

Breve storia della Meccanica Applicata alle macchine in Italia

MARCO CECCARELLI

Università di Cassino e del Lazio Meridionale

Via Di Biasio 43, 03043 Cassino (Fr)

email: ceccarelli@unicas.it

Sommario

Lo studio accademico delle macchine affonda le sue radici nei primi studi e nuovi progetti sviluppati nel Rinascimento. Il primo corso si deve a Galilei, ma solo nel 19mo secolo si è definita la disciplina accademica oggi denominata Meccanica applicata alle macchine. Nel lavoro si indicano le maggiori personalità e le più significative evoluzioni che hanno contribuito all'identità, successo, e ruolo dell'ambito disciplinare della Meccanica applicata alle macchine nello sviluppo storico dell'ingegneria meccanica e nella formazione universitaria in Italia. Si nota la notevole influenza della Meccanica applicata alle macchine nello sviluppo tecnologico, con contributi anche in ambiti internazionali, non sempre debitamente riconosciuti. Rimarchevole il fatto che in passato i maggiori esponenti della disciplina hanno ricoperto posizioni di rilievo anche nel mondo imprenditoriale industriale e nella vita politica italiana.

Abstract

Academic consideration of machines has its start on the first studies and novel designs during Renaissance. The first course was given by Galilei, but only in 19-th century the field has been recognized as an independent discipline that today we call Mechanics of machinery. In this paper a historical evolution is presented through main personalities and most significant works that contributed to determine the identity, success, and influent role of community on Mechanics of machinery (at that time named as TMM –Theory of Machines and Mechanisms) in developments of mechanical engineering and academic formation in Italy. It is noted the significant influence of Italian Mechanics of machinery in technological developments, even with contributions of international significance that nevertheless are not fully credited. Remarkable is also the fact that in the past the major personalities in the field of Italian TMM have reached high positions also in Italian areas of industry and national government.

1. Introduzione

L'identità di una comunità viene definita, anche in ambienti tecnici e scientifici, in gran parte dalla sua evoluzione storica in termini di persone e contenuti che hanno contribuito al suo successo, (Koetsier 2000).

Questo lavoro è un tentativo di delineare sinteticamente il complesso sviluppo

storico della disciplina italiana oggi nota come Meccanica Applicata alle Macchine come importante parte dell'ingegneria meccanica con la quale nel passato si è perfino identificata.

Mentre la Storia della Meccanica è stata oggetto di approfonditi studi, soprattutto intermini generali e come parte della Storia della Tecnologia, come per esempio in (Hartenberg e Denavit, 1956; AAVV, 1977; Dimarogonas, 1993; Singer et al, 2012; Mesini e Mirri, 2012), la storia degli sviluppi italiani che hanno portato alla specifica area disciplinare della Meccanica Applicata alle Macchine non è stata ancora affrontata con profondità. Tuttavia, significativi sono alcuni studi che riportano rendiconti ed interpretazioni di comunità locali, di periodi e di personalità specifiche, come per esempio in (Curti e Grandi, 1998; Cardone e La Mantia, 2006; Angotti et al, 2010; Della Pietra 2010; Dameri 2010) che danno una indicazione della ricchezza storica ancora tutta da scoprire.

Il presente lavoro vuole dare una panoramica storica indicando gli aspetti più significativi, utilizzando esempi e personalità rappresentative a tal fine. L'articolo è organizzato con l'ausilio di illustrazioni che possono aiutare a comprendere la varietà di argomenti e dei suoi sviluppi storici nell'identificazione della comunità italiana e delle sue specificità disciplinari nell'ambito della moderna ingegneria meccanica. La panoramica presentata è limitata non solo per le pagine disponibili e vuole essere anche uno stimolo per maggiori approfondimenti e riscoperta di valori ed esperienze non ancora appropriatamente valorizzate.

2. Declaratoria e sua evoluzione

L'attuale declaratoria dell'attuale settore scientifico SSD ING-IND.13- Meccanica applicata alle macchine indica chiaramente l'ampio spettro di interessi e competenze della comunità, a seguito di una recente evoluzione che è sintetizzata in Tav. 1 tramite le precedenti declaratorie in ambiti ministeriali.

In sintesi, in epoca recente si è passati da una attenzione focalizzata specificatamente agli aspetti meccanici, pur in applicazioni multidisciplinari, ad una visione di più ampio spettro nel considerare la meccanica delle macchine come parte fondamentale ed integrante della multidisciplinarietà delle soluzioni e problematiche dei moderni sistemi mecatronici. L'identità recente della comunità italiana risulta da una evoluzione partita da un ristretto campo di studio di interessi frammentati pur con una ampia area di influenza fino ad una visione sistemica con competenze multidisciplinari.

3. Antecedenti nel Rinascimento

Lo studio e la razionalizzazione della progettazione delle macchine, ancor oggi parte centrale della Meccanica Applicata alle Macchine, affonda le sue radici negli sviluppi rinascimentali. Infatti, nel Rinascimento, a seguito di una crescita economica e sociale, il prorompente sviluppo di macchine in nuove soluzioni, ma

anche in versioni migliorate di antiche costruzioni, è stato possibile per interessi, esperienze, ed implementazioni in vari settori ed ad opera di varie figure.

