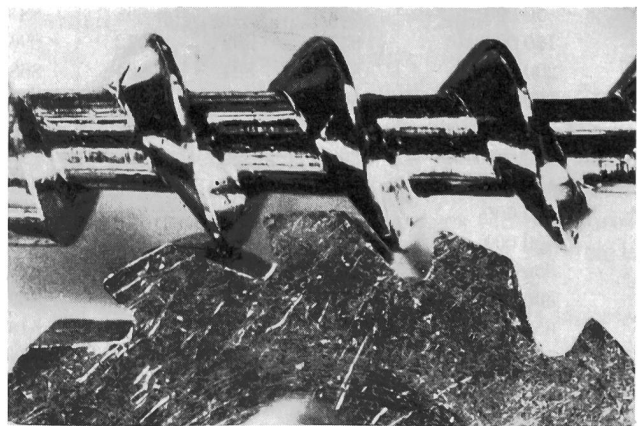


Fig. 10. Nummernschalter Typ 14-B. Eingängige Schnecke mit Schneckenrad aus Bronze mit Spitzverzahnung
Disque d'appel type 14-B. Vis sans fin à pas simple avec roue tangente en bronze à dents pointues

Schneckenräder aus anderem Material hergestellt worden sind und die zum Teil auch verschiedenartig konstruiert waren. Diese beiden versuchsweise gebauten Typen sind mit 30-B und 14-B bezeichnet. Bei Typ 30-B wurden eine doppelgängige Schnecke und ein Schneckenrad aus Bronze verwendet, während bei Typ 14-B konstruktiv die bisherigen Formen von Schnecke und Schneckenrad beibehalten wurden, mit dem Unterschied, dass das Schneckenrad aus Bronze statt aus Canevasit besteht (s. Fig. 9 und 10).

Vor dem Beginn des Dauerversuches wurden die zu prüfenden Nummernschalter wie folgt behandelt:

- An sämtlichen Nummernschaltern wurden Schnecke und Schneckenrad demontiert und mit Petroläther gereinigt.
- Das Gewicht jedes einzelnen Schneckenrades wurde auf 0,1 mg genau ermittelt.
- Die Schalter wurden wieder zusammengestellt und gemäss *Tabelle III* geölt.

Die im Verlaufe des Dauerversuches ermittelten Ablaufgeschwindigkeiten sind in der *Tabelle IV* zusammengestellt und in Fig. 11 graphisch aufgezeichnet (für Fig. 11 nach 0, 300 000, 600 000 und 1 000 000 Abläufen). Es sind dabei folgende Störungen aufgetreten:

Nummernschalter Nr. 1 blieb nach 856 000 Abläufen stecken, weil sich Bronzestaub auf den Reibflächen niedergeschlagen hatte.

Nummernschalter Nr. 2 blieb nach 153 000 Abläufen stecken. Er wurde geölt, worauf bis zum Schluss der Prüfung keine Störungen mehr auftraten.

Nummernschalter Nr. 3 blieb nach 151 000 Abläufen stecken. Er wurde geölt und zeigte bis zum Schluss der Prüfung keine Störungen mehr.

Tabelle III — Tableau III

Nummernschalter	Nr. 1	Typ 30-B	(ohne Öl — sans huile)
Disque	Nr. 2	» »	» » » »
d'appel	Nr. 3	» »	» » » »
»	Nr. 4	» »	(Öl — Huile Nr. 2)
»	Nr. 5	» »	(» — » Nr. 8)
»	Nr. 6	» »	(» — » Nr. 3)
»	Nr. 7	» »	(» — » Nr. 4)
»	Nr. 8	» »	(» — » Nr. 6)
»	Nr. 9	Typ 14-B	(ohne Öl — sans huile)
»	Nr. 10	» »	(Öl — Huile Nr. 2)

étaient faites du même bronze. *La durée de vie d'un disque d'appel ne dépend donc pas en premier lieu de l'huile ou du matériau employé, mais bien de la forme des dents.* Les figures 12 à 15 renseignent sur la nature de l'usure ou de la déformation des roues tangentes.

Les essais entrepris permettent de tirer les conclusions provisoires suivantes:

- Les disques d'appel doivent être huilés. Les disques n° 1, 2 et 3 non huilés montrèrent une tendance à s'arrêter. Les n° 2 et 3 (denture normale), furent huilés après 153 000 respectivement 151 000 retours, tandis que le n° 1 ne fut huilé que lorsqu'il s'arrêta définitivement, c'est-à-dire après 856 000 retours. Une fois huilés, tous trois fonctionnèrent à la perfection jusqu'à la fin de l'épreuve. Par contre, le n° 9 (dents pointues) devint définitivement inutilisable par suite de la déformation de dents.
- La denture pointue, comparée à la denture normale, présente certains inconvénients qui se manifestent par des déformations et une usure des

Tabelle IV — Tableau IV

Zahl der Schaltungen Nombre des commutations	Nummernschalter — Disque d'appel									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Ablaufzeit in ms — Durée de la course de retour en ms									
Neu — neuf	944	960	980	960	980	888	864	932	900	1036
50 000	852	928	968	884	924	908	784	820	920	984
150 000	856	952	972	896	916	940	784	816	916	1004
200 000	864	864	884	868	904	920	784	784	944	1000
250 000	856	820	860	860	896	916	752	780	924	992
300 000	856	860	852	864	892	916	752	788	880	960
350 000	800	836	860	824	852	860	772	776	892	956
400 000	840	872	892	824	860	884	768	760	896	920
450 000	832	844	896	820	848	872	744	796	896	932
500 000	860	824	912	832	864	900	780	812	904	960
550 000	860	864	920	824	864	888	772	824	900	972
600 000	872	872	916	852	880	916	800	832	—	912
650 000	880	870	868	848	800	936	820	832	—	1040
700 000	896	860	872	864	888	940	848	824	—	1024
750 000	904	852	816	872	892	984	848	832	—	1030
800 000	888	840	800	848	876	972	908	840	—	1028
850 000	828	844	788	820	888	952	856	810	—	—
900 000	—	829	784	832	892	948	830	782	—	—
950 000	—	812	786	792	830	956	804	760	—	—
1 000 000	—	796	786	760	812	972	804	752	—	—

