**Titolo profilo**

**“TECNICO SUPERIORE PER IL CONTROLLO E L'OTTIMIZZAZIONE DEI PROCESSI INDUSTRIALI"**

**Descrittivo profilo**

Il Tecnico superiore per il controllo e l'ottimizzazione dei processi industriali svolge attività di gestione del processo produttivo, applicando le tecnologie digitali abilitanti dell'Industria 4.0 e i principi del miglioramento continuo (lean production) per integrare il flusso produttivo interno con il flusso dei materiali proveniente dai fornitori, agendo sia sui processi operativi di produzione, movimentazione, stoccaggio e distribuzione dei materiali, sia sul flusso delle informazioni da/verso la catena di fornitura. In particolare, si occupa dell'analisi delle specifiche tecnico-progettuali relative alla lavorazione del prodotto e ne verifica la fattibilità/messa in produzione sulle linee, ottimizzando il dimensionamento delle tecnologie di produzione e la configurazione del processo produttivo. Esegue l'analisi make or buy e definisce le risorse e il programma di produzione, verificando la disponibilità dei materiali. Avvalendosi dei sistemi digitali di controllo, supervisione e acquisizione (HMI-SCADA) e dei sistemi per l'ottimizzazione della funzione produttiva, raccoglie e gestisce i dati generati da sensoristica e, a partire dalla definizione degli indicatori di performance (lead time, efficacia totale d'impianto, produttività, valore scorte e rotazione magazzino, calcolo dei lotti economici), è in grado di analizzare i costi industriali e l'efficienza del processo produttivo, di programmare le politiche manutentive e di verificare la necessità di aggiornamento tecnologico degli impianti.

**Figura nazionale di riferimento**

**Tecnico superiore per l’innovazione di processi e prodotti meccanici**

**Articolazione percorso**

**Durata totale 2000 ore di cui 800 di stage**

In fase iniziale è previsto un corso propedeutico di **Riallineamento** al percorso (totale 160 ore):

* Lingua inglese 30 ore
* Matematica (piano cartesiano, coniche, geometria e trigonometria, elementi di calcolo matricale, analisi infinitesimale, elementi di algebra lineare e studio di funzioni: limiti, derivate) 30 ore
* Fisica applicata alla meccanica (cinematica, dinamica, statica) 30 ore
* Elettrotecnica ed elettronica (grandezze elettriche, legge di Ohm, potenza elettrica, misure di tensione corrente e resistenza, stadio di uscita PNP e NPN, stadi d’ingresso optoisolati, classificazione dei segnali, segnali di tensione , standard EIA RS – 232 E EIA – RS -485 - 30 ore
* Pacchetto office (word ed excel) 40 ore

