

# *Applicazione dei Field Bus: Esperimento Chic*



**Cristian Randieri**



&

**Carlo Spitale**



## **Introduzione: Esperimento di**

## **Interferometria Nucleare**



L'esperimento consiste nel bombardare tramite un fascio di elettroni dei bersagli consistenti in targhette di diversa natura quale ad esempio oro, rame ecc.

Il risultato di tale operazione consiste nella generazione di protoni dovuta alla distruzione degli atomi costituenti il bersaglio. L'esperimento mira allo studio delle interazioni tra le varie coppie di protoni che si generano e che quindi possono collidere.

Le problematiche inerenti a tale esperienza riguardano il posizionamento di sensori particolari denominati EMRIC (Esemble di Misura Rapida per Interferometria e Correlazioni) usati per tali rilevazioni.

# Problematiche dell'esperimento



Visto l'ambiente altamente inquinato da radiazioni nucleari ed elettromagnetiche è vietato l'accesso agli operatori durante l'esperimento.

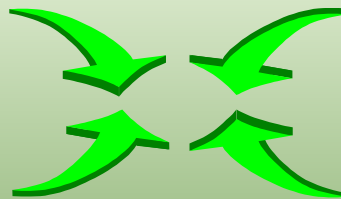
Si richiede quindi l'uso di un meccanismo remoto per il posizionamento del gruppo di sensori EMRIC.

Bisogna notare che l'affidabilità di tale sistema deve essere molto elevata ed immune ai possibili disturbi generati in tale ambiente. Si richiede l'uso limitato di conduttori per il trasferimento delle informazioni visto la lontananza tra la sale esperimenti e la sala acquisizione dati, circa 100 metri. In fine il sistema deve essere modulare e facilmente espandibile per future modifiche atte a migliorare la qualità dei risultati dell'esperimento. Tutto questo ci ha portato a valutare e sperimentare l'idea di usare le tecnologie emergenti basate sui sistemi PROFIBUS industriali.

## BREVI CENNI SULLA RIVELAZIONE DEI NEUTRONI

I neutroni sono particelle che non hanno carica e quindi non interagiscono per via di interazioni coulombiane che dominano invece il processo di perdita di energia per le particelle cariche nel passaggio attraverso la materia. Per questo motivo i neutroni possono viaggiare per molti centimetri all'interno della materia senza avere alcun tipo di interazione: quindi possono risultare invisibili ad un rivelatore di limitate dimensioni. Quando un neutrone interagisce esso lo fa con un nucleo del materiale assorbente; l'interazione può avere in due stadi: il neutrone può essere totalmente assorbito e dare origine ad una o più radiazioni secondarie, oppure può cambiare significativamente la sua energia o la sua direzione. Le radiazioni secondarie (per lo più particelle cariche) possono essere prodotti di una reazione nucleare tra neutrone e nucleo assorbente ovvero frammenti di rinculo che hanno acquistato energia nella collisione del neutrone. La maggior parte dei rivelatori di neutroni utilizza la conversione da neutrone a particelle cariche secondarie che possono essere direttamente rivelate.

