



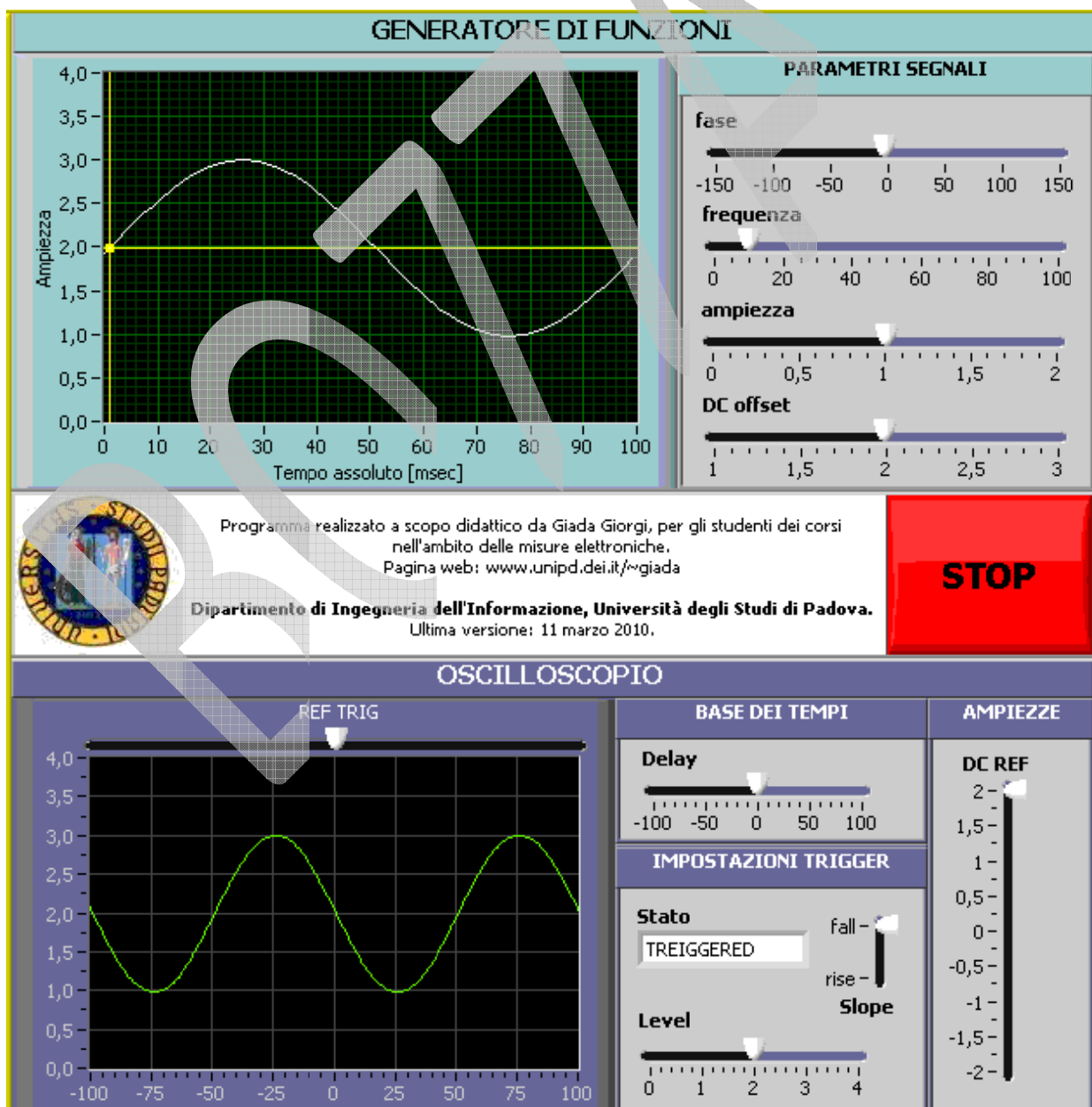
Manuale d'uso

ANALISI CIRCUITO DI TRIGGER

Il programma vuole fornire uno strumento per facilitare lo studio e quindi la comprensione del funzionamento del sistema di sincronizzazione, solitamente noto come "trigger", in un oscilloscopio. A tale scopo sono stati simulati due strumenti virtuali, un semplice generatore di forme d'onda sinusoidali e un oscilloscopio semplificato, per il quale sono state implementate solo le funzionalità di interesse.

