

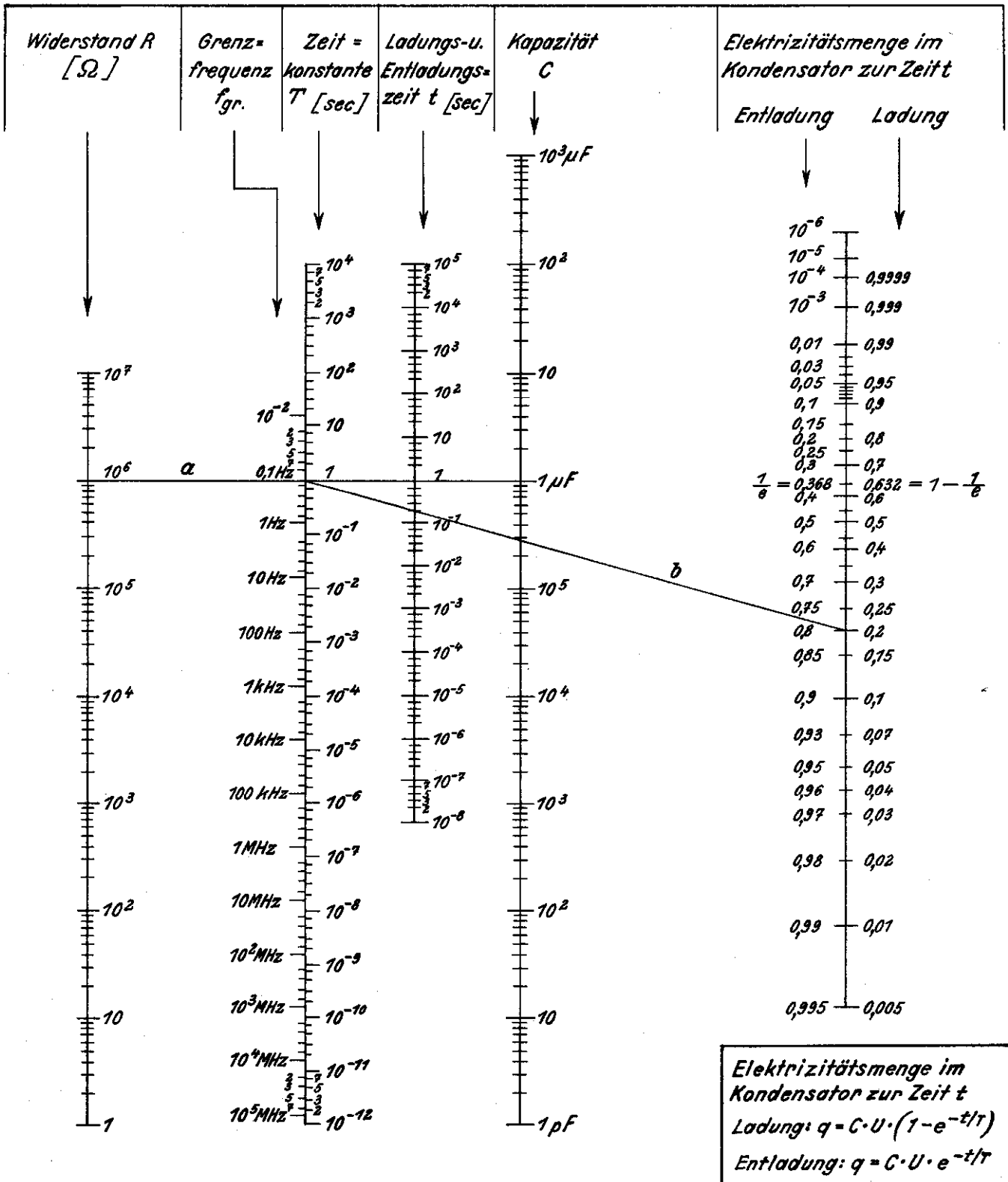
# Funktechnische Arbeitsblätter

# Ko 01

## 2. Ausgabe

### Ladung und Entladung von Kondensatoren

1 Blatt



# Ko 01

## A. Die Zeitkonstante

### 1. RC-Kombination

Bei allen Kombinationen eines Widerstandes mit einem Kondensator (Parallel- oder Reihenschaltung) ist der Begriff „Zeitkonstante“ wichtig. Das Produkt  $R \times C$  hat die Dimension einer Zeit (siehe Funktechnische Arbeitsblätter Ma 21/2); im elektrostatischen Maßsystem

$$R [l^{-1} \cdot t] \times C [l] = R \times C [t] = T \text{ (Zeitkonstante) im elektromagnetischen Maßsystem}$$