# ...continua

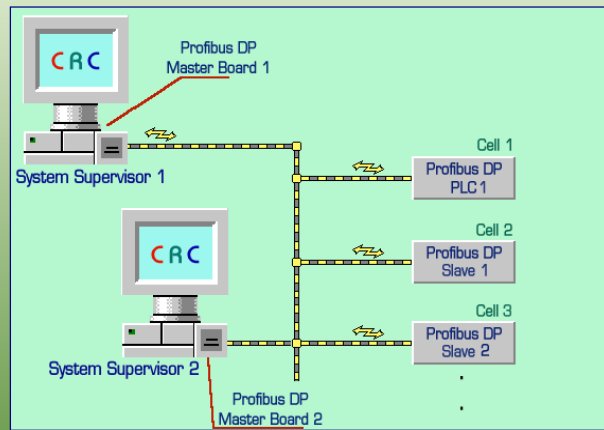


La probabilità di avere reazioni nucleari o frammenti di rinculo dipende fortemente dall'energia del neutrone incidente. Nel range dell'energia che ci aspettiamo di avere (circa da 1.8 MeV fino a 150 MeV) il rinculo di frammenti è altamente favorito. Il più efficiente materiale frenante per i neutroni di tali energie è l'idrogeno, poiché, in un solo urto il neutrone può perdere tutta l'energia (caso di urto centrale con il protone). I rivelatori a liquido scintillante sono i più comunemente usati nella rivelazione di neutroni perché, contengono un'alta percentuale di idrogeno; riguardo al loro funzionamento si può affermare che sia il numero di urti del neutrone all'interno del rivelatore che l'energia depositata che dipende dal parametro d'urto, sono abbastanza casuali.

## Introduzione CHIC

Chic Remote Control è la sigla con la quale si è nomenclato un progetto di collaborazione tra l'Istituto di Informatica della Facoltà di Ingegneria di Catania ed il gruppo di ricerca CHIC del Laboratorio Nazionale del Sud (I.N.F.N.) per l'adozione e l'utilizzo esteso dello standard di bus di campo Profibus DP per il controllo di processo in ambienti per la ricerca caratterizzati dalla presenza di sorgenti di radiazioni e campi elettromagnetici intensi.





Dallo schema in figura si comprende come l'idea di principio preveda l'uso di PLC ed unità slaves digitali per il controllo in locale, e di unità master di supervisione per il controllo parametrico e per l'acquisizione dati.

La struttura intrinsecamente modulare dell'architettura adottata consente l'espansione progressiva del sistema con l'inserimento di nuovi moduli di comunicazione e controllo senza dover modificare le componenti preesistenti.

Seguendo questa filosofia si è dato inizio al progetto in questione con lo sviluppo di una prima parte del sistema per il controllo remoto di un sistema di movimentazione elettromeccanico per il posizionamento di rivelatori di particelle. (...)



# Schema funzionale



## Fase iniziale

In questa prima fase sperimentale del progetto ci siamo occupati dell'installazione del bus di campo, basato sullo standard Profibus DP, finalizzato al controllo remoto di un sistema di movimentazione per il posizionamento di un gruppo di rivelatori di particelle cariche, nonché dello sviluppo delle necessarie circuiterie di interfaccia e del software di controllo remoto.

In fig.1 si può vedere la configurazione iniziale del sistema: tre motori, aventi il compito di azionare il sistema di movimentazione, sono controllati in locale da un apposito PLC; una stazione slave consente al sistema di supervisione di fornire al PLC i comandi di posizione ed i parametri di controllo e di leggere da quest'ultimo i valori di posizione raggiunti in tempo reale.

Nelle pagine seguenti vedremo i dettagli tecnici relativi al sistema meccanico di posizionamento, al controllore PLC ed al sistema di comunicazione Profibus DP adottato.

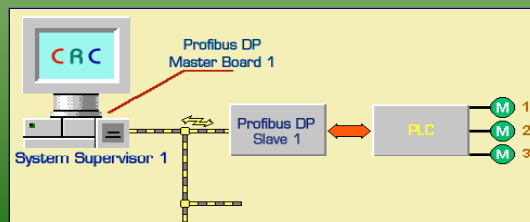
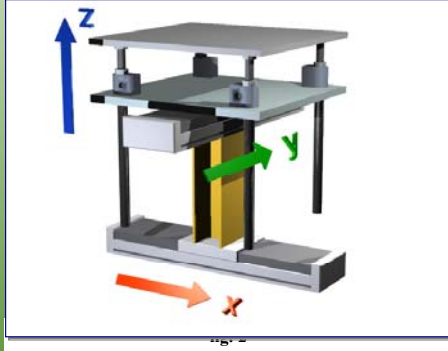


fig. 1



# Caratteristiche del sistema meccanico di movimentazione

Il sistema di posizionamento da controllare è visibile in fig.2: esso è costituito da due guide lineari disposte orizzontalmente, per i movimenti lungo l'asse x e lungo l'asse y, e da quattro guide disposte verticalmente, lungo la direzione z, che sostengono il piano d'appoggio per il sostegno dei rivelatori. Ogni guida è provvista di un giunto di azionamento che ruotando forza lo scorrimento lineare. Vi sono tre motori elettrici in continua per l'azionamento delle guide, ciascuno provvisto di encoder e riduttore di giri: uno per la guida sull'asse x, uno per quella sull'asse y ed uno per le quattro guide sincrone sull'asse z.



