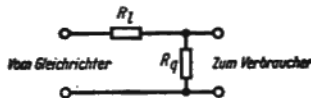


Bemessung von LC- und RC-Siebketten in Netzgleichrichtern

Fi 11
1 Blatt

Am Pufferglied eines Netzgleichrichters tritt neben der Gleichspannung eine unerwünschte Wechselspannungskomponente auf; diese Brummspannung läßt sich in ihrer Größe zwar von der Wahl der Größe des Puffergliedes theoretisch beliebig beeinflussen, jedoch darf man praktisch den Ladekondensator nur bis zu einem bestimmten Wert vergrößern, um die Gleichrichterröhre nicht zu gefährden (siehe Funktechn. Arbeitsblätter Stv 12). Die noch verbleibende Welligkeit ist meist zu groß, und daher muß die Brummspannung durch ein Siebglied vom Verbraucher ferngehalten werden.

Bild 1. Prinsipalschaltung der Siebkette



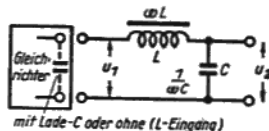
Im Prinzip besteht ein solches Filter nach Bild 1 aus einem Längswiderstand R_L und einem Querwiderstand R_Q . Die Widerstände müssen offensichtlich folgende Eigenschaften aufweisen:

R_L muß für die Wechselspannung der auftretenden Brummfrequenzen einen möglichst hohen Widerstand und für Gleichspannung einen möglichst geringen Widerstand haben.

R_Q soll umgekehrt für Gleichspannung einen sehr hohen und für die Wechselspannung der Brummfrequenz einen möglichst geringen Widerstand aufweisen.

Die Bedingung für R_L wird durch eine Induktivität, die Bedingung für R_Q durch eine Kapazität am besten erfüllt. Hieraus ergibt sich als zweckmäßigste Grundschaltung das LC-Filter nach Bild 2. Als Induktivität werden Eisendrosseln verwendet, die mit einem Luftspalt versehen sind, damit sich die Induktivität bei Änderung des hindurchfließenden Gleichstromes nicht

Bild 2. LC-Filterglied



zu stark ändert. Der Ohmsche Widerstand dieser Drossel soll klein sein, denn er vergrößert den Innenwiderstand des Gleichrichters; die an ihm abfallende Spannung bzw. Leistung geht für den Verbraucher verloren. Bei Rundfunkempfangsgeräten wird diese Leistung manchmal zur Felderregung von elektrodynamischen Lautsprechern benützt. Bei Kondensatoren üblicher Bauart sind die Ableitverluste durch deren Verlustwiderstand gleich Null.

Siebfaktor beim LC-Filter

Das Verhältnis der vor dem Filter vorhandenen Spannung zu der Brummspannung hinter dem Filter ist der Siebfaktor K . Die Anordnung stellt einen Spannungsteiler dar, der aus den Blindwiderständen $\frac{1}{\omega C}$ und ωL gebildet wird. Bei einer praktischen Siebkette ist nun in fast allen Fällen der Widerstand $\frac{1}{\omega C}$ des Kondensators sehr klein gegen denjenigen der Drossel, und daher macht man keinen praktisch ins Gewicht fallenden Fehler, wenn man als Gesamtwiderstand, an dem u_2 steht, ωL annimmt. Dann läßt sich der Siebfaktor sehr einfach berechnen:

$$K = \frac{u_1}{u_2} = \frac{\omega L}{\frac{1}{\omega C}} = \omega^2 \cdot L[H] \cdot C[F]$$

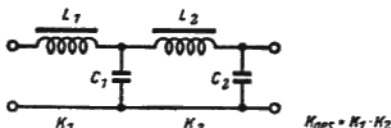
[$\omega = 2\pi f$, $f =$ Brummfrequenz]

Der Fehler bleibt unter 2%, wenn der Siebfaktor größer als 5 ist. Für die sich aus der Netzfrequenz 50 Hz ergebenden Brummfrequenzen und deren Oberwellen von 50, 100, 150, 200, 250 und 300 Hz lauten die Berechnungsformeln wie folgt:

L [H] C [μF]	50 Hz	100 Hz	150 Hz	200 Hz	250 Hz	300 Hz	500 Hz
K~	0,1 LC	0,4 LC	0,9 LC	1,6 LC	2,5 LC	3,6 LC	10 LC

Ferner kann der Siebfaktor für LC-Filter aus dem Diagramm 1 (Rückseite) entnommen werden. Wenn die Brummsiebung eines einzigen Filterabschnittes nicht ausreicht und aus praktischen Gründen die Siebglieder nicht größer gewählt werden sollen, dann schaltet man mehrere Filter-

Bild 3. Siebfaktor von zwei Filtergliedern hintereinander



abschnitte in Reihe. Der resultierende Siebfaktor ist dann gleich dem Produkt der Siebfaktoren der Einzelglieder (Bild 3). Bei einem vorgegebenen Betrag von L und C ist die wirkungsvollste Art der Aufteilung diejenige, bei der L und C in den Filterabschnitten gleich groß gemacht werden (Bild 4).

