

S.Aiello, V.Giordano, E.Leonora, C.Ventura
INFN sezione di Catania

KM3NeT preliminary test bench

KM3NeT-IT Collaboration Meeting
Università La Sapienza- Roma, 11-12-13 November 2013

Test bench

E' necessario un test bench per i fotomoltiplicatori forniti da Hamamatsu affinché soddisfino le caratteristiche specifiche (*rapporto picco/valle, gain, TTS, risoluzione in carica, dark rate*) fornite dalla collaborazione KM3NeT. Il test bench necessita dei seguenti :

- **PMT Hamamatsu con base attiva di alimentazione ISEG**
- dark box orizzontale (4 dark box in dotazione all'INFN di Catania)
- **Fibra ottica**
- **Laser Hamamatsu PLP10-040C, con generatore interno 10kHz (external -trigger)**
- **Acquisizione segnale tramite scheda NI- PCI montata su pc (2 pc per 2 schede)**



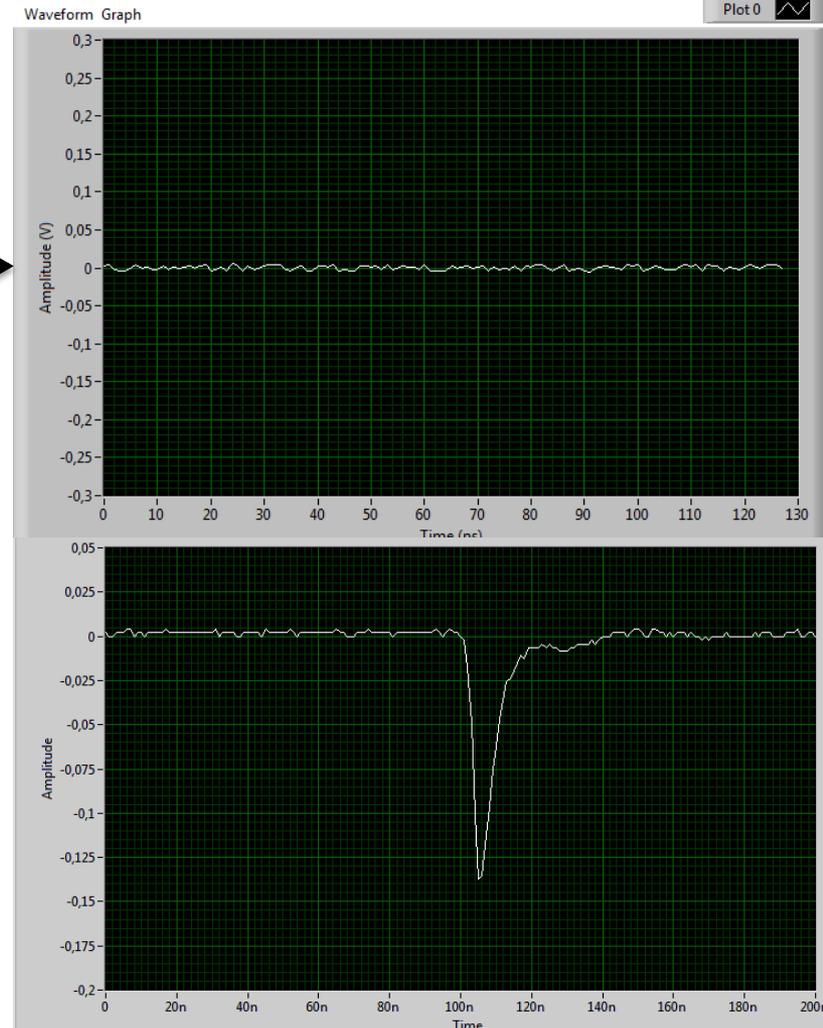
NI PCI-5153 8-bit 2 GS/s Digitizer/Oscilloscope, Optimized for Automated Test

Analog Input	
Channels	2
Resolution	8 bits
Simultaneous Sampling	Yes
Sample Rate	2 GS/s
Random Interleaved Sampling (RIS) Rate	20 GS/s
Bandwidth	500 MHz
Maximum Common Mode Voltage	10 V
On-Board Memory	256 MB
Frequency Range	0 Hz - 500 MHz
Max Voltage	-2.5 V - 2.5 V
Maximum Voltage Range Sensitivity	19.6 mV
Minimum Voltage Range	-50 mV - 50 mV
Minimum Voltage Range Sensitivity	390 μ V
Supports Alias Protected Decimation?	No
Provides Digital Down Conversion?	No