Di seguito in tab. 1 è possibile vedere le caratteristiche dei motori utilizzati; in tab. 2 sono presenti le caratteristiche tecniche delle guide.

Motore	N° impulsi x giro	Rapporto di riduzione	Alimentazione (V)
X	400		12
Y	400		24
Z	400	14 ÷ 1	24

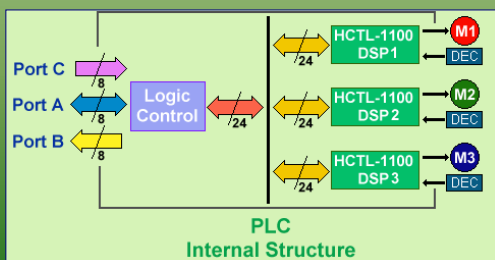
tab. 1

Guida	Risoluzione (mm/giro)
X	12
Y	24
Z	24

tab. 2

# Struttura del PLC

Come si può osservare dalla fig. 3, il PLC è costituito da un backplane sul quale sono montate 3 schede di controllo, ciascuna utilizzando un chip specializzato (HP HCTL-1100) per il controllo di motori elettrici in continua; la logica d'interfaccia del backplane fornisce 3 porte ad 8 bit il cui tipo ed uso è descritto in tab. 3



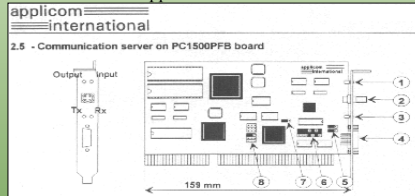
Porta	Tipo	Uso
A	I/O	Dati, Registri
B	I	Dati
C	O	Sincronismo

tab. 3

fig. 3

# Rete Profibus DP

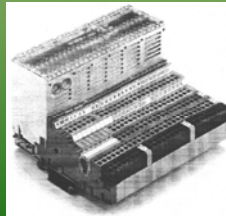
Per la realizzazione del bus di campo si è scelta una master board Applicom PC1500PFB da 500kbps ed un modulo slave Weidmuller combi 16DI/16DO ; il bus è costituito da un doppino intrecciato schermato adatto per la codifica differenziale standard RS 485.



Il modulo slave dispone di 16 bit di input e 16 di output indirizzabili singolarmente o a gruppi di byte o word, ed i livelli logici d'ingresso e d'uscita sono di tipo industriale a 24Vdc.

Come si è visto prima, il PLC richiede tre porte di comunicazione ad 8 bit: Port A bidirezionale, Port B di input e Port C di output.

Al fine di interfacciare il modulo slave con il PLC si è realizzata una scheda avente il compito di effettuare la conversione dei segnali da industriale 24Vdc a TTL di ricavare le necessarie porte di comunicazione dalle dello slave.



5Vdc e linee

Combi module 16-channel DI, 16-channel DO  
Digital Input/Output, Positive Switching  
Short Circuit Proof  
Byte by Byte Field Voltage Supply  
Power Supply 24Vdc  
Field Voltage 24Vdc



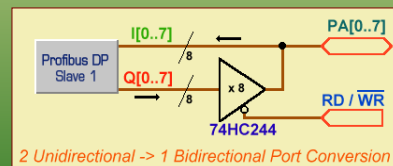
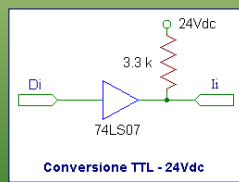
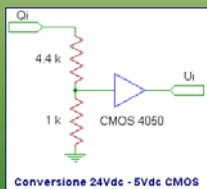
www.intellisystem.it

## Circuiti per l'interfaccia Slave-PLC

Nelle figure immediatamente a sinistra sono presenti i circuiti per le conversioni dei segnali logici: il primo fa uso di un partitore resistivo e di un buffer 4050 CMOS per la conversione da segnale industriale a segnale a 5Vdc TTL-CMOS compatibile; il secondo invece utilizza una buffer non invertente 74LS07 open-collector per far salire a 24Vdc lo swing logico d'uscita.

