

ONORANZE A LEONARDO DA VINCI
NEL QUINTO CENTENARIO DELLA NASCITA

COMITATO NAZIONALE

7

† GIOVANNI STROBINO

LEONARDO DA VINCI
E LA MECCANICA TESSILE



OSTRA DELLA SCIENZA E TECNICA DI LEONARDO
PRESSO IL MUSEO NAZIONALE DELLA
SCIENZA E DELLA TECNICA - MILANO

CA - Biella

ONORANZE A LEONARDO DA VINCI
NEL QUINTO CENTENARIO DELLA NASCITA

COMITATO NAZIONALE

•
7

† GIOVANNI STROBINO

LEONARDO DA VINCI E LA MECCANICA TESSILE



MOSTRA DELLA SCIENZA E TECNICA DI LEONARDO
PRESSO IL MUSEO NAZIONALE DELLA
SCIENZA E DELLA TECNICA - MILANO

ONORANZE A LEONARDO DA VINCI
NEL QUINTO CENTENARIO DELLA NASCITA

COMITATO NAZIONALE

7

† GIOVANNI STROBINO

LEONARDO DA VINCI
E LA MECCANICA TESSILE



MOSTRA DELLA SCIENZA E TECNICA DI LEONARDO
PRESSO IL MUSEO NAZIONALE DELLA
SCIENZA E DELLA TECNICA - MILANO



TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI

Industrie Grafiche Italiane Stucchi - Milano, Via Marconi 50

AL LETTORE

Nelle chiare, perspicue, elevate indicazioni direttive che il dr. ing. Carlo Rossi, del Comitato Nazionale per le Onoranze a Leonardo e Presidente del Comitato ordinatore, ha tracciato per i compilatori della Collana Vinciana di cui questo volumetto fa parte, è detto che si deve scrivere per l'uomo della strada, oggi indaffarato e preoccupato per i propri interessi materiali, richiamandolo alla conoscenza della figura universale di Leonardo e che la divulgazione della di Lui opera nei numerosi rami in cui meravigliosamente si è svolta, sia fatta in forma piana, non disgiunta da rigorosità storica e scientifica, si inquadrino i suoi ritrovati e le sue teorie nel tempo precedente e si dimostrino le sue anticipazioni che ancora s'incontrano nel pensiero e nelle tecnologie moderne.

Abbiamo cercato di attenerci del nostro meglio a queste direttive, senza dissimularci le difficoltà del compito affidatoci.

L'uomo della strada sa cosa sia l'automobile, l'aeroplano, il sommergibile, il tornio, il carro armato e quindi si orienterà facilmente verso le creazioni di L. in detti campi, ma pur vestendo panni, poco è cognito di fili e di tessuti. Perciò abbiamo creduto opportuno far precedere all'entrata in materia, alcune elementari nozioni tecnologiche per cui anche il profano, con poco sforzo,

sia messo in grado di capire e di apprezzare le invenzioni di Leonardo nel campo tessile. Tuttavia non abbiamo voluto dimenticare i tecnici delle nostre fabbriche — dirigenti, impiegati, assistenti e maestranze — nonchè gli studenti delle Scuole e degli Istituti Tessili, i quali, in genere, poco conoscono « Leonardo tessile », aggiungendo, a loro intenzione, qualche delucidazione di carattere tecnico.

E ci auguriamo di aver fatto opera buona, e di avere contribuito a degnamente onorare il grande toscano.

Legnano, 20 febbraio 1953.

L'AUTORE

I. — INTRODUZIONE

1. - Premessa.

Reputiamo opportuno, per facilitare al lettore profano lo studio di Leonardo « tessile », far precedere la relativa trattazione da alcuni cenni storici sull'arte tessile e da nozioni sul filo e sul tessuto.

2. - Cenni sulla storia della tecnica tessile, dall'antichità al Medioevo ed ai nostri giorni.

Non si hanno notizie sicure dell'evoluzione, nell'antichità, dell'arte dell'abbigliamento, del quale i primi uomini sentirono la necessità sia per proteggersi dal freddo, sia per ragioni morali, sia ancora per desiderio di ornarsi. Tuttavia si può ritenere che dapprima furono usate le pelli di animali o stoffe ottenute, senza filatura né tessitura, dalla trasformazione di scorze d'albero ⁽¹⁾. In seguito l'uomo creò il tessuto per intreccio di fili ricavati per suddivisione mediante tagliatura con coltelli da scorze d'albero o da foglie ⁽²⁾ ed ispirandosi — forse — per il loro intrecciamento, da palizzate, stuoie, cesti di vimini. Conobbe poi l'arte di filare, cioè di trasformare alcune materie prime riconosciute adatte allo scopo — lana, lino, canapa ed altre — da massa in-

(1) HULLEBROCK: *Les étoffes d'écorces*.

(2) LING ROTH: *Studies in primitive looms*, pagine 10 e 27.

forme o filacciosa, in *filo tessile* propriamente detto, di lunghezza continua, rotondo e flessibile. La seta ebbe origine dalla Cina, e l'arte di dipanare il filo serico dal bozzolo pare dovuta all'imperatrice Si-lung-chi, nel 1698 a. C. Venne in pari tempo creato il *telaio* propriamente detto, in varie forme, con i fili tesi verticalmente od orizzontalmente, com'è dimostrato dalle pitture esistenti nelle tombe egiziane, ecc. Il metodo per trasformare una massa fibrosa in filo fu quello della *conocchia e del fuso*. I Romani conoscevano l'arte di *rifinire i panni di lana*, mediante la *follatura* (pigiando il tessuto greggio con i piedi in apposite vaschette, sistema sostituito nel medioevo da pigiatura con grossi martelli, detti *gualchiere*); conoscevano pure la *garzatura* (sollevamento dei filamenti sporgenti dalla superficie del panno follato grattandolo con cardì vegetali); non ci è noto se veniva praticata la *ci-matura* (cioè l'ugualizzazione dei filamenti mediante taglio ad es. con forbici).

Verso l'anno 1000 ebbe inizio in Europa la *bachicoltura* e pochi secoli dopo, cioè nel 1300 circa, veniva a Bologna inventato un filatoio per torcere il filo serico.

Le industrie della lana e della seta avevano raggiunto nel 1500, e specialmente in Italia, un grande sviluppo; a Firenze l'arte di rifinire i panni (arte di Calimala) era fiorentissima e progredita. Tuttavia i procedimenti di filatura erano rimasti quelli dell'antichità; come pure i telai per tessere stoffe comuni (per le stoffe operate era in uso l'antico telaio *à la tire*). In tale stasi quasi millenaria della tecnica tessile rifulgono di meravigliosa luce le macchine tessili che il genio di Leonardo ideò, con concetti originali e precursori di molte macchine moderne. Non risulta che tali concetti trovassero pratica applicazione in quel tempo e solo dopo 400 anni furono ripresi dalla tecnica moderna. Non influirono pertanto sui progressi tecnologici tessili dell'epoca, e solo il *fuso ad aletta* rimase, con modifiche, nel filarello a mano (*rouet*) della filatura artigiana e casalinga.

E la stasi continuò rimanendo nel contempo l'industria tessile allo stadio artigianale, cioè sino al 1750 circa, in cui si iniziò in Inghilterra, dove tale industria era fiorente, il passaggio al tipo

industriale, per la creazione poco a poco avvenuta di congegni e di macchine: Kay (navetta volante, 1733); Lewis (carda per cotone, 1748); Hargreaves (filatoio intermittente, 1767); Arkwright (filatoio continuo, 1769); Crompton (filatoio intermittente semiautomatico, 1779); Cartwright (telaio meccanico, 1781); Jacquard (meccanica per la tessitura delle stoffe operate, 1801) ecc.; esse furono le capostipiti di tutto il perfezionato macchinario tessile moderno. E nelle macchine costruite dal 1800 ai giorni nostri ne troveremo alcune nelle quali sono richiamati ed applicati i concetti che il *grande toscano, quattrocento anni prima, aveva divinato*.

3. - Cenni sulla formazione dei fili e del tessuto.

I *fili*, con i quali si forma il tessuto, sono costituiti da fasci di *filamenti o fibre tessili* (lana, cotone ecc.) che mediante opportune operazioni di filatura vengono districate dalla primitiva massa



Fig. 1. - Nastrino di fibre, non ancora torte. Tirando le fibre, queste si separano facilmente.

fibrosa e scaglionate le une contro le altre, formando così una specie di sottile nastrino (fig. 1) e poi *torte* al fine di conferire al



Fig. 2. - Filo già torto, per cui le fibre si dispongono ad elica, tirandolo le eliche si comprimono reciprocamente ed il filo acquista resistenza alla trazione.

filo risultante la necessaria resistenza (fig. 2). Il filo ha forma quasi cilindrica, lunghezza indeterminata, diametro più o meno piccolo ed è molto flessibile. La seta si trae dal bozzolo in forma di bava continua e non richiede operazioni di filatura.

Il tessuto usuale (sono anche tessuti: le maglie, i tulli, ecc.) è una falda di lunghezza indeterminata, di larghezza limitata e di spessore minimo (per cui risulta pieghevole), ottenuta per intreccio di una serie di fili disposti longitudinalmente e tutti pa-

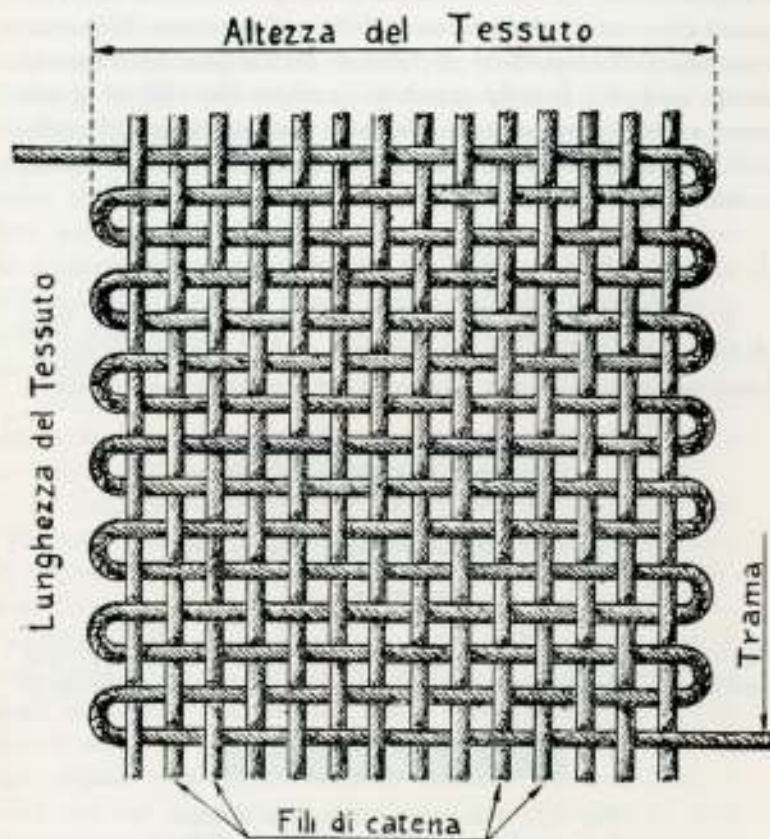


Fig. 3. - Il più semplice dei tessuti: la tela.

ralleli, detti di *catena* o di *ordito*, con un filo che corre da un bordo all'altro del tessuto avanti e indietro alternativamente. Questo filo dicesi *trama*; i bordi del tessuto diconsi *cimosse*. Il tessuto più semplice è la tela (fig. 3) che tutti conoscono e rico-

noscono. La formazione della tela è semplice. I fili d'ordito tesi su un *telaio* (fig. 4) si intrecciano con la trama in modo che questa una volta, andando ad es. da sinistra a destra, passa al disopra dei fili dispari ed al disotto dei fili pari, una seconda volta, nel ritornare da destra a sinistra, passa al disotto dei dispari ed al disopra dei pari. Per tessere la tela basterà quindi suddividere i fili in due gruppi: dispari e pari, e sollevare alternativamente l'insieme dei primi (1^a trama), poi l'insieme dei secondi (2^a tra-

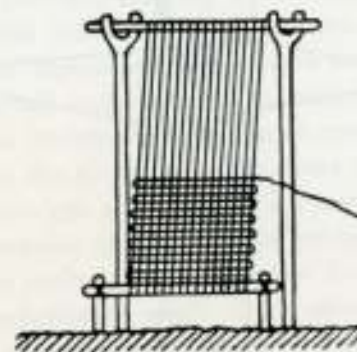


Fig. 4. - Telaio verticale egiziano. Dimostra l'origine del nome di «telaio» e la formazione della tela. I fili dispari e pari erano separati da licci di forma particolare (da CHERBLANC).

ma). A tal uopo ogni gruppo di fili è azionato dal cosiddetto *liccio*, ed i due licci sono uno alzato, l'altro abbassato (e viceversa) secondo il principio attuato anche nei più moderni telai e dimostrato dallo schema della fig. 5. Nelle aperture successivamente formate si introduce a mano la trama, svolgendola da un attrezzo adatto che nei telai casalinghi è a forma di semplice *spola*; un tipo assai antico di questa è indicato nella fig. 6; la trama viene poi unita al tessuto mediante una specie di *pettine*.

Il tessuto *greggio* viene per ultimo rifinito mediante operazioni di lavatura, follatura (per i panni), tintura, garzatura, cimatura, stiratura.

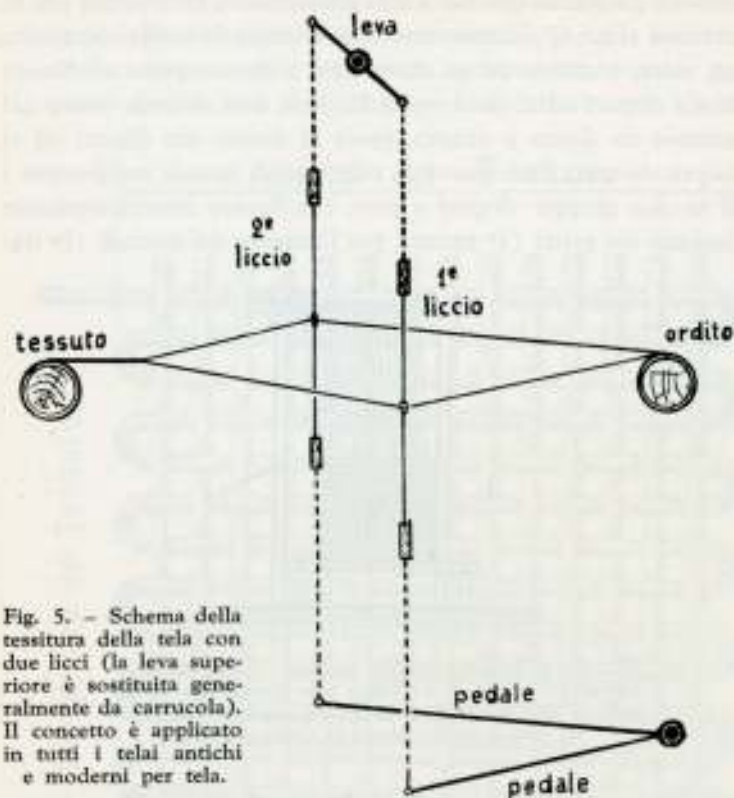


Fig. 5. - Schema della tessitura della tela con due licci (la leva superiore è sostituita generalmente da carucola). Il concetto è applicato in tutti i telai antichi e moderni per tela.



Fig. 6. - Attrezzo a doppia forchetta per avvolgere la trama, formando così una spola, che si introduce a mano nel passo.

4. - Leonardo e l'ambiente tessile del suo tempo (*).

Verso il 1500, l'industria tessile italiana, considerata nel suo complesso, come già abbiamo detto, era molto attiva.

L'industria laniera era meno in auge di prima, ma sempre

(*) G. S.: *Leonardo ingegnere tessile*. Rivista « L'Ingegnere », 2 febbraio 1939.

notevole. Quella serica era in fase ascendente di sviluppo, sparsa in vari centri di tutta l'Italia, fiorente nella Toscana a Lucca, Siena, Firenze; il '500 fu dipinto « il secolo aureo per la seta italiana » (*). La canapa era materia prima indigena e abbondantemente coltivata; il lavoro artigiano si limitava alla pettinatura delle fibre lunghe, che venivano vendute alle massie delle campagne, che le filavano e le tessevano per uso domestico, dando luogo ad un'industria casalinga assai importante (**). E, naturalmente, non potevano mancare le fabbriche di funi.

Con questo quadro sommario abbiamo inteso porre in evidenza quanto importante fosse in quel tempo la lavorazione sia a tipo industriale artigiano, sia domestica, della lana, della seta e della canapa, lavorazione primitiva di scarsa produzione — non di perfezione, che gli italiani erano allora maestri nell'arte tessile ed insegnarono agli altri. Il genio e l'umanità di Leonardo non potevano rimanere estranei a tanta prodigiosa attività della nazione; egli era inoltre vissuto a lungo in Toscana ed in Lombardia, regioni eminentemente tessili. Il suo genio non si fermava alla tecnica, ma ne considerava il complesso con le condizioni economiche e commerciali. Accanto allo schizzo di una macchina laniera scrive: « L'arte della lana faccia il navilio e piglisi l'entrata passando, esso navilio da Prato, Pistoia, Serravalle e metta nel lago e sarà senza conche e più durabile e di più entrata per le loci donde passa » (Cod. Atl. folio 398). I suoi codici e particolarmente il Codice Atlantico che contengono numerosi disegni d'insieme e di dettagli costruttivi relativi alle macchine tessili, dimostrano in modo indubbio, che di esse egli si occupò molto e profondamente.

E da presumere che qualche industriale o artigiano abbia sottoposto a Leonardo problemi di meccanica tessile e nelle contingenze ora accennate può ritrovarsi l'origine dei numerosi schizzi

(*) ENCICLOPEDIA ITALIANA: *La storia dell'arte della seta*. Voce: « Seta », pag. 527, Vol. XXI.

(**) ENRICO BRUZZI: *L'artigianato dei linaioli, canapai e funai*. In: « L'Avvenire d'Italia », 30 marzo 1941.

di macchine per filare, per torcere corde, per tessere, per rifinire i panni (garzatrici e cimatrici, delle quali si ha l'impressione che egli se ne sia occupato in modo particolare) per rifinire berretti, che troviamo nei Codici sopraccennati; alcune di esse contengono — come già abbiamo detto, con meravigliosa intuizione — concetti fondamentali di invenzioni che furono ripresi ed applicati solo alla fine del '700 ed agli albori del secolo stesso.

È superfluo ripetere quant'è notorio sulla universalità di Leonardo, che primieramente grandissimo come artista non lo fu meno come scienziato e come tecnico; egli si occupò e risolse, precorrendo i secoli, problemi di ogni ramo della meccanica e della tecnologia. Poco era noto a noi italiani di lui come tecnico tessile. Si parlava, per averne avuto notizia dall'Alcan (*) di una cimatrice elicoidale da lui inventata, ma questa notizia risultò poi inesatta; l'illustre prof. Marcolongo (†) nei suoi studi Vinciani fa cenno di invenzioni Leonardesche relative a macchine per torcere, per filare e per cimare panni. In precedenza autori tedeschi come il Beck (‡) ed il Feldhaus (§) e specialmente il primo, avevano già compiuti studi non privi di profondità nei riguardi delle macchine tessili Leonardesche, ma tali lavori erano noti, fra noi, solo alla ristrettissima cerchia degli studiosi Vinciani. Grazie anche ai dati raccolti per la ricostruzione di alcune macchine tessili della mostra Leonardesca di Milano nel 1939, lo scrivente ha cercato di completare l'opera dei suoi predecessori per ciò che riguarda le macchine tessili, compilando in ordine cronologico, le seguenti monografie:

1) *Leonardo da Vinci ingegnere tessile - Macchine per filare e per torcere*. Rivista «L'Ingegnere», nn. 2 e 15 febbraio 1939.

2) *Leonardo inventore tessile*. Rivista «Laniera», n. luglio 1939.

(*) ALCAN: *Travail des laines*.

(†) ROBERTO MARCOLONGO: *Studi Vinciani*. Napoli, 1937, pag. 36.

(‡) THEODORE BECK: *Historischen Notizen*. In: «*Zeitschrift der deutschen Ingenieure*».

