Gangregelmässigkeit von Uhrwerken im Telephonbetrieb = La régularité de marche des mouvements d'horlogerie utilisés en téléphonie

Autor(en): **Pfisterer, R.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico / Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri**

Band (Jahr): **21 (1943)**

Heft 3

PDF erstellt am: **31.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-873148

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

BERN, den 1. VI. 1943 № 3 JAHRGANG - ANNÉE - ANNO XXI

TECHNISCHE MITTEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN VON DER SCHWEIZ. TELEGRAPHEN- UND TELEPHON-VERWALTUNG

BULLETIN TECHNIQUE

PUBLIÉ PAR L'ADMINISTRATION DES TÉLÉGRAPHES ET DES TÉLÉPHONES SUISSES

BOLLETTINO TECNICO

PUBBLICATO DALL'AMMINISTRAZIONE DEI TELEGRAFI E DEI TELEFONI SVIZZERI

Inhalt — Sommaire — Sommario: Gangregelmässigkeit von Uhrwerken im Telephonbetrieb. La régularité de marche des mouvements d'horlogerie utilisés en téléphonie. — Einiges über das Leitungsnetz der „Sprechenden Uhr". Quelques mots au sujet du réseau des «horloges parlantes». — 50 Jahre Telephon in Chur. — Telephonentwicklung und Telephontarife. — Verschiedenes. Divers: Schaden durch Vergesslichkeit. — Monsieur Rodolphe Stadler, président de Pro Téléphone, docteur honoris causa de l'Université de Lausanne. — Tasse notturne. — Speisezettel im Auskunftsdienst. — Wächterruf. Die Uhr. Die Zeit. — Ein Unentwegter. — Bügeleisen. — Photographieren verboten! — Fachliteratur. Littérature professionnelle: Ueber Wesen, Sinn und Zweck der Laplace-Transformation. — Elektrische Installationen. — Fernschreibtechnik 1942. — Hundert Jahre Schweizerbahnen - Les chemins de fer suisses au cours d'un siècle. — Personalnachrichten. Personnel. Personale.

Gangregelmässigkeit von Uhrwerken im Telephonbetrieb.

Von *R. Pfisterer*, Bern.

681.118:621.395

Abschnitt I.

Allgemeines.

Die Regelmässigkeit des Ganges eines Uhrwerkes wird bestimmt durch Vergleichung mit der *Zeiteinheit*, dem mittleren Sonnentag.

Die Bestimmung der genauen Zeit durch Beobachtung der Sonne oder der Sterne, die durch den Meridian gehen, ist in Nr. 1 von 1936 der „Technischen Mitteilungen" beschrieben; der Leser wird dort die nötigen Einzelheiten finden.

Der mittlere Sonnentag ist in 24 Stunden eingeteilt, die Stunde in 60 Minuten und die Minute in 60 Sekunden. Diese Einteilung beruht auf der englischen Gradeinteilung und ist rein künstlich. Die Zehnereinteilung hätte den grossen Vorteil, die Rechnungen zu vereinfachen. Die Aufgabe der heutigen Zeiteinteilung würde aber auf die gleichen Schwierigkeiten stossen wie die Einführung des Dezimalsystems für die Winkelteilung. Der Ersatz aller Werke, Instrumente und Tabellen, die auf der Unterteilung des Sonnentages in 24 Stunden beruhen, wäre fast ein Ding der Unmöglichkeit.

Die von den Observatorien ermittelte genaue Zeit wird mit Hilfe von möglichst genau gehenden Uhren, sogenannten Normaluhren, „aufbewahrt", und durch Vergleichung mit diesen *Normaluhren* werden die Uhren und Uhrwerke praktisch beobachtet und reguliert.

La régularité de marche des mouvements d'horlogerie utilisés en téléphonie.

Par *R. Pfisterer*, Berne.

681.118:621.395

Ire partie.

Généralités.

La régularité de marche de tout mouvement d'horlogerie est établie par la comparaison avec *l'étalon de temps*, le jour solaire moyen.

La détermination de l'heure exacte basée sur l'observation soit du soleil, soit des étoiles passant par le méridien, a été décrite dans le numéro 1 de l'année 1936 du Bulletin Technique et nous y renvoyons le lecteur pour le détail.

Le jour solaire moyen est divisé en 24 heures, l'heure en 60 minutes et la minute en 60 secondes. Cette division, basée sur le système anglais de division en degrés, est purement artificielle. Une division décimale aurait eu le grand avantage de simplifier les calculs. Entre parenthèses, l'abandon de la division actuelle du temps présenterait les mêmes difficultés que l'introduction du système décimal pour la division des angles. Le remplacement de tous les mouvements, instruments et tabelles basés sur la division du jour solaire en 24 heures se heurterait à une quasi impossibilité matérielle.

L'heure exacte donnée par les observatoires est conservée par des horloges aussi précises que possible, dites *pendules fondamentales*, et c'est par comparaison avec ces garde-temps que pratiquement sont observées et réglées les montres et mouvements d'horlogerie usuels.

Auch die „Sprechende Uhr", deren Beschreibung in den „Technischen Mitteilungen" Nr. 1 von 1936 erschienen ist, ist eine Zeitbewahrerin; sie wird vom Observatorium Genf in Uebereinstimmung mit der Normaluhr ferngesteuert und ermöglicht es dem Publikum, durch Anruf der Telephonnummer 16 jederzeit die genaue Zeit zu erfahren. Die Uhrmacher hingegen ziehen das Zeitzeichen des Observatoriums Neuenburg vor, dessen Beschreibung in Nr. 2 der „Technischen Mitteilungen" von 1936 zu finden ist.

Der Ausdruck *genaue Zeit* wird oft unrichtig angewandt, um die Güte einer Uhr zu beurteilen. In der Chronometrie ist aber, was manchen unserer Leser überraschen wird, einzig der *gleichmässige Gang* eines Uhrwerkes ausschlaggebend für die Beobachtungen und nicht die mittlere Zeit, für welche das Werk einreguliert ist. Anders ausgedrückt: Ein *regelmässiges* Vor- oder Nachgehen um die gleiche Sekundenzahl pro Tag bleibt in den vom Observatorium ausgestellten Gangzeugnissen unberücksichtigt. Immerhin darf die *tägliche Abweichung*, je nach der Uhrenklasse, 5—6 Sekunden nicht übersteigen. Selbstverständlich muss dieser Unterschied in der Praxis so klein als möglich sein, aber es ist begreiflich, dass eine Uhr, die von Zeit zu Zeit neu gerichtet werden muss, nicht als schlecht bezeichnet werden darf.

Im nachstehenden soll im besondern von der Regelmässigkeit des Ganges von Uhrwerken, namentlich von solchen, die in der Telephonie zur Bestimmung der Taxe benutzt werden, die Rede sein; es soll auf gewisse Einzelheiten eingetreten werden, deren Kenntnis dem Personal der PTT-Verwaltung von Nutzen sein kann.

Der gleichmässige Gang einer Uhr hängt vor allem von ihrer Bauart ab und von der Sorgfalt, mit der sie angefertigt wurde. Es gibt viele Güteklassen, doch können wir uns, mit Bezug auf die Qualität, auf folgende Gruppen beschränken:

1. Die Uhr mit Gangzeugnis,
2. die gepflegte Uhr,
3. die gewöhnliche Uhr,
4. die Bazaruhr.

In jeder dieser Gruppen gibt es *grosse* und *kleine Stücke*. Je nach der Form und Anordnung der Einzelteile (Brücke, Antrieb, Räderwerk usw.) gibt es verschiedene Uhrentypen, die man nach dem Kaliber voneinander unterscheidet. Die Grösse des Kalibers wird in Linien (2,256 mm) oder Millimetern angegeben.

Die Hemmungssysteme sind ebenfalls sehr zahlreich; am bekanntesten sind die Anker- und die Zylinderhemmungen sowie die Federhemmungen. Im übrigen gibt es im Aufbau jeder Uhr unzählige Besonderheiten, und es würde den Rahmen dieser Abhandlung überschreiten, wollten wir jede davon bezeichnen und ihre Aufgabe umschreiben. Wir beschränken uns darauf, diejenigen Organe anzugeben, die für den Gang einer Uhr massgebend sind. Hier wiederholen wir bloss, dass der Aufbau, die Genauigkeit der Dimensionen (z. B. der Abstand zwischen den Zentren der Räderwerke), die Wahl des Materials (z. B. die Qualität der Spirale oder Feder), die Sorgfalt in der Ausführung (z. B. die Glätte der Reibungsflächen) und das Fehlen ver-

L'horloge parlante, dont la description a également paru dans le Bulletin Technique N° 1 de 1936 est aussi un garde-temps qui, synchronisé à distance par l'observatoire de Genève, met à disposition des particuliers la possibilité par le N° 16 du téléphone de prendre l'heure exacte à chaque instant. Les horlogers, eux, emploient de préférence le signal horaire donné par l'observatoire de Neuchâtel, signal dont la description a paru dans le N° 2 de l'année 1936 du Bulletin Technique.

Le terme *d'heure exacte* est souvent utilisé à tort comme critérium de la qualité d'une montre. Or, en chronométrie, ce qui surprendra certainement bien des lecteurs, la *régularité de marche* d'un mouvement d'horlogerie est la seule chose qui compte pour les observations et non pas le temps moyen pour lequel ce mouvement est réglé. Autrement dit, une avance ou un retard *régulier* d'un même nombre de secondes par jour ne donne lieu à aucune remarque dans les bulletins de marche délivrés par les observatoires. Cet écart de la *marche diurne* ne doit pas cependant dépasser 5 à 6 secondes suivant les classes. Il va de soi que pour l'usage pratique cette différence doit être aussi petite que possible, mais on comprendra qu'une remise à l'heure de temps à autre n'implique pas forcément que la montre qu'on utilise est mauvaise.

C'est spécialement du problème de la régularité de marche des mouvements d'horlogerie et particulièrement de ceux utilisés en téléphonie pour le comptage des taxes que nous voulons entretenir nos lecteurs et examiner certains détails qui peuvent intéresser le personnel des PTT.

En premier lieu, toute montre dépend, pour la régularité de marche, de sa construction et du soin apporté à sa fabrication. Il existe une nombreuse classification que nous pouvons, au point de vue de la qualité, grouper sous les termes suivants:

1° La qualité observatoire.
2° La qualité soignée.
3° La qualité courante.
4° La qualité bazar.

Dans chacun de ces groupes, il y a les *grandes* et les *petites pièces*. Selon la forme et la disposition des différents organes, ponts, rouages, etc., il existe de nombreux types de montres que l'on différencie par le terme de *calibre*. La dimension des calibres s'exprime en *lignes* (2,256 mm) ou en millimètres.

Les systèmes d'échappement sont aussi très différents; les plus connus sont les échappements à ancre, à cylindre et à détente. Il entre d'ailleurs des particularités infinies dans la construction d'une montre, et désigner chaque pièce et sa fonction sortirait du cadre de cet article. Nous citerons cependant plus loin les organes influençant le plus la marche d'une montre. Nous répétons donc que la construction, l'exactitude des dimensions (par exemple la distance entre les centres des rouages), le choix des matériaux (par exemple la qualité du spiral ou du ressort), le fini de l'exécution (par exemple le poli des surfaces de frottement) et l'absence de défauts cachés (imperfections mécaniques ou chimiques) déterminent la *constance de marche* pour un modèle donné.

La montre étant achevée, sa marche peut être avancée ou retardée, mais *la régularité* de marche, elle, *n'est pas réglable*.

borgener Mängel (mechanische und chemische Unvollkommenheiten) bestimmend sind für die *Gangkonstanz* eines bestimmten Modelles.

Der Gang einer fertigen Uhr kann beschleunigt oder verzögert werden; aber die *Regelmässigkeit* des Ganges selbst ist nicht regulierbar.

Später können verschiedene Ursachen den Gang einer Uhr beeinflussen; gewisse Erscheinungen lassen sich überhaupt nicht beseitigen, auch wenn die Uhr sozusagen vollkommen gebaut ist.

Jeder weiss aus Erfahrung, dass der Gang einer Uhr mehr oder weniger stark schwankt, je nachdem sie getragen wird oder flach aufliegt. Je nach der *Lage* wird das Gleichgewicht ihres Regelorgans, d. h. der Unruh und der Spiralfeder gestört. Dieses Organ ist das heikelste des ganzen Werkes, und wer aus Neugierde seine Uhr öffnet, um sie von innen zu besehen (dies sollte allerdings nicht zu häufig vorkommen), der kann sich davon überzeugen, dass das „Herz" einer Uhr wunderbar arbeitet.

Die Bedeutung dieses Regelorgans lässt sich leichter verstehen, wenn man weiss, dass die Schwingungen der Unruh und ihrer Spiralfeder mit den Schwingungen eines Pendels verglichen werden können.

Statt des Ausdruckes

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

welcher die Formel darstellt für eine Pendelschwingung, deren Amplitude 2° nicht übersteigt und wo

T = Schwingungsdauer oder Periodendauer
l = Pendellänge
g = Erdbeschleunigung (für Bern: 980,66 in cm/s²)

bedeutet, gilt für eine mit Spirale versehene Unruh der entsprechende Ausdruck

$$T = \pi\sqrt{\frac{I}{M}}$$

worin

T = Dauer eines Wechsels oder einer Halbschwingung,
I = Trägheitsmoment der Unruh,
M = Elastizitätsmoment der Spiralfeder.

Das Trägheitsmoment der Unruh wird ausgedrückt durch die Formel

$$I = m R^2$$

m ist die Masse der Unruh und R ihr Trägheitsradius.

$m = \frac{P}{g}$, d. h. das Gewicht der Unruh dividiert durch die Erdbeschleunigung ist unabhängig von Breitengrad und Höhe ü. M. und daher *konstant.*

Dagegen schwankt der Wert von R, wie wir noch sehen werden, mit der Temperatur.

M, das elastische Moment, hängt vom Elastizitätskoeffizienten der Spiralfeder, von deren Abmessungen und von der Natur des benutzten Metalls ab.

Die Elastizität der Spiralfeder ist für den Gang einer Uhr von grösster Bedeutung, und eine leichte Aenderung der Spirale bewirkt starke Schwankungen in der Amplitude der Schwingungen. Da die Spirale mit ihrer Unruh in der Praxis nie völlig zentriert ist, und da die Reibung je nach der Lage der Uhr zu- oder abnimmt, so erhält man von der flachen zur senkrechten Lage Gangabweichungen, die um so

Différentes causes peuvent influencer par la suite la marche d'une montre, et certains phénomènes ne peuvent être éliminés malgré une construction très près de la perfection.

Chacun sait par expérience qu'une montre au porter ou posée à plat varie et cela dans de plus ou moins grandes limites. Suivant *la position*, il se produit un déséquilibre de l'organe régulateur, c'est-à-dire du balancier et de son spiral. Cet organe est le plus délicat de tout le mécanisme et celui qui, par curiosité, a ouvert sa montre pour en examiner l'intérieur (ce que l'on ne devrait pas répéter trop souvent d'ailleurs), a pu se rendre compte du fonctionnement merveilleux de ce qu'on peut appeler le cœur de la montre.

On comprendra mieux l'importance de cet organe régulateur si l'on sait que les oscillations produites par le balancier et son spiral peuvent être assimilées aux oscillations produites par un pendule.

Au lieu du terme

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

qui est la formule d'un mouvement pendulaire dont l'amplitude ne dépasse pas 2°

où T = durée d'oscillation (ou période),
l = longueur du pendule,
g = facteur de l'accélération dû à la pesanteur (pour Berne: 980,66 en cm/s²),

on aura pour un balancier muni de son spiral le terme correspondant

$$T = \pi\sqrt{\frac{I}{M}}$$

où T = durée d'une alternance (ou demi-période),
I = moment d'inertie du balancier,
M = moment élastique du spiral.

