

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA  
FACOLTA' DI INGEGNERIA

—  
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE  
—

TESI DI LAUREA TRIENNALE IN INGEGNERIA BIOMEDICA

TEST MANAGER:  
COLLAUDO AUTOMATICO DI  
DISPOSITIVI DI ACQUISIZIONE PER  
NEUROFISIOLOGIA

RELATORE: PROF. ENRICO GRISAN

LAUREANDO: MARCO DE LORENZI



ANNO ACCADEMICO 2009-2010



# Indice

INTRODUZIONE	1
CAPITOLO 1	3
La Testina Matrix	3
1.1 Introduzione	3
1.2 Schema a blocchi e breve descrizione della struttura interna	4
1.3 Utilizzo della testina tramite sistema di acquisizione	7
CAPITOLO 2	8
Test Manager: descrizione e funzionalità	8
2.1 Introduzione	8
2.2 MDI Form e Form Plot	9
2.3 Form Configuration	10
2.3.1 Tab Configuration	10
2.3.2 Tab Result	11
2.3.3 Tab Monopolar Switches	12
2.3.4 Tab Bipolar Switches	13
2.3.5 Tab Amplifier Switches	14
2.3.6 Tab Check	15
2.3.7 Tab ZCheck	15
2.3.8 Tab Equalization	16
2.4 Form Options	16
2.4.1 Tab Tolerance / Values	17
2.5 Form Report	17
2.6 Files indispensabili per l'utilizzo di Test Manager	19
CAPITOLO 3	21
Test introdotti: Amplificazione, Check Impedenza, Boccole, Equalizzazione, Offset, Noise	21
3.1 Introduzione	21
3.2 Test Amplificazione	21
3.3 Check Impedenza	24
3.4 Boccole	25
3.5 Equalizzazione	27
3.6 Noise	28
3.7 Offset	28
CAPITOLO 4	31
Conclusioni	31
CAPITOLO 5	32
Possibili sviluppi futuri	32
5.1 Modifica del Report	32
5.2 Differenziare il collaudo: interno o esterno	33
APPENDICE	35
ADC e Sistema di misura in Digit	35

# INTRODUZIONE

Con il presente lavoro di tesi si vuole descrivere l'attività di tirocinio da me svolta presso Micromed S.p.A. e in particolare descrivere le funzionalità del software realizzato per effettuare il collaudo automatico di uno strumento di acquisizione per segnali neurofisiologici.

Una fase fondamentale dopo la realizzazione di un prodotto e prima della sua vendita è quella del collaudo. Essa non solo precede l'immissione sul mercato, ma è prevista anche quando lo strumento rientra in assistenza o alla scadenza del periodo di tempo entro il quale è necessaria una sua ricalibrazione. In entrambi i casi il tecnico incaricato dovrà effettuare un primo test per verificare il corretto funzionamento qualora si tratti di ricalibrazione, o rilevare l'effettivo problema riscontrato dall'utente nel caso di guasto. Successivamente, una volta sostituiti eventuali componenti difettosi, o dopo aver apportato eventuali modifiche al sistema, ritenute essere la causa del malfunzionamento, il tecnico dovrà ripetere nuovamente tutti i test che ne certificano la corretta funzionalità nelle varie condizioni di utilizzo.

Questo processo prevede una serie di prove alle quali si sottopone l'apparecchiatura che simulano la realtà operativa nella quale verrà poi utilizzata.

La tipologia di documentazione alla quale è conveniente fare riferimento per la calibrazione e ricalibrazione delle apparecchiature è quella del Sistema Italiano di Taratura. La normativa europea n° 62353 ha il compito di porre delle direttive vincolanti nelle procedure legate alla ricalibrazione, e quindi al collaudo, di uno strumento.

Tutto ciò, ovviamente, implica una serie di procedure da seguire dettagliatamente durante l'esecuzione del collaudo (o ricalibrazione), e inoltre impone di allegare tutti gli esiti di tali operazioni al certificato di collaudo da consegnare al cliente.

“Test Manager” è un'applicazione pensata e sviluppata appositamente per far fronte a queste necessità. Si vuole, infatti, agevolare il lavoro dell'operatore che deve testare lo strumento, automatizzando il più possibile il collaudo vero e proprio della testina Matrix (sistema di acquisizione per EMG/EP) e, allo stesso tempo, garantire all'azienda e al cliente una certificazione del corretto funzionamento.

Come è possibile dedurre dai prossimi capitoli, vi sono diversi modelli della stessa testina, che differiscono principalmente l'uno dall'altro nel numero di canali di ingresso. Per questo motivo si è cercato di realizzare un'interfaccia grafica che si adattasse ugualmente ad ognuno di essi, e che allo stesso tempo evidenziasse le opportune differenze durante le verifiche.

L'elevato numero di test necessari per ciascun modello di amplificatore in produzione, rende l'approccio automatico una necessità, ed il lavoro di questa tesi pone le basi per un software di aiuto al tecnico collaudatore.

Invece di utilizzare strumenti esterni per misurare uno ad uno i rispettivi valori di tensione dei vari punti di test, si può semplicemente leggere i valori che rileva il software “Test Manager”.

Se tali valori rientrano in un certo intervallo accettabile, si ha un esito positivo del test, in caso contrario l'esito sarà negativo. Tutto ciò viene riportato in un file di testo opportunamente formattato in base alle esigenze aziendali.

I test che vengono effettuati sulle apparecchiature sono ben standardizzati e fanno parte del corredo di verifiche mirate a garantire sicurezza ed affidabilità del prodotto. Per quanto riguarda l'intervallo di accettabilità delle misure si opera facendo inizialmente una stima teorica del valore (da progetto) e, quindi, se ne impongono i limiti operativi. Occorre che tutte le grandezze misurate rientrino nei limiti indicati affinché il collaudo/calibrazione possa ritenersi superato con successo.

# CAPITOLO 1

## La Testina Matrix

### 1.1 Introduzione

La testina Matrix viene utilizzata in ambito neurofisiologico per realizzare esami di elettromiografia o potenziali evocati.

Vi sono diversi modelli della stessa testina, che differiscono l'uno dall'altro fondamentalmente per il numero di canali di ingresso. Differenza che viene evidenziata anche nel nome: il modello Matrix 1005 ha 5 canali di ingresso più un sesto canale, ausiliario; il modello il Matrix 1009 ha 9 canali di ingresso più un decimo, ausiliario; e così via, sino al modello Matrix 1017 il quale, a differenza degli altri, ha 16 canali più uno ausiliario.

Qui sotto viene riportata la figura del modello 1005.



*Figura 1: Matrix 1005*

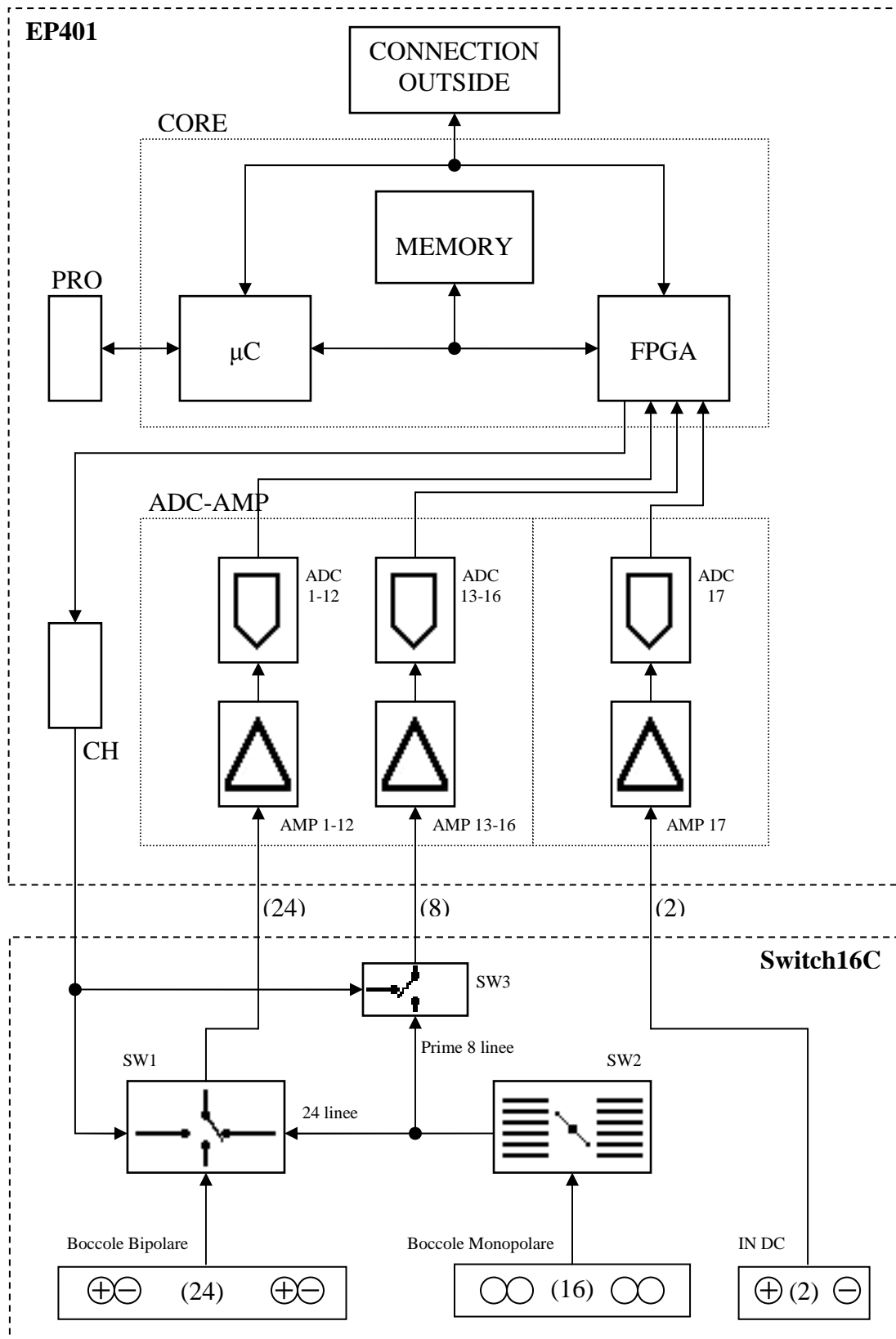
## 1.2 Schema a blocchi e breve descrizione della struttura interna

Elettronicamente, è costituita da due schede principali nelle quali si suddivide la circuiteria: una prima scheda, la Switch16Ch, alloggia i connettori di ingresso dei segnali provenienti dal paziente, il primo stadio di amplificazione, ed il circuito per il controllo dell'impedenza degli ingressi.

Gli switches presenti hanno sia lo scopo di connettere le varie boccole con gli amplificatori, sia di modificare banda passante e guadagno di questi ultimi. Per la funzione di connessione sono usate due serie di switches, detti anche primi due stadi di amplificazione, mentre per la banda passante ed il guadagno ne viene utilizzata una terza, detta terzo stadio di amplificazione.

Una seconda scheda invece, la EP4016, racchiude gli amplificatori necessari per l'esecuzione dell'esame (3° stadio di amplificazione), i convertitori che trasducono il segnale analogico acquisito in forma digitale, e la parte logica per la trasmissione/ricezione dei dati. Il dispositivo è fisicamente delimitato da una barriera di separazione galvanica costituita da optoisolatori e DC/DC converter verso il PC, al quale deve essere connesso per l'elaborazione dei dati.

Qui sotto viene riportato lo schema a blocchi della circuiteria, nel quale si può intuire quali sono i componenti utilizzati e in che modo sono predisposti.



Come è possibile notare, son ben visibili le due schede distinte e i componenti che appartengono a ciascuna di esse.

Nella prima, la EP4016, vi sono 3 blocchi principali che la costituiscono: il core, il connection outside e l' Adc-Amp.



Il blocco denominato **Core** può essere considerato quello principale, in quanto gestisce Microcontrollore, FPGA(Field Programmable Gate Array) e Memoria.

Il microcontrollore gestisce la parte di elaborazione dei dati, quindi la programmazione di se stesso e del FPGA, controlla le varie alimentazioni, ecc.

L'integrato FPGA è un circuito programmabile che si occupa di gestire i segnali provenienti dagli ADC, di controllare i led durante il check dell'impedenza, di generare il trigger, ecc.

La Memoria, infine, ha la funzione di salvaguardare la trasmissione, nei casi in cui questa sia momentaneamente satura (ad esempio durante il collegamento via bluetooth).

Il secondo blocco è il **Connection Outside**, il quale si occupa di gestire tutti i vari collegamenti con l'esterno. Le connessioni disponibili si possono realizzare attraverso diversi mezzi di comunicazione: via radio, quindi tramite bluetooth; tramite il connettore per il cavo di interfaccia; tramite il connettore per il cavo di espansione verso altre testine; tramite il connettore per il trigger.