Nella figura sotto invece si può vedere lo schema logico che ricava la porta bidirezionale PA[0..7] dalle uscite Q[0..7] e dagli ingressi I[0..7] del modulo slave: il 74HC244 buffer three state abilita o meno le uscite Q sotto il controllo del segnale RD / WR il quale sarà direttamente connesso al pin 4 della Porta C che costituisce il segnale di output enable per l'interfaccia col PLC e quindi controlla la direzione dei dati sulla Porta A.

**Nota:** nella figura sotto si è omessa l'indicazione dei circuiti di conversione dei segnali per ragioni di semplicità.



www.intellisystem.it

# Slave-PLC Interface Board

Nelle pagine seguenti si possono vedere gli schemi logici dell'interfaccia Slave-PLC, la board con i componenti ed i masters relativi al lato rame ed a quello componenti: sullo schema relativo alla board con i componenti si notano quattro morsettiere ad otto poli alle quali vanno collegate le 32 linee dati del PLC (16 In, 16 Out) (le corrispondenze sono in tab. 4); la board è connessa al backplane del PLC mediante un flat a 34 poli agganciato a JP1. Si noti la presenza del deviatore S1: serve ad invertire o meno il segnale (bit 4 di Port C) di abilitazione per il three state U5; poiché C4 coincide con l'Output Enable del chip

Morsettiera	Linee dati Slave	Porta
JP2	Q[0..7]	A
JP4	I[0..7]	A
JP5	I[8..15]	B
JP6	Q[8..15]	C

tab. 4

[www.intellisystem.it](http://www.intellisystem.it)

# Interfaccia software

## Introduzione

Come si era precedentemente visto, la stazione attiva di supervisione ha il compito di fornire sia un'interazione visiva del controllo remoto realizzato sia un'interfaccia di comando per la posizione da impostare.

Prima di analizzare il software dal punto di vista dell'utilizzatore, procediamo col descrivere le funzioni che esso deve svolgere.

# Servizi dell'applicazione

Le principali funzioni di comando svolte dal software di supervisione sono:

- **Inizializzazione del sistema**
- **Comando posizione**
- **Stop d'emergenza**

Delle 3 funzioni, quella che merita una maggior attenzione è l'inizializzazione, il cui diagramma di flusso (relativo ad un solo chip di controllo HCTL, cioè ad un solo motore) è in fig. 4: il primo passo consiste nel RESET dell'HCTL, operazione che azzeri i registri interni compresi quelli della posizione; segue poi la programmazione dei registri ed il comando di spostamento verso una delle estremità della guida alla ricerca del finecorsa; durante questa fase avviene un test di sicurezza non evidenziato nella figura consistente nella verifica dello spostamento della barra a fronte di guasti al motore o ai cavi; il programma cicla sulla lettura di un opportuno registro dell'HCTL per verificare l'innesco del finecorsa e quindi il raggiungimento di un'estremità della guida; quando ciò avviene l'HCTL viene nuovamente resettato ed i suoi registri vengono riprogrammati; si sposta poi la guida per una quantità pari alla metà dell'escursione massima, alla ricerca della posizione di centro guida; raggiunta la posizione, l'HCTL viene nuovamente resettato e riprogrammato fissando così l'origine assoluta per i posizionamenti successivi.