I^ annualità

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Area/Ambito** | **Competenze obiettivo da standard nazionale di riferimento** | **Modulo** | **Durata aula** | **Principali contenuti** |
| Generale ambito linguistico, comunicativo e relazionale | Padroneggiare gli strumenti linguistici e le tecnologie dell’informazione e della comunicazione per interagire nei contesti di vita e di lavoro | 1 Excel avanzato | 20 | Formule, grafici e macro per registrare, visualizzare e analizzare dati quantitativi e ricavarne informazioni significative relative a processi di lavoro |
| Utilizzare l’inglese tecnico (micro lingua), correlato all’area tecnologica di riferimento, per comunicare correttamente ed efficacemente nei contesti in cui si opera | 2. Inglese tecnico I | 30 | Comunicazione in lingua inglese (scritta, orale) su temi tecnico-specialistici relativi al dominio professionale e al luogo di lavoro |
| Gestire i processi comunicativi e relazionali all’interno e all’esterno dell’organizzazione sia in lingua italiana, sia in lingua inglese |
| Concertare, negoziare e sviluppare attività in gruppi di lavoro per affrontare problemi, proporre soluzioni, contribuire a produrre, ordinare e valutare risultati | 3. Team Working | 16 | Ciclo di vita di un team; Motivazione, Ruolo del team leader; Costruzione del team; Gestione del team; Gestione di criticità e conflitti; Gestione delle performance (*metodologia outdoor presso IAL Campus di Cervia – Cooking in cucina e in sala; Orienteering in città*). |
| Generale Ambito scientifico e tecnologico | Utilizzare strumenti e modelli statistici nella descrizione e simulazione delle diverse fenomenologie dell’area di riferimento, nell’applicazione e nello sviluppo delle tecnologie appropriate | 4. Statistica descrittiva e tecniche di analisi quantitativa | 24 | Elementi di statistica descrittiva: rappresentazioni grafiche e studio dei fenomeni mediante frequenza, distribuzione, media, indici di variabilità e concentrazione. Relazioni sperimentali e analisi di dati reali: covarianza, correlazione, regressione (minimi quadrati), interpolazione lineare. Concatenamento di serie. Test Chi quadrato. |
| Utilizzare strumentazioni e metodologie proprie della ricerca sperimentale per le applicazioni delle tecnologie dell’area di riferimento | 5. Database relazionali | 30 | Modello di dati e rappresentazione della realtà. Indipendenza fisica (delle applicazioni dall'organizzazione) e logica(dei dati). Livelli di descrizione dei dati: schema logico, interno ed esterno. Indirizzamento dei dati tramite indici: file dati e file indice. Codifica della realtà fisica (progettazione concettuale) e rappresentazione mediante modello relazionale (progettazione logica). Entità, attributi, associazioni, relazioni. Tabella o schema: tuple, domini e chiavi. |
| Generale ambito giuridico ed economico | Reperire le fonti e applicare le normative che regolano la vita dell’impresa e le sue relazioni esterne in ambito nazionale, europeo e internazionale | 6. Sicurezza macchine | 24 | Analisi e valutazione dei rischi: definizione dei limiti della macchina, identificazione dei pericoli, stima dei rischi e strategie di riduzione. Security by design: la progettazione delle funzioni di sicurezza e i dispositivi di protezione. Monitoraggio dei segnali di sicurezza: sistemi di controllo (moduli, configuratori e PLC di sicurezza). Sicurezza funzionale e Sistema Elettrico di Controllo Relativo alla Sicurezza (SRECS). |
| Generale ambito organizzativo e gestionale | Gestire relazioni e collaborazioni nell’ambito della struttura organizzativa interna ai contesti di lavoro, valutandone l’efficacia | 7. Comunicare e relazionarsi nel lavoro | 24 | Situazioni negoziali e tecniche di negoziazione; situazioni confllittuali e tecniche di gestione dei conflitti; lean relationships: comunicazione interna, riunioni e uso delle email aziendali; il rapporto tra competenze tecniche ed emotive nel determinare i risultati aziendali |
| Gestire relazioni e collaborazioni esterne – interpersonali e istituzionali – valutandone l’efficacia |
| Riconoscere, valutare e risolvere situazioni conflittuali e problemi di lavoro di diversa natura: tecnico operativi, relazionali e organizzativi |
| Organizzare e gestire, con un buon livello di autonomia e responsabilità, l’ambiente lavorativo, il contesto umano e il sistema tecnologico di riferimento al fine di raggiungere i risultati produttivi attesi | 8. Il modello HSE di gestione dell’ambiente di lavoro | 16 | La struttura HSE (Health Safety Environment) aziendale a salvaguardia della salute e sicurezza dei lavoratori e della tutela ambientale. Gestione integrata del rischio; gestione integrata della sicurezza degli impianti e protezione dell’ambiente di lavoro. Governance tecnica e gestionale della business continuity. Valutazione del rischio per l'utilizzatore di macchine e ISO/TR 14121-2 Safety of machinery. |