Questo blocco, visibile anche in Figura 2, in realtà fa parte di una terza scheda, molto più piccola delle precedenti e creata appositamente per gestire le connessioni di I/O.

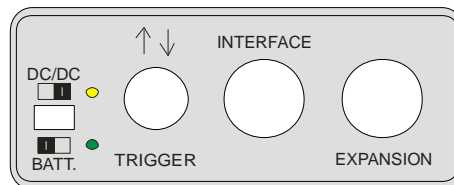


Figura 2: pannello posteriore della testina Matrix

Il terzo e ultimo blocco è quello dedicato agli **ADC-AMP**, il quale, come è comprensibile dal nome, gestisce questo genere di componenti.

Gli ADC sono 17, ciascuno utilizzato per ogni canale. Ognuno di essi è collegato al rispettivo amplificatore (AMP).

I primi 16 amplificatori hanno gli stessi parametri di banda e guadagno ed offrono la possibilità di cambiare questi valori attraverso la manipolazione degli switches. Il 17° amplificatore invece viene utilizzato con dati leggermente diversi dagli altri perché il segnale è legato ed utilizzato con la sonda di temperatura (DC). In ogni caso, come negli altri canali, anche in questo vi è la possibilità di modificare entrambi i parametri attraverso altri switches.

La seconda scheda, la Switch16ch, viene utilizzata per contenere i vari tipi di ingressi e i 3 blocchi di switch.

Il primo blocco di switches, **SW1**, è associato agli ingressi bipolari. In particolare è possibile collegare i primi 12 canali, quindi quelli relativi agli AMP 1 – 12, con un ingresso a scelta tra le boccole bipolari, le 24 linee a disposizione, e il segnale di Check.

Il secondo blocco di switches, **SW2**, è invece associato agli ingressi monopolari. Questo permette di collegare ciascun ingresso monopolare (quindi uno dei 16 ingressi disponibili) a ciascuna delle 24 linee a disposizione.

Il terzo e ultimo blocco, **SW3**, permette di collegare ulteriori 4 canali (relativi agli AMP 13 – 16) con le prime 8 linee o con il segnale di Check generato internamente.

Tra il blocco associato agli ingressi, troviamo inoltre quello denominato **“IN DC”**, che riguarda la sonda di temperatura. Questo, a differenza degli altri, permette di portare

direttamente il segnale (quindi collegare l'ingresso) con l'amplificatore AMP17, e poi essere campionato con il rispettivo ADC.

### 1.3 Utilizzo della testina tramite sistema di acquisizione

La testina Matrix, come le altre testine di acquisizione, è collegata da una parte ad un PC per l'elaborazione dei dati e dall'altra al paziente per l'acquisizione.

Il collegamento al PC è realizzato tramite le interfacce BQUSB o BQ PCI PLUS, attraverso i connettori Franz Binder 710 a 5 poli, e le linee di comunicazione con l'interfaccia sono opportunamente optoisolate.

L'interfacciamento al PC è ottenuto tramite un software di acquisizione, denominato System Plus O System Evolution, il quale permette di gestire la visualizzazione delle tracce, la loro elaborazione e la memorizzazione, l'impostazione dei parametri di filtraggio ed amplificazione dei segnali acquisiti. Inoltre è possibile eseguire il controllo dell'impedenza degli elettrodi che viene visualizzata sul monitor del PC e anche sulla testina, mediante LED vicini agli ingressi. Il controllo dell'impedenza è eseguibile anche direttamente dalla testina quando è sconnessa dal PC e alimentata a batteria.

Tutti i modelli, come descritto nel paragrafo precedente, sono dotati di ingressi monopolari, e alcuni canali hanno anche degli ingressi differenziali. Questi canali sono commutabili su qualsiasi ingresso monopolare e le loro etichette sono denominabili, il tutto eseguito semplicemente via software dall'operatore.

Altri parametri che si possono modificare sempre a livello software sono la sensibilità dei canali e il range di ingresso, il quale è selezionabile tra 51200 $\mu$ V e 6400 $\mu$ V.

Qui sotto viene riportato un esempio di schermata del software di acquisizione creato da Micromed ed utilizzato con la testina Matrix.

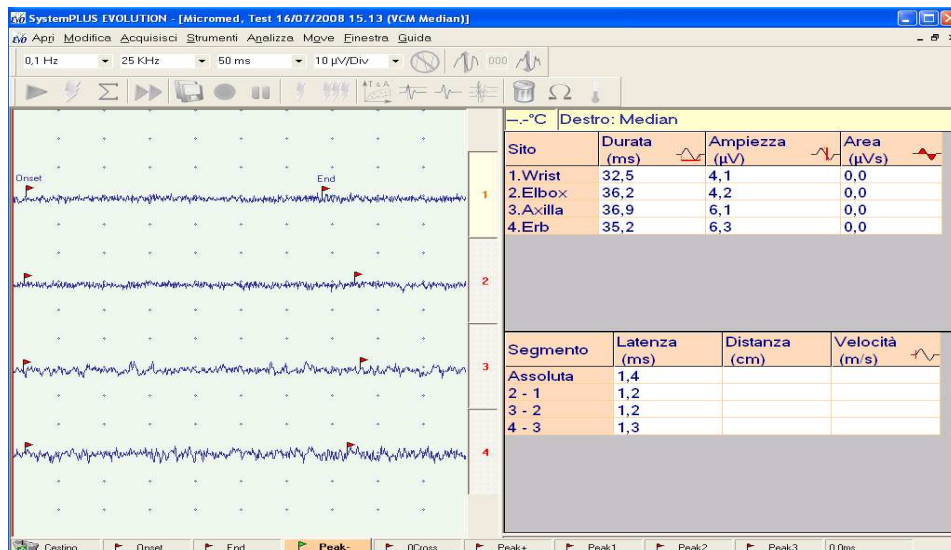


Figura 3: finestra del programma System Evolution per la misura dell'ampiezza del segnale acquisito

## CAPITOLO 2

### Test Manager: descrizione e funzionalità

#### 2.1 Introduzione

Come già accennato nell'introduzione, Test Manager è stato progettato per eseguire in maniera del tutto automatica o semi-automatica il collaudo di uno strumento, prevedendo il suo utilizzo con più strumenti diversi. Ecco perché il polimorfismo dell'interfaccia grafica diventa una sua caratteristica di maggior spessore.

Questo permette di utilizzare la stessa struttura di base con differenti testine, adattando ad ognuna di esse le funzioni principali dell'applicazione.

Un esempio chiarificatore del polimorfismo dell'interfaccia realizzata può essere quello rappresentato nelle due figure seguenti:

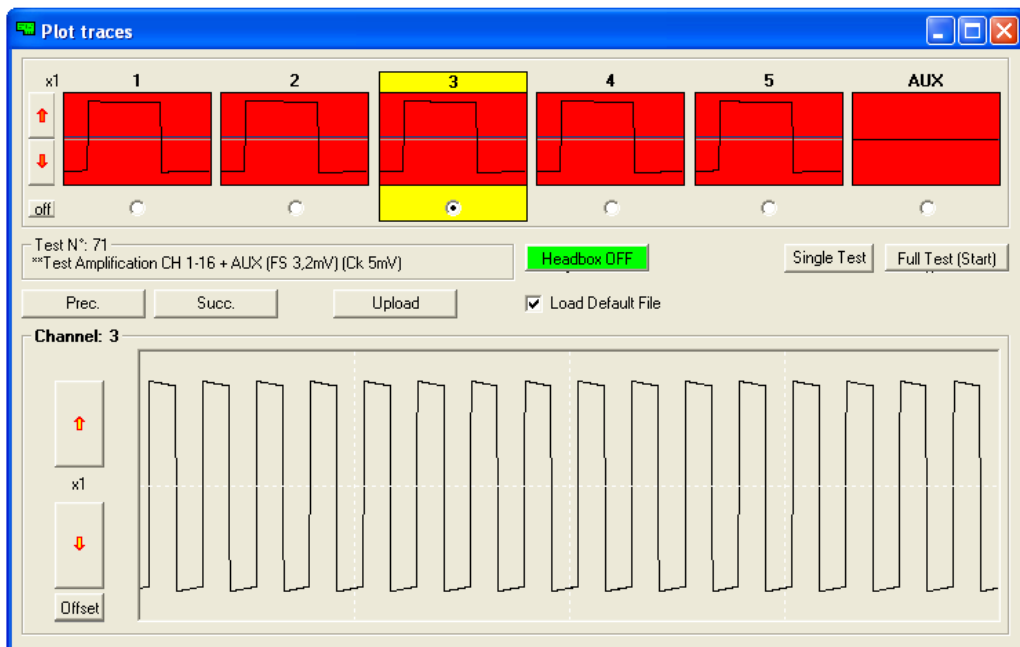


Figura 4: form Plot con collegata una Matrix 1005 durante un test di Amplificazione con canale 3 selezionato in Singola traccia

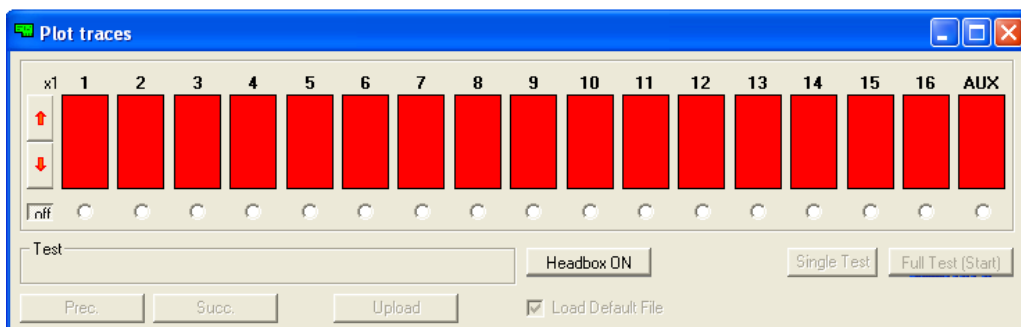


Figura 5: form Plot con collegata una testina Matrix 1017 ancora spenta

Come è abbastanza semplice notare, si vedono due schermate con delle grosse similitudini, ma al contempo delle chiare differenze. Nel primo caso si notano 5 barre verticali rosse ed una finestra più in basso contenente un solo tracciato relativo al canale selezionato (in Figura 4 il canale visualizzato è il n° 3). Nel secondo caso invece (Figura 5) le barre verticali sono 17 e non vi è alcuna finestra relativa ai canali selezionati. In questo caso inoltre non vi è alcun segnale applicato in ingresso.

Questi due esempi evidenziano, oltre al differente numero di canali tra le due testine, anche un'importante funzionalità di Test Manager, ovvero la possibilità di allungare la scala dei tempi nella visualizzazione del segnale relativo ad un solo canale.

Ogni barra verticale rossa permette di visualizzare l'andamento del segnale di ingresso di ciascun canale, con una base dei tempi di 1/16 di secondo. La finestra sottostante invece, come detto poco fa, consente di rappresentare il segnale per un tempo più prolungato, dell'ordine del secondo.

Subito a lato, in entrambi i casi, vi sono due pulsanti con due frecce verticali: questi permettono di amplificare il segnale a seconda delle necessità dell'utente. Amplificazione che in ogni caso viene realizzata soltanto a livello software (e non realmente), in modo tale da consentire una maggiore nitidezza in fase di visualizzazione.

Nei paragrafi seguenti vengono spiegate le principali funzionalità di Test Manager, riportando le schermate più significative e i file fondamentali per la corretta esecuzione del programma stesso.

## 2.2 MDI Form e Form Plot

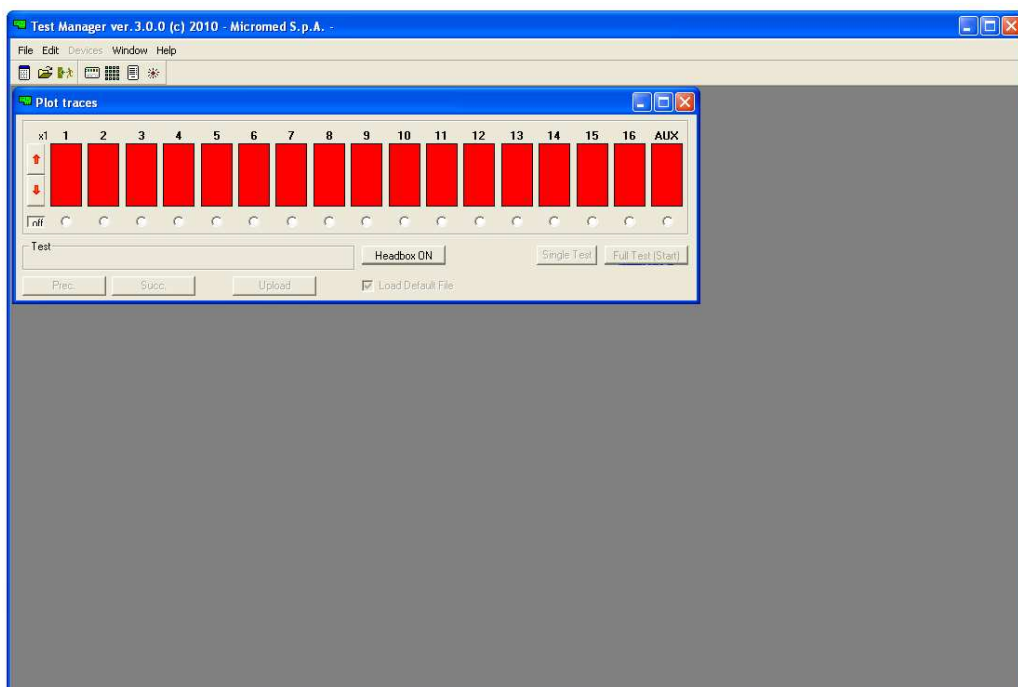


Figura 6: MDI Form (form contenitore) ripresa all'avvio del programma

Come si evince dalla Figura 6, la form nella quale vengono rappresentate le varie tracce è contenuta in una MDI Form, ovvero una form-contenitore che raggruppa tutte le altre.