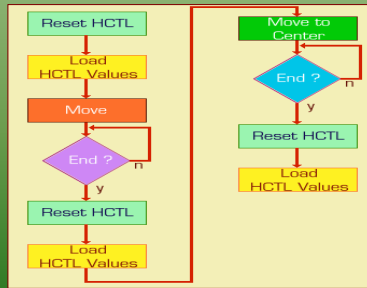


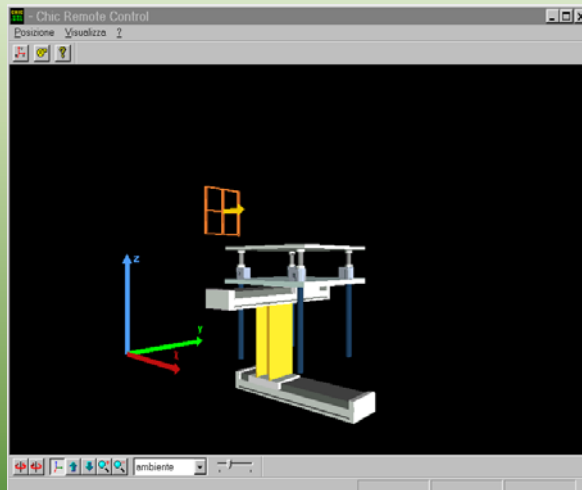
Fig. 4



www.intellisystem.it

## Manuale D'uso

### Interfaccia Grafica Utente



L'interfaccia grafica del programma di supervisione si compone di tre parti:

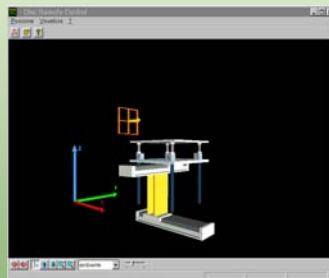
- campo grafico centrale
- barra inferiore di strumenti grafici
- barra di comando superiore
- barra di stato



www.intellisystem.it



# *Campo grafico centrale*



Fornisce una interazione visiva in tempo reale del funzionamento del sistema di posizionamento remoto: il sistema grafico tridimensionale al centro visualizza lo stato delle guide, gli assi cartesiani di riferimento per le direzioni positive lungo le guide e la posizione della sorgente di particelle con relativa direzione del fascio (finestra arancione con freccia).

Durante le operazioni di inizializzazione e posizionamento, il sistema grafico informa in tempo reale sullo stato delle guide. Diversi parametri grafici di visualizzazione possono essere regolati con la barra degli strumenti inferiore.

# *Barra inferiore dei comandi grafici*

Consta dei seguenti pulsanti:



comandi per la rotazione l'angolo di vista attorno al sistema di guide;



comando di visualizzazione degli assi di riferimento;



comandi per lo scrolling verticale;



comandi per la funzione di zoom;



controllo a tendina per la scelta del parametro da regolare col cursore adiacente;



cursore per la regolazione del parametro selezionato col controllo a tendina;

# Barra di comando superiore

Consta dei seguenti pulsanti:



attiva la finestra di comando posizione



controllo remoto pompe a vuoto (applicazione futura: attualmente inattivo)



informazioni su...

# Finestra di comando posizione



Controllo Posizione

x(cm): 14.5

y(cm): 14.5

z(cm): -12.55

Init Set Stop

Chiudi

CHIC



inizializza il sistema

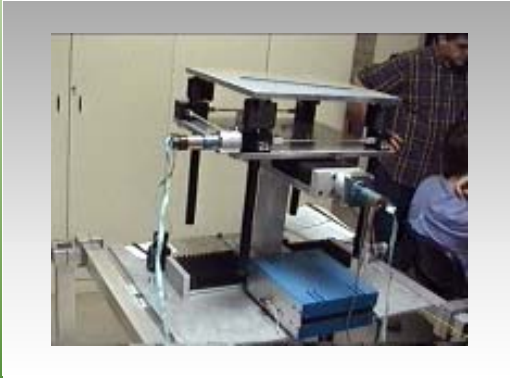


invia il comando di posizionamento al PLC secondo i valori specificati nelle caselle apposite



