

**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

**Herausgeber:** Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung

**Band:** 20 (1942)

**Heft:** 1

**Artikel:** Ein Generator für den musikalischen Stimmton = Un générateur du nouveau "la" normal

**Autor:** Furrer, W. / Grob, O.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-873250>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 07.01.2026

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

Wird die Leitung beidseitig nicht abgeschlossen (unbelegter Zustand), so sind  $d_B$  und  $d_C = 0$ . Es sind dann die Fehlerdämpfungen und somit die Stabilitätswerte für die einzelnen Verstärker:

Ort	Fehlerdämpfung s		Summe d. Verstärk. in beid. Richtungen	Stabilität
	Seite Chur	Bellinzona		
Faido	1,12	2,64	3,44	+ 0,16
Altdorf	0,82	1,42	2,0	+ 0,12
Zürich	1,54	0,75	2,0	+ 0,145
Niederurnen	2,29	1,25	3,2	+ 0,17

Die kleinste mögliche Stabilität ergibt sich für den Verstärker in Altdorf, ist aber immer noch positiv; die Leitung pfeift nicht, sofern sie richtig eingestellt ist. In der folgenden Tabelle sind die Werte berechnet für den Betriebszustand, d. h. es sind in Chur und Bellinzona Teilnehmerstationen angeschlossen über kurze Abonnentenleitungen. Die Fehlerdämpfungen der Abschlüsse  $d_B$  und  $d_C$  sind in diesem Fall zu 0,5 N anzunehmen (aus Messungen als ungünstigster Fall ermittelt).

Ort	Fehlerdämpfung s		Summe d. Verstärk. in beid. Richtungen	Stabilität
	Seite Chur	Bellinzona		
Faido	1,30	2,82	3,44	+ 0,34
Altdorf	1,05	1,55	2,0	+ 0,30
Zürich	1,84	0,85	2,0	+ 0,345
Niederurnen	2,66	1,35	3,2	+ 0,405

Als Norm wird im belegten Zustand eine Stabilität von 0,4 N gefordert. Der obige Wert von + 0,30 ist für den ungünstigsten Fall berechnet, der in der Praxis nie auftreten wird. Die gemessene Stabilität ist bedeutend besser. Deshalb werden im allgemeinen die Reflexionen an den Stellen Kabel-Verstärker bei derartigen Berechnungen vernachlässigt, d. h. man setzt  $d = \infty$  an Stelle von  $d = 1,6$ .

In der Formel 13 wird aus der zweiten Summe nur ein Glied berücksichtigt, nämlich dasjenige, das vom Leitungsende herrührt; die übrigen werden zu Null.

Bei offenen Leitungsenden erhält man dann folgende Werte:

Ort	Fehlerdämpfung s		Summe d. Verstärk. in beid. Richtungen	Stabilität
	Seite Chur	Bellinzona		
Faido	1,31	2,64	3,44	0,255
Altdorf	0,98	1,48	2,0	0,23
Zürich	1,6	0,88	2,0	0,24
Niederurnen	2,29	1,43	3,2	0,26

Die so gewonnenen Werte sind etwas grösser, liegen aber immer noch wesentlich unter dem in Praxis vorkommenden Wert (im Beispiel + 0,58), was auch verständlich ist, da wir die Minimalwerte der Fehlerdämpfungen bei gleicher Frequenz und in der Auswirkung gleichphasig angenommen haben. Immerhin sind die so berechneten Werte der Stabilität für eine projektierte Leitung von Nutzen, da sie zeigen, ob ein stabiler Betrieb möglich sein wird oder nicht.

## Ein Generator für den musikalischen Stimmton.

W. Furrer, Bern und O. Grob, Uster.

534.321.7.08

Eine internationale Konferenz, welche im Jahre 1885 in Wien stattfand, legte für den Kammerton a' die Frequenz 435 Hz fest. Im Laufe der folgenden Jahrzehnte hat sich dann der tatsächliche Stimmton der Musikinstrumente und damit auch der Orchester allmählich nach oben verschoben, und heute ist die Lage so, dass weder die Instrumentenbauer noch die Orchesterleiter genau wissen, an welche Stimmung sie sich eigentlich halten sollen. Es ist daher nicht erstaunlich, dass dieser Umstand zu zahlreichen Schwierigkeiten führte, so dass eine grundsätzliche Lösung des ganzen Fragenkomplexes immer dringlicher wurde. Statistische Messungen, welche erstmals W. Lottermoser im Jahre 1938 veröffentlicht<sup>1)</sup>, ergaben für Radioorchester eine mittlere Stimmung von 442,6 Hz; für die Schweiz wurde ein Mittelwert von 442,0 Hz gefunden. Auch in Amerika wurden ähnliche Messungen durchgeführt, die beispielsweise für Symphonieorchester einen Mittelwert von 441,8 Hertz (Mittel aus 207 Messungen) ergaben<sup>2)</sup>.