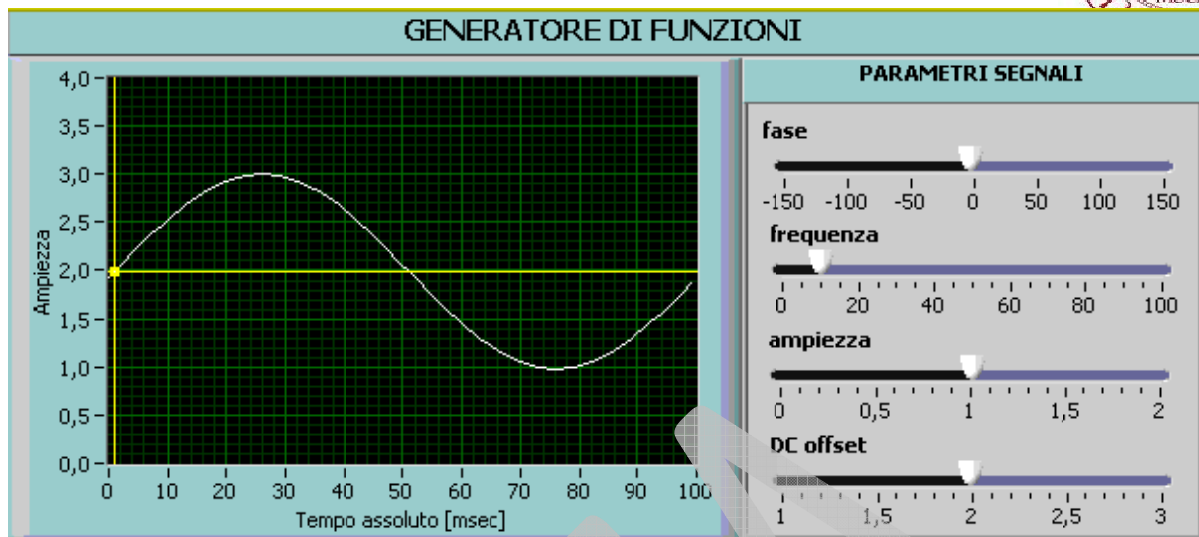
Il pannello frontale del programma si presenta come in figura: nella parte superiore è collocato il generatore di funzioni, mentre nella parte inferiore è riportato lo schermo dell'oscilloscopio. In seguito verranno descritti più in dettaglio i singoli componenti.

Per comprendere quanto descritto è necessario conoscere il funzionamento dell'oscilloscopio digitale.





GENERATORE DI FUNZIONI



Il generatore implementato consente di generare un forma d'onda sinusoidale del tipo:

dove V_p è l'ampiezza di picco in Volt, V_{DC} è la componente continua, in Volt, sovrapposta al segnale sinusoidale, f_0 è la frequenza in Hertz del segnale ed infine ϕ_0 è la fase iniziale, in gradi. Tutti questi parametri possono essere modificati dall'utente agendo rispettivamente sui controlli:

- **fase** per modificare la fase da un minimo di -150° ad un massimo di $+150^\circ$,
- **frequenza** per modificare la frequenza del segnale espressa in Hertz da un minimo di 0 Hz ad un massimo di 100 Hz,
- **ampiezza** per variare l'ampiezza di picco da 0 V fino a 2 V,
- **DC offset** per modificare il valore della componente continua sovrapposta al segnale entro l'intervallo di valori da 1 V a 3 V.

Nell'esempio di figura è stata generata una sinusoide con fase nulla, frequenza pari a 10Hz, ampiezza pari a 1V e valore medio di 2V. Come si vede le ampiezze del segnale sono comprese tra un valore minimo pari a: _____ e un valore massimo di: + _____.

Per comodità la forma d'onda generata viene riportata sul display del generatore. L'asse verticale riporta le ampiezze in Volt, mentre l'asse orizzontale indica il riferimento di tempo assoluto in msec. L'origine dei tempi corrisponde pertanto all'istante iniziale in cui viene generata la sinusoide.

Il cursore in giallo indica il punto corrispondente all'evento di sincronizzazione, la sua collocazione varia al variare delle impostazioni dell'oscilloscopio.