Le moment d'inertie du balancier est donné par la formule

$$I = m R^2$$

m est la masse du balancier et R son rayon de giration.

$m = \frac{P}{g}$, c'est-à-dire le poids du balancier divisé par le facteur de l'accélération de la pesanteur, cette valeur est indépendante de la latitude et de l'altitude, et par conséquent, *constante.*

Par contre, la valeur de R varie, comme nous le verrons plus loin, suivant la température.

M, le moment élastique, dépend du coefficient d'élasticité du spiral, de ses dimensions et de la nature du métal utilisé.

L'élasticité de ce spiral joue un très grand rôle dans le fonctionnement d'une montre et l'amplitude des oscillations varie énormément pour une légère variation subie par le spiral. Comme, pratiquement, le spiral avec son balancier n'est jamais rigoureusement centré et que les frottements diminuent ou augmentent suivant la position, on aura, du plat au pendu, des différences de marche d'autant plus grandes que le balancier est petit. Parfois c'est l'ébat trop grand du spiral entre les goupilles de la raquette, ce petit levier permettant de régler la montre que chacun connaît, qui est la cause de perturbations, suivant la position.

grösser sind, je kleiner die Unruh ist. Bisweilen, je nach der Lage der Uhr, liegt die Ursache der Störungen in einer zu grossen Bewegungsfreiheit der Spiralfeder zwischen den Stiften des Rückers, jenes bekannten kleinen Hebels, mit dessen Hilfe sich der Gang der Uhr regulieren lässt.

Uebrigens kommt es bei einer Uhr auch darauf an, von wem sie getragen wird; sie reagiert auf den Gemütszustand des Trägers, zeigt an, ob dieser ruhig oder aufgeregt ist, ist empfindlich für handwerkliche Bewegungen usw. Nach Versuchen, die in Amerika gemacht wurden, bewirkt das blosse Hervorziehen einer Taschenuhr ein Vorrücken um eine *Hundertstelssekunde.*

Diese Schwankungen haben mit unseren Einrichtungen wenig zu schaffen, denn die in der Telephonie benützten Uhren sind in der Regel festgemacht; viel wichtiger sind für uns die Temperaturschwankungen.

Für eine gewöhnliche Uhr mit Stahlfeder und einer Unruh aus einem einzigen Metall beträgt die Verzögerung 10—11 Sekunden pro Tag bei einer Erhöhung der Temperatur um 1° C. Die entgegengesetzte Erscheinung tritt ein, wenn die Temperatur sinkt. Die Schwankung pro Zentigrad heisst *thermischer Koeffizient.* Diese Unzukömmlichkeit ist in der Hauptsache auf die Aenderungen in der Elastizität der Spiralfeder zurückzuführen, denn die Ausdehnung der Unruh kann vernachlässigt werden. Um sie zu beseitigen, wird die Unruh aus zwei Ringen von verschiedenartigem Metall mit verschiedenem Ausdehnungskoeffizienten (Bimetall) hergestellt; die Ringe sind zusammengeschweisst und an zwei diametral gegenüberliegenden Stellen offen, wobei das äussere Metall den grössern Ausdehnungskoeffizienten besitzt (siehe Fig. 1). Bei Temperaturschwankungen nähern sich die beiden Reifbogen der Unruh, die als „Kranz" bezeichnet werden, dem Zentrum oder entfernen sich von ihm und kompensieren zum grössern Teil die durch die Spiralfeder verursachten Gangschwankungen.

Auf dem Kranz sind zusätzliche Massen in Form von Schrauben aufgesetzt, die der Spezialarbeiter (Regler) verschieben kann, um eine grössere oder kleinere Kompensation zu erzielen. Um eine möglichst gute Kompensation zu erhalten, kann der Regler die eine oder andere der Schrauben beidseitig mit einem Unterlagscheibchen versehen, das aus Bronze, Gold oder sogar Platin bestehen kann, je nach dem Ziel, das erstrebt wird.

Die Kompensation kann bei den für Versuchszwecke verwendeten Grenztemperaturen (+ 32° und + 4° C) fast absolut sein; für die mittleren Temperaturen verbleibt indessen eine Schwankung, die mehrere Sekunden betragen kann. Dieser Unterschied wird als *Sekundärfehler* bezeichnet.

Auf Grund der Untersuchungen von Dr. Ch. Ed. Guillaume, zu seinen Lebzeiten Direktor des Internationalen Institutes für Mass und Gewicht in Paris, sind besondere Stahl-Nickellegierungen geschaffen worden, die es ermöglichten, Pendelstangen und später Spiralfedern zu bauen, bei denen sich der thermische Koeffizient auf weniger als eine Sekunde verminderte, während der Sekundärfehler fast vollständig verschwand. Die bekannteste dieser Legierungen ist das „Invar" (Fe-Ni).

D'ailleurs, la même montre réagira différemment selon la personne qui la porte, si celle-ci est calme ou agitée et suivant les mouvements nécessités par la profession, etc. D'après des essais effectués en Amérique, seulement le fait de tirer sa montre hors de la poche d'habit produit une avance de *un centième* de seconde.

Ces variations n'intéressent que peu nos installations, parce que les montres utilisées en téléphonie sont en général fixes, mais un défaut beaucoup plus sensible pour nous est celui dû aux variations de température.

Pour une montre ordinaire avec un spiral d'acier et un balancier fait d'un seul métal, balancier dit monométallique, le retard est de 10 à 11 secondes par jour et par degré centigrade d'augmentation de la température. Le phénomène inverse se produit lorsque la température baisse. Cette variation par degré centigrade s'appelle le *coefficient thermique.* Pour obvier à cet inconvénient, produit principalement par la modification d'élasticité du spiral — la dilatation du balancier pouvant être considérée comme négligeable — on utilise des balanciers dits bi-métalliques, formés de deux anneaux de métaux différents soudés ensemble, mais coupés en deux points opposés, le métal ayant le plus grand coefficient de dilatation étant placé à l'extérieur (voir fig. 1). Lorsque la

Fig. 1. Bimetallische Unruh mit Spiralfeder.
Balancier bi-métallique avec spiral.

température varie, les deux extrémités libres de la partie circulaire du balancier, appelée *serge*, se rapprochent ou s'éloignent du centre et compensent en grande partie les variations de marche provoquées par le spiral.

Ces balanciers portent des vis sur le pourtour de la serge, vis que le *régleur* place de façon appropriée pour obtenir plus ou moins de compensation. Pour „serrer" le réglage, le régleur pourra charger l'une ou l'autre des vis (de chaque côté) d'une rondelle qui peut être du bronze, de l'or, même du platine, suivant le but à atteindre.

Cette compensation peut d'ailleurs être presque absolue aux températures limites d'essais, soit à + 32° centigrades et + 4° centigrades; il y aura cependant une variation qui peut être de plusieurs secondes aux températures moyennes. On appelle cette différence: *l'erreur secondaire.*

A la suite de recherches faites par le Dr Ch.-Ed. Guillaume, de son vivant directeur de l'institut international des poids et mesures de Paris, il a été créé des alliages spéciaux, acier-nickel, dont le plus connu est l'Invar (Fe-Ni), qui permirent d'obtenir des balanciers pour pendules, puis plus tard des spiraux réduisant le coefficient thermique à moins d'une seconde et annulant presque entièrement l'erreur secondaire.

Si le spiral est compensateur (Elinvar, Nivarox, etc.), il va de soi que le balancier doit être alors

Eine Kompensationsspirale (Elinvar, Nivarox usw.) muss natürlich mit einer Unruh aus einem einzigen Metall zusammen arbeiten. Die Möglichkeit, Temperatureinflüsse zu korrigieren, war schon im Bau von Pendeluhren bekannt, aber die Anwendung der thermischen Korrektur auf die heutigen Uhren hat sehr eingehende Studien nötig gemacht; diese können, dank den modernen Mitteln zur Erforschung der Struktur der Metalle und Legierungen, heute noch weiter verfolgt werden. Spiralfedern aus Stahl werden indessen noch häufig verwendet, obschon sie der Rost- und Magnetisierungsgefahr ausgesetzt sind. Der letztgenannte Punkt ist in der Telephonie, namentlich in automatischen Telephonzentralen, von besonderer Bedeutung wegen der durch die Apparatur hervorgerufenen Magnetfelder.

Eine der weniger bekannten Ursachen der Gangänderung wird durch die Zugfeder hervorgerufen, und zwar dann, wenn ihre Kraftabgabe während der Entspannung nicht konstant bleibt. Es handelt sich hier in der Hauptsache um eine *Alterserscheinung* des Metalls. Die Feder, die durch Vermittlung der Hemmung auf die Unruh wirkt, verleiht dieser nicht mehr den nämlichen Schwung wie zu Beginn. Aus der Abnahme der Schwingungsausschläge der Unruh ergibt sich im allgemeinen zunächst eine Verzögerung. Ist aber die Uhr nahe daran, stillezustehen, weil die Zugfeder fast ganz entspannt ist, so tritt gewöhnlich eine Beschleunigung ein.

Wir schalten hier eine Zwischenbemerkung ein über die Ganggenauigkeit von *Zeitapparaten*, die mit Unruh und Spiralfeder versehen sind. In erster Linie ist der Ausschlag der Unruh zu beobachten. Soll eine Unruh den Gang richtig regulieren, so muss ihr Ausschlag so gross als möglich sein; immerhin ist zu bemerken, dass der *Rückschlag* (Prellung), der bei übergrossen Schwingungen eintritt, eine Uhr unregulierbar macht. Normalerweise muss der Ausschlag der Unruh nach jeder Seite hin mindestens $\frac{3}{4}$ des Umfanges betragen. Sinkt der Ausschlag nach jeder Seite hin auf die Hälfte des Umfanges, so läuft die Uhr zwar noch eine Zeitlang, ist aber nicht mehr so gut reguliert wie früher. Nimmt der Ausschlag noch mehr ab, so wird die Uhr bald stillestehen. Diese Regeln sind zwar nicht unbedingt gültig, können aber als allgemeine Leitsätze für die Ganggenauigkeit von Zeitanzeigern gelten.

Am Schluss dieser Zusammenstellung der hauptsächlichsten Einwirkungen auf den Gang einer Uhr dürfen wir die am häufigsten vorkommende nicht vergessen, die unerbittlich nicht nur den Gang von Uhren, sondern das Arbeiten aller Vorrichtungen beeinträchtigt, bei denen die Reibung eine Rolle spielt: Wir meinen die *Abnutzung*. Die Uhr hat keinen guten Wirkungsgrad wegen der Verwendung zahlreicher Triebwerke und der Uebersetzung der Motorgeschwindigkeit. Bei einer billigen Uhr gehen durch Reibung 97% der Federkraft verloren und nur 3% werden von der Unruh aufgenommen. Bei einem Chronometer mit Gangzeugnis, wo eine grosse Unruh verwendet wird, wirken auf diese etwa 25% der Antriebskraft.

Um einen Teil dieser Verluste zu verhüten, werden als Zapfenlager künstliche Steine oder Rubine verwendet. Eine Uhr von mittlerer Qualität zählt im

monométallique. Cette possibilité de corriger les influences de la température était déjà connue pour les pendules, mais l'application de la correction thermique aux montres actuelles a nécessité des études très ardues et susceptibles encore d'améliorations grâce aux moyens modernes d'investigations dans le domaine de la structure des métaux et alliages. Les spiraux d'acier sont cependant encore très employés, malgré qu'ils soient sujets à la rouille et à l'aimantation. Ce dernier défaut n'est pas un des moindres en téléphonie vu la proximité des champs magnétiques engendrés par nos appareils, spécialement dans les centraux automatiques.

Une des causes de variation de marche assez peu connue est celle produite par le ressort si, pendant son déroulement, la force qu'il développe n'est pas constante. Ce défaut se fait surtout sentir par suite de *vieillissement*. Le ressort agissant par l'intermédiaire de l'échappement sur le balancier ne redonne plus à celui-ci son élan initial. L'amplitude des oscillations du balancier diminuant, il en résulte en général et pour commencer du retard. Par contre, lorsqu'une montre est près de s'arrêter, il se produit généralement de l'avance.

Nous ouvrons ici une parenthèse sur la valeur réglante des *appareils horaires* munis de balanciers et spiraux. L'amplitude du balancier est primordiale à observer. Pour qu'un balancier règle bien, son amplitude doit être aussi grande que possible; il convient cependant d'observer que le *rebattage* résultant d'un excès d'amplitude rend la montre irréglable. En état normal, le balancier doit faire au moins $\frac{3}{4}$ de tour de chaque côté. Lorsque l'amplitude descend à $\frac{1}{2}$ tour de chaque côté, la montre marchera encore un certain temps, mais elle ne sera plus réglée comme au départ. Si l'amplitude baisse encore, l'arrêt est prochain. Ces règles ne sont pas absolues, mais peuvent servir de directives générales pour juger de la valeur réglante d'un appareil horaire en service.

Pour finir cet exposé succinct des principales causes influençant la marche d'une montre, nous ne devons pas oublier la plus fréquente, mal inexorable non seulement pour les montres, mais pour tout ce qui est sujet aux frottements, nous voulons dire *l'usure*. Une montre n'a pas un bon rendement du fait des nombreux engrenages et de la multiplication de la vitesse du moteur; les frottements absorbent dans une montre bon marché le 97% de la force du ressort, 3% seulement sont utilisés par le balancier. Dans un chronomètre d'observatoire, avec grand balancier, celui-ci reçoit environ 25% de la force motrice.

Pour remédier en partie à ces pertes, on fait tourner les pivots dans des pierres ou rubis artificiels; une montre de qualité moyenne a en général 15 pierres, dont 10 pierres percées et 5 pour organes de frottement non percées; les pièces très soignées ont jusqu'à 23 pierres. Pour diminuer l'usure, chaque pivot est huilé. Il existe de nombreuses huiles pour l'horlogerie. L'huile malheureusement n'est pas stable et se transforme continuellement par les actions mécaniques (brassage), chimiques, caloriques, actiniques, sans compter l'apport de corps étrangers, de poussières impalpables qui s'introduisent toujours dans un mouvement malgré toutes les précautions.

allgemeinen 15 Steine; von diesen sind 10 durchbohrt, während 5 nicht durchbohrt sind. Besonders gutgearbeitete Stücke zählen bis 23 Steine. Um die Reibung zu vermindern, wird jeder Zapfen geölt. Es werden in der Uhrmacherei zahlreiche Oele verwendet. Leider ist das Oel eine unbeständige Flüssigkeit und verändert sich fortwährend unter dem Einfluss von mechanischen (innere Reibung), chemischen, Wärme- und aktinischen (Sonne) Einwirkungen, ganz abgesehen vom Eindringen von Fremdkörpern wie Staubteilchen, die sich trotz allen Vorsichtsmassregeln vom Werk nicht abhalten lassen. Besonders der Temperaturschwankungen wegen eignen sich nicht alle Oele. Man benutzt auch die Spezialöle Chromax, die einen roten Farbstoff enthalten, um sie gegen Lichteinflüsse weniger empfindlich zu machen.

