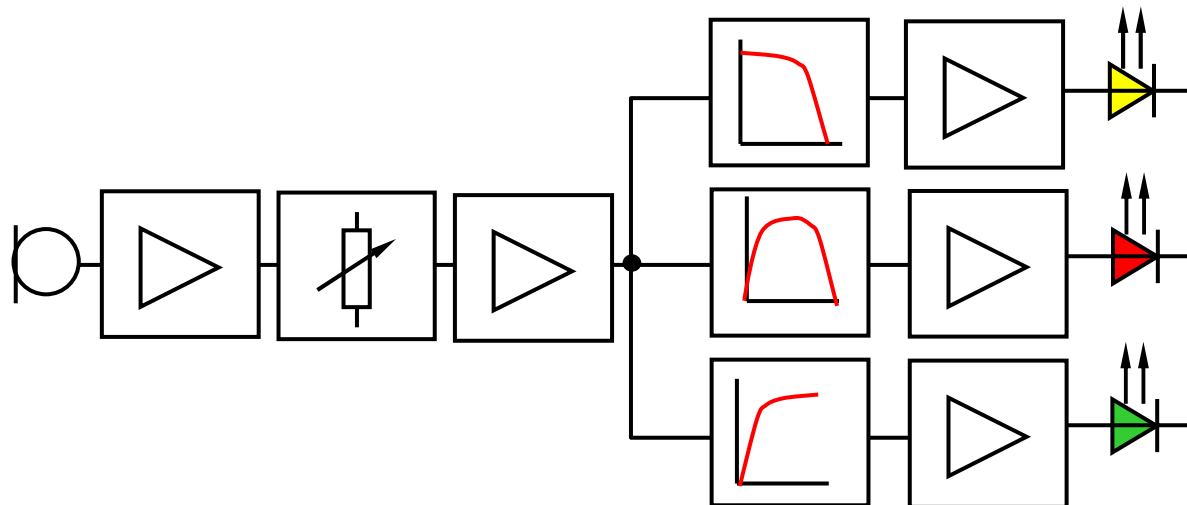
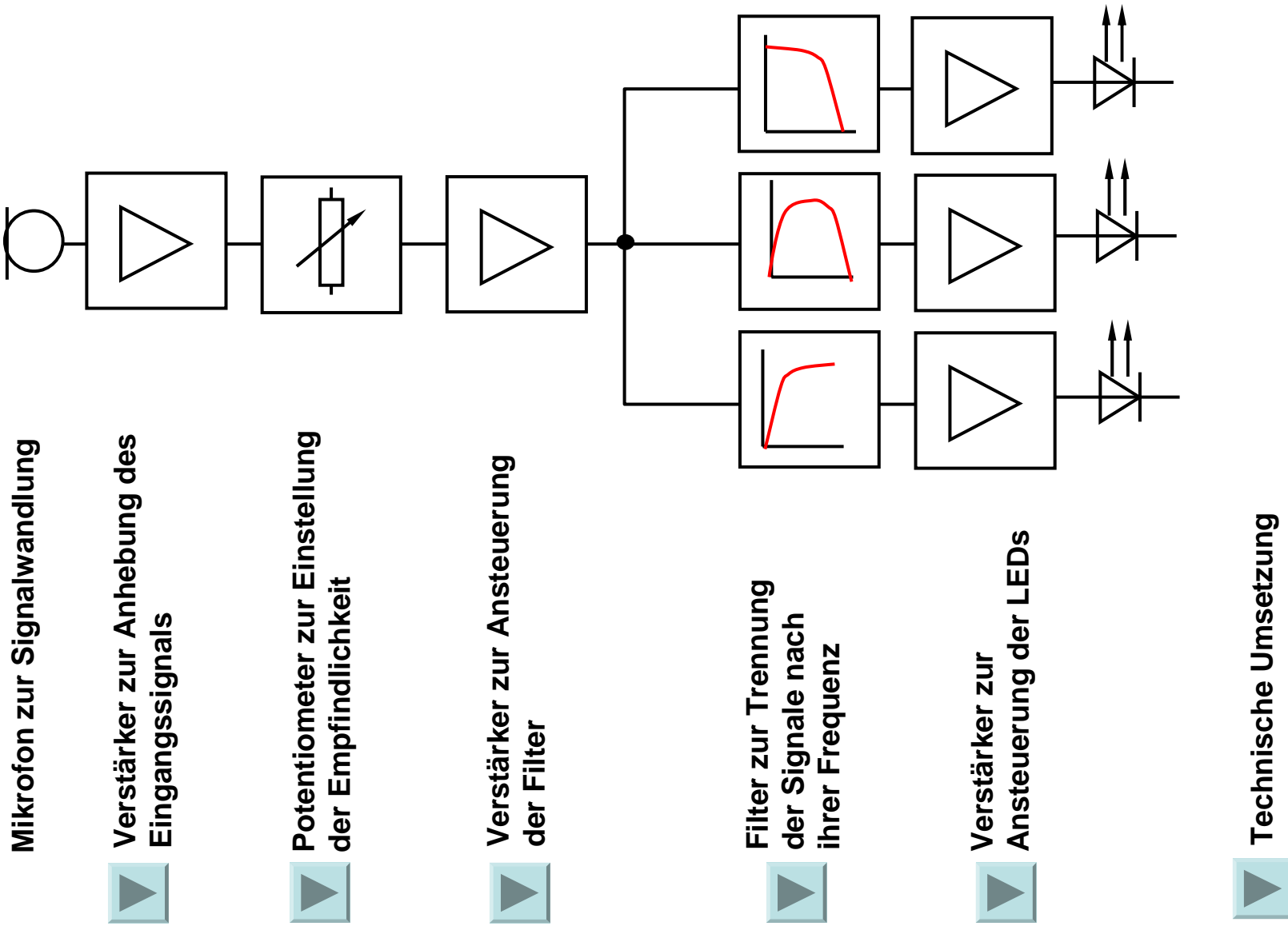
