



# PATENTSCHRIFT

98 587

Wirtschaftspatent

Teilweise aufgehoben gemäß § 6 Absatz 1 des Änderungsgesetzes  
zum Patentgesetz

Int. Cl. 3

(11) 98 587 (45) 30.04.80 3(51) H 03 B 9/06  
(21) WP H 03 b / 159 526 (22) 13.12.71  
(44)<sup>1)</sup> 20.06.73

---

(71) siehe (72)

(72) Grigo, Siegbert, Dr.-Ing., DD

(73) siehe (72)

(74) VEB Robotron-Elektronik Radeberg, HA Schutzrechtswesen und  
Information, 8142 Radeberg, PSF 22

---

(54) Schaltungsanordnung zur Entzerrung der Gruppenlaufzeit-  
schwankungen eines gewobbelten und zusätzlich mit einer  
Wechselspannung frequenzmodulierten Reflexklystrongenerators

---

9 Seiten

<sup>1)</sup> Ausgabetag der Patentschrift für das gemäß § 5 Absatz 1 ÄndG zum PatG erteilte Patent

AfEP 855

80 100 120

**Schaltungsanordnung zur Entzerrung der Gruppenlaufzeit-  
schwankungen eines gewobbelten und zusätzlich mit einer  
Wechselspannung frequenzmodulierten Reflexklystron-  
generators**

---

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Entzerrung der Gruppenlaufzeitschwankungen eines gewobbelten und zusätzlich mit einer Wechselspannung frequenzmodulierten Reflexklystrongenerators, vorzugsweise zur Verwendung bei Gruppenlaufzeitmessungen an schmalbandigen Höchstfrequenzbauelementen.

Es sind bereits Schaltungsanordnungen bekannt, bei denen eine Gruppenlaufzeitentzerrung durch geeignete Netzwerke, sowohl auf der Höchstfrequenzseite, als auch im empfängerseitigen Zwischenfrequenzteil erfolgt.

Des weiteren ist zur Erzielung geringer Gruppenlaufzeit- schwankungen bekannt, die Modulationseigenschaften von Klystrons zu verbessern, wobei eine Linearisierung der Modulationskennlinie des Klystrons durch geeignete Wahl der Resonatorgüte bzw. durch Parallelschalten eines Blindleiterwertes (Pulling-Netzwerk) zum Resonator erreicht wird.

Es sind weiterhin Schaltungsanordnungen bekannt, mit denen beim Betrieb eines Klystrons als Reflexverstärker eine Phasenmodulation mit guter Liniarität erzielt wird.

Die bekannten Schaltungsanordnungen der Gruppenlaufzeitentzerrung durch Netzwerke haben den Nachteil, daß sie bei Frequenzwechsel einen umfangreichen Abgleich erfordern. Das trifft sowohl für Entzerrer auf der Höchstfrequenz- als auch auf der Zwischenfrequenzseite zu, da bei Frequenzwechsel nicht genau der gleiche Laufzeitgang des Klystrons erreicht wird.

5

Eine Verbesserung der Modulationseigenschaften eines Klystrons durch Modifizierung der Resonatoranordnung zu erreichen, ist oft nicht möglich, da bei einer Reihe von Klystrontypen Resonator und Röhre eine feste konstruktive Einheit bilden. Je nach den geforderten Linearität macht sich trotz der vergrößerten Bandbreite eine zusätzliche Entzerrung notwendig. Die Methode hat ferner den Nachteil, daß der Abgleich des parallelgeschalteten Impedanznetzwerkes nur schwierig zu erreichen ist. Bei Verwendung eines Klystrons als Reflexverstärker erfüllt das Klystron nur die Funktion eines Modulators und es ist zusätzlich ein Generator erforderlich. Dabei wirkt sich nachteilig aus, daß die Eigenschaften eines derartigen Modulators von der einfallenden Hochfrequenzamplitude abhängig sind und der Modulator eine zusätzliche Rauschquelle darstellt.

15

20

25

30

35

Mit der Erfindung wird bezweckt, eine Schaltungsanordnung zu schaffen, welche die Verwendung eines einfachen Reflexklystrongenerators als frequenzmodulierten Generator mit großer Linearität gestattet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung zur Entzerrung des Gruppenlaufzeitganges eines frequenzmodulierten Reflexklystrongenerators zu schaffen, ohne daß dafür Anordnungen notwendig sind, die einen komplizierten Abgleich erfordern.

