



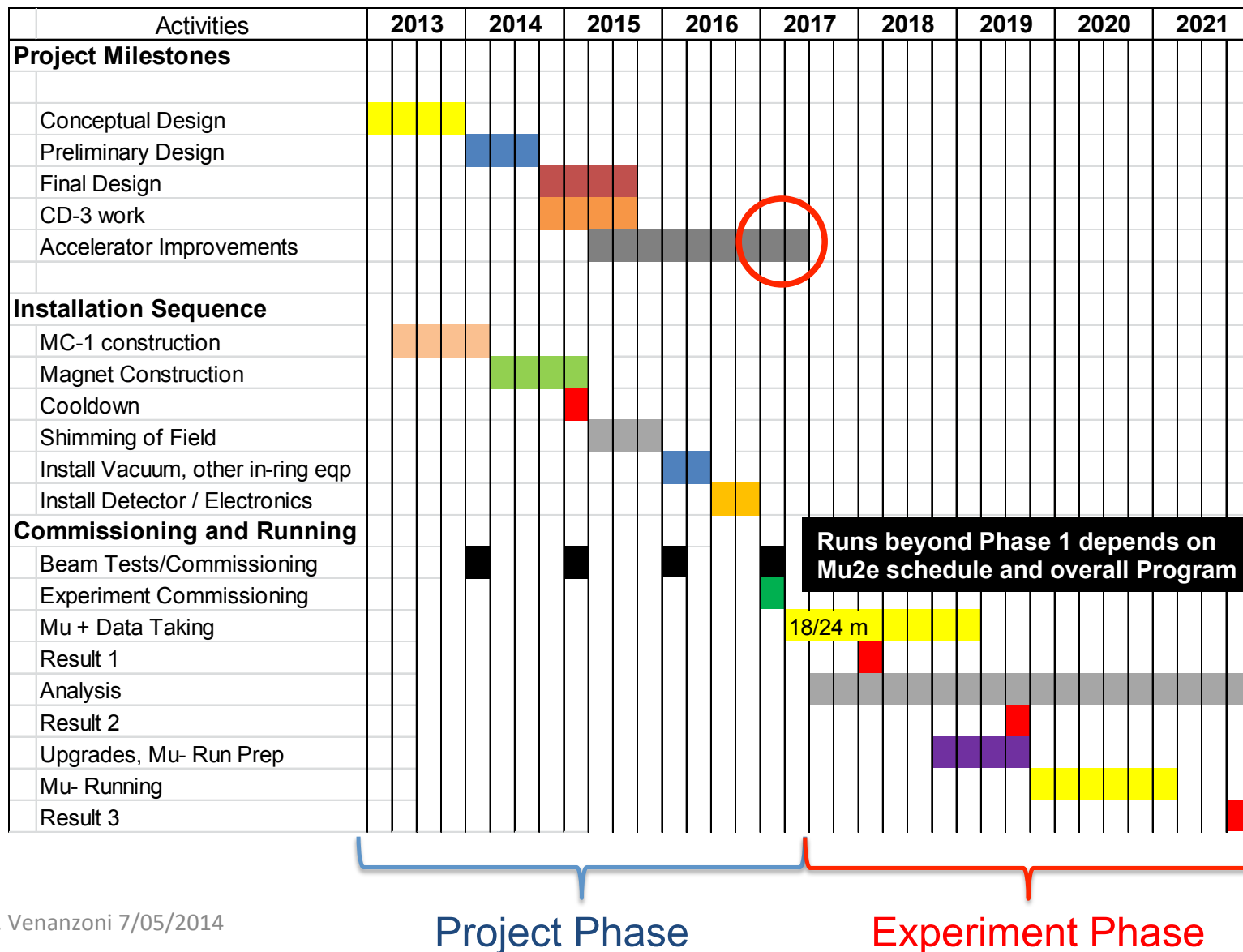
G-2: RELAZIONE REFEREE

C.Roda,A.Tricomi, M.R. CSN1 21-5-2014

Updates since September

- September 2013
 - CD-1 Review of experiment and budget
 - November 2013
Detector group test beam run at SLAC
UK groups awarded funding for g-2
 - December 2013
CD-1 approved at \$46.3 M TPC (excluding NSF and International)
- April 2014
MC-1 building beneficial occupancy for g-2
- Next deadlines:
 - TDR complete May 2014
 - Director's review, June 2014
 - CD-2 review July 29-31, 2014.

