

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

Band: 37 (1959)

Heft: 12

Artikel: Ein neues Gerät zur Messung von Frequenzverschiebungen = Un nouvel appareil de mesure de la dérive de fréquence

Autor: Fontanellaz, G.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875475>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.11.2024

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

TECHNISCHE MITTEILUNGEN

BULLETIN TECHNIQUE

PTT

BOLLETTINO TECNICO

Herausgegeben von der Schweizerischen Post-, Telegraphen- und Telephonverwaltung. Publié par l'administration des postes, télégraphes et téléphones suisses. Pubblicato dall'amministrazione delle poste, dei telegrafi e dei telefoni svizzeri

G. FONTANELLAZ, Bern

Ein neues Gerät zur Messung von Frequenzverschiebungen

Un nouvel appareil de mesure de la dérive de fréquence

621.317.76:621.395.4

Zusammenfassung. Es wird ein Messgerät eingehend beschrieben, das die augenblicklichen Frequenzverschiebungen eines Trägertelephoniekanales messen und aufzeichnen kann.

Das Gerät wertet die Tatsache aus, dass bei einer vorhandenen Frequenzverschiebung das harmonische Verhältnis zwischen einem Grundton und seinen Obertönen gestört wird. Einzelne Trägergeneratoren oder ganze Trägerfrequenzstromkreise können damit in ihrer Frequenzstabilität überwacht werden. Anhand von Registrierbeispielen wird die Anwendungsmöglichkeit des Messgerätes erläutert.

Einleitung

In einem Trägerfrequenztelephonie-System werden mehrere Gespräche gleichzeitig auf einem Leiterpaar übermittelt. Die einzelnen Kanäle werden auf der Sendeseite mit Hilfe eines individuellen Trägers in ihrer Frequenzlage so verschoben, dass sie bei der Übertragung auf der Leitung frequenzmässig nebeneinander zu liegen kommen.

Um die zur Verfügung stehenden Fernleitungen optimal auszunützen, verwendet man die sogenannte Einseitenbandübertragung mit unterdrücktem Träger. Auf der Empfangsseite müssen dann die entsprechenden Trägersignale neu erzeugt und den einzelnen Demodulatoren zugeführt werden. Weichen die Frequenzen der entsprechenden Trägersignale auf der Sende- und auf der Empfangsanlage voneinander ab, so wird ein Telephonkanal nicht mehr in die ursprüngliche Frequenzlage zurückversetzt. Es bleibt eine restliche Frequenzverschiebung zurück, die bewirkt, dass das harmonische Verhältnis zwischen einem Grundton und seinen Obertönen gestört wird.

Das menschliche Ohr ist auf solche disharmonische Frequenzgemische ausserordentlich empfindlich. Die

Résumé. Le présent article décrit en détail un appareil pouvant mesurer et enregistrer les dérives de fréquence momentanées d'une voie de téléphonie à courants porteurs.

Cet appareil est basé sur le fait que, lors d'une dérive de fréquence, le rapport harmonique entre une fréquence fondamentale et ses harmoniques est troublé. La stabilité de fréquence de générateurs de courants porteurs isolés ou de circuits à fréquences porteuses entières peut ainsi être surveillée. La possibilité d'emploi de cet appareil de mesure est démontrée à l'aide d'exemples d'enregistrements.

Introduction

Dans un système de téléphonie à fréquences porteuses, plusieurs conversations sont transmises simultanément sur une paire de conducteurs. Côté émission, les voies sont décalées en fréquence à l'aide de porteuses propres, de façon qu'elles se trouvent les unes à côté des autres au point de vue fréquence lors de la transmission sur la ligne.

Pour utiliser au maximum les circuits interurbains dont on dispose, on a recours à la transmission à bande latérale unique avec porteuse supprimée. Côté réception, les signaux à courants porteurs nécessaires doivent être à nouveau produits et amenés aux divers démodulateurs. Si les fréquences des signaux porteurs des équipements émetteurs et récepteurs diffèrent les unes des autres, une voie téléphonique n'est plus ramenée dans la position originale de fréquence. Il subsiste un décalage de fréquence qui fait que le rapport harmonique entre un son fondamental et ses sons harmoniques est perturbé.

L'oreille humaine est extrêmement sensible à ce mélange discordant de fréquences. Le décalage de fréquences admis n'est que d'un petit nombre d'os-

zulässige Frequenzverschiebung beträgt für die Sprache nur wenige Schwingungen je Sekunde und ist für die Musik noch bedeutend kleiner.

Aus diesem Grunde empfiehlt das CCITT (Comité consultatif international télégraphique et téléphonique) folgende Stabilität für die Trägerfrequenzen:

In der Annahme, dass sich irgend ein internationaler Telephonkanal auch für eine Wechselstromtelegraphie-Übertragung eignen soll, darf die Frequenzdifferenz zwischen einem Tonsignal am Ursprung der Leitung und dem entsprechenden Tonsignal am andern Ende der Leitung ein Maximum 2 Hz betragen. Der internationale Stromkreis darf dabei in den Zwischenämtern beliebig umgesetzt werden.

Für die totale Frequenzverschiebung am Ende einer Leitung sind alle Trägergeneratoren der End- und Zwischenämter beteiligt, die den ursprünglichen Kanal in seiner Frequenzlage verschieben. Da diese Trägergeneratoren in den wenigsten Fällen untereinander phasenstarr synchronisiert sind, stellt sich die Frage, welche Frequenzdifferenzen bzw. Frequenzverschiebungen in den bestehenden Trägerfrequenzleitungen auftreten. Dabei ist es wünschenswert, auch sehr kurzzeitige Veränderungen zu erfassen.

cillations par seconde pour la parole et il est encore sensiblement plus petit pour la musique.

Pour cette raison, le Comité consultatif international télégraphique et téléphonique (CCITT) recommande la stabilité suivante des fréquences porteuses: Etant donné que les voies de n'importe quel circuit téléphonique international doivent pouvoir être utilisées pour la télégraphie harmonique, l'écart entre une fréquence vocale appliquée à l'origine d'un circuit et celle qui lui correspond à l'autre extrémité ne doit pas être supérieur à 2 Hz. Le circuit international peut être transformé à volonté dans les centraux intermédiaires.

Tous les générateurs à courants porteurs des centraux terminus et intermédiaires, qui décalent la voie originale dans sa position de fréquence, participent à la dérive totale de fréquence à l'extrémité d'un circuit. Ces générateurs étant synchronisés entre eux par fixation de phase dans un très petit nombre de cas, on peut se demander quels écarts de fréquence, respectivement quelles dérives de fréquences apparaissent dans les circuits à courants porteurs non synchronisés. A ce propos, il vaut aussi la peine d'étudier les changements de très courte durée.

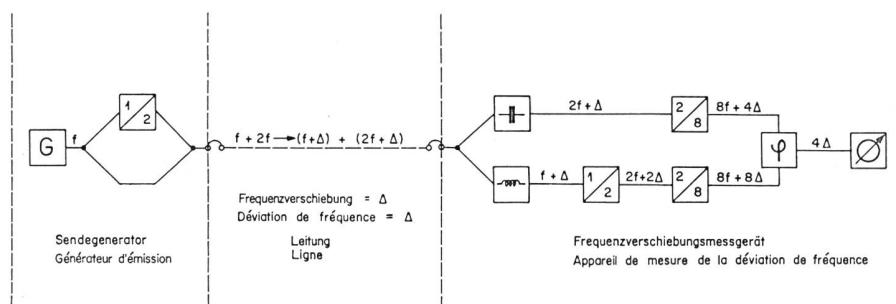


Fig. 1.
Prinzipschema der Frequenzverschiebungsmessung
Schéma de principe de la mesure de la dérive de fréquence

Das nachfolgend beschriebene Messgerät bietet die Möglichkeit, die Frequenzverschiebung irgend eines Telephonstromkreises direkt zu messen und zu registrieren. Einzelne Trägergeneratoren oder ganze Trägerfrequenzstromkreise können damit auf einfache Art und Weise in ihrer Frequenzstabilität überwacht werden.

Prinzip der Frequenzverschiebungsmessung

Auf der Sendeseite erzeugt ein Tongenerator ein Signal von der Frequenz f . Eine einfache Verzerrungsschaltung bildet daraus die Harmonische $2f$. Die Grundfrequenz und dessen Harmonische werden gleichzeitig als Doppelsignal auf die zu untersuchende Leitung gegeben (siehe Fig. 1).

Auf der Empfangsseite werden die beiden ankommenden Signale auf ihr harmonisches Verhältnis hin untersucht. Eine Frequenzweiche trennt am Eingang die Grundfrequenz und die ankommende Harmonische. Nach der Verdoppelung der empfangenen Grundfrequenz können die am Empfangsort abgeleitete und die direkt ankommende zweite Harmonische mit Hilfe eines Phasenmessgliedes miteinander verglichen werden. Hat das Doppeltensignal während der Über-

L'appareil de mesure décrit ci-après permet de mesurer et d'enregistrer directement la dérive de fréquence de n'importe quel circuit téléphonique. La stabilité des fréquences de générateurs de courants porteurs isolés ou de circuits à fréquences porteuses entiers peut ainsi être surveillée de façon très simple.

Principe de mesure de la dérive de fréquence

Côté émission, un générateur basse fréquence engendre un signal de fréquence f . Un système de distorsion adéquat produit l'harmonique $2f$. La fréquence fondamentale et son harmonique sont transmis simultanément comme signal double sur le circuit à étudier (voir fig. 1).

