

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 103/104 (1934)
Heft: 14: Sonderheft über Hochfrequenz-Technik

Artikel: Der Kathodenstrahl-Oszillograph
Autor: Induni, G.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-83302>

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: 07.05.2025

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

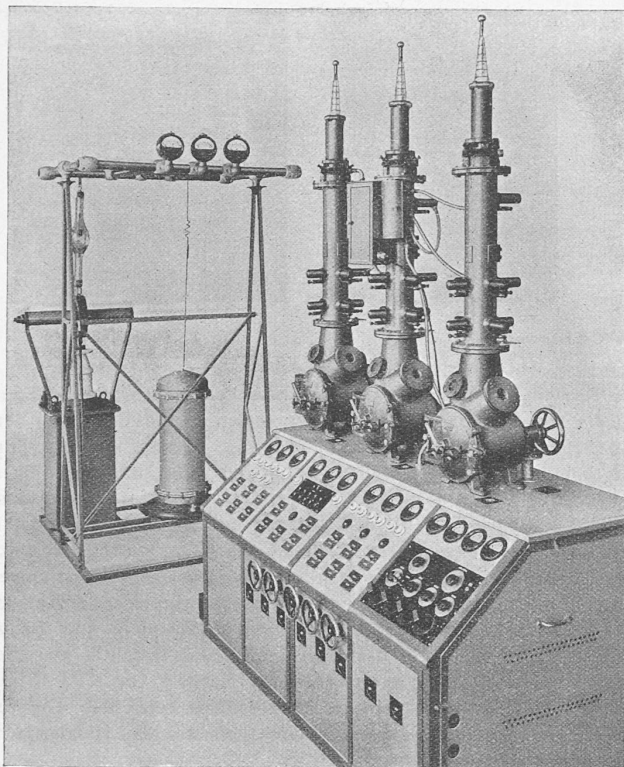


Abb. 1. Dreipoliger Kathodenstrahl-Oszillograph von Trüb, Täuber & Co., Zürich.

würde also automatisch vor der Bodenberührung in Landungsstellung gebracht, dagegen mit der Funkbake kollidieren. Die Kurven verlaufen aber in Bodennähe so flach, dass die Fahrgestellräder den Boden in 600 m Entfernung von der Bake berühren. Für die Blindlandung muss nun das Flugzeug auf die passende Feldstärkekurve gebracht werden. Dies geschieht dadurch, dass es in der vertikalen Leitstralebene nach dem Höhenmesser allmählich auf die passende Sollhöhe heruntergeht. Unter jener Stelle C, wo in der Sollhöhe die richtige Feldstärkekurve angefliegen wird, steht am Boden eine Vorsignalfunkbake, die senkrecht nach oben strahlt, dagegen waagrecht nur eine Reichweite von wenigen Metern in der Flugrichtung und etwa 200 m in der Querrichtung hat.

Beim Durchfliegen der Vorsignalwand, das akustisch und durch eine Glimmlampe angezeigt wird, stellt der Bordwart einen festen Index an seinem Feldstärkeanzeiger ein. Der Pilot bedient nun das Höhensteuer so, dass der Feldstärkeanzeiger dauernd auf diesen Index einspielt; das Flugzeug gleitet so auf der Kurve gleicher Feldstärke, d. h. der gewünschten Abstiegsbahn herunter, dass es sicher über die Höhenhindernisse hinwegkommt und mit flacher Bodenberührung landet. Ein zweites Signal gleicher Art wie das Vorsignal, gibt als „Hauptsignal“ das Passieren der Flugplatzgrenze an.⁴⁾

Eine derartige Blindlandeeinrichtung ist soeben in Dübendorf aufgestellt und vom Verfasser erprobt worden, nachdem die erste Anlage in Berlin-Tempelhof durch die Firma Lorenz und Telefunken zusammen mit dem Reichsamt für Flugsicherung entwickelt wurde. Es ist gelungen, die Wellenlängen (9 m für die Bake und 8,7 m für Vor- und Hauptsignal) für Europa zu normen, sodass überall, wo Senkrechtleitung (also Ultrakurzwellenverwendung) nötig ist, das selbe Empfängergerät verwendet werden kann und das Anzeigegerät auch in Ländern benützbar ist, die nur die Waagrechtleitung brauchen und also Langwellen sowie den normalen Bordempfänger verwenden können. Diese Normung ist natürlich Voraussetzung für die allgemeine Einführung der Landebaken auf den Hauptflug-

häfen, die für den regelmässigen und sicheren Flugbetrieb in der ungünstigen Jahreszeit unerlässlich ist.