- 5      Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß an dem Reflexklystrongenerator die Modulationsfrequenz über ein elektrisch gesteuertes Phasendrehglied anliegt, dem Reflexklystrongenerator eine Reihenschaltung, bestehend aus einem Koppelement und einem Detektor, nachgeschaltet ist und der Ausgang des Detektors mit dem Steuereingang des Phasendrehgliedes verbunden ist. Dem Detektor kann vorteilhafterweise eine veränderliche Reaktanz parallelgeschaltet sein.
- 10     Bei dieser Schaltungsanordnung wirkt sich vorteilhaft aus, daß der Abgleichaufwand gegenüber den bekannten Methoden der Entzerrung wesentlich verringert wird. Es ist bei Übereinstimmung der Bandmittenfrequenz mit der Mitte des Schwingbereiches des Reflexklystrongen-  
15     rators nur noch notwendig, die richtige Einstellung der Steilheit des Phasendrehgliedes und gegebenenfalls der Reaktanz vorzunehmen.
- 20     Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungs-  
beispiel näher erläutert werden. Die zugehörige Zeich-  
nung zeigt das Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung. Einem mit einer Frequenz  $\omega_w$  ge-  
wobbelten Reflexklystrongenerator 1 wird über ein in  
25     der Zuleitung einer Modulationsfrequenz  $\omega_s$  angeordnetes und elektrisch gesteuertes Phasendrehglied 2 die Modu-  
lationsfrequenz  $\omega_s$  zugeführt, mit welcher der Reflex-  
klystrongenerator 1 frequenzmoduliert wird. Damit ver-  
einigt der Reflexklystrongenerator 1 in sich die Funk-  
30     tion eines Oszillators und eines Modulators. Die Steuerspannung des Phasendrehgliedes 2 wird aus dem Amplitudengang des Reflexklystrongenerators 1 gewonnen. Dem Reflexklystrongenerator 1 ist eine Reihenschaltung, bestehend aus einem Koppelement 3, z. B. einem Kreuz-  
35     koppler und einem Detektor 4 parallel zugeordnet. Ein

geringer Teil der Höchstfrequenzenergie des Reflex-  
klystrongenerators 1 wird über das Koppelement 3 ab-  
gezweigt und liegt an einem Detektor 4 an. Die im  
5 Detektor 4 entstehende Richtspannung, die dem Ampli-  
tudengang des Reflexklystrongenerators proportional  
ist, dient der Steuerung des Phasendrehgliedes 2. Die  
vom Detektor 4 reflektierte Welle wird zu einem mit  
dem Koppelement 3 in Verbindung stehenden Absorber 5  
geleitet. Dem Detektor 4 ist eine veränderliche  
10 Reaktanz parallelgeschaltet, die durch ein Leitungs-  
stück mit verstellbarem Kurzschluß realisiert wird  
und den Frequenzgang des Detektors 4 so beeinflußt, daß  
die Unsymmetrie des Amplitudenganges des Reflexklystron-  
generators 1 ausgeglichen wird.

15 Die funktionelle Abhängigkeit der Amplitude des Re-  
flexklystrongenerators 1 von der Frequenz kann mathe-  
matisch mit einer Potenzreihe explizit ausgedrückt wer-  
den. Die im Detektor 4 in Abhängigkeit von der momen-  
20 tanen Frequenz des gewobbelten Reflexklystrongenera-  
tors 1 entstehende Richtspannung läßt sich in der Umge-  
bung von  $\Delta f = 0$  mit hoher Genauigkeit in einer Reihe  
der Form

25 (1)  $u_s(\Delta f) \approx u_0 (1 + A_1 \Delta f + \sum_{n=1}^{\infty} A_{2n} \Delta f^{2n})$

darstellen. Dabei sind  $\Delta f$  die Frequenzänderung,  $u_s$  die  
momentane Richtspannung,  $u_0$  die Richtspannung in der  
Mitte des Schwingbereiches und  $A_1, A_{2n}$  Konstanten.