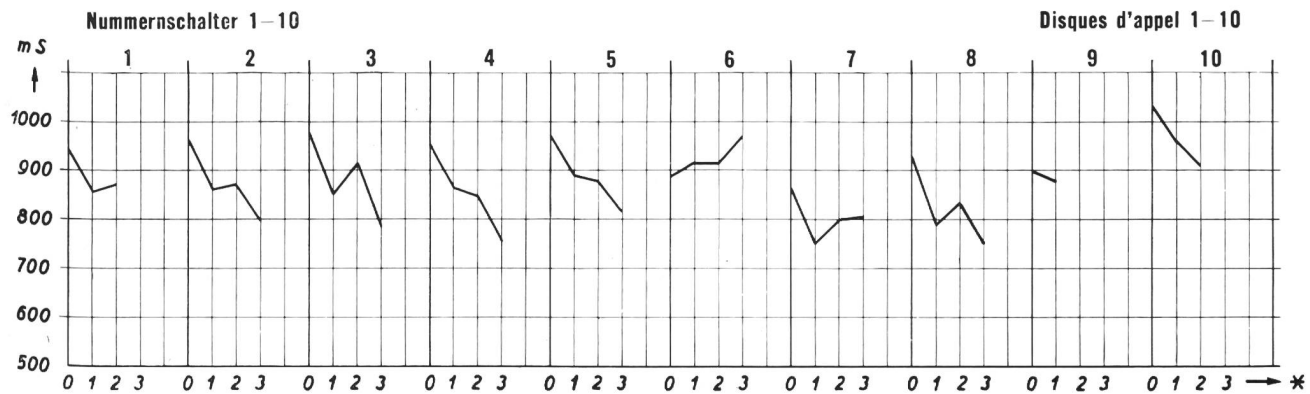


Fig. 11. Ablaufgeschwindigkeit von Nummernschaltern — Vitesse de retour des disques d'appel
(Bronze-Schneckenräder) — (Roues tangentés en bronze)

Nummernschalter	1, Typ 30-B	= ohne Öl
Disque d'appel 1	type 30-B	= sans huile
»	2, »	= ohne Öl
»	3, »	= ohne Öl
»	4, »	= geschmiert mit Öl Nr. 2
»	5, »	= » » » Nr. 8
»	6, »	= » » » Nr. 3
»	7, »	= » » » Nr. 4
»	8, »	= » » » Nr. 6
»	9, Typ 14-B	= ohne Öl — sans huile
»	10, »	= geschmiert mit Öl Nr. 2
		huilé avec l'huile N° 2

*) Punkt 0 = fabrikneu
Point = sortant de fabrique
» 1 = nach 300 000 Abläufen
après 300 000 courses de retour
» 2 = nach 600 000 Abläufen
après 600 000 courses de retour
» 3 = nach 1 000 000 Abläufen
après 1 000 000 courses de retour

Nummernschalter Nr. 9 blieb nach 550 000 Abläufen häufig stecken. Das Schneckenrad war ziemlich stark deformiert.

Nummernschalter Nr. 10 blieb nach 825 000 Abläufen stecken. Das Schneckenrad war deformiert.

Nach der Dauerprüfung wurden die Schneckenräder wieder mit Petroläther entfettet und gewogen. Die durch die Abnutzung verursachten Gewichtsabnahmen sind in der *Tabelle V* zusammengestellt.

Aus *Tabelle V* kann der Schluss gezogen werden, dass in erster Linie die Zahnform des Schneckenrades für den Grad der Abnutzung ausschlaggebend ist. Die Spitzzahnräder der Nummernschalter Nr. 9 und 10 weisen ungefähr eine zehnmal grössere Gewichtsabnahme auf als die Schneckenräder mit Normalverzahnung. Dabei muss betont werden, dass die Zahnräder der Nummernschalter 14-B und 30-B

dents (voir tableau V, diminution de poids pour les n° 9 et 10).

En revanche, on peut relever que la denture normale avec vis sans fin à double pas présente l'inconvénient de ne pas empêcher la marche arrière de la vis sans fin lors du remontage. On peut toutefois facilement y remédier en modifiant légèrement la construction. Une de ces possibilités est représentée à la figure 16, mais il y en a d'autres sur lesquelles nous ne nous arrêterons pas ici.

On examina également l'effet acoustique du retour des disques. Les résultats de cet examen sont portés sur le *tableau VI*. Il en ressort clairement qu'avec le temps, dès qu'il se produit une certaine usure, l'effet acoustique *devient plus fort pour les roues en canevasite que pour les roues en bronze avec denture normale*. Une des principales raisons de préférer la canevasite est ainsi éliminée.

2. L'influence du lubrifiant

On a souvent constaté que dans des locaux froids le retour des disques se fait trop lentement. On en attribue généralement la cause au fait que le lubrifiant avec lequel on huile les surfaces de frottement et les crapaudines s'épaissit aux basses températures. L'intense frottement interne de cette huile ralentit la vitesse de retour du disque.

Pour pouvoir, au cours des mêmes expériences, juger de l'influence de l'huile et, en même temps, réunir des données sur les propriétés des diverses huiles de disques d'appel, on a fait des essais avec onze huiles de provenances et de compositions différentes. Les disques furent tout d'abord soigneusement nettoyés à l'éther de pétrole puis huilés avec l'huile à éprouver. Deux essais simultanés furent faits avec

Tabelle V — Tableau V

Num- mern- schalter Disque d'appel	Gewicht des Schneckenrades vor dem Versuch Poids de la roue tangente avant l'épreuve	Gewicht des Schneckenrades nach dem Versuch Poids de la roue tangente après l'épreuve	Abnutzung in mgr Usure en mgr
1	4,1210 g	4,1203 g	0,7
2	4,1371 »	4,1371 »	< 0,1
3	4,1018 »	4,1018 »	< 0,1
4	4,1288 »	4,1287 »	0,1
5	4,1360 »	4,1358 »	0,2
6	4,1095 »	4,1095 »	< 0,1
7	4,1169 »	4,1169 »	< 0,1
8	4,1270 »	4,1270 »	< 0,1
9	3,9466 »	3,9451 »	1,5
10	3,9029 »	3,9019 »	1,0

aus der gleichen Bronze hergestellt worden sind. *Es hängt also nicht in erster Linie vom Öl oder vom Material, sondern von der Zahnform ab, ob dem Nummernschalter eine kürzere oder eine längere Lebensdauer beschieden sein wird.* Die Art der Abnutzung bzw. Deformation der Schneckenräder ist aus den Figuren 12...15 ersichtlich.

