

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 58 (1967)
Heft: 19

Rubrik: Mitteilungen SEV

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: 23.02.2026

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

100 Jahre dynamoelektrisches Prinzip — 100 Jahre

Elektromaschinenbau

621.313.322-81

[Nach W. Leukert: 100 Jahre dynamoelektrisches Prinzip — 100 Jahre Elektromaschinenbau, VDE-Fachberichte 24(1966), S. 13...19]

Neben der Frühgeschichte elektrischer Maschinen und der Entdeckung bzw. der Bedeutung des dynamoelektrischen Prinzips als Grundlage für die Erzeugung elektrischer Energie, ist die Entwicklung des Turbogenerators seit 1940 von besonderem Interesse. Durch Verbesserung der Verlustwärmeabfüh-

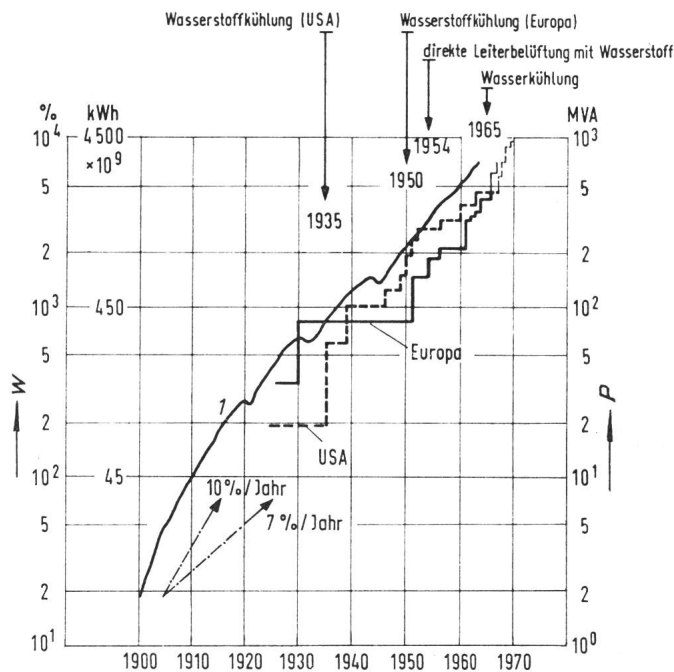


Fig. 1

Erzeugung der elektrischen Energie der Welt seit 1900 und Höchstleistungen zweipoliger Turbogeneratoren

W Energie der Welt; P Einheitenleistung

— Entwicklung der elektrischen Energieerzeugung der Welt; — — — Zuwachsraten; — — — Höchstleistungen von Turbogeneratoren in Europa; — — — — — Einheitenleistung von zweipoligen wasserstoffgekühlten Maschinen in den USA

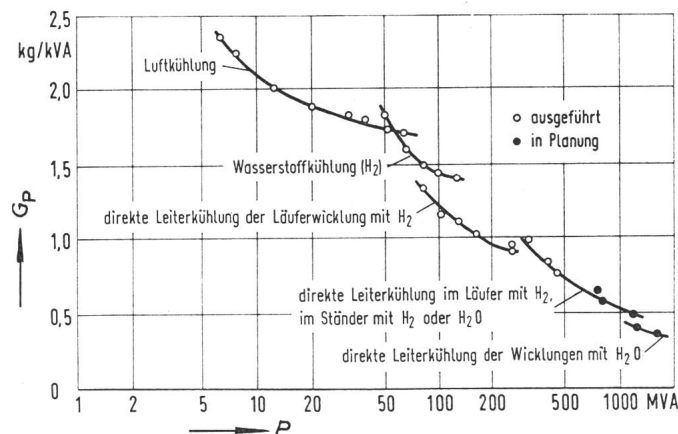


Fig. 2

Entwicklung des Leistungsgewichtes von Turbogeneratoren

G_P Leistungsgewicht; P Leistung

rung ist es gelungen, die Einheitenleistungen der Turbogeneratoren fortlaufend dem wachsenden Energieverbrauch der Welt anzupassen (Fig. 1).

Durch die Einführung der direkten Leiterkühlung konnte die ausführbare Höchstleistung von Turbogeneratoren wesentlich gesteigert werden. Gebaut wurden bis heute Turbogeneratoren bis etwa 600 MVA, wobei man als ausführbare Grenzleistung beim heutigen Stand der Technik 1600 MVA schätzt: Ständer- und Läuferwicklung wassergekühlt. Das Gewicht von Turbogeneratoren in Funktion der Einheitenleistung ist stark von den verschiedenen Kühlungsarten abhängig (Fig. 2). Gewichte von

etwa 2 kg/kVA werden durch die Einführung der direkten Leiterkühlung auf etwa 0,5 kg/kVA und weniger verringert.

