

Proposte di stage/tesi

Presso Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica ([INRiM](http://www.inrim.it))

Anno 2021¹

Informazioni

su stage curriculari e tesi per il corso di laurea e laurea magistrale in Fisica

<https://fisica.campusnet.unito.it/do/home.pl/View?doc=Stage/stage.html>

su stage curriculari per il corso di laurea in Scienza e Tecnologia dei Materiali

<https://stmateriali.campusnet.unito.it/do/home.pl/View?doc=Stage.html>

Note

Per favorire un miglior coordinamento degli stage/tesi, prima di prendere contatti con i referenti INRiM, gli studenti interessati agli argomenti di tesi/stage qui elencati sono invitati a contattare il Prof. Ettore Vittone (ettore.vittone@unito.it)

Una volta definita l'offerta formativa ed identificati il relatore interno e co-relatore INRiM, la documentazione dovrà essere inviata per conoscenza alla Dott.ssa Marina Sardi (m.sardi@inrim.it).

NOTA BENE

I tirocini si possono svolgere in modalità mista (parte in presenza e parte da remoto) .

Per la presenza occorre aver seguito i corsi di formazione per la sicurezza, presso UniTo o in alternativa presso l'INRiM

¹ Aggiornato 01 aprile 2021

Proposte di tirocinio /Tesi magistrale

Misure di isteresi magnetica ad ampio spettro - ref. dr. Massimo Pasquale	3
Progettazione e realizzazione di uno spettrofotometro per OCT (Optical Coherence Tomography) - ref. dr. Massimo Zucco	4
Realizzazione e test di un fasometro basato sul dispositivo commerciale STEMLab - ref. dr. Massimo Zucco	5
3D nanoprinting of functional smart polymers – ref. S. Nocentini	6
Optical Physical Unclonable Functions for improved security in cryptography - Funzioni fisiche non clonabili per una maggiore sicurezza in crittografia- Ref. S. Nocentini	7
Campioni ottici di pressione – ref. Domenico Mari.....	8
Misura di temperatura a distanza tramite la misura della velocità del suono – ref. M. Pisani.....	9
Realizzazione di amplificatori analogici “general purpose” per laboratori scientifici e metrologici – ref. M. Pisani	10
Analisi per Attivazione Neutronica: calcolo dei fattori di correzione dei conteggi gamma per effetti somma e sottrazione dovuti a coincidenze di emissione – ref. G. D’Agostino e M. Di Luzio.....	11
Josephson effect and quantum voltage standards – ref. A. Sosso	12
Metrologia quantistica di profili d’onda AC e tempo-varianti. – ref. B. Trinchera	13
Realizzazione di una nuova cella del punto fisso del Gallio e del sistema di mantenimento della temperatura – ref. G. Lopardo.....	14
Realizzazione di un nuovo software di gestione della strumentazione – ref. G. Lopardo	15
Spin caloritronics – ref. M. Kuepferling	16
Studio sperimentale di stati quantistici entangled a due fotoni – ref. M. Genovese	17
Interazioni punta-campione nella metrologia AFM di nanoparticelle e campioni nanostrutturati – ref. G.B. Picotto	18
Design of a characterization system using Scattering parameters for microwave quantum devices – ref. Luca Oberto	19
Definition of highly reproducible nanofabrication protocols for Josephson junctions – ref. E. Enrico	20
Quantum correlations fingerprint of microwave signals for illumination protocols beating classical limits - Quantum Radar – ref. E. Enrico	21

1) Proposta di tirocinio/Tesi

Misure di isteresi magnetica ad ampio spettro - ref. dr. Massimo Pasquale

Adatta per

a) tirocinio + Tesi laurea triennale

b) Tesi laurea magistrale

The work is associated to a 36 months EU research contract (Sept. 2020-Aug. 2023) coordinated by INRIM (IT) and in cooperation with POLITO (IT) , PTB (GER) , NPL (UK) , CMI (CZ) , CNRS (FR) , IFW (GER) , UNOTT (UK) , entitled

“Metrology of magnetic losses in electrical steel sheets for high-efficiency energy conversion”

Magnetic steel sheets are the core of electric motors, generators, and transformers, which produce and convert virtually all the energy obtained from conventional and renewable sources. Steel producers strive to develop thinner and highly energy-efficient grain-oriented (GO) and non-oriented (NO) magnetic steels, with enhanced permeability, apt for kHz frequencies. Pressing needs for miniaturization of devices and high-speed rotating machines require in fact increasing working frequencies. Novel products based on electrical steel require magnetic loss measurements and modelling under somewhat extreme operating conditions, with high temperature, 2D excitation, distorted flux with high harmonic content, skin effects and dc currents, but only a few facilities are actually available to test and model materials under these complex conditions for a correct design and loss estimation of magnetic and power electronics devices.