Eine Uhr kann nur dann richtig geölt werden, wenn man sie zum Teil auseinander nimmt und jeden Einzelteil mit rektifiziertem Benzin oder sogar mit reinem Alkohol reinigt. Dies ist die erste Bedingung, die erfüllt werden muss, wenn das Oel an Ort und Stelle bleiben und möglichst wenig Ausseneinflüsse erleiden soll. Die Abnutzung lässt sich nur durch regelmässigen Unterhalt bekämpfen, d. h. durch eine planmässige Revision, die von einem Fachmann ausgeführt wird. Ein Tröpfchen Oel in einem Achsenlager stellt nur den siebenmillionsten Teil eines Liters dar. Diese kleine Menge kann höchstens für ein oder zwei Jahre genügen; in der Folge verdickt, verlagert oder verflüchtigt sie sich und der Gang der Uhr verschlechtert sich, bis das Werk schliesslich stillesteht. Eine Uhr sollte nie wegen Mangel an Oel oder Unterhalt stehenbleiben, denn dies ist der beste Weg, das Werk auf immer zugrunde zu richten.

Im allgemeinen sollte eine Uhr mindestens alle 3 Jahre revidiert werden. Daraus ergibt sich mit Bezug auf unsere festen Einrichtungen die Forderung, dass genügend Reserven vorhanden sein müssen, damit diese wichtigen Taxationsorgane regelmässig revidiert werden können.

Abschnitt II.

Die im Telephonbetrieb benutzten Uhrwerke.

Das älteste Taxationsorgan nach der Sanduhr, die früher in der Telephonie ebenfalls verwendet wurde, ist das Telephonometer (siehe Figur 2). Bewegt man den Hebel von rechts nach links, so zieht man die Uhr auf und bringt sie in die Nullstellung. Ein Druck auf den Hebel in entgegengesetzter Richtung gibt die Unruh frei, und der Zeiger beginnt sich auf dem Zifferblatt zu drehen. Am Zentralrad befinden sich Stifte, die bei den gewöhnlichen, im internen Betrieb benutzten Telephonometern alle drei Minuten einen Signalisierungskontakt schliessen, bei den im internationalen Dienst verwendeten jede Minute nach Ablauf von drei Minuten.

Die Gangfehler dieser Apparate rühren zunächst vom Werk selber her, und zwar von der kurzen Gangdauer (12 Minuten) und von der besonderen Art der Ingangsetzung und des Anhaltens.

Eine kleine Feder, die quer auf der Unruh liegt, ermöglicht es, diese beim Anhalten der Uhr in einer Ausschwingstellung festzuhalten. Bei der Ingangsetzung wird der Federanschlag beseitigt, und die

N'importe quelle huile ne convient pas, surtout eu égard aux variations de température. On utilise aussi des huiles spéciales Chromax ayant un colorant rouge comme composant pour les rendre moins sensibles aux effets de la lumière.

Il n'est pas possible de huiler correctement une montre sans la démonter en partie et procéder d'abord à un nettoyage à la benzine rectifiée, ou même à l'alcool pur, de chaque pièce. C'est la première condition à réaliser pour que l'huile reste à sa place et subisse au minimum les influences extérieures. L'usure ne peut être combattue que par un entretien régulier, c'est-à-dire par une revision méthodique faite par un homme de métier. Une goutte d'huile dans un pivot ne représente qu'un septmillionième de litre; cette quantité minime ne peut suffire que pour un à deux ans au maximum; ensuite elle s'épaissit, s'étale, ou s'évapore et l'erreur de marche de la montre augmente jusqu'à ce que l'arrêt complet du mouvement se produise. On ne devrait jamais laisser une montre s'arrêter faute d'huile ou d'entretien; c'est là le vrai moyen d'abîmer le mouvement pour toujours.

Dans la règle, une montre devrait être revisée au moins tous les trois ans, ce qui nécessite, pour nos installations fixes en téléphonie, la création de réserves suffisantes permettant une revision régulière de ces organes importants pour les taxations.

IIe partie.

Les mouvements utilisés en téléphonie.

Le plus ancien des organes de taxation, après le sablier utilisé aussi autrefois en téléphonie, c'est le téléphonomètre (voir fig. 2). En manipulant le levier de droite à gauche, on produit le remontage et la remise au zéro de la montre. Une poussée inverse au levier libère le balancier et l'aiguille se met à

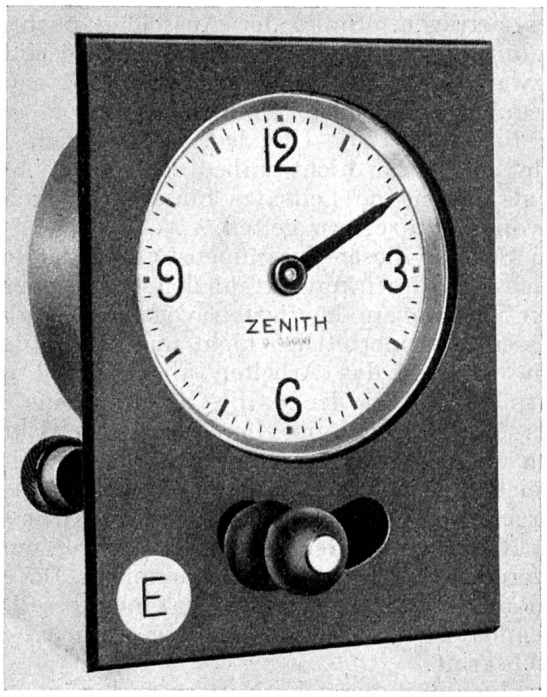

Fig. 2. Telephonometer, Typ International.
Téléphonomètre, type international.

Unruh beginnt unverzüglich ihre Schwingungen, was für den Gang von Bedeutung ist.

Das Sperrad, das es ermöglicht, beim Rückstellen auf Null das Werk aufzuziehen, trägt 210 sehr feine Zähne. Es führt in 12 Minuten oder 720 Sekunden eine vollständige Umdrehung aus. Betätigt man den Rückstellhebel, so kann es nach dem Ablauf vorkommen, dass die Sperrklinke zwischen zwei Zähne fällt oder dann genau in den Eingriffswinkel des folgenden Zahnes. Daraus ergäbe sich, dass die Haltestellung bisweilen nahezu um einen Zahn verschoben würde, was bei der Ingangsetzung einen Fehler von

$$\frac{720}{210} = 3{,}4 \text{ Sekunden}$$

zur Folge hätte.

Da es sich um ganz winzige Zähne handelt (0,24 Millimeter), ist deren Vermehrung ausgeschlossen; aber der Konstrukteur hat die Schwierigkeit folgendermassen behoben: Er hat zunächst zwei Halteklinken eingesetzt, die mit Bezug auf die Zähne des Sperrades abwechslungsweise arbeiten. Um die gewünschte Wirkung noch zu erhöhen, sind diese Klinken noch mit einigen Zähnchen versehen worden, deren Abstand die Hälfte des Sperradschrittes beträgt. Auf diese Weise macht die Verschiebung von der Ausgangsstellung nach dem Aufzug der Feder nicht mehr als einen Viertelszahn aus.

Eine andere Fehlerquelle rührt davon her, dass das in Figur 3 dargestellte Nockenrad mit seinen Stiften den Kontakt a mehr oder weniger verfrüht oder verspätet schliesst, je nach der Genauigkeit der Konstruktion (Entfernungen b und c). Nun hat aber ein Unterschied von beispielsweise 0,1 mm in der Stiftstellung, bezogen auf die Achse, bereits einen Fehler von mehr als zwei Sekunden im Kontaktschluss zur Folge.

Eine letzte Fehlerquelle besteht darin, dass das Nockenrad mit seinen Stiften sprungweise vorrückt, in Uebereinstimmung mit den Schlägen, wie der Sekundenzeiger einer gewöhnlichen Uhr. Der Kontakthebel rückt ebenfalls sprungweise vor und stellt den Kontakt mit einer leichten Verzögerung her, wenn sich der Anker des Werkes in diesem Moment auf dem toten Punkt zwischen zwei Schlägen befindet. Um diesen Mangel teilweise zu beheben und auch um den Anlauf zu erleichtern, hat man der Unruh eine grössere Schwingungszahl verliehen, als dies bei gewöhnlichen Uhren der Fall ist, nämlich 22 500 statt 18 000 pro Stunde. Damit ist die Fehlerquelle aber nicht ausgeschaltet, weshalb mit einem Unterschied von einer halben Sekunde zu rechnen ist. Dieser Unterschied ist zu den andern Gangfehlern zuzuzählen oder von ihnen abzuziehen.

Eine grössere als die angegebene Genauigkeit kann von diesem Zählapparat nicht verlangt werden.

Zum Vergleich geben wir in Figur 4 das Diagramm eines internationalen Telephonometers mit unregelmässiger Nockenscheibe und in Figur 4a dasjenige desselben Telephonometers nach dessen Instandstellung wieder. Wie ersichtlich, wird der Kontakt im ersten Falle zu spät geschlossen, nämlich zwischen der 17. und 18. Sekunde einer jeden Minute. Nachdem die Stifte korrigiert worden waren, ausgenom-

trotter sur le cadran. La roue centrale porte des goupilles produisant des contacts de signalisation toutes les 3 minutes pour les téléphonomètres ordinaires utilisés dans le service interne, ou bien toutes les minutes dès la troisième, pour les téléphonomètres utilisés dans le service international.

Les erreurs de marche de ces appareils proviennent d'abord du mouvement lui-même à cause de la courte durée du cycle de marche (12 minutes) et des conditions particulières de mise en marche et d'arrêt.

Un petit ressort adapté transversalement au balancier permet de bloquer celui-ci lors de l'arrêt dans une position de déséquilibre. A la mise en marche, on libère la butée retenant ce ressort, et le balancier oscille de ce fait immédiatement, ce qui est essentiel.

La roue à rochet qui permet le remontage du mouvement lors de la remise au zéro, comporte 210 dents très fines. Cette roue dentée effectue une révolution complète en 12 minutes, soit 720 secondes. Or, en manipulant le levier de remise au zéro, il arrive en fin de course que le cliquet tombe entre deux dents, ou bien alors exactement dans l'angle de poussée de la dent suivante. Il en résulterait que la position d'arrêt serait décalée parfois de près d'une dent, ce qui donnerait en divisant

$$\frac{720 \text{ sec.}}{210 \text{ dents}} = 3{,}4 \text{ sec.}$$

d'erreur lors de la mise en marche.

Ces dents étant déjà minuscules (0,24 mm), il n'est pas possible d'en augmenter le nombre, mais le constructeur a tourné la difficulté de la façon suivante:

Il a d'abord posé deux cliquets de retenue dont la fonction est alternée par rapport aux dents du rochet; puis pour augmenter encore l'effet désiré, ces cliquets ont été munis de quelques dents ayant un écartement d'un ½ pas du rochet. Le décalage de la position de départ après le remontage ne dépasse pas ainsi ¼ de dent environ.

Une autre cause d'erreur provient de ce que la came avec ses goupilles, représentée à la fig. 3, en-

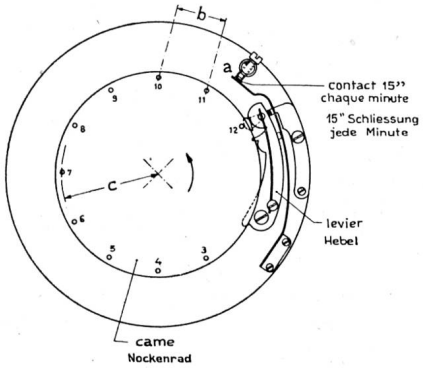

Fig. 3. Telephonometer, Nockenrad.
Came du téléphonomètre.

clenche le contact a avec plus ou moins d'avance ou de retard, suivant l'exactitude de la construction (distances b et c). Or, par exemple, une différence de 0,1 mm dans la position d'une goupille par rapport à l'axe, produit déjà une erreur de plus de 2 sec. dans la fermeture du contact.

Une dernière cause d'erreur provient de ce que la came avec ses goupilles avance par saccades, suivant

men der erste, der sich schon zu nahe beim Zentrum befand, erhielten wir Kontaktschlüsse, die nicht mehr als eine halbe Sekunde variierten. Die Doppelkurven erklären sich aus der zweimaligen Ablesung. Sie decken sich nicht wegen des sprungweisen Vorrückens, von dem wir vorhin gesprochen haben.

Diese Diagramme sind mit gewöhnlichen Chronographen, die nur eine Fünftelssekunde angeben, schwer aufzunehmen, und die Ergebnisse schwanken von einer Ablesung zur anderen für ein und denselben Apparat, weil das Anhalten von Hand besorgt wird und nicht elektrisch durch den Kontakt selber. Zur Herstellung derartiger Diagramme verwenden wir einen elektrischen Chronographen, der die Hundertstelssekunden angibt. Von ihm soll weiter unten noch die Rede sein.

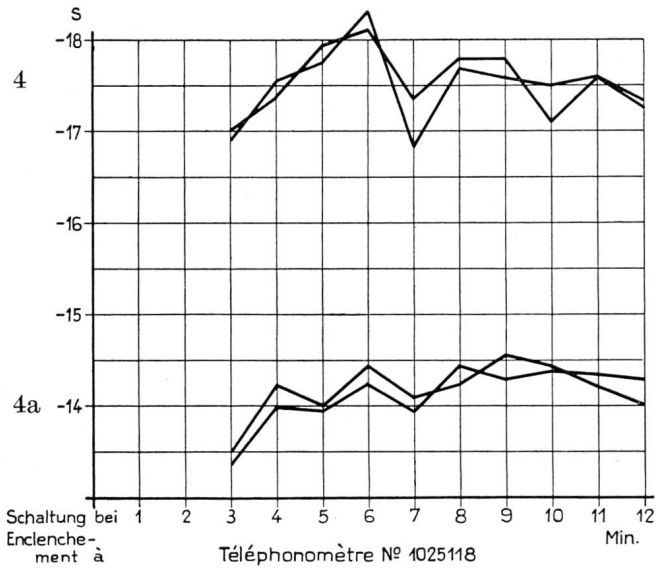

Fig. 4. Telephonometer mit unregelmässigem Nockenrad.
Téléphonomètre avec came irrégulière.
Fig. 4a. Telephonometer, Nockenrad korrigiert.
Téléphonomètre avec came corrigée.

Die geltenden Vorschriften tragen den Schwierigkeiten in der Ablesung Rechnung; im Betrieb sind nämlich folgende Abweichungen zulässig:

1. Messung der Gangzeit (Regulierung der Unruh) zwischen der 3. und der 12. Minute, also neun Minuten. Toleranz ± 1 Sekunde.
2. Messung der Signalisierungszeit (Kontaktschluß), also 15 Sekunden, ± 1 Sekunde vor jeder Minute.

Einzig diese zwei Messungen hängen von der Regulierung ab, die variieren kann; für alle andern Arbeitszeiten ist nur die Genauigkeit der Fabrikation ausschlaggebend.

Die Toleranzen für Fabrikation und Kontrolle sind logischerweise bedeutend kleiner und verbürgen ein genaues Funktionieren während einer langen Zeitdauer.

Die Automatisierung des schweizerischen Telephonnetzes hat die Einführung weiterer Organe für die Gesprächszählung nötig gemacht; sie arbeiten, ohne dass die Telephonistin bei der Bestimmung der Gesprächsdauer mitwirken muss.

Es sind in dieser Zeitschrift bereits so viele Beschreibungen von Zählsystemen erschienen, dass wir

chaque battement, comme l'aiguille des secondes des montres ordinaires. Le levier donnant le contact avance par saccades aussi et le contact s'établit avec un léger retard si l'ancre du mouvement est justement au point mort, entre deux battements, à ce moment-là. Pour remédier en partie à ce défaut, et aussi pour faciliter la mise en marche, les oscillations du balancier ont été choisies plus rapides que pour les montres ordinaires, soit 22 500 battements par heure au lieu de 18 000. L'erreur n'est cependant pas éliminée et l'on doit admettre une différence d'une demi-seconde de ce fait, différence qui s'ajoute ou se soustrait aux autres erreurs de marche.

