Resonanz und Mitnahmeeffekt an rückgekoppelten Verstärkersystemen, welche nur Kapazitäten und Widerstände oder nur Induktivitäten und Widerstände enthalten

Autor(en): **Tank, F. / Zelwer, L.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Helvetica Physica Acta**

Band (Jahr): **3 (1930)**

Heft V-VI

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-109808

Nutzungsbedingungen

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

Haftungsausschluss

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

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

http://www.e-periodica.ch

Resonanz und Mitnahmeeffekt an rückgekoppelten Verstärkersystemen, welche nur Kapazitäten und Widerstände oder nur Induktivitäten und Widerstände enthalten

von **F. Tank** und **L. Zelwer.**

(23. VI. 30.)

Zusammenfassung: Rückgekoppelte Verstärkersysteme, welche nur Kapazitäten und Widerstände, oder nur Induktivitäten und Widerstände besitzen, können ähnlich wie eigentliche Schwingungskreise bei Fremderregung Resonanz oder — im Falle der Selbsterregung — Mitnahmeeffekt aufweisen.

§ 1.

In einer früheren Notiz[1]) wurde gezeigt, dass bei unsymmetrischer Kopplung (Einbau eines Verstärkers) und geeigneter Schaltung (Rückkopplung) in Systemen, welche nur Kapazitäten und Widerstände, oder nur Induktivitäten und Widerstände besitzen, Schwingungen auftreten können. Solange der Arbeits-

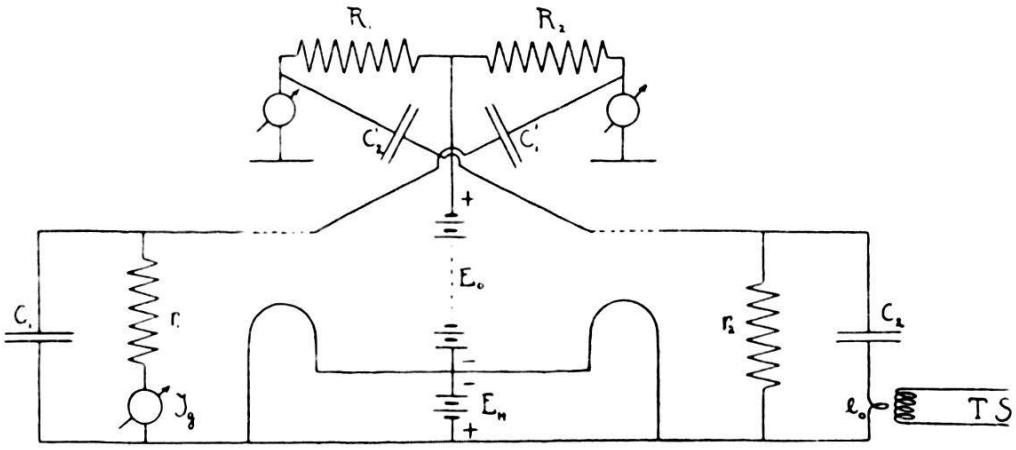

Fig. 1. Multivibrator von Abraham und Bloch.

punkt auf einem linearen Gebiet der Verstärkercharakteristik sich bewegt, sind diese Schwingungen sinusförmig und ihrem Charakter nach eigentliche Eigenschwingungen, so z. B. im Falle des gedämpften Abklingens oder bei ganz schwacher Selbsterregung. An Stellen scharfer Krümmung der Verstärkercharakteristik oder bei grossen Amplituden treten jedoch starke Ab-

[1]) F. Tank und K. Graf, Helv. Phys. Acta **1**, 508, 1928.

weichungen von der Sinusform ein, insbesondere wird die Frequenz amplitudenabhängig. Die Schwingungen erhalten dann den Charakter von Kippschwingungen, deren Form und Periodendauer durch die Gestalt der Charakteristik erzwungen ist. Diese verschiedenen Möglichkeiten sind mathematisch durch die Linea-

