

Capitolo 6

Prove sperimentali: strumento virtuale (VI)

6.1 Strumento virtuale

La rapida adozione dei PC negli ultimi 20 anni ha determinato una rivoluzione negli strumenti di test, misura ed automazione. Uno dei maggiori sviluppi è il concetto di *strumento virtuale (VI)*, che offre parecchi benefici a coloro che richiedono prestazioni, rendimenti e precisione. Un strumento virtuale consiste in un computer standard od una workstation equipaggiate con un potente software applicativo, elementi hardware dedicati (schede plug-in) e dei driver software.

Gli strumenti virtuali consentono di spostarsi dal concetto tradizionale di sistema di strumenti hardware fissi al concetto di sistemi basati su software che sfruttano la potenza di calcolo, produttività, esposizione e connettività dei normali PC o workstation. Anche se la tecnologia alla base dei sistemi informatici ha avuto uno sviluppo esponenziale, è il software che fornisce il mezzo per costruire su questi potenti sistemi uno strumento virtuale, fornendo le soluzioni migliori ai costi minori. Con gli strumenti virtuali si sviluppano sistemi di automazione e misura che soddisfano esattamente i fabbisogni dell'utente cosa che non era possibile ottenere con i tradizionali sistemi.

6.1.1 Strumenti virtuali e strumenti tradizionali: confronto

Gli strumenti tradizionali sono molto potenti, costosi e progettati per eseguire una o più funzioni definite dal produttore, quindi l'utente non può espandere e personalizzare l'apparato in base alle proprie esigenze. I tasti e le manopole sullo strumento, i circuiti integrati e le funzioni disponibili sono in relazione alle caratteristiche dell'apparecchiatura. Quest'ultima potrebbe richiedere speciali tecnologie costruttive e componenti costosi che non fanno altro che aumentarne il prezzo, abbassandone i tempi di rinnovamento. Gli strumenti virtuali invece, essendo basati su PC, utilizzano le ultimissime tecnologie disponibili come processori Pentium 4 o Athlon XP e sistemi operativi Microsoft Windows XP, .NET e Apple Mac OS X. Utilizzando queste tecnologie il divario tra i sistemi stand-alone e sistemi basati su PC è stato notevolmente colmato. Oltre alla potenza di calcolo questi strumenti virtuali offrono potenti strumenti quali l'accesso ad Internet e la possibilità di essere utilizzati anche sui computer portatili. Nella ricerca scientifica, dove applicazioni e studi si evolvono molto rapidamente, si richiede flessibilità di intervento che viene fornita dall'utilizzo di strumenti virtuali nei quali non si deve sostituire uno strumento completo ma solo modificare il software installato sul PC o la scheda di interfacciamento.

6.1.2 Flessibilità, costi e connettività

Ad eccezione di particolari componenti o circuiti integrati presenti sugli strumenti tradizionali, l'architettura alla base dei sistemi virtuali e dei sistemi tradizionali è molto simile. Entrambi richiedono uno o più processori, porte di comunicazione (seriali, USB), possibilità di visualizzazione e moduli per l'acquisizione dei dati. L'elemento che rende diversi i 2 sistemi è la *flessibilità* ad adattare e modificare lo strumento in relazione alle effettive esigenze. Uno strumento tradizionale può effettuare un certo tipo di funzioni in base all'hardware dedicato mentre per uno strumento virtuale queste funzioni sono eseguite dal software installato sul computer e le limitazioni derivano esclusivamente dalle potenzialità del software. Utilizzando gli strumenti virtuali si possono abbassare i costi di immobilizzo, di sviluppo del sistema, di manutenzione diminuendo il time to market e aumentando la qualità dei risultati. Inoltre per questi sistemi è disponibile un'ampia gamma di moduli aggiuntivi che permette di collegare le più svariate periferiche od accedervi tramite reti locali (LAN) od Internet. Infatti anche in questo caso tali schede utilizzano circuiti integrati che offrono elevate prestazioni a costi contenuti. Così facendo si ottengono sistemi nei quali c'è un aumento dei dati rilevati, un aumento di precisione ed esattezza associato ad un migliore isolamento dei segnali.