B. G. Eissler

Entwurf von Abtastregelungen

62-551.2

[Nach O. Föllinger: Entwurf von Abtastregelungen, ETZ-A 88(1967)6, S. 150...155]

Zu Ausgang des Krieges und in der unmittelbaren Folgezeit wurden Abtastfragen vor allem im Zusammenhang mit Ortungsproblemen behandelt. Seit Ende der 50er Jahre steigerte sich das Interesse mit der zunehmenden Verwendung von Prozessrechnern zur Lösung regeltechnischer Aufgaben. Die damals erschienenen Lehrbücher behandelten Abtasttheorien mit Hilfe komplexer Transformationen; speziell wurde in der amerikanischen Literatur die z-Transformation bevorzugt. In der neueren Entwicklung gewinnen Untersuchungen im Zeitbereich an Boden, wobei vorwiegend Betrachtungen im Zustandsraum des Systems durchgeführt werden. Dies ist dann notwendig, wenn nichtlineare Abtastsysteme, bedingt zumeist durch die Begrenzung der Stellgröße, behandelt werden. Die Abtastoperation erzeugt aus der kontinuierlichen Eingangsfunktion einen Treppenzug durch die Messung der Regelgröße zu bestimmten, äquidistanten Zeitpunkten. Das Entwurfsziel besteht darin, einen Regler, dem ein Führungssprung

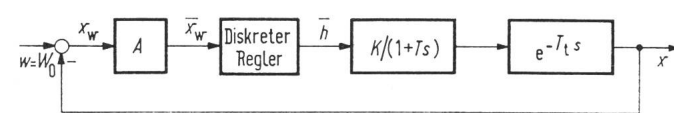


Fig. 1

Beispiel einer Abtastregelung

aufgeschaltet wird, möglichst schnell auf diesen Führungswert zu bringen und dort festzuhalten; ein prinzipieller Unterschied zum konventionellen Regler, der dieses Ziel theoretisch erst nach unendlich langer Zeit erreicht.

Beim konventionellen Regler verbindet eine Differentialgleichung mit dem Differentiationsoperator s Ein- und Ausgangsgrößen. An dessen Stelle tritt beim diskreten Regler ein «Verschiebungsoperator» $v=e^{-Ts}$ wobei eine Differenzengleichung entsteht. Im typischen Beispiel der Fig. 1 soll der diskrete Regler so ausgelegt werden, dass damit eine endliche Einstellzeit erreicht wird. Die geometrischen Verhältnisse der Fig. 2 (die Totzeit wird zunächst vernachlässigt, sie wirkt sich als Zeitverschiebung aus ohne die Funktionswerte zu beeinflussen) erlauben die Berechnung der Stellparameter h_0 und h_1 so, dass vom Zeitpunkt $t=T$ ab die Regelgröße x identisch mit der Führungsgröße W_0 wird. Das Kriterium der endlichen Einstellzeit garantiert automatisch einen stabilen geschlossenen Kreis mit günstigem Störverhalten. Wird die Übergangsfunktion des Abtastreglers in eine Differenzengleichung umgewandelt, so kann sie auf einem Prozessrechner

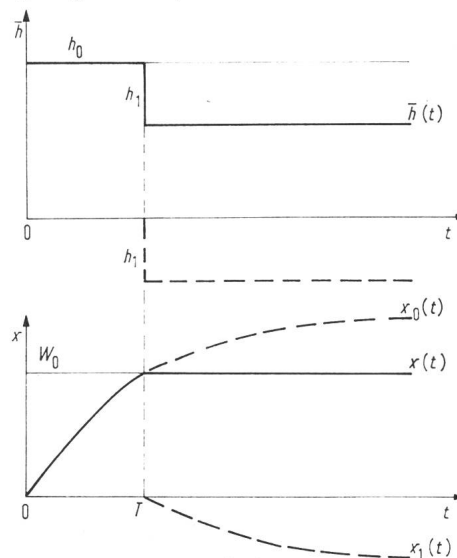


Fig. 2

Bestimmung der Stellparameter h_0 und h_1 der Stellfunktion h für eine endliche Einstellzeit T

(Totzeit T_t zunächst vernachlässigt)

unmittelbar programmiert werden. Eine Realisierung mit analogen Mitteln ist möglich, wenn die Differenzengleichung durch eine ganz entsprechende Schaltung wie eine Differentialgleichung wiedergegeben wird, wobei der Verschiebungsoperator v den Integrationsoperator ersetzt, was durch zweimalige Abtastung

erreicht wird. Eine einfachere Lösung basiert auf dem Grundgedanken die Übertragungsfunktion des Reglers, die ja eine rationale Funktion von v ist, in Partialbrüche zu zerlegen und durch einfache Netzwerke mit einem einzigen nachgeschalteten Abtastglied zu verwirklichen. *H. Baumann*

