

OSCILLOGRAFIA

ILLUSTRAZIONE DI CONCETTI FONDAMENTALI

L'oscillografia è la rappresentazione di grandezze variabili, una delle quali è il tempo e che tratteremo in questa lezione. Nel suo significato letterale oscillografia è qualche cosa come **scrittura di oscillazioni**. Gli apparecchi impiegati per questo scopo sono gli oscillografi od oscilloscopi, nella maggior parte dei testi tecnici e didattici vengono trattati gli oscilloscopi a raggi catodici anche se oggi sono molto diffusi quelli digitali che tratteremo in una successiva lezione.

Gli oscilloscopi a raggi catodici sono apparecchi per la misura e l'osservazione, nei quali viene utilizzata la deflessione di uno o di più fasci di elettroni in un **tubo a raggi catodici** per la rappresentazione delle suddette grandezze variabili cioè per l'oscillografia.

Il fascio di elettroni viene emesso dal catodo di un tubo a fascio elettronico; così si parla di raggio catodico e di oscilloscopi a raggi catodici. Si usa anche la denominazione: **Oscillografo a fascio elettronico**, ma i significati della notazione precedentemente citata e di quest'ultima, sono identici.

A questo punto occorre anche far subito osservare che il concetto ha subito con il tempo una parziale modifica: generalmente gli oscillografi a fascio elettronico non avrebbero dovuto, eccetto casi particolari, **scrivere**, ma soltanto visualizzare quindi, in certo qual modo **indicare**, da qui l'espressione **oscilloscopio**. Questo non significa che bisogna per forza utilizzare la parola **oscilloscopio**.

In questa lezione andremo a chiarire qualche concetto fondamentale che risulta necessario sapere per poter utilizzare correttamente lo strumento.

Forme di oscillazioni.

Avendo a che fare, nell'oscilloscopio, con la rappresentazione di oscillazioni, si dovrebbe per prima cosa illustrare le forme di oscillazione che normalmente vengono rappresentate. In una rudimentale suddivisione, esse si possono distinguere tra oscillazioni sinusoidali e non sinusoidali. I due paragrafi che seguono ne illustrano i particolari

Oscillazioni sinusoidali.

Si possono rappresentare le oscillazioni sinusoidali come la proiezione di un moto circolare uniforme su una retta. Ciò diventa significativo per un oscilloscopio soltanto se vengono rappresentati i valori parziali od istantanei come funzione del tempo, come indicato nella fig. 1. In particolare sono evidenti le indicazioni dell'ampiezza, del valore e della durata di un periodo dell'oscillazione.

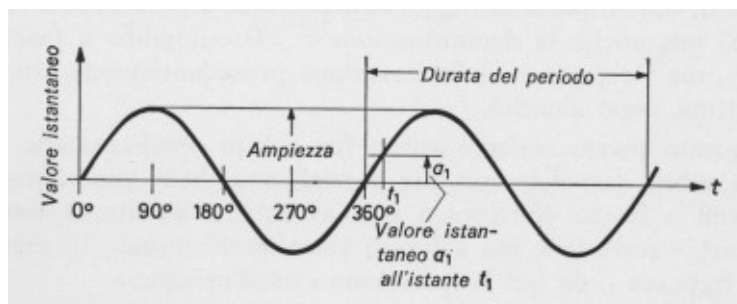


Figura 1

Rappresentazione di oscillazioni sinusoidali come funzione del tempo.

Punto di partenza è la proiezione di un moto circolare uniforme su una retta; gli angoli corrispondenti sono riportati per il primo periodo.

L'ampiezza è il valore istantaneo più elevato vengono conseguentemente indicati come valore massimo: il suo simbolo è A. Se si presuppone per un momento un andamento sinusoidale di una oscillazione, questa grandezza alternata non è affatto **efficace** come la corrispondente grandezza continua con il medesimo valore massimo. Pertanto l'effettiva grandezza continua equivalente è inferiore. Il valore massimo della grandezza alternata si riduce ad un cosiddetto valore efficace. La relazione è: valore efficace = valore massimo $\times \sqrt{2} \approx$ valore massimo $\times 0,707$.

Il valore efficace viene anche indicato come valore medio quadratico e vengono contrassegnati con un pedice eff

Come **oscillazioni quasi sinusoidali** si indicano quelle oscillazioni che si avvicinano alla forma sinusoidale. Sono oscillazioni la cui deformazione non supera un valore stabilito. La deformazione della forma sinusoidale viene data, per esempio, mediante **il coefficiente di distorsione non lineare**. Questo è il rapporto tra il valore effettivo del contenuto in armoniche ed il valore effettivo delle grandezze quasi sinusoidali. Inoltre la deformazione della forma sinusoidale può venir data mediante due curve involuppo secondo la formula:

$$y = \bar{A} (1 \pm \beta) \text{sen } \omega t$$

ove quando $\beta \ll 1$ e $\beta = 0$ significa che la forma sinusoidale non è distorta.