Das im Jahre 1937 gegründete Komitee „Akustik“ der ISA (Internationale Föderation der Nationalen Normen-Vereinigungen) hat mit dem Studium dieser Frage sofort begonnen und kurz vor Kriegsaus-

## Un générateur du nouveau „la“ normal.

W. Furrer, Berne et O. Grob, Uster.

534.321.7.08

La conférence internationale qui siégea à Vienne en 1885 avait fixé le diapason à une fréquence de 435 Hz. Mais, au cours des années, le „la“ véritable des instruments de musique et en même temps le „la“ des orchestres monta peu à peu, de sorte qu'aujourd'hui, la situation est telle que ni les fabricants d'instruments ni les chefs d'orchestres ne savent à quel ton s'en tenir. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que cet état de choses ait provoqué à la longue de sérieuses difficultés et à ce qu'une solution de principe de toute la question soit devenue une urgente nécessité. Des mesures statistiques, dont les résultats furent publiés par W. Lottermoser en 1938<sup>1)</sup>, donnèrent pour les orchestres radio un „la“ moyen de 442,6 Hz et pour la Suisse une moyenne de 442,0 Hz. Des mesures analogues exécutées en Amérique donnèrent pour un orchestre symphonique, par exemple, une valeur moyenne de 441,8 Hz (moyenne de 207 mesures)<sup>2)</sup>.

Le comité d'acoustique de l'ISA (Fédération internationale des associations nationales de normalisation), fondé en 1937, commença immédiatement l'étude de cette question et, peu avant le début de la guerre, en mai 1939, une conférence réunie à

<sup>1)</sup> W. Lottermoser, Akust. Zeitschrift. 3 (1938) S. 60.

<sup>2)</sup> O. J. Murphy, Bell Lab. Rec. (1941) S. 143.

<sup>1)</sup> W. Lottermoser, Akust. Zeitschr. 3 (1938), page 60.

<sup>2)</sup> O. J. Murphy, Bell Lab. Rec. 19 (1941), page 143.

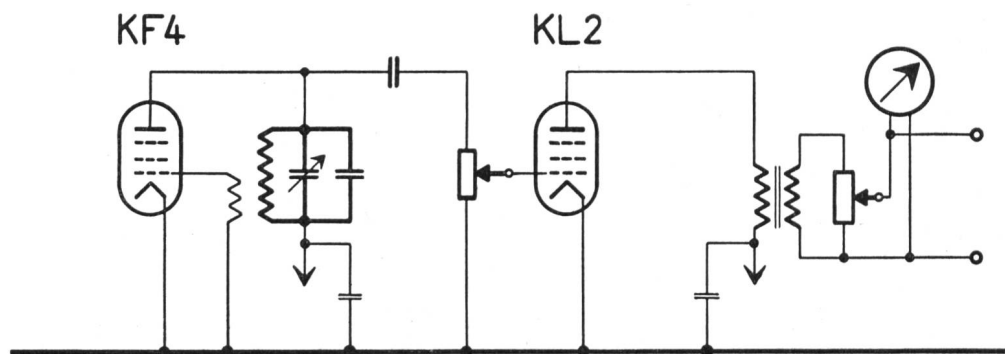


Fig. 1. Prinzipschema des Generators. — Schéma de principe du générateur.

bruch im Mai 1939 an einer Konferenz in London, an der die wichtigsten Länder vertreten waren, die *Neufestsetzung des Kammertons a' auf 440 Hz* beschlossen. Dadurch soll das dauernd weitergehende Steigen der Musizierstimmung abgestoppt werden und endlich eine zuverlässige, allgemein anerkannte Grundlage sowohl für die Fabrikation von Musikinstrumenten als auch für die Orchester geschaffen werden.

Es handelt sich im Grunde genommen also nicht einfach um eine Heraufsetzung des Kammertons von 435 Hz auf 440 Hz, sondern tatsächlich um eine Erniedrigung der heute wirklich vorhandenen Stimmung. Untersuchungen haben denn auch gezeigt, dass eine Wiedereinführung des alten Stimmtones von 435 Hz praktisch mit unüberwindlichen Schwierigkeiten verbunden wäre, da dies einen kostspieligen Umbau von zahlreichen Musikinstrumenten, vor allem Blasinstrumenten, nötig machen würde.

Heute ist durch den Rundfunk die Möglichkeit gegeben, den festgelegten Stimmton allen Interessenten auf einfache Weise zugänglich zu machen. In erster Linie gilt dies für die Radioorchester selbst, die an sich schon einen erheblichen Teil aller ausübenden Musiker umfassen. Das grosse Interesse für diese Frage ist denn auch durch die Orchesterleiter der verschiedenen Radio-Studios bestätigt worden, so dass der tatsächlichen Einführung des neuen Kammertones auch bei uns nichts mehr im Wege stand.

