

A.2. 26/77  
Aktive Filter, Tiefpaß,  
Hochpaß

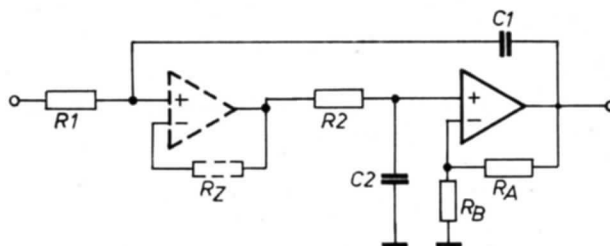
## ANALOGSCHALTUNG

RAT DR. REINHARD ADAM (Quelle: RFZ/FSN)

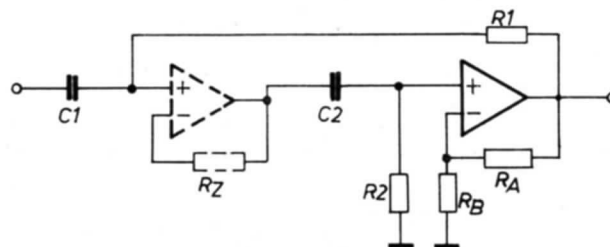
Aktiver Tiefpaß/Hochpaß zweiten Grades

Schaltbild:

Tiefpaß



Hochpaß



**Wirkungsweise:** Für den Entwurf von breitbandigen Filternetzwerken höheren Grades bieten sich aktive Strukturen an, deren Grundschaltungen zweiten Grades (ein komplexes Polpaar) einen Spannungsausgang haben. Die hierdurch mögliche rückwirkungsfreie Kettenschaltung erlaubt eine einfache Realisierung höhergradiger Filter/Entzerrer nach Standardapproximationen oder nach vorliegenden Amplituden-Frequenz-Charakteristiken. Die angegebene Schaltung hat für die praktische Anwendung ferner den Vorteil, daß der Verstärkungsfaktor  $V$  nur die Polgüte  $Q_p$  beeinflusst, während die Polfrequenz  $\omega_p$  mit den passiven Bauelementen festgelegt ist.

**Dimensionierungshinweis:**

Polfrequenz 
$$\omega_p = \frac{1}{\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}$$

Die folgenden Betrachtungen hinsichtlich der Güte beziehen sich auf den Tiefpaß. Für den Hochpaß gelten sie unter Beachtung der Vertauschung  $C_{\mu HP} \leftarrow \frac{1}{R_{\mu TP}}$  und  $R_{\mu HP} \leftarrow \frac{1}{C_{\mu TP}}$

Mit 
$$V = 1 + \frac{R_A}{R_B}, \quad r = \frac{R_1}{R_2}, \quad c = \frac{C_1}{C_2} \quad \text{gilt}$$

für die Polgüte allgemein:

$$Q_p = \frac{1}{(1-V)\sqrt{rc} + \sqrt{\frac{1}{rc}} + \sqrt{\frac{r}{c}}}$$

Für die Praxis sind zwei Dimensionierungen bedeutungsvoll:

$$1. R_1 = R_2 \text{ und } C_1 = C_2$$

$$Q_p = \frac{1}{3 - V}$$

Diese Dimensionierung ist sinnvoll bei Netzwerken mit variablen Parametern und in den Fällen, wo ein exakter Abgleich von  $w_p$  und  $Q_p$  erforderlich ist. (Mit dem Abgleich von  $w_p$  ist zu beginnen.)

$$2. R_1 = R_2 \text{ und } V = 1$$

$$Q_p = \frac{1}{2} \sqrt{c}$$

Bei dieser Dimensionierung kann der OpV durch einen Emitterfolger (gegebenenfalls in Darlingtonschaltung) ersetzt werden.

(Als Hilfsmittel für den praktischen Entwurf sei auf die Arbeitsblätter 2.1 Sg, Schwingungsglied, vom 25.5.1967 verwiesen.)<sup>1)</sup>

Hinweis zur Empfindlichkeit: Die Struktur benutzt die Methode der Differenzbildung im Nenner der Übertragungsfunktion zur Güteanfachung. (Die Grundgüte ist  $Q_p = 0,33$ .) Bei der Dimensionierung nach 1. ergibt sich für die Empfindlichkeit der Güte in Abhängigkeit vom Verstärkungsfaktor V:

$$S_V^{Q_p} = \frac{d(\ln Q_p)}{d(\ln V)} = V \cdot Q_p$$

Hieraus folgt für die Praxis, daß stabile Polgüten nur bis etwa  $Q_p = 6$  zu realisieren sind. Mit einem zusätzlichen aktiven Element (gestrichelt gezeichnet) sind Polgüten bis etwa  $Q_p = 10$  möglich. Der Verstärker wirkt als Trennstufe mit  $V = 1$ . Aus Gründen eines besseren Offsetverhältnisses und des Schutzes der Eingangstransistoren ist es sinnvoll, in den Rückführweg  $R_z$  ( $\sim R_1$ ) anzuordnen. Bei einer Dimensionierung nach 2. ist die Empfindlichkeit unkritisch. Höhere Polgüten führen aber zu extremen Bauelementeverhältnissen.

Mit  $V \neq 1$  und  $c \neq 1$  ist bei  $V = 1$  eine geringe Verbesserung der Empfindlichkeit zu erreichen. Es gilt

$$S_V^{Q_p} = V \cdot Q_p \cdot \sqrt{c}$$

Die Empfindlichkeit erreicht bei  $c = 2$  den minimalen Wert von

$$S_V^{Q_p} = 2\sqrt{2} Q_p - 1$$

(Zum Vergleich bei  $c = 1$ :  $S_V^{Q_p} = 3 Q_p - 1$ )

Die Empfindlichkeit der Güte gegenüber den passiven Bauelementeverhältnissen ist immer kleiner als  $S_V^{Q_p}$ . Für den Grenzfall gilt:

$$S_R^{Q_p} = S_C^{Q_p} = \frac{1}{2} \cdot S_V^{Q_p}$$

#### Schutzrechtssituation:

frei von Rechten Dritter

<sup>1)</sup> Eine Neuauflage des genannten Arbeitsblattes ist nicht vorgesehen.