

# Larghezza di banda e velocità di campionamento dell'oscilloscopio ottimali

Più dati vedete, più problemi potete risolvere.

## Nota applicativa

Questa nota applicativa illustra la frequenza di segnale e il tempo di salita dell'impulso per comprenderne meglio il rispettivo impatto sul segnale visualizzato utilizzando un oscilloscopio a memoria digitale.

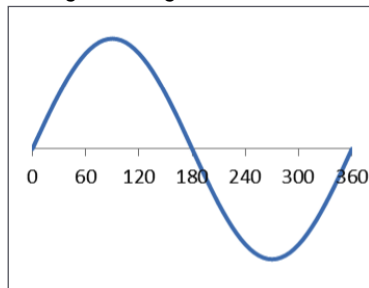
### Cos'è la larghezza di banda?

Al fine di inserire questo termine in un contesto, partiamo da cosa sia un oscilloscopio. Un oscilloscopio è un dispositivo in grado di catturare e rappresentare graficamente una variazione nel tempo di un segnale elettrico, nella sua forma originale effettiva. Il display è tarato per rappresentare una tensione (asse verticale) nel tempo (asse orizzontale). Mano a mano che la tensione cambia nel tempo, il numero di variazioni (cicli) nel tempo può essere rappresentato come una frequenza.  $F = 1/\text{tempo}$  (Hertz). In modo simile al nostro udito, all'aumentare della frequenza diminuisce la capacità dell'oscilloscopio di riprodurre in modo preciso la tensione del segnale nel tempo. Pertanto, la domanda cruciale diventa: qual è il numero massimo di cicli (eventi ripetitivi) che un oscilloscopio può riprodurre graficamente nella sua forma originale effettiva? Le specifiche della larghezza di banda di un oscilloscopio rispondono a questa domanda fondamentale.

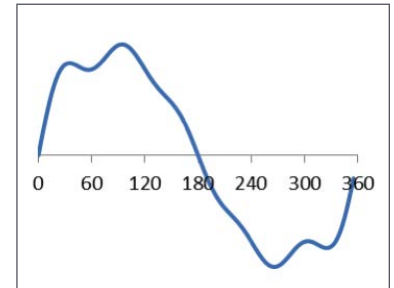
All'aumentare della frequenza, la capacità dell'oscilloscopio di riprodurre in modo preciso l'ampiezza effettiva del segnale diminuisce. I produttori specificano la larghezza di banda come la frequenza massima alla quale un ingresso sinusoidale riprodotto sul display viene attenuato del 70,7% massimo dell'ampiezza effettiva del segnale, nota come punto 3 dB. In altre parole, la larghezza di banda è la frequenza massima alla quale il segnale visualizzato è ancora superiore al 70,7% dell'effettiva ampiezza del segnale applicato (o 0,707 volte).

### Cattura di un'onda sinusoidale

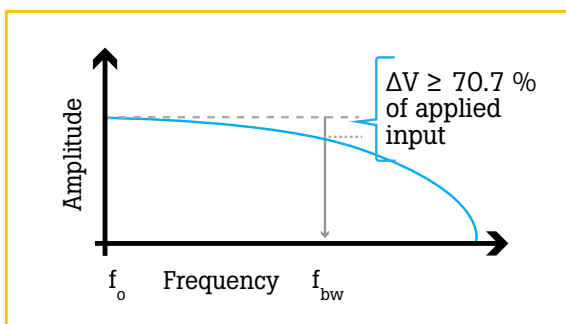
La cattura di un'onda sinusoidale nella sua forma più pura senza alcuna distorsione richiederebbe semplicemente un oscilloscopio con una banda in ingresso di alcune frequenze di ampiezze superiori rispetto a quella dell'onda sinusoidale misurata. Nonostante gli odierni componenti ad alta tecnologia digitale, gli ingegneri e i tecnici sono ancora impegnati nello studio di una forma d'onda globale, dell'ampiezza, del tempo e della presenza di distorsioni. La scelta dell'oscilloscopio corretto può determinare la differenza tra il disporre di tutte le informazioni necessarie e il trascurare i dettagli più importanti. Nel momento in cui si pensa che il segnale da sottoporre a test sia buono, in realtà si potrebbero perdere di vista i dettagli che riguardano la forma d'onda effettiva.



