

Elettronica di lettura TIGER per il nuovo tracciatore interno a GEM per l'esperimento BESIII

A. Bortone^{a,b}, M. Alexeev^{a,b}, R. Bugalho^c, F. Cossio^{d,b}, M. D. Da Rocha Rolo^b, A. Di Francesco^e, M. Greco^{a,b}, M. Maggiora^{a,b}, S. Marcello^{a,b}, M. Mignone^b, A. Rivetti^b, J. Varela^e, R. Wheadon^b

^aUniversità di Torino, ^bINFN-Sezione di Torino, ^cPETSys Electronics (Lisbona), ^dPolitecnico di Torino, ^eLIP (Lisbona)

BESIII

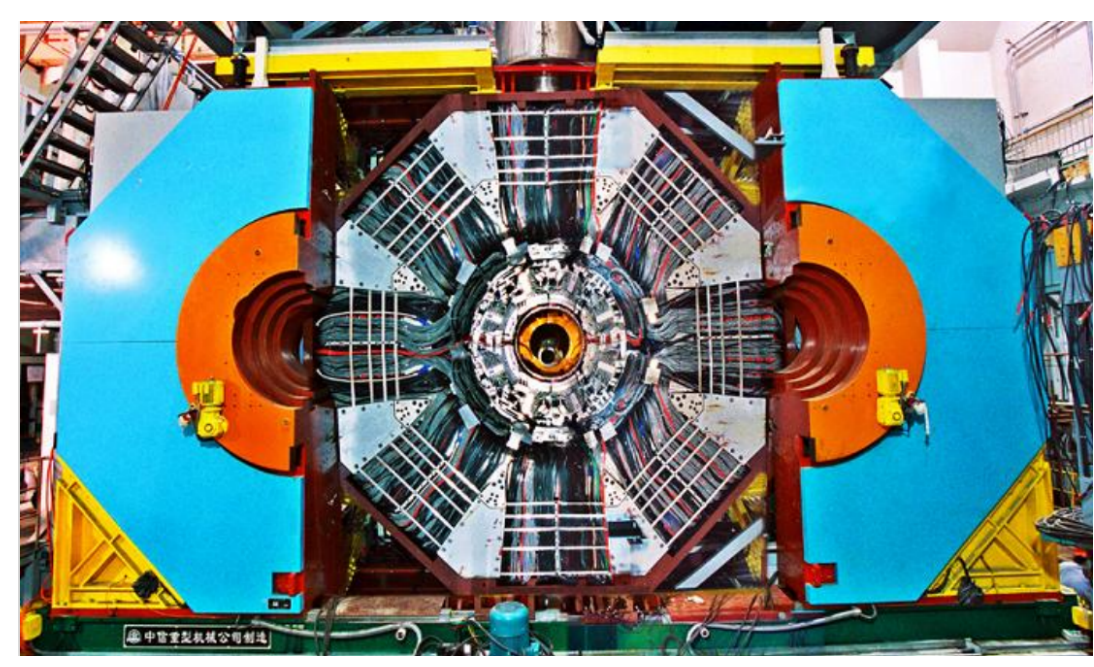


Fig. 1-Lo spettrometro

L'esperimento BESIII (Beijing Electron Spectrometer) è installato presso il BEPCII, acceleratore di elettroni e positroni costruito a Pechino. Lo spettrometro, finalizzato allo studio di quark charm, adroni leggeri e fisica del tau, è in funzione dal 2008 e sarà operativo almeno fino al 2024.

La riduzione del guadagno (circa 4% per anno) della camera a deriva interna, dovuta al danno da radiazione, rende però necessario sostituire il tracciatore interno dell'esperimento.

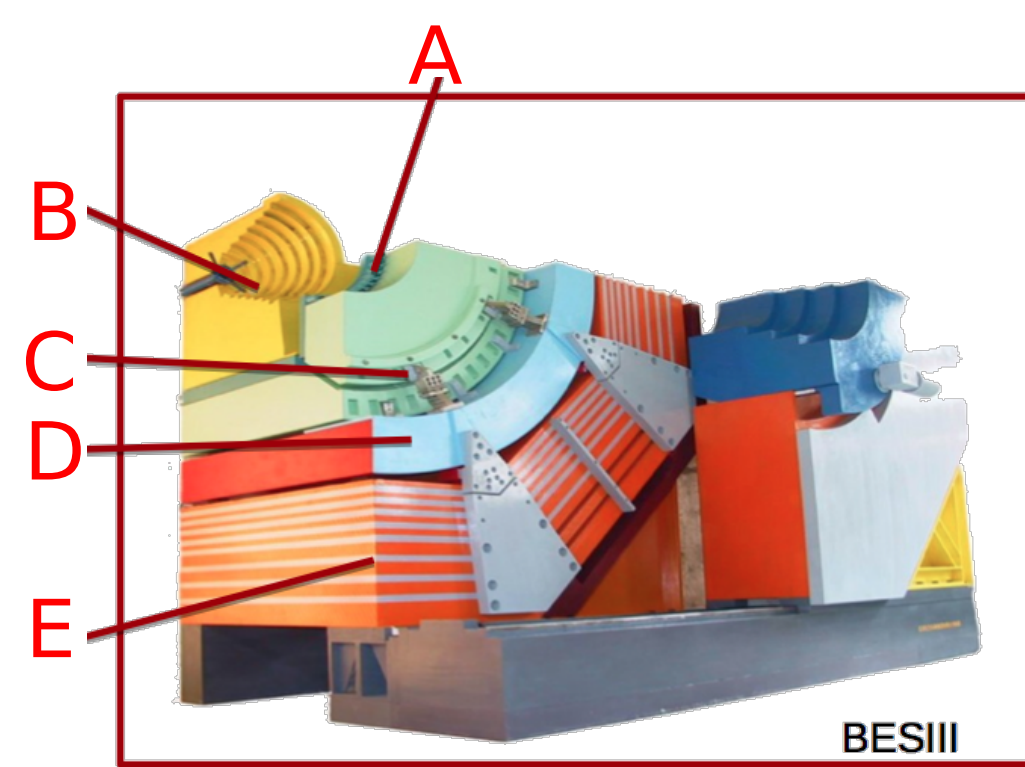


Fig. 2-Vari componenti dello spettrometro:
A-TOF (Rivelatore di tempo di volo)
B-Camera a deriva (tracciatore)
C-Calorimetro elettromagnetico
D-Magnete superconduttivo da 1T
E-RPC (Camera a piani resistivi)