OSCILLOSCOPIO

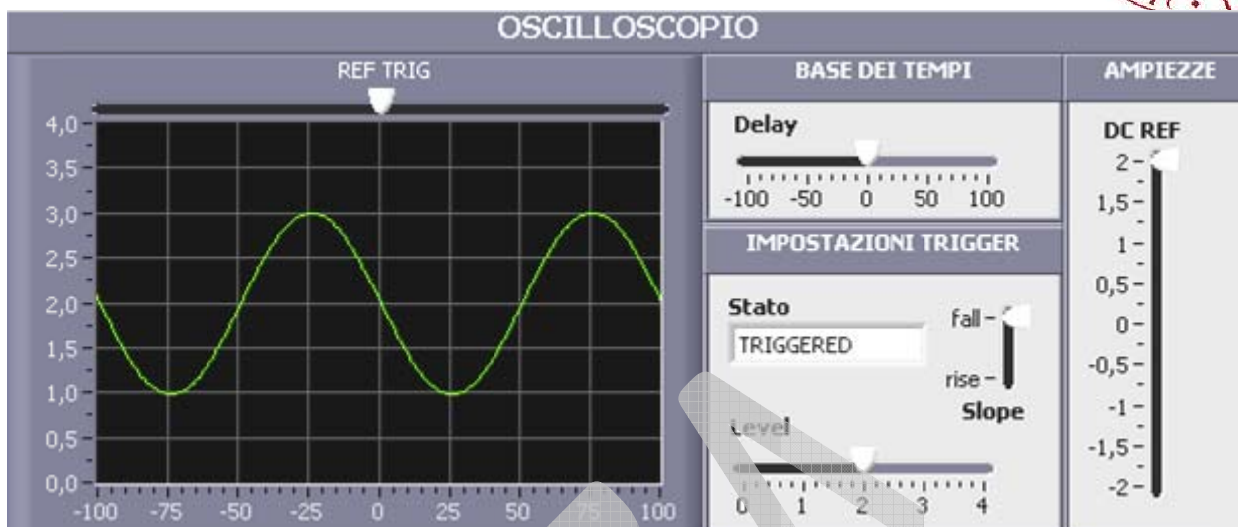


Fig. 1: Schermata dell'oscilloscopio virtuale. Condizioni di default: delay=0, l'evento di trigger corrisponde alla parte centrale dello schermo.

L'oscilloscopio viene implementato con un ridotto numero di funzionalità, in modo da focalizzare l'attenzione dello studente sul funzionamento del meccanismo di sincronizzazione.

Impostazione base dei tempi

La durata della finestra di osservazione è prefissata ad un valore di 200ms e non può essere modificata; tuttavia può essere variato il riferimento temporale *REF TRIG* (ovvero l'origine dei tempi) agendo sul controllo *delay*. E' importante osservare che in un "vero" oscilloscopio non compaiono le indicazioni dell'asse dei tempi, che dovranno invece essere ricavate dall'operatore in base alle impostazioni dello strumento. In questo caso invece sono riportate le indicazioni dell'asse temporale (esprese in ms). Come si può notare, il riferimento temporale corrisponde all'istante iniziale di 0 secondi che coincide con il verificarsi dell'evento di trigger. A sinistra, ovvero per tempi negativi si può osservare la porzione di traccia acquisita *prima* dell'evento di trigger, mentre a destra, per tempi positivi, è possibile osservare la porzione di traccia acquisita *dopo* l'evento di trigger. La posizione del riferimento temporale può essere modificata dall'utente agendo sul controllo *delay*.

Variando il *delay* varia automaticamente la posizione dell'indicatore *REF TRIG* sullo schermo dello strumento virtuale, che indica l'origine della base dei tempi. Il valore di default, vedi Fig. 1, è *delay=0* per la quale la posizione del riferimento *REF TRIG* corrisponde al centro dello schermo. Con questa configurazione si ha una eguale ripartizione della memoria dello strumento in pre-trigger e post-trigger. In Fig. 2 e Fig. 3 sono invece riportati i due casi estremi per i quali l'evento di trigger corrisponde all'inizio oppure al termine dell'acquisizione.

Impostazione del trigger

La regolazione della sincronizzazione avviene impostando il livello del trigger, agendo sul controllo *level*, e la pendenza, agendo sul controllo *slope*. Per quanto riguarda la pendenza sono (ovviamente) possibili due soli valori: *fall* per una pendenza negativa e *rise* per una pendenza positiva. L'indicatore *stato* riporta la condizione di sincronizzazione: *TRIGGERED* se l'evento di trigger è impostato in modo corretto e *UNTRIGGERED* se invece lo strumento non è in grado di rilevare nessun evento di trigger valido.

In Fig. 1 il trigger è impostato ad un livello pari a 2V e con pendenza negativa. Queste indicazioni si possono facilmente dedurre dalla semplice osservazione dello schermo dello strumento: come si vede infatti la traccia interseca l'asse dei tempi (posizione indicata dal riferimento *REF TRIG*) in corrispondenza del valore di ampiezza 2V e con pendenza negativa.

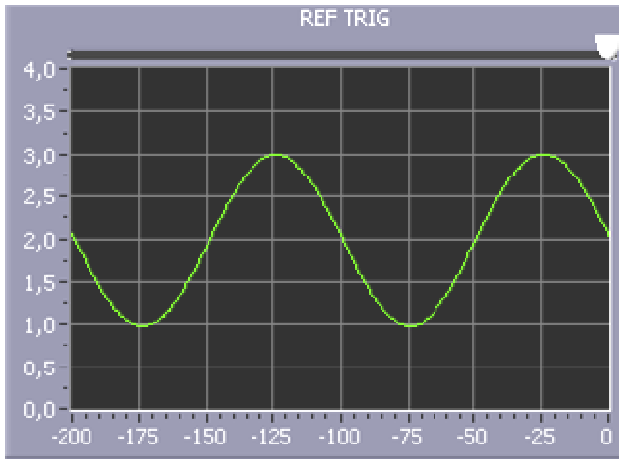


Fig. 2: Origine dei tempi a destra (delay=100): l'evento di trigger termina l'acquisizione della traccia e tutti i campioni del segnale sono antecedenti l'evento di trigger. I tempi sono negativi e corrispondono alla memoria di pre-trigger.

