

**ALLEGATO D**

**LINEE DI INNOVAZIONE E TEMATICHE DI SVILUPPO  
IN RAPPORTO ALLE TECNOLOGIE ABILITANTI**

## **MECCATRONICA**

### **Descrizione tematiche di interesse in rapporto alle KETs**

**Sistemi robotici** (*Progettazione dei robot, Interfacce evolute uomo-macchina e cooperazione tra robot, Programmazione e pianificazione intelligente dei compiti, Pianificazione compiti ad efficienza energetica Robotica mobile, Robotica modulare*)

La ricerca in campo robotico può ottenere un deciso avanzamento tecnologico solo combinando la progettazione di architetture meccaniche innovative (strutture leggere, macchine a cinematica parallela, micro-robotica, ecc.) con l'ideazione di sistemi di controllo e di gestione sempre più intelligenti. L'attività di ricerca può anche essere mirata alla ideazione, progettazione e realizzazione di prototipi di robot in scala ridotta, eventualmente capaci di mobilità, per lo sviluppo di metodologie/tecniche/architetture/soluzioni per il risparmio energetico nella robotica e nell'automazione industriale. Lo sviluppo di tali soluzioni deve anche essere in grado di confrontarsi con il funzionamento in ambienti poco strutturati, perché inaccessibili a un operatore umano esterno se non attraverso i sensori installati a bordo del robot medesimo.

**Sistemi per l'Automazione industriale** (*Automazione dei magazzini, Manipolazione automatizzata, Ricerca dei difetti, Assemblaggio automatizzato, Integrazione della visione artificiale nelle celle di produzione, Automazione dello smaltimento rifiuti*)

Nell'ambito dell'automazione industriale la mecatronica spazia dai sistemi di movimentazione dei prodotti alle stazioni di produzione, alla gestione integrata di sistemi sensorizzati. L'innovazione in questo campo passa necessariamente attraverso lo sviluppo di soluzioni caratterizzate da una maggiore intelligenza ed in grado di gestire in modo integrato sistemi distribuiti. L'utilizzo di meccaniche avanzate, con sistemi innovativi di sensoristica ed attuazione, consentirà l'ottenimento di prestazioni sempre più elevate, in grado di unire tempi ciclo più stringenti alla accuratezza necessaria dettata dalle varie applicazioni.

**Smart products eco-efficienti** (*sistemi intelligenti di controllo, reti di prodotti, ecodesign di prodotto, riduzione dei consumi elettrici, motori elettrici ad elevata efficienza, sistemi per la riduzione delle vibrazioni*)

I prodotti tradizionali basati su principi meccanici e termomeccanici, quali ad esempio gli elettrodomestici, da tempo sono diventati prodotti che integrano sistemi ICT ed elettronici per essere maggiormente efficaci dal punto di vista delle funzioni e delle prestazioni. Questo ha portato a far interagire tra loro prodotti diversi e, conseguentemente, ad ottimizzare i vari sistemi a cui appartengono. In quest'ambito lo studio delle logiche di controllo, delle metodologie di formalizzazione e scambio delle informazioni, dell'ottimizzazione prestazionale, è diventato fondamentale. Spesso questo si riverbera su un miglioramento sensibile dell'eco-sostenibilità delle soluzioni ottenute e, in questo caso, un contributo significativo si ha dall'applicazione di metodologie e strumenti innovativi di progettazione (ecodesign), così come da sottosistemi ad elevata efficienza energetica e funzionale.

**Prodotti multifunzione, modulari e configurabili** (*Integrazione di sistemi complessi, simulazione HiL, sistemi per la configurazione, metodi user-centered design*)

I prodotti del futuro devono integrare sempre più funzioni in modo da massimizzare la soddisfazione dell'utilizzatore e allo stesso tempo far sposare affidabilità e costi ridotti. Questo implica una continua ricerca su metodi e strumenti che supportino la razionalizzazione del processo di progettazione e che permettano di realizzare/configurare prodotti user-centered. Inoltre tecniche innovative per la modularizzazione di prodotti ne possono garantire una migliore efficienza di produzione. Tecniche di simulazione/progettazione, come ad esempio l'Hardware in the Loop, possono portare ad una riduzione dei tempi di messa a punto delle soluzioni.

**Micro-meccanica** (*Fabbricazione utensili per micro applicazioni, Micro manipolatori e micro gripper, Micro assemblaggio, Micro manufacturing*)

La lavorazione meccanica su scala ridotta ha come obiettivo quello di produrre lavorati ad elevata accuratezza (ordine del micron) finalizzati ad applicazioni di varia natura, dal settore biomedicale alla automazione industriale e robotica. Le macchine in grado di garantire tali specifiche di lavorazione richiedono l'integrazione di sistemi intelligenti per la gestione del processo oltre che per mantenere bassi costi di lavorazione e garantire eco sostenibilità. I principali campi nei quali risulta necessario spingere l'innovazione sono: architetture meccaniche innovative (ad es. basate sul concetto della cinematica parallela e dotate di giunti flessibili per consentire di ottenere elevate accuratezze alla scala dimensionale dei micron); utilizzo di materiali intelligenti quali i superelastici e le leghe a memoria di forma; sensoristica

appropriata alla scala dei compiti assegnati; tecnologia di attuazione basata su dispositivi elettrostatici ed elettromagnetici (PZT, SMA, ecc.); tecnologie di produzione basate sulla fotoincisione ai raggi X con formatura galvanica (LIGA) e la micro-erosione elettrochimica (EDM).