Grundsätzlich ist es gleichgültig, ob die Siebdrossel in der Plusleitung oder in der Minusleitung liegt. Zur Erzielung größter Brummfreiheit ist es jedoch zweckmäßig, sie in diejenige Leitung zu legen, die nicht geerdet wird, also meist in die Plusleitung. Die Isolation der Wicklung gegen den Eisenkern muß dann die volle Gleichspannung aushalten können. Der durch die Drossel fließende Brummwechselstrom und damit die Wechselstrommagnetisierung des Eisenkernes sind sehr klein, wenn es sich nicht um eine Eingangsdrossel handelt. Um die Sättigung des Eisenkernes durch die Gleichstrommagnetisierung zu vermeiden, wird ein Luftspalt vorgesehen (siehe Ind 31).

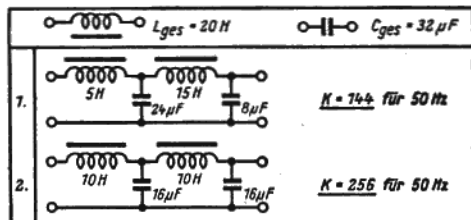


Bild 4. Richtige und falsche Verteilung der Kapazität und Induktivität in der Filterkette

Siebfaktor beim RC-Filter

Wenn der Spannungsabfall an dem Widerstand R_L nicht stört, d. h. bei kleinen Verbraucherströmen, kann hier ein Ohmscher Widerstand verwendet werden. Auch hier liegt eine Spannungsteilerschaltung vor, und unter der in fast allen Fällen gültigen Voraussetzung, daß $R > \frac{1}{\omega C}$, ergibt sich der Siebfaktor zu

$$K = \frac{u_1}{u_2} = \frac{R}{\frac{1}{\omega C}} = \omega \cdot R[\Omega] \cdot C[F]$$

Der Siebfaktor steigt mit der Frequenz nicht mehr quadratisch, sondern linear, die Oberwellen werden also nicht so stark unterdrückt wie beim LC-Filter (Bild 5). Für die sich aus der Netzfrequenz 50 Hz ergebenden Brummfrequenzen und deren Oberwellen von 50, 100, 150, 200, 250 und 300 Hz lauten die Berechnungsformeln wie folgt:

R [kΩ] C [μF]	50 Hz	100 Hz	150 Hz	200 Hz	250 Hz	300 Hz	500 Hz
K~	0,3 RC	0,6 RC	0,9 RC	1,3 RC	1,6 RC	1,9 RC	3 RC

Ferner kann der Siebfaktor für RC-Filter aus dem Diagramm 2 (Rückseite) entnommen werden. Für die Hintereinanderschaltung von Filtern gilt das unter „LC-Filter“ Gesagte. Der Siebwiderstand muß eine Belastbarkeit in Watt aufweisen, die sich aus $I^2(mA) \cdot R(k\Omega) \cdot 10^{-3}$ ergibt, wobei I der durch den Siebwiderstand fließende Strom ist.

Abgestufte Siebung

Die Anforderung an die Brummfreiheit der Speisespannungen für die verschiedenen Stufen von Funkgeräten sind meist sehr verschieden. So muß z. B. die Schirmgitterspannung der Audionröhre eines Empfängers wesentlich stärker gesiebt sein, als die Anodenspannung der Endröhre; auch sind die Ströme, die hier auftreten, sehr verschieden voneinander. Bei wirtschaftlicher Planung wird man also nicht das ganze Netzgerät für den vollen Strom so stark sieben, wie es für die Schirmgitterspannung notwendig ist, sondern man wird für die Schirmgitterspannung mit ihrem kleinen Strombedarf ein RC-Filter vorsehen und die Anodenspannung für die Endröhre eventuell sogar direkt am Ladekondensator abnehmen. Eine Vorabschätzung der zulässigen Brummspannung an den einzelnen Stufen, entsprechend der nachfolgenden Verstärkung und ihrer Brummempfindlichkeit, führt zu einer wirtschaftlichen Dimensionierung der Siebkette.