Tav. 1 Declaratorie e competenze della Meccanica applicata alle macchine

anno	Testo di declaratoria
2013	Il settore si interessa dell'attività scientifica e didattico-formativa nel campo della Meccanica Applicata alle Macchine. Il settore comprende gli aspetti culturali, scientifici e professionali inerenti lo studio dei sistemi meccanici, delle macchine e dei loro componenti e delle strutture: lo studio viene affrontato, con un approccio sistemistico unificante, mediante le metodologie proprie della meccanica teorica, applicata e sperimentale, sfociando nell'applicazione tecnologica e industriale, con attenzione alla sostenibilità ambientale ed energetica. La tipologia dei sistemi meccanici considerati è del tutto generale: macchine motrici ed operatrici, dispositivi meccanici, meccanismi, trasmissioni ed azionamenti, macchine automatiche e robot, veicoli, sistemi di trasporto e sollevamento, sistemi per la produzione di energia, sistemi biomeccanici, componenti e sistemi su scala micro/nano. Sono sviluppati metodi teorici e sperimentali ed applicazioni relativi all'analisi del comportamento meccanico, alla sintesi, e alla progettazione, in particolare funzionale, delle macchine e dei sistemi meccanici, tramite lo studio della cinematica, della statica, della dinamica, lineare e non lineare, delle interazioni con l'ambiente (campi di forze, interazioni con i fluidi) e fra superfici materiali (lubrificazione), del controllo dell'automazione e dell'identificazione. L'implementazione tramite sistemi hardware e software analogici e digitali dei metodi sviluppati costituisce parte integrante del sapere del settore. Come ulteriore risposta a esigenze di progettazione, sviluppo e realizzazione di sistemi e componenti innovativi, sono anche studiati: i fenomeni vibratorii, vibroacustici e tribologici, il controllo dei sistemi meccanici, la mecatronica, le interazioni fluido-strutture, il monitoraggio, la diagnostica e la prognostica di sistemi meccanici, l'automazione a fluido e la robotica, la fluidica e la microfluidica, i sistemi ecocompatibili e le energie rinnovabili. Il settore approfondisce inoltre le problematiche inerenti i sistemi di attuazione pneumatici, idraulici, elettrici e basati su tecnologie non convenzionali (ad esempio, materiali intelligenti) che ormai fanno parte integrante, insieme ai sistemi di controllo, delle macchine, dei sistemi mecatronici e di molte strutture. Forti interrelazioni si attuano con le metodologie e gli algoritmi sviluppati nel settore del disegno, con i metodi dell'ingegneria industriale, della progettazione dimensionale e della costruzione delle macchine, della fluidodinamica, della bioingegneria, delle scienze motorie, della chirurgia ortopedica e protesica, delle metodologie per riabilitazione e assistenza ed infine con la interpretazione e la analisi di macchine di interesse storico.
2001	Il settore comprende gli aspetti culturali e professionali inerenti lo studio dei sistemi meccanici mediante le metodologie proprie della meccanica teorica. La tipologia delle macchine studiate è del tutto generale; viene, peraltro, fatto ampio riferimento alle macchine motrici ed operatrici, ai dispositivi meccanici, alle macchine automatiche e ai robot, ai veicoli ed ai sistemi biomeccanici. Sono, in particolare, studiate sia l'analisi sia la sintesi del comportamento meccanico delle macchine e dei sistemi sopra indicati. L'analisi si articola nella modellazione, simulazione, regolazione e controllo delle stesse; la sintesi è finalizzata alla loro progettazione funzionale. Particolare enfasi è rivolta allo studio dei fenomeni vibratorii e tribologici delle macchine. Forti interrelazioni si attuano con le metodologie e gli algoritmi sviluppati nei settori del disegno e metodi dell'ingegneria industriale, della progettazione meccanica e costruzione di macchine e della fluidodinamica
1980	Corsi di riferimento: Analisi assistita di sistemi meccanici; automazione a fluido; controllo delle vibrazioni e del rumore; diagnostica dei sistemi meccanici; fondamenti di meccanica applicata alle macchine; meccanica degli azionamenti; meccanica dei robot; meccanica del veicolo; meccanica delle macchine automatiche; meccanica delle vibrazioni; mecatronica; modellistica e simulazione dei sistemi meccanici; progettazione meccanica funzionale; regolazione e controllo dei sistemi meccanici; sperimentazione su sistemi meccanici; teoria e tecnica della lubrificazione; tribologia.

Nel Rinascimento italiano si possono identificare e distinguere personalità interessate allo sviluppo delle macchine provenienti da ambiti diversi e lontani tra loro, come utilizzatori di macchine per altri fini (specialmente in architettura),

sviluppatori di sistemi per nuove/incrementate esigenze (come approvvigionamento ed uso delle acque) e studiosi della meccanica classica (nella riscoperta di testi del passato).

Esempi emblematici di studi e progetti di macchine relativi ai sopraindicati ambiti sono riportati in Fig. 1 con caratteristiche di modernità che ne enfatizzano gli aspetti dell'odierna Meccanica applicata alle macchine: Fig. 1a) relativa ad un sistema ad ingranaggi con denti a rullo per migliorare l'efficienza dei sistemi di sollevamento per le costruzioni civili ad opera dell'architetto Filippo Brunelleschi; Fig. 1b) relativa ad un meccanismo di pompa basato su di un manovellismo invertito ad opera di Francesco di Giorgio Martini; e Fig. 1c) relativa ad una schematizzazione di una vite elicoidale per lo studio della meccanica di funzionamento con principi archimedei ad opera di Guidobaldo Del Monte (1545-1607). Nella Fig.2 si riportano esempi di aspetti innovativi tanto nella progettazione di meccanismi, come nel caso di Fig. 2a) relativa a pinze per la manipolazione di pesci vivi ad opera di Mariano di Jacopo (il Taccola) (1382-1458?) e di Fig. 2b) relativa ad una prima classificazione degli elementi costitutivi delle macchine ad opera di Leonardo da Vinci (1452-1519).

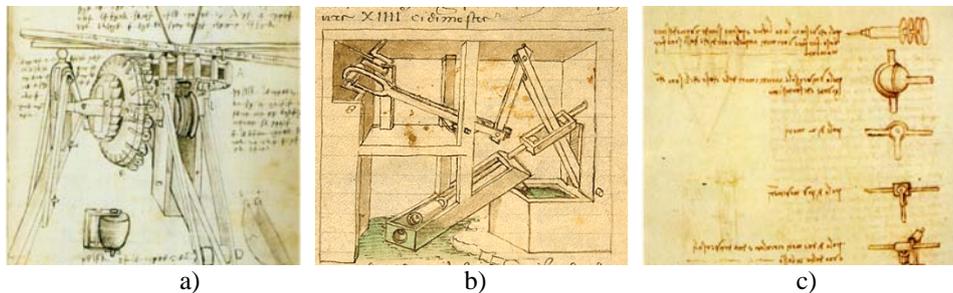


Fig. 1 Esempi di primi studi e progetti di macchine del Rinascimento: a) trasmissione ad ingranaggi per gru; b) meccanismo per pompa; c) classificazione di elementi di macchine.