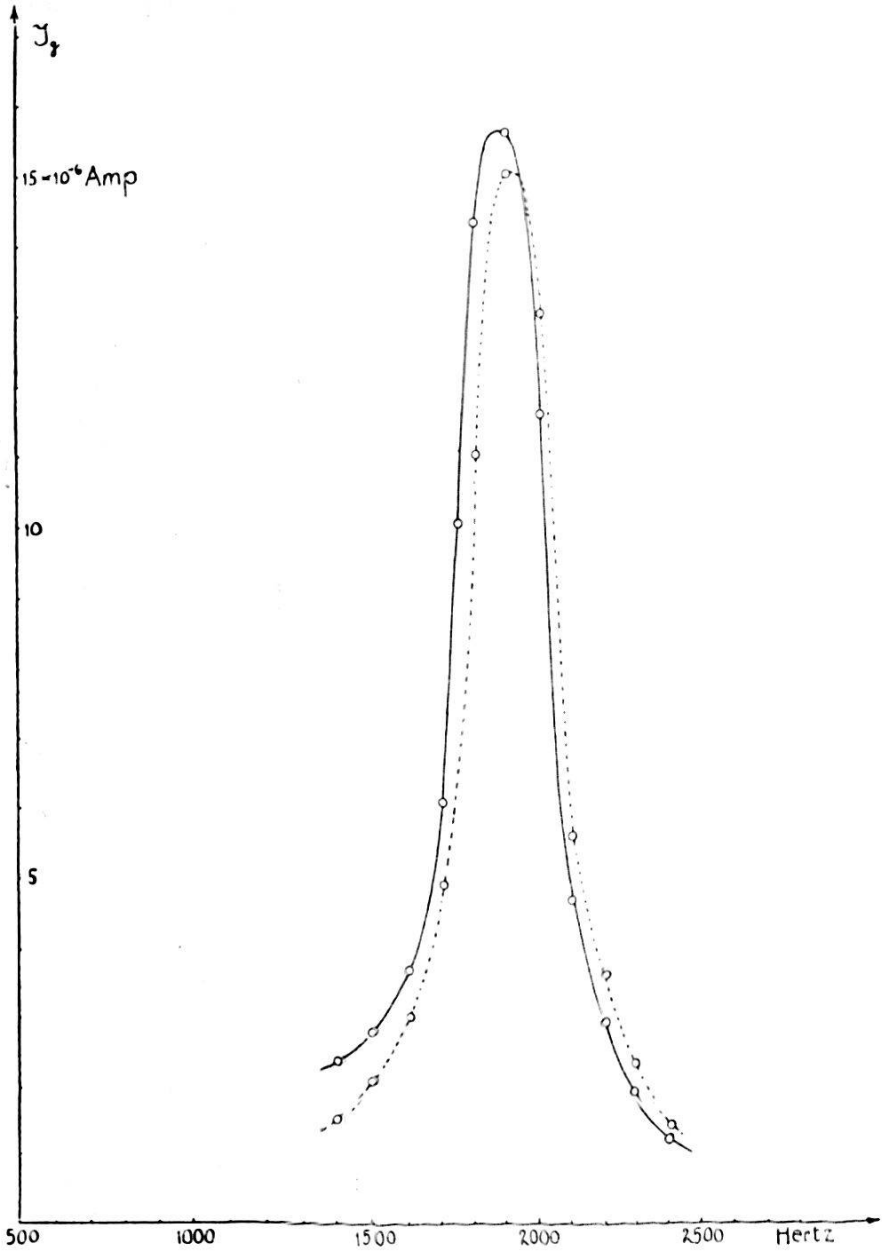

Fig. 2.
„Resonanzkurven" in der Multivibratorschaltung bei fehlender Selbsterregung.

rität bzw. Nichtlinearität der zugrunde liegenden Beziehungen begründet. Man könnte also auch von Schwingungen vom linearen und vom nichtlinearen Typus sprechen. Verhalten sich die von uns betrachteten Systeme im „linearen Gebiete" wie eigentliche Schwingungskreise, so müssen sie unter der Einwirkung einer fremden aufgeprägten elektromotorischen Kraft die Er-

:heinungen der Resonanz oder — bei Selbsterregung — des [itnahmeeffektes aufweisen. In der nachstehenden kurzen Mit-:ilung soll gezeigt werden, dass diese Folgerungen in der Tat zu :echt bestehen.

§ 2. Resonanzkurven in gedämpften Systemen.

