

## Esercitazione

# Strumentazione virtuale

### 1 - Oggetto

---

- Introduzione alla strumentazione virtuale.
- LabView: il pannello frontale e il diagramma a blocchi.
- Esempi: generatore di segnali e misure della frequenza.

### 2 - Introduzione alla strumentazione virtuale

---

La possibilità di avere nella memoria di un calcolatore i dati numerici relativi ai campioni di una certa grandezza fisica consente di elaborare i dati stessi per ottenere informazioni utili.

In tal modo la fase di elaborazione dei dati, invece che essere demandata a specifici microprocessori dedicati (*Digital Signal Processor, DSP*), può essere compiuta dai processori dei comuni personal computer, consentendo così lo sfruttamento di risorse hardware generiche di diffusione ormai capillare.

Le modalità di acquisizione dei dati sono diverse, in funzione dei diversi tipi di interfacciamento tra mondo fisico e calcolatore (schede di acquisizione *plug-in*, comunicazione con strumenti di misura mediante interfaccia GPIB, sistemi VXI, ecc.), e alcune di esse sono oggetto di specifiche esercitazioni nei successivi moduli di Misure Elettriche.

In questa fase ci si occuperà solamente dell'elaborazione dei segnali acquisiti, mediante linguaggi di programmazione specifici per le applicazioni di misura.

Questi programmi consentono di realizzare gli strumenti virtuali (*Virtual Instruments, VI*), così detti in quanto costituiscono una riproduzione software degli strumenti hardware comunemente impiegati nelle misure.

Il notevole successo che questi ambienti di sviluppo stanno conoscendo negli ultimi anni deriva soprattutto dalla loro flessibilità, intesa come possibilità di essere adattati a specifiche esigenze di misura. Infatti uno strumento virtuale realizzato può essere modificato, per esempio per migliorarne le potenzialità, semplicemente modificando il codice di calcolo che lo definisce, senza alcun intervento sull'hardware.

La standardizzazione in atto su questo tipo di procedure, unita alla possibilità di comandare da un'unità centrale sistemi di acquisizione e strumenti reali di diverso tipo e alla capacità di generare in uscita segnali analogici o digitali, rende questo tipo di strumentazione particolarmente adatto alla predisposizione di sistemi di misura e di controllo automatici, molto utili in diversi campi della tecnica. Un esempio di tali applicazioni è costituito dai sistemi automatici di collaudo di apparecchiature elettriche ed elettroniche di svariata natura (*Automated Test Equipment, ATE*).

È in ogni caso essenziale tenere sempre in mente che, benché gli strumenti virtuali consentano possibilità di elaborazione praticamente infinite, l'accuratezza delle misure effettuate dipende principalmente da tutti quei dispositivi che nella catena di misura stanno a monte, e cioè dai blocchi di condizionamento del segnale analogico e dai sistemi hardware di acquisizione dei dati.

### 3 - Progetto e realizzazione di uno strumento virtuale

---

Tra i programmi disponibili in commercio per la gestione dei sistemi di acquisizione dati, LabView è senza dubbio quello di maggiore diffusione e verrà pertanto considerato come esempio nella presente esercitazione.

LabView è un linguaggio di programmazione grafica specifico per la realizzazione di sistemi di misura. Il pacchetto software è dotato di librerie per la gestione remota di diverse centinaia di strumenti tramite interfaccia GPIB (IEEE 488) o porte seriali, oltre che per il controllo delle schede di acquisizione dati *plug-in* o di dispositivi VXI. Dispone inoltre di un'ampia libreria interna di programmi preconfezionati per l'analisi e l'elaborazione dei segnali acquisiti, l'analisi statistica, l'interpolazione, il filtraggio, ecc..

Nelle versioni più moderne la flessibilità d'impiego viene ulteriormente potenziata grazie alla compatibilità con diversi linguaggi di programmazione e calcolo molto diffusi (per esempio Matlab), oltre che alle possibilità di utilizzo in rete.

LabView offre praticamente tutte le funzionalità (definizione di variabili intere, reali o logiche, gestione di strutture dati complesse come matrici e cluster, cicli di iterazione, istruzioni condizionali, ecc.) tipiche dei linguaggi di programmazione, come per esempio il C, ma presenta un'interfaccia verso l'utente più intuitiva e più adatta al controllo interattivo dello strumento. Gli elementi fondamentali per la definizione di uno strumento virtuale sono infatti due: il pannello frontale e il diagramma a blocchi.

