

# Scuola Officina



MUSEO DEL PATRIMONIO INDUSTRIALE DI BOLOGNA

numero **1-2** 2015  
GENNAIO - DICEMBRE  
anno XXXIV  
ISSN 1723-168X  
Prezzo € 10,00

NUMERO SPECIALE  
SULL'AUTOMAZIONE  
INDUSTRIALE  
BOLOGNESE E LA  
SUBFORNITURA  
IN OCCASIONE DEL  
VENTENNALE DELLA  
MOSTRA "FARE  
MACCHINE  
AUTOMATICHE.  
STORIA E ATTUALITÀ  
DI UN COMPARTO  
PRODUTTIVO.  
1920-1994"



## Sommario

4

ANDREA CINOTTI, ROBERTO CURTI  
Le macchine del "ciclo" a Bologna.  
Ventennale della mostra "Fare Macchine  
Automatiche. Storia e attualità  
di un comparto produttivo. 1920-1994"

22

TITO MENZANI  
Tradizione, innovazione, automazione.  
Il packaging bolognese nel terzo millennio:  
una breve disamina quantitativa

30

ANDREA CINOTTI, ROBERTO CURTI  
La subfornitura. Passa parola tra committenti  
e fornitori

54

VITTORIO CAPECCHI  
Le sette dimensioni dell'industria del packaging  
bolognese. Una storia in controtendenza di  
successi economici e di valori



MUSEO DEL PATRIMONIO INDUSTRIALE DI BOLOGNA

numero 12 2015 GENNAIO - DICEMBRE anno XXXIV

<b>DIRETTORE RESPONSABILE</b>	Mauro Felicioni
<b>DIRETTORE EDITORIALE</b>	Maura Grandi
<b>COORDINAMENTO REDAZIONALE</b>	Antonio Campigotto
<b>COMITATO DI REDAZIONE</b>	Antonio Campigotto, Claudia Giordani, Maura Grandi, Miriam Masini, Alessio Zoccolà
<b>HANNO COLLABORATO A QUESTO NUMERO</b>	Vittorio Capecchi, Andrea Cinotti, Roberto Curti, Tito Menzani Gli autori di cui non sono specificate le caratteristiche professionali sono collaboratori del Museo del Patrimonio Industriale
<b>SEGRETERIA E AMMINISTRAZIONE</b>	Mara Romagnoli
<b>TRADUZIONI</b>	Claudia Giordani
<b>PROGETTO GRAFICO</b>	ECLETTICA di Patrizia Biechierini
<b>PRESTAMPA E STAMPA</b>	Labanti e Nanni Industrie Grafiche s.r.l.
<b>REDAZIONE</b>	Museo del Patrimonio Industriale Fornace Galotti, Via della Beverana 123 40131 Bologna Tel. 051.6356611 fax 051.6346053 museopat@comune.bologna.it

Registrazione Tribunale Civile di Bologna n. 4987 del 21/05/1982  
Chiuso in tipografia: ottobre 2015  
Abbonamento annuale a "ScuolaOfficina" € 10,00  
Abbonamento sostenitore € 50,00  
Modalità di pagamento privati: bonifico bancario intestato Comune di Bologna-Istituzione Bologna Musci (c/o Unicredit Banca)  
IBAN IT 32 J 02008 02435 000102464044.  
Modalità di pagamento Pubbliche Amministrazioni e soggetti Legge 720/1984 tabb. A e B: bonifico bancario intestato Comune di Bologna-Istituzione Bologna Musci (c/o Bankitalia)  
IBAN IT 65 M0100003245240300518372  
Causale: Abbonamento 2015 ScuolaOfficina-Museo Patrimonio Industriale.  
I diritti di traduzione, riproduzione e adattamento, totale o parziale, dei testi e delle immagini sono riservati.

Esposizione "Fare macchine automatiche", 1994. Veduta d'insieme della grande sala espositiva al 2° piano della Fornace Galotti

Museo del Patrimonio Industriale, Archivio fotografico

In copertina:  
Particolare della ruota a zeta, meccanismo ideato da Bruto Carpijani, presente nell'A.C.M.A. 749 del 1940 in esposizione al Museo del Patrimonio Industriale

Museo del Patrimonio Industriale, Archivio fotografico



# Le macchine del “ciclo” a Bologna.

Ventennale della mostra “Fare Macchine Automatiche. Storia e attualità di un comparto produttivo. 1920-1994”

ANDREA CINOTTI, ingegnere progettista, dirigente di aziende nel settore macchine automatiche

ROBERTO CURTI, direttore del Museo del Patrimonio Industriale fino al 2003

In alcuni passi dell'articolo gli autori riprendono e riformulano dei concetti già delineati nel loro saggio *Le macchine operatrici nella produzione industriale*, in *Storia della meccanica*, a cura di Virginio Cantoni, Vittorio Marchis, Edoardo Rovida, Pavia University Press, Pavia, 2014, Vol. II, pp. 341-544. Nello stesso contributo comparivano anche alcune elaborazioni grafiche relative al funzionamento di macchine, qui ripresentate alle pagg. 6, 9, 21, per il cui utilizzo si ringraziano i curatori del volume e la coordinatrice editoriale Alessandra Setti.

## NEL RICORDO DEL VENTENNALE

■ Era il 1° febbraio 1994 e su quella lunga pedana del secondo piano della Fornace Galotti ristrutturata le macchine automatiche del *packaging* bolognese entravano al Museo per raccontare, in un'area di 1.100 mq, una storia straordinaria, poi riassunta ed illustrata nel volume *Per niente fragile. Bologna capitale del packaging*. Erano tanti i meccanici/imprenditori, ma anche i semplici operai/meccanici, che nell'arco di tre generazioni, tra gli anni Venti e Settanta del secolo scorso, avevano affrontato e risolto il problema apparentemente impossibile di creare un modello di sviluppo capace di competere sul mercato internazionale sfidando i primi della classe dei paesi più avanzati.

Nel percorrere l'itinerario della visita alla mostra, dai pannelli, elaborati con importanti contributi di studi e ricerche di Vittorio Capecchi, docente di Sociologia all'Università di Bologna, e di Aurelio Alaimo, uscivano date, nomi, immagini che intrecciavano parole interpretative del contesto: una produzione a specializzazione flessibile; poche barriere di entrata tranne una, però enorme, quella di una cultura tecnica diffusa e particolari capacità di sapere/lavoro; continua innovazione tecnologica di prodotto; dimensione familiare delle imprese; possibilità di mobilità sociale. Poi un grande quadro con la rete dello *spin-off*, dove venivano segnate le entrate e le uscite dei tecnici dalle Aziende prima di arrivare alla creazione di una propria impresa. E quando i loro nomi si inserivano nell'elenco generale, qua-



Avviamento professionale Aldini-Valeriani, esercitazioni di agguastaggio, anni '30

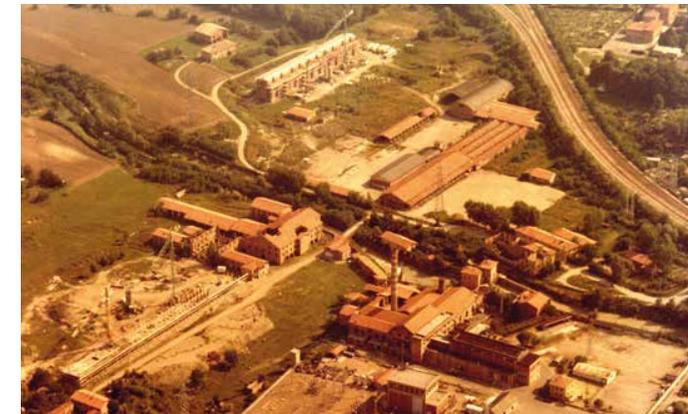
Museo del Patrimonio Industriale, Archivio fotografico

si sempre c'era scritto “diplomato alle Aldini-Valeriani”, la scuola del distretto industriale.

Da lì era cominciata anche la storia del Museo. Ci riferiamo ai materiali storici dell'Istituto Aldini-Valeriani (archivio, biblioteca, modelli e macchine) su cui operò tra il 1976 e il 1981, per incarico del Comune di Bologna, una Consulenza scientifica con competenze specifiche dell'Università (Francesca Bocchi, Giorgio Dragoni, Carlo Poni), della direttrice dell'Archivio di Stato (Isabella Zanni Rosiello), del presidente dell'Istituto per la Storia di Bologna (Aldo Berselli) oltre che di un gruppo di giovani ricercatori coordinato da Carlo Poni (Valeria Cristoferi, Roberto Curti, Marco Melega, Paola Pacetti, Vincenzo Pallotti, Massimo Valenti, Bianca Verri). Il compito affidato era quello di allestire, come poi avvenne il 1° febbraio del 1980 nella Sala ex Borsa del centro cittadino, l'esposizione “Macchine Scuola Industria, dal mestiere alla professionalità operaia”, dedicata alla storia dell'ultracentenaria scuola tecnica comunale, costituitasi negli anni Quaranta del secolo XIX con i lasciti testamentari dell'economista Luigi Valeriani e di Giovanni Aldini, fisico sperimentale e nipote di Luigi Galvani. Come ebbero occasione di affermare nel catalogo dell'iniziativa gli Assessori Aureliana Alberici, Pier Luigi Cervellati e Luigi Colombari, l'evento aveva messo in moto l'idea di costituire a Bologna un “museo di civiltà urbana”. L'area individuata come possibile sede era quella dell'antico Canale Navile in località Battiferro, nell'ex fornace Galotti come possibile contenitore, avendo dismesso l'attività della produzione dei laterizi dal 1966.

## ERA UN MUSEO-LABORATORIO

■ Il cammino non è stato né facile, né breve. Anzi, chiusosi nel 1982 il periodo espositivo nella Sala ex Borsa, il riallestimento della mostra all'interno dell'Istituto Aldini-Valeriani concordato con l'Amministrazione Comunale e la direzione dell'Istituto, poteva sembrare un ripiegamento sull'ipotesi meno ambiziosa del museo scolastico. Al contrario, nelle nuove condizioni logistiche l'esperienza ha potuto avvalersi della straordinaria collaborazione di una grande scuola tecnica, delle sue officine e dei suoi laboratori, di parte dei suoi tecnici, della loro cultura e capacità. Tra il 1982 e il 1997, per tutta la fase che precede quella del Museo del Patrimonio Industriale, il Museo è stato più un cantiere di progettazione e di sperimentazione che una struttura, non a caso definita “Museo-laboratorio”. Molte delle ragioni fondanti del Museo che verrà vanno ricercate in quello stadio di avanzamento che ha consentito di elaborare, con sempre maggiore consapevolezza e coerenza, la strategia culturale ed operativa da seguire e la definizione del *focus* di questa strategia, cioè quale dovesse essere la sua identità. Nell'esperienza bolognese i materiali e la storia dell'Aldini-Valeriani ci hanno introdotto nella problematica dello sviluppo tecnologico e industriale che la città ha avuto in età contemporanea, aprendoci alla conoscenza di Aziende ancora attive (confezionamento, dosatura e imballaggio, motoristica, meccanica ed elettromeccanica di precisione) e toccate da una storia in comune con la scuola, un tessuto produttivo di riferimento ancora vivo e vegeto. La futura denominazione di “patrimonio industriale” nasceva da qui: dall'incontro tra



le Aziende, la loro memoria, la loro realtà, quindi da un'iniziativa comune che sottolineava col termine di patrimonio un processo di valorizzazione di grande rilevanza per la prosecuzione del contesto produttivo lungo un percorso di passato-presente-futuro.

