

# Prüfgeneratoren für den Empfängerabgleich

## Berechnung eines Prüfgenerators

An einen für Abgleichzwecke bestimmten Prüfgenerator werden folgende Anforderungen gestellt: kontinuierlich regelbare Ausgangsspannung von etwa 10  $\mu$ V bis 100 mV, gute Frequenzkonstanz, Eigenmodulation mit 400...1000 Hz (Modulationsgrad für reine Abgleichzwecke tunlichst hoch), möglichst auch Fremdmodulation, gute Ablesbarkeit an geeichter Skala, Netzverdrosselung, um den Eintritt von HF über die Netzseite in den Empfänger zu verhindern, und rückwirkungsfreier Anschluß des Meßobjekts.

Für die Frequenzkonstanz sind solider mechanischer Aufbau, Stabilität des Drehkondensators und hohe Spulengüte wichtig. Die Rückkopplung soll möglichst lose und phasenrein sein. Der Ausgangsspannungsregler braucht nicht unbedingt geeicht zu sein, soll aber möglichst frequenzunabhängig teilen. Kapazitive und induktive Spannungsteiler erfordern einen hohen mechanischen Aufwand. Ohmsche Spannungsteiler werden für bessere Ausführungen als Kettenleiter mit konstantem Wellenwiderstand gebaut, da ihre Frequenzabhängigkeit bei Widerständen über 50...100 Ohm vernachlässigbar ist. Besonders bequem sind Röhrenspannungsteiler unter Verwendung einer HF-Regelpentode.

Der nachstehend beschriebene Allstrom-Prüfender (Abb. 1) wird mit UCH 11 aufgebaut. Die Modulationsfrequenz wird im Triodenteil erzeugt, die HF im Hexodensystem und gleichzeitig dort moduliert. Für die verschiedenen Frequenzbereiche werden die Schwingkreise umgeschaltet.

Zur Verfügung steht ein Luftdrehkondensator von 40...540 pF einschließlich Leitungskapazität ( $C_{min}$ ... $C_{max}$ ).

1. Für den Langwellenbereich von 150...400 kHz ist die notwendige Kapazitätsvariation

$$\frac{C_e}{C_a} = \left(\frac{f_o}{f_u}\right)^2 = \left(\frac{400}{150}\right)^2 = 7$$

$C_a$  = Anfangskapazität des Kreises  
=  $C_{min} + C_p$

$C_e$  = Endkapazität des Kreises  
=  $C_{max} + C_p$ .

Die erforderliche Parallelkapazität  $C_p$  ergibt sich aus

$$\frac{C_e}{C_a} = \frac{C_{max} + C_p}{C_{min} + C_p} = 7$$

zu  $7(40 + C_p) = 540 + C_p$ ;

also  $C_p = 40$  pF

$$C_a = 40 + 40 = 80 \text{ pF};$$

$$C_e = 540 + 40 = 580 \text{ pF}.$$

Die Induktivität der Spule  $L_1$  berechnet sich zu

$$L_1 = \frac{1}{40 \cdot f_u^2 \cdot C_e} =$$

$$= \frac{1}{40 \cdot 150^2 \cdot 10^6 \cdot 580 \cdot 10^{-12}} = 1,9 \text{ mH}.$$

Eine Kontrollrechnung für  $f_o$  ergibt

$$f_o = \sqrt{\frac{C_e}{C_a}} \cdot f_u = \sqrt{\frac{580}{80}} \cdot 150 \cdot 10^3 = 405 \text{ kHz}.$$

2. Für die Abstimmung von Z zwischen Frequenzen um 130 kHz wird dieser Bereich mittels Parallelkondensator gespreizt. Für  $f_u = 110$  kHz ergibt sich

$$C_e = \frac{1}{40 \cdot f_u^2 \cdot L} = \frac{1}{40 \cdot 110^2 \cdot 10^6 \cdot 1,9 \cdot 10^{-3}} = 1000 \text{ pF};$$

es sind somit noch zuzuschalten

$$C_p = 1000 - 580 = 420 \text{ pF},$$

und für den oberen Frequenzbereich erhält man

$$f_o = \frac{1}{2 \pi \sqrt{L \cdot C_a}} = \frac{1}{6,28 \cdot \sqrt{1,9 \cdot 10^{-3} \cdot 500 \cdot 10^{-12}}} = 160 \text{ kHz}.$$

3. Mittelwellenbereich. Für den Frequenzbereich 500...1800 kHz ist

$$\frac{C_e}{C_a} = \left(\frac{1800}{500}\right)^2 = 13.$$

Daraus berechnet sich  $C_p$  zu  $\sim 3$  pF, kann also vernachlässigt werden.