Timeline (fiscal year)



Aggiornamenti da Sett. 2013 @ Fermilab

- Progresso generale su
 - muon beam
 - storage ring
 - kicker
 - Elettronica e rivelatori per tracciatore e calorimetro
 - Detector building



E989 Collaboration: 38 Institutes; >150 Members



Domestic Universities

- Boston
- Cornell
- Illinois
- James Madison
- Massachusetts
- Mississippi
- Kentucky
- Michigan
- Michigan State
- Mississippi
- Northern Illinois University
- Northwestern
- Regis
- Virginia
- Washington
- York College

• National Labs

- Argonne
- Brookhaven
- Fermilab

• Consultants

- Muons, Inc.



Italy

- Frascati,
- Roma 2,
- Udine
- Naples
- Trieste



China:

- Shanghai



The Netherlands:

- Groningen



Germany:

- Dresden



Japan:

- Osaka



Russia:

- Dubna
- PNPI
- Novosibirsk



England

University College London
Liverpool
Oxford
Rutherford Lab

Korea

KAIST



FTE Committed

Survey of Collaboration for P5

Construction	Running	Analysis
2014 - 2016	2017-2018	2019 - 2022
91	80	68

Aumentato il coinvolgimento internazionale: UK, Korea
UK ha una partecipazione simile a IT come budget & personale

G-2 Evoluzione Partecipanti INFN

Partecipazione Italiana e FTE (2014 Effettiva)

- **LNF (4.5 FTE):**

- G. Venanzoni 70% (RN,RL)
- D. Babusci 40%
- R. Cimino 30%
- S. Dabagov 30%
- D. Hampai 30%
- C. Ferrari (INO) 50%
- A. Fioretti (INO) 50%
- C. Gabbanini (INO) 50%
- A. Anastasi (PhD) 100%

- **RM2 (0.4 FTE):**

- G. Di Sciascio 20%
- D. Moricciani 20%

In rosso le persone già associate su GMINUS2

- **TS/UD (3 FTE):**

- G. Cantatore 50% (RL)
- M. Karuza 50%
- D. Cauz 80 %
- G. Pauletta 40% ← Transizione Mu2e → G-2
- L. Santi 80%

- **Na (1.6 FTE):**

- S. Catalanotti 20%
- M. Iacovacci 20%
- S. Mastroianni 20%
- R. Di Stefano 100%

TOT 9.5 FTE, 20 persone

<FTE> ~0.5

5 FTE e 15 persone nel DB INFN

G-2 Evoluzione Partecipanti INFN 2015

Partecipazione Italiana e FTE (Previsione 2015)

- **LNF (4.3 FTE):**

- G. Venanzoni 70% (RN,RL)
- D. Babusci 40%
- S. Dabagov 30%
- D. Hampai 40%
- C. Ferrari (INO) 50%
- A. Fioretti (INO) 50%
- C. Gabbanini (INO) 50%
- A. Anastasi (PhD) 100%

- **TS/UD (3 FTE):**

- G. Cantatore 50% (RL)
- M. Karuza 50%
- D. Cauz 80 %
- G. Pauletta 40%
- L. Santi 80%

- **Na (2.0 FTE):**

- M. Iacovacci 40%
- S. Mastroianni 40%
- S. Catalanotti 20%
- R. Di Stefano 100%

- **RM2 (0.4 FTE):**

- G. Di Sciascio 40%
- D. Moricciani 30%

TOT 10 FTE, 19 persone

<FTE> ~0.5

Aggiornamenti da Sett. 2013 in Italia

- **Settembre 2013:** la CSN1 finanzia un limitato impegno per effettuare test destinati alla valutazione delle prestazioni dei principali elementi del sistema proposto.
- Anticipo di parte dei fondi al 2013 e proposta di un programma da svolgere entro la prima parte dell'anno in consultazione con I referee ([presentazione C.Roda CSN1 - Novembre](#))
- **Novembre 2013:** primi prototipi per monitoring e proposta di utilizzare anche un pulser di ^{241}Am
- **7/5/2014:** riunione con I referee a Roma:
<https://agenda.infn.it/conferenceDisplay.py?confId=8002> e presentazione di un dettagliato documento che illustra il lavoro svolto
- **Oggi:** Proposta di partecipare con un prototipo del sistema di monitoring completo (laser/distribuzione/monitoring/elettronica controllo) al test beam di SLAC + richieste di ulteriori acquisti di materiale per proseguire il lavoro e missioni

Report Attivita' Italiana GMINUS2 – Maggio 2014

A. Anastasi^{1,8}, D.Babusci¹, G. Cantatore⁴, S. Catanalotti², D. Cauz⁵, G. Corradi¹, R. Cimino¹, S. Dabagov¹
G. Di Sciascio³, R. Di Stefano^{2,7}, C. Ferrari^{1,6}, A. Fioretti^{1,6}, C. Gabbanini^{1,6}, D. Hampai¹, M. Iacovacci²,
M. Karuza⁴, S. Mastroianni², D. Moricciani³, G. Pauletta⁵, L. Santi⁵, G. Venanzoni¹