On ne peut pas exiger de cet appareil de comptage une plus grande précision.

A titre de comparaison, nous donnons à la fig. 4 le diagramme d'un téléphonomètre international, avec came irrégulière, et à la fig. 4a le même téléphonomètre parfaitement au point. On remarquera que dans le premier cas la fermeture du contact se fait trop tard, soit entre les 17 et 18e secondes à chaque minute. Les goupilles ayant été corrigées, sauf la première opérant à la troisième minute qui était déjà trop rapprochée du centre, nous avons obtenu des enclenchements ne variant pas de plus d'une demi-seconde. On remarquera que les lectures ont été faites deux fois, ce qui explique les deux tracés. Ceux-ci ne se superposent pas pour le motif de l'avance par saccades que nous avons indiqué plus haut.

Ces diagrammes sont difficiles à établir avec les chronographes ordinaires indiquant le 1/5 de sec. seulement, et les résultats varient beaucoup d'une lecture à l'autre pour un même appareil du fait que le stop se fait à la main et non électriquement par le contact lui-même. Pour ces diagrammes, nous utilisons un chronographe électrique donnant le 1/100 de seconde, appareil dont nous parlerons plus loin.

Les prescriptions actuellement en vigueur tiennent compte de cette difficulté de lecture et les tolérances admises pour l'exploitation sont les suivantes:

1° Mesure du temps de marche (réglage du balancier) entre la troisième et la douzième minute, soit 9 minutes avec une tolérance de ± 1 sec.
2° Mesure du temps de signalisation (fermeture du contact), soit 15 sec. ± 1 sec. avant chaque minute.

Seules ces deux mesures dépendent d'un réglage qui peut varier; tous les autres temps de fonctionnement découlent exclusivement de l'exactitude de la fabrication.

Les tolérances pour la fabrication et le contrôle sont en conséquence plus rigoureuses et permettent d'assurer un fonctionnement suffisamment précis pour une longue période de service.

L'automatisation du réseau suisse a nécessité l'introduction de nouveaux organes de comptage des taxes, organes qui fonctionnent sans l'intervention de la téléphoniste pour la détermination du temps de conversation.

Il a paru déjà dans ce journal de nombreuses descriptions des systèmes de comptage utilisés en automatique; aussi, nous n'examinerons ici que l'organe

uns darauf beschränken können, hier nur das Hauptorgan zu betrachten: die Uhr, welche die Impulse für die Zeitmessung abgibt.

Beim Hasler-System benutzt man Zeitrelais (Einzeluhren, siehe Figur 5), die als Zeit-Zonen-Zähler bezeichnet werden (Abkürzung ZZZ). Diese Apparate sind mit zwei Elektromagneten und einem Uhrwerk ausgerüstet; es stehen verschiedene Modelle in Gebrauch, von denen das neueste mit Bezug auf den Bau einen namhaften Fortschritt gegenüber den früheren darstellt. Der schwache Punkt des Werkes liegt darin, dass die regulierende Masse der Unruh nur klein ist, weil sonst das Anlaufen schwierig wäre oder überhaupt nicht stattfände. Darunter leidet die Genauigkeit; denn die Regelfähigkeit der Unruh ist im Vergleich zur Federkraft zu klein. Auch das Fehlen des Rückerzeigers ist ein Nachteil, obschon sich daraus für die Konstruktion eine Vereinfachung ergibt; denn es ist so nicht möglich, das Werk selbst zu reglieren. Einzig der Weg des Stiftes, der die Kontaktlamelle auslöst, kann länger oder kürzer gemacht werden, wodurch sich die Gangdauer genau einstellen lässt. Der Zähler, der auch noch für andere Stromkreise als für den Zählstromkreis benützt wird, ist in uhrentechnischer Hinsicht vielleicht noch verbesserungsfähig. Da es sich aber um ein neues Modell handelt, wird man besser tun, die Betriebsergebnisse abzuwarten, bevor die Frage der Gleichmässigkeit des Ganges weiter verfolgt wird.

Bei den Automatensystemen Bell und Siemens werden keine individuellen Zeitmesser mit Uhrwerk benutzt; die Zählrelais werden gruppenweise durch Uhrwerke gesteuert, die durch einen Motor Ferraris elektrisch aufgezogen werden. Es bestehen zwei Modelle der Fabrik Zenith, bei denen auf die Sekundenachse ein Zahnrad aufgesetzt ist, das die elektrischen Kontakte betätigt, und zwar alle 2 und 36 Sekunden oder alle 5 Sekunden. Wie im allgemeinen Teil bemerkt, haben die Uhrwerke einen schlechten Wirkungsgrad, und die mechanische Kraft einer Sekundenachse ist gering. Es ergibt sich daraus, dass der Kontaktdruck äusserst schwach sein muss — er darf nur einige Gramm betragen — wenn die Gleichmässigkeit des Ganges nicht beeinträchtigt werden soll. Hingegen hat der elektrische Aufzug der Feder den Vorteil, dass diese immer gleichmässig gespannt ist; sie gibt also eine gleichbleibende Kraft ab, was zu einem gleichmässigen Gang der Uhr

essentiel, la montre donnant les impulsions servant à mesurer le temps.

Dans le système Hasler, on utilise des relais à temps (montres individuelles, voir fig. 5), appelés compteurs de durée par zone (abréviation = ZZZ). Ces relais, comportant deux électro-aimants, sont munis d'un mouvement d'horlogerie, et différents modèles ont été utilisés, dont le plus récent présente une notable amélioration sur les précédents au point de vue construction. En ce qui concerne le mouvement même, le point faible est que le balancier ne peut avoir une masse réglante suffisante, sinon le démarrage ne s'effectue pas ou trop difficilement. L'exactitude en souffre vu que le pouvoir réglant du balancier est trop faible par rapport au couple du ressort. L'absence de raquette est aussi un inconvénient, malgré la simplification qui en résulte pour la fabrication, car il n'est pas possible de régler le mouvement lui-même; seul le chemin parcouru par la goupille ou le piton déclenchant la lamelle de contact peut être diminué ou allongé pour obtenir le temps exact voulu de fonctionnement. Ce relais, utilisé aussi pour d'autres circuits que le comptage des taxes, est à notre avis encore susceptible d'amélioration au point de vue horloger, mais comme il s'agit d'un modèle assez récent, il est préférable d'attendre les expériences qui seront faites à l'usage avant d'examiner plus avant sa régularité de marche.

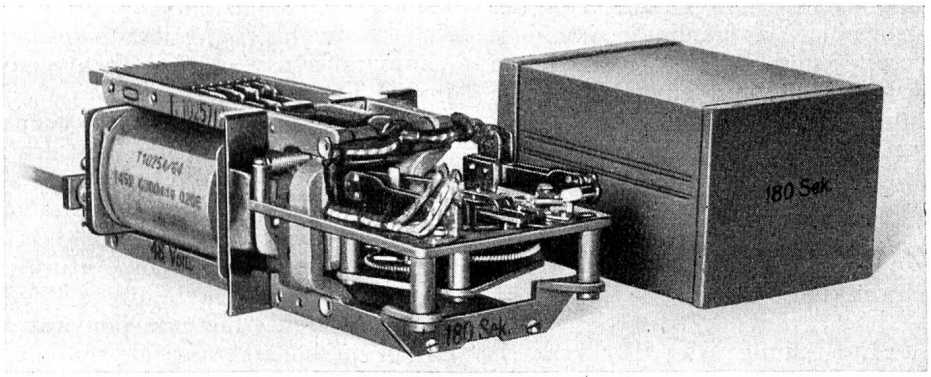

Fig. 5. Zeitzonenzähler. — Compteur de durée par zone.

Dans les systèmes automatiques Bell et Siemens, on n'utilise pas de relais individuels avec mouvement d'horlogerie; les relais de comptage sont commandés par groupes, au moyen d'horloges remontées électriquement par moteur Ferraris. Il existe deux modèles, de fabrication Zénith, portant chacun sur l'axe des secondes une roue dentée qui fait mouvoir les contacts électriques, soit toutes les 2 et 36 secondes ou toutes les 5 secondes. Comme nous l'avons dit dans l'exposé général, les mouvements d'horlogerie ont un mauvais rendement et la force mécanique disponible sur un axe des secondes est minime. Il en résulte que la pression des contacts doit être très faible, de quelques grammes seulement, si l'on ne veut pas influencer désavantageusement la régularité de marche. — Par contre, le remontage électrique du ressort fait que celui-ci se trouve toujours armé de la même façon et de ce fait la force qu'il transmet est toujours égale, ce qui est très favorable pour une marche régulière. A remarquer que les horloges du

führt. Zu bemerken ist, dass die Unruhen von Uhren nach letztem Modell eine ziemlich grosse Masse besitzen, und dass die Schwingungen nur langsam sind, nämlich 14 400 in der Stunde, wie bei Marinechronometern, woraus sich dann eine grosse Regulierfähigkeit ergibt. Dieses Modell, das in Fig. 9 zu sehen ist, ist ausserdem mit einer Vorrichtung für automatische Zeiteinstellung ausgerüstet. Unterbricht man den Netzstrom, so wird eine Reguliervorrichtung eingeklinkt, welche die Zeiger über einen Nocken auf die genaue Zeit einstellt. Bei einigen Modellen verwendet man für diese Einstellung auch einen Sonderstromkreis; wir können aber hier auf Einzelheiten nicht eintreten. Es genügt, wenn wir wissen, dass das Spiel der Kupplungszähne und des Nockens immer eine leichte Abweichung von der genauen Zeit hervorbringt. Daraus ergibt sich, dass die Tarifänderungen um 8 und 18 Uhr, die von diesen Uhren aus gesteuert werden, von einem Tag zum andern variieren können.

Als Beispiel geben wir hier die Fabrikationstoleranzen für den Typ FR 3 Ch 4 an.

a) Abweichung im Tagesgang . + 10 Sekunden
— 0 „

b) Wärmekoeffizient (für eine Temperaturschwankung von 1° C) . . . . . 0,3 „

c) Genauigkeit der Einstellung . ± 10 „

Da sich diese Abweichungen summieren können, ist für ein Werk, das mehrere Jahre im Dienste stand, eine Gangtoleranz von einer Minute pro Tag im Moment des Tarifwechsels zulässig. Uebersteigt die Differenz 50 Sekunden, so muss die Uhr in der Regel zur Revision eingesandt werden.

Wie bereits bemerkt, ist die Zuschaltung von elektrischen Kontakten oder von andern Hebeleinrichtungen bei Uhrwerken nur statthaft, wenn die Kraft der Feder dies erlaubt. Das Pendel hingegen ist wegen seiner Masse als Motor brauchbar, weshalb es in grossen Zentralen seit langem für die Tarifwechsel benutzt wird. Kontaktlamellen von der Stärke derjenigen der gewöhnlichen Relais lassen sich bewegen, ohne dass die Ganggenauigkeit darunter leidet, immerhin unter der Voraussetzung, dass die verlangte Genauigkeit nicht eine zu kleine Schwingungsweite erfordert (eine Präzisionspendeluhr darf nur Schwingungsausschläge von 2—3° haben, wenn die Schwingungen gleichmässig sein sollen). Die Pendeluhren müssen an Ort und Stelle reguliert werden auf Grund der geographischen Lage und des Beschleunigungsfaktors g der obenerwähnten Formel, der je nach dem Breitengrad ändert. Auch der atmosphärische Druck spielt eine grosse Rolle für die Gleichmässigkeit des Ganges von Pendeluhren; eine Druckänderung von einem Millimeter verursacht bei einer Sekundenpendeluhr einen Gangunterschied von 0,0167 Sekunden. Eine Zu- oder Abnahme des Druckes um 25 mm, z. B. bei der Annäherung eines Gewitters, hat eine Gangabweichung von 0,4 Sekunden zur Folge. Das Ideal wäre die Unterbringung in einer Glocke, aus der dann die Luft ausgepumpt würde. Die Erfahrung hat aber gezeigt, dass die vollständige Luftentleerung dem Mechanismus nicht zuträglich ist, und dass die Reibung beträchtlich zunimmt, weil das in der Luft enthaltene Wasser durch Kondensation seine Schmier-

dernier modèle sont munies de balanciers ayant une assez grande masse et que les battements ont été choisis lents, soit 14 400 battements par heure, comme c'est le cas pour les chronomètres de marine, d'où un grand pouvoir réglant. — Ce modèle, visible sur la fig. 9, dispose en outre d'une remise à l'heure automatique. En produisant une interruption de l'alimentation du secteur, on déclenche un mouvement d'entraînement des aiguilles qui sont ramenées par une came à l'heure exacte voulue. On utilise aussi un circuit séparé pour cette remise à l'heure dans certains modèles, mais nous ne pouvons ici entrer dans une description détaillée de ces mécanismes. Il suffit de dire que le jeu des dents d'engrenages et de la came elle-même produisent toujours un léger décalage par rapport à l'heure exacte. Il s'ensuit que les changements de tarif à 8 h. et à 18 h. commandés par ces horloges, peuvent varier d'un jour à l'autre.

A titre d'exemple pour le type FR 3 CH 4, les tolérances de fabrication sont les suivantes:

a) variation de marche diurne + 10 sec.
— 0 sec.

b) coefficient thermique 0,3 sec. (pour 1 degré de changement de température);

c) précision de la remise à l'heure ± 10 sec.

Ces différents facteurs pouvant s'ajouter, on voit par là qu'une tolérance de marche de 1 minute par jour au moment du changement de tarif est admissible pour un mouvement ayant plusieurs années de fonctionnement. Dans la règle, si la différence dépasse 50 sec., l'horloge doit être envoyée en revision.

Comme nous l'avons dit, les mouvements d'horlogerie ne supportent des adjonctions de contacts électriques ou autres mécanismes à levier que pour autant que la force du ressort le permet. Le pendule réalise, lui, par sa masse, un moteur possible et son emploi a été depuis longtemps utilisé pour les changements de tarif dans les grands centraux. On peut faire mouvoir des lames de contacts aussi fortes que celles des relais ordinaires, sans que l'exactitude de marche en souffre, pour autant toutefois que la précision demandée n'exige pas une très faible amplitude. (Un pendule de précision doit avoir une amplitude de l'ordre de 2 à 3° seulement, pour que les oscillations soient isochrones.) Les pendules doivent être réglées sur place selon le lieu géographique, le facteur de l'accélération g de la formule citée plus haut variant suivant la latitude. La pression atmosphérique joue aussi un grand rôle dans la régularité de marche des pendules; une variation de pression de 1 millimètre produit une différence de marche de 0,0167 sec. pour un pendule battant la seconde. Une hausse ou une chute de pression de 25 mm, par exemple à l'approche d'un orage, produit un écart de marche de 0,4 sec. L'idéal serait de mettre sous cloche les pendules et de faire le vide. L'expérience a montré que le vide complet ne vaut rien pour le mécanisme et que les frottements augmentent considérablement, l'eau contenue dans l'air ne jouant plus par condensation son rôle de lubrifiant. Dans les observatoires, on se contente d'un vide partiel, maintenu à une valeur constante.

Pour nos installations, le pendule est un instrument suffisamment stable de mesure du temps, et

wirkung nicht mehr ausüben kann. In den Observatorien begnügt man sich mit einer teilweisen Entleerung, die konstant gehalten wird.