Nachrichten und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

Erzeugung von Zufallszahlen mit dem Computer

681.323 : 519.242.332

[Nach R. P. Chambers: Random-number generation on digital computers. IEEE Spectrum 4(1967)2, S. 48...56]

Zur Lösung von Problemen der Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung benötigt man Folgen von Zufallszahlen (random-numbers). Die Wahrscheinlichkeit, als nächste Zahl aufzutreten, ist für alle Zahlen des definierten Bereichs gleich gross. Die Lösungsmethode unter Benutzung zufällig herausgegriffener Zahlenwerte nennt man Monte-Carlo-Methode. Man löst damit Probleme der Reaktorberechnung, der statistischen Mechanik, der Strategie, sowie Studien der Verkehrstheorie, der Bevölkerungszunahme usw. Auch Probleme, die nicht unmittelbar statistischer Natur sind, können mittels Zufallszahlen gelöst werden. Wenn man z. B. die Fläche einer komplizierten zweidimensionalen Figur herausfinden will, kann man probieren, wieviel zufällig herausgegriffene Punkte ins Innere der Figur fallen. Das Resultat ist ungenau. Man kann aber den Fehler beliebig klein machen. Um die Genauigkeit um den Faktor 10 zu steigern, benötigt man 100mal mehr Zufallspunkte. Die numerische Lösung komplizierter n -dimensionaler Probleme ist oft nur nach dieser Methode möglich.

Zufallszahlen können durch Benutzung physikalischer, zufällig ablaufender Prozesse erzeugt werden (radioaktiver Zerfall, thermisches Rauschen). Bei Computerberechnungen benötigt man aber sehr viele Zufallszahlen, so dass es praktisch ist, sie im Computer intern herzustellen. Das Problem besteht darin, eine Beziehung (Rekursionsformel) zu finden, welche eine möglichst zufällige Folge von ganzen Zahlen mit einer möglichst langen Periode in einer minimalen Rechenzeit liefert. Jede neue Zufallszahl wird aus einer oder mehreren der vorherigen berechnet.

Die «Quadratmitte-Methode» (mid-square) beginnt mit x_0 , bildet x_0^2 , lässt die beiden hintersten Ziffern weg, die nächsten 4 Ziffern stellen die neue Zufallszahl x_1 dar. Mit dieser Zahl wird weitergerechnet. (Beispiel: $x_0 = 7917$, $x_0^2 = 62\,678\,889$, $x_1 = 6788$). Die Methode ist analytisch schwierig überblickbar. Es können Schleifen auftreten, d. h. die gleiche Zahl wiederholt sich dauernd.

Eine neuere Methode (congruential method) benützt 3 Parameter a , b , c . Die alte Zufallszahl x_0 wird mit a multipliziert, zu b addiert und dann durch c dividiert. Der Rest der Division ist die neue Zufallszahl x_1 . (Beispiel: $a = 7$, $b = 1$, $c = 25$, $x_0 = 3$, $x_1 = (7 \cdot 3 + 1) : 25 = 0$, Rest 22, $x_1 = 22$.) Diese Methode kann einfach analysiert werden. Es ist möglich, die Periode zu berechnen; sie kann nicht grösser werden als c . Die Parameter werden so gewählt, damit möglichst grosse Geschwindigkeit, gutes statistisches Verhalten und eine lange Periode erhalten wird. Eine vorteilhafte Wahl ist z. B.: $a = 2^{18} + 1$, $b = 3$, $c = 2^{35}$.

H. P. von Ow

Das Radiospektrum unterhalb 550 kHz

621.396.029.51

[Nach T. L. Greenwood: The radio spectrum below 550 kHz. IEEE Spectrum 4(1967)3, S. 121...123]

Tiefe Frequenzen werden in Weitverkehrsverbindungen viel mehr benützt, als häufig angenommen wird. Die ersten drahtlosen Weittelegraphieverbindungen wurden mit diesen langen Wellen hergestellt (z. B. 1918: erste Verbindung Europa-Australien mit 200 kW Sendeleistung, Frequenz 21 kHz). Experimentell wurde festgestellt, dass die Dämpfung der Atmosphäre proportional zur Frequenz zunimmt. Deshalb versuchte man möglichst tiefe Frequenzen zu benützen, die aber grosse Antennen und Sendeleistungen erfordern. Atmosphärische Störungen verunmöglichen die Verwendung tiefster Frequenzen. In Bezug auf Störabstand ist der Bereich um 50 kHz am günstigsten. 1920 wurden vor allem Frequenzen zwischen 12 und 20 kHz verwendet. Erst 1925 fand man die hervorragenden Eigenschaften der Kurzwellen für Weitverkehrsverbindungen. Die Entwicklung erfolgte daher fast ausschliesslich in Richtung der hohen Frequenzen.