Tali attività di progettazione e studio si è sviluppata nel Rinascimento Italiano ad opera di comunità abbastanza numerose di architetti per l'utilizzo delle macchine, di costruttori e inventori di macchine per esigenze pratiche della società e della manifattura, e di studiosi per il riscoperta della meccanica classica con pratiche applicazioni per razionalizzazione del loro funzionamento, (Ceccarelli 2008). Tali comunità, inizialmente distinte e distanti tra loro, si sono fuse in ambiti culturali con personalità aventi tutte le loro caratteristiche riuscendo a dare dignità sociale e culturale alla meccanica delle macchine fino ad un riconoscimento disciplinare accademico avvenuto grazie al primo corso dettato da Galilei nel 1593-98, (Ceccarelli 2006). Figure rappresentative di rilevante spessore di dette comunità si possono indicare in Filippo Brunelleschi, Francesco di Giorgio Martini, e Galileo Galilei, Fig.3.

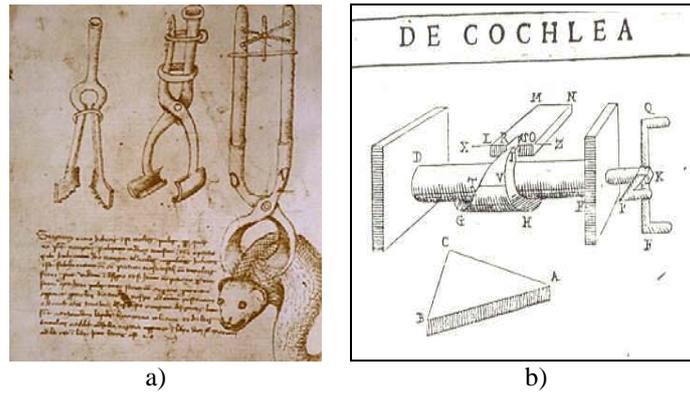


Fig. 2 Esempi di primi studi per progetti di macchine del Rinascimento: a) pinze per afferraggio di pesci; b) schema per analisi della meccanica della vite elicoidale

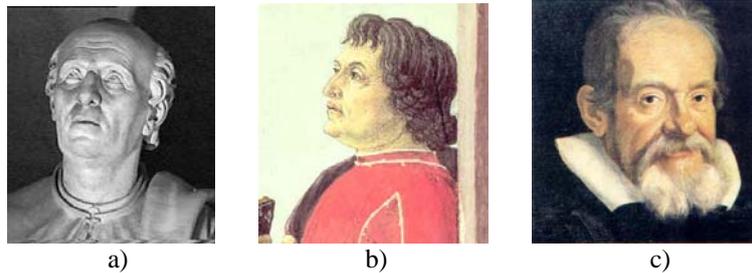


Fig. 3 Ritratti di: a) Filippo Brunelleschi (1377-1446); b) Francesco di Giorgio Martini (1439-1501) e Galileo Galilei (1564-1642)

4. Studio delle macchine nel Seicento e Settecento

Acquisita dignità accademica e riconosciuta la sua importanza nello sviluppo della società sin dal Seicento lo studio delle macchine e della sua meccanica per il funzionamento e progettazione ha avuto notevoli sviluppi, anche se l'Italia ha perso la centralità nel mondo occidentale.

Lo studio delle macchine si è articolato fondamentalmente secondo due filoni: pratico-professionale e teorico-scientifico. Il primo approccio può essere sintetizzato nell'elaborazione di raccolte di progetti di macchine nella tradizione dei *Theatrum machinarum* iniziata con l'opera di Agostino Ramelli (1531-1590) nel 1588 e consolidata in Italia con 'Le machine' di Giovanni Branca (1571-1645) del 1629. Un esempio di tali manuali è riportato in Fig. 4 dall'opera di Branca dove si mostra la struttura della macchina nel suo funzionamento affiancato da un testo di commenti per il funzionamento e la costruzione (tanto in italiano come in latino, a dimostrazione della finalità divulgativa e pratica insieme alla rigidità di fondamenti scientifici). Più significativa si può considerare l'attività teorico-scientifica in ambienti accademici soprattutto nel Settecento. Si possono

menzionate le notevoli personalità di Alessandro Vittorio Papacino d'Antonj (1714-1786) in Torino con le sue 'Istituzioni fisico-matematiche' del 1773, Ruggiero Boscovich (1711-1787) in Milano con la 'Theoria philosophiae naturalis' del 1763, e Paolo Frisi (1728-1784) con le 'Istituzioni di Meccanica, Idrostatica etc.' del 1777 in Pisa. Approfondimenti teorici venivano discussi anche nelle sedi delle Accademie dei vari regni in Italia. Significativo è il contributo di Carlo Giulio Mozzi del Garbo del 1763 relativo al suo trattato (primo studio completo) sul moto elicoidale dei corpi rigidi (Mozzi, 1763). La meccanica delle macchine veniva trattata come tema teorico in problemi di carattere generale, ma vedeva la sua applicazione nella formazione di tecnici soprattutto negli ambiti del genio militare, analogamente a quanto accadeva nel resto d'Europa.

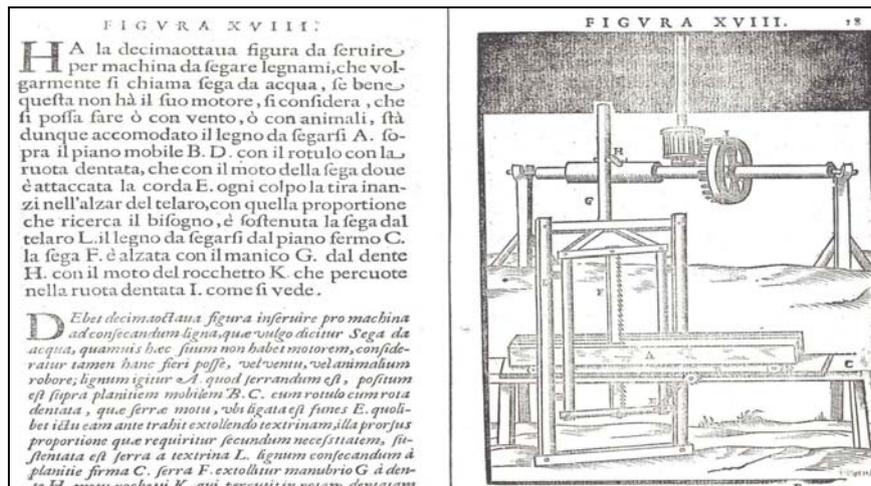


Fig. 4 Presentazione di una macchina nella raccolta di Giovanni Branca del 1629.