**Sistemi per il Bio-medicale** (*Applicazioni chirurgiche e riabilitative, Radioterapia, Preparazione dei farmaci, Diagnostica*)

Gli attuali sviluppi nella diagnostica e nella terapia sono principalmente determinati da sistemi tecnici che comprendono tecnologie di imaging e comunicazione così come componenti meccatronici. L'obiettivo principale della ricerca è quello di ridurre ulteriormente i traumi o danni collaterali delle terapie mediche o chirurgiche in combinazione con la manipolazione sicura di strutture anatomiche delicate. In campo diagnostico una più spinta integrazione delle più avanzate tecnologie meccaniche ed elettroniche deve portare ad un ampliamento delle capacità diagnostiche e delle prestazioni dei relativi sistemi e protocolli.

**Sistemi avanzati di Product Design** (*knowledge-based design, sistemi immersivi di progettazione, sistemi per l'Augmented Reality, sistemi per il Mixed Reality, sistemi per la valutazione ergonomica di prodotti, product lifecycle management systems*)

Il processo di progettazione dei sistemi meccatronici richiede un'attenta gestione di molti aspetti, data anche la complessità stessa dei prodotti. Strumenti avanzati e specifici per questo settore possono senz'altro rendere più efficiente sia l'ideazione delle soluzioni che la loro simulazione attraverso prototipi virtuali. In questo contesto sistemi di digital mock-up basati sulla conoscenza così come ambienti evoluti di creazione del modello virtuale ed interazione con esso permettono di valutare sia le prestazioni che la validità funzionale del progetto. In questo settore le tecnologie ICT per supportare la progettazione devono ancora essere profondamente studiate per poter essere utilizzate diffusamente nei vari ambiti produttivi di riferimento.

**Interfacce aptiche** (*Simulatori, telemanipolazione per applicazioni chirurgiche o per micro-manipolazione, manipolazione in ambiente chimico controllato e/o precluso all'uomo*)

Le interfacce aptiche trovano applicazione in diversi campi, il cui denominatore comune è offrire all'uomo la possibilità di operare in ambienti preclusi alle proprie mani, o perché troppo piccoli, o perché pericolosi per la sua vita, ad es.: manipolazione di strutture su micro o nano scala, manipolazione in ambienti non accessibili direttamente al corpo umano, riabilitazione, formazione e addestramento in medicina e manutenzione industriale.

## **MANIFATTURA SOSTENIBILE**

### **Descrizione tematiche di interesse in rapporto alle KETs**

**Ecosostenibilità di prodotti e processi per i nuovi materiali** (*definizione e messa a punto di materiali ecosostenibili e messa a punto di processi ad alta sostenibilità energetica e a basso impatto ambientale per la preparazione di nuovi materiali e la loro trasformazione*)

Nella produzione e diffusione di molti materiali le problematiche di sostenibilità ambientale sono particolarmente sentite. Spesso si producono infatti formulazioni complesse che prevedono la presenza di componenti chimici che il più delle volte sono sistemi reattivi che devono eseguire delle reazioni chimiche di vario tipo attraverso somministrazione di energia. La ricerca industriale in questo settore deve mirare da una parte alla massimizzazione delle prestazioni dei materiali, dall'altro dall'adozione di cicli e processi produttivi sostenibili, sia dal punto di vista dell'impatto sull'ambiente e sulla salute umana, che dei costi energetici.

Le problematiche di impatto ambientale riguardano sia i cicli produttivi che le tecnologie di applicazione. L'obiettivo è di abbinare alte prestazioni e migliore sostenibilità ambientale. L'uso dei solventi organici pone tuttavia dei problemi legati alla loro evaporazione, e quindi all'emissione di gas con effetto serra in atmosfera, nonché all'esposizione diretta di applicatori e anche utilizzatori finali.

Un ulteriore punto di interesse è rappresentato dallo sviluppo di tecnologie applicative a ridotto consumo energetico. Ciò è particolarmente sentito nel settore manifatturiero della verniciatura industriale di metalli su linea continua (*coil coating*), che viene condotta ad alta temperatura (sino a ca. +250 / +280°C) con rivestimenti sia liquidi che a polvere.

**Eco-Design di fabbriche e sistemi di produzione** (*definizione di metodologie e strumenti LCA e LCC di supporto alla ecoprogettazione di impianti e/o processi produttivi ad elevata sostenibilità ambientale ed economica. Progettazione di cicli produttivi utilizzando macchine a dispendi energetici più contenuti*)

L'Eco-design tiene conto di diversi metodi e tecniche utilizzate per ottenere un prodotto o servizio "verde". Impianti di produzione, sistemi produttivi e singole macchine possono essere viste come una parte dello stesso ecosistema in cui l'approccio della progettazione ecocompatibile può essere applicato. Per ognuno di essi è necessario effettuare analisi ad un

diverso livello di dettaglio: il metodo Life Cycle Assessment (LCA) può essere eseguito in combinazione con l'analisi del costo del ciclo di vita (LCC) per valutare l'impatto economico del prodotto-sistema. Dal punto di vista scientifico il punto di forza di tali metodologie, rispetto ad altre utilizzate per la valutazione dell'efficienza ambientale ed economica, è la possibilità di valutare rapidamente metodi di produzione alternativi e soluzioni costruttive diverse in termini del loro impatto ambientale, sociale ed economico. Nonostante gli studi scientifici svolti su LCA ed LCC, l'adozione di queste metodologie in ambito industriale attualmente presenta alcune criticità importanti sia per la grande quantità di informazioni specialmente per sistemi devono essere raccolte e modellate nel tempo sia per l'inevitabile grado di incertezza. La messa a punto di questi sistemi diventa fondamentale ai fini della valutazione della sostenibilità