- 2 schede **NI PCI-5153** in dotazione presso la sezione INFN-Catania: così possiamo testare un massimo di 4 PMT contemporaneamente.
- Ampiezza di banda 500 MHz
- Campionamento ETS (equivalent-time) fino a 20 GS/s, 2 GS/s real-time
- 2 canali a campionamento simultaneo
- Memoria estesa su scheda: 8 MB/ch standard, fino a 256 MB/ch
- Intervalli di input da 100 mV a 5 V
- Impedenza ingresso da 50 Ω
- Prezzo 11.000 euro a scheda
- Programmazione delle schede in Labview

- 8bit divisi tra tensioni positive e negative. Ciò comporta la «perdita» di bit nella parte positiva con i nostri segnali tipici negativi
- Lavora a 2Gs con un solo canale di acquisizione. Campionamento a 1Gs se si usano entrambi i canali CH1 e CH2.
- → abbiamo scelto di testare 1 PMT per scheda in modo tale da campionare a 2Gs : con l'attrezzatura presso l'INFN di Catania possiamo così testare simultaneamente 2 PMT per volta.



Programmazione scheda NI

La programmazione e l'analisi dati della scheda NI-PCI 5153 si articola in tre step:

- 1) **vi di acquisizione DAQ.vi** : Il trigger del laser abilita il campionamento per 16 μ s. Si può impostare sia un tempo di acquisizione che un numero di forme d'onda. Per ogni forma d'onda si guarda su 16 μ s la presenza di after pulses di tipo 1 o 2 e la relativa percentuale. La VI integra il segnale in una finestra di 50 ns centrata sul main con soglia 20mV generando un istogramma. Sempre la VI con una soglia di 20mV conserva in un istogramma il transit time del segnale in una finestra centrata sul main di 200ns. Altro output della VI è il rate del PMT (che in assenza di laser è il Dark Rate).
- 2) **vi di analisi in carica ChargeAnalysis.vi** : Costruisce un istogramma in carica con risoluzione fissata dall'utente (in funzione della dinamica scelta) e restituisce rapporto picco/valle, risoluzione in carica, gain
- 3) **vi di analisi in tempo Time.vi** : Costruisce l'istogramma temporale in una finestra di 200 ns centrata sul main pulse con una risoluzione temporale fissata dall'utente (in funzione della dinamica scelta) restituendo: TT, TTS , percentuali di pre e delayed pulses.

Le 3 VI vengono «compattate» in un'unica macro che le esegue sequenzialmente e restituisce un led verde o rosso a secondo che i valori in carica, tempo e impulsi spuri soddisfino in modo soddisfacente o meno i valori di capitolato richiesti alla ditta costruttrice. **L'operatore ha accesso solo a quest'ultima VI, trasformata in eseguibile!**

Data Acquisition VI

Ecco uno snapshot della VI di acquisizione dati, non visibile all'operatore. Qui viene settata la dinamica ed il tempo di acquisizione.

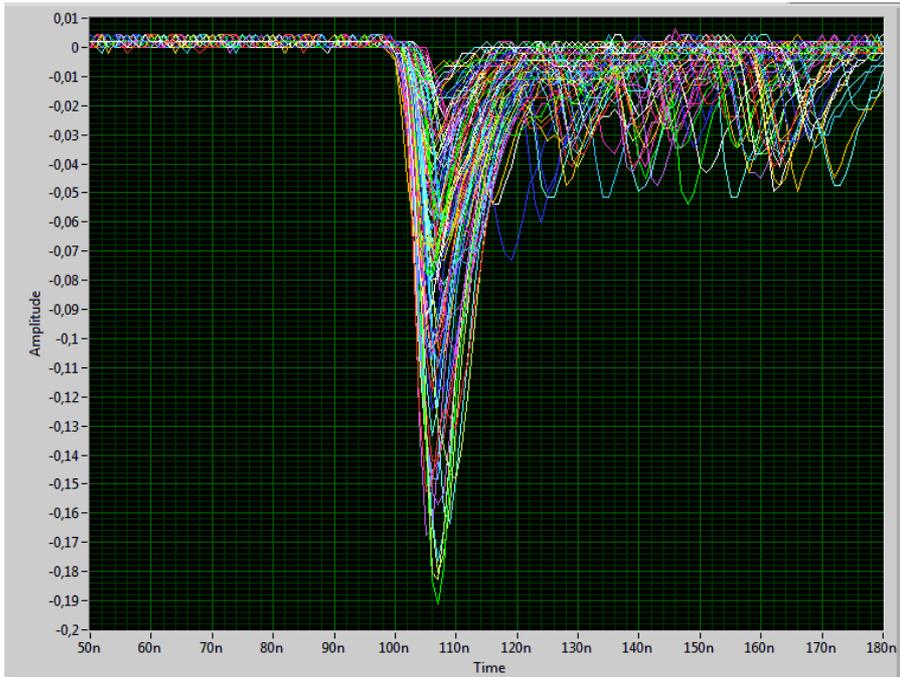
Output:

- Rate
- Percentuali After Pulses Tipo1 (20ns – 100 ns dopo il main)
- Percentuali After Pulses Tipo 2 (100 ns - 16µs dopo il main)
- Istogrammi in carica
- Istogramma transit time

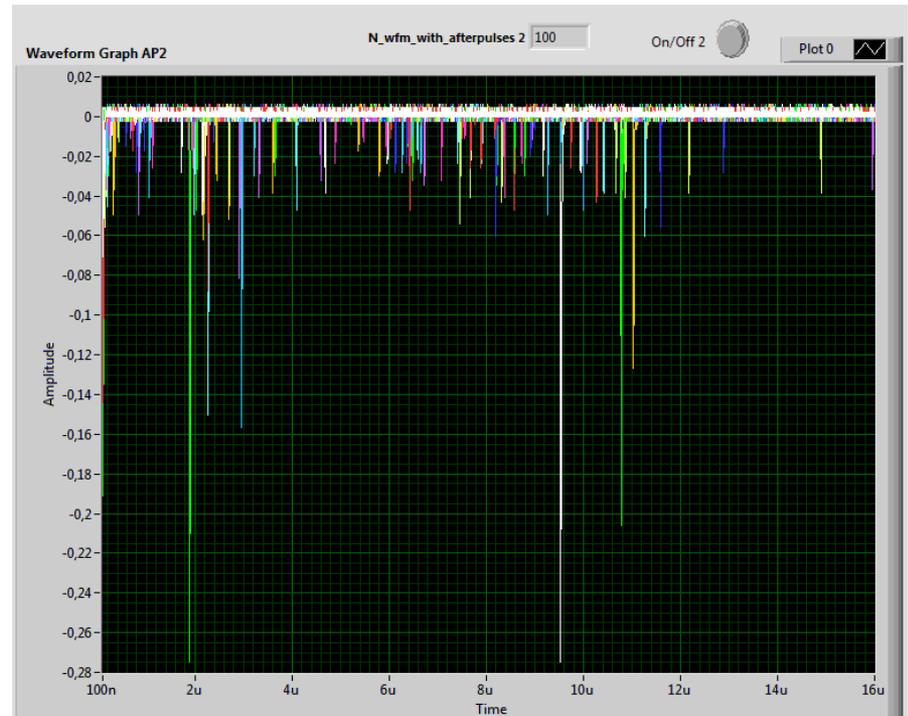
The screenshot displays the Data Acquisition VI control panel with the following sections:

- Configurazione Sorgente:** resource name (1/2 Dev2), reset device checkbox.
- Configurazione Timing orizzontale:** Record length [samples] (32000), Min Sample Rate (2 GS/s), Enable TIS (solo per 2 GS/s), Pretrigger [%] (0,2), enforce realtime checkbox.
- Configurazione Verticale:** vertical range [V] (0,50), channels (1), vertical coupling (DC).
- Configurazione Trigger:** Trigger Type (Analog_Edge), Trigger Slope (NEGATIVO), Trigger source Analogico (External TRIG), Trigger level Analogico (-0,5000), Trigger source Digitale (PFI 0), trigger coupling (DC).
- Caratteristiche Raccolta dati:** timeout (50,00). A red warning box states: "Scegliere almeno 1000 records da acquisire per ciclo, altrimenti si commette un errore non trascurabile sulla durata effettiva dell'acquisizione".
- Controllo risposta acquisizione e trigger:** Actual Sample Rate (2,00G), Actual Record Length (32000), acquisition status (0).
- Caratteristiche elettriche del canale:** Input Impedance (50 Ohm/ 1 MOhm), value (50).
- Acquisition Parameters:** number of records per ciclo (2000), cicli da eseguire (600), counter producer (600), Durata Acquisizione (sec) (10), counter consumer (600), Durata totale producer (582,079).
- Integration Settings:** N°eventi PMT (54195), Rate PMT (903,755), SogliaZanalyze (-0,02), Ritardo_dal_trigger+ Finestra_main (250).
- INTEGRAZIONE MAIN PMT:** Regolazione INTERVALLO INTEGRAZIONE, 1°estremoIntegr (130), 2°estremoIntegr (175).
- Acquisition Summary:** Durata single producer (0,978), # Acquired 2 (2000), Total Acquired (1200000), Durata_effettiva_acquisizione (59,9665), # Fetched 2 (2000), Total Fetched (1200000), Durata Totale VI (592,124). A yellow note states: "La Durata Totale VI è 10 volte maggiore della Durata effettiva dell'acquisizione."
- Waveform Graph:** Plot Data? Waveform Graph Spia Plot 0. The graph shows Amplitude vs Time (0,0 to 300,0n) with a signal amplitude between -0,1 and 0,01.