Côté réception, le rapport harmonique entre les deux signaux arrivants est examiné. Un filtre sépare à l'entrée la fréquence fondamentale et l'harmonique arrivant. Après le doublement de la fréquence fondamentale reçue, l'harmonique dérivé et le second harmonique arrivant directement peuvent être comparés entre eux à l'aide d'un circuit de mesure de phase. Si le signal à double fréquence subit pendant la transmission une dérive de fréquence, la position de phase réciproque des deux harmoniques se modifie

tragung eine Frequenzverschiebung erfahren, so ändert sich die gegenseitige Phasenlage der beiden Harmonischen im Rhythmus der vorhandenen Frequenzverschiebung. Die ursprüngliche Frequenz f und ihre Stabilität fallen dabei heraus. Die beiden Harmonischen besitzen eine Frequenzdifferenz, die genau der Frequenzverschiebung entspricht. Eine dem Phasenmessglied nachfolgende Frequenzmessenrichtung besorgt die Frequenzdifferenzanzeige.

Da der Betrag der Frequenzdifferenz normalerweise in der Größenordnung von 0,1 bis 1,0 Hz liegt, geschieht die direkte Anzeige der Frequenzdifferenz relativ langsam. Vorteilhafterweise fügt man noch eine Vervielfachung ein, die es erlaubt, die Anzeige zu beschleunigen. Zu diesem Zwecke werden beim vorliegenden Frequenzverschiebungsmessgerät die beiden Harmonischen noch vervierfacht.

Figur 1 zeigt das Prinzipschema der ganzen Frequenzverschiebungsmessung.

Als Grundfrequenz eignet sich 800 Hz. Diese Frequenz wird schon bei der Einpegelung der Leitungen verwendet. Zum andern liegt die zweite Harmonische von 1600 Hz noch in der Mitte des Frequenzbandes der üblichen Telephonleitungen und erleidet bei der Übertragung keine störenden Veränderungen in der Phasenlage und in der Amplitude.

Die beiden Signale von 800 Hz und 1600 Hz wählt man ungefähr gleich gross. Dadurch wird vermieden, dass sich die beiden Signale durch nichtlineare Verzerrungen auf der Leitung beeinflussen. Beispielsweise muss die zweite Harmonische, die während der Übertragung entsteht, gegenüber der gewünschten, klein bleiben.

Doppeltongenerator

Der Tongenerator auf der Sendeseite übernimmt die Aufgabe, ein Signal von 800 Hz und dessen Harmonische von 1600 Hz zu erzeugen. Figur 2 zeigt sein Schema. Die Schwingstufe besteht aus einer «Meiss-

au rythme du décalage de fréquence existante. La fréquence initiale f et sa stabilité n'ont aucune influence sur la mesure. Les deux harmoniques ont une différence de fréquence qui correspond exactement à la dérive de fréquence. Un dispositif de mesure de fréquence succédant au circuit de mesure de phase indique l'écart de fréquence.

L'écart de fréquence étant normalement de l'ordre de grandeur de 0,1 à 1,0 Hz, l'indication directe de l'écart de fréquence se fait assez lentement. On intercale avantageusement une multiplication qui permet d'accélérer l'indication. A cet effet, les deux harmoniques sont encore quadruplés dans cet appareil.

La figure 1 montre le schéma de principe de toute la mesure de la dérive de fréquence.

La fréquence fondamentale de 800 Hz convient très bien, elle est déjà employée pour régler le niveau des lignes. En outre, le second harmonique de 1600 Hz est encore au milieu de la bande de fréquences des lignes téléphoniques ordinaires et ne subit lors de la transmission aucune modification gênante de phase et d'amplitude.

On choisit les signaux de 800 et 1600 Hz ayant environ la même amplitude. De cette manière on évite que les deux signaux soient influencés par la distorsion non linéaire de la ligne. Par exemple, le deuxième harmonique provoqué par la transmission doit être petit en comparaison de celui qui est désiré à la réception.

Générateur à deux basses fréquences

Le générateur de fréquence a pour tâche, côté émission, de produire un signal de 800 Hz et son harmonique de 1600 Hz. La figure 2 en montre le schéma. L'étage oscillant comprend un circuit à réaction de Meissner. Un thermistor sert de stabilisateur dans la cathode du tube oscillateur. Le deuxième harmonique de 1600 Hz est engendré dans un pont à éléments non linéaires. Les résistances en liaison

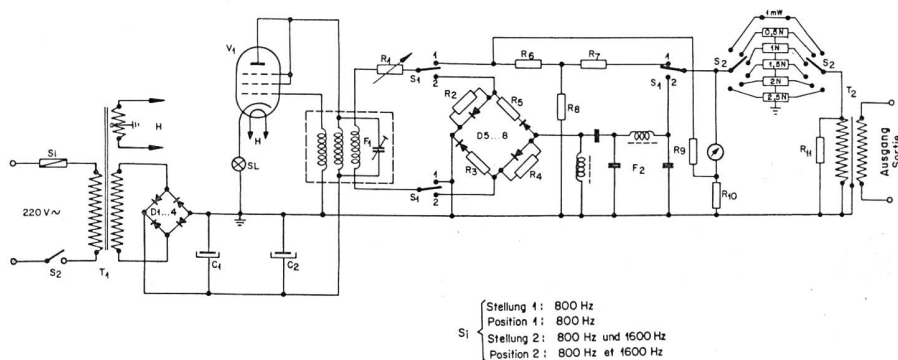


Fig. 2.
Schema des Doppeltongenerators
Schéma du générateur à deux basses fréquences

nerschen» Rückkopplungsschaltung. Als stabilisierendes Element arbeitet ein Kaltleiter in der Kathode der Schwingröhre. Die zweite Harmonische von 1600 Hz wird in einer Brücke mit nichtlinearen Elementen erzeugt. Die Widerstände in Verbindung mit den Dioden sind so gewählt worden, dass die Grundfrequenz und deren Harmonische zu gleichen Teilen

avec les diodes ont été choisies de façon que la fréquence fondamentale et son harmonique apparaissent de même amplitude à la sortie. Le filtre passe-bande laisse passer le signal double et élimine les harmoniques supérieures. Une résistance variable et des atténuateurs commutables permettent de régler le niveau à la valeur désirée. Un instrument sert à contrôler la

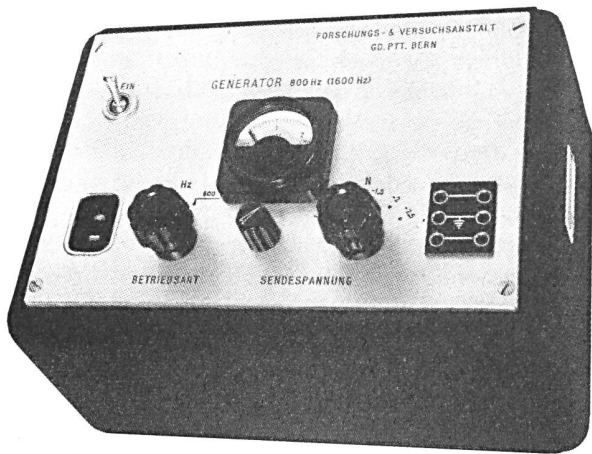


Fig. 3. Ansicht des Doppeltongenerators
Vue du générateur à deux basses fréquences

am Ausgang erscheinen. Der Bandpass filtert das Doppelsignal aus und schneidet die höhern Harmonischen weg. Ein veränderbarer Widerstand und schaltbare Dämpfungsglieder ermöglichen die gewünschte PegelEinstellung. Ein Instrument dient zur Kontrolle der Ausgangsspannung. Durch Umlegen des Betriebsartenschalters kann der Sender auch als gewöhnlicher 800-Hz-Generator Verwendung finden.

Die technischen Daten des Doppeltongenerators sind:

Frequenzen: Betriebsart 1:	800 Hz
Betriebsart 2:	800 Hz und 1600 Hz
Frequenzgenauigkeit:	$< 1\%$
Ausgangsleistungen in 600 Ohm:	0 N (1 mW); -0,5 N; -1,0 N; -1,5 N; -2,0 N; -2,5 N
Feinregulierung der Ausgangsspannung:	-0,3 N... +0,3 N
Innenwiderstand:	600 Ohm symmetrisch, erdfrei geeicht auf 1 mW
Ausgangsinstrument:	
Höhere Harmonische:	
Betriebsart 1:	$< 2\%$
Betriebsart 2:	$< 1\%$
Abmessungen:	220 × 155 × 115 mm

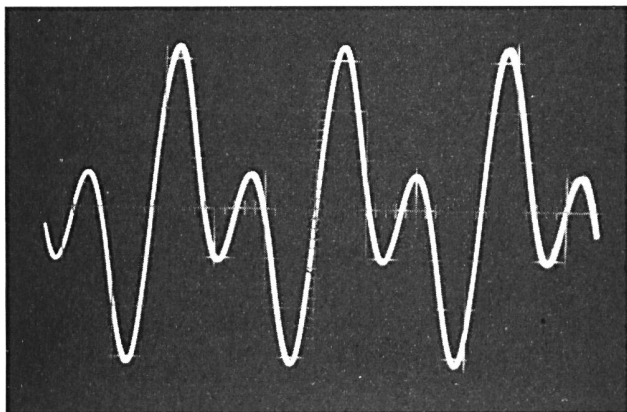


Fig. 5. Amplitudenverlauf des Doppeltonsignals
Courbe de l'amplitude du signal à double fréquence

tension de sortie. Le commutateur servant à choisir le genre de fonction permet d'utiliser l'émetteur aussi comme un générateur ordinaire de 800 Hz.