Activities:

(b-c) Instrument interfacing and programming toward real-time feedback applications

(a-b) Experimental data collection and analysis

(a-b-c) Modeling of hysteresis and loss data

The activities will be mainly performed at INRIM in the Materials science group with internationally recognized leadership and expertise in the study of magnetic materials and hysteresis processes. Active participation in the international project activities is envisaged.

Competenze richieste:

per tirocinio: Laboratori di Fisica/Elettrotecnica/Elettronica e/o eventuali nozioni di programmazione

per Laurea Magistrale: nozioni di magnetismo e stato solido, misure elettriche/elettroniche, linguaggio python

N. Posti: 1,2

Disponibilità da parte del tutor a iniziare il tirocinio/Tesi Marzo 2021

Tutor: M. Pasquale 011 3919820, m.pasquale@inrim.it

NOTE: E' richiesto colloquio, lo studente dovrà prendere contatto con il tutor ed inviare via mail il proprio CV

1) Proposta di tirocinio/Tesi

Progettazione e realizzazione di uno spettrofotometro per OCT (Optical Coherence Tomography) - ref. dr. Massimo Zucco

Adatta per

- a) tirocinio + Tesi laurea triennale
- b) Tesi laurea magistrale

L'OCT (Optical Coherence Tomography) è una tecnica non invasiva simile all'ecografia in cui la radiazione luminosa viene inviata nel materiale o tessuto ed analizzando con l'interferometria l'intensità e il ritardo dell'onda riflessa si ottiene l'immagine 3D del materiale. La tecnica permette di ottenere immagini con risoluzioni di decine di micrometri e con profondità di qualche millimetro. Nel lavoro di tirocinio si richiede di partecipare alla progettazione e alla realizzazione di uno spettrofotometro che lavori nella banda 1450 nm -1550 nm per misurare lo spettro della radiazione ricevuta. Lo spettrofotometro sarà basato su un reticolo di diffrazione e di un sensore in linea InGaAs. Parte del lavoro riguarderà l'interfacciamento del sensore al computer in modo da sfruttarne al massimo la dinamica e la velocità.

N. Posti: 2

Disponibilità da parte del tutor a iniziare il tirocinio/Tesi (da quando?) marzo 2021

Tutor: Massimo Zucco 0039 011 3919 968 m.zucco@inrim.it

NOTE: E' richiesto colloquio, lo studente dovrà prendere contatto con il tutor ed inviare via mail il proprio CV

2) Proposta di tirocinio/Tesi

Realizzazione e test di un fasometro basato sul dispositivo commerciale STEMLab - ref. dr. Massimo Zucco

Adatta per

- a) tirocinio + Tesi laurea triennale
- b) Tesi laurea magistrale

STEMLab (Red Pitaya) è un microcontrollore fornito di due ingressi RF, due uscite RF (14-bit 125 MS/s) , processore, FPGA, connettività (Ethernet, wifi, USB) , ingressi e uscite digitali, ingressi e uscite analogiche. STEMLab ha una ricca libreria che permette di caricare diversi strumenti di laboratorio: oscilloscopio, generatore di funzioni, analizzatore di reti, analizzatore di spettro. L'argomento del tirocinio è la realizzazione di un fasometro per misurare la fase tra due segnali a 2 MHz generati da un interferometro per misurare lo spostamento relativo di due specchi. Verrà realizzato un circuito per condizionare il segnale da inviare al fasometro, verrà realizzato il programma da caricare sullo STEMLab e verrà misurato il rumore ultimo di fase che può raggiungere il fasometro nella banda di frequenza di interesse per l'esperimento (mHz) .

N. Posti: 2

Validità proposta tutto il 2021

Disponibilità da parte del tutor a iniziare il tirocinio/Tesi aprile maggio

Tutor: Massimo Zucco m.zucco@inrim.it 0039 011 3919 968

NOTE E' richiesto colloquio, lo studente dovrà prendere contatto con il tutor ed inviare via mail il proprio CV.