Nella suddetta formula y = valore istantaneo; \bar{A} = valore di picco; ω = pulsazione; t = tempo.

Oscillazioni non sinusoidali.

Le oscillazioni non sinusoidali si presentano in varie forme e sono così numerose che per motivi di tempo tratteremo solo le più notevoli, cioè alle oscillazioni ed agli impulsi ad onda quadra.

Con oscillazioni ad onda quadra si intende una sequenza periodica di impulsi rettangolari, la durata del periodo della quale è di valore doppio di quella dell'impulso.

Un impulso ad onda quadra è un impulso a forma rettangolare i cui fianchi, detti anche fronti, sono così ripidi che i tempi di salita e di discesa sono trascurabili rispetto alla durata dell'impulso.

Il concetto appena descritto si può osservare in figura 2.

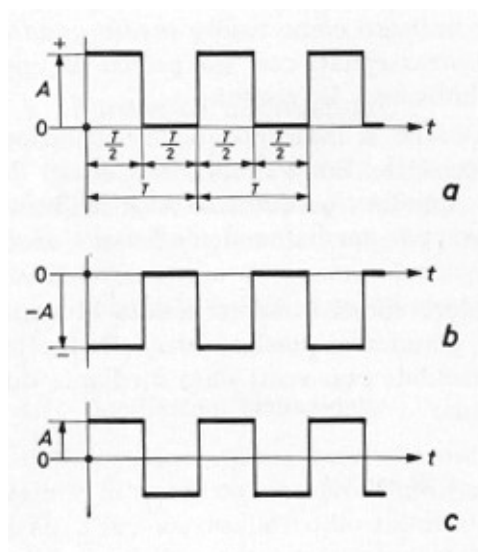


Figura 2.

Rappresentazioni di oscillazioni ad onda quadra simmetriche rispetto al tempo, come funzione del tempo. A seconda della posizione del treno di oscillazioni rispetto all'ascissa le oscillazioni ad onda quadra sono positive (a), negative (b), oppure simmetriche rispetto alla linea zero (c).

A seconda della posizione del treno di oscillazioni rispetto alla ascissa (linea zero, asse dei tempi, asse X) si determinano oscillazioni ad onda quadra positive (a), negative (b), oppure simmetriche (c). Spesso comunque, nell'oscilloscopio questa posizione rispetto all'ascissa non viene chiaramente definita, questa è la ragione per cui l'ampiezza può venir data dal picco negativo a quello positivo, questo è il valore è detto **picco a picco** e viene contrassegnato dal pedice pp, (V_{pp}). Ovviamente le oscillazioni ad onda quadra non sono sempre necessariamente simmetriche rispetto al tempo.

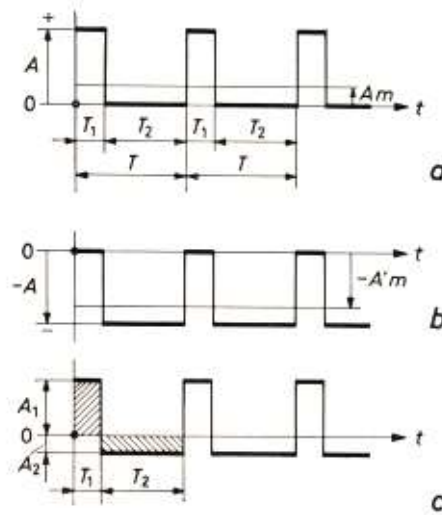


Figura 3.

Rappresentazione di oscillazioni ad onda quadra con un rapporto tra impulso ed intervallo che si discosta da quello 1:1, per il resto vi è perfetta coincidenza con la figura 2.

Il rapporto di cadenza è il rapporto tra la durata dell'impulso e la pausa tra gli impulsi, esso non è sempre 1 : 1. Le rappresentazioni della fig. 2 sono riportate nella fig. 3 con le corrispondenti varianti. Un rapporto di cadenza che si discosta da quello 1 : 1 non ha tuttavia, alcuna influenza sulla proprietà dei singoli impulsi di simili oscillazioni. Nella trattazione sulle oscillazioni ad onda quadra è importante esaminare l'impulso rettangolare.