¹INFN-Laboratori Nazionali di Frascati

²INFN Sezione di Napoli e Universita' "Federico II" di Napoli

³INFN Sezione di Roma 2 e Universita' "Tor Vergata" di Roma

⁴INFN Sezione di Trieste e Universita' di Trieste

⁵INFN Sezione di Trieste e Universita' di Udine

⁶CNR, Istituto Nazionale di Ottica (INO) di Pisa

⁷Dipartimento di Ingegneria, Universita' di Cassino

⁸Dipartimento di Fisica, Universita' di Messina

Viene presentato lo stato del lavoro svolto dal gruppo GMINUS2 da Settembre 2013 a Maggio 2014.

Esso e' incentrato sulle attivita' concordate con i referee e per le quali e' stato chiesto un aggiornamento per Giugno 2014 (vedi Slide 15 presentazione C. Roda 22/11/13 CSN1). Viene riportato anche lo stato di alcune attivita' che sono state condotte in parallelo per non accumulare ritardo nei confronti della Collaborazione nella progettazione del sistema di Calibrazione laser (come il progetto della scheda custom per il segnale di monitoring) o della preparazione del Test Beam a SLAC.

Scopo della calibrazione

- La funzione di fit della frequenza di precessione e' energy dependent
- Necessario conoscere bene la calibrazione del calorimetro, in particolare necessita' che sia stabile durante i 700 us della durata utile di un fill di muoni altrimenti si introduce un bias: fonte dominante di incertezza sistematica di E821:
 - $\Delta G/G \sim 0.2\% \rightarrow \Delta\omega_a/\omega_a \sim 0.1\text{ ppm}$.
 - Goal di E989 $\Delta\omega_a/\omega_a \sim 0.02\text{ ppm} \rightarrow \Delta G/G \sim 0.04\%$ (CDR)
- Discutiamo al momento di raggiungere almeno:

$$\Delta G/G = 0.1\% \rightarrow \Delta\omega_a/\omega_a \sim 0.05\text{ ppm}$$

Rappresenterebbe una riduzione della sistematica di un fattore 2 rispetto a E821 e peggiora "solo" del 5% la misura compressiva di a_μ .

Scelta sistema laser

- Un Laser di adeguata potenza e nelle specifiche in termini di lunghezza d'onda, stabilita' e repetition rate e' stato individuato e acquistato (non ancora utilizzato per i test)

PicoQuant	LDH-P-C-405M (high-P)	300	500	20@4000	0,005	1,02E+09	Including PDL 200-B driver (multimode output, poor beam quality)	Crisel Instruments	13496	8
-----------	--------------------------	-----	-----	---------	-------	----------	---	--------------------	-------	---

Picoquant is OK

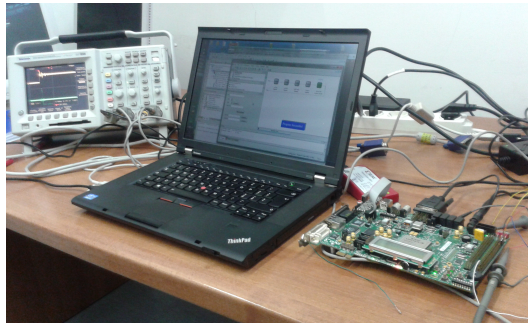
$T = 2 \cdot 10^{-4}$ = Trasmission efficiency
on fiber for a bundle of 60 fibers
1mm $\varnothing$ connected to 2'' Sphere

$$E_{\text{pulse}}^{\text{TOT}} \sim 0.01 \text{ pJ} / T = 0.01 \text{ pJ} / (2 \cdot 10^{-4}) = 50 \text{ pJ}$$

- Le misure effettuate del coefficiente di trasmissione ottica consentono una stima piu' realistica:
 - possibile necessita' di prevedere piu' di una sorgente laser per illuminare tutti i rivelatori, o un laser piu' potente di quanto previsto originariamente.
- Laser PicoQuant adeguato per Test Beam

Highlights/elettronica (LNF/NA)

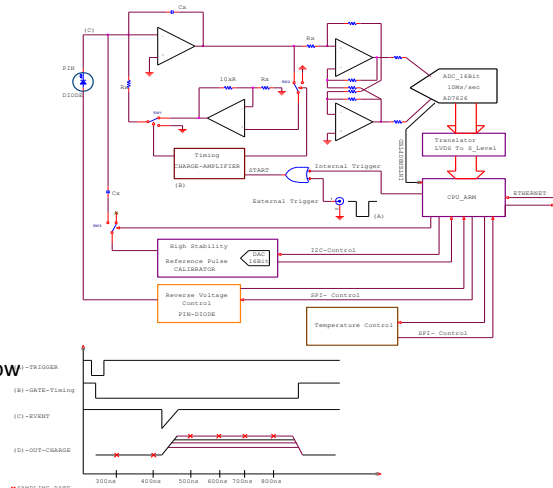
- A Virtex prototype has been setup and put in operation at NA



Sistema di controllo laser tramite VIRTEX5. La sequenza di trigger e' visualizzata all'oscilloscopio.