(§) FELDHAUS: *Leonardo, der Techniker und Erfinder*, pag. 57.

3) *Modo di fare il laccio secondo Leonardo*. Rivista «Laniera», n. luglio 1939.

4) *Leonardo meraviglioso precursore di moderne macchine tessili*. Questa monografia è inserita nella parte II (Medioevo) della Storia della Tecnica Tessile, pubblicata nella «Enciclopedia Storica delle Scienze e delle loro applicazioni» del dr. ing. Arturo Uccelli (1943, Ed. U. Hoepli, Milano).

5. - Schema della trattazione.

Abbiamo ritenuto opportuno, ai fini della presente trattazione, di raggruppare le macchine tessili di L. come segue:

Macchine per l'industria tessile comune. Con questa dizione, intendiamo riferirci alla lavorazione delle fibre tessili come lana, lino, canapa, e cascami relativi (come ad es. la stoppa).

Esamineremo, in tale gruppo, successivamente le seguenti macchine di L.:

A) Filatoio continuo ad alette.

B) Telaio meccanico.

C) - D) Garzatrici e cimatrici meccaniche per la finitura dei panni.

Macchine tessili varie:

A) Macchine per la filatura della seta.

B) Macchine per corderia.

C) Macchine per la rifinitura delle berrette.

Seguirà un *Riassunto sulle anticipazioni di L.* relativamente alle moderne macchine tessili.

II. — LEONARDO E LE MACCHINE PER L'INDUSTRIA TESSILE COMUNE.

A) FILATOIO CONTINUO AD ALETTA.

6. - *La filatura prima di Leonardo.*

Si eseguiva con la *conocchia ed il fuso*, per le fibre a lungo taglio (ad es. canapa) ed, anche, per le fibre corte (ad es. lana

corta) con la ruota a filare; in entrambi i casi il procedimento si definisce: *intermittente*.

La conocchia ed il fuso sono strumenti antichissimi, il loro impiego è illustrato dalle figure 7, 8, 9. Com'è dimostrato dalla fig. 7, se noi teniamo racchiuso nella mano sinistra un fiocco ad es. di lana, lasciando sporgere alcune fibre e queste dolcemente afferriamo con la mano destra tirando nel contempo, otterremo



Fig. 7. - Dimostra come si può trasformare coll'azione delle mani un fiocco di fibre in tratto filo (operazione detta: *stiro*).



Fig. 8. - Filatura col fuso semplice (fase di torsione).
(foto F. MOGGINO)

un tenue nastriano, eseguendo così la prima fase del filare, cioè l'affinamento o *stiro*. Per iniziare il consolidamento del filo, impartiamo, nel tirare, una leggera torsione, ed otterremo così un tratto di filo, al quale bisogna poi dare la *torsione definitiva*. Ciò si ottiene mediante il *fuso*, consistente in un pezzo di legno duro lungo circa 25-30 cm., ad estremità appuntite ingrossato nella parte mediana (diametro massimo cm. 2,5). Fibre corte possono tenersi solo colle mani, ma nel caso di lane lunghe, canapa, lino, le fibre sono opportunamente disposte sulla rocca (figg. 7 a 10). Dapprima si prepara un tratto di filo come sopra indicato, poi

lo si avvolge sul fuso fissandolo all'estremità superiore mediante laccio (fig. 8). In tal modo il fuso è sospeso al filo. La filatrice tira con attenzione e abilità le fibre fuori dalla rocca e le trattiene fino al punto in cui va data la torsione, mentre con la destra imprime all'estremità superiore del fuso un rapido moto di rotazione. Quando il tratto di filo è torto si raccoglie la *gugliata* fra le dita (fig. 9), si libera poi il nodo scorsoio e si avvolge detta *gugliata*



Fig. 9. - Si raccoglie sulle dita il tratto di filo ottenuto, che poi si avvolge sul fuso (fase dell'incannatura).



Fig. 10. - Donna Greca che fila con fuso e conocchia.
(foto F. MOGGINO).

sul fuso. Si annoda nuovamente il filo alla punta e si ricomincia il lavoro ⁽¹⁰⁾. Dalla fig. 10 si ha la visione di una filatrice con conocchia e fuso, al lavoro.

La ruota per filare, originaria dall'India ⁽¹¹⁾ (dove presumibilmente serviva per la filatura del cotone) fu introdotta in Europa in tempo imprecisato del Medioevo; si dimostrò particolarmente adatta per filare le *fibre corte*.

⁽¹⁰⁾ UCCELLI: *Enciclopedia storica delle Scienze* (G. S., «L'Arte tessile: Antichità», pag. 507).

⁽¹¹⁾ MORTON: *An introduction to the Study of Spinning*, pag. 130.

Essa è molto semplice; consiste (fig. 11) in un fuso orizzontale fatto girare da corda e da volante che la filatrice aziona con la mano destra, mentre con la mano sinistra tiene per il pollice e l'indice il tratto di lucignolo cardato, preparato in forma di grossa e tenue corda dai cardatori. L'estremità del lucignolo preventi-



Fig. 11. - Ruota per filare le fibre corte (da MORTON).

vamente formata a filo, è fissata al fuso. Le operazioni procedono nell'ordine seguente:

1) la filatrice mentre fa ruotare il fuso con la destra, opera lo stiro del lucignolo tirandolo dolcemente con la mano sinistra, ed avendo cura di tenere la *gagliata* (tratto di filo in lavorazione) con un angolo *ottuso* rispetto al fuso, in modo che questo girando non *l'avvolga* ma *ne consenta la torsione*, la quale deve essere *debole*, per non impedire lo stiro;

2) ottenuto il filo della grossezza voluta, si dà un supplemento di torsione, facendo ruotare ancora il fuso (*torsione definitiva*);

3) sulla nuda estremità del fuso sono avvolte alcune spire,

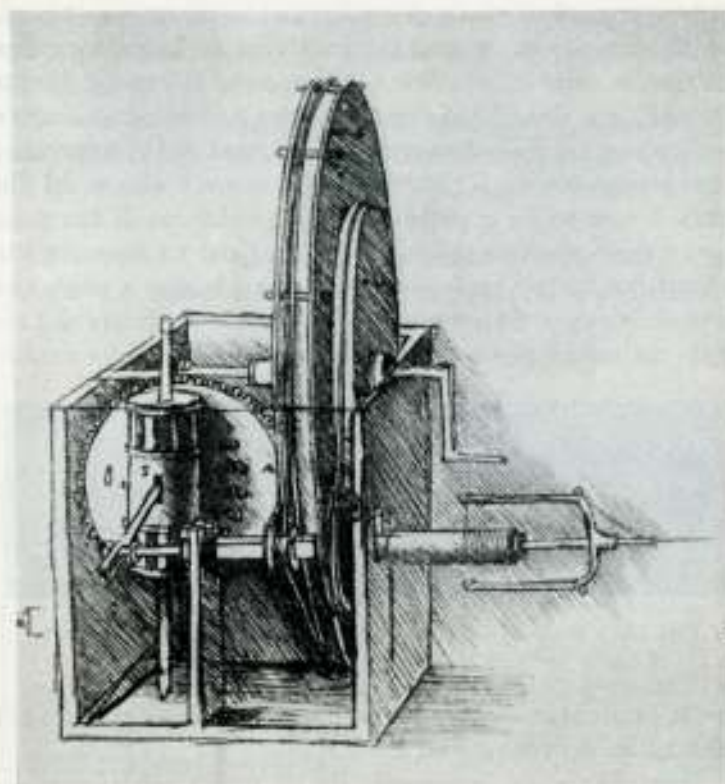


Fig. 12. - Complesso del fuso ad aletta, disegnato da Leonardo (Codice Atlantico folio 393 verso a).

bisogna svolgerle per poter poi incannare e perciò si fa girare il fuso in senso contrario (*spuntatura*);

4) si effettua l'avvolgimento del tratto filato sul fuso (*incannatura*).

Le quattro fasi ora descritte si ritrovano ancora nel moderno *selfacting* o *filatoio intermittente per lana cardata*.

7 - Leonardo ed il suo fuso ad aletta.

Il sistema di filatura ora spiegato è detto *intermittente*, perchè sul medesimo tratto di filo si eseguono, in un primo tem-

po, le operazioni di stiro e di torsione, ed in un secondo tempo, immediatamente successivo, l'incannatura. A Leonardo spetta il merito di avere col suo fuso ad aletta posto le basi del *filatoio continuo*, cioè dove le operazioni di stiro, torsione, incannatura si succedono nel *medesimo tempo* in tre tratti di filo consecutivi e che continuamente si rinnovano col costante avanzare del filo stesso. È noto anche ai profani come la produzione di una macchina a moto continuo (ad es. la sega circolare) sia superiore alla analoga macchina a moto alternato (ad es. la sega a telaio con moto alternativo). Scrivevamo ⁽¹²⁾: « Tutte le invenzioni di Leonardo nel campo tessile sono geniali e precorritrici della moder-



Fig. 13. - Sezione del fuso e dell'aletta disegnata da Leonardo (Codice Atlantico folio 393 verso a).

nità in cui rivivranno, ma nessuna a nostro modesto avviso è più meravigliosa del suo fuso ad aletta ».

Riassumiamo qui brevemente da un nostro precedente studio ⁽¹³⁾ la descrizione di detto fuso, che Leonardo disegnò con la consueta maestria ed eleganza. Accanto alla riproduzione dell'originale (figg. 12 e 13) abbiamo aggiunto uno schema esplicativo nella fig. 14 e nella fig. 15 la fotografia del fuso ricostruito.

Il meccanismo è racchiuso in una cassetta. Il fuso è costituito da una lunga asta *A B C* (fig 14). L'estremità *A* è determinata da due flange, entro le quali sta una forcella *b* che mediante meccanismo ingegnosissimo imparte al fuso un lento moto di va e vieni. La parte *A B* è a sezione quadrata e scorre in un manicotto avente

⁽¹²⁾ A.: *Leonardo inventore tessile*. Rivista « Laniera », numero di luglio 1939.

⁽¹³⁾ A.: *Leonardo ingegnere tessile*. Rivista « L'Ingegnere », numero di febbraio 1939.

pure tale sezione interna ed esterna (salvo dove ruota nel supporto *S*); su detto manicotto è fissata una puleggina a gola *2* dalla quale riceve moto rotatorio.

La parte *BC* è di forma cilindrica sottile, e su di essa è collocato folle, a partire da *B*, un manicotto *D* con puleggia a gola *4* (che gli imparte il moto rotatorio) e sul quale è infilata la bobina *E*.

All'estremità *C* è fissata l'aletta *F* formata da due bracci che si equilibrano nella rotazione. Il filo che l'operaia ha preventiva-

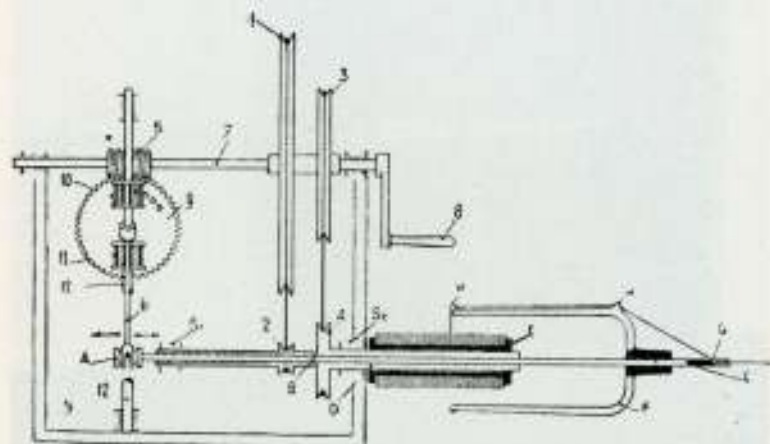


Fig. 14. - Schema dimostrativo del fuso ad aletta di Leonardo. (Dalla Rivista L'Ingegnere, 1939).

mente stirato (affinato) con le sue mani, passa nel forellino assiale praticato all'estremità del fuso, esce dal foro trasversale *G*, passa su due occhiellini *H, H'* dell'aletta e si avvolge sulla bobina *E*.

Il fuso e l'aletta ricevono moto simultaneamente e con diverso numero di giri. L'aletta girando, produce la torsione del filo e girando più rapidamente del fuso, consente l'incannatura. Inoltre il fuso riceve, contemporaneamente a quello di rotazione, un movimento alternato di va e vieni, che permette l'avvolgimento del filo a spire regolari su tutta la lunghezza del cannello.

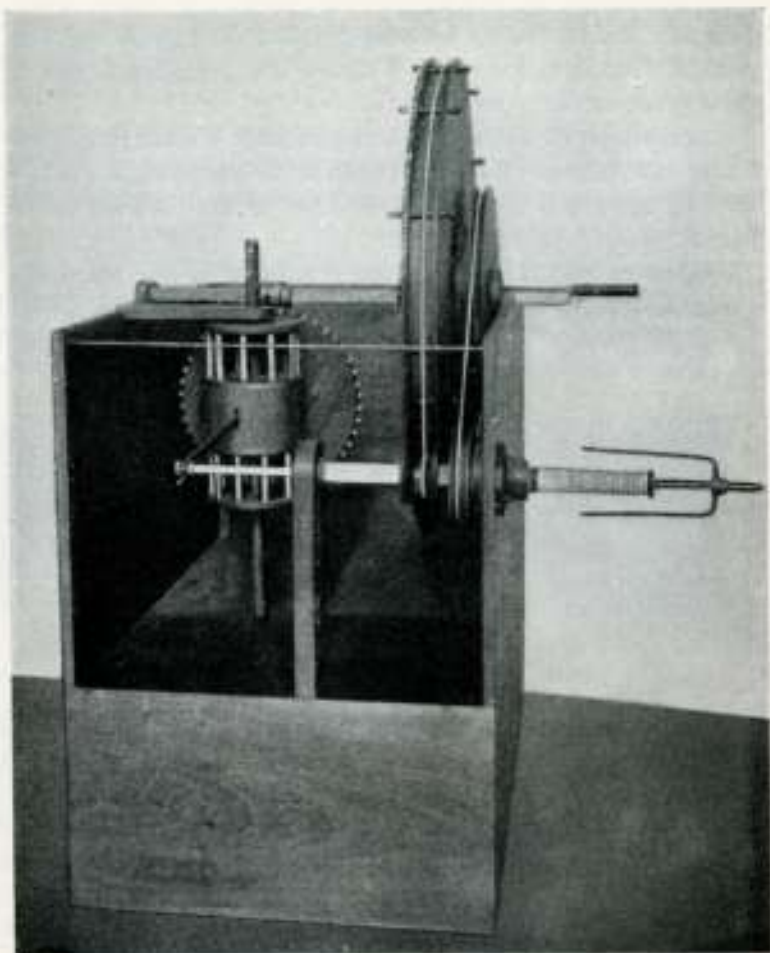


Fig. 15. - Il fuso ad aletta di Leonardo ricostruito (Mostra Leonardesca).

8. - Leonardo immagina una macchina per filare a più fusi.

Dominato dall'idea della produzione in serie, L. progetta una macchina per filare a 4 fusi, il cui schizzo originale è riprodotto a fig. 16, azionata meccanicamente da un albero centrale. Sul folio 377 sta scritto: « Non ha altra fatica che attorcere il filo ».

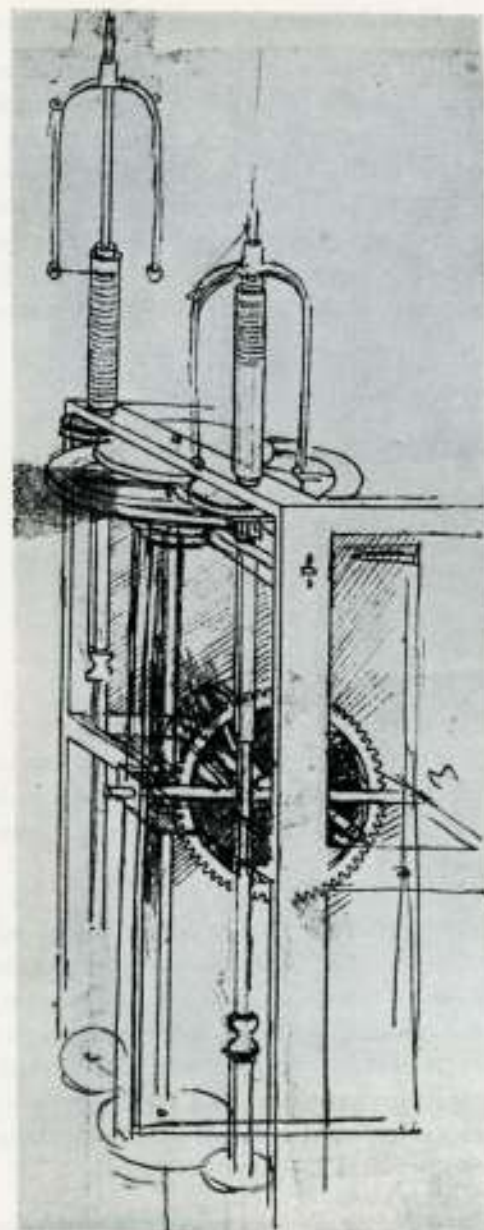


Fig. 16. - Schizzo di Leonardo per macchina da filare a quattro fusi (di essa è disegnata solo una metà). (Codice Atlantico, folio 377 recto a).

Il procedimento di filatura è bensì continuo, nel senso della definizione precedentemente data, ma è interrotto dopo la formazione di ogni disco di strati, per cui si deve spostare — fermando la macchinetta — il filo da un uncino al successivo. Vantaggioso è l'azionamento dell'aletta e della bobina dal pedale, per cui sono lasciate alla filatrice le mani libere per lo stiro del lucignolo.



Fig. 19. — Modo di filare la canapa con la ruota di Jürgen (da MORRON).

* * *

Contestazioni tra la ruota di Jürgen ed il fuso ad aletta di L. in merito alla priorità dell'invenzione, devono essere sorte fra i tecnici e gli studiosi.

Feldhaus ⁽¹⁵⁾ e Fahrbach ⁽¹⁶⁾, storici dell'industria tessile, hanno fatto confronti della macchina di Leonardo con la ruota per filare di Jürgen e decisamente affermano che la priorità dell'invenzione dell'aletta deve attribuirsi a Leonardo.

Feldhaus dice: « Noi troviamo una macchina per filare realmente completa, molto prima di Jürgen, sul folio 393 v.-a del Cod. Atl. » e Fahrbach, dopo aver parlato della ruota di Jürgen: « A questo punto sia rilevato che già dal 1500 il geniale pittore

⁽¹⁵⁾ FELDHAUS: *Leonardo, der Techniker und Erfinder*, pag. 154.

⁽¹⁶⁾ FAHRBACH, in: *Geschichte der Textil-Industrie*, pag. 21.

ed inventore Leonardo da Vinci aveva schizzato una macchina per filare completa, meravigliosa per quei tempi... Un paragone dell'invenzione di Leonardo da Vinci con la ruota, ulteriormente venuta, di Jürgen, dimostra che la prima già impiegò l'aletta come organo d'incannatura e che similmente come nella ruota di Jürgen le differenti velocità della spola e dell'aletta venivano ottenute mediante trasmissione a corda. La priorità dell'invenzione dell'aletta non è da attribuire a Jürgen, bensì a Leonardo da Vinci, a meno che non si dimostri l'esistenza di ruote per filare prima del 1500 ».

Ma dove il dispositivo vinciano dimostra la propria inconfondibile genialità è col distributore automatico del filo.

Dice Feldhaus: « Per impedire che il filo venga avvolto nel medesimo posto, Leonardo inventa il distributore di filo; questo distributore venne poi nuovamente ritrovato e inventato in Inghilterra nel 1794 ».

Meglio specifica Fahrbach: « La più grande caratteristica della ruota di Leonardo da Vinci consiste però nel movimento assiale del fuso, mediante il quale veniva evitato il difettoso appendimento dei fili sui successivi uncini dell'aletta e si poteva ottenere uno svolgimento ininterrotto del filo. Nella ruota di Jürgen non troviamo questo dispositivo che manca anche nella prima macchina (*Waterframe*) di Arkwright del 1769. Il movimento automatico di sollevamento si trova nel suo secondo brevetto del 1775... ».

