



Unterrichtskonzept mit illustrierenden Aufgaben

Berufsschule, Informationselektroniker/-in, 2. Ausbildungsjahr

Beispielkonzept für das Lernfeld 6

Ausbildungsberuf	Informationselektroniker/-in
Fach	System- und Gerätetechnik
Lernfeld	LF6: Elektronische Bauelemente und Baugruppen analysieren und prüfen
Lernsituation	Lernsituation 1: Eine Frequenzweiche aufbauen, analysieren und prüfen
Zeitrahmen	26 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	Arbeitsblätter, Zugang zu Simulationssoftware, Endgeräte mit Internet-zugang und Office, Tafel / Stifteingabegeräte



Unterrichtskonzept mit illustrierenden Aufgaben

Berufsschule, Informationselektroniker/-in 2. Ausbildungsjahr

Konzeptionsmatrix für die Lernsituation 1

Konzeptionsmatrix für Lernsituation 1		Die SuS analysieren den Aufbau einer Frequenzweiche. Sie ordnen die einzelnen Baugruppen anhand deren Frequenzgangs den Lautsprecherausgängen zu. Zur Dokumentation der Ergebnisse verwenden sie branchenspezifische Software. Sie stellen die Frequenzgänge der einzelnen Signalwege fachgerecht in Diagrammen dar.						
Zeit	Thema/ Beschreibung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexions- wissen	Aufgabe			
					Aktivitäten	Lernprodukte	Medien/ Materialien	Kontroll- und Reflexionselemente
45	Aufbau der einer Frequenzweiche – bestehen aus Spule und Kondensatoren		Analyse des Layouts – des Schaltplans der Frequenzweiche	konventionelle Installations- und Steuerungstech- nik, weitere elektrische Systeme der Gebäude- technik	Erkennen des Umfangs und des Aufwandes des Projektes			
					verstehen der Problem- und Funktionsbeschrei- bung Erkennen der Zusammensetzung von Musik – Lautstärke, Frequenz (Tonhöhe)	Eintrag in ein Arbeitsblatt (Skript)	Einfache Frequenzweiche / Datenblatt der Frequenzweiche – Aufbau	



Unterrichtskonzept mit illustrierenden Aufgaben

Berufsschule, Informationselektroniker/-in 2. Ausbildungsjahr

135	Aufteilung der Frequenzweiche - tiefe Frequenzen	<u>Wiederholung Grundlagen der Reihenschaltung</u> Addieren der Spannungen / Spannung als Vektor Verhalten der Spule an Gleichspannung Induktivitäten – Ströme sich verspäten Grenzfrequenz	Analyse der einzelnen Komponenten sowie deren Verkabelung	Zeichnen d. Zeigerdiagramms / Spannungsdiagramm Widerstandsdiagramm	Zusammenhänge von Induktivität und Widerstand bei der Reihenschaltung			
					Zeichnen von Diagrammen Berechnen von Strom / Spannung Einheiten Potenzen Berechnung von Verhältnissen U_e/U_a	Eintrag in vorgegebene Diagramme und Wissensboxen	Internet / Tabellenbuch Simulationssoftware f. Elektronik	Schüler überprüfen die gewonnenen Erkenntnisse mit Hilfe des Tabellenbuchs
135	Aufteilung der Frequenzweiche - hohe Frequenzen	<u>Wiederholung Grundlagen der Reihenschaltung</u> Addieren der Spannungen / Spannung als Vektor Verhalten der Spule an Gleichspannung	Analyse der einzelnen Komponenten sowie deren Verkabelung	Zeichnen d. Zeigerdiagramms / Spannungsdiagramm Widerstandsdiagramm	Zusammenhänge von Kapazität und Widerstand bei der Reihenschaltung			
					Zeichnen von Diagrammen Berechnen von Strom / Spannung Einheiten	Eintrag in vorgegebene Diagramme und Wissensboxen	Internet / Tabellenbuch Simulationssoftware f. Elektronik	Schüler überprüfen die gewonnenen Erkenntnisse mit Hilfe des Tabellenbuchs