| Conoscere e contribuire a gestire i modelli organizzativi della qualità che favoriscono l’innovazione nelle imprese del settore di riferimento | 9. Sistemi integrati di gestione della qualità | 32, di cui 16 PW | Le fasi di costruzione di un Sistema di Gestione della Qualità Pianificazione e sviluppo del programma. Politica della qualità. Preparazione dei flussi e dei processi. Preparazione della documentazione. Formazione del personale. Iter di certificazione.  L'integrazione dei sistemi di gestione ambiente e sicurezza con i sistemi di gestione della qualità. Comparazione dei requisiti dei Sistemi ISO 9001, ISO 14001, BS OHSAS 18001. La Linea Guida BS PAS 99:2006 per l'integrazione dei sistemi. L’integrazione con IS0/IEC 27001 Sicurezza delle Informazioni e Privacy; ISO/IEC 20000 Gestione dei Servizi IT, ISO 22301 Continuità Operativa |
| **Totale generali di base anno I** | | | **216** |  |
| Competenze tecnico professionali comuni- Area Tecnologie del Made in Italy – Sistema meccanica | Individuare i materiali, le relative lavorazioni e i trattamenti adeguati ai diversi impieghi | 10. Tecnologie e sistemi di lavorazione BASE | 30 | Fusione (modelli e casse d'anima per forme transitorie. Fusione in forma permanente e caratteristica delle conchiglie). Deformazione plastica (magli e presse, deformazione plastica a freddo delle lamiere). Laminazione (piastre, fogli o lamiere). Estrusione diretta, indiretta, idrostatica, ad impatto. Trafilatura: filiere, prodotti, lubrificazione. Stampaggio e fucinatura. Lavorazioni per taglio ed asportazione (meccanica del taglio dei metalli, lavorabilità dei metalli e meccanismi di formazione e morfologia del truciolo). Saldatura e giunzione (tipi di giunti, tecniche di saldatura). |
| Scegliere le tecnologie di lavorazione e le relative macchine sulla base delle caratteristiche tecnico-economiche richieste |
| Gestire i flussi produttivi nella loro programmazione, controllo ed economicità, anche in relazione a logiche di industrializzazione e miglioramento continuo | 11. Modelli di configurazione delle tecnologie di produzione | 24 | Modello work-shop (officina a reparti): criterio di ordinamento tecnologico (per processo). Modello linea di produzione a trasferta: criterio di ordinamento per ciclo di lavoro (per prodotto). Group Technology, celle di produzione e Flexible Manufacturing System. Vantaggi e svantaggi comparati in termini di produttività, flessibilità, pianificazione, materiale circolante, bilanciamento, affidabilità. |
| 12. Programmazione, esecuzione e controllo della produzione | 24 | Gestione della produzione come componente logistica integrata. Programmazione aggregata della produzione. Pianificazione dei fabbisogni: MRP e JiT. Tipologie di produzione; sistemi pull e push; piano principale e operativo di produzione; scheduling; gestione della commessa; budgetizzazione, analisi e determinazione configurazioni di costo intermedie, costo pieno e prezzo di vendita |
| Sviluppare e implementare le tecniche di progettazione, prototipazione ed industrializzazione (design for manufacturing) | 13. Lettura e interpretazione del disegno tecnico e basi di modellazione CAD 2D | 32 | Norme UNI e ISO; formati carta, definizioni e principi riguardanti i disegni tecnici, tipi linee, unità di misura, scale dimensionali; assonometrie, proiezioni ortogonali, sezioni , campitura, quotatura, tolleranze.  Creazione di un disegno 2D: linee, punti, cerchi ed archi. Il disegno di un particolare meccanico: quotatura, tolleranze generali di lavorazione, tolleranze superficiali, di forma e posizione, accoppiamenti. Viste 2D delle modalità di fabbricazione e assemblaggio dei prodotti. Metodi di quotatura, tolleranza e annotazioni in base a standard ANSI, ISO, GD&T. Distinta materiali ed elenco di parti. Controlli di standard e revisioni. |
| 14. Industrializzazione di prodotto | 28 | Struttura della distinte base e cicli di fabbricazione. La pianificazione del processo: studio dei cicli di lavorazione, definizione di ciclo, fase, sottofase, operazioni elementari. di lavorazione e di montaggio di particolari e di componenti. Selezione di processo: matrice prodotto-processo, individuazione delle tecnologie di lavorazione / attrezzature di assemblaggio e schema delle strategie di layout produttivo. Punto di disaccoppiamento tra ordine cliente e produzione per la determinazione dei lead time e dell'investimento in scorte. |
| Configurare, dimensionare, documentare e mantenere sistemi automatici di diversa tipologia | 15.Reti industriali | 28 | Architetture a bus di campo. Protocolli di comunicazione device-bus level (protocollo CAN, DeviceNet, protocollo I/O link, protocollo ASI). Protocolli di comunicazione control level: Standard Profibus: FMS (FieldBus Message Specification), DP (Decentralised Peripherals) e PA (Process Automation). Protocolli di comunicazione ethernet industriale: Profinet IO, Powerlink (EPL), EtherCAT, SERCOS III, EtherNet/IP, MODBUS TCP. Protocollo di comunicazione TCP/IP: protocollo IP (IPV6), protocollo TCP, protocollo MQTT. |
| Programmare sistemi di automazione industriale (PLC, robot, macchine CNC, reti di comunicazione, sistemi di monitoraggio e diagnostica, ecc) |  |  |  |