Come ogni MDI Form che si rispetti, anche questa contiene un menù principale ed una serie di tasti utili a richiamare in maniera rapida i comandi (o finestre) più utilizzati. Nello specifico vi sono 7 tasti. Partendo da sinistra, i primi due non riguardano le form vere e proprie, bensì il file di configurazione. Il tasto “New” permette di creare un nuovo File \*.mtx nel quale si possono salvare nuovi test da eseguire, mentre il tasto “Open” permette di aprire un File \*.mtx precedentemente salvato e contenente i test già creati.

Il terzo tasto, “Exit”, chiude tutte le form ed esce dall’applicazione.

Successivamente si hanno altri 3 tasti che, a differenza dei primi, richiamano le omonime form: “Form Plot”, “Form Configuration” e “Form Report”.

## 2.3 Form Configuration

Tramite questa form, e in particolare tramite i tab che essa contiene, è possibile selezionare le varie opzioni relative ad un determinato test e ad una impostazione particolare del test stesso. Sarà possibile selezionare quali switches attivare, determinare il guadagno di un amplificatore, inviare o meno il segnale di Check in ingresso ai vari operazionali, ecc. Tutto a portata di un click del mouse.

### 2.3.1 Tab Configuration

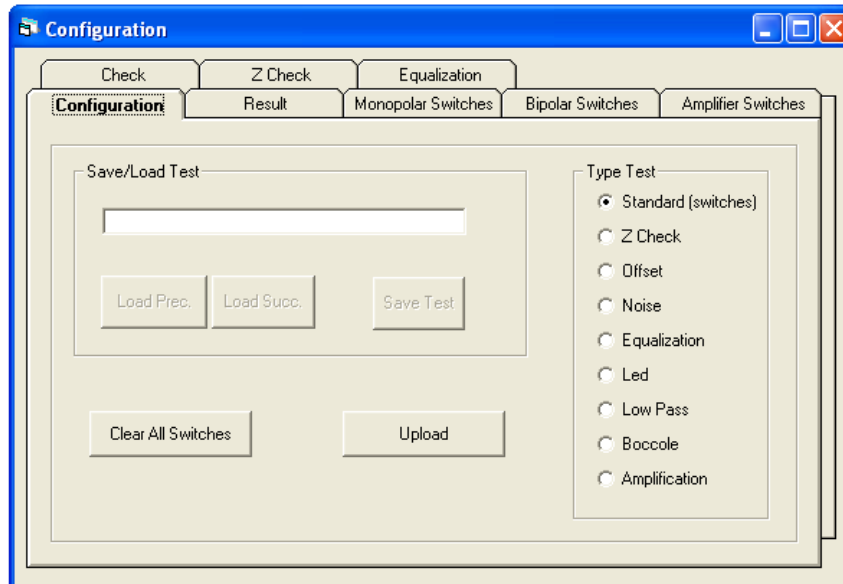


Figura 7: Tab Configuration

Questo tab permette di effettuare alcune operazioni generiche, ma fondamentali per i test. E’ possibile scorrere in avanti/indietro la lista di test già presenti nel file mtz passando da uno all’altro, semplicemente premendo i tasti “Load Prec” o “Load Succ”. Nel caso in cui, invece, si debba aggiungere un nuovo test, salvandolo nel file di configurazione, lo si può fare inserendo nome, tipo di test e poi premendo il tasto “Save Test”, una volta impostati gli altri settaggi. E’ possibile inoltre cambiare il tipo di test da

effettuare (Standard, Z Check, Offset, Noise, Equalization, Led, Low Pass, Boccole, Amplification) selezionando uno dei Check Select posti a destra. Classico esempio in cui si debba fare una prova di un test senza per forza salvarlo. Ecco che allora sarà sufficiente impostare i parametri degli altri tab (quindi switches bipolari, monopolari, amplificatori, ecc), a seconda delle necessità, e infine premere il tasto “Upload”, il quale si occupa di inviare alla testina la configurazione corrente.

L’ultimo tasto che si può notare in basso a sinistra, “Clear All Switches”, permette di resettare le impostazioni di tutti gli switches della testina, deselegnando le opzioni già attive.

### 2.3.2 Tab Result

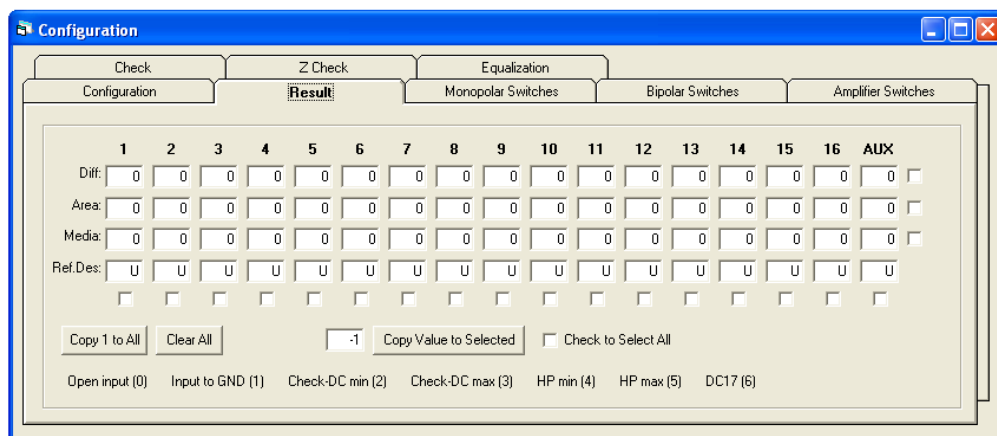


Figura 8: Tab Result

Questo tab può essere considerato il cuore della maggior parte dei test, perché qui vi si trovano gli indici che permettono di risalire ai valori teorici che ci si aspetta come risultato del test in atto.

Infatti le tre righe di text box contengono i valori di Differenza (picco-picco), Area e Media per ciascun canale.

Le altre funzioni che mette a disposizione il tab sono una sorta di agevolazioni per l’utente: permette infatti di copiare in ogni campo spuntato un certo valore, invece di scriverlo di volta in volta, oppure permette di deselegnare, e quindi resettare, tutti i campi.

### 2.3.3 Tab Monopolar Switches

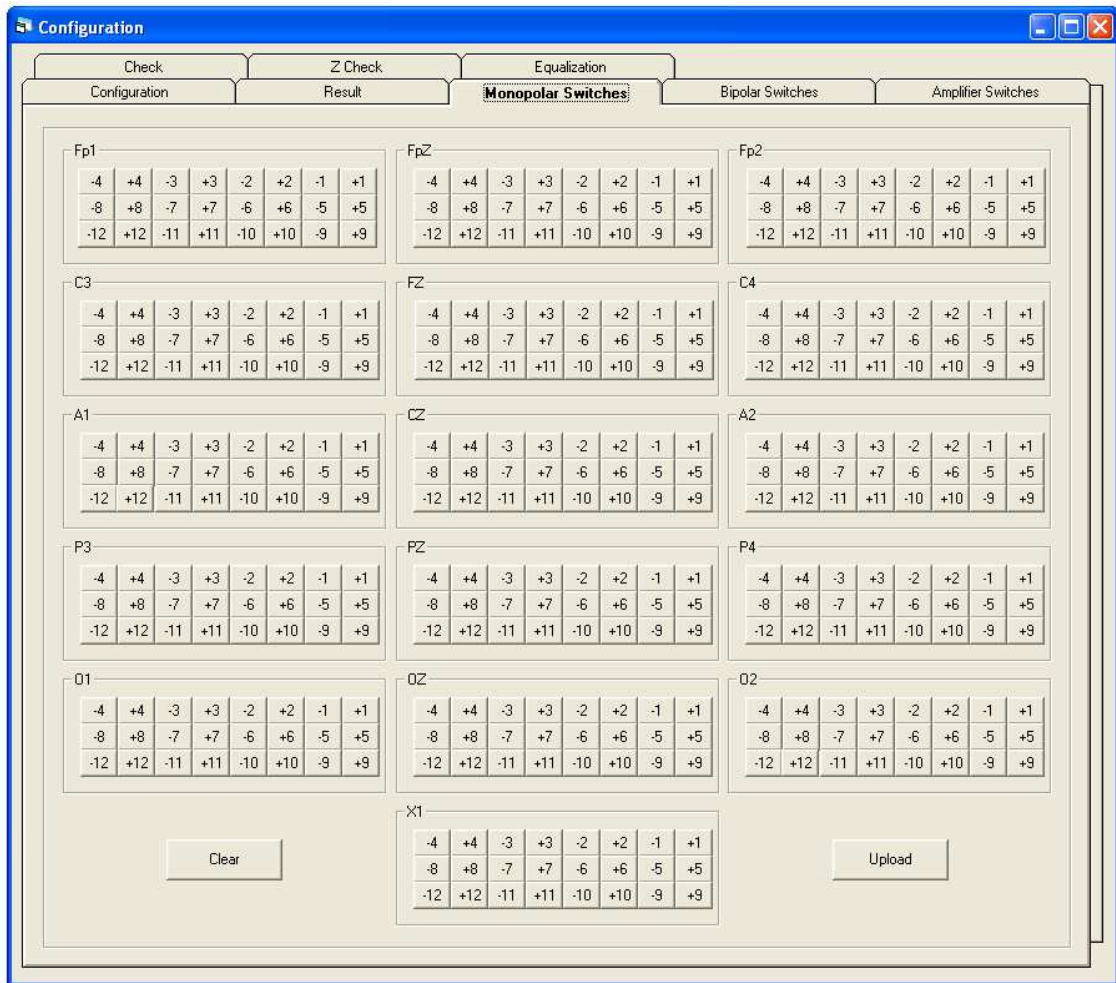


Figura 9: Tab Monopolar Switches

Questo tab consente di controllare i singoli interruttori degli switch monopolari.

Ogni boccia dei monopolari può essere collegata, attraverso degli integrati aventi 8 piedini ciascuno, alle linee  $\pm 1 \div \pm 4$ ,  $\pm 5 \div \pm 8$  e  $\pm 9 \div \pm 12$ . In questo modo si sfrutta un linea di bus per creare un collegamento tra boccia (ingresso monopolare) e uno switch bipolare a discrezione dell'utente. Tramite queste linee infatti è possibile decidere quale switch collegare, senza averne uno prestabilito.

Più in basso troviamo i classici due pulsanti, "Clear" e "Upload", che hanno sempre le stesse funzioni che avevano nelle altre form, ovvero quella di resettare i settaggi del tab e inviare i comandi alla testina.

Se ad esempio si volesse rendere effettiva la richiesta di apertura di tutti gli interruttori basterebbe prima premere il tasto "Clear" e poi "Upload".