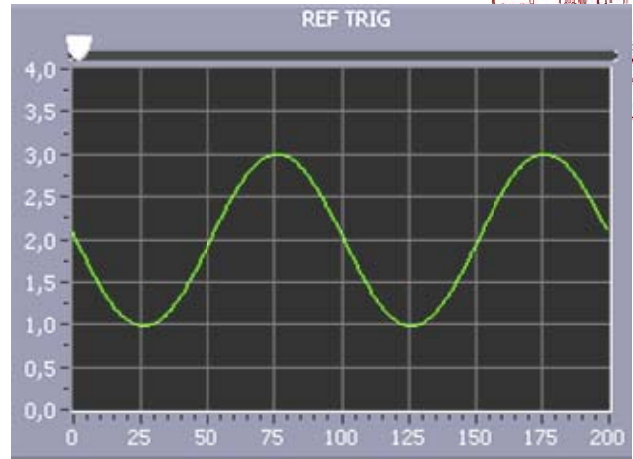


Fig. 3: Origine dei tempi a sinistra (delay=-100): l'evento di trigger determina l'inizio dell'acquisizione, in questo modo tutti i campioni del segnale vengono acquisiti dopo l'evento di trigger. I tempi sono positivi e corrispondono alla memoria di post-trigger.

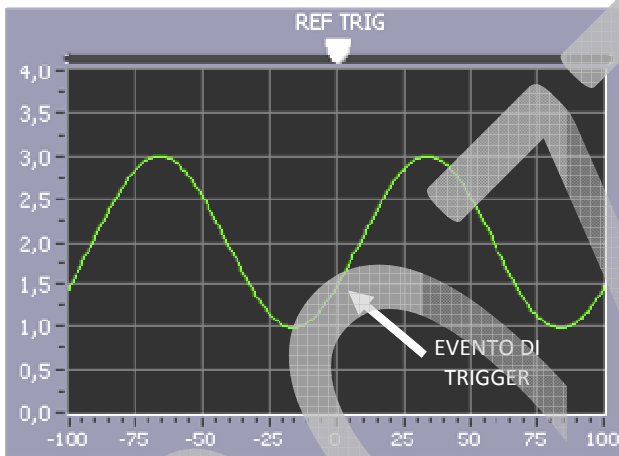


Fig. 4: Evento di trigger: pendenza positiva e livello pari a 1.5V.

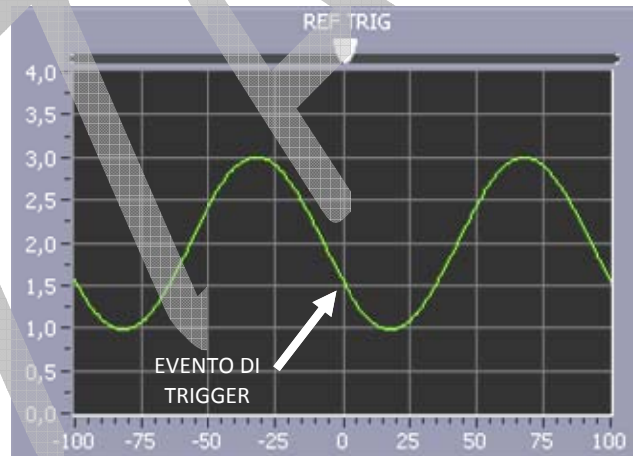


Fig. 5: Evento di trigger: pendenza negativa e livello pari a 1.5V.

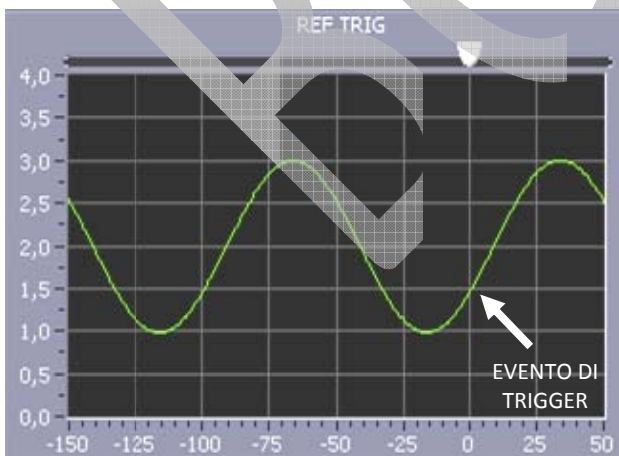


Fig. 6: Evento di trigger: pendenza positiva e livello 1.5V. A differenza del caso in Fig. 4, l'evento di trigger è spostato verso destra, in corrispondenza del riferimento temporale REF TRIG.

