

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

Corso di Ingegneria Elettronica

Attività formativa: Tirocinio in De Longhi Appliances S.r.l.

**TITOLO: SISTEMI D' ACQUISIZIONE DATI
 IMPIEGATI NEL GRUPPO DE LONGHI**

Laureando: Alex Fermi

Relatore: Prof. Paolo Tenti

Data Laurea 28/03/2013

Anno Accademico 2012/2013

A papà

Ringraziamenti

Il primo grazie va inevitabilmente ai miei genitori per avermi insegnato che i sogni sono stati creati per essere realizzati , ma per farlo bisogna essere determinati .

Poi: grazie a mia moglie per la pazienza che ha avuto nei miei confronti in questi anni. Alla mia piccola Giorgia che mi ha dato la carica per terminare gli studi. A mia sorella e a mio fratello che mi hanno supportato sempre nelle mie scelte. A zia Antonella che mi ha insegnato a non mollare mai. Alla De Longhi che mi ha dato l'opportunità di fare un tirocinio in azienda in modo da poter accrescere la mia esperienza professionale all'interno del gruppo.

Un doveroso ringraziamento va al Professor Paolo Tenti per il tempo dedicatomi e le critiche costruttive

Indice

Capitolo 1_Presentazione del gruppo DeLonghi

- 1.1 De Longhi una storia di crescita e innovazione
- 1.2 Anni 70 la fondazione
- 1.3 Anni 80 lo sviluppo del brand
- 1.4 Anni 90 la crescita internazionale
- 1.5 Anni 2000 l'impronta globale
- 1.6 Decennio 2010 oggi e domani
- 1.7 Il settore della cottura nel gruppo De Longhi

Capitolo 2_Definizione di sistema di acquisizione dati

- 2.1 Sistema d' acquisizione dati
- 2.2 Sensori
 - 2.2.1 Sensore analogico
 - 2.2.2 Sensore digitale
- 2.3 Trasduttore
- 2.4 Scheda d'acquisizione (DAQ)
 - 2.4.1 La risoluzione della scheda
 - 2.4.2 Il range di misura
 - 2.4.3 Il guadagno
 - 2.4.4 Frequenza di campionamento

Capitolo 3_Sistema di acquisizione dati utilizzato in azienda sino al 2007

- 3.1 Che cos'è il Triedro di prova
- 3.2 Le termocoppie impiegate sul Triedro
- 3.3 Descrizione hardware del sistema di acquisizione De Longhi
 - 3.3.1 Multiplexer CD4066BM
 - 3.3.2 L'integrato AD594
 - 3.3.3 Definizione di blocco isotermico
- 3.4 Triedro di prova utilizzato in De Longhi nell'area cottura
- 3.5 Principio di funzionamento del software del sistema d'acquisizione

Capitolo 4_Sistema di acquisizione dati in uso nel gruppo De Longhi

- 4.1 Sistema attualmente in uso nel gruppo De Longhi
 - 4.1.1 Sincronizzazione delle misure
- 4.2 Impostazioni del Yokogawa MX100 per effettuare una misurazione
 - 4.2.1 Connessioni tra termocoppie e modulo secondario
 - 4.2.2 Proprietà delle termocoppie in uso nel gruppo De Longhi
 - 4.2.3 Verifica della buona connessione tra termocoppia e modulo secondario e tra sensore e superfici o ambiente da misurare
 - 4.2.4 Impostazioni del programma prima di effettuare la misura

Capitolo 5

- 5.1 Confronto tra il sistema d'acquisizione De Longhi e lo strumento Yokogawa MX100
- 5.2 Sensori Resistivi
 - 5.2.1 Sensori RTD
 - 5.2.1.1 Misura a 4 fili
 - 5.2.1.2 Misura a 3 o 2 fili
 - 5.2.2 Misura del PT100 tramite l'uso del computer
- 5.3 I termistori
- 5.4 Conclusioni
- 5.5 L'esperienza fatta in De Longhi durante il mio tirocinio

Capitolo 1

Presentazione del gruppo De Longhi

1.1_De'Longhi: una storia di crescita e innovazione

Elettrodomestici innovativi, con una combinazione unica di stile e prestazioni, capaci di rendere il vivere domestico ogni giorno migliore; un approccio internazionale, l'impegno di persone capaci di guidare con passione il continuo successo dell'azienda. Queste sono le caratteristiche di ciò che "De'Longhi" significa nel mondo.

De'Longhi parla attraverso i suoi prodotti che sono apprezzati - in tutto il mondo - da consumatori di diverse culture e stili di vita. Un successo raggiunto grazie ad un'espansione costante, a prodotti caratterizzati da alti standard di qualità, all'innovazione continua, al design distintivo sempre fedele all'identità italiana.

La storia di De'Longhi racconta l'avvincente e continua crescita di un'azienda italiana che in pochi decenni ha saputo scalare i mercati internazionali, imponendosi a livello mondiale e diventando una grande multinazionale.

1.2_Anni '70: la fondazione

Le origini del gruppo De' Longhi cominciano a formarsi in un piccolo laboratorio artigianale, più di un secolo fa, a Treviso, nel nord est italiano. Qui si producevano componenti e prodotti finiti per conto di aziende terze.

Nel 1974 Giuseppe de' Longhi trasforma l'azienda, proponendo al mercato il primo prodotto con il marchio che porta il suo cognome: il radiatore ad olio, vero incipit della storia del gruppo. Studiato per rispondere alle necessità energetiche delle famiglie che si confrontavano con la prima crisi petrolifera, il radiatore, come tanti altri prodotti che seguiranno, conosce una diffusione rapida e straordinaria.



Figura 1.2.1

Negli anni successivi l'azienda amplia la gamma di prodotto nel settore del riscaldamento portatile: dai radiatori ai termoventilatori elettrici alle stufe catalitiche, i successi si susseguono. Una gamma estremamente ricca, prodotti riconosciuti dal pubblico come funzionali e innovativi, che permettono all'azienda, già in quegli anni, di posizionarsi all'avanguardia nei mercati europei ed oltre.



Figura 1.2.2

1.3_Anni '80: lo sviluppo del brand

De'Longhi consolida la sua identità negli anni '80, inventando prodotti con caratteristiche uniche, offrendo ai consumatori di tutti il mondo soluzioni pratiche per le loro necessità domestiche.

Il debutto nel mercato degli elettrodomestici per la cucina avviene nel 1985 con il forno elettrico Sfornatutto:

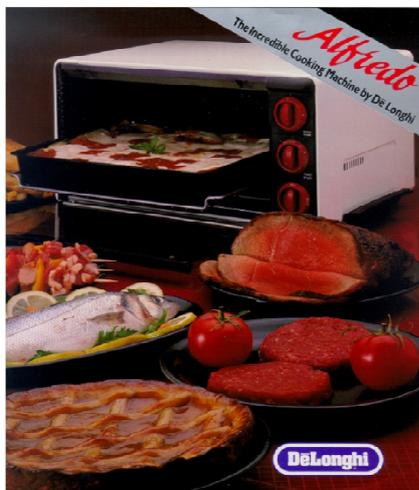


Figura 1.3.1

l'assoluta novità del segmento, la qualità del prodotto e l'attenzione ai bisogni del consumatore ne decretano l'immediato successo e segnano l'inizio della diversificazione commerciale dell'azienda.

Il 1986 è l'anno del lancio di Pinguino, il condizionatore portatile subito pronto all'uso per tutte le case del mondo: Pinguino diventa sinonimo di climatizzazione portatile.



Figura 1.3.2

Nel 1987 l'azienda inventa Friggeaglio, ancor oggi l'unica friggitrice ad immersione con cestello rotante.



Figura 1.3.3

La diversificazione e la continua crescita delle gamme sono state le chiavi dello sviluppo di De'Longhi in Italia e all'estero. L'espansione è stata supportata da una strategia di acquisizioni di altre aziende operanti in vari comparti del settore dell'elettrodomestico.

Gli anni '80 non parlano solo attraverso i prodotti: l'azienda comincia a presentarsi al grande pubblico, principalmente in Italia, con iniziative pubblicitarie di grande impatto, rimaste impresse ancora oggi nella memoria collettiva. A livello internazionale il marchio si propone con sponsorizzazioni in Formula 1, tra le quali la scuderia Lotus John Player Special con alla guida l'indimenticato campione Ayrton Senna.



Figura 1.3.4

1.4_Anni '90: La crescita internazionale

Gli anni '90 vedono l'azienda raggiungere una dimensione internazionale grazie ad una rapida politica di espansione.



Figura 1.4.1

Nel 1994 Climaveneta, azienda operante nella progettazione e produzione di grandi unità per la refrigerazione e il condizionamento industriale e civile, diviene parte del gruppo e offre la possibilità di potenziarne la posizione nell'intero mercato dell'area condizionata. L'intero settore dei prodotti per il Trattamento dell'aria è ampliato e specializzato con l'introduzione di deumidificatori, purificatori e umidificatori.



Figura 1.4.2

Il settore degli elettrodomestici viene ulteriormente potenziato con l'acquisizione di Simac nel 1995, azienda con forte esperienza nei sistemi stiranti e nei prodotti per la cucina.



Il 1993 è inoltre l'anno in cui viene alla luce la prima macchina per caffè espresso De'Longhi.

Figura 1.4.3

1.5_Anni 2000: l'impronta globale

Negli anni 2000 l'espansione del gruppo De'Longhi conosce un'ulteriore accelerazione, sia in termini di capacità produttive che di acquisizioni. Questi elementi sono alla base della forza e solidità che permettono al gruppo di raggiungere la quotazione alla borsa italiana di Milano nel 2001.

Nello stesso anno, De'Longhi acquisisce il gruppo Kenwood, marchio prestigioso e riconosciuto a livello internazionale per la grande specializzazione negli elettrodomestici per la preparazione dei cibi, e con esso il marchio Ariete e i suoi prodotti per la cucina, la pulizia della casa e lo stiro.

Il primo decennio del 21° secolo è caratterizzato da un'incessante attività di ricerca e sviluppo, in modo particolare nel segmento delle macchine per caffè. È proprio il caffè il settore in cui oggi De'Longhi è riconosciuto come il leader assoluto.

Nel 2003 lancia Magnifica, sua prima macchina per caffè totalmente automatica, subito seguita da una gamma completa, impreziosita dal brillante brevetto "one-touch cappuccino system": cappuccino e caffè come al bar con il semplice tocco di un tasto. Il successo nel segmento è immediato e l'offerta viene ulteriormente rafforzata nel 2007 dal lancio di Lattissima, macchina per caffè realizzata in partnership con Nespresso e prodotta negli stabilimenti De'Longhi: si rafforza la leadership di De'Longhi che diventa il marchio nr. 1 al mondo nel settore delle macchine per caffè espresso. (vedi figura 1.5.1)

Magnifica Superautomatica



Lattissima "macchina a cialde"

partnership con il gruppo Nespresso



Figura 1.5.1

Dal 2004 Fabio de' Longhi, figlio del Presidente del gruppo, Giuseppe, prende la guida dell'azienda come Amministratore Delegato.

Il gruppo si struttura in due divisioni: Household, concentrata sulla produzione di elettrodomestici per il consumatore finale, e Professional, impegnata nel mercato della climatizzazione e riscaldamento professionali.

1.6_Decennio 2010: oggi e domani

Dal 1° gennaio 2012 le divisioni si scindono in due gruppi distinti sotto la guida rispettivamente di De'Longhi S.p.A., concentrata nel mercato dell'elettrodomestico, e De'Longhi clima S.p.A., focalizzata sul mercato della climatizzazione e del riscaldamento professionale. I due gruppi, leader nei rispettivi mercati, risultano più flessibili, con strategie chiare e identificabili per le diverse e peculiari caratteristiche di business.

Le ragioni del successo del gruppo De'Longhi si fondano nella capacità di tener fede ai suoi valori fondamentali: creare prodotti innovativi, con soluzioni capaci di rendere semplice e piacevole la vita quotidiana dei consumatori di tutto il mondo.

Oltre ai successi commerciali, De'Longhi colleziona prestigiosi riconoscimenti internazionali per il design dei prodotti; inoltre protegge la sua esperienza e le sue capacità tecniche attraverso numerosi brevetti depositati a livello internazionale.

Tutto questo è stato reso possibile dalla forza di carattere ed intraprendenza della famiglia de' Longhi e si manifesta nello stile autentico e discreto delle sue persone.

Dal 2011 il marchio De'Longhi ha adottato "Better Everyday" come suo motto. Questo messaggio è l'impegno dell'azienda a migliorare la quotidianità dei propri consumatori; è anche la spinta al miglioramento continuo di persone, prodotti e processi aziendali.

1.7_ Il settore della cottura nel gruppo De Longhi

Come abbiamo anticipato all'inizio della nostra presentazione il settore della cottura per il gruppo De Longhi ha sempre avuto un ruolo di innovazione, con l'obiettivo primario di portare nella case di tutto il mondo la cucina italiana.

Gli ultimi progetti sviluppati nella cottura sono :

Il fornaio EOB2071: un forno elettrico che fonde anche la funzione breadmaker ma anziché limitarsi alla cottura del tipico pane a cassetta presente nei tradizionali breadmaker , impasta ,lievita e cuoce in maniera del tutto automatica qualsiasi tipo di pane della tradizione italiana ,andando dal pugliese al filone.

Il KCP815: un food processor con la peculiarità della preparazione per i cibi per neonati oltre che alla cottura di vari piatti per tutta la famiglia.

Nell' ambito della ricerca sugli elettrodomestici per la cottura ad elevate prestazioni si è ritenuto necessario sviluppare un sistema di acquisizione dati , in particolare la temperatura, per verificare le prestazioni delle nuove macchine in fase di sviluppo, oltre che per il controllo delle temperature superficiali sugli elettrodomestici da tavolo dettate dalle normative vigenti.

Capitolo 2

Definizione di sistema di acquisizione dati

2.1_Sistema di acquisizione dati

Un sistema di acquisizione dati è un dispositivo elettronico che permette di acquisire le informazioni su delle grandezze fisiche(temperatura , pressione , umidità ecc) e tramite un opportuno software, elaborare e visualizzare in un PC.

Esso può venire rappresentato in maniera molto generale con il seguente schema a blocchi:

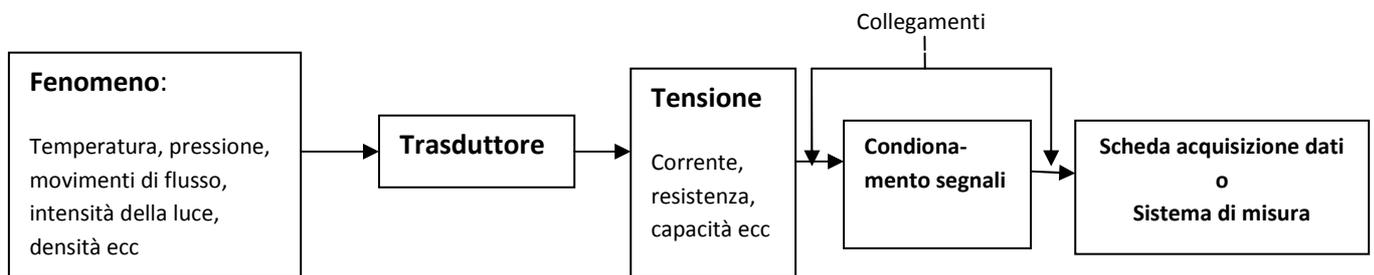


Figura 2.1.1

1_ all'inizio della catena abbiamo il fenomeno fisico da analizzare ,

2_ Il segnale fisico viene ricevuto da un sensore o trasduttore che mi converte il tutto in un segnale elettrico tipo una corrente o una tensione

3_ Il segnale in uscita del trasduttore viene amplificato ,

4_ L'informazione è analogica viene convertita in digitale tramite un convertitore A/D presente nella scheda di acquisizione dati

5_ Tutte le informazioni ricevute dalla scheda di acquisizione dati vengono inviate ad un computer in cui è presente un software che gestisce il sistema di acquisizione dati , tale software analizza i dati acquisiti e presenta i risultati elaborati.

2.2_Sensori

Un sensore è un dispositivo in contatto con il mondo fisico, in grado di rilevare una grandezza fisica (temperatura, pressione , umidità ecc) e trasformarla in una grandezza elettrica (tensione, corrente, frequenza) , proporzionale alla grandezza fisica misurata.

