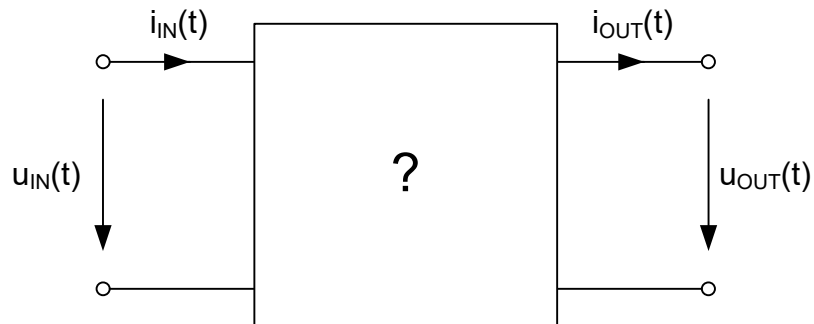


1. Dezibelrechnung

1.1 Definition des Spannungsverstärkungsfaktors (engl.: voltage gain)

Gegeben ist folgender Vierpol:



Der Spannungsverstärkungsfaktors G_U des Vierpols ist wie folgt definiert:

$$G_U = \frac{U_{\text{RMS,OUT}}}{U_{\text{RMS,IN}}} = \frac{\hat{u}_{\text{OUT}}}{\hat{u}_{\text{IN}}} = \frac{u_{\text{PP,OUT}}}{u_{\text{PP,IN}}}$$

G_U ist der Spannungsverstärkungsfaktors (ohne Einheit)

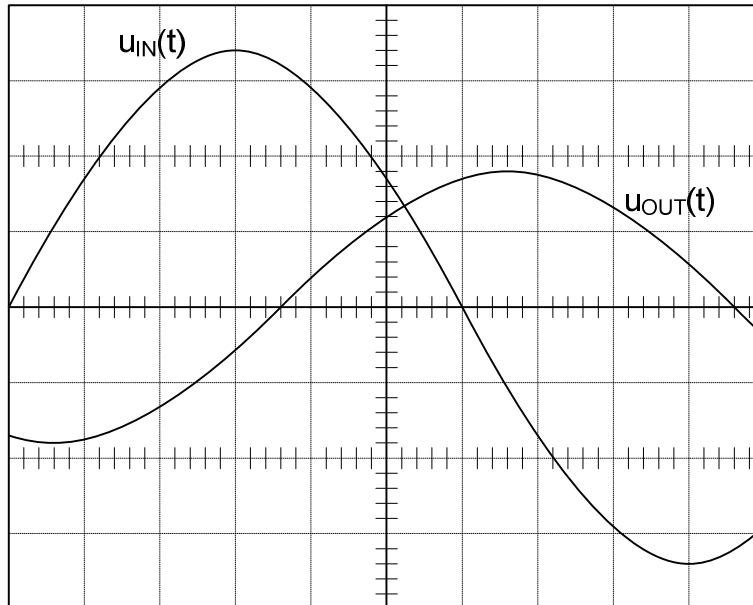
$U_{\text{RMS,OUT}}$, \hat{u}_{OUT} resp. $u_{\text{PP,OUT}}$ beschreiben die Eingangsspannung in Volt (V)

$U_{\text{RMS,IN}}$, \hat{u}_{IN} resp. $u_{\text{PP,IN}}$ beschreiben die Ausgangsspannung in Volt (V)

- Der Spannungsverstärkungsfaktors drückt aus wie viel mal der Wert der Ausgangsspannung größer ist als der der Eingangsspannung.
- Wenn $G_U > 1$, dann $\hat{u}_{\text{OUT}} > \hat{u}_{\text{IN}}$.
- Wenn $G_U < 1$, dann $\hat{u}_{\text{OUT}} < \hat{u}_{\text{IN}}$.
- Wenn $G_U = 1$, dann $\hat{u}_{\text{OUT}} = \hat{u}_{\text{IN}}$.

Aufgabe 1:

Berechne den Spannungsverstärkungsfaktor mit Hilfe des folgenden Oszillogramms. (0,5V/div; 2ms/div).

**1.2 Strom- und Leistungsverstärkungsfaktor**

Analog zum Spannungsverstärkungsfaktor kann man auch einen Stromverstärkungsfaktor G_I und einen Leistungsverstärkungsfaktor G_P .