La recente realizzazione, inoltre, di impianti di produzione flessibili, come Reconfigurable Manufacturing Systems e Focused Flexibility Manufacturing Systems richiede nuove metodologie di analisi. Il sistema potrebbe essere descritto come moduli energetici (generazione, accumulo, consumo, ecc.) e moduli legati al sistema di produzione e alle macchine (numero di assi, attrezzature di lavorazione, tipi di mandrini, ecc.). Questi moduli possono essere riconfigurati per arrivare a gestire la variabilità della domanda di produzione. Ma tale riconfigurazione implica cambiamenti anche negli aspetti ambientali ed economici durante la fase di uso delle tecnologie. La definizione di metodi e strumenti di modellazione LCA-LCC che si basi su unità funzionali (moduli) riconfigurabili è un valido supporto per fare un'analisi rapida dell'impianto e/o della macchina, permettendo un confronto tra soluzioni diverse pur tenendo bassi i tempi di calcolo delle stesse.

L'uso di macchine industriali comporta normalmente un livello di consumo non solo direttamente collegato al processo di trasformazione fisica. Per esempio, i tempi di inattività della macchina e di attrezzaggio così come il consumo di alcuni materiali ausiliari come refrigeranti e lubrificanti (cosiddetti "flussi trasversali") può contribuire in modo significativo all'impatto ambientale. Così, l'analisi ambientale dei sistemi di produzione dovrebbe anche includere gli oneri aggiuntivi ambientali che sono meno direttamente collegati alla produzione del prodotto.

I principali strumenti LCA-LCC fanno uso di diversi approcci per la modellazione dei sistemi di produzione. Gli strumenti general-purpose offrono una maggiore flessibilità in termini di dati trattati che possono essere sufficienti nel caso di impianti e macchine standard. Ovviamente l'accuratezza della stima è molto influenzata dalla bontà dei dati introdotti nel database a cui si appoggia il sistema di calcolo. Inoltre, i dati raccolti nelle banche dati di ingresso sono determinati sulla base del monitoraggio delle famiglie generali di processi,

risultando così funzioni di distribuzione con diverse varianze. Questo introduce due ulteriori incertezze: in primo luogo l'incertezza associata con le deviazioni standard di dati e, in secondo luogo, i dati determinati dalle famiglie di processi possono essere diversi rispetto alle singole operazioni effettuate da specifiche macchine. Conseguentemente strumenti LCA-LCC specifici, seppur semplificati, possono portare a stime più significative rispetto a strumenti di analisi general-purpose.

**Efficienza energetica** (*Sviluppo di macchine, sistemi produttivi ad elevata efficienza energetica, sviluppo di modelli e di codici di simulazione*)

L'attività di ricerca nel dominio si concentra sullo sviluppo di metodologie e soluzioni volte a supportare la progettazione e la realizzazione di sistemi di produzione e impianti ad elevata efficienza energetica con l'obiettivo a) di realizzare ed implementare modelli utili per la progettazione e la simulazione della fabbrica (impianti, sistemi di produzione e macchine) dal punto di vista energetico in modo da poter ottimizzare e realizzare soluzioni per il controllo e il monitoraggio in real time dell'efficienza energetica, b) utilizzare i risultati per ottimizzare macchine impianti e sistemi produttivi in produzioni diverse e sviluppare nuove metodologie e strumenti per una produzione a zero difetti, riducendo o addirittura eliminando gli sprechi di energia e di materiale dovuti a prodotti non conformi. La ricerca si rivolge anche allo sviluppo di tecniche specifiche di monitoraggio dei parametri energetici della "fabbrica" mediante reti di sensori

L'attività di ricerca nel dominio si concentra su azioni che mirano a ridurre la perdita di energia e il consumo di energia in vari settori attraverso lo sviluppo di nuovi materiali, design per l'efficienza energetica e il controllo intelligente dei processi e delle attività che portano a dispendi energetici eccessivi anche a causa di materiali in eccesso utilizzati.

Soluzioni di ricerca sono necessarie per la riduzione dei materiali e dell'energia attraverso la progettazione di prodotti sostenibili sono stati enfatizzati per risolvere problemi di sostenibilità energetica. Allo stesso tempo il miglioramento dell'efficienza energetica dei processi di fabbricazione devono essere studiati con attività di ricerca rivolte alla messa a punto delle tecnologie più efficienti e al loro utilizzo nei cicli di fabbricazione utilizzando quelle energeticamente più favorevoli, al recupero di energia nello stesso processo o al riutilizzo dei rifiuti energetici in processi diversi, alla maggiore efficienza di conversione energetica o alla ottimizzazione delle pratiche operative.