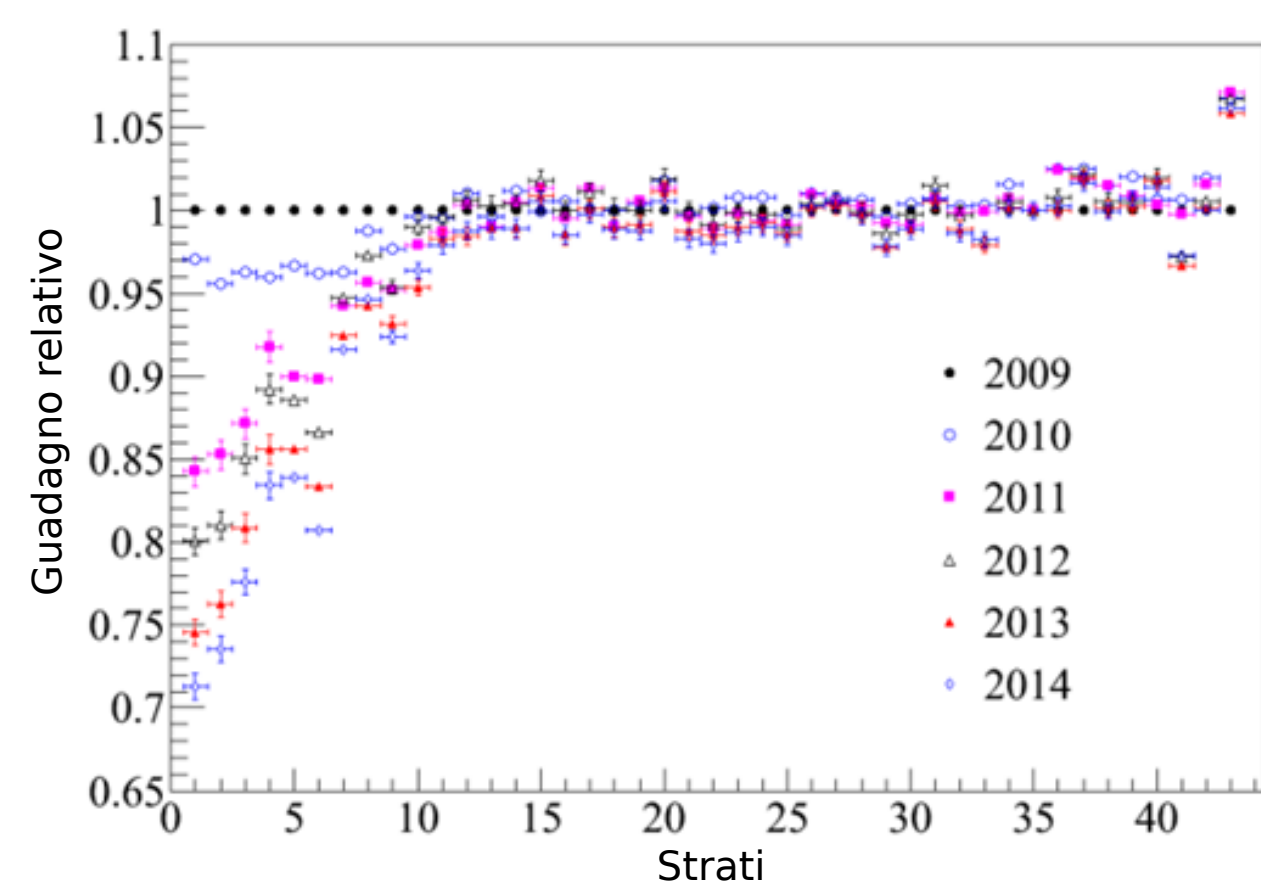


Fig. 3-Perdita di guadagno della camera a deriva

Il progetto CGEM-IT

CGEM-IT (CGEM- Inner Tracker) è l'innovativa soluzione proposta dal gruppo italiano di BESIII, e sviluppata poi dalla collaborazione europea-cinese, per sostituire l'attuale camera a deriva interna. Una CGEM (Cylindrical Gas Electron Multiplier) è un rivelatore di particelle composto da strati di materiale conduttivo forato fra i quali avviene la moltiplicazione degli elettroni. Nel nostro design ci sono 3 strati concentrici (figura 4), ognuna contenente 3 GEM.