- Il pannello frontale rappresenta sul monitor del calcolatore tutti gli elementi di visualizzazione e di controllo, con un aspetto simile a quello degli strumenti reali. È questa l'interfaccia con l'utente, il quale ha la possibilità di inserire dati e osservare, in modo numerico o grafico, l'andamento delle grandezze di interesse.
- Il diagramma a blocchi costituisce il cuore dello strumento e stabilisce come i vari dati (segnali acquisiti, parametri interni, variabili di controllo impostate dall'operatore, ecc.) debbano interagire tra loro per conseguire il risultato finale. Le funzionalità dello strumento vengono realizzate assemblando opportuni blocchi mediante un diagramma, che rappresenta una notazione intuitiva per ingegneri e scienziati. I diversi blocchi, rappresentativi di operazioni elementari o di intere sottoporzioni di programma, vengono connessi tra loro mediante delle linee, che rappresentano il flusso dei dati di calcolo all'interno dello schema.

In tal modo, come negli strumenti reali, la parte accessibile all'utente risulta nettamente separata da quella che determina le funzionalità dello strumento, che resta di competenza del programmatore.

Gli esempi del paragrafo seguente evidenziano alcune delle potenzialità appena indicate.

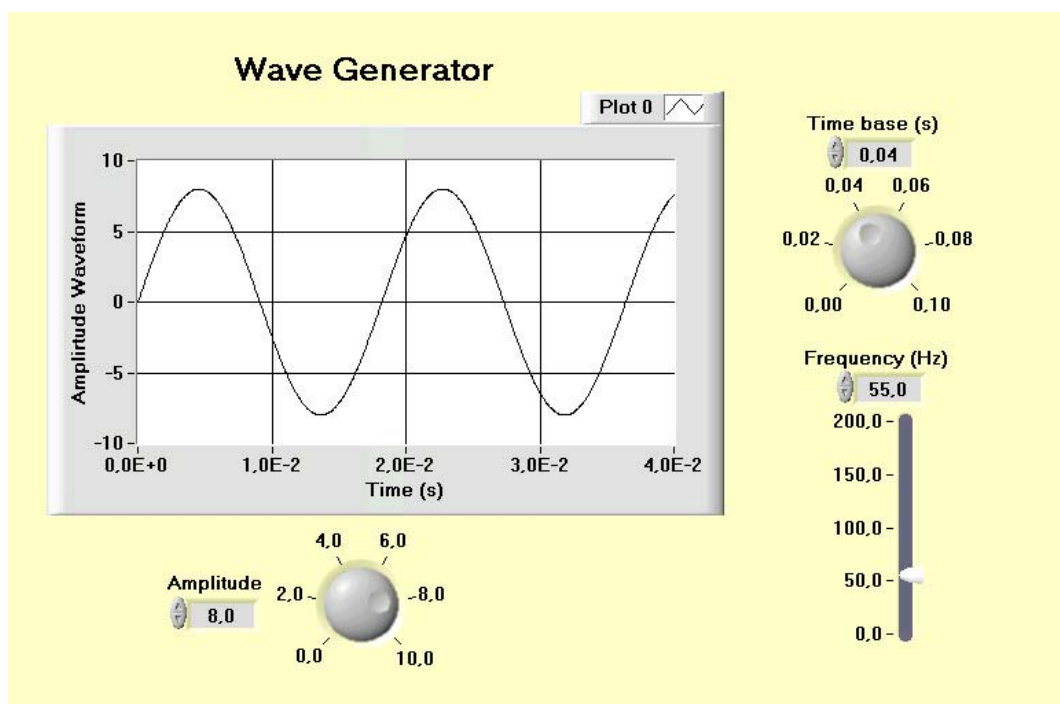
## 4 - Esempi

### Wave Generator.VI

Lo strumento virtuale *Wave Generator.VI* è un semplice esempio che produce su uno schermo una sinusoide. Di questa, tramite delle manopole virtuali, si può impostare l'ampiezza e la base dei tempi (in sostanza la finestra di osservazione). Tramite un cursore virtuale si può invece variare la frequenza.

Nella Fig.4.1 sono riportati il pannello frontale e il diagramma a blocchi.

Il diagramma a blocchi rappresenta in una forma grafica, sufficientemente intuitiva, il codice che costituisce l'algoritmo. Si noti la presenza di un ciclo *FOR* eseguito un numero di volte  $N=1000$ , quanti sono i punti rappresentati nello schermo virtuale.



**Fig.4.1** - Pannello frontale e diagramma a blocchi dello strumento *Wave Generator.VI*.

## Frequency.VI

Lo strumento virtuale *Frequency.VI* determina la frequenza di un segnale alternativo, calcolando i passaggi per lo zero della forma d'onda, dopo aver posizionato l'asse delle ascisse al centro dell'escursione fra il suo valore massimo e minimo. In Fig.4.2 è riportato il codice essenziale. Lo strumento tratta una forma d'onda (*waveform*) in ingresso e calcola i passaggi per lo zero  $X_1$   $X_2$   $X_3$  e il numero di punti  $N$  contenuti nel periodo.