30 Wird die Reihe (1) nach dem quadratischen Glied ab-  
gebrochen, so ist der dadurch verursachte Fehler nur

gering:

$$u_s(\Delta f) \approx u_0 (1 + A_1 \Delta f + A_2 \Delta f^2). \quad (2)$$

5 Die Gruppenlaufzeit des Reflexklystrongenerators 1 über den Wobbelbereich  $\tau(\Delta f)$  kann genügend genau durch eine quadratische Funktion der Form

$$\tau(\Delta f) \approx \tau_0 + B \Delta f^2 \quad (3)$$

10

dargestellt werden, wobei  $\tau_0$  die Laufzeit in der Mitte des Schwingbereiches und B eine Konstante ist.

15

Durch das Phasendrehglied 2 tritt eine zusätzliche Laufzeit

$$\Delta \tau_\varphi = \frac{\Delta \varphi}{\omega_s} = S \Delta u_s(\Delta f) \quad (4)$$

20

auf ( $\Delta \varphi$  ist dabei der Phasenhub des Phasendrehgliedes 2, S seine Steuersteilheit und  $\omega_s$  das  $2\pi$ -fache der Modulationsfrequenz), so daß mit (3) und (4) geschrieben werden kann

25

$$\tau(\Delta f) \approx \tau_0 + B \Delta f^2 + S u_s(\Delta f). \quad (5)$$

30

Durch Beeinflussung des Frequenzganges des Detektors 4 durch eine parallelgeschaltete Reaktanz wird erreicht, daß der Koeffizient  $A_1$  in der Gleichung (2) minimal wird. Stellt man die Steuersteilheit des Phasendrehgliedes 2 so ein, daß

$$B = -S A_2 \quad (6)$$

35

ist, wird der Laufzeitgang des Reflexklystrongenerators 1

über den Wobbelbereich weitgehend geebnet.

5 Damit wird die Amplitudenänderung beim Überstreichen  
des Schwingbereiches des Reflexklystrongenerators 1 für  
eine Entzerrung der Gruppenlaufzeitschwankungen aus-  
genutzt. Diese Schaltungsanordnung wird bei der Grup-  
penlaufzeitmessung von Höchstfrequenz-Schmalbandfil-  
tern verwendet, wobei der Reflexklystrongenerator 1 über  
10 das interessierende Frequenzband gewobbelt und mit der  
Spaltfrequenz  $\omega_s$  frequenzmoduliert wird. In der Regel er-  
folgt hinter dem Meßobjekt durch eine Mischstufe eine  
Herabsetzung des Höchstfrequenzsignals auf die Zwi-  
schenfrequenz (z. B. 70 MHz), für die ein Gruppen-  
laufzeitmeßgerät zur Verfügung steht.

15 Um eine einwandfreie Messung zu gewährleisten, ist die  
Größe des Wobbelhubes so zu wählen, daß die Amplitu-  
denschwankung des Reflexklystrongenerators 1 noch in-  
nerhalb des Begrenzungsbereiches des Gruppenlaufzeit-  
20 meßgerätes liegt. Bei einem Reflexklystrongenerator für  
das X-Band konnte mit dieser Schaltungsanordnung ein  
Laufzeitgang von ursprünglich 5 ns über einen Wobbel-  
bereich von  $\pm 15$  MHz auf weniger als 0,5 ns reduziert  
werden.

25

Patentansprüche:

- 5 1. Schaltungsanordnung zur Entzerrung der Gruppenlaufzeitschwankungen eines gewobbelten und zusätzlich mit einer Wechselspannung frequenzmodulierten Reflexklystrongenerators, gekennzeichnet dadurch, daß an dem Reflexklystrongenerator (1) die Modulationsfrequenz ( $\omega_s$ ) über ein elektrisch gesteuertes Phasendrehglied (2) anliegt, dem Reflexklystrongenerator (1) eine Reihenschaltung, bestehend aus einem Koppelement (3) und einem Detektor (4), nachgeschaltet ist und der Ausgang des Detektors (4) mit dem Steuereingang des Phasendrehglieds (2) verbunden ist.
- 10 15 2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß dem Detektor (4) eine veränderliche Reaktanz parallelgeschaltet ist.

20

Hierzu 1/ Seite Zeichnung