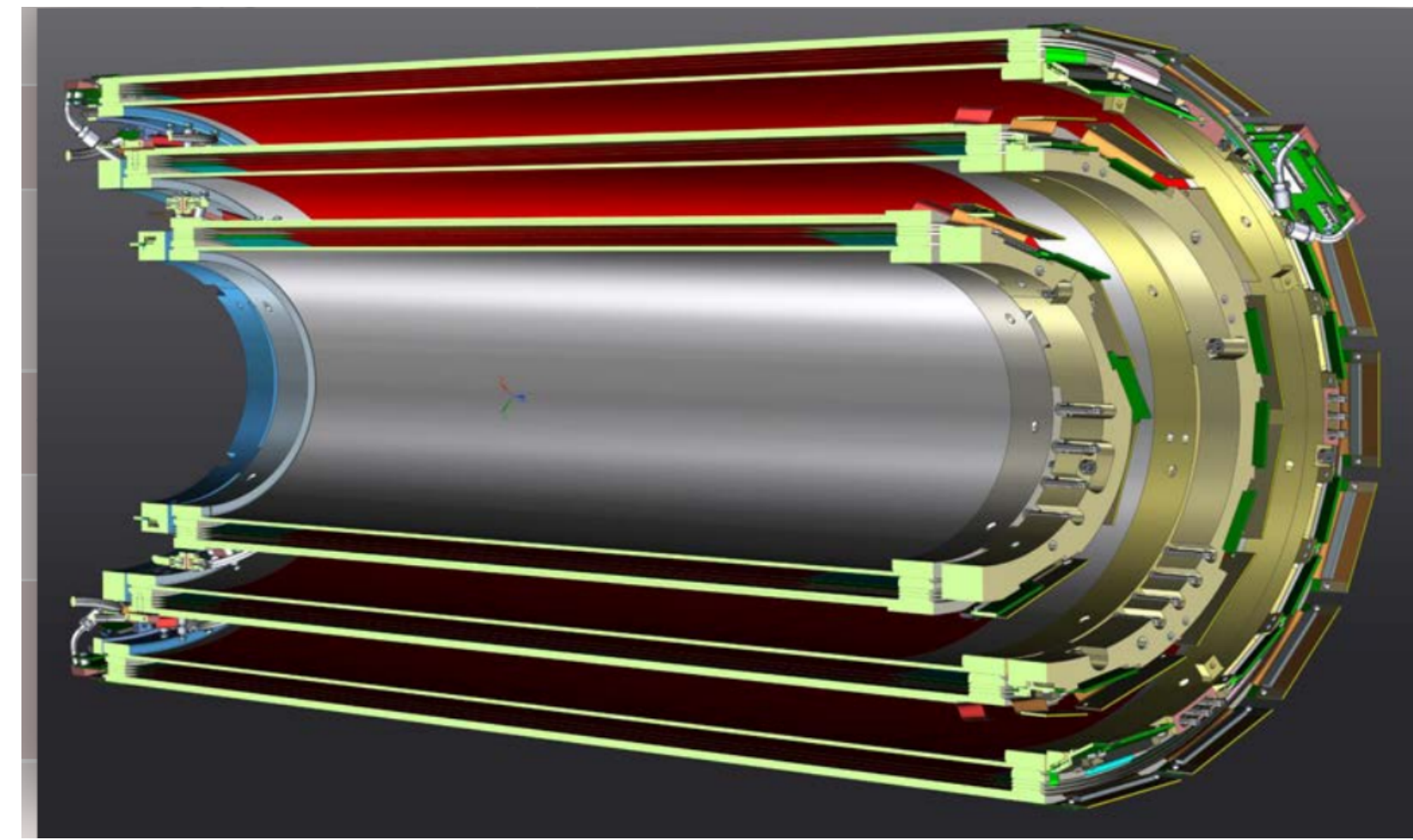


Fig. 4-La struttura di CGEM-IT

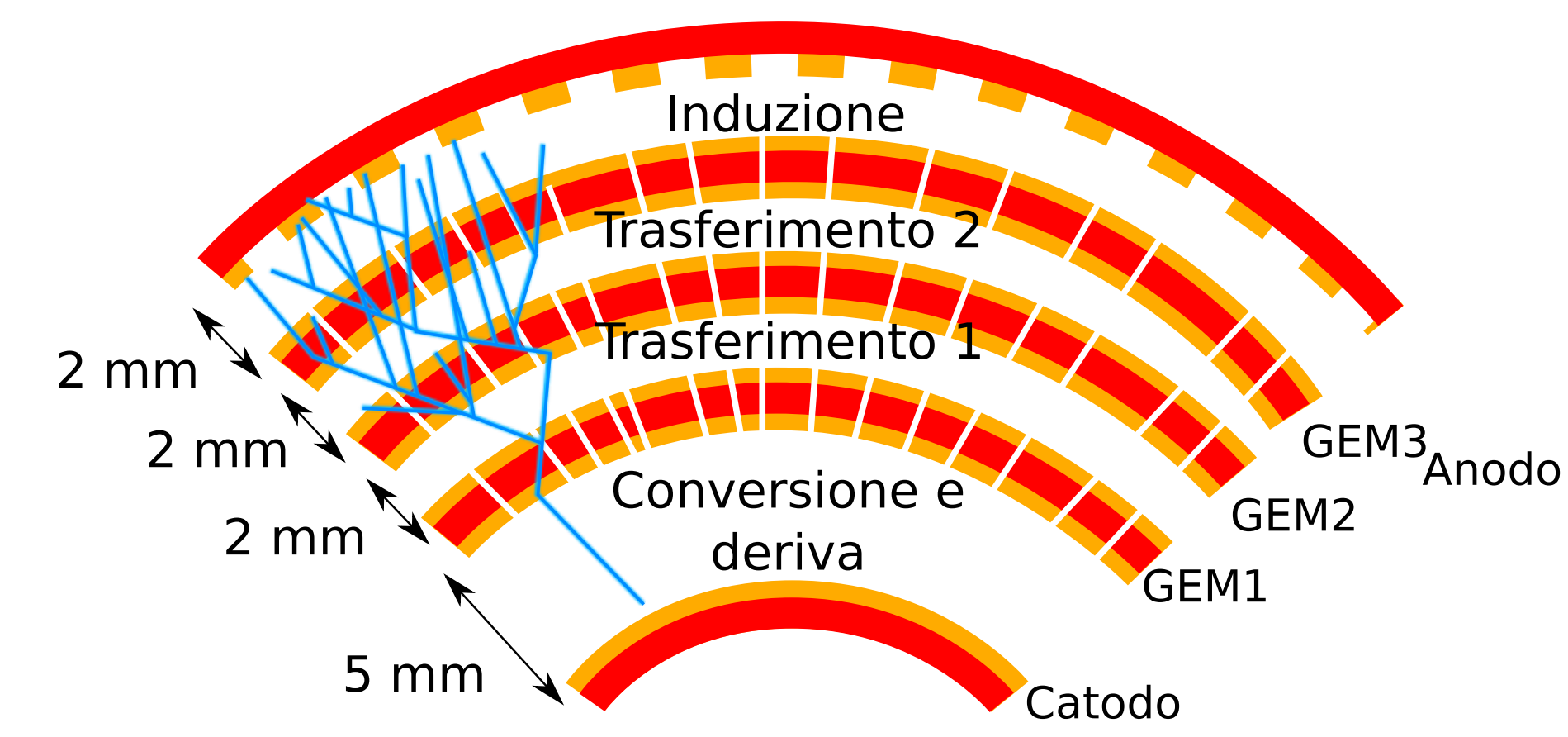


Fig. 5-Moltiplicazione fra i fogli di GEM

L'anodo è costituito da una serie di strisce conduttive, disposte a griglia, che raccolgono il segnale prodotto all'interno del dispositivo. Al fine di ottenere una risoluzione di 130 μm , si è deciso di adottare una lettura analogica, permettendo di utilizzare metodi di ricostruzione a centroide di carica e μ -TPC. E' stato progettato un chip apposito, il TIGER, con una tecnologia esportabile in Cina (UMC-110nm).

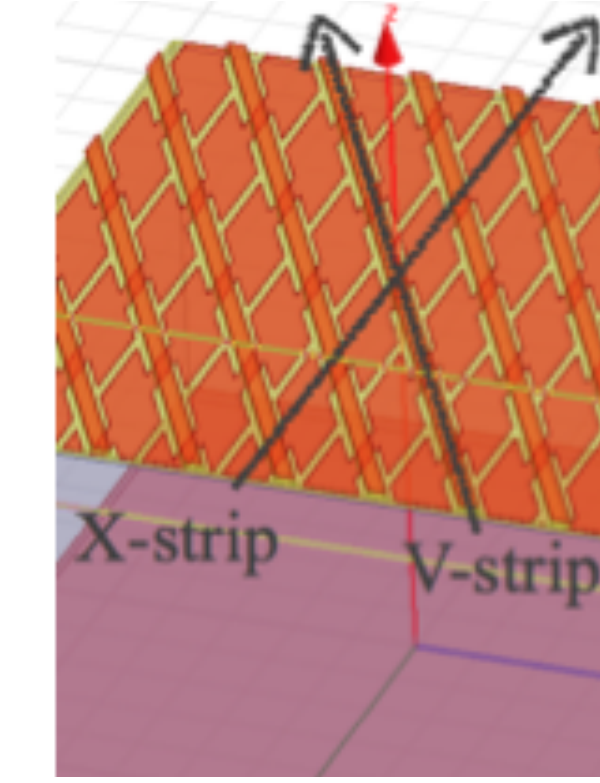


Fig. 6-Geometria XV dell'anodo

Caratteristiche del rivelatore:

- Risoluzione radiale 130 μm
- Risoluzione lungo la direzione del fascio <500 μm
- Risoluzione sulla quantità di moto $\sigma_{p_t}/p_t \sim 0.5\%$
- Risoluzione temporale $\sim 5 \text{ ns}$
- Material budget per strato $X_0 \sim 0.33\%$
- Geometria XV dell'anodo per ridurre la capacità parassita
- Copertura di circa il 93% dell'angolo solido

TIGER ASIC

(Torino Integrated Gem Electronics for Read-out)

Caratteristiche del chip:

- 64 canali letti a 60kHz per canale
- Potenza dissipata per canale minore di 12 mW
- Lettura analogica fino a 50fC di carica
- Rumore sotto i 2000 e- rms per capacità fino a 100 pF
- Misura della carica tramite la tecnica del tempo sopra soglia o con un campionatore di segnale
- 4 TAC (Time to Analog Converter) per ciascuno dei due rami di ogni canale
- Logica digitale protetta da SEU (Single Event Upset)