Pertanto occorre qui indicare le sue proprietà caratteristiche. Ecco per primi i due fronti di un impulso che per distinguerli si definiscono rispettivamente fronte di salita o fronte anteriore e fronte di discesa o fronte posteriore.

Considerando le rappresentazioni delle figg. 2 e 3, i fronti appaiono ripidissimi e tali che, in rapporto alla scala scelta, sembrerebbero generati in un tempo infinitamente breve. Basta però osservare il fronte di salita con una **lente d'ingrandimento**, che si palesa un'impressione più realistica quale indicata dalla figura. 4. In pratica si è operata una **espansione** della base dei tempi cosicché il tempo di salita è stato reso visibile. Il tempo di salita è definito come l'intervallo di tempo entro il quale il valore istantaneo del segnale sale dal 10 % al 90 % del valore finale raggiunto in uno stato transitorio. È indifferente che si tratti di un salto di corrente o di tensione.

Analoga osservazione si può fare per il tempo di discesa del fronte di discesa. Esso è l'intervallo di tempo entro il quale il valore istantaneo del segnale cade dal 90 % al 10 % del valore finale raggiunto in uno stato transitorio. Anche in questo caso è indifferente che si tratti di un salto di tensione o di corrente.

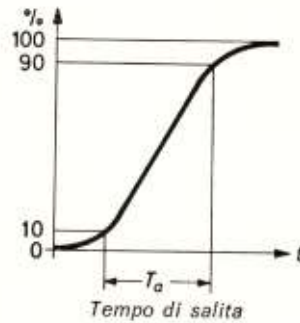


Figura 4.

Il tempo di salita è l'intervallo di tempo entro il quale il valore istantaneo del segnale sale dal 10 % al 90 % del valore finale raggiunto in stato transitorio.

In correlazione con i fronti occorre accennare anche al ritardo apparente del segnale. Con ciò si intende l'intervallo di tempo tra l'inizio visibile (in un oscilloscopio) della traccia del pennello e la posizione in cui la rappresentazione di un segnale a fronte ripido raggiunge il 10 % dell'ampiezza totale.

Con l'aiuto della figura 5 si chiarisce un'altra notazione: **l'inclinazione a tetto**. È la deformazione di un impulso rettangolare a causa di una salita o di una discesa del tetto dell'impulso. L'inclinazione a tetto corrisponde al rapporto $\Delta A/A$.

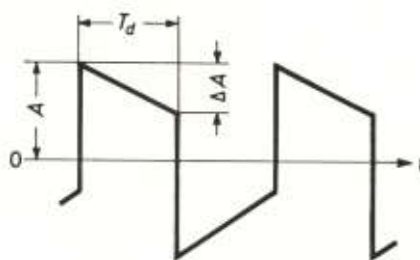


Figura 5.

L'inclinazione a tetto è la deformazione di un impulso rettangolare causato da una salita o da una discesa del tetto dell'impulso; è uguale al rapporto $\Delta A/A$.

La rappresentazione di figura 6 evidenzia il concetto di sovraoscillazione. Esso contraddistingue un fenomeno transitorio che si verifica sotto l'influenza di una variazione brusca. Analogamente all'inclinazione a tetto, la sovraoscillazione corrisponde al rapporto $\Delta A/A$.

Oltre all'inclinazione a tetto ed alla sovraoscillazione si possono presentare, nella rappresentazione oscillografica di un impulso rettangolare o di un segnale a gradini, altri tipi di deformazione dell'impulso:

- arrotondamento (fig. 7),
- preoscillazione (fig. 8),
- postoscillazione (fig. 9),
- buco (fig. 10),
- gobba (fig. 11),
- deformazione termica dell'impulso (fig. 12).

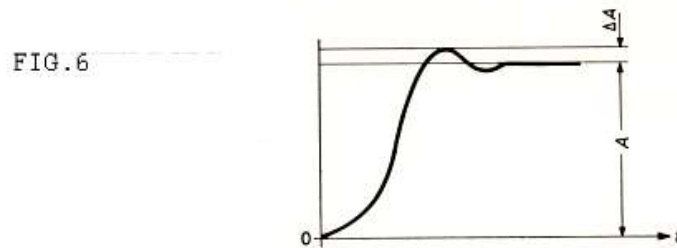


FIG. 7

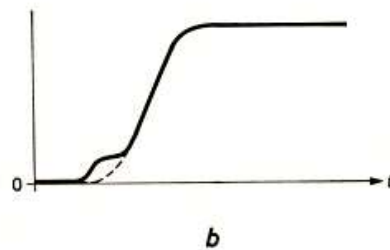
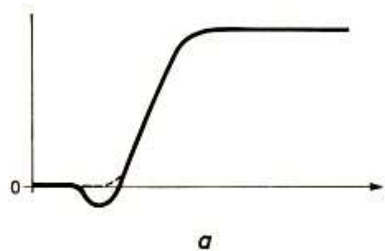


FIG. 8

Figura 6.