Dunque si trattava di reperti originali e nuovi come fonti, sia rispetto alla museografia europea di questo settore, che in quegli anni si era aperta sull'Archeologia Industriale, sotto guida inglese e nord europea, sia per contenuti ed indirizzi metodologici. Su questa strada il gruppo di Bologna doveva molto, fin dalla prima esposizione, all'indirizzo trasmesso da Carlo Poni, che collegava, attraverso l'innovazione tecnologica, le potenzialità dell'antico e avanzatissimo distretto urbano di produzione serica in età moderna con quelle della metamorfosi di produzione meccanica che la scuola industriale era stata capace di alimentare in età contemporanea, fondando ogni passaggio delle diverse realtà su ricerche storiche e documentali, orientate dalla storia economica, sociale e delle tecniche. Quando nella falegnameria dell'Istituto Aldini-Valeriani fu aperto, tra il 1982 e il 1986, il cantiere della costruzione di un grande modello funzionante di mulino da seta “alla bolognese” in scala 1:2, Carlo Poni, discutendo dell'iniziativa con i tecnici incaricati, ribaltava la classica affermazione dell'Archeologia Industriale, la quale si proponeva di mettere a disposizione tra le nuove fonti i “monumenti” della rivoluzione industriale, sostenendo che il nostro mulino costituiva il primo caso di Archeologia Industriale in cui il “documento” si trasformava in “monumento”. Nello stesso tempo anche uno studioso e un intellettuale come Eugenio Battisti, impegnato a valorizzare le sfide nuove che l'Archeologia Industriale apriva, affermava che dall'*hardware* dell'architettura dell'edificio della fabbrica, spesso vuota e abbandonata, occorreva entrare nel *software* del suo funzionamento. Erano segnali di apprezzamento anche del Museo-laboratorio. Si trattava di una lezione che Bologna aveva cominciato ad imparare prendendo in mano i modelli e le macchine di cui parliamo, trovando in archivio le ragioni e le spiegazioni della loro esistenza.

L'area del Battiferro nella seconda metà degli anni '80. A sinistra, i ruderi della Fornace Galotti, oggi sede del Museo del Patrimonio Industriale

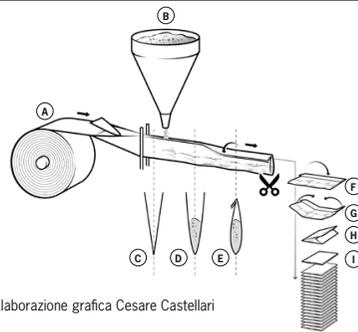
Museo del Patrimonio Industriale, Archivio fotografico

## Esempio semplificato di ciclo: A.C.M.A. 713

Si tratta della prima macchina che automatizza una sequenza di operazioni meccaniche che portano alla formazione della bustina contenente il prodotto. Era in grado di sostituire la forza lavoro di 12 operai.



A.C.M.A. 713, 1927. A.C.M.A., Archivio aziendale



Elaborazione grafica Cesare Castellari

### Fasi del ciclo:

Il prodotto viene caricato manualmente nella tramoggia (B) e da qui passa su una striscia di carta (A), preventivamente piegata (C), essendo stato dosato in volume (D). La striscia di carta, trascinata in avanti, viene ulteriormente piegata nei lembi superiori (E), quindi tagliata (F) in pezzi di lunghezza uguale. Il movimento verticale dall'alto verso il basso spinge la busta con all'interno il prodotto in una sequenza di meccanismi (G, H) che provvedono alla piegatura dei lembi anteriori e posteriori e al successivo impilamento (I).



Svolgimento carta, dosatura e piegatura

Taglio carta

## LE AZIENDE DEL DISTRETTO E IL GRANDE MODELLO DI MULINO DA SETA

Il museo si apriva all'industria contemporanea di Bologna e al suo distretto industriale. Questo approccio era ritenuto un incoraggiamento positivo, promozionale, in grado di accompagnare la metodologia di intervento e di sviluppo del Museo. All'inaugurazione si ripetevano frasi che molti dei presenti sussurravano: "si è come incalzati da un progetto culturale che cerca dialogo per trasmettersi"; "può essere uno strumento di comunicazione di Bologna e della sua industria". Espressioni che coglievano nel segno. Infatti diverse Aziende già sostenevano l'iniziativa, avendo collaborato con interviste, restauro delle macchine, frequenti contatti con loro tecnici, progettisti e personale del marketing. Ma, soprattutto, un gruppo di lavoro era da qualche anno impegnato con la direzione del Museo per costituire un'Associazione onlus di Amici del Museo, il cui Statuto verrà scritto di fronte ad un notaio nel 1997. Pochi anni dopo saranno 70 gli iscritti, quasi tutte Aziende del nostro territorio dei comparti meccanico, elettromeccanico, motoristico ed elettronico, ma anche Associazioni

economiche e professionali.

Le macchine esposte erano la testimonianza dell'intreccio delle chiavi interpretative indicate, ma la scintilla e il motore dello sviluppo del packaging era un'economia capitalistica trainante. Nell'epoca delle produzioni di grandi serie, queste macchine venivano concepite per occuparsi della nuova necessità di confezionare tutto. Realizzate in modo necessariamente artigianale, cosa che le grandi Aziende non riuscivano a fare al proprio interno, come tante "sartine" le macchine rispondevano alle esigenze dei clienti. Da qui la denominazione data al distretto di "produzione flessibile", che centinaia di piccole e medie imprese si preparavano ad affrontare fin dall'immediato secondo dopoguerra. Incarto delle caramelle, bustine per le polveri, confezionamento di sigarette, scatole di latta e cartone, avvolgimenti per dadi da brodo, bustine da tè, capsule medicinali... e poi il futuro che sembrava davvero infinito. Giustamente l'esposizione del 1994 presentava anche, dopo un breve allestimento in Piazza Maggiore dentro Casa Ceroli, il ritorno a Bologna del grande modello funzionante di mulino da seta, presentato in due importanti esposizioni: la XVII Triennale di Milano dedicata a "Il luogo di lavoro"

e "La cultura delle macchine" al Lingotto di Torino. Come abbiamo detto, il modello era stato progettato e realizzato sotto la direzione di Roberto Curti, responsabile del Museo, e di Carlo Poni, storico economico dell'Università e da tempo studioso dell'antico distretto serico della città, con la disponibilità di Giovanni Sedioli, preside dell'Istituto Tecnico Industriale Aldini-Valeriani, e dei suoi meccanici, modellisti, falegnami (Arrigo Atti, Carlo Dall'Orno, Antonio Dezaiacono, Davide Ragazzi, Giuseppe Romagnoli, Edgardo Stampini, Marcello Tercon, Alberto Tullini), senza dimenticare il contributo fondamentale di tecnici qualificati della produzione lombarda della seta dell'area di Garlate (Vittorio Crippa e il figlio Flavio).

Oggi siamo in grado di capire meglio quanto l'inserimento del modello di mulino da seta nella mostra delle macchine automatiche non fosse stonata, perché rappresenta una macchina operatrice per la torcitura del filo che possiamo considerare antesignana, fin dai secoli XIV-XV-XVI-XVII, di molti importanti aspetti dell'automazione meccanica. Come indicato in più scritti da Carlo Poni, queste macchine erano già il sistema di fabbrica e le parole di Benedetto Morandi, grande umanista bolognese, ne colgono con intelligenza fin dal 1481 il significato quando affermava che funzionavano "ulla humana ope, nisi administrando sericum", cioè senza lavoro umano salvo l'alimentazione con filati di seta greggia.

## CELEBRARE NON VUOL DIRE SOLO RICORDARE

Oggi il mondo delle macchine automatiche è molto cambiato e occorre guardare alla mostra del 1994 con punti di osservazione diversi. Fino agli anni Novanta le macchine si erano contraddistinte principalmente in base alle caratteristiche tecniche e di funzionamento, alle prestazioni, alla qualità di costruzione. Dopo, complice una

situazione che accelerava verso una globalizzazione del mercato in concomitanza dell'arrivo di una concorrenza agguerrita, il fattore costo è diventato sempre più preponderante e in molti casi elemento di scelta determinante. Fino agli anni Novanta, nell'immaginario collettivo del mercato, le macchine avevano rappresentato l'Azienda che le produceva, ne erano l'immagine, l'identificazione. Adesso questa dualità, che allora era quasi assoluta, si è fatta più debole. Le Aziende sono organismi operativi dove la macchina rappresenta uno degli elementi che caratterizzano l'impresa, a volte anche non il più importante. Le Aziende sono delle realtà complesse e strutturate in cui si intersecano aspetti finanziari, economici, di mercato, di produzione e anche di progetto di macchina. Non è questo il momento di stabilire una classifica di importanza, ma confrontando la realtà attuale con quella di vent'anni fa, si nota immediatamente che alcune delle condizioni che avevano contribuito alla formazione del distretto si sono evolute e modificate in maniera totalmente imprevedibile. Ad esempio, la subfornitura che, a partire dagli anni Settanta, era stata uno dei movimenti più effervescenti e creativi del distretto, davanti alla spasmodica ricerca di riduzione dei costi è cambiata o in forte trasformazione. L'affermazione di alcuni mercati, come quello cinese, in cui il criterio di scelta dominante è "basta che costi poco", ha indotto il distretto a cercare forme di subfornitura alternative. La subfornitura del distretto si trova oggi davanti ad un bivio: o è in grado di garantire livelli alti di qualità a costi bassissimi, oppure deve associarsi con realtà dell'area dell'Est europeo o del lontano Oriente, che garantiscono bassi livelli di costo, ma con grandi interrogativi per quanto concerne la qualità. Senza entrare nel merito di giudizio, questa tendenza ha portato di fatto ad un impoverimento del distretto (tecnico, economico, culturale) con discutibile vantaggio per altre esperienze. Di fatto lo spin off che ha

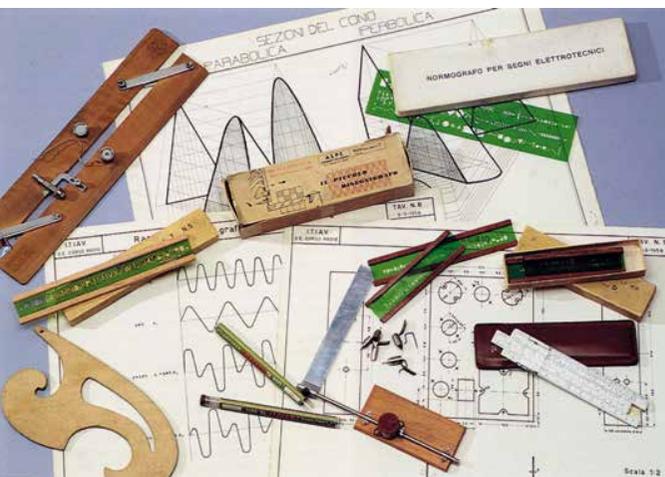
THE MACHINES OF THE "CYCLE" IN BOLOGNA. THE VENTENNIAL OF EXHIBITION "MAKING AUTOMATIC MACHINES. HISTORY AND RELEVANCE OF AN INDUSTRIAL DIVISION. 1920-1994"

The experience of this exhibition allows us to think about history of the Museum, particularly as for researches and studies on bolognese packaging district conducted with the aid of the firms involved. The methods selected to realize the former exhibition are examined and discussed in the awareness that the automatic machines of those years were designed strictly connected to the production cycle. In this way we can better understand the technical innovations of these machines.