5. Sviluppi durante la Rivoluzione Industriale

In Italia la Rivoluzione Industriale ha avuto luogo durante gli sviluppi per l'unificazione nazionale con peculiarità tutte italiane nel mondo accademico tanto nella ricerca come nella formazione.

La prima metà dell'Ottocento ha visto una frammentazione politica che si è ripercossa in una diversità di orientamenti e formazioni curriculari nei vari stati. Ad unificazione nazionale completata, prioritario è stato un programma di uniformazione degli studi universitari che ha richiesto notevoli sforzi e particolari riadattamenti in diverse università con attività particolarmente finalizzate a tal fine e con docenti impiegati anche su varie sedi. Ciò nonostante il mondo accademico italiano, e particolarmente gli ambiti della meccanica applicata alle macchine, hanno contribuito, anche significativamente, agli sviluppi per l'industrializzazione

italiana sia in termini tecnico-scientifici che a livelli organizzativi ed imprenditoriali. Di seguito si descrivono gli aspetti più rilevanti per la finalità dell'articolo con pochi esempi emblematici che sono indicativi di uno sviluppo ampio su tutto il territorio nazionale.

Nella prima metà dell'Ottocento i primi significativi sviluppi di industrializzazione ebbero luogo nel sud Italia nelle strutture del Regno Borbonico delle Due Sicilie con prime costruzioni e progettazioni di strutture, macchine a vapore e di vario tipo supportate da una industria metallurgica d'avanguardia. Mentre tale prominenza è abbastanza nota come riportato sinteticamente in (Rossi e Ceccarelli 2013), rimane tutto da scoprire il supporto accademico a tali attività con personalità non solo dedicate ad aspetti teorici e alla meccanica generale. Nello stesso periodo nel Nord Italia, anche grazie agli influssi più diretti delle iniziative nei limitrofi paesi europei, le Università recepiscono la necessità di specifiche attività sulla meccanica delle macchine come fondamento scientifico degli incipienti sviluppi industriali. Emblematici sono i lavori e le attività di Giuseppe Antonio Borgnis, (Ceccarelli 2013), che tornò a Pavia dopo un periodo all'Ecole Polytechnique di Parigi durante il quale pubblicò il suo famoso manuale delle macchine in 9 volumi, Fig.5, (Borgnis 1818-21), con il primo dizionario tecnico sulle macchine, (Borgnis 1823); di Carlo Ignazio Giulio che contemporaneamente all'opera di Willis ha redatto il primo testo italiano per un corso sulla Teoria dei meccanismi (Giulio 1846), e di Gaetano Giorgini che, dopo essersi formato presso Ecole Polytechnique di Parigi, in Modena ha redatto il primo studio moderno (Giorgini 1836) sulla teoria del moto generale elicoidale dei corpi rigidi, con un tardo riferimento all'opera di Mozzi, Fig.6.

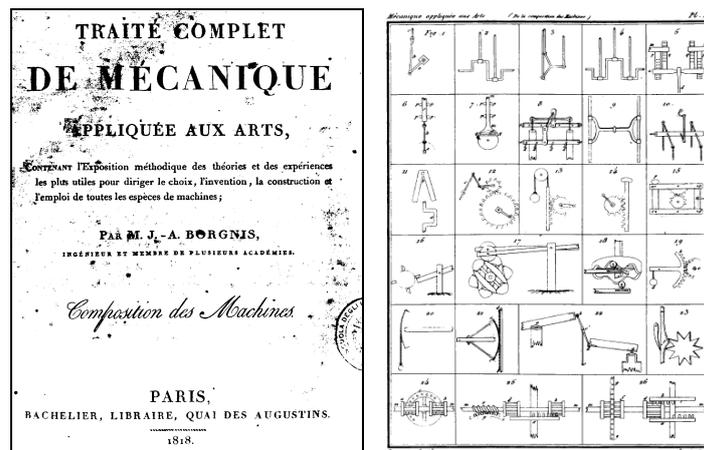


Fig.5: Il primo testo del manuale in 9 volumi di Giuseppe Antonio Borgnis pubblicati tra il 1818 ed il 1821 con una tavola di classificazione di meccanismi.

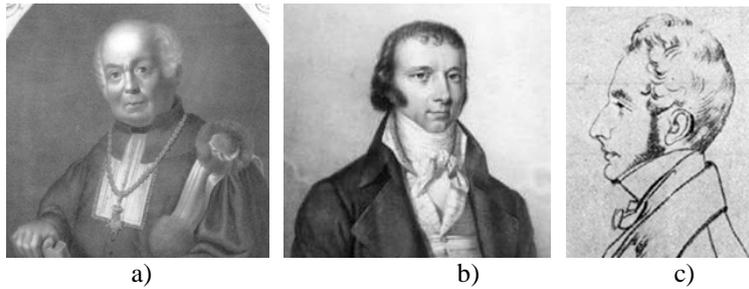


Fig. 6 Ritratti di: Giuseppe Antonio Borgnis (1781-1863), Carlo Ignazio Giulio (1803-1859), Gaetano Giorgini (1795-1874)

Più consistenti sono le attività ed i risultati nella seconda metà dell'Ottocento e soprattutto verso la fine del secolo, anche per la maturità dell'Industrializzazione ed il consolidamento dell'unità culturale degli ambienti accademici con la riorganizzazione in Regie Scuole di Applicazione per gli Ingegneri nelle principali città del territorio nazionale. Nel curriculum formativo degli ingegneri industriali la Meccanica applicata alle macchine riveste un ruolo centrale, come nelle università europee, stabilito anche a livello amministrativo con il Decreto del 3 luglio 1879 nel quale il corso di Cinematica applicata alle macchine è indicato obbligatorio per tutti i curriculum di ingegneria industriale.