Segnali



Segnali tipici di PMT



Campionamento totale di $16\mu\text{s}$ per calcolare impulsi spuri AP1 e AP2.

Charge Analysis VI

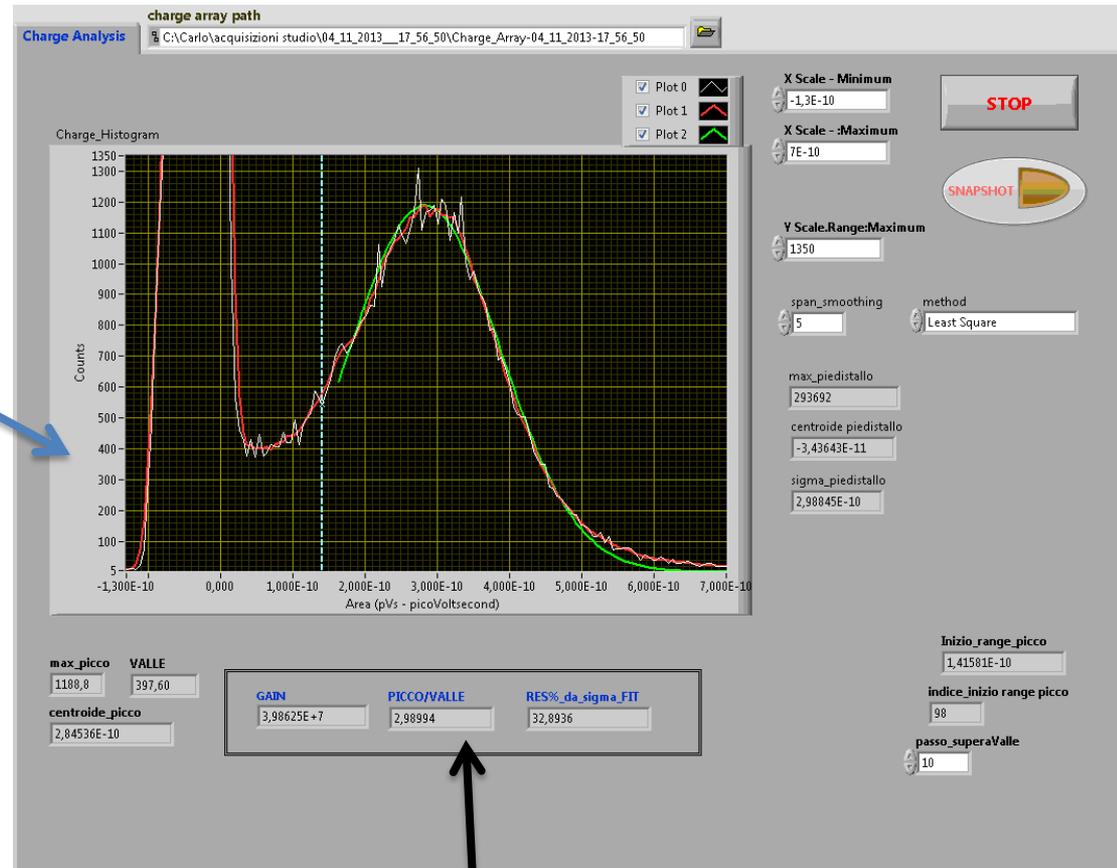
Input: istogramma in carica della vi di acquisizione

Plot bianco : istogramma in carica «grezzo» ottenuto dalla VI di acquisizione.