Das Blindlanden nach der Bake will natürlich gelernt sein, sodass nur mit einer schrittweisen Ausnützung der neuen Möglichkeiten gerechnet werden kann. Zuerst wird sie gestatten, bei wesentlich geringeren Wolkenhöhen als bisher sicher herabgepeilt zu werden. Später wird in Notfällen die Blindlandung durchgeführt, und schliesslich mit zunehmender Routine betriebsmässig benützt werden. Auch die Ausnützung der Blindfluggeräte hat diese stufenweise Entwicklung hinter sich; nach dem kurzen Blindfluge zum Durchstossen von Wolkenschichten ist der dauernde Blindflug zuerst in Notfällen angewendet worden, um heute im Verkehr planmässig benützt zu werden. Nach am Steuer erworbener Erfahrung des Verfassers stellt die Blindlandung nicht höhere Anforderungen als der Blindflug.

Der Kathodenstrahl-Oszillograph.

Von Ing. G. INDUNI, Zürich.

Die elektrische Messtechnik verfügt heute über nur wenige und verhältnismässig komplizierte Instrumente zur Messung hochfrequenter Wechselströme. In den meisten Fällen wird die Messgrösse durch Umformung mit Röhrenschaltungen oder Gleichrichtern in eine andere, leicht messbare Stromart übergeführt, die dann unter Berücksichtigung entsprechender Vorsichtmassregeln mit normalen Instrumenten erfasst werden kann.

Ein Instrument, das, man darf wohl sagen für beliebige Frequenzen, eindeutige Resultate liefert, ist der Kathodenstrahl-Oszillograph¹⁾. Er besitzt als Messsystem den praktisch trägheitslosen Elektronenstrahl. Hervorgegangen aus der Braun'schen Röhre, hat ihn Dufour in Paris zu einer Vollkommenheit gebracht, die seiner praktischen Verwendung Eingang verschafft hat. Dufour hat allerdings von Anfang an seinen Apparat mit kalter Kathode und Hochspannung entwickelt, während bei andern Konstruktionen auch Glühkathoden verwendet werden.

Der Kathodenstrahl-Oszillograph mit kalter Kathode stellt das wohl vollkommenste Hochfrequenz-Messinstrument dar. Bei ihm wird der Kathodenstrahl mit hochgespanntem Gleichstrom erzeugt, der aus Wechselstrom normaler Frequenz durch Umformung mittels Gleichrichtern gewonnen wird. Der Strahl selbst ist äusserst fein und gibt getreu alle Variationen von elektrischen und magnetischen Feldern, die auf ihn einwirken, wieder. Die Spur des Strahles auf einem entsprechenden Fluoreszenzschirm kann direkt beobachtet, aber auch auf einer photographischen Platte aufgefangen und festgehalten werden. Die Diagramme erlauben eine genaue Auswertung bis zu Frequenzen von einigen 10 Millionen Hz bei einmaligen Vorgängen und bis über 100 Millionen bei periodisch sich wiederholenden Vorgängen.

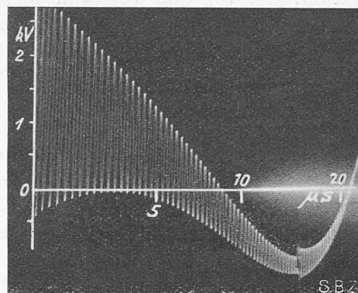
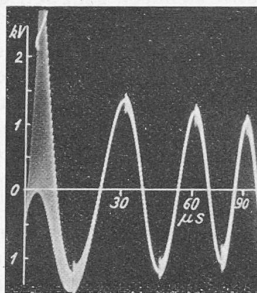
Ausser der vertikalen Ablenkung durch die zu messende Grösse erfährt der Elektronenstrahl — zum Sichtbarmachen des zeitlichen Funktionsbildes — eine horizontale Ablenkung, die durch eine von Hand oder elektrisch (in 10^{-9} sec) ausgelöste Kondensatorentladung bewirkt wird und deren Geschwindigkeit reguliert werden kann.

Der Kathodenstrahl-Oszillograph ist mit Ausnahme der Durchführungsisolatoren, die vakuumdicht sein müssen, aus Metall hergestellt. Je nach der Anzahl Stromkreise, in denen gleichzeitig Messungen vorgenommen werden sollen, können zwei oder drei Apparate kombiniert werden. Abb. 1 zeigt einen dreipoligen, von der Firma Trüb, Täuber & Co. mehrfach ausgeführten Apparat, dessen Leistungsfähigkeit die in Abb. 2 (Seite 160) dargestellten Oszillogramme illustrieren; Abb. 2b gibt die selbe Schwingung (der Sekundärspannung eines Teslatransformators) wieder wie Abb. 2a, jedoch mit Hilfe grösserer Ablenkgeschwindigkeit auseinandergezogen. Die Kurven sind nur einmalig geschrieben und geben einen Begriff von der grossen Schreibgeschwindigkeit. Man sieht, dass das Öffnen des elektrischen Verschlusses (d. h. die Kondensatorentladung) praktisch mit dem Beginn der aufzunehmenden Schwingung zusammenfiel.