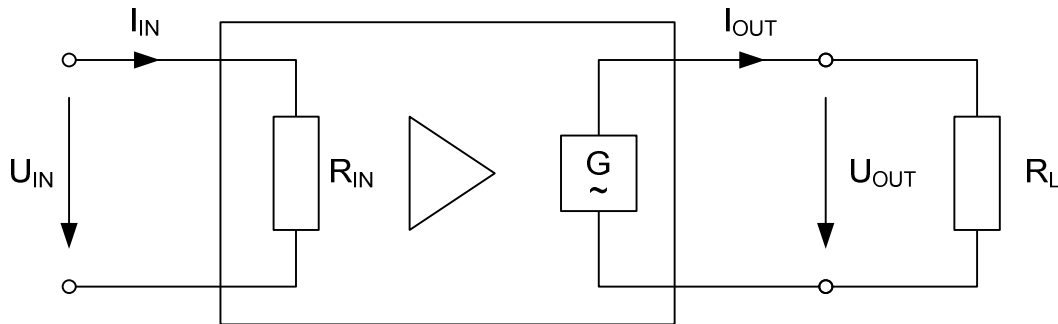
$$G_I = \frac{I_{\text{RMS,OUT}}}{I_{\text{RMS,IN}}} = \frac{\hat{i}_{\text{OUT}}}{\hat{i}_{\text{IN}}} = \frac{i_{\text{PP,OUT}}}{i_{\text{PP,IN}}}$$

$$G_P = \frac{P_{\text{OUT}}}{P_{\text{IN}}} = \frac{\hat{p}_{\text{OUT}}}{\hat{p}_{\text{IN}}} = \frac{p_{\text{PP,OUT}}}{p_{\text{PP,IN}}}$$

Aufgabe 2:

Gegeben ist folgender Verstärker mit einem Eingangswiderstand R_{IN} von $10\text{k}\Omega$ und einem Lastwiderstand R_L von 8Ω . \hat{u}_{IN} sei 500mV und $\hat{u}_{OUT}=25\text{V}$. Die Spannungen sind sinusförmig.

Berechne die drei Verstärkungsfaktoren des Verstärkers.

**Aufgabe 3:**

Gegeben ist ein Verstärker mit einem Eingangswiderstand R_{IN} von 50Ω und einem Lastwiderstand R_L von 50Ω . \hat{u}_{IN} sei 15mV und $\hat{u}_{OUT}=600\text{mV}$. Die Spannungen sind sinusförmig.

Berechne die drei Verstärkungsfaktoren des Verstärkers.

Beobachtung:

Wenn der Eingangswiderstand den gleichen Wert hat als der Lastwiderstand, was im HF-Bereich häufig der Fall ist um Reflexionen zu verhindern, dann ist $G_U = G_I$ und $G_P = G_U^2$.

1.3 Das "Leistungs"-Verstärkungsmaß

In der Kommunikationstechnik und vor allem in der Hochfrequenz (HF) wird die Verstärkung aus Gründen die wir später noch sehen oft in Dezibel (dB) ausgedrückt.

Es gilt:

$$G_{\text{dB}} = 10 \cdot \log(G_P)$$

G_{dB} ist das Verstärkungsmaß in Dezibel [dB]

G_P ist der Leistungsverstärkungsfaktor [ohne Einheit]

Wiederholung zum Logarithmus:

$$y = \log(x) \Leftrightarrow x = 10^y$$

x	log(x)
10	1
100	2
1000	3
10000	4
0,1	-1
0,01	-2
0	existiert nicht

Graph: $y = \log(x)$

Die Funktion 10^x und $\log(x)$ sind invers zueinander, also ist $10^{\log(x)} = x$.

$$\log(a \cdot b) = \log(a) + \log(b)$$

$$\log\left(\frac{a}{b}\right) = \log(a) - \log(b)$$

$$\log(a^n) = n \cdot \log(a)$$

Aufgabe 4:

- Bestimme die Formel um G_{dB} zu berechnen wenn man P_{OUT} und P_{IN} kennt.
- Bestimme die Formel um G_P zu berechnen wenn man G_{dB} kennt.

Aufgabe 5:

Vervollständige folgende Tabelle:

G_P	G_{dB} [dB]
0,01	
0,1	
1	
10	
100	
1000	

Schlussfolgerung:

Jede Erhöhung des Verstärkungsmaß G_{dB} um 10dB, entspricht einer _____
des Leistungsverstärkungsfaktors.