Secondo il Forti ⁽¹⁷⁾ il fuso ad aletta fu progettato da Leonardo come macchina incannatrice per l'industria serica « destinata cioè ad avvolgere in rocchetto la seta già filata in matasse e dare ad essa una prima torcitura »; su questo punto non sapremmo dire se il fuso fu immaginato da L. per la seta, nella quale non occorre lo stiro, che necessita invece per la lana. Ad ogni modo siamo con l'A. quando egli asserisce che nel dispositivo si trovano tutti gli elementi per la costituzione del filatoio ad aletta.

Secondo il Forti, Leonardo inventò il suo fuso ad aletta verso

⁽¹⁷⁾ FORTI: *Storia della tecnica italiana*, pag. 108.

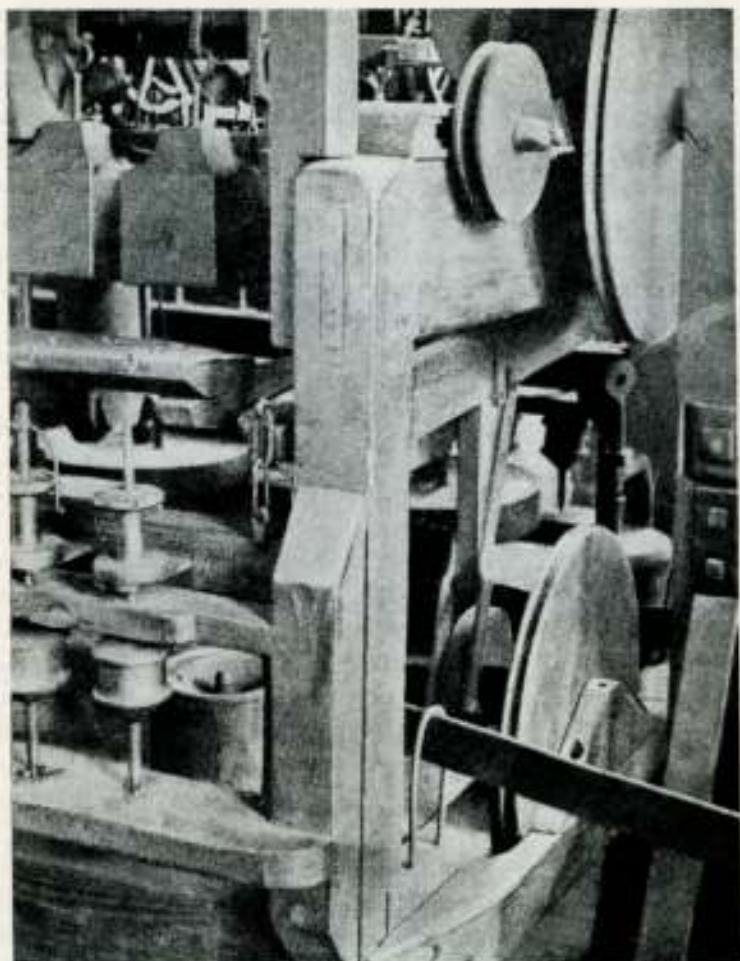


Fig. 20. - Filatoio continuo ad aletta di Arkwright brevettato nel 1773 (da MORTON).

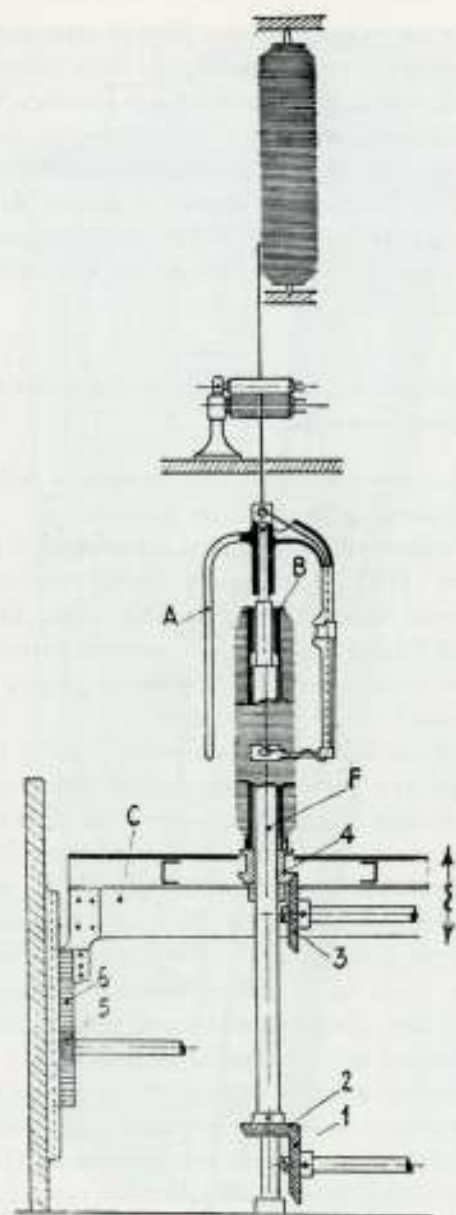


Fig. 21. - Schema dimostrativo del moderno banco a fusi (dalla Rivista: L'Ingegnere, 1939).

il 1490 « come un'incannatrice per filati di seta; pochi anni appresso si registrano le prime applicazioni delle alette al comune filatoio a ruota... ne parla lo *Hausbuch der Familie - Waldbourgh* al principio del secolo seguente e lo *Steffen Arn des Eyne Kalender* di Lubeca per il 1519. Infine, nel 1530 Giovanni Jürgen di Wattenbüttel (Brunswick) applicò il pedale ad una mulinella simile a quella inventata da Leonardo, ricorrendo solo ad un sistema diverso per la distribuzione del filo su tutta la lunghezza del rocchetto ».

10. - *Le applicazioni dei concetti del fuso ad aletta di Leonardo alle macchine moderne.*

Il fuso di L. costituisce indiscutibilmente una delle più meravigliose anticipazioni della moderna filatura.

La prima applicazione è, in ordine cronologico, il filatoio continuo ad aletta (1775) di Arkwright (fig. 20) munito di un dispositivo di alzata ed abbassata delle bobine. Nel filatoio precedente del 1769 l'Arkwright aveva conservato l'aletta ad uncini del Jürgen, ma il dispositivo non si dimostrò, com'è facile comprendere, pratico.

Il dispositivo di Leonardo è manchevole nella regolarità di torsione, poichè non si vedono dispositivi atti a modificare il numero dei giri della bobina. Tolto questo punto, la macchina di Leonardo è la genitrice del banco a fusi impiegato nella filatura del cotone, di cui diamo uno schema nella fig. 21, affinchè lo si possa confrontare con lo schema della fig. 14; a tale scopo gli organi che danno il moto sono indicati nei due schemi coi medesimi numeri. Nella fig. 22 è rappresentato l'insieme di un moderno banco a fusi. (Esaminare la parte scoperta del comando dei fusi, in relazione allo schema della fig. 21).

Ma il dispositivo guidafile di Leonardo è ancora esattamente quello che è applicato nelle spoliere moderne tipi Schweiter, Boltri ecc., di cui diamo uno schema dimostrativo in fig. 23. In esse il fuso ha duplice funzione: come tale (cioè ruota ed avvolge il filo) e come guidafile.

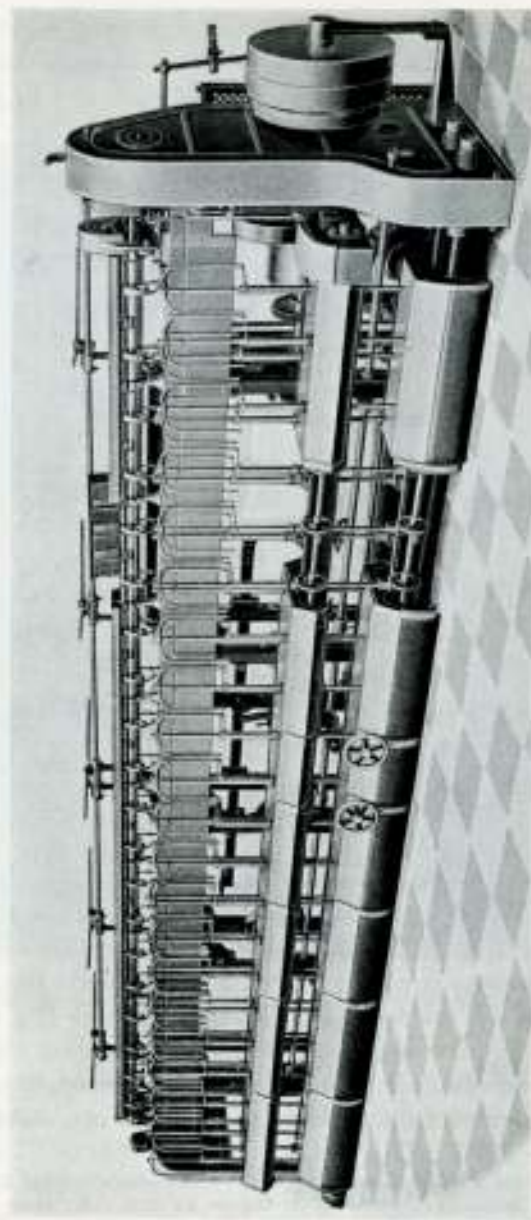


Fig. 22. - Insieme di un moderno banco a fusi.

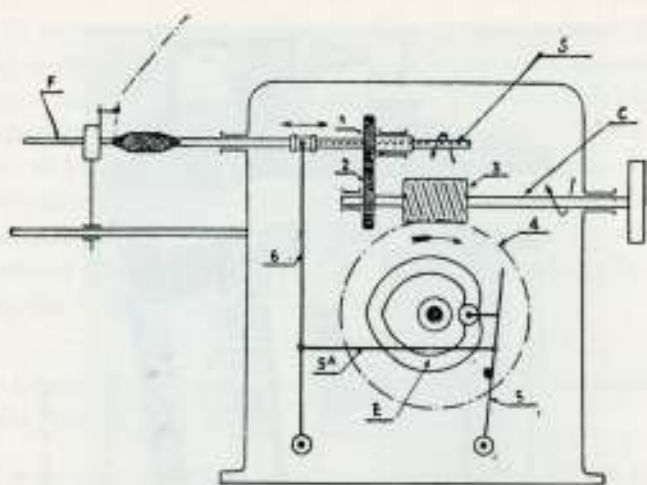


Fig. 23. - Schema dimostrativo del guidafile di una spoliiera moderna. (dalla Rivista: L'Ingegnere, 1939).

B) TELAIO MECCANICO.

11. - La tessitura nel 1500.

Il tessere, cioè la trasformazione da filo in tessuto, si eseguiva sul telaio a mano, il cui impiego ai fini della produzione industriale si protrasse sino al XVIII secolo; oggi lo si ritrova ancora nella tessitura casalinga.

La forma del telaio variava secondo i luoghi. Primitivo assai è quello raffigurato nella fig. 24 ricavato da una pittura di Norimberga ⁽¹⁸⁾; consiste in quattro grossi piuoli, infitti nel pavimento e sostenenti i due rulli dell'ordito e del tessuto; le carrucole per il sostegno e il funzionamento dei licci sono appese al soffitto. Non meno primitivo è il telaio rappresentato (fig. 25) in una formella del campanile del Duomo di Firenze ⁽¹⁹⁾; è costituito da due panconi sopportanti da una parte il subbio d'ordito e dalla parte opposta quello del tessuto, oltre a due regoli verticali sostenenti il battente col pettine e le carrucole; ben visibili sono

⁽¹⁸⁾ FAHRBACH: *Die Geschichte der Textil-Industrie*, pag. 268.

⁽¹⁹⁾ A. COMEZ: *Il Centenario di Giotto e l'arte della lana*. Rivista « Laniera », 1937, pag. 408.

le calcole. La tessitrice è in atto di passare la navetta, formata da un lungo legno ad estremità appuntite, e con vuoto nella parte mediana, in essa è collocata un'asticina (detta in quel tempo



Fig. 24. - Un tessitore tedesco del 1387 (da *Geschichte der Textil-Industrie*).

fusciello) che sosteneva il cannello il cui filo si svolgeva attraverso buchi praticati nei fianchi della navetta (che allora aveva nome di *spuola*). Più vicino ai telai dell'età moderna è quello della fig. 26 che ha forma di telaio vero e proprio, forma che del resto era già da tempo adottata per i telai da stoffe operate.



Fig. 25. - L'arte del tessere. Formella di Giorgio e Andrea Pisano. Campanile del Duomo di Firenze (foto Alinari).

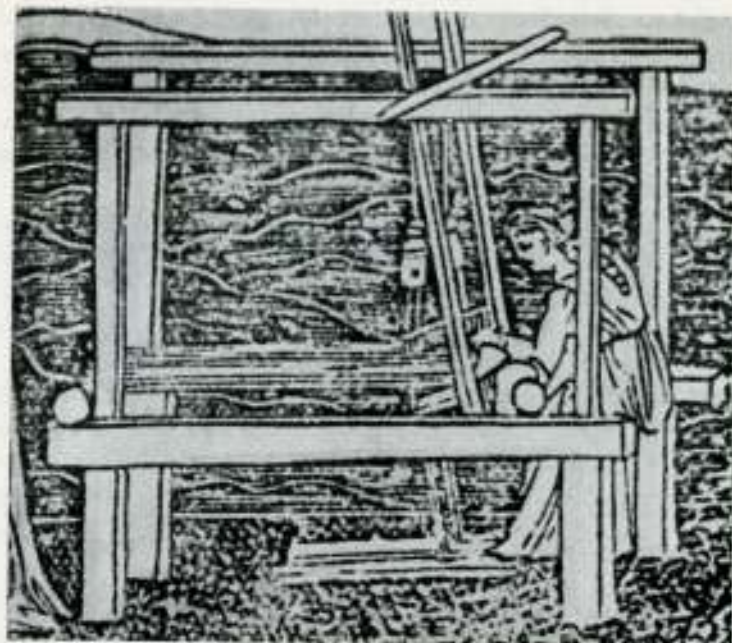


Fig. 26. - Telaio medievale (da E. BRUZZI).

12. - Leonardo immagina un telaio meccanico.

Il telaio a mano per tessere, molto impiegato in quel tempo sia nella Toscana sia in molte altre regioni d'Italia, richiamò evidentemente l'attenzione di Leonardo, Maestro della meccanizzazione, com'è dimostrato dai numerosi schizzi d'insieme e di dettagli che egli ci ha lasciati su questo argomento.

Del telaio meccanico abbiamo un suo progetto che è riprodotto nella fig. 27. Il comando della macchina appare realizzato da un albero centrale. Sotto la figura sta scritto: « Questa è, seconda alla stampa delle lettere, non meno utile ed esercitata dagli omini e di più guadagno e più bella e sottile invenzione ».

Lo schizzo non appare chiaro in tutte le sue parti, ed in ciò conviene anche il Beck, nell'interpretazione che egli dà di questa macchina. Il telaio sembra disposto, per la parte superiore (organi

di lavoro: licci, battenti, navetta, della quale non si scorge il modo di azionamento) al di sopra del pavimento, e per la parte inferiore (subbi dell'ordito e del tessuto) al di sotto del pavimento stesso, in apposito vano. Non si vedono gli organi di sostegno. E indubbio che il comando per tutti gli organi deriva da un unico albero centrale.

Recentemente, per intenti ricostruttivi, il Comitato Nazionale per le Onoranze a Leonardo incaricava il per. ind. Luigi Boldetti di effettuare ulteriori indagini sul telaio di Leonardo, risultandone lo schema di cui alla fig. 28, accompagnato da una descrizione che, per gli *organi di lavoro*, così si esprime:

« L'albero 1 è quello motore, azionato a mano o da altra forza meccanica; detto albero ruota in un altro coassiale, che porta sulla destra due denti 15 contrapposti che servono per l'azionamento delle leve a contrefetto 16. A mezzo di quattro ruote dentate che stanno sul lato destro, ogni quattro giri dell'albero motore, l'albero coassiale fa un giro.

L'albero 1 porta solidale sulla parte sinistra un dente 14 (che L. chiama *rota del primo loco*, cioè di comando) che fa avanzare, ad ogni giro di dente, il pignone 2 (che L. chiama *ruffianella*) che ha sei denti con un intervallo di mezza oncia e ingrana con una ruota dentata 3, di dodici denti di uguali caratteristiche (sono indicazioni di L.). La ruota 3 porta su un lato la spirale 4 che a mezzo dell'asta 5 e del nottolino 6 trasmette il moto alla parte inferiore. Ad ogni spostamento di un dente della ruota 2, la molla 23 ne fissa la posizione.

La ruota 3, a mezzo delle calcole 19, muove i licci 20 e la leva a squadra del pettine oscillante 21, in modo che quando un liccio si è alzato, il pettine si trova lontano dall'ultima trama battuta; quando i licci tornano nella posizione di riposo, il pettine va a battere la trama.

Le calcole 16, funzionanti a contrefetto mediante la carrucola 17, azionano il complesso di leve 18 che spostano la navetta da una parte all'altra del tessuto inserendo la trama ».

Queste risultanze delle esperite recenti indagini fanno bene sperare che si possa ricostruire il complesso degli organi di lavoro,

compresa la navetta, ma esse presentano ancora dei punti dubbi e chiedono di essere perfezionate.

Dove, per contro, il telaio appare realizzabile — almeno teoricamente — è nel meccanismo relativo al *funzionamento automatico dei subbi dell'ordito e del tessuto*, la cui rotazione posi-

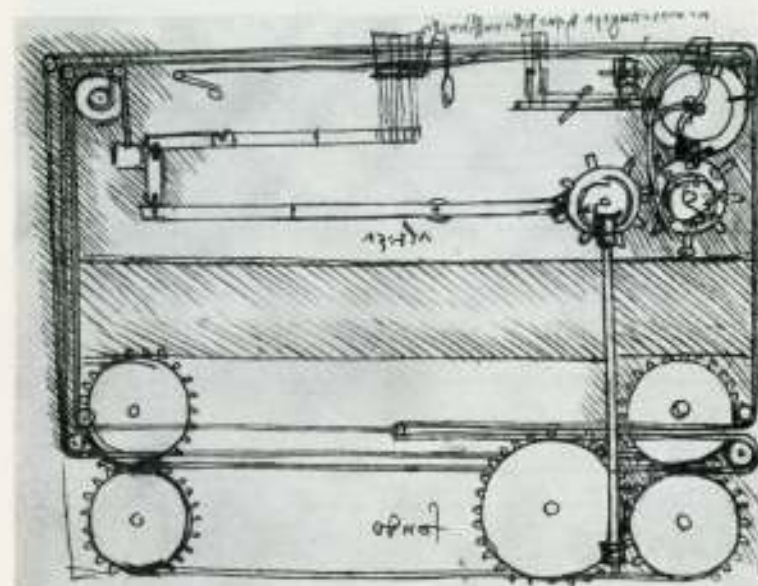


Fig. 27. - Progetto di Leonardo di un telaio meccanico (Codice Atlantico folio 356 r. a).

tiva, cioè controllata, avviene regolarmente e parallelamente alla formazione del tessuto.

L'ordito si svolge dal subbio 13 i fili passano in basso su una verga di rinvio ed in alto su due verghe per la separazione dei fili dispari da quelli pari. Il tessuto segue il percorso indicato nella figura su due rulli, poi si ripiega, teso da un rullo richiamato costantemente da corda e dal peso 25 — in modo da conferire la necessaria tensione, all'ordito e al tessuto — e, per ultimo, si avvolge sul subbio del tessuto 10.