Si possono classificare due tipi di sensori :

2.2.1_Sensori analogici: la grandezza elettrica in uscita varia con continuità proporzionale alla grandezza fisica rilevata, l'uscita di questo sensori non può essere interfacciata direttamente con sistemi digitali

2.2.2_Sensori digitali : la grandezza elettrica in uscita assume solo livelli compatibili con un sistema digitale, questi possono essere direttamente interfacciati con un sistema a microprocessore

Nella maggior parte delle applicazioni si fa uso di sensori analogici , la cui uscita deve essere trasformata in un segnale digitale .

Prima di questo è necessario ricordare che il segnale elettrico d'uscita del sensore/ trasduttore ,oltre a contenere componenti indesiderate è in genere troppo rumoroso e debole (valori dell'ordine dei mV o dei pA) per poter essere trasmesso a distanza.

In questo caso è necessaria la presenza di un circuito di interfaccia che ottimizzi il collegamento fra dispositivo sensibile e carico (Fig2.2.1)

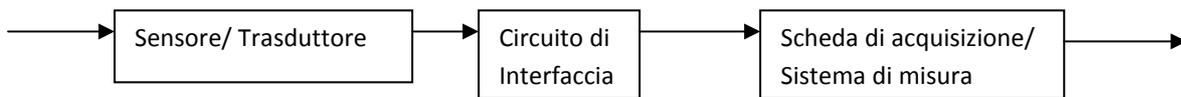


Figura 2.2.1

2.3_Trasduttore

Sinora abbiamo sempre parlato di sensore o trasduttore , in realtà c'è una differenza sostanziale tra i due dispositivi.

Un trasduttore è l'insieme integrato tra un sensore e uno o più condizionatori.

Con questa ultima definizione abbiamo introdotto un ulteriore componente " il condizionatore" ; esso non è altro che un circuito in grado di portare il segnale in uscita dal sensore in un formato compatibile con il dispositivo di elaborazione che lo segue riducendo il più possibile gli effetti negativi di carico e le interferenze esterne.

Possiamo schematizzare quanto detto sopra con il seguente schema a blocchi:

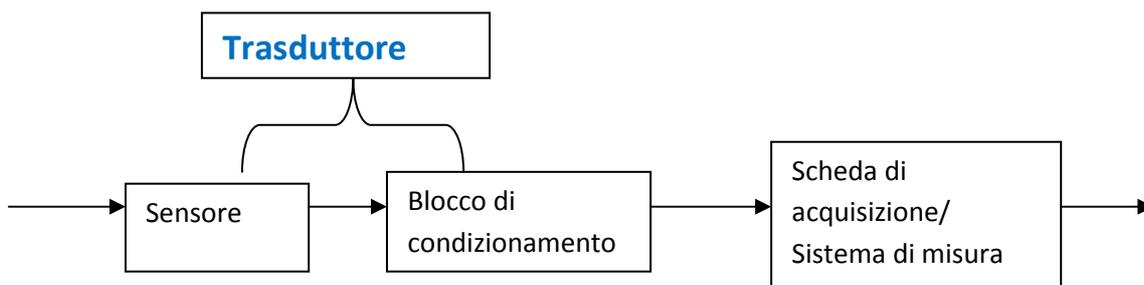


Figura 2.2.2

2.3_Scheda di acquisizione (DAQ) :

L'operazione di raccolta dei dati viene effettuata da una scheda di acquisizione ,spesso indicata con l'acronimo DAQ .

Da quanto scritto sinora l'operazione di acquisizione consiste nella conversione ADC (Analogic to Digital conversion o A/D) di un segnale da analogico a digitale, ove:

con grandezza analogica si intende un segnale che può assumere qualunque valore all'interno di un dato intervallo $0 \div S$ (**continua in ampiezza**) ed è definita in ogni istante di tempo in un intervallo $0 \div T$ (**continua in un tempo**)

con grandezza digitale o numerica si intende una sequenza di bit che rappresentano il segnale analogico in determinati istanti (**discreta in tempo**). Poiché un numero con n cifre con base B può rappresentare B^n valori, una grandezza numerica rappresenta solo un numero finito di valori all'interno dell'intervallo $0 \div S$ (**discreta in ampiezza**)

(vedi Fig 2.3.1)

Grandezza Analogica

Grandezza Digitale

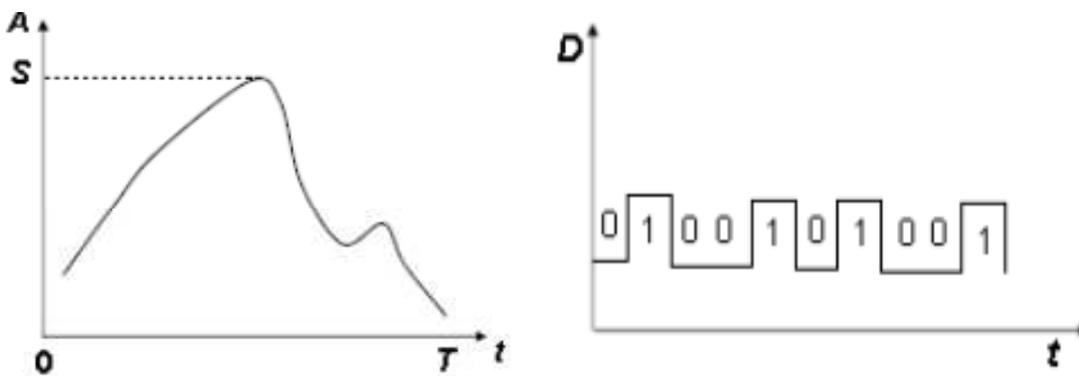


Figura 2.3.1

Per effettuare una conversione da analogico a digitale si eseguono le seguenti tre operazioni:

- Campionamento** ➡ **Discretizzazione in tempo**
- Quantizzazione** ➡ **Discretizzazione in ampiezza**
- Codifica** ➡ **Rappresentazione del campione quantizzato con un numero di N cifre**

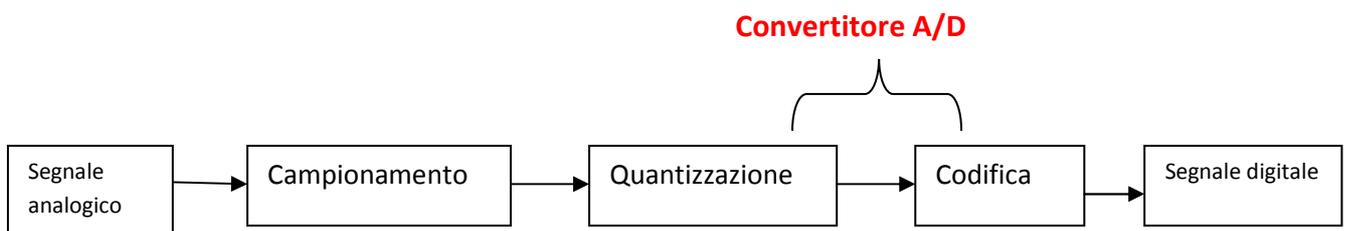


Figura 2.3.2

in breve andiamo a definire il segnale campionato, quantizzato e codificato (vedi Fig 2.3.3)

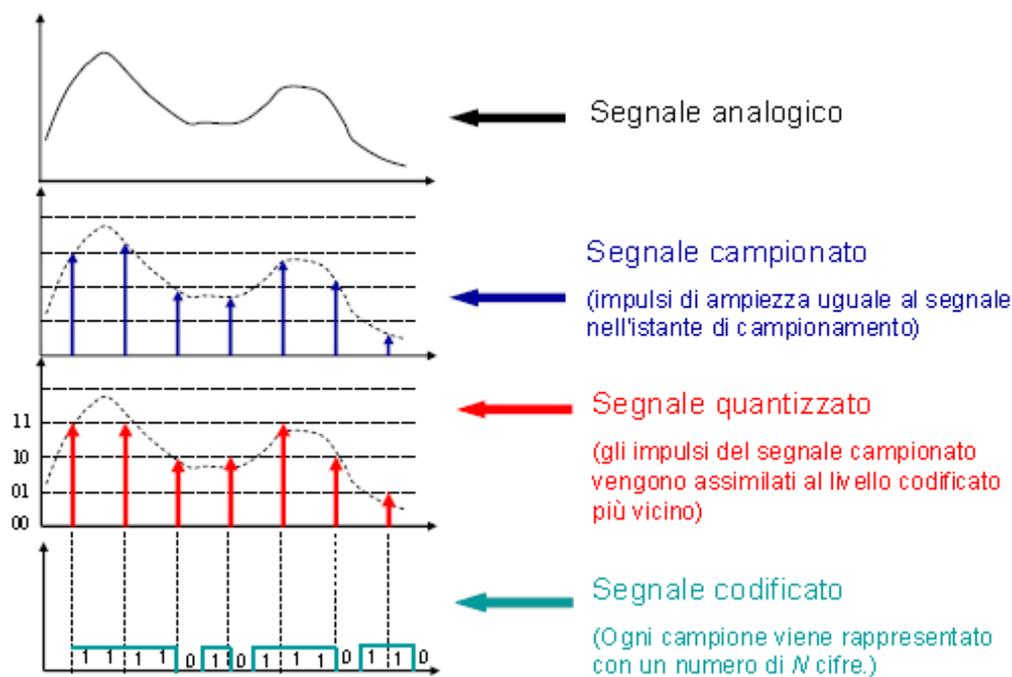


Figura 2.3.3

Per effettuare un campionamento di un segnale è necessario ricordare alcuni concetti base che sono i seguenti:

- Per ricostruire un segnale originario $x(t)$ è sufficiente isolare con un filtro passa basso la parte di spettro in banda base, questo sta a significare che il nostro filtro passa-basso deve essere in grado di eliminare dal segnale campionato tutte le armoniche con frequenza superiore alla frequenza del segnale e far passare tutte le altre senza attenuarle.
- $f_c = 1/T_c$ detta frequenza di campionamento ; in cui T_c è l'intervallo di tempo in cui si prelevano i campioni dal segnale analogico a tempo continuo , tale campioni sono il primo passo per la conversione analogico-digitale .
 T_c viene definito intervallo di campionamento
- L'isolamento dello spettro principale è possibile se è verificata la condizione del teorema Shannon in cui $\omega_c = 2\pi f_c > 2\Omega$. Il teorema di Shannon-Nyquist o teorema del campionamento afferma che, per campionare correttamente (senza perdita di informazioni) un segnale a banda limitata , è sufficiente campionarlo con una frequenza di campionamento pari almeno al doppio della massima frequenza del segnale
- La frequenza 2Ω è detta **frequenza di Nyquist**

Ora facciamo un esempio per spiegare quanto è stato detto sopra ; consideriamo il campionamento di un segnale sinusoidale con frequenza $f=1\text{KHz}$ e periodo $T=1/f = 1\text{ms}$. Applicando il teorema di Shannon la frequenza che dovremmo usare per campionare (f_c) correttamente il nostro segnale sarà pari al doppio della frequenza del segnale , che nel caso specifico $f_c=2\text{kHz}$ e $T_c=0,5\text{ms}$. Questa affermazione corrisponde a campionare il segnale due volte per ogni periodo , come si può vedere nella figura 2.3.4

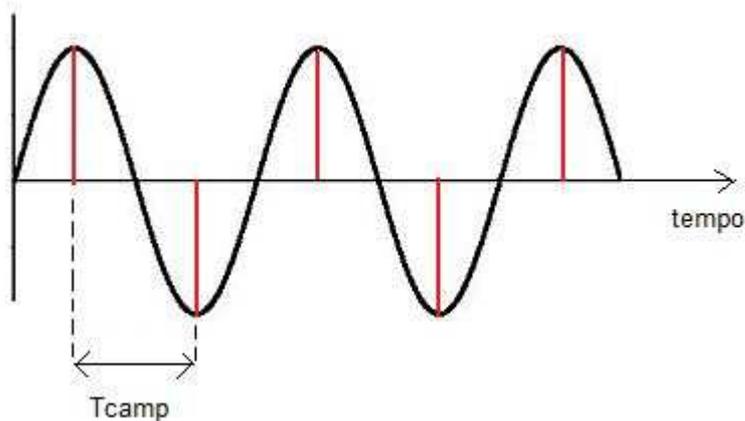


Figura 2.3.4

Da sottolineare che la condizione $f_c = 2 \cdot f_{\text{segnale}}$, vale se il segnale da campionare è rigorosamente a banda limitata, cioè se è possibile individuare nel suo spettro una frequenza massima.

Altra nota importante è che il campionamento deve essere effettuato in modo sincrono con massimi e minimi del segnale, se i campioni non sono esattamente sincronizzati con le variazioni del segnale, la ricostruzione del segnale non sarà fedele.

La condizione espressa dal teorema di campionamento può essere spiegata con quest'altro esempio:

considerando sempre la nostra sinusoide anziché considerare una $f_c = 2\text{KHz}$, campioniamo il segnale con $f_c = 750\text{Hz}$. In questo caso le repliche dello spettro del segnale originale nello spettro del segnale campionato si sovrappongono fra di loro, come si vede dalla figura sotto allegata, rendendo impossibile la ricostruzione per mezzo di un filtraggio.

(vedi Fig 2.3.5)

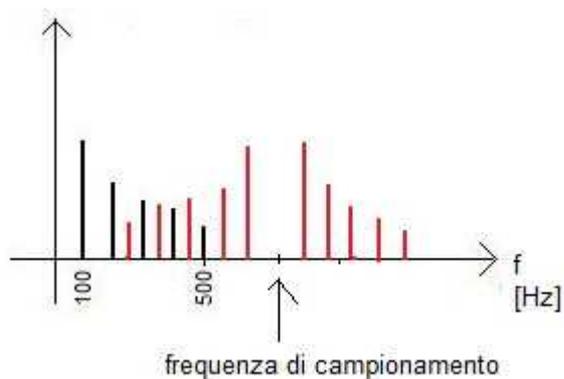


Figura 2.3.5

Nella figura le armoniche prodotte dal campionamento a 750 Hz sono indicate in rosso. Si noti che è impossibile separare le armoniche del segnale originario da quelle prodotte dal campionamento per mezzo di un filtro passa-basso.

Dunque la condizione del teorema di Shannon è valida poiché, campionando alla frequenza di Nyquist (il doppio della massima frequenza del segnale, non si ha perdita di informazioni, dal momento che è possibile (almeno teoricamente) ricostruire il segnale originale a partire dai suoi campioni per mezzo di un opportuno filtro passa-basso.

Un altro esempio che dimostra quanto detto sopra è il seguente:

se l'ipotesi del teorema di Shannon non viene verificata l'aliasing introdotto dal campionamento non permette di ricostruire il segnale originale, poiché due spettri adiacenti si sovrappongono (Fig 2.3.6)

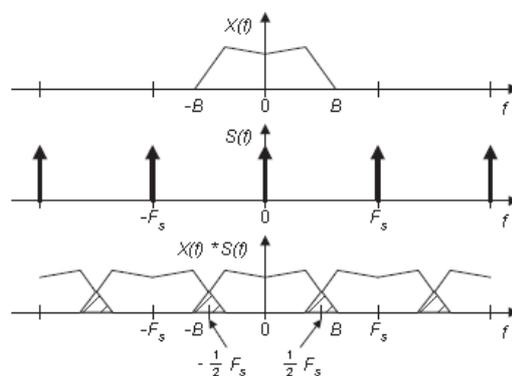


Figura 2.3.6

Ora che è stata chiarita l'operazione di conversione da analogico a digitale possiamo introdurre i parametri che caratterizzano una scheda di acquisizione, che sono:

1. **La risoluzione della scheda**
2. **Il range di misura**
3. **Il guadagno**
4. **La frequenza di campionamento**

2.4.1_La risoluzione della scheda :

è il numero di bit che il convertitore ADC usa per rappresentare il segnale analogico.

Ad esempio se operiamo con una parola di 8 bit il più grande numero esprimibile in notazione digitale sarà $2^8=256$, se invece abbiamo una parola di 12 bit il più grande numero esprimibile sarà $2^{12}=4096$.

Quindi se vogliamo apprezzare salti di tensione più piccoli dovremmo operare con un sistema di acquisizione che opera con un numero maggiore di bit.