Le générateur à deux basses fréquences possède les caractéristiques techniques suivantes:

Fréquences: Position 1:	800 Hz
Position 2:	800 Hz et 1600 Hz
Exactitude de la fréquence:	$\leq 1\%$
Puissance de sortie à 600 ohms:	0 N (1 mW); - 0,5 N; - 1,0 N; - 1,5 N; - 2,0 N; - 2,5 N
Réglage fin de la tension de sortie:	- 0,3 N... + 0,3 N
Résistance intérieure:	600 ohms symétrique, sans terre étalonné à 1 mW
Instrument de sortie:	
Harmoniques supérieurs:	
Position 1:	$< 2\%$
Position 2:	$< 1\%$
Dimensions:	220 × 155 × 115 mm

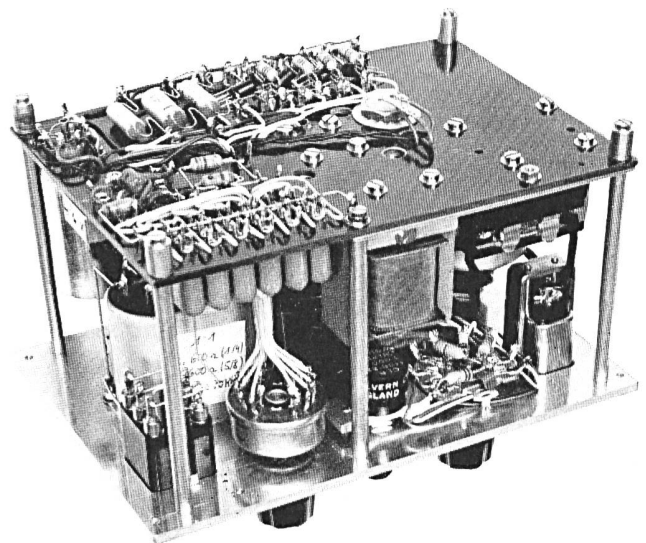


Fig. 4. Geöffneter Doppeltongenerator
Générateur à deux basses fréquences ouvert

Les figures 3 et 4 montrent le générateur à deux basses fréquences, complet et avec le boîtier ouvert. La figure 5 montre le signal à deux basses fréquences sur l'écran d'un oscillographe cathodique.

L'appareil de mesure de la dérive de fréquence proprement dit

A la réception, l'appareil de mesure de la dérive de fréquence analyse le signal à double fréquence transmis. Cet appareil de mesure comprend les parties essentielles suivantes:

- Etage amplificateur d'entrée avec filtre,
- Etages multiplicateurs avec filtres,
- Circuit de mesure de phase,
- Fréquencemètre,
- Oscillographe cathodique,
- Alimentation réseau.

La figure 6 montre le schéma détaillé de l'appareil de mesure.

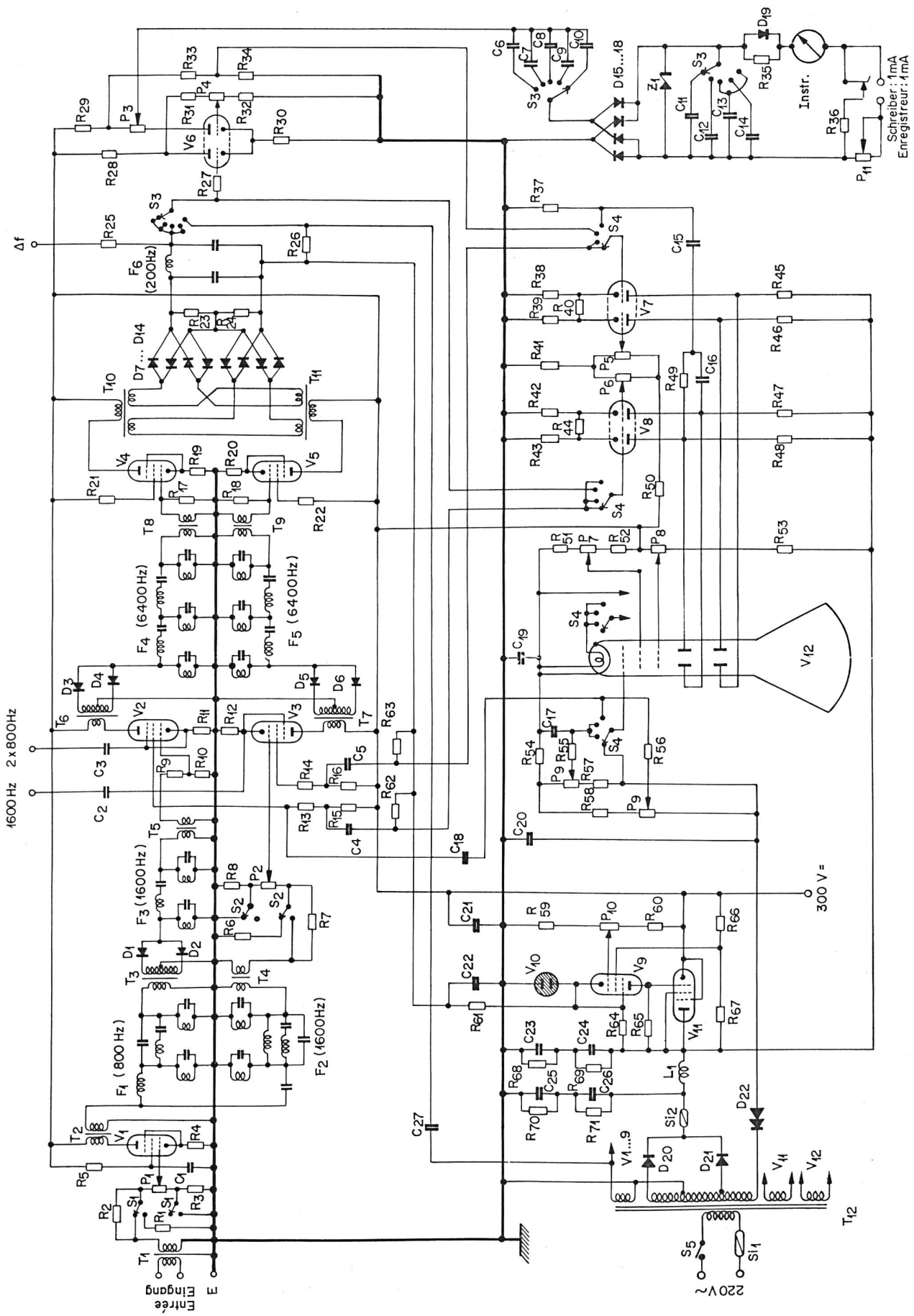


Fig. 6. Schema des Frequenzverschiebungsmessgerätes — Fig. 6. Schéma de l'appareil de mesure de dérive de fréquence

Die Figuren 3 und 4 zeigen den Doppeltongenerator in der Ansicht und bei offenem Gehäuse; Figur 5 zeigt das Doppeltontsignal auf dem Schirm eines Kathodenstrahlzillographen.

Das eigentliche Frequenzverschiebungsmessgerät

Am Empfangsort wird das gesendete Doppeltontsignal mit Hilfe des Frequenzverschiebungsmessgerätes ausgewertet. Dieses Messgerät besteht im wesentlichen aus folgenden Teilen:

- Eingangverstärkerstufe mit Frequenzweiche,
- Vervielfacherstufen mit Filtern,
- Phasennessglied,
- Frequenzmesser mit Anzeigeinstrument,
- Kathodenstrahlzillograph,
- Netzteil.

Figur 6 zeigt das detaillierte Schema des Messgerätes.

Die Frequenzweiche nach der ersten Verstärkerstufe besteht aus einem einfachen Hoch- und Tiefpass mit anschliessenden Bandpassfiltern. Da sich die Störsignale (z. B. 50-Hz-Brumm) infolge der anschliessenden nichtlinearen Glieder der Vervielfacherstufen oft sehr ungünstig auswirken können, werden die Frequenzbänder auf die eigentlichen Nutzbereiche beschnitten. In Figur 7 sind die Filtereigenschaften der Weiche dargestellt. Für besondere Untersuchungen mit dem eingebauten Kathodenstrahlzillographen ist es von Vorteil, sogar die dritte Harmonische von 2400 Hz genügend zu unterdrücken.

Ohne zusätzliche Verstärkung wird anschliessend im Zweig des 800-Hz-Signals eine Verdoppelung der Frequenz mit Hilfe eines Gegentaktgleichrichters und einem entsprechenden Bandpassfilter vorgenommen. Ein Potentiometer im Zweig des 1600-Hz-Signals ermöglicht, beide Signale für die nachfolgenden Verstärkerstufen gleich gross zu machen.

An den Schirmgittern der zweiten Verstärkerstufen werden die beiden 1600-Hz-Signale abgenommen und zur Kontrolle dem Kathodenstrahlzillographen zugeführt. Für externe Untersuchungen können die Kathodenspannungen gleichzeitig an speziellen Kontrollbuchsen abgegriffen werden.

Nach den zweiten Verstärkungsstufen besorgen zwei Gegentaktgleichrichter mit anschliessenden Bandpässen die Vervielfachung der Frequenz (von 1600 Hz auf 6400 Hz). Die Vervielfachung ist so dimensioniert, dass sowohl für die untere als auch obere Grenzfrequenz von 5800 Hz bzw. 7000 Hz noch keine unerwünschten Harmonischen entstehen.