Dato l'intervallo di campionamento (*Delta T*) determina infine la frequenza.

Si noti la struttura *Sequence* formata da più *frame* (riquadri tipo pellicola cinematografica), di cui quello rappresentato è il principale.

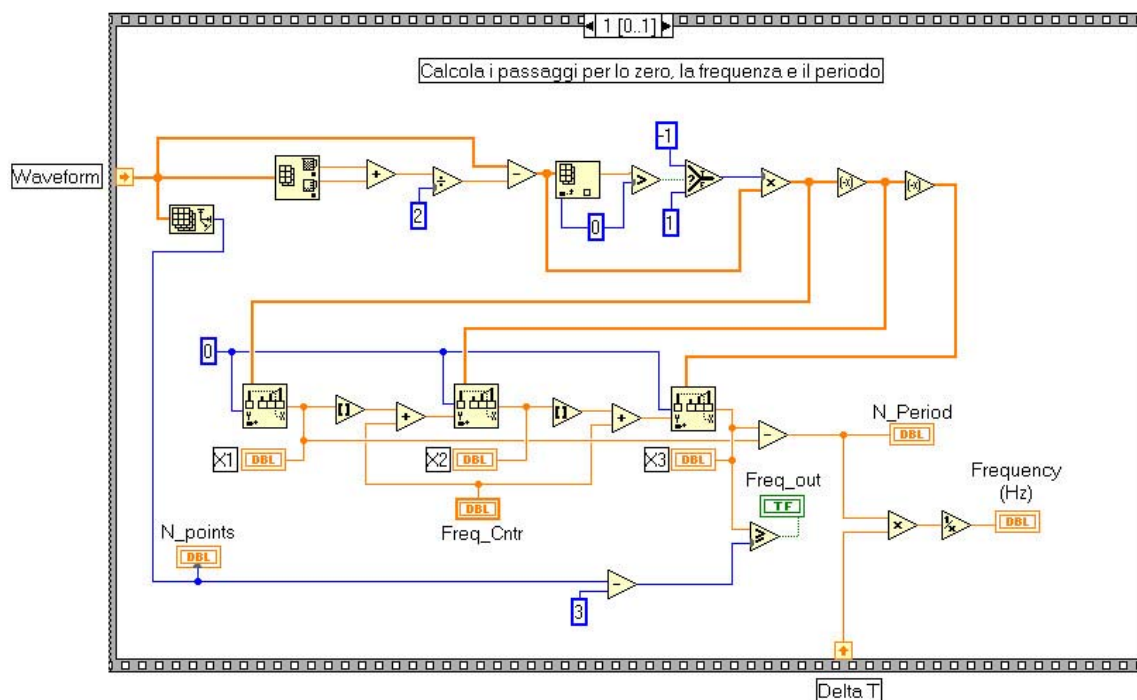


Fig.4.2 – Frame principale del diagramma a blocchi per lo strumento *Frequency.VI*.