Unterrichtskonzept mit illustrierenden Aufgaben

Berufsschule, Informationselektroniker/-in 2. Ausbildungsjahr

		Kondensator – Strom eilt vor Grenzfrequenz			Potenzen Berechnung von Verhältnissen Ue/Ua			
135	Übungsaufgaben	Wirkwiderstand, Blindwiderstand, Scheinwiderstand, Phasenverschiebung, Geometrische Addition			Allgemeine Aufgaben zur Reihenschaltung von Wechselstromwiderständen			
					Berechnen von Übungsaufgaben	Eintrag in ein Arbeitsblatt	Taschenrechner, Tabellenbuch, Formelsammlung	Ergebniskontrolle (eventuell Streichergbnisse)
90	Grundlagen der dB-Rechnung	Leistungsdämpfungsfaktor Spannungsdämpfungsfaktor Leistungsdämpfungsmaß Spannungsdämpfungsmaß	Darstellung in dB		dB-Rechnung			
					Berechnen von Übungsaufgaben	Ausfüllen von Wissensboxen Eintrag in das Skript	Taschenrechner, Tabellenbuch, Formelsammlung	Ergebniskontrolle



Unterrichtskonzept mit illustrierenden Aufgaben

Berufsschule, Informationselektroniker/-in 2. Ausbildungsjahr

630	Simulation und fachgerechte Darstellung von einer Dreiwege-Frequenzweiche	Logarithmischer Maßstab	Zusammenwirken der Einzelwerte zum Frequenzgang einer Frequenzweiche Dreiwege-Weiche	Leistungsdämpfungsfaktor Spannungsdämpfungsfaktor Leistungsdämpfungsmaß Spannungsdämpfungsmaß	Frequenzgang einer Frequenzweiche fachgerecht darstellen			
					Berechnen von Übungsaufgaben	Dokumentation Dämpfungsfaktor über die Frequenz (logarithmisch) Dämpfungsmaß über die Frequenz (logarithmisch)	Taschenrechner, Tabellenbuch, Formelsammlung Simulationssoftware, Datenexport Tabellenkalkulation	Schüler stellen ihre Frequenzgänge vor – tragen markante Werte ein und lesen zugehörige Werte ab. (3dB–Grenzfrequenz) 1.Ordnung (Dezibel pro Dekade); 2.Ordnung (Dezibel pro Dekade)

Frequenzweiche



Inhalt

1	UNTERSUCHUNG EINER TONFREQUENZWEICHE	2
2	TIEFTÖNER (TT) – OHMSCHER-UND INDUKTIVER-WIDERSTAND IN REIHE	3
3	HOCHTÖNER (HT) – OHMSCHER-UND KAPAZITIVER-WIDERSTAND IN REIHE	5
4	ALLGEMEINE AUFGABEN ZUR REIHENSCHALTUNG	7
5	GRUNDLAGEN DER dB-RECHNUNG	10
6	KONTROLLFRAGEN	14
7	SIMULATION EINER FRQUENZWEICHE	15

UNTERSUCHUNG EINER TONFREQUENZWEICHE

1. Nenne die Bestandteile von Sprache und Musik

.....

.....

.....

.....

2. Wo versteckt sich die Lautstärke in der Musik bzw. Sprache?

.....

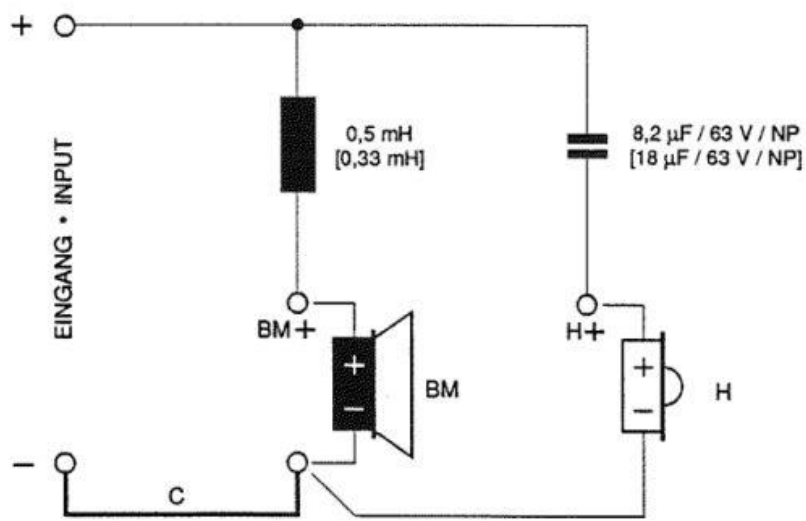
3. Wo steckt die Tonhöhe in der Musik bzw. Sprache?