3) Proposta di tirocinio/Tesi

3D nanoprinting of functional smart polymers – ref. S. Nocentini

Adatta per

a) tirocinio + Tesi laurea triennale

b) Tesi laurea magistrale

The research activity will focus on the fabrication and characterization of photonic nanostructures made by smart responsive polymers.

Responsive polymeric matrices offer a powerful platform for integrated photonics and nanodevices. The possibility to integrate, on the same chip, different functional nanomaterials allows for many functionalities, like the ability to dynamically control the spectral properties of photonic components such as simple gratings and photonic crystals and passive adaptive screens.

By using photolithographic techniques such as (two-photon) laser writing and smart polymeric materials such as liquid crystalline network, photonic nanostructures will be designed, modelled and fabricated.

Competenze richieste (ottica, laser, basi di programmazione)

N. Posti: 1 Tirocinio

Disponibilità da parte del tutor a iniziare il tirocinio/Tesi a partire da 1 aprile 2021

Contatto (nome, e-mail, telefono Sara Nocentini , s.nocentini@inrim.it, 055 457 2475

Presso Sede di Sesto Fiorentino, l'attività sperimentale sarà svolta in strada delle Cacce 91

NOTE: E' richiesto colloquio, lo studente dovrà prendere contatto con il tutor ed inviare via mail il proprio CV

4) Proposta di tirocinio/Tesi

Optical Physical Unclonable Functions for improved security in cryptography - Funzioni fisiche non clonabili per una maggiore sicurezza in crittografia - Ref. S. Nocentini

Adatta per

- a) tirocinio + Tesi laurea triennale
- b) Tesi laurea magistrale

The research activity will include the study, fabrication and characterization of complex photonic structures for Physical Unclonable Functions (PUF) based on mesoscopic effects of light. PUFs revealed to be tamper resistant systems, especially in their optical form, that will enhance security in information protection (authentication) and communication. Exploiting concepts of information theory, proper figures of merit of malicious attack resilience and system complexity will be formulated and tested.

In particular, the activity will be focused on the PUFs characterization in terms of:

- Material optical properties such as scattering strength and nonlinearity,
- Modeled optical response of scattering systems for light interrogation,
- Entropy extracted by a challenge-response pair interrogation,
- Tamper resistance depending on the material properties and image filtering post-processing,
- Tamper resistance to machine learning attacks,
- Comparison of the system complexity using standards provided by the National Institute of Standards and Technology (NIST) .

The multidisciplinary approach across material science, photonics, information theory and cryptography will benefit of different skills and backgrounds both in physics and engineering. The activity will be done in the INRiM headquarters of Turin and Florence.

Competenze richieste (elettronica e/o ottica, laser, basi di programmazione, uso software Matlab, Python)

N. Posti: 2 Tirocini

Disponibilità da parte del tutor a iniziare il tirocinio/Tesi a partire da 1 marzo 2021

Tutor: Sara Nocentini, s.nocentini@inrim.it, 055 457 2475

Presso Sede di Sesto Fiorentino, l'attività sperimentale sarà svolta in strada delle Cacce 91

NOTE: E' richiesto colloquio, lo studente dovrà prendere contatto con il tutor ed inviare via mail il proprio CV

5) Proposta di tirocinio/Tesi

Campioni ottici di pressione – ref. Domenico Mari

Adatta per

a) tirocinio + Tesi laurea triennale

La recente ridefinizione delle unità di misura del Sistema Internazionale ha aperto la strada ad un cambiamento profondo nel mondo della Metrologia, che permetterà di sviluppare nuove tecniche per la realizzazione pratica delle unità. In tale ambito, le future realizzazioni dei campioni di pressione saranno basate su metodi ottici. L'INRiM ha avviato vari esperimenti in cui la pressione di un gas viene determinata attraverso la misura dell'indice di rifrazione o mediante la misura dello scattering Rayleigh.

Il candidato avrà la possibilità di partecipare alle attività legate ad un progetto europeo fortemente innovativo, il cui scopo è la realizzazione ottico-quantistica di campioni di pressione; il tirocinio prevede lo svolgimento di attività di supporto che mirano principalmente alla:

- realizzazione di hardware per implementazione controlli PID;
- realizzazione e caratterizzazione di sistemi di misura e controllo della temperatura con stabilità < 5 mK;
- realizzazione software di gestione della strumentazione in ambiente LabVIEW (acquisizione segnali sensori di temperatura e pressione, movimentazione tilter motorizzati, acquisizione segnali fotodiodi) ;
- acquisizione ed analisi dati di immagini provenienti da una telecamera CCD;
- eventuale partecipazione ad un esperimento per la misura assoluta del cammino ottico percorso da un raggio laser all'interno di un interferometro.