Scheda custom charge integrator

- Rivelatore candidato, Diodo PIN
- Accuratezza di misura dell'ordine del %
- Risoluzione del campionatore 16Bit
- Stabilità a lungo termine, meglio del %
- Rate previsto del LASER 100Khz
- Preamplificatore in carica, sensibilità $\geq 100\text{mV/pC}$
- Banda passante del preamplificatore, 200Mhz
- Dinamica del campionatore +/- 2V
- Campionatore ultraveloce a 16 Bit
- Processore ARM-M3
- Protocollo di comunicazione previsto con l'utente, ETHERNET
- Trasferimento completo dei Dati su pagina Web e Slow Control
- Compensazione automatica della temperatura accuratezza 0.1°C



General overview

DAQ

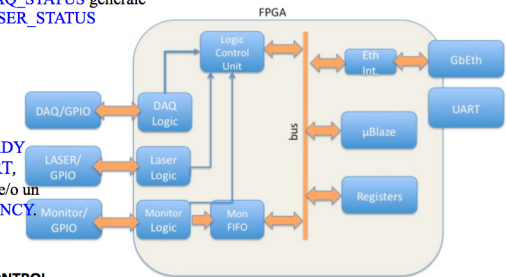
IN: **FILL** e **END_OF_FILL** relativamente alla macchina e/o **DAQ_STATUS** generale
OUT: **READY** e **LASER_STATUS**

LASER

OUT: **START** e **READY**
IN: **Ack dello START**,
WARNING/FAULT e/o un
segnale di **EMERGENCY**.

MONITOR/SLOW CONTROL ...