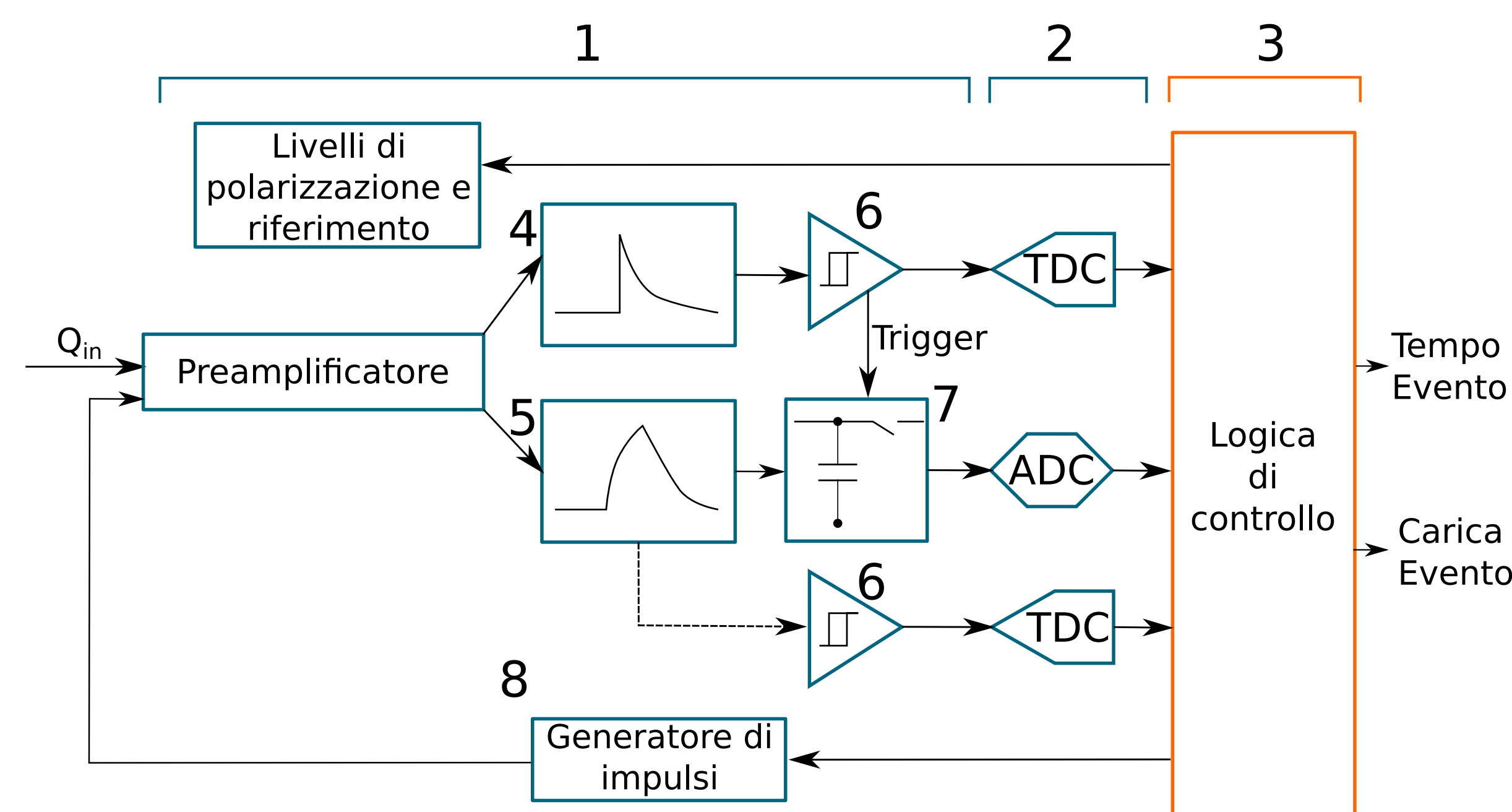


Fig. 7-Schema del TIGER

- 1- Sezione analogica per amplificazione e trattamento dei segnali provenienti dal rivelatore
- 2- Digitalizzazione tramite TDC/ADC (ad interpolazione analogica)
- 3- Logica di controllo (singolo canale e globale)
- 4- Formatura del segnale veloce (ramo tempo)
- 5- Formatura del segnale lento (ramo energia)
- 6- Discriminatori (con comparatore di isteresi)
- 7- Campionatore (sample and hold)
- 8- Circuito di calibrazione interno per generare un impulso di prova con ampiezza programmabile

TEST

I chip sono stati tutti prodotti e il loro assemblaggio sulle schede, così come il montaggio del rivelatore, è in corso.

I test elettrici sul chip ci hanno permesso di determinare le impostazioni ottimali per il suo funzionamento. Lo scorso autunno TIGER è stato testato sotto fascio presso il microtrone di Mainz. E' in corso la caratterizzazione su rivelatore presso l'INFN di Ferrara e un test sotto fascio presso il CERN verrà effettuato a fine mese.

I TIGER (figura 8) vengono assemblati su FEB (Front End Boards, figura 9), schede che montano i regolatori di tensione, i buffer per la comunicazione e le connessioni ai canali.

