

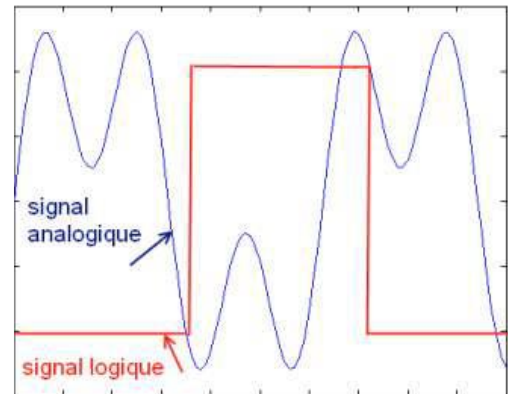
Le traitement de l'information est une des parties de la chaîne d'information. Lorsqu'une information est acquise par exemple par le biais d'un capteur, on extrait l'information par le biais de la fonction traiter. C'est le cas d'une information analogique qui nous intéresse ici.

I. Quelques définitions

a) Signal analogique et signal numérique

Un signal est décrit comme **analogique** lorsque l'information qu'il porte représente une **grandeur physique** (tension (V), intensité (A), bruit (dB), débit (m³), etc.) qui évolue **continument** en fonction du temps.

A contrario, un signal est dit **numérique** lorsqu'il représente une information par **plusieurs informations finies** (1, 2, 4, 5, etc.) prêtes à être utilisées par un **circuit numérique**.



Rappel des conventions électriques

Récepteur : Le récepteur absorbe l'énergie électrique qui le parcourt. La flèche de courant est dans le sens opposé de la flèche de tension.

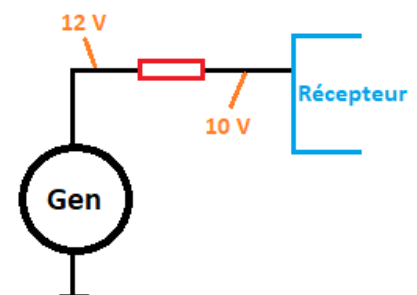
Générateur : le générateur délivre une énergie électrique. La flèche de courant est dans le même sens que la flèche de tension.

b) Fonction de transfert

La fonction de transfert est une **caractéristique mathématique** d'un système. Elle caractérise la relation qu'il existe entre la **grandeur d'entrée** et la **grandeur de sortie** du système. On sait par exemple qu'une résistance s'oppose au passage de l'électricité. Le potentiel avant la résistance est toujours supérieur à celui en sortie.

Dans l'illustration ci-contre, on ajoute une résistance (en rouge) pour réduire la tension appliquée au récepteur. En entrée, on observe 12 V, puis 10 V en sortie. On note alors la fonction de transfert comme ceci :

$$\frac{V_s}{V_e} = \frac{10}{12}$$



⚠ Le résultat de la fonction de transfert est sans dimension !

En fonction du résultat obtenu, on peut déterminer si la fonction remplie par le composant est une atténuation ou une amplification !

II. Amplification et atténuation

Amplifier un signal électrique signifie augmenter une de ses grandeurs. On peut par exemple augmenter le courant (amplification de courant) ou la tension (amplification de tension). On utilise l'amplification lorsque le signal comportant l'information est trop faible pour extraire directement les informations.

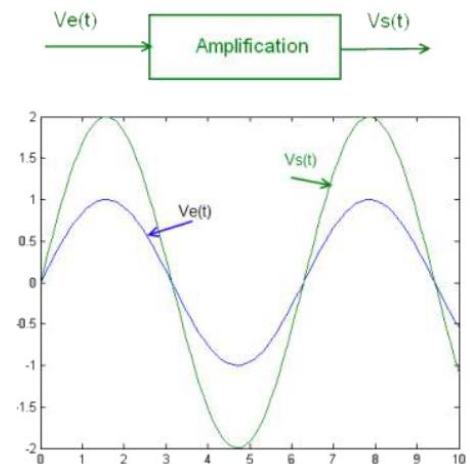
Une **opération d'amplification** consiste à **multiplier le signal** par une constante **supérieure à 1**.

Le signal ci-contre représente une tension alternative $V_e(t)$ évoluant de $[-1V ; 1V]$ et une tension alternative $V_s(t)$ évoluant de $[-2V ; 2V]$. La relation est donc :

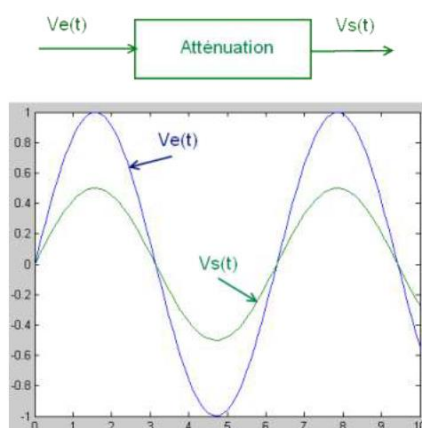
$$V_s(t) = 2 \times V_e(t)$$

La fonction de transfert correspondante est alors :

$$\frac{V_s(t)}{V_e(t)} = 2$$



Atténuer un signal électrique correspond à la même chose que l'amplification d'un signal avec une spécificité. Le signal est multiplié par une constante, cette fois ci **inférieure à 1**.