Oltre allo studio per ridurre nei processi industriali l'energia diretta cioè quella utilizzata nei processi produttivi (diretti) va focalizzata l'attenzione su come ridurre l'energia indiretta utilizzata nei processi indiretti di sostegno alla produzione, come ad esempio la ventilazione, l'illuminazione, il riscaldamento e il raffreddamento, ecc.

La progettazione orientata all'efficienza energetica (Design per efficienza energetica) considera tutti gli aspetti energetici, attraverso l'analisi dettagliata dei contributi necessari a produrre un'unità, al fine di ridurre la quantità di energia necessaria per la fabbricazione del prodotto. Il processo di sviluppo può essere considerato secondo due diverse prospettive. La prima riguarda strettamente il processo di fabbricazione: in questo contesto, l'efficienza energetica si ottiene attraverso una corretta selezione dei metodi di produzione e un'attenta progettazione del layout dell'officina stessa. La seconda ha un orizzonte più ampio e considera il macro processo di sviluppo aziendale, che include la gestione del ciclo di vita dei prodotti e la progettazione intelligente della supply chain.

Ulteriore approccio per sostenere l'efficienza energetica nel settore della produzione è lo sviluppo di nuovi materiali per il raffreddamento, lubrificazione, strumenti, strumenti della progettazione stessa, e l'aggiornamento attrezzature.

A livello macchina, attenta considerazione deve essere data non soltanto all'energia diretta utilizzata nei processi produttivi (cioè richiesto per l'asportazione di truciolo o deformazione plastica, assemblaggio delle parti, ecc), ma anche l'energia utilizzata dalle apparecchiature ausiliarie, come ad esempio sistemi di raffreddamento, impianti idraulici e pneumatici: la progettazione ottimale e controllo dei processi ausiliari consentono un notevole risparmio energetico.

Un'ultima strada per raggiungere efficienza energetica e riduzione dello spreco di risorse e materiali consiste nell'ottenere un processo perfetto, caratterizzato da assenza di difetti (zero-defect manufacturing). I metodi Sei Sigma, sempre considerati il principale riferimento per raggiungere l'obiettivo di difettosità nulla, sono costituiti da un insieme di strumenti per monitorare e migliorare la qualità di prodotto e processo (Gauge R&R, Statistical Process Monitoring, Design of Experiments and Analysis Of Variance), arricchiti da una filosofia di gestione e schedulazione delle attività atta a raggiungere l'obiettivo di processo (quasi) perfetto. Oggi il passaggio da soluzioni metrologiche basate principalmente su contatto a soluzioni senza contatto permette lo sviluppo di sistemi ibridi che hanno anche la necessità di prevedere tecniche di fusione dell'informazione proveniente dai diversi sensori. Queste nuove tecniche devono essere in grado di realizzare analisi statistica di una grossa mole di dati multistream quasi in tempo reale, per poter così raggiungere l'obiettivo di ispezione 100% e

rapida segnalazione di allarmi ogni qualvolta un evento imprevisto causa l'incremento del tasso di non conformità.

**Progettazione integrata** (*Progettazione simultanea prodotto-processo-sistema, prevedendo in progettazione lo smontaggio e il riciclaggio dei materiali*)

La progettazione simultanea prodotto processo consente l'accorciamento del tempo per il lancio della produzione in quanto permette di evitare in fase di ingegnerizzazione le revisioni necessarie al disegno funzionale per la sua trasformazione in disegno di lavorazione. Inoltre consente di prevedere in fase di progettazione la fase finale del ciclo con le regole della progettazione integrata (Design for Disassembly e Design for recycling).

*Design for Disassembly.* Negli ultimi anni il Design for Disassembly ha cominciato a diffondersi e ad essere preso in considerazione dai progettisti con l'obiettivo di ridurre la quantità di materia destinata a "landfill" e la quantità di materiali vergini da produrre per la realizzazione di nuovi prodotti. A livello scientifico, molte delle attività che hanno come obiettivo la definizione di indici e formule per la valutazione del miglior trattamento a fine vita (riuso, riproduzione, riciclo, landfill, ecc.). Il Design for Disassembly introduce metodologie per progettare prodotti ottimizzati per il disassemblaggio a fine vita, in particolare per il calcolo delle sequenze di disassemblaggio, e del relativo tempo e costo. La ricerca ha fornito una serie di linee guida a supporto della progettazione, in ottica disassemblabilità. Tali guidelines consentono al progettista di ottimizzare il prodotto al fine di favorire le seguenti azioni di fine vita: disassemblaggio (attivo, meccanico o con mezzi automatizzati), il re-manufacturing, il riciclo ed il riuso. Non esistono però sistemi software in grado di fornire un supporto importante all'implementazione di queste linee guida durante la progettazione, combinando anche le esperienze acquisite dai progettisti nel tempo. Tutti gli studi presenti in letteratura sono finiti a se stessi o, al massimo, implementati in applicazioni prototipali e specifici per determinati prodotti.

*Design for recycling.* Il Design for Recycling è un metodo che implica i seguenti requisiti di prodotto: facilità di smontaggio, facilità di ottenere frazioni "pulite" di materiali che possono essere riciclati (ad esempio ferro e rame sono facili da separare), facilità di rimozione di parti/componenti, che devono essere trattati separatamente, utilizzo del minor numero possibile di materiali diversi, contrassegnare i materiali polimerici, evitare il trattamento di superfici al fine di mantenere la purezza dei materiali. La realizzazione di un processo di progettazione integrata che tenga in considerazione tutte le fasi del ciclo di vita di un prodotto, necessita il ricorso a opportune strategie progettuali.