Die vorläufigen Schlussfolgerungen aus den Untersuchungen sind die folgenden:

- a) Die Nummernschalter müssen geölt werden. Die ungeölte Schalter Nr. 1, 2 und 3 zeigten Neigung zum Stehenbleiben. Nr. 2 und 3 (Normalverzahnung) wurden nach 153 000 bzw. 151 000 Abläufen geölt. Nr. 1 hingegen wurde erst geölt, nachdem er endgültig stehenblieb, das heisst nach 856 000 Abläufen. Nach erfolgter Schmierung funktionierten die drei Nummernschalter einwandfrei bis zum Schluss der Dauerprüfung. Nr. 9 (Spitzverzahnung) wurde infolge Zahndeformation endgültig unbrauchbar.
- b) Die Spitzverzahnung weist gegenüber der Normalverzahnung Nachteile auf, die sich in Zahndeformationen sowie Abnutzung der Zähne auswirken (s. Tabelle V, Gewichtsabnahme bei Nr. 9 und 10).

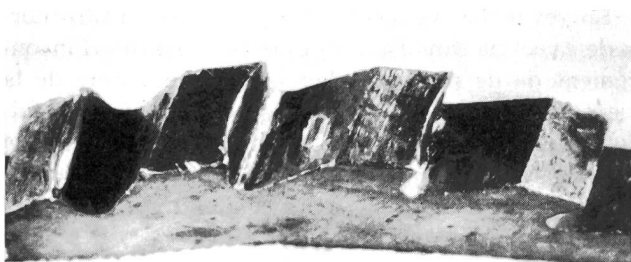


Fig. 14. Nummernschalter Nr. 9, ungeschmiert. Die Spitzen der Zähne sind stark deformiert, so dass der Schalter häufig steckenblieb

Disque d'appel n° 9, non huilé. Les pointes des dents sont fortement déformées, cause de fréquents arrêts du disque

Demgegenüber könnte geltend gemacht werden, dass die Normalverzahnung mit doppelgängiger Schnecke den Nachteil aufweist, dass sie keine Selbsthemmung besitzt. Dem kann jedoch durch verschiedene geringfügige Konstruktionsänderungen leicht abgeholfen werden. Eine dieser Möglichkeiten ist in Fig. 16 dargestellt. Es stehen jedoch auch noch andere Konstruktionswege offen, auf die hier nicht näher eingetreten werden soll.

Die Schallwirkung der ablaufenden Nummernschalter wurde ebenfalls untersucht. Die Ergebnisse sind in *Tabelle VI* zusammengestellt. Aus ihr geht eindeutig hervor, dass die Schallwirkung im Laufe der Zeit bei *Canevasiträdern grösser wird als bei Bronzerädern mit Normalverzahnung*, sobald eine gewisse Abnutzung eingetreten ist. Einer der Hauptgründe für die Bevorzugung von Canevasit fällt damit dahin.

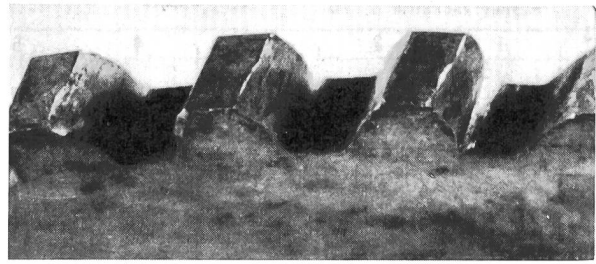


Fig. 12. Nummernschalter Nr. 1, ungeschmiert. Trotz den angeschliffenen Zahnflanken wurden keine Deformationen verursacht, die den Schalter unbrauchbar machten
Disque d'appel n° 1, non huilé. Malgré l'usure des arêtes des dents, il n'y a aucune déformation rendant le disque inutilisable

chaque huile et, en même temps, à titre de comparaison, avec deux disques d'appel complètement dégraissés.

Les chiffres indicatifs des huiles sont indiqués sur le *tableau VII*. En général, on utilisa comme huiles d'épreuve des lubrifiants contenant des constituants saponifiables qui augmentent l'adhérence du film

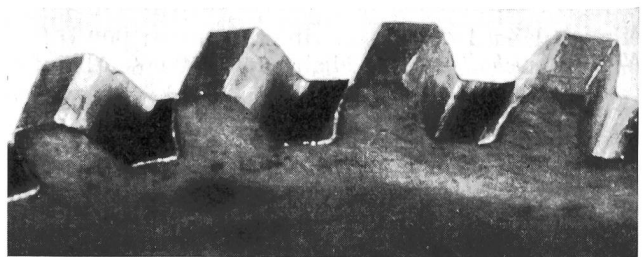


Fig. 13. Nummernschalter Nr. 4, geschmiert. Kaum feststellbare Zahndeformationen; nach 1 000 000 Abläufen noch brauchbar

Disque d'appel n° 4, huilé. Déformations des dents à peine visibles; encore utilisable après 1 000 000 courses de retour

lubrifiant. Ces huiles se caractérisent par leur indice de saponification relativement élevé (huiles n° 1, 2, 8, 9, 10 et 11). Pour nos expériences, on utilisa aussi des huiles minérales pures ou faiblement compoundées (huiles n° 3, 6 et 7). On eut enfin recours à des



Fig. 15. Nummernschalter Nr. 10, geschmiert. Die Spitzen der Zähne sind etwas weniger deformiert als beim Nummernschalter Nr. 9 (Fig. 14). Trotzdem blieb der Schalter häufig stecken

Disque d'appel n° 10, huilé. Les pointes des dents sont un peu moins déformées que ce n'est le cas pour le disque n° 9 (fig. 14). Mais le disque s'arrête quand même fréquemment

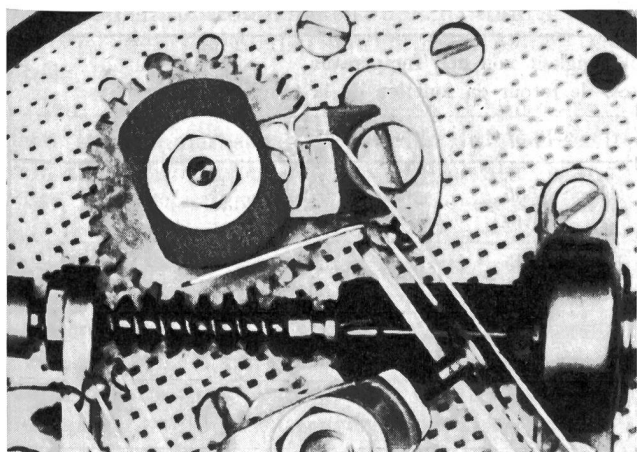


Fig. 16. Nummernschalter Nr. 2. Die abgekröpfte Impulsfeder verhindert den Rücklauf des Schneckenrades während des Aufziehens der Fingerscheibe

Disque d'appel n° 2. Le ressort coudé des impulsions empêche la marche arrière de la roue tangente lors du remontage

2. Der Einfluss des Schmieröles

Es wird oft beobachtet, dass Nummernschalter in kalten Räumen zu langsam ablaufen. Die Ursache dafür wird häufig dem Umstande zugeschrieben, dass das Öl, mit dem die Reibflächen und Lager geschmiert wurden, bei tiefen Temperaturen zu dick wird. Zufolge der grossen inneren Reibung des Schmieröles müsste dann die Ablaufgeschwindigkeit der Wählscheibe zu gering werden.