.....

4. Welche Bauteile werden zum Bau von Frequenzweichen verwendet?

.....

Unsere Frequenzweiche hat folgendes Schaltbild. Für alle weiteren Berechnungen benutzen Sie diese Werte. (Impedanz der Lautsprecher 8Ω)



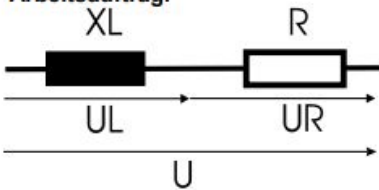
BM	: Baß- / Mitteltöner • Bass / Midrange Speaker
H	: Hochtöner • Tweeter
NP	: bipolar • non polar
C	: gemeinsame Masse • Common Ground

In Klammern [.....] Werte für die 4Ω Ausführung

1 Tieftöner (TT) - Ohmscher- und Induktiver-Widerstand in Reihe

Der Tieftöner unserer Frequenzweiche besteht nur aus einer Spule und dem Lautsprecher in Reihe.

Arbeitsauftrag:



Ergänzen Sie die Formeln im Kasten.

Messen bzw. berechnen Sie die Werte der Tabelle bei 1kHz

R	X_L	Z	U	U_R	U_L	I/mA
8 Ω			1V			

Ergänzen Sie folgende Formeln

$X_L =$

$U^2 =$

$Z =$

$\cos \varphi =$

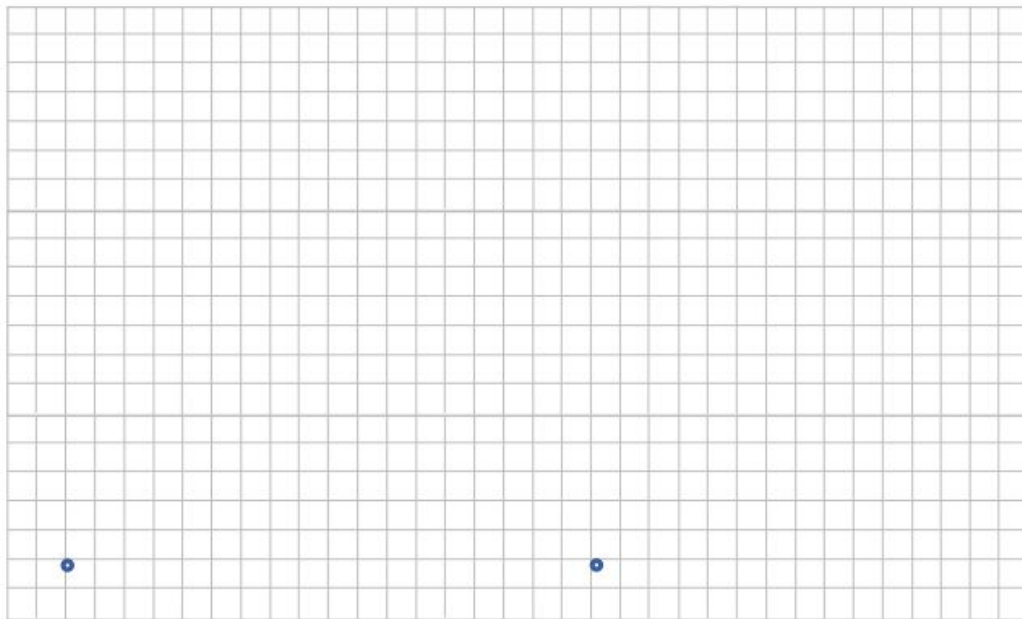
φ = Phasenverschiebung zwischen U_R und U
 Z = Scheinwiderstand in Ω (Gesamtwiderstand)

Nebenrechnungen:



Zeichnen Sie das Zeigerdiagramm, Spannungsdreieck und daneben das Widerstandsdiagramm.

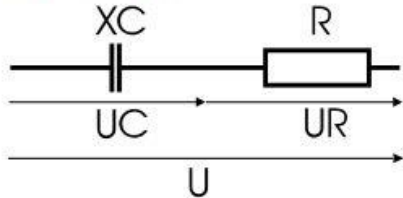
(Maßstab: 1cm = 20mA und 1cm = 0,1V; Startpunkt ist ●)



2 Hochtöner (HT) – Ohmscher- und Kapazitiver-Widerstand in Reihe

Der Hochtöner der Frequenzweiche besteht aus einem Kondensator und dem Lautsprecher in Reihe.