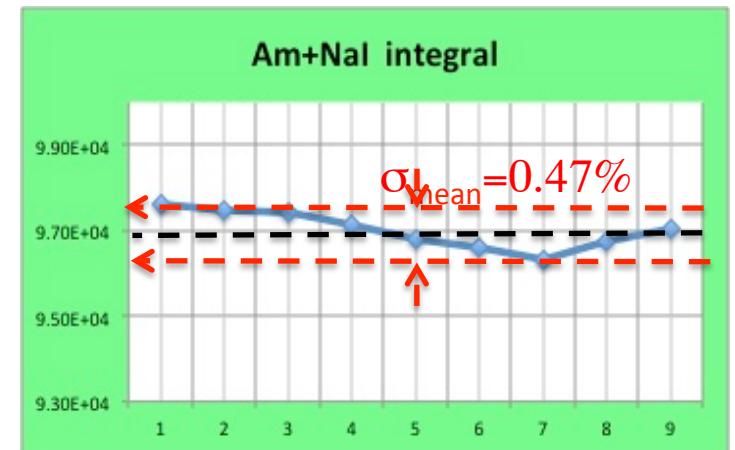
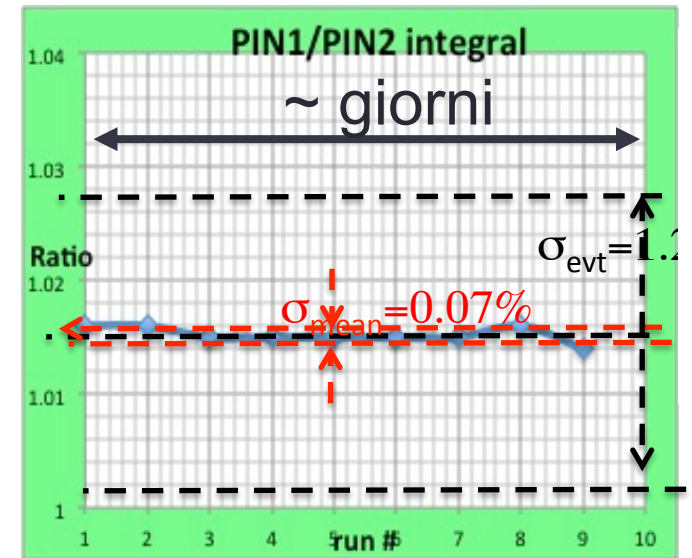
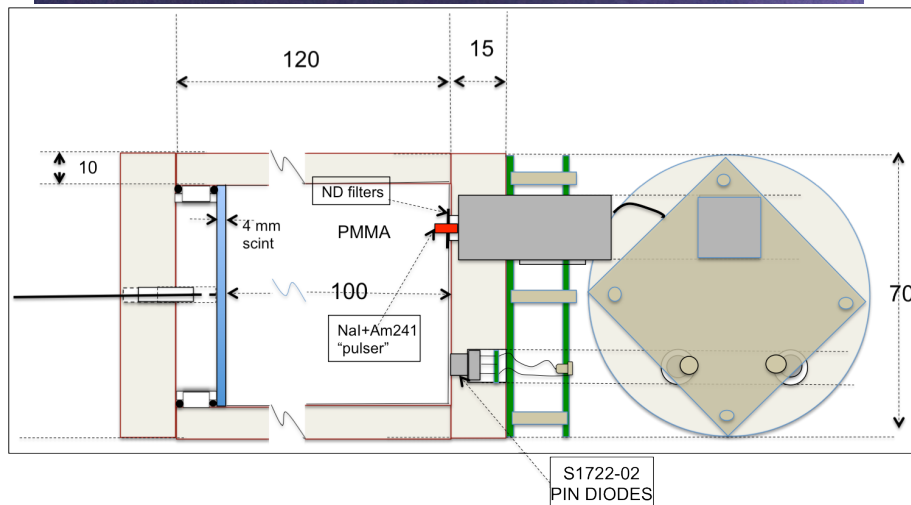
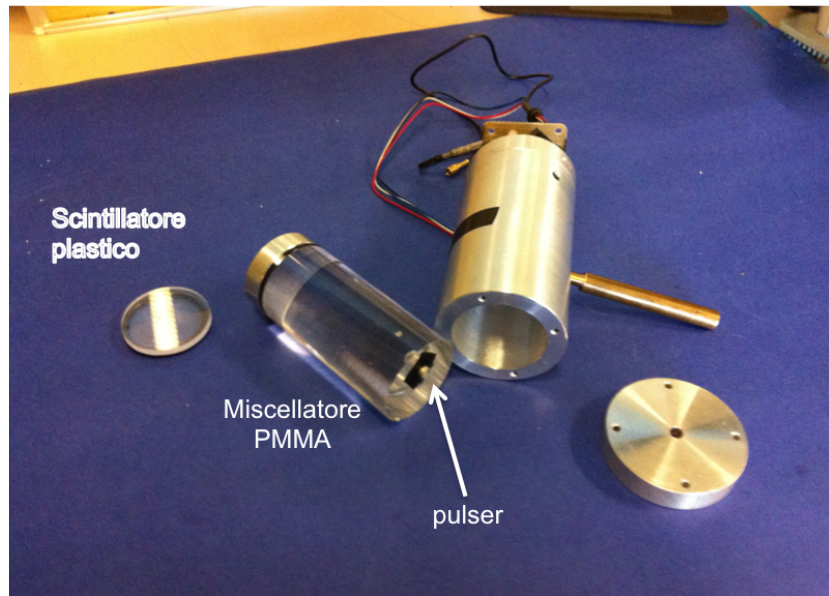
IN: n canali ADC/SiPM
OUT: data frame



Sviluppo scheda virtex per controllo laser in modalita' base pronto per TB

Elettronica per lettura PD monitoring a Frascati (Corradi) pronto per TB: in seguito sviluppo con processore ARM per DAQ indipendente da verificare

Highlights/monitoring UD

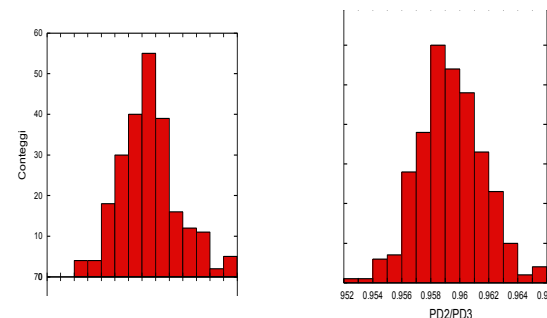
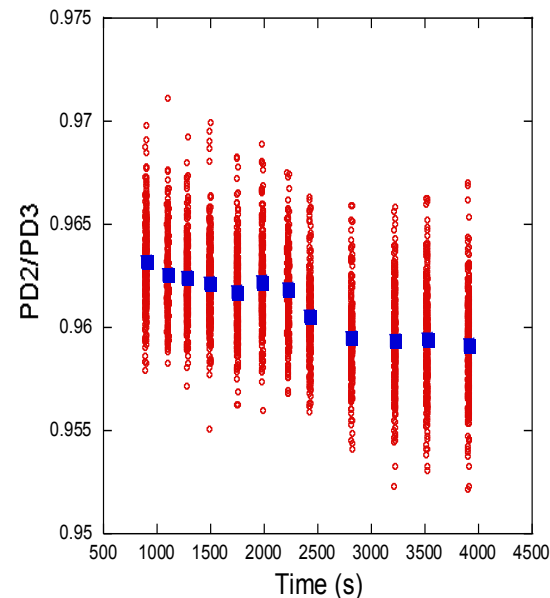