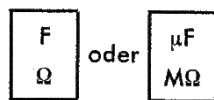
$R [l \cdot t^{-1}] \times C [l^{-1} t^2] = R \times C [t] = T \text{ (Zeitkonstante) Beim Aufladen oder Entladen eines Kondensators nach Bild 1 oder 2 gilt für den Stromverlauf:}$

$$i = I \cdot e^{-\frac{t}{T}} \text{ (siehe Funktechnische Arbeitsblätter Mth 11/2)}$$

Die Zeitkonstante bestimmt also den Verlauf der Auf- oder Entladung. Sie gibt an, wann der Kondensator auf 63,2 % seiner endgültigen Spannung (Batteriespannung) aufgeladen oder auf 36,8 % seiner Ausgangsspannung (Batteriespannung) entladen ist.

Zur Bestimmung von T ist:

Die Kapazität in  
der Widerstand in



einzusetzen.

### 2. RL-Kombination

(Funktechnische Arbeitsblätter Mth 11/2a)

Ein analoges Verhalten im Strom- und Spannungsverlauf ergibt sich nach Bild 3, wenn eine Kombination aus

Widerstand und Induktivität vorliegt. Hier ist  $T = \frac{L}{R}$

Nach dem elektromagnetischen Maßsystem ist

$$\frac{L [l]}{R [l \cdot t^{-1}]} = \frac{L}{R} [t] = T$$

Die in Bild 1 und 2 gezeichneten Kurven gelten also in gleicher Weise auch für eine RL-Kombination. Für den Fall des Stromanstiegs (d. h. Aufladung bei RC-Kombination) ist anstelle  $i$  lediglich  $u_L$ , und anstelle Lieder augenblickliche Stromwert  $i$  zu setzen.

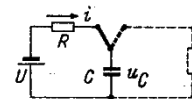
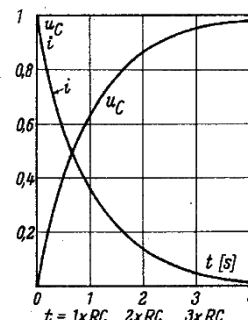


Bild 1. Aufladen eines Kondensators

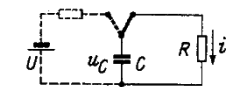
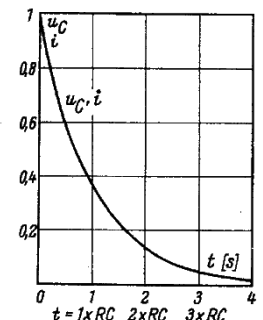


Bild 2. Entladen eines Kondensators

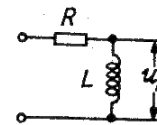


Bild 3. RL-Kombination

## B. Grenzfrequenz

Bei einem RC-gekoppelten Verstärker kann das Nomogramm auf der Vorderseite zur Beurteilung des Amplitudenganges herangezogen werden. Der Abfall nach den hohen und tiefen Frequenzen ist durch die jeweilige Höhe der Grenzfrequenz bestimmt. Sie ist definiert als diejenige Frequenz, bei der der jeweils wirksame kapazitive Blindwiderstand gleich der Summe der wirksamen ohmschen Widerstände ist.

$$f_{gr} = \frac{1}{2\pi \cdot C \cdot R} = \frac{1}{2\pi \cdot T}$$

Bei dieser Frequenz ist die Amplitude auf das 0,707fache der maximalen Amplitude des mittleren Frequenzbereiches gesunken.

Die wirksamen und jeweils einzusetzenden Kapazitäten und Widerstände ergeben sich aus den Ersatzschaltungen Bild 4 und 5.