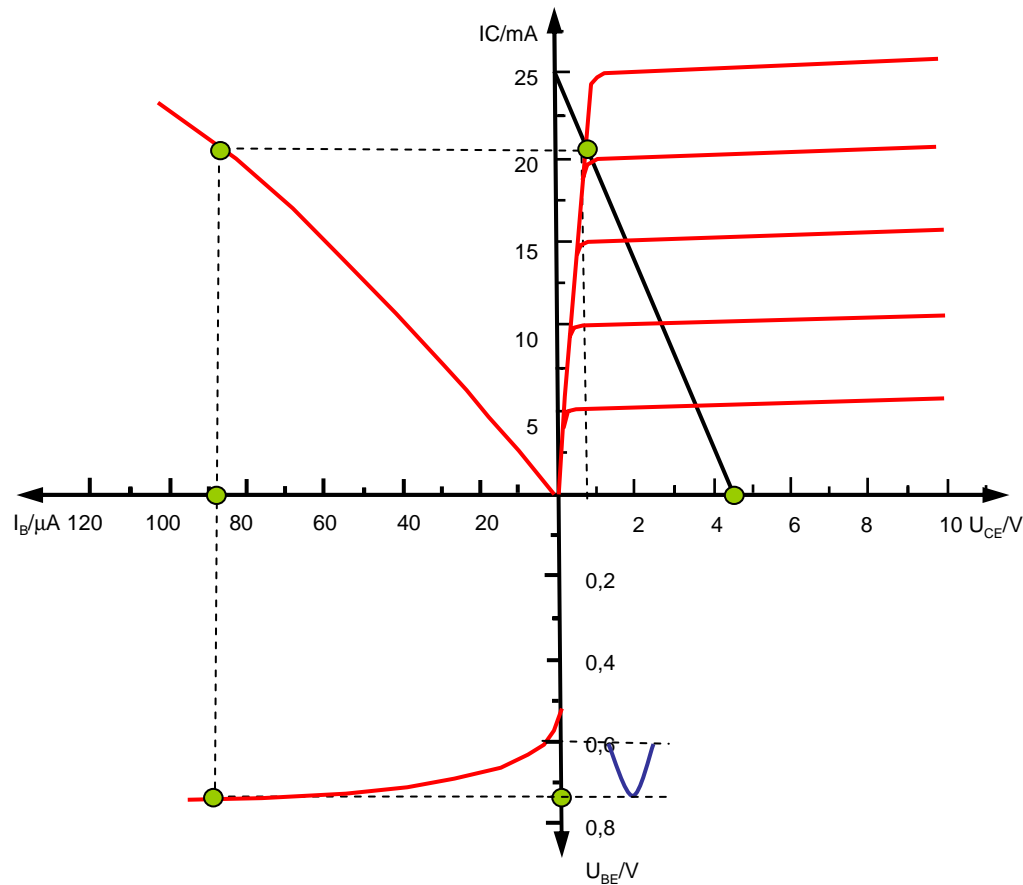