Il modello di mulino da seta "alla bolognese" presentato nell'esposizione "La Civiltà delle macchine" al Lingotto di Torino, 1990

Museo del Patrimonio Industriale, Archivio fotografico



Strumenti per esercitazioni di disegno ed elaborati di allievi dell'Istituto Aldini-Valeriani, anni '50

Museo del Patrimonio Industriale, Archivio fotografico

caratterizzato per decenni il distretto si è affievolito fino a spegnersi a partire dagli anni Ottanta, come pure la mobilità sociale.

Fino alla fine degli anni Ottanta era molto comune assistere alla formazione di società nate per volontà delle Aziende più grandi e vivaci e per lo spirito imprenditoriale di tecnici ed esperti del settore che svolgevano attività di montaggio di macchine o di parte di queste, o producevano particolari per conto delle "Aziende madri". Uno spin-off controllato ed efficace che permetteva alle Aziende una maggiore flessibilità produttiva, un migliore controllo dei costi, consentendo la creazione di attività industriali che, in molti casi, arrivavano all'indipendenza. Situazione che oggi si verifica molto raramente.

In mancanza di approfondite e necessarie ricerche per analizzare al meglio queste tendenze (documentate su questo numero di "ScuolaOfficina" con la raccolta di alcune qualificate opinioni all'interno delle Aziende del distretto), proponiamo di condurre il confronto indirizzando l'attenzione ancora una volta sulle macchine. Se la mostra del 1994 le presentava come punto di convergenza delle dinamiche di un contesto, celebrando il loro mondo, gli imprenditori/progettisti, il distretto industriale che si era venuto a formare, dove la loro storia era nata e dove si era sviluppata, ora è il momento di celebrare l'impalpabile spinta che ha permesso tutto ciò, per non perdere di vista, anche nei tempi attuali, il filo dello sviluppo rappresentato dall'innovazione. L'innovazione vera, quella sudata in officina e dal cliente, quella del tavolo da disegno con davanti un foglio bianco, ma anche lo schermo nero del computer. L'impalpabile spinta che i primi progettisti chiamavano "idea". Un insieme di esperienza, spregiudicatezza, conoscenza, scienza e tecnica che ha consentito di realizzare cose "incredibili", macchine che funzionano destando la "meraviglia" del profano ma anche dell'addetto ai lavori.

## LE MACCHINE DEL "CICLO"

Non possiamo spiegare un processo che è mentale e anche materiale, bisogna partire da alcuni importanti "segna-piste". L'approccio che il confronto impone parte dal lontano, dal fatto che, dall'antichità fino all'età moderna, abbiamo conosciuto macchine che facevano storia a sé perché non era stato ancora definito il modo di costruirle. C'è voluto tempo prima di trovare il fondamento generale delle macchine sulla base di leggi fisiche e meccaniche. Questo è avvenuto tra la prima e la seconda Rivoluzione Industriale, per essere raggiunto compiutamente negli ultimi decenni del secolo XIX.

Si potrebbe dire che tutto ebbe inizio nel 1755 con l'avvio della pubblicazione dell'*Encyclopédie* di Denis Diderot e Jean Baptiste d'Alembert, prezioso "Dizionario ragionato delle scienze, delle arti e dei mestieri", nel quale gli Autori tentarono un rapporto diretto con i costruttori per decodificare il lavoro artigiano nel fare le macchine, mentre le Arti manifestavano un atteggiamento di chiusura e cercavano di imbrogliare nel fornire le informazioni, per non cedere i segreti del loro sapere. L'*Encyclopédie* va comunque considerata la più ampia e documentata pubblicazione sul recupero e la valorizzazione di ogni tipo di tecnica dell'epoca pre-industriale. Ma dalle tante e rare rappresentazioni del macchinismo che contiene, si poteva solo ricavare una visione della macchina, non certo istruzioni per poterla costruire.

Per imparare la macchina, come spiega Frederick B. Artz nel suo libro *The Development of Technical Education in France, 1500-1850* (The Massachusetts Institute of Technology Press, London, 1966), occorre rimanere in Francia, tra gli ultimi decenni del secolo XVIII e i primi del secolo XIX, cercando tra le elaborate forme di istruzione tecnica sperimentate a vari livelli. Prima della Rivoluzione, in importanti settori di intervento dello Stato (le grandi vie di comunicazione, ponti e miniere) erano state organizzate specifiche scuole per gli ingegneri destinate ad aggiornare i loro saperi. Poi, con la Rivoluzione, si era formata una visione più completa del sistema, con il Conservatoire des Arts et Métiers, un vero centro di promozione dell'innovazione, con le Ecoles des Arts et Métiers, destinate alla formazione tecnica intermedia. Ma, soprattutto, con l'École Polytechnique, che preparava la docenza per tutti questi corsi, svolgendo un ruolo di coordinamento generale. In sostanza l'istruzione tecnica diventava un campo di coltura straordinario nel quale la teoria della macchina cominciava a prendere forma.

Tra i principali fondatori o amministratori scientifici di queste scuole di vario livello, c'era Gaspard Monge, un matematico che concepì una materia nuova a cui dette il nome di "geometria descrittiva". Una tecnica di disegno per rappresentare edifici e macchine che hanno tre dimensioni, su di un foglio piano che ne ha solo due. Il disegno di insieme veniva scomposto nelle rappresentazioni della pianta, di fronte e della forma laterale, collegate tra loro da proiezioni ottenute ruotando il foglio per ciascuna delle tre viste. Era nato il disegno tecnico, linguaggio di comunicazione tra i diversi attori della produzione meccanica (ingegneri, capi-tecnici, operai).

La sperimentazione di diverse ma integrabili strutture

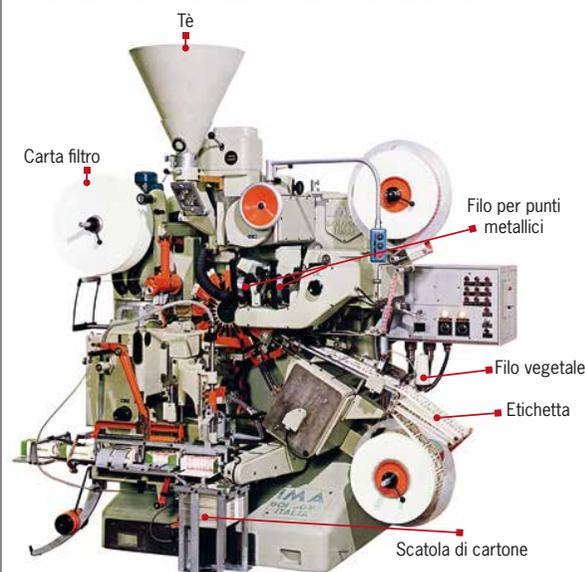
formative portava all'elaborazione dei primi veri e propri manuali di insegnamento. Nel 1808, con l'*Essai sur la composition des machines*, Lanz e Bétancourt stabilivano che la teoria della macchina doveva essere tenuta distinta dalla teoria degli elementi che costituivano i mezzi per trasformare il movimento, riconducibili a quattro modi elementari di moto: rettilineo continuo ed alternativo, circolare continuo ed alternativo, a loro volta combinabili in una serie di altre dieci classi di trasformazione del moto e potenzialmente in continua crescita. Lo sviluppo di tale approccio favorì erroneamente una concezione di macchina con forme variabili solo da seguire e da descrivere.

Dal punto di vista scientifico nel 1830 avveniva un cambiamento di rotta decisivo. Lo scienziato André-Marie Ampère criticava la comprensione dei movimenti che l'approccio Monge, Lanz e Bétancourt e della scuola francese avevano generalizzato. La macchina, affermava, non la si deve definire come uno strumento per mezzo del quale si può cambiare la direzione e l'intensità di una forza, ma bensì come uno strumento col quale si può mutare la direzione e la velocità di un dato movimento. Nel suo *Saggio sulla filosofia delle Scienze* (1834) inoltre scriveva: "a questa scienza, nella quale i movimenti sono considerati per sé stessi nello stesso modo con cui noi li esaminiamo sui

corpi che ci circondano e soprattutto in quegli apparecchi che chiamiamo macchine, ho dato il nome di cinematica dal greco *kinema* (movimento)".

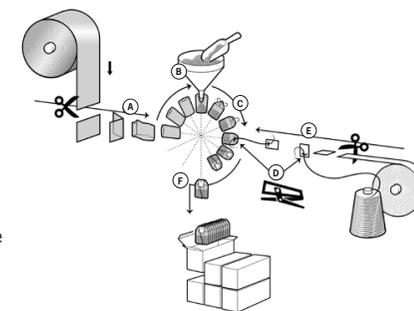
Siamo nel 1876 quando l'editore milanese Ulrico Hoepli pubblicava l'opera di Franz Reuleaux, direttore dell'Accademia industriale di Berlino, *Principi fondamentali di una Teoria generale delle Macchine. Cinematica teorica*, tradotta da Giuseppe Colombo, ingegnere, professore nell'Istituto tecnico superiore di Milano, protagonista dello sviluppo industriale del nostro paese sotto la spinta della formazione tecnica e di innovazioni tecnologiche introdotte da imprenditori preveggenti. Era quella teoria generale da tempo cercata, finalmente definita e infine consegnata all'insegnamento con lo scopo, diceva il suo Autore, di "dare forma scientifica alla cinematica delle macchine". Trovata la forza motrice adeguata (vapore, nuova idraulica, elettricità in arrivo), disposta una forma di comunicazione e di rappresentazione della macchina in forma univoca nel suo complesso e nelle sue singole parti, definita la macchina attraverso la cinematica dei movimenti che rendevano possibile pensarla attraverso precise leggi matematiche e geometriche, Franz Reuleaux forniva agli utenti (scolari, ingegneri, tecnici) tutti i passaggi e i particolari di un sistema codificato di guida alla sua realizzazione, dalla vite al blocco meccanico che occorreva predisporre.

## Un mostro di affidabilità: IMA C20



IMA C20. IMA, Archivio aziendale

La caratteristica di questa macchina è la capacità di mettere in sequenza un alto numero di operazioni in grado di gestire, senza ausilio di sensori, 6 materiali primari: tè, carta filtro, filo vegetale, punti metallici, etichetta, scatola di cartone. Queste operazioni vengono eseguite 3 volte in un secondo lavorando a ciclo continuo 24 ore al giorno.



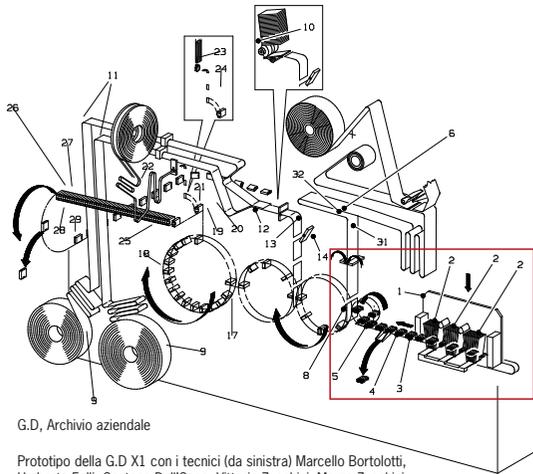
Elaborazione grafica Cesare Castellari

Fasi del ciclo:

A formazione della bustina in tre passi; B riempimento; C chiusura della bustina; D punti metallici; E etichetta; F estrazione della bustina confezionata

## Idea vincente: G.D X1 ed il formatore

La caratteristica di questa macchina è di avere innovato il processo di impaccettamento delle sigarette utilizzando un formatore ausiliario in grado di dare una forma geometrica certa al numero di sigarette e di creare attorno a questo formatore il pacchetto eliminando così tutte le difficoltà derivanti dalla non perfetta geometria dell'unità di sigarette da avvolgere.



G.D, Archivio aziendale

Prototipo della G.D X1 con i tecnici (da sinistra) Marcello Bortolotti, Umberto Folli, Gastone Dall'Oso, Vittorio Zucchini, Mauro Zucchini, Bruno Belvederi, Aldo Stupazzoni. Collezione privata

- 1 Tramoggia di alimentazione sigarette
- 2 Formazione strati di sigarette
- 3 Cassetto di gruppo di sigarette
- 4 Controllo integrità sidarette
- 5 Trasferimento gruppo di sigarette
- 6 Alimentazione stagnola
- 8 Avvolgimento gruppo di sigarette con stagnola
- 9 Bobine di etichette
- 10 Alimentazione etichette in risme (alternativo a bobine)
- 11 Alimentazione di etichette in nastro
- 12 Gruppo automatico di giunzione natri di etichette
- 13 Taglio nastro in etichette
- 14 Cotteillo taglio nastro
- 17 Ruota di avvolgimento etichetta sul gruppo con stagnola
- 18 Ruota di piegature della testa del pacchetto con etichetta
- 19 Gruppo per l'applicazione del bollino di stato
- 20 Gruppo per l'applicazione del bollino di stato
- 21 Gruppo per l'applicazione del bollino di stato
- 22 Alimentazione di bollini in nastro
- 23 Alimentazione di bollini in risme
- 24 Alimentazione di bollini in risme
- 25 Trave di asciugatura colla
- 26 Uscita pacchetti dalla macchina
- 27 Controllo integrità pacchetto
- 28 Pacchetto finito
- 31 Alimentazione stagnola
- 32 Alimentazione stagnola



## IL CICLO DI LAVORO DI UNA MACCHINA

■ Dopo aver sommariamente analizzato i presupposti teorici dello scenario necessario per una produzione industriale di macchine, diventava possibile rispondere alle domande che il mercato, non ancora così ben codificato come oggi ma presente sotto forma di "necessità di avere", richiedeva senza sosta. Scenario che le grandi Esposizioni Universali mostravano agli occhi del mondo intero, presentando nuove meraviglie della scienza e della tecnica come le locomotive, i motori a scoppio, le carrozze che andavano da sole, i mulini che macinavano il grano senza bisogno di acqua o vento, macchine capaci di fare pezzi meccanici o di manipolare oggetti e prodotti mentre prima queste azioni potevano essere fatte solo dall'uomo. Rivolgiamo la nostra attenzione a questi ultimi due tipi di macchine, le prime così dette utensili e le seconde conosciute come macchine operatrici. La principale differenza tra loro riguarda i materiali che lavorano: quelle utensili generalmente operano sui metalli modificandone la forma geometrica, le superfici, le dimensioni; quelle operatrici su uno o più prodotti, combinandoli in modo da ottenerne una nuova configurazione. Ciò che le accomuna è la natura di macchina che, seguendo i presupposti teorici prima

enunciati, le vedrà disegnate con i criteri della geometria descrittiva di Monge, caratterizzate dalla cinematica teorizzata da Ampère, costruite ed assemblate secondo i criteri esposti da Reuleaux. Una metodologia consolidata che però non ci dice nulla sull'"idea" che sta all'origine della macchina, "idea" che verrà poi realizzata secondo questa metodologia.

È difficilissimo parlare del processo che induce il progettista a trasformare in disegni e meccanismi quello che ha in mente, a immaginarsi un funzionamento, una sequenza di operazioni, a progettare e poi costruire una macchina. È possibile però sintetizzare questo complesso processo con il suo risultato tangibile, inventando il ciclo di lavoro della macchina. Ecco la parola chiave attraverso la quale vogliamo rileggere la storia delle macchine automatiche del nostro distretto, il ciclo.

Il ciclo rappresenta la serie di operazioni, sequenziali o contemporanee, che sviluppandosi nel tempo porta al risultato cercato. Il ciclo descrive come i mezzi funzionali che realizzano le operazioni si muovano nello spazio e nel tempo, come interagiscano con gli oggetti da modificare o manipolare. Il ciclo è la sintesi di un processo mentale di progetto e, via via, di come questo si evolve e si modifica in risposta alle sollecitazioni degli agenti che concorrono

alla realizzazione della macchina (capacità produttive, gestionali, commerciali, aziendali).

## DIFFERENZA TRA MACCHINE UTENSILI ED OPERATRICI

■ Torniamo alle macchine, utensili ed operatrici, per cogliere alcune delle differenze che hanno indotto a dividerle in classi. Per la maggior parte delle macchine utensili, il ciclo è composto da una sequenza consolidata di movimenti. Ad esempio, nel tornio il pezzo da lavorare ruota e l'utensile si muove nello spazio su un piano passante per il centro di rotazione del pezzo; nella rettifica il pezzo ruota e la mola abrasiva si muove tangente al pezzo da lavorare. Nelle macchine operatrici o automatiche, il ciclo non è codificato, nel momento iniziale del progetto non esiste, deve essere inventato. Progettare un nuovo tornio (classico) vuole dire parlare di precisione, grandezza, velocità, sforzi meccanici, tecnologia degli utensili, ma non di ciclo. Il pezzo ruoterà e l'utensile si muoverà su un piano passante per il centro di rotazione. Sempre. Progettare una nuova macchina operatrice su un nuovo prodotto vuole dire inventarsi un ciclo, inventarsi un modo di muovere nel tempo e nello spazio alcuni oggetti, manipolarli per arrivare a quello che deve essere il prodotto finale. Ogni volta, ed ogni volta è una sfida nuova. Confezionare sigarette è diverso dal mettere lampadine in una scatola o preparare un pacco di caffè, dal confezionare rotoli di carta igienica. È molto diverso e servono cicli diversi, serve l'inventiva per crearli, serve un ambiente in cui l'inventiva sia supportata dalla volontà di provare a fare quello che non è mai stato fatto.

Il motore di questa storia di macchine e di uomini è il

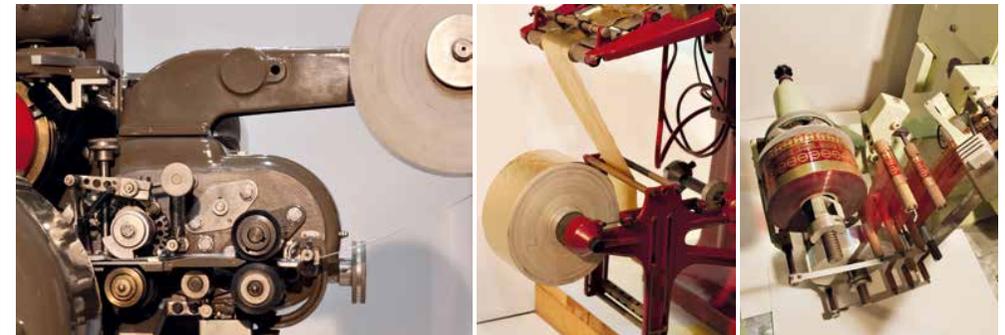
mercato, il mercato dei beni di consumo. La richiesta di prodotti, di più prodotti, cresce perché cresce il tenore di vita della popolazione, crescono le potenzialità, le richieste e di conseguenza si affacciano le problematiche legate alla distribuzione dei prodotti, sempre più articolata e complessa. Nasce l'esigenza di automatizzare i processi e di preparare i prodotti ed il loro confezionamento per la distribuzione e la presentazione al pubblico. Le macchine operatrici rispondono alle esigenze di una maggiore produzione, più efficiente, più articolata e varia.

Si forma un settore nuovo di mercato e Bologna risponde iniziando quel lungo processo che porterà alla creazione del distretto delle macchine automatiche, che analizzeremo dando parola alle macchine attraverso i cicli che rappresentano e che ne fanno le protagoniste fondamentali del distretto. Bologna si afferma perché costruisce a ripetizione cicli importanti che i clienti richiedono ed è su questo piano che la sfida si svolge e viene vinta. Il che significa riconoscere alla classe imprenditrice/progettuale e tecnica la capacità di produrre cicli che hanno rappresentato e rappresentano anche oggi la loro vera capacità innovativa. Questo è stato il vero contributo dato al packaging internazionale e al suo sviluppo. A ben guardare, possiamo dire che la storia del distretto bolognese delle macchine automatiche è stata caratterizzata dai cicli espressi dalle macchine che ha saputo realizzare.

L'invenzione di un ciclo non richiede, almeno nella sua fase iniziale, una grande capacità di calcolo o un grande fardello di conoscenze tecnologiche. Questo spiega, in parte, perché fra i grandi padri delle macchine automatiche ci sono pochi ingegneri, che servivano per fare altre cose, altri progetti, dove le conoscenze e i calcoli erano necessari, vitali. Qui, agli inizi della nostra storia, serviva molta

## Primitivi sistemi di controllo: tensione a cinghia del ballerino

Il ballerino è un meccanismo di controllo di tensione realizzato con soli mezzi meccanici in grado di garantire una tensione costante della carta da imballaggio. In tal modo si evita la formazione di grinze, si garantiscono il corretto funzionamento degli organi di trascinamento della carta e le successive operazioni.



La presenza del ballerino, con soluzioni diverse, su alcune macchine automatiche. Da sinistra: A.C.M.A. 750, G.D 2002, Nuova Fima B200 Museo del Patrimonio Industriale, Archivio fotografico

## Arriva il sensore

È una piccola "macchina elettronica" complessa, che richiede regolazioni, cura, ma finalmente permette di vedere il prodotto senza toccarlo! Un solo dispositivo necessita di uno spazio maggiore di quello occorrente per l'intero controllo della macchina, ma consente alla logica della stessa di decidere quale stato raggiungere in funzione dello stato del prodotto.



In alto:  
Dispositivo di controllo con sensore sulla Nuova Fima B200, 1966  
In basso:  
Quadri di controllo fotocellule sulla G.D 2250 (a sinistra) e sulla Nuova Fima B200  
Museo del Patrimonio Industriale, Archivio fotografico

fantasia e coraggio, coraggio mentale ed operativo, il coraggio di osare.