- Laser e elettronica non ottimali

Highlights/distribuzione luce LNF

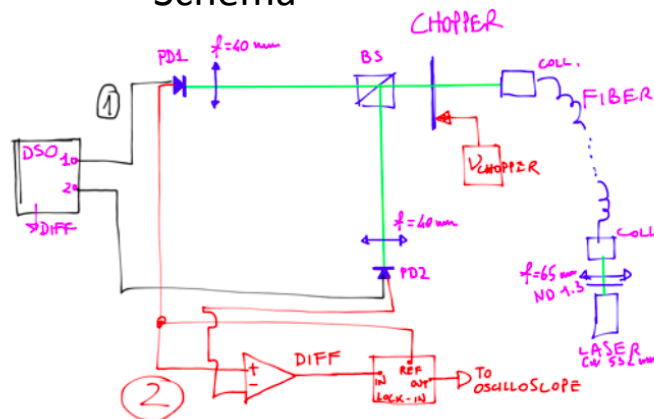
Stabilità vs. tempo - risultati

- Gli impulsi del laser variano molto in ampiezza
- Per ogni gruppo di acquisizione consecutiva, il rapporto dei fotodiodi PD2/PD3 è caratterizzato da una variabilità dell'1%
- La media su ogni gruppo (200 impulsi) varia dello 0.2% in un ora



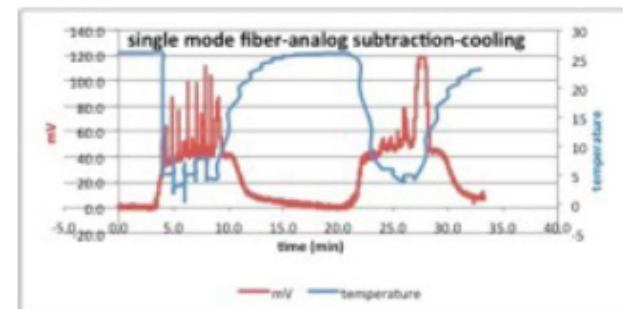
Highlights /stabilita' laser (TS)

Schema

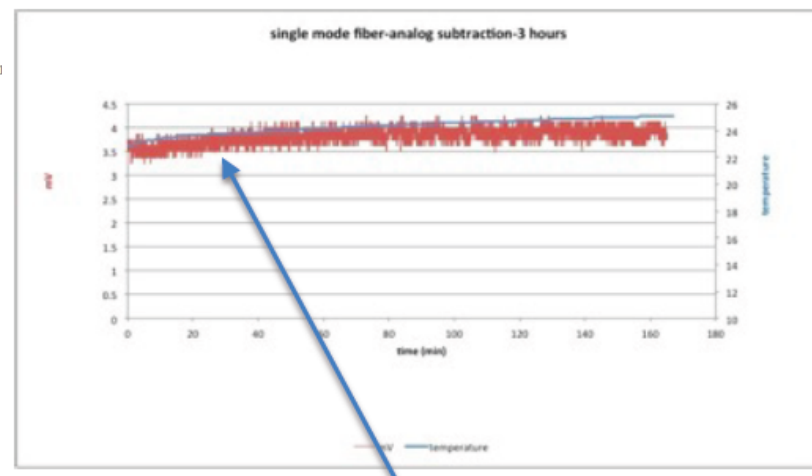


PD1 & PD2 = HAMAMATSU S5973-02
+ FEMTO DLPCA 200

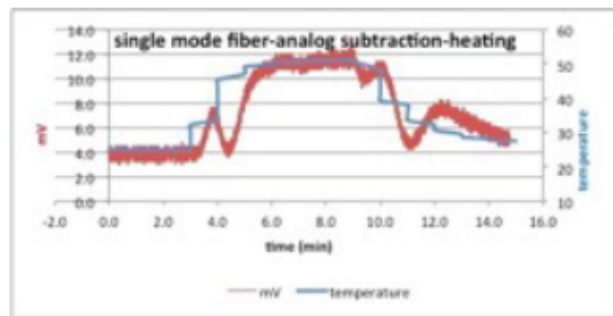
PD2 - ciclo di raffreddamento (sopra) e riscaldamento (sotto)



Prova di stabilità su 3 ore di misura



ione con Referee G-2 - Roma 7/5/2014



Calibration signal: systematic error

$$R = \frac{Q_{SIPM}}{Q_{mon}}$$

$$\sigma_R^{sist} = \sigma_{Mon} + \sigma_{Electr} + \sigma_S^{syst}$$

σ_S^{syst} = Drift of the uniformity of the source

σ_{Mon}^{syst} = Drift of the Monitoring response

σ_{Elect}^{syst} = Drift of the Electronic behaviour
(Pre-amplifier, Charge conversion, etc...)