Für unsere Anlagen ist die Pendeluhr ein Zeitmesser von genügender Stabilität, und ihre Verwendung ist überall dort angezeigt, wo die Kontrolle von Zeit zu Zeit und das Einstellen von Hand möglich sind. Die Hasler-Zentralen sind durchwegs mit Sekunden- oder Halbsekundenpendeluhren Favag ausgerüstet, die bis jetzt vollauf befriedigt haben. Gegenwärtig werden auch Mutteruhren benutzt, welche die elektrischen Wanduhren betätigen, um die Impulse für den Tarifwechsel und sogar die Impulse für die Zählung abzugeben. Derartige Anlagen bestehen in St. Gallen und Zürich; sie sind von der Firma Favag eingerichtet worden.

Erwähnt seien beiläufig noch die Tischchronographen Marke Zenith und die Taschenchronographen Marke Longines oder Guinand, die vom technischen und vom Prüfpersonal benutzt werden. Diese Uhrwerke sind von hervorragender Qualität und müssen sorgfältig gehandhabt werden. Da der Chronograph von Hand in Gang gesetzt und angehalten wird, so hängt die Genauigkeit stark von der Geschicklichkeit des Prüfbeamten ab. Dazu kommt noch der Fehler, der entsteht durch ungenaues Anlaufen der Vorrichtung, die den Chronographenzeiger in Bewegung setzt. Dieser Fehler kann 0,1 Sekunden betragen, wenn sich die Zähne in dem Moment, wo gedrückt wird, nicht in Bereitstellung befinden. Diese Zähne sind sägezahnförmig und sehr klein. Bei 300 Zähnen trifft es auf einen Umlauf des Chronographenzeigers einen Fünftelszahn in der Sekunde. Eine Verschiebung um eine halbe Zahnbreite ergibt einen Fehler von einer Zehntelssekunde.

Die Mitnahme des Chronographenzeigers bedeutet für das Werk einen zusätzlichen Kraftverbrauch. Die Genauigkeit eines Chronographen muss daher geprüft werden, während sich der Sekundenzeiger in Gang befindet. Der Vergleich muss einen Zeitraum von 24 Stunden umfassen, und zwar wird mit einem Zeitzeichen oder der „Sprechenden Uhr", nicht aber mit einem zweiten Chronographen verglichen.

In gewissen Fällen kann eine exzentrische Lage des Zifferblattes Ablesungsfehler verursachen. Schon eine Verschiebung des Zifferblattes um 0,1—0,2 mm genügt, um einen Fehler von 0,1 Sekunden hervorzubringen. Auch die Einteilung kann fehlerhaft sein, ohne dass dies auf den ersten Blick ersichtlich ist.

Ausser diesen eigentlichen Präzisionswerken benötigt der Telephonbetrieb zur Erfüllung seiner Aufgabe noch Bureau-Pendeluhren, Wächteruhren, Weckeruhren, Schaltuhren zum Aufladen der Batterien, Registrieruhren usw., die von den Firmen Moser-Bär, Sauter, Landis & Gyr usw. geliefert werden. Auch für diese Uhren gelten die von uns zu Beginn angestellten Betrachtungen, weshalb wir nicht mehr darauf zurückkommen.

Ohne der Entwicklung vorgreifen zu wollen, glauben wir sagen zu dürfen, dass die Zeitmessung im Telephonbetrieb noch Verbesserungen erfahren wird, vielleicht durch die Schaffung von Netzen mit ferngesteuerten Pendel-Uhren, vielleicht auch durch die Einführung von Quarzuhren, die eine so stabile Fre-

son emploi est tout indiqué partout où un contrôle est possible de temps en temps et où l'on peut opérer une remise à l'heure manuellement. Les centraux Hasler sont tous équipés avec des pendules Favag battant la seconde ou la ½ seconde, et ce système a donné jusqu'ici entière satisfaction. Actuellement, les horloges-mères qui font actionner les montres électriques murales sont aussi utilisées simultanément pour donner les impulsions de changement de tarif et même les impulsions de comptage. De telles installations existent à St-Gall et à Zurich, équipées par la maison Favag.

Signalons encore en passant les chronographes de table, marque Zénith, ou de poches, marques Longines ou Guinand, utilisés par le personnel technique et les contrôleurs de tarif. Ces pièces d'horlogerie sont de très bonne qualité et demandent d'être manipulées avec soin. Le départ et le stop se faisant à la main, il va de soi que l'exactitude dépend beaucoup de l'opérateur. A cela il faut ajouter l'erreur due à la prise de contact des engrenages faisant mouvoir l'aiguille trotteuse. Cette erreur peut être de 0,1 sec. si les dents ne coïncident pas au moment de la poussée. Ces dents sont en forme de scie et très petites. Avec 300 dents, on aura pour 1 tour de cadran de l'aiguille trotteuse 1 dent pour $^1/_5$ de seconde. Un décalage d'une demi-dent donne bien $^1/_{10}$ de sec. d'erreur.

L'entraînement de l'aiguille trotteuse demande de la part du mouvement une dépense de force supplémentaire; aussi les chronographes doivent-ils être vérifiés pour l'exactitude de marche avec l'aiguille des secondes enclenchée. La comparaison doit se faire pendant 24 heures et cela avec un signal horaire ou l'horloge parlante et non pas avec un deuxième chronographe.

Dans certains cas, l'erreur de lecture peut être provoquée par l'excentricité du cadran. Un décalage de 0,1 à 0,2 millimètre du cadran suffit pour que l'erreur soit déjà de 0,1 sec. La graduation elle-même peut aussi être défectueuse sans que ce défaut apparaisse à première vue.

A côté de ces mouvements demandant une grande précision, les téléphones utilisent encore pour le service interne des pendules de bureau, des horloges de garde, des horloges réveils, des horloges pour l'enclenchement de la charge des batteries, des horloges enregistreuses, etc., provenant des maisons Moser-Baer, Sauter, Landis & Gyr, etc., horloges qui toutes, pour l'exactitude, dépendent essentiellement des causes exposées au premier chapitre de cette étude, aussi nous n'y reviendrons pas.

Sans anticiper sur l'avenir, nous croyons pouvoir dire que des progrès seront certainement encore apportés à la mesure du temps exact en téléphonie, soit par l'établissement de réseaux avec pendules synchronisées, soit peut-être par les horloges au quartz, donnant une fréquence si stable, qu'elle permet une exactitude de marche de l'ordre de 1/1000 de sec.

Pour les horloges de haute précision, on verra aussi se généraliser l'emploi d'organes d'enclenchement commandés par rayons lumineux agissant sur des cellules photoélectriques en lieu et place des contacts ordinaires, le jour où leur prix et les frais d'entretien des circuits permettront leur emploi rationnel.

quenz liefern, dass eine Ganggenauigkeit von einer Tausendstelssekunde erzielt wird.

Bei Uhren von höherer Präzision werden auch an Stelle der gewöhnlichen Kontakte Tastorgane unter Verwendung von Lichtstrahlen mit photoelektrischen Zellen treten, wenn einmal deren Preis und die Kosten für den Unterhalt der Stromkreise einen wirtschaftlichen Betrieb ermöglichen werden.

Abschnitt III.

Die Kontrolle der Uhrwerke bei der Generaldirektion PTT.

Dieser Dienstzweig ist seit 1939 der Versuchssektion angegliedert. Ein Uhrenreparateur prüft die Lieferungen und befasst sich ausserdem mit den Revisionen und Reparaturen. Jede Uhr sowie jedes Uhrwerk wird sorgfältig geprüft. Eine Präzisionspendeluhr mit Gewichten, Marke Zenith, deren Tagesabweichung jeden Tag beim Empfang des Zeitzeichens des Observatoriums Neuenburg vermerkt wird, ermöglicht es, die Ganggenauigkeit der zu beobachtenden Stücke zu vergleichen. Dieses Verfahren ist indessen recht zeitraubend, weil die Ablesungen zur Feststellung der Tagesabweichungen nur alle 24 Stunden gemacht werden können. Um die Arbeit abzukürzen, nimmt man eine vorgängige Ablesung mit Hilfe eines Chronovergleichers vor.

Es gibt zahlreiche akustische, stroboskopische, mechanische und elektrische Apparate; sie beruhen alle auf der Vergleichung der Schwingungen der zu regelnden Uhr mit den Schwingungen einer Eichuhr, einer Pendeluhr oder eines Oszillators. Die kurze Beobachtungszeit zur Beurteilung der Regulierung innerhalb 24 Stunden macht es notwendig, dass die Eichuhr ebenfalls sehr oft kontrolliert wird.

IIIe partie.

Le contrôle des mouvements d'horlogerie à la Direction générale des PTT.

Ce service est rattaché à la section des essais depuis 1939. Un horloger-rhabilleur vérifie les livraisons et s'occupe en outre des revisions et réparations. Chaque montre ou mouvement est contrôlé soigneusement. Une pendule de précision à poids, marque Zénith, dont la marche diurne est notée chaque jour au moment de la réception du signal horaire de l'observatoire de Neuchâtel, permet de comparer l'exactitude du temps de marche des pièces en observation. Cette façon de faire a cependant l'inconvénient de demander beaucoup de temps, les lectures pour établir la marche diurne ne se faisant que toutes les 24 heures. Aussi, pour faciliter le travail, on procède au préalable à une lecture rapide au moyen d'un chronocomparateur.

Il existe de nombreux appareils, acoustiques, stroboscopiques, mécaniques ou électriques, qui tous sont basés sur la comparaison des battements de la montre à régler avec les battements d'une montre étalon, d'un pendule ou d'un oscillateur. Le temps très court d'observation, pour l'appréciation du réglage en 24 heures, exige évidemment que l'étalon soit lui-même très souvent contrôlé.

Les plus perfectionnés de ces appareils donnent même un enregistrement instantané de l'avance ou du retard, sur une bande de papier.

L'appareil que nous utilisons est un appareil „Swissaphon", muni de détecteurs piézo-électriques. Nous en donnons une vue à la fig. 6. Les battements de la montre observée sont transmis à un haut-parleur par l'intermédiaire d'un puissant amplificateur. La

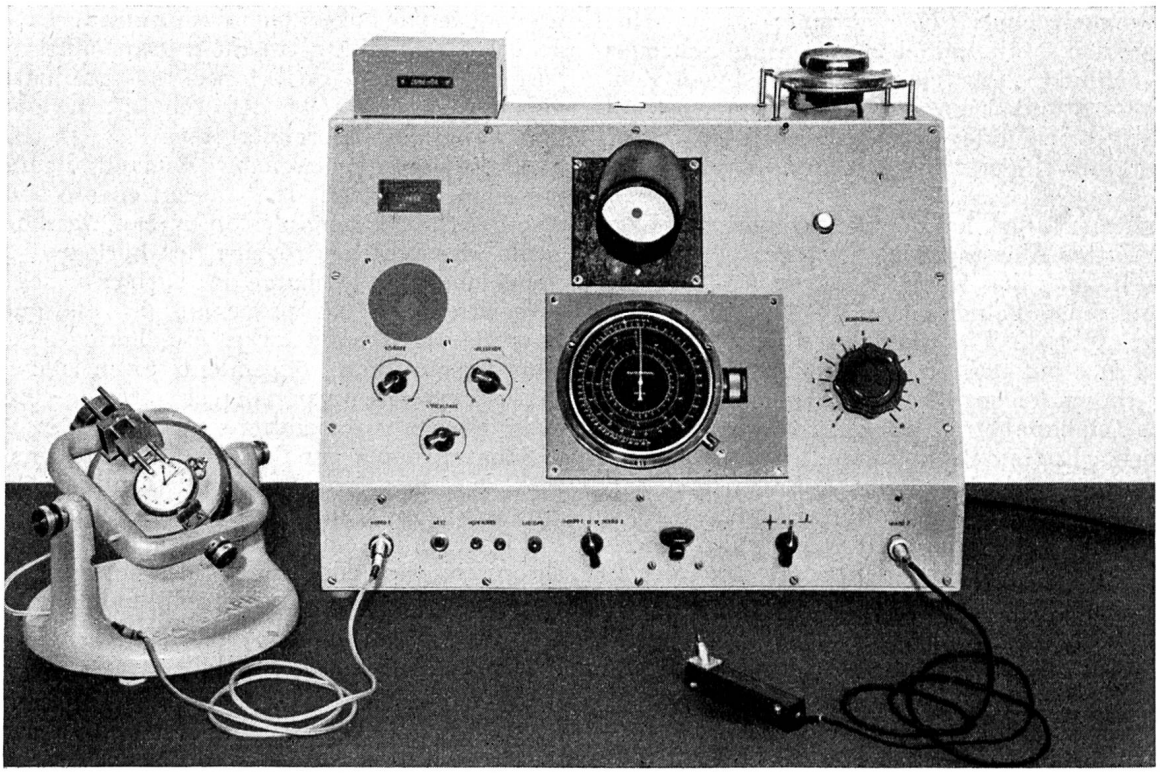

Fig. 6. Zeitvergleicher „Swissaphon". — Chronocomparateur „Swissaphon".

Die vollkommensten Apparate verzeichnen ein Vor- oder Nachgehen sogar augenblicklich auf einem Papierstreifen.

Der von uns benutzte Apparat ist ein mit piezoelektrischen Mikrophonen versehener Apparat „Swissaphon", wie er in Figur 6 abgebildet ist. Die Schwingungen der zu beobachtenden Uhr werden über einen kräftigen Verstärker auf einen Lautsprecher übertragen. Die Uhr wird auf einem Spezialsockel befestigt und kann in jedmögliche Lage verbracht werden. Jede Unregelmässigkeit in den Schwingungen der Unruh ist wahrnehmbar. Diese Schwingungen können mit Hilfe einer Kathodenstrahlröhre sichtbar gemacht werden. Eine über dem Apparat angebrachte Eichuhr erzeugt im Tempo ihres Schlagens eine horizontale Ablenkung des Lichtfleckes der Kathodenstrahlröhre. Dieser bewegt sich von links nach rechts. Da die Eichuhr zehn Minuten im Tag vorgeht, so fallen die Schwingungen der beiden Uhren in kurzen Zeiträumen zusammen. Um das tägliche Vor- oder Nachgehen der beobachteten Uhr zu bestimmen, genügt es, die genaue Zeit zwischen einem Zusammentreffen und dem nächsten zu registrieren. In dem Augenblick, wo das Bild einer Schwingung an einen bestimmten, auf dem Röhrenschirm bezeichneten Punkt gelangt, wird mit Hilfe einer Morsetaste ein Chronograph in Gang gesetzt. Erreicht das Bild den genannten Punkt neuerdings, so hält man den Zeiger auf dem Zifferblatt an, auf welchem dann die Abweichung pro Tag in Sekunden $\pm$ ersichtlich ist. Das Ergebnis lässt sich in weniger als einer Minute ermitteln. Da die bei uns benutzten Werke verschiedene stündliche Schwingungswerte haben, mussten für jeden Fall besondere Eichuhren hergestellt werden. Die Zahl der stündlichen Schwingungen wird *Basis* genannt.

Bezeichnet man mit T_1 die Dauer einer Schwingung der zu beobachtenden Uhr und mit T_2 die Dauer einer Schwingung der Eichuhr, so erhält man für die am meisten benutzte Basis 18 000:

$$T_1 = \frac{3600 \text{ Sek.}}{18\,000} = 0{,}2 \text{ Sek.}$$

Da die Eichuhr 10 Minuten pro Tag vorgeht, also 25 Sekunden pro Stunde, so erhält man ein stündliches Vorgehen von $25 \times 5 = 125$ Schwingungen.