L'azionamento dei due subbi ha luogo nel modo seguente:

La ruota 3 porta la spirale 4 che, mediante l'asta 5 ed il nottolino 6, aziona la dentarella 7. Infatti, ad ogni dodicesimo di giro della ruota 3, l'asta 5 si innalza facendo ruotare la dentarella; dopo un giro completo, l'asta ricade, per ricominciare il lavoro di innalzamento col dente successivo. La dentarella 7 è

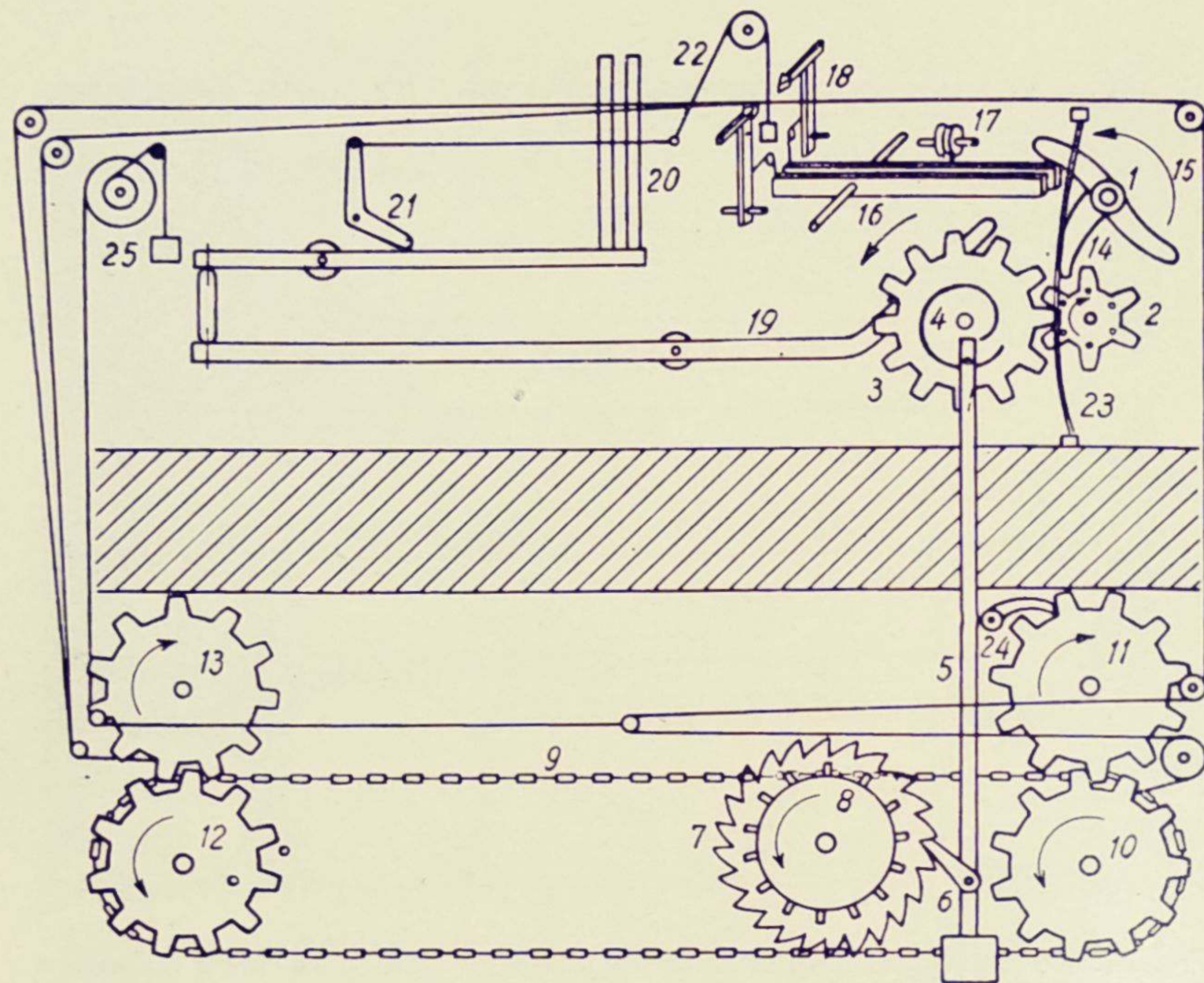


Fig. 28. - Schema del telaio di L. secondo l'interpretazione di L. Boldetti.

solidale con la ruota a denti 8, la quale, mediante la catena 9, trasmette il moto di rotazione contemporaneamente alla ruota 10 e quindi al *subbio del tessuto*, ed a quella 12 che, ingranando con la sovrastante 13, aziona il *subbio d'ordito*. La ruota 10 ingrana a sua volta con la ruota sovrastante 11, sulla quale agisce il nottolino 24, che serve ad evitare il *disgiramento del tessuto avvolto* e della dentarella 7.

È noto che per una data lunghezza del tessuto occorre una corrispondente maggiore lunghezza dell'ordito (causa la sinuo-

sità dei fili che intrecciano); Leonardo ha pensato anche a questo, facendo il *subbio dell'ordito* « più grosso » del *subbio del tessuto*, poichè ha assegnato ad entrambi ugual numero di giri. « Se in una volta dal *subbio b* (ordito) egli svolge un braccio di filo,

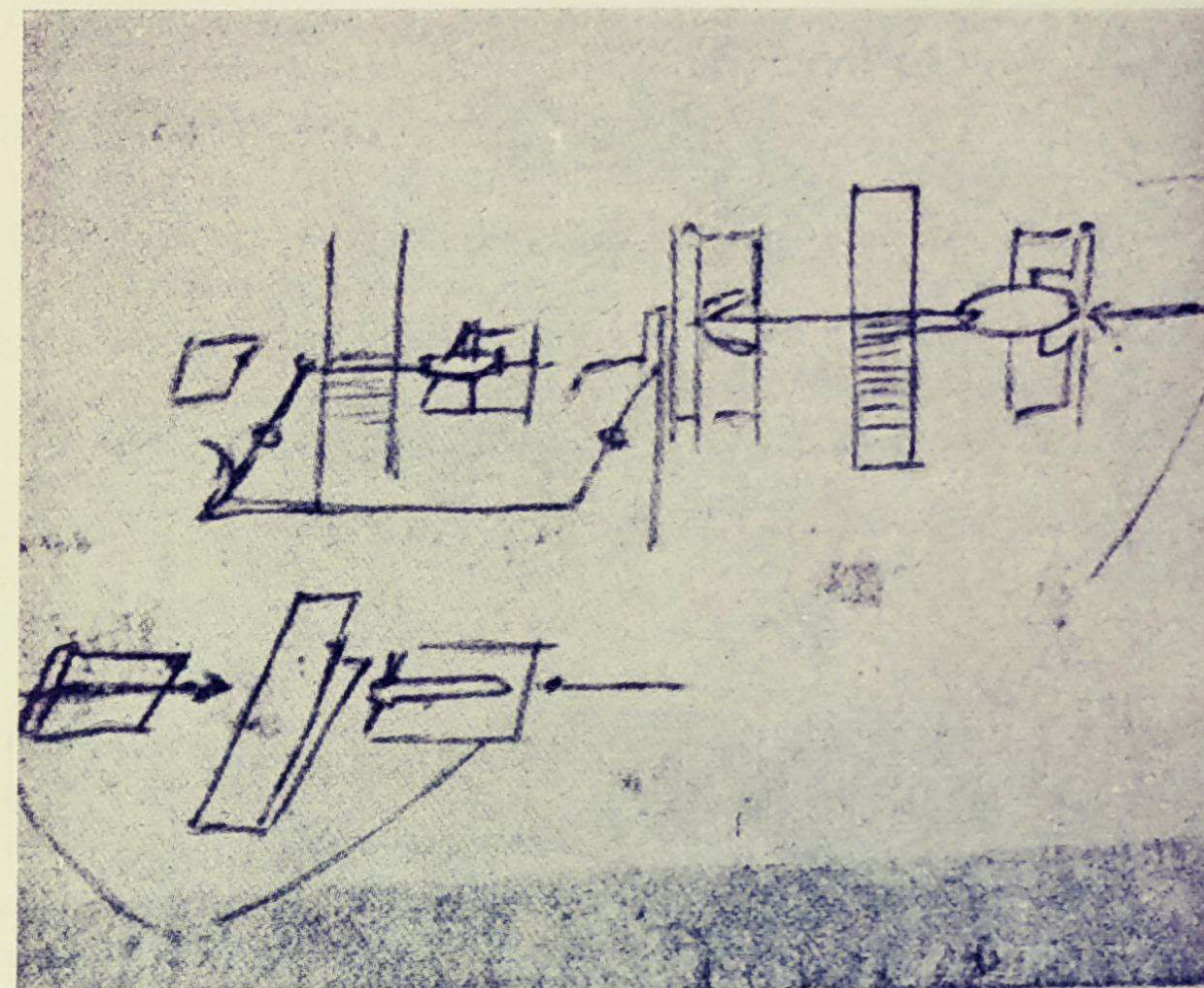


Fig. 29. - Studi di Leonardo per inserire con sistema meccanico la navetta attraverso il passo. (Codice Atlantico, folio 317 veso b).

il *subbio a* (tessuto) che lo (riceve) avvolge diminuito e finito, si avvolgerà $7/8$ di braccio ».

Ci siamo intrattenuti un po' a lungo su questo argomento perchè oggetto delle sopraspecificate nuove ricerche.

* * *

Il Beck da parte sua ha interpretato, oltre i movimenti del pettine e del battente, anche quello della navetta, che presume sia *lanciata nel passo* (*Schützenschlag vorrichtung*). Abbiamo

La ruota 3 porta la spirale 4 che, mediante l'asta 5 ed il nottolino 6, aziona la dentarella 7. Infatti, ad ogni dodicesimo di giro della ruota 3, l'asta 5 si innalza facendo ruotare la dentarella; dopo un giro completo, l'asta ricade, per ricominciare il lavoro di innalzamento col dente successivo. La dentarella 7 è

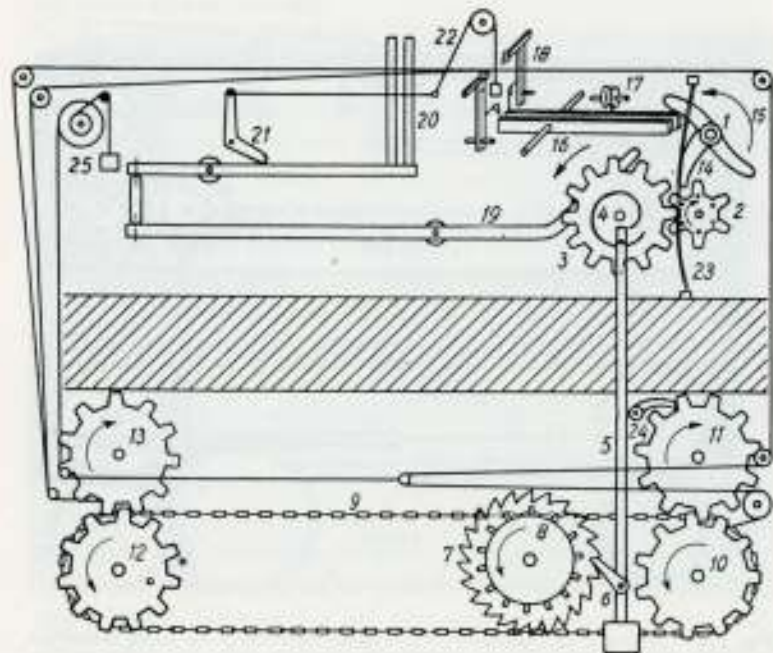


Fig. 28. - Schema del telaio di L. secondo l'interpretazione di L. Boldetti.

solidale con la ruota a denti 8, la quale, mediante la catena 9, trasmette il moto di rotazione contemporaneamente alla ruota 10 e quindi al subbio del tessuto, ed a quella 12 che, ingranando con la sovrastante 13, aziona il subbio d'ordito. La ruota 10 ingrana a sua volta con la ruota sovrastante 11, sulla quale agisce il nottolino 24, che serve ad evitare il disgiramento del tessuto avvolto e della dentarella 7.

È noto che per una data lunghezza del tessuto occorre una corrispondente maggiore lunghezza dell'ordito (causa la sinuo-

sità dei fili che intrecciano); Leonardo ha pensato anche a questo, facendo il subbio dell'ordito « più grosso » del subbio del tessuto, poichè ha assegnato ad entrambi ugual numero di giri. « Se in una volta dal subbio b (ordito) egli svolge un braccio di filo,

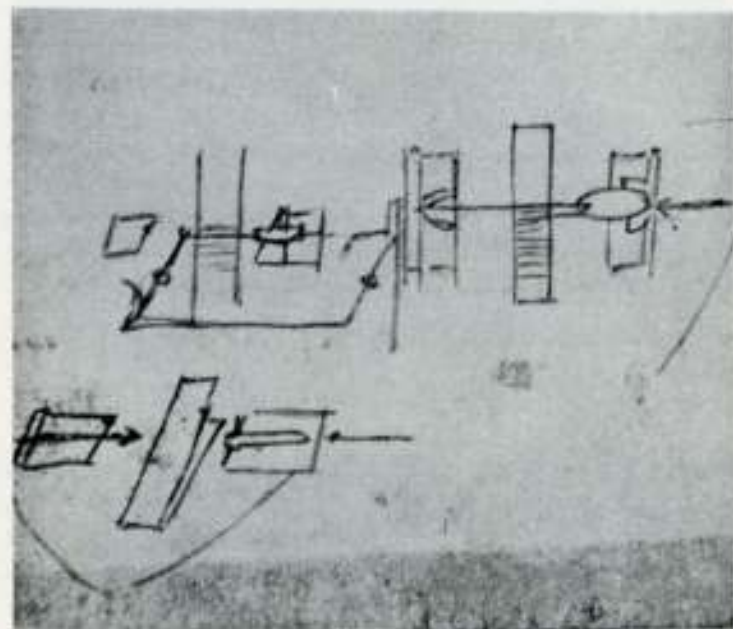


Fig. 29. - Studi di Leonardo per inserire con sistema meccanico la navetta attraverso il passo. (Codice Atlantico, folio 317 verso b).

il subbio a (tessuto) che lo (riceve) avvolge diminuito e finito, si avvolgerà $7/8$ di braccio ».

Ci siamo intrattenuti un po' a lungo su questo argomento perchè oggetto delle sopraspecificate nuove ricerche.

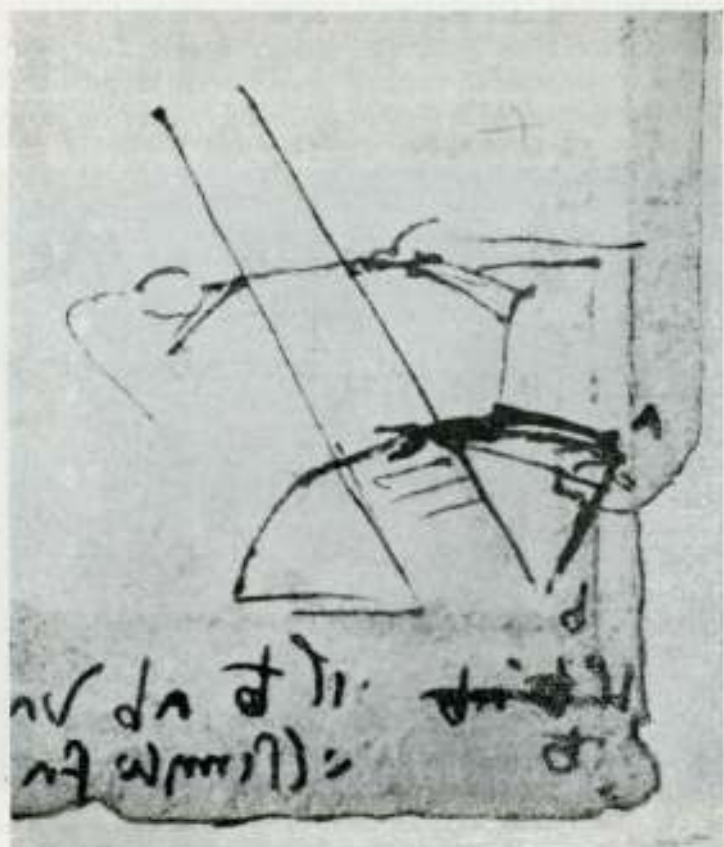


Fig. 30. - Schizzo per il movimento della navetta.
(Codice Atlantico, folio 317 verso b).

dubbi sull'esattezza di questa interpretazione, poichè non sembrerebbe che L. abbia intuito il concetto del lancio della navetta (che fu poi ideato da John Kay nel 1733 ed il cui principio fondamentale è tutt'ora impiegato nei telai moderni) e nei suoi studi sul movimento della navetta, e di cui ora diremo, egli appare orientato verso la navetta condotta attraverso il passo con moto positivo, o controllata, che dir si voglia.

13. - Studi di Leonardo sull'azionamento meccanico della navetta.

Come già abbiamo spiegato, nella tessitura a mano la navetta, assai lunga, veniva inserita (come si fa ancora oggi nei telai casalinghi), entro il passo, ad es. con la mano destra e ripresa con la sinistra, e viceversa, nel passo successivo. L. immaginò di meccanizzare questo sistema, e una dimostrazione assai chiara di ciò si ha, a nostro avviso, nella fig. 29, nella quale la navetta appare trasportata da un bordo all'altro del tessuto mediante moto rettilineo. Il concetto fondamentale, secondo quanto si può dedurre e dalle descrizioni e dagli schizzi di Leonardo, sembra essere il seguente: ai lati del telaio si trovano due asticine scorrevoli su piano e munite ciascuna di presa a molla per afferrare e sostenere —

Fig. 31. - Schema dello schizzo precedente. (Interpretazione di Beck).



in posizione orizzontale — la navetta. Questa dapprima viene condotta da un'asta sino a metà del passo, dove è giunta nel frattempo la seconda asta, che afferra la navetta portandola fuori dall'ordito dal lato opposto, mentre il filo di trama svolgentesi dalla spola è lasciato nel passo.

Per il movimento alternato dell'asta un modo potrebbe essere quello abbozzato nella fig. 30, e schematizzato da Beck, come da fig. 31.

Trattasi di un sistema a due squadre da ritenersi impennate inferiormente e oscillanti quando occorre azionare le aste, da immaginare articolate all'estremità del braccio più lungo della squadra rispettiva. Il sistema ha qualche lontana rassomiglianza con quello del lancio a spada dei telai moderni.

L. studiò ancora altri sistemi per condurre in modo positivo la navetta entro il passo; ciò risulta da vari suoi schizzi. Egli si preoccupò anche di studiare nuovi tipi di navetta, probabilmente per adattarli ai nuovi meccanismi; un tipo di esse è indicato nella fig. 32, che fu ricostruito dal sig. Giuseppe Bombelli (fig. 33).

14. - Modo di fare il liccio, secondo Leonardo (²⁰).

Fra tante attività L. trovò modo di occuparsi anche della confezione del liccio, stando allo schizzo riportato in fig. 34 e proveniente, crediamo, dal Codice Foster. Il liccio, com'è noto,

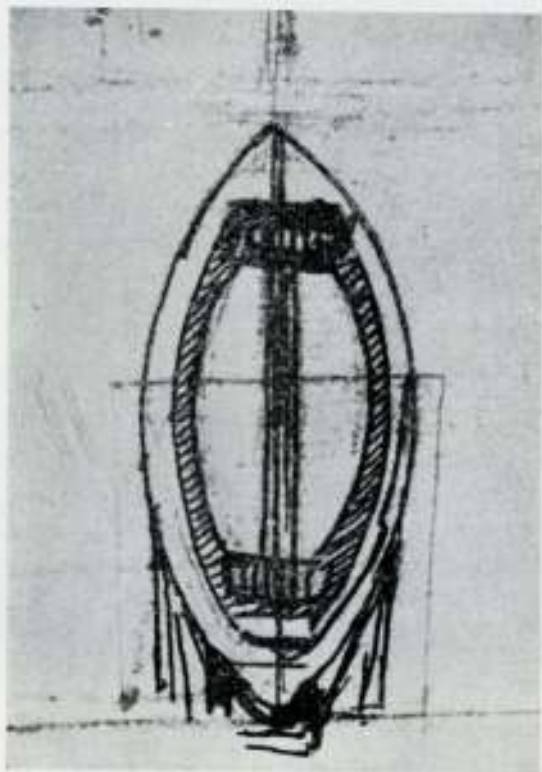


Fig. 32. - Leonardo: Schizzo di navetta.
(Codice Atlantico I folio 356 recto a).

è l'organo del telaio che serve all'alzata ed abbassata di parte dei fili per formare l'apertura detta « passo » entro la quale passa la navetta. Occorrono al minimo due licci (tela). Ogni liccio è formato da due listarelle di legno sulle quali anticamente si di-

(²⁰) Vedi G. S., in rivista « Laniera », numero di luglio 1939, pag. 481.

