Laboratori di ricerca del Dipartimento di Ingegneria Industriale (allegato al quadro C1a)

Laboratorio di Elettronica e Sistemi Embedded **(Dario Petri)**

Il Laboratorio di Elettronica si occupa di ricerca e sviluppo nell'ambito dei sistemi elettronici embedded e dei microsensori. Il laboratorio è composto da due ambienti, uno più orientato alle attività di progettazione e di programmazione tramite PC, mentre l'altro è prevalentemente (anche se non esclusivamente) dedicato ad attività pratiche e sperimentali quali: montaggio di schede e di prototipi, test funzionali, misure e caratterizzazioni di componenti e sistemi.

Il laboratorio è dotato di workstation dotate di pacchetti software per la progettazione e la simulazione di dispositivi e circuiti (Cadence, Synopsys, TCAD, ...) e per la programmazione di sistemi a microcontrollore, Digital Signal Processor (DSP) e Field Programmable Gate Array (FPGA). Sono inoltre disponibili pacchetti software per la modellazione e simulazione di fenomeni e sistemi complessi (Matlab), e per l'acquisizione dati ed il controllo di sistemi di misurazione e di sistemi di attuazione (Labview). Sono parte integrante del laboratorio due server per rack installati nel vicino centro di calcolo di Ateneo ed utilizzati per attività di simulazione particolarmente impegnative dal punto di vista computazionale. Un impianto multimediale di ultima generazione permette un'agevole presentazione e condivisione dei risultati di ricerca.

Oltre alle *workstations*, il laboratorio dispone di un banco per l'assemblaggio e la costruzione di circuiti elettronici di piccole dimensioni e di un'ampia gamma di strumenti sia *general purpose* (oscilloscopi digitali, generatori di funzioni e di impulsi, multimetri, analizzatore di stati logici, analizzatore di spettro), sia dedicati ad applicazioni specifiche (analizzatore di parametri di semiconduttori, LCR meter, camera climatica).

È inoltre possibile sincronizzare strumenti e sistemi con un'accuratezza di circa 100 ns grazie alla presenza di un orologio al Rubidio e di alcuni strumenti in grado di agganciare il segnale GPS e di propagare l'informazione temporale su rete locale grazie al protocollo PTP.

Sono inoltre presenti sistemi per lo sviluppo di microsensori in silicio e dei relativi circuiti di interfaccia, con particolare enfasi su sensori ottici e di radiazioni in un ampio range di energie (dalla luce visibile, ai raggi X e gamma, alle particelle cariche). Le principali applicazioni sono finalizzati all'ambito bio-medico, alla sicurezza, al controllo ambientale e agli esperimenti di fisica delle particelle.

Sono anche disponibili banchi specifici finalizzati alla caratterizzazione metrologica di queste tipologie di sensori, quali un banco ottico con sistema laser impulsato risolto in posizione, un banco spettroscopico con sorgenti radioattive e moduli di acquisizione a basso rumore.

Laboratorio Meccatronica **(Mauro Dalio)**

Il laboratorio supporta diverse attività di ricerca nel settore dei sistemi meccanici intelligenti.

Il filo conduttore può essere individuato nella robotica, in diverse declinazioni.

Una prima area è dedicata alla manifattura "smart", in particolare applicazione di sistemi cognitivi artificiali al controllo e gestione di macchine utensili e sistemi

integrati di produzione. Contiene, in particolare, una macchina utensile a 5 assi e un ambiente climatizzato di metrologia dimensionale con una macchina di misura a coordinate (su basamento isolato sismicamente), e alcuni sistemi di prototipazione rapida 3D e 2D e qualche braccio manipolatore.

Un secondo aspetto della robotica, in particolare le interazioni fra uomo e agenti artificiali, è invece supportata da altre strutture del laboratorio, che si occupano in particolare di applicazione ai veicoli intelligenti e guida automatica (con interazione da pari a pari con l'uomo). A questo fine va menzionato in particolare un ambiente dedicato a simulatori di guida nel quale è possibile sperimentare le interazioni fra guidatore e un co-driver artificiale.

Meccanica e controlli di precisione sono supportati da altre strutture, in particolare una camera bianca su un'altra fondazione sismica, che trovano particolare (ma non esclusiva) applicazione nella ricerca nel settore spaziale.

Infine va menzionata, come ulteriore declinazione, l'insieme delle tecnologie di percezione e fusione di dati sensoriali (quale per esempio premessa di applicazioni "smart" negli altri settori). In questo ambito va menzionata l'esistenza di un ambiente dedicato alla sperimentazione con sistemi di visione artificiale e/o altri sistemi di misura basati su visione (laser ecc.), che supporta anche applicazioni biomedicali.