3. Schaltungsentwicklung - Beispiel Taschenlichtorgel

Anforderungen: Drei farbige LEDs,
Mikrofoneingang,
Empfindlichkeitseinstellung,
kleines Format,
geringe Betriebsspannung und Leistung,
geringster Material- und Arbeitsaufwand.





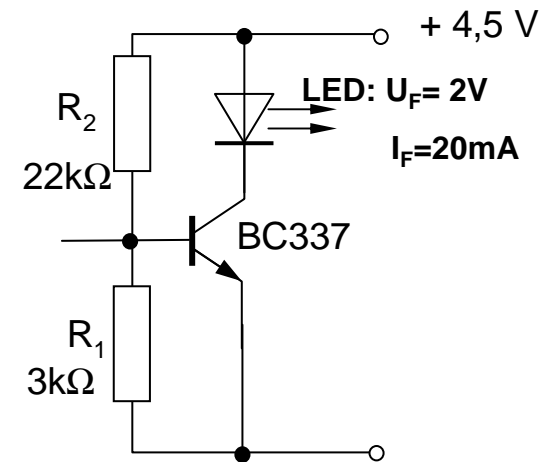


U_{BE} wird auf 0,6V eingestellt. Die Ansteuerung des Transistors erfordert damit eine kleinere Amplitude.

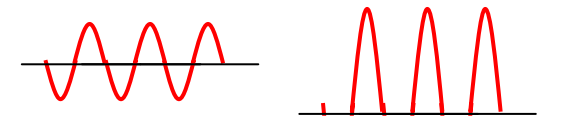
Auslegung des Basisspannungsteilers R_1, R_2 :

$$R_1 = \frac{U_{BE}}{I_q} = \frac{0,6V}{0,2mA} = 3k\Omega \quad R_2 = \frac{UB - U_{BE}}{I_q + I_B} = \frac{4,5V - 0,6V}{0,2mA + 0,004mA} \approx 19,1k\Omega$$

Der Test der Schaltung zeigte, dass eine Korrektur von R_2 auf 22 k Ω erforderlich war.



Arbeitswiderstand kann entfallen, weil die LED nur mit Halbwellen angesteuert wird.