Plot rosso : istogramma con smoothing su 5 bin. Elimina le fluttuazioni maggiori

Linea tratteggiata azzurra: stabilisce il «range» adatto ad un corretto fit del picco di fotoelettrone

Plot verde : fit gaussiano



- Il picco del piedistallo è individuato dal massimo dell'array
- Il picco del singolo pe dal fit gaussiano ottenuto
- FWHM dedotta dal fit gaussiano
- Valore della valle dedotto da uno smoothing dell'istogramma

Output : Valori di interesse

- Rapporto picco/valle
- Gain
- Risoluzione in carica (σ)

Time Analysis vi

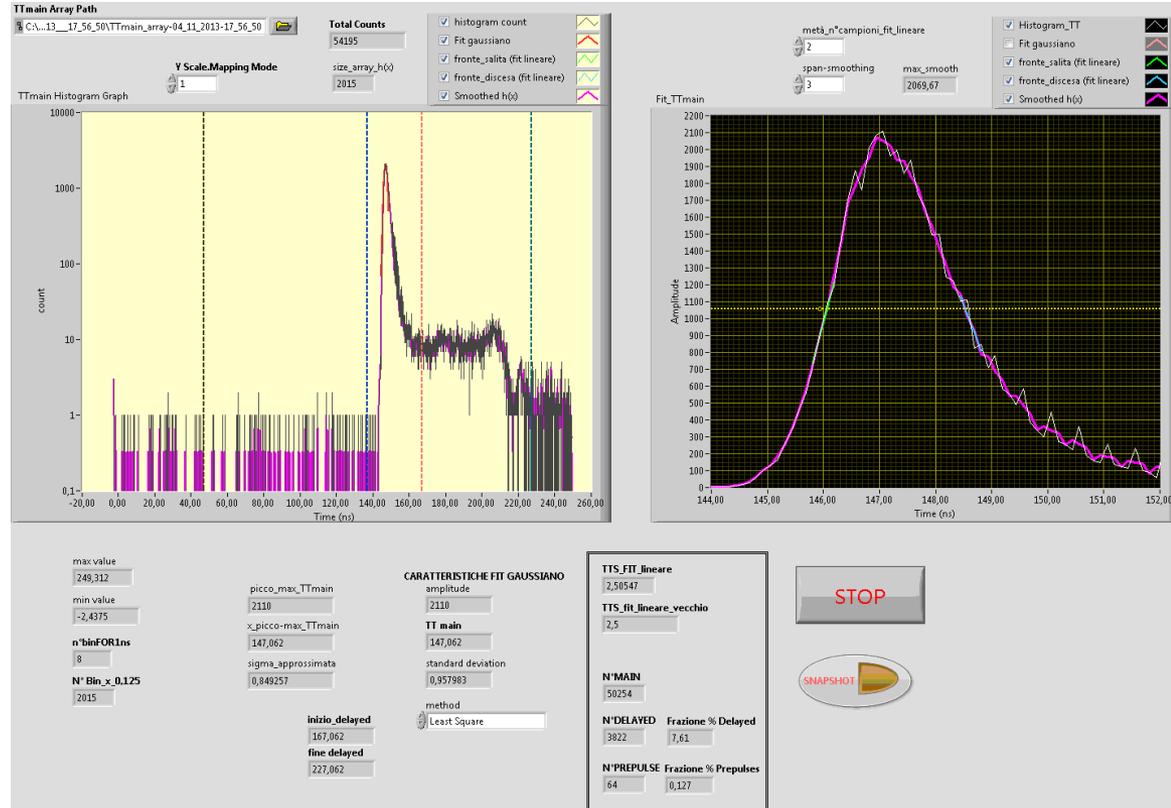
Input: istogramma del TT a $t_h=20\text{mV}$ (1/3 pe) della VI di acquisizione

Plot nero (prima figura) e bianco (seconda fig): istogramma in TT «grezzo» ottenuto dalla vi di acquisizione.

Plot fucsia : istogramma con smoothing su 5 bin. Elimina le fluttuazioni maggiori

Linee tratteggiate: stabiliscono i range temporali per il calcolo di main, pre e delayed pulses.

