

## **STAGE 2003: GRUPPO INFORMATICA**

# 26/2-11/6/2003

STAGISTI

Cianfanelli Luca, Ghezzi Davide, Pinazzi Andrea, Pompili Riccardo



**TUTORS** Dott. Elisabetta Pace, Ing. Sandro Tomassini

## **SOMMARIO**

1.	Presentazione	Pag.	03
2.	Scopo del lavoro	Pag.	03
3.	Suddivisione del lavoro	Pag.	03
4.	La catena di misura	Pag.	04
5.	Software	Pag.	10
6.	Conclusioni	Pag.	18
7.	Appendice	Pag.	19

## 1. PRESENTAZIONE

Lo stage si e' svolto nell'arco di dieci incontri settimanali che si sono suddivisi in un periodo teorico ed uno pratico. Nella prima parte del progetto ci siamo dedicati allo studio di un linguaggio di programmazione ad oggetti, mentre nella seconda abbiamo realizzato un set up sperimentale.

# 2. SCOPO DEL LAVORO

L'obiettivo di questo corso e' stato quello di provare esperienze extra-scolastiche in ambito lavorativo introducendoci direttamente ad una mentalita' prettamente incentrata sulla ricerca.

## 3. SUDDIVISIONE DEL LAVORO

Il lavoro svolto consta essenzialmente di tre parti:

- Apprendimento del linguaggio di programmazione Labview
- Assemblaggio della catena di misura
- Sviluppo del software di acquisizione dati

Dopo aver appreso i rudimenti di base del linguaggio di programmazione LabView, abbiamo costruito la meccanica di una bilancia e assemblato la catena di misura in modo da realizzare una bilancia elettronica. Infine abbiamo sviluppato il software di acquisizione dati che ci e' servito per la calibrazione dello strumento e per l'interfaccia utente.

# 4. LA CATENA DI MISURA



Figura 1: La catena di misura

La catena di misura, realizzata nella sperimentazione, e' composta da quattro parti salienti:

- Bilancia (meccanica)
- Sensore (Strain Gauge)
- Elettronica di lettura (SCXI 1000DC)
- Computer

La bilancia e' formata da una mensola di alluminio fissata ad un supporto metallico sul cui punto di massima deformazione e' stato incollato un sensore (strain gauge) che rappresenta l'elemento sensibile della catena di misura (Fig. 1,2). Tale sensore e' costituito da due griglie, una perpendicolare all'altra, per misurare sia la deformazione longitudinale sia quella trasversale della mensola.



Figura 2: strain gauge

Lo strain gauge converte le deformazioni meccaniche in variazioni di resistenza elettrica secondo la seguente espressione:

### $R = \rho * L/S$

(dove  $\rho$  è una costante propria del materiale e si chiama resistivita', L ed S rappresentano rispettivamente la lunghezza e la sezione del conduttore che forma la griglia).

Nella pratica le variazioni di tensione si misurano con maggiore sensibilita' rispetto alle variazioni di resistenza, quindi lo strain gauge viene collegato elettricamente ad altre resistenze elettriche in modo da formare un circuito elettrico che va sotto il nome di ponte di Wheatstone (Fig. 3) e che converte una variazione di resistenza in una variazione di tensione.



Figura 3: Ponte di Wheatstone

Se le quattro resistenze elettriche che formano il ponte, soddisfano la condizione:

Allora la tensione di squilibrio del ponte Vo e' nulla e il ponte si dice equilibrato. Quando almeno una delle resistenze cambia il suo valore, il ponte si squilibra ed e' possibile mettere in relazione la deformazione meccanica con la differenza di potenziale Vo. Vedi Fig.4.



Figura 4: Rappresentazione circuitale

La tensione di squilibrio del ponte e' stata letta con l'elettronica fornita da INFN. Schematicamente l'elettronica di misura e' rappresentata in figura 5 dove si vede al n.1 le porte di connessione dello strain-gauge, al n.2 lo chassis che alloggia la scheda di condizionamento (amplificazione, conversione analogica-digitale...) del segnale e al n.3 la scheda DAQ (acquisizione dati) che interfaccia tramite porta PCMCIA la catena di misura con un pc portatile.



Figura 5: Catena di misura

La figura 4 mostra il circuito elettrico equivalente al nostro, dove le resistenze R1 ed R2 (mezzo ponte di Wheastone) sono gia' presenti nei moduli di acquisizione, e le RL (resistenze dei fili) ed Rg che rappresentano gli strain gauges stanno fuori dai suddetti moduli.



Figura 6: La catena di misura realizzata

In figura 6 si possono osservare tutti i componenti che hanno costituito la nostra catena di misura: sulla destra si vedono i pesi calibrati che abbiamo utilizzato per la taratura, al loro fianco la bilancia con l' elemento sensibile, il condizionatore di segnale ed in fine il pc per l' acquisizione.