Arbeitsauftrag:



Ergänzen Sie die Formeln weiter unten

Messen bzw. berechnen Sie die Werte der Tabelle bei 3kHz

R	X_C	Z	U	U_R	U_C	I/mA
8Ω			1V			

Nebenrechnungen:

Ergänzen Sie folgende Formeln

$X_C =$

$U^2 =$

$Z =$

$\cos \varphi =$

φ = Phasenverschiebung zwischen U_R und U
 Z = Scheinwiderstand in Ω (Gesamtwiderstand)



Zeichnen Sie das Zeigerdiagramm, Spannungsdreieck und daneben das Widerstandsdiagramm.

(Maßstab: 1cm = 20mA und 1cm = 0,1V; Startpunkt ist ●)

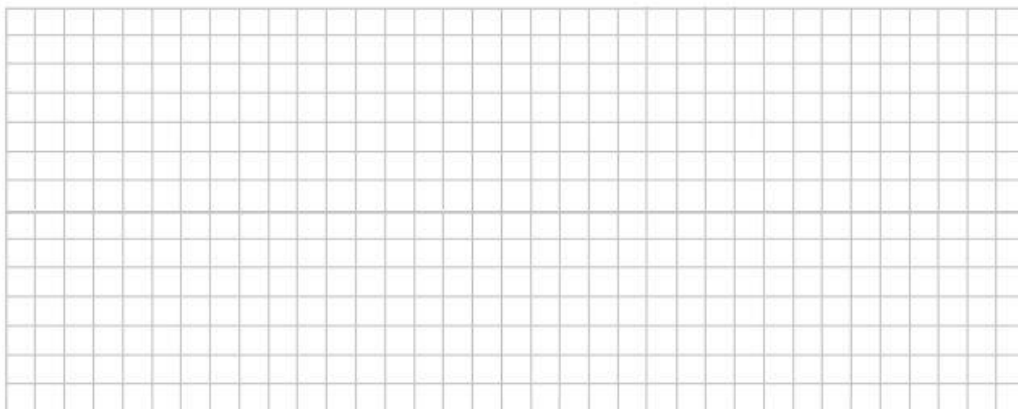


3 Allgemeine Aufgaben zur Reihenschaltung

1. Wie groß sind der Phasenverschiebungswinkel und der Scheinwiderstand, wenn über eine Reihenschaltung aus R und X_L folgende Werte bekannt sind: $R = 0,7\Omega$; $X_L = 3,0\Omega$
(zeichnerische und rechnerische Lösung)!



2. Eine Spule hat einen Wirkwiderstand von 45Ω und eine Induktivität von 22mH . Bei Anschluss an eine Wechselspannung von 800Hz wird eine Stromstärke von $78,3\text{mA}$ gemessen.
Wie groß sind X_L , Z , U , U_R und U_L ?
Zeichnen Sie sowohl das **Spannungs-** als auch das **Widerstandsdreieck!**
Überlegen Sie sich jeweils einen geeigneten Maßstab!





3. Eine Spule ist an eine Wechselspannung von $60\text{V}/50\text{Hz}$ angeschlossen. Es fließt ein Strom von 300mA . Der Phasenverschiebungswinkel zwischen Stromstärke und Spannung beträgt 68° . Wie groß sind U_R ; U_L ; X_L und R ?

4. Ein Wirkwiderstand von 120Ω und ein Kondensator mit einem Blindwiderstand von 300Ω liegen in Reihe mit einer Wechselspannung. Die Stromstärke beträgt 63mA .
- Wie groß ist der Scheinwiderstand?
 - Wie groß sind die Spannungen an R und an X_C ?
 - Wie groß ist die angelegte Spannung und der Phasenverschiebungswinkel?



Unterrichtskonzept mit illustrierenden Aufgaben

Berufsschule, Informationselektroniker/-in, 2. Ausbildungsjahr

5. Ein Wirkwiderstand und ein Kondensator sind in Reihe geschaltet. Bei Anschluss an 24V Wechselspannung von 50Hz wird eine Stromstärke von 720mA gemessen. Die Spannung am Wirkwiderstand beträgt 6,8V.

