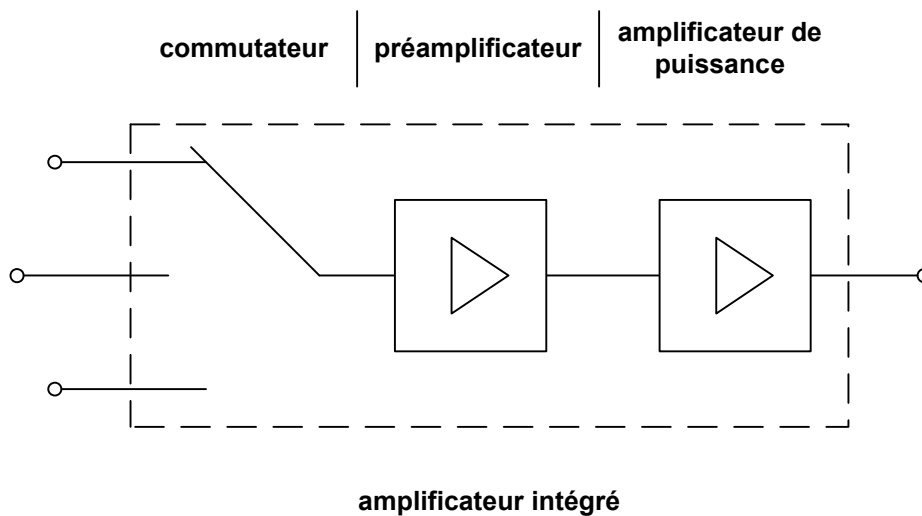


## 6. Caractéristiques techniques d'un amplificateur audio

### 6.1 Généralités

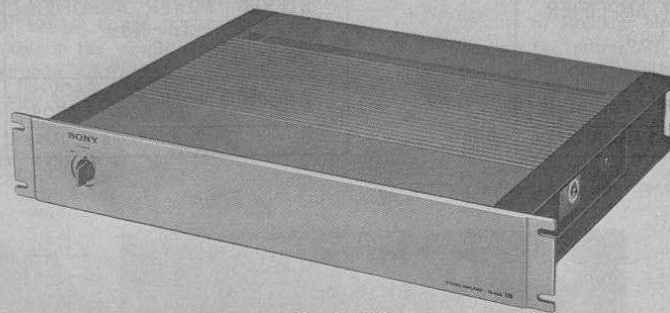
Dans le chapitre sur les techniques audio on a déjà discuté qu'un amplificateur audio intégré est souvent composé de deux étages. La première étage, aussi appelé préamplificateur, sert surtout à amplifier variablement la tension venant de la source audio au niveau voulu. Le deuxième étage est l'amplificateur de puissance qui sert à amplifier le courant et donc aussi la puissance pour produire le volume requis sur les haut-parleurs.



Avant de nous lancer dans le détail des circuits d'amplification au chapitre suivant, on va d'abord discuter les caractéristiques techniques qu'on trouve le plus fréquemment dans les catalogues de vente et dans les fiches techniques des amplificateurs audio.

# TA-N88

US Model  
AEP Model



## STEREO POWER AMPLIFIER

### SPECIFICATIONS

#### GENERAL

<b>Power Requirements:</b>	90 – 130V ac, 50 – 400Hz (US model) 220 – 240V ac, 50 – 400Hz (AEP model) 110 – 140V dc (US model) 240 – 300V dc (AEP model)
<b>Power Consumption:</b>	135W (US model) 550W (AEP model)
<b>Dimensions:</b>	Approx. 480 (w) x 80 (h) x 360 (d) mm 18 $\frac{7}{8}$ (w) x 3 $\frac{1}{8}$ (h) x 14 $\frac{1}{4}$ (d) inches Including projecting parts and controls
<b>Weight:</b>	Approx. 11kg, 23 lb 6oz (net) 13kg, 28 lb 4oz (with shipping carton)

<b>Harmonic Distortion:</b>	Less than 0.5% at rated output
<b>IM Distortion:</b> (60Hz : 7kHz = 4 : 1)	Less than 0.1% at rated output
<b>Frequency Response:</b>	5 – 40,000Hz $^{+0.5}_{-1}$ dB
<b>S/N Ratio:</b>	Greater than 110dB, short-circuited input
<b>Residual Noise:</b>	Less than 100 $\mu$ V (8 $\Omega$ , weighting network A)
<b>Inputs:</b>	<b>INPUT</b> Sensitivity 1.4V (for rated output) Impedance 50k $\Omega$
<b>Outputs:</b>	<b>SPEAKER</b> Accept speakers of 8 – 16 $\Omega$


#### POWER AMPLIFIER

##### SECTION

#### Continuous RMS Power

<b>Output</b> (rated output) (Less than 0.5% total harmonic distortion):	Both channels driven simultaneously At 20 – 20,000Hz 160 + 160W (8 $\Omega$ ) According to DIN45500 160 + 160W (8 $\Omega$ )
<b>Damping Factor:</b>	20 (8 $\Omega$ , 1000Hz)

#### SAFETY-RELATED COMPONENT WARNING!!

COMPONENTS IDENTIFIED BY SHADING AND  MARK ON THE SCHEMATIC DIAGRAMS, EXPLODED VIEWS AND IN THE PARTS LIST ARE CRITICAL TO SAFE OPERATION. REPLACE THESE COMPONENTS WITH SONY PARTS WHOSE PART NUMBERS APPEAR AS SHOWN IN THIS MANUAL OR IN SUPPLEMENTS PUBLISHED BY SONY.

# SONY<sup>®</sup>

## SERVICE MANUAL

## 6.2 La puissance de sortie

La puissance de sortie d'un amplificateur indique la puissance maximale que l'amplificateur sait produire sur une résistance ohmique branchée à la sortie.

### Extrait des données techniques d'un amplificateur Sony TA-F310R:

2 x 40W sur 4 Ohm

2 x 29W sur 8 Ohm

On voit que la puissance de sortie dépend de la valeur de la résistance. Il en suit qu'il faut considérer cette valeur lors de comparaisons.

Dans le domaine du "car audio" les fabricants indiquent souvent une puissance de sortie maximale. Celle-ci est la puissance qui peut être produite pendant une courte durée de temps. Comme les conditions de mesures de la puissance maximale ne sont pas standardisées les fabricants sont libres de déterminer cette valeur suivant leurs propres méthodes, ce qui résulte parfois dans des valeurs exorbitantes et donc peu expressives.

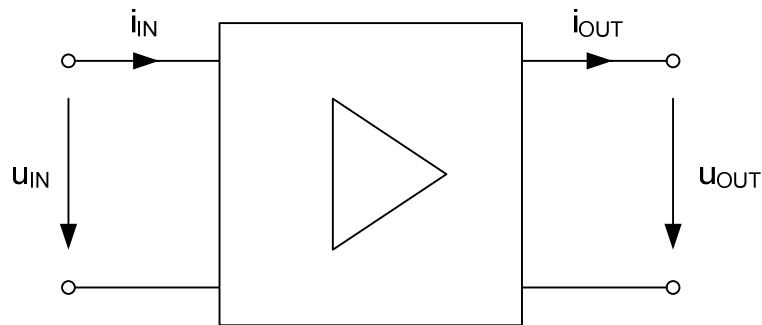
Seule la valeur de la puissance continue (aussi appelée puissance efficace ou puissance RMS), mesurée à une fréquence de 1kHz pendant une durée minimale de 10 minutes peut servir comme référence de comparaison.

### Exercice 1:

Tu as acheté un amplificateur (2x50W sur 8 Ohm). Un copain te demande la puissance maximale de ton nouvel ampli et te réplique que le sien aurait 2x60W. Qu'est-ce que tu devras lui répondre en tant que technicien en communication?

### 6.3 Le gain

Un amplificateur est un quadripôle. Comme on l'a déjà vu dans le chapitre sur le calcul décibel on fait sur un quadripôle la différence entre gain en tension  $G_U$ , gain en courant  $G_I$  et gain en puissance  $G_P$ .



Surtout dans le domaine des HF les gains sont souvent exprimés en décibel. On parle dans ce cas du niveau du gain.

#### Exercice 2:

La résistance d'entrée d'un amplificateur est égale à la résistance de charge et le niveau du gain en tension  $G_{dB}$  est de 26dB.

- Indiquez le niveau du gain en puissance.
- Indiquez combien de fois la tension de sortie est plus grande que la tension d'entrée.
- Indiquez combien de fois la puissance de sortie est plus grande que la puissance d'entrée.

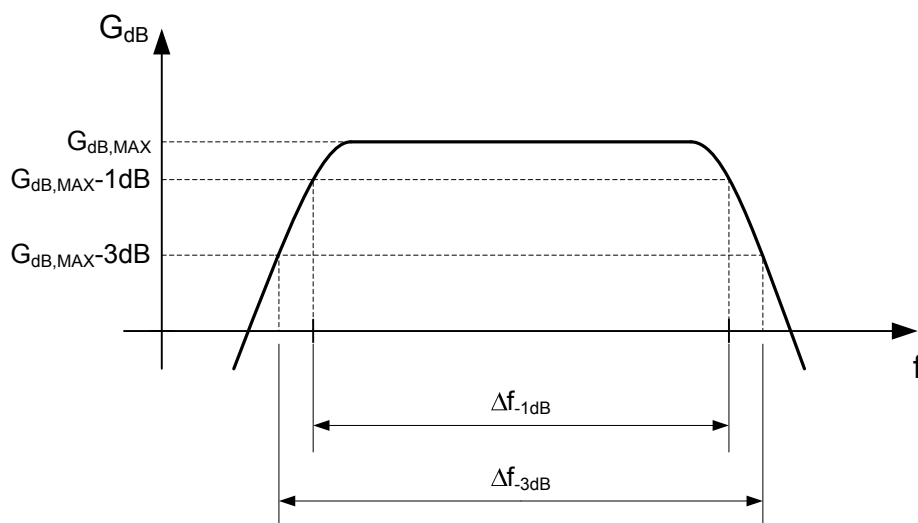
## 6.4 La bande passante

La majeure partie des amplificateurs se comportent comme un filtre passe-bande actif. Pareille que pour les filtres on peut donc déterminer la bande passante qui est toujours la différence entre la fréquence de coupure supérieure et inférieure. Dans le contexte des amplificateurs on formule la bande passante pourtant souvent en forme de plage de fréquences.

### Exemple:

Bande passante: 20Hz à 18.000Hz (-3dB)

La bande passante ne sert guère comme indicateur de qualité car presque tous les amplificateurs audio couvrent aujourd'hui d'une façon plus que satisfaisante la plage de fréquences audio. Quelques fabricants qui se veulent de haute qualité indique une bande passante à -1dB au lieu de -3dB pour souligner leur volonté de faire plus que les autres.



### Exercice 3:

Soit deux amplificateurs:

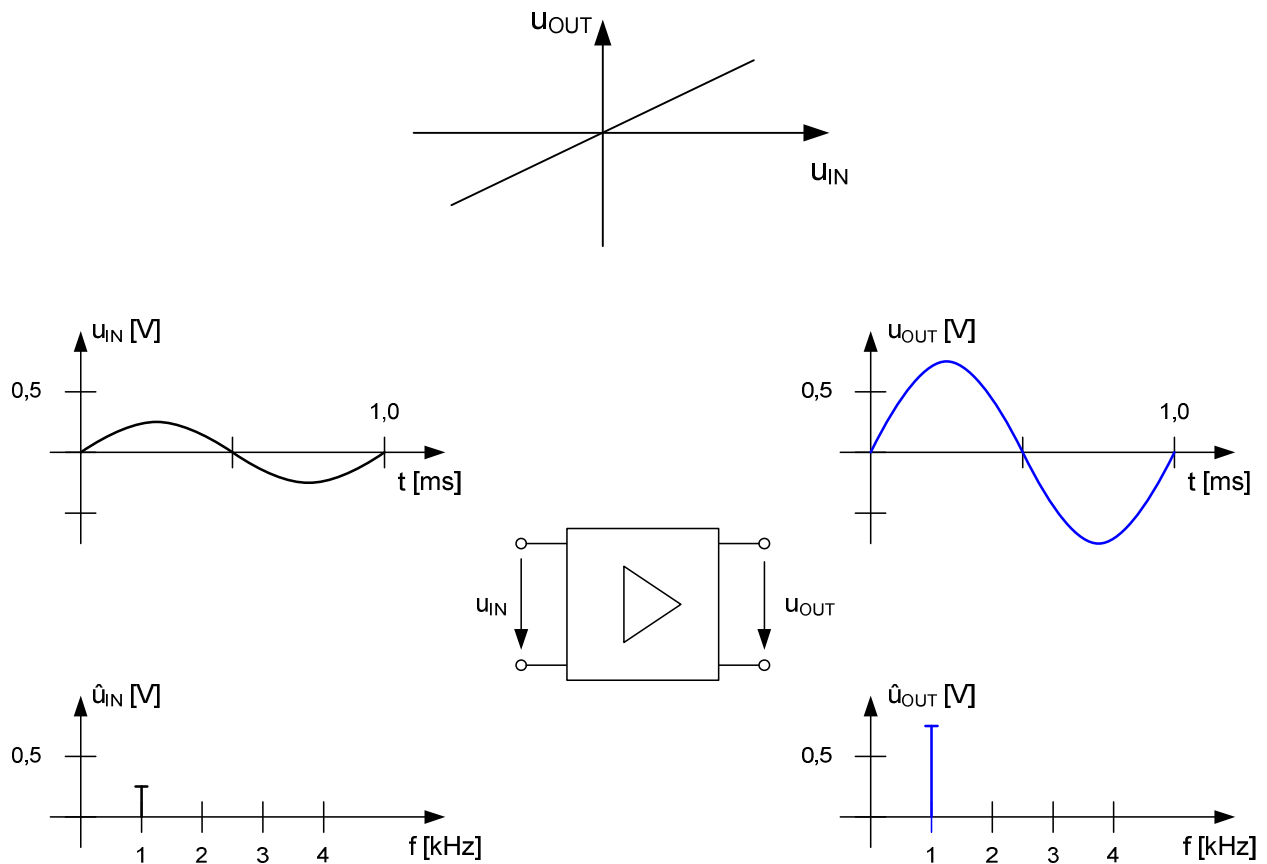
bande passante ampli1: 16Hz à 20kHz (-3dB)

bande passante ampli2: 16Hz à 20kHz (-1dB)

Lequel des deux amplificateurs à la meilleure réponse en fréquence?

## 6.5 THD

Un amplificateur idéal va uniquement augmenter l'amplitude d'un signal, mais il ne va pas changer la forme du signal. Ceci est garanti si la tension d'entrée et la tension de sortie sont parfaitement proportionnelles, donc si le gain en tension est constant. Dans ce cas on parle d'une amplification linéaire.

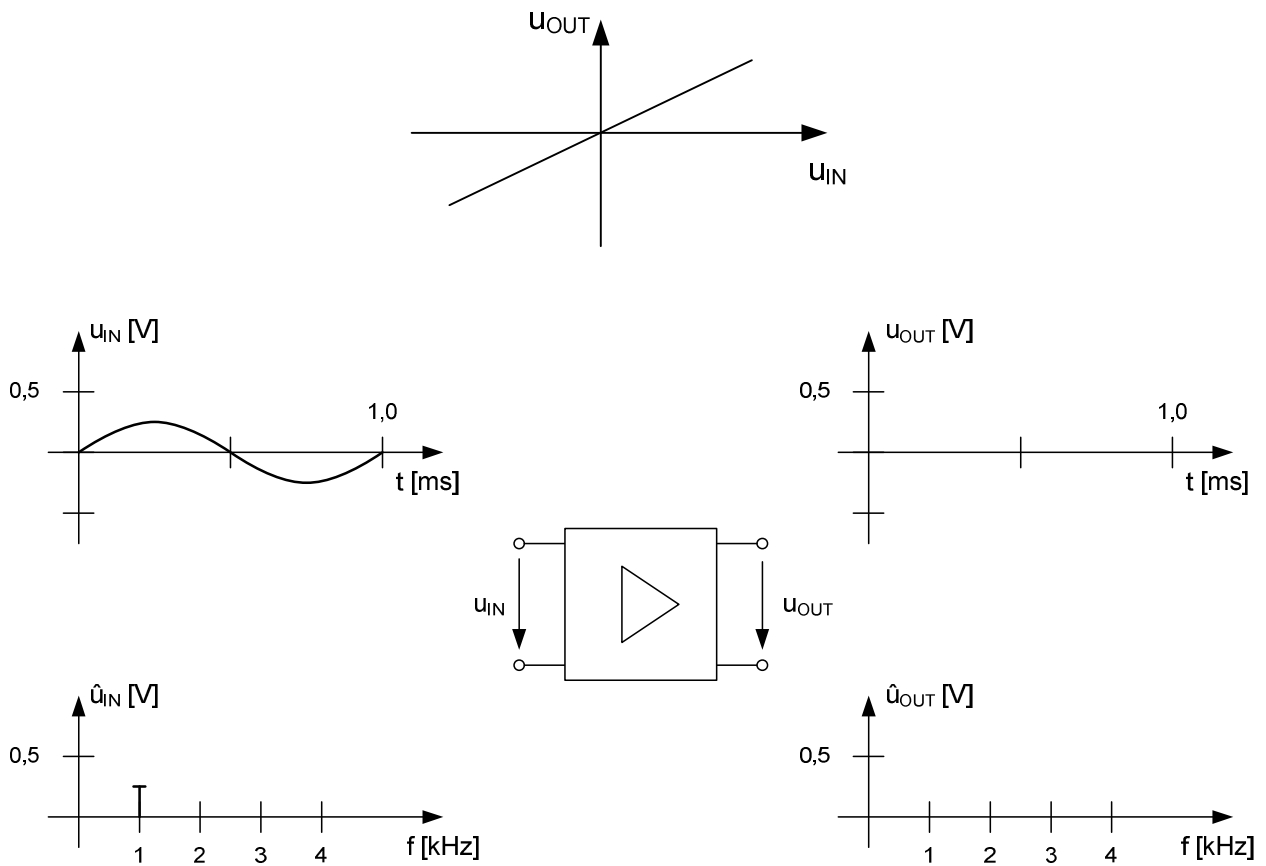


### Conclusion:

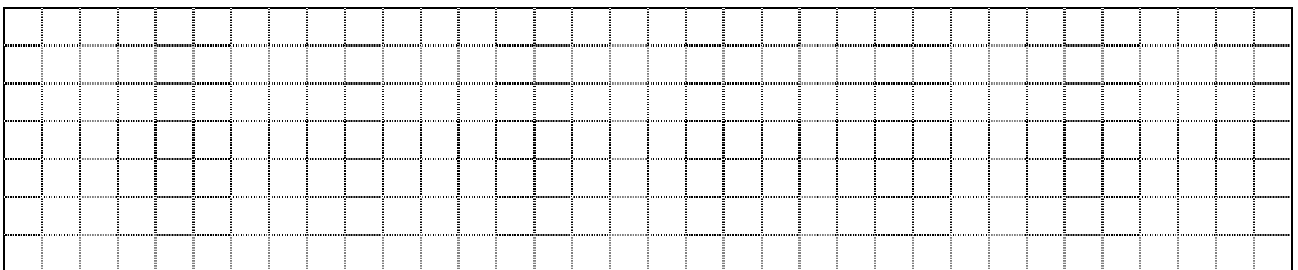
Une amplification linéaire va uniquement changer l'amplitude des lignes spectrales dans le spectre mais pas le nombre des lignes spectrales.

### 6.5 THD

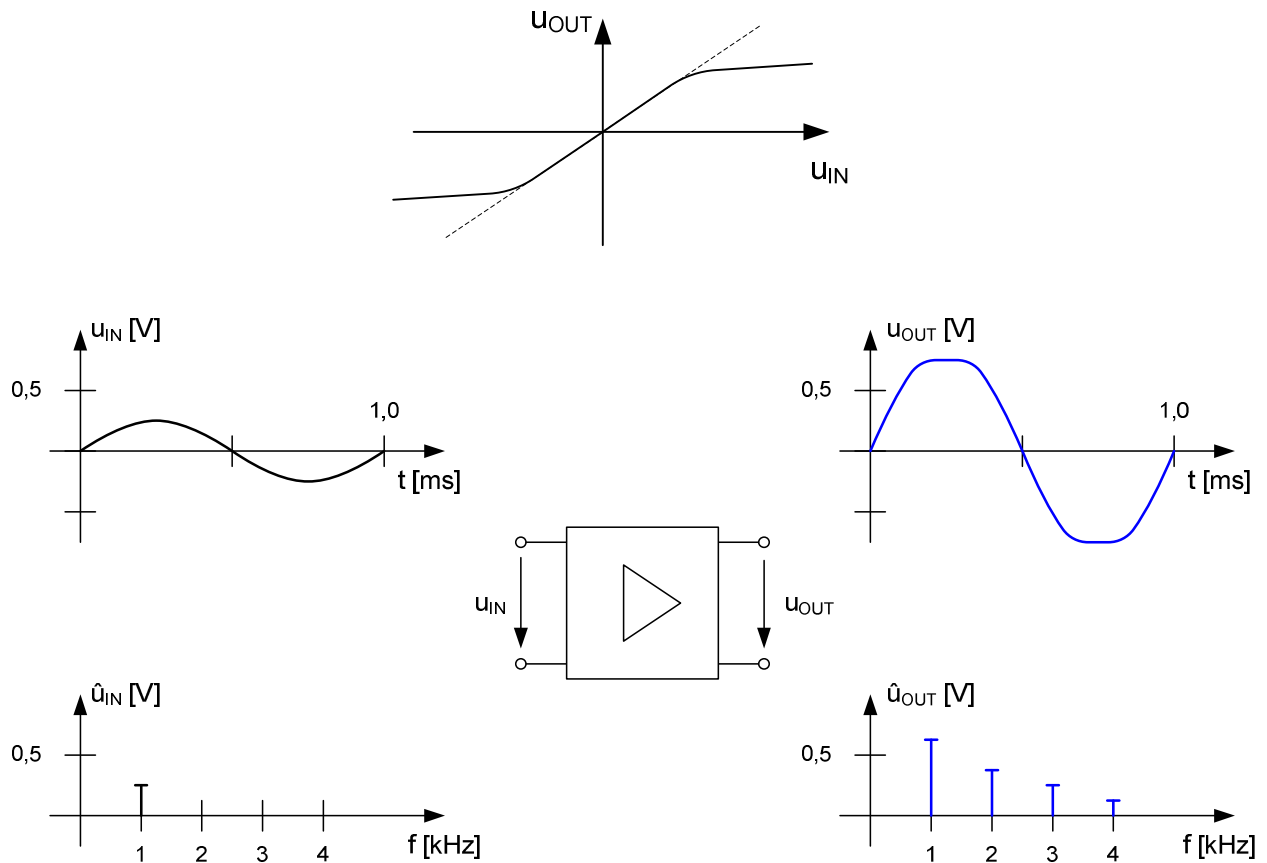
Un amplificateur idéal va uniquement augmenter l'amplitude d'un signal, mais il ne va pas changer la forme du signal. Ceci est garanti si la tension d'entrée et la tension de sortie sont parfaitement proportionnelles, donc si le gain en tension est constant. Dans ce cas on parle d'une amplification linéaire.



### Conclusion:



Un amplificateur réel va toujours déformer plus ou moins fort le signal. Ces déformations sont appelées *distorsions*. Chaque déformation est la conséquence d'une amplification non-linéaire. Souvent on rencontre des déformations suite à un effet de saturations qui va faire que le gain diminue de plus en plus si la tension d'entrée augmente.

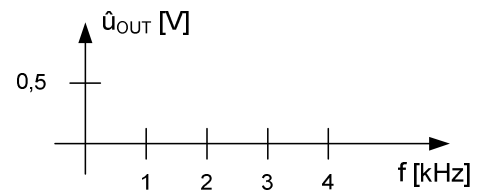
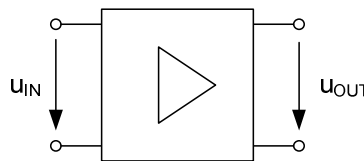
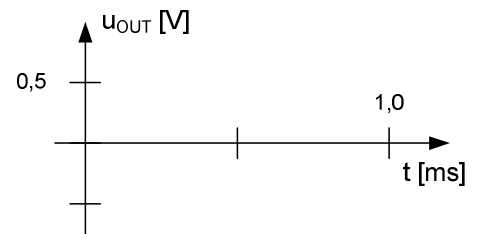
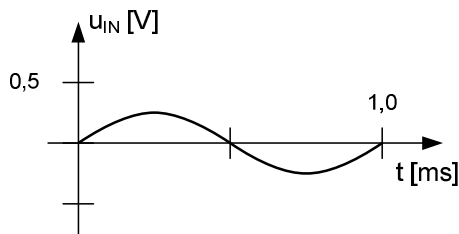
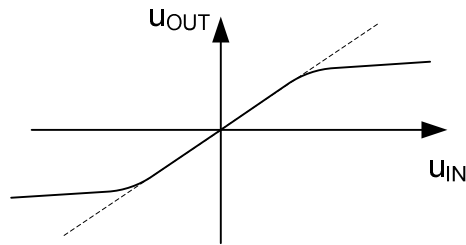


### **Conclusion:**

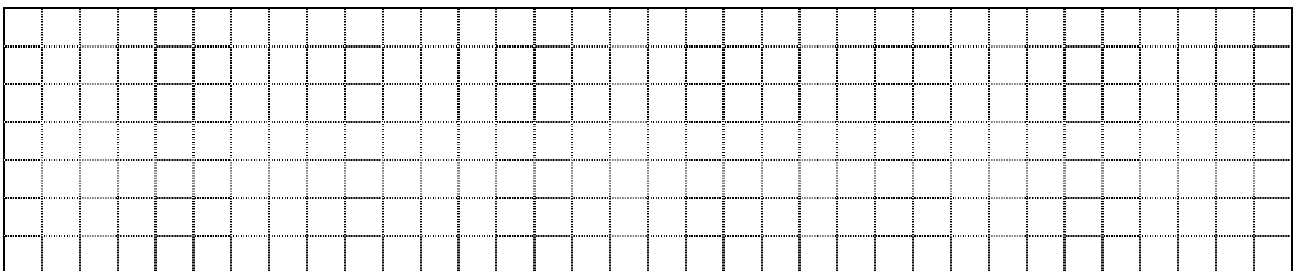
Une amplification non-linéaire fait apparaître des harmoniques supplémentaires qui n'étaient pas présentes dans le signal d'entrée.



Un amplificateur réel va toujours déformer plus ou moins fort le signal. Ces déformations sont appelées *distorsions*. Chaque déformation est la conséquence d'une amplification non-linéaire. Souvent on rencontre des déformations suite à un effet de saturations qui va faire que le gain diminue de plus en plus si la tension d'entrée augmente.



**Conclusion:**



Acoustiquement les distorsions falsifient le son du signal parce qu'elles font apparaître des tons plus ou moins fort avec des fréquences multiples du signal initial. Ces tons sont aussi appelés harmoniques. (voir analyse de Fourier)

Une possibilité de quantifier (= exprimer en forme d'un nombre) la gravité des distorsions est le THD (engl.: *Total Harmonic Distortion*). Le THD est une mesure pour la présence d'harmoniques et est souvent exprimé en pourcent. Le plus grand le THD est, le plus il y a d'harmoniques, donc le plus petite la qualité de l'amplificateur est. Les distorsions produites à un THD en dessous de 1% ne sont quasiment plus audibles.

$$\text{THD} \leq 1\%$$

Pour pouvoir comparer le THD de deux amplificateurs il faut considérer les deux amplificateurs à la même puissance et à la même plage de fréquences.

Exemple:

caractéristiques de l'amplificateur 1: THD  $\leq 1\%$  à 10W de 100Hz à 10kHz

caractéristiques de l'amplificateur 2: THD  $\leq 5\%$  à 60W de 16Hz à 20kHz

On ne peut pas dire d'office que l'amplificateur 1 est d'une meilleure qualité que l'amplificateur 2. Si on ferait fonctionner l'amplificateur 2 à 10W uniquement et avec la plage de fréquence de l'amplificateur 1 le THD de l'amplificateur 2 serait peut être meilleur que celui de l'amplificateur 1.

Le THD se calcul en audio à partir de la formule suivante:

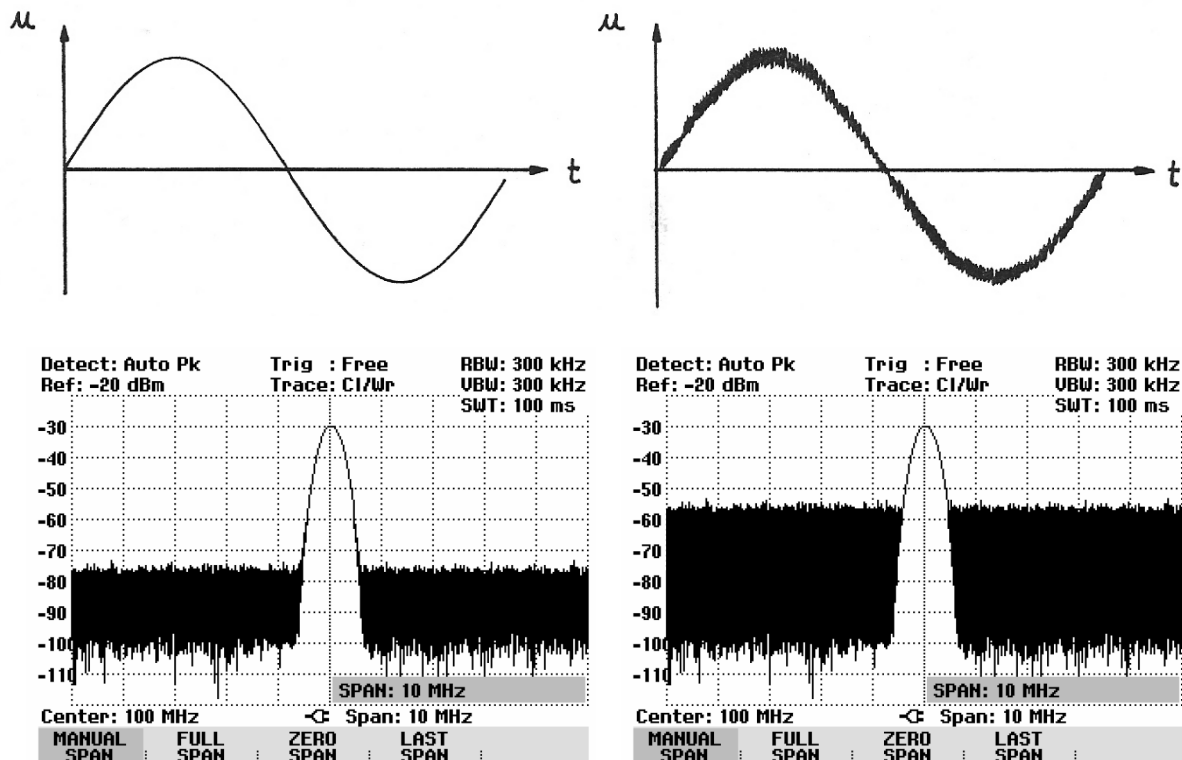
$$\text{THD}_{\% \text{audio}} = \sqrt{\frac{U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + \dots + U_N^2}{U_1^2}} = \frac{\sqrt{U^2 - U_1^2}}{U_1}$$

$U_1 - U_N$  sont les valeurs efficace des différentes harmoniques

$U$  est la valeur efficace du signal total

## 6.6 Rapport signal à bruit (SNR)

Dans tout amplificateur il y a apparition de bruit. Ce bruit est dû au mouvement aléatoire des électrons à l'intérieur des résistances et composants semi-conducteurs (dû à la température). La tension représentant ce bruit se superpose à la tension représentant le signal utile. Les diagrammes suivant montrent la répercussion d'une augmentation du bruit sur le diagramme temporel et le spectre d'une tension sinusoïdale.



Le bruit est donc un signal qui contient des harmoniques à toutes les fréquences et avec la même amplitude. Une possibilité pour quantifier le bruit est le rapport signal à bruit SNR (Signal to Noise Ratio). La définition du SNR en dB est la suivante:

### Définitions:

$$\text{SNR} = \frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{noise}}}$$

$$\text{SNR}_{\text{dB}} = 10 \cdot \log \left( \frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{noise}}} \right) = 20 \cdot \log \left( \frac{U_{\text{signal}}}{U_{\text{noise}}} \right)$$

$\text{SNR}_{\text{dB}}$  est le rapport signal à bruit en décibel [dB]

$P_{\text{SIGNAL}}$  est la puissance du signal utile en watt [W]