Die dritten Verstärkerstufen liefern die Leistungen für das Phasennessglied. In diesem werden die beiden Signale addiert bzw. subtrahiert und auf zwei Gleichrichter in Graetzschaltung gegeben. Die Differenz der beiden Gleichrichterspannungen durchläuft einen Tiefpass mit einer Grenzfrequenz von 200 Hz. Am Ausgang des Tiefpassfilters erscheint eine Spannung, die dem Cosinus der Phasendifferenz der beiden 6400-Hz-Signale proportional ist. Haben die beiden Signale nicht genau die gleiche Frequenz, so ändert sich die

L'étage de séparation succédant au premier étage amplificateur se compose d'un simple filtre passe-haut et passe-bas suivi de filtres passe-bande. Les signaux perturbateurs (par exemple ronflement à 50 Hz) pouvant exercer souvent une influence défavorable du fait des éléments non linéaires des étages multiplicateurs qui suivent, les bandes de fréquences sont limitées à leurs gammes utiles proprement dites. La figure 7 montre les caractéristiques des filtres de l'étage de séparation. Pour des essais spéciaux avec l'oscillographe cathodique incorporé, il est préférable d'atténuer suffisamment, même le troisième harmonique de 2400 Hz.

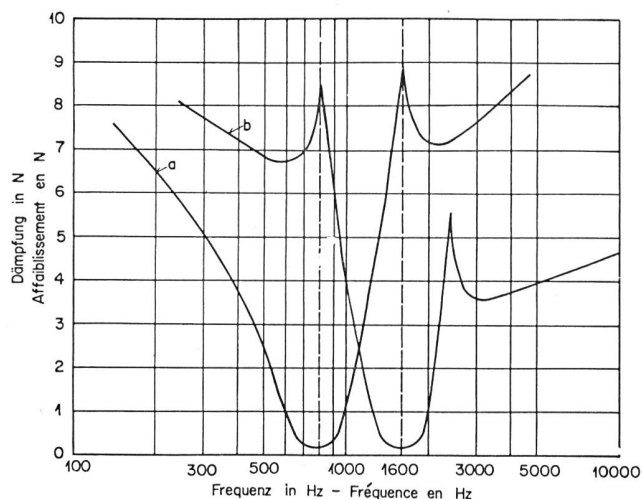


Fig. 7. Filtereigenschaften der Eingangsweiche
Caractéristiques des filtres de l'étage d'entrée

Sans amplification complémentaire, on procède ensuite dans la dérivation du signal à 800 Hz à un doublement de la fréquence à l'aide d'un redresseur en montage push-pull et d'un filtre passe-bande adéquat. Un potentiomètre dans la dérivation du signal à 1600 Hz permet de donner aux deux signaux la même valeur pour les étages d'amplification suivants.

Les deux signaux à 1600 Hz sont pris aux grilles-écran des deuxièmes étages d'amplification et amenés à l'oscillographe cathodique pour être contrôlés. Pour des analyses externes, les tensions cathodiques peuvent être en même temps prises aux douilles de contrôle spéciales.

Après les deuxièmes étages d'amplification, deux redresseurs en montage push-pull avec filtres passe-bande servent à quadrupler la fréquence (de 1600 Hz à 6400 Hz). Le quadruplage est calculé de telle sorte qu'aucun harmonique indésirable ne se produit entre les limites de fréquence inférieure et supérieure respectivement de 5800 et 7000 Hz.

Les troisièmes étages d'amplification fournissent les puissances nécessaires au mesureur de phase, dans lequel les deux signaux sont additionnés, respectivement soustraits et transmis sur deux redresseurs du

Phasenspannung im Rhythmus der Frequenzdifferenz. Diese Gleichspannung, die nun mit dem vierfachen Wert der ursprünglichen Frequenzverschiebung pulsiert, wird auf eine Kontrollbuchse und gleichzeitig als Steuersignal dem Frequenzmesser zugeführt.

Die Frequenzmeseinrichtung arbeitet nach dem Prinzip der Umladung einer Kapazität. Die Triggerstufe, bestehend aus einer zuverlässigen Doppeltriode für Zählschaltungen, besitzt zwei wohldefinierte Spannungsendwerte. Sobald die Steuerspannung am Gitter der ersten Triode einen bestimmten Wert überschreitet, kippt die Schaltung um, und es leitet nur die erste Triode. An der Anode der zweiten Triode erscheint die volle Hochspannung. Unterschreitet die Steuerspannung dagegen einen Grenzwert, so kippt die Schaltung wieder zurück. Durch die zweite Triode fließt dann ein definierter Strom, und an der Anode sinkt die Spannung infolge des Anodenwiderstandes auf einen ganz bestimmten Wert. Um zu verhindern, dass dem Steuersignal überlagerte Geräusch- bzw. Störspannungen ein unerwünschtes Kippen der Triggerstufe verursachen, muss zwischen den beiden Kippspannungen am Eingang der Triggerstufe eine gewisse Spannungsdifferenz vorhanden sein. Die Spannungen am Eingang und am Ausgang der Triggerstufe können ebenfalls auf den eingebauten Kathodenstrahloszillographen gegeben und dort die Kippvorgänge überprüft werden.

Je nach dem gewünschten Messbereich wird die entsprechende Umladungskapazität an die Anode der zweiten Triode geschaltet. Der mittlere Umladestrom, welcher der angelegten Frequenz proportional ist, wird mit Hilfe einer Graetzschaltung gleichgerichtet. Durch die Vervierfachung der Frequenz und durch die Doppelweggleichrichtung erhält man je Hz der ursprünglichen Frequenzverschiebung acht Gleichstromimpulse. Mit Hilfe von Kondensatoren wird der Meßstrom noch geglättet und auf das Anzeigeinstrument und den Schreiber oder dessen Ersatzwiderstand gegeben. Um verhältnismässig rasche Frequenzänderungen noch registrieren zu können, dürfen die Glättungskondensatoren nicht allzu gross sein. Dies hat eine kleine Nichtlinearität der Anzeige zur Folge. Diese kann leicht mit einem kleinen Gleichrichter-element kompensiert werden.

Auf einer speziellen Stellung des Bereichschalters kann man mit Hilfe der Netzfrequenz von 50 Hz noch die nötigen Eichungen vornehmen.

Der Kathodenstrahloszillograph dient der Kontrolle des Eingangssignals und der Überwachung und Einstellung des Frequenzverschiebungsmessgerätes. Die Verstärkerstufen für die Ablenkplatten besitzen einen festeingestellten Verstärkungsgrad. In der ersten Betriebsstellung werden die beiden 1600-Hz-Signale überprüft und eingestellt. Das eine Signal steuert die Horizontal- und das andere die Vertikal-Ablenkung. Auf dem nachleuchtenden Schirm erscheint eine einfache *Lissajous*-Figur, deren Form sich im Rhythmus der Differenzfrequenz verändert. Durch das Mass der

type Grätz. La différence des deux tensions des redresseurs passe à travers un filtre passe-bas ayant une fréquence de coupure de 200 Hz. A la sortie du filtre passe-bas apparaît une tension qui est proportionnelle au cosinus de la différence de phase entre les deux signaux de 6400 Hz. Si les deux signaux n'ont pas exactement la même fréquence, la tension de phase se modifie au rythme de l'écart de fréquence. Cette tension continue qui bat à une fréquence quadruple du décalage de fréquence initial, est amenée à une douille de contrôle et, en même temps, au fréquencemètre comme signal de commande.

Le dispositif de mesure de fréquence fonctionne selon le principe de l'inversion de charge d'une capacité. L'étage «trigger» est équipé d'une triode double utilisée pour les comptages électroniques qui a deux valeurs finales de tension bien définies. Dès que la tension de commande a dépassé une valeur déterminée à la grille de la première triode, la commutation produit le renversement et seule la première triode laisse passer le courant. Toute la haute tension apparaît à l'anode de la deuxième triode. Si, en revanche, la tension de commande est inférieure à une valeur limite, la commutation se fait à nouveau en arrière. Un courant défini passe alors à travers la deuxième triode et, à l'anode, la tension tombe à une valeur déterminée par la résistance anodique. Pour éviter que des tensions de bruit, respectivement perturbatrices superposées au signal de commande provoquent un renversement indésirable de l'étage «trigger», il faut que les deux tensions de renversement aient une certaine différence à l'entrée du «trigger». Les tensions à l'entrée et à la sortie de l'étage «trigger» peuvent également être transmises à l'oscillographe cathodique incorporé où les processus de renversement sont contrôlés.

Selon la gamme de mesure désirée, la capacité d'inversion de charge est branchée sur l'anode de la deuxième triode. Le courant de charge moyen, qui est proportionnel à la fréquence appliquée, est redressé à l'aide d'un montage de Grätz. Par le quadruplage de la fréquence et le redressement à deux alternances, on obtient huit impulsions de courant continu par Hz de décalage de fréquence. Le courant de mesure est encore filtré au moyen de condensateurs et transmis à l'instrument de même qu'à l'enregistreur ou à sa résistance équivalente. Pour que les variations de fréquences assez rapides puissent encore être enregistrées, les condensateurs de filtrage ne doivent pas être trop grands. Cela provoque une petite non-linéarité de l'indication qui peut facilement être compensée par un petit élément de redresseur.

Sur une position spéciale du commutateur de gammes, on peut encore effectuer les étalonnages nécessaires à l'aide de la fréquence de 50 Hz du réseau d'alimentation.

L'oscillographe cathodique sert à contrôler le signal d'entrée, à surveiller et à régler l'appareil de mesure de dérive de fréquence. Les étages d'amplification des électrodes de déviation possèdent un coefficient

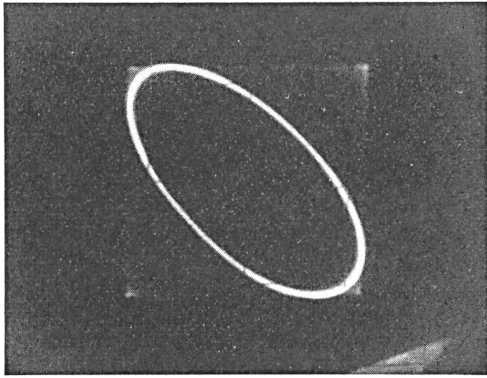


Fig. 8. *Lissajous*-Figur auf dem Kathodenstrahloszillographen
Figure de *Lissajous* sur l'oscillographe cathodique

Aussteuerung in der Horizontalen bzw. Vertikalen kann der Beobachter die Amplituden der Einzelsignale kontrollieren. Mit Hilfe der Regler stellt er die beiden Auslenkungen auf einen vorgezeichneten Wert und erreicht dadurch, dass die verschiedenen Stufen des Gerätes optimal angesteuert werden. Figur 8 zeigt das Beispiel einer möglichen *Lissajous*-Figur.