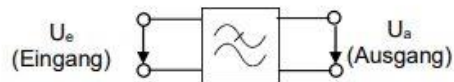
- Wie groß sind R; U_C ; X_C , C und φ ?

A large grid of 20 columns and 20 rows, intended for students to write their calculations and answers for the problem.

4 Grundlagen zur dB-Rechnung

Dämpfung:

Für jede Übertragungsstrecke der Frequenzweiche (Tief- bzw. Hochpass) kann das Dämpfungsverhalten angegeben werden, indem man das Verhältnis zwischen Eingangsgröße und Ausgangsgröße bildet.



Das Verhältnis zwischen Eingangs- und Ausgangsgröße – hier z.B. die Spannungen U_1 und U_2 – wird als *Dämpfungsfaktor* D_U bezeichnet. Entsprechendes ist auch für Leistungen und Strom möglich. Der Leistungsdämpfungsfaktor wird mit D_P bezeichnet.

Leistungsdämpfungsfaktor

Spannungsdämpfungsfaktor

Dämpfungsfaktoren werden in der Praxis selten verwendet. Üblich sind logarithmische Angaben, die dann als *Dämpfungsmaße* a bezeichnet werden. Das Dämpfungsmaß ist eigentlich ohne Einheit; man fügt dem Wert aber die nach *Alexander Graham Bell* benannte Einheit dB (Dezibel) hinzu.

Der Vorteil bei der logarithmischen Umrechnung der Faktoren liegt in der besseren Darstellung der Übertragungskurve in einem logarithmischen Diagramm.

Formel:

Leistungsdämpfungsmaß

Wenn am Anfang und Ende eines Übertragungssystems der gleiche Widerstand (Anpassung) auftritt, können die Proportionalitäten $P \sim U^2$ und $P \sim I^2$ verwendet werden: Damit ergibt sich:

Formel:

Spannungsdämpfungsmaß

Arbeitsauftrag 1: Einzelarbeit Zeit: 5 Min	Die Eingangsspannung $U_1 = 12V$, Die Ausgangsspannung $U_2 = 8,5 V$. Berechnen Sie a) den Dämpfungsfaktor b) das Dämpfungsmaß
---	--



Arbeitsauftrag 2: Partnerarbeit Zeit: 10 Min	Ergänzen Sie die Dämpfungstabelle mit dem Nachbarn. Benutzen Sie die neuen Formeln. Hinweis: Umkehrfunktion: $\lg \rightarrow 10^x$
---	--

Dämpfung in dB	Dämpfungsfaktoren	
	Spannung	Leistung
20		100
10	3,16	
	2	4
3	1,41	
0	1	1
	0,709	0,5
	0,5	0,25
-10	0,32	0,1
	0,01	





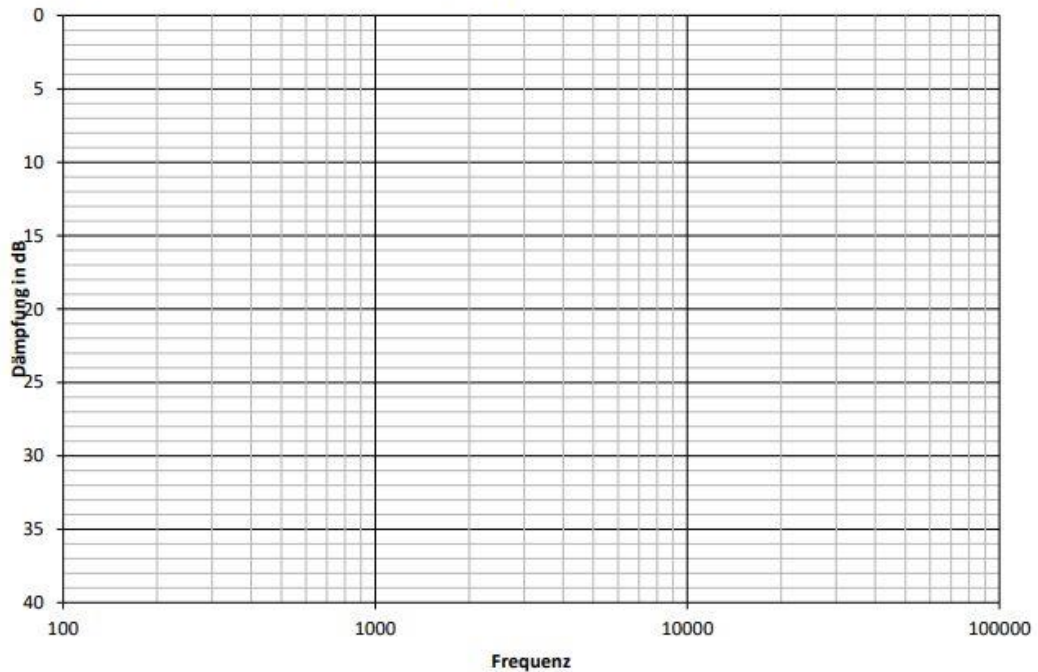
Arbeitsauftrag 3:

Bauen Sie den Hochpass mit Hilfe eines Simulationsprogrammes nach. Simulieren Sie die Messung am Hochpass und tragen Sie die Simulationsergebnisse des Hochpasses in die Tabelle ein und berechnen Sie die Dämpfung bei der jeweiligen Frequenz. (Eingangsspannung $U_e = 1V$)

f in Hz	100	500	800	1,0k	1,4k	1,8k	2,3k	3,5k	5,0	10 k	15k
U_a HT											
a in dB											

Zeichnen Sie die Kennlinie in das Diagramm ein.

Übertragungskennlinie des Hoch-Passes der Frequenzweiche



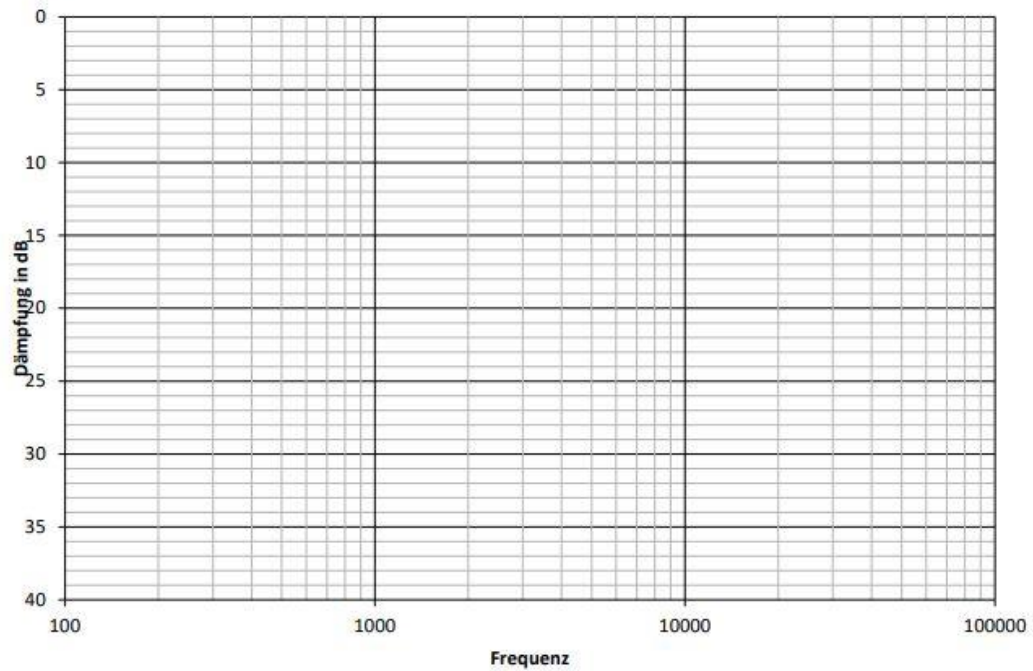
Arbeitsauftrag 4:

Bauen Sie den Tiefpass mit Hilfe eines Simulationsprogrammes nach. Simulieren Sie die Messung am Tiefpass und übertragen Sie in der folgenden Tabelle die Simulationsergebnisse des Tiefpasses und berechnen Sie die Dämpfung bei der jeweiligen Frequenz

f in Hz	100	500	800	1,0k	1,4k	1,8k	2,3k	3,5k	5,0	10 k	15k
U _a TT											
a in dB											

Zeichnen Sie die Kennlinie in das Diagramm ein.