Durch den Krieg sind die Arbeiten des erwähnten ISA-Komitees leider unterbrochen worden, so dass noch keine Normen über die Genauigkeit und den Klirrfaktor des Normaltones bestehen. Sehr viele In-

Londres, et à laquelle assistaient des délégués des principaux pays, décida de *fixer le diapason à 440 Hz*. Il espérait ainsi arrêter la hausse constante du „la“ et créer une base solide reconnue par tous, aussi bien pour la fabrication des instruments de musique que pour les productions orchestrales.

Il ne s'agissait donc pas, en fait, de hausser simplement le „la“ de 435 Hz à 440 Hz mais bien d'abaisser le ton appliqué aujourd'hui. Des études ont prouvé que la réintroduction de l'ancien ton de 435 Hz se heurterait à des difficultés pratiquement insurmontables, car elle nécessiterait la transformation coûteuse de nombreux instruments de musique, en particulier des instruments à vent.

Aujourd'hui, la radio offre la possibilité de donner de la façon la plus simple, à tous les intéressés, le ton ainsi fixé. C'est le cas en premier lieu des orchestres où sont groupés une partie importante des musiciens professionnels. De leur côté, les chefs des orchestres radio des divers studios ont manifesté aussi le grand intérêt qu'ils attachaient à cette question,

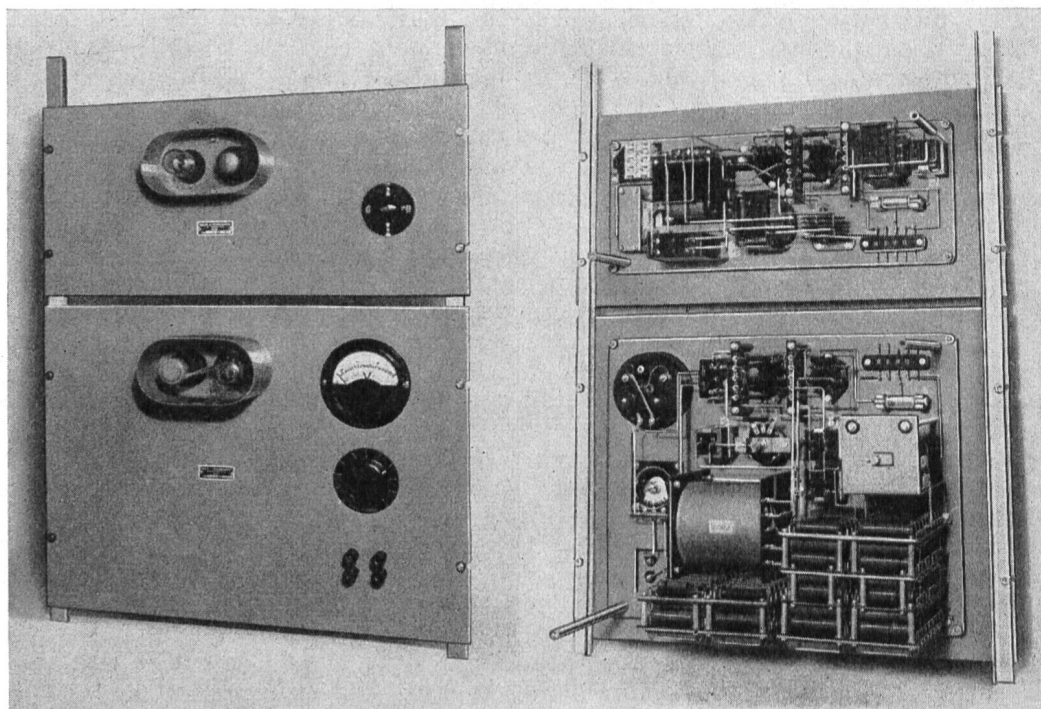


Fig. 2. Ansicht des Generators. — Vue du générateur.

strumente stimmen nicht direkt nach dem Ton  $a'$ , sondern nach  $a''$ ,  $a'''$  usw., so dass die Normalfrequenz einen bestimmten Gehalt an Harmonischen aufweisen muss. Wenn man annimmt, dass der Ton  $a'''$  (1760 Hz) noch eine Genauigkeit von mindestens  $\pm 1$  Hz aufweisen muss, so ergibt sich für den Grundton  $a'$  eine Genauigkeit von ungefähr  $\pm 0,2$  Hz. Ferner muss dafür gesorgt werden, dass die Genauigkeit in dem normalerweise vorkommenden Temperaturbereich von 15—25° C noch immer besser ist als  $\pm 0,3$  Hz, so dass sich daraus die folgenden Forderungen ableiten:

1. Frequenz:  $440 \pm 0,2$  Hz bei 20° C.
2. Temperaturkoeffizient:  $40 \cdot 10^{-6}$  pro ° C.
3. Ausgangsspannung: 0 bis ca. 2 Volt (regulierbar).
4. Klirrfaktor: ca. 20% (regulierbar).