Aufgabe 6:

a) Vervollständige folgende Tabelle:

G_P	G_{dB} [dB]
	-6
	-3
	0
	3
	6
	9

Schlussfolgerung:

Jede Erhöhung des Verstärkungsmaß G_{dB} um 3dB, entspricht einer _____
des Leistungsverstärkungsfaktors.

- b) Bestimme ohne Taschenrechner G_P wenn $G_{dB} = 46\text{dB}$.
- c) Bestimme G_P eines Verstärkers wenn $G_{dB} = 35\text{dB}$. Welche Leistung gibt der Verstärker am Ausgang ab, wenn die Eingangsleistung $0,5\text{mW}$ beträgt.

Aufgabe 7:

Entspricht eine Erhöhung deines Taschengelds von "110dB" auf "113dB" einer starken Erhöhung? Begründe deine Antwort.

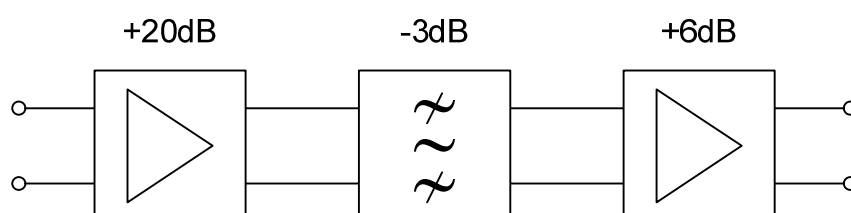
1.4 Vorteile der Verwendung des Dezibels**Aufgabe 8:**

Gegeben sind zwei hintereinandergeschaltete Verstärker. Der erste verstärkt die Eingangsleistung 16-mal, der zweite hat einen Leistungsverstärkungsfaktor von 4.

- Zeichne und beschrifte das Blockschaltbild des Aufbaus.
- Berechne den Gesamtleistungsverstärkungsfaktor G_{PT} beider Verstärker zusammen indem du eine beliebige Eingangsleistung wählst und die Ausgangsleistung schrittweise berechnest. Aus der Ausgangsleistung des zweiten Verstärkers berechnest du anschließend den Gesamtleistungsverstärkungsfaktor.
- Wie lautet die Formel um den Gesamtleistungsverstärkungsfaktor G_{PT} aus G_{P1} et G_{P2} zu berechnen?
- Berechne das Verstärkungsmaß G_{dB1} des ersten Verstärkers.
- Berechne das Verstärkungsmaß G_{dB2} des zweiten Verstärkers.
- Berechne das Gesamtverstärkungsmaß G_{dBT} der beiden Verstärker aus G_{PT} .
- Wie lautet die Formel um das Gesamtverstärkungsmaß G_{dBT} aus G_{dB1} und G_{dB2} zu berechnen?
- Worin besteht ein Vorteil der Verwendung des Dezibels?

Aufgabe 9:

Gegeben ist folgender Aufbau. Berechne G_{dBT} et G_{PT} ohne Taschenrechner.



1.5 Das "Spannungs"-Verstärkungsmaß

Genauso wie man den Leistungsverstärkungsfaktor in Dezibel ausdrücken kann, so kann man dies auch für den Spannungsverstärkungsfaktor tun. Um die Arbeit in der Praxis maximal zu vereinfachen wird das "Spannungs"-Verstärkungsmaß allerdings mit dem Faktor 20 und nicht mit dem Faktor 10 definiert.

Es gilt:

$$G_{\text{dB}} = 20 \cdot \log(G_U)$$

G_{dB} ist das Verstärkungsmaß in Dezibel (dB)