In der zweiten Betriebsstellung des Kathodenstrahl-
oszillographen hat man die Möglichkeit, die Arbeits-
weise der Frequenzmessenrichtung und insbesondere
der Triggerstufe zu überprüfen. Die Horizontalab-
lenkung registriert die Differenzfrequenz am Ausgang
des Phasenmessgliedes und die Vertikalablenkung die
Spannung am Umladekondensator. Ferner gestattet
diese Betriebsstellung auch die Größe und den Ein-
fluss vorhandener Störsignale abzuschätzen. Wie be-
reits erwähnt, dürfen dem Steuersignal überlagerte
Störspannungen keine zusätzliche Kippvorgänge in
der Triggerstufe auslösen. Sind Störsignale vorhanden,
so ist die Empfindlichkeit des Gerätes so einzustellen,
dass zwischen der Kippspannung, den Störgeräuschen
und dem Nutzsignal ein optimales Verhältnis besteht.
Die Figur 9 zeigt das charakteristische Arbeitsdia-
gramm der Triggerstufe.

Die dritte Betriebsstellung gestattet, das Vor-
zeichen der Frequenzverschiebung zu bestimmen.
Neben dem absoluten Betrag der Frequenzverschie-

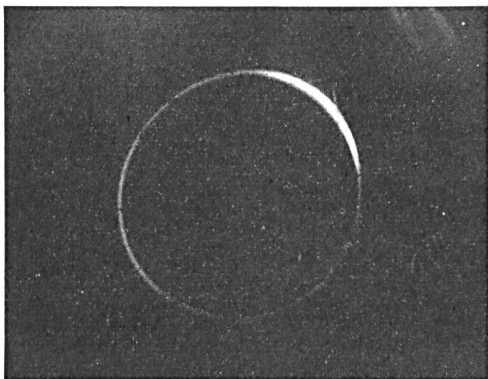


Fig. 10. Kreisbogen zur Bestimmung des Vorzeichens
Arc de cercle servant à déterminer le signe

d'amplification fixe. Les deux signaux de 1600 Hz
sont vérifiés et réglés dans la première position de
service. L'un des signaux commande la déviation
horizontale et l'autre la déviation verticale. Sur
l'écran phosphorescent à persistance lumineuse appa-
raît une figure de *Lissajous* simple, dont la forme se
modifie au rythme de la différence de fréquence. En
mesurant les déviations horizontale et verticale,
l'observateur peut contrôler les amplitudes des
signaux isolés. A l'aide des potentiomètres, il règle
les deux amplitudes à une valeur prévue et arrive
ainsi à obtenir que les différents étages de l'appareil
soient excités de façon optimum. La figure 8 montre
l'exemple d'une figure de *Lissajous* possible.

Dans la deuxième position de service de l'oscillo-
graphe cathodique, on a la possibilité de vérifier le
fonctionnement du dispositif de mesure de fréquences
et en particulier de l'étage «trigger». La déviation
horizontale enregistre la différence de fréquence à la
sortie du mesureur de phase et la déviation verticale
la tension au condensateur d'inversion de charge. En

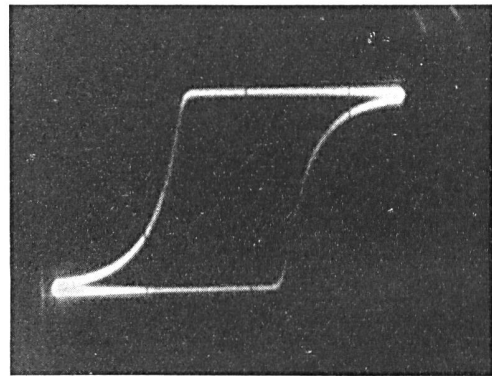


Fig. 9. Arbeitsdiagramm der Triggerstufe
Diagramme du fonctionnement de l'étage «trigger»

outre, cette position de service permet aussi d'estimer
la grandeur et l'influence des signaux perturbateurs
existants. Nous avons déjà mentionné que des ten-
sions perturbatrices superposées au signal de com-
mande ne doivent pas déclencher de processus de
renversement complémentaire du «trigger». S'il
existe des signaux perturbateurs, il y a lieu de régler
la sensibilité de l'appareil de telle sorte qu'il y ait un
rapport optimum entre la tension de renversement,
les bruits perturbateurs et le signal utile. La figure
9 montre le diagramme de fonctionnement caracté-
ristique de l'étage «trigger».

La troisième position de service permet de détermi-
ner le signe du décalage de fréquence. En plus de la
valeur de la dérive de fréquence, il est fréquemment
souhaitable de connaître aussi sa direction, c'est-à-dire
de savoir si la fréquence d'un signal s'est déplacée à
l'extrémité de la ligne vers le haut ou vers le bas. A
cet effet, un champ tournant engendré par un des
signaux à 1600 Hz est appliqué aux électrodes de
déviation de l'oscillographe cathodique. Le spot
décrit ainsi un cercle sur l'écran. Avec l'autre signal

bung ist es oft erwünscht, auch deren Richtung zu kennen, d. h. ob sich die Frequenz eines Signals am Ende der Leitung nach oben oder nach unten verschoben hat. Zu diesem Zweck wird mit dem einen 1600-Hz-Signal ein Drehfeld an den Ablenkplatten des Kathodenstrahloszillographen aufgebaut. Damit beschreibt der Bildpunkt auf dem Schirm einen Kreis. Mit dem andern 1600-Hz-Signal steuert man die Intensität des Kathodenstrahles und leuchtet nur einen bestimmten Kreisbogen aus. Je nachdem wie sich die gegenseitige Phasenbeziehung der beiden 1600-Hz-Signale verändert, wandert der ausgeleuchtete Bogen auf dem vorgezeichneten Kreis. Beim vorhandenen Gerät bedeutet ein Drehen im Uhrzeigersinn ein Verschieben der Frequenz nach oben. Figur 10 zeigt den ausgeleuchteten Kreisbogen auf dem Bildschirm.

Der Netzteil liefert die nötigen Speisespannungen. Die für die Frequenzmessung wichtigen Gleichspannungen sind stabilisiert.

Die technischen Daten des Frequenzverschiebungsmessgerätes sind:

- zulässige Frequenzbereiche für das Doppeltonsignal:
 - Grundfrequenz: 725...875 Hz
 - Harmonische: 1450...1750 Hz
 - Eingangsimpedanz:
 - 600 Ω symmetrisch, erdfrei
 - Einstellbare Empfindlichkeit (auf Grundfrequenz bezogen):
 - 4,0...+2,5 Nm
 - Zulässige Niveaudifferenz zwischen Harmonischen und Grundfrequenz:
 - 2,5...+0,7 N
 - Messbare Frequenzverschiebung:
 - vier Messbereiche: 0... 1 Hz
 - 0... 3 Hz
 - 0...10 Hz
 - 0...30 Hz
 - Messgenauigkeit:
 - $\leq 3\%$
 - Zulässige Pegelschwankungen am Eingang:
 - ca. $\pm 0,7$ N
 - Anschluss für Schreiber:
 - 1 mA (z. B.: *Esterline-Angus*)
 - Schreiberimpedanz:
 - 600...1500 Ohm
 - Kontrollanschlüsse sind vorhanden für:
 - a) die beiden 1600-Hz-Signale
 - b) das vierfache Frequenzdifferenzsignal
 - Die Betriebsarten für den Kathodenstrahloszillographen sind:
 - Stellung 1: K.O. abgeschaltet
 - Stellung 2: Kontrolle und Einstellung der beiden 1600-Hz-Signale
 - Stellung 3: Kontrolle und Einstellung der Triggerstufe
 - Stellung 4: Vorzeichenbestimmung
- Abmessungen: 550 \times 360 \times 330 mm

à 1600 Hz, on commande l'intensité du rayon cathodique de sorte qu'un arc de cercle déterminé est lumineux. Suivant la façon dont le rapport des phases réciproque des deux signaux de 1600 Hz se modifie, l'arc lumineux se déplace sur le cercle. Dans l'appareil construit, un tour fait dans le sens des aiguilles de la montre indique un déplacement de la fréquence vers le haut. La figure 10 montre l'arc de cercle lumineux sur l'écran.

La partie secteur fournit les tensions d'alimentation nécessaires. Les tensions continues importantes pour la mesure de la fréquence sont stabilisées.