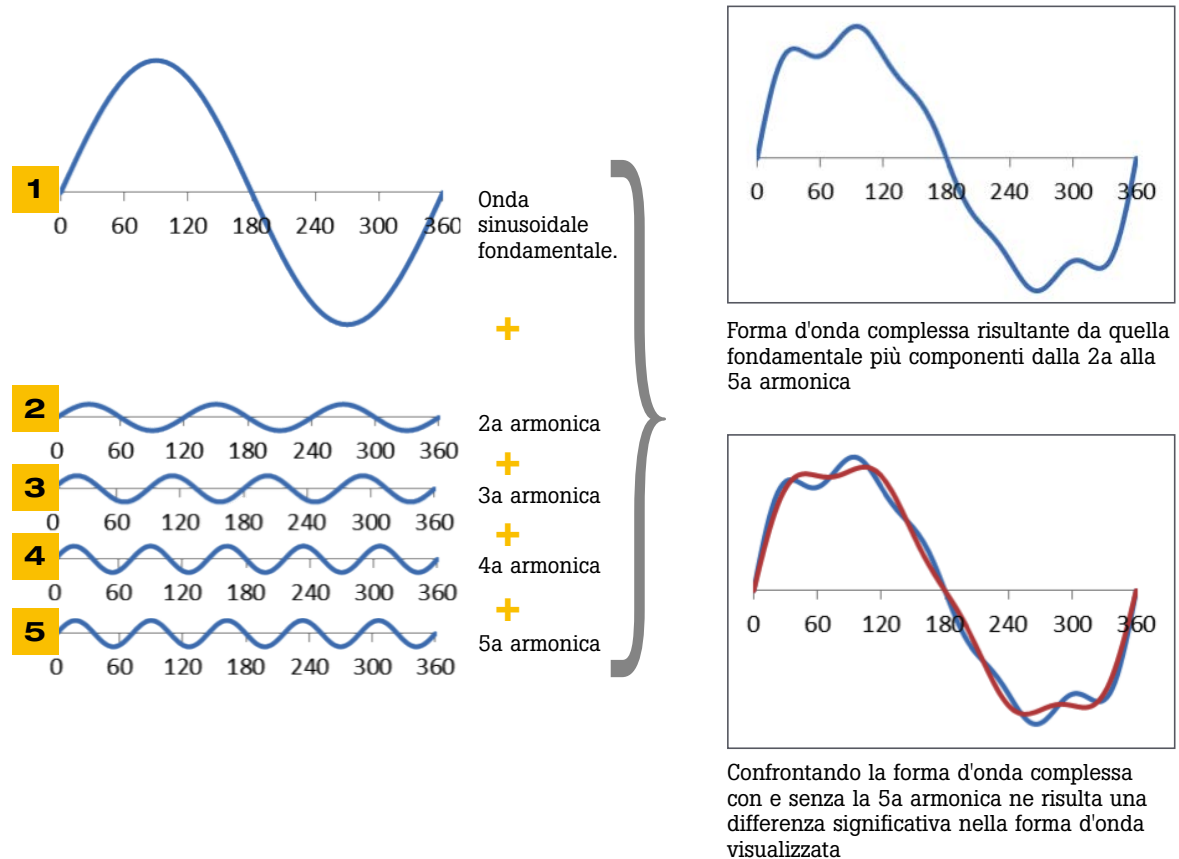
Onda sinusoidale nella sua forma più pura rappresentata matematicamente dalla formula  $y(t) = A \sin(\omega t + \theta)$



