

**Contributo al Progetto Ingegneria 2040**  
**SIDRA (Società Italiana Docenti e Ricercatori in Automatica)**  
A cura del Consiglio Direttivo del SIDRA, presidente Sauro Longhi

Il SIDRA ha considerato con notevole interesse i documenti relativi al progetto Ingegneria 2040, dedicando a questo tema due riunioni nelle assemblee del 2021.

Si sono evidenziati i seguenti punti.

- I documenti analizzati mettono in luce la necessità di delineare nuove professioni per fare fronte alle nuove sfide tecnologiche e sociali del futuro, nelle quali sarà sempre più forte la richiesta di competenze di tipo ingegneristico.
- Tuttavia, questo trend richiede che alcune conoscenze di tipo umanistico vengano fatte proprie anche dall'ingegneria, che non può più restare impermeabile a richieste di tipo socioeconomico, ambientale (sostenibilità delle tecnologie e dei processi di transizione) e anche di genere.
- La considerazione precedente pone la futura ingegneria di fronte alla necessità di scegliere, a seconda dei casi, tra un approccio "verticale", molto specializzato e approfondito, e uno "orizzontale", che possa trasversalmente attingere da più discipline, anche molto diverse fra loro.
- Grande enfasi è anche data alla necessità di sviluppare capacità di interazione fra diversi gruppi, e migliorare quindi la capacità di comunicazione, requisiti questi indispensabili per affrontare progetti fortemente interdisciplinari.
- Il tema di riflessione che si pone all'Università è come sviluppare strumenti di didattica che vadano nelle direzioni indicate sopra, tenendo conto dei vincoli attuali imposti nella formazione curricolare nelle varie classi di Laurea e dottorato.
- L'esperienza della pandemia in corso ha ulteriormente alimentato la necessità di sperimentare nuovi modelli formativi nei quali la didattica in presenza, frontale e sperimentale, è amalgamata con la didattica in remoto, in forme sia temporali che contenutistiche.
- Diverse sono le esperienze già in corso relative a nuovi corsi di Laurea Magistrale di tipo interdisciplinare, multidisciplinare e transdisciplinari, anche in collaborazione tra diversi atenei, soprattutto nel centro-nord d'Italia. La diversificazione del tessuto industriale italiano richiede uno sforzo geopolitico di dettaglio per fornire gli strumenti necessari e compatibili per l'arricchimento di queste esperienze in tutte le macroregioni del paese.
- L'arricchimento dell'offerta formativa, l'articolazione dei percorsi didattici e le nuove modalità di erogazione e fruizione dei contenuti sono certamente azioni necessarie per affrontare le nuove sfide tecnologiche e sociali. Esse necessitano però di uno sforzo implementativo complesso, che non deve intaccare le competenze metodologiche di base che da sempre caratterizzano l'Ingegneria, e che sia modulato a seconda del livello di istruzione considerato.

Il SIDRA si presenta come una società in cui l'aspetto multidisciplinare è da sempre prevalente, dal momento che ormai da decenni ai classici problemi di controllo, automazione e robotica affianca elementi fortemente inter- e multidisciplinari, includendo, ad esempio, gestione e controllo ottimo dell'energia, modellistica dei fenomeni più disparati (inclusi modelli epidemiologici della pandemia SARS-COV2), trattamento di big data, modelli di

sistemi ecologici e ambientali, definizione di leggi di controllo per veicoli e “sciame” di veicoli a guida autonoma. Da questo punto di vista siamo già sulla strada giusta per quanto riguarda la scelta delle *competenze orizzontali*. Inoltre, il livello di *internazionalizzazione* dei membri del SIDRA è già molto elevato, come si vede dalla composizione degli editorial boards delle riviste di punta del settore e dei technical committees delle principali conferenze internazionali, ad esempio quelle della IEEE Control Systems Society, della IEEE Robotics and Automation Society o quelle dell'IFAC (International Federation of Automatic Control). Inoltre, la *capacità di interazione fra diversi gruppi*, anche internazionali, è ormai un elemento comunemente accettato, anzi spesso perseguito, da parte della comunità dell'Automatica. Per quanto riguarda le *competenze verticali*, è stato evidenziato che molto spesso i prodotti dell'Automatica sono nascosti, integrati all'interno degli oggetti che ne fanno uso. Un tipico esempio è un velivolo a guida autonoma (ad esempio un drone), in cui gli aspetti evidenti sono nel dominio della costruzione di velivoli, motori elettrici o termici, servomeccanismi, ma al di sopra di tutto questo ci deve essere un algoritmo di controllo che permetta il mantenimento di traiettorie e di assetti di volo, nonché la scelta di traiettorie ottimali. Ovviamente la possibilità di avere algoritmi di controllo “intelligenti”, che permettano al drone di muoversi in ambienti ignoti (si pensi ad un palazzo in cui si è sviluppato un incendio) richiede competenze molto specifiche su concetti matematici, statistici, informatici estremamente avanzati (ad esempio, controllo nonlineare e robusto) ed un percorso di conoscenze sviluppato ad hoc. L'approccio dell'Automatica, appena esemplificato, viene applicato a svariati ambiti sopra citati.