**Demanufacturing** (*Progettazione del ciclo di demanufacturing e del relativo sistema di recupero del componente/materiale, Progettazione apparecchiature per le varie fasi di riciclaggio del componente/materiale*)

Le tematiche di ricerca relative all'area demanufacturing includono tecniche di progettazione integrata di prodotto, tecnologie di recupero, chimiche e meccaniche, per tutti i materiali metallici e non metallici, e tecniche di progettazione applicate a tali processi.

*Disassemblaggio automatizzato per il riciclaggio.* Il disassemblaggio automatico per il riciclaggio, benché sia assai richiesto a causa dei bassi costi e del ritmo di processo elevato, è risultato di difficile implementazione per l'elevato grado di variabilità riscontrato nei flussi di ritorno dei prodotti post-consumer. La variabilità include sia l'ampia gamma di prodotti, sia l'incertezza sulle quantità e sulle condizioni del prodotto stesso. Pertanto, è richiesta alto grado di flessibilità ai sistemi di disassemblaggio, rispetto ai sistemi di assemblaggio. Sistemi di disassemblaggio modulari e sistemi ibridi, con stazioni sia manuali che automatiche, rappresentano una possibile soluzione e, per questo, ad oggi la ricerca è focalizzata su questo tipo di alternativa, in particolare per il disassemblaggio di prodotti elettronici. La ricerca sul disassemblaggio ha integrato ispezioni visive, processi di de-saldatura laser, stazioni robotizzate e a riscaldamento infrarosso per la rimozione di componenti. Ciononostante, una soluzione integrata, in grado di lavorare prodotti eterogenei e complessi come apparecchi casalinghi e RAEE non è stata fino ad ora sviluppata.

*Tecnologie di Separazione e Frantumazione Meccanica per il Riciclaggio.* Le tecnologie di riciclaggio meccanico rappresentano un passo importante verso l'automazione dei processi di trattamento dei prodotti a fine vita. Tali sistemi sono di tipo multi-stadio e includono processi di triturazione e separazione per liberare materiali diversi e separare la mixture così ottenuta in flussi di materiali puri. Dal punto di vista tecnologico, sono stati sviluppati modelli fisici per la triturazione e la separazione, soprattutto per supportare i processi di trattamento dei minerali dopo l'estrazione. L'obiettivo della modellizzazione della triturazione è la valutazione della distribuzione della dimensione e del grado di liberazione delle particelle prodotte, così come dell'energia richiesta dal processo stesso. Malgrado l'impatto consistente della triturazione sulle prestazioni del sistema di separazione e sul consumo energetico del sistema, quest'area di ricerca è stata poco sviluppata. In letteratura, la modellazione dei processi di separazione ha ricevuto maggior attenzione in ambito scientifico. Per esempio, modelli fisici per la stima delle traiettorie delle particelle sono stati sviluppati per la separazione a correnti indotte la separazione elettrostatica e la separazione basata su densità. Tuttavia, questi modelli sono sempre focalizzati sulla traiettoria delle singole particelle, senza considerare interazione

e urti tra di esse, che, in aggiunta alla presenza di particelle non liberate nel flusso di materiale, diminuiscono l'efficienza del sistema. Altri modelli di sistema che considerano in modo integrato la fase di separazione e la fase di triturazione sono stati sviluppati, pur essendo focalizzati sull'analisi delle prestazioni statiche del sistema. Ciò ne riduce l'applicabilità a sistemi complessi, come quelli utilizzati per il trattamento di RAEE, dove i flussi di materiale sono non-lineari (sono comuni flussi di riprocessamento del prodotto) e le configurazioni ottimali del sistema non sono studiate.

**Human centered manufacturing** *(progettazione e realizzazione di indumenti sensorizzati e cognitivi per permettere agli operatori di lavorare in condizioni di sicurezza, progettazione di reti sensoriali)*

Questo dominio è relativo allo sviluppo di soluzioni innovative per la realizzazione di prodotti che sono centrati sulle esigenze dei lavoratori in termini di sicurezza, soddisfazione e efficienza del lavoro. Un ambiente sicuro, flessibile e confortevole per gli operatori che effettuano sia le operazioni manuali che quelle di assistenza a macchinari è il modo migliore per ottenere una migliore produttività. In questo contesto, la creazione di una rete di sensori posizionati nella zona del corpo e nuovi paradigmi HMI rappresentano alcuni dei più importanti obiettivi da raggiungere. Il primo si focalizza sulla realizzazione di abiti e scarpe di protezione che consentono il rilevamento del lavoratore in fabbrica (posizione/orientazione), l'identificazione di eventuali alterazioni riguardanti ad esempio il carico di lavoro e la postura assunta e infine l'attivazione di corrette misure volte a fornire un feedback in tempo reale per ripristinare le condizioni ottimali. Il secondo si concentra sull'interfaccia uomo-macchina per assistere i lavoratori in fabbrica nella manutenzione, nella pianificazione del robot e nelle operazioni manuali (ad esempio di montaggio). Essi sfruttano i vantaggi della recente interazione multimodale e delle della Realtà Virtuale.