## 2.3.4 Tab Bipolar Switches

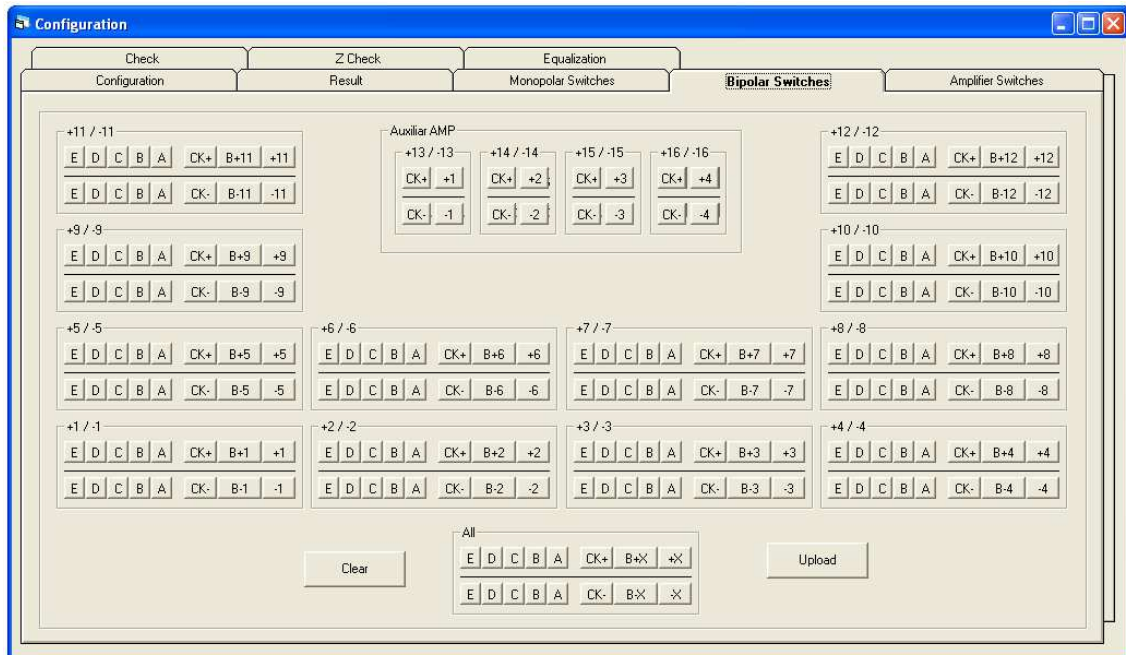


Figura 10: Tab Bipolar Switches

In questo tab, come è possibile notare dalla Figura 10, si ha una rappresentazione schematica degli interruttori bipolari della testina. Si è scelto di usare questo tipo di rappresentazione per dare all'utente la possibilità di avere una maggiore immediatezza, e quindi una minor perdita di tempo, nel verificare le impostazioni.

Ogni frame è caratterizzato dal nome  $+N/-N$ , dove  $N$  rappresenta il numero di canale, e la presenza del  $+$  e del  $-$  è legata al fatto che gli ingressi sono bipolari, e quindi avranno un ingresso positivo e uno negativo. Ecco spiegato inoltre il motivo della presenza di tasti uguali, ma doppi: ciascuno è legato a ciascuno dei due ingressi.

I tasti A, B, C, D, E corrispondono a 5 linee (bus in comune a tutti gli amplificatori) che permettono di effettuare dei collegamenti indiretti tra due o più ingressi. I tasti CK+ e CK- corrispondono alla linea del check positiva e negativa; linea che permette di inviare al rispettivo ingresso il segnale generato internamente dallo strumento. I tasti B+X e B-X (con X numero dell'amplificatore 1 - 12) corrispondono al collegamento con la boccia dell'ingresso non invertente (+) e invertente (-).

I tasti +x e -x (con x il numero di linee da  $\pm 1$  a  $\pm 12$ ) permettono di creare il collegamento con gli ingressi monopolari.

E anche in questo tab, in fondo, vi sono i tasti "Clear" e "Upload" con le stesse funzioni di sempre. Tra questi due tasti però vi è un ultimo frame ("All") che consente di selezionare le stesse impostazioni su tutti i canali, invece di dover realizzare la stessa configurazione di volta in volta.



## 2.3.5 Tab Amplifier Switches

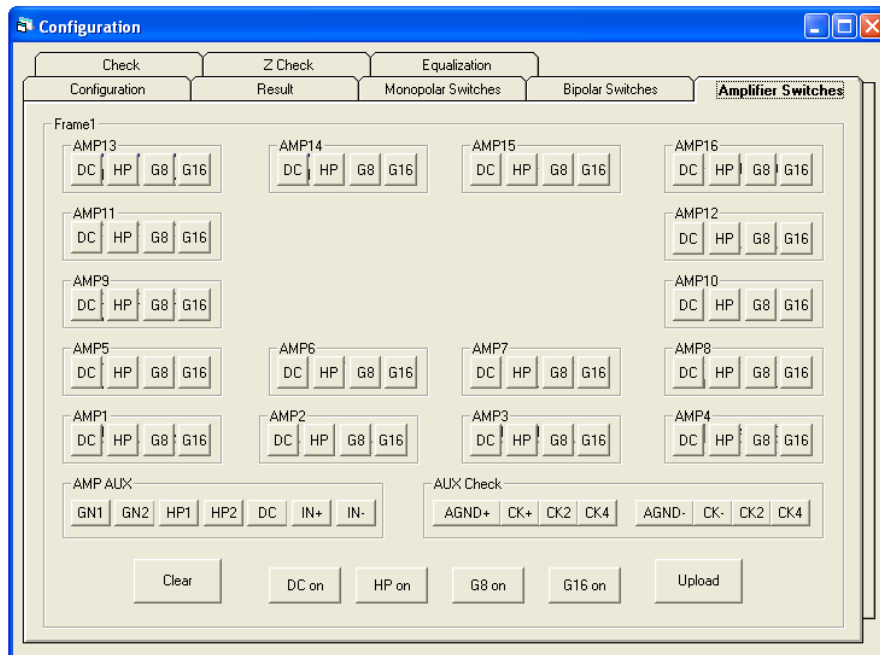


Figura 11: Tab Amplifier Switches

Questo tab permette di controllare gli switches degli amplificatori generici dei vari canali e quello del canale ausiliario AUX. In ogni canale, rappresentato dal frame AMP<sub>x</sub> (con x numero di ciascun canale), sono presenti 4 tasti. Per quanto riguarda il canale ausiliario invece i tasti sono 3 in più.

La funzione che ognuno di essi svolge è la seguente: i tasti DC chiudono lo switches della componente continua, che usualmente viene filtrata in ingresso; i tasti HP servono ad attivare/disattivare il filtro passa alto; i tasti G8 e G16 modificano il guadagno, e quindi il fondo scala nella misura, di ciascun amplificatore. Poichè i valori di amplificazione sono 3, e ciascuno di essi è legato ad una ed una sola combinazione ben precisa di questi tasti, si capisce la necessità di averne due.

Nel canale ausiliario AUX la cosa è leggermente diversa: i guadagni utilizzati sono sempre 3, ma con valori diversi (in realtà nel cambia soltanto uno dei tre); e i tasti che permettono di modificare tali valori sono GN1 e GN2; lo stesso principio vale per i tasti HP1 e HP2 relativi al filtro passa alto e ai tasti IN+ e IN- relativi all'impedenza d'ingresso.

Quest'ultimo canale inoltre permette, a differenza degli altri, di modificare il segnale di ingresso, applicando ad esso un'amplificazione di un fattore 2 o 4. Quindi se ad esempio il segnale di Check utilizzato di solito è un segnale ad onda quadra con tensione picco-picco di 5 mV, selezionando il tasto "CK2" si avrà in ingresso un segnale con V<sub>pp</sub> pari a 10 mV.

Come nella maggior parte dei tab, anche qui vi sono i tasti "Clear" e "Upload", e tra essi vi sono 4 tasti che permettono di selezionare le stesse impostazioni per ogni canale (tutti tranne quello ausiliario).

### 2.3.6 Tab Check

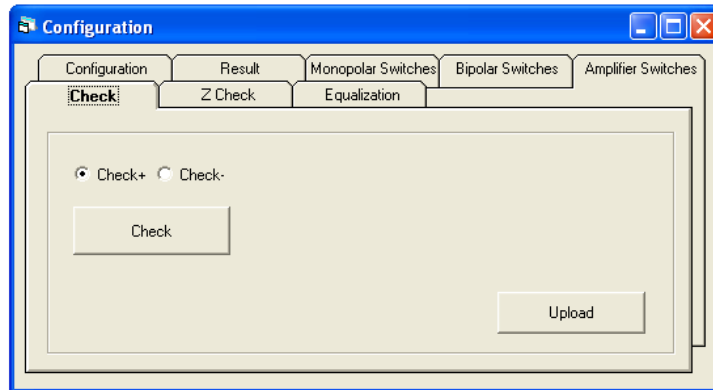


Figura 12: Tab Check

La funzione del Tab mostrato in Figura 12 è quella di abilitare o meno il segnale di Check (in versione positiva o negativa a discapito dell'utente) tramite la pressione dell'omonimo tasto. Questo segnale, come già spiegato in precedenza, è un segnale ad onda quadra con frequenza di 16 Hz e viene generato internamente dallo strumento. Anche in questo tab è presente, come si può notare, il tasto "Upload", con la medesima funzione che ha in tutti gli altri casi.

### 2.3.7 Tab ZCheck

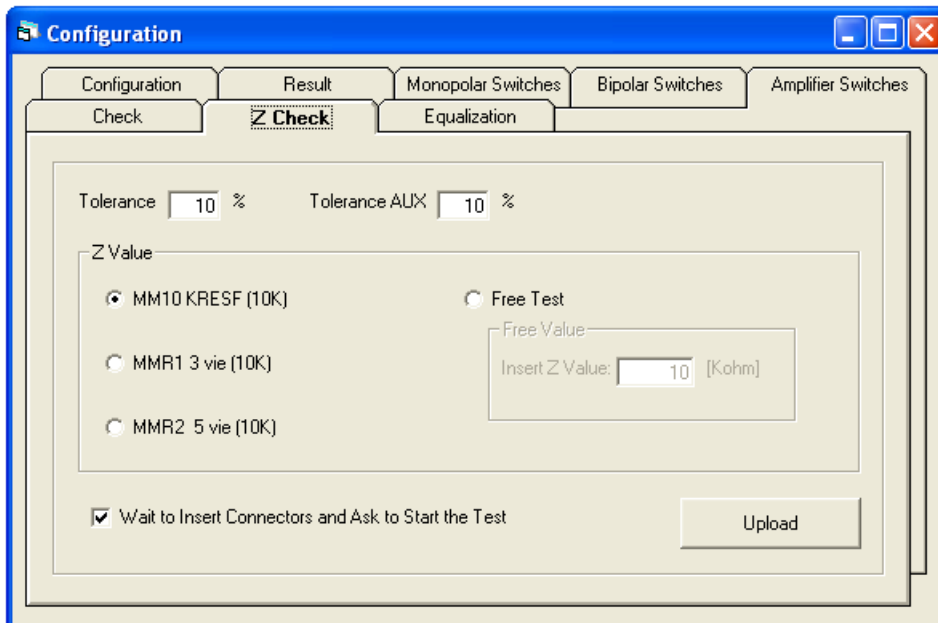


Figura 13: Tab Z Check

Come si evince dal nome, il tab visualizzato in Figura 13 si occupa di gestire i parametri che riguardano il test di Check dell'Impedenza. Nella parte superiore vi sono due text

box che permettono di inserire la tolleranza % consentita nei vari canali (campo Tolerance) e nel canale ausiliario AUX (Tolerance AUX).

Appena più in basso troviamo il frame Z Value, contenente i valori dei connettori da inserire per l'esecuzione di questo genere di test. Come sappiamo, vi sono diversi tipi di connettori (touchproof, Franz binder, ecc) ai quali potrebbero corrispondere valori di impedenza diversi. Per ora si è scelto di utilizzare tutti i connettori con lo stesso valore di impedenza, ma in futuro questa scelta potrebbe cambiare.

Il quarto check box, se selezionato, permette all'utente di decidere che valore utilizzare come riferimento di impedenza.

Nella parte bassa del tab vi è un riquadro di spunta che consente di abilitare o meno la visualizzazione della form Message durante l'esecuzione del test. Questa form suggerisce all'utente di inserire il tipo corretto di connettore e attende che sia l'utente stesso a dare il via al test o a decidere di saltare il test.

### 2.3.8 Tab Equalization

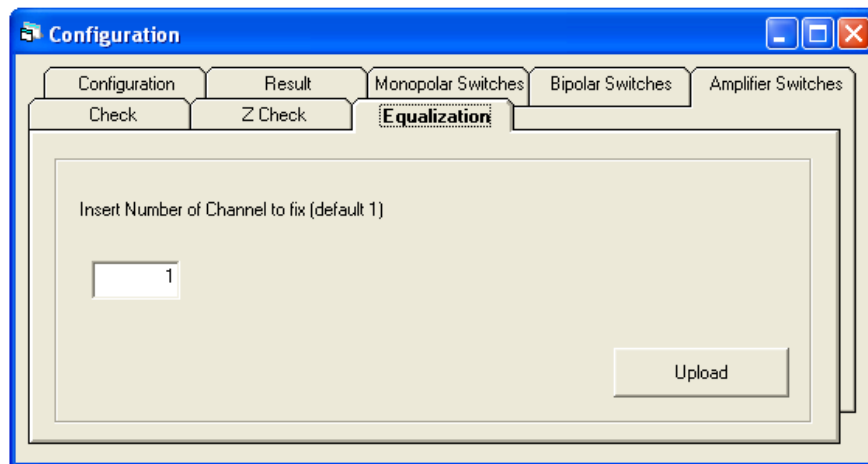


Figura 14: Tab Equalization

Questo tab riguarda l'omonimo test e permette di stabilire quale canale utilizzare come riferimento. Il canale scelto di default è il canale 1, ma questo può essere modificato inserendo il valore che interessa nel text box.