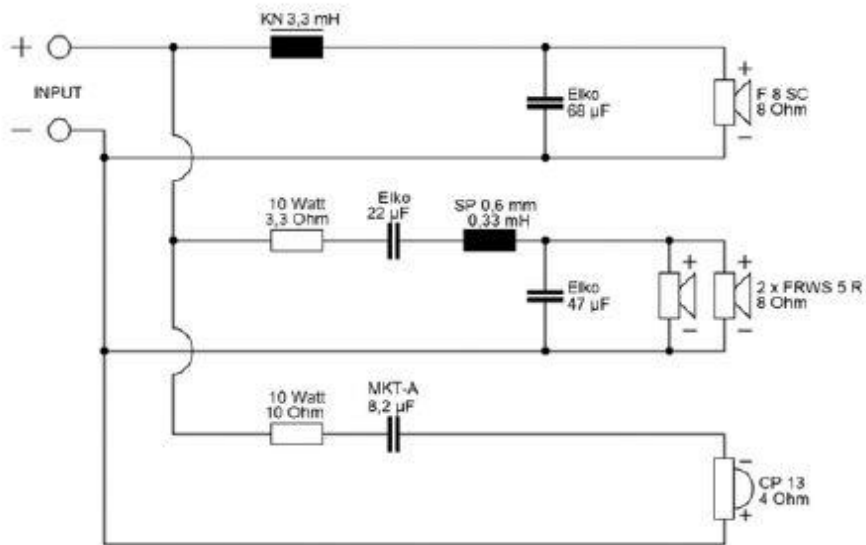
Übertragungskennlinie des Tiefpasses der Frequenzweiche



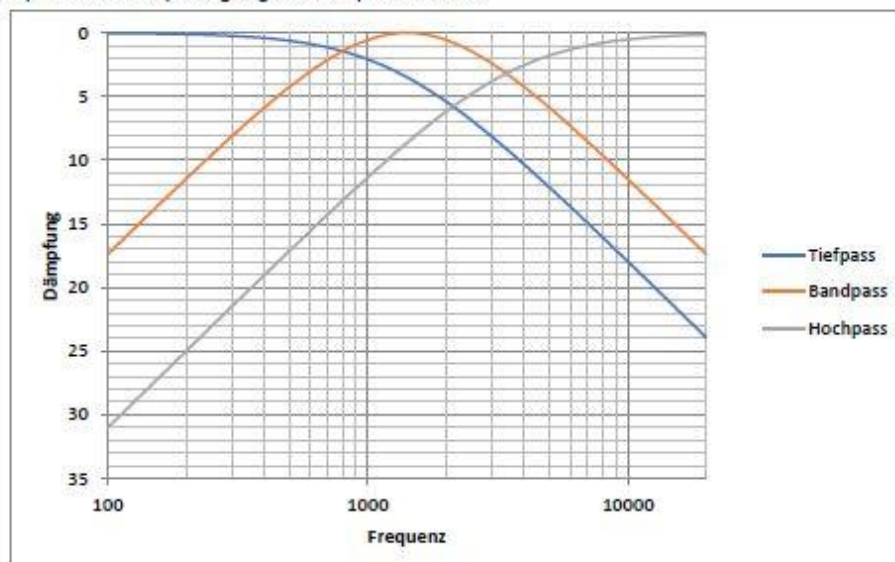
5 Simulation einer Frequenzweiche (hier VOX 80)

Simulieren Sie die Frequenzweiche mit Hilfe eines Simulationsprogrammes.
 Exportieren Sie die Simulationsergebnisse nach Excel.
 Stellen Sie die Ergebnisse fachgerecht in Diagrammen (Dämpfungsfaktor / Dämpfung) dar.
 Geben Sie ihre Dokumentation ab.

VOX 80 (Stand 21.05.2015)



Beispielhafter Frequenzgang der Frequenzweiche.





Hinweise zum Unterricht

Aufgabenstellung 5 dient als Zusatzaufgabe.

Quellen- und Literaturangaben

Bilder:

Frequenzweiche: www.conrad.de

Schaltplan Frequenzweiche: www.conrad.de

Splitter: www.mikrocontroller.net/topic/234003

Fachliteratur

- Fachkundebuch, Europa-Verlag
- Elektronik Tabellen Informations- und Medientechnik, Westermann-Verlag