## **SALUTE E BENESSERE**

### **Descrizione tematiche di interesse in rapporto alle KETs**

**Nutraceutica:** La nutraceutica, insieme ad un corretto stile di vita e ad una dieta appropriata, contribuisce, come è stato dimostrato, in maniera significativa a promuovere il benessere delle persone e un invecchiamento attivo. Le linee di ricerca finora attivate in microbiologia industriale dovranno essere ampliate con l'introduzione di nuovi approcci (identificazione di specifici polimorfismi genici e specifici microbiomi) e dovrà essere sviluppata un'interazione con le tecnologie industriali fornite dall'area "ambiente e sostenibilità". Tale strategia si inserisce nella visione della Piattaforma europea Food For Life che è focalizzata su attività di ricerca a livello transnazionale nei settori della nutrizione, alimenti, educazione dei consumatori e gestione della catena alimentare. Gli obiettivi identificati sono schematicamente riassumibili in nuovi ed innovativi prodotti alimentari per i mercati globali, nazionali e regionali in linea con le aspettative dei consumatori. Tali linee di ricerca possono supportare l'industria agro alimentare in modo da rafforzarne la leadership e la capacità di contribuire alla crescita economica del Paese anche attraverso azioni di technology transfer, produzioni sostenibili ed un aumento della sicurezza dei consumatori. In particolare le attività di ricerca riguardano il settore della Food Safety (aziende biotech e centri di ricerca nelle università marchigiane), Food quality and Manufacturing con le attività relative all'impiego di nuovi probiotici e nutraceutici per la funzionalizzazione di alimenti convenzionali e la realizzazione di nuovi prodotti. Rilevanti sono inoltre i temi relativi a Food and Health che possono trarre vantaggio anche dalla applicazione delle più moderne conoscenze nel settore della nutrigenomica (polimorfismi genici nella popolazione che influenzano la risposta individuale ai nutraceutici) e microbiomica.

**New Medical Devices:** I dispositivi medici innovativi comprendono non solo prodotti industriali che costituiscono ausili diagnostici e/o terapeutici per promuovere il benessere umano ma anche dispositivi che sono rappresentati da diagnostici per implementare le attività di medicina personalizzata e medicina predittiva e che sono centrati sulle tecnologie fornite prevalentemente dalle biotecnologie. In alcuni casi si tratta di combinazioni di devices forniti dalle competenze reperibili nell'area della micro e nanoelettronica combinati con componenti biologici forniti dalle competenze dell'area delle biotecnologie. Esempi di questi sono i dispositivi medici per la somministrazione di farmaci, per la diagnostica remota e per i

dispositivi di autodiagnosi. Le tecnologie disponibili diffusamente nella Regione Marche fanno ritenere che il settore del Dispositivo Medico possa diventare strategico per molte realtà industriali Marchigiane che oggi stanno perdendo di competitività sul mercato. Basti pensare a come almeno due tecnologie che sono “chiave” nel settore biomedicale, siano già presenti nella Regione Marche, e siano ampiamente industrializzate e tecnologicamente molto evolute: il settore della trasformazione delle materie plastiche (produzione stampi, stampaggio ad iniezione, estrusione, co-estrusione, film polimerici, stampaggio a soffiaggio) e il settore dell’elettronica avanzata. Nel primo caso si hanno esempi illustri di collaborazione tra aziende Marchigiane di produzione e progettazione stampi plastici ed il mondo del Dispositivo Medico del Distretto Mirandolese. Il secondo caso nasce dalla grande presenza nella Regione Marche della produzione di elettrodomestici e del suo indotto che trova grandi affinità con la produzione di Dispositivi Medici elettromedicali e dispositivi elettronici per il settore della salute.

**Telemedicina:** una popolazione longeva e ancora attiva dovrà essere sostenuta attraverso politiche sociali e sanitarie capaci di abbattere i costi relativi al monitoraggio della salute dei singoli attraverso programmi finalizzati a stimare i rischi più frequenti per la salute, fornire supporto diagnostico remoto e fornire anche consulenze qualificate senza la necessità di centralizzare le prestazioni ma piuttosto portandole dove sono necessarie. In questo contesto la telemedicina non sarà più soltanto una attività industriale che coinvolge l’industria elettronica e ICT (anche se queste per l’immediato resteranno prevalenti) ma anche lo sviluppo di dispositivi diagnostici personalizzati (inclusi i diagnostici biologici) e servizi di informazione e supporto informativo ai pazienti. Dal punto di vista industriale pertanto le aree identificate oltre a ICT e micro/nanoelettronica sono le biotecnologie e l’ambiente.

**Active aging:** alla realizzazione di politiche per promuovere l’Active Aging si immagina possono concorrere in modo significativo quelle legate ad “Ambiente e Sostenibilità” e quelle delle altre traiettorie industriali evidenziate nella nuvola. Tale obiettivo infatti potrà essere raggiunto combinando quanto può essere fornito dalle industrie del biomedicale (cura della salute e prevenzione del rischio), della micro e nanoelettronica (dispositivi capaci di assistere e rendere autonome le persone anziane), l’industria dell’ICT, capace di attivare politiche di inclusione delle popolazioni anziane.