Anche in questo tab è presente, come si può notare, il tasto "Upload", con la medesima funzione che ha in tutti gli altri casi, ovvero quella di inviare i dati relativi agli switches e alle altre impostazioni alla testina.

### 2.4 Form Options

Questa form permette di settare alcuni parametri che non riguardano nello specifico i test, bensì sono di carattere più generale, e sono utili per consentire il corretto funzionamento dell'applicazione e del suo interfacciamento con la testina in differenti situazioni. Riguardano ad esempio frequenze di lavoro, tempi di attesa, ecc.

Una volta impostati i valori che interessano, sarà sufficiente cliccare su “Apply” per rendere effettive le modifiche, o cliccare su “Ok” / “Annulla” per applicare e chiudere la form / annullare le modifiche e chiudere la form.

## 2.4.1 Tab Tolerance / Values

Diff		Area		Mean	
Open input:	1500 (0)	Free 4:	64400 (10)	Free 14:	655 (20)
Input to GND:	900 (1)	Free 5:	48300 (11)	Free 15:	614 (21)
CK-DC min:	6400 (2)	Free 6:	52200 (12)	Free 16:	221 (22)
CK-DC max:	51200 (3)	Free 7:	63800 (13)	Free 17:	209 (23)
HP min:	15000 (4)	Free 8:	25600 (14)	Free 18:	197 (24)
HP max:	62000 (5)	Free 9:	12800 (15)	Free 19:	1 (25)
DC17:	1600 (6)	Free 10:	1311 (16)	Free 20:	1 (26)
Free 1:	6600 (7)	Free 11:	2621 (17)	Free 21:	800 (27)
Free 2:	53200 (8)	Free 12:	5243 (18)	Free 22:	800 (28)
Free 3:	65536 (9)	Free 13:	1376 (19)	Free 23:	800 (29)
				Free 24:	800 (30)
				Free 25:	800 (31)
				Free 26:	800 (32)
				Free 27:	1 (33)
				Free 28:	1 (34)
				Free 29:	1 (35)
				Free 30:	1 (36)
				Free 31:	1 (37)
				Free 32:	1 (38)
				Free 33:	1 (39)

Tolerance: 10 % Tolerance AUX: 20 %

All Tolerance: 10 % Set All Tolerance

OK Cancel Apply

Figura 15: Tab Tolerance/Value della form Options

Questo tab è fondamentale per la realizzazione del collaudo perchè contiene al suo interno i valori della tolleranza % e soprattutto i valori teorici da confrontare durante i vari test.

Come si evince dalla Figura 15, il tab è costituito a sua volta da tre tab differenti, ciascuno dei quali racchiude i valori per i tre parametri di riferimento: Differenza (o valore picco-picco), Area e Media. I valori che si leggono sono espressi in Digit (per maggiori informazioni vedere Appendice) per scelta aziendale, però se con il mouse si scorre sopra al valore interessato è possibile visualizzare il corrispondente valore in mV, in ciascuno dei 4 Fondo Scala utilizzati.

Il text box in basso permette di inserire un valore di tolleranza % che, una volta premuto il tasto “Set All Tolerance”, verrà copiato in tutti i campi Tolerance. Questo per pura comodità dell’utente, al quale viene evitato un dispendio di tempo nel caso dovesse scrivere lo stesso valore in tutti i campi.

## 2.5 Form Report

Questa form è una delle più importanti di tutta l’applicazione, se non la più importante. E’ grazie ad essa, infatti, che è possibile visualizzare i dati della testina che si sta collaudando e i relativi risultati dei test eseguiti.

Come si può notare dalla Figura 16 il Report è un semplice file \*.txt nel quale vengono salvati i dati fondamentali del collaudo.

Non possono, infatti, mancare data e ora del collaudo, il nome del file \*.mtx che si sta utilizzando (cioè quel file di configurazione che specifica che tipo di test eseguire), il modello della testina e la versione del firmware che in essa è presente, ed infine eventuali note da parte dell'utente utilizzatore.

Poiché l'esito di tutti i test deve certificare il funzionamento dello strumento, può essere utile stampare il report o salvarlo per poi caricarlo in un secondo momento. Ecco allora spiegata la necessità dei menù "File" ed "Edit" che si possono vedere in alto. Al loro interno si trovano le seguenti funzioni, tutte richiamabili con il solo click del mouse: "Open", "Save as", "Print report", "Close" contenute nel menù File; "Clear All" contenuta nel menù Edit e utilizzata per ripulire la schermata del Report.

```

=====
Micromed S.p.A. TestManager by AMC & MDL
=====
Date of the test: 11/08/2010
Configuration file: testMatrix1017_v3.mtx
HeadBox: Matrix EP
Model: 1017
Hardware revision: x
N° serie: xxxxxxxx
Version Firmware: xxxxxx
Operator: Marco De Lorenzi
Note:
=====

82) **Test Amplification AUX (FS 125mV) (Ck 10mV) . . . . . OK (Tol Max 4%)
83) **Test Amplification AUX (FS 125mV) (Ck 20mV) . . . . . ***
    AUX (Tol Max 24%)
84) **Test Impedenza Ingressi Bipolari 1-12 + AUX
CHANNEL          Z NInv [KOhm]          Z Inv [KOhm]
      (min: 9 KOhm; max: 11 KOhm)  (min: 9 KOhm; max: 11 KOhm)
CH 1              10,3              10,2
CH 2              10,9              open . . . . . ***
CH 3              10,4              10,2
CH 4              10,4              10,2
CH 5              open              open . . . . . ***
CH 6              10,3              10,3
CH 7              10,3              10,1
CH 8              open              10,6 . . . . . ***
CH 9              10,4              10,2
CH 10             10,3              10,2
CH 11             10,4              10,3
CH 12             10,4              10,3
AUX               open              open . . . . . ***
85) **Test Led . . . . . OK
  
```

Figura 16: Form Report ripresa durante l'esecuzione di alcuni test

In Figura 16 inoltre si può notare un esempio della suddetta Form ripreso proprio durante l'esecuzione di alcuni test. I primi due sono dei test di Amplificazione effettuati sul canale ausiliario (AUX), uno dei quali (il primo) ha esito positivo, l'altro negativo. In entrambi i casi viene riportata la percentuale di errore rilevata. Questa è utile all'utente in quanto gli fa capire se l'errore è rilevante, nel caso di percentuale molto superiore alla soglia, o se si può considerare di poco conto, perché vicino alla soglia. In ogni caso è necessario ripetere il test nel caso risulti errato.

In conclusione, nei vari casi si notano alcune stringhe che si ripetono: una in cui viene specificato il nome del test con i parametri più significativi, e un'altra in cui si specifica l'effettivo rapporto tra valore misurato e valore teorico; la differenza tra i due messaggi sta nella stringa presente nella seconda riga, che segnala l'esito vero e proprio del test:

nel primo caso il test è andato a buon fine e questo si segnala con un “OK”; nel secondo caso il test è fallito e quindi si specifica qual è l’integrato (o la parte del circuito) che ha generato l’errore. In questo modo all’utente utilizzatore è più semplice effettuare gli interventi necessari alla riparazione del guasto. Ecco il motivo della scritta “AMP1”: il componente da sostituire, o comunque da controllare accuratamente, riguarda l’amplificatore numero 1.

Il terzo test riguarda il Check dell’impedenza e verrà spiegato meglio nel capitolo seguente. L’ultimo test controlla il funzionamento dei Led presenti nella testina: solo nel caso in cui alcuni di essi non fossero accesi correttamente, viene riportata una stringa di errore.

## 2.6 Files indispensabili per l’utilizzo di Test Manager

Come accennato all’inizio del capitolo, Test Manager necessita di alcuni files per funzionare. Questi files vengono considerati un po’ il motore dell’applicazione, in quanto è tramite essi che vengono svolte le operazioni basilari e da essi vengono recuperati i parametri fondamentali per lo svolgimento di tutto.

All’utente sarà quindi necessario caricare nell’opportuna directory questi files senza occuparsi di nient’altro, se non dell’esecuzione del programma.

I suddetti files (oltre all’eseguibile Test Manager.exe) sono 3:

- Test Manager.dll
- Test Manager.ini
- TestMatrix10XX.mtx

**Test Manager.dll** è la libreria, creata appositamente in linguaggio Visual C++, nella quale sono implementate tutte le funzioni basilari del programma.

Come sappiamo, Visual Basic non consente di effettuare operazioni di basso livello, quali ad esempio la programmazione di un’interfaccia USB, e quindi tutto ciò che riguarda il buffer di scambio (lettura/scrittura) dei dati, perciò si è preferito utilizzare questo linguaggio che consente tutto ciò.

Nella libreria sono presenti funzioni, richiamabili quando e se necessario da Visual Basic, che si occupano di inviare i comandi veri e propri alla testina, accendendola, spegnendola, impostando le opportune configurazioni, e leggendo i valori che essa ritorna attraverso un buffer. Dati che poi verranno correttamente predisposti in una matrice, disponibile anche a lato Visual Basic, il quale tratterà adeguatamente i dati che essa contiene.

**Test Manager.ini** è un file di configurazione che riguarda il programma nel complesso, quindi non la testina che si utilizza. In questo file vengono salvati i parametri di default del programma, o tutti quei valori che l’utente modifica di volta in volta.

Sono presenti ad esempio il numero della porta USB utilizzata per collegare l’interfaccia, i valori di tolleranza utilizzati, o tutti i valori presenti nel tab Resul della form Configuration.



## CAPITOLO 3

### Test introdotti: Amplificazione, Check Impedenza, Boccole, Equalizzazione, Offset, Noise

#### 3.1 Introduzione

In questo capitolo vengono descritte le principali caratteristiche dei test introdotti in Test Manager 3.0. Verrà spiegato ciò che sta alla base del test, quindi la fase di studio e di progettazione del test stesso, e anche quelli che sono i risultati teorici che ci si aspetta.

#### 3.2 Test Amplificazione

Questo tipo di test serve a valutare il corretto guadagno, o amplificazione, dell'operazionale interessato e di conseguenza permette di valutare se tutta la componentistica usata è correttamente installata nel circuito e compie adeguatamente il proprio lavoro. Come sappiamo, un amplificatore operazionale può aver bisogno di resistenze, condensatori, o altri componenti per svolgere correttamente la funzione per la quale viene utilizzato, di conseguenza il loro ruolo diventa fondamentale.

Per realizzare questi controlli, si rilevano i valori di Differenza (Picco-Picco) e Area del segnale di ingresso in ciascun canale e si verifica che rientrino in un certo intervallo, dettato dal valore teorico al quale va aggiunta/sottratta una certa tolleranza percentuale, come spiegato dalla teoria dei Test.

I valori utilizzati vengono interpretati in senso assoluto in quanto risultano essere molto più significativi rispetto ai valori reali. Questo perché un segnale generico a valor medio e area nulli non permette di effettuare misure precise e accurate in termini di differenza e area, visto che i valori risultanti dovrebbero tendere a zero. E ciò implicherebbe una scarsa precisione della misura.

Il test vero e proprio viene effettuato in questo modo: si applica in ingresso ad un Amplificatore Operazionale un segnale (quale ad esempio un'onda quadra o sinusoidale) e si verifica il guadagno dell'operazionale, sfruttando la conoscenza del valore della tensione di alimentazione dell'amplificatore stesso. Una volta appresi questi valori si va a modificare il guadagno e si verifica se restano invariati i parametri del segnale di ingresso che interessano, ovvero media, area e valore picco-picco.

Per realizzare questo processo si sfruttano fondamentalmente tre componenti elettronici, posti in serie come in figura:

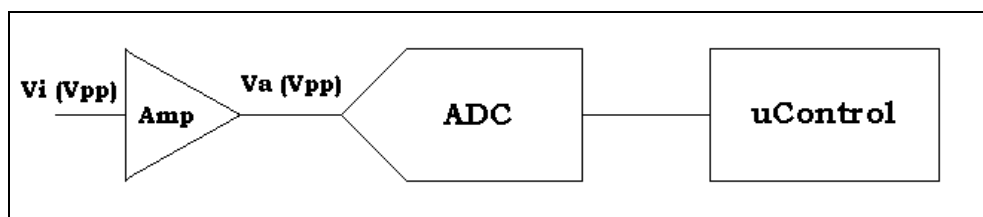


Figura 18: processo di amplificazione ed elaborazione del segnale



L'Amplificatore Operazionale riceve in ingresso il segnale  $V_i$  [mVpp] e genera in uscita un segnale  $V_a$  [mV pp], che a sua volta viene mandato in ingresso ad un ADC (Analog to Digital Converter), alimentato da una tensione di 4,6 V (0 ÷ 4,6 V), il quale sfrutta il sistema di misurazione digitale (vedi Appendice "ADC e Sistema di misura in Digit") per discretizzare il segnale  $V_i$ . Una volta discretizzato, il segnale verrà inviato ad un microcontrollore per essere successivamente elaborato.