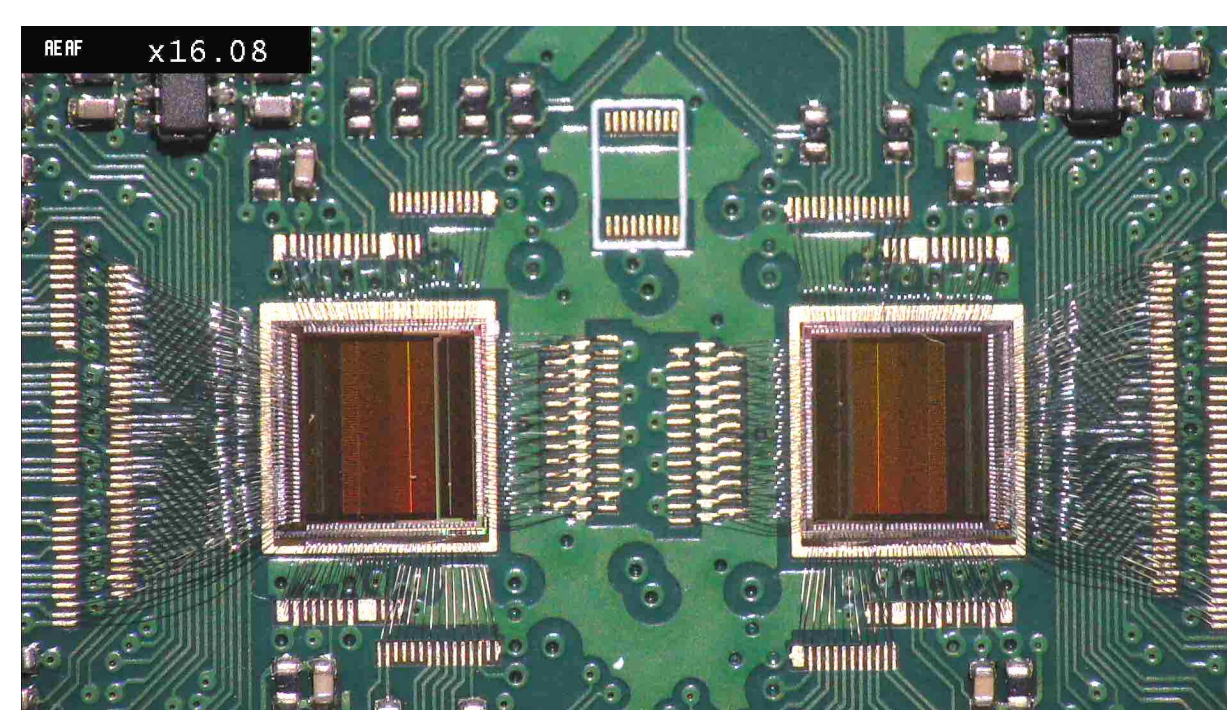


Fig. 8

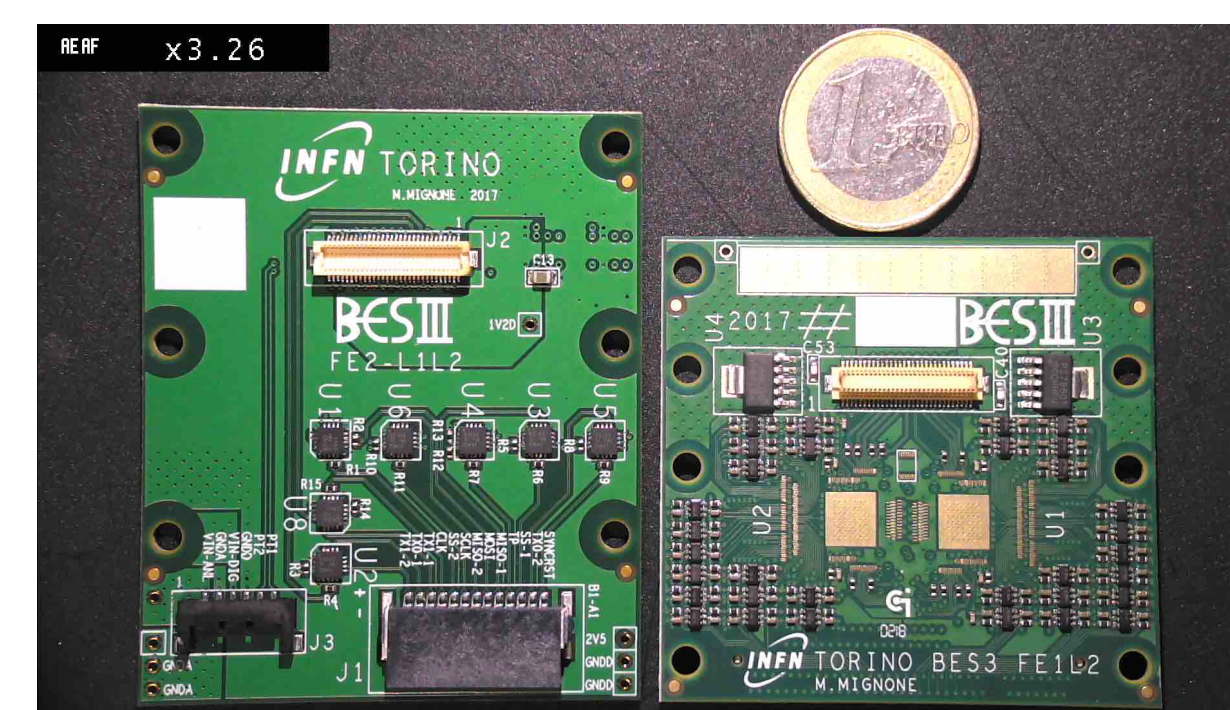


Fig. 9

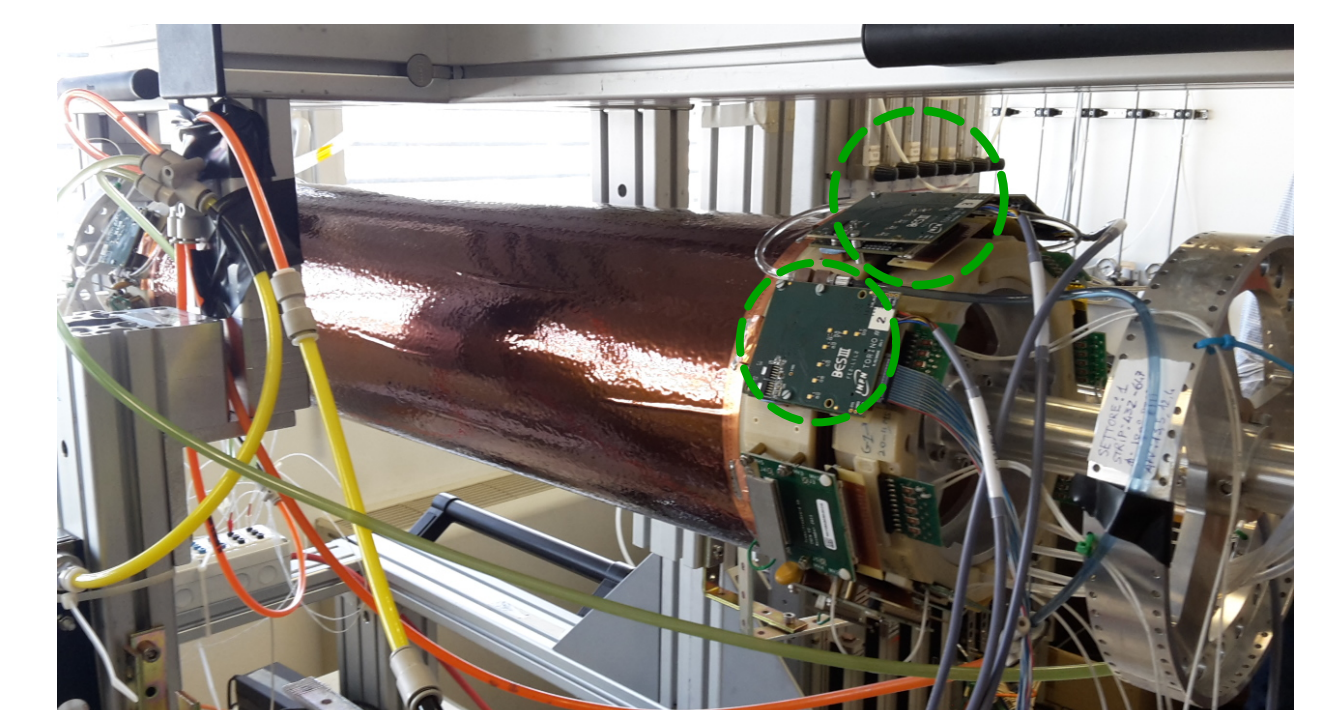


Fig. 10-Primo strato assemblato in laboratorio (INFN Ferrara), le FEB che montano i TIGER nei cerchi verdi