Les caractéristiques de l'appareil de mesure de la dérive de fréquence sont:

- Gammes de fréquences admises pour le signal à double fréquence:
 - fréquence fondamentale: 725...875 Hz
 - harmonique: 1450...1750 Hz
 - Impédance d'entrée:
 - 600 Ω symétrique, sans terre
 - Sensibilité réglable (par rapport à la fréquence fondamentale):
 - 4,0...+2,5 Nm
 - Différence de niveau admise entre les harmoniques et la fréquence fondamentale:
 - 2,5...+0,7 N
 - Dérive de fréquence mesurable:
 - quatre gammes de mesure: 0...1 Hz
 - 0...3 Hz
 - 0...10 Hz
 - 0...30 Hz
 - Exactitude de mesure:
 - $\leq 3\%$
 - Variations du niveau admises à l'entrée:
 - environ $\pm 0,7$ N
 - Raccordement pour l'enregistreur:
 - 1 mA (par exemple: *Esterline-Angus*)
 - Impédance de l'enregistreur:
 - 600...1500 ohms
 - Des raccordements de contrôle existent pour:
 - a) les deux signaux à 1600 Hz
 - b) le signal d'écart de fréquence quadruple
 - Les genres de service pour l'oscillographe cathodique sont:
 - Position 1: oscillographe cathodique déclenché,
 - Position 2: contrôle et réglage des deux signaux de 1600 Hz,
 - Position 3: contrôle et réglage de l'étage «trigger»,
 - Position 4: détermination du signe.
 - Dimensions: 550 \times 360 \times 330 mm
- Les figures 11 à 13 montrent l'appareil de mesure de la dérive de fréquence complet et dans deux positions différentes, le boîtier étant ouvert.
- Le générateur à deux basses fréquences et l'appareil de mesure de la dérive de fréquence ont été mis au point et construits au laboratoire de recherches et d'essais de l'administration. J'exprime ici mes remerciements aux collaborateurs qui ont contribué à la réalisation de ces appareils.

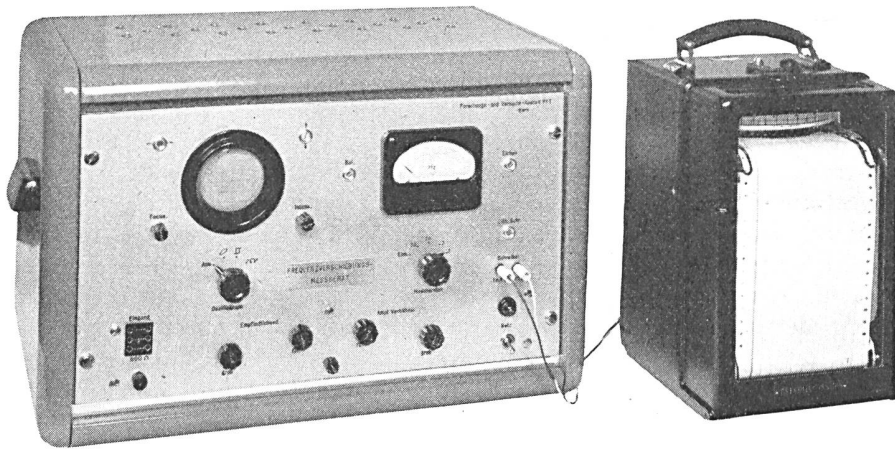


Fig. 11.
Ansicht des Frequenzverschiebungsmessgerätes mit Schreiber
Appareil de mesure de la dérive de fréquence avec enregistreur

Die Figuren 11...13 zeigen das Frequenzverschiebungsmessgerät in der Ansicht und in zwei verschiedenen Lagen bei offenem Gehäuse.

Sowohl der Doppeltongenerator als auch das eigentliche Frequenzverschiebungsmessgerät wurden in der Forschungs- und Versuchsanstalt PTT entwickelt und konstruiert. Meinen Mitarbeitern, die bei der Verwirklichung der Geräte mitgearbeitet haben, möchte ich hiermit meinen Dank aussprechen.

Registrierungen

Das Messgerät hat sich bei Untersuchungen an Trägerfrequenzleitungen bereits bestens bewährt. Es erlaubt, die augenblickliche Frequenzverschiebung eines Telephonkanals ständig zu registrieren. Beispielsweise können unregelmässige Frequenzsprünge von Trägergeneratoren in ihrer Grösse und in ihrer Häufigkeit genauestens festgehalten werden. Figur 14 zeigt vier Beispiele von Registrierungen:

Registrierung 1: Frequenzverschiebung auf einer Trägerleitung Bern–Lausanne während eines Tages. Die virtuelle

Enregistrements

L'appareil de mesure a déjà fait ses preuves lors d'essais entrepris sur des lignes à fréquences porteuses. Il permet d'enregistrer constamment la dérive de fréquence momentanée d'une voie téléphonique. Par exemple, l'importance et la périodicité de sauts de fréquence irréguliers des générateurs de fréquences porteuses peuvent être observés très exactement. La figure 14 montre quatre exemples d'enregistrements:

Enregistrement 1: Dérive de fréquence sur une ligne à courants porteurs Berne–Lausanne pendant une journée. La fréquence porteuse virtuelle de la voie examinée était de 204 kHz. Le générateur de fréquence porteuse déterminant, à Lausanne, fonctionnait sans thermostat. La courbe enregistrée permet de reconnaître sans peine une corrélation avec la température ambiante. Après minuit, les fenêtres de

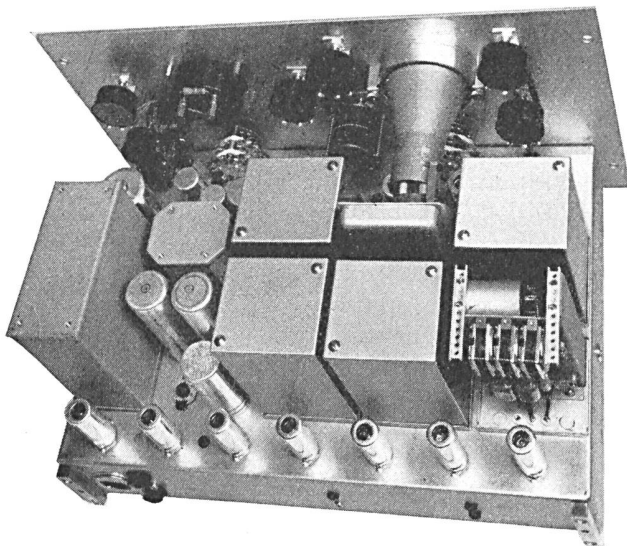


Fig. 12. Frequenzverschiebungsmessgerät geöffnet, mit Ansicht von oben
Appareil de mesure de la dérive de fréquence ouvert, vu d'en haut

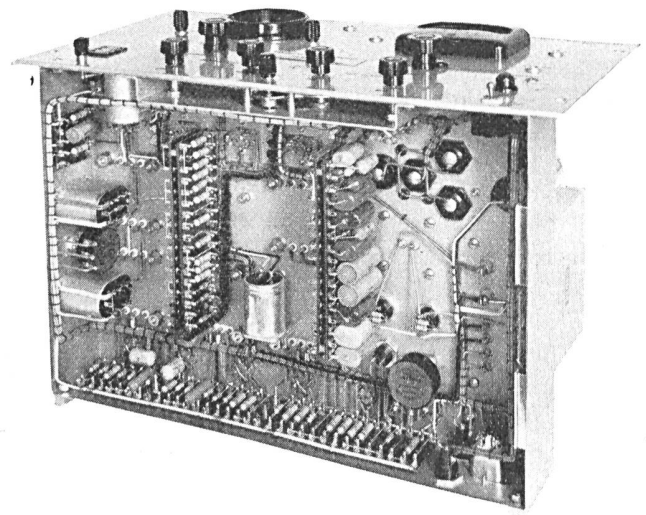


Fig. 13. Frequenzverschiebungsmessgerät geöffnet, mit Ansicht von unten
Appareil de mesure de la dérive de fréquence ouvert, vu d'en bas

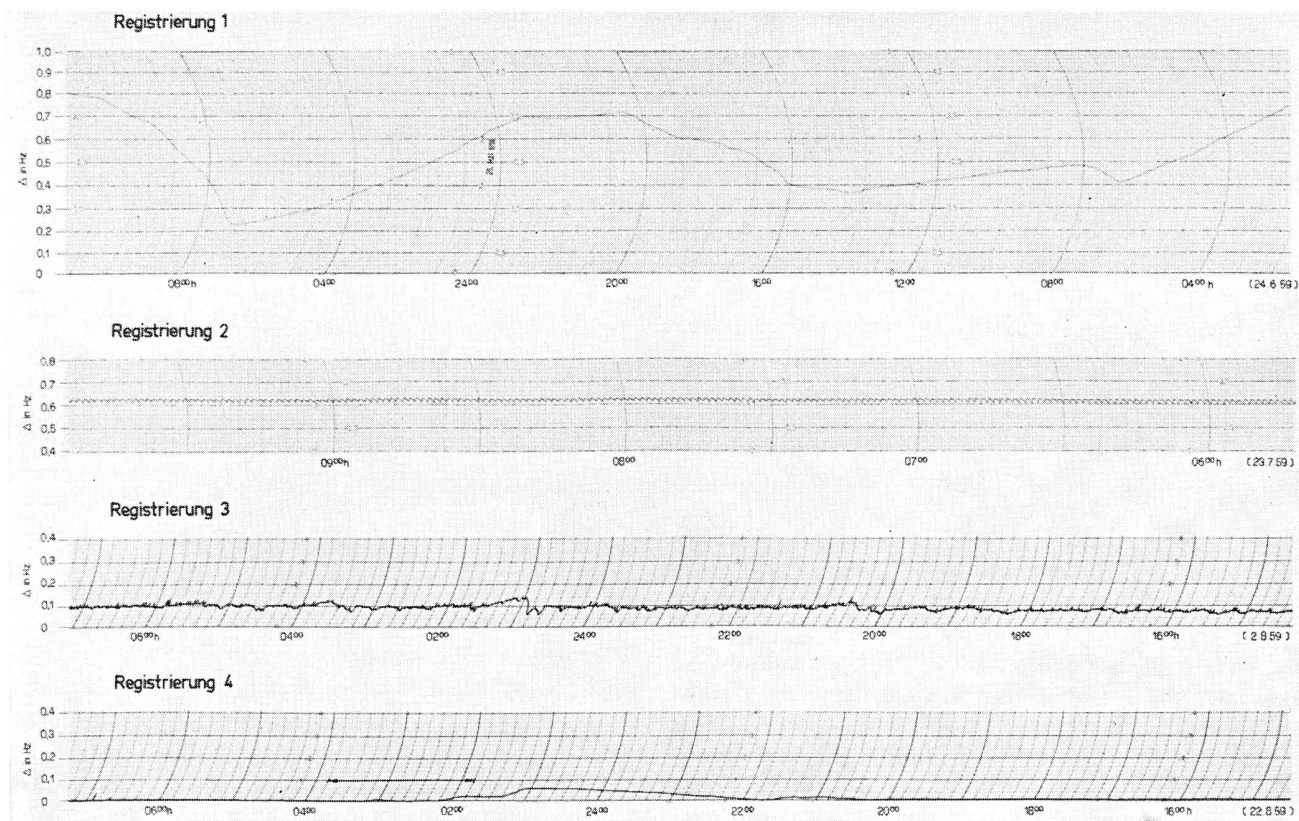


Fig. 14. Registrierungen von Frequenzverschiebungen auf Trägerleitungen
Enregistrements de dérives de fréquence sur lignes à courants porteurs