N. Posti: 2.

Disponibilità da parte del tutor a iniziare il tirocinio: marzo 2021

Tutor: Domenico Mari, d.mari@inrim.it, 011 3919914

NOTE: E' richiesto colloquio, lo studente dovrà prendere contatto con il tutor ed inviare via mail il proprio CV

1) Proposta di tirocinio/Tesi

Misura di temperatura a distanza tramite la misura della velocità del suono – ref. M. Pisani

Adatta per

a) tirocinio + Tesi laurea triennale

La misura accurata della temperatura dell'aria è richiesta in diversi campi della metrologia, in particolare per la metrologia dimensionale, per le misure interferometriche e per le misure ambientali. La temperatura dell'aria è particolarmente difficile da misurare soprattutto in situazioni estreme quali lunghe distanze, regimi turbolenti, forte irraggiamento ecc. La velocità del suono è funzione della temperatura secondo leggi note.

L'esperimento in corso all'INRIM consiste nella realizzazione di dispositivi, hardware, software e elettronica per la misura del tempo di propagazione di onde acustiche in ambienti controllati e in ambienti liberi. Diversi prototipi saranno progettati realizzati, testati e utilizzati sul campo.

N. 2 tirocini, da aprile 2021

Tutor: Marco Pisani, m.pisani@inrim.it, 011 3919 966

NOTE: E' richiesto colloquio, lo studente dovrà prendere contatto con il tutor ed inviare via mail il proprio CV

2) Proposta di tirocinio/Tesi

Realizzazione di amplificatori analogici “general purpose” per laboratori scientifici e metrologici – ref. M. Pisani

Adatta per
tirocinio + Tesi laurea triennale

Nella maggior parte degli esperimenti scientifici si devono acquisire segnali analogici che provengono da sensori di vario genere (accelerometri, fotodiodi, microfoni, termometri ecc.) .

Prima di venire acquisiti da un convertitore analogico-digitale ed elaborati dal computer, tali segnali devono essere condizionati, cioè amplificati e filtrati in modo da massimizzare la resa del convertitore. Nell’ambito di questo progetto è previsto il progetto, la simulazione e l’assemblaggio di circuiti di amplificazione e filtro a basso rumore.

Disponibili n. 2 tirocini , da aprile 2021

Tutor: Marco Pisani, m.pisani@inrim.it, 011 3919 966

NOTE: E’ richiesto colloquio, lo studente dovrà prendere contatto con il tutor ed inviare via mail il proprio CV

3) Proposta di tirocinio/Tesi

Analisi per Attivazione Neutronica: calcolo dei fattori di correzione dei conteggi gamma per effetti somma e sottrazione dovuti a coincidenze di emissione – ref. G. D'Agostino e M. Di Luzio

Adatta per

- a) tirocinio + Tesi laurea triennale
- b) Tesi laurea magistrale

Le misure di spettrometria gamma sono di fondamentale importanza nella determinazione di elementi principali, in traccia e ultratraccia mediante tecniche analitiche basate sull'Analisi per Attivazione Neutronica Strumentale (INAA). Nel caso in cui si utilizzi il metodo di standardizzazione del k_0 [1] il conteggio delle emissioni gamma dei radioisotopi prodotti dall'analita e dal monitor deve essere corretto per gli effetti somma e sottrazione dovuti a fenomeni di coincidenze di emissioni in cascata, detti COI. Tali effetti dipendono dall'efficienza totale del sistema di rivelazione delle emissioni gamma.

In quest'ambito si propone di calcolare i fattori di correzione COI da applicare alle principali emissioni definite nel database k_0 [2]. Le equazioni di correzione riportate in letteratura saranno implementate su fogli di calcolo inserendo i valori dei parametri specifici, anch'essi riportati in letteratura. In aggiunta, verranno sviluppati e applicati degli algoritmi di fit lineare per determinare i coefficienti dei modelli che rappresentano le curve di efficienza totale del detector utilizzato per le misure di spettrometria. Tali coefficienti saranno adottati nei fogli di calcolo dei COI.