Die tiefen Frequenzen werden heute dank kleiner Dämpfung, wenig Fading und Unempfindlichkeit gegen magnetische Stürme für verschiedene Spezialzwecke verwendet. Zum Beispiel ist die Verbindung mit untergetauchten Unterseebooten nur mit sehr langen Wellen möglich. Das Band 10...14 kHz ist heute reserviert für Navigationssysteme über grosse Distanzen. Normalfrequenzsender liegen im Band 20...60 kHz. Radionavigationssysteme für Flugzeuge (Decca, Loran etc.) benützen Frequenzen von 70...130 kHz. Diese Sender können durch das charakteristische Signalprogramm erkannt werden. Der Schiffsverkehr benützt verschiedene Teile des Langwellenbandes. 100...150 kHz verwenden Sender, welche Nachrichten, Wettervorhersagen usw. an Schiffe weitergeben. Das Radiotelegraphieband für den Schiffsverkehr ist 418...535 kHz. Normale Langwellensender arbeiten im Bereich 150...285 kHz. Sie haben eine ziemlich grosse Reichweite. Unter günstigen Bedingungen können die starken europäischen Sender auch in den USA empfangen werden. Im Band 200...400 kHz liegen ausserdem Radioleuchtfener für Flugzeuge.

Im Radiospektrum unterhalb 550 kHz treten auch verschiedene Störsignale auf, die den Empfang verunmöglichen können. z. B. Oberwellen der Zeilenfrequenz von Fernsehapparaten etc. Äussere Kreuzmodulationseffekte zwischen starken Sendern können erhebliche Störungen im Langwellenband verursachen.

H. P. von Ow

Satelliten Verstärkersystem für verbesserte

Luft-Bodenverbindungen 621.375 : 621.396.946

[Nach J. J. Sparagna und D. F. Clinton: Satellite Repeater System for Advanced Aircraft/Ground Communications. IEEE Transactions on Vehicular Communications, Oct. 1966 Vol. VC-15(1966)2, S. 1...7]

Mit Hilfe normaler Frequenzen ist die steigende Dichte der Datenübertragung zur Flugüberwachung nicht mehr möglich. Durch Steigerung der Übertragungsfrequenzen lassen sich viele neue Übertragungskanäle bereitstellen. Damit ist aber gleichzeitig die Bedingung der direkten Sicht zwischen Bodenstelle und Luftfahrzeug verbunden. Dies würde in einem zukünftigen Überschallverkehr bedeuten, dass die Flugzeuge nur weniger als 12 min durch die Kontrollstelle am Start- bzw. Landeplatz erfasst werden können. Die Installierung eines mit der Erdumdrehung synchron umlaufenden Satelliten über dem Atlantik würde es erlauben, den Verkehr eines Flugzeuges von seinem Starten bis zu seinem Landen lückenlos zu kontrollieren.

Der Satellit dient sowohl zur Übertragung des Funkverkehrs Flugzeug-Bodenstation wie umgekehrt. Um gleichzeitig auf mehreren Kanälen arbeiten zu können ist ein Verstärker erforderlich, der grosse Bandbreite zur gleichzeitigen Verstärkung mehrerer, auf verschiedenen Trägerwellen ankommenden Signalen aufweist. Dazu wird eine Wanderfeldröhre als Reflexverstärker verwendet. Der Nachteil, dass infolge der Reflexschaltung nur die halbe Bandbreite des Verstärkers zur Verfügung steht, wird durch die grosse Einsparung an Platz und Gewicht, für diesen Anwendungsfall von grosser Bedeutung, wettgemacht. Um an Leistung zu sparen, sorgt ein selektiver Leistungsbegrenzer, dass für jeden Kanal nur jene Sendeleistung zur Verfügung steht, die erforderlich ist, um eine einwandfreie Übertragung zu gewährleisten. Dadurch können die zur Energieversorgung dienenden Sonnenzellen kleiner gehalten werden, was wiederum an Gewicht spart.

Versuche im Laboratorium an diesem Verstärker haben gezeigt, dass die gegenseitige Beeinflussung der einzelnen Kanäle selbst bei Überlastung des Leistungsendverstärkers sehr gering ist. Im Normalbetrieb ist die gegenseitige Beeinflussung überhaupt vernachlässigbar. Die Zuverlässigkeit des Systems ist entsprechend dem besonderen Verwendungszweck sehr gross. Die mittlere Zeit zwischen zwei Fehlern beträgt 33 500 h.

Im Ganzen wurde durch diese Versuche bestätigt, dass der Reflexverstärker auf Grund seiner Eigenschaften für ein zukünftiges Luftüberwachungssystem bestens geeignet ist. *W. Sterling*