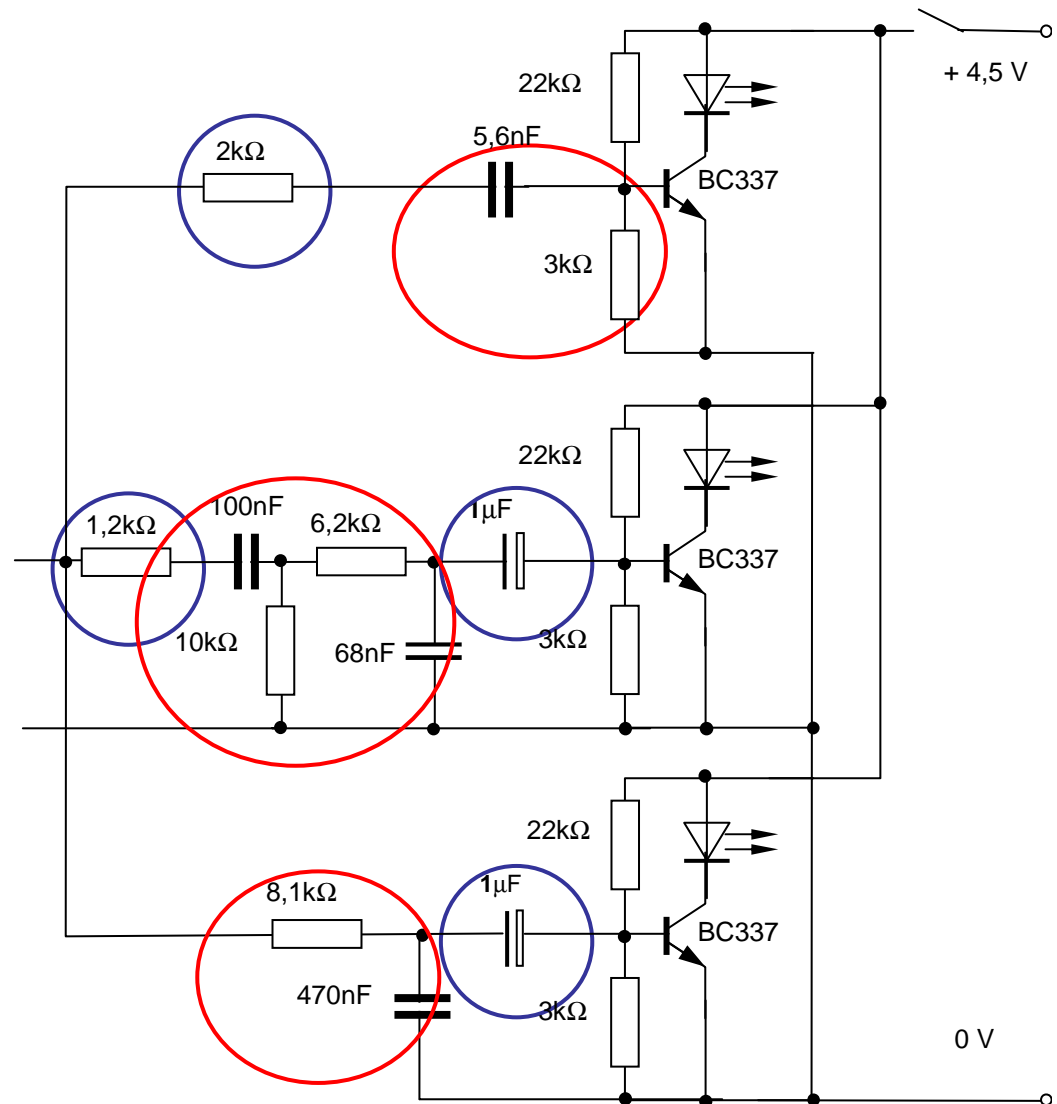
Signal am Verstärker-eingang

Kollektorstrom

20 mA ist die zulässige Dauerstromstärke der Diode. Bei Impulsbetrieb kann die Stromstärke wegen der Pausen wesentlich größer sein.

Elektrolytkondensatoren mit der Kapazität $1\ \mu\text{F}$ sind Koppelkondensatoren zur Abblockung des Basisstromes.

Die Widerstände mit den Werten $2\ \text{k}\Omega$ und $1,2\ \text{k}\Omega$ sind zur Widerstandsanpassung der drei Frequenzfilter notwendig.