Trägerfrequenz des untersuchten Kanals war 204 kHz. Der massgebende Trägergenerator in Lausanne arbeitete ohne Thermostaten. Am Verlauf der registrierten Kurve erkennt man unschwer eine Korrelation mit der Raumtemperatur. Nach Mitternacht waren die Fenster des Verstärkeramtes geschlossen und die Raumtemperatur stieg gleichmässig an. Am Morgen um 07.00 Uhr wurden die Fenster geöffnet und frische Morgenluft strich herein. Je nach der Aussentemperatur sank das Thermometer im Laufe des Tages. Die tiefsten Raumtemperaturen wurden am Abend zwischen 20.00 Uhr und 23.00 Uhr bei offenen Fenstern erreicht.

Registrierung 2: Frequenzverschiebung auf einer gemischten Trägerleitung: C-Trägersystem zwischen Interlaken und Luzern; Normalträgersystem zwischen Luzern und Bern. Man erkennt eine interessante periodische Frequenzänderung im Rhythmus von etwa 40 s. Diese rhythmische Frequenzänderung ist eine Folge vom

la station des répéteurs ont été fermées et la température du local est montée régulièrement. Le lendemain, à 07.00 heures, les fenêtres ont été ouvertes et l'air frais du matin a pénétré à l'intérieur. Dans le courant de la journée, le thermomètre est descendu suivant la température extérieure. Les températures les plus basses du local ont été atteintes le soir entre 2000 et 2300 heures, alors que les fenêtres étaient ouvertes.

Enregistrement 2: Dérive de fréquence sur une ligne à courants porteurs mixte: système à courants porteurs C entre Interlaken et Lucerne; système à courants porteurs normaux entre Lucerne et Berne. On reconnaît une intéressante variation de fréquence périodique au rythme d'environ 40 s. Cette variation de fréquence périodique est la conséquence de l'enclenchement et du déclenchement alternatifs du thermostat du générateur de fréquence porteuse à Lucerne.

periodischen Ein- und Ausschalten des Thermostaten des Trägerfrequenzgenerators in Luzern.

Registrierung 3: Frequenzverschiebung auf einer Trägerleitung Basel-Bern. In Basel musste während der Registrierung umständehalber ein Hilfsträgergenerator an Stelle des normalen Hauptgenerators eingesetzt werden. Man erkennt, dass dieser eingesetzte Hilfsgenerator unstabil war und sehr rasche Frequenzänderungen aufwies. Die virtuelle Frequenz des registrierten Kanals betrug 100 kHz. Würde man einen solchen Generator gleichzeitig auch für die Erzeugung höherer Trägerfrequenzen verwenden, so wären die Frequenzverschiebungen in den Kanälen der obere Frequenzlage entsprechend grösser. Dies würde zu unzulässigen Störungen führen.

Registrierung 4: Frequenzverschiebung auf einer Trägerleitung Basel-Bern. Auf Grund von Meldungen und Beobachtungen während des Betriebes vermutete man eine sporadische Unstabilität des Hauptgenerators der Trägerversorgung eines Hauptamtes. Auf dem Registrierstreifen ist der Verlauf einer solchen Unstabilität festgehalten. Die Frequenzabwanderung war in diesem Moment stetig. Die maximale Abweichung betrug 0,06 Hz.

Das Frequenzverschiebungsmessgerät besitzt zusätzlich eine Kontrollbuchse, an der eine Gleichspannung vorhanden ist, die mit dem vierfachen Wert der Frequenzverschiebung pulsiert (siehe Schema und Beschreibung des Gerätes). Mit Hilfe eines einfachen Zusatzverstärkers und eines Schreibers kann diese Spannung ebenfalls registriert werden. Sie gibt ein getreues Bild der momentanen Phasenänderungen und eignet sich besonders gut für eine genaue Untersuchung bei kleinen Frequenzverschiebungen. Figur 15 zeigt zwei Beispiele solcher Registrierungen.

Registrierung 5: zeigt das Frequenzdifferenzsignal der gleichen Leitung wie in Registrierung 3. Es wurde für die Aufzeichnung ein Zeitabschnitt gewählt, bei dem die mittlere Frequenzverschiebung nur wenig von null verschieden war. Die Unstabilität des Hilfsträgergenerators kommt ausserordentlich schön zum Ausdruck.

Registrierung 6: zeigt das Frequenzdifferenzsignal der gleichen Leitung wie in Registrierung 4. Der Zeitabschnitt, wäh-

Enregistrement 3: Dérive de fréquence sur une ligne à courants porteurs Bâle-Berne. A Bâle, pendant l'enregistrement, il a fallu utiliser pour certaines raisons un générateur de fréquence porteuse auxiliaire à la place du générateur principal normal. On constate que ce générateur auxiliaire n'était pas stable et accusait de très rapides variations de fréquences. La fréquence virtuelle de la voie enregistrée était de 100 kHz.

Si l'on utilisait en même temps pareil générateur pour produire des fréquences porteuses plus élevées, les dérives de fréquence seraient nécessairement plus grandes dans les voies de fréquences porteuses les plus élevées, ce qui provoquerait des dérangements inadmissibles.

Enregistrement 4: Dérive de fréquence sur une ligne à courants porteurs Bâle-Berne. Selon les avis et les observations faits durant l'exploitation, on a présumé qu'il s'agissait d'une instabilité sporadique du générateur principal de l'équipement à courants porteurs d'un central principal. La bande enregistrée montre la courbe d'une instabilité de ce genre. La dérive de fréquence était régulière en ce moment. La déviation maximum était de 0,06 Hz.

L'appareil de mesure de la dérive de fréquence possède de plus une borne de contrôle où existe une tension continue qui bat avec la valeur quadruple du décalage de fréquence (voir schéma et description de l'appareil). Un simple amplificateur complémentaire et un enregistreur permettent également d'enregistrer cette tension, qui donne une image fidèle des variations de phases momentanées et convient particulièrement bien pour un examen précis lors de faibles dérives de fréquences. La figure 15 montre deux exemples de ces enregistrements.

Enregistrement 5: Il montre le signal de différence de fréquence de la même ligne que celle qui figure sur l'enregistrement 3. Pour l'enregistrement, on a choisi une période de temps pour laquelle la dérive de fréquence moyenne ne différait que de peu de zéro. L'instabilité du générateur de fréquence porteuse auxiliaire se remarque très bien.

Enregistrement 6: Il montre le signal de différence de fréquence de la même ligne que celle qui est reportée sur l'en-

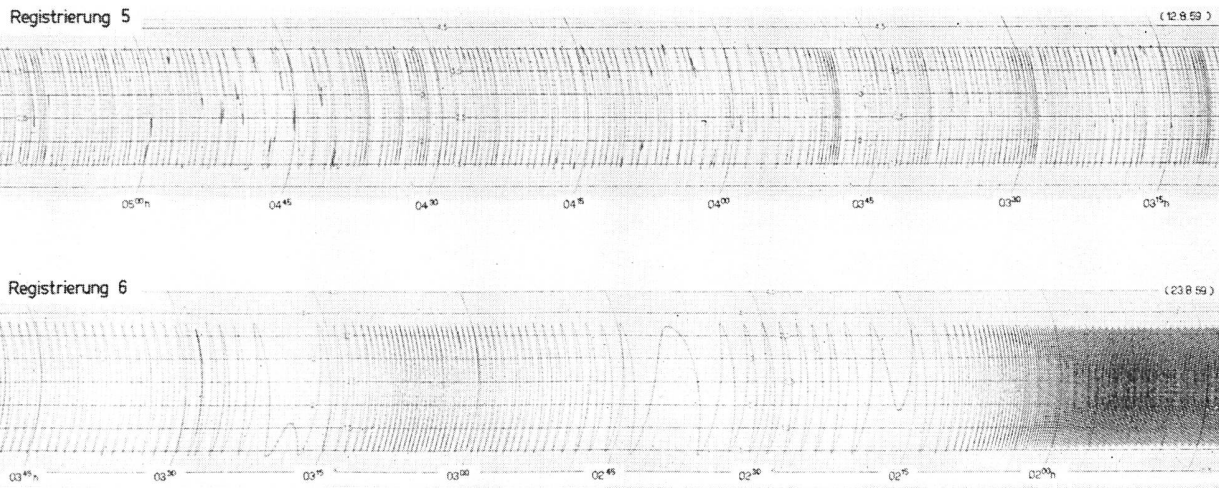


Fig. 15. Registrierbeispiele von Phasenänderungen der vierfachen Frequenzverschiebungen.
Exemples d'enregistrements de variations de phases des dérives de fréquence quadruplées.

rend dem die Aufzeichnung erfolgte, ist in der Registrierung 4 eingezeichnet.