## C. Verwendungshinweis zum Nomogramm

Die Verbindungslinie a bringt den Zusammenhang zwischen R, C und T.

Beispiel: Ein Widerstand von 1 MΩ gibt mit einer Kapazität von 1 μF eine Zeitkonstante von 1 sec.

Die Verbindungslinie b gibt für ein gegebenes Produkt  $R \times C$  nach einer Lade- oder Entladezeit t den Ladezustand des Kondensators an. Man erhält die im Kondensator schon oder noch gespeicherte Elektrizitätsmenge (Coulomb), wobei im vollgeladenen Zustand die Elektrizitätsmenge gleich eins gesetzt

wird.

Beispiel: Entladung. Bei einem  $R \times C = 1$ , einer Entladezeit von 0,2 sec wird der Kondensator auf 80% entladen, d. h. seine Ladung sinkt um 0,2 seines Anfangswertes. Ladung: Nach einer Ladezeit von 0,2 sec beträgt bei einem  $R \times C = 1$  die Ladung 20% des Endwertes.

### D. Übertragung eines Rechteckimpulses

1. RC-Kombination (Bild 6). Meist liegt parallel zur Kapazität C ein Widerstand R. Sein Einfluß kann vernachlässigt werden, wenn  $R_2 \gg R_1$  ist.

Wie das Beispiel von Bild 7 zeigt, werden die Flanken je nach Wert der Zeitkonstante abgeflacht.

2. CR-Kombination (Bild 8).

Die steilen Flanken des Rechteckimpulses werden in zwei Impulszacken umgeformt, wenn die Zeitkonstante T klein genug ist (Bild 9).

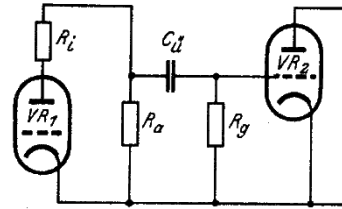


Bild 4. Ersatzschaltbild eines RC-gekoppelten Verstärkers für tiefe Frequenzen. Kapazität  $C =$  Koppelkapazität  $C_{ii}$ ; Widerstand  $R = R_g + R_a // R_i$ ; für Pentoden  $R = R_g + R_a$

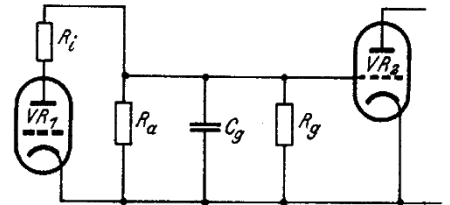


Bild 5. Ersatzschaltbild für hohe Frequenzen.  $C =$  Ausgangskapazität von  $VR_1 +$  Eingangskapazität von  $VR_2 +$  Schaltkapazität  $(C_s) = C_g$ ; Widerstand  $R = R_g // R_a // R_i$ ; für Pentoden  $R = R_g // R_a$

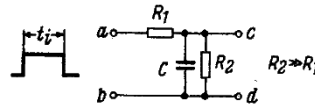


Bild 6. RC-Kombination (Tiefpaß) zur Übertragung von Rechteckimpulsen

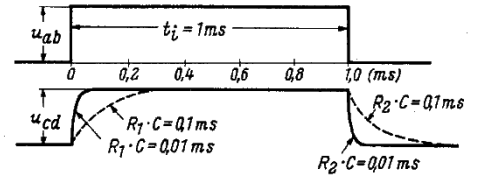


Bild 7. Die RC-Kombination verschleift die Ecken der Rechteckkurve

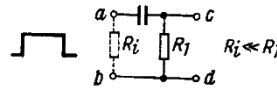


Bild 8. CR-Kombination (Hochpaß)

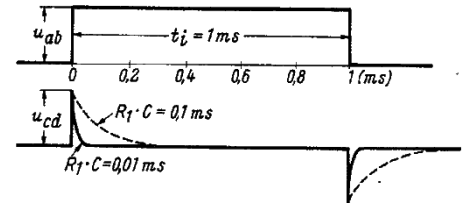


Bild 9. Die CR-Kombination formt die steilen Flanken von Rechteckimpulsen in Impulszacken um