Onda sinusoidale distorta composta dalla somma di alcune componenti armoniche



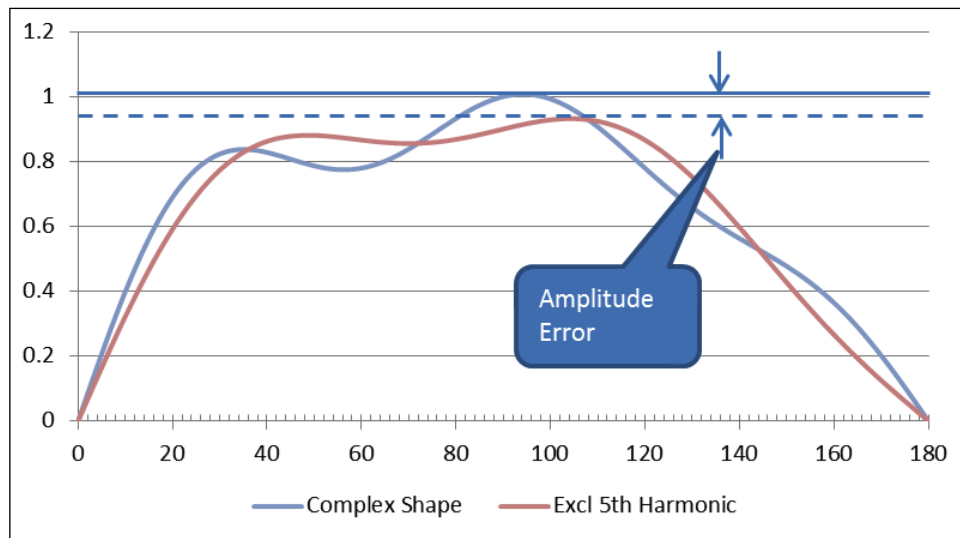
Nel caso di una forma d'onda complessa ripetuta o di una forma d'onda sinusoidale distorta, la forma d'onda può essere matematicamente rappresentata dalla somma dei singoli componenti della frequenza e dell'armonica. Utilizzando un foglio di calcolo, è possibile tracciare ogni componente  $[y(t) = A \sin(\omega t + \theta)]$  insieme alla somma combinata dei singoli componenti, in modo da poter effettuare semplici confronti visivi per osservare l'impatto della larghezza di banda dell'oscilloscopio.



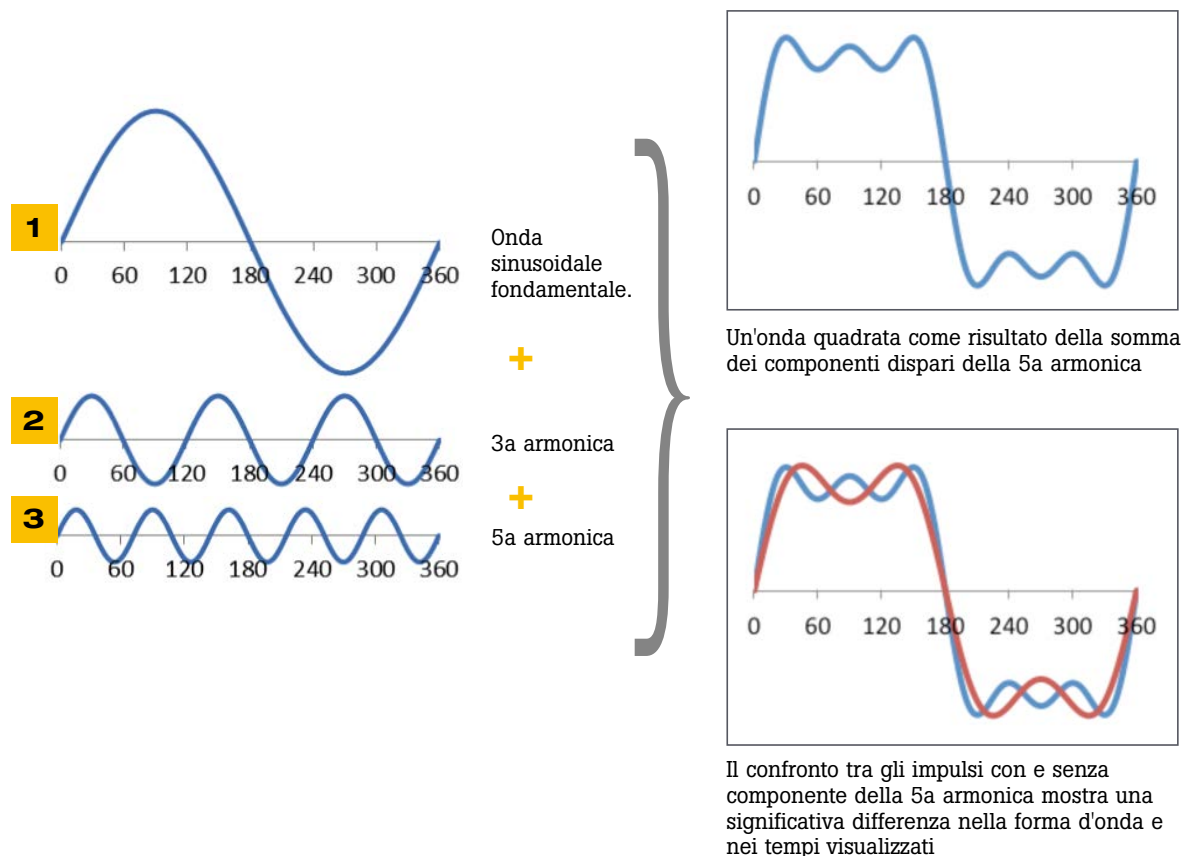
Confrontando la forma d'onda complessa risultante con e senza il componente della 5a armonica, ne risulta una differenza significativa nella forma visualizzata. Di norma, la regola generale prevede di selezionare un oscilloscopio con una larghezza di banda pari a cinque volte la frequenza dell'onda sinusoidale misurata.