È chiaro però che nel considerare le due dimensioni, orizzontale e verticale, la vastità di argomenti da affrontare è tale da non poter essere attribuita ad un solo profilo di studente da formare, ma ne richiede almeno due, se non tre, ad esempio:

1. Un profilo estremamente specialistico con grande enfasi sulle materie di base (matematica, fisica, statistica, informatica) e sulle metodologie
2. Un profilo intermedio con una solida preparazione di base e una specializzazione su una problematica applicativa (magari diversa sede per sede, a seconda del contesto socioeconomico in cui la sede è inserita) che funga da “case study” per lo studente. In questo modo lo studente impara un metodo di lavoro nell'approccio ai problemi che poi potrà nella sua vita professionale trasportare su nuovi case study
3. Un profilo più ampio in cui, oltre alle indispensabili materie di base, si miri a sviluppare ulteriori conoscenze ingegneristiche (e non solo ingegneristiche, ad esempio mediche) che permetta allo studente di interfacciarsi con altre branche dell'ingegneria e in generale del sapere.

In questa articolazione, l'ingegnere dell'Automazione del tipo delineato nel profilo 3. è quello che avrà bisogno di una forte componente anche di tipo umanistico, come detto in precedenza all'inizio di questo documento. L'ingegnere del profilo 2. invece è più simile ad un ingegnere “tradizionale”. Il profilo 1. potrebbe essere affidato al Dottorato, il che ovviamente prevedrebbe una ristrutturazione dei Dottorati classici.

A proposito degli aspetti formativi, va evidenziato che alcune sedi (ad esempio la sede di Bologna) stanno già sperimentando differenziazioni dell'offerta formativa basate anche sulle “nuove” lauree, proponendo percorsi che partano dagli ITS, confluiscono nelle lauree professionalizzanti e da queste nelle lauree di primo livello, tramite opportuni meccanismi

compensativi nei quali, tipicamente, in ogni passaggio viene convalidato solo un certo numero di CFU che copre uno o due anni del nuovo corso. Questa sperimentazione sembra estremamente interessante per il raccordo fra mondo del lavoro e università, anche se ovviamente va calata nelle singole realtà territoriali.

Infine, un cenno va fatto anche al problema del riequilibrio di genere, tematica di forte interesse nell'ambito dell'Ingegneria 2040. Il gruppo di Automatica è attento alle iniziative che mirino al raggiungimento di una reale parità di genere, e di recente, nell'Assemblea annuale dei soci del 2021, ha sviluppato una tavola rotonda con una analisi molto dettagliata della situazione italiana nell'ambito del rapporto fra ricercatori dei diversi generi in Automatica. Un punto importante è che questo rapporto segue l'analogo rapporto fra studenti iscritti, come in fondo era lecito aspettarsi. Ciò comporta che per ottenere un riequilibrio di genere tra i ricercatori sono necessarie anche azioni che favoriscano lo stesso equilibrio tra gli studenti iscritti ai corsi di laurea.

Gli SDG2030 (ONU 2015), l'accordo di Parigi (2015), il New Green Deal (EC 2021) indicano che il modo di produrre beni e servizi dovrà cambiare radicalmente nei prossimi 30 anni.

Le metodologie tipiche dell'Automatica troveranno sempre maggiore applicazione nei seguenti ambiti:

- il contenimento dei consumi energetici e la riduzione delle emissioni nei processi industriali
- la progettazione di beni, processi, servizi secondo criteri di economia circolare
- la definizione di percorsi per la transizione energetica, studiando, secondo criteri di ottimalità il passaggio dai combustibili fossili alle fonti rinnovabili, l'evoluzione dei consumi, i costi e la accettabilità sociale
- la definizione di modelli integrati a supporto della governance che integrino la conoscenza in diversi campi (economico, tecnologico, ambientale, sociale, sanitario) e identifichino politiche carbon neutral, valutandone impatti e efficienza con un approccio a orizzonte mobile, per tener conto della continua evoluzione tecnologica e sociale.