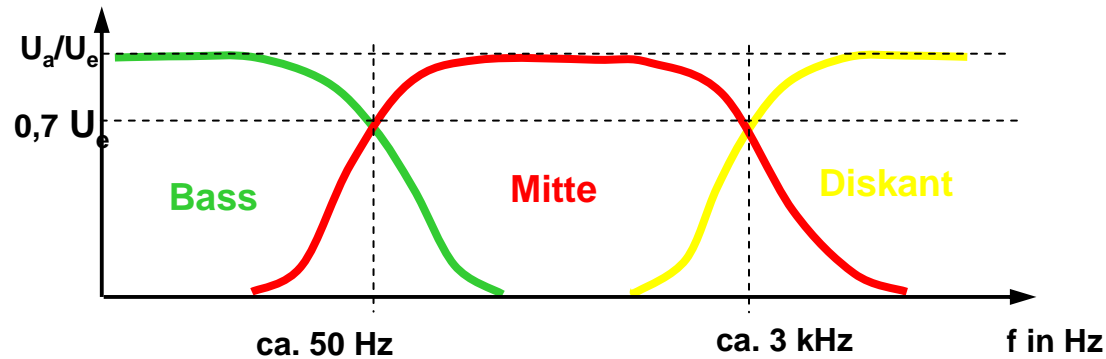
Zum Schema



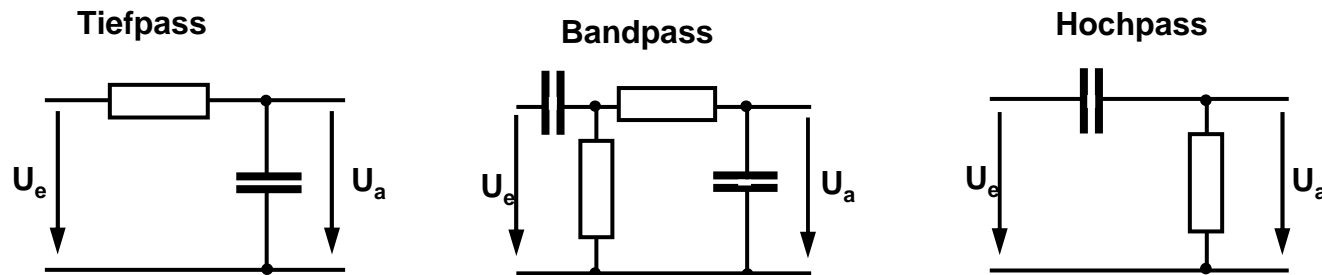
Berechnung der Filter

Klänge setzen sich aus einem Gemisch akustischer Schwingungen des Hörbereichs zusammen.

Zur Ansteuerung der drei Verstärker müssen die in der elektronischen Schaltung erzeugten elektromagnetischen Schwingungen in drei Bereiche getrennt werden.



Elektromagnetische Schwingungen werden mit RC- Gliedern gefiltert.

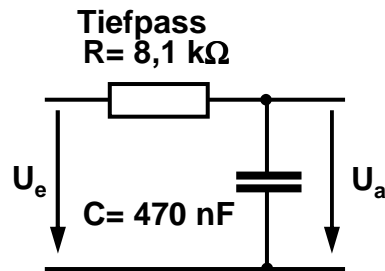


$$R = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2\pi \cdot f_G \cdot C}$$

Grenzfrequenz: $U_a = 0,707 U_e$ bei $R = X_C$

$$f_G = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C}$$

RC-Glieder sind immer in Schaltungen integriert. Die Widerstände und Kapazitäten der Schaltungen und die RC-Glieder beeinflussen gegenseitig. Deshalb können nur grobe Näherungen berechnet werden.



Gewählt: $f_g = 50 \text{ Hz}$
R = 8,1 kΩ

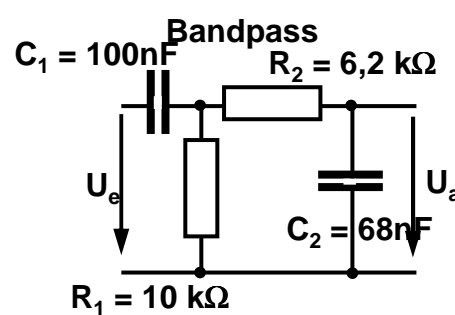
$$C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot R}$$

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \frac{1}{s} \cdot 8,1 \cdot 10^3 \frac{V}{A}}$$