Nel nostro caso si utilizza un segnale onda quadra  $V_i$  di ampiezza pari a 5 mV (pp) perché questo tipo di segnale viene generato internamente dallo strumento per altri scopi e di conseguenza si è preferito optare per la facilità e velocità di utilizzo, senza dover collegare ulteriori strumenti esterni, quali ad esempio generatori di forme d'onda, oltre al semplice PC utilizzato per il collaudo.

Il segnale più consigliato resta in ogni caso l'onda sinusoidale perché garantisce una migliore visualizzazione e non presenta, a basse frequenze, fronti di salita/discesa come ad esempio è il caso di un'onda quadra.

La scelta di utilizzare un segnale generato internamente dallo strumento come segnale di test per effettuare il collaudo può essere un po' rischiosa e inopportuna, perché se questo segnale dovesse risultare errato, potrebbe falsare la misura. Per questo motivo è necessario verificare prima la corretta forma d'onda tramite uno strumento certificato, quale ad esempio un oscilloscopio primario, avente quindi certificazione SIT (e ricalibrato ogni anno), e successivamente effettuare il collaudo.

La modifica del valore di Fondo Scala della misura permette di variare conseguentemente il guadagno dell'amplificatore perché i due valori sono legati da una relazione di proporzionalità inversa.

Un'ulteriore variazione che ci si aspetta, in seguito alla modifica del valore di F.S., è quella relativa al valore in Digit del segnale di ingresso  $V_i$ ; questo perché andando ad aumentare (diminuire) il valore di F.S. diminuirà (aumenterà) il valore in digit del segnale  $V_i$ , ottenendo quindi una minore (maggiore) accuratezza della misura. Ecco spiegato il motivo per il quale la teoria delle misure consiglia sempre di avvicinarsi il più possibile al valore di F.S. per effettuare una misura accurata.

Per calcolare questa variazione è necessario impostare la seguente proporzione:

$$(F.S./2) : 32K = (V_i/2) : (Diff/2)$$

con (F.S./2) e ( $V_i/2$ ) che rappresentano i valori noti a priori *di una semionda* del segnale (quindi non il valore picco-picco); 32K e (Diff/2) rappresentano invece i relativi valori in *Digit* dei due segnali.

Qui sotto vengono riportati i valori di F.S. utilizzati in Test Manager, i primi tre riguardano il canale ausiliario AUX, i secondi tre tutti gli altri canali:

- $\pm 25,6$  mV;     $\pm 3,2$  mV;     $\pm 200$  uV;
- $\pm 125$  mV;     $\pm 25,6$  mV;     $\pm 3,2$  mV;

La tabella che segue, invece, riporta i valori teorici (in Digit) dei parametri da valutare, ovvero Differenza e Area corrispondenti ai diversi segnali di ingresso.

<b>CH</b>	<b>F.S. [mV]</b> <b>(1 semionda)</b>	<b>Vi [mV]</b> <b>(pp)</b>	<b>DIFFERENZA</b> <b>(pp con correzione)</b>	<b>AREA</b> <b>[digit * campione]</b>
DC	125,0	5,0	1311	83886
DC	125,0	10,0	2621	167772
DC	125,0	20,0	5243	335544
DC	25,6	5,0	6400	409600
DC	25,6	10,0	12800	819200
DC	25,6	20,0	25600	1638400
DC	3,2	5,0	51200	3276800
DC	3,2	10,0	65535	4194240
DC	3,2	20,0	65535	4194240
DC	3,2	5,0	51200	3276800
DC	3,2	10,0	65535	4194240
DC	3,2	20,0	65535	4194240
1-16	25,6	5,0	6400	409600
1-16	3,2	5,0	51200	3276800
1-16	0,2	5,0	65535	4194240

A questi successivamente si aggiunge e si sottrae il valore percentuale della tolleranza (settata come nella maggior parte dei casi al 5% o 10%).

Con il valore teorico trovato si potrà poi andare a verificare l'esito del test vero e proprio; in particolare il test andrà a buon fine se per ogni canale i valori di Differenza e Area rilevati rientrano nell'intervallo riportato in precedenza.

### 3.3 Check Impedenza

Il Test di Check dell'Impedenza serve a verificare la bontà della testina che si sta utilizzando. Questo grazie al fatto che l'impedenza che si collega alle boccole di ingresso di fatto simula la funzione svolta da un ipotetico elettrodo applicato ad un paziente.

La testina Matrix è già predisposta per effettuare autonomamente un parziale test di Check dell'impedenza.

Parziale perché non effettua un collaudo vero e proprio, ma si limita a leggere dei valori. Valori che saranno poi opportunamente recepiti ed interpretati da Test Manager per dare un resoconto sulla bontà dei dati letti e soprattutto sul buon funzionamento della testina.

Il Test svolto in automatico, anche se non completo per il collaudo, ha comunque un enorme vantaggio, perché è proprio grazie a questi valori letti che si allevia una parte di calcoli matematici agli sviluppatori di Test Manager e successivamente di lavoro computazionale al programma stesso.

Come riportato nel capitolo 1, la testina Matrix utilizza diversi tipi di boccole alle quali collegare gli elettrodi. Vi sono delle boccole monopolari, due per ciascun canale di ingresso, nelle quali andrà inserito il connettore touchproof; vi sono le boccole con ingressi a 3 vie (figura qui sotto, a sinistra), presenti soltanto nei primi 4 canali e nel canale AUX, nelle quali andranno inseriti i connettori Franz binder 419 a 3 pin, e infine vi sono le boccole con ingressi a 5 vie (figura qui sotto, a destra), presenti soltanto nei primi quattro canali, nelle quali andranno inseriti i connettori DIN a 5 pin.



Vista la diversità di boccole presenti nella testina, è necessario avere dei piccoli accorgimenti durante la fase di collaudo: i test da realizzare dovranno essere distinti per ogni tipo di boccia e tra un test e l'altro sarà necessario aspettare una conferma da parte dell'utente dell'avvenuta sostituzione dei connettori da utilizzare. La distinzione dei vari test riguarda soltanto il tipo di boccia e il diverso tipo di connettore da inserire, non la tipologia specifica del test, che come detto anche nell'introduzione, sarà la stessa e quindi terrà la stessa linea di esecuzione.

Come in ogni test i risultati vengono poi registrati in un report, il quale potrà essere successivamente salvato e/o stampato a seconda della necessità dell'utente.

Anche in questo caso qui sotto si riporta un esempio del report generato alla conclusione del Test di Check dell'Impedenza:

```

Report C:\Documents and Settings\Marco\Documents\Micromed\TestManager\TesilEsempi di Report\_ampli ok-err_zcheck_led.txt
File Edit
=====
Micromed S.p.A. TestManager by AMC
=====
Date of the test: 11/08/2010
Configuration file: testMatrix1017_v3.mtx
HeadBox: Matrix EP
Model: 1017
Hardware revision: 2
N° serie: MX1-0001/02-08
Version Firmware: firmware ver. 2008.04      11 nov 2008
Operator:
Note:
=====
84) **Test Impedenza Ingressi Bipolari 1-12 + AUX
CHANNEL      Z NInv [KOhm]      Z Inv [KOhm]
      (min: 9 KOhm; max: 11 KOhm)      (min: 9 KOhm; max: 11 KOhm)
CH 1          10,3          10,2
CH 2          10,9          open . . . . . ***
CH 3          10,4          10,2
CH 4          10,4          10,2
CH 5          open          open . . . . . ***
CH 6          10,3          10,3
CH 7          10,3          10,1
CH 8          open          10,6 . . . . . ***
CH 9          10,4          10,2
CH 10         10,3          10,2
CH 11         10,4          10,3
CH 12         10,4          10,3
AUX           open          open . . . . . ***

```

Figura 19: Esempio Report Test Z Check

Come si può notare dalla Figura 19 nel test vengono riportati, canale per canale, i valori di impedenza rilevati dallo strumento. Inizialmente si vede il nome del test, nel quale vengono specificati il tipo e il numero di ingressi interessati, mentre più in basso vengono riportati i valori consentiti affinché il test sia considerato positivo.

Solo nel caso un valore non rientri nell'intervallo consentito, questo viene segnalato con una stringa a fine riga, classica dell'errore rilevato. Tutto ciò per permettere al tecnico di capire istantaneamente quale connettore ha provocato l'errore.

### 3.4 Boccole

Questo tipo di test è utile per verificare se vi è un contatto fisico tra una boccola e un amplificatore, o se, viceversa, vi sono cadute di potenziale o interruzioni nelle piste che collegano diversi componenti. In particolare, tramite la finestra di configurazione degli amplificatori, si imposta lo strumento in modo tale da avere un collegamento tra una certa boccola ed un canale di ingresso nel quale sia presente un amplificatore. Questo perché in questo modo è possibile sfruttare l'amplificatore per verificare il valore di impedenza collegata alla boccola. Se il valore risulta attendibile, quindi finito e simile a quello reale dell'impedenza, significa che il collegamento tra boccola e amplificatore sussiste e di conseguenza che la boccola svolge correttamente il suo dovere. In caso contrario sarà necessario l'intervento dell'utente autorizzato per riparare il guasto nel modo più opportuno. Un classico esempio di guasto può essere quello in cui si ossida la boccola, o un componente più interno, e quindi il valore di impedenza non è vicino a quello teorico, ma molto più alto. Si può quindi intuire che il procedimento per realizzare questo tipo di test è lo stesso del Check dell'impedenza e che l'unica differenza sta nel riportare i risultati.

Dalle due figure qui sotto è possibile comprendere queste differenze.

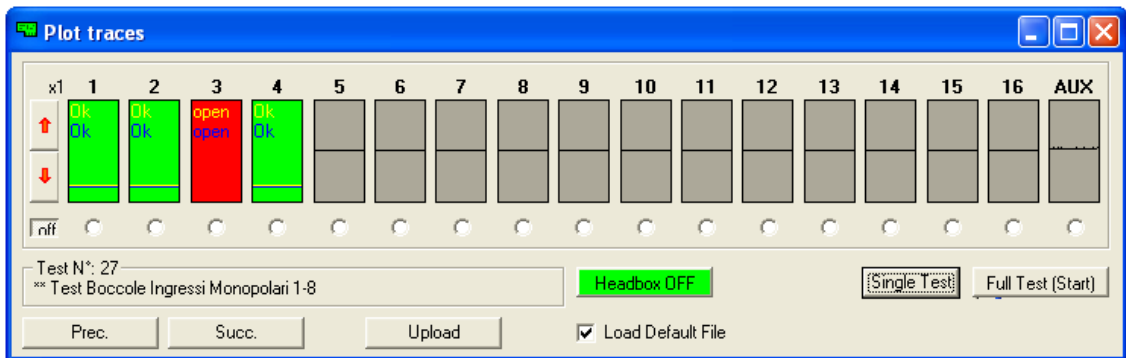


Figura 20: esempio di un test Boccole

Come detto poco fa, a differenza del test di Check dell' impedenza, qui è sufficiente riportare l'esito positivo/negativo del test e non il valore rilevato.

Nei canali 1, 2 e 4 l'impedenza è quella che ci si aspetta quindi il risultato è positivo, nel canale 3 invece questo non è verificato: ciò è dovuto al fatto che non vi è collegato all'ingresso alcun connettore.

Tutto ciò può essere notato anche dal report (Figura 21), dove però vengono riportate soltanto le stringhe contenenti gli ingressi nei quali si è riscontrato il problema, e non quelle in cui l'ingresso misura il valore corretto.

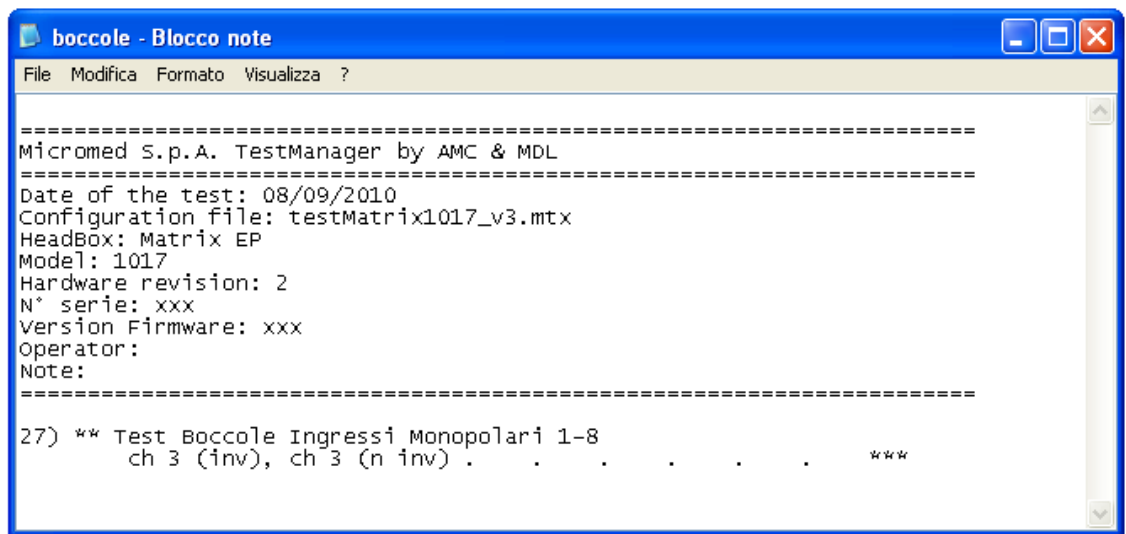


Figura 21: esempio di report del test Boccole

### 3.5 Equalizzazione

Questo tipo di test è utile per confrontare il comportamento dei vari canali quando in ingresso viene inviato lo stesso segnale. In particolare si vuole capire se tutti i canali leggono lo stesso identico segnale o se vi sono delle incongruenze.