Davon bereiten die Forderungen 3. und 4. keinerlei Schwierigkeiten, während zur Erfüllung von 1. und 2. besondere Massnahmen erforderlich sind.

Die verlangte Frequenzgenauigkeit ist bei Verwendung eines guten Quarzoszillators ohne weiteres erreichbar. Quarze für tiefe Frequenzen sind jedoch heute nur schwer oder gar nicht erhältlich. Die Verwendung von Hochfrequenzquarzen mit nachträglicher Teilung der Frequenz erfordert eine grosse Zahl von Teilungs- und Vervielfachungsstufen, so dass eine umfangreiche und teure Apparatur entstehen würde.

Von der Verwendung eines Stimmgabelgenerators wurde abgesehen, da uns zu wenig Erfahrungen in der Herstellung von temperaturunabhängigen Stimmgabeln zur Verfügung standen. So blieb nichts anderes übrig als die Verwendung eines einfachen rückgekoppelten Röhrengenerators mit elektrischem Schwingungskreis.

Zur Erreichung der nötigen Frequenzkonstanz wurden dabei die folgenden speziellen Massnahmen getroffen:

1. Der Schwingkreis ist aus frequenzstabilen, temperaturunabhängigen Elementen aufgebaut, und zwar:

a) die Kapazität des Schwingkreises besteht aus einer Batterie von keramischen Kondensatoren. Diese haben zum Teil einen positiven und zum Teil einen negativen Temperaturkoeffizienten. Dabei ist die Anzahl der Kondensatoren mit negativem Koeffizienten so gewählt, dass die Summe der positiven Temperatureinflüsse der übrigen Kondensatoren, der

si bien que rien ne s'oppose en fait à ce que le nouveau ton soit aussi introduit chez nous.

La guerre a malheureusement interrompu les travaux du comité de l'ISA de sorte qu'il n'existe encore aucune norme concernant la précision et le contenu d'harmoniques du nouveau diapason. Beaucoup d'instruments ne sont pas accordés directement sur le „la“ normal, mais sur un „la“ de une ou deux octaves supérieures au diapason, de sorte que la fréquence normale doit contenir un certain nombre d'harmoniques. Si l'on admet que le ton  $la'''$  (1760 Hz) doit encore avoir une précision de  $\pm 1$  Hz, on obtient pour le ton fondamental la une précision d'environ  $\pm 0,2$  Hz. D'autre part, il faut veiller à ce que, par des températures normales de 15—25° C, la précision soit encore meilleure que  $\pm 0,3$  Hz, ce qui implique les exigences suivantes:

- 1° Fréquence:  $440 \pm 0,2$  Hz pour 20° C.
- 2° Coefficient de température:  $40 \cdot 10^{-6}$  par ° C.
- 3° Tension de sortie: 0 à 2 volts environ (réglable).
- 4° Coefficient de distorsion harmonique: environ 20% (réglable).

La réalisation des exigences 3° et 4° ne présente aucune difficulté tandis que la réalisation des exigences 1° et 2° réclame certaines mesures spéciales.

La précision exigée pour la fréquence peut être atteinte sans autre au moyen d'un bon oscillateur à quartz. Malheureusement, il est très difficile sinon impossible de trouver aujourd'hui des quartz pour les basses fréquences. L'emploi de quartz pour hautes fréquences et les subdivisions de fréquences qu'il entraîne auraient exigé un grand nombre d'étages de division et de multiplication et provoqué aussi l'établissement d'un vaste et coûteux appareillage.

Il fallut renoncer aussi à l'emploi d'un générateur à diapason parce que nous manquons d'expériences dans la fabrication de diapasons insensibles aux changements de température. Il ne restait donc pas d'autre solution que d'employer un simple générateur à lampe à réaction.