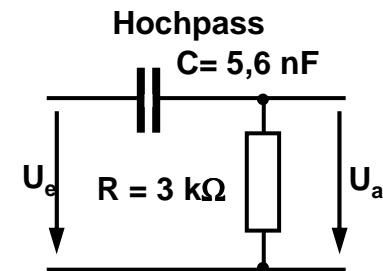
$$C = \frac{10^{-3} \cdot 10^{-2} \text{ As}}{\pi \cdot 8,1V} = \frac{10^4 \cdot 10^{-9}}{\pi \cdot 8,1} \text{ F}$$

$$C \approx 400 \text{ nF}$$

Im Test ergaben sich 470 nF



$$f_G = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C}$$



Gewählt: $f_G = 3 \text{ kHz}$
R = 3 kΩ (Basisspannungsteiler)

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot R}$$

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{1}{s} \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{V}{A}}$$

$$C = \frac{10^{-3} \cdot 10^{-3} \text{ As}}{\pi \cdot 18V} = \frac{10^3 \cdot 10^{-9}}{\pi \cdot 18} \text{ F}$$

$$C \approx 17 \text{ nF}$$

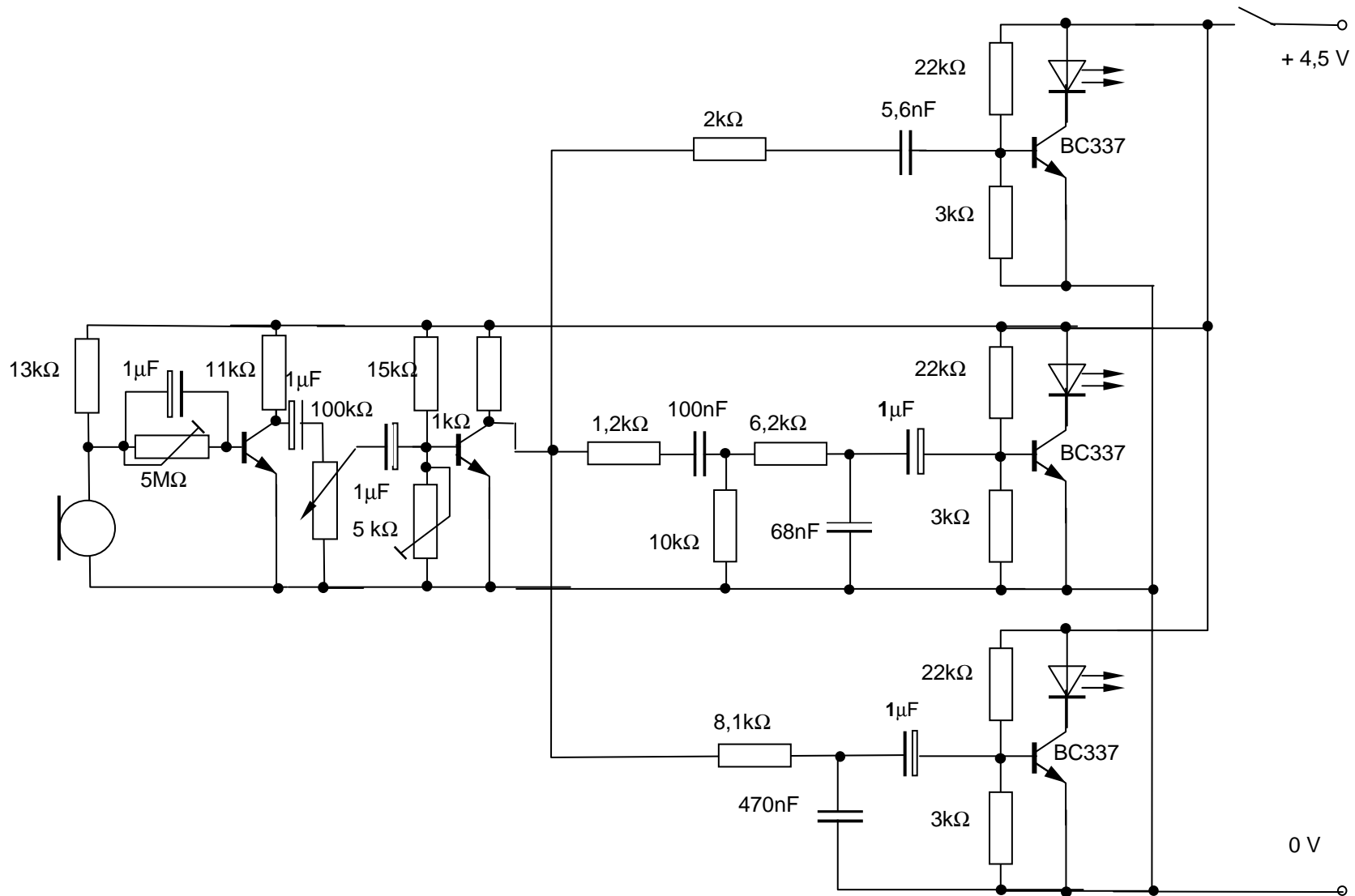
Im Test ergaben sich 5,6 nF

Für den Bandpass ergibt die Berechnung für den Hochpassteil: R₁ = 10 kΩ; C₁ = 318 nF

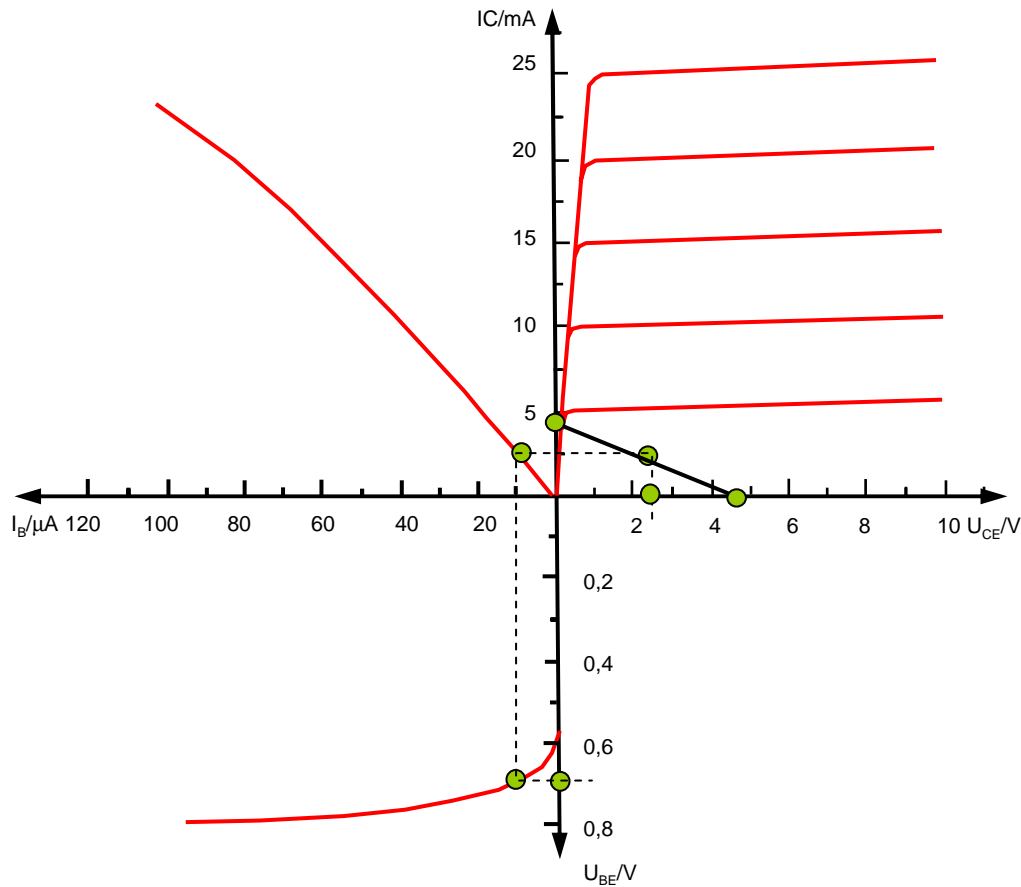
und für den Tiefpassteil: R₂ = 6,2 kΩ; C₂ = 8,5 nF