2.4.2_Il range di misura:

è l'intervallo di tensione consentito dalla scheda, quindi avremmo un valore massimo e minimo di tensione in cui la scheda acquisisce i dati in tale intervallo di valori (ad esempio da -5V a +5V o da 0V a 10V). Questo mi permette di adattare il range di acquisizione con il range del segnale in modo da misurare il segnale con la massima risoluzione.

2.4.3_Il guadagno:

sta ad indicare qualsiasi operazione di amplificazione o attenuazione del segnale prima che esso venga digitalizzato.

Ad esempio se il range di misura della scheda è tra 0V e 10V mentre il segnale da misurare ha un range che va da 0V a +5V si deve fare un'amplificazione pari a 2 del segnale prima della digitalizzazione tramite A/D, in modo da utilizzare interamente la capacità di risoluzione della scheda.

2.4.4 Frequenza di campionamento:

è la frequenza in cui ha luogo la conversione analogico-digitale (A-D).

Di notevole importanza è la grandezza della frequenza di campionamento, poiché in base alla frequenza ho la rappresentazione in digitale del segnale analogico in esame.

In pratica se scegliamo una frequenza di campionamento bassa la rappresentazione del segnale analogico sarà scadente.

È molto importante che tutti i segnali d'ingresso vengano campionati con una frequenza sufficientemente elevata per avere una rappresentazione adeguata del segnale analogico.

Capitolo 3

Sistema di acquisizione usato in azienda sino al 2007

Il sistema di acquisizione che andremo a descrivere era stato progettato e costruito nel dipartimento cottura del gruppo De Longhi , per rilevare le temperature sulle superfici del Triedro di prova, in questa fase del progetto ho partecipato nella costruzione hardware del nostro sistema di acquisizione ed eseguito delle misurazioni .

3.1_Che cos'è il Triedro di prova:

Il Triedro di prova non sono altro che tre piani tra loro ortogonali (vedi figura allegata)

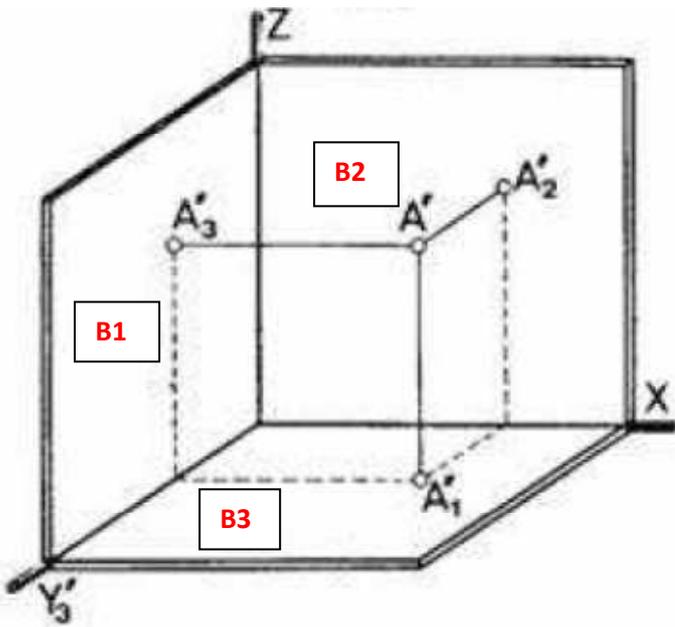


Figura 3.1.1

che fungono da supporto per le termocoppie, per rilevare le temperature sulle tre superfici, poiché all'interno del triedro viene posizionato un elettrodomestico della cottura.

Prendendo come riferimento la norma UL1026 relativa ai forni elettrici e a microonde , paragrafo N°38, un triedro di prova deve avere le seguenti specifiche :

- 1_ Le dimensioni dei tre piani sono 0,61x0,61m
- 2_ Lo spessore di ogni singolo piano è 9,5mm
- 3_ I tre piani che costituiscono il triedro sono in legno compensato colorati di nero opaco

L'elettrodomestico all'interno del triedro deve essere trovarsi sulla superficie **B3**, posizionato in modo tale da essere 0,1 m dalla superficie **B1** e 0,1m dalla superficie **B2** .

Le termocoppie devono essere montate sul pannello come nella figura 3.1.2

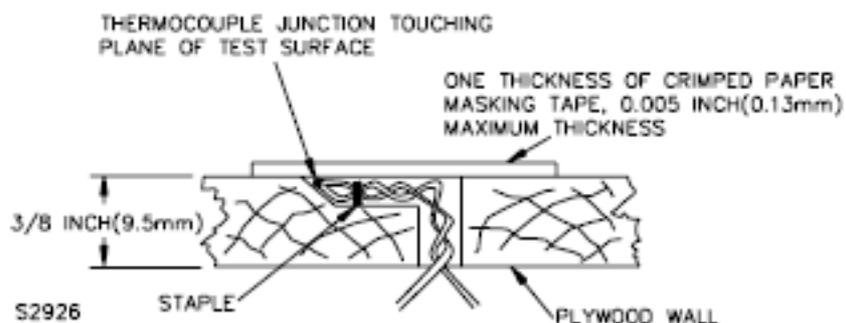


Figura 3.1.2

Nella giunzione della termocoppia viene saldato un dischetto di ottone di diametro 1,5cm e spessore 0,5mm il quale viene incassato nel pannello in compensato.

Inoltre le termocoppie devono essere posizionate a 76mm l'una dall'altra su ogni superficie, in modo tale che coprano un'area minima di 0,457x0,457m su ogni pannello

(vedi la figura 3.1.3)

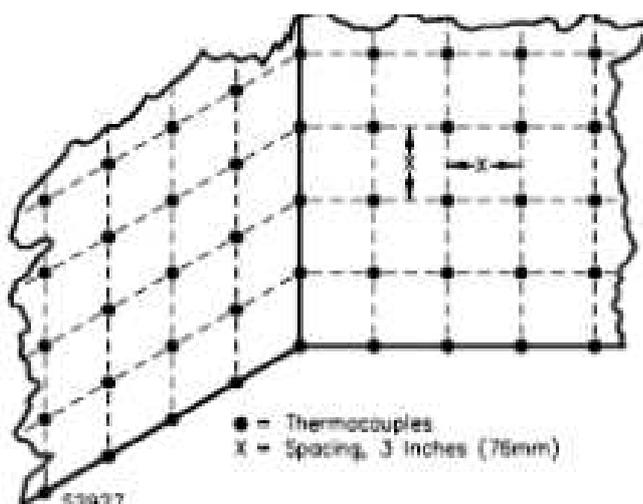


Figura 3.1.3

Il limite imposto sulle superfici del triedro dalla normativa americana è che la temperatura deve essere inferiore agli 85°C, considerando una temperatura ambiente di 25°C

E' da ricordare che in generale una norma dà i requisiti minimi che deve avere un elettrodomestico per essere sicuro, sta al costruttore verificarne tutte le casistiche ammissibili durante il normale uso dell'apparecchio, con l'obiettivo finale di immettere sul mercato un prodotto sicuro.

Questo significa che il triedro descritto sopra è il requisito minimo per effettuare delle misurazioni su superfici nei pressi di un forno elettrico o forno a microonde, per quanto riguarda la normativa americana sulla sicurezza degli elettrodomestici.

Mentre nella normativa europea la UNI EN 60335 non dà una definizione di triedro di prova e nemmeno su come devono essere posizionate le termocoppie, essa richiede soltanto che le superfici nell'intorno del forno elettrico o microonde devono avere una temperatura inferiore 90°C nelle condizioni peggiori, considerando una temperatura ambiente di 25°C.

3.2_Le termocoppie impiegate sul Triedro

Le termocoppie sono trasduttori di temperatura frequentemente utilizzati in ambito industriale, poiché sono dispositivi robusti.

Il principio di funzionamento di una termocoppia è basato sull'effetto Seebeck secondo cui due metalli omogenei, chimicamente diversi e saldati alle loro estremità, danno origine ad una corrente di debole intensità (termocorrente), quando le due estremità (giunti) sono mantenuti a temperature diverse.

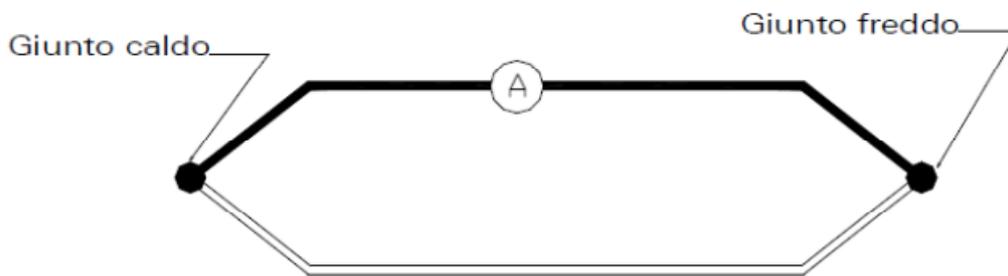


Figura 3.2.1

In pratica per ogni termocoppia avremo un conduttore con potenziale positivo e uno con potenziale negativo .

A seconda del conduttore impiegato avremo un tipo di termocoppia differente

(vedi tabella 3.2.2)

Conduttore positivo	Conduttore negativo	Tipo	Range [°C]	Sensibilità [µV/°C]
Rame	Costantana	T	-200÷370	40.5
Cromo	Costantana	E	-200÷900	67.9
Ferro	Costantana	J	0:760	52.6
Cromo	Alumel	K	-200÷1250	38.8

Tabella 3.2.2

Se apriamo la saldatura e colleghiamo un voltmetro agli estremi liberi , la f.e.m misurata è:

$$V = \alpha(T_c - T_f)$$

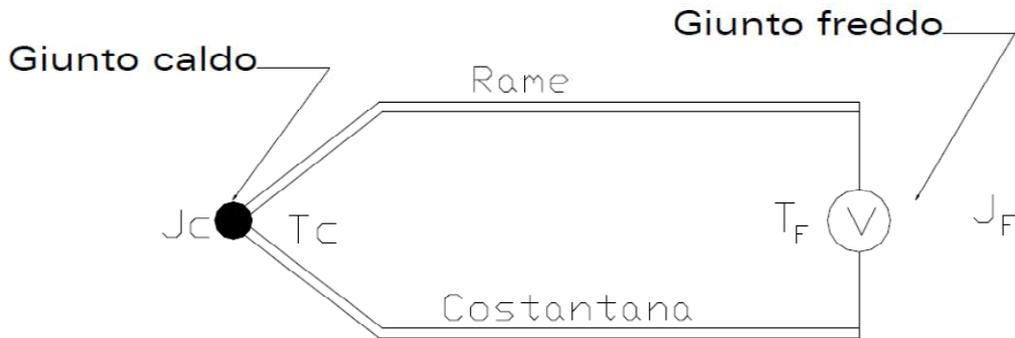


Figura 3.2.3

dove:

- T_c è la temperatura del giunto caldo
- T_f è la temperatura del giunto freddo
- α è il coefficiente di proporzionalità di Seebeck ($V/^\circ C$)

Le termocoppie utilizzate nel nostro sistema di acquisizione sono di tipo J.

3.3_Descrizione hardware del sistema di acquisizione De Longhi

Il nostro sistema di acquisizione può venire rappresentato dal seguente schema a blocchi:

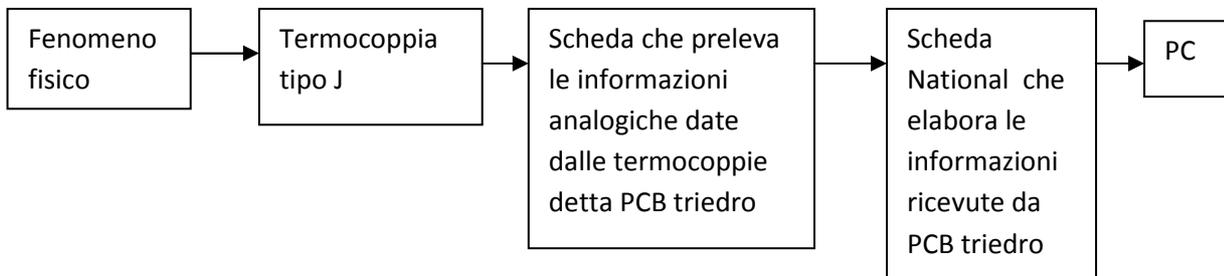


Figura 3.3.1

La nostra PCB Triedro rappresentata nella foto qui sotto allegata:

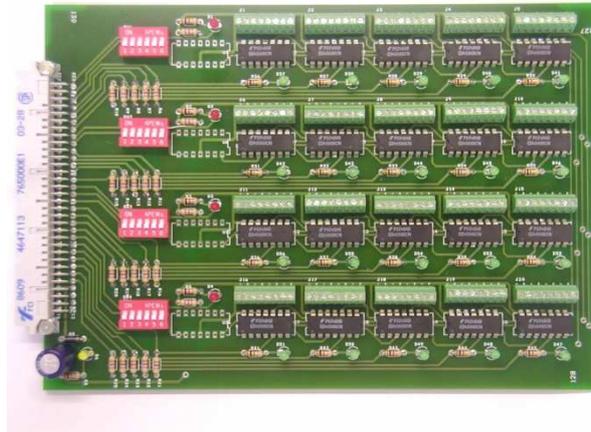


Figura 3.3.2

È costituita da 20 multiplexer del tipo CD4066BM , 4 amplificatori integrati AD594 che amplificano il segnale fornito dalla termocoppia e un blocco switch che verifica “manualmente” il funzionamento dei multiplexer.

I multiplexer vengono gestiti dalla scheda National che a sua volta è controllata dal PC .

3.3.1_Multiplexer CD 4066BM

Tale multiplexer è composto da quattro interruttori bilaterali, ciascuno con comandi indipendenti. (vedi figura 3.3.3)

ogni interruttore ha un proprio segnale di controllo, con l’obiettivo di attivare o disattivare l’interruttore

corrispondente , in questo modo abbiamo che ogni interruttore è influenzato sia dall’input quando lo switch è nella posizione ON ,che da VSS ,quando esso è nella posizione OFF.

Questa configurazione elimina la variazione della tensione di soglia del transistor-interruttore , così avremmo una bassa resistenza nello stato di ON cioè quando viene ricevuto il segnale dalla termocoppia .

C’è sempre da ricordare che il trasduttore rileva differenze di potenziale dell’ordine dei mV quindi è molto importante che il multiplexer non alteri questa differenza di potenziale.

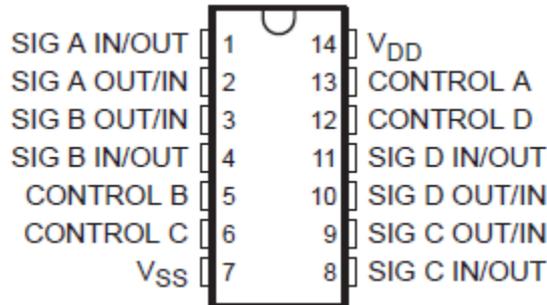


Figura 3.3.3

3.3.2_L'integrato AD594

Come anticipato in precedenza l'integrato AD594 ha lo scopo di amplificare il segnale trasmesso dalla termocoppia Tipo J tramite il multiplexer CD4066BM ,in modo da sopperire alle cadute di tensioni che abbiamo nelle connessioni dalla PCB triedro alla scheda National.

Inoltre questo integrato ha al suo interno un blocco isotermico elettronico.

3.3.3_Definizione di blocco isotermico

Supponiamo di misurare la caduta di tensione ai capi di una termocoppia , a tal fine dovremmo collegare un voltmetro ai suoi capi, costituendo così una giunzione rame-rame e un'altra rame-costantana.