Le signal ci-contre représente une tension alternative $V_e(t)$ évoluant de $[-1V ; 1V]$ et une tension alternative $V_s(t)$ évoluant de $[-0.5V ; 0.5V]$. La relation est donc :

$$V_s(t) = 0.5 \times V_e(t)$$

La fonction de transfert correspondante est alors :

$$\frac{V_s(t)}{V_e(t)} = 0.5$$

III. Addition et soustraction

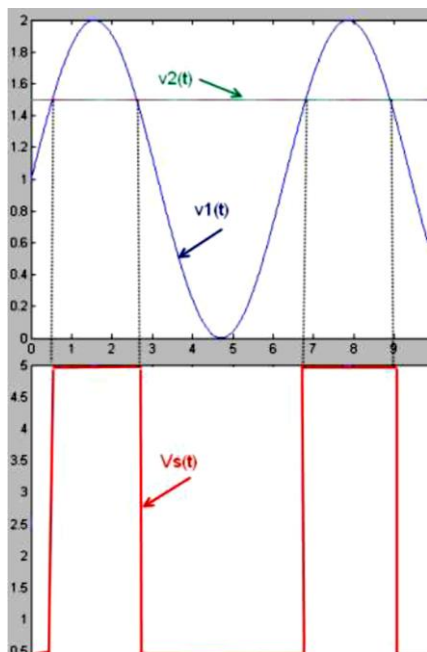
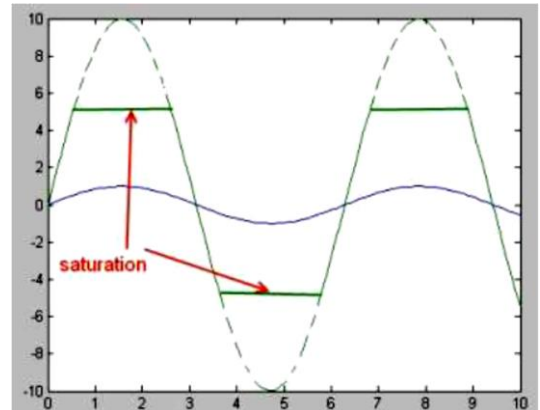
L'addition de deux signaux est très largement utilisée pour la communication par onde radio. Lorsque l'on allume la radio, on sélectionne une fréquence d'émission, et on entend ensuite le programme diffusé. Pourtant, la fréquence choisie ne change plus !

On additionne, pour que cela fonctionne, la fréquence de la porteuse (90.0 MHz par exemple) avec celui de la voix enregistrée en studio (20 à 40 kHz). La fréquence choisie de la radio varie alors très légèrement, sans que l'on s'en aperçoive.

IV. Saturation et comparaison

La saturation consiste à limiter la valeur de sortie d'un signal analogique. On entend des fois des saturations dans les vidéos amateurs lorsque le son est trop fort par exemple. Ce phénomène apparaît lorsque la tension demandée en sortie d'un amplificateur est supérieure à sa tension d'alimentation.

Ici, l'amplificateur est alimenté par une tension $[-5V, +5V]$. Lorsqu'on lui demande de générer un signal supérieur à sa plage, il sature et bloque à sa valeur maximale.



La comparaison permet, à l'aide de la soustraction de deux signaux, d'obtenir un état logique de notre signal. Pour cela, on amplifie grandement notre signal (jusqu'à le faire saturer) et on compare les signaux.

L'amplificateur ici peut délivrer une tension comprise entre $[0,5V ; 5V]$. En amplifiant grandement le signal $V_1(t)$, on obtient les résultats suivants :

- Si $V_1(t) > V_2(t)$, la tension de sortie est saturée à 5V.
- Si $V_1(t) < V_2(t)$, la tension de sortie est saturée à 0,5V.

Réalisation des fonctions

Pour adapter notre signal analogique, on s'appuie majoritairement sur deux composants :

- Le transistor
- L'amplificateur opérationnel

1. Le transistor

Bien que de conception très ancienne aujourd'hui, le transistor est toujours utilisé pour la commutation.

Un transistor bipolaire est constitué de semiconducteur dopé P et N de façon à former deux jonctions. Selon l'agencement de ces couches N et P on réalise un transistor NPN ou un transistor PNP.