### UNA "FILOSOFIA" GENERALE INTESA COME "SCIENZA DEI MOVIMENTI"

■ Prendiamo dunque in considerazione le macchine operatrici/automatiche per tracciarne l'evoluzione tra gli anni Venti del Novecento ed oggi. Queste macchine hanno una caratteristica comune: alleviare all'uomo fatica e lavoro ed essere considerate alte espressioni dell'intelli-

genza umana, delle capacità inventive ed operative della cultura tecnica. All'interno del loro ampio campionario storico, quelle automatiche poi, meglio di tutte, ne esprimono la "filosofia" generale intesa come la "scienza dei movimenti". Si tratta di colpi di genio e di inventiva, che qualche fantasioso personaggio riesce ad esprimere, seguiti da un enorme e continuo lavoro di affinamento, consolidamento, cioè dall'attività di tanti bravi tecnici. A Bologna, per il 90% dei casi, si è trattato dei "famosi" diplomati (o anche solo di semplici frequentatori di corsi, che poi non riuscivano a portare a termine) dell'Aldini-Valeriani, definiti "tecnici dell'innovazione", che hanno imparato questo percorso in un particolare tipo di scuola-officina per poi portarlo nella produzione industriale delle macchine.

Per analizzarlo cominciamo da alcune considerazioni preliminari. Si tratta di macchine per le quali non c'è stato uno svolgimento progressivo di storia. Ogni passo di avanzamento è stato frutto della sperimentazione. La progettualità di una macchina operatrice/automatica non deriva dalla "copiatura" meccanica della manualità. Se il progettista segue questa strada non combina niente. La macchina è il risultato di una "invenzione", che consente di ottenere lo stesso risultato delle mani ma in un altro modo, anche migliore, più veloce, quasi senza difetti. La progettazione di una nuova macchina automatica non è il ridisegno con forme diverse della stessa, ma un nuovo ciclo, una "innovazione assoluta".

Questo nuovo ciclo è il risultato di un compromesso avanzato fra le varie istanze di progettazione, realizzazione, industrializzazione e di conseguenza di esigenze del mercato. Si tratta di un nuovo prodotto da assemblare, da confezionare, da trattare. La creazione di un nuovo ciclo, la progettazione di una nuova macchina, oggi come ieri e per motivazioni diverse, costituisce uno sforzo importante per l'Azienda che deve farlo. Agli inizi di questa produzione non c'erano macchine, era necessario inventarle e, come abbiamo detto, il ciclo rappresenta la sintesi del processo che porta alla realizzazione della macchina. Identificato il ciclo ottimale, sviluppato il progetto e realizzata la macchina, questa deve vivere nel tempo, deve essere aggiornata, deve essere sfruttata come base per altre macchine, deve essere aggiornata per meglio rispondere alle richieste dei clienti.

Non serve più il colpo di genio, non serve un altro ciclo nuovo, un'altra innovazione assoluta. Serve un lavoro continuo e costante di affinamento e tante piccole, necessarie, importantissime "innovazioni incrementali", implementazioni di nuovi componenti, di nuove tecnologie, che non cambiano la sostanza della macchina, non ne modificano il ciclo ma lo fanno utilizzando diversi dispositivi e diverse tecnologie. È questo quotidiano lavoro di chi opera nel settore che mantiene in vita le macchine e le Aziende che le producono. Mettere ordine a questa "storia" significa individuare e seguire il percorso lasciato dalle "innovazioni assolute" fondamentali e contemporaneamente far capire la tipologia della moltitudine delle "innovazioni incrementali", legate per lo più allo sviluppo delle tecnologie e alle capacità del loro utilizzatore. A loro volta, le macchine operatrici realizzate sono sempre state sorgenti di ispirazione notevole per altre innovazioni, ma

ciascuna di loro ha rappresentato un caso a sé stante, inventando ogni volta un ciclo nuovo di interpretazione del lavoro della mano.

Il concetto di "macchina operatrice/automatica" si basa su un principio di trasformazione dell'energia: trasformo l'energia di un motore primario nel movimento di elementi funzionali che interagendo con il prodotto compiono una serie di operazioni in sequenza che portano al risultato finale voluto, cioè di sostituire l'uomo e far fare alla macchina quello che prima era fatto da lui.

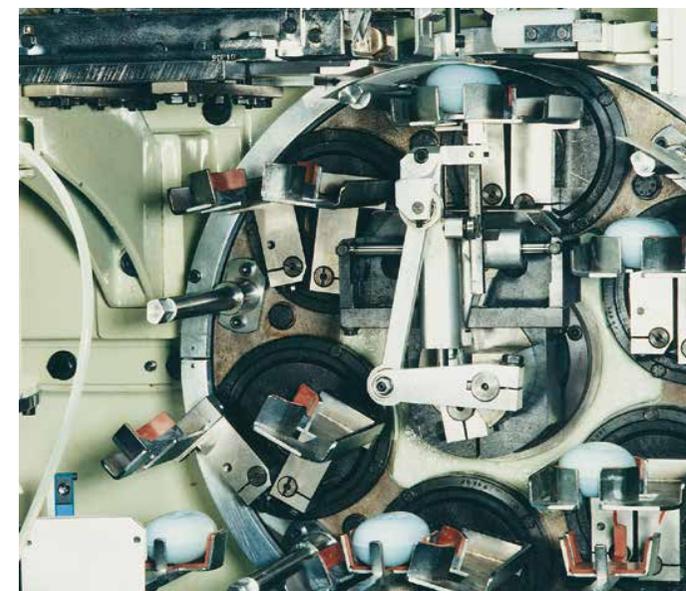
### LA TECNOLOGIA RESTA QUELLA MECCANICA

■ Negli ultimi decenni del secolo XIX, le macchine operatrici utilizzavano ancora prevalentemente l'energia muscolare degli operatori, che giravano manovelle o altri strumenti di questo tipo, oppure impiegavano ruote idrauliche o, meglio, il sistema di cinghie e pulegge della macchina a vapore. Consideriamo che il motore elettrico comincia ad essere applicato, in termini industriali, solo all'inizio del Novecento. Non si tratta soltanto di muovere dei pezzi di ferro, si tratta di muoverli e di farli interagire con materiali diversi, con i prodotti da lavorare secondo "le occasioni" che il mercato offre. Le possibilità di automatizzazione sono molte e si moltiplicano nel tempo, è necessario inventare ex novo un ciclo di lavorazione. Questo è il significato di una macchina operatrice che da ora in poi chiameremo automatica.

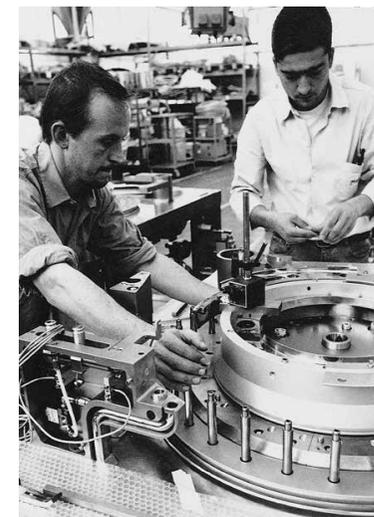
Dall'inizio del Novecento fino a prima del secondo dopoguerra, queste macchine vengono fatte con l'unica tecnologia disponibile per l'epoca, quella meccanica. Può essere più o meno raffinata, ma è quella. Una tecnologia che allora non aveva nessun tipo di supporto da altre tecnologie e che obbligava il progettista ad elaborare il suo pensiero con dei limiti realizzativi molto stretti: nessun materiale speciale, ferro, legno, un poco di bronzo, canapa per i nastri trasportatori e forse anche un poco di gomma. Non moltissimo, ma c'era tanta fantasia e tanta voglia di fare.

Dall'idea appena abbozzata allo studio accurato dei mezzi operativi finali, quelli che toccano il prodotto da lavorare, alla sequenza dei movimenti, allo studio dei moti e della catena cinematica che li deve realizzare, tutto deve essere studiato accuratamente, non si può sbagliare, è difficile correggere un pezzo di ferro, e poi si deve provare in officina. Se la fantasia è riuscita a prevedere tutto, è lì che si corregge, sul posto, in officina. Pochi disegni, uno schizzo ed ancora tanta capacità di inventarsi le soluzioni e soprattutto di realizzarle. Occorre la cultura del fare, del fare subito, con quello che c'è a disposizione.

Il progettista, quindi, al di là dell'essersi inventato un ciclo, deve ad esempio sapere come fare la piegatura di una carta per avere una bustina e trovare il modo di come realizzarla. L'origine è l'idea, ma la realizzazione avviene studiando il moto dei mezzi operativi finali e la distribuzione dell'energia attraverso la catena cinematica. Le macchine devono essere progettate e costruite in prototipo da persone che conoscono bene la matematica, la geometria, il disegno tecnico, la tecnologia meccanica e che sono "maestri" in officina, nel lavoro del legno e del ferro, a



mano e con le macchine utensili. Nel nostro caso la scuola-officina dell'Aldini-Valeriani ha finito per avere, rispetto all'ambiente produttivo esterno, il carattere di una green house, di un luogo di semina.



Particolare del sistema di incarto delle saponette sulla Carle & Montanari CMV 33, anni '70

Carle & Montanari, Archivio aziendale

Tecnici IMA al lavoro nello stabilimento di Ozzano, anni '80

IMA, Archivio aziendale

Si inventano e si migliorano gli scorrimenti dei moti rettilinei; si trovano modi per trasformare un moto rotatorio in rettilineo, per sincronizzare questi moti, per realizzare soste in modo d'aver sincronie complesse in alcune fasi del ciclo di lavorazione. Si lavora sulla teoria della cinematica e sulla tecnica di realizzazione. Queste meraviglie tecnologiche si ottengono sostanzialmente con le camme, gli eccentrici, le croci di Malta o, dalla fine degli anni Venti del secolo scorso, con la "ruota a zeta" inventata da Bruto Carpigiani, direttore tecnico dell'A.C.M.A. di Bologna. Tutti questi sono elementi (blocchi meccanici, direbbe Reuleaux) che consentono la trasformazione di un moto rotatorio in un moto rettilineo o alternato, comunque in ogni caso in un moto che abbia nello spazio un percorso diverso da quello rotatorio; questi sono gli elementi di base del complesso mosaico che costituisce la macchina automatica.

### MACCHINE ALTERNATE E CONTINUE

■ La spinta verso macchine sempre più efficienti, più veloci, porta a migliorare la loro meccanica e gli elementi che trasmettono il moto, si introducono materiali nuovi, più leggeri, si studia la lubrificazione delle parti in movimento e la si usa per consentire il raggiungimento di velocità più alte. La necessità di fare macchine più veloci:

Sistema CAM brevettato per prelevamento e formatura di astucci su macchine automatiche

CAM-GB Gnudi, Archivio aziendale



una sfida affascinante per i progettisti, una sfida tecnologica, di affinamento, da tavolo da disegno per superare limiti che si ritenevano invalicabili, ma anche una sfida concettuale, più sofisticata, che ci riporta all'essenza della macchina, al suo ciclo. Esiste un ciclo più veloce, che si presti al raggiungimento di velocità più alte?