Laboratorio di Chimica e Materiali Ceramici (Gian Domenico Sorarù)

Il laboratorio di chimica e materiali ceramici si occupa della sintesi, fabbricazione e caratterizzazione di materiali inorganici non metallici con un approccio "bottom-up", dalla sintesi dei composti molecolari, alla fabbricazione di materiali a varia dimensionalità (1-D, 2-D e 3-D) alla loro caratterizzazione fisico/chimico/meccanica. In modo più specifico nel laboratorio sono attive le aree di ricerca: (i) chimica dei materiali con particolare riguardo ai materiali ibridi organico/inorganici ottenuti con il metodo sol-gel e ai materiali ceramici ottenuti a partire da polimeri preceramici; (ii) fisica dei materiali in cui si preparano e caratterizzano materiali con proprietà ottiche innovative; ingegneria dei materiali ceramici e dei vetri in cui si preparano nuovi componenti ceramici e vetri e se ne caratterizzano le proprietà con particolare riguardo alle proprietà meccaniche. I principali campi di applicazione dei ceramici e vetri studiati nel laboratorio coprono le aree dell'energia (celle a combustibile, batterie al litio, celle di Grätzel, sensori di gas, scintillatori e concentratori solari luminescenti), della salute (bioceramici e biovetri), dei nanomateriali (aerogel, nanocompositi a matrice ceramica e polimerica, rivestimenti nanostrutturati per ottica ed elettronica).

Il laboratorio è attrezzato per la sintesi chimica anche in atmosfera controllata, per la fabbricazione di componenti a partire da polveri, con forni ad alta temperatura, con apparecchiature per la caratterizzazione strutturale e microstrutturale, per le analisi ottiche e per la misura di proprietà meccaniche anche ad alta temperatura. Tra gli strumenti non convenzionali presenti in laboratorio possiamo ricordare due spettrometri NMR per solidi e soluzioni, Bruker Avance 400 con magnete a superconduttore da 9.4 T e Bruker DRX 300 con magnete da 7 T ed uno spettrometro EPR, la macchina universale per prove meccaniche a caldo fino a 1500°C (MTS), forni per il trattamento termico fino a 2200°C (Thermal Technology).

Laboratorio Polimeri e Compositi (Alessandro Pegoretti)

Presso il Laboratorio Polimeri e Compositi si effettuano attività di ricerca nel settore delle materie plastiche e dei compositi e nanocompositi a matrice polimerica. In particolare, le attività sperimentali possono essere suddivise in attività di preparazione di nuovi materiali ed in attività di caratterizzazione degli stessi.

Per quanto riguarda la lavorazione (processing) di materiali polimerici sia termoindurenti che termoplastici (e relativi compositi) il laboratorio è attrezzato con apparecchiature quali una pressa per stampaggio ad iniezione, un mescolatore interno, estrusori sia monovite che bivate, pressa per stampaggio a compressione, apparecchiatura per la stampa 3D (FDM), macchina per filament winding. Inoltre il laboratorio possiede la strumentazione necessaria per l'essiccazione e la granulazione delle materie plastiche nonché dei sistemi di raccolta per lo stiro controllato di fibre polimeriche.

Per quanto riguarda le apparecchiature per la caratterizzazione dei materiali polimerici e relativi compositi il laboratorio è attrezzato per l'esecuzione di prove termiche (DSC, TGA e DMTA), reologiche (MFI), meccaniche (macchine universali per prove meccaniche sia elettromeccaniche che servoidrauliche equipaggiate con celle termostatiche ed estensimetri, pendoli per prove di impatto strumentate di tipo Charpy, Izod e tensile, apparecchiatura per test di frammentazione su microcompositi, misure di durezza e compression set, sistema per la misura del coefficiente di attrito) Inoltre il laboratorio è attrezzato per l'esecuzione di prove di stabilità termica (HDT e Vicat) e di indice di ossigeno (LOI), spettroscopia UV, di densità mediante picnometria ad elio o il metodo dello spostamento di liquidi, di conducibilità elettrica, di angolo di contatto. Infine il laboratorio può eseguire condizionamenti igrotermici mediante cella umidistatica e trattamenti in plasma.

Laboratorio rivestimenti e anticorrosione (Flavio Deflorian e Stefano Rossi)

Il Laboratorio di rivestimenti e anticorrosione industriale si occupa di studi e ricerca nel campo del degrado dei metalli, dello sviluppo di rivestimenti organici protettivi e di rivestimenti inorganici, sia metallici che ceramici.