I maggiori centri di attività si localizzano a Torino, Milano, Bologna, Roma e Napoli. A Torino si trovano attivi Domenico Tessari (1837-1909) e Scipione Cappa (1857-1910). Da notare Elia Ovazza (1852-1928) che si trasferisce a Palermo nel 1890 stabilendo con successo anche un laboratorio, (Ceccarelli et al., 2013). A Milano significative sono le personalità di Giuseppe Colombo e Ugo Ancona. A Bologna rilevanti sono state le attività di Giuseppe Barilli (1812-1894) e Francesco Masi. A Roma attivi sono stati Valentino Francesco Cerruti (1850-1909) e Carlo Saviotti (1845-1928). A Napoli attivo è Fortunato Padula (1815-1881) ed Ernesto Cavalli (1852-1911) e nel settore più teorico si sono distinti Giovanni Battaglini (1826-1894) e Dino Padelletti (1852-1892). Da notare l'attività di Ernesto Cavalli che fu docente a Milano, Livorno, Pisa e Napoli. La formazione accademica riesce ad essere anche promotrice per la nascita di nuove imprese poiché molti neolaureati avviano attività industriali con il supporto non solo scientifico dei docenti, come per esempio accade nell'interland milanese, (Fang e Ceccarelli 2013). Emblematiche sono le personalità di Giuseppe Colombo, Francesco Masi e Lorenzo Allievi, Fig. 7, come brillanti esempi della vivacità culturale e del successo della formazione della meccanica applicata alle macchine in ampi campi di azione: Colombo, oltre ad essere un promotore d'industria e famoso per il manuale tecnico (ancor'oggi in uso) è stato attivo anche in ambito di governamentali sia come politico che con importanti incarichi ministeriali; Masi è stato un docente rigoroso che ha razionalizzato la varietà di soluzione dei

meccanismi, oltre a sviluppare innovativi sistemi per l'implementazione pratica delle macchine (Ceccarelli, 2010); Allievi formatosi a Roma con lo studio della cinematica delle macchine per la quale ha elaborato lo studio (Allievi 1895) all'avanguardia e tutt'oggi d'interesse, (Ceccarelli e Koetsier, 2008), ha saputo applicare la formazione ricevute nella gestione industriale non trascurando la soluzione di problemi tecnici che lo hanno portato a risolvere il problema del colpo di ariete in ingegneria idraulica con un teorema a lui ascrivito.

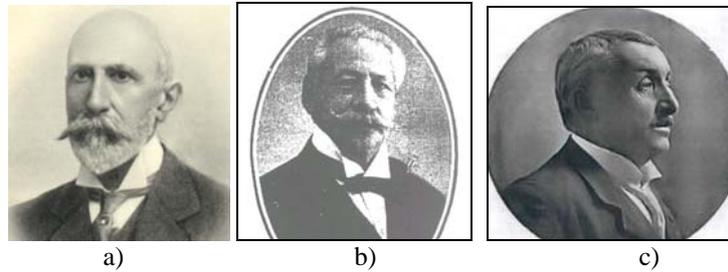


Fig. 7 Ritratti di: Giuseppe Colombo (1836 -1921), Francesco Masi (1852 -1944), Lorenzo Allievi (185 -1941).

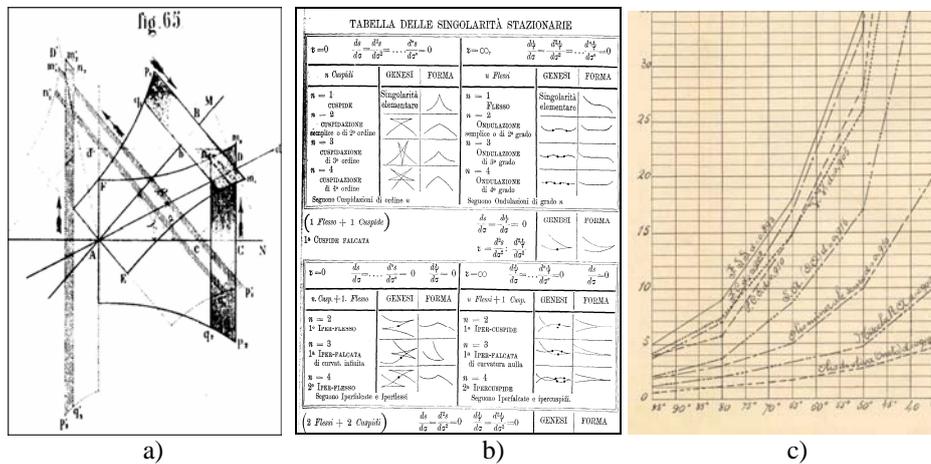


Fig.8 Esempi di risultati significativi nell'Ottocento: a) studio di ruote iperboidi di Cavalli del 1882; b) classificazione delle caratteristiche cinematiche delle curve di biella di Allievi del 1895; c) caratterizzazione sperimentale di oli lubrificanti di Masi del 1897.

In Fig. 8 si riportano esempi della varietà e rilevanza dei risultati conseguiti tramite illustrazioni: studio progettuale di ruote dentate iperboidi ad opera di Cavalli, Fig. 8a), nell'ambito di una grande attenzione alla teoria e sviluppo di trasmissioni meccaniche; classificazione delle curve di biella su basi cinematiche ad opera di Allievi, Fig. 8b) nell'ambito di interessi per la formulazione di

procedure analitiche di analisi e sintesi di meccanismi; diagrammi di caratteristiche di oli lubrificanti ottenuti con nuove procedure sperimentali ad opera di Masi, Fig. 8c), nell'ambito di ricerche sulla Tribologia e Lubrificazione per migliorare prestazioni ed efficienza delle macchine con carichi e regimi di funzionamenti sempre più elevati. In Fig. 9 si riporta un esempio emblematico della influenza e dell'implementazione della meccanica delle macchine con aspetti specifici della cinematica legata alla geometria in applicazioni per la standardizzazione e miglioramento delle tecniche grafiche per il disegno non solo delle macchine.