Frequenzverschiebungskontrollen im Rahmen von Unterhaltungsmessungen

Das vorliegende Messgerät gestattet, sehr genaue Untersuchungen über die Frequenzverschiebung in Trägertelephoniestromkreisen durchzuführen. Diese Genauigkeit ist bei der Durchführung von Unterhaltungsmessungen an Trägersausrüstungen im allgemeinen nicht unbedingt erforderlich. Entsprechend der reduzierten Anwendung kann deshalb ein Gerät für den Unterhalt wesentlich einfacher gestaltet und nach Wunsch angepasst werden.

Beispielsweise sind bei den C-Trägeranlagen die Trägergeneratoren der Kanäle, die unabhängig voneinander schwingen, periodisch zu kontrollieren und nachzustellen. In diesem Fall würde lediglich der Doppeltongenerator auf der Sendeseite und eine Frequenzweiche in Verbindung mit einem Kathodenstrahlzillographen auf der Empfangsseite genügen. Das Vorgehen zur Einstellung der Trägerfrequenzen wäre etwa folgendes:

Zuerst werden die C-Trägergeneratoren im Hauptamt mit dem im Trägeramt vorhandenen Hauptgenerator oder mit einem von ihm abgeleiteten Signal (z. B.: Trägersignal für Normalträgeranlage) verglichen und auf ihren Nominalwert einreguliert. Dafür dient am besten die Lissajous-Figur auf einem Kathodenstrahlzillographen. Fehlt im Hauptamt das Trägerfrequenznormal, so kann man an seiner Stelle auch einen zuverlässigen und genügend stabilen elektronischen Zähler verwenden.

Im Nebenamt wird anschliessend die Frequenzverschiebung mit Hilfe des beschriebenen Messprinzips auf null eingestellt. Die bekannte Frequenzweiche trennt am Empfangsort die beiden Signale (800 Hz und 1600 Hz), die je auf ein Ablenkplattenpaar eines Kathodenstrahlzillographen gegeben werden. Die

registrement 4. La période de temps pendant laquelle l'enregistrement a eu lieu est reproduite sur l'enregistrement 4.

Contrôles de la dérive de fréquence lors de mesures de maintenance

Cet appareil de mesure permet d'étudier très exactement la dérive de fréquence dans les circuits de téléphonie à courants porteurs. Cette exactitude n'est, en général, pas absolument nécessaire lors de l'exécution de mesures de maintenance des équipements à courants porteurs. C'est pourquoi, étant donnée l'utilisation réduite, un appareil pour la maintenance peut être nettement plus simple et adapté selon les désirs.

Par exemple, dans les installations à courants porteurs C, les générateurs de fréquence porteuse des voies, qui oscillent indépendamment les uns des autres, doivent être contrôlés et réglés périodiquement. Dans ce cas, il suffirait d'avoir uniquement le générateur à double fréquence à l'émission et un étage de séparation relié à un oscillographe cathodique à la réception. Le procédé de réglage des fréquences porteuses serait à peu près le suivant:

Les générateurs à fréquences porteuses C au central principal sont d'abord comparés avec le générateur principal en service dans la station des équipements à courants porteurs ou avec un signal qui en est dérivé (par exemple: signal porteur pour installation à courants porteurs normale) et réglés à leur valeur nominale. A cet effet, on utilise de préférence la figure de Lissajous sur un oscillographe cathodique. Si la fréquence porteuse normale fait défaut au central principal, on peut la remplacer par un compteur électronique sûr et suffisamment stable.

Au central secondaire, le décalage de fréquence est ensuite réglé à zéro à l'aide du principe de mesure décrit. L'étage de séparation sépare au lieu de réception les deux signaux (800 Hz et 1600 Hz) qui sont

Frequenz des entsprechenden Trägergenerators verschiebt man dann so lange, bis die *Lissajous*-Figur stillsteht.

Je nach Bedürfnis liesse sich auch ein einfaches Empfangsgerät mit einem Instrument oder einem magischen Auge konstruieren, das den Rhythmus einer Frequenzverschiebung anzeigt.

transmis sur une paire de plaques de déviation d'un oscillographe cathodique. On déplace la fréquence du générateur de fréquences porteuses correspondant jusqu'à ce que la figure de *Lissajous* reste immobile.

Si nécessaire, on peut aussi construire un récepteur simple avec un instrument ou un œil magique qui indiquent le rythme d'une dérive de fréquence.

MARCEL HOCHULI, Bern, und HUGO BORN, Zürich

Neuzeitliche Zettel-Rohrpostanlagen

Installations pneumatiques modernes de transport des tickets

621.5: 656.863

Zusammenfassung. *Nach einem kurzen historischen Rückblick über die Anfänge der Verwendung von Zettel-Rohrpostanlagen im Ausland und in der Schweiz werden die Wege, die die schweizerische PTT-Verwaltung im Bau von neuzeitlichen Zettel-Rohrposten beschreitet, dargelegt. Es wird auch auf die hierzu notwendigen, neuartigen Bauteile, wie Weichen, automatische Sender, photo-elektrische Kontakte usw., kurz hingewiesen. In einem Abschnitt wird ebenfalls die in der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich eingebaute, neuzeitliche Zettel-Rohrpostanlage mit Weichen beschrieben.*

Résumé. *Après un bref aperçu des débuts des installations pneumatiques de transport des tickets à l'étranger et en Suisse, les auteurs expliquent les méthodes que l'administration des PTT suisses a utilisées pour construire des installations pneumatiques modernes de transport des tickets. Ils mentionnent aussi succinctement les éléments, tels que systèmes d'aiguillage, appareils d'expédition automatiques, contacts photo-électriques, etc., nécessaires à cet effet. Dans un chapitre, ils décrivent aussi l'installation pneumatique moderne de transport des tickets avec systèmes d'aiguillage montée à l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich.*

Allgemeines

Im heutigen Zeitalter, in dem die Fördertechnik und die Mechanisierung eine so grosse Rolle spielen, ist es nicht weiter verwunderlich, dass sie nicht nur zur Herstellung und Verteilung von Produktionsgütern herangezogen, sondern auch zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit eingesetzt werden, um die menschliche Arbeitskraft zu ersetzen. Diese technischen Behelfe sind rascher und zuverlässiger und nehmen dem Menschen auch oft geisttötende Arbeiten ab. Ein Teilgebiet dieser Behelfe sind die Zettel-Rohrposten, die uns in diesem Aufsatz besonders interessieren.

Die Zettel-Rohrposten der bisher üblichen Bauart, wie sie in den Telephon-Fernämtern und in einer Spezialausführung auch für Checkämter (Fig. 1...3) Anwendung finden, wurden bereits in einem Abschnitt eines früheren Beitrages der Technischen Mitteilungen PTT¹ erörtert, so dass die Funktionsweise dieser Anlagen nachstehend nur kurz behandelt wird. Die in solchen Anlagen eingebauten, normalisierten Schaltapparaturen für die Maschinenräume wurden in einem weiteren Aufsatz² besonders behandelt.

In Zettel-Rohrposten werden, wie ihr Name sagt, Zettel ohne Zuhilfenahme von Büchsen befördert. Die Zettel sollen aber aus einem holzfreien, gut satinierten Papier von etwa 140 g/m² hergestellt sein. Die Grösse der Zettel für den Telephonbetrieb beträgt 120 × 60 mm mit einer Toleranz von ± 2 mm in der

Généralités

A l'époque actuelle où la technique des transports mécaniques et la mécanisation jouent un si grand rôle, il est tout à fait normal qu'elles ne servent pas seulement à la fabrication et à la répartition des biens de production, mais qu'elles remplacent aussi l'homme en vue d'augmenter le rendement économique. Ces auxiliaires sont plus rapides et plus sûrs, et évitent à l'homme des travaux souvent abrutissants. Les postes pneumatiques de transport des tickets, dont nous nous occuperons spécialement dans cet article, appartiennent à la catégorie de ces auxiliaires.

Dans un chapitre d'une contribution antérieure, destinée au bulletin technique PTT, nous avons déjà parlé des postes pneumatiques de transport des tickets de construction usuelle, telles qu'elles sont employées dans les centraux téléphoniques interurbains et, en exécution spéciale, aussi pour les offices de chèques (fig. 1...3), de sorte que nous ne reviendrons que succinctement ci-dessous sur le fonctionnement de ces installations.¹ Dans une autre étude, nous avons traité l'appareillage de manœuvre des machines, normalisé et montré dans ces installations².

Les postes pneumatiques de transport des tickets transportent, comme leur nom l'indique, des tickets sans avoir recours à des cartouches. Les tickets doivent être fabriqués avec un papier non ligneux et

¹ Vgl. *Marcel Hochuli*. Die pneumatischen Rohrpostanlagen der schweizerischen PTT-Betriebe. Technische Mitteilungen PTT 1957, Nr. 8, S. 308...350.

² Vgl. *Marcel Hochuli*. Elektrische Ausrüstungen für Rohrpost-Maschinenanlagen. Technische Mitteilungen PTT 1958, Nr. 6, S. 224...255.

¹ Cf. *Marcel Hochuli*. Les installations de poste pneumatique des services des PTT suisses. Bulletin technique PTT 1957, n° 8, p. 308...350.

² Cf. *Marcel Hochuli*. Equipements électriques pour machines de tubes pneumatiques. Bulletin technique PTT 1958, n° 6, p. 224...255.