Come si vede nella figura 3.3.4

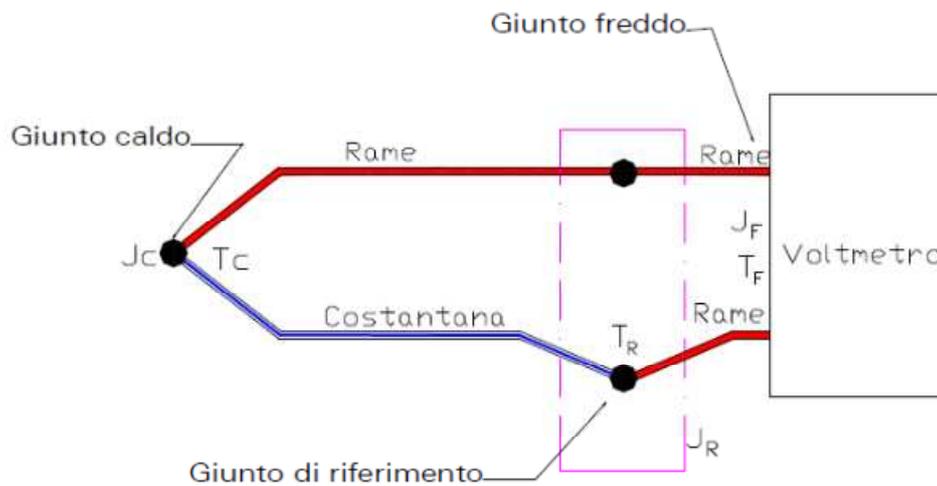


Figura 3.3.4

Che corrisponde al seguente circuito elettrico (Fig 3.3.5)

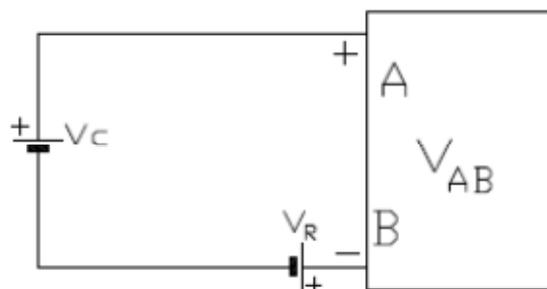


Figura 3.3.5

Dove :

V_c = f.e.m rilevata dalla termocoppia

V_r = f.e.m della giunzione rame-costantana

V_{AB} = f.e.m misurata dal voltmetro

La giunzione rame-rame non ha alcun effetto poiché i materiali sono identici.

Quindi avremmo che

$$V_{AB} = V_c - V_r = \alpha \cdot (T_c - T_r)$$

Se la giunzione J_r fosse posta in un bagno di ghiaccio fondente alla temperatura di 0°C , questo significa che $T_r = 0^\circ\text{C}$ la f.e.m V_{AB} sarà la seguente:

$$V_{AB} = V_c = \alpha \cdot T_c$$

Che è quello che si vuole ottenere.

Poiché nelle applicazioni pratiche è impossibile utilizzare un bagno di ghiaccio fondente, è necessario ricorrere ad un **blocco isotermico elettronico** che sia in grado di compensare la f.e.m generata dal giunto di riferimento (giunzione rame-costantana).

Il blocco isotermico è costituito da una termo resistenza R_T disposta su un ramo del ponte di Wheatstone, in modo da generare una tensione V_w dipendente dalla temperatura, uguale e contraria alla tensione V_r generata dalla giunzione di riferimento

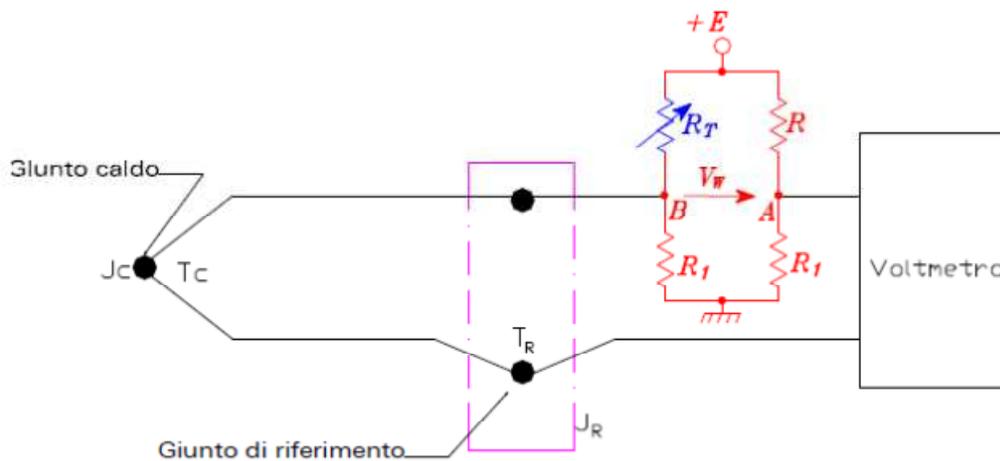


Figura 3.3.6

Ciò corrisponde al seguente circuito elettrico

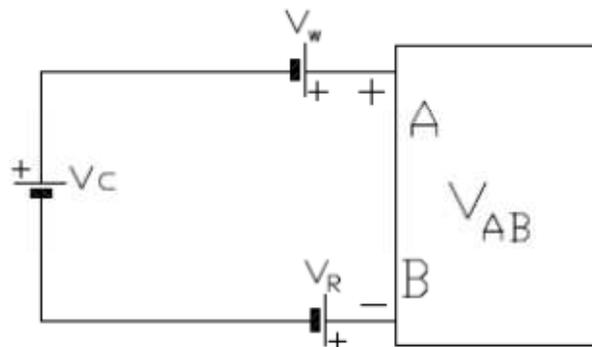


Figura 3.3.7

3.4_Triedro di prova utilizzato in De Longhi nell'area cottura

Come spiegato prima una norma sulla sicurezza degli elettrodomestici richiede i requisiti minimi che deve avere un elettrodomestico per essere immesso nel mercato, sta al costruttore verificarne tutte le condizioni critiche di funzionamento di un apparecchio, per tali ragioni il Triedro di prova impiegato nel reparto cottura del gruppo DeLonghi aveva le seguenti caratteristiche:

1_3 pannelli in legno compensato di colore nero opaco

2_lo spessore di ogni pannello era di 9,5mm

3_le dimensioni di ogni singolo pannello erano 1x1m

4_ Ogni pannello aveva 200 termocoppie disposte a 5 cm l'una dall'altra ed erano montate sui pannelli come descritto dalla UL 1026 paragrafo 38.

Quindi seguendo lo schema a blocchi visto prima le termocoppie vengono collegate nella scheda PCB triedro .

Come si nota dallo schema elettrico di figura 3.4.1

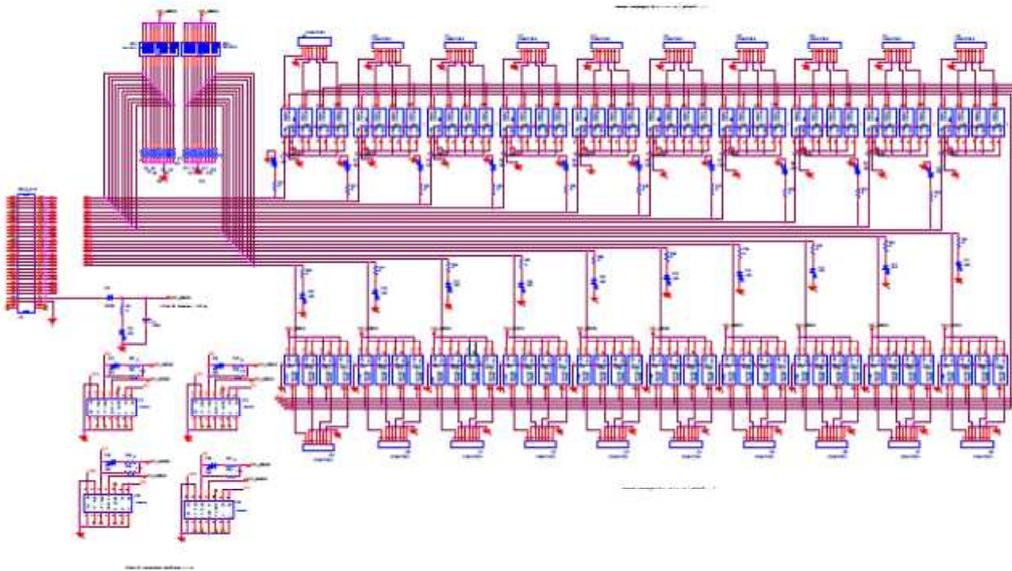


Figura 3.4.1

i multiplexer sono collegati a gruppi di 4, inoltre sono connessi tra loro attraverso un bus dove ogni ingresso con lo stesso pedice è collegato in cascata con gli altri multiplexer, in questa maniera la scheda National gestisce 20 canali nello stesso istante di ciascuna PCB triedro, essendoci 3 schede PCB diedro nel nostro sistema di acquisizione la scheda National gestisce nello stesso istante 60 termocoppie alla volta, l'intervallo di campionamento era di circa 30s implica una frequenza di campionamento $f_c=0,03\text{Hz}$.

Ogni scheda PCB triedro comunica con la Scheda National attraverso un connettore a 20 pin.

Sempre dallo schema elettrico troviamo 20 led collegati in serie con le uscite dei multiplexer i quali funzionano quando l'uscita è attiva.

I microinterruttori permettono di verificare manualmente il funzionamento dei led e del multiplexer.

3.5_Principio di funzionamento del software del sistema di acquisizione.

L'obiettivo primario del software era quello di rendere la misura più interattiva possibile, per questo motivo nel monitor del PC compariva il Triedro, mentre le termocoppie venivano rappresentate con i colori: blu, giallo, rosso, che a sua volta mi rappresentano determinati intervalli di temperatura.

In questa maniera avremmo una fotografia del Triedro ,come se facessimo una foto con una macchina a infrarossi, con l'opzione che tramite software era possibile impostare il range di temperatura .

Il software era scritto nel linguaggio Lab View con l'obiettivo che con un minimo di conoscenza del linguaggio di programmazione , qualsiasi tecnico di laboratorio era in grado di poter aggiornare il software a seconda delle proprie esigenze.

Gli obiettivi che aveva questo sistema di acquisizione dati erano i seguenti:

1_ far capire al tecnico nel più breve tempo possibile quali erano le zone più critiche dell'elettrodomestico quando questo era in funzione

2_ In quale fase di funzionamento le condizioni di temperatura del forno erano le più critiche

Con queste due informazioni il tecnico di laboratorio assieme al progettista erano in grado di individuare l'area critica della macchina grazie alla rappresentazione del triedro sul monitor del computer , quindi potevano intervenire introducendo dei tagli termici o eseguendo delle modifiche strutturali mirate per ottenere le specifiche richieste.

Mentre se il problema era in una particolare fase di funzionamento della macchina il laboratorista poteva intervenire sui controlli di temperatura (termostati ambienti , sensori di temperatura) della macchina stessa, per ridurre l'effetto dell' inerzia termica della macchina.

Prima di questo sistema di acquisizione il laboratorista eseguiva una misura puntuale con un acquisitore Yokogawa dove l'andamento delle termocoppie era stampato su un foglio di carta, il limite di questo strumento era che il numero massimo di termocoppie che potevano essere collegate erano 20 , quindi si doveva ripetere la prova diverse volte se si voleva avere una mappatura completa del triedro .

Altro limite è che alla fine di tutte le prove il tecnico di laboratorio doveva mettere in fila tutte le prove fatte , capire dai grafici quale area del triedro era più critica durante il funzionamento dell'elettrodomestico.

Mentre con una rappresentazione grafica il tutto è immediato oltre a ridurre notevolmente i tempi di prova.

Capitolo 4

Sistema di acquisizione dati in uso nel gruppo De Longhi

4.1 Sistema di acquisizione dati attualmente in uso nel gruppo De Longhi

Dal 2007 il gruppo De Longhi ha optato per utilizzo di un sistema di acquisizione dati uguale per tutti i dipartimenti tecnici , con lo scopo di confrontare le misure effettuate nei diversi laboratori del gruppo.

Il sistema di acquisizione dati scelto è con lo strumento Yokogawa MX100, esso è caratterizzato da un “main module” e da altri moduli che fungono da ingressi per i segnali analogici da misurare.

Il Main Module riceve i segnali analogici caricati dagli altri moduli secondari che fungono da ingressi e li converte in segnali digitali, quindi tramite una porta Ethernet li trasferisce al computer in cui è presente il software MX100 con il quale tutte le informazioni acquisite verranno elaborate .

Nel main module è presente un filtro di ritardo in grado di limitare i disturbi della rete, inoltre tramite il software è possibile selezionare la frequenza di campionamento (10ms, 50ms, 100ms, 1s).

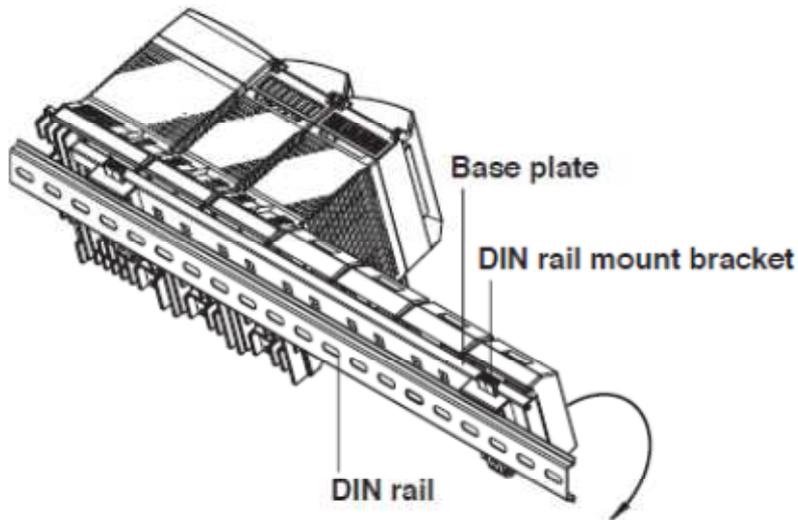
I moduli secondari si dividono in due macrocategorie : moduli per le misure di corrente tensione e moduli per le misure di temperatura

A seconda della grandezza analogica da misurare si possono utilizzare le sonde elencate nella Tabella 4.1.1

Input	Measurement Range Type	Rated Measurement Range
DC voltage	20 mV	-20.000 to 20.000 mV
	60 mV	-60.00 to 60.00 mV
	200 mV	-200.00 to 200.00 mV
	2 V	-2.0000 to 2.0000 V
	6 V	-6.000 to 6.000 V
	20 V	-20.000 to 20.000 V
	100 V	-100.00 to 100.00 V
Thermocouple	R	0.0 to 1760.0°C
	S	0.0 to 1820.0°C
	B	0.0 to 1820.0°C
	K	-200.0 to 1370.0°C
	E	-200.0 to 800.0°C
	J	-200.0 to 1100.0°C
	T	-200.0 to 400.0°C
	L	-200.0 to 900.0°C
	U	-200.0 to 400.0°C
	N	0.0 to 1300.0°C
	W	0.0 to 2315.0°C
RTD (Measurement current:1 mA)	KPvsAu7Fe	0.0 to 300.0K
	PT100	-200.0 to 600.0°C
	JPT100	-200.0 to 550.0°C
	PT100 (high resolution)	-140.00 to 150.00°C
	JPT100 (high resolution)	-140.00 to 150.00°C
	NI100 SAMA	-200.0 to 25.00°C
	NI100 DIN	-60.0 to 180.0°C
	NI120	-70.0 to 200.0°C
	PT50	-200.0 to 550.0°C
	Cu10 GE	-200.0 to 300.0°C
	Cu10 L&N	-200.0 to 300.0°C
	Cu10 WEED	-200.0 to 300.0°C
	Cu10 BAILEY	-200.0 to 300.0°C
DI	J263B	0.0 to 300.0K
	Level	Vth = 2.4 V
	Contact Input	ON: 1 kΩ or less, OFF: 100 kΩ or more (parallel capacitance: 0.01 μF or less)

Tabella 4.1.1

I moduli secondari vengono collegati al main module tramite una base plate .



Nella base plate è integrato un bus dati , su questa base plate possono essere collegati al massimo 6 moduli secondari più la main.

Il main modulo elabora , converte la grandezza fisica da misurare in segnale digitale , la trasmette al PC con intervalli minimi di 100ms .

Inoltre il main module riceve comandi d'uscita dal PC e genera le istruzioni d'uscita per i moduli secondari.

4.1.1 _Sincronizzazione delle misure

Possiamo classificare due tipologie di sincronizzazione delle misure quella tra moduli e quella tra canali.

Sincronizzazioni tra moduli:

se impostiamo lo stesso intervallo di misure , le misure effettuate dai moduli d'ingresso alla stessa unità di acquisizione saranno tra loro sincronizzate.

Sincronizzazioni tra canali:

se abbiamo un modulo d'ingresso a 4 canali ad alta velocità e un'altro modulo d'ingresso a 10 canali sempre ad alta velocità , le misure tra i 14 canali sono tra loro sincronizzate.