PNP

NPN

Dans les deux cas les trois électrodes se nomment :

- Emetteur
- Base
- Collecteur

👉 **Moyen mnémotechnique :** Dans le cas du transistor PNP la flèche de l'émetteur Pénètre dans le symbole

↖ P comme PNP

Le sens des courants est donné par le sens de la flèche du symbole :

PNP

NPN

Equations caractéristiques :

Courants : $I_E = I_C + I_B$

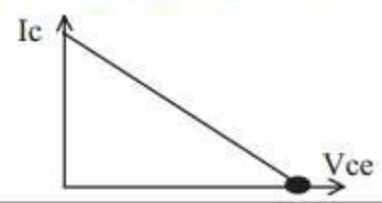
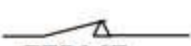
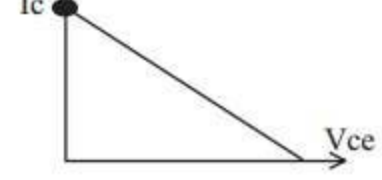
Tensions :

NPN : $V_{CE} = V_{CB} + V_{BE}$

PNP : $V_{EC} = V_{EB} + V_{BC}$

Amplification en courant : $I_C = \beta \cdot I_B$

Dans le cas de la commutation, on associe le transistor à un interrupteur dont les caractéristiques sont les suivantes :

Interrupteur	Transistor	Point de fonctionnement
 OUVERT	BLOQUE $I_c=0 ; V_{ce} = V_{cc}$	
 FERME	SATURE $V_{ce}\approx 0 ; I_c=V_{cc}/R$	

Définitions :

- On dit qu'un **transistor** est **passant** lorsque son courant de collecteur est non nul.
- On dit qu'un **transistor** est **bloqué** lorsque son courant de collecteur est nul
- On dit qu'un **transistor** est **saturé** lorsque son V_{ce} est proche de 0v (dans la pratique 0,4v) et que son courant de base réel est inférieur au courant de base défini par la polarisation du transistor. Un transistor saturé est forcément passant mais l'affirmation contraire est fausse.

2. Application du transistor

Une application courante vise à utiliser un transistor en amplificateur de courant. Supposons qu'il est nécessaire d'alimenter une LED avec un courant de 20mA sous une tension de 12V mais que la structure de commande délivre au maximum 5mA sous 5V.

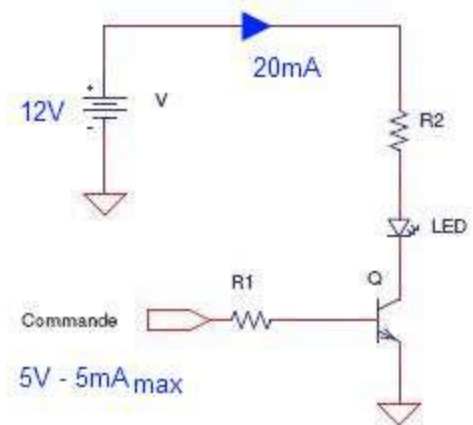
On réalise le montage ci-contre :

- La tension maximale aux bornes de la LED est égale à 1,5V (données constructeurs)
- La résistance R_2 provoque une chute de tension pour ne pas détruire la LED

On calcul R_2 lorsque la LED est éclairée, donc quand le transistor est passant comme un interrupteur fermé

- $12V = R_2 \times I_{LED} + V_{LED}$
- $R_2 = \frac{12V - 1,5V}{20mA} = 525\Omega$

Le constructeur du transistor donne $\beta = 100$ et $V_{be} = 0.7V$. Calculons alors le courant dans la base.



- $I_c = \beta \times I_b$
- $I_b = \frac{20mA}{100} = 200\mu A$

Maintenant, déterminons la résistance R_1

- $V_e = R_1 \times I_b + V_{be}$
- $R_1 = \frac{V_e - V_{be}}{I_b} = \frac{5 - 0.7}{200\mu A} = 21500 \Omega$

Pour garantir la saturation, on choisit une valeur au moins de fois inférieure à celle déterminée, soit 10 k Ω .

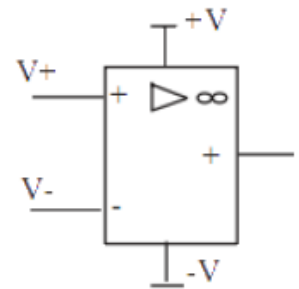
3. Amplificateur opérationnel

Un amplificateur opérationnel (AOP) est un composant que l'on retrouve généralement sur les circuits imprimés. Il possède deux caractéristiques intrinsèques :

- Impédance d'entrée infinie (courants d'entrées nuls).
- Impédance de sortie nulle.

Son alimentation se fait souvent par deux tensions symétriques (+V et -V).

On appelle ε la différence entre V_+ et V_- , alors $\varepsilon = V^+ - V^-$.



Les différents montages ainsi que les fonctions de transfert des montages seront abordés pendant un cours spécifique.