A tale scopo è attrezzato con la strumentazione elettrochimica fondamentale per lo studio della corrosione dei metalli, quali potenziostati galvanostati, analizzatori di riposta in frequenza (per misure in corrente alternata, come la spettroscopia di impedenza elettrochimica), tecniche localizzate come Scanning Kelvin Probe e Scanning Vibrating Electrode. Il laboratorio dispone inoltre delle attrezzature necessarie per la deposizione galvanica di rivestimenti protettivi di natura metallica, anche su scala di impianto pilota. Sono disponibili apparecchiature per l'invecchiamento accelerato dei materiali e camere di esposizione per lo studio della corrosione, come la camera a nebbia salina, camere umidostatiche anche cicliche, camere per l'esposizione a radiazioni di vario tipo, quali Xenotest, solarbox, radiazioni UV, ecc.

Per la caratterizzazione dei rivestimenti protettivi il laboratorio utilizza, oltre alla microscopia ottica, la tecnica FTIR ed è dotato delle tecniche per la caratterizzazione dell'adesione (pull-off), della resistenza all'abrasione (Taber test), all'impatto e alla deformazione e della presenza di difetti in rivestimenti organici.

Laboratorio Tecnologie Biomediche BIOtech (Claudio Migliaresi)

BIOtech intende promuovere, favorire e coordinare le attività di ricerca e formazione svolte all'interno dell'Università di Trento nell'ambito delle scienze e tecnologie biomediche proponendosi come riferimento per l'interazione con partners esterni privati e pubblici, enti di ricerca, aziende, istituzioni sanitarie.

Il centro è dotato di strumenti e competenze d'avanguardia nel settore dell'Imaging microstrutturale, della caratterizzazione biochimica e istologica di tessuti e costrutti ingegnerizzati, dello sviluppo di materiali e dispositivi per applicazioni biomediche, nella medicina rigenerativa ed ingegneria dei tessuti, nel settore dell'elaborazione di biosegnali multivariati e bioimmagini, nella caratterizzazione di dispositivi medici critici e tecnologie sanitarie.

BIOtech raccoglie e riunisce le competenze multidisciplinari sulle tecnologie biomediche presenti nei diversi dipartimenti dell'Università di Trento. Il centro promuove e coordina progetti di ricerca nell'ambito della biomedicina e delle tecnologie per la salute, svolgendo una funzione di trasferimento fra la ricerca di base e le applicazioni cliniche. L'attività di ricerca è condotta attraverso solide collaborazioni con enti di ricerca, industrie e realtà cliniche, sia a livello nazionale che internazionale, e vanta una qualificata produzione scientifica, nonché il trasferimento dei risultati in procedure clinico-diagnostiche e in innovazione tecnologica. Nei laboratori di Mattarello lavorano circa 40 ricercatori (senior, fellows, dottorandi) di diversa nazionalità.

Il Centro è organizzato in due macroaree di interesse nei settori della “**Medicina Rigenerativa**” e della “**Fisica Biomedica**”, che integrano le competenze dei dipartimenti di origine (Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e Tecnologie Industriali e Dipartimento di Fisica) con competenze avanzate nel settore dell'ingegneria dei tessuti, del drug delivery, dell'imaging biomedico, della progettazione e caratterizzazione di materiali per applicazioni biomediche.

Il **laboratorio di Tissue Engineering, Cells and Tissues Dynamics** si occupa dello sviluppo di materiali e strutture atti alla riparazione e rigenerazione di tessuti danneggiati, al fine di ridurre la necessità di protesi permanenti. Il laboratorio vanta rilevanza internazionale nel campo ed è sede periferica dell'European Institute for Tissue Engineering and Regenerative Medicine.

L'ambito prevalente di ricerca del **laboratorio di Fisica Biomedica** riguarda la comprensione della funzionalità cardiaca e cerebrale mediante tecniche avanzate di imaging cellulare, analisi dei biosegnali e bioimmagini, con lo scopo di individuare nuove piattaforme tecnologiche per la cura di patologie e il miglioramento dell'efficacia diagnostica. A questa attività si affiancano strutture e competenze per la caratterizzazione e valutazione di dispositivi medici critici e per la valutazione delle tecnologie sanitarie.