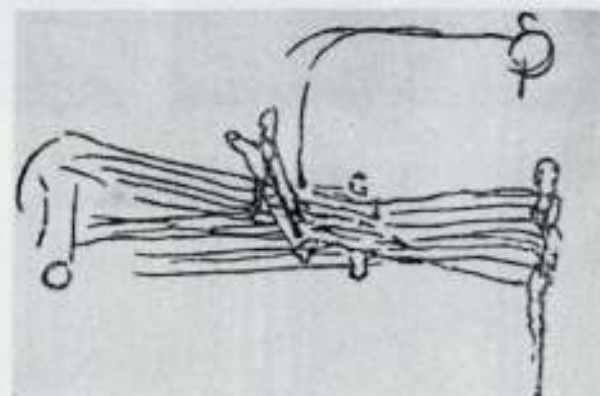


Fig. 34. - Modo di fare il liccio
(dal Codice Forster).



Fig. 33. - Navetta di Leonardo ricostruita secondo l'interpretazione
di GIUSEPPE BOMBELLI (da Enciclopedia Storica delle Scienze).

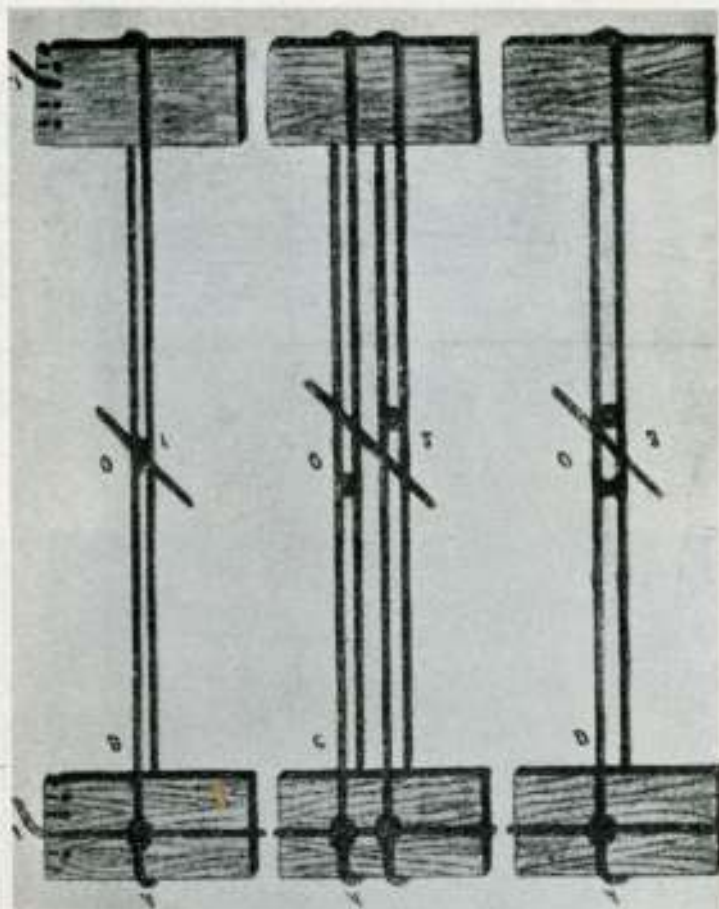
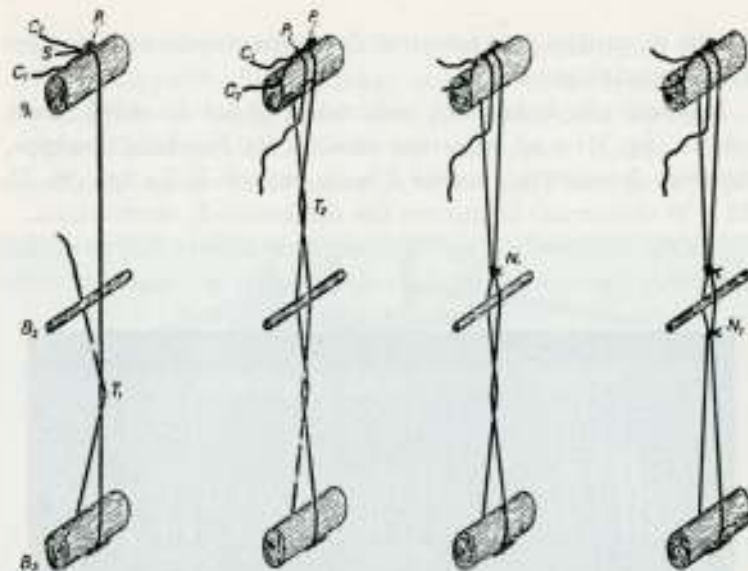


Fig. 35. - Formazione dei licci, prima dell'introduzione delle maglie metalliche (1820 circa).

sponevano, a distanze regolari, le *maglie di tortiglia* (cordicella di cotone e di lino) nel modo indicato dalla fig. 35 che riportiamo dal vecchio trattato del Bossi. Ogni maglia, nella parte mediana è munita di occhio (maglione) in cui si passa il filo; diversi erano i modi di formare l'occhio. La distanza fra una maglia e la successiva era mantenuta fissa mediante la corda F. Oggi le



Figg. 36, 37, 38 e 39. - Le quattro fasi della ricostruzione del liccio leonardesco, secondo l'interpretazione di G. BOMBELLI - Disegni di Erio Lucchini (dalla Rivista: Laniera, 1939).

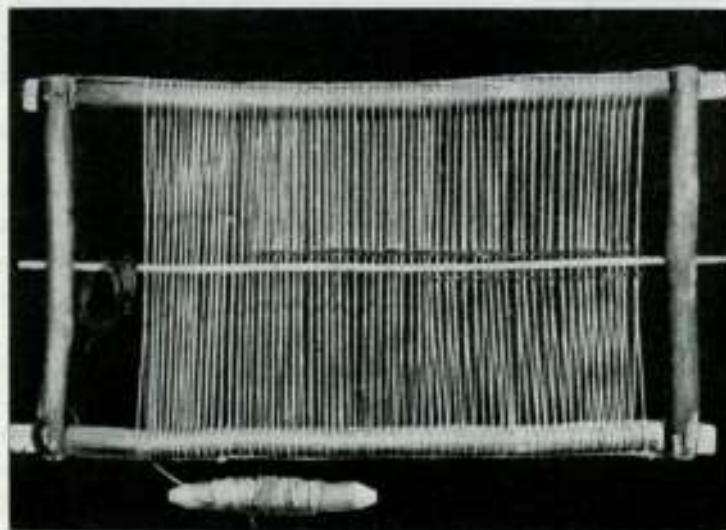


Fig. 40. - Fasi della formazione del liccio, corrispondenti alle figg. 36, 37, 38 e 39 (dalla Rivista: Laniera, 1939).

maglie di tortiglia sono sostituite da maglie metalliche, salvo per alcune speciali lavorazioni.

In base alle indicazioni, non molto chiare in realtà, dello schizzo (fig. 34) e ad opportune prove, il sig. Bombelli Giuseppe, direttore di tessitura, ricostruì il liccio secondo L. Le figg. 36, 37, 38 e 39 dimostrano le quattro fasi del lavoro di ricostruzione.

La fig. 40 riproduce, nell'insieme, dette quattro fasi, in ordine successivo (da sinistra verso destra). Quando la formazione delle

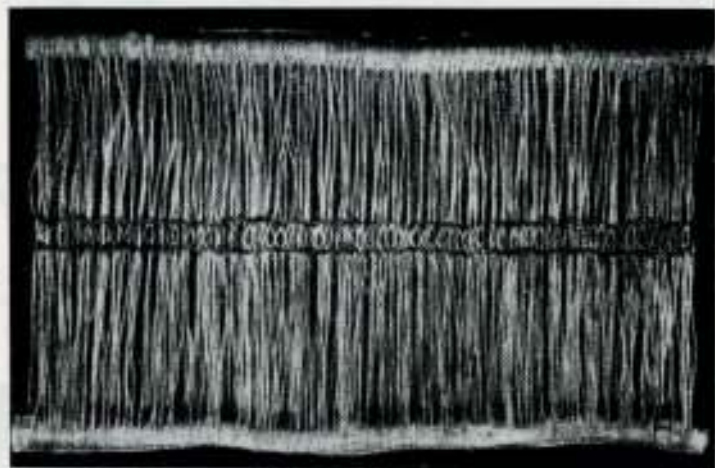


Fig. 41. - Liccio di Leonardo ricostruito, secondo l'interpretazione di G. BOMBELLI (dalla Rivista: Laniera, 1939).

maglie è terminata, il loro insieme (licciata) può essere tolto e le maglie stesse infilate superiormente ed inferiormente in due listarelle avendosi così il liccio pronto per l'uso (fig. 41).

15 - Applicazione dei concetti di Leonardo nei telai moderni.

Per ragioni che qui non è il caso di elencare, il movimento positivo della navetta non si è dimostrato praticamente utilizzabile nei telai tessenti stoffe sia pure di media altezza (ad es. 60-70 cm.) e ciò anche in tentativi fatti in tempi recenti. La sua appli-

cazione invece è possibile ed utile nei telai per nastri, ed il concetto di Leonardo fu precursore dell'invenzione realizzata da Anton Möller di Danzica, del telaio per nastri, detto a « barra ».

L'anticipazione di Leonardo sul movimento positivo della navetta fu ripresa da Degennes, che nel 1677 inventava dopo

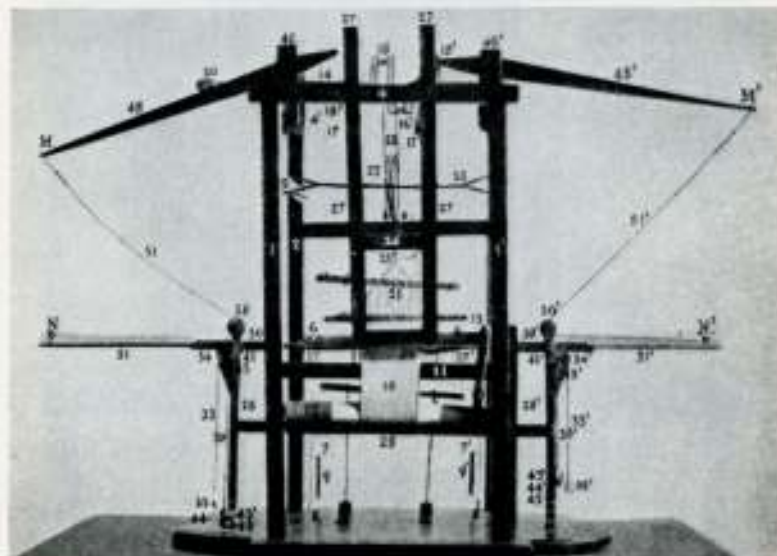


Fig. 42. - Telaio di Degenne (1677) visto di fronte (da RAZY).

Leonardo il primo telaio ad azionamento meccanico (fig. 42) in cui la navetta 36 era condotta nel passo da due cursori 31 e 31' o aste, terminanti ciascuna (verso la parte interna) in pinza a molla e scorrevoli su guide portate da montanti (28 e 28').

Nel 1744 il celebre inventore francese Vaucanson, costruiva un telaio meccanico per la tessitura delle stoffe operate (fig. 43) e nel quale troviamo, per ciò che riguarda il movimento della navetta, molta analogia col dispositivo Degennes cioè ancora secondo il concetto di Leonardo. La navetta 72 (fig. 44) viene trasportata attraverso il passo mediante due tubi 69 e 69' portati dai rispettivi carrelli scorrevoli su rotelle. Le estremità (interne)

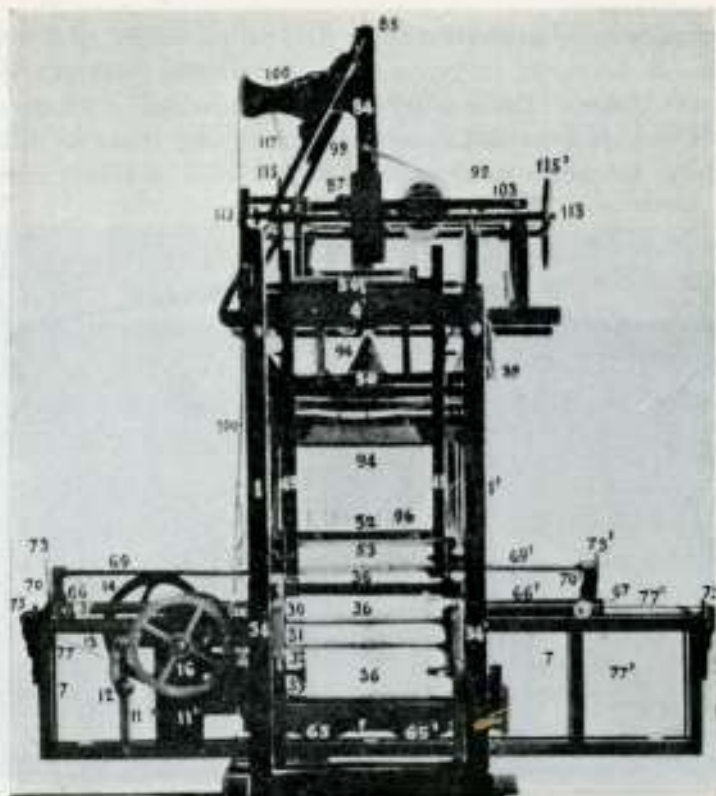


Fig. 43. - Telaio di Vaucanson, visto di fronte (da RAZY).

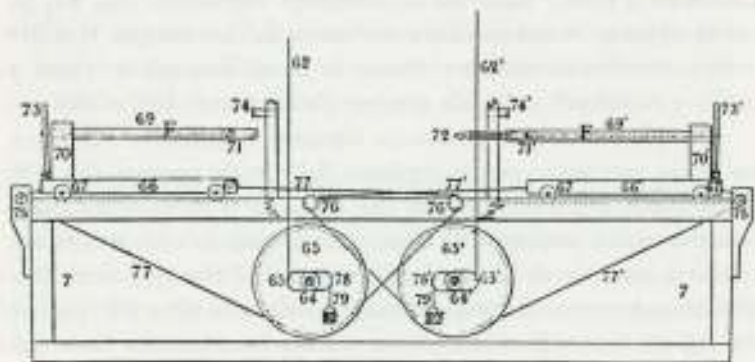


Fig. 44. - Schema del dispositivo per trasporto della navetta attraverso il passo, nel telaio Vaucanson (da RAZY).

di detti tubi terminano in pinza che alternativamente prende e lascia la navetta (21).

I dispositivi di Degennes e di Vaucanson per il moto positivo della navetta erano in grado di funzionare ma non ebbero successo pratico, e furono superati dall'invenzione di John Kay, che

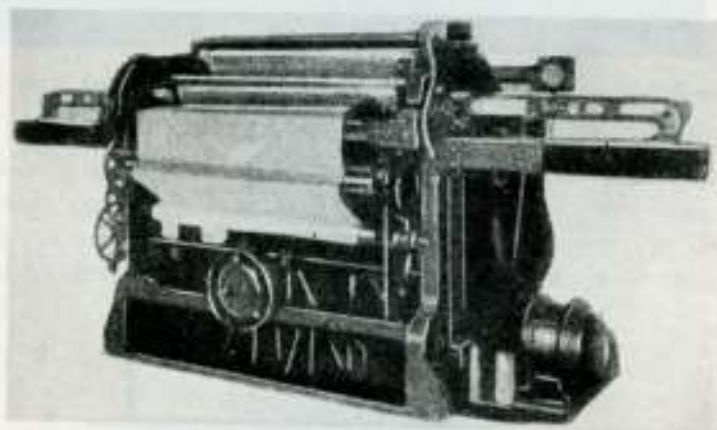


Fig. 45. - Telaio meccanico americano Lucas a movimento positivo delle navette (dal Textil World Journal, 1926).

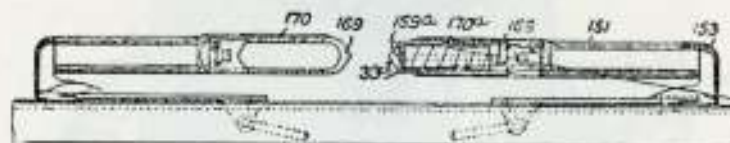


Fig. 46. - Dettaglio del movimento positivo, trasportatore della navetta, nel telaio Lucas (dal Textil World Journal, 1926).

permetteva senza difficoltà la tessitura su telai per stoffe di altezza usuale. Tuttavia il concetto di Leonardo e dei due sopracitati inventori fu ripreso per realizzare nei telai moderni, anziché il lancio per urto della navetta, il suo trasporto con moto positivo. Tra gli altri possiamo notare, per l'analogia che ha con gli studi leonardeschi, quello costruito nel 1926 dalla Lucas Lamborn Loom Corp. di Nuova York (fig. 45). La navetta 33 d (fig. 46) è

(21) RAZY: *op. cit.*, pag. 84.

portata da due bracci meccanici o cursori 151, a forma di tubo i quali la ricevono e la sostengono alternativamente trasferendola a metà del passo dall'uno all'altro.



Fig. 47
Cardo vegetale per
garzare.

Questo telaio a movimento positivo, come tutti gli altri miranti allo stesso scopo, non ha avuto per le ragioni tecniche già accennate — e per quanto è a nostra conoscenza — alcun successo pratico.

C) GARZATRICI MECCANICHE.

16. - La garzatura dei panni dall'epoca romana al 1800.

È noto come la lana possieda la proprietà dell'*infeltrimento*, cioè di formare una falda, ove confricata in bagno alcalino; un



Fig. 48. - Affresco detto dei putti follonieri o lanieri nella casa dei Vetti a Pompei (da Rivista: Laniera).

tessuto greggio di lana, sottoposto a tale operazione (*follatura*) diventa un panno, cioè un tessuto compatto, piuttosto rigido, alla cui superficie aderiscono, aggrovigliati, i filamenti che da essa sporgevano. Districare questo aggrovigliamento, sollevare i

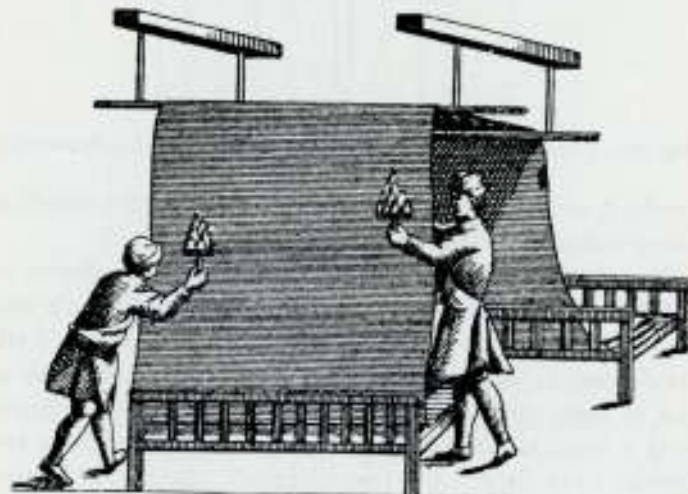


Fig. 49. - Dispositivo per garzare i panni [1769] (da Enciclopedia Diderot).

filamenti e distenderli paralleli, formando una peluria morbida e che tien caldo (per lo strato d'aria coibente risultante), tale è lo scopo della garzatura. Essa si effettua strisciando sul tessuto disteso ed umido un arnese guarnito di cardì vegetali (*dipsacis follonum* cioè cardo dei follonieri) (fig. 47), i cui aculei effet-

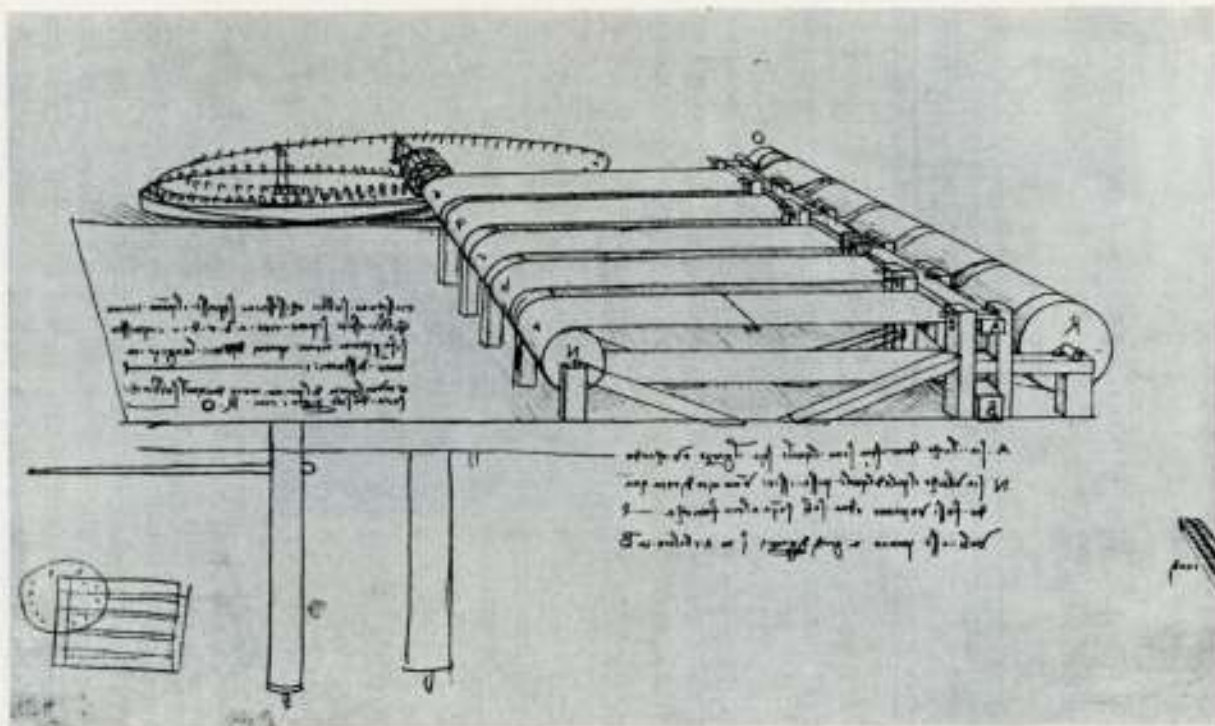


Fig. 51. - Disegno originale di Leonardo della garzatrice continua.
(Codice Atlantico, folio 38 recto a).

tuano l'azione di districamento e di parallelizzazione desiderata. Modernamente si usano anche garzi metallici (uncini formanti le guarnizioni per cardé). Alla garzatura segue abitualmente una ugualizzazione dell'altezza del pelo, mediante taglio; questa operazione è detta *cimaturo*.