**Safety and Human Centered Design:** la safety va intesa collettivamente come una serie di politiche e integrazioni di attività industriali finalizzate a comprendere ed a rispondere ai bisogni di una popolazione anziana. Tali necessità sono ovviamente differenti dalla popolazione generale ma la realizzazione dei prodotti industriali non appare oggi sufficientemente centrata su tali nuove esigenze. Esistono prodotti e processi industriali per rispondere alle esigenze di una popolazione generale e altre attività finalizzate a rispondere alle esigenze di una popolazione anziana che comunemente è considerata anche portatrice di disabilità. Non appare sufficientemente implementata, anche in termini di Safety e di Design, l'attività industriale destinata a fornire prodotti ad una popolazione anziana ma attiva.

## **DOMOTICA**

### **Descrizione tematiche di interesse in rapporto alle KETs**

**Integrazione e Interoperabilità:** La creazione di un'abitazione intelligente (SmartHome) richiede l'integrazione dei suoi diversi componenti e sotto-sistemi domotici. Tale integrazione costituisce un'ineludibile sfida tecnologica, necessaria per l'ottenimento del risultato ma utile anche per ridurre i potenziali conflitti fra imprese concorrenti e per favorirne le relazioni di filiera e le complementarietà, permettendo ad esse di cooperare nel sistema domotico integrato pur continuando a competere sul singolo prodotto. L'integrazione dei diversi componenti domotici implica necessariamente l'interoperabilità fra essi. L'interoperabilità dei sistemi costituisce oggi un importante ostacolo alla diffusione delle tecnologie domotiche ed è oggetto di ricerca attiva, sia di base che applicata, anche a livello regionale. La regione intende giocare un ruolo significativo nella definizione di framework di interoperabilità, possibilmente aperti e accessibili, che facciano da struttura portante e da strumento abilitante per soluzioni verticali su ambiti diversificati e per loro natura multifunzionali (energy, comfort, safety & security, etc.). In tal modo la Smart Home verrà ad essere costituita da un insieme di ecosistemi condivisi e interoperabili che operano in maniera coerente, rappresentando anche un potenziale nodo funzionale e interoperabile di una più estesa Smart Community, aperta alle nuove opportunità degli scenari Smart City e Smart Grid. Di particolare importanza sarà l'introduzione di tecnologie basate sulla semantica, per la descrizione dei componenti e delle interazioni fra di essi.

**Ambient Assisted Living:** Il cambiamento demografico con il crescente invecchiamento della popolazione implicherà una trasformazione radicale della struttura degli ambienti di vita, non solo la casa, ma anche gli ambienti di lavoro e gli ambienti pubblici. L'approccio Ambient Assisted Living (AAL), oggetto di numerose iniziative anche a livello europeo, intende sviluppare nel breve/medio/lungo periodo tecnologie avanzate per il sostegno all'autonomia di utenti deboli, quali principalmente anziani e persone con disabilità, nei loro ambienti di vita. Tali tecnologie hanno una potenziale ricaduta positiva anche per la generalità della popolazione, potendo offrire strumenti avanzati di automazione domestica utili a migliorare e facilitare le ordinarie attività giornaliere.

La ricerca su AAL è molto attiva a livello regionale nell'ambito della domotica, all'interno delle attività di tutte le tematiche riportate nei punti successivi. L'eterogeneità dei componenti e dei



servizi che complessivamente costituiscono un sistema AAL, richiede lo studio e lo sviluppo di soluzioni efficaci per la loro integrazione e interoperabilità. Particolare interesse rivestiranno i sistemi robotici assistivi, i sistemi indossabili, le interfacce adattative, le tecnologie sensoristiche non invasive, lo sviluppo di sistemi per la fruizione semplificata di servizi specializzati.

**Multimedia & Entertainment:** Le tecnologie multimediali costituiscono la base di sistemi intelligenti e innovativi per l'interazione con il sistema casa, per il monitoraggio e per la sicurezza. La ricerca, sia di base che applicata, è molto attiva e diversificata anche a livello regionale, con particolare riferimento al loro uso in ambito AAL. Particolare importanza rivestiranno le interfacce aptiche, quelle vocali e quelle basate sul movimento, così come i sistemi di monitoraggio basati sull'analisi della scena acustica e di quella visiva, nel rispetto delle normative sulla privacy.

I sistemi multimediali d'intrattenimento sono ora considerati a tutti gli effetti parte integrante dello scenario casa intelligente. Essi hanno giocato un ruolo trainante per l'introduzione di tecnologie di comunicazione ad alta velocità/capacità, quali le reti IP, per le quali, nel loro ambito, erano già stati sviluppati standard interoperabili (DLNA/UPnP, AirPlay). La ricerca punta ora a integrare nella scala più ampia della SmartHome, tali sistemi e le relative tecnologie con le tecnologie più propriamente domotiche. In ambito regionale particolare interesse rivestono le tecnologie legate all'audio, per la presenza sul territorio di numerose realtà industriali attive.

**Efficienza energetica:** Le abitazioni contribuiscono in maniera significativa ai consumi delle risorse primarie del pianeta (energia, acqua, suolo, etc.), in particolare per quanto riguarda l'energia i maggiori consumi in Europa sono da imputare proprio all'ambito residenziale. La ricerca in ambito domotico è quindi uno strumento fondamentale per conseguire un significativo risparmio energetico, necessario come fattore abilitante per l'introduzione di tali tecnologie e già richiesto a livello normativo europeo (es. EN 15232). La ricerca, già attiva a livello regionale con eccellenze riconosciute anche a livello internazionale, si muoverà su diverse linee di sviluppo, all'interno di scenari complessi comprendenti gli apparecchi domestici intelligenti, la generazione distribuita, i sistemi di storage, la mobilità elettrica, i sistemi di tariffazione dinamici, i materiali avanzati. Di particolare importanza sarà lo sviluppo di sistemi integrati (manager energetici) per la gestione dell'energia, comprendenti algoritmi intelligenti per la previsione e l'ottimizzazione dei consumi.