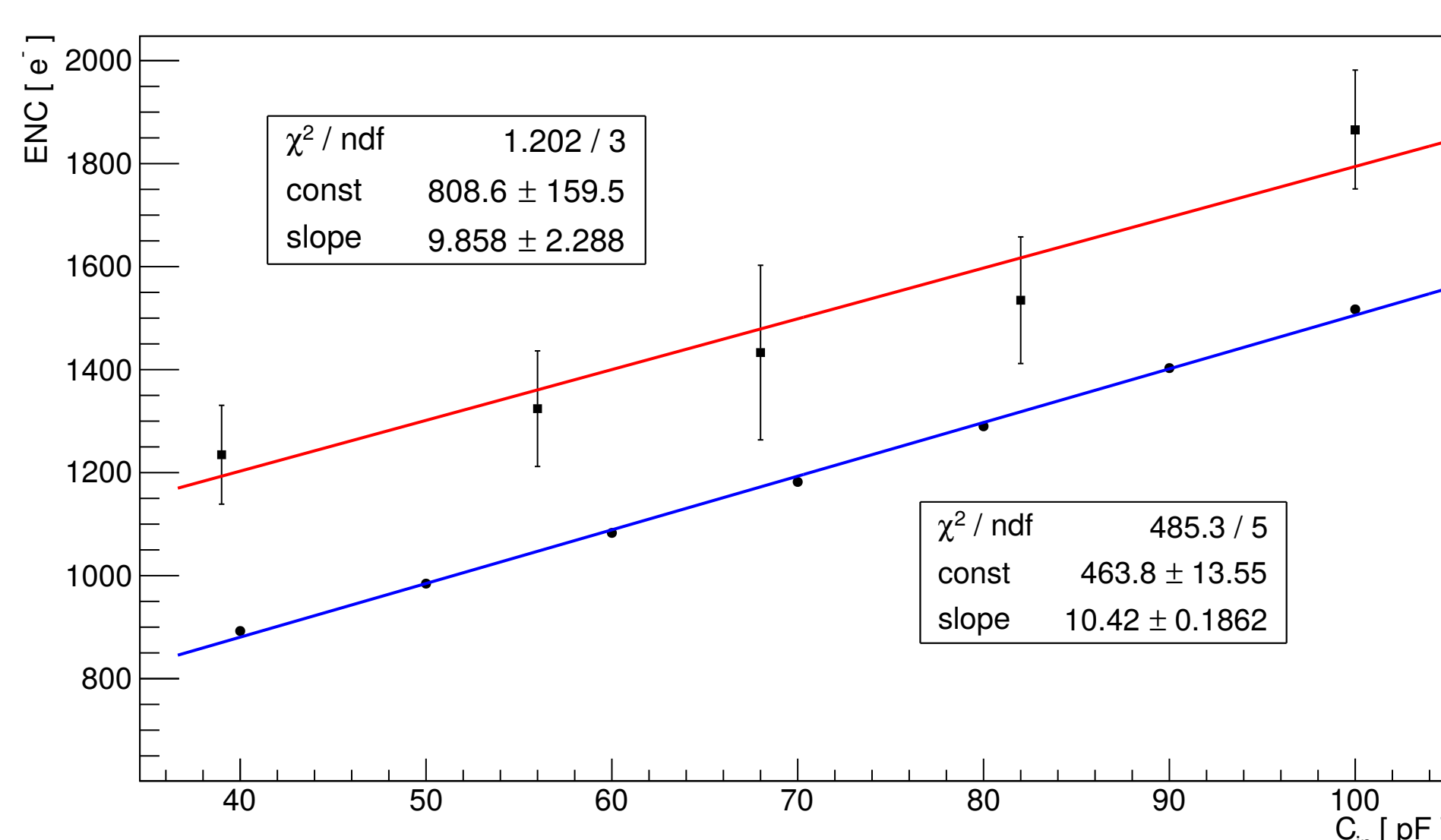


Fig. 10-Rumore in funzione della capacità del canale. In rosso i dati misurati, in blu la simulazione