Il ciclo delle macchine è generalmente costituito su movimenti alternati, con una fase di lavoro ed una di ritorno nella posizione iniziale e la presenza o meno di soste per realizzare i sincronismi con gli altri movimenti. Un mezzo operativo viene spostato dalla sua posizione iniziale e nel movimento compie l'azione sul prodotto, poi deve tornare indietro e raggiungere nuovamente la posizione iniziale per poter operare sul prodotto successivo. La fase di ritorno, necessaria ed indispensabile, è pur sempre un tempo morto, ai fini del ciclo non viene compiuta nessuna operazione. Né si modifica la velocità, un ritorno veloce non compromette nulla ai fini della lavorazione del prodotto, si studiano incroci raffinati e precisi, ma rimane sempre un tempo morto. Non basta per andare più veloci, occorre inventare un ciclo di funzionamento che non preveda fasi di ritorno: la macchina in continuo. È questo il sogno di ogni progettista, il sinonimo di velocità ed eleganza, senza tempi morti, addirittura con un rumore diverso, non più ritmico ma continuo. Non per niente siamo nella terra delle Ferrari e delle Lamborghini e la macchina continua, veloce, che non si ferma mai, è nell'immaginario collettivo la macchina perfetta.

Ancora una volta il ciclo determina la macchina, le prestazioni, i limiti. Anche il ciclo in continuo ha dei limiti, le macchine di questo tipo sono molto sensibili alla costanza del prodotto, sono poco "flessibili", hanno una pluralità di mezzi operativi che debbono essere assolutamente uguali per garantire la stessa qualità, sono delicate durante le fasi di partenza ma capaci di produzioni impressionanti. Per alcuni prodotti/produzioni le macchine in continuo sono la soluzione ideale, per altri settori o altre esigenze non sono particolarmente indicate, pur restando il chiodo fisso dei progettisti. Un progettista che si rispetti ha sempre sognato di realizzare una macchina in continuo e se è riuscito nell'avventura lo considera un elemento qualificante, d'onore.

Ma la macchina non è interessata a queste sensazioni, a queste immaginazioni, deve funzionare e funzionare bene, rispettando le specifiche di progetto. Si adatta anche a cicli misti, in cui alcune sue parti seguono un ciclo in continuo ed altre un ciclo in alternato: bisogna essere pragmatici. In ogni caso, qualunque sia il ciclo, le macchine debbono essere più affidabili, in generale, sia per la parte meccanica che per le interazioni con il prodotto da lavorare; inoltre, è necessario prevenire quelle condizioni anomale che si possono verificare nel ciclo di lavoro e che possono essere pericolose perché fermano la macchina, interrompono la produzione e in certi casi danneggiano parti della stessa. L'affinamento della parte meccanica, complesso, costoso, difficile è pur sempre un fatto certo, si opera su pezzi metallici, su dimensioni definite, su materiali stabili, mentre il prodotto da lavorare è, nella maggior parte dei casi, un'entità incerta. Basti pensare ad un dado da brodo, ad una caramella o ad una carta per avvolgere la stessa.

### LE MACCHINE ERANO "CIECHE"

■ Lo scenario tecnico e tecnologico rimane stabile per tutta la prima parte del Novecento, e stabile non vuol dire immobile. Le Aziende lavorano per creare nuove macchine, per perfezionare quelle esistenti con ciò che la tecnologia mette a disposizione, ancora di tipo meccanico. Migliorano le macchine utensili, si possono ottenere particolari meccanici con precisioni più alte, con superfici più accurate, si possono fare lavorazioni in serie e di serie di particolari, ma la tecnologia è quella meccanica. In questo campo, nella capacità di adattare la macchina, il ciclo, i mezzi operativi finali, nel rendere tutto questo insieme affidabile, sta il vero *know how* delle Aziende e dei tecnici. Le macchine sono "cieche", non vedono il prodotto, operano sempre nello stesso modo e se, per qualsiasi motivo, il prodotto non c'è, non hanno nessun mezzo per accorgersene e le conseguenze possono essere disastrose. Per alcune lavorazioni questa cecità non costituisce il vero problema, per altre è una difficoltà difficile da superare e, per farlo, l'unico modo è realizzare macchine affidabili, indifferenti alle variazioni dei prodotti. I tecnici le chiamano "muli", cioè capaci di lavorare sempre, mentre le altre sono considerate "delicate", perché hanno bisogno di cure, di messe a punto, e "schizinoze", per quanto riguarda il prodotto. La lettura di questo quadro, stabile fino al secondo dopoguerra, sta nel ciclo. Una sequenza di operazioni corretta, particolarmente adatta a quello specifico prodotto/lavorazione può portare al successo una macchina, un'Azienda. Può anche essere che il ciclo scelto sia ottimale, ma per aumentare l'efficienza del sistema si considera necessario "sentire" il prodotto.



I progettisti inventano così i "sensitivi", dispositivi che tentano di "sentire" se il prodotto da lavorare c'è, se è nella giusta posizione. Sono dispositivi meccanici, veri e proprie opere d'arte, colpi di genio e di fantasia che consentono alla macchina di funzionare in maniera più affidabile. Aiutando a ridurre gli "inzucchi", la macchina si ferma meno e si limitano le rotture. Oltre a "sentire" il prodotto bisogna essere anche capaci di agire di conseguenza, di fermare la macchina o alme-

Un antico esempio di macchina "cieca": il mulino da seta "alla bolognese". Il prof. Carlo Poni illustra a Renzo Imbeni, Sindaco di Bologna, le caratteristiche ed il funzionamento del modello esposto al Museo, anni '80

Museo del Patrimonio Industriale, Archivio fotografico

### Blocchi logici e PLC

Due forme realizzative diverse della stessa funzione: la logica della macchina, come coordinare la sequenza dei suoi movimenti in funzione delle condizioni di stato date dai sensori e dai pulsanti.

In una prima fase l'introduzione del PLC rappresentava solo una forma tecnologica diversa per realizzare le stesse funzioni "logiche": più economica, più rapida, più razionale, più facile da utilizzare, ma sempre la stessa logica.

Successivamente il PLC ha implementato la capacità di svolgere funzioni matematiche, algoritmi di calcolo, algoritmi di controllo, che hanno consentito l'introduzione in macchina di nuovi dispositivi: i motori brushless.

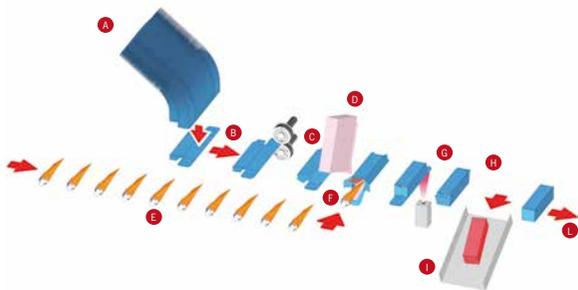
Quadri elettrici presenti su due macchine automatiche Marchesini: analogico (in alto) e con PLC Marchesini, Archivio aziendale



## Astucciatrice alternata e continua

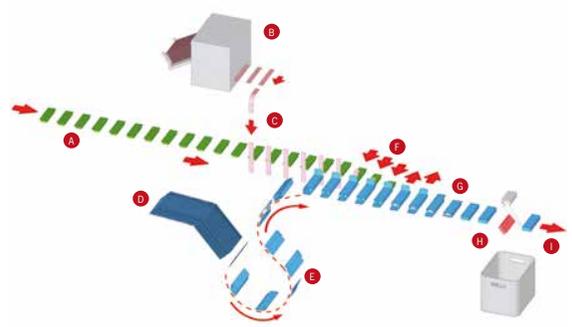
Il packaging di un prodotto è funzionale a un mercato e deve rispondere alle esigenze specifiche di quel mercato. La risposta consiste in due soluzioni, non in antitesi ma alternative. La necessità di lavorare su una stessa macchina prodotti di dimensioni diverse meglio si sposa con un concetto di macchina in alternato, in cui tutte le operazioni sono in sequenza, con pause di arresto. È disponibile un unico set di mezzi operativi finali a contatto con il prodotto, facilmente cambiabili, facilmente adattabili al prodotto stesso: la macchina è flessibile. L'esigenza, invece, di alte produzioni, di alti volumi, non richiede una macchina flessibile, ma una macchina veloce in cui tutti i movimenti, nell'asse del tempo, vadano in un'unica direzione, senza i tempi morti delle fasi di ritorno tipiche delle macchine alternate; una macchina con una pluralità di mezzi operativi, tutti uguali tra di loro, necessari per realizzare le funzioni in continuo le quali si coniugano molto difficilmente con le operazioni di cambio formato: la macchina non è flessibile ma ad alta produzione.

### Tutte le operazioni in sequenza con pause di arresto



A Magazzino astucci; B Alimentazione astucci; C Apertura astucci; D Magazzino e inserimento bugiardini; E Alimentazione prodotto; F Inserimento prodotto; G Incollaggio patte, flap, alette; H Chiusura astucci; I Uscita scarti; L Uscita prodotto

### Tutte le operazioni in sequenza senza pause di arresto



A Alimentazione prodotto; B Magazzino bugiardini; C Inserimento bugiardino; D Magazzino astucci; E Apertura astucci; F Inserimento prodotti; G Chiusura astucci; H Uscita scarti; I Uscita prodotto

Schemi del ciclo di due Astucciatrici Marchesini. Marchesini, Archivio aziendale

no una parte di essa. E i progettisti inventano innesti, frizioni, agganci e sganci in fase. Si tenta di interrompere il ciclo, fino a quel momento unico, imm modificabile, da ripetersi all'infinito.

La macchina automatica rimane "cieca", forse un po' meno "sorda" fino a dopo la seconda Guerra Mondiale. Lo sblocco di questa situazione di stallo, e il cambiamento del corso di questa storia, è dato dall'arrivo dei sensori, ed in particolare delle fotocellule, in grado di verificare la presenza dei prodotti da lavorare senza toccarli. È l'entrata dell'elettronica nel mondo dell'automazione.

La fine della cecità della macchina consente di aprire un nuovo capitolo sulle macchine e sulle Aziende. Vedendo il prodotto, conoscendone lo stato, si possono prendere delle decisioni, non importa se semplici o articolate, su come la macchina deve o non deve reagire, sulla presenza o meno del prodotto. Questo fatto implica che il ciclo, fino a questo momento unico e ripetitivo, possa essere variato, interrotto, modificato in funzione della presenza o meno del prodotto. Nasce una logica di funzionamento della macchina.

Anche i sensori meccanici, descritti precedentemente, avevano lo scopo di sentire il prodotto e operare scelte sul funzionamento della macchina, ma erano scelte semplici, "o sì o no". Con i sensori/fotocellule diventa possibile pensare ad una pluralità di scelte e di azioni. Inizia così un periodo di ripensamento delle macchine, di quelle esistenti e di quelle future, ancora da progettare. L'arrivo del sensore porta, come conseguenza, la possibilità di modificare il ciclo, di interromperlo, di farlo ripartire, di dividerlo in un insieme di cicli sincronizzati, di sincronizzare la sua partenza con la presenza del prodotto. Veramente un mondo nuovo di possibilità all'interno del quale immaginare nuovi modi di far funzionare le macchine, anche solo per renderle più affidabili o più sicure, o modi più complessi per sfruttare appieno queste possibilità. L'insieme di queste ipotesi di lavoro, di funzionamento della macchina sulla base delle condizioni operative segnalate dai sensori, del prodotto "visto" dalle fotocellule, definisce la "logica" di funzionamento della macchina stessa.