Neben dem grossen Oszillograph mit kalter Kathode bauen Trüb, Täuber & Co. auch einen Glühkathodenstrahl-Oszillographen.

⁴⁾ Vgl. auch H. Fassbender, Hochfrequenztechnik in der Luftfahrt, (Springer 1932, S. 395). E. Kramer, Proc. Inst. Radio Eng. 21, 1519, 1933.

¹⁾ Einen solchen hat K. Berger entwickelt und eingehend beschrieben in der SBZ, Bd. 93, Nr. 8, S. 91*.

Abb. 2a (links) und b (rechts) μs = Millionstel Sekunden.

Kathodenstrahl-Oszillogramme.

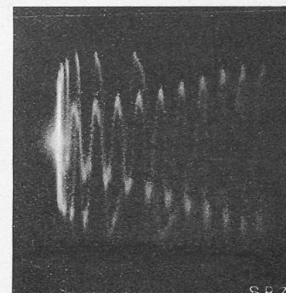
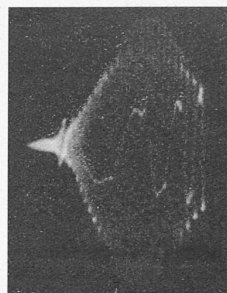


Abb. 3a (links) und b (rechts).

Bei ihm wird die Erzeugung des Elektronenstrahles durch die Erwärmung der Kathode erleichtert, sodass der Apparat mit niedrigeren Betriebsspannungen benützt werden kann. Er eignet sich speziell für technische und Tonfrequenzen und wird, zusammen mit dem dazugehörigen Gleichrichter für Lichtnetz-Anschluss, tragbar ausgeführt. Der Apparat besitzt nicht die gleiche Einrichtung zur Erzeugung der Zeitaxe, wie der grosse Oszillograph. Die damit aufgenommenen Vorgänge können aber, soweit sie periodisch verlaufen, mit einer Zeitablenkung synchronisiert werden, sodass auf dem Fluoreszenzschirm stillstehende Bilder entstehen, die bequem zu beobachten und zu photographieren sind. Abb. 3a zeigt beispielsweise das Einschwingen eines Röhrengenerators bei rd. 10000 Hz; Abb. 3b gibt (mit grösserer Schreibgeschwindigkeit) die erste Phase dieses Vorgangs wieder. Die Aufnahme dieses nichtperiodischen Vorganges wird durch periodische Unterbrechung ermöglicht, nach der sich das Einschwingen genau wie vorher wiederholt. Das Bild erscheint stillstehend und das Aufschaukeln der Schwingung kann bequem studiert werden.

Registrierung schneller Bewegungen.

Von W. MARTI, Dipl. Ing. bei Gebr. Sulzer A.-G., Winterthur.

Es sind zahlreiche Verfahren bekannt geworden, schnelle mechanische Vorgänge zu registrieren, indem man sie auf elektrischem Weg auf den Oszillographen überträgt. Auf dem Prüfstand einer Maschinenfabrik kommen jedoch nur solche Uebertragungsmethoden in Frage, welche die geringste Vorbereitung an der Maschine erfordern, gegen Erschütterungen und Verschmutzung unempfindlich sind und den zu messenden Vorgang nicht beeinflussen. Schnelle Bewegungen können nach dem Induktionsprinzip aufgezeichnet werden, doch ist ein Geschwindigkeits-Zeitdiagramm weniger anschaulich und umständlicher auszuwerten als ein Weg-Zeitdiagramm. Für Bewegungen in der Grösse von 0,1 bis 3 mm eignet sich am besten die Hochfrequenzmethode von Thomas¹⁾, die bisher erst wenig Beachtung gefunden hat. Die Schaltung kommt mit einer einzigen Elektronenröhre aus. Kapazität und Widerstand der Zuleitung von der Maschine bis zum Oszillographen (rd. 20 m) sind ohne Einfluss auf die Messung.

Ein Hochfrequenzgenerator, bestehend aus einer Elektronenröhre und einem Schwingungskreis nach Abb. 1 erzeugt die zur Registrierung erforderliche Hochfrequenzschwingung. Die Selbstinduktion besteht aus einer Spule von rund 30 mm Durchmesser mit 100 Windungen und Mittelanzapfung. Der Anodenstrom wird dem Gleichstromnetz entnommen und über eine Siebkette einem Glimmlichtstabilisator zugeführt zwecks weiterer Glättung und Konstanthaltung der Spannung.