La garzatura dei panni era conosciuta dai tempi più remoti ed i romani la praticavano com'è dimostrato dall'affresco pompeiano detto dei putti follonieri (fig. 48) e nel quale l'artista ha idealizzato la rappresentazione mettendo dei putti alati al posto degli operai. I primi due putti follano il panno (pigiandolo con



Fig. 50. - Croce di legno o garzella per garzare i panni (da BORGNI).

i piedi); il terzo esegue la garzatura fatta con cardî vegetali « la quale è resa con la massima precisione » (22).

Il modo di eseguire la garzatura a mano dal Medioevo sino al 1800 è rimasto press'a poco quello dei Romani, com'è dimostrato dalla fig. 49. La pezza preventivamente umidificata e affaldata deposta in una specie di gabbia, si svolge passando su due regoli di legno distanti fra di loro 30-40 cm., disposti orizzontalmente e fissati al soffitto. Sul tratto anteriore, discendente verticalmente e ben disteso, due operai, muniti ciascuno di un arnese detto « garzella » (fig. 50) su cui sono fissati un certo numero di cardî, lavoravano una metà della pezza a tratto per tratto, la facevano procedere in avanti, nuovamente affaldandola in una seconda gabbia. E come detto, fino al 1800 circa, non si conosceva altro sistema.

(22) DIEGO FRANICALANCIA: *Tracce romane nell'arte della lana*. Rivista « Laniera », 1937, pag. 604.

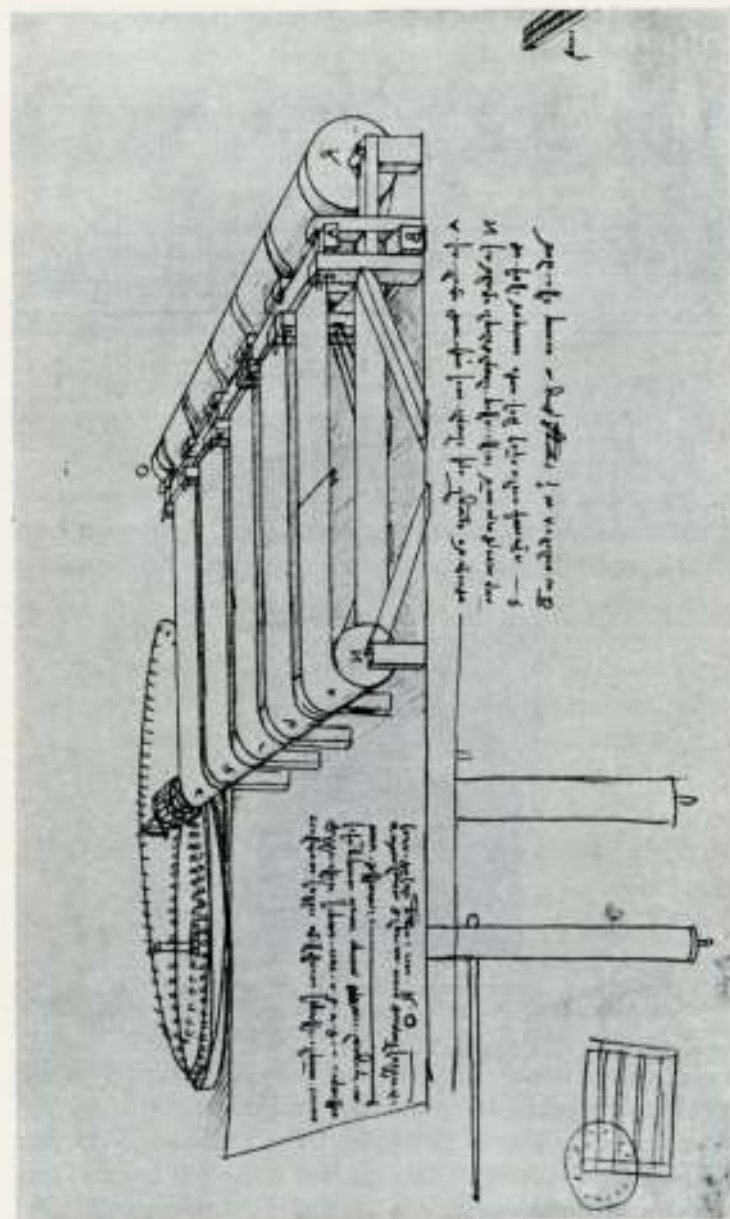


Fig. 51. - Disegno originale di Leonardo della garatrice continua (Codice Atlantico, folio 38 recto a).

17. - Leonardo inventa una garzatrice meccanica a moto continuo ed a due contatti.

Al tempo di Leonardo non vi era dunque il minimo segno di un dispositivo meccanico per garzare. Devesi quindi ritenere

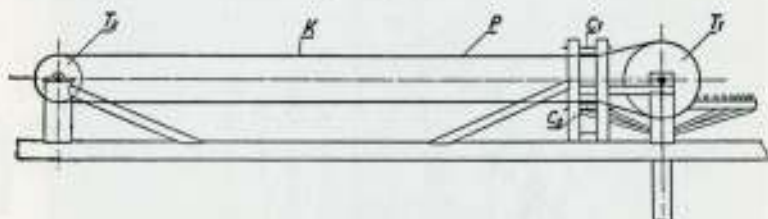


Fig. 52. - Schema della macchina garzatrice di Leonardo a movimento continuo.

come assolutamente originale la sua invenzione di una garzatrice meccanica a moto continuo, di cui il disegno è riprodotto in fig. 51; si vede che l'albero motore, verticalmente disposto, si

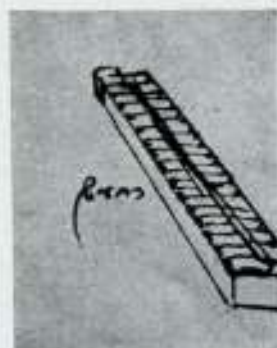


Fig. 53. - Disposizione dei cardì su telarino ideata da Leonardo. (Codice Atlantico, folio 38 recto a).

prolunga nel sottostante cantinato, e probabilmente doveva essere ruotato a mezzo motore animato (bue, cavallo).

La pezza cucita alle due estremità forma un nastro senza fine sostenuto e fatto ruotare da due tamburi e viene in contatto con due ranghi di cardì, fissi.

Tale concetto può essere meglio compreso esaminando lo schema della fig. 52 che ha servito per la ricostruzione della macchina. La pezza *P* è cucita alle due estremità in *K* ed è condotta da due tamburi *T*₁ comandante, in un sol pezzo e *T*₂, folle e registrabile per regolare la tensione. Vi sono cinque tamburi *T*₂, essendo cinque le pezze prestabilite da *L*, da garzare contemporaneamente. I cardì sono disposti su appositi telarini (fig. 53) caratteristicamente simili, nella concezione, ai moderni ferri (figura 54) e collocati in *C*₁ e *C*₂; essi sono registrabili per regolare la pressione del contatto.

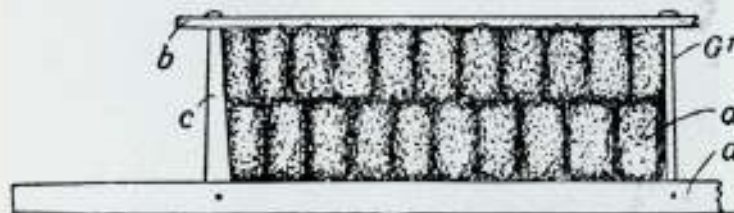


Fig. 54. - Disposizione moderna dei telarini con cardì per garzare.

La macchina fu ricostruita (figg. 55 e 56) per pezze di panno di tipo corrente in quel tempo (*) e precisamente con lunghezza di 38 braccia (m. 19 circa) e con altezza di braccia 1 e 2/3 (m. 0,96); occupava una superficie di m. 8 per m. 7.

18. - Leonardo inventa un secondo tipo di garzatrice meccanica a moto intermittente.

Leonardo non immaginò di applicare nella sua garzatrice a moto continuo il serbatoio dove durante il moto la pezza si affalda e si svolge nelle sue pieghe, come si fa nelle macchine moderne, per cui non solo si diminuisce l'ingombro, ma non si è tenuti ad una lunghezza determinata e non variabile della pezza.

Ciò indusse probabilmente *L.* alla ricerca di un altro e radicalmente diverso concetto che si estrinsecò nell'invenzione di una garzatrice a moto intermittente di cui riteniamo che il primo ab-

(*) DOREN: Studien aus der Florentine Wirtschaft Geschichte, vol. I, pag. 97.

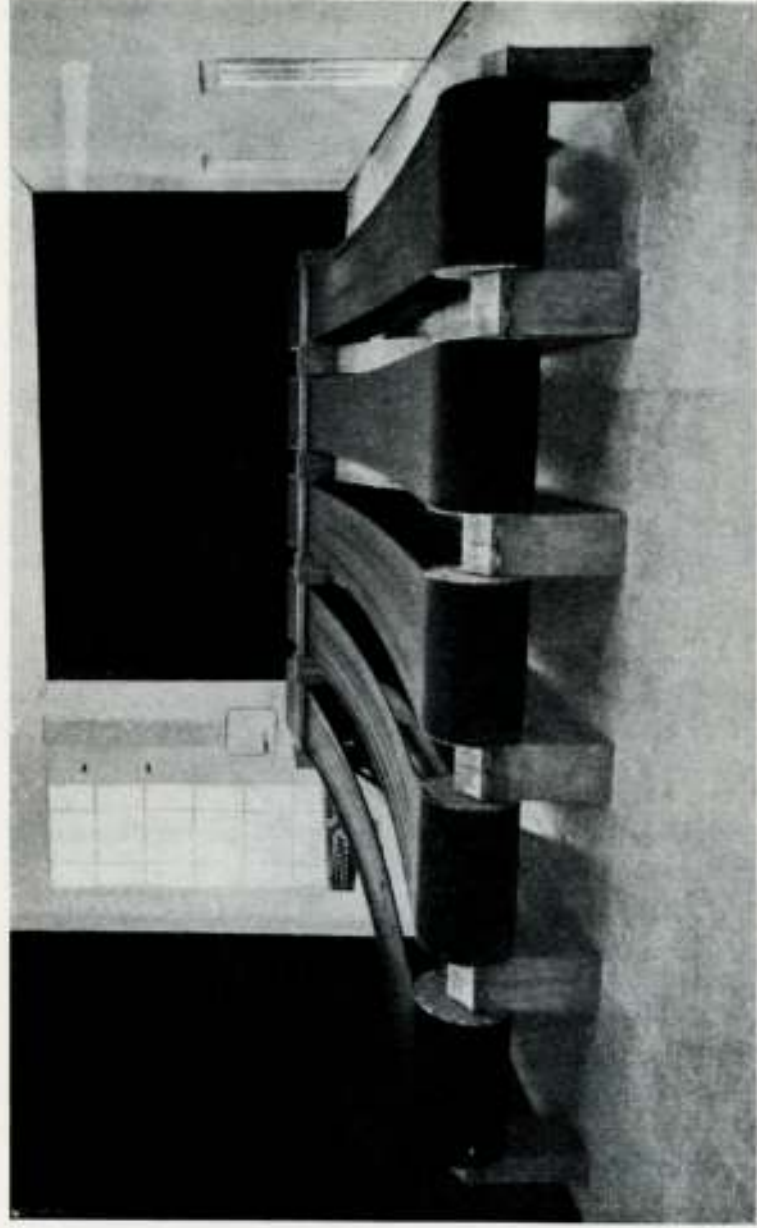


Fig. 55. - Garzatrice di Leonardo a movimento continuo per cinque pezzi, ricostruita. (Mostra Leonardesca, 1939).

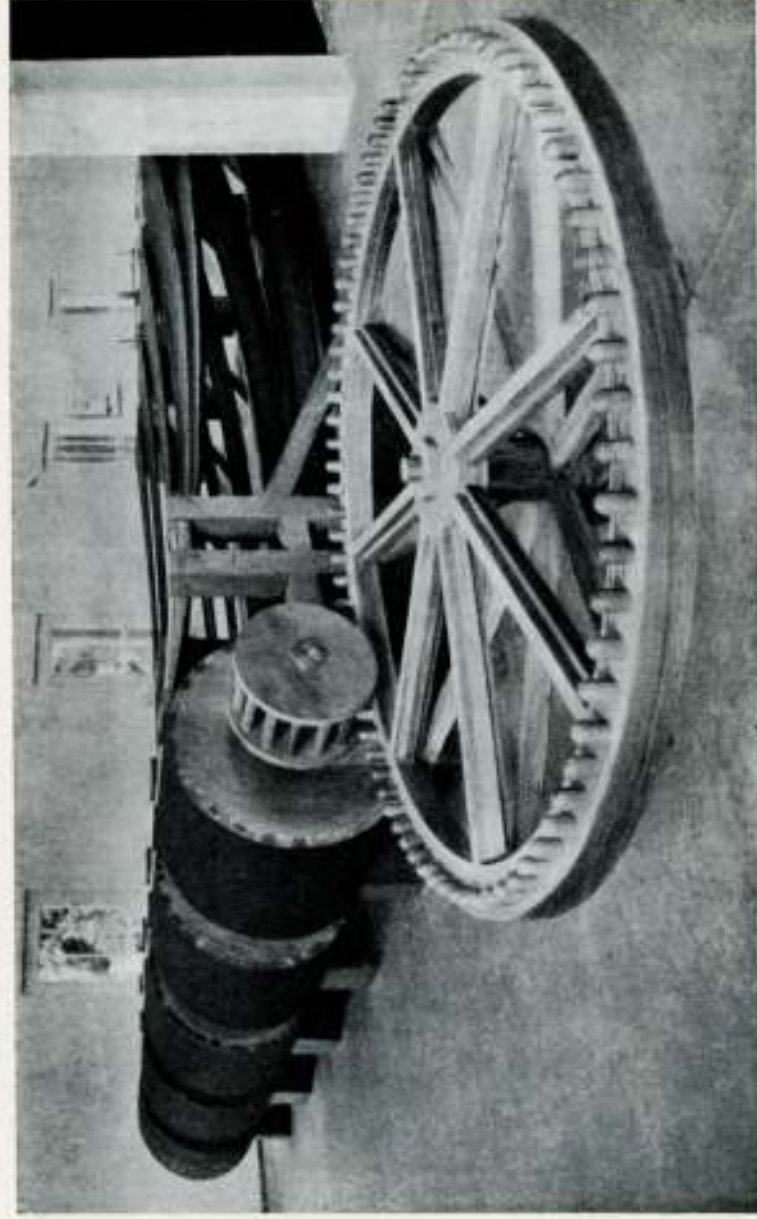


Fig. 56. - Altra vista della garzatrice di Leonardo a moto continuo, ricostruita. (Mostra Leonardesca, 1939).

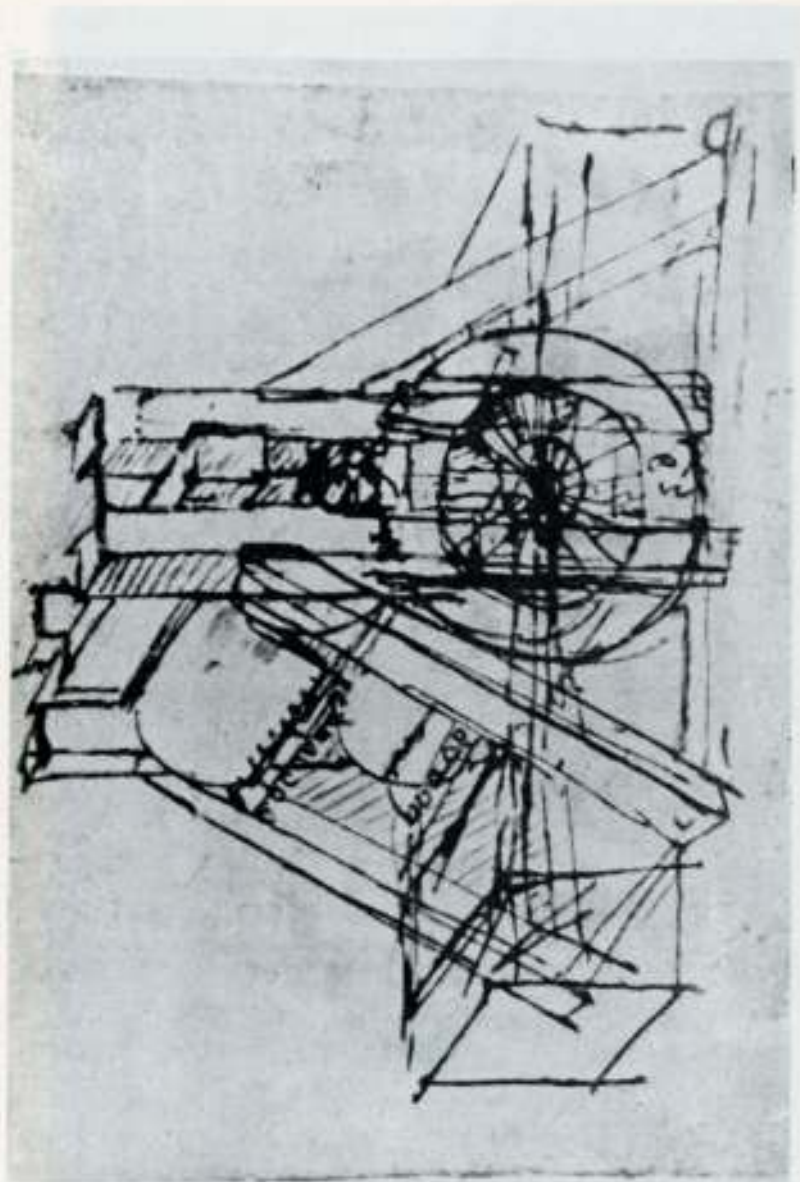


Fig. 57. - Schizzo di Leonardo di Leonardo per garzatrice a moto intermittente. (Codice Atlantico, folio 161 verso b).

bozzo sia quello riprodotto nella fig. 57. Un robusto cavalletto di legno a forma triangolare sostiene due rulli, uno inferiore e l'altro superiore. La pezza (una sola) le cui estremità sono collegate

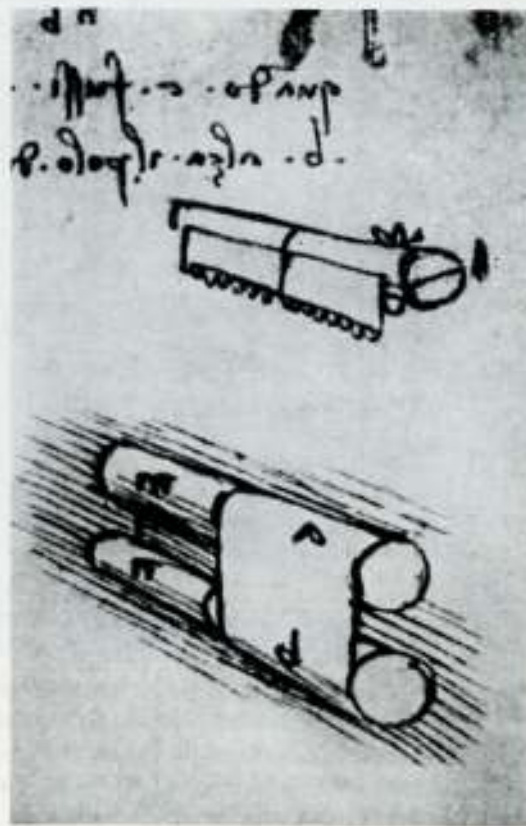


Fig. 58. - Principio della garzatrice di L. a moto intermittente ed a due pezzi. (Codice Atlantico, f. 161 v. b).

a detti rulli, si svolge dal rullo superiore ed è avvolta per richiamo da quello inferiore, oppure viceversa (è da supporre che il rullo comandato sia reso folle); durante lo svolgimento viene garzata da cardì applicati al disotto di una barra pesante sovrastante al rullo superiore.