Invece i moduli d'ingresso sono tra loro di diversa categoria avremmo che le misure vengono effettuate canale per canale per tale ragione le misure non saranno sincronizzate.

4.2_ Impostazioni del Yokogawa MX100 per effettuare una misurazione

All'inizio di ogni misurazione sono necessari degli accorgimenti onde evitare di effettuare degli errori di misura.

La procedura da svolgere per effettuare una buona misura include le seguenti fasi:

1_ Conessioni tra termocoppie e modulo secondario

2_ Proprietà delle termocoppie

3_ Verifica della buona connessione tra termocoppia e modulo secondario e tra sensore e superfici o ambiente da misurare

4_ Impostazioni del programma prima di effettuare la misura

4.2.1_ Conessioni tra termocoppie e modulo secondario

Per prima cosa è necessario ricordare che la connessione dei sensori " termocoppie" sui moduli secondari sia fatta in modo da ridurre il rumore creato da induzione elettromagnetica, la quale si genera quando i due fili paralleli attraversati da corrente concatenano un campo elettromagnetico , una soluzione è quella di twistare (attorcigliare tra loro) i due fili .

Altro fattore che può creare dei disturbi nella misura è la possibilità di sorgenti di alimentazione , che a loro volta possono essere le fonti di rumore; per ovviare a questo problema il sensore viene collegato alla massa del modulo secondario, per essere sicuri che il terminale sia effettivamente a massa viene connessa ad esso una resistenza con valore ohmico minore o uguale a 100Ω.

4.2.2_ Proprietà delle termocoppie

Possiamo distinguere due proprietà fondamentali che devono avere le termocoppie :

la prima è la sezione del filo , che non deve essere grossa per evitare radiazione del calore ; per questo si impiegano sezioni inferiori a 0,5mm².

La seconda è il campo di misura; poiché ogni termocoppia (come abbiamo visto nella tabella precedente) ha differenti campi di misura , in De Longhi si utilizzano due tipologie di termocoppie (Tipo J e Tipo K) con i seguenti campi di misura (vedi tabella 4.2.1):

Type thermocouple	Rated measurement range
J	-200 to 1100°C
K	-200 to 1370°C

Tabella 4.2.1

4.2.3_ Verifica della buona connessione tra termocoppia e modulo secondario e tra sensore e superfici o ambiente da misurare

Non bisogna dimenticare che la connessione tra terminale del modulo secondario e termocoppia deve essere buona onde evitare misurazioni errate .

Una cattiva connessione crea un surriscaldamento nel terminale e quindi informazioni errate che il main module registra e invia al computer.

E' buona norma prima di iniziare qualsiasi tipo di misura verificare la bontà di tutte le connessioni tra sensori e terminali del modulo secondario; la verifica consiste nel tirare quanto basta il filo del sensore vicino al terminale del modulo secondario, che come possiamo vedere nelle figura sottostante non è altro che una morsettiere isoterma, il filo del sensore non si deve staccare dal modulo secondario.

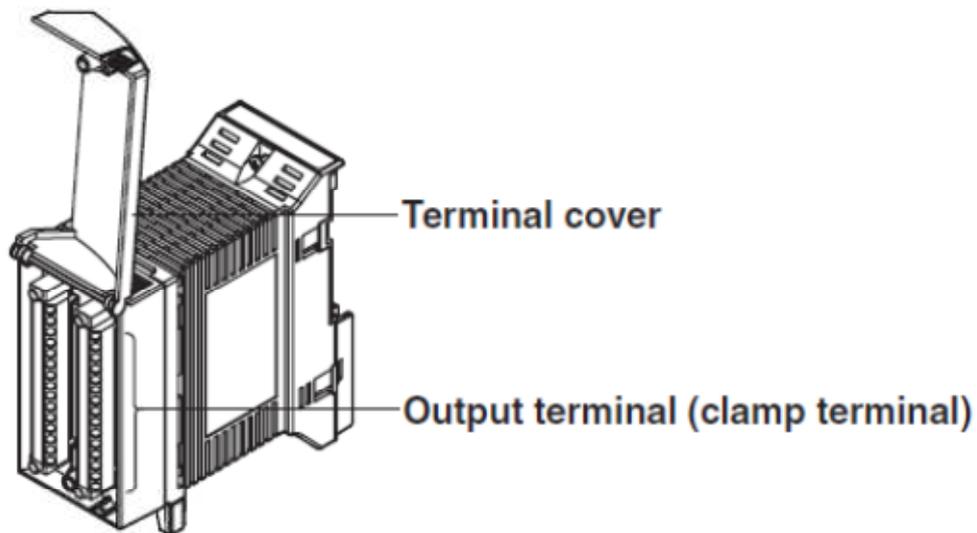


Figura 4.2.2

Il filo si può staccare dal modulo secondario poiché la sezione del filo deve essere inferiore ai $0,5\text{mm}^2$, data la sottile sezione il filo risulta di facile rottura quando si va chiuderlo nella morsettiere.

Da non sottovalutare è pure la connessione tra sensore e l'ambiente in cui viene effettuata la misura.

Le misure di solito vengono fatte su superfici nell'intorno dell'elettrodomestico o all'interno dell'apparecchio per verificarne le prestazioni (per esempio la cavità di un forno).

Nell'effettuare misurazioni su superfici calde la termocoppia si può staccare a causa riscaldamento eccessivo della superficie; grossa importanza assume pertanto l'elemento legante tra termocoppia e superficie.

Di solito viene utilizzata una colla bi-componente con elevata trasmissione del calore tra sensore e superficie di misura; molto importante è sapere a priori quale valori di temperatura massimi andremo a rilevare, in modo da capire se tale colla possa resistere senza alterare le informazioni durante le misure che andremo a effettuare.

Nel caso le misure di temperatura siano fuori dal range di valori ammessi per la colla si effettueranno delle connessione meccaniche tra sensore e superficie.

Ad esempio se dobbiamo misurare la temperatura sulla superficie di una piastra in alluminio in cui abbiamo dei picchi di temperatura superiori ai 300°C , la nostra colla non è idonea per fare questa misura, poiché durante la verifica la colla si staccherà dalla superficie per l'alta temperatura.

Questo distacco allontanerà la nostra sonda dalla superficie inviando delle informazioni errate al main modulo che a sua volta le invierà al PC .

Nel caso specifico dovremmo effettuare un foro a livello superficiale sulla piastra in alluminio , far entrare la nostra termocoppia all'interno del foro , successivamente tappare il foro con l'alluminio circostante ad esso con l'aiuto di un martello e un bulino , poi tirare quanto basta il filo della termocoppia in modo che non si distacchi dalla piastra, per garantire che il sensore sia intimamente a contatto con la superficie da misurare

Anche in questo caso la verifica della bontà della connessione avviene manualmente

Esempio di termocoppia fissata su piastra (figura 4.2.3)

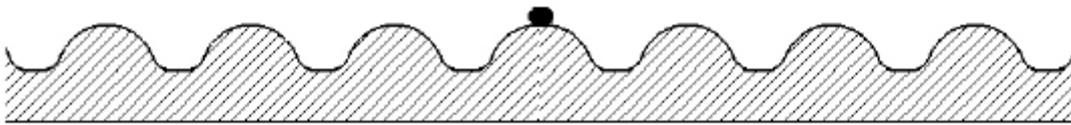


Figura 4.2.3

Mentre quando andremo ad effettuare delle misure interne ,per verificare le prestazioni dell'elettrodomestico grossa importanza assume la posizione della sonda nella cavità .

Secondo specifica De Longhi la termocoppia deve essere nel centro geometrico della cavità.

Come si vede nella foto 4.2.4 di solito si fa uso di una griglia come supporto per la termocoppia la quale non altera le misure.

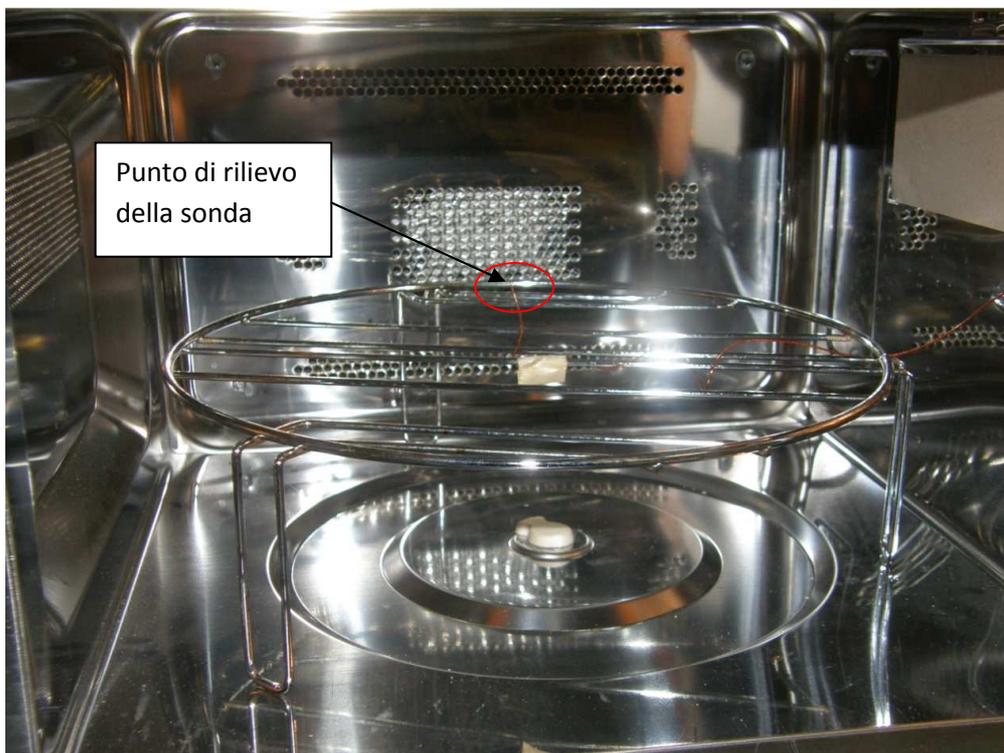


Foto 4.2.4

4.2.4 Impostazioni del software per effettuare la misura

Come anticipato all'inizio Yokogawa MX100 ha un proprio software compatibile con il sistema operativo Windows con cui è possibile visualizzare sul monitor di un computer l'andamento in tempo reale della misura che si sta effettuando .

Però per visualizzare le informazioni trasmesse dal sensore al modulo secondario è necessario che il computer trovi il sistema di acquisizione dati , per fare questo è necessario aprire la finestra System del software del nostro sistema di acquisizione , a sua volta essa è composta da due sottofinestre una intitolata "MXS nearby" e l'altra "System configuration" .

In "MXS nearby" si clicca su "search" e comparire una lista con tutti gli acquisitori presenti nella rete a cui è collegato il computer ; si trascina quindi l'acquisitore di interesse nell'area della finestra System configuration.

Successivamente si apre la finestra means group dove si trascina l'acquisitore nel gruppo a nostra scelta .

Questi tre passaggi possiamo trovarli riassunti nelle foto qui sotto allegate

Fase 1°: cliccare search sino a quando si visualizzano gli acquisitori collegati al computer (vedi Fig 4.2.5)

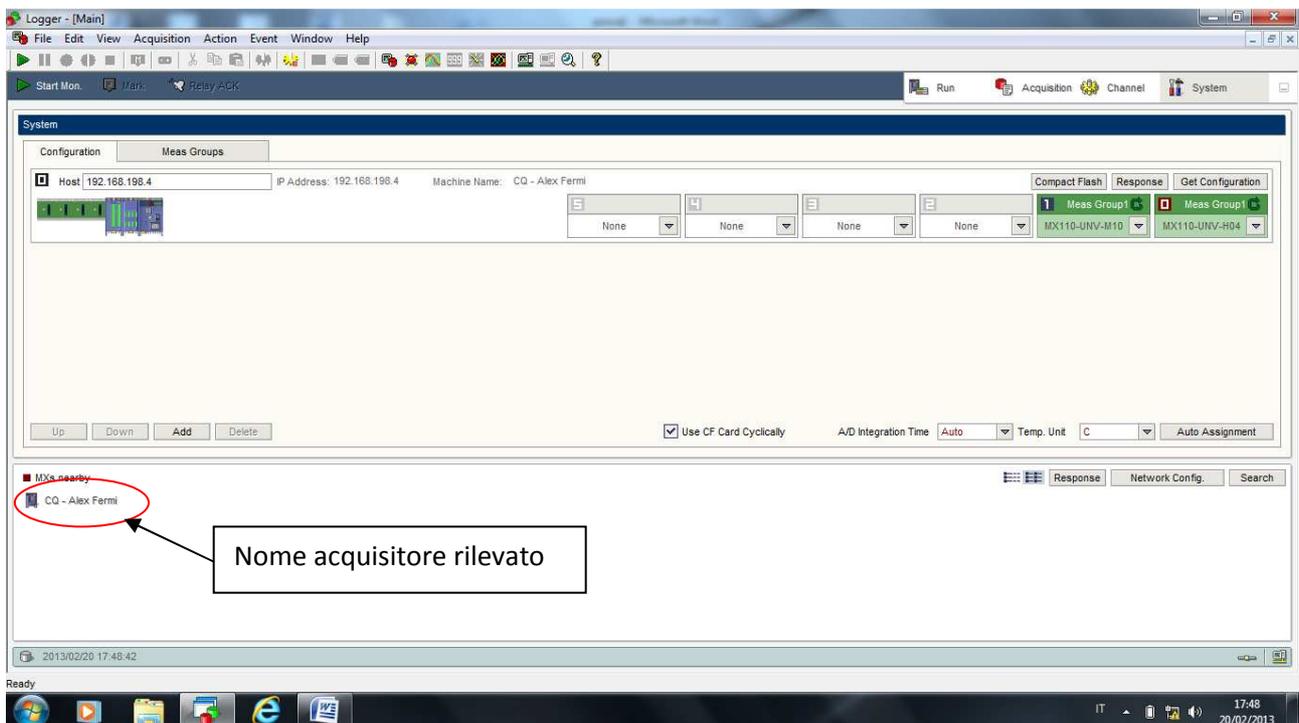


Figura 4.2.5

Fase 2° : si trascina il nostro acquirettore da MXS nearby al System configuration (vedi figura 4.2.6)

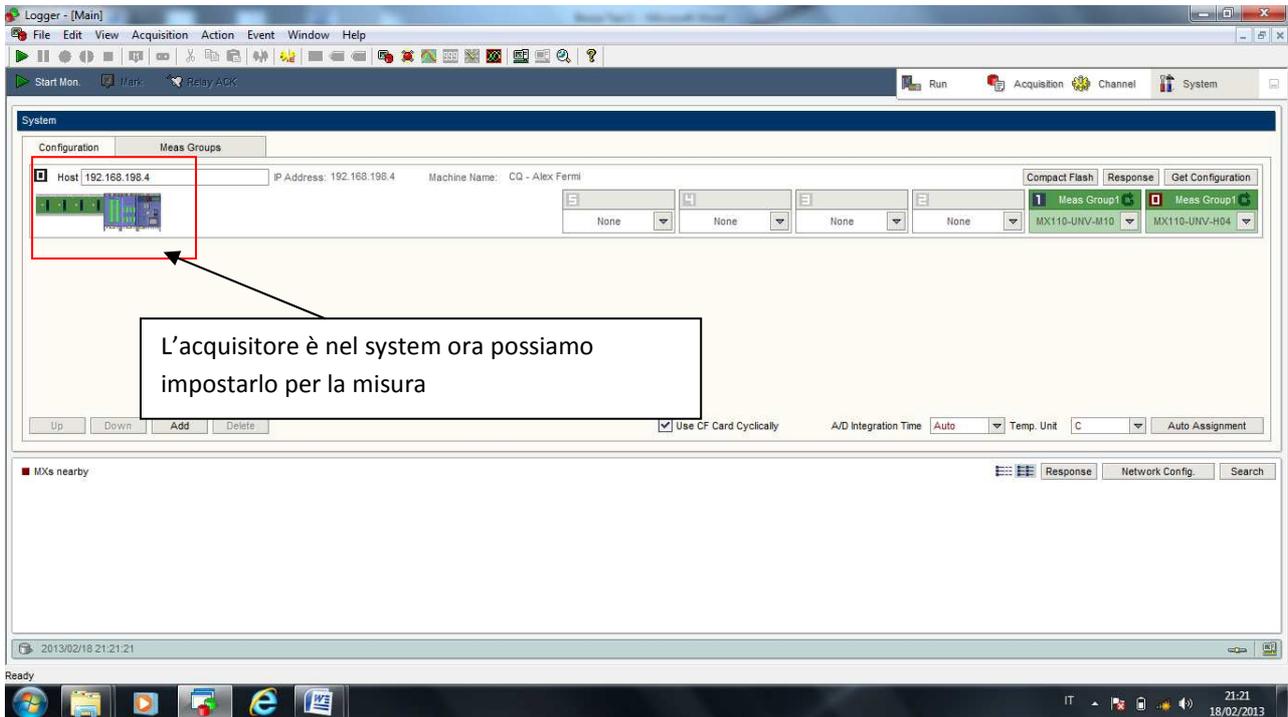


Figura 4.2.6

Fase 3° (Fig 4.2.7 e Fig 4.2.8): nel Means group si trascinano il blocco primario e gli eventuali gruppi secondari che devono essere gestiti da quest'ultimo , dal gruppo indefinito al Means group 1 o group2 o group 3 per fare in modo che il computer gestisca l'acquirettore