Um in diesem Zusammenhang den Einfluss des Schmieröles beurteilen zu können und um zugleich über die Eignung verschiedener Wähleröle Erfahrungen zu sammeln, wurden Versuche mit elf Ölen verschiedener Herkunft und Zusammensetzung durchgeführt. Dabei wurde so vorgegangen, dass die Nummernschalter zunächst mit Petroläther vollständig entfettet und nachher mit dem Versuchsöl geschmiert wurden. Mit jedem Öl wurde ein Doppel-

Tabelle VI — Tableau VI

Nummernschalter Disque d'appel	Bronzerad mit Normalverzahnung Roue de bronze avec denture normale	Canevasitrad mit Spitzverzahnung Roue de canevasite avec dents pointues
1	—	—
2	41 phon-phones	45 phon-phones
3	48 phon	—
4	—	—
5	—	—
6	42 phon	45 phon
7	42 phon	46 phon
8	40 phon	45 phon
9	—	44 phon
10	—	—
Mittelwert Moyenne	42,6 phon-phones	45 phon-phones

lubrifiants synthétiques à base de silicones (n° 4 et 5) qui ont cet avantage particulier que leur viscosité varie très peu avec la température. Ils présentent donc une droite viscosité-température (selon *Ubbelohde*) relativement plate et une hauteur de pôles de viscosité sensiblement inférieure à 1 (tableau VII), de sorte qu'il n'y a pas de danger que l'huile s'épaississe outre mesure par basses températures. En outre, ces huiles résistent fortement à l'influence de l'oxygène de l'air et n'ont par conséquent pas tendance à la résinification. Toutefois, le fait que ces matières sont insensibles aux variations de température ne joue aucun rôle dans le cas particulier.

Les durées des courses de retour des disques d'appel huilés avec ces divers lubrifiants ont été mesurées au moyen du chronotron à des températures de -25° , -5° , $+18,5^{\circ}$, $+35^{\circ}$ et $+60^{\circ}$ C. On se contenta au cours de ces mesures d'établir la somme des durées d'ouverture, ce qui suffisait amplement pour nos essais. Les résultats sont portés sur le *tableau VIII* et reproduits graphiquement à la figure 24. Comme

Tabelle VII — Tableau VII

Kennziffern der 11 Versuchsöle — Caractéristiques des 11 huiles éprouvées

	Nummer des Öles — Numéros de l'huile										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Dichte bei 20° C	0,875	0,880	0,851	0,950	0,962	0,845	0,905	0,886	0,896	0,895	0,890
Densité à											
Viscosität in cSt bei 20° C	63,0	43,0	25,5	23,0	65,0	27,5	148,3	48,0	67,9	115,0	132,0
Viscosité en cSt à											
bei 50° C	18,8	12,51	12,12	12,7	33,2	8,85	26,1	14,9	20,3	30,3	33,8
à											
bei 80° C	8,4	5,64	7,00	8,53	19,24	4,24	9,01	6,7	9,08	12,6	13,4
à											
Viskositätspolhöhe	1,29	1,68	<1	<1	<1	1,56	3,39	1,40	1,30	1,36	1,45
Hauteur des pôles de viscosité											
Verseifungszahl mg KOH/g Öl	14,5	12,4	1,5	—	—	—	0,3	38	22	95	69
Indice de saponification mg KOH/g d'huile											

Der Stockpunkt konnte der zu kleinen Mengen wegen nicht gemessen werden.

Le point de congélation n'a pu être mesuré à cause des trop faibles quantités.

Tabelle VIII — Tableau VIII

Nummernschalter Disque d'appel	Ablaufzeit in ms in Abhängigkeit von der Temperatur Durée en ms de la course de retour en fonction de la température				
	—25° C	—5° C	18,5° C	35° C	60° C
1	590	610	655	675	680
1'	565	585	640	660	660
2	740	665	685	690	680
2'	740	635	680	695	705
3	>1000	620	650	670	680
3'	620	585	605	610	600
4	550	575	600	610	640
4'	520	545	590	625	635
5	550	565	600	615	665
5'	560	575	595	620	640
6	780	665	665	660	670
6'	600	590	615	620	635
7	>1000	605	620	625	660
7'	>1000	690	645	650	690
8	715	620	650	660	690
8'	620	600	635	650	680
9	>1000	560	600	605	640
9'	880	600	630	640	660
10	>1000	610	625	615	620
10'	>1000	605	630	640	680
11	>1000	610	610	600	660
11'	>1000	600	625	625	600
12 (ohne Schmiermittel)	720	630	670	680	700
12' (sans lubrifiant)	645	585	630	640	660

versuch gemacht und zum Vergleich zwei Nummernschalter in vollständig entfettetem Zustande in die Versuchsreihe miteinbezogen.

Die Kennziffern der Schmieröle, so weit sie hier interessieren, sind in der *Tabelle VII* zusammengestellt. Im allgemeinen verwendet man als Instrumentenöle solche, die Zusätze von verseifbaren Anteilen enthalten, wodurch die Haftfestigkeit des Schmierfilmes erhöht werden soll. Diese Öle zeichnen sich darin aus, dass ihre Verseifungszahl verhältnismässig hoch ausfällt (Öle Nr. 1, 2, 8, 9, 10 und 11). Für unsere Versuchsreihe zogen wir auch noch reine oder nur schwach compoundierte Mineralöle heran (Öle Nr. 3, 6 und 7). Endlich sei noch auf die Schmiermittel Nr. 4 und 5 hingewiesen, bei denen es sich um synthetische Schmierstoffe auf der Basis von Silikon handelt. Ein besonderer Vorteil der Silikonöle besteht darin, dass sie ihre Viskosität mit der Temperatur nur wenig verändern. Sie verfügen also über eine verhältnismässig flache Viskositätstemperaturgerade (nach *Ubbelohde*) und eine beachtlich unter 1 liegende Viskositätspolhöhe (*Tabelle VII*), weshalb die Gefahr des übermässigen Eindickens bei tieferen Temperaturen nicht besteht. Ferner sind sie weitgehend beständig gegen die Einwirkung von Luft-sauerstoff, weshalb sie nicht zur Verharzung neigen.

chaque lubrifiant a fait l'objet d'une double épreuve, on a dessiné deux courbes sous chaque chiffre indicatif. Sous le chiffre 12, on voit la manière de se comporter des disques d'appel non huilés.