Systematic error: must be kept <0.1% (in 30' run)

Our measurements (so far):

$\sigma_{Mon}^{syst} \sim 0.1\%_{PD} \oplus 0.5\%_{Calibsource}$ (dominated by the fluctuation of the baseline of the electronics) (UD)

σ_{Elect}^{syst} (PD+Preampli) $\sim 0.1\%$ (TS)

σ_S^{syst} = (Sphere+fibers) $\sim 0.2\%$ (LNF)

$$\sigma_R^{sist} = \sigma_{PD+Ampli} + \sigma_{Calibsource} + \sigma_S^{syst}$$

$$\sigma_R^{sist} = 0.1\% \oplus 0.5\% \oplus 0.2\%$$

We expect a big improvement on Calibration source with the new electronics, and also on the other components

Test Beam at SLAC

- L'esperimento propone di partecipare con un prototipo al test beam di questa estate su fascio a SLAC
- Due fasi previste: preparazione setup a Seattle/UW a Giugno e setup su fascio e presa dati fine Luglio a SLAC
- Obiettivi del test:
 - Setup laser, distribution, monitoring; test locali (train locals);
 - Calibrare, equalizzare i SiPM, esercitare l'FEE e il DAQ
 - Confrontare le soluzioni Sfera vs Beam-Expander +Mixer
 - Confrontare le soluzioni elettronica Custom vs commerciale
 - Testare scheda virtex per il controllo del laser
- Gli obiettivi sembrano coerenti con lo stato attuale della preparazione del gruppo italiano
- Il ritorno di esperienza per finalizzare il design del sistema di monitoring e' importante
- I referee raccomandano di finanziare la partecipazione al Test Beam

Test Beam at SLAC/Materiale

- Il gruppo italiano dispone già dei componenti necessari a realizzare un sistema di calibrazione laser adeguato al test beam prototipo:

- Laser source (LDH-PC-405M)
- 1 2'' Sphere, 1 Beam-expander+mixer; 1x4 FBT Beam Splitter
- 1 Bundle of 60 fibers silica 1mt 200 μm $\varnothing$; 1 Bundle of 56 Kuraray plastic fibers 0.93 mm $\varnothing$ 1.5mt; 1 Bundle of 50 fibers PMMA of 0.6 mm $\varnothing$ 2mt
- Monitor prototype with $^{241}\text{Am}+\text{NaI}$ "pulser"
- 2 Amplifier CREMAT; at least 1 "Custom" Charge integrator Preamplifier
- 16 channels DRS-based Board (CAEN); 2 4 channels DRS4 evaluation Board
- Virtex for driving the laser source
- Other Optical material (lens, collimators, etc..)

In total One or two Monitoring; 3-5 Channels

- Mancano componenti ottiche per Beam expander/Beam Splitter (alternativa alle sfere) e sistema di alimentazione a bassa tensione (6 KE a UD)

Test Beam at SLAC/Missioni

- Si propone la partecipazione di 3-4 persone sia per il periodo di setup dell'apparato a Seattle che per il periodo di presa dati successiva:
- Richiesti 4 m.u. + 8 viaggi: 26 KE
- La richiesta e' coerente con il programma proposto

Next Steps

- Dai risultati del test beam e dal completamento degli studi intrapresi la collaborazione intende dimostrare la fattibilità dell' ambizioso goal di precisione nella calibrazione laser.
 - I risultati ottenuti in pochi mesi soddisfanno i goal che come referee avevamo proposto come primo passo per caratterizzare le diverse componenti del sistema per evidenziare eventuali punti critici anche con setup non ottimali
 - Tuttavia rimane ancora da dimostrare che sia possibile ottenere una precisione fino ad un ordine di grandezza migliore di quella attualmente raggiunta
- La collaborazione italiana richiede un modesto rabbocco di fondi di consumo, che sono ora quasi terminati, per poter dare risposte completamente soddisfacenti entro quest'anno:
- [Dimostrazione fattibilità' del monitoring allo 0.1% su singolo modulo: milestone per il 31-12-2014.]
 - A nostro parere questa richiesta andrebbe quindi sostenuta
- La collaborazione chiede anche fondi per un prototipo di sistema di distribuzione alternativo: "Pisa Frame":
 - A nostro parere l'interesse per questa soluzione è secondario rispetto allo scopo primario di capire le reali prestazioni raggiungibili dalla baseline proposta