Come attività propedeutiche è previsto lo studio dei principi di funzionamento dei sistemi di rivelazione al germanio e le nozioni base del metodo di standardizzazione del k_0 INAA.

[1] Frans De Corte, The k_0 -standardisation method "A move to the optimization of Neutron Activation Analysis"

[2] k_0 database 2020 http://www.kayzero.com/k0naa/k0naaorg/Nuclear_Data_SC/Nuclear_Data_SC.html

Competenze richieste (per Laurea Magistrale, es. elettronica, stato solido, ottica, laser, linguaggi ...)

N. Posti: 1

Disponibilità da parte del tutor a iniziare il tirocinio/Tesi marzo 2021

Tutor: Giancarlo D'Agostino, g.dagostino@inrim.it, Marco Di Luzio m.diluzio@inrim.it 0382987038

NOTE : E' richiesto colloquio, lo studente dovrà prendere contatto con il tutor ed inviare via mail il proprio CV

4) Proposta di tirocinio/Tesi

Josephson effect and quantum voltage standards – ref. A. Sosso

Adatta per

a) tirocinio + Tesi laurea triennale

b) Tesi laurea magistrale

In seguito alla scoperta dell'effetto Josephson, il campione di tensione è stato il primo ad utilizzare i fenomeni quantici per la metrologia elettrica. I ricercatori INRIM che sviluppano i riferimenti di tensione e le applicazioni dei dispositivi Josephson ai campioni primari sfruttano sofisticate tecniche di misurazione e dispositivi alle frontiere della fisica.

Sono disponibili presso il laboratorio campioni Josephson dell'INRIM tesi di I e II livello a carattere sperimentale relative allo sviluppo di campioni quantistici per segnali di frequenza sempre più elevata e forme d'onda arbitrarie, alla realizzazione di apparati di misura con raffreddamento He-free a ciclo chiuso, all'accoppiamento di un array Josephson impulsato con segnali ottici in ingresso su fibra monomodale.

Disponibile n. 1 tirocinio da aprile 2021

Tutor: Andrea Sosso, a.sosso@inrim.it, 011 3919 436

NOTE E' richiesto colloquio, lo studente dovrà prendere contatto con il tutor ed inviare via mail il proprio CV

5) Proposta di tirocinio/Tesi

Metrologia quantistica di profili d'onda AC e tempo-varianti. – ref. B. Trinchera

Adatta per

a) tirocinio + Tesi laurea triennale

La sintesi digitale diretta di profili d'onda sinusoidali e tempo varianti è di grande interesse per la metrologia primaria della grandezze elettriche in alternata. I dispositivi chiave sono i convertitori digitali-analogici (DAC) , i quali permettono la sintesi di profili d'onda con parametri elettrici noti (ampiezza, fase, frequenza e contenuto armonico) a partire dalla rappresentazione digitale del segnale stesso.

L'attività di ricerca proposta mira a sviluppare un metodo estremamente competitivo per garantire la riferibilità di profili d'onda AC e tempo-varianti impiegando un campione quantistico di tensione e rilevatori quantistici (SQUID) o tradizionali.

Attività sperimentali:

- Sintesi e caratterizzazione di profili d'onda sinusoidali e non-sinusoidali provenienti da moduli DDS e CORDIC implementati in un dispositivo FPGA.

- Preparazione sistema criogenico per l'elettronica superconduttiva.

Parte dell'attività di ricerca verrà incentrata sullo sviluppo di nuovi moduli digitali e algoritmi .

Disponibile n. 1 tirocinio da aprile 2021

Tutor: Bruno Trinchera, b.trinchera@inrim.it, 0113919 432

NOTE: E' richiesto colloquio, lo studente dovrà prendere contatto con il tutor ed inviare via mail il proprio CV

6) Proposta di tirocinio/Tesi

Realizzazione di una nuova cella del punto fisso del Gallio e del sistema di mantenimento della temperatura – ref. G. Lopardo

Adatta per

- a) tirocinio + Tesi laurea triennale
- b) Tesi laurea magistrale

L'attività prevede la progettazione e realizzazione di una nuova cella per la realizzazione del punto di fusione del Gallio (29.76 °C). Sebbene la temperatura di fusione, prossima all'ambiente, non presenti particolari difficoltà, il Gallio presenta diverse criticità: il volume aumenta del 3.1% alla solidificazione e i processi di sopraffusione (intorno a 30 °C) sono molto marcati. Risulta dunque importante adottare degli accorgimenti meccanici e di controllo termico per tenere sotto controllo questi aspetti. L'attività di ricerca prevede oltre alla costruzione ed il riempimento della cella con gallio ultra puro (7N), la progettazione e messa a punto di un sistema di controllo della temperatura tra la parete esterna della cella e il pozzetto termometrico di tipo differenziale al fine di massimizzare la durata della transizione di fase.