6.1.3 Strumenti virtuali: software ed applicazioni distribuite

Il software è la parte più importante dello strumento virtuale. Con un software adeguato si riescono a generare le procedure richieste da particolari processi, interfacce adeguate alle esigenze sia del processo sia dell'utente che le utilizzerà. Si definisce inoltre quando e come l'applicazione riceverà i dati, li processerà, li manipolerà e li visualizzerà all'utente. Si possono costruire sistemi intelligenti capaci di prendere decisioni ed adattarsi quando i segnali variano improvvisamente o le condizioni di calcolo mutano nel tempo.

Un altro importante vantaggio è che il software è *modulare*. Quando si hanno progetti di grosse dimensioni generalmente si tende a risolverli scomponendoli in blocchi elementari. Questi sottoinsiemi sono più facili da generare, richiedono un minore tempo di sviluppo ed inoltre i test di funzionalità sono più semplici in quanto le relazioni che potrebbero creare comportamenti inattesi sono molto minori. La facilità con cui si divide il progetto in moduli elementari dipende notevolmente dall'architettura alla base del software. Si possono quindi utilizzare questi sottoinsiemi che una volta relazionati tra di loro permettono di avere uno strumento virtuale completo ed adeguato alle esigenze d'impiego.

Uno strumento virtuale non è confinato solo ed esclusivamente al PC sul quale funziona. I recenti sviluppi nelle tecnologie di rete ed Internet hanno permesso di partizionare i compiti dello strumento virtuale su più computers sfruttando appieno le potenzialità della connettività. Da ogni terminale sarà quindi possibile visualizzare e gestire i dati generati dal processo anche se questi sono distribuiti su una rete di calcolatori.

6.1.4 Strumenti virtuali e LabVIEW

LabVIEW è una parte integrante della strumentazione virtuale perchè fornisce applicazioni per ambienti di sviluppo facili da usare e progettate specificatamente per applicazioni scientifiche ed industriali. LabVIEW mette inoltre a disposizione gli strumenti per connettersi ad un'ampia varietà di hardware e software. La caratteristica più importante di LabVIEW è l'*ambiente di sviluppo grafico*. Con LabVIEW si realizza programmazione grafica e si progettano strumenti virtuali personalizzati creando sul computer interfacce utente di tipo grafico che permettono di effettuare:

- funzioni di programmazione degli strumenti;
- controllo hardware del sistema;
- analisi dei dati acquisiti;
- visualizzazione dei risultati.

Si riesce inoltre a personalizzare il pannello di controllo con manopole, tasti, display e grafici per emulare i pannelli di controllo degli strumenti classici tramite le palette rappresentate in figura 6.1.

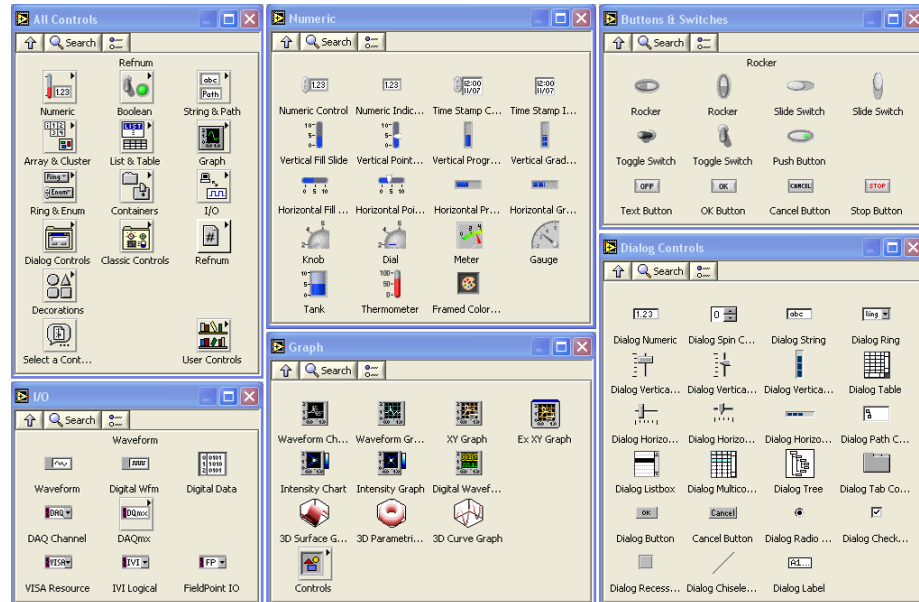


Figura 6.1: Esempi di palette disponibili per creare il pannello di controllo

Con la programmazione grafica si possono quindi sviluppare i sistemi più velocemente rispetto all'utilizzo dei normali linguaggi di programmazione. LabVIEW permette inoltre di gestire qualsiasi tipo di I/O proveniente da apparati esterni grazie alle librerie incluse nel software che permettono la massima connettività con qualsiasi strumento (RS232, IEEE488, ecc.). Fra le caratteristiche principali di LabVIEW possiamo ricordare:

- ambiente di sviluppo aperto;
- sistema multiplatforma;
- sviluppo distribuito;
- elevate capacità d'analisi e visualizzazione;
- scalabilità e flessibilità;
- riduzione dei costi.

Uno strumento virtuale è gestito quindi da sistemi tecnologicamente avanzati ed offre all'utente la capacità di creare e gestire il proprio sistema basandolo su strutture aperte. Inoltre grazie alla loro flessibilità, questi modelli possono

essere ampliati ed adattati alle varie esigenze. LabVIEW è stato ideato per fornire potenti strumenti abbinati ad un ambiente di sviluppo familiare per poter specificatamente creare gli strumenti virtuali.

6.1.5 Ambiente di sviluppo LabVIEW

Definizione del problema

Con LabVIEW si possono costruire programmi grafici, chiamati strumenti virtuali, invece di scrivere codici di programma. Si crea rapidamente un'interfaccia grafica che funge da pannello di controllo: questo fornisce interattività e permette di visualizzare il sistema. Per aggiungere funzionalità basta assemblare intuitivamente il diagramma a blocchi contenente i vari elementi del sistema.

Pannello di controllo

Sul pannello di controllo dello strumento virtuale, un cui esempio è riportato in figura 6.2, si possono aggiungere tutta una serie di tasti, LED, manopole, display ed altro ancora selezionandoli dalle apposite palette di controllo. Così facendo si vedranno a schermo delle icone che simulano la reale conformazione degli oggetti selezionati. Una volta completato il sistema, per farlo funzionare si utilizzerà proprio il pannello di controllo così generato.

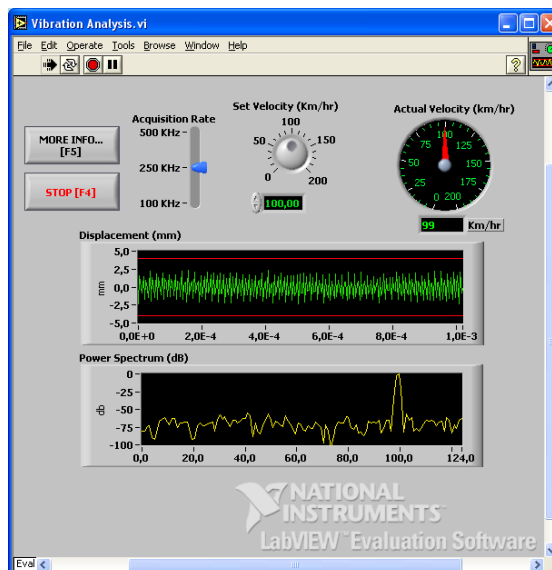


Figura 6.2: Esempio di pannello di controllo

Diagramma a blocchi

Per programmare lo strumento virtuale si deve invece costruire un diagramma a blocchi senza doversi preoccupare di saper scrivere codici basati su particolari linguaggi di programmazione.

Si fa tutto ciò utilizzando gli oggetti (icone) generati dopo aver creato il pannello di controllo o scelti nelle palette delle funzioni (figura 6.3) e connettendoli tra di loro con un filo per trasferire i dati tra gli oggetti del diagramma a blocchi.