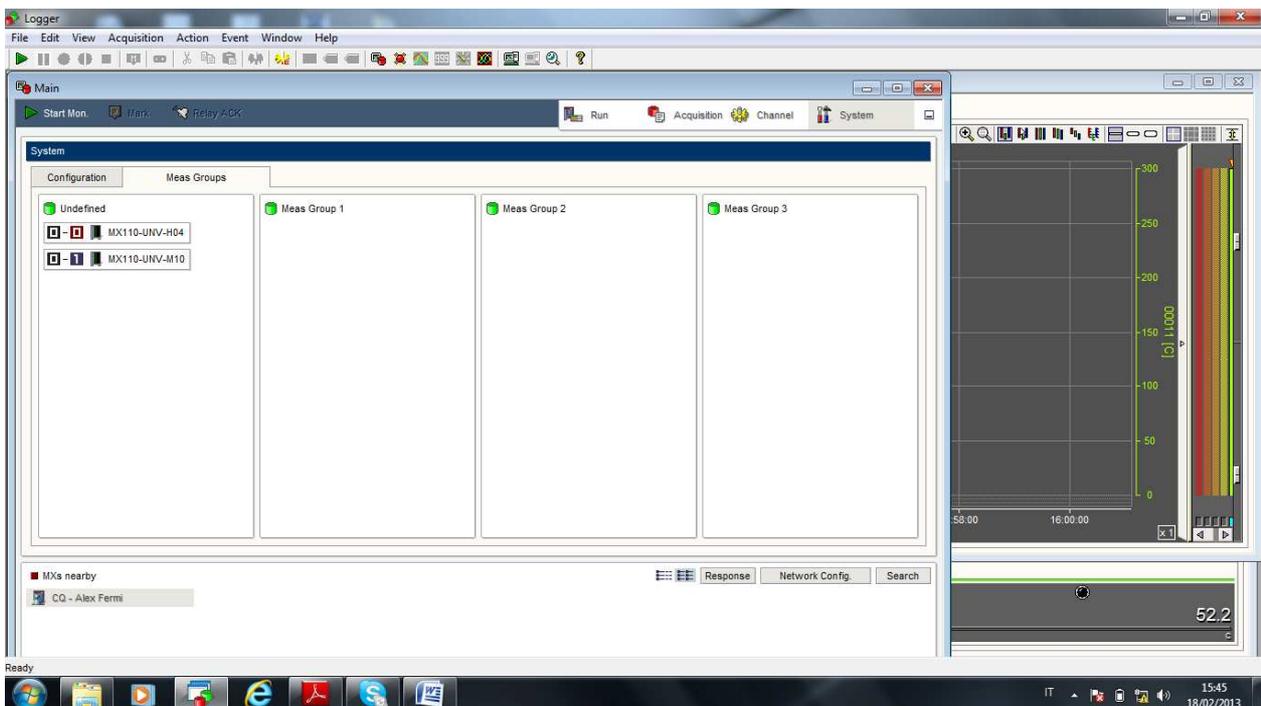


Figura 4.2.7

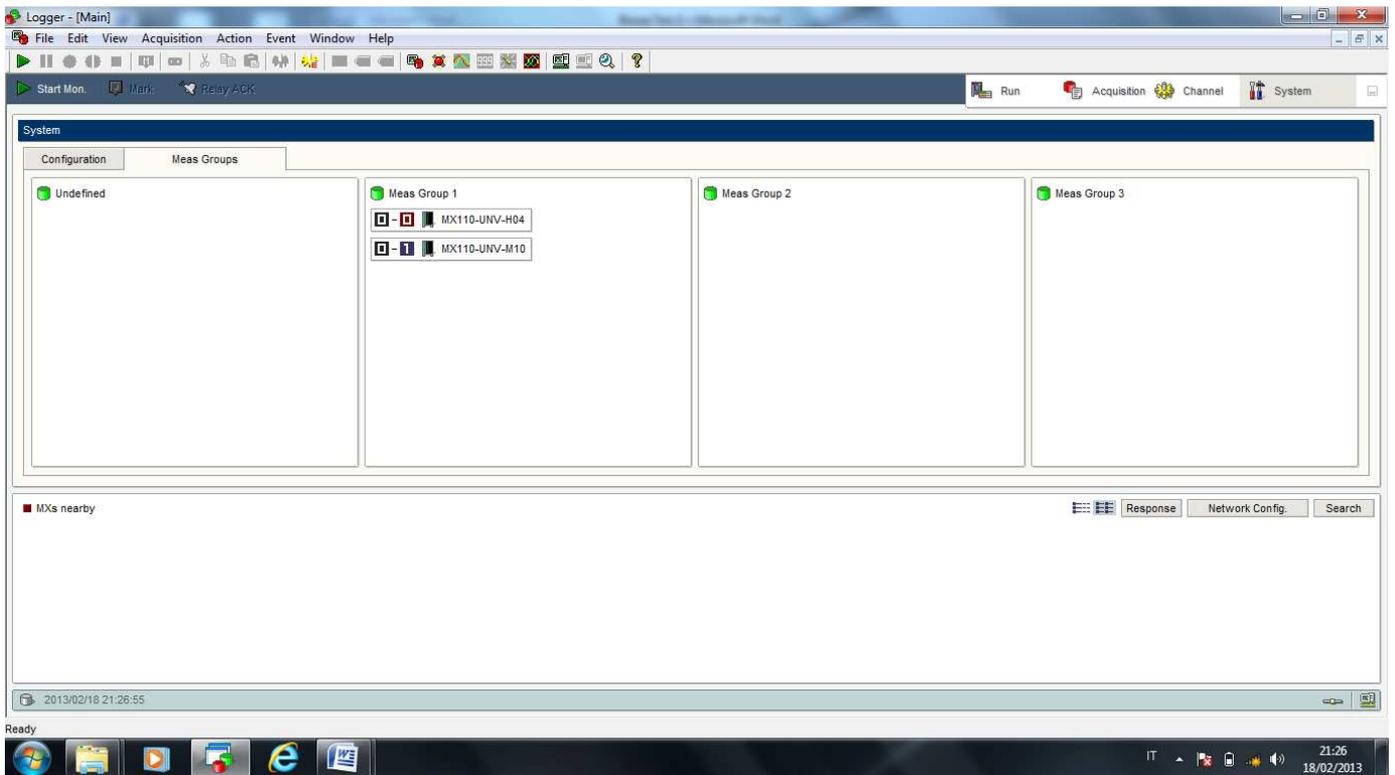


Figura 4.2.8

Nella quarta fase (fig 4.2.9) è necessario definire il tipo di termocoppia che è collegata al main secondario e anche il range di valori cui interessa visualizzare le informazioni , con l'obiettivo di effettuare una visualizzazione mirata dei dati poiché come visto in precedenza le termocoppie hanno un range di valori molto ampio.

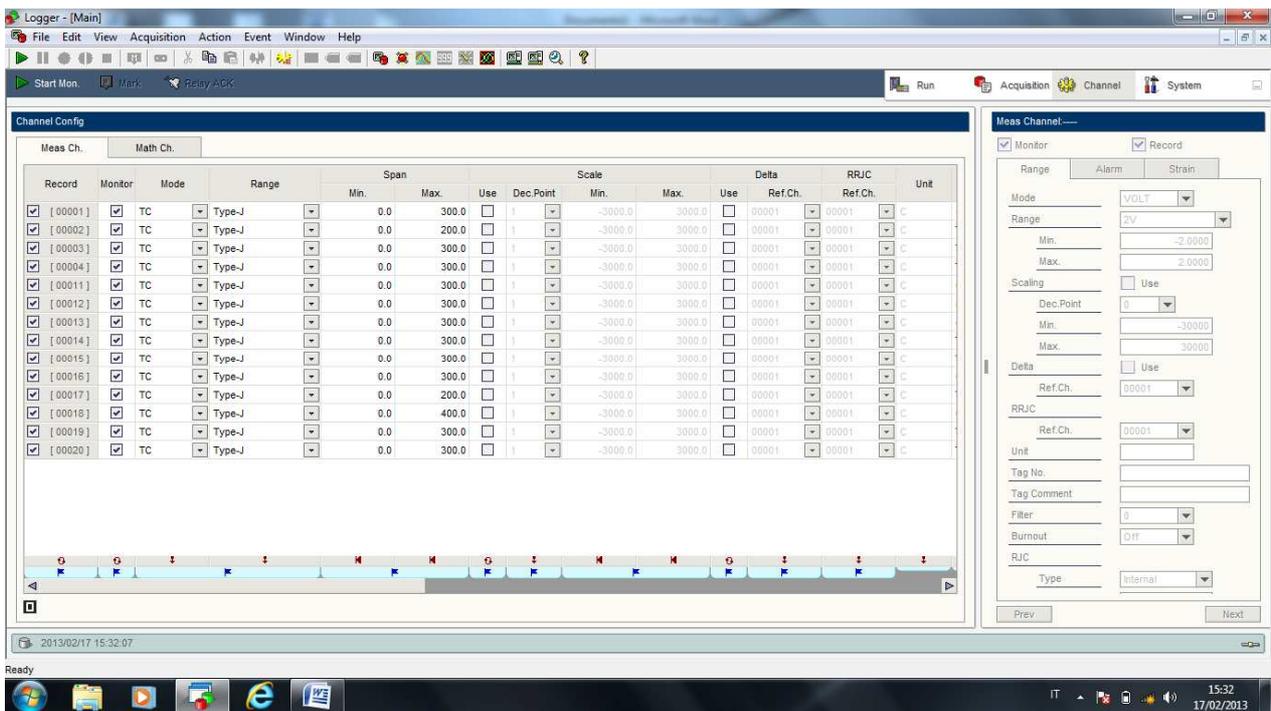


Figura 4.2.9

Come si vede dalla Fig 4.2.9 ci si sposta nella sotto finestra “Channel” in questa visualizzazione viene definito il tipo di termocoppia più l’intervallo di valori che vogliamo visualizzare durante la misura.

Altro parametro da impostare è la velocità di acquisizione dati (fig 4.2.10), in questo caso ci si sposta nella sottofinestra intitolata “Acquisition” e si seleziona l’intervallo di campionamento

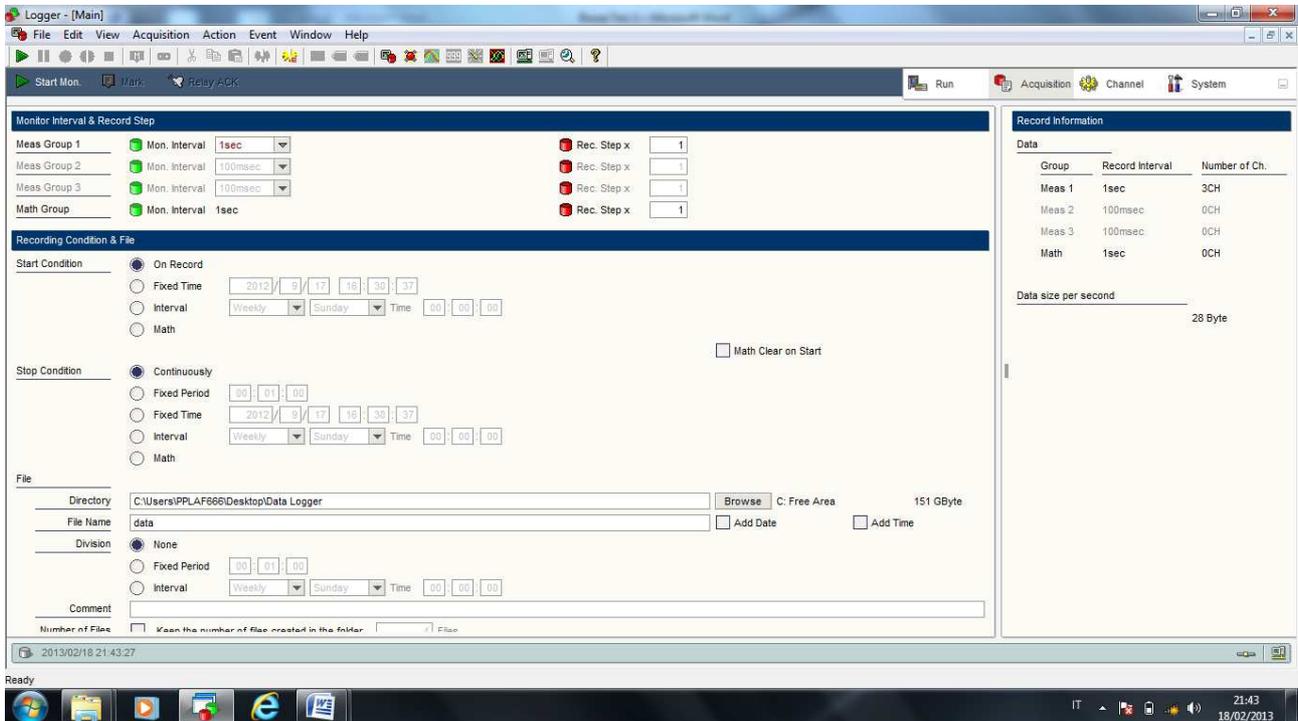


Figura 4.2.10

Nel caso specifico l’intervallo di campionamento avviene ogni 1 s

Dopo aver effettuato tutte le impostazioni sopra dette è possibile iniziare con la misura quindi si seleziona la sottofinestra “run” e si seleziona Start monitor (Fig 4.2.11)

fig 4.2.11

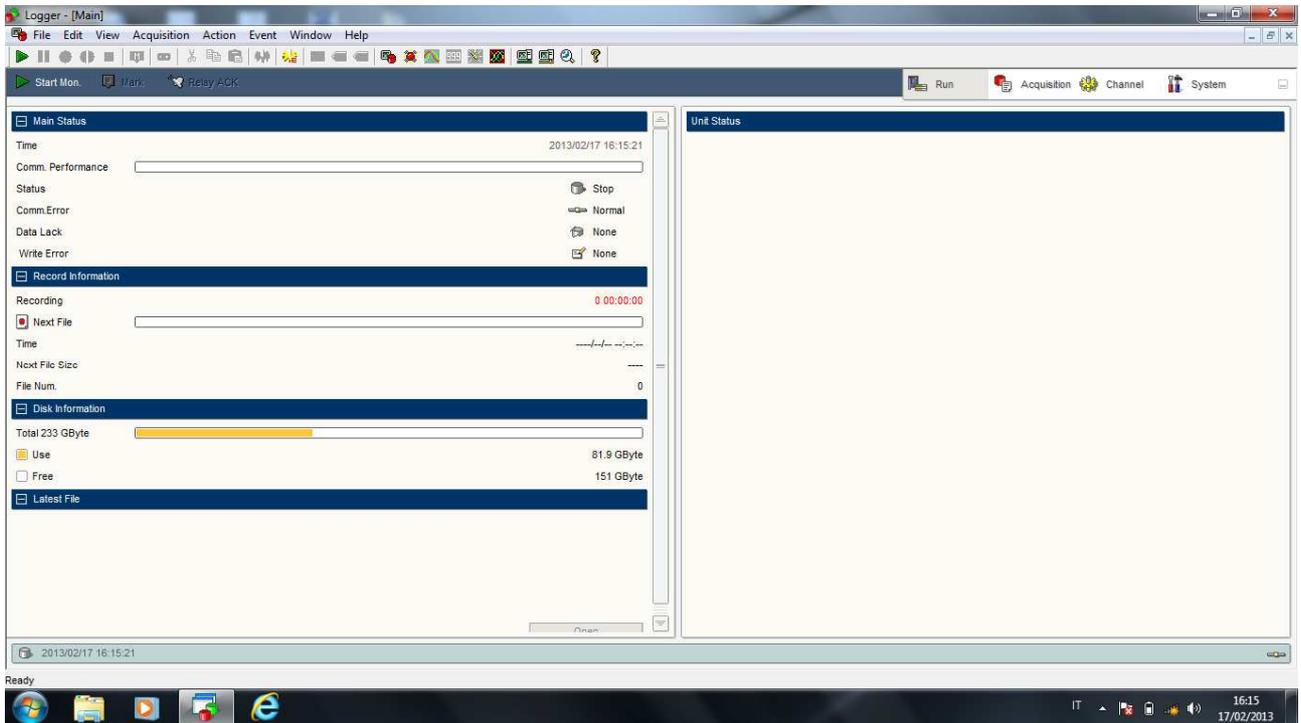


Figura 4.2.11

Successivamente si va sul sottomenu "windows" e si seleziona il tipo di visualizzazione che può essere "Trend" o " il valore numerico riscontrato dalla termocoppia" , di solito per comodità si richiede la visualizzazione di entrambi

(vedi fig 4.2.12)



Figura 4.2.12

Per registrare la misura è necessario premere il pulsante rosso in alto sx, quando si vuole bloccare la misura si preme il quadrato blu .