Le apparecchiature disponibili comprendono:

Microscopio a forza atomica, microscopio elettronico a scansione field emission, microscopio confocale (uno e due fotoni), macchina per prove meccaniche BOSE, Reometro rotazionale, Pressa a iniezione, macchine per elettrospinning, camera colture cellulari completa di incubatori e accessori, FACS -Fluorescence-activated cell sorting- UV/VIS Picodrop spettrofotometro, Microscopi ottici, Stufe a temperatura controllare, e infine tutta la normale strumentazione varia di laboratorio.

Laboratorio Progettazione meccanica e Metallurgia (Alberto Molinari)

Il Laboratorio conduce ricerche sperimentali e teoriche inerenti le seguenti aree: produzione, trattamenti termici e termochimici e lavorazioni degli acciai e delle leghe non ferrose, metallurgia delle polveri, progettazione meccanica e sviluppo di prodotto, metodi di progettazione orientata (Design for X), modellazione numerica multi fisica, meccanica dei materiali, meccanica strutturale, ingegneria delle superfici e tribologia dei materiali metallici.

A tale scopo è attrezzato con le seguenti apparecchiature sperimentali: Macchine servo idrauliche universali per prove meccaniche statiche e a fatica; Macchine funzionanti in risonanza per prove di fatica ad alta frequenza; Macchine per fatica a flessione rotante ed alternata; Pendolo Charpy strumentato; fornello a induzione per prove di fatica termica; Tribometri disk on disk e pin on disk; microscopio ottico Zeiss e Image Analysis; microdurometro e durometro; dilatometro Baehr con apparecchiatura per prove di deformazione a caldo in controllo di deformazione; DSC, DTA, TGA; forno di sinterizzazione e trattamento termico in vuoto; forno tubolare per trattamenti in atmosfera controllata; Macchina di misura a coordinate (CMM) a portale – DEA Global Image 07-07-07; Software ThermoCALC e Dictra per il material design.

Laboratorio Beni Culturali (Stefano Gialanella)

Presso il laboratorio sono stati sviluppati diversi protocolli per la caratterizzazione di materiali di interesse per i Beni Culturali, in particolare basati su diverse tecniche spettroscopiche, quali la spettroscopia a infrarosso, la spettroscopia X a dispersione di energia, la spettroscopia a fluorescenza di raggi X. Tali protocolli vengono applicati anche allo studio di particolato atmosferico, per il cui studio sono stati sviluppati dei sistemi di campionamento innovativi, basati su campionatori vegetali, quali muschi e aghi di conifere.

Sono inoltre disponibili metodologie per la elaborazione integrata di dati sperimentali forniti da diverse tecniche di indagine sui materiali, le cui potenzialità sono significativamente implementate proprio dall'uso combinato.

Presso il laboratorio è disponibile strumentazione per le misure termofisiche di materiali, in particolare la emissività termica, basati su metodi termografici.

Laboratorio Microscopia Elettronica (Claudio Migliaresi)

Le tecniche di microscopia elettronica, le collegate spettroscopie e le metodologie di supporto hanno un ruolo fondante nel campo della scienza e ingegneria dei materiali, particolarmente per quanto riguarda i materiali nanostrutturati, nanocompositi, biomateriali, materiali funzionali, strati e rivestimenti superficiali ottenuti con diverse tecniche per diverse funzioni.

Il Laboratorio di Microscopia Elettronica svolge pertanto una funzione di supporto essenziale per diverse ricerche e collaborazioni del Dipartimento.

Le principali apparecchiature in dotazione del Laboratorio sono:

Microscopio elettronico a scansione (SEM), in grado di operare sia in modalità convenzionale (alto vuoto) sia in modalità basso vuoto, interessante per la osservazione di campioni non conduttivi.

Microscopio elettronico in trasmissione (TEM)

Entrambi i microscopi sono dotati di sistema per la spettroscopia X a dispersione di energia per analisi chimiche qualitative e quantitative.

Strumentazione per l'assottigliamento meccanico, elettrochimico e ionico di campioni per osservazioni TEM. Sistemi per la deposizione di rivestimenti sottili per rendere conduttivi o per osservazione ad alta risoluzione di campioni SEM.

Presso il Laboratorio, che offre un importante supporto anche a diverse attività didattiche del Dipartimento (Laurea in Ingegneria Industriale, Laurea magistrale in Ingegneria dei Materiali, Corso di Dottorato in Materials, Mechatronics and Systems Engineering), sono stati sviluppati e resi disponibili agli utenti diversi protocolli per la elaborazione delle immagini e dei dati di diffrazione elettronica e di spettroscopia X a dispersione di energia, per una efficace e completa caratterizzazione dei materiali in esame.