| 16. Programmazione ad oggetti | 44 | C: Analisi, sintesi, astrazione e soluzione di problemi, diagramma delle classi, diagramma di sequenza, diagramma di flusso, pseudocodice, UML, C++, user stories, metodologie agili e waterfall.  CU: Analizzare, sintetizzare, astrarre, e risolvere problemi di diversa natura. Modellare la realtà in classi. Leggere e produrre diagrammi di sequenza e diagrammi di flusso. Scrivere e leggere pseudocodice. Conoscere la programmazione in C++. Conoscere l’UML. Interpretare storie d'uso e progettare con metodi agili e a cascata. Risolvere problemi ricorrenti con la programmazione.  MV: Simulazioni, presentazioni, autovalutazione, valutazione condivisa.C: Analisi, sintesi, astrazione e soluzione di problemi, diagramma delle classi, diagramma di sequenza, diagramma di flusso, pseudocodice, UML, C++, user stories, metodologie agili e waterfall.  CU: Analizzare, sintetizzare, astrarre, e risolvere problemi di diversa natura. Modellare la realtà in classi. Leggere e produrre diagrammi di sequenza e diagrammi di flusso. Scrivere e leggere pseudocodice. Conoscere la programmazione in C++. Conoscere l’UML. Interpretare storie d'uso e progettare con metodi agili e a cascata. Risolvere problemi ricorrenti con la programmazione.  MV: Simulazioni, presentazioni, autovalutazione, valutazione condivisa. |
| Ricercare e applicare le normative tecniche e di sicurezza del settore elettrico, elettronico e meccanico nella progettazione e nell’utilizzo della componentistica | 17. Sistemi e componenti elettromeccanici | 34, di cui 8 PW | Circuiti e reti in corrente continuo, in corrente alternata monofase e trifase; macchine elettriche, impianti elettrici industriali, legislazione e normativa del settore elettrico, pericolosità della corrente per il corpo umano e per gli impianti elettrici; blocchi costitutivi di un sistema di automazione, organi ausiliari di comando e segnalazione, principali tipi di sensori on-off, relè; contattori, circuiti logici elettromeccanici (logica cablata), attuatori, PLC, schemi elettrici industriali tipici. Quadri elettrici e impiantistica a bordo macchina |
| 18. Sistemi e componenti oleodinamici | 24, di cui 8 PW | Componenti di un sistema oleodinamico: attuatore; servovalvola (amplificatore); regolatore; unità di potenza (pompe). Gruppo di alimentazione: pompa, motore elettrico, giunto, livellostato, sensore allarme di temperatura, tappo a sfiato, filtro, serbatoio. Movimenti oleodinamici: attuatori lineari e rotativi, controlli di posizione e velocità, mediante trasduttori di posizione analogici e digitali (potenziometrici, induttivi, magnetosonici, encoder lineari). Trasduttori di pressione per i controlli in anello chiuso di forza o pressione. Pompe a cilindrata fissa (a ingranaggi; a vite; a palette) e variabile (a pistoni assiali; a palette). Tipi di servovalvole in base al rapporto fra lunghezza assiale del pistone e ampiezza delle luci (a ricoprimento positivo, negativo e nullo). Studio dinamico: portata di mandata, di fuga fra cilindro e pistone e di ritorno al serbatoio. |
| 19. Sistemi di propulsione e azionamento | 24, di cui 8 PW | Tecnologie di combustione del motore termico (efficientamento della iniezione, accensione, fluidodinamica di aspirazione e scarico, turbocharging) e della trasmissione di potenza da veicolo a strada/terra. Caratteristiche dei motori elettrici (in continua, asincroni, passo-passo, brushless), convertitori statici di potenza e azionamenti con motori elettrici e servomotori. Elettrificazione-ibridizzazione dei sistemi di powertrain (per motopropulsione off road) e per attuatori di sistemi di automazione. Modalità di accoppiamento tra motori a combustione interna e macchine elettriche. |
| 20. Metrologia, strumenti di misura e sistemi di prova | 30 | Generalità sulle misure: sensibilità, precisione, ripetibilità, riproducibilità. La rugosità Ra: definizione analitica e geometrica. Lunghezze di campionatura. Simbologia unificata. Strumenti di misura d'officina: il calibro e il principio del nonio, truschino, micrometro, comparatori ad orologio, alesametri, blocchetti Johansson.  Norme di riferimento e guide ISO che coprono le attività di prova, certificazione e accreditamento (serie UNI CEI EN 45000). Prove di tipo e sorveglianza della produzione. Verifica su campione prelevato presso la fabbrica o dal libero mercato. Prove di accettazione del sistema di controllo della qualità in produzione. Sorveglianza e verifica del controllo. Valutazione e accettazione del sistema di controllo della fabbrica. Prove per lotti. Prove 100%. |
| **Totale tecnico-professionali comuni I anno** | | | **322** |  |
| Competenze tecnico professionali specifiche per la figura | Applicare tecniche integrate di miglioramento continuo (Lean, WCM, TPM) | 21. Lean manufacturing e miglioramento continuo | 70 (di cui 20 PW) | I "pilastri" del lean manufacturing: mappare il valore (VSM); individuare ed eliminare gli sprechi (7 muda); fare flusso (produrre in tiro one piece flow, visual management e kanban per il reintegro delle scorte); cadenza (calcolo del takt time) e livellamento del volume e del mix di produzione (heijunka).  Gli "strumenti" del lean manufacturing: poka yoke e obiettivo zero difetti; le 5S (Separazione, Ordine, Pulizia, Standardizzazione, Disciplina) per migliorare le aree di lavoro; tecnica SMED per ridurre i tempi di set up; manutenzione produttiva (TPM) ed efficacia totale di un impianto (OEE).  Cost deployment: analisi delle perdite, costi e causali delle perdite, impatti sul conto economico, quantificazione dei benefici economici e priorità di investimento.  People development: gap analysis, sistemi di sviluppo organizzativo e training personalizzato |
| **Totale tecnico-professionali specifiche I anno** | | | **70** |  |

