

Prom. Nr. 3366

Quotientenmessgerät für Wechselspannungen mit rasch ändernder Amplitude

Von der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN
HOCHSCHULE IN ZÜRICH

zur Erlangung
der Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften
genehmigte

PROMOTIONSARBEIT

vorgelegt von
ARNOLD SCHELLENBERG
dipl. El. Ing. E. T. H.
von Zürich

Referent: Herr Prof. H. Weber
Korreferent: Herr Prof. Dr. G. Epprecht

Juris-Verlag Zürich
1963

1. EINLEITUNG

Der Bedarf an Nachrichtenkanälen hat in den letzten Jahren derart stark zugenommen, dass von jedem Uebertragungssystem eine möglichst rationelle Ausnützung der verfügbaren Bandbreite gefordert werden muss. Aus diesem Grunde geht die Tendenz der heutigen Entwicklung in der Richtung von Systemen mit der grösstmöglichen Anzahl Nachrichtenkanäle pro Leitung oder HF-Kanal. Daraus ergibt sich eine Verschärfung der Anforderungen an die Messmethoden für Entwicklung und Fabrikationsprüfung.

Die hohe Messgenauigkeit allein genügt nicht; ein Messverfahren mit grossem Zeitaufwand pro Messpunkt wie z. B. die Impedanzmessung mittels Messleitung widerspricht der heute notwendigen Arbeitsrationalisierung. Rasche Messungen von Betriebsübertragungsmass und Reflexionskoeffizient nach Betrag und Phase führen zu Messverfahren nach der Frequenzwobbelmethode.

Absolutmessungen mit der Frequenzwobbelmethode erfordern nebst einem konstanten Generatorausgang (z. B. geregelt mit elektronisch gesteuertem Ferritabschwächer) einen Messempfänger hoher Temperaturkonstanz. Beide Schwierigkeiten lassen sich durch Verwendung eines Quotientenmessgerätes umgehen.

Ein in den USA entwickeltes Quotientenmessgerät (Ratiometer HP416A) basiert auf der Messung von phasenverschobenen Signalen. Aus der Referenzspannung U_x und der um 90° phasenverschobenen Messspannung U_y entstehen durch Vektoraddition die beiden Spannungen U' und U'' , deren Phasenverschiebung nur vom Quotienten der beiden Signale abhängt (Fig. 1-1). Die Umwandlung der Phasenverschiebung in eine Gleichspannung erfolgt durch Impuls-Breitenmodulation und Mittelwertbildung.

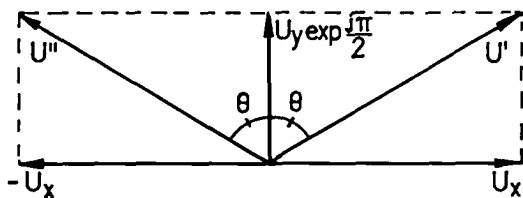


Fig. 1-1 Messprinzip zu Ratiometer HP416A

Phaseninformation sowie das dem Quotienten proportionale Mess-Signal gehen bei diesem Verfahren verloren. Für Anwendungen, in denen das beschriebene Verfahren aus diesem Grunde nicht in Frage kommt, wurden an der TH München und an der ETH Zürich zwei Quotientenmessgeräte entwickelt, die auf dem Prinzip des geregelten Verstärkers basieren. Deren Funktionsweise ist aus Fig. 1-2 ersichtlich. Bei einer Regeldug auf konstantes Ausgangssignal x_a folgt für die Verstärkung:

$$v = \frac{x_a}{x_e} \approx \frac{c}{x_e}$$

Bei einer Uebertragung des Referenzsignals x und des Mess-Signals y über den gleichen Verstärker erscheint das Quotientensignal als Wechselspannung am y -Ausgang:

$$y_a = v \cdot y_e = c \frac{y_e}{x_e}$$

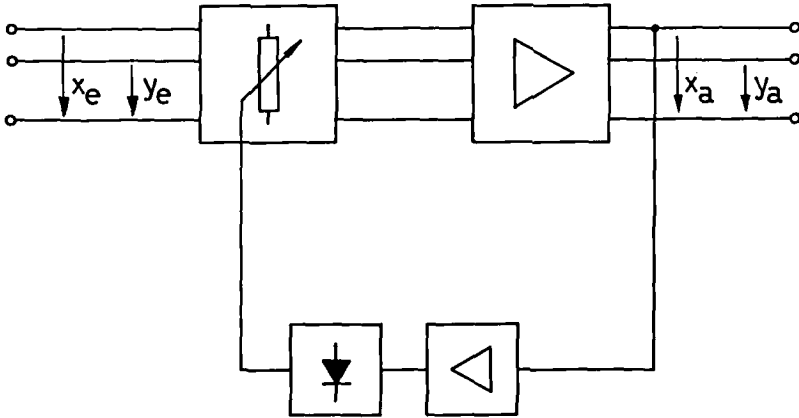


Fig. 1-2 Funktionsschema zu Quotientenmessgerät

Das an der TH München entwickelte Röhrengerät [1, 2] dient zur Messung von komplexen Eingangsimpedanzen im Frequenzbereich 5...200 MHz. Je ein Stellglied für das Referenzsignal x und für das Mess-Signal y ersetzen den gemeinsamen geregelten Verstärker. Die vom x -Ausgang abgeleitete Gleichspannung dient zur Steue-

rung beider Stellglieder. Die erreichbare Genauigkeit des Messgerätes ist begrenzt durch die Differenz der Uebertragungsfaktoren der beiden Stellglieder über den Regelbereich. Die als Stellglieder verwendeten Mischer (Heptode E91H) stellen eine ausgezeichnete Lösung dar und gestatten, wegen den im Vergleich zu Regelröhren wesentlich kleineren Streuungen, eine Genauigkeit von 3 % im Frequenzbereich 5...80 MHz zu erzielen.