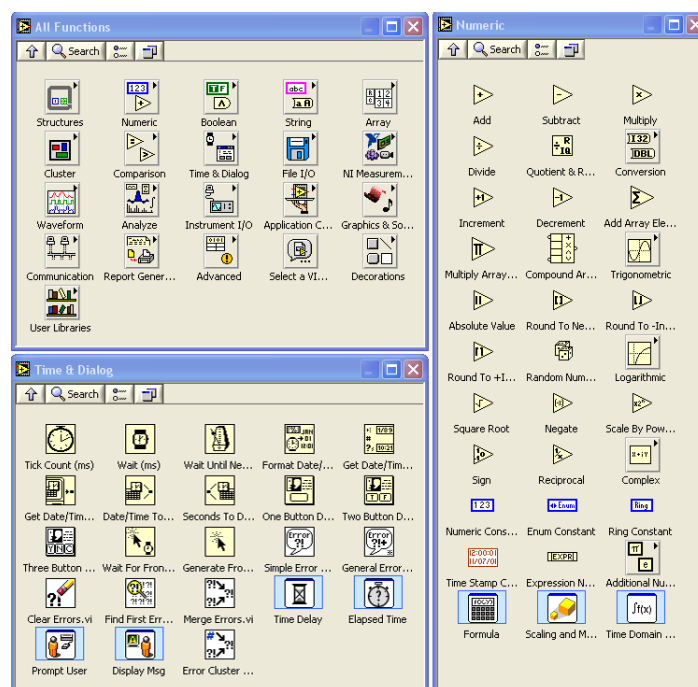


Figura 6.3: Esempi di palette disponibili per creare lo schema a blocchi

Un esempio di schema a blocchi è riportato in figura 6.4. Questi oggetti includono semplici funzioni matematiche, routine di acquisizione e analisi dati, operazioni di I/O ed altro ancora.

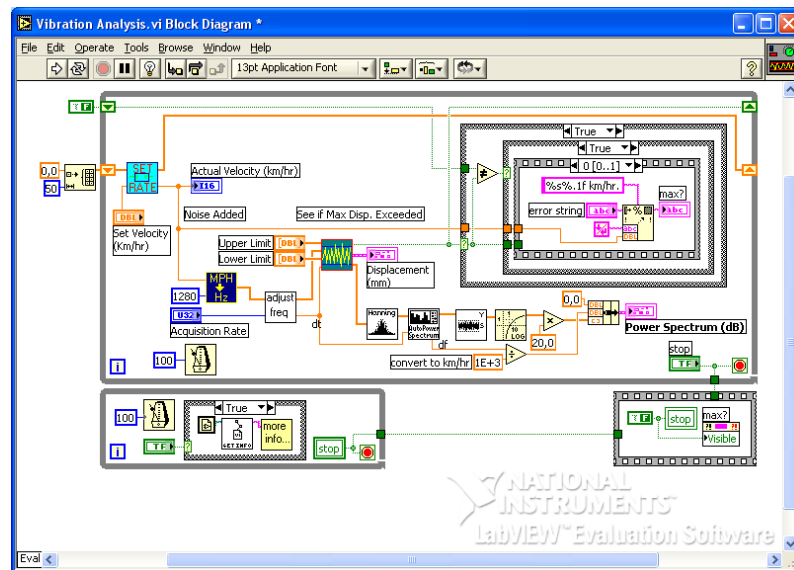


Figura 6.4: Esempio di schema a blocchi associato al pannello di controllo

Gestione flusso dati

LabVIEW usa un modello per la gestione del flusso dei dati diverso dall'architettura lineare di alcuni linguaggi di programmazione. Questo perché l'ordine di esecuzione è determinato dal flusso di dati attraverso i blocchi. Si possono facilmente creare diagrammi a blocchi che eseguono operazioni multiple in parallelo. Quindi è un sistema multitasking capace di far girare esecuzioni multiple di strumenti virtuali in parallelo.

Modularità e gerarchia

Le strumentazioni virtuali sono modulari in quanto possono funzionare singolarmente o come parte di altri strumenti virtuali. Si possono creare icone personalizzate per gli strumenti virtuali e così facendo si realizza una gerarchia tra strumenti virtuali e substrumenti virtuali che serve alla costruzione dei blocchi. Queste si possono modificare, cambiare e combinare a seconda delle applicazioni da eseguire.

Compilatore grafico ad alte prestazioni

In molte applicazioni la velocità di esecuzione è critica. LabVIEW è un ambiente di sviluppo grafico con un compilatore che genera codici ottimizzati per una velocità di esecuzione comparabile ai compilatori C o C++. Utilizzando LabVIEW si analizzano ed ottimizzano le operazioni critiche, conseguentemente si aumenta la produttività senza sacrificare la velocità di esecuzione.