Zur Untersuchung wurde die bekannte Multivibratorschaltung on ABRAHAM und BLOCH[1]) verwendet, deren Einzelheiten aus em Schaltungsschema Fig. 1 hervorgehen.

Ein geeichter Überlagerungstonsummer von SIEMENS & [ALSKE ($T\,S$, Fig. 1), der lose mit dem Gitterkreis der einen :öhre gekoppelt war, lieferte die Fremderregung. Im Gitter-reis der anderen Röhre war ein Galvanometer eingeschaltet,

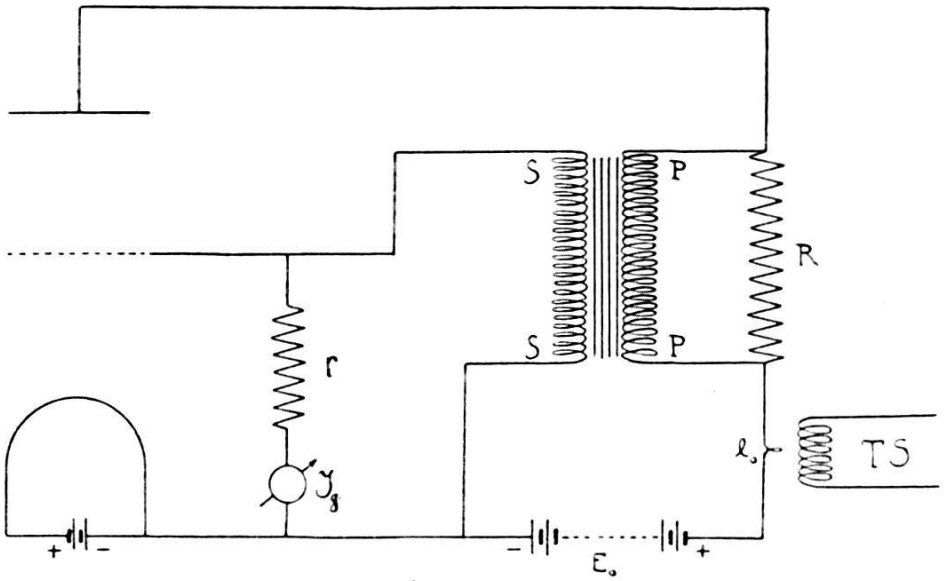

Fig. 3. Transformatorschaltung.

essen Ausschläge (J_g) als ein relatives Mass für die vorhandenen :chwingungsamplituden dienten. Der Multivibrator wurde durch Vahl der Widerstände so einreguliert, dass er sich gerade unter-alb der Grenze der Selbsterregung befand, also stark vermin-erte Dämpfung besass; der Gitterstrom war dann noch gering. Vurde nun der Tonsummer in Betrieb gesetzt und seine Frequenz ontinuierlich variiert, so ergaben sich als Resultat die Resonanz-urven[2]) Fig. 2.

---

[1]) ABRAHAM und BLOCH, Ann. de Physique, **12**, 237, 1919; vgl. auch F. TANK nd K. GRAF, l. c. S. 515.

[2]) Vgl. auch H. G. BAERWALD, Archiv für Elektrotechnik, **22**, 91, 1929.

Deutlich zeigt sich, dass bei geringerer Eigendämpfung, d. h. in diesem Falle bei höheren Widerstandswerten (ausgezogene Kurve, $r_2 = 3100\ \Omega$), die Resonanzkurve ein etwas höheres Maximum besitzt, welches zugleich auch nach der Seite niedrigerer Frequenzen verschoben ist. Bei kleineren Widerstandswerten (ge-