arresto d'emergenza

# *Fase di messa a punto del sistema*



# Descrizione dell'esperimento fisico



# Analisi dei dati acquisiti



# Sala acquisizione dati



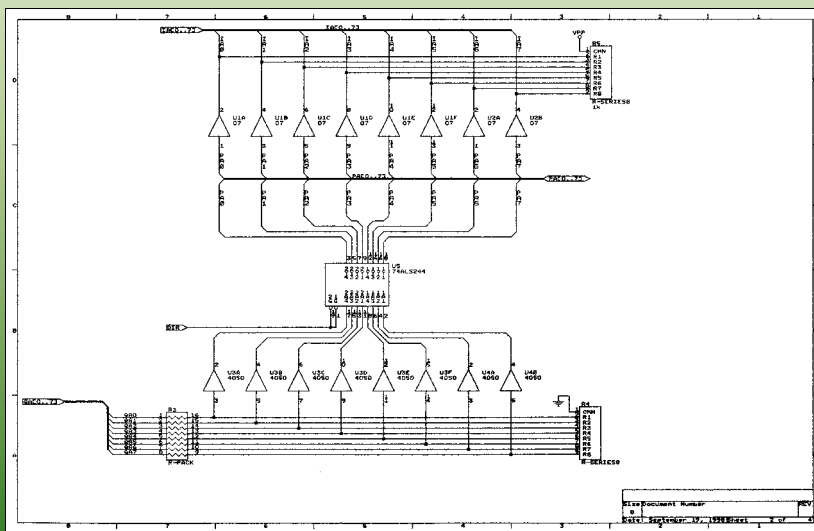
# Descrizione del nostro sistema

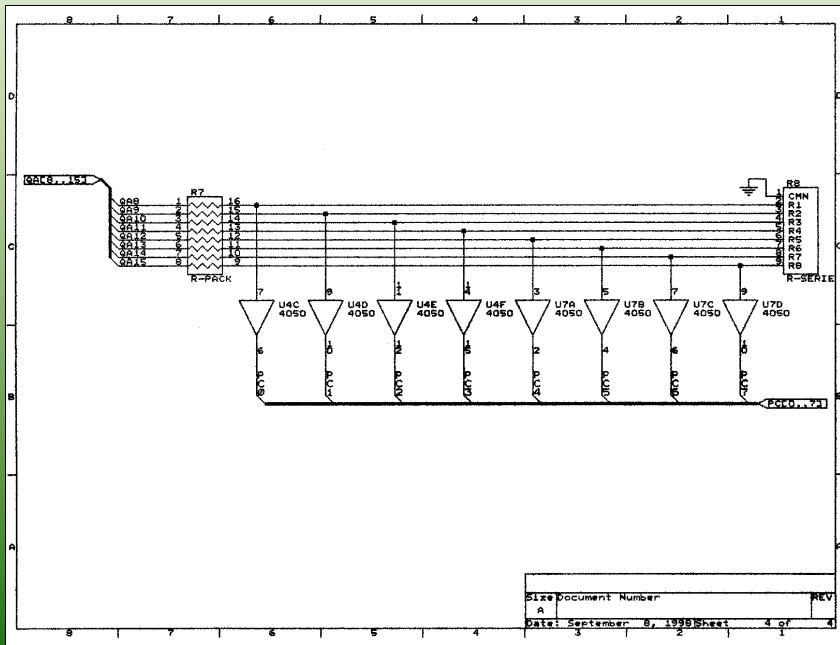
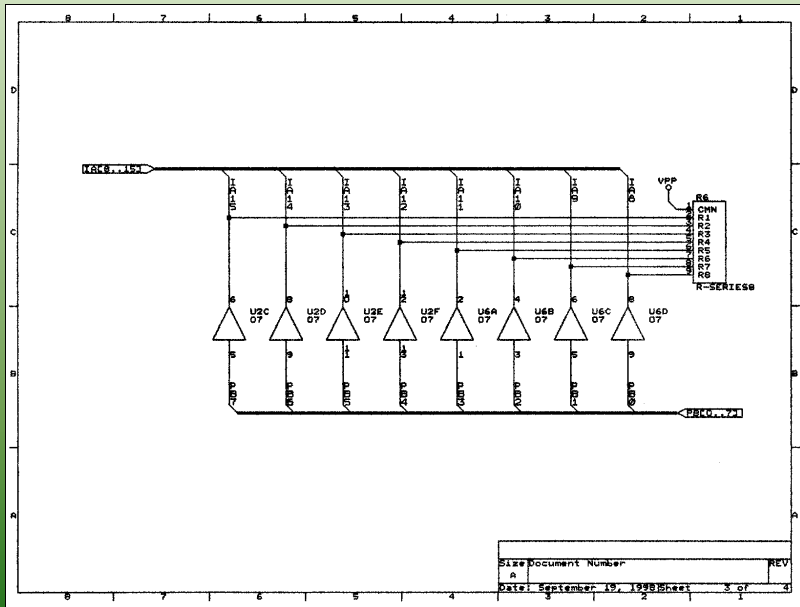