Occorrevano per realizzare detto lavoro meccanismi forse complessi per l'azionamento alternativo dei due rulli superiore ed inferiore, perciò L. immaginò probabilmente di semplificare ricorrendo al principio rilevabile dallo schizzo fig. 58. Anche qui abbiamo due subbi collocati, uno sopra, l'altro sotto, ad una certa

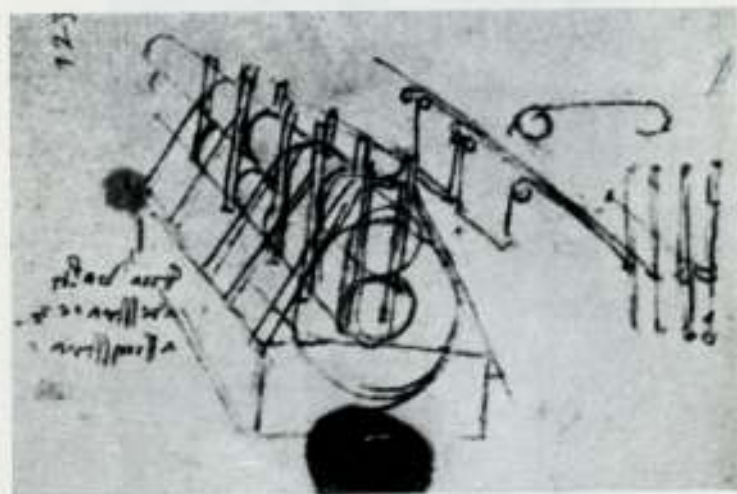


Fig. 59. - Schizzo di garzatrice a movimento intermittente a 4 pezzi, con dispositivo per l'alzata dei cardì. (Codice Atlantico, folio 297 recto a).

distanza, ma essi sono lunghi il doppio che non nella macchina precedente, sì che portano due pezzi. Queste sono avvolte in senso reciprocamente inverso come dimostra la figura. Il rullo inferiore è azionato da ruotismi, come vedremo, quello superiore è folle.

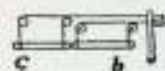


Fig. 60. - Schema del dispositivo per l'alzata e l'abbassata dei cardì. (Secondo l'interpretazione di Beck).

Facendo ruotare il rullo inferiore, una pezza (ad es. quella di destra) si svolge da *a* e si avvolge su *b*, e funzionando da cingolo fa girare il rullo superiore, ma nel contempo non può venire sottoposta all'attrito dei cardì, che devono venire sollevati. Il rullo superiore avvolge nel contempo in *m* l'altra pezza, svolgendola

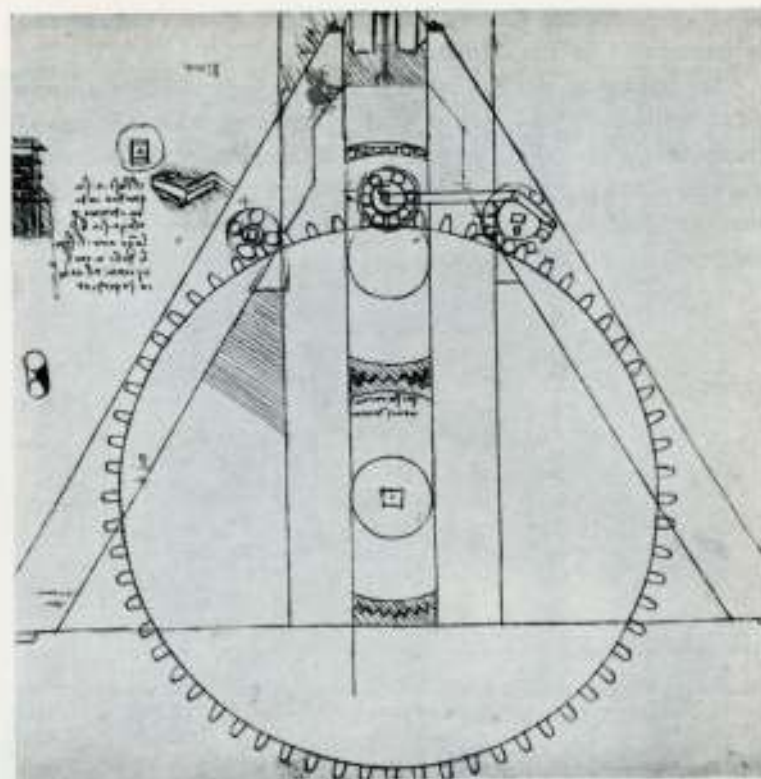


Fig. 61. - Vista in alzata, disegnata da L., della garzatrice a moto intermittente. (Codice Atlantico, folio 161 verso b).

da *n*; nel contempo ha luogo la garzatura, essendo i cardì abbassati, e così di seguito alternativamente. Bastava quindi provvedere, anziché all'azionamento positivo dei 2 rulli, solamente a quello inferiore. Il meccanismo risulta non perfetto, in quanto si producono variazioni nelle tensioni, ma è sufficiente.

Come nella prima macchina, si lavora solo una pezza per volta, L. non dimentico della produzione, immaginò nel medesimo concetto, una macchina a quattro pezzi, come si può vedere dallo schizzo della fig. 59 nel quale si scorge pure tracciato il dispositivo per l'alzata e l'abbassata dei regoli nella cui parte infe-

riore sono applicati i cardi. Tale dispositivo è stato chiaramente schematizzato da Beck (fig. 60).

La garzatrice a moto intermittente fu oggetto di numerose ricerche da parte di L. testimoniate dai relativi schizzi. Si può ritenere che come conclusione di esse sia risultato il disegno della vista in alzata riprodotto nella fig. 61, dove si vede il comando a manovella ed il ruotismo (atto a ridurre lo sforzo) azionante il rullo inferiore; va immaginata soppressa la coppia di ruote den-

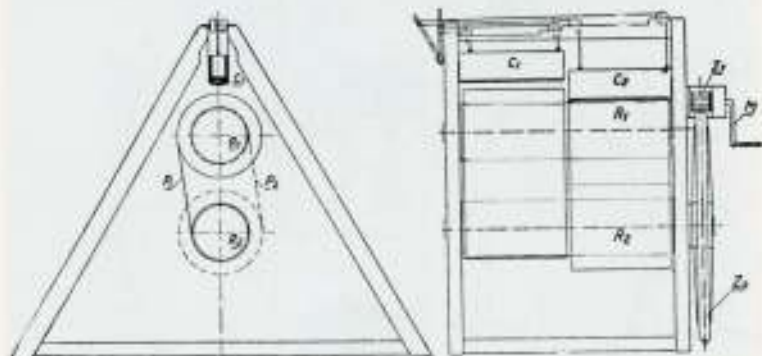


Fig. 62. - Schema della garzatrice di Leonardo a moto intermittente ricostruita. (Mostra Leonardesca, 1939 e 1953).

tate per la trasmissione del moto dal rullo inferiore a quello superiore, che deve essere folle (L. stesso ha scritto « queste crenne non ci vanno »)

In base agli elementi sopraccennati, questa garzatrice venne interpretata secondo lo schema della fig. 62 dove R_1 è il rullo inferiore comandato mediante manovella M e pignone Z_1 , ruota dentata Z_2 ; R_2 il rullo superiore folle, P_1 e P_2 le due pezze, C_1 e C_2 i due regoli con cardi. Tale schema corrisponde alla macchina ricostruita (fig. 63).

Leonardo aveva ancora immaginato di variare la velocità di lavoro, coll'impiego di uno o dell'altro di tre pignoni (rispettivamente di 5, 7, 9 denti) visibili nel disegno fig. 61.

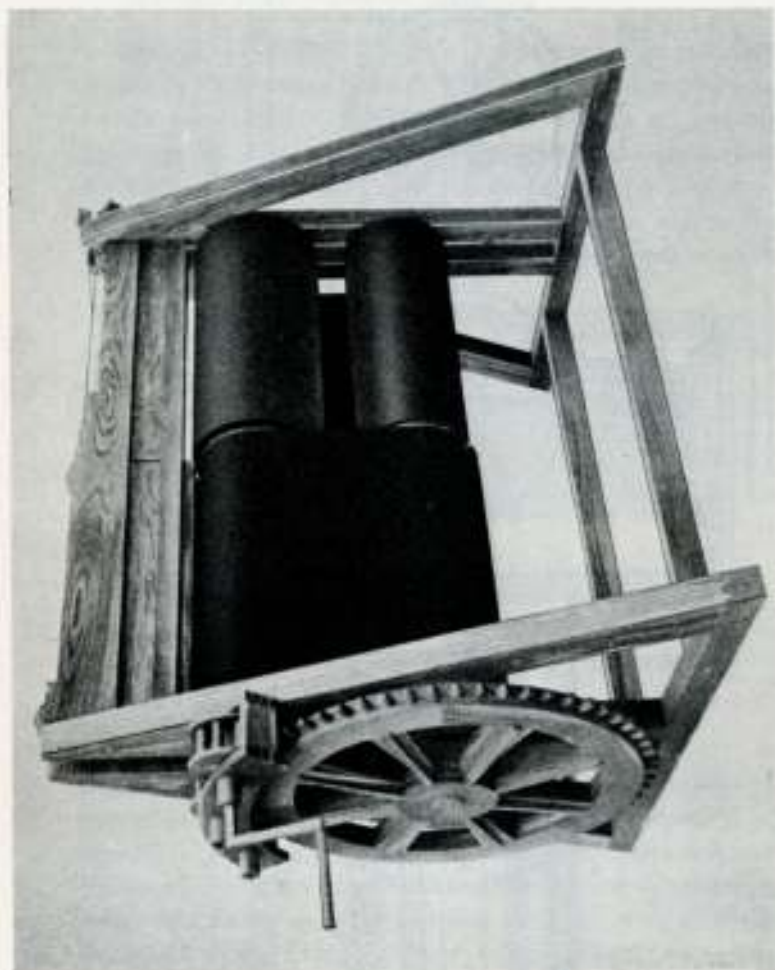


Fig. 63. - La garzatrice di Leonardo a moto intermittente, ricostruita. (Mostra Leonardesca, 1939 e 1953).

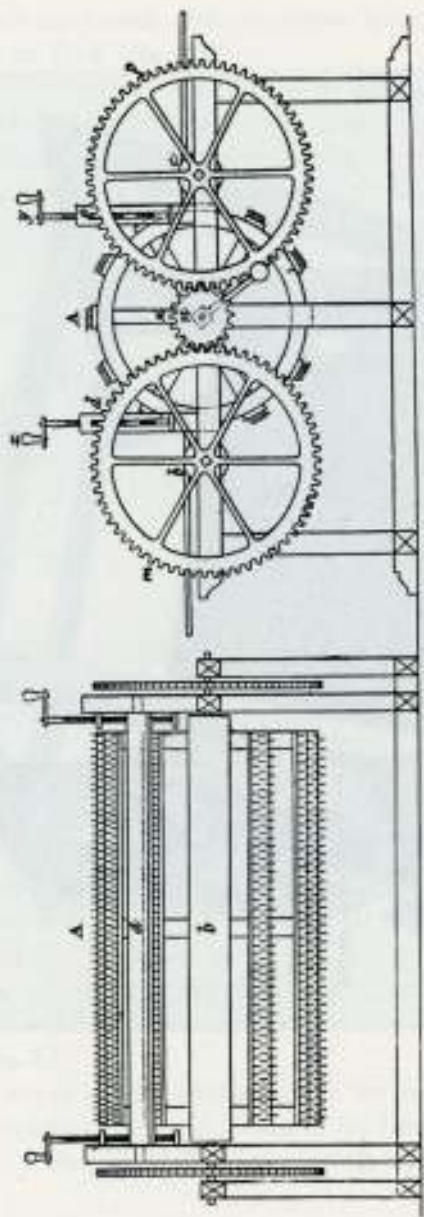


Fig. 64. - Garzatrice meccanica, a moto intermittente del 1820 (da Borgnis).

19. - I concetti informativi delle due garzatrici di Leonardo si ritrovano nelle macchine moderne.

Secondo lo storico Renier la prima garzatrice meccanica fu inventata da François Faux di Verviers nel 1806 e doveva essere press'a poco come quella descritta da Borgnis e rappresentata nella fig. 64. Essa era a moto intermittente svolgendovi ed avvolgendovi la pezza alternativamente dal rullo *b* a quello *c* alternativamente secondo il principio di Leonardo, ma veniva garzata, invece che da cardì fissi, da cardì (vegetali o metallici)

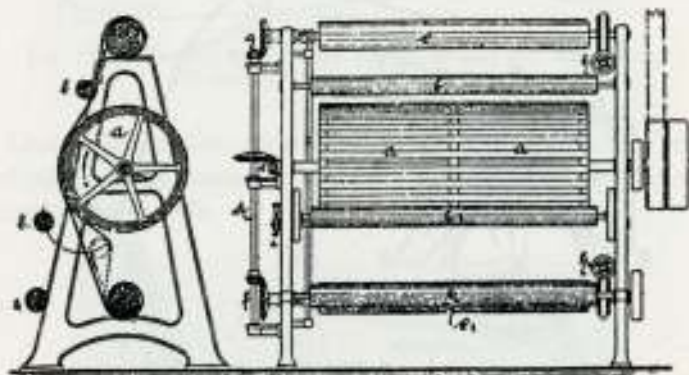


Fig. 65. - Garzatrice a moto intermittente moderna, in uso fino al 1900, detta «Ballon» (da Reiser).

fissati su telarini sulla periferia del tamburo *A* ruotante velocemente, l'arco di contatto essendo regolato dalle barrette *d*, *e*, registrabili. « La macchina è azionata a mano mediante manovella, e l'albero del telarino trasmette alternativamente — mediante ruotismo ed innesto — il moto ai due rulli, dei quali uno richiama la stoffa, l'altro è frenato »⁽²⁴⁾. A tale macchina fece seguito una similare ma a disposizione verticale — quindi maggiormente rassomigliante all'analoga costruzione Leonardesca — azionata a motore, detta «ballon» (fig. 65) oggi non più impiegata, ma che ebbe voga per tutto un secolo, cioè sino al 1900 circa.

⁽²⁴⁾ G. S.: «Storia dell'arte tessile», in *Enciclopedia storica delle Scienze del dr. ing.* ARTURO UCCELLI, Vol. II, Tomo II, pag. 824.

La pezza si svolgeva alternativamente su due rulli *c* e *c'*, dei quali uno richiamava la stoffa, mentre l'altro era frenato a mano. I cardì, come nella macchina precedente, erano ruotati, fissati alla periferia del tamburo *a*, e l'arco di azione registrabile dalle barrette *b* e *b'* ⁽²⁰⁾.

Questo tipo di macchina presentava inconvenienti tecnici nella lavorazione e la produzione era scarsa; fu più tardi sostituito da garzatrici a moto continuo e secondo Renier fu nel 1828

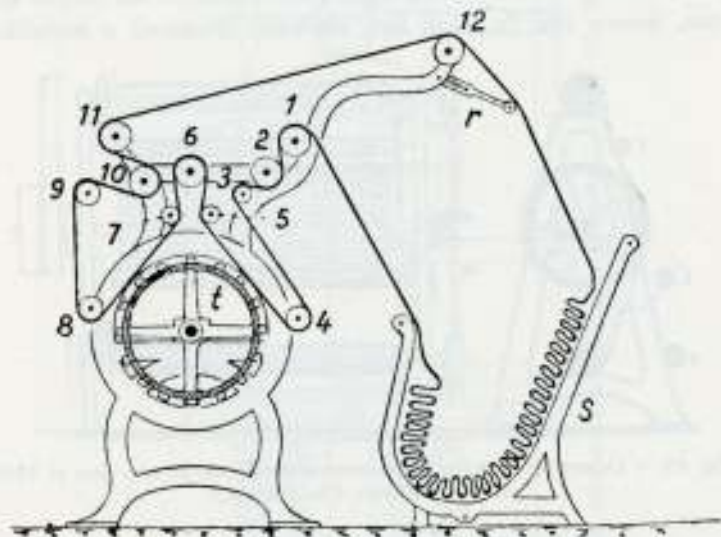


Fig. 66. - Garzatrice di costruzione moderna (1900) a moto continuo (da: Manuale Hoepli - *Apparecchiatura dei tessuti di lana*).

che un certo Doret introdusse a Verviers una garzatrice inglese ad un tamburo (e forse a due contatti) ed a movimento continuo, cioè con la pezza cucita alle due estremità, in modo da formare una tela senza fine ⁽²¹⁾. Una macchina di tale tipo è rappresentata nella fig. 66, dove si riscontra applicato il concetto della garzatrice di Leonardo a moto continuo, con la differenza

⁽²⁰⁾ REISER: *Die Appretur der Wool und Halb wolleenen Waren*, pag. 231.

⁽²¹⁾ G. S.: *op. cit.*, pag. 826.

che i cardì, anziché essere fissi, sono ruotanti su tamburo e che in più — perfezionamento notevole — è stato introdotto il serbatoio *S* in cui si raccolgono le pieghe della pezza o delle serie di pezze.

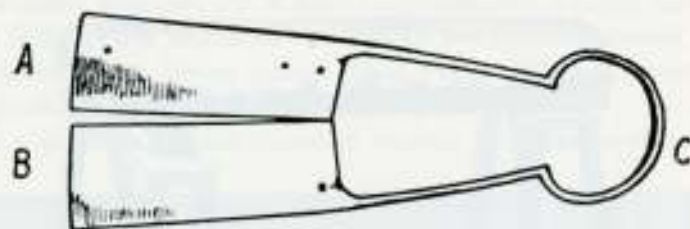


Fig. 67. - Forbici per cimare panni, in uso nel Medioevo, (Lanificio antico di Aachen).

Quanto ora esposto sta a provare, crediamo, quanto sia stata profonda e giusta l'anticipazione di Leonardo per le macchine di garzatura delle stoffe.

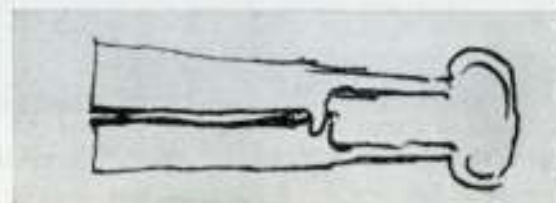


Fig. 67 bis. - Forbici per cimatori, disegnate da Leonardo, (Codice Atlantico, folio 397 verso a).

D) CIMATRICI MECCANICHE A FORBICI PER LA FINITURA DEI PANNI.

20. - *La cimatura dei panni nei tempi antichi e nel Medioevo.*

L'altezza dello strato filamentoso risultante dalla garzatura del panno è, come si può facilmente intuire, disuguale; è necessario per la successiva pressatura (che dà il lustro) che detta altezza sia ugualizzata. Ciò si fa mediante recisione o taglio, ed è oggetto della cimatura.