Die Eichuhr macht demnach $18\,000 + 125 = 18\,125$ Schwingungen pro Stunde, und jede Schwingung der Unruh beträgt

$$T_2 = \frac{3600 \text{ Sek.}}{18\,125} = 0{,}19862\ldots \text{ Sek.}$$

Die Schwingungen T_1 und T_2 der beiden Uhren fallen alle 28,8 Sekunden zusammen, wie sich aus der allgemeinen Formel für Interferenzen ergibt:

$$T = \frac{T_1 \times T_2}{T_1 - T_2} = \frac{0{,}2 \times 0{,}19862}{0{,}2 - 0{,}19862} = 28{,}8 \text{ Sek.}$$

Kennt man die Koinzidenzperiode T, für die das Zifferblatt des Zeitvergleichers (chronocomparateur) eingeteilt ist, und ist N die Zahl der Sekunden im Tag, also 86 400 Sekunden, so kann man ermitteln, wieviel die Eichuhr vorgeht, und zwar für jede Basis des zu beobachtenden Werkes. Die Beschleunigung muss stets eine Schwingung auf 28,8 Sekunden ausmachen.

montre, fixée sur un socle spécial, peut être placée dans n'importe quelle position et chaque irrégularité dans les battements du balancier est perceptible. Ces battements peuvent être rendus visibles à l'aide d'un tube à rayon cathodique. Une montre étalon, fixée sur le dessus de l'appareil produit le balayage linéaire des battements sur le tube cathodique. L'image de ceux-ci se déplace de gauche à droite. La montre étalon avançant de 10 minutes par jour, il se produit évidemment en très peu de temps des coïncidences entre les battements des deux montres. Il suffit d'enregistrer le temps exact qui s'écoule entre deux coïncidences pour déterminer l'avance ou le retard par jour de la montre observée. Au moment où l'image d'un battement atteint un point précis marqué sur l'écran du tube, un chronographe est mis en marche par l'intermédiaire d'un manipulateur Morse. Lorsque l'image atteint de nouveau le point de mire, on stope l'aiguille sur le cadran qui est spécialement gradué $\pm$ sec. par jour. Ainsi en moins d'une minute le résultat est obtenu. Les mouvements utilisés chez nous ayant différentes valeurs de battement par heure, il a fallu faire établir des montres étalons spéciales pour chaque cas. Le nombre de battements ou d'alternances par heure s'appelle *la base.*

Si l'on désigne par T_1 la durée d'un battement de la montre à observer et par T_2 la durée d'un battement de la montre étalon, on aura pour la base de 18 000 la plus utilisée:

$$T_1 = \frac{3600 \text{ sec.}}{18\,000} = 0{,}2 \text{ sec.}$$

Comme la montre étalon avance de 10 minutes par jour, ou de 25 sec. par heure, cela donne 25 sec. $\times$ 5 battements = 125 battements d'avance par heure.

La montre étalon fait donc $18\,000 + 125 = 18\,125$ battements par heure, et chaque alternance du balancier est de:

$$T_2 = \frac{3600 \text{ sec.}}{18\,125} = 0{,}19862 \text{ sec.}$$

La coïncidence entre les battements T_1 et T_2 des deux montres se produit toutes les 28,8 secondes d'après la formule générale utilisée pour le calcul des interférences:

$$T = \frac{T_1 \times T_2}{T_1 - T_2} = \frac{0{,}2 \times 0{,}19862}{0{,}2 - 0{,}19862} = 28{,}8 \text{ sec.}$$

Connaissant la période de coïncidence T pour laquelle le cadran du chronocomparateur est gradué, et N étant le nombre de secondes par jour, soit 86 400 sec., on peut déterminer la valeur de l'avance que doit avoir la montre étalon, et ceci pour n'importe quelle base du mouvement à observer. L'avance doit toujours être d'un battement ou d'une alternance par 28,8 secondes.

On obtient par la formule:

A = avance par jour de la montre étalon

$$A = \frac{T_1 \times N}{T}$$

Es ergibt sich aus der Formel

A = Vorgehen der Eichuhr pro Tag

$$A = \frac{T_1 \times N}{T}$$

also für die Basen:

$$\underline{18\,000}\ A = \frac{0{,}2 \times 86\,400}{28{,}8} = 600 \text{ Sek.} = 10 \text{ Min.}$$

$$\underline{22\,500}\ A = \frac{0{,}16 \times 86\,400}{28{,}8} = 480 \text{ Sek.} = 8 \text{ Min.}$$

$$\underline{14\,400}\ A = \frac{0{,}25 \times 86\,400}{28{,}8} = 750 \text{ Sek.} = 12{,}5 \text{ Min.}$$

Auf dem Zifferblatt des Chronovergleichers ist der Nullpunkt für jede Basis gültig. Selbstverständlich gilt dies nicht für die Einteilung in + oder in — Sekunden. Die Ablesung erfolgt nach der Beziehung

$$\frac{\text{Basis des Apparates}}{\text{benutzte Basis}}$$

Für die beiden letztgenannten Fälle erhält man

$$\text{Basis } 22\,500: \frac{18\,000}{22\,500} = 0{,}8 \text{ Korrektionsfaktor}$$

$$\text{Basis } 14\,400: \frac{18\,000}{14\,400} = 1{,}25 \text{ Korrektionsfaktor}$$

Man braucht nun bloss die auf dem Zifferblatt abgelesenen Zahlen mit 0,8 oder 1,25 zu multiplizieren; dieses Verfahren ermöglicht es, den Chronovergleicher zur Regulierung der Telephonometer (Basis 22 500) und der elektrischen Uhren für ZZZ Modell FR 3 Zenith (Basis 14 400) zu benutzen. Da die letztgenanntenUhren auf dem Spezialsockel nicht angebracht werden können, werden sie an den Stromkreis über eine piezo-elektrische Taste angeschaltet, die mit der Hand auf den Mechanismus oder auch bloss auf die Schale gehalten wird. Diese Taste ist in Figur 6 rechts ersichtlich. Das Vor- oder Nachgehen einer Uhr kann übrigens einfach mit einem gewöhnlichen Chronographen bestimmt werden, indem man die Zeit misst vom Zusammentreffen zweier Schwingungen bis zum nächsten Zusammentreffen und folgende allgemeine Formel anwendet:

$$Z = \frac{A\,T\,B - N}{T\,B}$$

Z = Vor- oder Nachgehen der zu prüfenden Uhr,
A = Vorgehen der Eichuhr in Sekunden pro Tag,
T = Am Chronometer gemessene Zeit,
B = Zahl der Schwingungen in der Sekunde $\frac{(\text{Basis})}{3600}$,
N = Zahl der Schwingungen pro Tag.

Misst man z. B. zwischen zwei Schwingungen am Chronographen für T: 57,6 Sekunden, so erhält man

$$Z = \frac{(600 \times 57{,}6 \times 5) - 86\,400}{57{,}6 \times 5} =$$

$$Z = \frac{172\,800 - 86\,400}{288} = \frac{86\,400}{288} = +\,300 \text{ Sek.}$$

Die Uhr geht also 5 Minuten pro Tag vor.

Dass diese Methode genau ist, lässt sich leicht nachweisen: Aus der Formel $Z = \frac{A\,T\,B - N}{T\,B}$

erhält man $T = \frac{N}{B\,(A - Z)}$

Setzt man Z = 0, so muss man den Wert T = 28,8 Sek. finden, den wir zu Beginn unserer Erklä-

soit pour les bases

$$\underline{18\,000}\ A = \frac{0{,}2 \times 86\,400}{28{,}8} = 600 \text{ sec.} = 10 \text{ min.}$$

$$\underline{22\,500}\ A = \frac{0{,}16 \times 86\,400}{28{,}8} = 480 \text{ sec.} = 8 \text{ min.}$$

$$\underline{14\,400}\ A = \frac{0{,}25 \times 86\,400}{28{,}8} = 750 \text{ sec.} = 12{,}5 \text{ min.}$$

Sur le cadran du chronocomparateur, le zéro reste valable pour n'importe quelle base. Il n'en est pas de même, cela va de soi, pour la graduation des secondes en moins ou en plus. La lecture doit se faire selon le rapport

$$\frac{\text{Base de l'appareil}}{\text{Base utilisée}}$$

On obtient pour les deux derniers cas ci-dessus

$$\text{Base } 22\,500 : \frac{18\,000}{22\,500} = 0{,}8 \text{ facteur de correction}$$

$$\text{Base } 14\,400 : \frac{18\,000}{14\,400} = 1{,}25 \text{ facteur de correction}$$

Il suffit de multiplier les chiffres lus sur le cadran par 0,8 ou 1,25; par ce moyen, le chronocomparateur est utilisable pour le réglage des téléphonomètres (Base 22 500) et des horloges électriques pour ZZZ, modèle FR 3 Zénith (Base 14 400). Ces dernières ne pouvant être placées sur le support spécial, sont reliées au circuit par un contacteur piézo-électrique tenu à la main sur le mécanisme ou même simplement sur le boîtier. Ce contacteur est visible à droite sur la fig. 6. La détermination de l'avance ou du retard d'une montre peut se faire d'ailleurs simplement avec un chronographe ordinaire en mesurant le temps entre deux coïncidences et en utilisant la formule générale suivante:

$$Z = \frac{A\,T\,B - N}{T\,B}$$

Z = avance ou retard de la montre à contrôler,
A = avance de la montre étalon en sec. par jour,
T = temps mesuré au chronographe,
B = nombre de battements par secondes $\frac{(\text{Base})}{3600}$,
N = nombre de secondes dans un jour;

soit par exemple pour T: 57,6 sec., temps que l'on obtient entre deux battements mesuré au chronographe, on aura

$$Z = \frac{(600 \times 57{,}6 \times 5) - 86\,400}{57{,}6 \times 5} =$$

$$Z = \frac{172\,800 - 86\,400}{288} = \frac{86\,400}{288} = +\,300 \text{ sec.}$$

soit une montre ayant 5 min. d'avance par jour.

La preuve de l'exactitude de cette méthode est d'ailleurs facile à faire.

De la formule $Z = \frac{A\,T\,B - N}{T\,B}$

on tire $T = \frac{N}{B\,(A - Z)}$

En posant Z = 0, on doit retrouver la valeur de

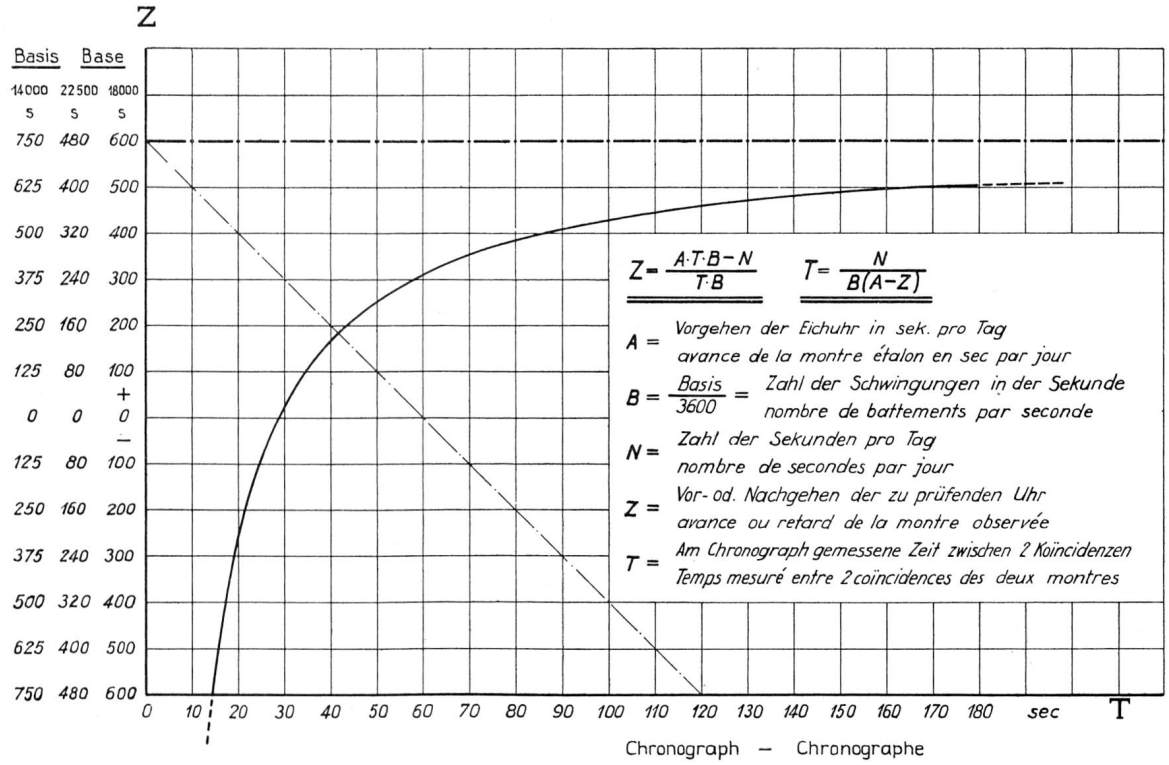

Fig. 7. Hyperbel Z in F (T). — Hyperbole de Z en fonction de T.

rungen aus der Formel für Interferenzen erhalten haben, nämlich

$$T = \frac{86\,400}{5\ (600-0)} = \frac{86\,400}{3000} = 28{,}8 \text{ Sek.}$$

Trägt man die Werte von T als Abszissen und die Werte von Z als Ordinaten auf, so erhält man für das Zusammentreffen der Schwingungen die in Fig. 7 gezeichnete Hyperbel.

Die ganze Schwierigkeit besteht darin, das Zusammentreffen der Schwingungen zu beobachten; auch das geübteste Auge vermag nicht, den Bewegungen der Unruhen der beiden Uhren mit genügender Genauigkeit zu folgen. Der Apparat „Swissaphon" erleichtert die Beobachtung, und der daran angebrachte Chronograph ermöglicht eine genaue Ablesung, weil der Zeiger in Zehntelssekunden vorrückt (Basis des Werkes = 36 000).

Mit Hilfe einer geeigneten Ausrüstung lässt sich also der Gang einer Uhr leicht bestimmen. Bei Uhren mit Kontakten ist ausserdem eine Spezialkontrolle nötig, um sich vom richtigen Ablauf der elektrischen Vorgänge zu überzeugen, bei denen es sich, wie bereits gesagt, nur um Kräfte von einigen Gramm handelt. Zur Aufzeichnung der Schliess- und Oeffnungszeiten der besagten Kontakte dient der Impulsschreiber Hasler oder ein Schleifenoszillograph. Für Untersuchungen in grösserer Zahl wäre dieses Verfahren zu zeitraubend und zu kostspielig; man verwendet daher in der Regel den elektrischen Chronographen Favag, der die Ablesung in Hundertstelssekunden gestattet. Der Apparat ist in Figur 8 dargestellt. Er besteht aus einem Synchronmotor mit Uebersetzung; der zu untersuchende Kontakt klinkt selbst den Chronographenzeiger ein. Dieser läuft nicht ruckweise, sondern stetig, und zwar solange der Kontakt geschlossen bleibt. Umgekehrt kann der

T = 28,8 sec. que nous avons obtenue au début de notre explication par la formule des interférences,

$$\text{soit } T = \frac{86\,400}{5\ (600-0)} = \frac{86\,400}{3000} = 28{,}8 \text{ sec.}$$

Graphiquement, en posant les valeurs de T en abcisses et les valeurs de Z en ordonnées, on obtient une hyperbole des coïncidences dont nous donnons le tracé à la fig. 7.