Totale ore anno I: **1008 ore**

**aula** **608 ore**

**stage 400 ore**

*[extracurricolari: 160 ore di riallineamento]*

II^ annualità

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Area/Ambito** | **Competenze obiettivo da standard nazionale di riferimento** | **Modulo** | **Durata aula** | **Principali contenuti** |
| Generale ambito linguistico, comunicativo e relazionale | Utilizzare l’inglese tecnico (micro lingua), correlato all’area tecnologica di riferimento, per comunicare correttamente ed efficacemente nei contesti in cui si opera | 1. Inglese tecnico II | 30 | Comunicazione in lingua inglese (scritta, orale) su temi tecnico-specialistici relativi al dominio professionale e al luogo di lavoro |
| Gestire i processi comunicativi e relazionali all’interno e all’esterno dell’organizzazione sia in lingua italiana, sia in lingua inglese |
| Predisporre documentazione tecnica e normativa gestibile attraverso le reti telematiche | 2. Documentazione e manualistica tecnica | 16 | Disegni prospettici ed esplosi per manuali d’uso e manutenzione. Libretti di uso e manutenzione; manuali tecnici di assistenza; manuali di processo; cataloghi ricambi; manuali di istruzioni e training. Fascicoli Tecnici da Direttiva Macchine 2006 / 42 / CE. |
| Valutare le implicazioni dei flussi informativi rispetto all’efficacia ed efficienza della gestione dei processi produttivi o di servizio, individuando anche soluzioni alternative per assicurare la qualità | 3 Tecniche di problem solving per il miglioramento continuo | 22 | Miglioramento continuo e grandi innovazioni. Inventario dei problemi, selezione delle priorità, approccio project-based, costituzione del gruppo di progetto e sequenza di problem solving. Diagramma di Pareto e scelta del problema. Diagramma di flusso e diagramma polare per il problem setting. Diagramma causa-effetto, diagramma di correlazione e stratificazione per la ricerca e analisi delle cause (diagnosi). Diagramma di affinità, diagramma ad albero e matrice multi-criteri per la scelta di soluzioni (solving). Strumenti statistici e manageriali per il controllo di processo: carte di controllo per attributi e per variabili, carte di controllo per R e per la media. |
| Generale ambito giuridico ed economico | Conoscere i fattori costitutivi dell’impresa e l’impatto dell’azienda nel contesto territoriale di riferimento | 4. Organizzazione industriale e struttura di mercato | 16 | Tipologie di organizzazione industriale e struttura di mercato nel settore dell’impiantistica industriale. Organizzazione delle catene di fornitura, concentrazione e concorrenza di mercato. Fattori di evoluzione della domanda. Principali tipologie di produzione industriale servita in base alla matrice varietà/volume: work shop, discreta (lotti), continua (linea). |
| Utilizzare strategie e tecniche di negoziazione con riferimento ai contesti di mercato nei quali le aziende del settore di riferimento operano anche per rafforzare l’immagine e la competitività |
| Generale ambito organizzativo e gestionale | Conoscere, analizzare, applicare e monitorare, negli specifici contesti, modelli di gestione di processi produttivi di beni e servizi | 5. Tecniche di project management e gestione della commessa | 24, di cui 8 PW | Definizione degli obiettivi della commessa e stesura del capitolato (start up, definizione degli obiettivi, identificazione dei decisori, redazione del capitolato e del documento di lancio). Work Breakdown Structure per la scomposizione analitica delle macro-attività di produzione dei deliverables e descrizione delle micro-attività (scheduling). Costituzione del team di commessa (OBS): rapporti tra servizi, membri del team e responsabile di progetto; allocazione delle risorse e attribuzione delle responsabilità. Definizione del budget di progetto: analisi dei costi di commessa (approvvigionamenti, costo industriali e impegni delle risorse uomo diretti e indiretti), budget economico e finanziario, tecniche di monitoraggio. Pianificazione della commessa (PERT, GANTT): analisi dei vincoli e identificazione del cammino critico e dei margini di variabilità, milestones di avanzamento. L’analisi dei rischi: identificazione, misura e tecniche di gestione e assicurazione. |