Nähert man die Spule einer Metallwand, so werden nach Thomas in der Metalloberfläche Wirbelströme hervorgerufen; diese induzieren ihrerseits in der Spule wiederum Ströme, die vermöge ihrer Phasenverschiebung die Intensität der Hochfrequenzschwingung schwächen. Infolge dieser Wirbelstromverluste nimmt

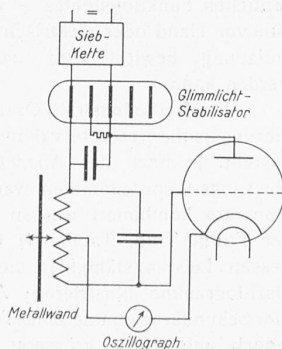


Abb. 1. Schaltschema des Hochfrequenzgenerators.

die Schwingungsamplitude mit zunehmender Annäherung der Spule an die Metallwand ab. Durch die zu registrierende Bewegung wird die Schwingungsamplitude moduliert und in der Elektronenröhre gleichgerichtet. Der Schleifenoszillograph folgt, da seine Eigenschwingung 2000 bis 10000 Hz beträgt, nur dem momentanen Mittelwert, registriert also den Abstand der Spule von der Metallwand als Weg-Zeitkurve. Die Eichung erfolgt am einfachsten durch Verschieben der Spule mit einem Mikrometer. Die Wirbelstromverluste in der benachbarten Metallwand hängen von ihrer Leitfähigkeit ab, sodass für jedes Metall eine besondere Eichkurve gilt. Bis zu einem Abstand von rd. 3 mm besteht Proportionalität zwischen Strom und Weg, doch kann man einen Bereich von etwa 10 mm ausnützen, wenn man auf eine lineare Skala verzichtet. Die Vergrößerung der Bewegung kann leicht bis auf das Hundertfache eingestellt werden.

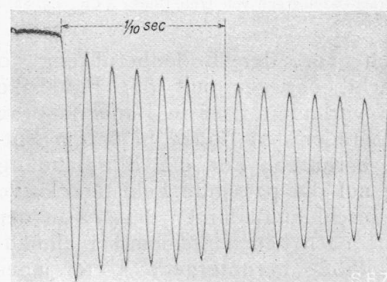


Abb. 2. Schwingung eines Stahlbandes.

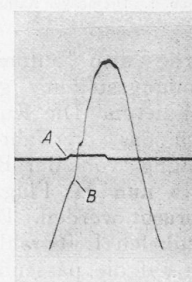


Abb. 3. Gleichzeitige Registrierung der Nadelbewegung und des Gasdrucks an einem Dieselmotor zur Bestimmung des Zündverzuges.

Abb. 2 zeigt die Schwingung eines freitragenden Stahlbandes (100 × 12 × 0,8 mm) in Form einer Weg-Zeitkurve. Da die Registrierung ohne Berührung der Stahlschwingung erfolgt, eignet sich das Verfahren zur Untersuchung der inneren Reibung von Metallen durch Aufzeichnung ihrer Dämpfungskurve. Bei Untersuchungen an Dieselmotoren wurde mit diesem Verfahren der Nadelhub registriert (Abb. 3). Durch gleichzeitige Registrierung des Gasdruckes mit einem Piezoquarzindikator und Röhrenvoltmeter erhält man den Zeitunterschied zwischen Öffnung des Brennstoffventils (A) und dem Druckanstieg (B).

Es bestehen keine Schwierigkeiten, mehrere Hochfrequenzgeneratoren aus dem selben Netzanschluss zu speisen, um mehrere Bewegungen gleichzeitig zu erfassen. Zum Beispiel können bei Erschütterungsmessungen mehrere Bewegungskomponenten synchron abgebildet werden, indem eine entsprechende Anzahl Spulen, die den Erschütterungen folgen, einem federnd aufgehängten Metallkörper gegenübergestellt werden.

Das Thyatron.

Von Priv.-Doz. Dr. G. HERZOG, London.

Unter einer Thyatronröhre wird eine Dreielektrodenröhre verstanden, deren mechanischer Aufbau sich nicht wesentlich von dem einer Triode (Radioröhre) unterscheidet. Der Glaskolben des Thyatrons enthält eine Elektronen emittierende Kathode, ein Steuergitter und eine Anode. Während aber die gewöhnliche Triode auf höchstes Vakuum ausgepumpt wird, erhält das Thyatron eine Gasfüllung (Edelgase, meistens Quecksilberdampf), welche die völlig verschiedenen Eigenschaften des Thyatrons gegenüber der Triode bedingt:

¹⁾ The Engineer 1925 Bd. 139, S. 102.