I file viene salvato su un file con estensione mxd, tale file però non permette l'elaborazione dei dati ma solo visualizzarli .

Per questo motivo per elaborare è necessario convertire il file in una tabella excel ; per effettuare questa operazione è necessario eseguire i seguenti passi:

Aprire il file dalla cartella "data" che si trova nella cartella "DAQWORKS " dopo aver aperto il file desiderato si va sul menu' a tendina Convert e si seleziona file excel

Come si vede nella fig 4.2.13

Dopo di che avendo una tabella nel foglio elettronico excel è possibile effettuare le varie elaborazioni del caso .

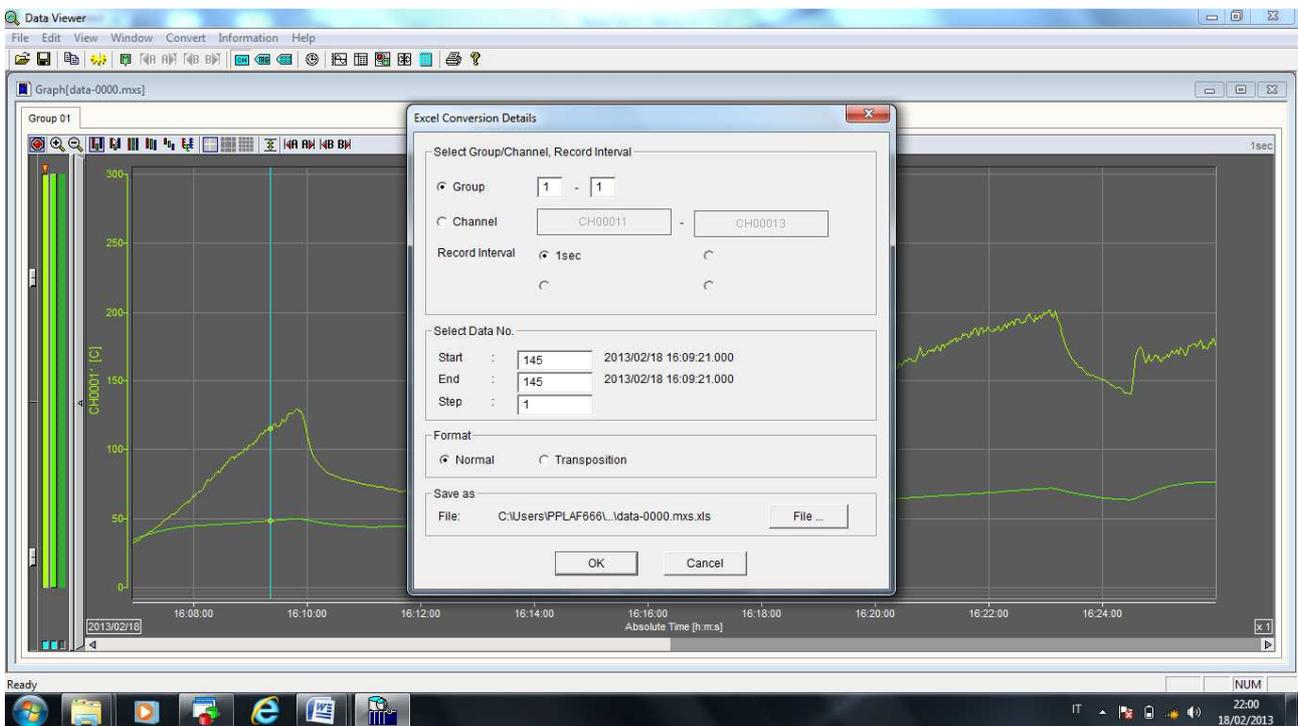


Figura 4.2.13

Esempio di elaborazioni dati su foglio excel (fig 4.2.14)

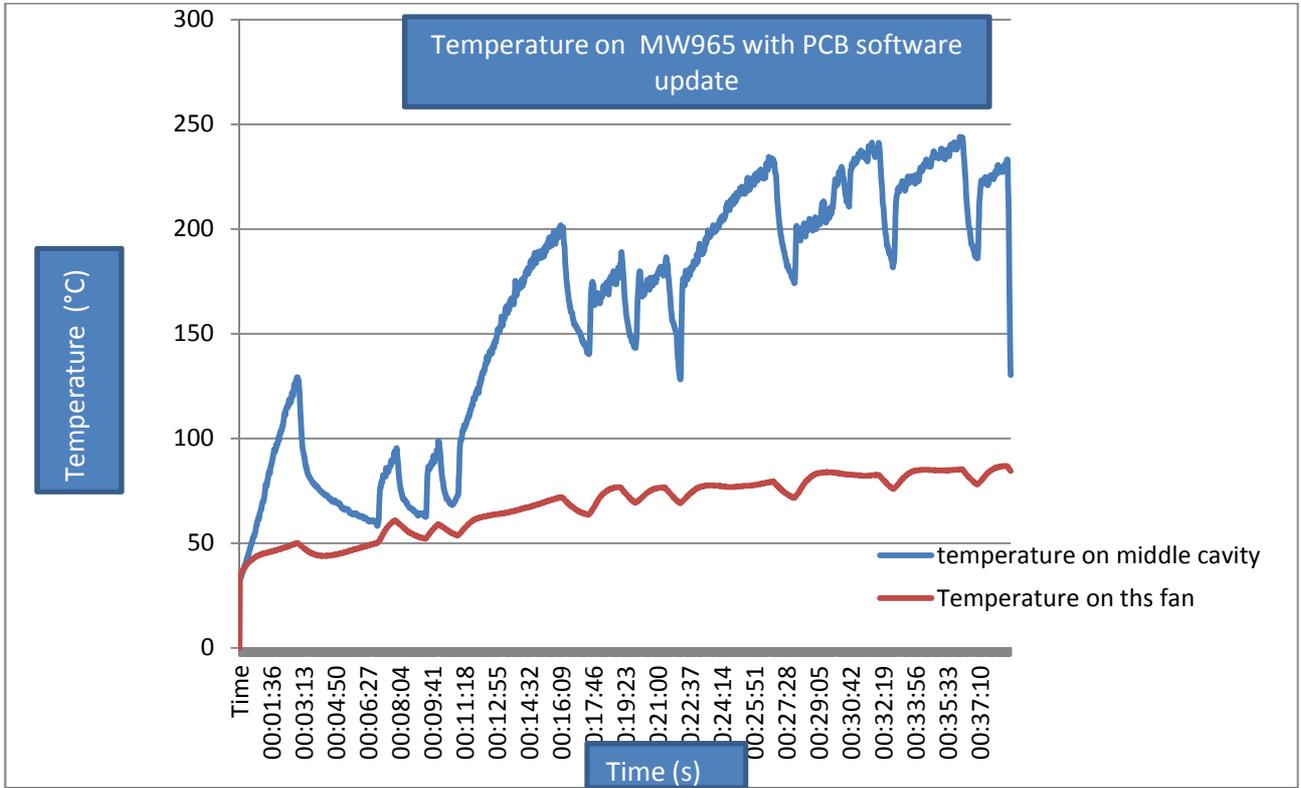


Figura 4.2.14

Capitolo 5

5.1_Confronto tra il sistema di acquisizione De Longhi e lo strumento Yokogawa MX100

La differenza sostanziale tra il vecchio sistema di acquisizione dati e lo strumento MX100 è che:

nel primo grazie alla rappresentazione grafica del triedro sul monitor del PC era possibile vedere le zone critiche in modo immediato, mentre con lo strumento MX100 è necessario che il laboratorista si ricordi la zona indicata dalla termocoppia che rileva una temperatura superiore ai limiti imposti dalle normative , in modo da intervenire in maniera adeguata sull'elettrodomestico

Quindi il vecchio sistema era più intuitivo rispetto all'attuale .

E' da ricordare che grazie all'esperienza fatta con il vecchio sistema di acquisizione , il tecnico di laboratorio ora conosce a priori le area critiche nel Triedro durante il funzionamento del forno , per questa ragione il numero di termocoppie utilizzate con lo strumento MX 100 per la misura delle temperature sulle superfici del triedro di prova è inferiore per superficie, rispetto al vecchio sistema.

Il problemi che hanno in comune entrambi i sistemi di acquisizione sono:

1_ la rottura delle termocoppie che può avvenire durante la misura , o mentre si fissano le termocoppie sull'acquisitore

2_ l'errato montaggio della termocoppia sull'acquisitore.

Entrambi i problemi si evidenziano durante la prova , questo comporta lo stop della prova , la ricerca della termocoppia interrotta e questo non è sempre una cosa facile da trovare , in particolar modo quando c'è un numero elevato di termocoppie uguali collegate più o meno nella stessa area, con il rischio che con la sostituzione della termocoppia interrotta possa lesionarne altre; inoltre dopo aver riparato la termocoppia sarà necessario rieseguire la prova, quindi un ulteriore dispendio di tempo.

Infatti la sostituzione di una termocoppia guasta era l'operazione più frequente con il vecchio sistema di acquisizione, in particolare la rottura della termocoppia avveniva tra il giunto finale e la piastrina saldata su di esso.

Tale problema era causato dalle sezioni basse dei fili delle termocoppie che le rendeva estremamente "fragili", quindi era sufficiente una piccola sollecitazione meccanica per far saltare la saldatura tra giunto e piastrina.

Un miglioramento per entrambi i sistemi di acquisizione potrebbe essere l'impiego di termocoppie con un giunto che offra una maggiore resistenza meccanica.

Altro limite che ha una termocoppia è il suo principio di funzionamento.

Come spiegato nel capitolo 2 una termocoppia utilizza l'effetto Seebeck per il rilievo di temperatura , che consiste nel rilevare una differenza di f.e.m., che richiede l'utilizzo di morsettiere isoterme le quali permettono di uniformare la temperatura del giunto freddo su tutti i morsetti.

Un'alternativa alle termocoppie sono i sensori resistivi, il cui principio di funzionamento per il rilievo della temperatura si basa sulla misura di una resistenza, quindi si andrebbe a togliere un limite delle termocoppie quello dell'impiego di morsettiere isoterme, oltre ad andare a misurare una grandezza passiva

5.2_Sensori resistivi

I sensori resistivi possono essere costruiti con materiali conduttori o semiconduttori, per questa ragione possiamo distinguere due macrocategorie di sensori resistivi e sono:

1_Sensori che utilizzano materiali conduttori detti RTD (Resistance Temperature Detector)

2_Sensori che utilizzano materiali semiconduttori detti Termoresistori TR (Thermal Resistor)

5.2.1_Sensori RTD

Per i sensori RTD la relazione di variazione della resistenza in funzione della temperatura è data dalla seguente formula:

$$R = R_0(1 + a_1T + a_2T^2 + a_3T^3 + \dots + a_nT^n)$$

Dove :

R= resistenza da misurare alla temperatura T

R₀= resistenza di riferimento

a_i= coefficienti dipendenti dai materiali impiegati per la costruzione dell'RTD

I materiali maggiormente impiegati per la costruzione di questi sensori sono il Platino, Nichel e Rame.

Il sensore più comunemente utilizzato è quello che impiega il Platino come materiale, il quale offre una buona linearità e una resistenza a 0°C pari a 100Ω, da cui il nome **Pt100**

Un altro sensore utilizzato molto spesso in commercio è quello che offre una resistenza di 1000Ω a 0°C detto anche **PT1000**.

Maggiore è la resistenza più alta è la tensione letta quindi più immune sarà la misura. Inoltre, le eventuali resistenze di contatto incidono percentualmente meno sulla misura.

Di fondamentale importanza per questa tipologia di sensori è il sistema di misura con cui viene rilevata la resistenza, possiamo distinguere due sistemi di misura:

1_Misura di resistenza a 4 fili

2_Connessione a 3 o 2 fili

Entrambi i sistemi di misura seguono il seguente principio per la misura della resistenza, conoscendo a priori il valore di corrente imposto dal sistema di misura stesso, si rileva il valore di tensione ai capi del nostro sensore, tramite la legge di Ohm $R=V/I$ è possibile ricavare il valore di resistenza del nostro sensore RTD

5.2.1.1_Misura a 4 fili

Lo schema di collegamento per la misura di resistenza a 4 fili (fig 5.1.1) è il seguente:

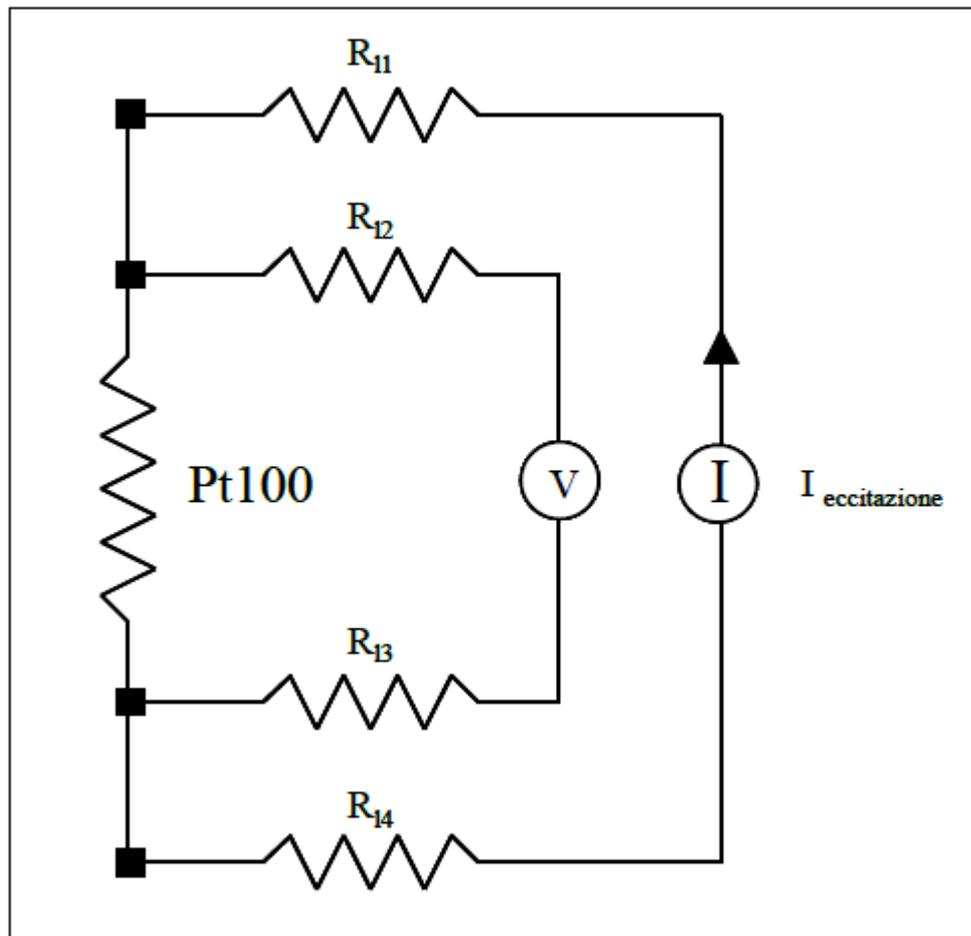


Figura 5.1.1

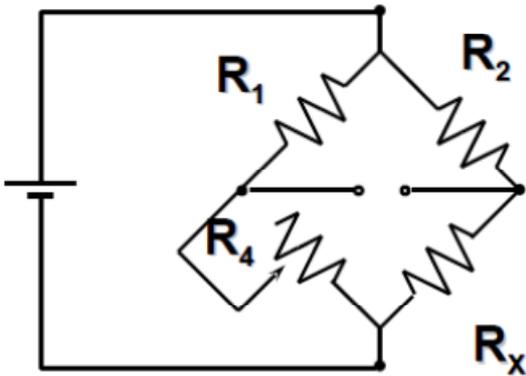
Nella misura della resistenza a 4 fili si richiede una corrente di eccitazione estremamente stabile e precisa dell'ordine dei mA.