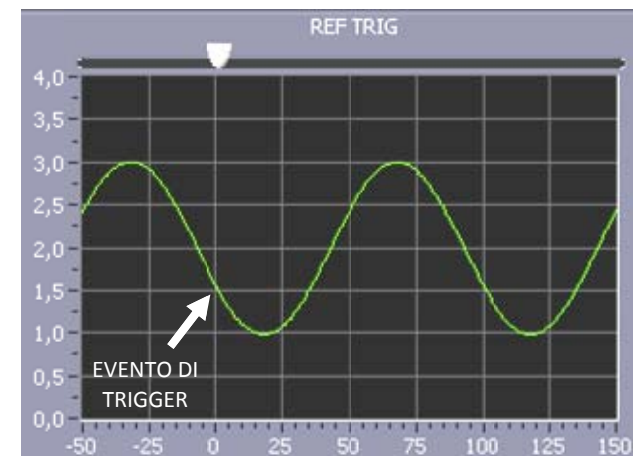


Fig. 7: Evento di trigger: pendenza negativa e livello 1.5V. A differenza del caso in Fig. 5, l'evento di trigger è spostato verso sinistra, in corrispondenza del riferimento REF TRIG.



In Fig. 4-5-6-7 sono riportati altri esempi ottenuti con diverse impostazioni del trigger e variando la posizione del riferimento temporale. Per maggiore chiarezza la posizione dell'evento di trigger è stata evidenziata sulle figure mediante una freccia bianca.

Come si può intuire, una condizione di trigger valida si ottiene impostando un livello di trigger compreso entro il range di valori del segnale da acquisire. Nel caso in esame quindi, tale condizione si ottiene impostando un livello compreso tra 1V e 3V. Al di fuori di questo range è impossibile ottenere un evento di trigger: in questa situazione, ovvero in mancanza di una condizione di trigger valida, lo strumento utilizza un suo meccanismo di sincronizzazione interno, indipendente dal segnale da acquisire: l'acquisizione quindi non avviene in modo sincrono con il segnale da acquisire e la traccia visualizzata è instabile.

E' interessante osservare come varia la posizione del cursore giallo, che indica le condizioni di livello e pendenza del segnale di ingresso che soddisfanno alle condizioni di trigger, sullo schermo del generatore al variare delle impostazioni di trigger. Come si potrà notare, per livelli di trigger al di fuori del range di valori assunti dal segnale di ingresso, nessun valore di quest'ultimo soddisfa le condizioni di trigger.

Impostazione delle ampiezze

L'asse delle ampiezze ha un'estensione pari a 4V, che non può essere modificata; può essere variato però il riferimento di 0V agendo sul controllo *DC REF*.

Nei casi riportati in Fig.1-7, il valore di *DC REF* è impostato su 2V, in modo da far corrispondere l'origine dell'asse delle ampiezze alla posizione più in basso, questo per riuscire a visualizzare correttamente il segnale di ingresso costituito da una sinusoide alla quale è sovrapposta una componente continua. E' bene tenere presente che normalmente negli oscilloscopi il valore di *DC REF* è impostato a 0V, e l'origine dell'asse delle ampiezze corrisponde alla posizione centrale dello schermo, come indicato in Fig. 8.

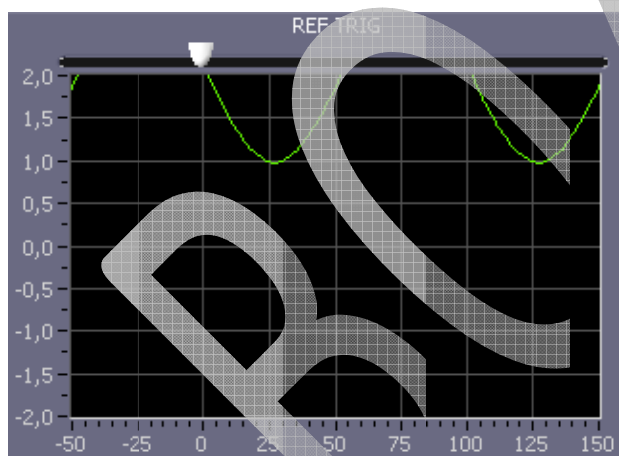
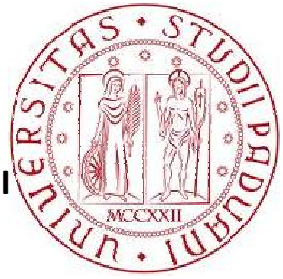


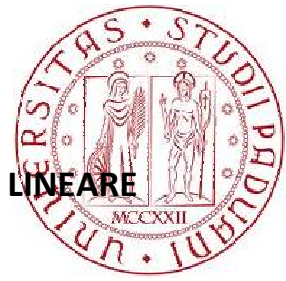
Fig. 8: Schermo dello strumento con *DC REF* = 0V. L'origine dell'asse delle ampiezze corrisponde al centro dello schermo.



1. ANALISI DELLA GESTIONE DELLA MEMORIA DI ACQUISIZIONE E DI VISUALIZZAZIONE IN UN OSCILLOSCOPIO

Il programma è stato concepito con l'obiettivo di aiutare lo studente nella comprensione della gestione delle memorie presenti all'interno di un comune oscilloscopio digitale e quindi nella comprensione di alcuni comandi solitamente disponibili in tali strumenti. In particolare si vedrà la differenza tra la modalità di acquisizione normale, la modalità di acquisizione "peak detector" ed infine la modalità "high resolution". Per quanto riguarda la modalità di visualizzazione invece, sarà possibile scegliere tra le diverse modalità: normale, massimo, minimo e mediato (average).