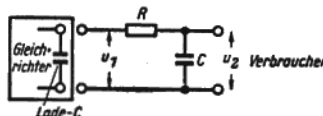


Bild 5. RC-Filterglied

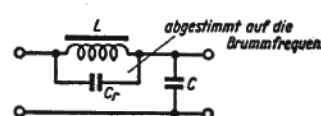


Bild 6. Resonanzfilter

Resonanzfilter

Eine Verbesserung der Filterwirkung bei LC-Filtern ergibt die Parallelschaltung eines Kondensators zur Drossel, so daß sich ein Sperrkreis für die Grundfrequenz der Brummspannung ergibt. Allerdings wird die Siebung für die Oberwellen dadurch verschlechtert. Der Abgleich auf die Resonanzfrequenz gilt nur für einen bestimmten Strombereich, denn die Induktivität der Drossel ändert sich mit der Größe des durchfließenden Gleichstromes (Bild 6).

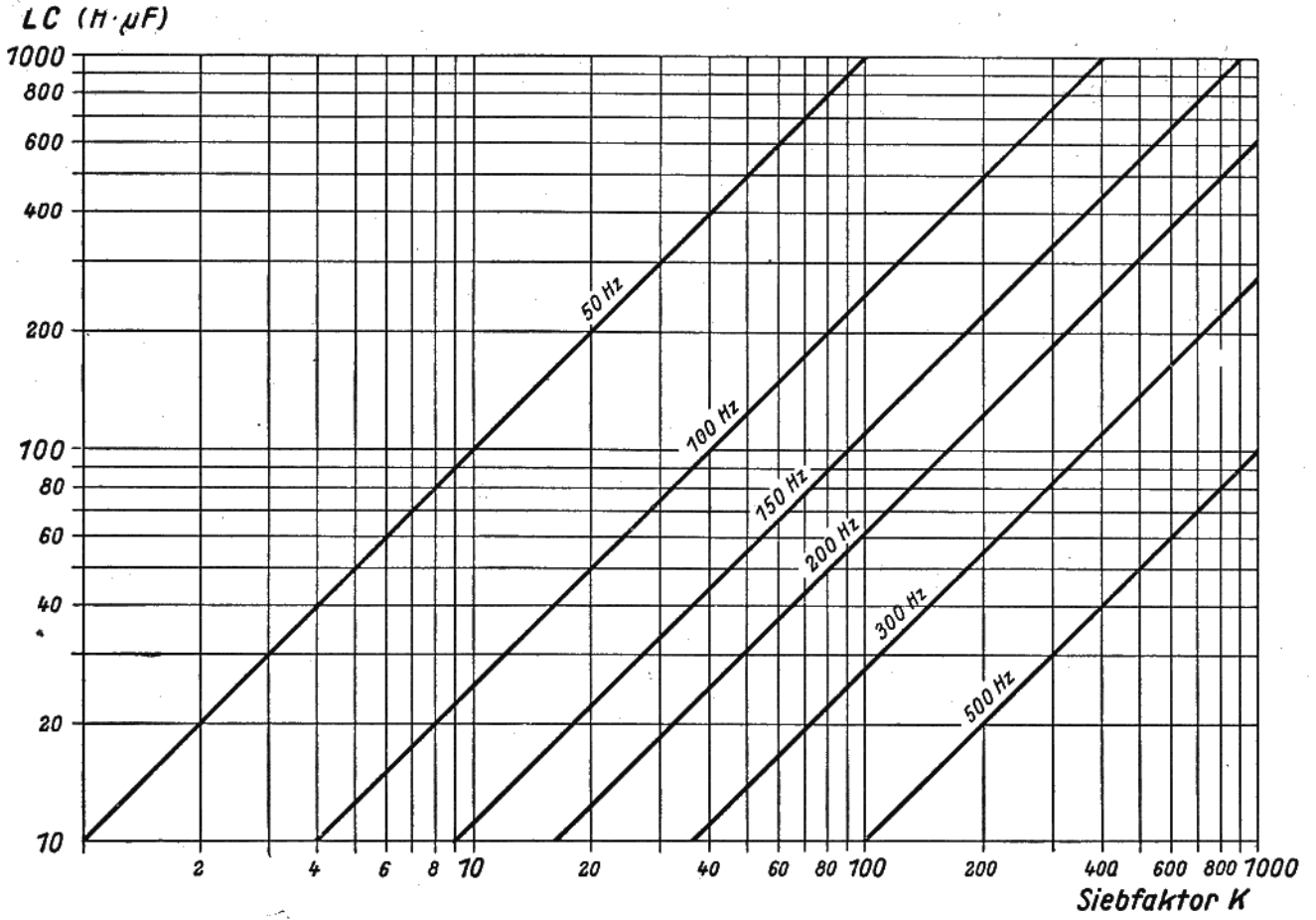


Diagramm 1. Siebfaktor eines LC-Filtergliedes für verschiedene Brummfrequenzen

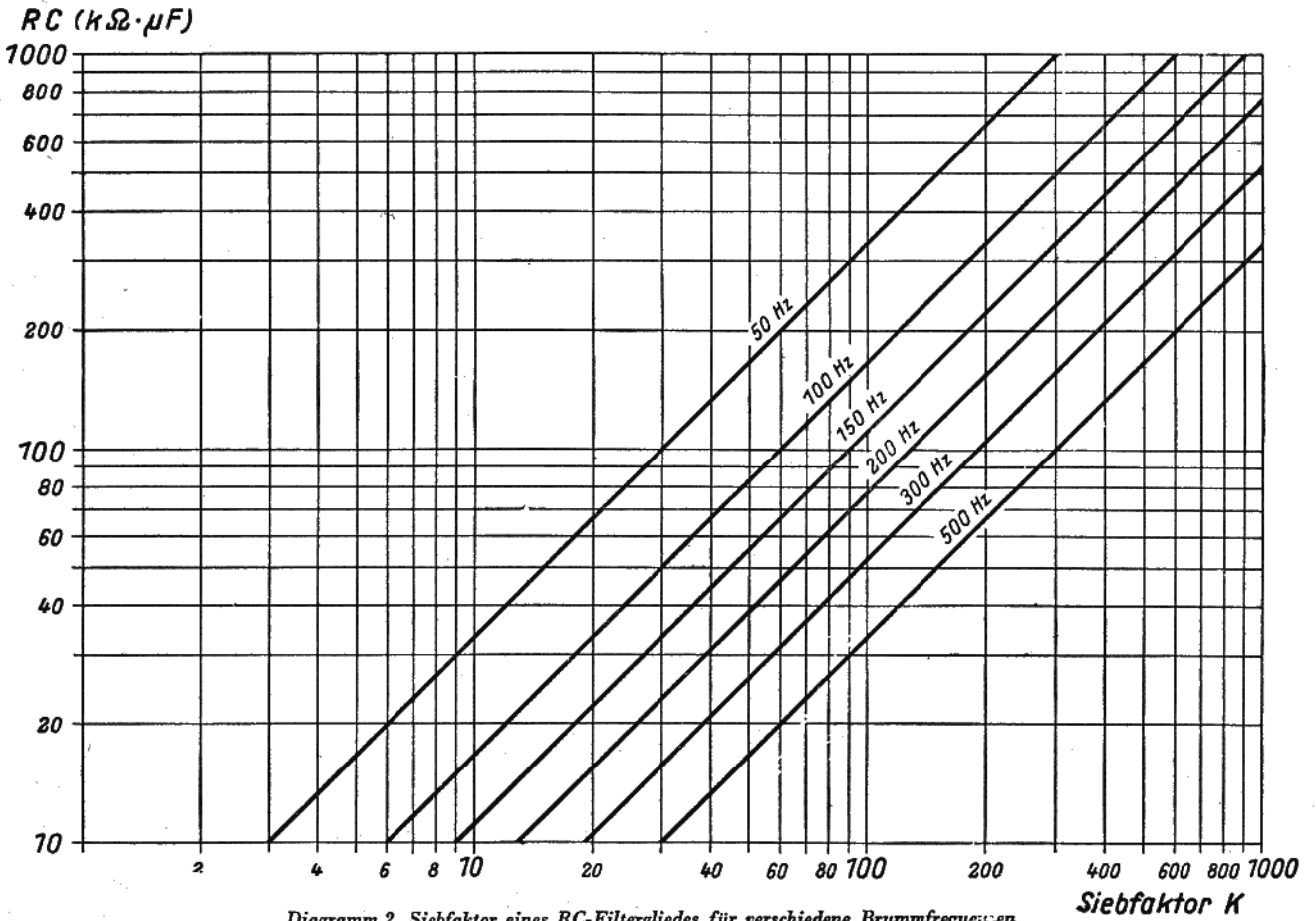


Diagramm 2. Siebfaktor eines RC-Filtergliedes für verschiedene Brummfrequenzen