### SI DEFINISCE UNA "LOGICA" DI FUNZIONAMENTO DELLA MACCHINA

■ Arriva la "logica" di funzionamento in una macchina, originariamente meccanica a ciclo fisso, "che bastava metterla in moto" e andava sempre. Arriva in sordina, discreta, quasi dimessamente, il progettista meccanico la tollera, quasi infastidito di dover aver bisogno di un elettricista per "mettere a posto le cose". Ma è solo l'inizio. Siamo negli anni Sessanta del secolo scorso e molte macchine nascono già prevedendo l'impiego della logica, cioè nascono con dei cicli frazionati e la logica governa la sincronia degli stessi fra di loro e con il prodotto. Le prime logiche sono realizzate a relè, semplici funzioni di tipo binario. La macchina assume una fisionomia diversa, il quadro elettrico inizia ad avere una consistenza, il pannello di comando si arricchisce di pulsanti e luci; adesso lo chiamano *human interface*, allora era solo una pulsantiera. Soprattutto, c'è l'"elettricista", fino ad allora

una figura secondaria nel variegato mondo dei montatori/assembleatori, che, soprattutto fra i progettisti, comincia ad assumere una fisionomia diversa, non più solo di servizio e di asseveramento ma di parte attiva al progetto. Dal relè ai moduli logici, da questi al PLC, passaggi di tecnologie vorticosi, veloci, travolgenti. Il primo PLC a Bologna arriva nei primi anni Settanta.

Sono innovazioni incrementali importanti, aiutano a produrre meglio, a fare le modifiche più in fretta, assieme ai sensori permettono di controllare il ciclo o i sottocicli in funzione dello stato del prodotto, rendendo la macchina più gestibile. Ma non incidono sulla progettazione del ciclo, sono di servizio, di contorno. In ogni caso il loro arrivo porta una rivoluzione nel mondo delle macchine automatiche, fino ad allora prettamente meccaniche: sono arrivati gli "elettronici", i "barbari" che seguono altre religioni, altre liturgie, che lavorano in modo diverso. Sono richiesti, ripudiati, corteggiati e calunniati. Presto da uno diventano molti, formano delle tribù, tollerati o esclusi, ben visti o sopportati, ma indispensabili. La messa a punto della macchina ha bisogno di loro, non solo dei meccanici. E loro fanno quello che vogliono, non hanno la lima o il calibro, le mani unte di grasso, ma portano il camice bianco e guardano dentro la "valigia" (di programmazione) e più tardi dentro un "televisore". La loro lingua è diversa, spesso non compresa dai meccanici, non ci sono traduttori e un po' c'è la sensazione che sia una "lingua biforcuta". La macchina automatica ha bisogno di loro perché, per soddisfare le esigenze del mercato che richiede più affidabilità, più controllo dei prodotti, più opzioni operative, ha bisogno di essere governata da una logica.

### GLI "ELETTRONICI" SI INTEGRANO NEL TESSUTO PROGETTUALE E PRODUTTIVO

■ Come è capitato a tante tribù barbare, poco alla volta anche quella degli elettronici finisce per integrarsi nel tessuto progettuale e produttivo delle Aziende e del distretto, trovando spazio negli uffici, nelle messe in funzione delle macchine, nelle operazioni di assistenza. Intanto la crescita smisurata della pubblicità induce i consumatori a richiedere sempre più prodotti differenziati, anche nelle confezioni, per soddisfare possibilità e consuetudini diverse. Per le industrie produttrici ed utilizzatrici di macchine automatiche questo significa essere flessibili nelle produzioni, cioè avere macchine capaci di cambiare formato. Occorre che la macchina, o parte di essa, possa adattare le sue dimensioni alle dimensioni del prodotto che di volta in volta viene lavorato o a nuove configurazioni del prodotto finale.

La macchina, il suo ciclo, la modalità della sua realizzazione devono avere la possibilità di variare le geometrie, ed è meglio che questa possibilità di cambiamento avvenga in tempi rapidi per non perdere produzione. Le macchine vengono progettate o adattate alla nuova impellente esigenza, ma non tutti i cicli si prestano facilmente a questa impostazione. Alcune macchine hanno già insito nel ciclo la possibilità di variazione, altre no. Inoltre, se i "formati" sono molti, diventa necessario "ricordarsi" come deve essere adattata la macchina a ciascun formato.

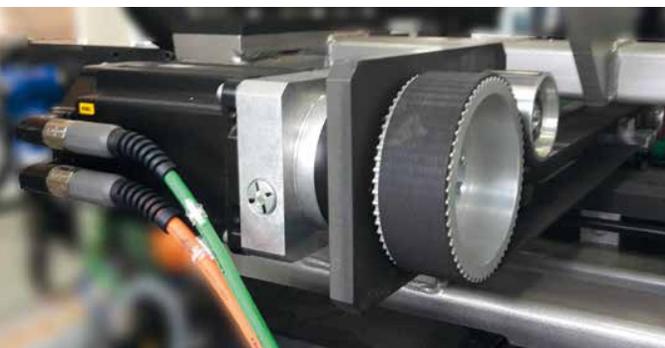


È la nuova grande sfida dei progettisti, soprattutto quelli meccanici, i quali debbono immaginarsi una macchina a geometria variabile ed in questa fase, negli anni Ottanta, l'elettronica o i PLC sono di un aiuto relativo. Una manovella può essere sostituita da un piccolo motore, magari dotato di un *encoder*. Il PLC può ricordarsi le posizioni per ogni singolo formato e il cambio formato può avvenire in tempi rapidi, ma è la macchina, la sua parte meccanica che deve essere predisposta a questo scopo. E comunque, se la macchina non è stata espressamente disegnata avendo come specifica di base la possibilità di fare un cambio formato, sarà quasi sempre necessario sostituire dei pezzi meccanici per adattarla alle nuove configurazioni.

Queste considerazioni ci portano a riconsiderare l'aspetto di primaria importanza del ciclo. Abbiamo affermato che il ciclo è la sintesi del processo progettuale, tecnologico e produttivo di una macchina, è quindi la risposta alle specifiche di progetto quali velocità di lavoro, capacità produttiva, costo, qualità del prodotto ed anche, non ultimo, la flessibilità, cioè la possibilità di lavorare formati diversi. In altri termini non esiste un solo ciclo per realizzare un prodotto e molte delle caratteristiche prima enunciate sono in antitesi o difficilmente coniugabili. Le Aziende caratterizzano il loro portafoglio/prodotto anche in questa direzione. Macchine ad alta capacità produttiva, macchine flessibili, economiche, molto difficilmente sono in grado di produrre macchine "universali", capaci di fare tutto bene, ad alte velocità e ad un costo ragionevole. Una diversificazione ed una sfida che ha trovato nel distretto di Bologna risposte adeguate ad ogni esigenza ed ad ogni richiesta del mercato.

Addestramento di tecnici stranieri all'interno dello stabilimento SASIB, anni '80

SASIB, Archivio aziendale



Motore brushless utilizzato per generare movimenti nelle macchine automatiche, un tipico esempio di catena cinematica di trasmissione del moto ai mezzi operativi

Museo del Patrimonio Industriale, Archivio fotografico

### UNA RISPOSTA "INTELLIGENTE": I MOTORI BRUSHLESS

■ Facciamo il punto sulla situazione tecnologica delle macchine automatiche/operatrici alla metà degli anni Ottanta. Il ciclo e la possibilità del suo frazionamento è un fatto consolidato; i sensori consentono il controllo totale della macchina e del prodotto; la flessibilità, nelle forme e con le caratteristiche prima enunciate, è un dato acquisito, come l'elettronica, intesa come base di gestione della logica di funzionamento e della capacità di controllo e governo della macchina (pannelli operatori).

Semberebbe quindi una situazione tecnologica consolidata con nuovi cicli, nuove macchine, nuovi prodotti e nuovi mercati, ma con due problematiche sempre attive, in attesa di soluzioni più intelligenti: la flessibilità delle

macchine, in funzione del cambio formato, e la loro affidabilità, in funzione della variabilità o dell'incostanza dei prodotti da lavorare.

Si tratta di trovare una modalità "intelligente" per affrontare e risolvere questi due aspetti tecnologici delle macchine automatiche: il controllo più preciso dei moti delle parti meccaniche e dei prodotti, un controllo intelligente che consenta rapidamente di adattarsi alle variazioni necessarie, sia per lavorare formati diversi, sia per adattarli al prodotto.

Vengono ambedue risolte con l'adozione dei servomotori, dapprima in corrente continua, poi dei motori brushless, e soprattutto dei relativi controlli. La macchina automatica si basa sul moto dei suoi componenti ed il servomotore, il motore brushless, correato da un dispositivo di controllo del moto, ne consente una gestione intelligente, variandone i parametri velocemente. Ecco quindi la trasformazione delle macchine da meccaniche a meccatroniche, intendendo con questa brutta parola la coniugazione della meccanica e dell'elettronica. Dal punto di vista del ciclo di macchina, a questo punto della nostra storia, non è ancora cambiato niente. In un primo momento si assiste alla mera sostituzione delle parti meccaniche generatrici del moto con motorizzazioni singole per ogni elemento operativo finale, sincronizzate fra di loro attraverso i controlli di moto di ciascuna motorizzazione.

Nelle macchine meccaniche la corsa di un elemento, mosso da una camma, poteva essere variato cambiando la lunghezza di una leva, il sincronismo di due movimenti poteva essere variato attraverso un gruppo differenziale, operazioni più o meno complesse, lunghe e difficoltose ma pur sempre fattibili. Nelle macchine a motorizzazione separata la corsa di ogni elemento può essere modificata variando la legge di moto del motore ed il sincronismo fra i moti si risolve in una sincronizza-

zione dei controlli di moto. Più veloce, più preciso e, soprattutto, con la possibilità di variare il profilo della legge di moto, se necessario, in funzione delle esigenze del prodotto o del ciclo quando deve operare su quel particolare prodotto. Non è assolutamente corretto pensare che questo modo di fare le macchine automatiche sia il solo possibile. La scelta di adozione di un sistema di motorizzazioni separate, "la macchina con i brushless", dipende da che cosa deve fare la macchina, a che mercato si rivolge, a quali specifiche deve rispondere. Molto probabilmente le esigenze di alcuni tipi di mercati o di macchine, di cicli o parti di essi, ben si prestano a questo approccio ma non è vincolante e non è detto che sia il più economico.