Riferimenti:

<https://www.inrim.it/servizi/servizi-di-metrologia/termometria/temperatura>

Posti disponibili n. 1

Tutor: Giuseppina Lopardo, g.lopardo@inrim.it, 011 3919 741

NOTE: E' richiesto colloquio, lo studente dovrà prendere contatto con il tutor ed inviare via mail il proprio CV

7) Proposta di tirocinio/Tesi

Realizzazione di un nuovo software di gestione della strumentazione – ref. G. Lopardo

Adatta per

- a) tirocinio + Tesi laurea triennale
- b) Tesi laurea magistrale

Il software da sviluppare in ambiente Labview dovrà gestire il sistema di misura di un termometro campione a contatto con i punti fissi della scala ITS-90, nel range tra l'Argon (-189 °C) e l'Argento (962 °C) .

Il software gestirà e controllerà un ponte resistivo di alta precisione per la misura di rapporti di resistenza (quella del termometro in taratura ed una di riferimento), determinerà l'autoriscaldamento del termometro a diverse correnti e calcolerà il valore estrapolato a corrente zero. Infine, i risultati ottenuti verranno archiviati in un database.

Riferimenti:

<https://www.inrim.it/servizi/servizi-di-metrologia/termometria/temperatura>

Posti disponibili n. 1

Tutor: Giuseppina Lopardo, g.lopardo@inrim.it, 011 3919 741

NOTE: E' richiesto colloquio, lo studente dovrà prendere contatto con il tutor ed inviare via mail il proprio CV

8) Proposta di tirocinio/Tesi

Spincaloritronics – ref. M. Kuepferling

Adatta per

a) tirocinio + Tesi laurea triennale

b) Tesi laurea magistrale

The discovery of the Giant Magneto-Resistive (GMR) (Nobel Prize for Physics in 2007) has been the starting point for the new research field of Spintronics, where the spin of the electron, in addition to its charge, is exploited to design and fabricate technological applications in the areas of magnetic storage, magnetic memories, sensors and other ICT devices. The aim of Spintronics is to elaborate more efficient ways to transmit and store signals.

This field has revolutionized the magnetic field sensing technology and consequently magnetic data storage devices as the hard disk in PCs. It is subdivided in several research topics which deal with the generation, transport, detection and interaction of spin currents with matter. These spin currents in certain cases transport information independently of charge and are considered therefore promising to be the basis of a new generation of energy saving electronic devices, thermoelectric generators or sensors.

At INRiM, in the group of Nanomagnetism, several aspects of spin currents have been investigated. The generation of spin currents by temperature differences, similar to the thermoelectric Seebeck effect, was studied by a setup measuring heat currents, built specifically for this purpose. This effect occurs in insulators where the spin current is not related to any existing electron or charge current, but to the existence of spin waves (periodic magnetization oscillations, analogous to phonons), or so called magnons. Spin waves are studied electrically by Network analyzers and are a useful tool to sense magnetic properties of thin film magnetic materials. The activities at INRiM range from the measurement to the theoretical modelling of fundamental properties.

The student will be involved according to his preferences in experimental or theoretical studies of spin waves in magnetic materials or development of high frequency measurement setups. He should actively take part in a research group consisting of researchers, PostDocs and PhDs.

Disponibili n. 1 tirocini

Tutor: Michaela Kuepferling, m.kuepferling@inrim.it, 011 3919 842

NOTE: E' richiesto colloquio, lo studente dovrà prendere contatto con il tutor ed inviare via mail il proprio CV

9) Proposta di tirocinio/Tesi

Studio sperimentale di stati quantistici entangled a due fotoni – ref. M. Genovese

Adatta per

- a) tirocinio + Tesi laurea triennale
- b) Tesi laurea magistrale

Presso il Laboratorio di Ottica Quantistica dell'INRiM sono disponibili tesi di I e II livello di carattere sperimentale, volte all'utilizzo di stati quantistici entangled a due fotoni generati per conversione parametrica per lo studio dei fondamenti della meccanica quantistica, nonché delle loro applicazioni all'informazione quantistica.