6.2 Strumento virtuale applicato al modello dell'impianto

Sulla base degli strumenti e degli apparati presenti nell'impianto è stato costruito un modello matematico che permettesse di simularne il reale comportamento. Per costruire tale modello abbiamo utilizzato le relazioni matematiche che governano il funzionamento della pompa ed il movimento dei fluidi all'interno di tubazioni. Successivamente è stato costruito lo strumento virtuale per la gestione ed il controllo del modello matematico. Tale strumento virtuale presenta un pannello di controllo che consente di gestire completamente tutti gli apparati dell'impianto.

Il fine è quello di realizzare una simulazione che permetta di studiare didatticamente l'impianto al variare delle condizioni di utilizzo. Tenendo conto di tutto questo è stato realizzato uno strumento virtuale il cui pannello di controllo, rappresentato in figura 6.5, presenta le seguenti caratteristiche:

- tasto ON per accendere l'impianto con relativo LED verde di indicazione;
- tasto OFF per arrestare l'impianto con relativo LED rosso di indicazione;
- manopola inverter per variare la frequenza di alimentazione della pompa;
- display grafici per visualizzare l'andamento nel tempo delle grandezze caratteristiche della pompa:
 - frequenza di alimentazione;
 - giri al minuto;
 - tensione di alimentazione;
 - potenza assorbita;
 - portata fornita;
 - prevalenza fornita.
- display numerici di confronto tra i dati teorici ed i dati rilevati dagli strumenti (portata, prevalenza, pressione alla mandata, velocità del fluido nelle tubazioni, numero di Reynolds);
- indicatori grafici e numerici relativi ai trasduttori di pressione e temperatura del sistema oltre all'altezza di equilibrio nel separatore;
- display numerici per le perdite di carico distribuite, concentrate e per innalzamento dell'intero impianto.