Plot rosso prima figura: fit gaussiano (determina il TT)
TTS calcolato mediante larghezza a metà altezza e fit del fronte di salita e discesa della curva (seconda figura)

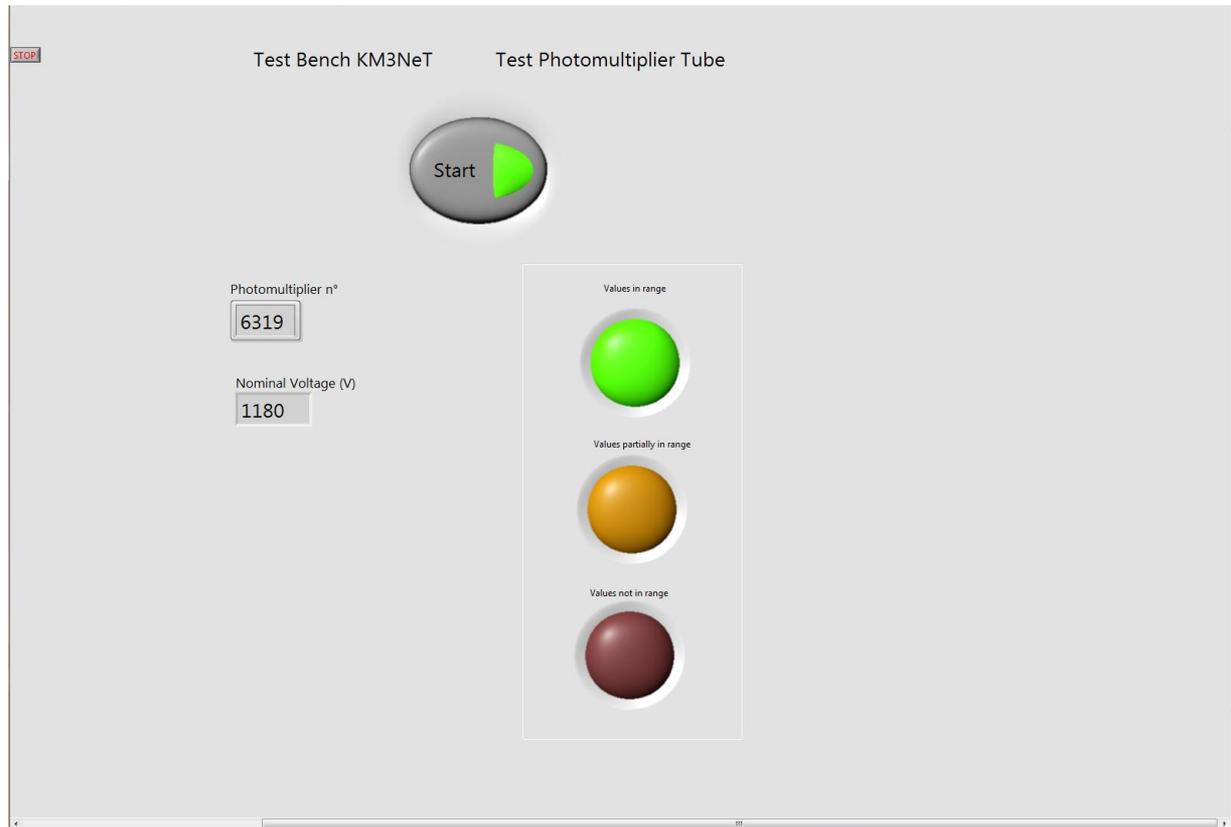


Output: Valori di interesse

- Transit Time
- Transit Time Spread
- N°Main
- % delayed (10ns – 100 ns dopo il main)
- % prepulses (100 ns -10 ns prima del main)

Final vi

Ciò che vedrà l'operatore è solo questo front-panel con un «semaforo» e il nome del PMT in test. Questa macro esegue sequenzialmente le tre già viste. Ecco un esempio di VI finale per il test di un PMT risultato positivo (luce verde)



Confronto sistema NIM

PMT 10 inch	Valori Scheda a campionamento NI	Valori sistema analogico NIM
gain x 1E7	3,98	3,7
P/V	3	2,85
TTS FWHM (ns)	2,5	2,7
Delayed pulse (%)	7,61	7,8
Pre pulse (%)	0,13	0,12
AP1 (%)	0,85	0,85
AP2 (%)	2,61	2,48

I dati preliminari sono confortanti, ma stiamo cercando di ottimizzare ancora....

Grazie per l'attenzione