Disponibili n.4 tirocini

Tutor: Marco Genovese, m.genovese@inrim.it, 011 3919 253

NOTE: E' richiesto colloquio, lo studente dovrà prendere contatto con il tutor ed inviare via mail il proprio CV

10) Proposta di tirocinio/Tesi

Interazioni punta-campione nella metrologia AFM di nanoparticelle e campioni nanostrutturati – ref. G.B. Picotto

Adatta per

a) tirocinio + Tesi laurea triennale

Il Tirocinio verrà svolto nel laboratorio di nanometrologia AFM dell'INRiM. Il tirocinante utilizzerà un microscopio a forza atomica metrologico (mAFM) per osservare delle nanoparticelle (NP) di varia forma depositate su mica (cleaved mica) , e campioni nanostrutturati. Verranno determinate alcune dimensioni critiche (CD) di particelle/nanostrutture e la loro distribuzione. L'obiettivo è quello di mettere a punto metodologie di misura per alcune CD di strutture e particelle di forma complessa attraverso lo studio delle interazioni punta-campione e dell'incertezza di misura associata. Lo studio sarà condotto su campioni ad elevato rapporto di aspetto (high-aspect ratio) .

Il tirocinio prevede lo studio e la sperimentazione delle tecniche di microscopia AFM applicate alle NP; il tirocinante si occuperà della ripresa e dell'analisi delle immagini AFM e dello studio/analisi dei modelli della misura.

Il tirocinante acquisisce conoscenze inerenti la fisica e le tecnologie alla base della microscopia a sonda.

Tirocini disponibili n. 1

Tutor: Gian Bartolo Picotto, g.picotto@inrim.it , 0113919969

NOTE : E' richiesto colloquio, lo studente dovrà prendere contatto con il tutor ed inviare via mail il proprio CV

IL TIROCINIO DEVE ESSERE TERMINATO ENTRO SETTEMBRE 2021

11) Proposta di tirocinio/Tesi

Design of a characterization system using Scattering parameters for microwave quantum devices – ref. Luca Oberto

Adatta per Tesi Laurea Magistrale

Quantum microwave devices play a central role in different fields, from fundamental physics to the deployment of quantum technologies. They find application, for instance, in quantum computation and communication, radio-astronomy, biomedical imaging, and radio detection and ranging.

The proposed activity consists of the design and setup of a Scattering parameters measurement system for the characterization of quantum microwave devices [1, 2]. The system will be installed in a cryogenic environment capable of reaching temperatures of approximately 10 mK or lower. The work will take place in the context of multi-year research projects in collaboration with prestigious European institutes. The first foreseen applications, in perspective, are in the characterization of Josephson Traveling Wave Parametric Amplifiers (JTWPA) and Quantum Power Sensors (QPS). With this measurement system, at the end of the European SuperQuant project, we intend to give traceability to the SI for the measurement of Scattering Parameters and microwave power in a cryogenic environment.

The candidate will join the INRiM [Superconductive Quantum Electronics](#) research group and will collaborate in the commissioning of the cryogenic system, the realization of the measurement setup, in its characterization and data analysis, also through the writing of proper software.

[1] L. Ranzani, L. Spietz, Z. Popovic, J. Aumentado: Two-port microwave calibration at millikelvin temperatures. Rev. Sci. Instr., 84, 034704 (2013); <http://dx.doi.org/10.1063/1.4794910>

[2] J.-H. Yeh, S. M. Anlage: In situ broadband cryogenic calibration for two-port superconducting microwave resonators. Rev. Sci. Instr., 84, 034706 (2013); <https://doi.org/10.1063/1.4797461>

Competenze richieste: microonde, misure, elettronica

Competenze gradite: analizzatori di reti vettoriali, programmazione in linguaggio Python

N. Posti: 1

Validità proposta: 31/12/2021

Disponibilità da parte del tutor a iniziare il tirocinio/Tesi 01/06/2021

Tutor: Luca Oberto - Email: l.oberto@inrim.it

Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica

Metrologia Quantistica e Nanotecnologie

NOTE : E' richiesto colloquio, lo studente dovrà prendere contatto con il tutor ed inviare via mail il proprio CV.