Parlons d'abord des essais faits avec les disques d'appel non huilés. C'est à —5° C que le retour du disque est le plus rapide; la vitesse diminue ensuite légèrement à mesure que la température monte, ce qui s'explique par le fait que les matériaux se dilatent quand il fait plus chaud et que, par conséquent, le jeu dans les crapaudines diminue. De même, la durée de la course de retour augmente aussi aux températures très basses.

En général, aux températures de —5° à +60° C, les disques d'appel huilés se comportent comme les disques non huilés. Entre ces limites de température, on ne peut pas constater une influence sensible de l'huile (voir figure 24). Par rapport aux disques non huilés, on ne remarque pas de grands changements dans les durées des courses de retour. On observe toutefois que, pour les températures indiquées, les courses de retour les plus rapides sont celles des disques huilés au moyen de lubrifiants de silicones.

Il en va autrement aux très basses températures. A —25°, les disques d'appel 3, 7, 9, 10 et 11 ne marchent plus que très lentement. Il faut admettre qu'à

Die Temperaturbeständigkeit dieser Stoffe spielt für die hier interessierenden Verhältnisse jedoch keine Rolle.

Von den mit den verschiedenen Schmierölen gefetteten Nummernschaltern wurden die Ablaufzeiten mit dem Chronotron bei den Temperaturen -25° , -5° , $+18,5^{\circ}$, $+35^{\circ}$ und $+60^{\circ}$ C gemessen. Dabei wurde lediglich die Summe der Öffnungszeiten festgestellt, was für unsere Untersuchung vollständig genügte. Die Ergebnisse sind in der *Tabelle VIII* zusammengestellt und in Fig. 24 graphisch aufgezeichnet. Da von jedem Schmieröl ein Doppelversuch durchgeführt wurde, sind in Fig. 24 unter jeder Versuchsziffer zwei Kurven eingezeichnet. Unter Ziffer 12 ist das Verhalten ungefetteter Nummernschalter ersichtlich.

Die Versuche mit dem ungefetteten Nummernschalter sollen zuerst besprochen werden. Die Ablaufzeit ist bei -5° C am geringsten und steigt leicht an mit zunehmender Temperatur, was damit erklärt werden kann, dass sich das Material, wenn es wärmer wird, ausdehnt. Dabei wird das Spiel der Lager kleiner. Bei sehr tiefen Temperaturen ist die Ablaufzeit auch grösser.

Im allgemeinen verhalten sich die gefetteten Nummernschalter von -5° C an bis zu $+60^{\circ}$ C ähnlich wie die ungefetteten. Ein wesentlicher Einfluss des Schmieröles kann in diesem Temperaturbereich nicht festgestellt werden (vgl. Fig. 24). Die Ablaufzeiten verändern sich gegenüber dem ungeschmierten Zustande nur unwesentlich. Die kleinsten Werte im erwähnten Temperaturbereich sind bei jenen Nummernschaltern zu beobachten, die mit Silikonölen geschmiert wurden.

Anders liegen die Verhältnisse bei sehr tiefen Temperaturen. Die Nummernschalter 3, 7, 9, 10 und 11 liefen bei -25° C nur noch ganz langsam ab. Es ist anzunehmen, dass die Schmieröle bei dieser Temperatur so dick geworden sind, dass die normale Ablaufgeschwindigkeit nicht mehr eingehalten werden konnte. Auch besteht die Möglichkeit, dass die Tem-

cette température les lubrifiants se sont épaissis à tel point que la vitesse normale de la course de retour ne peut plus être maintenue. Il se peut aussi que la compensation de température n'ait plus très bien fonctionné, ce qui, dans la pratique, n'a aucune importance. Il ne fut plus possible de mesurer la durée exacte de la course de retour, notre instrument ne pouvant indiquer des durées supérieures à 1000 ms. Or, les durées observées sont beaucoup plus longues. Pratiquement, les disques d'appel huilés avec ces lubrifiants sont inutilisables à la température de -25° C, température qu'on rencontre exceptionnellement dans l'exploitation, par exemple dans les cabines téléphoniques publiques installées en plein air.

Pour les disques d'appel huilés avec les lubrifiants 1, 4 et 5, on ne constata pas le même phénomène. La durée de la course de retour mesurée à -25° C était au contraire dans les limites de celles mesurées à -5° C. Les essais faits avec les huiles 2, 6 et 8 ont donné des résultats analogues à ceux obtenus avec les disques d'appel non huilés.

Si l'on considère leurs qualités en fonction de la température, on peut donc dire que les huiles 1, 2, 4, 5, 6 et 8 sont des lubrifiants tout à fait indiqués. Les huiles de silicones se sont ainsi révélées particulièrement avantageuses, leur seul inconvénient étant d'être encore très chères. Il convient de relever toutefois qu'en fonction de la température, les disques non huilés se sont aussi bien comportés.

Les épreuves que nous venons de décrire ne nous permettaient pas cependant de porter un jugement définitif sur les différentes huiles. C'est pourquoi des épreuves de durée ont été faites avec 10 disques d'appel. Les vitesses des courses de retour mesurées au cours de ces épreuves ont été reportées sur le *tableau I* et dessinées à la figure 8. D'autre part, les figures 17 à 23 renseignent sur l'état de la vis sans fin et de la roue tangente ainsi que sur les dépôts de lubrifiants qui y sont restés attachés.