| Analizzare, monitorare e controllare, per la parte di competenza, i processi produttivi al fine di formulare proposte/individuare soluzioni e alternative per migliorare l’efficienza e le prestazioni delle risorse tecnologiche e umane impiegate nell’ottica del progressivo miglioramento continuo | 6. Tecniche di gestione della qualità totale | 28 | L’evoluzione della gestione qualità: dal collaudo finale del prodotto finito (produzione artigianale), al controllo in produzione (produzione di massa), all’assicurazione di qualità del sistema di produzione, alla qualità totale e al TQM. Ciclo di Deming e approccio PDCA alla gestione dei processi. Il CWQC giapponese: qualità totale e produzione snella. I criteri di base del TQM per la qualità World Class.: Leadership, Pianificazione Strategica, Gestione del Fattore Umano, Soddisfazione del Personale, Gestione delle Risorse e dei Processi (Sistema Qualità), Soddisfazione del Cliente, Risultati d’Impresa, Impatto sulla Società. Il sistema di gestione in base alla norma UNI EN ISO 9000:2015 |
|  |
| **Totale generali di base II anno** | | | **136** |  |
| Competenze tecnico professionali comuni- Area Tecnologie del Made in Italy – Sistema meccanica | Individuare i materiali, le relative lavorazioni e i trattamenti adeguati ai diversi impieghi | 7. Tecnologie di produzione AVANZATO | 24 | Produzione additiva: a) stereolitografia; b) deposizione di materiali termoplastici fusi; c) laminazione di fogli; d) a fusione di polveri (Selective Laser Sintering e Powder Spraying). Prototipazione rapida e additive manufactoring: generazione di file STL da modello CAD o con ingegneria inversa; slicing; layer by layer; post-trattamenti.  Lavorazioni a fascio energetico: a) a getto d'acqua (Water Jet e Abrasive Water Jet); b) elettroerosione a tuffo(EDM) ed a filo (WEDM); c) lavorazioni con fascio laser (LBM) per ablazione, vaporizzazione ed erosione. |
| Scegliere le tecnologie di lavorazione e le relative macchine sulla base delle caratteristiche tecnico-economiche richieste |
| Sviluppare e implementare le tecniche di progettazione, prototipazione ed industrializzazione (design for manufacturing) | 8. Progettazione robusta di un sistema | 26 | Disturbi e fattori di rumore (variabili non controllabili) nel processo di fabbricazione e/o nella fase di esercizio di un sistema. Tecniche di pianificazione degli esperimenti (DOE) per ridurre la dispersione casuale della risposta di sistema. Robustezza al variare dei parametri di rumore e funzione di qualità del sistema. Tecniche di Rubust Design accoppiate a simulazione FEM e/o multifisica delle funzioni strutturali, statiche, dinamiche e/o fluidodinamiche. Approccio Design for Manufacturing & Assembly (DFMA) e analisi virtuale delle prestazioni. |
| 9. Modellazione CAD 3D | 30 | Modellazione 3D di solidi e superfici: primitive di base, costruzione per estrusione e per rivoluzione. Costruzioni avanzate: estrusione sweep, costruzione per loft, rivoluzione su binario. Operazioni booleane; smussi e raccordi. Modellazione solida parametrica basata su features delle lavorazioni applicate sul modello solido e albero di costruzione.  Gestione dei file, librerie; rendering; simulazione, controllo e convalida dei progetti. |
| Gestire i flussi produttivi nella loro programmazione, controllo ed economicità, anche in relazione a logiche di industrializzazione e miglioramento continuo | 10. Analisi e gestione di sistemi industriali | 36, di cui 16 PW | Struttura operativa del sistema: albero di prodotto, ciclo di fabbricazione, layout. Struttura di gestione: sistema informativo interno ed organigramma funzionale. Interazioni tra sistema produttivo e contesto di mercato: analisi della domanda e procedure di schedulazione ordini. Metodi e procedure di gestione della produzione industriale in ambienti “volatili” (ciclo di vita breve del prodotto, tipi di prodotto incerti e produzione fluttuante): CONstant Work In Process e Seru-Seisan (celle produttive di prodotto). Similarità e differenze con il cell manufacturing basato su Group Technology. Informatica industriale per la riconfigurazione flessibile e l’integrazione verticale e orizzontale della catena logistico-produttiva. Il modello RAMI 4.0. |
| Conoscere e contribuire a gestire i modelli organizzativi della qualità che favoriscono l’innovazione nelle imprese del settore di riferimento | 11. Analisi e contabilità dei costi industriali | 30 | La contabilità analitica all'interno del sistema amministrativo aziendale. Le classificazioni dei costi. I metodi di analisi dei costi: full costing a base unica e a base multipla, il full costing per centri di costo, l'activity based costing, il direct costing. Le configurazioni di costo e di risultato. Il controllo budgetario e l'analisi degli scostamenti. Il costo dei principali fattori produttivi: costo del lavoro, costo dei materiali, costi di impiego delle immobilizzazioni tecniche. |