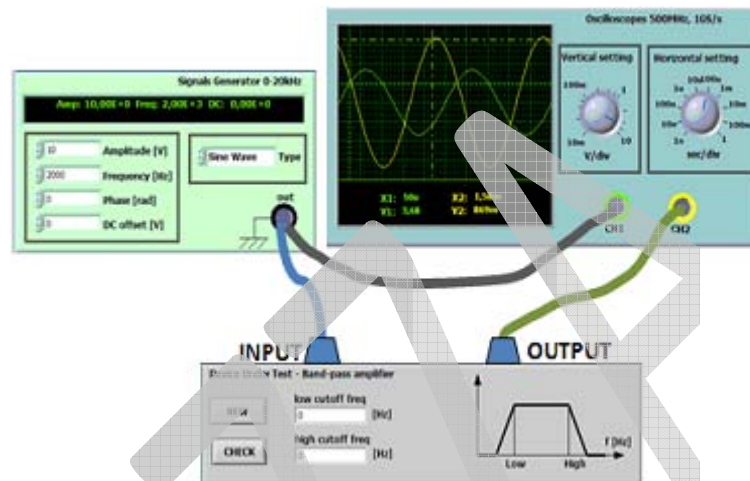
BOLZA



2. MISURA DELLA RISPOSTA IN FREQUENZA DI UN AMPLIFICATORE LINEARE

INTRODUZIONE

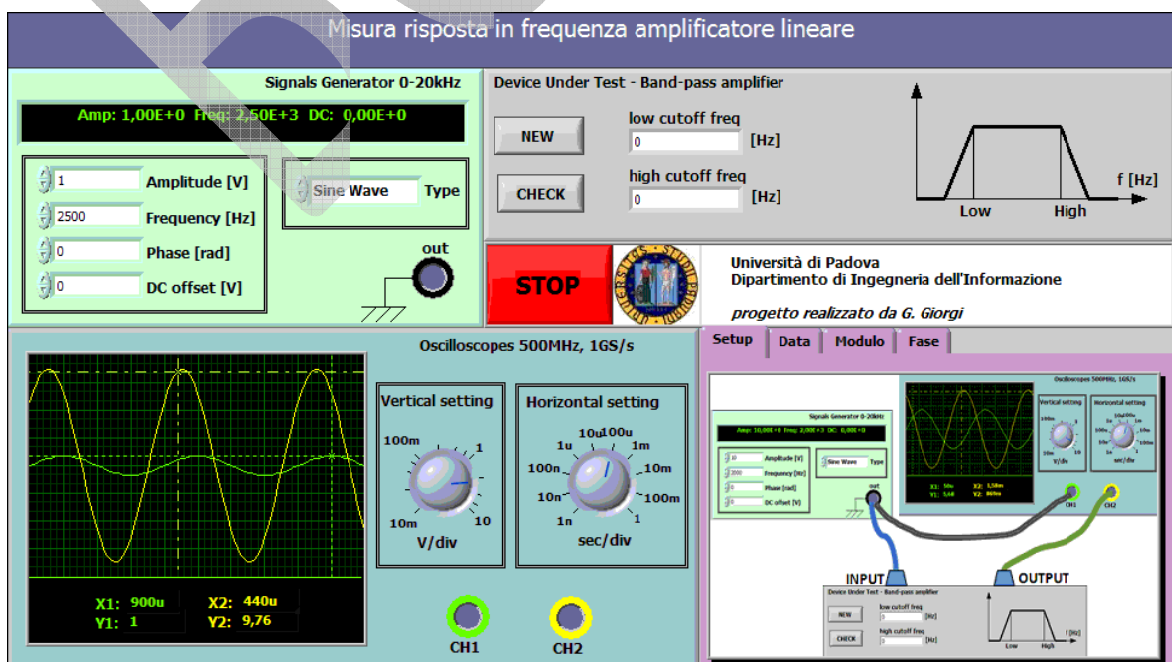
In questa esperienza verrà misurata la risposta in frequenza, sia in modulo che in fase, di un amplificatore lineare in banda audio. Il banco di misura, illustrato in figura, è composto da un generatore di segnali, un oscilloscopio ed il dispositivo da testare (DUT). E' importante ricordare che in un banco reale sarà presente anche un eventuale alimentatore mediante il quale fornire all'amplificatore DUT i livelli di tensione di alimentazione necessari (tipicamente +12V e -12V).



Si ricorda brevemente che quando un dispositivo lineare viene alimentato con un segnale sinusoidale: A_{in} avente ampiezza A_{in} e fase iniziale ϕ_{in} , in uscita dal DUT si ottiene un segnale sinusoidale isofrequenziale: A_{out} con ampiezza A_{out} e fase ϕ_{out} .

Dalla misura delle ampiezza dei segnali di ingresso ed uscita e dalla misura dello sfasamento del segnale di uscita rispetto al segnale di ingresso è possibile ricavare modulo e fase in frequenza del dispositivo da testare.

