



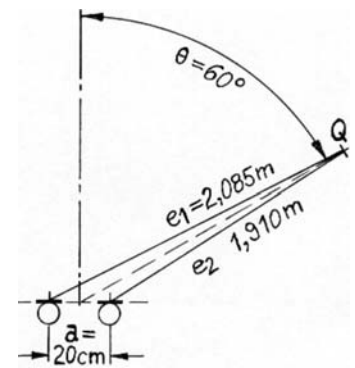
!

# Antworten zum "Kammfiltereffekt"

2

UdK Berlin  
Sengpiel  
10.2000  
F + A

Zwei Mikrofone - egal mit welcher Richtcharakteristik - zeigen mit einem Abstand von  $a = 20 \text{ cm}$  voneinander - genannt Mikrofonbasis - parallel  $0^\circ$  nach vorn. Der Abstand von der Schallquelle Q zum Mittelpunkt des Mikrofonensystems ist  $2,00 \text{ m}$  bei  $60^\circ$  Schalleinfall. Direkt gemessen von der Schallquelle sind es zu einem Mikrofon  $e_1 = 2,085 \text{ m}$  und zum anderen Mikrofon  $e_2 = 1,910 \text{ m}$ . Werden beide Mikrofone z. B. zusammen auf einen Kanal einer Mehrspurmaschine aufgenommen, dann wird ein Kammfilter-Frequenzgang hergestellt.



## Fragen:

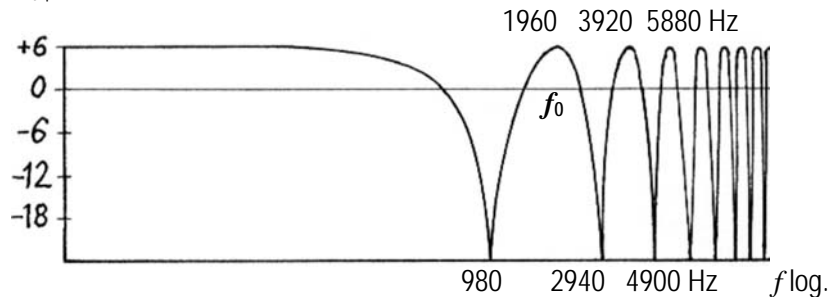
1. Bei welcher Frequenz  $f_{n1} = f_0 / 2$  in Hertz erscheint hierbei der erste tiefe "Notch" (Pegelabsenkung)?

Bitte berechnen Sie und schreiben die Nebenrechnung auf.  $c = 343 \text{ m/s}$ .

$$f_{n1} = c / 2 \cdot \lambda \quad f_{n1} = 343 / 2 \cdot (e_1 - e_2) = 343 / 2 \cdot (2,085 - 1,910) = 343 / 2 \cdot 0,175 = 980 \text{ Hz} - \text{ das 1. Notch } (f_0/2).$$

2. Bei welcher Frequenz  $f_{p1} = f_0$  in Hertz erscheint der darauf folgende erste hohe "Peak" (Pegelmaximum)?

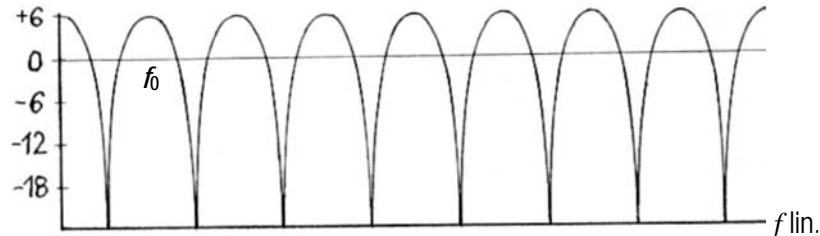
$$f_{p1} = f_0 = c / \lambda \quad f_{p1} = 343 / (e_1 - e_2) = 343 / (2,085 - 1,910) = 343 / 0,175 = 1960 \text{ Hz} - \text{ das 1. Peak } (f_0).$$



3. Nennen Sie bitte die drei ersten Notch-Frequenzen und die drei ersten Peak-Frequenzen und tragen Sie diese in den obigen Frequenzgang ein.

Peak:	1960 Hz	3920 Hz	5880 Hz
Notch:	980 Hz	2940 Hz	4900 Hz

4. Weshalb haben die Kamm-"Zinken" in folgender Abbildung so schön gleichmäßige Abstände - aber in obiger Abbildung nicht?



Weil in dieser Abbildung hier die Frequenzskala unüblich **linear** aufgetragen ist. Oberhalb der Frage 3 ist ein üblicher "Frequenzgang" mit logarithmischer Frequenzachse angegeben.

5. Wenn nur das erste Mikrofon eingeschaltet ist, ergibt sich hier bei der 1. Peak-Frequenz ein Pegel von "genannt 0 dB". Welche Peak-Pegelerhöhung in dB ergibt sich, wenn nun das zweite Mikrofon auch eingeschaltet wird?

$$\Delta L \text{ in dB} = 20 \cdot \log (1 + e_2 / e_1) = 20 \cdot \log (1 + 1,910 / 2,085) = 20 \cdot \log (1 + 0,916) = +5,65 \text{ dB}$$

6. Wenn nur das erste Mikrofon eingeschaltet ist, ergibt sich hier bei der 1. Notch-Frequenz ein Pegel von "genannt 0 dB". Welche Notch-Pegelabsenkung in dB ergibt sich, wenn nun das zweite Mikrofon auch eingeschaltet wird?

$$\Delta L \text{ in dB} = 20 \cdot \log (1 - e_2 / e_1) = 20 \cdot \log (1 - 0,916) = 20 \cdot \log 0,084 = -21,51 \text{ dB}$$

**Merke:** Wenn bei der Aufnahme nur ein Mikrofon eingeschaltet ist, kann sich bei keiner Frequenz diese Pegelanhebung (Peak) und diese Pegelabsenkung (Notch) ergeben - die wir Kammfiltereffekt nennen.

7. In Aufgabe 1 wurde die Wegdifferenz  $\Delta e = e_1 - e_2$  berechnet. Welcher Laufzeitdifferenz  $\Delta t$  in ms entspricht denn diese Wegdifferenz? - Natürlich in Luft (wo denn sonst) und bei  $20^\circ\text{C}$ .

$$\Delta t = \Delta e / c = 0,175 / 343 = 5,1 \cdot 10^{-4} = 0,00051 \text{ s} = 0,51 \text{ ms}.$$