In ogni caso l'avvento di questa tecnologia richiede un lavoro congiunto fra il progettista meccanico e quel personaggio, l'elettricista, che abbiamo lasciato alle prese con la logica e che adesso è diventato veramente parte integrante del progetto, della costruzione, della messa in funzione ed assistenza sul campo della macchina. Il progettista meccanico, che era il *deus* della macchina, si trova a dover dialogare con un "barbaro" che si è certamente integrato ma che parla ancora un linguaggio complesso, in parte sconosciuto e sempre con quel sottile dubbio che abbia una lingua biforcuta; la sua "televisione" è diventata un PC, e sono sempre più indispensabili la sua presenza, la sua conoscenza e la sua capacità per "far andare" le macchine. Ma la storia è segnata e la meccatronica, almeno parzialmente, ha vinto. Non solo perché ci sono più motori brushless sulle macchine o perché i PLC sono sempre più potenti o perché i "pannelli operatori", oltre a comandare le macchine, forniscono informazioni sulla loro gestione come i manuali di istruzione e catalogo ricambi *on line*, ha vinto perché si è integrata nel sistema macchina e ha consentito di fare un ulteriore passo in avanti.



### FUTURO POSSIBILE

■ Lo scopo della macchina operatrice/automatica delle origini era quello di automatizzare un processo. Poi il mercato ha richiesto sempre più qualità, sempre più certezze sul prodotto finale e sulle operazioni che la macchina compie. Chi effettuava queste operazioni di controllo e di verifica sul prodotto finale era, ed in molti casi è ancora, l'operatore, l'uomo. Se c'è bisogno di un controllo finale, se c'è la necessità che il lavoro sia verificato al fine di apportare regolazioni, significa che la macchina opera in *loop* aperto, situazione che diventa sempre più difficile da sostenere. La macchina deve essere in grado di controllare se stessa, di controllare le operazioni che sta facendo, al di là ed al di sopra di tutti i livelli di affidabilità immaginabili; la macchina deve essere in grado di "certificare" che il prodotto finale sia conforme alle specifiche richieste.

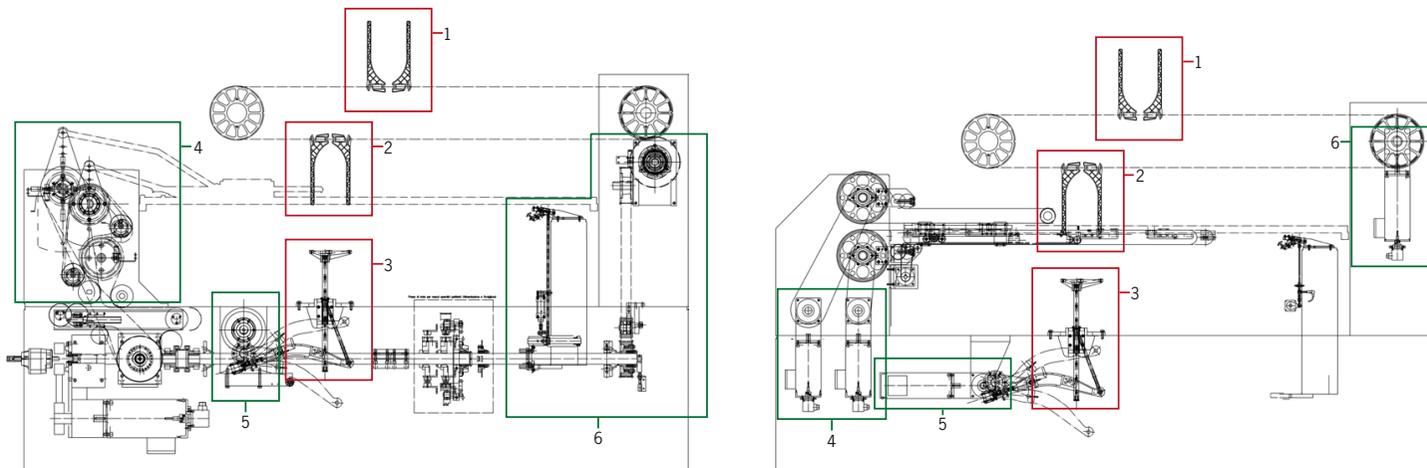
Stabilimento MG2 di Pian di Macina, a Pianoro. Reparto montaggio macchine

MG2, Archivio aziendale

## Macchina meccanica, macchina con motori brushless

Due esigenze concomitanti: aumentare la flessibilità della macchina, semplificare il progetto e la costruzione della parte meccanica a parità di risultato finale.

Il comune denominatore è costituito dai mezzi operativi, che sono a contatto con il prodotto, i quali debbono rimanere sempre gli stessi, mentre la catena cinematica distributrice ad essi dei moti viene eliminata e sostituita da generatori di moto singoli coordinati da un controllo: i motori brushless e il loro controllo asse.



Confronto di una stessa macchina avvolgitrice degli anni Novanta del '900 realizzata con movimenti derivati da catena cinematica rigida (nella pagina precedente) o con catena cinematica frazionata e singole motorizzazioni (in questa pagina). In rosso (nn. 1, 2, 3) sono indicati i mezzi operativi rimasti invariati, in verde (nn. 4, 5, 6) i generatori di moto diversi.

Perini Packaging, Archivio aziendale

Negli anni Settanta si era già avuto un esempio di un impiego simile di una macchina automatica. La Marpos, forte della sua tecnologia sulla misura di precisione, aveva messo a punto e commercializzato una macchina che controllava il lavoro fatto da altre macchine utensili, certificandolo tramite la selezione in classi. Nel caso specifico la macchina lavorava sulle bielle per motori automobilistici. Dunque si trattava di una macchina che controllava il lavoro di altre macchine, non più di operatori. Forse un esempio un po' forzato ma che ci permette di introdurre un concetto "nuovo" di macchina automatica, di tratteggiarne un'ipotesi per il futuro: una macchina che controlla il lavoro di altre macchine e che, portando all'estremo questo concetto, arriverà a controllare se stessa, quello che fa. Oggi, in particolari settori quali il farmaceutico, tutte le fasi del processo produttivo debbono essere certificate e validate. Viene certificato che tutte le operazioni avverranno sempre nello stesso modo ed in quel particolare modo. In alcuni casi anche il software di controllo della macchina richiede una certificazione, la garanzia che la macchina opererà sempre nello stesso modo e tutto questo al fine di garantire la qualità del prodotto finale, la sua rispondenza alle specifiche produttive. Ma tutto questo non basta. Occorre controllare, in modo esaustivo o a campione, che le specificità del prodotto siano rispettate, entro i limiti dei parametri indicati nella funzione gaus-

siana richiesta, e questo controllo deve essere fatto da operatori. Sono controlli *off line*, a processo avvenuto, che richiedono tempo, risorse, strumentazioni adeguate e personale responsabilizzato sull'importanza e la delicatezza di questo tipo di verifica. Il mercato impone una nuova esigenza: il controllo della qualità di prodotto, non più solamente la qualità "estetica", ma anche e soprattutto quella intrinseca della congruenza con le specifiche. La macchina automatica deve soddisfare questa esigenza, deve essere in grado di controllare quello che fa nel preciso istante in cui opera. Il prodotto che esce deve essere già controllato, deve già essere all'interno della gaussiana e si deve essere certi che risponderà alle specificità richieste.

Deve essere la macchina che controlla quello che fa; deve essere la riempitrice di bustine o di flaconi che controlla il peso, o il volume, mentre compie l'azione di riempimento, in tempo reale, non dopo, *post process*, ma durante l'azione, *in process*. La macchina automatica allarga il suo orizzonte, non più solo unità operatrice, veloce, flessibile, ma anche dispositivo di verifica e certificazione. Il mercato del farmaceutico non è un esempio limite, è forse uno dei più comprensibili per l'importanza che tutti noi diamo al farmaco, ma in tutti i settori produttivi c'è l'esigenza del controllo, della verifica. Il pacco del flacone di profumo deve essere avvolto perfettamente,

senza grinze; nella confezione di caramelle ci devono essere tutte; il volume del detersivo deve corrispondere a quello dichiarato (e pagato).

Il mondo della misura e della visione è già entrato nella macchina automatica e nel suo ciclo, e lo sarà sempre di più. In quest'ottica l'esempio citato della macchina Marpos che controlla il lavoro delle altre macchine è illuminante. La misura, la visione, il controllo, la meccatronica, l'elettronica vera hanno vinto. Sono entrati a pieno titolo nel ciclo della macchina, ne sono diventati parte integrante e fondamentale.

È l'elettronica dei sensori raffinati ed estremamente precisi, è l'elettronica dei controlli e del calcolo, è la tecnologia della visione asservita al controllo; la "logica di macchina", quella che una volta era fatta a relè, sta diventando una

piccola, limitata, embrionale intelligenza artificiale. Non si spaventino i signori meccanici, l'elettronica, i sensori, la visione artificiale non sono elementi autosufficienti, non costituiscono la macchina, ne sono una parte né più né meno importante delle altre perché non esisteranno più parti ma un "sistema macchina integrato" in tutto e per tutto. In assoluto? Questo accadrà in tutte le macchine e in tutti i mercati? Tutte le macchine saranno così? Evidentemente no, non in assoluto, non adesso, non in tutti i mercati, ma è una tendenza ed il mercato finale, quello dei consumatori, richiederà via via più certezze, più qualità, più tracciabilità.

L'unica risposta sarà quella di trasformare le macchine in isole di produzione autonome, capaci di garantire la qualità totale dei prodotti.

Opercolatrice MG2 PLANETA

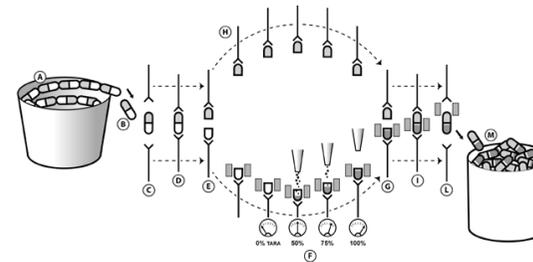
MG2, Archivio aziendale



## Controllo in process: opercolatrice MG2 MultiFLEXA

La macchina automatica si evolve: da confezionatrice a operatrice completa in grado non solo di confezionare ma anche di controllare che le operazioni fatte siano all'interno di determinate specifiche.

Nel caso particolare del farmaceutico (opercolatrici o riempitrici di capsule) alle fondamentali operazioni richieste alla macchina (dosare, chiudere, sigillare, contare) ora si associano le operazioni di controllo delle funzioni di riempimento: la quantità di prodotto dosata deve essere precisa, costante, all'interno delle specifiche, e questo controllo non deve essere a campione ma esaustivo su tutto il processo. Nasce l'esigenza di controllare l'operazione di riempimento in tempo reale, quindi di trasformare i controlli *post process* in controlli *in process*. L'utilizzo dell'elettronica consente oggi di realizzare queste sofisticate funzioni.



Elaborazione grafica Cesare Castellari

Fasi del ciclo della MG2 MultiFLEXA:

A alimentazione opercoli; B orientamento degli opercoli; C presa in continuo dell'opercolo nell'alveolo; D attivazione vuoto; E separazione dell'opercolo in due parti, fondello e coperchio; F operazioni di riempimento e pesatura (misura della tara, peso fondello vuoto, inizio operazione di dosatura del prodotto, controllo del peso del prodotto dosato, termine delle operazioni di dosatura); G sincronismo del fondello con il coperchio; H percorso dei coperchi; I chiusura del fondello con il coperchio; L rilascio della capsula completa; M scarico



In alto, opercolatrice MG2; in basso, particolare del disco MultiNETT aperto.

MG2, Archivio aziendale