BANCO DI MISURA VIRTUALE





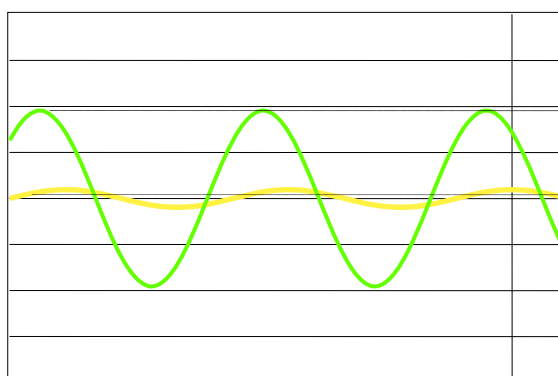
Il pannello frontale del banco di misura “virtuale” si compone di:

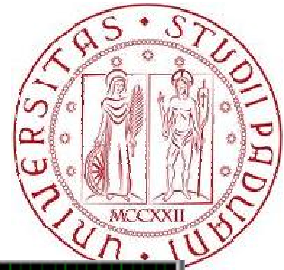
- un **generatore di segnali** che consente di simulare segnali di tipo sinusoidale, triangolare o ad onda quadra con duty cycle del 50%. Per ogni forma d'onda è possibile scegliere la frequenza principale, da 0Hz fino a 5kHz, l'ampiezza, la fase e la tensione continua di offset da sovrapporre al segnale.
- Un **dispositivo da testare DUT** con risposta in frequenza simulata mediante un filtro di Butterworth del quarto ordine di tipo passa-banda (come schematizzato sul pannello frontale relativo al DUT). Ogni simulazione usa inizialmente gli stessi valori di frequenza di taglio inferiore e superiore, pari rispettivamente a 1250Hz e 4500Hz. In questo modo è facile verificare se i risultati ottenuti sono conformi a quelli che verranno presentati in seguito. I valori delle due frequenze di taglio rimangono visibili per circa 5 secondi premendo il tasto **“CHECK”**. Si possono infine impostare dei nuovi valori per la simulazione premendo il tasto **“NEW”**; in questo modo sarà possibile ripetere l'intera misura con un nuovo filtro.
- Un **oscilloscopio** con pannello frontale semplificato in modo da disporre dei soli comandi necessari, ovvero quelli che consentono di impostare la scala verticale e la scala orizzontale. Non è possibile invece agire sul comando di trigger. Sul display dell'oscilloscopio sono visibili le tracce dei due segnali acquisiti: in giallo è riportato il segnale proveniente dal canale di ingresso CH1 che corrisponde al segnale proveniente direttamente dal generatore di funzioni (si veda lo schema di setup), mentre in verde è riportato il segnale proveniente dal canale di ingresso dell'oscilloscopio CH2 che corrisponde all'uscita del dispositivo da testare. Sul display dello strumento sono presenti anche due cursori (giallo per traccia relativa al canale CH1 e verde per traccia relativa al canale CH2) e le relative posizioni (valori X1, Y1, X2 e Y2). Per facilitare la misura sono disponibili inoltre i valori dello sfasamento $X2-X1$ e del guadagno $X2/Y1$. Si ricorda che in uno strumento reale questi due valori si possono ottenere abilitando opportune funzioni di misura.
- Una **sezione** in cui inserire i valori misurati e visualizzare i diagrammi di modulo e fase in funzione della frequenza. Questa sezione si suddivide a sua volta in quattro sottosezioni, la prima intitolata **“setup”** mostra i collegamenti tra i vari strumenti ed l'amplificatore DUT, la seconda **“data”** contiene tre tabelle in cui inserire rispettivamente i valori di frequenza, guadagno e sfasamento misurati, la terza **“modulo”** che riporta il diagramma modulo-frequenza ed infine una quarta sezione **“fase”** che riporta il diagramma fase-frequenza.
- Un pulsante **“STOP”** per mezzo del quale interrompere in modo controllato la simulazione.

AVVERTENZE!

Quando viene modificata l'impostazione della scala orizzontale dell'oscilloscopio, in particolare quando si riduce la durata della finestra di visualizzazione, è importante riportare entrambi i cursori nella prima casella a sinistra. Se questa operazione non viene eseguita, modificando il fattore di scala è possibile incorrere nella spiacevole situazione di **“perdita” dei cursori**. Questo problema è facilmente risolvibile ritornando alla precedente impostazione di scala orizzontale e riportare, come prima detto, entrambi i cursori a sinistra.