#### 5. <u>SOFTWARE</u>

LabVIEW è un linguaggio di programmazione grafico che usa le icone anziché le linee di testo per generare le applicazioni. Contrariamente ai linguaggi testuali di programmazione, dove le istruzioni determinano l'esecuzione di programma, LabVIEW usa la programmazione a "dataflow", dove i dati determinano l'esecuzione. Non si tratta di un linguaggio a oggetti, sebbene in molti aspetti possa assomigliarvi. In LabVIEW è possibile sviluppare un'interfaccia utente usando un insieme di attrezzi e oggetti. L'interfaccia utente viene denominata come "pannello" (front panel). Il codice viene realizzato nel diagramma o schema a blocchi (block diagram) usando le rappresentazioni grafiche di funzioni e oggetti rappresentati a livello di pannello. Se organizzato correttamente, lo schema a blocchi assomiglia ad un diagramma di flusso. L'elaborazione dei segnali elettrici in ingresso, provenienti dall'elettronica, e' effettuata tramite 2 programmi da noi creati. Il primo di questi (che chiameremo "di acquisizione") e' servito per l'acquisizione dei dati in tensione (microvolt), provenienti dalla scheda DAQ, e per inserire questi in un grafico per poi tarare lo strumento. I dati acquisiti da questo primo programma sono stati inoltre immagazzinati in un file di testo per poterli in futuro riprendere ed elaborare statisticamente. Poiche' sono stati salvati su file, e' stato necessario sviluppare un altro programma, ma questa volta il fine e' di semplice lettura. Lo scopo di questo terzo software e' di visualizzare l'insieme dei dati registrati per controllarne la validita'. Il secondo programma (che chiameremo "di conversione") altro non e' che un'estensione del primo dal quale acquisisce i dati in tensione e, sulla base di un'apposita tabella di tarartura da noi precedentemente creata sulla base degli stessi, li converte in grammi: un voltaggio non sarebbe infatti signaificativo per i nostri scopi.

Il procedimento da noi utilizzato per tarare la strumentazione e' stato il seguente:

1) Ponendo delle masse note sopra la bilancia, abbiamo letto, grazie al programma di acquisizione, il relativo valore di tensione in microvolt. I valri trovati sono riportati nella tabella 1. La massima massa scelta e' stata di circa 500g e questo e legato ad un vincolo meccanico della nostra bilancia, in quanto non e' capace di sostenere masse superiori senza riportare danni (deformazioni permanenti). Questo vincolo ha determinato la massima portata dello strumento e il suo range di funzionamento e' compreso tra 0 e 500g.

MASSA(g)	TENSIONE(V)
0	0,957
70	1,07
282,5	1,303
352,5	1,424
505	1,587
565	1,887

Tabella 1: Coefficienti di taratura

2) Avendo a disposizione i valori sia delle masse sia delle tensioni corrispondenti (vedi tabella1) abbiamo realizzato un software capace di eseguire l'interpolazione di questi valori con una retta e di fornirci la pendenza, l'intercetta e lo scarto quadratico medio. A causa degli errori di misura e della non perfetta linearita' della risposta dello strumento, non tutti i punti giacciono su una retta percui spetta all'abilità dello sperimentatore trovare quale sia la curva di taratura che meglio si adatta alla distribuzione dei punti. Nel nostro caso abbiamo forzato tale andamento ad una retta. Nel primo dei grafici della figura 7 sono rappresentate le rette limite, le rette, cioè, aventi la massima e la minima pendenza tra tutte quelle che si adattano ai punti del grafico, mentre il secondo rappresenta proprio la retta di best fit o nel nostro caso la curva di taratura dello strumento.



Figura 7: Best fit

 Avendo a disposizione l'equazione della curva di taratura, abbiamo inserito la stessa nel programma finale (interfaccia utente) concludendo cosi' la nostra esperienza che aveva come scopo la realizzazione di una bilancia elettronica.
In figura8 e' riportata la curva di taratura.



Figura 8: Curva di taratura

Il fulcro del programma di conversione è la retta trovata in precedenza. LabView possiede un'efficace strumento, come altri linguaggi di programmazione quali MatLab, chiamato "Formula Node": una volta specificati gli input (volt) e le espressioni (nel nostro caso un'equazione), questo restituisce gli output (massa).

Di seguito sono riportate le immagini del diagramma e del pannello frontale del software per la taratura e la media delle misurazioni:



Figura 9: Diagramma del software



Figura 10: Pannello frontale

Ecco due immagini che ritraggono il pannello frontale e il diagramma del software di misura:



Figura 11: Pannello frontale del software di misura



Figura 12: Diagramma del software di misura

Utilizzando il software di misura di cui sopra, abbiamo pesato una serie di masse campione (di cui conoscevamo la massa con certezza) per valutare l'errore intrinseco dello strumento. Da tutte le misurazioni fatte e' emerso che il nostro strumento commette un errore sistematico del 10-15% dovuto principalmente alla curva di calibrazione scelta e all' esiguo numero di punti di calibrazione calcolati. Infatti abbiamo utilizzato una retta per interpolare i dati ma nella realta' l'andamento e' non lineare e quindi una retta non e' capace di ricostruire il comportamento reale dello strumento con grande precisione.

## **6. CONCLUSIONI**

L'esperienza fatta presso i laboratori dell'INFN e' stata decisamente positiva. La possibilita' dataci di entrare a diretto contatto col mondo del lavoro ed in particolare con quello della ricerca ci ha permesso di renderci conto di realta' decisamente differenti da quella scolastica. Anche se in questi 10 incontri abbiamo potuto apprendere solo i concetti fondamentali di un linguaggio molto vasto e complesso quale LabView, tale base ci sara' sicuramente utile per sviluppare software piu' complessi. l'esperienza fatta ci sara' infatti sicuramente utile per un futuro impegno, sia esso lavorativo o di studio. Siamo in definitiva contenti e soddisfatti del lavoro svolto, ringraziamo chi ha reso possibile lo svolgersi di tale esperienza che e' sicuramente fuori dal comune.

## APPENDICE



Figura 13: Cstruendo l' hardware



Figura 14: La bilancia vista dall' alto con lo strain gauge incollato



Figura 15: Incollando lo strain gauge



Figura 16: Stagisti at work