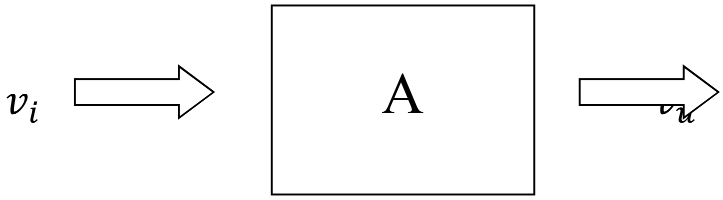
CONDIZIONI DI NON DISTORSIONE

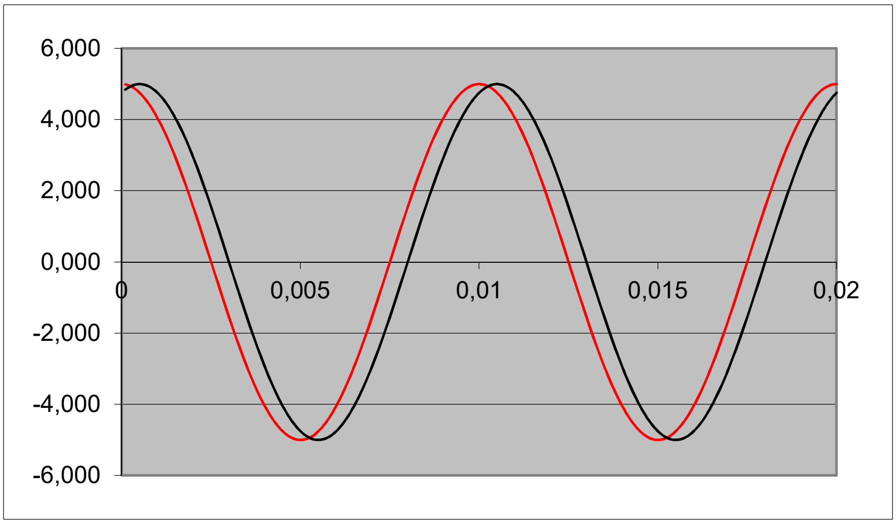
S'intende per distorsione un fenomeno dannoso ed indesiderato a causa del quale un segnale viene a perdere alcune delle sue caratteristiche originarie.
Tutti i circuiti elettronici, qualunque sia la loro natura, contengono cause che introducono una distorsione del segnale. Nel progettare un circuito si cerca di minimizzare tale distorsione.
La condizione di non distorsione ideale è la seguente:

$$v_u(t) = Av_i(t - t_0)$$



Il segnale di ingresso può essere un segnale semplice monofrequenziale o un segnale complesso che contiene molte frequenze (vedi teorema di Fourier)

- Quindi non avremo distorsione se A è costante a tutte le frequenze
- Non avremo distorsione t_0 è costante a tutte le frequenze, quindi avremo una fase che varia linearmente con la frequenza: $\varphi = \omega\, t_0$. C'è una eccezione quando a tutte le frequenze φ = 180°
- Non avremo distorsione se la relazione tra ingresso e uscita è lineare



Qui si vede un esempio con A=1 e un ritardo pari a t_0 della sinusoide Magenta rispetto alla blu.

Avremo quindi tre tipi di distorsione

1. Distorsione di Ampiezza
2. Distorsione di fase
3. Distorsione di non linearità

Se A non è costante a tutte le frequenze si ha distorsione di ampiezza
Se φ non è uguale a ωt_0 oppure a 180° si ha distorsione di fase
Queste due distorsioni vengono anche dette lineari e non introducono nuove armoniche nel segnale originale al momento della distorsione.
Se la relazione tra ingresso e uscita non è lineare avremo distorsione di non linearità

DISTORSIONE DI NON LINEARITA'

La distorsione di non linearità è dovuta alla non linearità del circuito e provoca, in uscita, la creazione di nuove armoniche che si sovrappongono al segnale originale.
Si distingue in:

1. distorsione armonica
2. distorsione di intermodulazione

DISTORSIONE ARMONICA
Se all'ingresso del nostro circuito c'è un segnale a frequenza $\mathbf{f_0}$, all'uscita ci sarà un segnale con frequenze $\mathbf{nf_0}$ con n intero naturale, n=1,2,3,4…
Si possono definire le distorsioni d'armonica e la distorsione totale misurabile con uno strumento detto DISTORSIMETRO:

Distorsioni di seconda, terza ed ennesima armonica $D_2 = \frac{V_{2eff}}{V_{1eff}} \quad D_3 = \frac{V_{3eff}}{V_{1eff}} \quad \ldots\ldots \quad D_n = \frac{V_{neff}}{V_{1eff}}$

$$D_{TOT} = \frac{valore-efficace-armoniche}{valore-efficace-della-fondamentale} = \sqrt{D_2^2 + D_3^2 + \ldots.. + D_n^2} = \frac{\sqrt{V_{2eff}^2 + V_{3eff}^2 + \ldots. + V_{neff}^2}}{V_{1eff}}$$

DISTORSIONE D'INTERMODULAZIONE
Se all'ingresso del nostro circuito c'è un segnale complesso composto di due sinusoidi a frequenze $\mathbf{f_1}$ e $\mathbf{f_2}$, all'uscita avremo un segnale con le frequenze di distorsione armonica $\mathbf{nf_1}$ e $\mathbf{mf_2}$ ed inoltre vi saranno le componenti d'intermodulazione con frequenze ottenute da tutte le combinazioni possibili della seguente espressione: $\mathbf{nf_1 \pm mf_2}$ con **n** e **m** interi naturali.

Quindi se all'ingresso di un amplificatore ho un segnale complesso dato dalla somma di due sinusoidi a frequenza f_1 e f_2, e l'amplificatore non è lineare, in uscita avrò un segnale complesso dato dalla somma di tante sinusoidi con tante frequenze:
nf_1 (con n intero naturale) che sono le frequenze dei termini di distorsione armonica
mf_2 (con m intero naturale) che sono le frequenze dei termini di distorsione armonica
$nf_1 \pm mf_2$ con n e m interi naturali che sono le frequenze dei termini di distorsione di intermodulazione

Come compaiono queste frequenze può essere dimostrato matematicamente.

Supponiamo una relazione non lineare tra ingresso e uscita

$v_u(t) = Av_i(t) + B{v_i}^2(t)$ con $v_i(t) = V_M \mathrm{sen}(\omega t)$

Ricordando la formula trigonometrica

$$\mathrm{sen}^2 x = \frac{1 - \cos(2x)}{2}$$

$$v_u(t) = AV_M \mathrm{sen}(\omega t) + B(V_M \mathrm{sen}(\omega t))^2$$

$$v_u(t) = AV_M \mathrm{sen}(\omega t) + B{V_M}^2 \mathrm{sen}^2(\omega t)$$

$$v_u(t) = AV_M \mathrm{sen}(\omega t) + B{V_M}^2 \frac{1 - \cos(2\omega t)}{2}$$

$$v_u(t) = AV_M \mathrm{sen}(\omega t) + \frac{B{V_M}^2}{2} - \frac{B{V_M}^2}{2} \cos(2\omega t)$$

$$v_u(t) = \frac{B{V_M}^2}{2} + AV_M \mathrm{sen}(\omega t) - \frac{B{V_M}^2}{2} \cos(2\omega t)$$

Ma $-\cos(x) = \mathrm{sen}(x + \frac{3}{2}\pi)$

$$v_u(t) = \frac{B{V_M}^2}{2} + AV_M \mathrm{sen}(\omega t) + \frac{B{V_M}^2}{2} \mathrm{sen}(2\omega t + \frac{3}{2}\pi)$$

Questa è l'espressione di un segnale con una componente a pulsazione ω ed una a pulsazione doppia ovvero una componente a frequenza f ed una a frequenza doppia.

Ricordando che : $\cos(x + y) = \cos(x)\cos(y) - \mathrm{sen}(x)\mathrm{sen}(y)$

Inserendo una $v_i(t) = V_{M1} \mathrm{sen}(\omega_1 t) + V_{M2} \mathrm{sen}(\omega_2 t)$

Nella equazione $v_u(t) = Av_i(t) + B{v_i}^2(t)$ si possono dimostrare anche i termini di intermodulazione.