Toute la difficulté consiste à observer les coïncidences; l'œil le plus exercé ne peut suivre les mouvements des balanciers des deux montres d'une façon suffisamment précise. L'appareil Swissaphon que nous utilisons facilite cette observation, et le chronographe monté avec l'appareil permet une lecture ri-

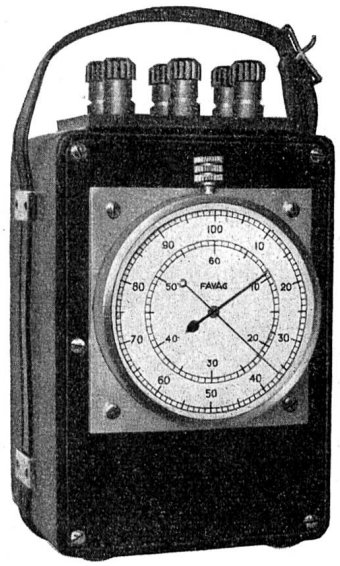

Fig. 8. Chronograph „Favag". — Chronographe „Favag".

Chronograph mit Hilfe der hierzu vorgesehenen Klemmen auch in der Weise eingeschaltet werden, dass er in dem Augenblick anläuft, wo der zu untersuchende Kontakt geöffnet wird.

Trotz der Prüfung mit einem Registrierapparat ist das gute Arbeiten der Kontakte nicht über allen Zweifel erhaben, denn wegen des Eingreifens des Räderwerkes und auch wegen Unvollkommenheiten in der Zahnung kann es auf eine grosse Zahl einen oder zwei schlechte Kontaktschlüsse treffen. Es ist ein reiner Zufall, wenn eine Registrierung derartige Fehler aufdeckt, die bisweilen in Abständen von mehreren Stunden auftreten. Die Notwendigkeit, einen Ueberwachungsstromkreis für die Kontakte zu haben, der Tag und Nacht arbeitet, hat uns veranlasst, einen Apparat zu schaffen, der automatisch folgende Fehler aufdeckt:

a) Ungenügender Kontakt (Prellung);
b) unterbrochener Kontakt;
c) ganze Reihe unterbrochener Kontakte;
d) unregelmässiger Kontakt, zu kurz, zu lang oder unregelmässige Ruhepausen;
e) Mikrophoneffekt des Kontaktes.

Figur 9 vermittelt eine Ansicht dieses Apparates, der von unserem Personal gebaut wurde. Eine Uhr CFR 3, die gerade geprüft wird, ist auf dem Bilde ebenfalls zu sehen.

Das in Figur 10 dargestellte Schema ermöglicht es, die verschiedenen Stromkreise zu verfolgen. Wir geben im nachstehenden eine Beschreibung davon, wobei wir uns an die in der Automatik gebrauchten technischen Bezeichnungen halten.

Der zu beobachtende Kontakt wird von einem Strom durchflossen, der von der Batterie über eine

goureuse du fait que l'aiguille avance par $^1/_{10}$ de sec. (base du mouvement = 36 000).

Si la détermination rapide de la marche d'une montre ne présente pas de difficulté avec un équipement adéquat, il faut encore, pour les horloges munies de contacts, un contrôle spécial pour s'assurer du bon fonctionnement des enclenchements électriques, qui, nous le répétons, ne mettent en jeu des forces que de quelques grammes. L'enregistrement des temps de fermeture ou d'ouverture des dits contacts se fait, soit à l'aide de l'enregistreur de diagrammes Hasler, ou bien même au moyen de l'oscillographe photographique. Ce mode de faire serait long et trop onéreux pour de grandes séries. Aussi, on procède la plupart du temps à l'aide d'un chronographe électrique Favag permettant la lecture du $^1/_{100}$ de seconde. Celui-ci est visible sur la fig. 8. Ce type de chronographe est composé d'un moteur synchrone avec démultiplication, et le contact à étudier enclenche lui-même l'aiguille trotteuse du cadran. Celle-ci n'avance pas par saccades, mais d'une façon continue aussi longtemps que le contact est fermé. On peut d'ailleurs aussi faire fonctionner le chronographe d'une façon inverse, en connectant aux bornes prévues à cet effet, c'est-à-dire que le chronographe se met en marche au moment de l'ouverture du contact à étudier.

Malgré le contrôle à l'aide d'un enregistreur, un certain doute subsiste quant au bon fonctionnement des contacts, car par suite du jeu des engrenages de l'horloge et aussi en raison des imperfections des dentures, une ou deux fermetures de contact seulement peuvent être mauvaises sur une grande série. C'est par pur hasard qu'un enregistrement peut dé-

Fig. 9. Kontakt-Kontrollgerät. — Appareil de contrôle des contacts.

Selbstinduktionsspule D verläuft; nachher fliesst der Strom über die Selbstinduktionsspule D_1 und das Potentiometer R. Mit diesem Potentiometer lässt sich der Strom auf 5—100 mA einstellen. Die Selbstinduktionsspule D_1 begünstigt die Funkenbildung; wäre sie nicht vorhanden, so würde der Versuch über die Ohmschen Widerstände nicht den Betriebsverhältnissen entsprechen, wo der Kontakt auf ein Relais einwirkt.

Das Gitter einer Dreielektrodenröhre ist über einen Widerstand R_1 mit hoher Impedanz an den fraglichen Kontakt angeschlossen. Die Polarisation des Gitters wechselt, je nachdem der Kontakt offen oder geschlossen ist. Ist der Kontakt geöffnet, so ist das Gitter positiv; ist er geschlossen, so ist es negativ. Der Anodenstrom schwankt daher ganz erheblich und das Relais A zieht seinen Anker nur dann an, wenn der Kontakt offen ist. Die Kontakte des Relais A bringen abwechslungsweise die beiden Signalisierungslampen L_5 und L_6 zum Aufleuchten, wodurch die Ausschläge des beobachteten Kontaktes angezeigt werden.

a) Ungenügende Schliessung des Kontaktes.

Nehmen wir an, der Uhrkontakt sei geschlossen. Dann befindet sich das Relais A in der Ruhestellung und legt, wenn wir den dick ausgezogenen Strichen des Schemas folgen, über die Kontakte P_1 und S_1 eine Erde an das Relais P. Dieses spricht an und legt über den Kontakt des angezogenen Relais C eine Erde an die Wicklung von P_1. Das Relais P_1 kann nicht ansprechen, weil es von A eine Erde erhält, die seine Wicklung überbrückt. Wird der beobachtete Kontakt in diesem Augenblick zufällig unterbrochen, so wird das Relais A betätigt; auch P_1 kann ansprechen und bleibt dann in seiner Stellung. Nun genügt es, dass sich der beobachtete Kontakt wieder schliesst, damit A abfällt und eine Erde über den angezogenen Kontakt von P_1 an Relais P_2 legt, welches seinerseits anspricht und sich hält und über die Lampe L_3 anzeigt, dass der Kontakt schadhaft ist; dies kann von einer Verunreinigung oder von ungenügendem Federdruck herrühren. Die Einrichtung ist ziemlich empfindlich und kann Unterbrechungen des Uhrkontaktes von 4—5 ms aufzeichnen; das ganze Prinzip des Apparates beruht auf diesem Fundamentalstromkreis.

Ist die Unterbrechung des Uhrkontaktes normal, weil seine Anzugszeit vorüber ist, so spricht das Relais A an und schaltet das Relais U mit verzögerter Anziehung ein (Zeitrelais mit Uhrwerk). Auch das Relais B wird über den Arbeitskontakt von A angezogen und das Relais C fällt ab und entbindet P_1 von seiner Funktion; andernfalls würde bei der Schliessung des folgenden Uhrkontaktes ein Fehler falsch registriert.

b) Vollständige Unterbrechung eines Kontaktes.

Wenn sich nun der nächste Kontakt nicht schliesst, weil z. B. ein Zahn schadhaft ist, so arbeitet das Relais U (dessen Arbeitskontakt für ein etwas längeres Zeitteilchen eingestellt sein muss, als die von der Uhr verursachte normale Pause beträgt) weiter und schliesst seinen Kontakt. Die Relais U_1 und U_2

celer ces défauts, se produisant parfois à des heures d'intervalles. La nécessité d'un circuit de surveillance des contacts, fonctionnant jour et nuit si nécessaire, nous a obligé à développer un appareil relevant automatiquement les défauts suivants:

a) contact insuffisant (intermittent),
b) contact interrompu,
c) série de contacts interrompus,
d) irrégularité du contact, trop court ou trop long, ou encore temps de repos irrégulier,
e) effet microphonique du contact.

La fig. 9 donne une vue de cet appareil qui a été construit spécialement par notre personnel. Une horloge CFR 3 sous contrôle est visible sur la photo.

Le schéma reproduit à la fig. 10 permet de suivre facilement le fonctionnement des différents circuits, et nous en donnons ci-dessous la description en utilisant les termes techniques en usage en automatique.

Le contact à observer est parcouru par un courant venant de la batterie au travers d'une self D, ensuite le courant traverse une self D_1 et un potentiomètre R. A l'aide de ce potentiomètre, on peut régler le courant de 5 à 100 mA, tandis que la self D_1 est placée dans le circuit pour favoriser la formation d'étincelles, sinon l'essai au travers de résistances ohmiques ne correspondrait pas aux conditions de l'exploitation, où le contact agit sur un relais.

La grille d'une lampe triode est reliée au contact en question au travers d'une résistance R_1 à haute impédance. Selon que le contact est fermé ou ouvert, il s'ensuit un changement de la polarisation de la grille. Quand le contact est ouvert, la grille est positive et quand le contact est fermé, négative. Le courant d'anode varie dans de grandes proportions de ce fait et le relais A attire seulement quand le contact est ouvert. Les contacts du relais A allument alternativement les deux lampes de signalisation L_5 et L_6, indiquant ainsi les battements du contact en observation.

a) *Fermeture insuffisante du contact.*

Supposons le contact de l'horloge fermé, le relais A sera en repos, et, en suivant les gros traits sur le schéma, donne une terre au travers des contacts de P_1, S_1 au relais P. Celui-ci attire et donne une terre au travers du contact de C attiré sur l'enroulement de P_1. Le relais P_1 ne peut attirer, puisqu'une terre vient de A et shunte son enroulement. A ce moment, si le contact observé est interrompu fortuitement, le relais A attire et P_1 peut aussi attirer et reste dans cette position. Il suffit que le contact observé se referme à nouveau pour que A retombe et envoie une terre au travers du contact attiré de P_1, au relais P_2 qui opère à son tour en se maintenant et signale par la lampe L_3 que le contact est défectueux, soit qu'il est encrassé ou que la pression des lames est insuffisante. Ce montage est assez sensible pour enregistrer des interruptions de 4—5 millisecondes du contact de l'horloge, et tout le principe de l'appareil repose sur ce circuit fondamental.

Si l'interruption du contact de l'horloge est normale, parce que son temps de fermeture est révolu, le relais A attire et enclenche le relais U à attraction différée par un mouvement d'horlogerie qui se met en marche. Le relais B est aussi attiré par le contact de travail de A et le relais C retombe et libère P_1

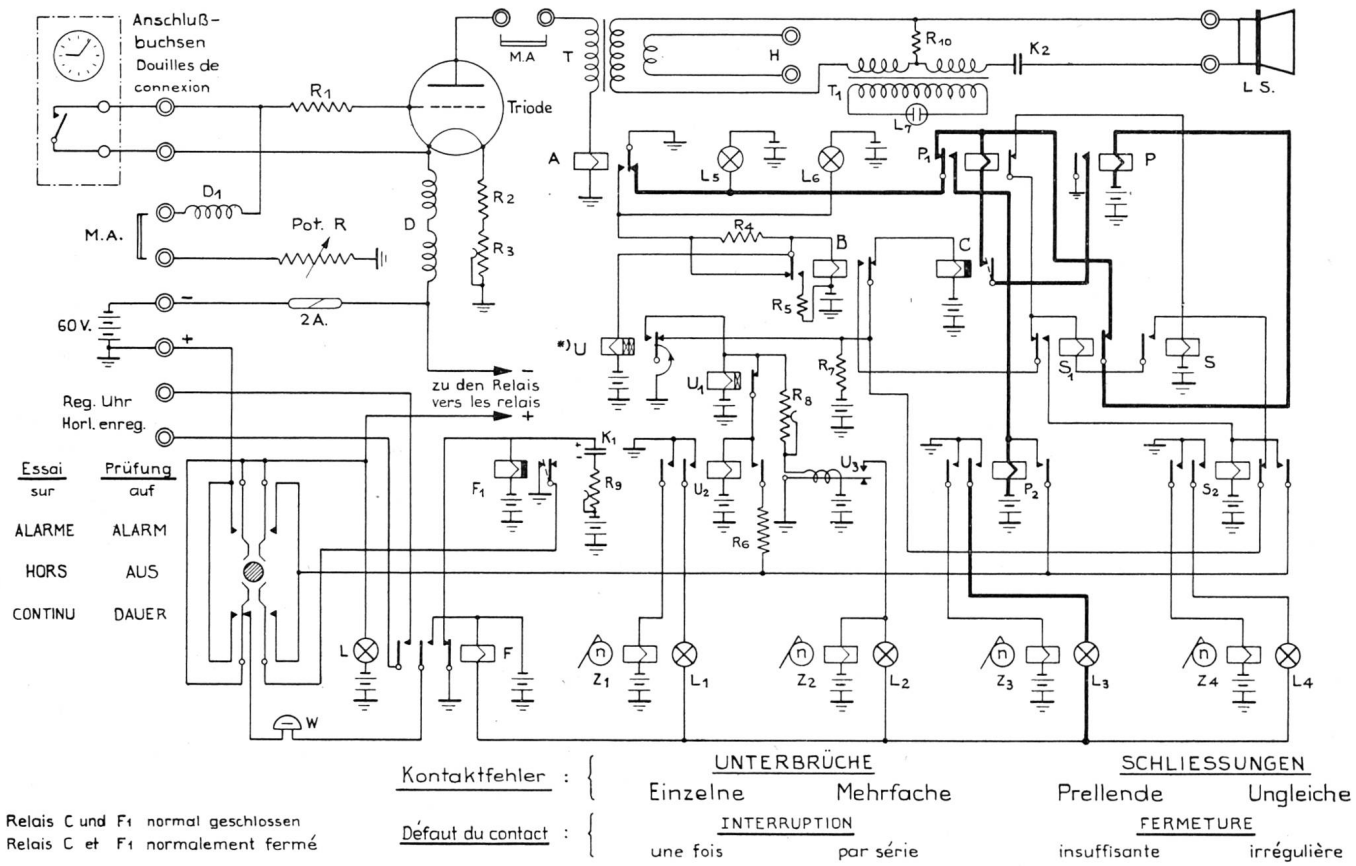

Fig. 10. Schema des Kontakt-Kontrollgerätes. — Schéma de l'appareil de contrôle des contacts.

sprechen an. U_2 meldet über seinen Kontakt nach der Lampe L_1, dass ein Impuls fehlt.

c) Wiederholte Unterbrechungen des Kontaktes.

Bleibt der Kontakt längere Zeit unterbrochen und fehlt also eine ganze Impulsreihe, so bleibt das Relais U_1 angezogen und verunmöglicht das Arbeiten von U_2; einzig der Thermokontakt U_3 funktioniert und meldet über die Lampe L_2, dass der Uhrkontakt in einem fort unterbrochen ist, was davon herrühren kann, dass die Nockenscheibe nicht rund läuft, oder dass sich im Stromkreis eine schlechte Lötstelle befindet.

d) Unregelmässiger Kontakt.