Concernant les huiles, on constate d'une manière générale qu'elles s'épaississent après un très long usage, exception faite des huiles de silicones, et pren-

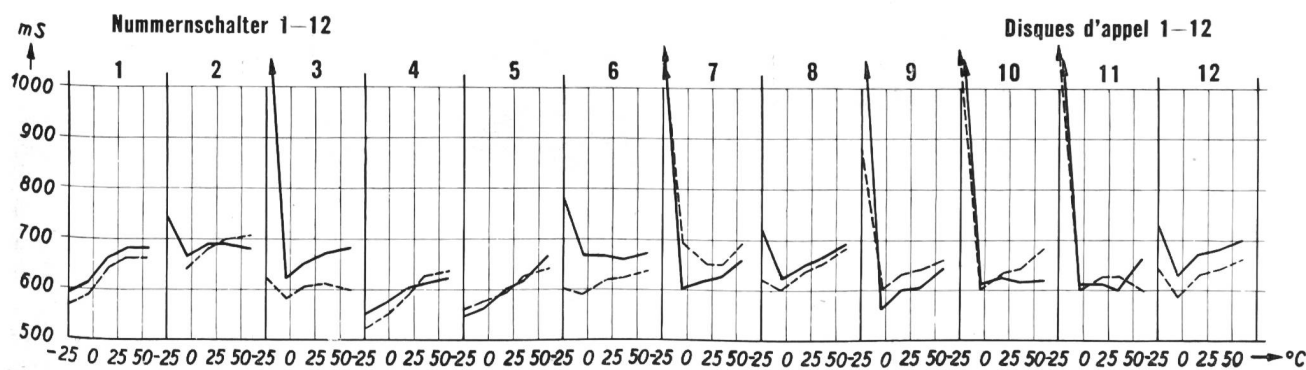


Fig. 24. Abhängigkeit der Ablaufgeschwindigkeit der zwölf verschiedenen geschmierten Nummernschalter von der Temperatur. Die Nummernschalter 1...11 sind mit den entsprechenden Ölen Nr. 1...11 geschmiert. Der Nummernschalter Nr. 12 wurde in entfettetem Zustand in den Versuch genommen.

Vitesse de retour en fonction de la température des douze différents disques huilés

Les disques d'appel 1 à 11 sont huilés avec les huiles correspondantes n° 1 à 11. Le disque n° 12 n'a pas été huilé

peraturkompensation bei so grosser Kälte nicht mehr einwandfrei funktionierte, was für den praktischen Betrieb jedoch ohne Bedeutung ist. Die genaue Ablaufzeit war mit unserem Instrument nicht mehr festzustellen, weil es lediglich bis 1000 ms anzeigt. Die beobachteten Ablaufzeiten liegen jedoch weit darüber. Für den praktischen Gebrauch sind die mit den

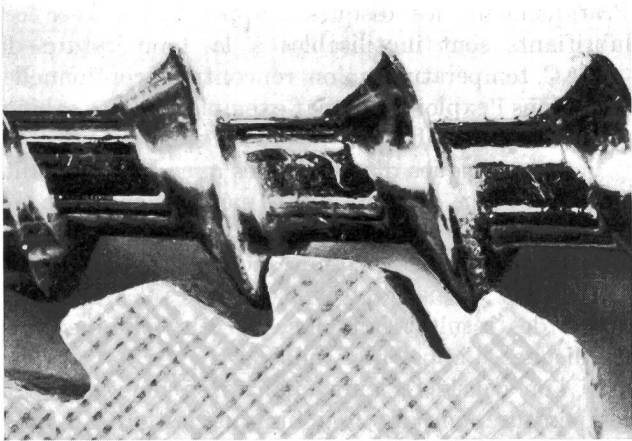


Fig. 18. Nummernschalter Nr. 8, ungeschmiert. Die Zahnkanten des Schneckenrades sind leicht abgerundet. Die Schnecke weist Rillen und eine braune Ablagerung auf. Der Nummernschalter blieb nach 371 556 Abläufen stecken

Disque d'appel n° 8, non huilé. Les arêtes des dents de la roue tangente sont légèrement arrondies. La vis sans fin présente des rainures et un dépôt brun. Le disque reste bloqué après 371 556 courses de retour

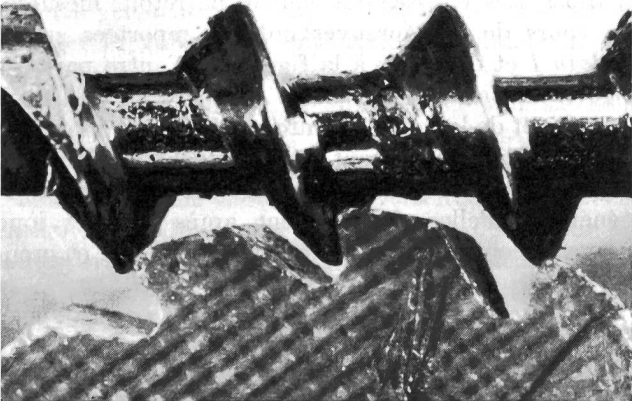


Fig. 20. Nummernschalter Nr. 3. Man beachte die Fettablagerung auf der Schnecke

Disque d'appel n° 3. On remarque le dépôt graisseux sur la vis sans fin

erwähnten Ölen geschmierten Nummernschalter bei -25°C nicht mehr zu gebrauchen. Diese Temperaturen können im Betrieb ausnahmsweise vorkommen, zum Beispiel in öffentlichen Telephonkabinen, die im Freien stehen.

Bei den Nummernschaltern, die mit den Ölen 1, 4 und 5 geschmiert wurden, konnte diese Erscheinung



Fig. 17. Nummernschalter Nr. 10. Schnecke und Schneckenrad in gefettetem Zustand. Die Zahnkanten des Schneckenrades sind teilweise defekt. Der Nummernschalter blieb nach 434 345 Abläufen stecken

Disque d'appel n° 10. Vis sans fin et roue tangente huilées. Les arêtes des dents de la roue tangente sont en partie détériorées. Le disque reste bloqué après 434 345 courses de retour

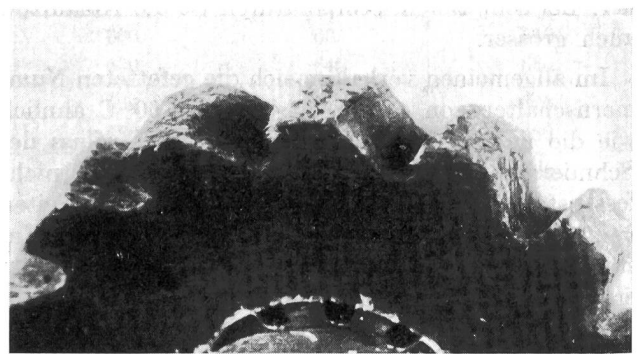


Fig. 19. Nummernschalter Nr. 8. Schneckenrad der Fig. 18 allein aufgenommen, damit die Ausfaserung der Zähne besser sichtbar wird

Disque d'appel n° 8. Roue tangente de la fig. 18 photographiée à part pour mieux faire voir l'effilochage des dents