La sovraoscillazione contraddistingue il fenomeno transitorio sotto l'influenza di una brusca variazione; è uguale al rapporto $\Delta A/A$.

Figura 7.

L'arrotondamento è una forma possibile di deformazione dell'impulso.

Figura 8.

La preoscillazione è una forma possibile di deformazione dell'impulso e può essere diretta verso il basso (b) o verso l'alto (a).

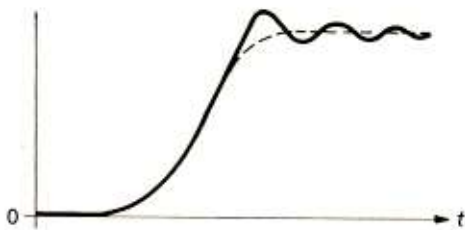
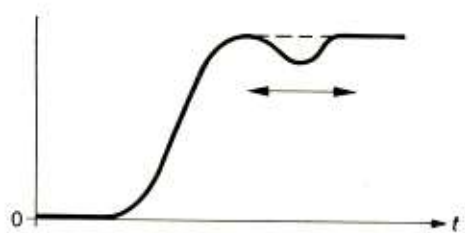
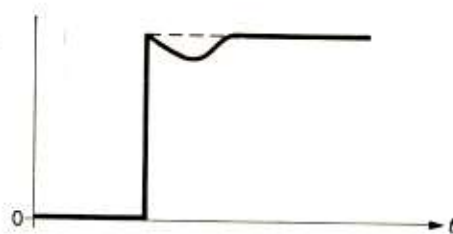


FIG. 9



a

FIG. 10



b

Figura 9.

La postoscillazione è una forma possibile di deformazione dell'impulso.

Figura 10.

Le buche sono forme possibili di deformazione dell'impulso; la loro posizione si riscontra in entrambi i versi.

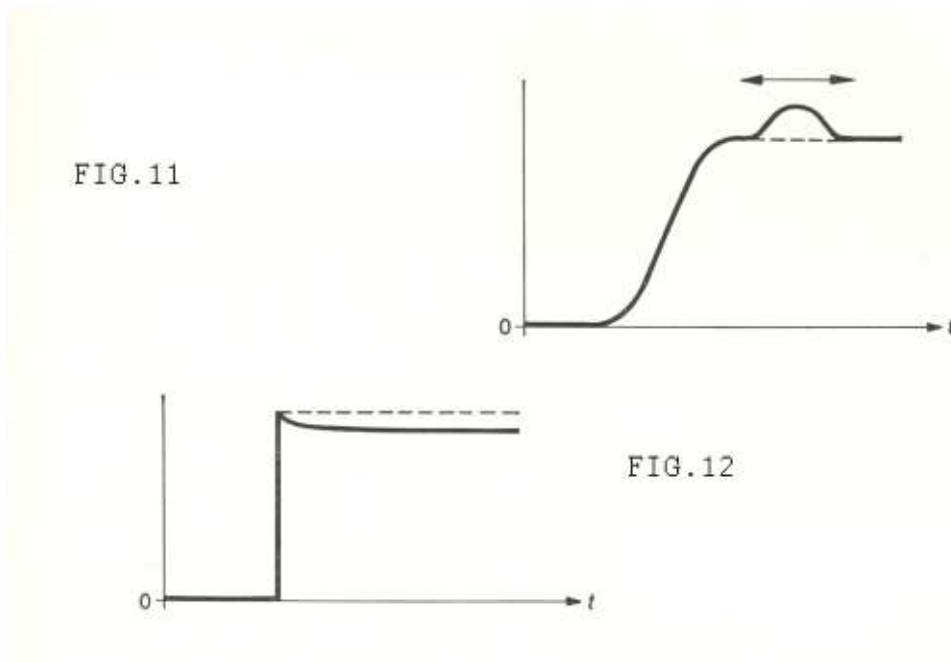


Figura 11.

Le gobbe sono forme possibili di deformazione dell'impulso; la loro posizione può essere differente.

Figura 12.

La deformazione termica è una forma possibile della deformazione dell'impulso.

Le frecce nelle figg. 10 ed 11 vogliono esprimere che la posizione della deformazione che si riscontra può essere diretta in entrambi i versi.

Naturalmente le deformazioni indicate possono mostrarsi in forme molto diverse sia isolatamente sia in gruppi oppure confuse le une con le altre.