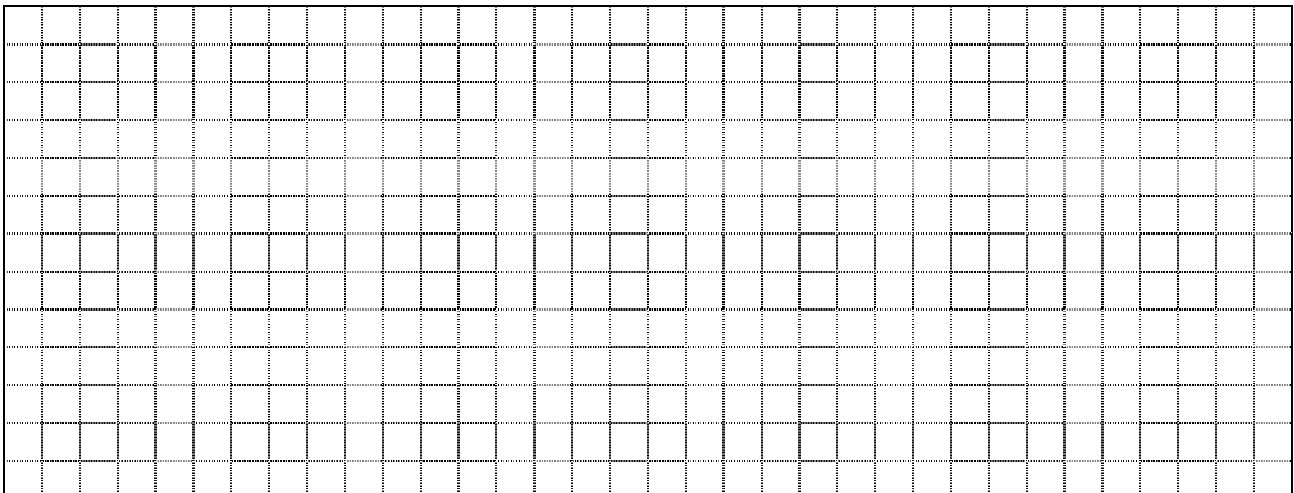
G_U ist der Spannungsverstärkungsfaktor [ohne Einheit]

Aufgabe 10:

Berechne das "Spannungs"-Verstärkungsmaß und das "Leistungs"-Verstärkungsmaß in Aufgabe 3:

$$G_{U,\text{dB}} = \underline{\hspace{2cm}} \qquad G_{P,\text{dB}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Beobachtung:



Aufgabe 11:

Der HF-Verstärker RFA 403 hat ein maximales Verstärkungsmaß von 19dB. Berechne \hat{u}_{IN} wenn $\hat{u}_{\text{OUT}} = 1\text{V}$.

Aufgabe 12:

Vervollständige folgende Tabelle:

G_U	G_{dB} [dB]
0,01	
0,1	
1	
10	
100	
1000	
10000	
100000	

Schlussfolgerung:

Jede Erhöhung von G_{dB} um 20dB, entspricht einer _____ des Spannungsverstärkungsfaktors.

Aufgabe 13:

Vervollständige folgende Tabelle:

G_U	G_{dB} [dB]
	-12
	-6
	0
	6
	12
	18

Schlussfolgerung:

Jede Erhöhung von G_{dB} um 6dB, entspricht einer _____ des Spannungsverstärkungsfaktors.

1.6 Vergleich des Leistungs- versus den Spannungsverstärkungsfaktor

source: <http://en.wikipedia.org/wiki/Decibel>

dB	power ratio	amplitude ratio
100	10 000 000 000	100 000
90	1 000 000 000	31 620
80	100 000 000	10 000
70	10 000 000	3 162
60	1 000 000	1 000
50	100 000	316.2
40	10 000	100
30	1 000	31.62
20	100	10
10	10	3.162
6	3.981	1.955
3	1.995	1.413
1	1.259	1.122
0	1	1
-10	0.1	0.316 2
-20	0.01	0.1
-30	0.001	0.031 62
-40	0.000 1	0.01
-50	0.000 01	0.003 162
-60	0.000 001	0.001
-70	0.000 000 1	0.000 316 2
-80	0.000 000 01	0.000 1
-90	0.000 000 001	0.000 031 62
-100	0.000 000 000 1	0.000 01

1.7 Dämpfung (engl.: attenuation)

Wenn der Wert der Ausgangsspannung kleiner ist als der Wert der Eingangsspannung so bevorzugt man es oft von Dämpfung statt von Verstärkung zu sprechen. Es gilt:

$$A = \frac{1}{G}$$

$$A_{\text{dB}} = -G_{\text{dB}}$$

A ist der Dämpfungsfaktor (ohne Einheit)

A_{dB} ist das Dämpfungsmaß in Dezibel (dB)

Aufgabe 14:

Berechne den Dämpfungsfaktor und das Dämpfungsmaß wenn $G_U=0,5$.