

## Corso di Dottorato in Fisica e Astronomia XXXV ciclo, a.a. 2019/2020

### Borse finanziate dal Dipartimento

#### **n.1 borsa vincolata al progetto di ricerca “*Generatori di eventi Monte Carlo con risommazione per LHC e collisori future*”**

L'obiettivo della ricerca è lo studio e lo sviluppo di metodi per integrare le più moderne ed accurate predizioni teoriche in QCD nei generatori di eventi tramite la combinazione dei tre principali approcci teorici (espansione perturbativa ad ordine fisso, risommazione e generatori di cascate adroniche), di modo da unire i vantaggi di ogni metodo. Di particolare rilevanza è l'inclusione della risommazione ad ordini elevati, che permette di connettere la descrizione perturbativa delle radiazioni dure con le cascate adroniche e la fisica non perturbativa.

Questo progetto si focalizzerà sullo studio ed implementazione di tecniche innovative per la simulazione di processi di produzione di singoletti di colore al LHC e per collisori futuri.

#### **n.1 scholarship – “*Resummation-Improved Montecarlo event generation for the LHC and future colliders*”**

The goal of this project is to push forward the frontier of precision QCD for event simulations by combining the three possible theoretical description (fixed-order perturbative expansion, resummed calculations and parton showers) into the same theoretical framework, in order to benefit from the advantages of each.

Of particular importance is the inclusion of higher-logarithmic resummation, which bridges the gap between the perturbative description of hard radiation and the shower domain. This project will focus on the study and implementation of novel techniques for the production of color singlets at the LHC and future colliders.

#### **n.3 borse vincolata al progetto di ricerca “*Circuiti integrati per applicazioni industriali*”**

L'attività oggetto delle borse di dottorato riguarda lo sviluppo circuitale ed architetture di dispositivi microelettronici da realizzarsi in forma di circuito integrato. Tali dispositivi saranno concepiti per essere utilizzati in applicazioni industriali di diversa natura, sia per l'elaborazione del segnale che per la gestione della potenza. A tal scopo l'attività, visto l'utilizzo di tecnologie CMOS e BCD, richiederà lo sviluppo e l'acquisizione di competenze relative al comportamento fisico di tali dispositivi a semiconduttore.

### ***n.3 scholarships – “Design of integrated circuits for industrial applications”***

The activity covered by the doctoral scholarships concerns the development of the circuits and architectures of microelectronic devices to be realized in the form of an integrated circuit. These devices will be designed to be used in industrial applications of different nature, both for signal processing and for power management. For this purpose the activity, considering the use of CMOS and BCD technologies, will require the development and acquisition of knowledge related to the physical behavior of such semiconductor devices.

### ***n.1 borsa vincolata al progetto di ricerca “Diagnostiche per la caratterizzazione di plasmi freddi”***

La crescita di film sottili nanostrutturati rappresenta un campo di ricerca impegnativo legato a diverse applicazioni di rilevanza scientifica. Combinando un plasma reattivo con campi elettrici e magnetici locali è possibile modificare la dinamica del plasma in prossimità di una superficie sulla micro e nanoscala. La caratterizzazione del plasma è importante per controllare l'interazione del plasma con la superficie. Verranno sviluppati sistemi diagnostici basati sulla spettrometria di massa e sull'analisi delle funzioni di distribuzioni energetiche per studiare e caratterizzare la dinamica ionica e il comportamento del plasma in prossimità di una superficie.

### ***n.1 scholarship – “Diagnostics for cold plasma characterization”***

The growth of nanostructured thin films represents a challenging field of research related to many different applications of scientific relevance. Combining a reactive plasma with local electric and magnetic fields is possible to modify the plasma dynamics in proximity of a surface in the micro and nanoscale. The characterization of the plasma is important to control the plasma-surface interaction. Diagnostics based on mass spectrometry and energy analyser will be developed in order to study and characterise the ion dynamics and the plasma behaviour in proximity of a surface.

### ***n.1 borsa vincolata al progetto di ricerca “Sviluppo di tecniche di timing ad alta precisione per la fisica del neutrino agli acceleratori”***

Gli esperimenti di fisica del neutrino agli acceleratori di prossima generazione richiedono un miglioramento sostanziale delle tecniche di timing. La localizzazione temporale delle interazioni di neutrino viene generalmente effettuata attraverso l'osservazione della luce di scintillazione o della radiazione Cherenkov. Analogamente, la caratterizzazione del fascio alla sorgente avviene attraverso il monitoraggio dei leptoni prodotti nel tunnel di decadimento. L'attività di ricerca del dottorato è finalizzata allo sviluppo di tecniche di rivelazione della luce di scintillazione con precisione inferiore al nanosecondo in ambiente criogenico (rivelatori di neutrino ad argon liquido) e in presenza di alti flussi di particelle cariche (monitoraggio dei leptoni nel tunnel di decadimento). L'obiettivo della ricerca include la valutazione dell'impatto di tali risoluzioni temporali per lo

sviluppo di fasci taggati di neutrino basati su rivelatori ad Argon Liquido e per la fisica dell'esperimento DUNE.

***n.1 scholarship – “Development of high precision timing techniques for accelerator neutrino physics”***

The next generation of accelerator neutrino experiments requires a major improvement in timing. The time tagging of neutrino interactions is generally achieved by detecting scintillation or Cherenkov radiation. Similarly, the neutrino beam at source is monitored by the observation of the leptons produced in the decay tunnel. The research program of this PhD fellowship is focused on the development of scintillation light detection techniques with a sub-ns time resolution in cryogenic (liquid argon detectors) and high radiation (lepton monitoring in the decay tunnel) environments. The research activity is also aimed at studying the impact of sub-ns resolutions for the design of a tagged neutrino beam based on liquid Argon detectors and for the physics of the DUNE experiment.