Pour obtenir la constance de fréquence nécessaire, on a pris les dispositions spéciales suivantes:

- 1° Le circuit oscillant se compose d'éléments insensibles aux changements de température et stables au point de vue de la fréquence.

a) La capacité du circuit oscillant est formée d'une batterie de condensateurs céramiques dont une partie

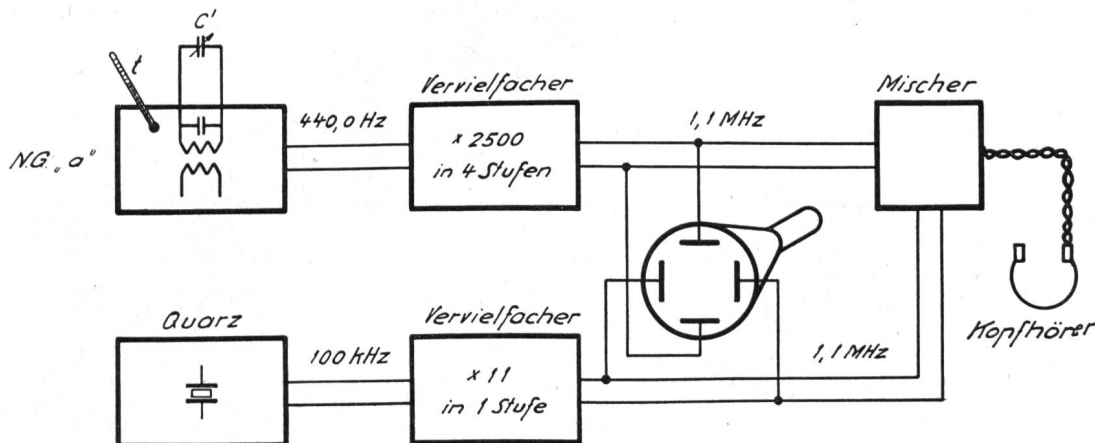


Fig. 3. Eichung des Generators. — Calibrage du générateur.



Schwingkreisinduktivität und der gesamten übrigen Schaltung kompensiert wird.

b) Aus diesem Grunde muss die Schwingkreisinduktivität nicht mehr temperaturunabhängig sein. Damit ihr Temperatureinfluss einwandfrei durch die Kondensatoren mit negativem Koeffizienten kompensiert werden kann, genügt es, dass die Abhängigkeit der Induktivität von der Temperatur *linear* ist. Unzulässig sind vor allem unregelmässige oder sprunghafte Änderungen der Induktivität. Die Praxis zeigt, dass das gewünschte Ziel durch sehr sorgfältige Wicklung, einwandfreie Imprägnierung und künstliche Alterung der Spule erreicht wird.

2. Die ganze Schaltung verwendet nur direkt geheizte Röhren, um starke Betriebserwärmungen (die immer mit der Gefahr von Frequenzschwankungen verbunden sind) von vornherein zu vermeiden. Besonders gefährlich sind in dieser Beziehung die durch heisse Röhren entstehenden, örtlich begrenzten Erwärmungen.

3. Die Betriebsspannungen des Generators sind stabilisiert, und zwar:

a) Die Anodenspannung durch eine kleine Glimmröhre.

b) Die Heizspannung durch 2 Eisenwasserstoffwiderstände.

Unter Berücksichtigung dieser Punkte gelangt man zu der in Abb. 1 dargestellten einfachen Schaltung.

Die Oszillatorröhre KF 4 erzeugt die Normalfrequenz von 440,0 Hz. Ueber einen Kopplungskondensator und ein Potentiometer wird die Verstärkeröhre KL 2 angesteuert. Das Potentiometer dient hierbei nicht zur Spannungsregulierung, sondern zur Einstellung des von den Musikern gewünschten Klirrfaktors. (Stärkeres Aussteuern der Röhre KL 2 ergibt grösseren Klirrfaktor und umgekehrt.) Von der Anode der Röhre KL 2 gelangt der Normalton über

a un coefficient de température positif, l'autre partie un coefficient de température négatif. Le nombre des condensateurs à coefficient négatif est choisi de telle façon que la somme des influences des coefficients positifs des autres condensateurs, de l'inductance du circuit oscillant et du reste du circuit soit compensée.

b) Pour cette raison, l'inductance du circuit oscillant ne doit plus être insensible à la température. Afin que sa sensibilité à la température puisse être entièrement compensée par les condensateurs à coefficient négatif, il suffit que l'inductance en fonction de la température soit *linéaire*. Sont avant tout inadmissibles les changements d'inductance irréguliers ou par bonds. La pratique montre qu'un enroulement fait très soigneusement, une imprégnation parfaite et un vieillissement artificiel de la bobine permettent d'atteindre le but cherché.

2° Sur tout le circuit, on n'utilise que des lampes chauffées directement afin de prévenir de forts échauffements risquant toujours d'entraîner des variations de fréquence. Sous ce rapport, les échauffements locaux provoqués par des lampes chaudes sont particulièrement dangereux.

3° Les tensions de service du générateur sont stabilisées:

a) la tension de plaque par un petit tube au néon,

b) la tension de chauffage par deux résistances fer-hydrogène.

En observant ces points, on obtient le simple montage représenté à la figure 1.

La lampe oscillatrice KF 4 engendre la fréquence normale de 440,0 Hz. La lampe amplificatrice KL 2 est modulée à travers un condensateur de couplage et un potentiomètre. Le potentiomètre ne sert pas à régler la tension mais le coefficient de distorsion

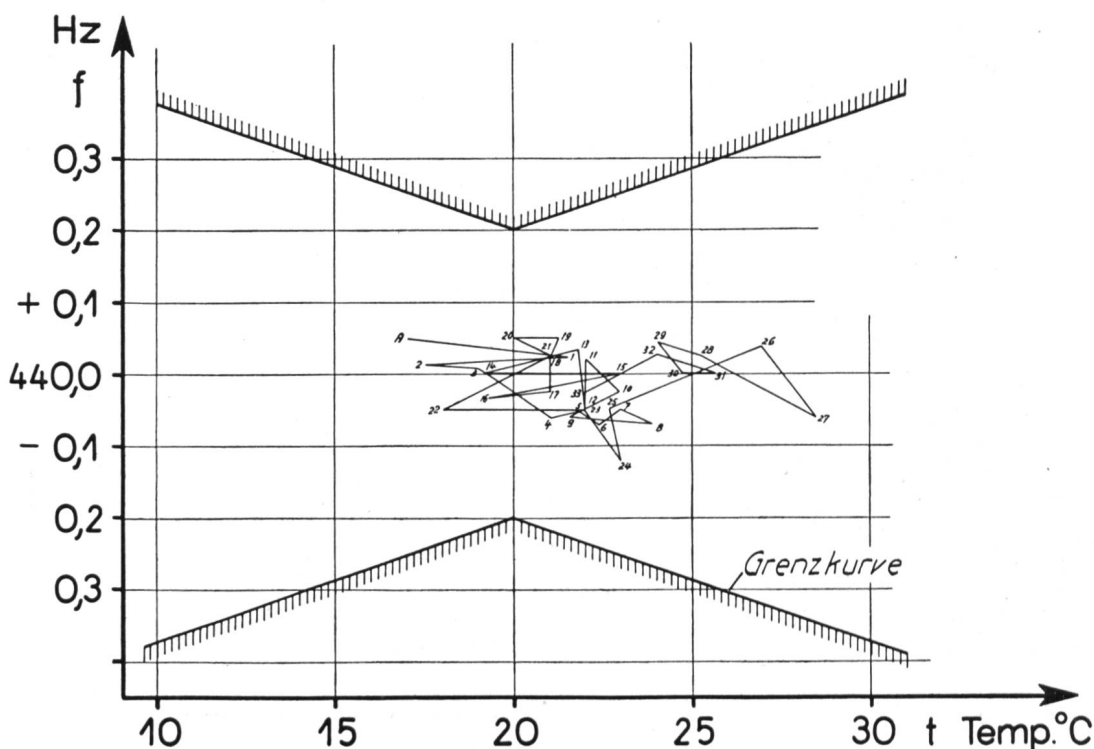


Fig. 4. Temperaturabhängigkeit der Normalfrequenz. — Fréquence en fonction de la température.



Fig. 5. Dauerversuch der Frequenzkonstanz. — Essai de durée de la fréquence.

einen Ausgangstransformator und das Lautstärkepotentiometer zu den Ausgangsklemmen. Die eingestellte Spannung ist an einem eingebauten Instrument ablesbar.

Der mechanische Aufbau des Normalgenerators, sowie dessen Netzspannungsgerät ist aus Abb. 2 ersichtlich.

Die Eichung und Kontrolle des Normalgenerators erfolgte vermittelt der in Abb. 3 dargestellten Prüfapparatur.

Die Normalfrequenz 440 Hz wurde dazu in einem vierstufigen Vervielfacher auf die Frequenz 1 100 000 Hertz gebracht. Gleichzeitig wurde die Frequenz 100 000 Hz aus einem Normalquarzgenerator in einem zweiten Vervielfacher ebenfalls auf 1 100 000 Hz gebracht. Die beiden Frequenzen von 1 100 000 Hz können nun entweder in einem Kathodenstrahl-oszillographen, oder nach der Differenzbildung in einem Kopfhörer, miteinander verglichen werden. Dabei dient der Kopfhörer hauptsächlich zur Feststellung grösserer Frequenzdifferenzen (100 bis ca. 5000 Hz), während im Oszillographen schon Differenzen von der Grössenordnung 0,1 Hz sichtbar werden.

Sind die beiden Frequenzen genau gleich, so entsteht im Oszillographen durch die an die beiden Plattenpaare gelegten Frequenzen eine stillstehende Ellipse. Weichen die Frequenzen voneinander ab, so beginnt sich die Ellipse zu drehen.