**Larghezza di banda dell'oscilloscopio  $\geq$  Componente di frequenza maggiore del segnale X 5**

A parte la differenza nella forma d'onda globale, una larghezza di banda dell'oscilloscopio non adeguata può determinare un errore nel livello dell'ampiezza visualizzata. Confrontando un oscilloscopio con almeno cinque volte la larghezza di banda della frequenza fondamentale con uno di solo quattro volte la frequenza, viene mostrata la differenza nelle ampiezze di picco, con un errore calcolato, in questo caso, del 7%.



Successivamente, è necessario considerare l'impatto della velocità di campionamento sull'asse orizzontale del tempo. Nei circuiti di impulsi digitali o analogici, le misurazioni più comuni che definiscono la qualità di un'onda quadrata o degli impulsi sono l'ampiezza di impulso, il tempo di salita o la variazione della tensione nel tempo ( $dV/dt$ ). Una forma d'onda quadrata con un fronte rapido può essere rappresentata dalla somma di un numero infinito di onde sinusoidali armoniche dispari.



Un oscilloscopio deve avere un tempo di salita e discesa sufficientemente rapido per acquisire e visualizzare in modo preciso i bordi di attacco o d'uscita più eventuali riflessi, transienti o altre rifrazioni comuni. Confrontando una forma d'onda che includa solo componenti armoniche si vede chiaramente come un oscilloscopio possa visualizzare forma e fronti in modo differente. Questa differenza potrebbe determinare errori significativi nella forma d'onda visualizzata. Le prestazioni dei tempi di salita degli oscilloscopi a memoria digitale dipende dal circuito di ingresso analogico e dalla velocità di campionamento del convertitore analogico-digitale. Una regola ampiamente accettata nel settore consiste nel selezionare un oscilloscopio con un tempo di salita di un quinto rispetto al tempo di salita dell'onda sinusoidale misurata.

**Tempo di salita dell'oscilloscopio ≤ Tempo di salita più rapido del segnale x 1/5**

Un ingrandimento eseguito per ispezionare il fronte del segnale con un oscilloscopio con un tempo di salita inferiore di un quinto rispetto al tempo di salita del segnale sottoposto a test mostra un errore nel tempo di salita visualizzato pari a circa il 33%. La relazione tra il tempo di salita e la larghezza di banda può anche essere valutata utilizzando un'altra formula comune, tempo di salita=0,35/larghezza di banda.