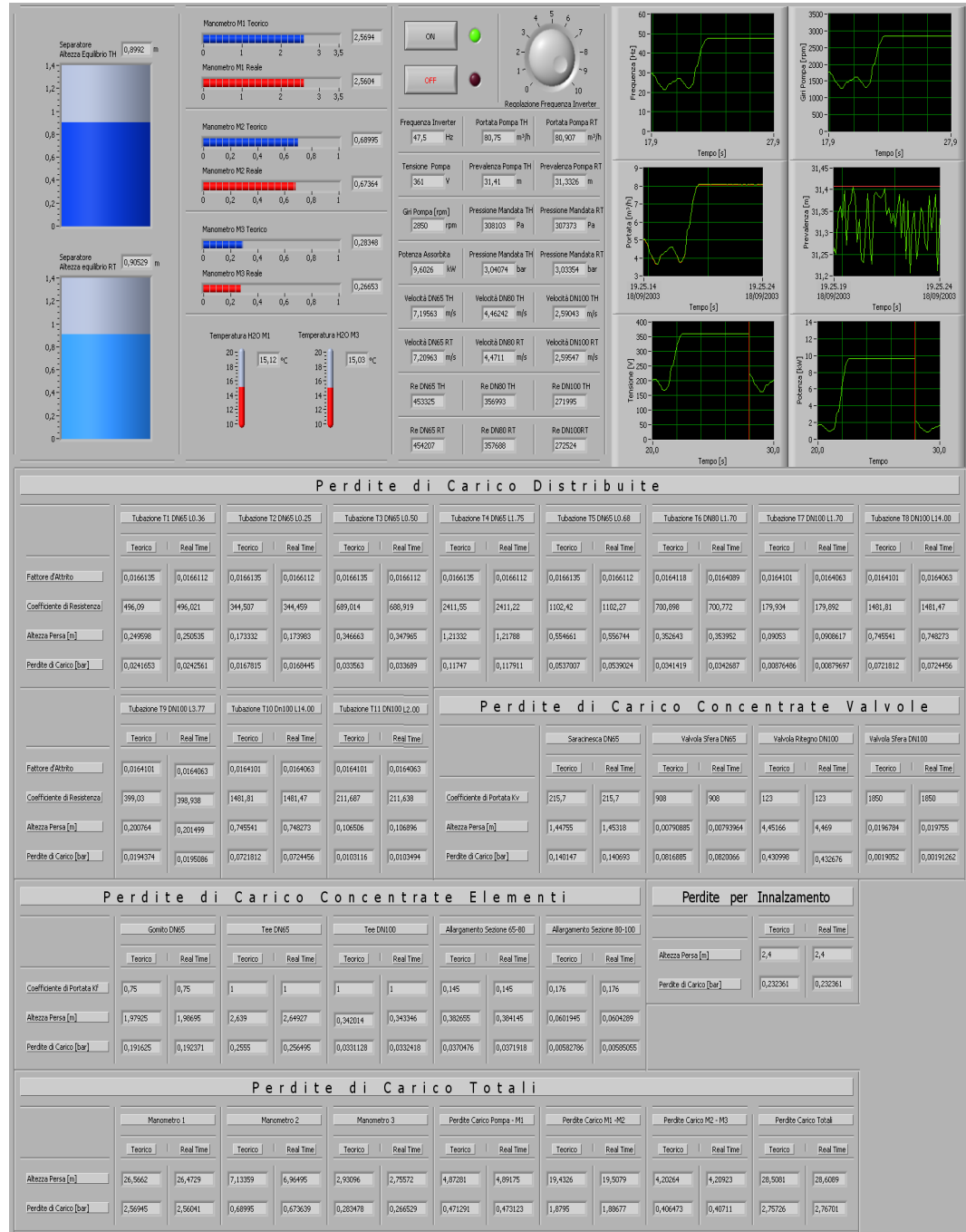


Figura 6.5: Pannello di controllo dello strumento virtuale creato per simulare il reale funzionamento dell'impianto

6.2.1 Funzionamento strumento virtuale



Figura 6.6: Tasti di avvio/arresto impianto e manopola regolazione frequenza di alimentazione della pompa

Attraverso il tasto ON si avvia l'intero impianto, cioè lo strumento virtuale alimenta tutti gli apparati e gli strumenti di misura. Utilizzando la manopola si varia la frequenza di alimentazione della pompa: man mano che questa aumenta si può vedere come l'impianto reagisce alla variazione di stato attraverso i display grafici e numerici che riportano i dati rilevati dagli strumenti di misura. Nei display di tipo grafico, dove viene visualizzata l'evoluzione delle grandezze nel tempo, si osserva sia l'andamento teorico sia l'andamento reale, come visualizzato in figura 6.7.

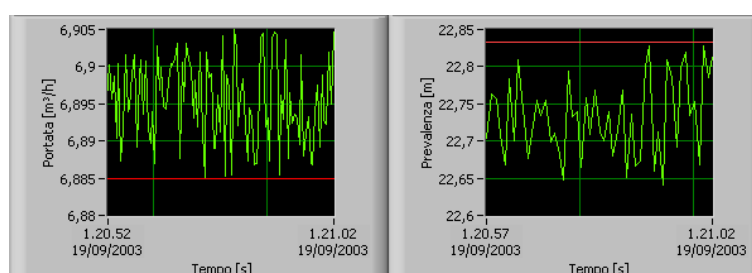


Figura 6.7: Display grafici per la visualizzazione del dato teorico (linea rossa) e reale (linea verde)

Anche tutti gli altri indicatori riportano sia il dato teorico (TH) che quello reale (RT). La differenza è dovuta al fatto che il dato teorico viene calcolato esclusivamente sulla base delle formule matematiche mentre il dato in tempo reale viene calcolato dal modello matematico che simula il comportamento non stazionario dell'impianto e dei suoi apparati. Come si può osservare dalla figura 6.5 il pannello di controllo è stato diviso in due blocchi.

Il primo raggruppa gli indicatori più importanti cioè quelli associati agli strumenti di misura presenti nell'impianto. Attraverso i misuratori grafici (figura 6.8) è possibile sapere in ogni istante le condizioni di funzionamento dell'impianto. I valori dei 3 trasduttori di pressione, dei 2 trasduttori di temperatu-

ra e dell' altezza di equilibrio forniscono una rappresentazione visiva immediata dello stato del sistema.

Il secondo blocco visualizza ciò che avviene nei componenti dell'impianto al variare delle condizioni di utilizzo ed anche in questo caso vengono riportati sia i valori teorici che quelli reali. Il funzionamento dello strumento virtuale si basa quindi sullo schema a blocchi generato dal pannello di controllo e sull'implementazione di funzioni necessarie alla corretta simulazione dell'impianto.