Per far ciò si fissa un canale come riferimento, al quale verranno comparati tutti gli altri. I parametri che vengono confrontati sono i valori di differenza (picco-picco), area e media, ovvero gli stessi che vengono utilizzati anche negli altri test.

Dopo aver specificato il canale da considerare come riferimento, si esegue a tutti gli effetti una differenza tra due segnali campionati con la stessa frequenza. Il valore atteso è quello nullo (quindi un segnale nullo senza alcuna componente continua), o comunque molto vicino allo zero. Se ciò si verifica significa che i canali rilevano lo stesso identico segnale, in caso contrario significa che vi sono delle incongruenze. Anche in questo tipo di test è presente un intervallo di tolleranza entro il quale il valore è considerato valido, e di conseguenza il test positivo.

A differenza delle altre tipologie di test, nella form Plot si visualizza il segnale completo soltanto nel canale di riferimento scelto, mentre negli altri canali si visualizza il segnale dato dalla differenza. Qui sotto è possibile visualizzare un esempio di Test di Equalizzazione, utilizzando il canale 1 come riferimento.

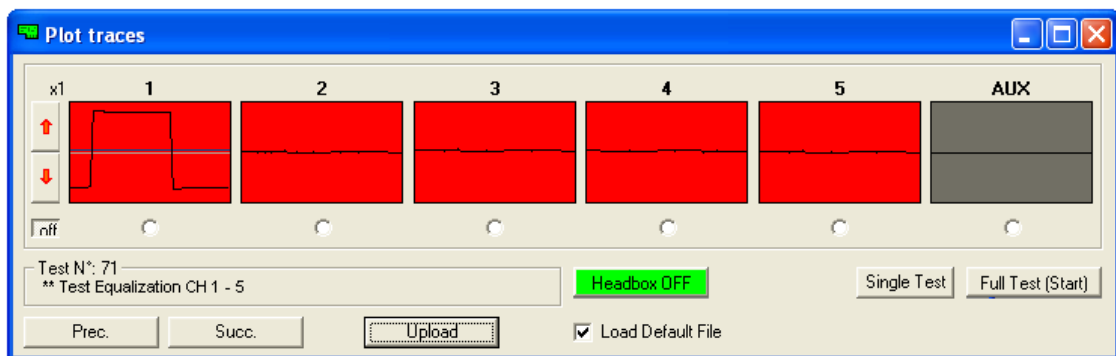


Figura 22: form Plot con esempio di test di Equalizzazione(riferimento canale 1)

### 3.6 Noise

Con questo tipo di test si vuole verificare la bontà dei parametri legati all'amplificazione. Come noto, uno dei parametri più importanti è quello legato al rumore di fondo, ovvero un disturbo in termini di tensione o corrente che va a sovrapporsi al segnale utile. Generalmente per rumore si intendono quei segnali di origine aleatoria che provengono dall'interno dello strumento. Il rumore termico è un esempio piuttosto comune, essendo intrinseco di ogni elemento dissipativo (come ad es. una resistenza).

In definitiva, questo genere di test permette di misurare tutto ciò. Come per la maggior parte dei test, anche in questo caso il rumore deve rientrare in un certo intervallo di valori per essere considerato accettabile (e di conseguenza il test essere considerato valido). Se così non fosse, al momento dell'utilizzo non si riuscirebbe ad effettuare una misura precisa, e di conseguenza non si avrebbe un referto medico del tutto attendibile. Per questo motivo tra le specifiche dello strumento si trovano anche le condizioni di utilizzo raccomandate, entro le quali il produttore garantisce il corretto funzionamento. Anche in questo genere di test vengono utilizzati alcuni dei tre parametri tra media, area e differenza (picco-picco) del segnale; in particolare si sfrutta soltanto il valore picco-picco, il quale stabilisce se il rumore è accettabile o il valore è troppo elevato.

Una possibile causa di rumore non elencata precedentemente potrebbe essere anche un malfunzionamento di un componente, il quale, essendo difettoso, produce un segnale sporco ed errato. Grazie a questo test è possibile quindi risalire al componente e di conseguenza correggere questo eventuale problema.

### 3.7 Offset

Anche questo test, così come il precedente (Noise Test), è utile per verificare la bontà dei parametri di amplificazione. Un ulteriore parametro che spesso si usa misurare è l'offset, ovvero quanto vale la componente continua che il segnale contiene.

Teoricamente questa dovrebbe essere nulla, a meno che non sia volutamente impostata ad un valore specifico. In realtà non sempre questo accade: così come per il rumore di fondo, anche per la componente continua vi sono dei fattori che ne modificano il valore. Come sappiamo, un amplificatore Operazionale reale è soggetto alle correnti di Bias, ovvero delle correnti dovute al tipo di Transistor con il quale l'operazionale è costruito, che provocano delle cadute di tensione sulle impedenze o sulle resistenze di uscita. Tutto ciò è legato al fatto che un amplificatore non è mai perfettamente bilanciato, ovvero la relazione  $V_+ = V_-$  non è mai perfettamente verificata.

Molti integrati consentono di azzerare questa tensione di offset, anche se ciò va comunque controllato. Ecco quindi da cosa dipende la necessità di effettuare questo tipo di test. Questa tensione deve rientrare in un certo intervallo, il più piccolo possibile, per far sì che lo strumento possa essere considerato affidabile, e di conseguenza il test dia esito positivo.

A differenza del test del Rumore di Fondo nel quale si testava il valore picco-picco, in questo si verifica il parametro Media, e come detto poco fa si controlla che rientri in un certo intervallo.

Gli ultimi due test introdotti, in realtà, sono stati suddivisi in due tipologie di test differenti soltanto per una maggiore comodità nel riportare i valori riscontrati. Inizialmente questi formavano un unico tipo di test, nel quale venivano controllati entrambi i parametri (Media e Picco-Picco) contemporaneamente e, nel caso in cui anche solo uno dei due non rientrasse nell'intervallo consentito, il test dava esito negativo.

Si è preferito optare per questa nuova soluzione per garantire all'utente una maggiore semplicità di utilizzo. Soprattutto nel caso di errore, infatti, gli sarà molto più immediato capire quale parametro non è corretto e di conseguenza potrà riparare il guasto senza dover impiegare parte del tempo a capire dove sta il problema.

```

13) **Test Mean CH 1-16 (FS ±25,6mV)
CHANNEL      Noise [Vpp]      Offset [V]
(min: -0,68 mV; max: 0,68 mV) (min: -0,84 mV; max: 0,84 mV)
CH 1         1,56 uV         0,85 mV . . . . . ***
CH 2         2,34 uV         0,86 mV . . . . . ***
CH 3         2,34 uV         0,85 mV . . . . . ***
CH 4         1,56 uV         0,82 mV . . . . .
CH 5         2,34 uV         0,83 mV . . . . .
CH 6         2,34 uV         0,81 mV . . . . .
CH 7         2,34 uV         0,81 mV . . . . .
CH 8         1,56 uV         0,83 mV . . . . .
CH 9         2,34 uV         0,86 mV . . . . . ***
CH 10        2,34 uV         0,79 mV . . . . .
CH 11        1,56 uV         0,84 mV . . . . .
CH 12        2,34 uV         0,84 mV . . . . . ***
CH 13        2,34 uV         0,86 mV . . . . . ***
CH 14        1,56 uV         0,84 mV . . . . .
CH 15        1,56 uV         0,84 mV . . . . .
CH 16        2,34 uV         0,83 mV . . . . .

14) **Test Mean CH 1-16 (FS ±3,2mV)
CHANNEL      Noise [Vpp]      Offset [V]
(min: -85,93 uV; max: 85,93 uV) (min: -105,95 uV; max: 105,95 uV)
CH 1         2,05 uV         109,27 uV . . . . . ***
CH 2         1,95 uV         108,2 uV . . . . . ***
CH 3         1,95 uV         106,73 uV . . . . . ***
CH 4         1,66 uV         103,41 uV . . . . .
CH 5         1,85 uV         106,73 uV . . . . . ***
CH 6         1,85 uV         103,51 uV . . . . .
CH 7         1,75 uV         100,78 uV . . . . .
CH 8         1,95 uV         104,19 uV . . . . .
CH 9         2,05 uV         107,42 uV . . . . . ***
CH 10        2,14 uV         99,41 uV . . . . .
CH 11        1,95 uV         104,68 uV . . . . .
CH 12        1,46 uV         105,07 uV . . . . .
CH 13        1,56 uV         107,51 uV . . . . . ***
CH 14        2,14 uV         105,46 uV . . . . .
CH 15        2,14 uV         107,71 uV . . . . . ***

```

Figura 23: Esempio test Mean (contiene test Offset e Noise)



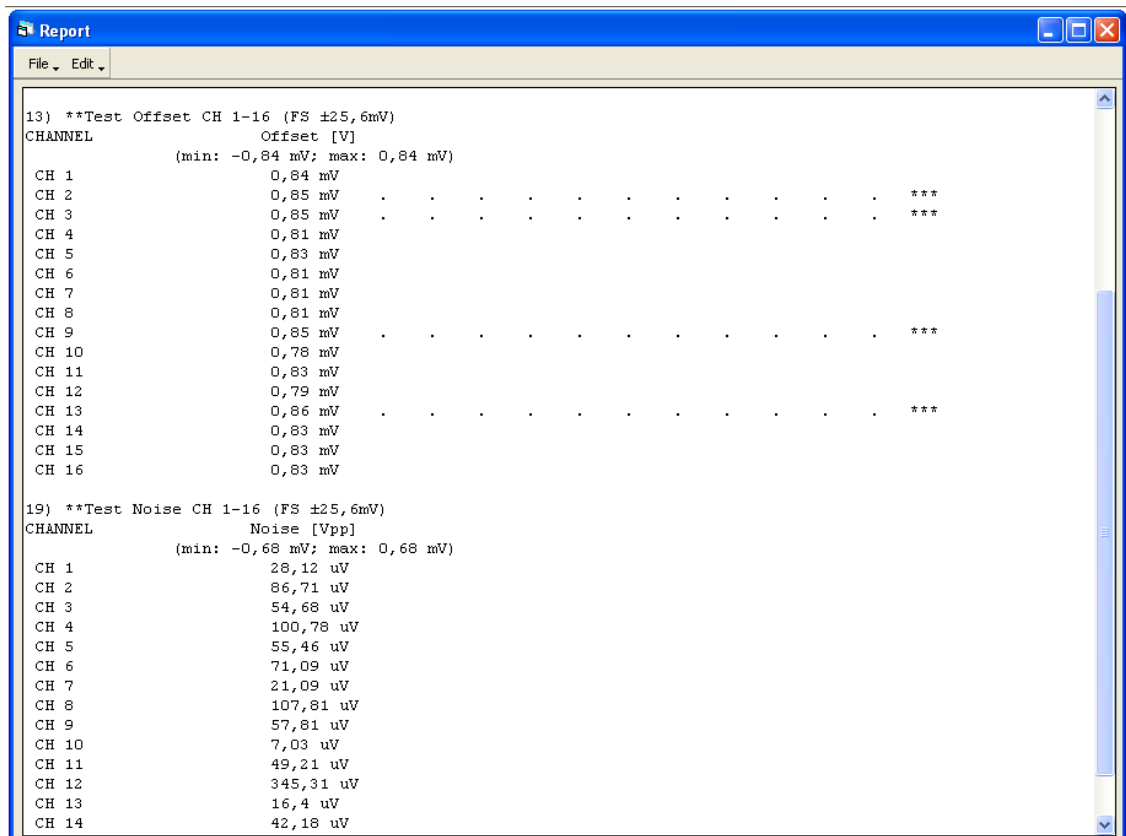


Figura 24: Test Offset e Test Noise separati (ultima versione del programma)

Le due figure appena inserite sono l'esempio di ciò che si è detto prima, in merito alla semplicità di individuare l'errore. Nel primo caso bisogna controllare entrambi i parametri, facendo attenzione agli intervalli consentiti, prima di risalire al valore errato, mentre nel secondo caso è sufficiente fare attenzione all'eventuale stringa di errore.

## **CAPITOLO 4**

### **Conclusioni**

L'applicativo realizzato è basato su una precedente versione beta. Questo significa che molte delle problematiche in essa riscontrate si sono risolte nel tempo apportando le dovute modifiche ed eseguendo dei test operativi. Nel prossimo capitolo vengono descritti i possibili sviluppi futuri, alcuni dei quali già in corso d'opera. Tutto ciò comunque non influisce sulla funzionalità del programma, il quale è già utilizzabile a tutti gli effetti.

Riprendendo quanto affermato anche nell'introduzione, con lo studio che sta alla base di questo progetto si poneva come obiettivo la riduzione del tempo di esecuzione del collaudo di una testina Matrix. Obiettivo che è stato raggiunto. Ora infatti è possibile realizzare un collaudo in meno di 15 minuti e con un minimo intervento da parte del tecnico, il quale ha l'unico compito di far partire il test e fare attenzione a quando è il momento di inserire o togliere gli opportuni connettori. Senza questo applicativo lo stesso test diviene praticamente irrealizzabile. Basti pensare a tutte le schermate con le possibili combinazioni di switches per capire quanto sia alta la complessità del lavoro, e di conseguenza che vantaggio questo software abbia portato nel settore, soprattutto in termini temporali.

# CAPITOLO 5

## Possibili sviluppi futuri

### 5.1 Modifica del Report

Il continuo avanzamento della tecnologia va di pari passo con la severità e la restrittività delle norme relative al settore tecnologico e biomedico. Un esempio calzante può essere quello che riguarda la normativa europea n° 62353 in vigore da ottobre 2009 anche in Italia che introduce l'obbligo da parte dell'azienda produttrice, o dell'ente che esegue la manutenzione, di allegare al cliente un certificato di collaudo con tutti i valori rilevati durante l'operazione effettuata. Poichè tutto ciò è collegato anche al settore sicurezza, che come sappiamo comprende paziente e strumento, si intuisce che l'importanza dei valori emessi dallo strumento diventa fondamentale.

Micromed, attraverso Test Manager 3.0, dimostra di adeguarsi a tali normative adeguando conseguentemente i prodotti da lei realizzati. Inizialmente si era pensato alla generazione di un report che fosse il più intuitivo e rapido possibile da leggere da parte del tecnico che realizza il collaudo; adesso invece si ha l'obbligo di riportare tutti i valori rilevati durante il collaudo stesso, e quindi questo comporta una lettura più accurata, più lenta e meno intuitiva da parte dell'utente.

Come si era potuto osservare dagli esempi nei capitoli precedenti, la caratteristica fondamentale del report in Test Manager è quella di avere, alla fine di ogni test effettuato, l'esito del test stesso ("OK" / "Errore"). Questa peculiarità è comunque rimasta tale, anche se la forma è leggermente cambiata.

Qui sotto vengono riportati due esempi di formattazioni nel report: il primo relativo al vecchio modello, il secondo relativo al nuovo.

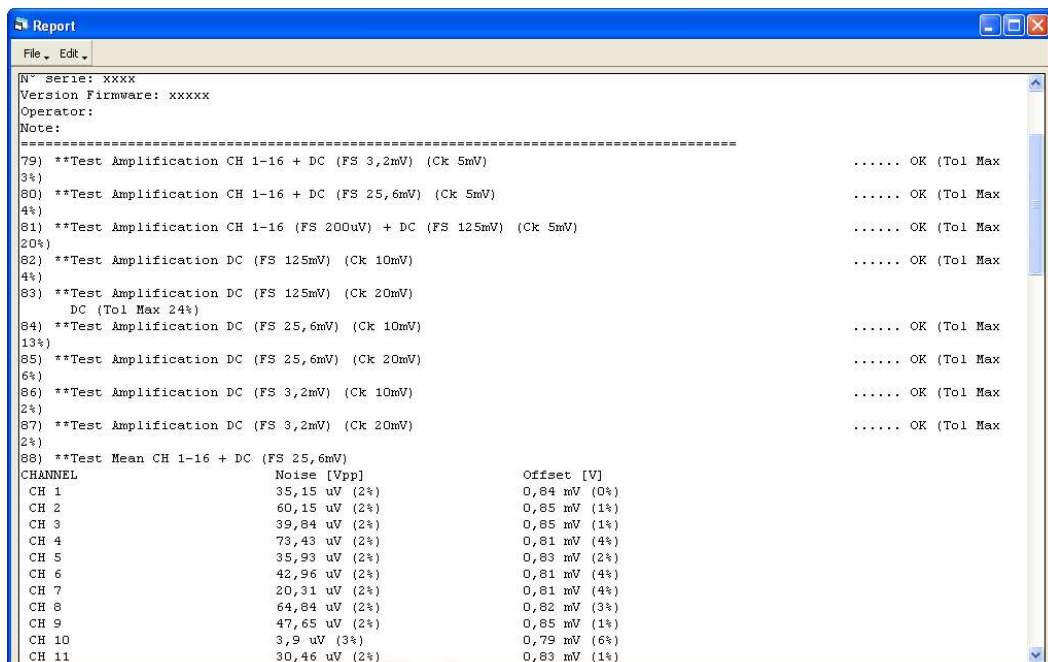


Figura 25: Vecchia tipologia di Report

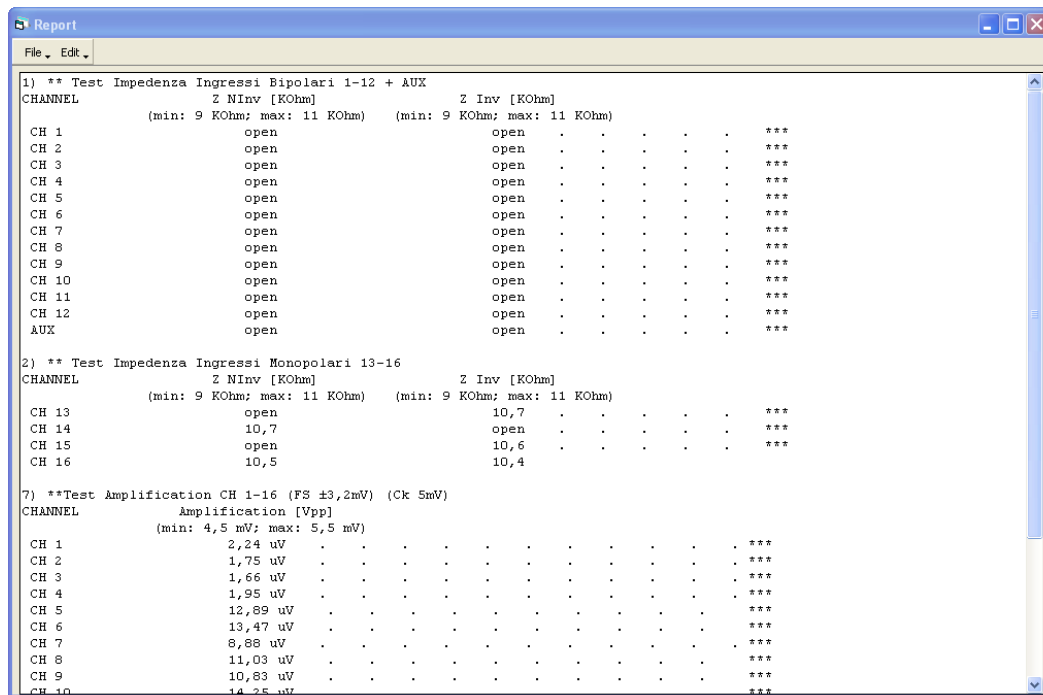


Figura 26: Nuova tipologia di report

E' importante notare anche una seconda modifica implementata nel report, ovvero la stringa nella quale sono specificati i valori limite entro i quali il test viene considerato positivo. Questi hanno un ruolo fondamentale perché, oltre a quantificare i risultati, consentono all'utente utilizzatore di verificare di volta in volta se i valori che rileva lo strumento si possono considerare attendibili o meno. Il tutto abbinato ad un ulteriore fattore determinante rappresentato dalle specifiche di utilizzo. Nel caso in cui l'utente rilevi una presunta anomalia nei valori, può infatti eseguire una serie di operazioni, prima di richiedere l'assistenza. Inizialmente deve controllare di rientrare nelle condizioni standard di utilizzo riportate nella confezione, ovvero quelle condizioni in cui il funzionamento dello strumento è assicurato al 100%. Come sappiamo, per un'apparecchiatura elettronica sono molto importanti i parametri come la temperatura ambientale o il grado di umidità nella quale la si utilizza, perché questi possono inficiarne il corretto funzionamento.

Una volta che si è verificato il tutto, allora è consigliabile procedere con la richiesta di assistenza presso Micromed, senza compiere alcun genere di operazione ulteriore.

## 5.2 Differenziare il collaudo: interno o esterno

Grazie alla normativa europea della quale si parlava nel paragrafo precedente, ovvero la n° 62353, sarà possibile, in futuro, dare la possibilità di effettuare il collaudo di uno strumento, o meglio la ricalibrazione, anche ad un tecnico specializzato. Questi però potrebbe non trovarsi in azienda bensì in altro luogo, o addirittura, non essere dipendente Micromed ma un tecnico esterno.

L'operazione dovrà comunque essere certificata e generare lo stesso risultato che genererebbe presso Micromed, perciò l'esecuzione vera e propria dovrà essere la stessa; ciò che dovrà cambiare sono le possibili configurazioni previste per i test e per il

collaudo in generale. Queste dovranno essere minime, o addirittura nulle, per evitare inconvenienti di vari tipi. Ecco quindi che l'applicativo dovrà prevedere una sorta di riconoscimento del tecnico che effettua il collaudo, e in particolare dovrà essere predisposto per far visualizzare due tipi di interfaccia grafica: una normale, con tutte le funzionalità esplicitate in questa tesi accessibili e modificabili, e l'altra limitata, avente tutte le funzioni bloccate. Questa dovrà dare la possibilità all'utente solo ed esclusivamente di avviare il collaudo, di poterlo bloccare in caso di necessità e di poter stampare il report generato.

## APPENDICE

### ADC e Sistema di misura in Digit

Un ADC (Analog to Digital Converter) è un circuito elettronico in grado di convertire un segnale Analogico con andamento continuo (ad es. una tensione) in una serie di valori discreti. Il numero di valori che esso può generare (livelli di quantizzazione) dipende dalla sua risoluzione, ovvero dal numero di bit che utilizza. In particolare il numero di bit  $N$  e il numero di livelli discreti  $L$  sono legati dalla relazione:  
 $L = 2^N$ .

*Esempio:*

- Segnale analogico di tensione con ampiezza variabile tra 10V e -10V
  - Risoluzione ADC a 12 bit
- $2^{16}=4096$  livelli di quantizzazione
- Differenza di potenziale minima tra due livelli adiacenti (detta anche “quanto”) è:  
 $20V : 4096 = 0,00488 V = 4,88mV$

Nel nostro caso, la testina Matrix utilizza un ADC a 16 bit, il che significa avere a disposizione 64K (65536) livelli, o Digit.

Per motivi di comodità pratica il valore 32K (ovvero 32768) in Digit lo si utilizza come valore di zero (o mezzeria); di conseguenza, al valore 32K si associano tutti i valori medi dei segnali a media nulla, e tutti i valori in Digit vicini allo 0 vero e proprio rappresentano segnali con ampiezza negativa.

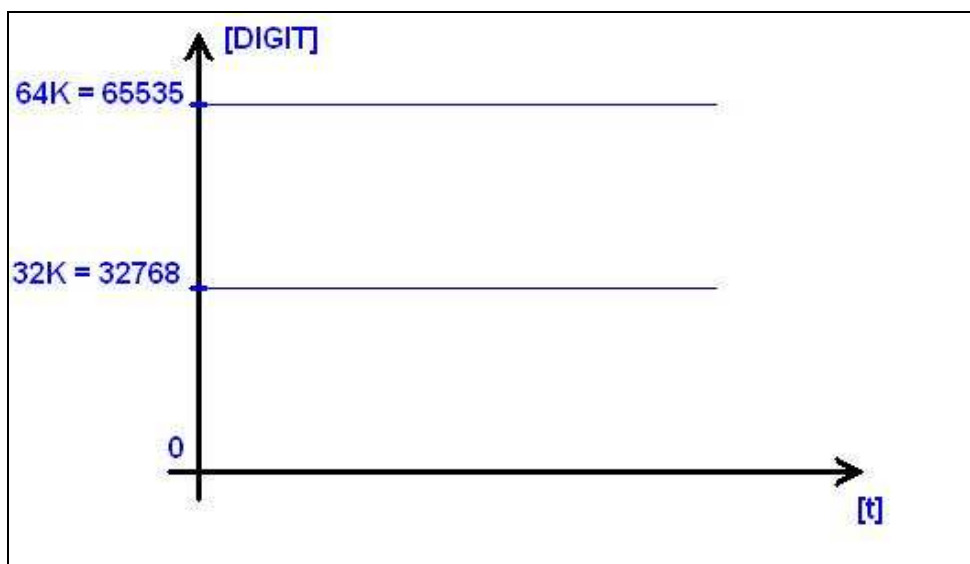


Figura 27: sistema di misura in digit con relativi valori utilizzati