12) Proposta di tirocinio/Tesi

Definition of highly reproducible nanofabrication protocols for Josephson junctions – ref. E. Enrico

Adatta per: Tesi Laurea Magistrale

The Josephson junction, composed of two superconductors separated by a thin insulating barrier, was firstly theorized in 1962 by Josephson and then realized in the following year by Anderson and Rowell. Nowadays this simple structure, being the only known non-dissipative nonlinear passive element, represents the core circuit element of many solid-state quantum devices such as processors manipulating qubits, parametric amplifiers, or single microwave photon detectors. To enhance the performances of these nanostructured devices, precise control and high reproducibility of the junctions' properties are mandatory ^[1].

During his activity the candidate will work in the [PiQuET laboratory](#), sited in INRiM, where he will learn to design and fabricate aluminum-based Josephson junctions, exploiting state-of-the-art techniques such as Electron Beam Lithography (EBL) and Ultra-High Vacuum Electron Beam Evaporation. He will evaluate the yield of different fabricating protocols firstly exploiting Scanning Electron Microscopy (SEM) and then through room- and cryogenic-temperature ($T < 10$ mK) electrical measurements. Furthermore, the student will have the possibility to bring his experience to a dynamic research group ([here](#)) specialized in the design, fabrication, and quantum theory of superconducting circuits for low-power microwave manipulations.

[1] J M Kreikebaum et al 2020 Supercond. Sci. Technol. 33 06LT02

N. Posti: 1

Validità proposta (fino a): 31/12/21

Disponibilità da parte del tutor a iniziare il tirocinio/Tesi (da quando?): 01/06/21

Contatto: Emanuele Enrico

Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica, Metrologia Quantistica e Nanotecnologie

Strada delle Cacce, 91 - 10135 Torino

email: e.enrico@inrim.it

telefono: 011 3919 433

NOTE E' richiesto colloquio, lo studente dovrà prendere contatto con il tutor ed inviare via mail il proprio CV.

13) Proposta di tirocinio/Tesi

Quantum correlations fingerprint of microwave signals for illumination protocols beating classical limits - Quantum Radar – ref. E. Enrico

Adatta per Tesi Laurea Magistrale

Quantum illumination (QI) is a sensing technique, introduced by S. Lloyd [1] and perfected by S. H. Tan et al. [2] in 2008, which exploits quantum entanglement between photons to enhance the detection of low-reflectivity objects immersed in a bright thermal background.

Unlike most of the applications that exploit the quantum properties of matter, such as quantum computing, quantum communication, and quantum cryptography, this detection protocol is superior to its classical counterpart in the presence of noise and decoherence sources. It has been demonstrated [2] that, for a given number of photon composing the detecting signal, in the presence of very low signal to noise ratios ($\text{SNR} \leq 0.01$), this procedure ensures a reduction of 6 dB in the error detection probability exponent, compared to state-of-the-art classical detection protocol based on coherent light emission from laser or maser, and homodyne detection.

During his activity the candidate will work in the Shielded Laboratory for Quantum Electronic Systems, sited in INRiM, where he will learn to threat signals generated by single-photon microwave radiation in a cryogenic environment, exploiting state-of-the-art techniques revealing their correlations with evident quantum fingerprints. Furthermore, the student will have the possibility to bring his experience to a dynamic research group ([here](#)) specialized in the design, fabrication, and quantum theory of superconducting circuits for low-power microwave manipulations.

[1] S. Lloyd, Enhanced sensitivity of photodetection via quantum illumination. *Science*, *Science* 321, 1463-1465 (2008). <https://doi.org/10.1126/science.1160627>

[2] S.-H. Tan, B. I. Erkmen, V. Giovannetti, S. Guha, S. Lloyd, L. Maccone, S. Pirandola, and J. H. Shapiro, Quantum illumination with Gaussian States, *Phys. Rev. Lett.* 101, 253601 (2008). <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.101.253601>

N. Posti: 1

Validità proposta (fino a): 01/07/22

Disponibilità da parte del tutor a iniziare il tirocinio/Tesi (da quando?): 01/07/21

Contatto (nome, e-mail, telefono)

Emanuele Enrico

Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica, Metrologia Quantistica e Nanotecnologie

Strada delle Cacce, 91 - 10135 Torino

email: e.enrico@inrim.it

telefono: 011 3919 433

NOTE

E' richiesto colloquio, lo studente dovrà prendere contatto con il tutor ed inviare via mail il proprio CV.