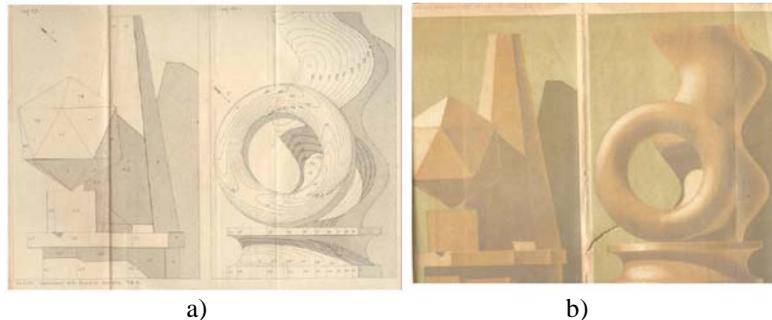


Fig. 9 Esempio di implementazione della cinematica delle macchine in tecniche grafiche per il disegno con curve di livello di ombre e chiaroscuro ad opera di Tessari nel 1880:
a) elaborazione numerica di corpi solidi; b) rappresentazione cromatica.

6. Epoca moderna ed attualità

La meccanica applicata alle macchine si consolida ancora dopo il primo conflitto mondiale come disciplina ingegneristica trainante nello sviluppo tecnologico e pertanto le viene riconosciuto un ruolo cardine anche nei programmi di formazione di tecnici ed ancor più di ingegneri, non solo industriali. Durante il periodo tra i conflitti mondiali e durante gli eventi bellici le attività hanno una limitata visibilità. Tuttavia le attività sono state importanti a dimostrazione degli avanzamenti durante i periodi bellici e all'avvio dei boom postbellici. I maggiori centri di attività prima del 1940 si localizzano ancora a Torino, Milano, Bologna, Roma e Napoli. A Torino si trovano attivi Modesto Panetti (1875-1957). A Milano significative sono le personalità di Ugo Ancona (1867-1936) e Igino Saraceni. A Bologna attivo è Aristide Prosciutto (1895-1954). A Roma attivi sono stati Carlo Saviotti (1850-1909) e Anastasio Anastasi (1877 -1969). A Napoli le attività sono coordinate da Giovanni Domenico Mayer (1868-1925). Ma significative sono le attività anche nelle sedi di Pisa con Enrico Pistolesi (1889-1968) e a Genova con Agostino Antonio Capocaccia.

Gruppi di lavoro, sempre più significativi in numero ed attività, si formano e si consolidano nella maggiori sedi universitarie e nel 1940 si possono riconoscere in tutte le sedi con facoltà di ingegneria in Torino, Milano, Genova, Padova, Bologna,

Pisa, Roma, Napoli e Palermo. Negli anni '50 verranno attivate anche facoltà in Cagliari, Trieste e Bari subito con docenti dell'area. Gli interessi spaziano dagli ambiti oramai tradizionali della teoria legata alla meccanica analitica e razionale a campi più innovativi ed applicativi come quello relativi alla progettazione e sviluppo di sistemi meccanici di ogni tipo per l'industria e per i servizi, particolari attenzioni vengono dirette alle nuove discipline legate all'aeronautica quali la aerodinamica e fluidodinamica, e all'automazione industriale, quali la regolazione delle macchine ed infine la robotica con risultati e soluzioni tra le più avanzate nel panorama mondiale. Anche la meccanica industriale beneficia di tale dinamismo e prolificità culturale, non solo con risultati di attività di ricerca applicata ma anche con l'attività di professionisti e dirigenti industriali. Emblematico esempio è la figura di Corradino D'Ascanio (1891-1981) la cui attività progettuale ha spaziato dall'industria meccanica all'aeronautica e ai trasporti con i notevoli progetti di elicotteri dello scooter Vespa della Piaggio.

Emblematiche del periodo del boom economico degli anni '50 e 60 sono le personalità di Agostino Capocaccia, Carlo Ferrari, Giovanni Bianchi, Ettore Funaioli e Giovanni Scotto Lavina, Fig. 10, come brillanti esempi di personalità della comunità con influenza ancora attuale, anche internazionale ed in altri ambiti disciplinari.

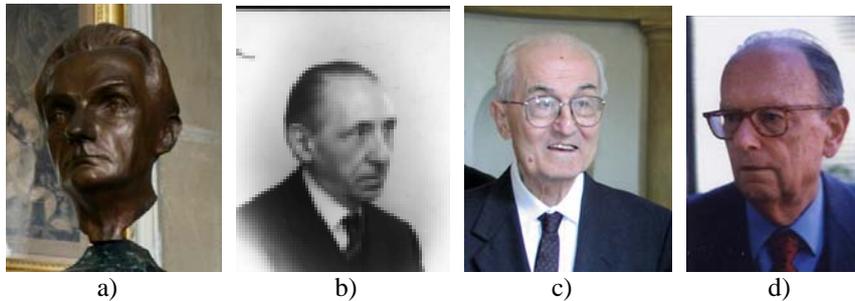


Fig. 10 Ritratti di: a) Agostino A. Capocaccia (1901-1978); b) Carlo Ferrari (1903-1996); c) Giovanni Bianchi (1924-2003); d) Ettore Funaioli (1923-2006).

I maggiori centri di attività anche nell'attualità si localizzano a Torino, Milano, Padova, Genova, Bologna, Roma e Napoli, Bari. A Torino si trovano attivi Ario Romiti (1928-2002), Bruno Piombo, Furio Vatta e Guido Belforte. A Milano si configura il gruppo più numeroso con le personalità di riferimento in Ottorino Sesini, Emilio Massa (1927 -1998), Antongiulio Dorning, Andrea Capello, Giovanni Bianchi, Alberto Rovetta, Guido Ruggieri, Pier Luigi Magnani e Giorgio Diana. Bologna attivo è Aristide Prosciutto (1895-1954), Ettore Funaioli, Alberto Maggiore e Umberto Meneghetti. A Roma attivi sono stati Arnaldo Castagna, Giovanni Scotto Lavina, Augusto Di Benedetto e Adalberto Vinciguerra. A Napoli

sono attivi Pericle Ferretti (1888-1960), Mario Bruno Taddei (1920-1981), Lelio Della Pietra e Sergio della Valle.