| Programmare sistemi di automazione industriale (PLC, robot, macchine CNC, reti di comunicazione, sistemi di monitoraggio e diagnostica, ecc) | 12. Programmazione CAD/CAM | 32 | Le applicazioni CAD/CAM per programmare i processi produttivi di lavorazione di prototipi e parti finite. La generazione di percorsi utensile per la lavorazione meccanica CNC a partire da modelli e assiemi creati al CAD. Modelli virtuali applicati direttamente sui sistemi produttivi (design in the loop). Gestione automatica degli attrezzaggi di lavorazione (modalità di cambio pezzi in lavorazione). Soluzioni CAD/CAM avanzate per manipolazione e preparazione dei modelli matematici di lavorazione a 5 assi. |
| 13. Programmazione Web Server | 28 | Interazione Machine to Machine e interoperabilità fra applicazioni in ambito web mediante interfaccia processabile dalla macchina in combinazione con standard aperti (XML, HTTP, SOAP). Service Oriented Computing (SOC) basato su componenti software indipendenti. Pila protocollare, standard di riferimento e stack tecnologico di web service: linguaggio WSDL basato su XML di descrizione del servizio; pubblicazione in registro di servizi UDDI e rintracciabilità mediante SOAP da client di servizi. Documento WSDL: sezione astratta (type, message, portType e operation) e concreta (binnding, port, service). Interazione con UDDI: registrazione e scoperta. Composizione dei servizi: coreografia e orchestrazione. Piattaforme per lo sviluppo di web service (IBM, Microsoft, Java) |
| 14. Progettazione di dashboard per l’intelligenza operativa | 24 | L’operational intelligence per la visione dei processi, degli eventi e delle operazioni di business in (near) real-time (dati non strutturati o semi-strutturati, provenienti da macchine, sensori, log e social media) su: a) stato di applicazioni, servizi o infrastrutture, b avvisi organizzativi; c) problemi di performance. Executive/operational dashboard: presentazione grafica dello stato corrente (istantanea) e tendenze storiche degli indicatori chiave di perfomance (KPI). |
| Configurare, dimensionare, documentare e mantenere sistemi automatici di diversa tipologia | 15. Sensoristica | 32 | Definizione metrologica di sensore: trasformazione della grandezza d'ingresso in segnale. Classificazione: sensore a lettura diretta, sensore collegato a strumento indicatore, sensore collegato a strumento registratore. Principali tipologie di sensori e rispettive applicazioni: infrarossi, suono, accelerazione, temperatura, calore, di elettricità (resistenza, corrente, tensione, potenza), di pressione, di movimento, di forza, di prossimità/distanza, biometrici, chimici. Misuratori del peso. Sensori bidirezionali (ricevitore/trasmettitore), cenni del protocollo I/O Link. Sistemi di visione artificiale. Sensoristica avanzata con tecnologia microelettronica (MEMS). Calibrazione e taratura. Principi di RFID - Sistema RFID di lettore e tag RFID (transponder): microchip, numero univoco universale e antenna per trasmissione in radiofrequenza a tranreceiver RFID |
| 16. IoT connection | 28 | Reti di connessione a corto raggio di dispositivi embedded (SE networked e distribuito connesso in rete): modelli, architetture e protocolli di comunicazione. Programmazione distribuita di middleware: strumenti di web services orientati al servizio (SOAP) e alle risorse (RestFULL) basati su XML/HTTP. I protocolli IoT: Open Interconnect Consortium (OIC), framework AllJoyn, protocollo Thread. Le reti sub-Ghz per IoT; collegamenti WiFi extended range con WiFi IEEE 802.11ah. ZigBee e Z-Wave.  Overview e sperimentazione di strumenti di analisi delle prestazioni (tool di calcolo avanzati: Matlab; emulatori: Cooja; simulatori: NS-2/3, Opnet) e di testbed sperimentali in uso (TinyOS, SunSPOT, Rapsberry Pi). Edge computing nell'IoT: le risorse di calcolo collocate in sedi remote in prossimità dell'utente/della fonte di dati e relative peculiarità di progettazione, implementazione e gestione rispetto ai data center tradizionali |
|  |  |  |
| Intervenire in tutti i segmenti della filiera dalla produzione alla commercializzazione | 17. Analisi make or buy | 30 | Ambito delle scelte make or buy e livelli di integrazione verticale e orizzontale dell’impresa. Analisi differenziale delle alternative make or buy in base alla quantità prevista di produzione e vendita del bene. Metodi di calcolo delle variazioni quantitative rispetto alla produzione interna. Costi cessanti: Materie prime, Materiali accessori, Energia, Manodopera diretta, Spese generali di reparto. Inutilizzo e riutilizzo di capacità produttiva interna: ammortamento e MDC emergente. Costo sorgente di approvvigionamento del prodotto presso il fornitore e costo totale d’acquisto (compresi ammortamento impianti, spese generali, manodopera). Logica dei costi totali nel calcolo del contributo differenziale alla redditività aziendale. Valutazioni qualitative degli approvvigionamenti. Costi di transazione ex ante ed ex post dell’alternativa buy. |