**Sensoristica:** La domotica avanzata si basa anche sull'esistenza di reti di sensori ambientali e strutturali in grado di acquisire informazioni sull'ambiente domestico e sui suoi abitanti. L'elettrodomestico, l'arredamento, l'infisso, e tutto ciò che può interagire con l'utente domestico, diventano fonti d'informazione necessarie per realizzare comportamenti intelligenti e adattativi. La natura distribuita ed eterogenea di tali reti sensoriali costituisce la sfida tecnologica più importante per la ricerca. Infatti se da una parte si richiedono tecnologie di misura e di comunicazione a basso o bassissimo consumo, soprattutto per sensori indossabili o localizzati in zone difficilmente accessibili, dall'altra si richiede la capacità di operare e comunicare in maniera complessa ed intelligente, come nel paradigma dell'Internet-of-Things e delle tecnologie IPv6 ad esso strettamente correlate.

Anche a livello regionale, l'attività di ricerca si orienta sull'introduzione di reti wireless a basso consumo (come ad esempio ZigBee) e la virtualizzazione dei sensori su gateways collegati in rete IP (anche v6), sullo sviluppo di nuovi sensori anche indossabili (AAL) e sull'integrazione e l'interoperabilità della rete sensoriale anche mediante l'introduzione di tecnologie semantiche per la sua descrizione.

**Comfort:** Il miglioramento del comfort ambientale, in termini di temperatura, umidità, livelli di rumorosità, di luminosità e di inquinanti, costituisce una fattore primario nello sviluppo dei sistemi domotici e un fattore abilitante per la loro diffusione. La ricerca, sia di base che applicata, su questa tematica è molto attiva e diversificata anche a livello regionale. Oltre alle tecnologie per il controllo delle temperature e dell'umidità, strettamente correlate anche al risparmio energetico, stanno ora assumendo importanza sempre maggiore quelle legate al controllo dell'inquinamento acustico/luminoso e della qualità dell'aria, che sempre più comunemente può essere alterata dalla presenza di contaminanti fisici, chimici e biologici. Le tecnologie considerate sono numerose, spaziando dai materiali innovativi, anche per il controllo attivo dei parametri ambientali, alle reti di sensori e ai sistemi mecatronici per la riduzione, anche attiva, del rumore. Di particolare importanza sarà lo sviluppo di sistemi integrati (manager del comfort) per la valutazione e la gestione dei parametri dell'ambiente domestico, comprendenti algoritmi intelligenti per la previsione e l'ottimizzazione del comfort.

**Sicurezza:** Nell'approccio solistico dello scenario Smarthome, i sistemi domotici avanzati dovranno essere in grado di integrare anche funzioni di "safety" e di "security" ambientale. Nel

primo caso ci si riferisce allo sviluppo di sistemi innovativi con capacità di predire e reagire in maniera appropriata all'occorrenza di eventi inaspettati, quali guasti o cambiamenti improvvisi dello scenario operativo, che potrebbero comportare danni a persone o cose dell'unità abitativa. La prevenzione dei guasti, l'affidabilità e la continuità di funzionamento in caso di malfunzionamenti, ricopriranno un ruolo chiave e saranno considerate funzionalità indispensabili in questo scenario. Nel secondo caso ci si riferisce alla necessità di integrare anche le funzioni tradizionali di sicurezza e protezione degli ambienti domestici. Pur preservando le peculiarità hardware e software, anche normative, la ricerca in questo caso è maggiormente finalizzata a realizzare sistemi capaci di integrarsi e interoperare nella rete domestica. Particolare importanza in ambito AAL costituiranno i sistemi per il monitoraggio delle condizioni di criticità per gli abitanti fragili, quali ad esempio le cadute, il livello di attività fisiche e mentali, le richieste di aiuto.

**Design & Virtual simulation and prototyping:** Attualmente le funzionalità di base di alcuni prodotti in ambito domotico, in particolare gli elettrodomestici, sono sostanzialmente le stesse da alcuni anni, determinando tempi di rimpiazzo da parte dei consumatori relativamente lunghi e non paragonabili a quelli dell'elettronica di consumo. Il design e la ricerca ad esso collegata sono quindi divenuti aspetti sempre più rilevanti nello sviluppo di prodotti competitivi e riconoscibili. In futuro inoltre, nello scenario SmartHome gli apparati domestici dovranno possedere naturalmente la capacità di adattarsi alle abitudini e alle necessità dell'utente. La ricerca, anche a livello regionale, considera quindi fortemente gli aspetti di ergonomia e usabilità dei sistemi e dei dispositivi, facendo riferimento alle metodologie del Design Universale e dell'approccio Human-Centred Design (HCD), caratterizzati dallo sforzo cosciente e consapevole di considerare la gamma più ampia possibile di requisiti dell'utente finale. Particolare attenzione verrà quindi posta sulla Human Machine Interaction (interfacce utente adattative), sugli strumenti e metodi per la usability e l'acceptability, sul Virtual prototyping su tematiche di Product-Service Design & Simulation.