Die Induktivität  $L_2$  wird

$$L_2 = \frac{1}{40 \cdot 500^2 \cdot 10^6 \cdot 540 \cdot 10^{-12}} = 185 \mu\text{H}.$$

4. ZF-Bereich. Er wird durch Parallelschalten eines Kondensators hoher Güte zum Schwingkreis gebildet. Hierfür ist

$$C_e = \frac{1}{40 \cdot f_u^2 \cdot L} = \frac{1}{40 \cdot 400^2 \cdot 10^6 \cdot 185 \cdot 10^{-6}} = 850 \text{ pF}.$$

Damit wird

$$C_p = 850 - 540 = 310 \text{ pF}$$

und

$$f_o = \frac{1}{2 \pi \sqrt{185 \cdot 10^{-6} \cdot 310 \cdot 10^{-12}}} = 650 \text{ kHz}.$$

Der ZF-Bereich erstreckt sich also von 400...650 kHz.

5. Kurzwellen-Bereich. Für einen Frequenzbereich von 4...10 MHz wird

$$\frac{C_e}{C_a} = 6; C_p = 60 \text{ pF}; L_3 = 2,6 \mu\text{H}.$$

Werden Vogt-Spulenkörper 21/18 verwendet, dann belaufen sich die Windungszahlen für die Spulen auf:

$$L_1: w_1 = 170 \sqrt{L_{[mH]}} = 170 \sqrt{1,9} = 235 (0,1 \text{ Cu LS})$$

$$L_2: w_2 = 73 (7 \times 0,01)$$

$$L_3: w_3 = 8,5 (0,8 \text{ Cu L}).$$

6. Rückkopplungsspulen. Für induktive Rückkopplung besteht die Beziehung

$$R_k = \frac{L}{C \cdot R_s \cdot \mathfrak{B}} = Z_a \left( K - \frac{1}{\mathfrak{B}} \right),$$

wobei  $R_k \cdot S \geq 1$  sein muß, damit Selbsterregung möglich ist. Es ist  $\mathfrak{B} = Z_a \cdot S$ , daher

$$K = \frac{2}{Z_a \cdot S}$$

Nimmt man die Güte G der Spule mit 100 an, dann wird

$$Z_a = G \cdot 2 \pi \cdot f_o \cdot L = 100 \cdot 6,28 \cdot 110 \cdot 10^3 \cdot 1,9 \cdot 10^{-3} = 1,3 \cdot 10^5$$

und

$$K = \frac{2}{1,3 \cdot 10^5 \cdot 0,1 \cdot 10^{-3}} = 0,15.$$

Für die Rückkopplungsspulen errechnen sich dann für lose Kopplung  $(1...2) \cdot K$  nachstehende Windungszahlen:

$$L_4: w_4 = 1,4 \cdot 0,15 \cdot 235 = 50$$

$$L_5: w_5 = 1 \cdot 0,28 \cdot 73 = 20$$

$$L_6: w_6 = 6 (0,2 \text{ Cu LS}).$$

7. NF-Generator. Es wird ein NF-Übertrager 1 : 4 mit einem gemessenen L der Sekundärseite von 150 H benutzt. Für eine Frequenz von 400 Hz ist eine Kapazität des Parallelkondensators von

$$C = \frac{1}{40 \cdot 16 \cdot 10^4 \cdot 150} = 1000 \text{ pF}$$

und für 800 Hz von

$$\left(\frac{400}{800}\right)^2 \cdot 1000 = 250 \text{ pF}$$

erforderlich.