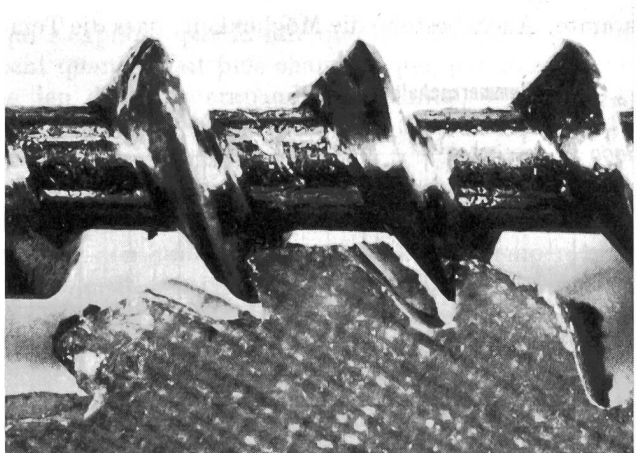


Fig. 21. Nummernschalter Nr. 9. Man beachte die Fettablagerungen auf der Schnecke und den Zahnflanken

Disque d'appel n° 9. On remarque le dépôt graisseux sur la vis sans fin et les arêtes des dents

nicht festgestellt werden. Die Ablaufzeit bei -25°C lag im Gegenteil unter derjenigen, die bei -5°C gemessen wurde. Die Versuche mit den Ölen 2, 6 und 8 fielen ähnlich aus wie diejenigen mit den ungefetteten Nummernschaltern.

Vom Standpunkt der Temperaturabhängigkeit sind somit die Öle 1, 2, 4, 5, 6 und 8 als Schmiermittel geeignet. Auch die ungefetteten Schalter verhielten sich in dieser Beziehung günstig. Besonders vorteilhaft erwiesen sich die Silikonöle. Nachteilig ist lediglich, dass diese bis heute noch sehr teuer sind.

Die vorstehend beschriebenen Versuche genügten jedoch nicht für eine endgültige Beurteilung der verschiedenen Instrumentenöle. Aus diesem Grunde wurden mit zehn Nummernschaltern Dauerversuche durchgeführt. Über diese Versuchsreihe ist schon vorstehend berichtet worden. Die Ablaufgeschwindigkeiten während des Dauerversuches sind in *Tabelle I* zusammengestellt und in Fig. 8 aufgezeichnet. Über den Zustand von Schnecke und Schneckenrad sowie den daran haftenden Schmiermitteln geben die Figuren 17...23 Aufschluss.

Was die Schmieröle anbetrifft, so kann man im allgemeinen feststellen, dass sie, mit Ausnahme der Silikonöle, bei sehr langer Beanspruchung dicker werden und eine fettähnliche Konsistenz erhalten (vgl. die verschiedenen Abbildungen). Eigentlich müsste durch diese Vergrößerung der Viskosität die Ablaufzeit der Wählscheibe vergrößert werden. Da aber durch die Abnutzung der Lager das Spiel grösser wird, macht sich dieser Einfluss nicht wesentlich geltend.

III. Schlussfolgerungen

Abschliessend lassen sich aus den Untersuchungen die folgenden Schlussfolgerungen ziehen:

- Als Baumaterial für Schneckenräder eignet sich Bronze besser als Canevasit.
- Als Schneckengetriebe für Nummernschalter eignet sich die Normalverzahnung mit doppelgängiger Schnecke (s. Fig. 9) besser als die Spitzverzahnung mit eingängiger Schnecke (s. Fig. 10).
- Die Selbsthemmung des Schneckengetriebes lässt sich in einfacher Weise verwirklichen (s. Fig. 16), wobei zu bemerken ist, dass noch andere Konstruktionsmöglichkeiten bestehen.
- Sollte der etwas grosse Durchmesser des Schneckenrades mit Normalverzahnung (Fig. 9) beim Einbau in gewisse Apparatentypen Schwierigkeiten verursachen, so lässt sich zweifellos der Durchmesser des Schneckenrades durch Reduktion der Zähnezahl verkleinern, ohne dass dadurch die

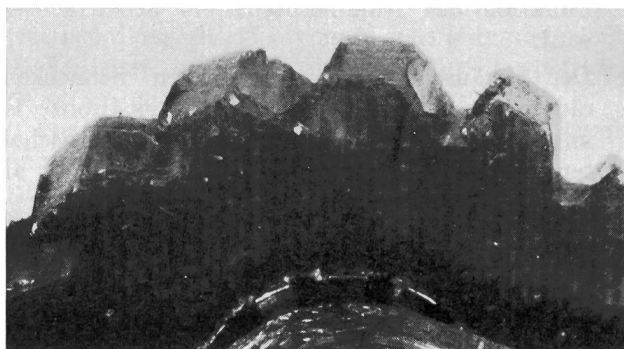


Fig. 22. Nummernschalter Nr. 9. Schneckenrad allein. Man beachte die Fettablagerung auf der Zahnflanke
Disque d'appel n° 9. Roue tangente seule. On remarque le dépôt graisseux sur les arêtes des dents

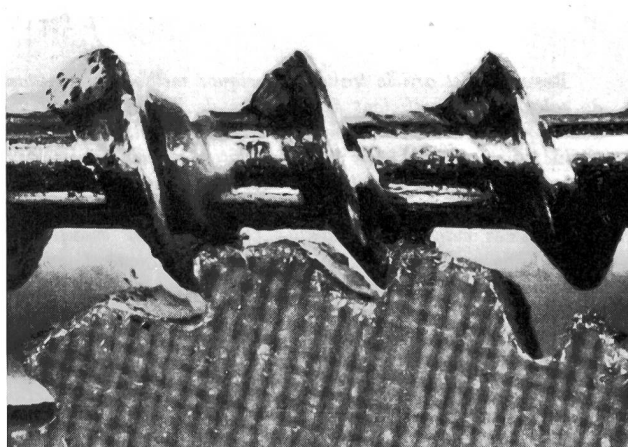


Fig. 23. Nummernschalter Nr. 1. Man beachte die Fettablagerungen am Rand der Schnecke
Disque d'appel n° 1. On remarque le dépôt graisseux sur la vis sans fin

ment eine konsistente graisseuse (voir les photographies). En fait, l'augmentation de la viscosité devrait avoir pour effet de prolonger la durée de la course de retour des disques d'appel. Mais, comme l'usure des crapaudines augmente le jeu, cette influence ne se fait pas sentir d'une façon remarquable.