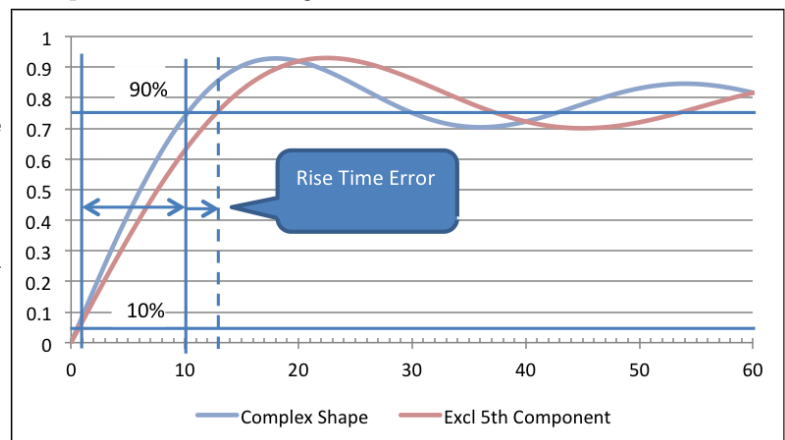
Questa formula efficace prende in considerazione la risposta in frequenza di oscilloscopi tradizionali da 1 GHz o inferiore. Inoltre, l'analisi deve comprendere ulteriori errori provenienti dalle sonde, dal segnale sottoposto a test e dall'oscilloscopio utilizzati nell'intera catena di misurazione.

I moderni dispositivi commerciali e industriali, quali i sistemi di imaging medicale, i radar, i sistemi di comunicazione digitali e gli inverter di potenza, utilizzano microprocessori e dispositivi di commutazione a semiconduttore con esecuzione a velocità di clock comprese nell'intervallo di 100 megahertz o che producono

impulsi digitali con tempi di salita e discesa misurati in un intervallo di 10 nano secondi. Relativamente alle velocità superiori, questi dispositivi subiscono gli effetti delle condizioni di esercizio ambientali e delle emissioni EMI che possono causare variazioni di impedenza, squilibri e distorsioni con conseguente malfunzionamento del dispositivo. L'uso di un oscilloscopio con larghezza di banda e tempo di salita sufficienti è fondamentale nel determinare rapidamente la causa principale piuttosto che ottenere risultanti fuorvianti. Tenere sempre presente che un oscilloscopio con un tempo di salita più rapido e una larghezza di banda più ampia consentirà una cattura e una visualizzazione più precise dell'effettiva forma d'onda e dei dettagli critici quali l'interferenza del segnale, la distorsione o i picchi di transienti e o riflessi.

**Conclusione**

I tecnici e gli ingegneri devono affrontare continue sfide durante le misurazioni sulle moderne apparecchiature elettroniche ad alta velocità e sui moderni sistemi di alimentazione industriali. Alcune di queste misurazioni richiedono il trattamento di alte tensioni e correnti ad alte frequenze con fronti rapidi contenenti distorsioni armoniche o altre anomalie dei segnali veloci. In alternativa, gli oscilloscopi da banco potrebbero avere larghezza di banda e velocità di campionamento necessarie ma mancano di portabilità, sicurezza e isolamento dei canali. Tuttavia, il nuovo Fluke 190-504 presenta le migliori caratteristiche da entrambi i punti di vista, ossia uno strumento portatile a 4 canali isolati elettricamente con larghezza di banda di 500 MHz e velocità di campionamento di 5 GS/s che consente a tecnici e ingegneri di effettuare misurazioni ad alta velocità in modo rapido, preciso e sicuro.



**Fluke.** *Keeping your world up and running.*®

**Fluke Italia S.r.l.**  
 Viale Lombardia 218  
 20861 Brugherio (MB)  
 Tel: (39) 02 3600 2000  
 Fax: (39) 02 3600 2001  
 E-mail: fluke.it.cs@fluke.com  
 Web: www.fluke.it

**Fluke (Switzerland) GmbH**  
 Industrial Division  
 Hardstrasse 20  
 CH-8303 Bassersdorf  
 Telefon: 044 580 75 00  
 Telefax: 044 580 75 01  
 E-Mail: info@ch.fluke.nl  
 Web: www.fluke.ch

©2013-2014 Fluke Corporation. Tutti i diritti riservati.  
 Dati passibili di modifiche senza preavviso.  
 4/2014 4252284b-it

**Non sono ammesse modifiche al presente documento senza autorizzazione scritta da parte di Fluke Corporation.**