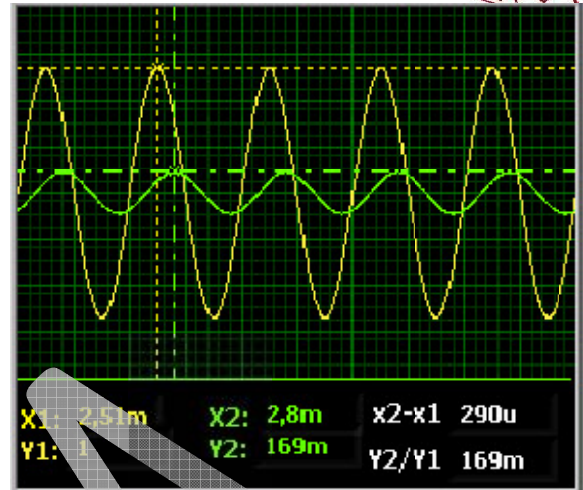
CURSORI RIPORTATI
ALL'INTERNO DELLA PRIMA
CASELLA A SINISTRA PRIMA
DEL CAMBIO SCALA
ORIZZONTALE





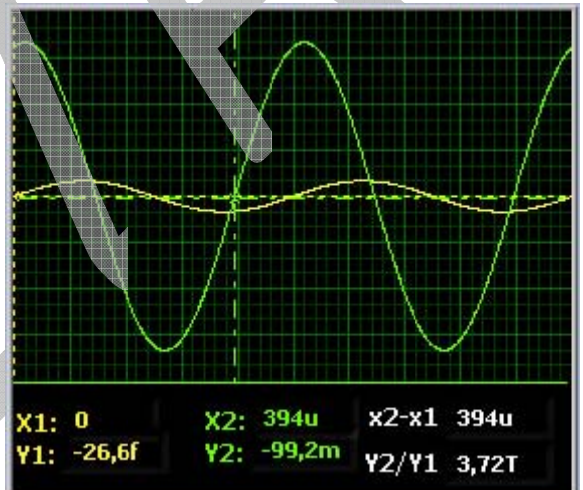
Misura del guadagno del filtro ad una data frequenza

- [1] Adattare la scala orizzontale e verticale in modo da avere una visualizzazione ottimale delle due forme d'onda.
- [2] Posizionare i cursori rispettivamente sul valore massimo del segnale di ingresso (in giallo) e sul valore massimo del segnale di uscita (in verde). I valori Y1 ed Y2 (espressi in Volt) forniscono rispettivamente le ampiezze del segnale di ingresso e di uscita.
- [3] Il valore $Y2/Y1$ riportato sul display dello strumento fornisce il guadagno del filtro alla frequenza data.



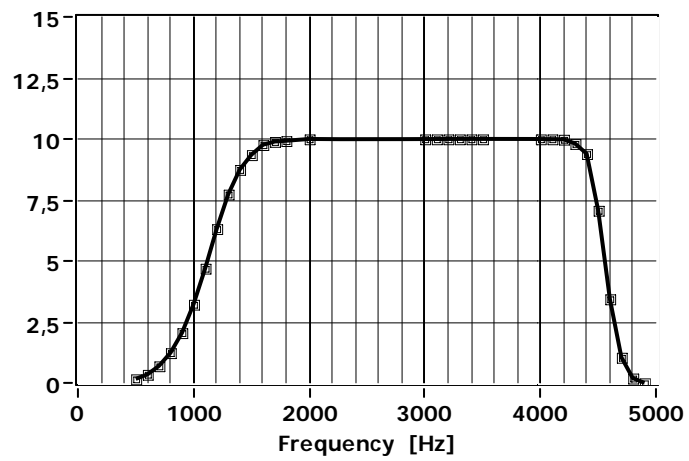
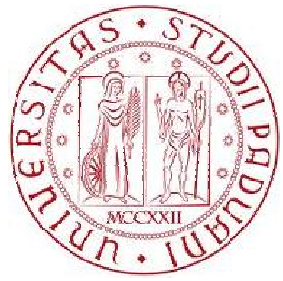
Misura dello sfasamento del filtro ad una data frequenza

- [1] Adattare la scala orizzontale e verticale in modo da rendere ottimale la visualizzazione. Quando possibile si consiglia di aumentare la risoluzione della scala orizzontale, visualizzando così solo una breve porzione dell'intero periodo delle forme d'onda.
- [2] Scegliere una condizione su pendenza e livello e misurare il ritardo con il quale la stessa condizione si presenta sul segnale di uscita rispetto al segnale di ingresso (nell'esempio è stata scelta come condizione: pendenza positiva e livello pari a 0V). Si noti che il livello di accuratezza con il quale si possono posizionare i cursori dipende dalla modalità di ricostruzione del segnale in simulazione e non è controllabile dall'operatore.
- [3] Il valore $X2-X1$, espresso in secondi, fornisce il ritardo tra i due fronti d'onda. Nell'esempio tale ritardo è pari a 320 μ s. (notare che la lettera u viene usata al posto del simbolo μ).



Rilevamento del diagramma di modulo

Ripetendo le procedure descritte e misurando sia il guadagno che lo sfasamento alle diverse frequenze di lavoro è possibile compilare una tabella (sottosezione "Data") dalla quale il programma è in grado di ricavare sia il diagramma dei moduli che il diagramma delle fasi. Si noti come i due diagrammi vengano aggiornati dopo ogni nuova misura inserita, in questo modo è possibile vedere quando è necessario campionare più fittamente e quando invece è possibile usare un passo maggiore nell'effettuare le misure.



BOLZA