

#### **A1 Titolo dell'attività di ricerca**

ROAL - RecOnfigurabile self-repairing and Adaptive high-speed Links  
(Progetto finanziato dal MIUR nell'ambito del programma SIR2014)

#### **A2 Responsabile**

*(aggiungere eventuale referente del Dipartimento se il Responsabile non è un afferente ad esso)*

Responsabile      Raffaele Giordano

#### **A3 Personale Dipartimento di Fisica (Professori e Ricercatori)**

Prof. Ordinari: Alberto Aloisio

Prof. Associati:

Ricercatori universitari:

RTDA: Raffaele Giordano

RTDB:

#### **A4 Collaborazioni con altri enti**

INFN, Istituto Nazionale di Fisica Nucleare Sez. di Napoli

CERN, Ginevra, Svizzera (esperimento ATLAS)

KEK, Tsukuba, Giappone (esperimento BELLE2)

LNS, Catania (programmi di irraggiamento RARO e RARO2)

#### **A5 Personale strutturato ricercatore o tecnologo altri enti convenzionati**

Vincenzo Izzo (Tecnologo INFN)

#### **A6 Altro personale di ricerca (Assegnisti, Borsisti)**

Assegnisti: Sabrina Perrella (in servizio dal 1.5.2016)

Borsisti Post-doc:

Borsisti: Dario Barbieri (in servizio dal 1.5.2017), Ferdinando Pascale (in servizio dal 1.1.2017 al 28.2.2017)

#### **A7 Dottorandi di Ricerca**

#### **B1 Breve descrizione della linea di ricerca**

*(max 1000 caratteri)*

La linea di ricerca si inquadra nelle attività sperimentali di Fisica delle Alte Energie e prevede lo sviluppo di interconnessioni seriali multi-gigabit (dai 5 ai 13 Gbps) basate su dispositivi logici riconfigurabili per applicazioni in sistemi di trigger e acquisizione dati. La linea di ricerca prevede attività di test delle interconnessioni presso apposite facilities di irraggiamento, tra cui i Laboratori Nazionali del Sud (Catania), e presso siti sperimentali di laboratori di ricerca internazionali, tra cui il CERN (Ginevra, Svizzera) e KEK (Tsukuba, Giappone).

Lo svolgimento del programma include lo sviluppo di modelli e simulazioni di soft errors in interconnessioni basate su dispositivi programmabili, la progettazione delle

interconnessioni e di appositi test d'irraggiamento, l'analisi dei dati nonché la presentazione dei risultati a conferenze internazionali e la pubblicazione su riviste scientifiche peer-reviewed.

## **B2 Descrizione attività svolta nel triennio 2014-2016**

*(max 2000 caratteri)*

L'attività è iniziata contestualmente alla chiamata diretta del PI come RTDa, avvenuta il 26 gennaio 2016, quanto segue è relativo al periodo dal 26/1 al 31/12 2016.

E' stata svolta una fase di studio e sviluppo di nuovi algoritmi per la correzione di errori di configurazione indotti da radiazioni ionizzanti in dispositivi logici programmabili (e.g. FPGA SRAM-based), che ha portato alla definizione di una tecnica innovativa.

E' stato realizzato un prototipo di link seriale, basato su dispositivi Xilinx della famiglia Kintex-7, avente un data rate massimo di 10 Gbps, latenza di trasmissione fissa (entro 1 ns) e protetto con una tecnica FEC. Il link è stato presentato ad una conferenza internazionale IEEE [c3] e pubblicato su rivista internazionale [1].

E' stata progettata una scheda elettronica basata su dispositivi Xilinx Kintex-7 mirata alla verifica sperimentale degli algoritmi di rilevazione e correzione di errori di configurazione indotti da radiazioni ionizzanti. E' stato svolto un primo test presso i Laboratori Nazionali del Sud (programma RARO), utilizzando un fascio di protoni da 62 MeV, per una fluenza totale di  $2.9 \cdot 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ .

E' stato installato un setup sperimentale presso l'esperimento BEAST (KEK, Tsukuba, Giappone) per la misura in-field del tasso di errori di configurazione indotti dal collisore e+e- KEK in dispositivi FPGA SRAM-based di ultima generazione. La presa dati è avvenuta, durante l'operazione di fase 1 della macchina, dal febbraio al giugno 2016. I primi risultati sono stati presentati a conferenze internazionali [c1,c2].

Un setup simile è stato installato anche presso l'esperimento ATLAS (CERN) per misurare il tasso di errori di configurazione indotti dall'acceleratore LHC.

## **B3 Descrizione attività programmata nel triennio 2017-2019**

*(max 2000 caratteri)*

Sono previsti l'approfondimento dello studio e la prosecuzione dello sviluppo di nuovi algoritmi per la correzione di errori di configurazione in dispositivi logici programmabili (e.g. FPGA SRAM-based). Sarà valutata la possibilità di sviluppare tecniche di forward error correction adattive per ottimizzare il rapporto tra bit di overhead e payload in link seriali veloci basati su dispositivi programmabili impiegati in sistemi TDAQ di esperimenti di Fisica delle Alte Energie.