Es kann vorkommen, dass bei Erschütterungen zusätzliche Impulse entstehen, oder dass die Impulse unregelmässig aufeinanderfolgen, besonders bei schwachen Werken, wo der Kontaktdruck auf die Nockenscheibe diese vorübergehend anhalten kann.

Um auch diesen Fehler zu registrieren, verbindet das Relais B einen mit dem Relaisstromkreis P, P_1, P_2 übereinstimmenden Stromkreis mit dem Relais A, und zwar während der Zeit zwischen zwei Kontaktschlüssen. Das Relais A spricht alsdann an; die Erde des Relais U über das ebenfalls betätigte Relais B verläuft über die Ruhekontakte S_1 und P_1, um S zu betätigen. Die Erde des Relais U bringt alsdann über die Kontakte von S_2 und S das Relais S_1 zum Ansprechen, sobald die Relais A und B abfallen. Verschwindet der Kontakt, der an der Uhr zufällig aufgetreten ist, so sprechen die Relais A und B neuerdings an und in der Folge auch das Relais S_2, welches die Meldelampe L_4 aufleuchten lässt.

de sa fonction, sinon nous aurions un défaut enregistré à faux lors de la fermeture suivante du contact de l'horloge.

b) *Interruption totale d'un contact.*

Si maintenant le contact suivant ne se fait pas par suite d'une dent détériorée, etc., le relais U (qui doit être réglé pour son contact de travail pour un temps légèrement plus long que le temps de pause normal produit par l'horloge), continue sa course et ferme son contact. Les relais U_1 et U_2 attirent. U_2 par son contact sur la lampe L_1 signale qu'une impulsion est manquante.

c) *Interruption répétée du contact.*

Si le contact continue d'être interrompu pour une longue durée, c'est-à-dire qu'une suite d'impulsions manque, le relais U_1 reste attiré, coupant le fonctionnement de U_2 et seul le thermo-contact U_3 fonctionne et signale par la lampe L_2 que le contact de l'horloge est interrompu par série, soit qu'il y ait du mal rond dans la came ou une mauvaise soudure dans le circuit.

d) *Irrégularités du contact.*

Il peut arriver aussi qu'il se produise des impulsions supplémentaires par suite de chocs ou que les impulsions se succèdent irrégulièrement, surtout avec des mouvements trop faibles, la pression du contact sur la came pouvant produire un arrêt momentané de celle-ci.

Pour enregistrer ce défaut, un circuit identique au circuit des relais P, P_1, P_2 est mis en liaison par le relais B avec le relais A, ceci pendant la période entre deux contacts. Le relais A étant alors attiré,

Da der fehlerhafte Kontakt der Uhr unmittelbar vor oder nach der normalen Kontaktzeit einen zusätzlichen Impuls erzeugen könnte, so ergäbe sich eine doppelte Aufzeichnung zweier Fehler über die Relais P, P_1, P_2 und S, S_1, S_2. Um dies zu verhüten, hat der zuerst ansprechende Stromkreis den Vorrang. Dies ist der Grund, weshalb P nur ansprechen kann, wenn S_1 in Ruhestellung ist, während umgekehrt S nur betätigt wird, wenn P_1 in Ruhestellung ist.

Ist die Ruhepause zwischen zwei Kontaktschliessungen normal, so unterbricht das entsprechend regulierte Relais U die Erde, welche das Relais S hält, und der Relaisstromkreis S, S_1 und S_2 wird seiner Aufgabe enthoben.

Wie ersichtlich, arbeitet das Relais mit mechanischer Verzögerung nur während der Ruhezeit des Uhrkontaktes. Im Grunde genommen stellt es nur das Zusammenfallen der Registerstromkreise sicher, weshalb es nicht mit äusserster Sorgfalt reguliert zu werden braucht.

In der Praxis muss sich der Ruhekontakt des Relais U 20—50 Millisekunden vor der normalen Pausenzeit des beobachteten Uhrkontaktes öffnen.

Um eine einwandfreie Signalisierung zu erhalten, bleiben die Relais U_2, P_2 und S_2 durch Vermittlung des Verzögerungsrelais F_1 eine Zeitlang angezogen; F_1 wird durch F gesteuert. Ausserdem betätigt jedes dieser Relais U_2, P_2 und S_2 sowie der Thermokontakt U_3 einen Einzelzähler. Die Fehler werden also zusammengezählt, weshalb der Apparat Tag und Nacht ohne Ueberwachung in Betrieb bleiben kann. Mit Hilfe von zwei Klemmen kann sodann, wenn nötig, eine Registrieruhr eingeschaltet werden, die aufzeichnet, wann der Fehler am häufigsten auftritt. Wünscht man aber von dem Zeitpunkt, wo sich ein Fehler einstellt, unverzüglich benachrichtigt zu werden, so bringt man einen Schlüssel in Alarmstellung, worauf im Moment, wo ein Signal erscheint, eine Glocke ertönt. In diesem Falle bleibt die Lampe, die dem gemeldeten Fehler entspricht, angezündet, bis der Schlüssel niedergedrückt wird. Es versteht sich von selbst, dass nur die tatsächlichen Kontaktfehler registriert werden können. Handelt es sich bloss um Kratzgeräusche, die durch leicht oxydierte Kontakte oder durch schwachen Federdruck verursacht werden, so arbeitet das Relais A trotzdem normal.

e) Mikrophoneffekt des Kontaktes.

Um aber die Kratzgeräusche immerhin wahrnehmbar zu machen, ist in den Anodenkreis ein Transformator T eingeschaltet, was ein Abhorchen am Kopfhörer auf den Klemmen H oder auf dem Telephonrundspruch-Lautsprecher L. S. ermöglicht. Da bei der Oeffnung und Schliessung des Kontaktes ein viel zu starkes Knallgeräusch im Lautsprecher entstehen würde, erhöht ein Transformator T_1, der in Serie im Stromkreis liegt, die Spannung an den Klemmen einer Neonlampe L_7. Bei jeder Ueberspannung zündet die Lampe, und die Sekundärwicklung des Transformators T_1 wird daher kurzgeschlossen, was eine starke Dämpfung des Knallgeräusches zur Folge hat. Einzig die Kratzgeräusche sind noch gut wahrnehmbar. Das Prinzip entspricht demjenigen, welches die Firma Siemens verwendet, um die

la terre du relais U, par le relais B aussi attiré, passe les contacts de repos de S_1 et P_1 pour faire fonctionner S. La terre du relais U par les contacts de S_2 et S fera alors attirer S_1 dès que les relais A et B retomberont. Si le contact fortuit qui s'est produit à l'horloge disparaît, les relais A et B attirent de nouveau et le relais S_2 fonctionne faisant allumer la lampe de signalisation L_4.

Parfois, le contact défectueux de l'horloge pouvant produire une impulsion supplémentaire immédiatement avant ou après le temps normal de contact, il s'ensuivrait un double enregistrement par les relais P, P_1, P_2 et S, S_1, S_2 de deux défauts. Pour remédier à la chose, le circuit qui fonctionne le premier a la priorité. C'est la raison pour laquelle P ne peut attirer que si S_1 est au repos, et vice-versa S ne peut fonctionner que si P_1 est aussi au repos.

Si le temps de repos entre deux contacts est normal, le relais U réglé en conséquence interrompt la terre qui maintient le relais S et le circuit des relais S, S_1 et S_2 est libéré de sa fonction.

On remarquera que le relais à retardement mécanique ne travaille que pendant les temps de repos du contact de l'horloge. Son fonctionnement n'assure en définitive que le relâchement des circuits d'enregistrement et son réglage n'a pas besoin d'être très rigoureux.

En pratique, le contact de repos du relais U doit s'ouvrir 20 à 50 millisecondes plus tôt que le temps de pause normal du contact de l'horloge observée.

Pour obtenir une signalisation impeccable, les relais U_2, P_2 et S_2 sont maintenus attirés un certain temps par l'intermédiaire du relais retardé F_1, commandé par F. De plus, chacun de ces relais U_2, P_2 et S_2, ainsi que le thermo-contact U_3, font fonctionner un compteur individuel. Ainsi, les fautes sont totalisées, ce qui permet de laisser marcher l'appareil de jour et de nuit sans surveillance. Deux bornes permettent de connecter une horloge enregistreuse, si nécessaire, pour noter à quelle heure le défaut se produit le plus souvent. Si l'on désire par contre être averti immédiatement du moment où un défaut se produit, on met la clé sur position d'alarme et une sonnerie retentit dès qu'une signalisation apparaît. Dans ce cas, la lampe correspondant au défaut signalé reste allumée en permanence et ne s'éteint qu'en rabaissant la clé. Il va sans dire que seuls les défauts caractérisés de contacts peuvent être enregistrés. S'il ne s'agit que de bruits de „friture" dus à des contacts légèrement oxydés ou si la pression des lamelles est faible, le relais A travaillera normalement quand-même.

e) Effet microphonique du contact.

Pour cependant rendre le bruit de friture perceptible, un transformateur T a été placé dans le circuit d'anode, ce qui permet l'écoute au casque sur les bornes H ou sur un haut-parleur L. S. de télédiffusion. Comme la fermeture et la rupture du contact produiraient un claquement beaucoup trop fort dans le haut-parleur, un transformateur T_1, placé en série dans le circuit, élève la tension aux bornes d'une lampe au néon L_7. A chaque surtension, cette lampe s'allume et le secondaire du transformateur T_1 est de ce fait en court-circuit, d'où amortissement notable des claquements; seuls les bruits de friture

durch die Betätigung der Schlüssel an den Umschalteschränken verursachten Knallgeräusche zu vermindern.

An unserem Apparat sind Klemmen mit Bügeln vorhanden, die es ermöglichen, den Strom über den beobachteten Kontakt zu messen oder den Anodenstrom zu prüfen. Die benutzte Dreielektrodenröhre nutzt sich ziemlich rasch ab, weil der Anodenstrom immer wieder vom Minimum zum Maximum ansteigt, aber die Ausgabe für eine Röhre, die alle drei Monate ersetzt werden muss, ist geringer als der Preis von einigen Kilometern Registrierpapier.

Die benutzten Relais sind vom Typ Ericsson, ausgenommen das rasch anziehende Relais A mit Seitenanker, das ein Bell-Relais 7001 ist, und das Relais mit mechanischer Verzögerung U, das zum Einstecken eingerichtet ist und von der Firma Hasler hergestellt wird. Ein vollständiger Satz dieser Relais U, die zum vornherein für 1, 2, 5 usw. Sekunden eingestellt werden, erlaubt einen raschen Relaiswechsel, wenn dies mit Rücksicht auf die Besonderheit der zu beobachtenden Uhr nötig ist. Die Vorrichtung zur Rückstellung in die Nullage, mit der die Zähler versehen sind, ermöglicht es, die Zahl der bei jedem Versuch registrierten Fehler mit grosser Sicherheit festzustellen.

Obschon wir mit unseren Ausführungen notgedrungen nur einen Teil der Fragen behandeln konnten, die mit dem Thema „Uhrmacherkunst und Telephonie" im Zusammenhang stehen, hoffen wir doch, dass diese Zeilen dazu beitragen werden, das Verständnis für die heiklen Probleme der Uhrmacherkunst zu heben. Wie überall ist die Entwicklung auch hier nicht abgeschlossen, und die im Jahre 1921 erfolgte Gründung des Institutes für uhrentechnische Untersuchungen in Neuenburg zeigt, dass auch auf diesem Gebiete noch viel zu tun bleibt. Mögen uns die unablässigen Bemühungen unserer schweizerischen Industrie und unserer Uhrmacherschulen ein Beispiel für sorgfältiges und beharrliches Arbeiten sein.

restent bien perceptibles. Ce système est le même que celui utilisé par Siemens pour diminuer les claquements dus aux manipulations des clés des armoires commutatrices.

Sur notre appareil, des bornes avec étriers ont été prévues pour permettre la mesure du courant au travers du contact observé, ou de vérifier le courant d'anode. La triode utilisée s'use assez rapidement du fait que le courant d'anode passe d'un minimum à un maximum un très grand nombre de fois, mais la dépense d'une lampe tous les trois mois est plus économique que des kilomètres de papier enregistreur.

Indiquons pour terminer que les relais utilisés sont du type Ericsson, sauf le relais A, à attraction rapide, qui est du type Bell 7001, avec armature latérale et le relais à retardement mécanique U, muni de contacts avec fiches qui est de fabrication Hasler. Un jeu complet de ces relais U, réglés d'avance pour 1, 2, 5 secondes, etc., permet l'échange rapide pour chaque cas particulier d'horloges à observer. Les compteurs sont munis d'un système de remise au zéro, ce qui permet d'avoir une grande certitude quant au nombre des défauts enregistrés à chaque essai.

Nous terminons cet exposé, forcément incomplet, de toutes les questions touchant à l'horlogerie en téléphonie avec l'espoir que ces lignes contribueront pour une modeste part à plus de compréhension des problèmes ardus qu'ont dû résoudre les horlogers. La voie reste ouverte vers de nouveaux progrès, et la création en 1921 d'un Institut de recherches horlogères à Neuchâtel est la preuve qu'il reste encore beaucoup à faire dans ce domaine. De tous ces efforts patients de notre industrie suisse et de nos écoles d'horlogerie, nous pouvons tirer une belle leçon de minutie et de ténacité.

Literaturnachweis — Bibliographie.

Horlogerie théorique J. & H. Grossmann, Dir.
Notions élémentaires d'horlogerie par R. Lavest, Prof., éditeur E. Magron, Bienne.
Agenda Horloger, éditeur Ch. Rohr, Bienne.

Les clichés des fig. 1 et 8 ont été obligeamment prêtés par les maisons Zénith au Locle et Favag à Neuchâtel.

Einiges über das Leitungsnetz der „Sprechenden Uhren".

621.395.91

Die Zeiten sind vorbei, wo naive Leute, nachdem sie aus Interesse oder Neugierde an der Wählscheibe ihrer Sprechstation die Nummer 16 eingestellt hatten, der die genaue Zeit vermittelnden Stimme antworteten: „Ich danke Ihnen für die Auskunft" oder sonst ein anerkennendes Wort fanden.

Jedermann weiss, dass der geheimnisvolle Sprecher, der Tag und Nacht ununterbrochen dieselbe Auskunft erteilt, nur aus einem Tonstreifen besteht, und dass dieser die aufgenommene Stimme über eine verhältnismässig einfache Apparatur auf ein Leitungsnetz sendet, das wir als „Netz der Sprechenden Uhren" bezeichnen möchten.

Eine nähere Beschreibung der technischen Einrichtungen von Genf und Bern ist seinerzeit in dieser Zeitschrift erschienen.*)

*) „Die Sprechende Uhr", Technische Mitteilungen Nr. 1/1936.

Quelques mots au sujet du réseau des « horloges parlantes ».

621.395.91

Le temps est passé où de braves gens, après avoir composé au moyen du disque de leur station téléphonique, soit par intérêt, soit par pure curiosité, le numéro 16, répondaient à la voix qui leur annonçait l'heure exacte: „Je vous remercie, Monsieur, vous êtes bien aimable", ou telle autre formule de remerciement.

Chacun sait maintenant que le mystérieux personnage qui, nuit et jour, inlassablement, donne le même renseignement, ne consiste qu'en un film sonore et que ce dernier envoie, à travers un appareillage relativement simple, la modulation de la voix enregistrée sur un réseau de lignes dénommé „réseau de l'horloge parlante".

Une description détaillée des installations techniques à Genève et à Berne a été donnée, en son temps, dans ce même Bulletin.*)

*) „L'horloge parlante", Bulletin technique N° 1/1936.