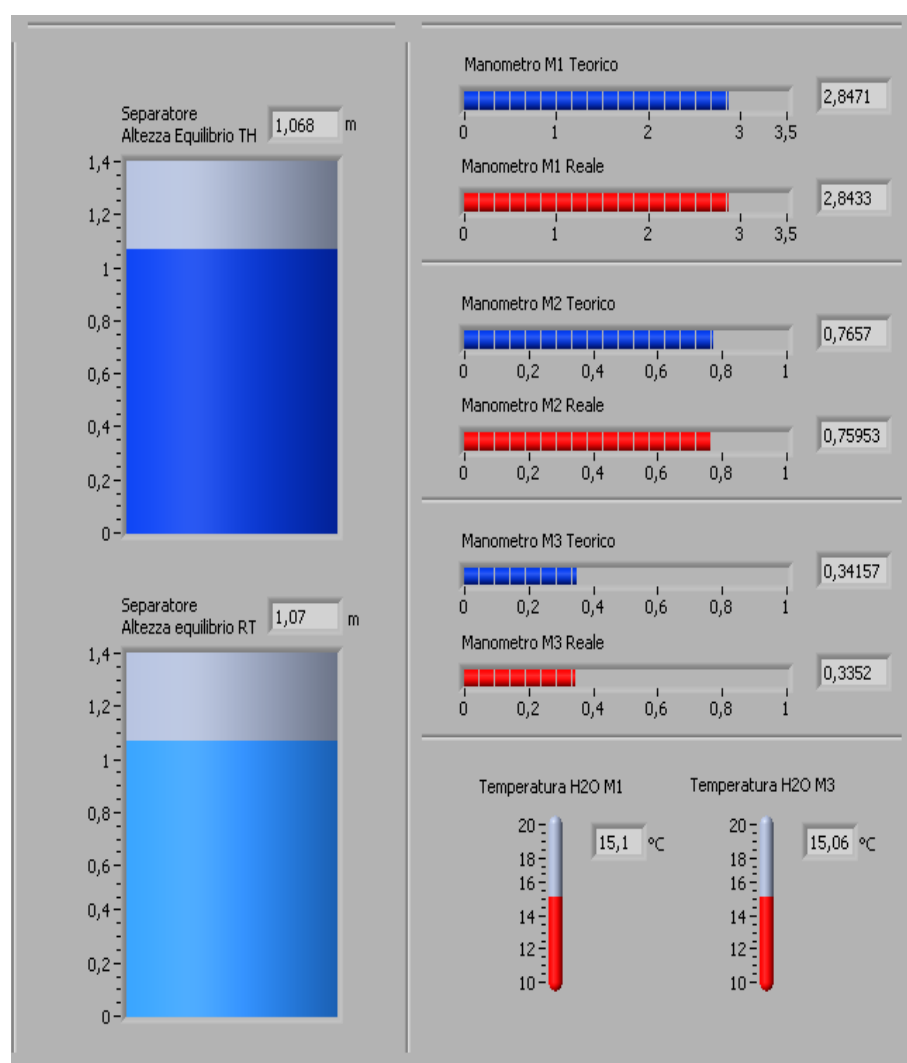


Figura 6.8: Visualizzazione grafica dei dati rilevati dai trasduttori di pressione e temperatura e visualizzazione dell'altezza di equilibrio

6.2.2 Prove sperimentali e virtuali

Con questo strumento siamo in grado di simulare virtualmente il reale comportamento dell'impianto al variare delle condizioni di funzionamento. Possiamo effettuare quindi delle prove sperimentali didattiche per gli studenti del corso di Fluidodinamica di Processo. Le prove implementate sono:

- calcolo delle perdite di carico distribuite, concentrate e totali dell'impianto;
- calcolo dell'altezza di equilibrio nel separatore;
- calcolo della rugosità relativa delle tubazioni commerciali;
- diametro ottimo della pipeline.

Utilizzando lo strumento virtuale si possono rilevare i dati forniti dagli strumenti e tramite la trattazione matematica alla base dei vari fenomeni, descritta dettagliatamente nel Capitolo 5, è possibile verificare se le condizioni teoriche rispecchiano le condizioni reali.

Questa simulazione costituisce quindi uno strumento didattico di notevole interesse perchè permette di ricreare virtualmente il funzionamento di un impianto industriale reale.

Quando il sistema di gestione e controllo sarà acquistato ed implementato, le sperimentazioni verranno effettuate direttamente sull'impianto permettendo agli studenti di interagire personalmente con le macchine e gli strumenti di misura.