Come si nota del circuito sono state indicate le resistenze parassite del sistema di misura, le resistenze R_{14} e R_{11} non incidono nella misura effettuata dal voltmetro, mentre le resistenze R_{13} e R_{12} che sono in serie alla misura di tensione, anch'esse non incidono sulla misura stessa grazie all'elevata impedenza d'ingresso del voltmetro. Quindi sui rami R_{12} e R_{13} non vi è circolazione di corrente quindi caduta di tensione.

5.2.2.2_Misura a 3 o 2 fili

Riducendo il numero di fili si perdono i vantaggi dell'alta impedenza dello strumento di misura, che comporta a sua volta una riduzione dell'accuratezza della misura. In questo caso sarà necessario considerare l'influenza delle resistenze parassite sui rami di alimentazione.

1) Circuito a 2 fili



2) Circuito a 3 fili

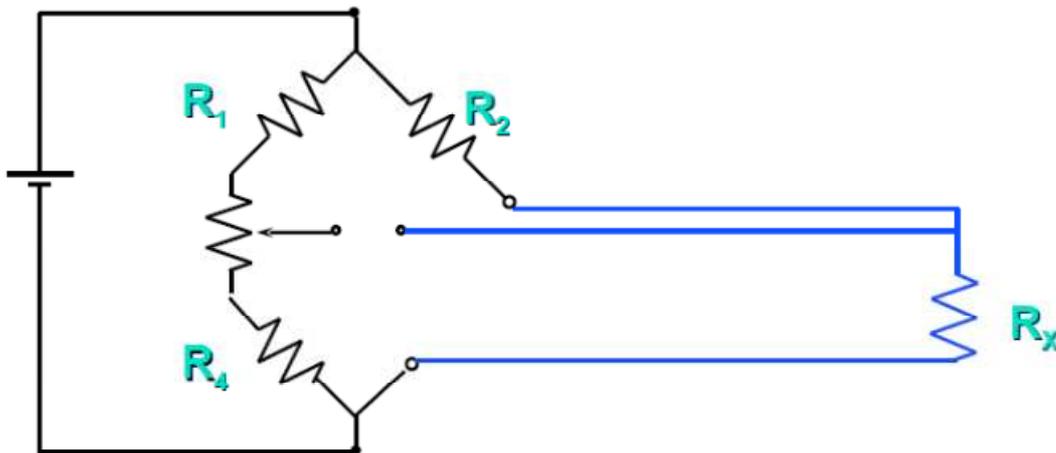


Figura 5.1.2

Su entrambi i sistemi di misura è necessario considerare il fenomeno di auto riscaldamento del nostro sensore , infatti l'RTD attraversato da una corrente dissipa una potenza pari a $P=R_x I^2$.

Questa potenza , sotto forma di calore , crea un riscaldamento nell'intorno dell'elemento sensibile , che comporterebbe un alterazione nella misura .

Per ovviare a questo inconveniente in alcune applicazioni viene impiegata una corrente pulsante , in modo da limitare la circolazione di corrente e quindi il riscaldamento del sensore .

Con l'uso di sensori come PT100 o PT1000 l'accuratezza della misura può arrivare fino a $\pm 0,01^\circ\text{C}$.

5.2_Misura del PT100 tramite l'uso del computer

La misura su PC di sensori PT100 richiede di seguire i punti qui sotto elencati:

- 1_Disponibilità di una sorgente per fornire corrente di eccitazione al sensore
- 2_Esecuzione della linearizzazione del segnale letto per il calcolo della resistenza

Di solito la corrente di eccitazione viene solitamente generata dallo strumento di misura stesso, senza l'impiego di generatori di corrente esterni.

Nei sistemi che utilizzano multiplexer, la corrente di eccitazione viene commutata assieme al segnale di misura . Nel caso di utilizzo delle combinazioni DMM-Matrice , si dovrà considerare, per ciascuna PT100 l'uso di due canali d'ingresso .

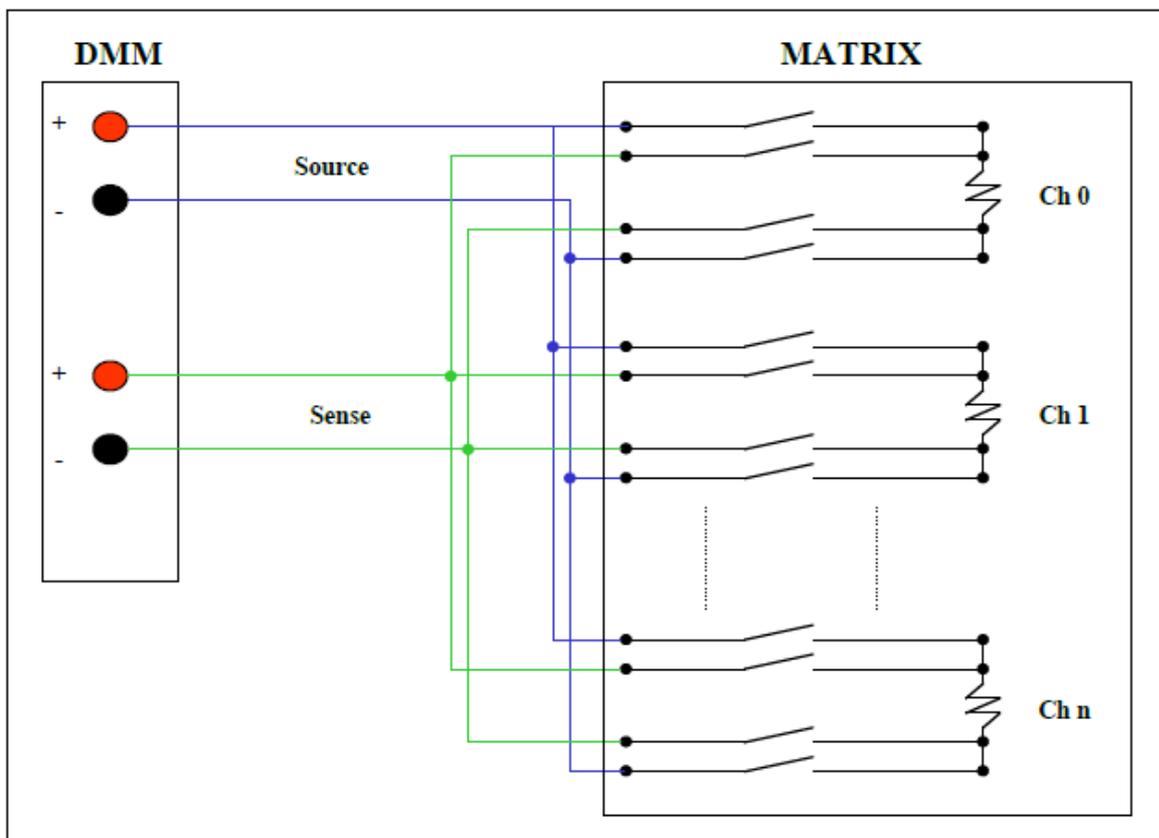


Figura 5.2.1

La linearizzazione viene spesso eseguita direttamente a bordo dei sistemi DMM che convertono la misura di resistenza del PT100 nel relativo valore di temperatura.

Altre volte , la linearizzazione viene eseguita direttamente a livello software applicando le funzioni di conversione teoriche (esempio in Labview fig 5.2.2)

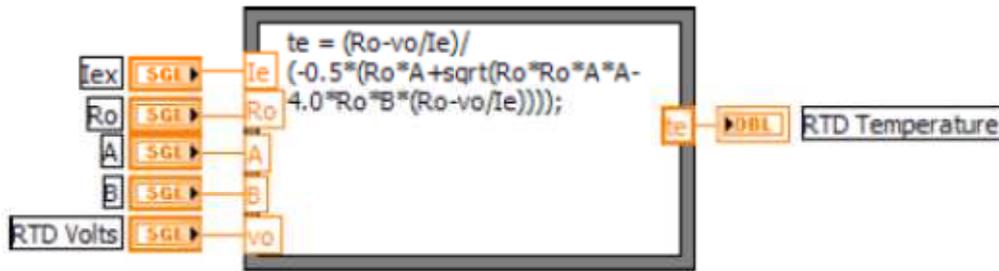


Figura 5.2.2

5.3_I termistori

I termistori sono dei sensori che utilizzano dei semiconduttori generalmente costituiti da ossidi di metallo, essi al contrario dei sensori a conduttore (RTD) hanno delle altissime variazioni di resistenza al variare della temperatura.

La relazione tra temperatura e resistenza che questi sensori sfruttano è la seguente:

$$R = R_0 e^{\beta(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0})}$$

Dove:

R= resistenza da misurare alla temperatura T

Ro=resistenza di riferimento alla temperatura To

β = costante caratteristica del materiale di cui il sensore è costituito

e= costante di Nepero.

La temperatura di riferimento To è solitamente considerata a 25°C, mentre β assume valori attorno ai 4000.

La relazione tra temperatura e resistenza per questa tipologia di sensori resistivi come mostra la formula non è lineare.

Si possono distinguere due categorie di termistori :

NTC : (Negative temperature coefficient) in cui la resistenza diminuisce all'aumentare della temperatura

PTC : (Positive temperature coefficient) in cui la resistenza aumenta all'aumentare della temperatura

Per temperature inferiori ai 100°C l'accuratezza della misura è di 0,02°C.

L'utilizzo di termistori è molto comune nei sistemi di misura con PC, essendo utilizzato il termistore come riferimento per la compensazione del giunto nelle misure con termocoppie.

Anche con questo tipo di sensore la conversione tra resistenza misurata e temperatura viene gestita a livello software (vedi fig 5.3.1)

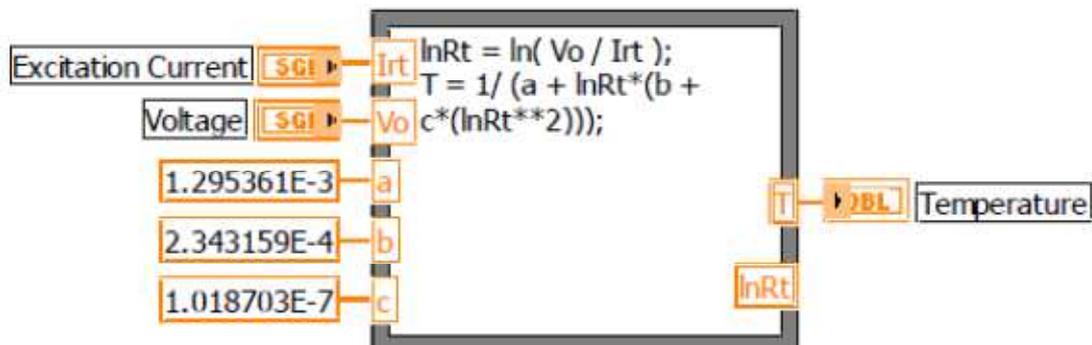


Figura 5.3.1

5.4 Conclusioni:

Dalle analisi sin qui fatte entrambi i sistemi di acquisizione utilizzati nel dipartimento cottura del gruppo De Longhi vanno bene , il loro unico limite sta nella “fragilità” meccanica dei sensori impiegati (Termocoppie di tipo J) una possibile soluzione potrebbe essere l’utilizzo di sensori resistivi .

Questi offrono una maggiore resistenza meccanica nel punto sensibile per il rilievo della temperatura rispetto alle termocoppie, inoltre non richiedono l’impiego di morsettiere isoterme.

Questo comporta l’impiego di morsettiere commerciali per connettere i sensori resistivi al sistema di acquisizione rendendo il tutto modulabile.

Il limite dei sensori resistivi rispetto alle termocoppie è la risposta , mentre in quest’ultime l’elemento sensibile è direttamente a contatto con l’ambiente quindi la risposta è immediata , nei sensori resistivi l’elemento sensibile si trova all’interno di una case di metallo o di materiale ceramico, il che comporta un ritardo nella risposta essendoci una barriera tra elemento sensibile e ambiente .



Figura 3-3. Esempio di sonda Pt100

Figura 5.4.1

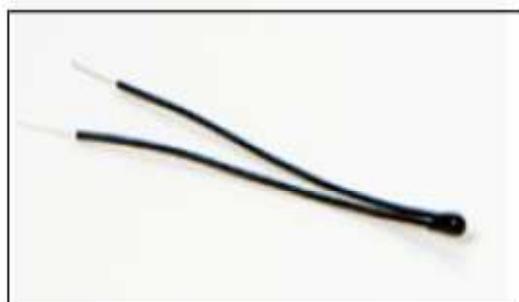


Figura 3-6. Esempio di Termistore

Figura 5.4.2

Come visto nei capitoli precedenti nelle misure di temperatura effettuate non ci sono cambiamenti di temperatura repentini ,questo significa che un ritardo nella misura è ammissibile .

Ora nella scelta tra sensori RTD o Termistori opterei per i sensori RTD perché offrono un'accuratezza della misura migliore rispetto ai termistori, inoltre il campo di misura è più ampio rispetto ai termistori , che offrono una accuratezza nella misura di 0,02°C con temperature inferiori ai 100°C.

Mentre le misura di temperatura che vengono effettuate nell'ambito della cottura hanno un range da 0 a+300°C, quindi il sensore resistivo più idoneo al nostro impiego è un RTD ad esempio un PT100

5.5 L'esperienza fatta in De Longhi durante il mio tirocinio

Lavoro nel gruppo De Longhi dal Novembre 1999 nell'ambito della qualità degli elettrodomestici di cottura.

Ho iniziato a partecipare al progetto di un sistema di acquisizione dati ad hoc per il settore cottura sin dal 2006 dove la mia esperienza era limitata nell'effettuare delle misurazioni su dei forni elettrici con il sistema d'acquisizione spiegato nel capitolo 3.

L'obiettivo della mia esperienza era quello di capire se un sistema d'acquisizione di quel tipo poteva essere utile al controllo qualità per la verifica delle prestazioni degli elettrodomestici durante le produzioni .

Tale sistema fu scartato perché non applicabile ad una realtà industriale poiché non c'era il tempo per effettuare misure così puntuali e su così tanti punti (600 termocoppie in totale)

Nel 2007 il vecchio sistema di acquisizione è andato perduto causa incendio nello stabilimento produttivo di Treviso. Ho quindi partecipato assieme alla parte tecnica della cottura alla ricerca di un acquirente che rispondesse sia alle esigenze della qualità che alla parte tecnica e questo è stato lo Yokogawa MX100.

L'obiettivo che mi era stato proposto dall'azienda per il tirocinio era capire le eventuali migliorie da apportare al nuovo sistema di acquisizione , per renderlo ancora più vicino alle esigenze aziendali sulla base delle esperienze fatte dal sottoscritto e dai colleghi dell'area tecnica con il vecchio sistema.

Grazie al tirocinio ho potuto analizzare i due sistemi in maniera più approfondita, in particolar modo il vecchio sistema nel quale determinate sue funzioni non mi erano ben chiare, ad esempio il principio di funzionamento della PCB triedro progettata da un team interno.

Inoltre mi è stata data l'opportunità di confrontarmi con gli enti normatori per capire se il nostro sistema d'acquisizione poteva essere implementato in modo da renderlo più vicino alle loro richieste.