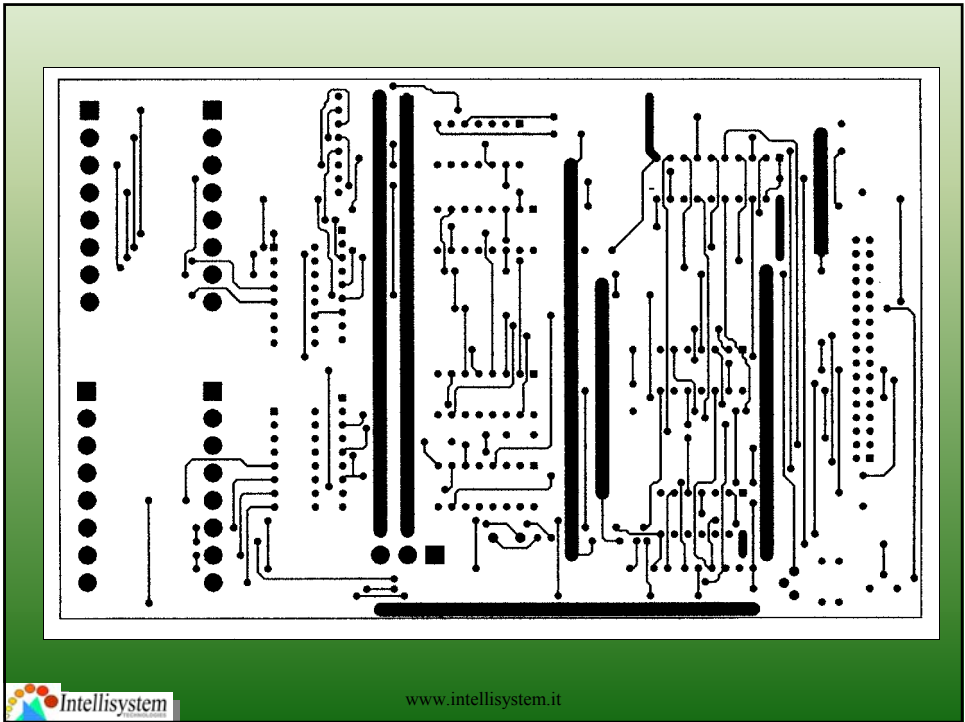
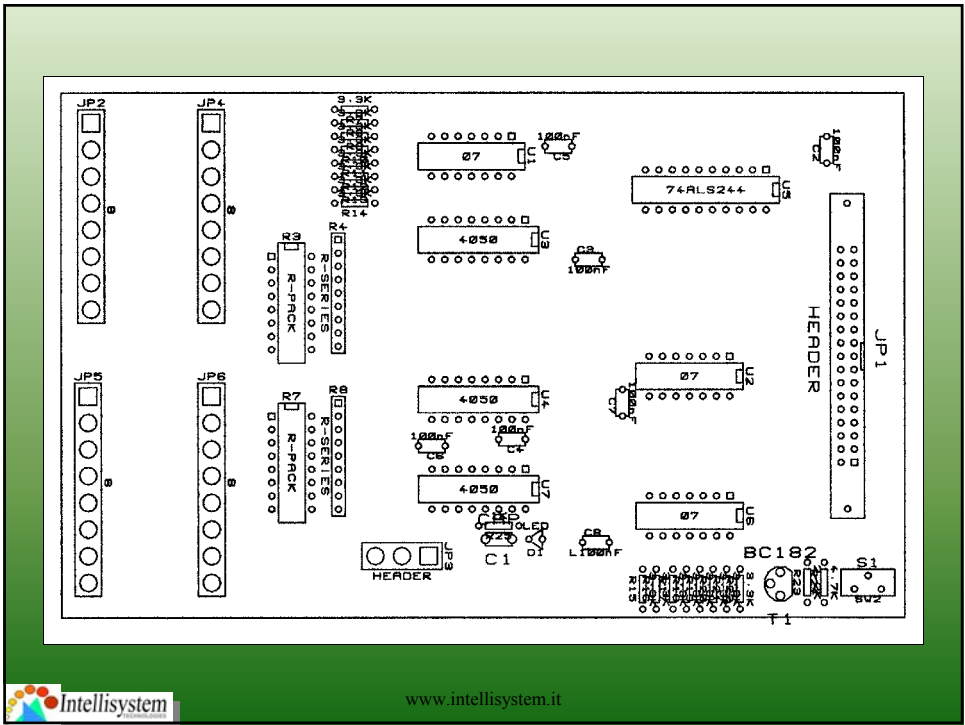
*! problemi non mancano mai !*