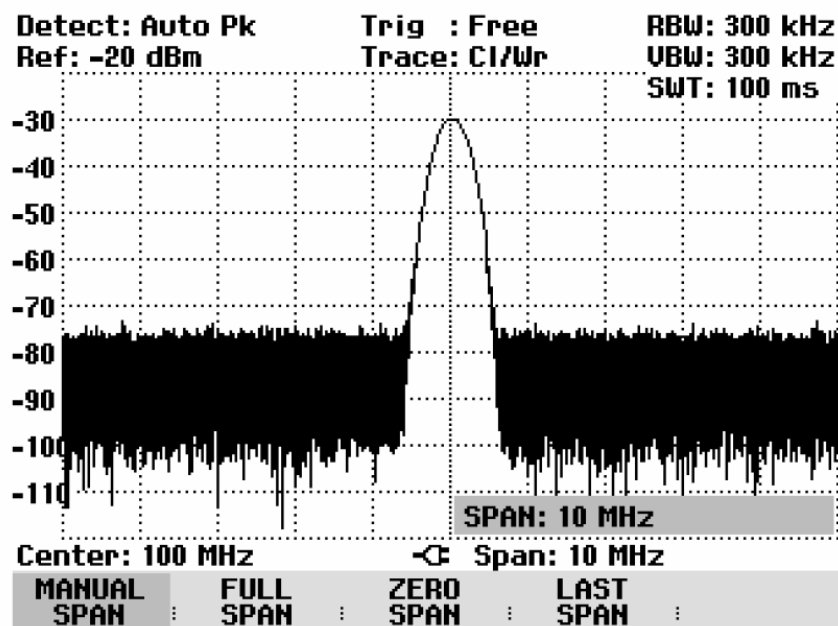
$P_{\text{NOISE}}$  est la puissance du bruit en watt [W]

**Exercice 4:**

Développez à partir de la formule de base pour l' $SNR_{dB}$  la formule pour calculer l' $SNR_{dB}$  à partir de  $P_{dBm,SIGNAL}$  et de  $P_{dBm,NOISE}$ .

**Exercice 5:**

Déterminez le rapport signal à bruit  $SNR_{dB}$  et  $SNR$  du signal suivant:



Le plus grand le rapport signal à bruit est le plus petit le bruit est par rapport au signal utile. Un amplificateur avec un grand rapport signal à bruit sait donc bien reproduire des sons à faible volume. Dans ce cas on parle aussi d'un système avec une grande *dynamique*.

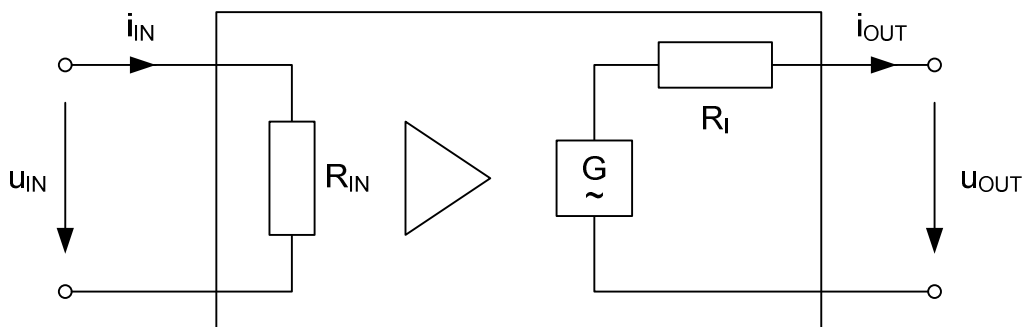
L'oreille humaine a par exemple un  $SNR$  de 140dB. Ceci veut dire que la puissance du son le plus fort que l'oreille support est  $10^{\frac{140}{10}} = 10^{14} = 100.000.000.000.000$ -fois plus grand que la puissance du son le plus faible qu'elle sait entendre. Peu d'appareil technique font preuve d'une telle dynamique.

Pour des amplificateurs HiFi de bonne qualité le rapport signal/bruit doit être supérieur à 90dB.

## 6.7 L'impédance d'entrée et de sortie

On a déjà vu dans le chapitre sur le calcul décibel qu'un amplificateur se comporte à l'entrée comme une charge et à la sortie comme une source. Il faut pourtant préciser qu'il s'agit d'une source réelle avec une résistance interne  $R_i$  (=résistance de sortie). La résistance interne fait que la tension de sortie chute si on charge la sortie.

On peut donc modéliser le comportement d'un amplificateur comme suit:



Si les résistances d'entrée ou de sortie varient avec la fréquence alors il faut plutôt parler d'impédance d'entrée et d'impédance de sortie.

En générale on veut que l'impédance d'entrée soit grande pour ne pas trop charger la source du signal audio. En pratique on trouvera des valeurs dans l'ordre de grandeurs de  $50\text{k}\Omega$ . En HF des grandes impédances d'entrée vont pourtant créer des réflexions ce qui fait que dans ce domaine les impédances d'entrée sont en générale  $50\Omega$ .

Une petite impédance de sortie évite une grande chute de la tension de sortie en cas de chargement. En même temps elle permet un grand courant de sortie et donc une grande puissance de sortie. Les amplificateurs de puissance audio auront des résistances de sortie dans l'ordre de grandeur de  $0,5\Omega$ . En HF il faut de nouveau une impédance de sortie de  $50\Omega$ .

## 6.8 Qualité acoustique d'un amplificateur

Quoique chacune des caractéristiques techniques discutées est aussi un critère de qualité, elles ne servent guère à juger vraiment la qualité acoustique d'un amplificateur. L'instrument de mesure le mieux adapté à juger ceci est une oreille entraînée.

Les caractéristiques techniques peuvent pourtant servir à fixer des seuils minimaux.