Mit einem kleinen Drehkondensator  $C'$ , der parallel dem Schwingkreiskondensator des Normalgenerators geschaltet ist, lassen sich die beiden Frequenzen durch Kontrolle am Kathodenstrahl-oszillographen leicht zur vollständigen Uebereinstimmung bringen. Da  $C'$  direkt in Hz geeicht ist, lässt sich durch Messreihen für verschiedene Temperaturen und über längere Zeiten leicht das Verhalten der Normalfrequenz feststellen.

In der Abb. 4 ist das Resultat einer solchen Messreihe aufgetragen. Die Messpunkte zeigen den Frequenzverlauf in Funktion der Temperatur und der Zeit. Von Messpunkt zu Messpunkt ist ein Zeitunterschied von ca. 24 Stunden. Die beiden gradlinigen Begrenzungen bezeichnen das Gebiet, in dem die Frequenz variieren darf, ohne dass die eingangs erwähnten zulässigen Frequenzschwankungen überschritten werden.

Diese im Laboratorium durchgeführten Versuche ergaben, dass die erreichte Frequenzgenauigkeit

harmonique désiré par le musicien. (Une plus forte modulation de la lampe KL 2 donne un plus grand facteur de distorsion harmonique et inversement.) Depuis l'anode de la lampe KL 2, le ton normal est transmis aux bornes de sortie à travers un transformateur de sortie et le potentiomètre d'intensité. Un instrument logé dans l'appareil permet de lire la tension choisie.

La construction mécanique du générateur ainsi que le dispositif de raccordement au secteur sont représentés à la figure 2.

Le calibrage et le contrôle du générateur ont été exécutés au moyen de l'appareil représenté à la fig. 3.

A cet effet, la fréquence normale de 440 Hz fut portée à 1 100 000 Hz dans un appareil multiplicateur à quatre étages. En même temps, la fréquence de 100 000 Hz d'un générateur à quartz normal était également portée à 1 100 000 Hz dans un deuxième appareil multiplicateur. Les deux fréquences de 1 100 000 Hz peuvent alors être comparées entre elles soit dans un oscillographe à rayons cathodiques, soit dans un récepteur téléphonique. Ce dernier permet surtout de constater les grandes différences de fréquence (100 à 5000 Hz environ) tandis que l'oscillographe permet déjà de lire des différences de l'ordre de 0,1 Hz.

Si les deux fréquences aux deux paires de plaques sont exactement semblables, elles engendrent dans l'oscillographe une ellipse immobile. Si les fréquences s'écartent l'une de l'autre, l'ellipse se met à tourner.

Au moyen d'un petit condensateur rotatif  $C'$ , connecté en parallèle avec le condensateur du circuit oscillant du générateur, on peut facilement faire coïncider entièrement les deux fréquences en les contrôlant à l'oscillographe à rayons cathodiques.  $C'$  étant étalonné directement en Hz, on peut, en effectuant des séries de mesures à différentes températures et pendant des durées prolongées, établir facilement la manière de se comporter de la fréquence normale.

Les résultats d'une de ces séries de mesures sont représentés à la fig. 4. Les points montrent la caractéristique de fréquence en fonction de la température et du temps. La distance d'un point à un autre représente une durée de 24 heures environ. Les deux lignes droites représentent les limites dans lesquelles la fréquence peut varier sans toutefois dépasser les tolérances déjà indiquées.

wesentlich besser ist als der ursprünglich verlangte Wert. Von ca. 17° bis 28° C beträgt die Genauigkeit  $\pm 0,1$  Hz.

Vor der endgültigen Inbetriebsetzung wurde der Generator noch einem 3 Wochen langen Dauerversuch unterworfen, wobei seine Frequenz täglich mit dem vom Deutschlandsender ausgestrahlten Normalton, dessen Genauigkeit etwa  $10^{-8}$  beträgt, verglichen wurde. Das Resultat dieses Versuches zeigt die Abb. 5. Die während dieser Zeit aufgetretenen Raumtemperaturen lagen zwischen 15 und 22° C, die Spannungsschwankungen des Lichtnetzes betrugen ungefähr  $\pm 5\%$ . Die bei diesem Betriebsversuch erreichte Genauigkeit ist besser als  $\pm 0,06$  Hertz, oder besser als  $10^{-4}$ .

Der Klirrfaktor wurde folgendermassen eingestellt:

440 Hz	100 %
880 Hz	16,5 %
1760 Hz	18,5 %
3520 Hz	4 %
7040 Hz	2,5 %

Der auf diese Weise erzeugte Normalton wird mit 1 V Spannung auf einem Anschluss des automatischen Ortsamtes Bern gegeben. Mittelst der Fernwahl kann er jederzeit von jedem Studio aus „angerufen“ werden, so dass sich die Bereitstellung besonderer Leitungen erübrigt. Ferner genügt auf diese Weise ein einziger, zentraler Generator für alle Studios, dessen Genauigkeit leicht überwacht werden kann.