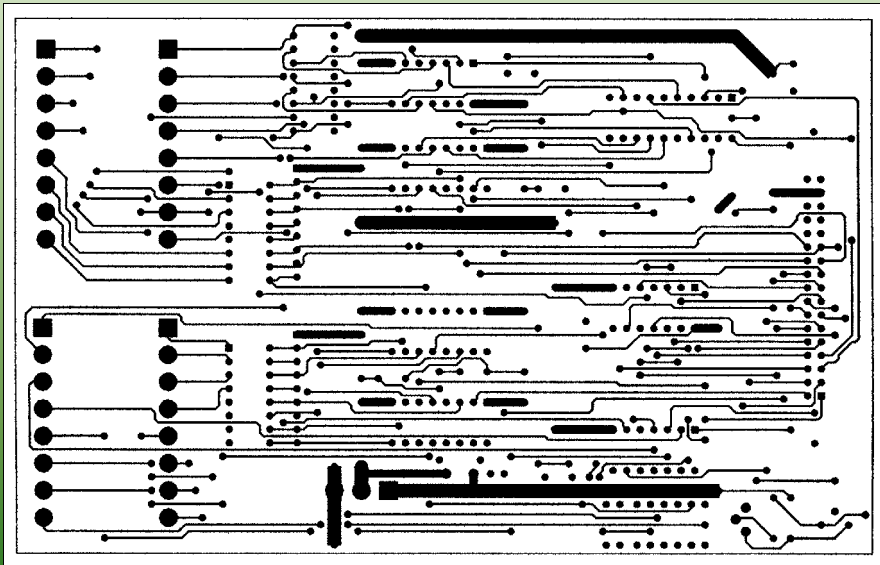
# Schematici e master dei circuiti di conversione dei segnali







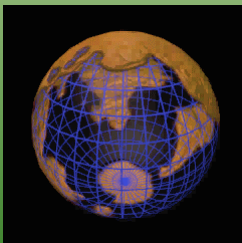




# Fine

**Cristian Randieri & Carlo Spitale  
ringraziano per la vostra cortese attenzione**

**Si ringraziano per i loro contributi in ordine alfabetico**



**Prof. Vincenzo Bellini  
Prof. Salvatore Cavalieri  
Prof. Orazio Mirabella  
Giovanni Conti  
Giovanni De Luca  
Dott. Giuseppe Riera  
Dott. Melissa Urrata**

**e tutti coloro che hanno partecipato attivamente a  
questa attività di ricerca**