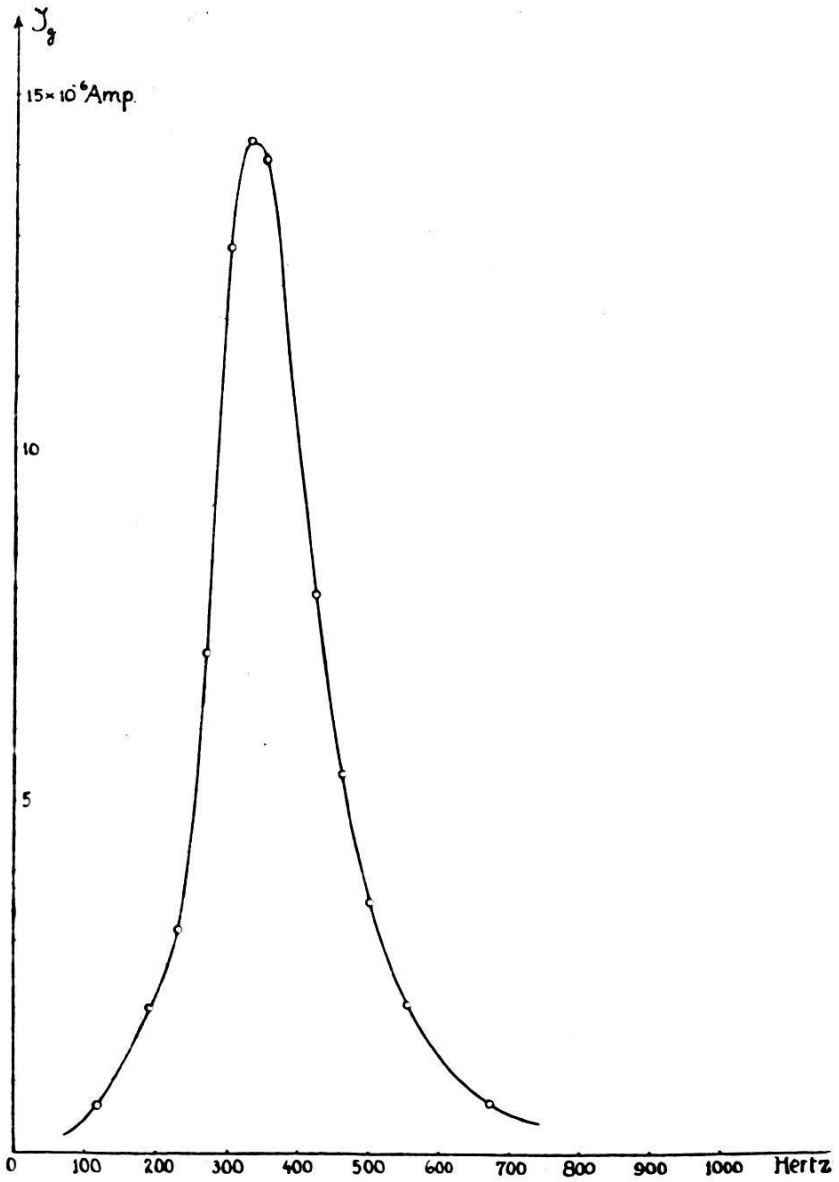

Fig. 4.

„Resonanzkurve" in der Transformatorschaltung bei fehlender Selbsterregung.

strichelte Kurve, $r_2 = 3000\ \Omega$) liegt die Resonanzkurve rechts davon und ist weniger hoch. Dieses Verhalten lässt sich theoretisch ohne weiteres voraussehen.

Ähnliche Kurven lassen sich mit der Transformatorschaltung Fig. 3 erzielen, wofür ein Beispiel in Fig. 4 dargestellt sein möge.

§ 3. Mitnahmeeffekt an selbsterregten Systemen.

Der schwach schwingende Multivibrator verhält sich bei remderregung wie ein Röhrengenerator mit loser Rückkoppelung, em eine fremde periodische elektromotorische Kraft aufgedrückt ird. Bei Annäherung an die Resonanzlage beobachtet man zu-