Le attività di ricerca vengono disseminate anche in riviste internazionali tra le quali le più legate alla comunità sono *Mechanism and Machine Theory*, *ASME Journal of Mechanisms and Robotics*, e molte altre in tematiche specifiche. La maturazione scientifica si ritrova nella rilevanza dei testi pubblicati anche per l'attività didattica tra i quali è meritevole menzionare come riferimenti di ancora attuale interesse (Capocaccia A.A., 1942; Prosciutto; 1947; Sesini, 1953; Ferrari, 1966; Funaioli E. et al., 1970; Scotto Lavina 1970; Ghigliazza, Galletti 1986; Taddei, 1981)

Le attività si sono ampliate determinando un frazionamento in settori disciplinari distinti che tuttavia si sono ritrovati in una matrice comune, tutt'ora riconosciuta anche in ambiti ministeriali, che si è espressa con la fondazione della prima associazione nazionale dell'area. L'AIMETA (Associazione Italiana di Meccanica Teorica ed Applicata) è stata fondata il 29 ottobre 1965 con il primo presidente è stato Bruno Finzi (1966-1969) e l'attuale è Carlo Cinquini (2010-2013). L'associazione è attiva con la pubblicazione della rivista internazionale *Meccanica* e lo svolgimento dei Congressi a cadenza biennale. Il primo Congresso AIMETA ha avuto luogo ad Udine nel 1971, l'ultimo a Torino nel 2013. La comunità di Meccanica applicata alle macchine è stata una parte fondamentale dell'AIMETA, producendo anche il presidente nelle persone di Carlo Ferrari dal 1974 al 1977 e Giovanni Bianchi dal 1982 al 1985 e numerosi consiglieri della Giunta direttiva. Negli ultimi anni associazione ha visto la prominenza di altri settori disciplinari e la partecipazione della comunità si è andata riducendo. Tuttavia sono attivi Gruppi di studio in Biomeccanica, Cinematica e dinamica dei sistemi multibody, Dinamica e Stabilità, Meccanica computazionale, Meccanica dei materiali, Meccanica stocastica, Tribologia.

La consistenza della comunità italiana di Meccanica applicata è andata crescendo fino a raggiungere agli inizi degli anni 2000 più di 250 docenti nei vari ruoli. Tale numerosità ha dato luogo a necessità di una aggregazione specifica ed il Gruppo Italiano di Meccanica Applicata alle Macchine (GMA) è stato fondato nel 1986 (con diversa denominazione dalla attuale concordata nel 1989) presso il Politecnico di Milano, a seguito di un incontro promosso dal prof. Vallatta tra i docenti di Meccanica applicata della maggior parte delle Sedi italiane di Ingegneria con l'intento di coordinare e promuovere attività tanto in didattica come in ricerca anche per collaborazioni in ambiti sia industriali che internazionali. Le attività sono state coordinate dai presidenti eletti: 1989-1991: prof. Arrigo Vallatta. Di Milano; 1992--2000: prof. Antonio Trentadue di Bari; 2001-2005: prof. Sergio Della Valle di Napoli; 2006-2009: prof. Guido Belforte di Torino; 2010-2013: prof. Aldo Rossi di Padova; prof. Federico Cheli 2014-2015 di Milano.

La rilevanza della attività dell'attuale comunità con visibilità internazionale è documentata dalla partecipazione consistente a iniziative congressuali ed editoriali

e a collaborazioni in progetti di ricerca internazionali e dalla rappresentanza presente in vari organismi internazionali. Di particolare significato è l'apporto della comunità alla IFToMM, 'Federazione internazionale per la promozione della scienza delle macchine e dei meccanismi', a cui l'Italia ha contribuito sin dalla sua fondazione nel 1969. Coordinato da una struttura nazionale presieduta nel tempo da 1970-1986: Giovanni Bianchi, 1987-2000: Alberto Rovetta, 2001-2004: Aldo Rossi, 2005-2008: Carlo Ugo Galletti, 2009-2013: Vincenzo Parenti Castelli, 2014-2015: Cesare Rossi la comunità italiana in IFToMM, ora organizzata in IFToMM Italy, oltre a partecipare ed organizzare attività congressuali ed editoriali, ha espresso posizioni di leadership in vari ruoli a dimostrazione dello spessore ed incisività delle attività, come Presidente IFToMM: Giovanni Bianchi dal 1984 al 1991 e Marco Ceccarelli dal 2008 al 2011; Segretario Generale: Marco Ceccarelli dal 2004 al 2007; membro di Giunta: Giovanni Bianchi dal 1976 al 1979 e Alberto Rovetta dal 1996 al 2003; Chair di Commissione sull'Educazione: Aldo Rossi dal 1990 al 1997 e Pietro Fanghella nel 2010; Chair della Commissione per la Storia Marco Ceccarelli dal 1998 al 2003; Chair della Commissione per le Pubblicazioni Vincenzo Parenti Castelli dal 2002 al 2009; Chair della Commissione per le Micromacchine Alberto Rovetta dal 2002 al 2005; Chair della Commissione per la Robotica Giovanni Bianchi dal 1979 al 1981; Chair della Commissione per la Rotordinamica Giorgio Diana dal 1990 al 1997 e Paolo Pennacchi dal 2011 al 2017.

In questi ultimi anni la comunità presente in 32 sedi universitarie con 192 docenti ha affrontato e sta affrontando le numerose e reiterate riforme ministeriali per la didattica ed i grandi cambiamenti nella società e nella tecnologia tentando rinnovamenti ed adattamenti delle attività per la didattica e la ricerca in tematiche sempre più multidisciplinari e in procedure con sistemi sempre più informatizzati per utenti e studenti con interessi e capacità sempre più focalizzate e dirette a immediate implementazioni dei risultati dei processi conoscitivi.

Conclusione

Il panorama storico illustrato in questo lavoro presenta lo sviluppo della Meccanica applicata alle macchine come parte fondamentale della storia dell'ingegneria meccanica relativa alla progettazione di sistemi meccanici e alla evoluzione della tecnologia delle macchine, a partire dallo sviluppo rinascimentale di macchine e meccanismi con approcci verosimilmente pratico-sperimentali fino alla razionalizzazione metodologica e teorica degli studi e delle ricerche attuali passando per i vincoli dell'epoca dell'unificazione nazionale contemporanea all'industrializzazione con prorompenti sviluppi e soluzioni fondati su rigore scientifico. In definitiva il lavoro presenta un ruolo significativo della Meccanica applicata alle macchine nello sviluppo tecnologico dell'ingegneria meccanica italiana tanto in aspetti teorici come nelle applicazioni con trasferimenti tecnologici in ambiti

industriali e professionali con personalità di riconosciuto prestigio, con attività didattiche incisive e ben orientate alle esigenze del mondo accademico, industriale e professionale, con attività di ricerca e trasferimento di innovazione con risultati ben diretti a pratica implementazione.

Ringraziamenti

L'autore ringrazia i molti colleghi delle maggiori sedi di Meccanica applicata alle macchine per le informazioni e suggerimenti che hanno reso possibile questo lavoro. Un particolare ringraziamento va allo scomparso prof Adalberto Vinciguerra (1937-2012) di Roma anche per la donazione all'autore di molti testi recenti e passati di Meccanica applicata alle macchine. L'autore è consapevole della limitatezza della panoramica che sicuramente non ha permesso di evidenziare molti altri contributi importanti e elencare tutte le pubblicazioni significative.

Bibliografia

- Allievi L. (1895). *Cinematica della biella piana*, Regia Tipografia Francesco Giannini & Figli, Napoli.
- Angotti F., Pelosi G., Soldani S. (2010). *Alle radici della moderna ingegneria: competenze e opportunità nella Firenze dell'ottocento*, Firenze Univer. Press, Firenze.
- AAVV (1977). *Storia della tecnica*, UTET, Torino.
- Borgnis G.A., (1818-1821). *Traité complet de mécanique appliquée aux Arts*, Bachelier, Paris, 9 Volumes.
- Borgnis G.A., (1823). *Dictionnaire de mécanique appliquee aux arts contenant ...*, Bachelier, Paris.
- Capocaccia A.A. (1942). *Meccanica applicata alle macchine*, Genova, Libreria Di Stefano.
- Cardone V. e La Mantia F.P. (2006). *La storia dell'ingegneria e degli studi di ingegneria a Palermo e in Italia*, CUES, Salerno.
- Ceccarelli M. (2006). Early TMM in Le Mecaniche by Galileo Galilei in 1593, *Mechanisms and Machine Theory*, Vol.41 No.12, pp 1401-1406.
- Ceccarelli M. (2008). Renaissance of Machines in Italy: from Brunelleschi to Galilei through Francesco di Giorgio and Leonardo, *Mechanism and Machine Theory*, Vol.43, pp. 1530- 1542.
- Ceccarelli M. (2010). Francesco Masi (1852-1944), in: *Distinguished Figures in Mechanism and Machine Science: Their Contributions and Legacies – Part 2*, Springer, Dordrecht, pp.141-162.
- Ceccarelli M. (2013), Giuseppe Antonio Borgnis and his handbook collection on machine designs, *CD Proceedings on IFToMM Workshop on History of Machine and*
- Ceccarelli M., Koetsier T. (2008). Burmester and Allievi: A Theory and Its Application for Mechanism Design at the End of 19th Century, *ASME Journal of Mechanical Design*, Vol.130, pp. 072301-1:16.
- Dameri A. (2010). La Regia scuola di applicazione per gli ingegneri d Torino: didattica e sperimentazione fra Otto e Novecento. *Atti del 4° Convegno Nazionale della Storia di Ingegneria*, Napoli, Cuzzolin Ed. pp.347-358.
- Della Pietra L. (2010). La meccanica applicata alle macchine a Napoli. *Atti del 4°*

- Convegno Nazionale della Storia di Ingegneria*, Napoli, Cuzzolin Ed. pp.713-634.
- Dimarogonas A.D.(1993). The Origins of the Theory of Machines and Mechanisms, in: *Modern Kinematics – Developments in the Last Forty Years*, Wiley, New York, pp.3-18.
- Mechanism Science*, Palermo, 21-22- November 2012, paper no.14.
- Curti R. e Grandi M. (1998). *Imparare la macchina: industria e scuola tecnica a Bologna*, Ed. Compositori, Bologna.
- Fang Y., Ceccarelli M. (2013). Medium Size Companies of Mechanical Industry in North Italy During mid 19th Century, *CD Proceedings on IFToMM Workshop on History of Machine and Mechanism Science*, Palermo 21-22- November 2012, paper no.6.
- Ferrari C. (1966). *Meccanica applicata alle macchine*, Torino, UTET.
- Funaioli E., Maggiore A., Meneghetti U. (1970). *Lezioni di meccanica delle macchine*, Bologna, Pátron.
- Ghigliazza R., Galletti C.U. (1986). *Meccanica applicata alle macchine*, Torino, UTET.
- Giorgini G. (1836). Intorno alle proprietà geometriche dei movimenti di un sistema di punti di forma invariabile, *Memorie di Matematica e Fisica della Società Italiana delle Scienze*, Tipografia Camerale, Modena, Tomo XXI, pp.1-54.
- Giulio C.I. (1846). *Sunti delle Lezioni di Meccanica applicata alle arti*, Tipografia Pomba, Torino.
- Hartenberg R.S. and Denavit J.(1956). Men and Machines ... an informal history, *Machine Design*, May 3, 1956, pp.75-82; June 14, 1956, pp.101-109; July12, 1956, pp.84-93.
- Koetsier T. (2000). Mechanism and Machine Science: its history and its identity, *Int. Symposium on History of Machines and Mechanisms - Proc. of HMM2000*, Kluwer, Dordrecht, pp.5-24
- Mesini E. e Mirri D. (2012). *Scienza e tecnica nel settecento e nell'ottocento*, CLUEB, Bologna.
- Mozzi G. (1763). *Discorso matematico sopra il rotamento momentaneo dei corpi*, Stamperia di Donato Campo, Napoli.
- Prosciutto A. (1947). *Meccanica applicata alle macchine*, Patron, Bologna.
- Rossi C., Ceccarelli M. (2013). Heavy Industries in Southern Italy Before the Unification, *CD Proceedings on IFToMM Workshop on History of Machine and Mechanism Science*, Palermo 21-22- November 2012, paper no.12.
- Scotto Lavina G. (1970). *Meccanica applicata alle macchine*, SIDEREA, Roma.
- Sesini O. (1953). *Meccanica applicata alle macchine*, Milano, Casa Editrice Ambrosiana.
- Singer C. et al. (2012). *Storia della tecnologia*, Boringhieri, Torino.
- Taddei M. (1981). *Meccanica applicata alle macchine*, Liguori, Napoli