III. Conclusions

Les essais entrepris permettent de tirer les conclusions suivantes:

- Le bronze est plus indiqué que la canevasite comme matériau de fabrication des roues tangent.
- La denture normale avec vis sans fin à double pas (fig. 9) est préférable, pour les disques d'appel, à la denture pointue avec vis sans fin à un pas (fig. 10).
- On peut facilement empêcher la marche arrière de la vis sans fin de la manière représentée à la figure 16 bien qu'il existe encore d'autres possibilités de le faire.
- Si le grand diamètre de la roue tangente à denture normale (fig. 9) entrave le montage dans certains types d'appareils, on peut certainement réduire

Funktion des Nummernschalters beeinträchtigt wird.

- e) Der Geräuschunterschied zwischen Schneckenrädern aus Canevasit und solchen aus Bronze ist unbedeutend. Bei abgenutzten Nummernschaltern sind Bronzeräder sogar vorteilhafter als Canevasiträder.
- f) Nummernschalter sind auf alle Fälle zu ölen.
- g) Als Schmiermittel kommen die Öle Nr. 1, 2, 4, 5, 6 und 8 in Frage.

ce diamètre en diminuant le nombre des dents, ceci sans nuire au bon fonctionnement du disque d'appel.

- e) La différence entre le bruit causé par les roues tangentes en canevasite et celui causé par les roues en bronze est insignifiante. Quand les disques sont usés, les roues en bronze font même moins de bruit que les roues en canevasite.
- f) Dans tous les cas, les disques d'appel doivent être huilés.
- g) Il faut prendre comme lubrifiants les huiles n° 1, 2, 4, 5, 6 et 8.

Remarques sur le coefficient de réflexion de l'ionosphère Dispersion de l'onde directe et sa transformation en onde spatiale

Par C. Glinz, Berne

621.396.11: 551.510.53

Résumé. Cet article traite de quelques méthodes permettant de calculer un coefficient de réflexion de l'ionosphère. Vilbig admet qu'il existe une relation entre ce coefficient et la conductibilité du sol. Il semble qu'une telle relation ne soit qu'apparente parce qu'on ne peut pas négliger l'absorption ionosphérique pour les longueurs d'ondes de 2000 à 200 mètres. Les courbes de propagation des ondes établies par le C.C.I.R. ne font ressortir avec certitude qu'un maximum d'intensité du rayonnement indirect, ceci pour une distance de 400 à 600 km.

Dans toute la région couverte par le rayonnement direct d'un émetteur, les accidents du terrain contribuent à la dispersion de l'énergie. Cette dispersion accroît la proportion de rayonnement indirect que l'on a cherché à diminuer par une construction appropriée de l'antenne émettrice. En fait, on n'arrive pas à améliorer les conditions de réception dans la mesure calculée.

Dans le cas de la propagation au-dessus de la mer, il n'existe pas de dispersion appréciable. Ce fait pourrait expliquer en partie la relation trouvée entre les valeurs du champ indirect et de la conductibilité du sol.

Zusammenfassung. Es werden einige Methoden für die Berechnung eines Reflexionsfaktors der Ionosphäre behandelt. Vilbig vertritt die Ansicht, dass zwischen dem Reflexionsfaktor der Ionosphäre und der Leitfähigkeit des Erdbodens ein Zusammenhang bestehe. Diese Beziehung dürfte nur scheinbar bestehen, da im betrachteten Wellenbereich von 2000...200 m die ionosphärische Absorption nicht vernachlässigt werden darf. Aus den Feldstärkenkurven des CCIR kann mit Sicherheit nur herausgelesen werden, dass die indirekte Strahlung für Entfernungen von 400...600 km einen Höchstwert erreicht.

Im ganzen Dienstbereich eines Rundspruchsenders, d. h. soweit sich die Bodenwelle ausbreitet, wird ein Teil der Energie durch die Geländeformationen zerstreut. Durch diese Zerstreuung wird der Anteil der Raumstrahlung wieder erhöht, nachdem man ihn durch besondere Antennenanlagen zu vermindern versucht hatte. Deshalb gelingt es nicht, die Empfangsbedingungen im vollen berechneten Masse zu verbessern.

Die Bodenwelle, die sich über der Meeresoberfläche ausbreitet, erleidet keine nennenswerte Zerstreuung. Daraus dürfte teilweise die Abhängigkeit der indirekten Strahlung von der Leitfähigkeit des Erdbodens entstehen.

1. Le calcul du coefficient de réflexion de l'ionosphère

Dans son travail «Über den Reflexionskoeffizienten der Heavisideschicht im Wellenbereich von 200...2000 m bei verschiedenen Abstrahlwinkeln»¹⁾, Vilbig se fonde sur les courbes de propagation des ondes établies par le Comité Consultatif International des Radiocommunications (C.C.I.R.) à l'intention de la Conférence Radiotélégraphique Internationale de Madrid, en 1932. Si l'on soustrait la valeur du rayonnement direct E_D du montant de l'intensité du champ nocturne total E_N , on obtient la partie E_R du rayonnement indirect réfléchi par l'ionosphère:

$$E_R = E_N - E_D \quad (1)$$

Vilbig base son calcul sur l'optique géométrique; il suppose une onde indirecte rayonnée vers le haut sous l'angle ϑ' , réfléchi par une couche à limite définie située à 100 km de hauteur, et retouchant la terre à une distance topographique D de l'émetteur. L'intensité de champ E_o de l'onde indirecte qui a parcouru le chemin r est:

$$E_o = \frac{300}{r/\text{km}} \cdot \sqrt{P/\text{kW}} \cdot \cos \vartheta' \quad \frac{\text{mV}}{\text{m}} \quad (2)$$

L'affaiblissement dans l'ionosphère est négligé et l'on suppose une réflexion parfaite du rayonnement indirect. De cette manière, on obtient un coefficient de réflexion p en divisant l'intensité de champ de l'onde spatiale E_R (mesurée d'après le C.C.I.R.) par la valeur théorique E_o

$$p = \frac{E_R}{E_o} \quad (3)$$

Dans un article publié en 1928, Appleton établit une formule théorique selon laquelle il faut s'attendre, quand l'angle de rayonnement ϑ' diminue, à une augmentation progressive du coefficient de réflexion p . Toutefois, se basant sur les courbes de Madrid de 1932, Vilbig trouva un maximum de p pour un angle de rayonnement ϑ' pouvant être compris entre 7° et 20° . Plus la longueur d'onde est petite et le sol mauvais conducteur, plus ce maximum est élevé. En outre, les maxima se déplacent vers les angles de rayonnement plus grands quand les ondes deviennent plus courtes et que la conductibilité du sol diminue.

Les courbes de Madrid furent à différentes reprises contrôlées et corrigées pour être finalement remplacées