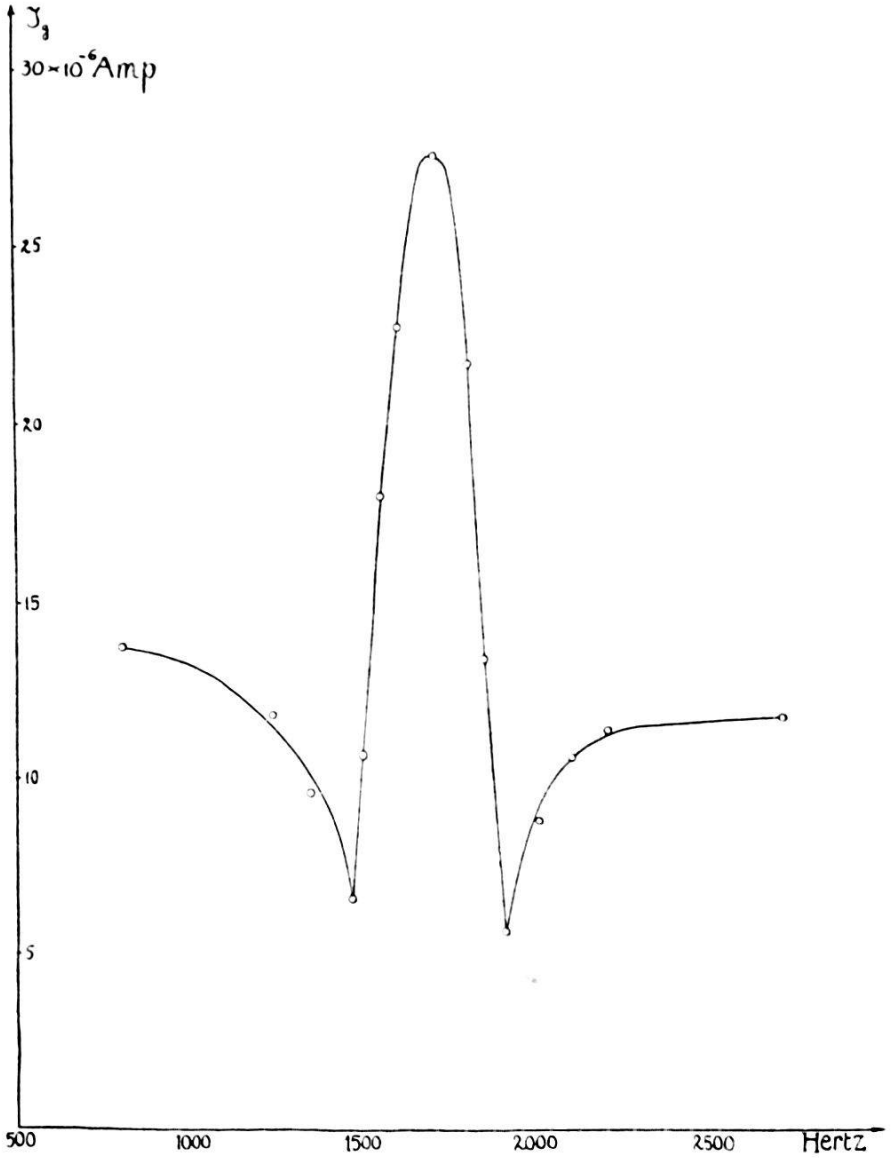

Fig. 5. „Resonanzkurve" in der Multivibratorschaltung bei Selbsterregung (Mitnahme-Effekt).

ıächst Schwebungen, die an bestimmter Stelle plötzlich abreissen, ım einem Synchronismus von Fremderregung und Generator-requenz Platz zu machen (Mitnahmeeffekt[1]). Die erzwungene Schwingung ist dann so stark geworden, dass infolge ihrer grossen

[1]) H. G. Möller, Jahrb. d. drahtl. Telegr. **17**, 256, 1921. — J. Golz, Jahrb. l. drahtl. Telegraphie, **19**, 281, 1922. — A. Andronow und A. Witt, Archiv ür Elektrotechnik, **24**, 99, 1930.

Amplituden die mittlere Steilheit unter jenen Wert gesunken ist, der zur Selbsterregung der Generatoreigenschwingung notwendig ist. Es entsteht eine Art Resonanzkurve, scharf begrenzt durch zwei Knickpunkte, an welchen die Schwebungen aufhören bzw. beginnen. Zum Vergleiche diene das Beispiel Fig. 5.

Verwickelter gestalten sich die Verhältnisse, wenn es sich um Fremderregung mehrwelliger Systeme handelt, oder wenn starke Rückwirkungen auf den fremderregenden Generator vorliegen. Die auftretenden Erscheinungen lassen sich jedoch folgerichtig in Parallele stellen zum Verhalten gekoppelter Schwingungskreise.

Physikalisches Institut der Eidg. Techn. Hochschule, Zürich