| 18. Sistemi logistici integrati | 30 | Caratteristiche e configurazioni della supply chain.: componenti, processi e ruoli (clienti e fornitori), relazioni e coordinamento (driver e decisioni chiave nel SC Management). Strategie pull e push e punto di disaccoppiamento nella supply chain. Strategie di postponement e “fit” strategico. Dinamiche di collaborazione e coordinamento in filiera: effetto frusta di variabilità della domanda (Forrester) e Vendor Managed Inventory (VMI). Demand management: Sales&Operation Planning e contratti di coordinamento. Design della supply chain: localizzazione delle facility, pooling delle scorte, configurazione della rete logistica, sistemi di trasporto. Ottimizzazione delle scorte in condizioni di incertezza: newsvendor problem. Gestione multi-sito, localizzazione degli stock e determinazione delle scorte di sicurezza. |
| Applicare su sistemi e impianti le metodologie di prevenzione, analisi e diagnostica dei guasti e proporre eventuali soluzioni | 19. Metodologia FMEA | 16 | Metodologie probabilistiche e i parametri di affidabilità, disponibilità, manutenibilità, sicurezza (RAMS) di un componente, disponibilità in sistemi riparabili e descrizione della vita dei componenti; albero dei guasti, approccio RCM: blocchi funzionali e prestazioni di targa, analisi predittiva (FMEA/FMECA) delle condizioni di avaria del blocco funzionale, task e politiche di manutenzione |
| Gestire le esigenze di post-vendita e manutenzione | 20. Tecniche di manutenzione | 28 | Manutenzione preventiva ciclica: cicli di utilizzo e guasti per usura; classificazione delle macchine, il libro macchina e gli standard; manutenzione su condizione: guasto potenziale e valore limite tollerabile; tipologie di monitoraggio predittivo; categorie di segnali predittivi o emissioni; analisi delle vibrazioni, malfunzionamenti di riduttori e di cuscinetti volventi, ispezioni con termocamera, misure elettriche motori AC/DC; indagini ad ultrasuoni; approccio PHM e tecniche di soft-computing per la prognostica della vita utile residua |
| **Totale tecnico-professionali comuni II anno** | | | **394** |  |
| Competenze tecnico professionali specifiche per la figura | Configurare e gestire sistemi di controllo di supervisione e acquisizione dati | 21. Sistemi di acquisizione dati HMI SCADA | 32 | Il monitoraggio elettronico di sistemi fisici mediante il sistema informatico distribuito. Componenti di sistemi SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition): a) sensori per la misurazione di grandezze fisiche; b) controllori (PLC o microcomputer) per misurazioni e memorizzazione in locale di dati in continuo o a intervalli di tempo; c) sistema di telecomunicazione tra micrcontrollori e supervisore; d) computer supervisore per elaborazione dati. Funzionalità del sistema: 1) acquisizione dati sullo stato di processo; 2) supervisione mediante visualizzazione dati e osservazione dell'evoluzione degli stati di un processo controllato; 3) controllo mediante variazione di parametri caratteristici del processo previa elaborazione dei dati. Capacità di controlli real time. HMI per agevolazione delle interazioni operatore/sistema. Dimensionamento in rapporto all'area da controllare. HMI avanzate: sistemi di realtà aumentata e virtuale. |
| Configurare e gestire sistemi di cloud computing e di cloud-based manufacturing | 22. Sistemi cloud | 30 | Caratteristiche del Cloud Computing: scalabilità, modello pay-per-use (on-demand), rete di accesso, pool di risorse, elasticità rapida, virtualizzazione, multi-tenancy e servizi di monitoraggio. Tecnologie abilitanti del Cloud Computing: 1) Virtualizzazione di risorse HW; 2) Tipologie e tecnologie di virtualizzazione. Modelli di servizio (SaaS, PaaS, IaaS), architetture (frontend , backend e rete) e modelli di deployment (pubblico, privato, ibrido). Sviluppo di applicazioni SaaS multi-tenant (Business e BPM): piattaforme (SaleForce.com, Windows Azure, EC2) e architetture metadata-driven. Sicurezza e privacy per il Cloud. Cloud-based manufacturing: accesso tramite rete a un pool configurabile di risorse manifatturiere. |
| **Totale tecnico-professionali specifiche II anno** | | | **62** |  |

Totale ore anno II: **992**

**aula** **592 ore**

**stage 400 ore**