E' prevista la progettazione di ulteriori schede elettroniche prototipali basate su dispositivi Xilinx di nuova generazione (famiglie Ultrascale e/o Ultrascale+) mirate alla validazione sperimentale degli algoritmi sviluppati con fasci di protoni e neutroni. E' stata presentata una richiesta di tempo fascio presso i Laboratori Nazionali del Sud (programma RARO2). Il programma è stato accettato e il tempo fascio è stato allocato nel corso del 2017.

Oltre allo sviluppo e validazione sperimentale degli algoritmi suddetti mediante appositi test beam, si prevede anche di continuare le attività di misura in-field del rate di errori di configurazione presso gli acceleratori SuperKEKB e ATLAS.

Una nuova versione del setup sperimentale è in corso di installazione presso l'acceleratore SuperKEKB al fine di monitorare il rate di errori indotti durante la fase 2 di operazione della macchina, prevista nel 2018. In questa nuova fase l'impiego dei magneti focalizzatori finali permetterà di eseguire misure a più alta luminosità rispetto alla fase 1, in condizioni operative più simili a quelle in cui il rivelatore Belle2 si troverà durante la presa dati.

Durante il 2017 è previsto l'inizio della presa dati per il setup installato presso il l'esperimento ATLAS.

### **C1 Pubblicazioni scientifiche nel triennio 2014-2016/7**

*(indicare il numero complessivo nel triennio e elencare le più significative (max 10))*

Pubblicazioni più significative:

[1] R. Giordano (corresponding author), V. Izzo, S. Perrella, A. Aloisio, "A JESD204B-compliant Architecture for Remote and Deterministic-Latency Operation," IEEE Trans. on. Nucl. Sci., vol.PP, no.99, pp.1-1, doi: 10.1109/TNS.2017.2655569, Open Access

[2] R. GIORDANO (corresponding author) et al., "High-Resolution Synthesizable Digitally-Controlled Delay Lines," IEEE Trans. on. Nucl. Sci., vol.62, no.6, pp.3163-3171, Dec. 2015 doi: 10.1109/TNS.2015.2497539

[3] R. GIORDANO (corresponding author) et al., "Layout and Radiation Tolerance Issues in High-Speed Links," IEEE Trans. on. Nucl. Sci., vol.62, no.6, pp.3177-3185, Dec. 2015 doi: 10.1109/TNS.2015.2498307, Open Access

[4] R. GIORDANO et al., "A Frequency Agile, Self-Adaptive Serial Link on Xilinx

FPGAs," IEEE Trans. on. Nucl. Sci., vol. 62, no. 3, pp. 955-962, June 2015

[5] R. GIORDANO et al., "The FAZIA project in Europe: R\&D phase," THE EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL. A, HADRONS AND NUCLEI, vol. 50, ISSN: 1434-6001, doi: 10.1140/epja/i2014-14047-4, Jan.2014

## **C2 Presentazioni a Conferenze internazionali e nazionali**

*(solo se lo speaker è tra il personale elencato nel punto A3)*

[c1] R. GIORDANO (presenter), V. Izzo, S. Perrella, A. Aloisio, "Monitoring Single Event Upsets in SRAM-based FPGAs at the SuperKEKB Interaction Point," Instrumentation for Colliding Beam Physics (INSTR-17), Novosibirsk (Russian Federation), Feb. 27th - March 3<sup>rd</sup> 2017, in corso di pubblicazione nei conference proceedings

[c2] R. GIORDANO (presenter), V. Izzo, S. Perrella, A. Aloisio, "Soft-Errors in FPGAs at the SuperKEKB Interaction Point," 2016 IEEE-NPSS Nuclear Science Symposium, Strasbourg (France), 29th Oct. – 5th Nov. 2016 in corso di pubblicazione nei conference proceedings

[c3] R. GIORDANO (presenter), V. Izzo, S. Perrella, A. Aloisio, "A JESD204B-compliant architecture for remote and deterministic-latency operation," 2016 IEEE-NPSS Real Time Conference (RT), Padua, 5-10 June 2016 pubblicato in R. GIORDANO (corresponding author) et al., "A JESD204B-compliant architecture for remote and deterministic-latency operation," 2016 IEEE-NPSS Real Time Conference (RT), Padua, 2016, pp. 1-2. doi: 10.1109/RTC.2016.7543080

## **C3 Presentazioni di brevetti internazionali e nazionali**

## **D1 Progetti di ricerca attivi**

*(Progetti di Enti di ricerca, Progetti Europei, Progetti MIUR, PON, POR, ...)*

ROAL - RecOnfigurabile self-repairing and Adaptive high-speed Links (Progetto finanziato dal MIUR nell'ambito del programma SIR2014)