Richieste aggiuntive 2014

MISSIONI	kE	CONSUMI	kE	Inventaria bile	kE	RICH TOT kE
- TB SLAC (4m.u.+8 viaggi) - Meet Coll 1.5 m.u.+8 viaggi - Dottorando a FNAL (1m.u.) - Metabolismo Sezioni	26 14 5 5	- sfera 1 inch+ ottica varia (collimatori, beam splitters..) -Componenti diffusore / Monitor (lenti, beam splitters, etc..) -Virtex -Scheda Monitoring -Sipm -Costruzione Pisa Frame (meccanica)	3 5 2 4 2 4	Unita' di bassa tensione stabilizzata	2	
TOTALE	50		20			
Rimanenza (Assegnazioni 2014)	20		6			
Richiesta	30		14		2	46
		-Anticipi 2015				
		: 2x8 fiber splitter; - Fotodiodi pisa frame	4 4	Laser picoquant Oscilloscopio veloce	15 15	

Richieste aggiuntive 2014

MISSIONI	kE	CONSUMI	kE	Inventaria bile	kE	RICH TOT kE
- TB SLAC (4m.u.+8 viaggi)	26	- sfera 1 inch+ ottica varia (collimatori, beam splitters..)	3	Unita' di bassa tensione stabilizzata	2	
- Meet Coll 1.5 m.u.+8 viaggi	14	-Componenti diffusore / Monitor (lenti, beam splitters, etc..)	5	Per test beam		
- Dottorando a FNAL (1m.u.)	5	-Virtex	2			
- Metabolismo Sezioni	5	-Scheda Monitoring	4			
		-Sipm	2			
		-Costruzione Pisa Frame (meccanica)	4			
TOTALE	50 45		26 16			
Rimanenza (Assegnazioni 2014)	20		6			
Richiesta	30 26 - 8 s.j. UD		14 10		2	46
		-Anticipi 2015				
	----- 18 agg.	: 2x8 fiber splitter; - Fotodiodi pisa frame	4 4	Laser picoquant Oscilloscopio veloce	15 15	

Proposta su assegnazione aggiuntive

- A Settembre sono state destinati 23 KE della tasca del 10% per eventuale TB di g-2.
- La richiesta per missioni aggiuntive per TB e' ragionevole
- Stima necessita' di missioni fino a fine anno non include 8 KE del s.j. mu2e di UD gia' decisi alla scorsa riunione di commissione.
 - **Parere favorevole ad assegnazione aggiuntiva di 18 KE (al resp. nazionale/LNF)**
- **Per Consumo e Inventariabile:**
 - **parere favorevole ad assegnazioni aggiuntive di 12 KE per materiale necessario a TB e completamento test preliminari in corso (4 UD/TS consumo + 2 inventario, 4 LNF, 2 Napoli)**

Conclusioni e goal per Settembre

- La partecipazione del gruppo italiano e' molto ben considerata dalla collaborazione E989.
- Il goal di una calibrazione laser con precisione allo 0.1 % o meglio e' essenziale per la riduzione della sistematica e il successo della misura di $g-2$.
- Riteniamo che il gruppo italiano abbia mostrato una apprezzabile crescita e capacita' di effettuare in poco tempo misure interessanti e appropriate alla definizione del progetto facendo buon uso del finanziamento concesso, e incoraggiamo la partecipazione al Test Beam.

Riteniamo che per Settembre sulla scorta di:

- Approvazione TDR
- Risultati Test beam
- Feedback ottenuto durante director review e CD/2
- Consolidamento test effettuati in italia

il gruppo italiano possa presentare un piano realistico per raggiungere il goal dello 0.1% e presentare alla CSN1 un programma e un profilo di spesa credibile per una decisione che riguardi i prossimi anni.

Extras

Schedula aggiornata lavori beam line

Fiscal Year	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total
MC-1 Building GPP	0.5	7.5	1.0				9.0
Beamline Enclosure GPP		0.4	3.7	5.6			9.7
MC Infrastructure GPP			0.5	0.5			1.0
(feeder if needed)						1.1	1.1
Cryo AIP		1.1	5.1	1.3	0.8	1.4	9.7
Recycler RF AIP		0.4	1.0	3.8	3.4		8.6
Beam Transport AIP		0.2	2.5	3.7	0.3		6.6
Delivery Ring AIP		0.1	1.9	3.3	4.3		9.5
Muon Campus TPC	0.5	9.6	15.6	18.2	8.8	2.5	55.2

needed
only for
Mu2e

■ Muon Campus Goals in CY14

- Finish MC-1 building
- Complete most of the work for g-2 portion of cryo plant
- Begin tunnel construction
- Start work on the accelerator construction AIPs