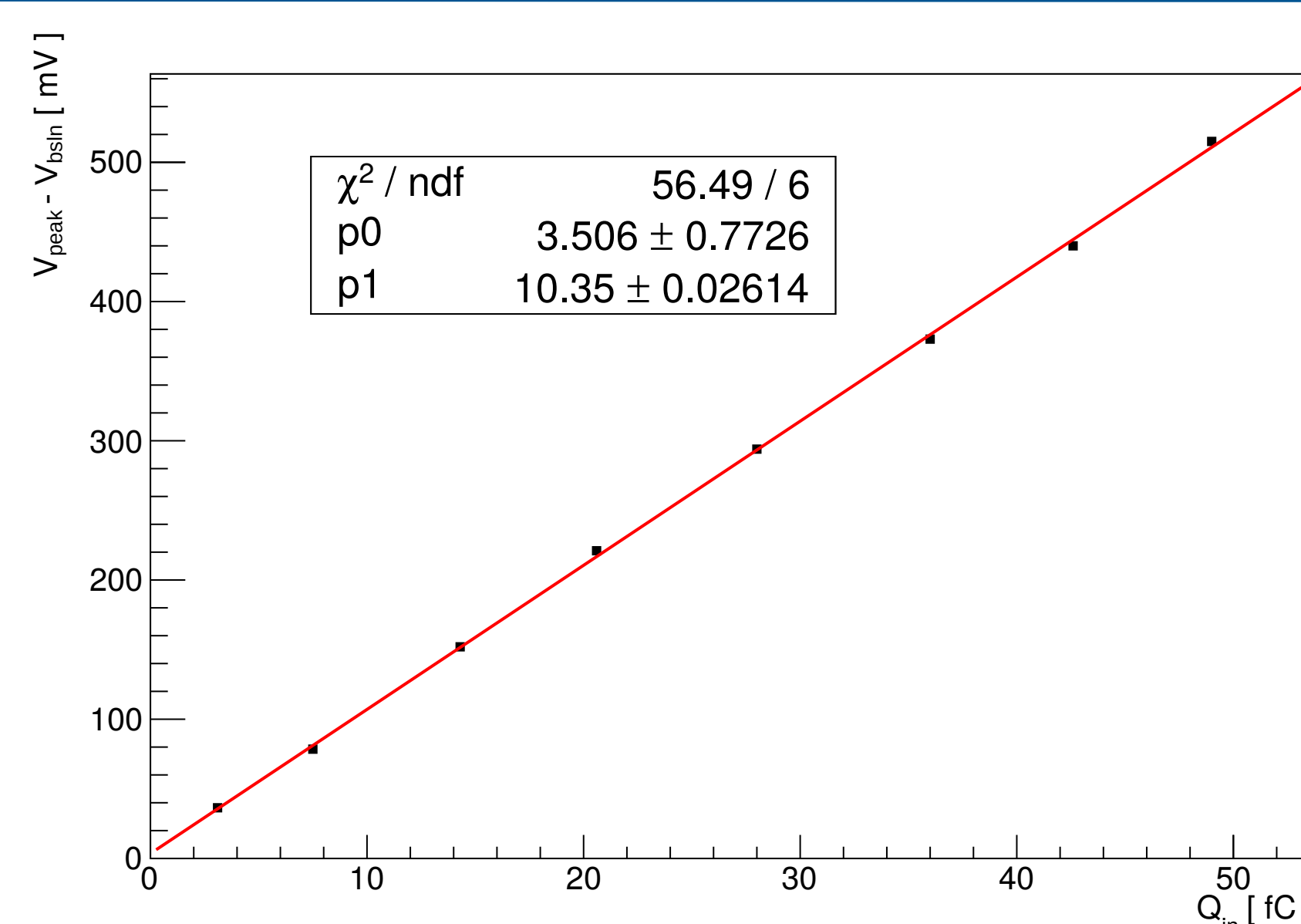


Fig. 11-Guadagno del preamplificatore

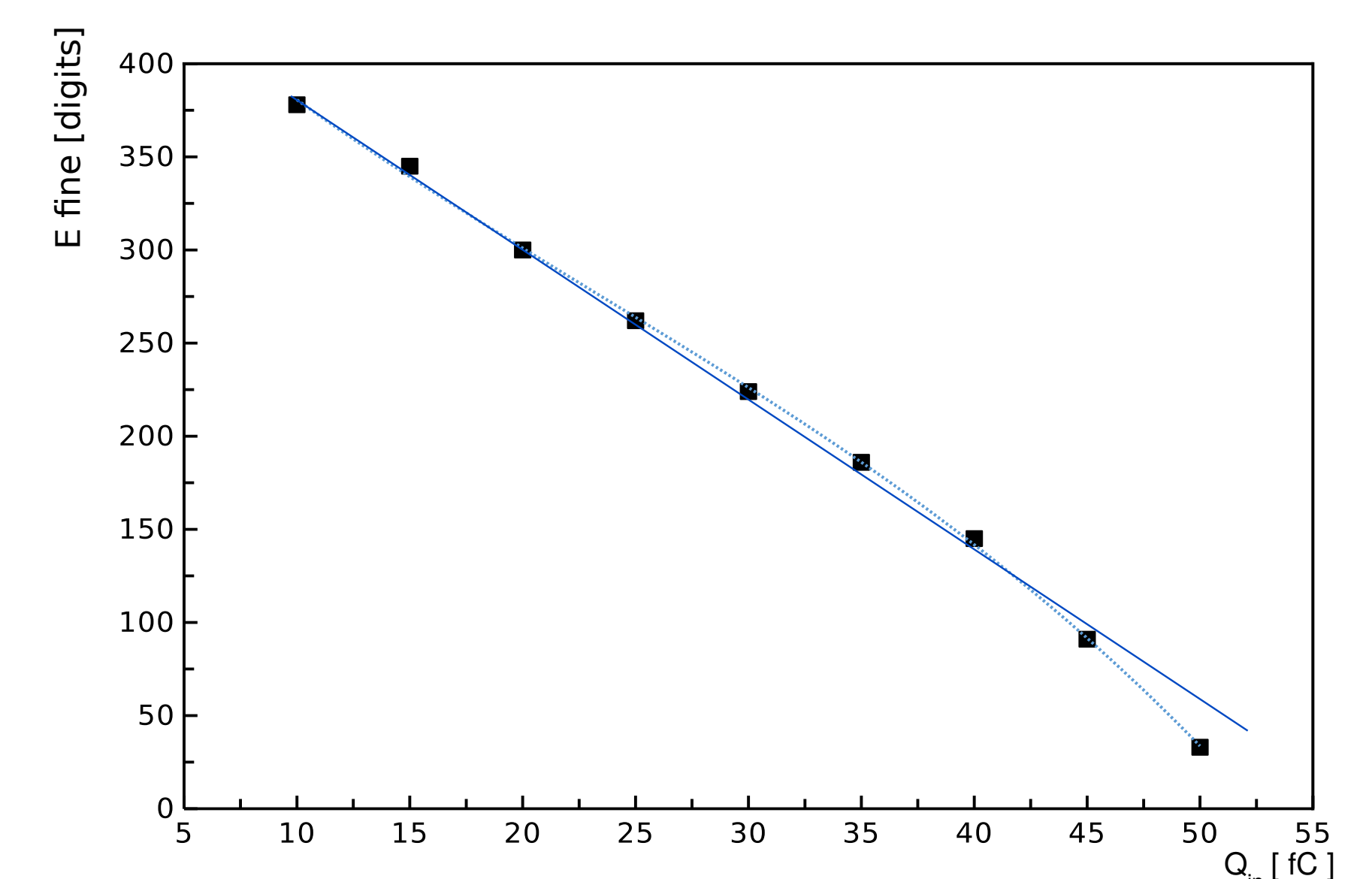


Fig. 12-Misura della linearità del campionatore