**Borse finanziate da enti esterni**

***n.1 borsa finanziata da ENEA e vincolata al progetto di ricerca “Simulazioni integrate di scenari in macchine tokamak mediante modelli di trasporto basati”***

La tesi di dottorato riguarderà l'uso dei più recenti modelli di trasporto turbolento nei tokamaks per sostenere la progettazione del nuovo tokamak italiano DTT, dedicato allo studio delle problematiche di “power exhaust”. I principali parametri della macchina sono già stati stabiliti sulla base di scalings adimensionali, ma molti dettagli ingegneristici ancora da ottimizzare richiedono adeguate predizioni dei profili dei principali parametri di plasma e della loro evoluzione temporale in diversi scenari. Questo richiede una descrizione completa dei processi che governano il trasporto di energia, particelle e momento nei plasmi di DTT. Scopo della tesi sarà l'utilizzo dei migliori simulatori di tokamaks esistenti per fornire le simulazioni degli scenari di DTT, con particolare attenzione ad includere i più recenti avanzamenti nella comprensione del trasporto turbolento. Queste simulazioni di scenari, oltre ad aiutare la progettazione ingegneristica della macchina e dei sistemi di riscaldamento e di diagnostica, saranno la base per progettare esperimenti di fisica innovativi su DTT.

***n.1 scholarship – “Integrated scenario modelling in tokamak devices using first principle based transport models. Application to the design of the new Italian tokamak DTT”***

The PhD thesis will focus on the use of state-of-art models of turbulent transport in tokamaks in order to support the design of the new Italian tokamak DTT, dedicated to the study of power exhaust issues. Although the main machine parameters have already been established on the basis of dimensionless scalings, many engineering details still to be optimised require an adequate

prediction of the profiles of the main plasma parameters and of their evolution in time in different scenarios. This involves a thorough description of the processes that govern energy, particle and momentum transport in the DTT plasmas. The aim of the thesis will be to use the best available tokamak simulators to provide the DTT scenario predictions, with a particular attention to include the most recent advances in the understanding of turbulent transport. These scenario simulations, besides helping with the engineering design of the machine and of the heating and diagnostic systems, will also be the basis for designing innovative physics experiments on DTT.

## **Borse finanziate da enti convenzionati**

**n.1 borsa finanziata da Università del Surrey riservata al Curriculum n. 6 Aspetti Matematici delle teorie delle Stringhe e vincolata al progetto: *“Integrabilità in teorie di superstringa e teorie di gauge supersimmetriche in dimensioni più alte”***

Il progetto si propone di investigare aspetti di teorie di superstringa integrabili e teorie di gauge supersimmetriche in dimensioni più alte. In particolare, il progetto studierà la T-dualità bosonica e fermionica in background di stringa di interesse per la corrispondenza AdS/CFT, e tecniche di localizzazione applicate al calcolo di Wilson loops e osservabili associate in teorie di gauge supersimmetriche in cinque e più dimensioni.

***n.1 scholarship, Curriculum n.6 Mathematical Aspects of String Theories: “Integrability in superstring models and higher dimensional supersymmetric gauge theories”***

We propose to investigate aspects of integrable superstring theories and higher-dimensional supersymmetric gauge theories. In particular, the project will deal with bosonic/fermionic T-duality in string backgrounds of interest for the AdS/CFT correspondence, and localisation techniques applied to Wilson loops and related observables in supersymmetric gauge theories in five and more dimensions.

## **Posizioni con Percorso Executive**

**n.1 position reserved to employees of Infineon Technologies Austria AG related to research project**

*High frequency fully integrated DC-DC converter in Smart Power Technology*

Automotive electronics operating from car battery experience transient voltages such as cold-cranking and load dump which can range from 3-5V to >40V. In addition, technologies such as start-stop increase the frequency of such transients and operational requirements of electronic devices.

This requires off-battery power ICs to withstand harsh operating conditions and reliably provide power to the whole vehicle.

Additionally, applications which are supposed to keep their functionality during start-stop induced cranking conditions cannot be operated directly from car battery voltage, they need power conversion. This can be efficiently and reliably fulfilled from DC-DC converters.

As result Buck, Boost, Buck-Boost DC-DC converters are of great interest for the automotive industry. In particular, not addressed so far are monolithic solutions in Smart Power technologies.

Smart Power technologies allow integrating power transistor, control and diagnostic logic on a single chip. Because of high yield requirements they involve only highly mature, well-experienced processing steps. Because of low cost requirements a reduced mask sequence is used, leading normally to two interconnecting levels (polysilicon and metal).

Because of these constrains Smart Power technologies are not well suited for complexity and high frequency operation of modern DC-DC converters.

Focus of the PhD will be on monolithic DC-DC converters in Smart Power Technologies. Target is to investigate the highest viable frequency of operation and the viability of integrating (all) external components. The study will range from DC-DC analytical analysis to the physical realization of one or more demonstrators. Particular attention will be posed in optimizing design solutions for Smart Power technologies constrains. The realized demonstrator(s) will be tested stand-alone and with target loads. Further, it will be shown whether or not Smart Power technologies are economically viable for addressing latest Automotive DC-DC applications.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA