

IN ESCLUSIVA UN ESTRATTO DA AUTOMATION STORY, IL PRIMO EBOOK SULLA STORIA DELL'AUTOMAZIONE

Dai primi servomotori alla grande industria

Il capitolo della storia dell'automazione relativo all'Ottocento registra un susseguirsi di innovazioni, sull'onda del grande sviluppo dell'industria manifatturiera e delle grandi infrastrutture e nel quadro della imponente "era dell'elettricità".

Per concludersi con la nascita di alcune realtà destinate a diventare protagoniste della storia industriale fino ai nostri giorni.

Mario Gargantini

Nella prima metà dell'800 si assiste all'ultima parte di quella che Lewis Mumford nel suo celebre *Tecnica e cultura* (Il Saggiatore, 1961) chiama "fase paleo tecnica" e all'avvio della "fase neotecnica". È un periodo dominato da enormi progressi tecnici, con numerosi perfezionamenti in tutte le realizzazioni meccaniche e con un significativo impiego del ferro su vasta scala. Alcuni dati danno l'idea del balzo in avanti compiuto: la produzione del ferro passa dalle 17.000 tonnellate del 1740 alle 2.100.000 del 1850; i telai a vapore sono già 10.000 nel 1823 in Gran Bretagna ma raggiungeranno i 400.000 nel 1865; un piroscampo in ferro come il *Clermont* varato nel 1807 aveva una stazza lorda di 60 tonnellate ma cinquant'anni dopo il transatlantico *Great*

Eastern arrivava alle 22.500 tonnellate.

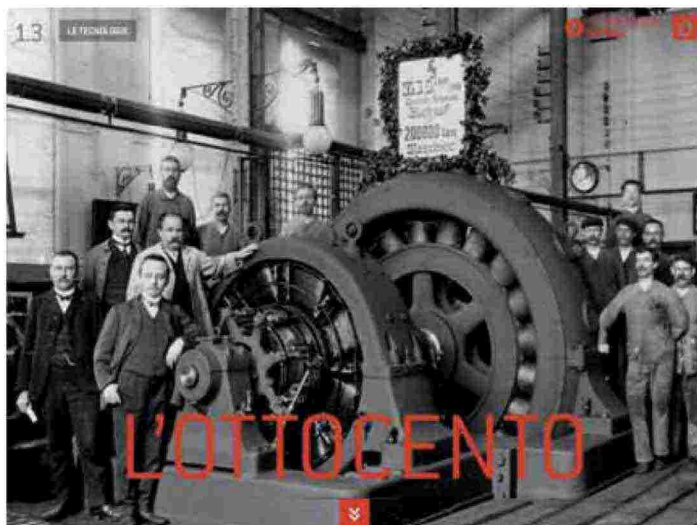
Per quanto riguarda l'automazione, i primi settant'anni del XIX secolo vedono – come osserva Stuart Bennett – uno sforzo consistente per sviluppare e migliorare il **regolatore di Watt**; superandone i limiti dati dal fatto di fornire solo un controllo proporzionale, di operare in una piccola gamma di velocità e di richiedere una accurata manutenzione.

Tra i tanti congegni elaborati in quegli anni spicca il meccanismo brevettato nel 1846 e nel 1853 da **William Siemens** (uno dei fratelli fondatori della omonima azienda elettrica nel 1847) che sostituisce l'azione integrale a quella proporzionale e quindi non richiede di fissare il set point. Altri miglioramenti significativi sono introdotti da **Charles Porter** nel 1858, con un regolatore "caricato" che consente di raggiungere velocità più elevate; e poi con **Thomas Pickering** (1862) e **William Hartnell** (1872) inventori dei regolatori a molla, che oltre alle velocità maggiori hanno il vantaggio di dimensioni più ridotte.

Una delle spinte all'innovazione viene dalle esigenze di miglioramento delle macchine a vapore. Secondo lo storico Arthur Stowers, le macchine orizzontali erano fondamentalmente le stesse ma c'erano molte varianti nei meccanismi delle valvole e dei regolatori, che venivano progettati per ottenere maggior potenza e velocità ma con minor consumo di vapore. Lo stesso Porter nel 1863 progetta una macchina funzionante alla velocità di 350 giri al minuto sviluppando circa 168 cavalli vapore.

Lo progressivo sviluppo delle macchine utensili consente di lavorare con maggior accuratezza sulle varie parti delle macchine. In America ben

La copertina del cap. 1.3 dell'ebook



Giugno 2014 ■ Automazione e Strumentazione

STORIA

approfondimenti

45

presto le valvole di distribuzione vengono sostituite con la distribuzione a cassetto per l'afflusso e lo scarico; qui si distingue Frederick Sickels che nel 1841 brevetta il suo cassetto di distribuzione a interruzione.

Sviluppi teorici

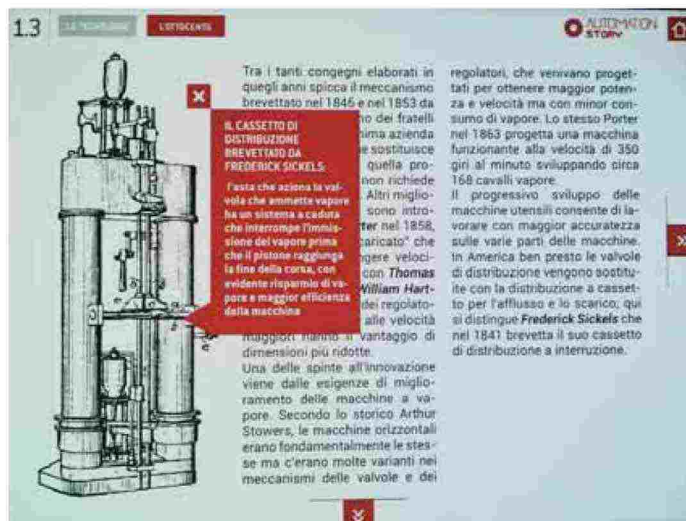
Dalla metà dell'800 iniziano anche a prodursi alcuni importanti sviluppi teorici di quella che stava diventando la scienza dei controlli. Utilizzando pienamente l'ampia e raffinata elaborazione concettuale derivata dall'imponente sviluppo dell'analisi matematica (equazioni differenziali, calcolo integrale, trasformate di Fourier e di Laplace) vengono affrontati alcuni problemi che diventeranno classici, come quello della **stabilità**.

Già nella prima metà del secolo si erano diffusi gli studi che segnalavano il problema delle oscillazioni (hunting) dei regolatori centrifughi ed erano stati fatti moti tentativi per arrivare a farli funzionare in condizioni stabili, senza oscillazioni e pendolamenti.

Si possono ricordare in proposito gli articoli del matematico e ingegnere francese Jean-Victor Poncelet (nel 1826 e 1836) e dell'astronomo reale inglese George Biddell Airy (nel 1840 e 1851): in questi studi si mostra come il movimento dei regolatori possa essere descritto da equazioni differenziali, ma ancora non si riesce a indicare con chiarezza le condizioni per un comportamento stabile.

Una svolta si ha nel 1868, con la pubblicazione di un articolo - destinato a diventare celebre ma all'epoca poco notato - del grande fisico scozzese **James Clerk Maxwell**: l'articolo si intitola "On Governors" e presenta i metodi per ricavare le *equazioni differenziali lineari* che descrivono il comportamento di vari meccanismi di regolazione (governors). All'epoca i matematici e fisici già sapevano che la stabilità di un sistema dinamico era determinata dalla posizione delle radici della equazione caratteristica e si sapeva che un sistema diventa instabile quando la parte reale di una radice complessa diventa positiva; il problema era come determinare tale posizione senza trovare le radici dell'equazione. Maxwell dimostra che la stabilità del sistema può essere determinata esaminando i coefficienti delle equazioni differenziali e lo fa per sistemi fino al quarto ordine; per equazioni del quinto si limita a dare due condizioni necessarie.

L'approccio proposto da Maxwell viene successivamente ripreso e sviluppato Edward Routh, che pubblica le sue prime ricerche nel 1874 e poi nel 1877, nell'ampio trattato "Stability of Motion", sulla base dei lavori dei matematici Augustin-



Louis Cauchy e Charles Sturm, espone quello che ora è noto come il **Criterio di stabilità di Routh-Hurwitz**; la doppia denominazione del criterio dipende dal fatto che nel 1895 il matematico svizzero Adolf Hurwitz arriverà alle stesse conclusioni indipendentemente, a partire dai lavori del celebre matematico Charles Hermite e col supporto del collega Aurel Boleslaw Stodola che stava lavorando su un problema di controllo di una turbina.

Nel frattempo, lo studio della stabilità di un sistema dinamico viene formalizzato e inquadrato in una teoria coerente dal matematico russo **Aleksandr Ljapunov** che lo completa nel 1892 in una tesi di dottorato dal titolo "Il problema generale della Stabilità del moto".

L'avvento dell'elettricità

Se la storia della tecnologia tra metà Settecento e metà Ottocento è stata "la storia del vapore" (Mumford), con l'avvio della fase neotecnica è l'elettricità che assume il ruolo di guida e di comun denominatore delle innovazioni; con un debito sempre maggiore nei confronti delle scoperte e delle teorie scientifiche che ormai sono quasi sempre il punto di partenza anche per le conquiste tecnologiche: «A parte le valide eccezioni di inventori isolati come Edison, Bakeland e Sperry, il nuovo genio inventivo lavora sui materiali forniti dalla scienza».

Nell'interpretazione e nell'applicazione della scienza - è sempre Mumford che racconta - «apparve una nuova categoria professionale, o meglio, assurde a una nuova dignità una professione antica, quella dell'*ingegnere*, che si inseriva in una posizione intermedia fra l'industriale, il lavoratore e il ricercatore scientifico». E per for-

regolatori, che venivano progettati per ottenere maggior potenza e velocità ma con minor consumo di vapore. Lo stesso Porter nel 1863 progetta una macchina funzionante alla velocità di 350 giri al minuto sviluppando circa 150 cavalli vapore. Altri miglioramenti sono introdotti nel 1858, il "caricato" che reggere velocità con Thomas William Hart dei regolatori alle velocità maggiori hanno il vantaggio di dimensioni più ridotte. Una delle spinte all'innovazione viene dalle esigenze di miglioramento delle macchine a vapore. Secondo lo storico Arthur Stowers, le macchine orizzontali erano fondamentalmente le stesse ma c'erano molte varianti nei meccanismi delle valvole e dei

Una pagina dell'ebook con le prime innovazioni dell'800

46 **STORIA**
approfondimenti

mare questi profili professionali sorgono e si consolidano celebri istituzioni accademiche come: l'*Ecole Polytechnique*, fondata a Parigi nel 1794, il *Politecnico di Berlino* (1824), l'*Albertopolis in South Kensington* a Londra (1851), l'*ETH di Zurigo* (1855), il *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) a Boston nel 1861 e il *Politecnico di Milano* nel 1863 e altri ancora.

Le principali innovazioni e applicazioni nei sistemi di controllo seguono di pari passo il crescere delle conoscenze scientifiche e tecnologiche nell'ambito dell'elettricità.

La caratteristica della nuova fase tecnologica è proprio data dalla progressiva conquista di questa nuova forma di energia: quella elettrica. Tutto l'Ottocento è ritmato dai grandi avanzamenti nella scienza elettrica: a cominciare dalla pila di Volta, che emblematicamente inizia il secolo, ai passaggi successivi di Oersted, Ohm, Faraday, Henry, fino al culmine delle equazioni di

metri di processo, per trasmettere e manipolare segnali, per attivare gli attuatori; mentre assumono un ruolo consistente apparecchiature come i relè, per il comando delle macchine, e le valvole a solenoide, per il controllo proporzionale.

I primi servomotori

La maggior parte delle invenzioni e applicazioni della prima parte dell'800 riguardano le azioni di controllo di parametri basilari quali temperature, pressioni, livelli di liquidi, velocità di rotazione di parti di macchine: l'obiettivo è la regolazione e la condizione di stabilità.

Tuttavia la crescita nelle dimensioni delle imbarcazioni, fino alle grandi navi sia civili che da guerra, porta all'esigenza di attuare controlli della posizione di meccanismi e grandi parti meccaniche. Su navi di notevoli dimensioni, la spinta idrodinamica sul timone è tale da rendere necessario un elevato rapporto di trasmissione con il conseguente incremento del tempo di movimentazione del timone; c'è bisogno quindi di facilitare il lavoro dei timonieri, introducendo sistemi motorizzati di governo del timone.

Il **primo servomotore**, progettato dal già citato Sickels negli Stati Uniti, e brevettato nel 1853, è un sistema ad anello aperto; mentre il primo servomotore ad anello chiuso viene brevettato nel 1866 ed è frutto del progetto di John McFarlane Gray per la nave a vapore *Great Eastern* di Brunel.

In Francia, nello stesso periodo, Denis Farcot progetta alcuni sistemi di controllo di posizione ad anello chiuso, tra i quali alcuni motori di governo del timone; è lui che propone di chiamare queste apparecchiature "servo-moteur" o "moteur asservi", da cui derivano i termini **servomotore** e **servomeccanismo**.

L'innovazione diventa industria

Un fenomeno tipico dell'Ottocento e particolarmente evidente nei settori di interesse per la storia dell'automazione è quello di alcune figure che assumono un ruolo di primo piano come inventori e innovatori ma allo stesso tempo si distinguono come imprenditori, dando inizio a nuove realtà industriali alcune delle quali destinate a crescere ben al di là delle aspettative e a diventare protagoniste della storia industriale fino ai giorni nostri.

Alcuni nomi sono già stati citati.

Il francese Denis Farcot, dopo essersi occupato giovanissimo di macchine a vapore, nel 1823 fonda a Parigi una piccola fabbrica di macchine a vapore e di pompe: la **Farcot & Sons**. Grazie anche a un susseguirsi di sue invenzioni la fabbrica cresce e si ingrandisce: nel 1829 inventa le

Automation Story

Il primo ebook multimediale sulla storia dell'automazione industriale è un'opera pensata, scritta e pubblicata interamente per il mercato digitale; ha un alto contenuto innovativo sostenuto da interattività e da ricchi contributi multimediali. Si tratta di una App, distribuita gratuitamente su Apple Store e Google Play. È prodotto da Editoriale Delfino, con il patrocinio di Anipia, Anie-Automazione, Sidra, Gisi e altre realtà associative e accademiche; partner tecnologico è Progetto Rosetta, una start-up milanese di creativi digitali. Lo sviluppo dei contenuti è stato curato da Mario Gargantini, con la collaborazione di Carlo Marchisio e col supporto di un Comitato Scientifico composto da figure di esperienza decennale in aziende leader nell'automazione industriale e da docenti universitari.

Il testo, scientificamente rigoroso, adotta uno stile divulgativo rivolgendosi ad un target ampio: studenti delle scuole superiori e universitari, appassionati e cultori della materia, addetti ai lavori e non.

Maxwell che riassumono tutto l'elettromagnetismo e incorporano in esso anche l'ottica.

Ma anche la tecnologia non resta indietro. Gli sviluppi dei **motori elettrici** trasformano i mezzi di trasporto; i vari tipi di lampade danno nuova luce alle città e il telegrafo apre la strada alle moderne telecomunicazioni. Invenzioni e scoperte importanti contribuiscono ad affermare il passaggio dall'era del vapore a quella dell'elettricità: le dinamo di Antonio Pacinotti (1864), di Werner Siemens (1866) e del belga Zénobe Th. Gramme (1870); il sistema combinato centrale elettrica più rete distributiva, ideato da Thomas A. Edison nel 1882; la scoperta del campo magnetico rotante di Galileo Ferraris (1885) e l'alternatore di Nikola Tesla (1887).

L'elettricità mette a disposizione dei sistemi di controllo **nuovi strumenti** per misurare para-

STORIA
approfondimenti
47

pompe a getto continuo, nel 1834 il compressore d'olio a lavoro costante e nello stesso anno il regolatore a conici di frizione, nel 1836 il sistema di distribuzione del vapore a espansione variabile e il già citato servomotore. Nel 1869 il figlio Joseph-Léon gli succederà nella direzione degli stabilimenti.

Anche Porter, Sickels e McFarlane partecipano a vario titolo e con vari esiti ad attività industriali, in quel fermento imprenditoriale che percorre il XIX secolo.

Sul finire del secolo, due figure giganteggiano nel mondo della tecnologia e dell'industria, anche se con differenti gradi di successo aziendale: sono i già menzionati **Edison** e **Tesla**, che rappresentano un po' il culmine del secolo dell'elettricità, per la quantità di invenzioni e soluzioni proposte e per lo stimolo, diretto o indiretto, dato alla diffusione su larga scala delle nuove possibilità aperte dalle applicazioni delle conoscenze sull'elettromagnetismo.

Tesla avrà meno fortuna come imprenditore; Edison invece raccoglie maggiori successi ed è all'origine di una realtà industriale che ancora oggi rappresenta uno dei maggiori gruppi mondiali: la **General Electric**, nata nel 1892 dalla fusione della *Edison Electric Light Company* con la *Thomas-Houston Company*. Nel nome di Edison in Italia nasce nel 1884 la *Società generale di elettricità sistema Edison* che gestirà il primo servizio di distribuzione pubblica di energia elettrica in Italia a partire dalla centrale elettrica entrata in funzione nel 1883 a Milano su impulso di Giuseppe Colombo (l'autore del celebre *Manuale dell'Ingegnere*). La storia di questa società porterà settant'anni dopo alla Edisonvolta e nel 1963 all'Enel, a seguito della nazionalizzazione dell'industria elettrica.

Nella seconda metà del secolo nascono anche alcune aziende che faranno la storia dell'automazione.

Si è già accennato ai fratelli Siemens: nel 1847 Werner von Siemens fonda, insieme a Johann Georg Halske, la società per la costruzione di linee telegrafiche "Telegraphen-Bauanstalt von Siemens und Halske"; successivamente si distingue per l'invenzione, tra le altre, del generatore dinamo-elettrico ad autoeccitazione, o più semplicemente, la dinamo.

Con i fratelli e poi con i figli fa crescere un'azienda, appunto la **Siemens**, che via via amplia il suo ambito di interesse, fino a diventare la multinazionale ben nota. In Italia la società nasce il 1 gennaio 1899 come *Società Italiana Siemens per Impianti Elettrici Anonima*, con sede a Milano in via Giuliani, 8.

Nel frattempo in Francia si sta affermando come

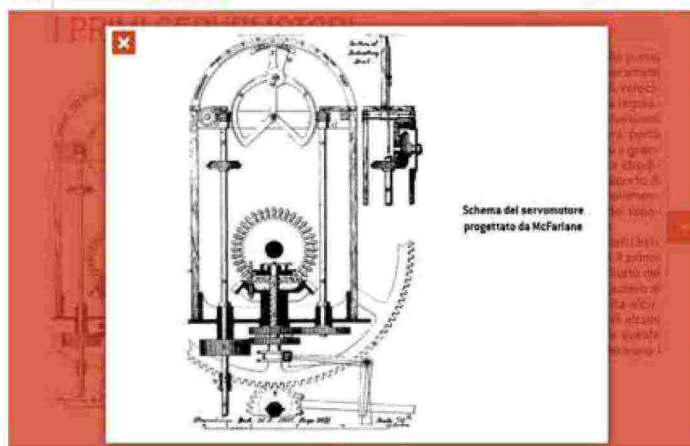
industria di armamenti la Schneider & Cie, fondata nel 1838 dai fratelli Eugène e Adolphe Schneider dopo aver rilevato le fonderie di Le Creusot che versavano in grandi difficoltà; nel 1891 l'azienda, dopo una fase di rinnovamento, si lancia nel mercato emergente dell'elettricità, per diventare quella che conosciamo come **Schneider Electric**.

Nel 1870 da un giovane ambizioso giapponese, Yataro Iwasaki, dà vita a una società di spedizioni, la Tsukumo Shokai, con tre imbarcazioni a vapore prese a noleggio: è l'origine di quella che diventerà la **Mitsubishi**, in seguito organizzata in un insieme di aziende indipendenti presenti in quasi ogni settore dell'industria.

Negli anni 80 del XIX secolo un altro tedesco, Robert Bosch, a seguito di una serie di viaggi in Usa, Inghilterra e altri Paesi, intuisce le potenzialità dell'elettrotecnica e tornato a Stoccarda fonda l'azienda che diventerà la **Bosch** che tutti cono-

13

CATEGORIE | L'ESCLUSIVO

 AUTOMAZIONE
STORIA


Una pagina sui primi servomotori

sciamo. All'inizio del nuovo secolo, nel 1904, la Dènes & Friedman, che già commercializzava i prodotti Bosch (magneti e candele) in Austria e Ungheria, inizia l'attività in Italia, a Milano.

Nel 1891 a Baden, in Svizzera, due ingegneri, il tedesco Walter Boveri e lo svizzero Charles E. L. Brown, fondano la **Brown Boveri & Cie**. Dieci anni dopo l'azienda sarà già una multinazionale e nel 1903 acquisirà la **Tecnomasio**, la più antica società elettromeccanica italiana nata nel 1863. Nel frattempo in Svezia nel 1883 era nata la Elektriska Aktiebolaget, industria produttrice di illuminazione elettrica e generatori, che nel 1990 diventerà la Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget, più tardi abbreviata in **Asea**. Dalla convergenza di queste storie nascerà l'attuale colosso industriale **ABB**. ■