Die Schaltung funktioniert mit den Werten C₁ = 100 nF; C₂ = 68 nF





Zum Schema 



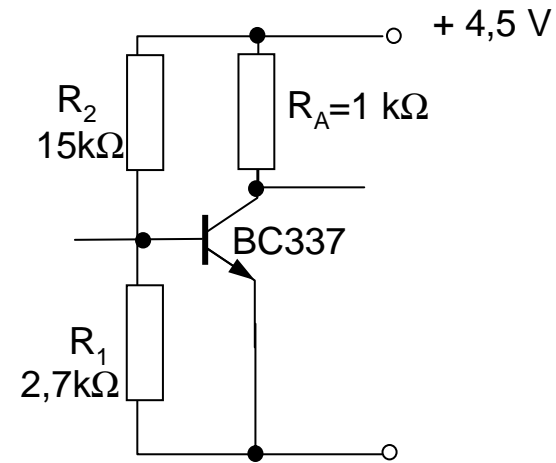
Der Querstrom I_q wird wegen einer hohen Stabilität der Schaltung groß gewählt, $I_q = 25 I_B$.

$$R_1 = \frac{U_{BE}}{25 \cdot I_B} = \frac{0,7V}{0,01mA \cdot 25} = 2,8k\Omega$$

R_1 Gewählt $2,7k\Omega$!

$$R_2 = \frac{UB - U_{BE}}{I_q + I_B} \approx \frac{4,5V - 0,7V}{0,25mA} \approx 15,2k\Omega$$

Die Bedingung $U_{CE} = 0,5UB$ wurde mit $R_2 = 15 k\Omega$ erreicht.



$R_A = 1k\Omega$ läßt einen maximalen Kollektorstrom von $I_C = 4,5 mA$ zu. Damit wird eine Leistung erreicht, die eine Ansteuerung der folgenden RC-Glieder ermöglicht.

AP: $U_{CE} = 2,25V$

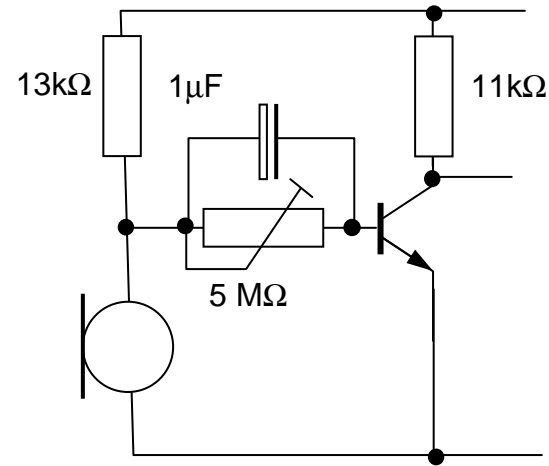
$I_C = 2,25 mA$

$I_B = 0,01 mA$

$U_{BE} = 0,7 V$

Zum Schaltplan





Für das Mikrofon existieren keine Daten. Die Anschlussbedingungen mussten experimentell ermittelt werden.

Beim Test lieferte das Mikrofon mit einem Arbeitswiderstand von 13 kΩ bei der Betriebsspannung von 4,5 V die höchste Signalspannung.

Der Basiswiderstand mit 5 MΩ versorgt den Transistor mit dem notwendigen Basisstrom. Der Arbeitspunkt liegt für die Kollektor-Emitterspannung bei etwa der halben Betriebsspannung.

Mit 11 kΩ wurde ein ausreichend großer Arbeitswiderstand. Dieser Widerstand muss groß sein, weil es in der 1. Verstärkerstufe darauf ankommt, eine hohe Spannungsverstärkung zu erzeugen.

Der Elektrolytkondensator überbrückt den Basiswiderstand für Wechselstrom. Er sichert, dass das vom Mikrofon erzeugte Signal mit seiner noch sehr kleiner Spannung möglichst verlustarm zur 1. Verstärkerstufe übertragen wird.

Zum Schaltplan