Die Betriebserfahrungen zeigten sogleich den grossen Wert des eindeutigen Stimmtones, indem es sich u. a. erwies, dass die meisten Flügel, nach denen häufig gestimmt wurde, teilweise um mehrere Hz zu hoch lagen und nun einwandfrei korrigiert werden konnten. Dies ist wieder eine Bestätigung der eingangs gemachten Feststellung, dass der neue Stimmtone in Wirklichkeit nicht eine Heraufsetzung, sondern eine Erniedrigung des wirklich vorhandenen Stimmtones bedeutet.

Der neue Generator wurde von den Apparate- und Maschinenfabriken in Uster (Zürich) entwickelt und gebaut.

Ces essais faits en laboratoire ont montré que la précision de fréquence atteinte dépasse sensiblement la valeur primitivement fixée. De 17° C environ à 28° C, la précision est de  $\pm 0,1$  Hz.

Avant d'être mis définitivement en service, le générateur a encore été soumis à un essai de trois semaines, pendant lequel sa fréquence a été journellement comparée au „la“ normal diffusé par l'émetteur national allemand et dont la précision est de l'ordre de  $10^{-8}$ . La fig. 5 montre le résultat de cet essai. Pendant ce temps, la température du local a varié entre 15 et 22° C et la tension du secteur de  $\pm 5\%$  environ. La précision atteinte au cours de cet essai est meilleure que  $\pm 0,06$  Hz ou meilleure que  $10^{-4}$ .

Le coefficient de distorsion harmonique a été réglé de la manière suivante:

440 Hz	100 %
880 Hz	16,5 %
1760 Hz	18,5 %
3520 Hz	4 %
7040 Hz	2,5 %

Le ton normal engendré de cette manière est donné sous une tension de 1 volt sur un raccordement du central local automatique de Berne. Chaque studio peut „l'appeler“ à n'importe quel moment par sélection interurbaine de sorte qu'il n'est pas nécessaire de tenir pour ce but un circuit spécial à disposition. En outre, de cette manière un seul générateur central, dont la précision peut être facilement contrôlée, suffit pour tous les studios.

Les expériences faites dans l'exploitation montrèrent immédiatement l'immense importance d'un ton fondamental unique, car on constata entre autres que la plupart des pianos dont on se servait pour donner le ton étaient en fait trop haut de plusieurs Hz; on put les corriger parfaitement. Ceci confirme donc la constatation faite au début de ces lignes que le nouveau diapason ne signifie pas une hausse mais une baisse du ton utilisé en réalité.

Le nouveau générateur a été conçu et construit par la fabrique de machines et d'appareils de Uster (Zürich).

## Neue Verstärker für Aussenübertragungen.

W. Furrer, Bern, und O. Grob, Uster.

621.395.645.1

Im Jahre 1936 sind die schweizerischen Radio-Studios mit neuen tragbaren Verstärkern für Aussenübertragungen ausgerüstet worden. Aufbau und Eigenschaften dieser Verstärker sind in den „Technischen Mitteilungen“ beschrieben worden.\*) Die folgenden Jahre brachten dann nicht nur ein weiteres starkes Ansteigen der Zahl der Aussenübertragungen, sondern sie wurden auch immer komplizierter, so dass schon Anfang 1939 die Anschaffung einer neuen Serie notwendig wurde.

Die übertragungstechnischen Grundlagen hatten in der Zwischenzeit nur unwesentliche Änderungen erfahren. Die früher noch hie und da verwendeten Reissmikrophone waren inzwischen vollständig eli-

miniert worden; das ältere Tauchspulenmikrophon wurde durch den neuen kugelförmigen Typ der „Western Electric“ (630-A) ersetzt, der heute bei Aussenübertragungen sozusagen ausschliesslich verwendet wird. Ferner sind alle Studios, alle Sender und die wichtigen Verstärkerämter inzwischen mit neuen Tonmessern, entsprechend den Empfehlungen der U. I. R., ausgerüstet worden, so dass auch dieser Punkt berücksichtigt werden musste. Sodann hatten die Betriebserfahrungen gezeigt, dass eine möglichst drastische Reduktion der Grössen und Gewichte anzustreben sei. Endlich schien es wünschbar, das Gerät auch mit einer Autobatterie von 6 V speisen zu können, um es in den Reportagewagen zu verwenden.

Diese Ueberlegungen führten zur Aufstellung der folgenden Bedingungen für die neue Verstärkerserie:

\*) W. Furrer, Verstärker für Aussenübertragungen. Technische Mitteilungen Nr. 3, 1936, S. 110.