## Generator & Frequency.VI

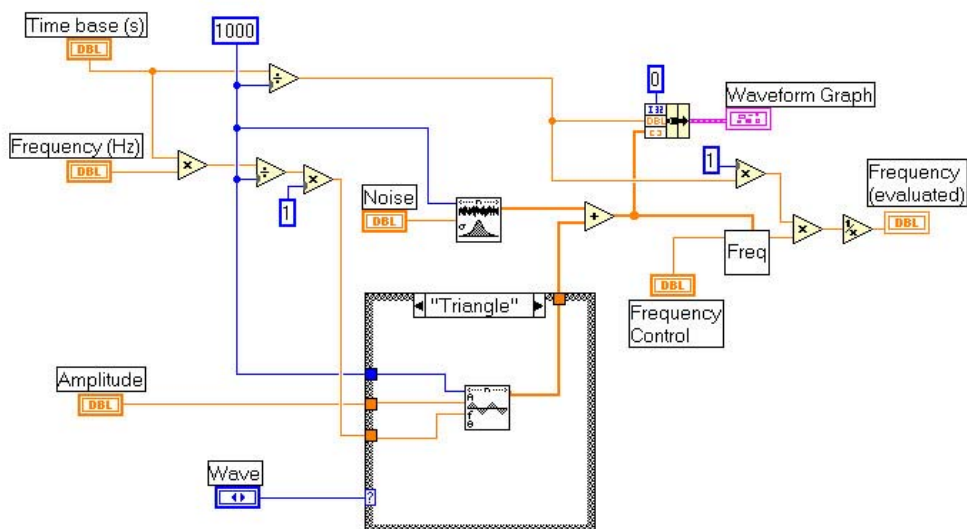
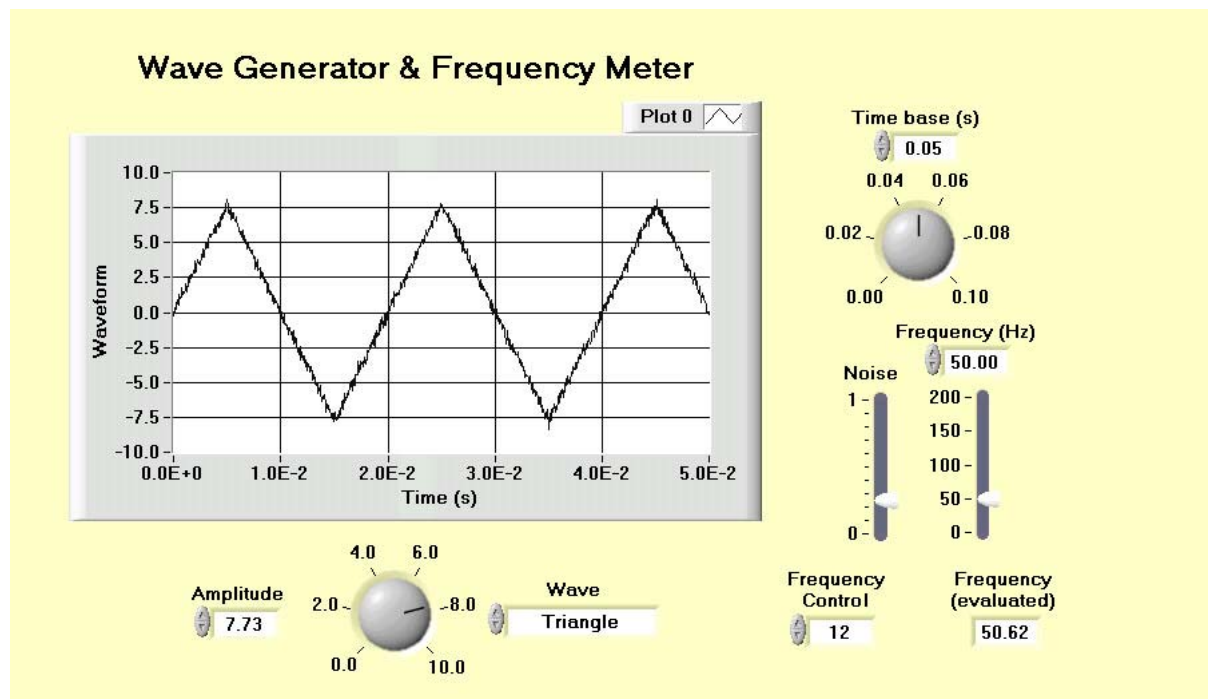
Lo strumento virtuale *Generator & Frequency.VI* risulta una combinazione dei primi due strumenti esaminati. Infatti, dapprima genera una forma d'onda selezionabile (di tipo sinusoidale, rettangolare e triangolare), regolabile sia in ampiezza che in frequenza. In più consente di sovrapporre anche del rumore gaussiano. Successivamente ricalcola la frequenza del segnale distorto, applicando l'algoritmo già visto di *Frequency.VI*.

Come si vede dal pannello frontale, l'algoritmo che analizza i passaggi per lo zero in presenza di rumore, può risultare carente: infatti, proprio a causa del rumore sovrapposto, non si riottiene il valore della frequenza impostata inizialmente.

Si noti nel diagramma a blocchi la presenza di una struttura *Case* che seleziona il tipo di segnale desiderato (in figura il segnale *Triangle*), a seguito della scelta operata nel pannello frontale con il selettore *Wave*.

Si noti ancora che la frequenza viene valutata in un blocco *Freq* che costituisce un sottostrumento (*SubVI*) che viene semplicemente richiamato in quello principale.

Si noti inoltre il blocco che genera i numeri casuali secondo una distribuzione gaussiana.



**Fig.4.3** - Pannello frontale e diagramma a blocchi dello strumento Generator & Frequency.VI.

Per evitare che il rumore sovrapposto possa determinare attraversamenti dello zero ravvicinati, che nulla hanno a che fare con quelli che competono al periodo del segnale, è stato previsto un *Frequency Control*: questa azione sospende, per un certo numero di campioni (12, nell'esempio del pannello frontale), il riconoscimento degli attraversamenti dello zero. In tal modo il segnale, dopo il rilievo di un primo attraversamento, registrato come significativo, può anche variare intorno allo zero per effetto del disturbo, ma questi attraversamenti non sono riconosciuti come significativi per il calcolo del periodo.