Quest'operazione è delicata e precisa, e si intuisce che le forbici comuni male e non convenientemente potrebbero servire alla bisogna. Non abbiamo elementi per riferire se i romani praticassero quest'operazione e neanche abbiamo dati per i primi

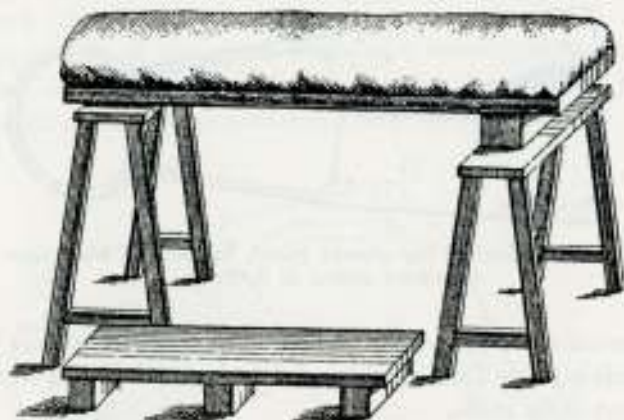


Fig. 68. - Tavola con cuscino, cavalletto e sottopiedi che forma il banco per cimare (da GRISELINI).

secoli del Medioevo. Ma nel 1500 è certo che essa si effettuava con delle forbici di forma particolare. Esse consistevano in due larghe lame di ferro acciaiate, lunghe circa 50 cm., applicate rispettivamente a due aste *a* e *b* formanti leve e unite da una



Fig. 69. - Lama di ferro dentata per fare uscire il pelo (da GRISELINI).

robusta molla circolare *c* (fig. 67 e fig. 67 bis). Il tessuto veniva collocato per un certo tratto della sua lunghezza su una tavola con cuscino (fig. 68) e cimato ponendo una lama (fissa) della forbice sulla stoffa e facendovi strisciare sopra, spinta dalla mano con moto alternato, l'altra lama (mobile).

Prima del taglio il pelo viene sollevato mediante una lametta di ferro dentellata (fig. 69) e così presentato verticale all'azione

della lama tagliente. La fig. 70 rappresenta un laboratorio di cimatura del Medioevo. A destra si vede il banco per cimare dove la pezza, tratto per tratto, è fissata al cuscino mediante appositi fermagli a doppio uncino (detti guanzoni o rampini). Due operai eseguono, con le forbici sopradescritte, il taglio, falda per falda, cioè a successive tavolate. Le forbici erano pesanti e richiedevano un lavoro difficile (cioè molta abilità) e penoso; la produzione era, come si può intuire, poca.

La cimatura a mano rimase di impiego incontrastato sino ai



Fig. 70. - Laboratorio di cimatura dei panni nel Medioevo.

primi anni del secolo scorso, nel qual tempo fu sostituita dapprima con macchine imitanti il lavoro a mano, cioè con azionamento meccanico delle forbici. Queste ultime, che sono a movimento alternato, furono verso il 1820 sostituite a loro volta da un meccanismo tagliatore rotativo, dove il coltello è disposto ad elica attorno ad un cilindro ruotante velocemente, realizzandosi così un funzionamento semplice e produttivo. Tale sistema fu applicato in un primo tempo alla cimatura della pezza in successive tavolate, poi alla pezza in circuito, con moto continuo, dando luogo ad un tipo di cimatrice meccanica oggi universalmente impiegato, e che oltre al fornire grande e perfetta produzione, ha ridotto al minimo il lavoro di sorveglianza da parte dell'operaio.

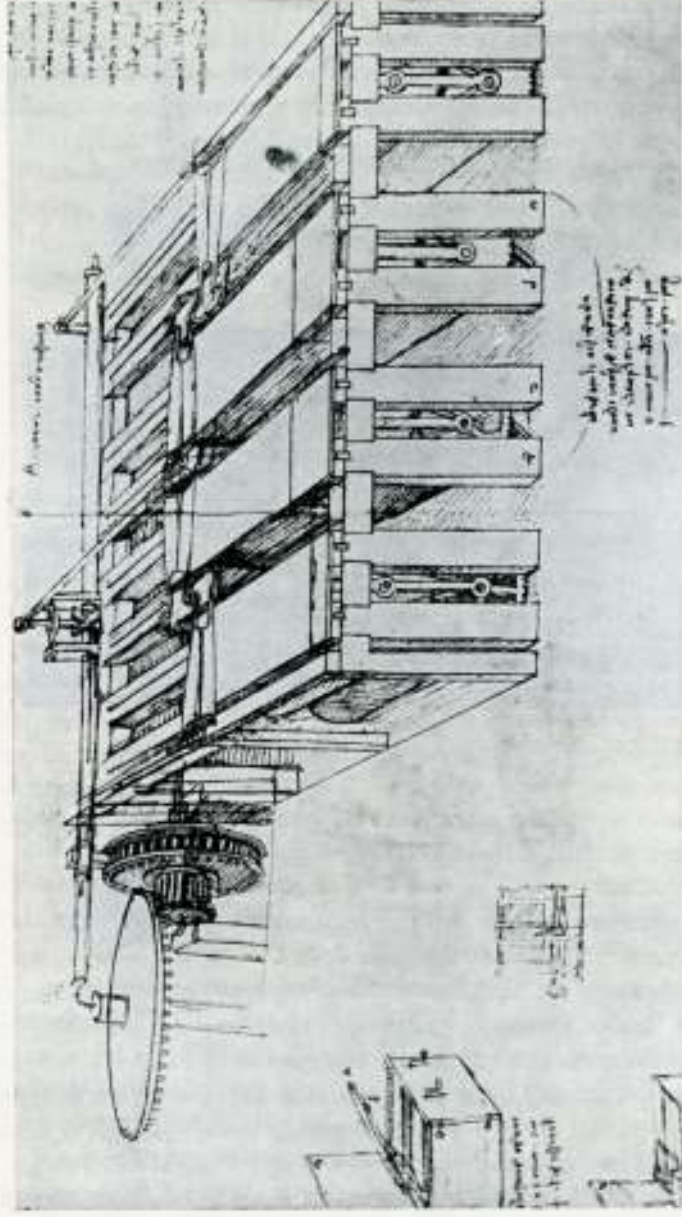


Fig. 71. - Cimatrice meccanica a quattro forbici, di L., per la lavorazione contemporanea di quattro pezzi.
(Codice Atlantico, folio 397 recto a).

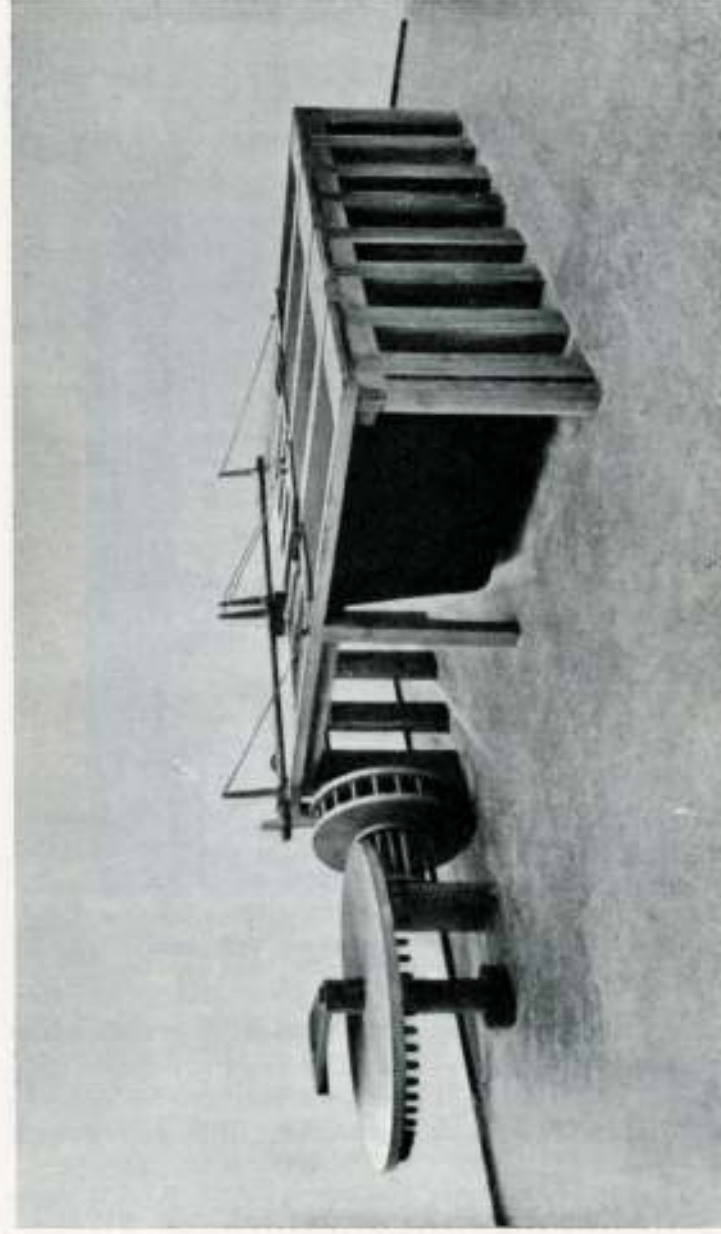


Fig. 72. - Insieme della cimatrice a quattro forbici, di Leonardo, ricostruita. (Mostra Leonardesca).

21. - Le cimatrici meccaniche, a forbici, di Leonardo.

Il problema di meccanizzare la cimatura dei panni assillò grandemente la mente inventiva di Leonardo com'è dimostrato dai numerosi disegni di dettaglio e d'insieme che ci lasciò sul-

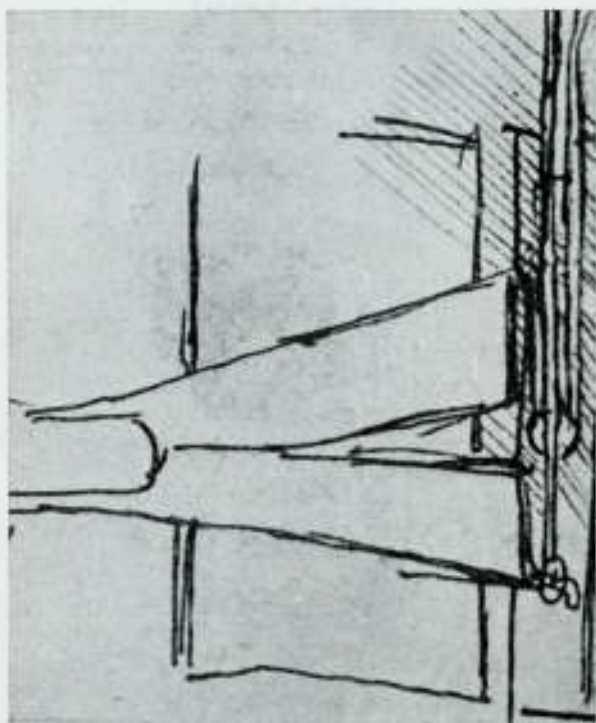


Fig. 73. - Azionamento contrapposto delle lame.
(Codice Atlantico, folio 397 verso a).

l'argomento ⁽²⁷⁾. Egli studiò profondamente il meccanismo di azionamento delle forbici — atto ad eliminare la fatica del lavoratore — e nel contempo la creazione di macchine multiple cioè a più forbici, e ciò ai fini della produzione. Ci lasciò tre progetti

⁽²⁷⁾ V. *Enciclopedia storica delle Scienze*, Vol. II, Tomo II, pagine 164 a 175.

di cimatrici, fra essi abbiamo scelto, per illustrare ai nostri lettori i concetti di L. in materia, il tipo di macchina a quattro forbici il cui disegno è riprodotto nella fig. 71, mentre nella fig. 72 si vede la macchina costruita. Essa è costituita da una robusta intelaiatura in legno, formante quattro banchi di lavoro, fra essi vi sono tre travi sulle quali sono fissate, a quattro fermagli, le molle delle forbici rispettive. Queste sono azionate per moto opposto dei taglienti, com'è stato indicato da L. nel dettaglio fig. 73 e che Beck ha schematizzato nella fig. 74 (successivamente L. disegnò una forbice con una lama fissa e l'altra mobile. Ciò rendeva più semplice il meccanismo azionatore e così fu fatto nella macchina ricostruita).

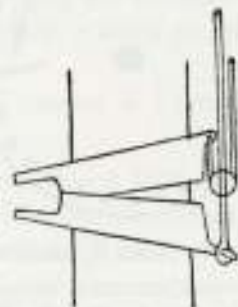


Fig. 74. - Schema del dispositivo precedente
(secondo l'interpretazione di Beck).

La macchina (fig. 72) è comandata da un albero verticale (mosso probabilmente da motore animato) che mediante coppia d'angolo trasmette il moto ad un ingranaggio M (fig. 75) il quale alla sua periferia porta dei pioli P, su essi appoggia la tacca Q, che, ruotando l'ingranaggio, trasmette all'alberino A un rapido e regolare moto oscillatorio, e mediante quattro levettine B fissate su detto alberino (v. anche fig. 72) l'oscillazione è trasmessa da tiranti (o corde) C (fig. 75) alle quattro coppie di taglienti, di cui si realizzò così il moto rapido alternato. Il richiamo è effettuato dalle molle.

Dopo ogni oscillazione, cioè dopo ogni taglio, la stoffa deve procedere (alimentazione) in avanti. Per ben comprendere il funzionamento del meccanismo riteniamo opportuno riferirci ⁽²⁸⁾

⁽²⁸⁾ G. S.: *Leonardo inventore tessile*. Rivista « Laniera », 1939, p. 463.

al disegno della fig. 76 che rappresenta una sezione della macchina ricostruita.

A destra si vede la sezione della tavola *T*. Essa forma carrello,

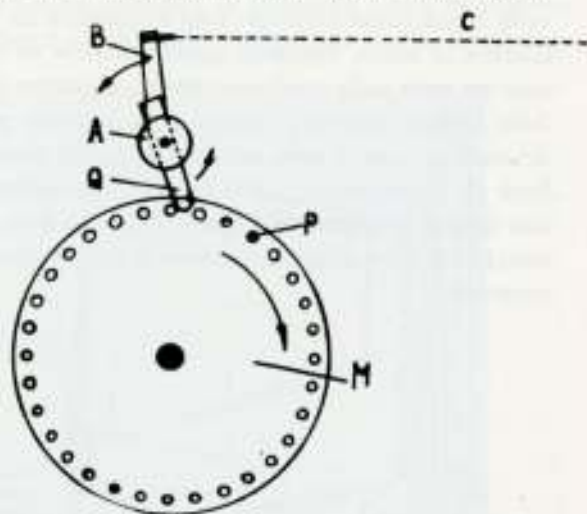


Fig. 75. - Schema del movimento oscillatorio per l'azionamento delle forbici (da *Encicl. Stor. delle Scienze*, p. 165).

essendo montata su quattro ruote *R*, scorrevoli entro le guide *G*₁, *G*₂. La stoffa *ST* è preventivamente avvolta sul subbio *S*₁, un tratto di essa (tavolata) viene svolta da *S*₁ (alzare il nottolino

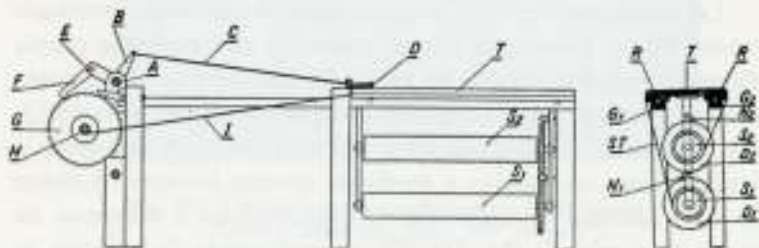


Fig. 76. - Vista schematica in alzata e sezione del banco della cimatrice di Leonardo, ricostruita (Mostra Leonardesca).

*N*₁ della dentarella *D*₁) e avvolto sul subbio *S*₂. La tensione si ottiene, quando terminato l'avvolgimento del tratto, si abbassa il nottolino *N*₂.

L'alberino, come già precedentemente abbiamo accennato,

si muove a rapidi scatti e ad ogni sua oscillazione tira la corda *C* azionante la lama *D* della forbice, mentre l'altra lama rimane fissa. Il richiamo nella posizione di partenza ha luogo per effetto della molla circolare delle forbici. Dopo ogni taglio, e sempre per effetto del moto oscillatorio dell'albero *A*, il carrello portante la tavola *T* avanza per effetto del sistema: leva *E*, nottolino *F*, dentarella *G*, alberino *H*, corda *I* che si avvolge su detto alberino. Il ritorno del carrello deve essere effettuato a mano, liberando i nottolini.

La ricostruzione di questa macchina di Leonardo dimostra che essa poteva funzionare ed è presumibile che la spazzolatura, che deve precedere il taglio per presentare i filamenti in posizione verticale, si effettuasse a mano su ogni successiva tavolata.

22. - Applicazione dei concetti di Leonardo alle cimatrici moderne.

Sino a qualche anno dopo il 1800 rimase in vigore la cimatura a mano (con qualche piccolo perfezionamento nella forma e nella manovra delle forbici) com'è dimostrato molto chiaramente dalla fig. 77

Secondo lo storico Renier ⁽²⁰⁾ si deve a François Faux di Verriers di avere inventato nel 1809 la prima cimatrice meccanica, formata da tre forbici montate su carrelli e azionate da alberi a gomiti; esse avanzavano su tre corrispondenti banchi per cimare. Siamo già qui, nel complesso, assai vicini, per quanto appare, ai concetti leonardeschi. Il principio dell'azionamento meccanico delle forbici, lo ritroviamo ancora nella macchina (della quale non è dato il nome dell'inventore) descritta da Borgnis ⁽²¹⁾ nel 1820. Infatti (fig. 78) la stoffa viene cimata per azione della forbice formata dalla lama fissa *C* e da quella mobile *D*, fulcrata in *E* e mossa da moto alternato mediante manovella *G* e corda *H*; il richiamo ha luogo per mezzo della molla *I*. La macchina di cui parliamo si differenzia da quella di *L.* nel moto della pezza,

⁽²⁰⁾ RENIER: *Histoire de l'industrie drapière au Pays de Liege*.

⁽²¹⁾ BORGNIS: *Des machines qui servent à confectionner les étoffes*, 1820.



Fig. 77. - La cimatura a mano come praticavasi prima del 1816. (da ORMEZZANO).

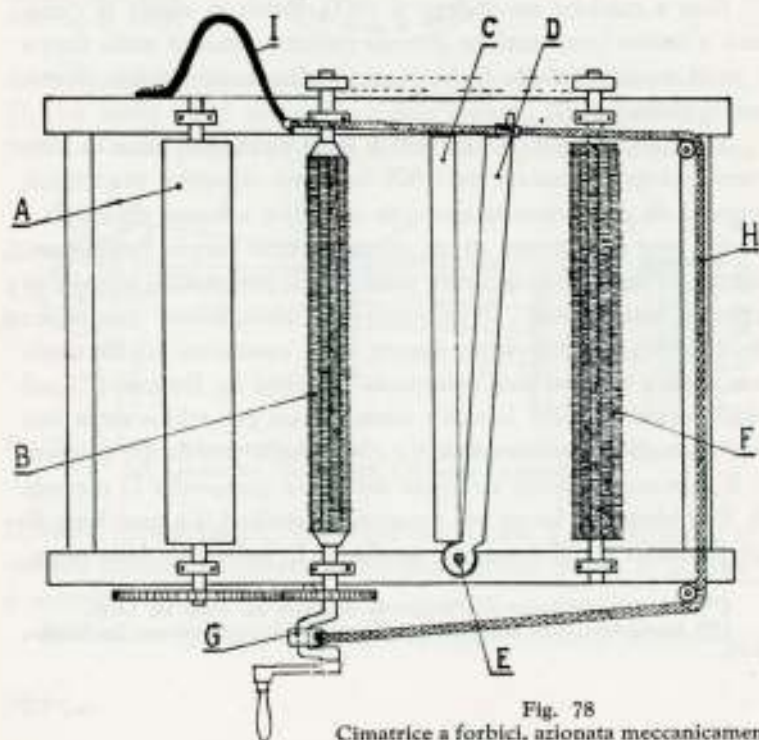


Fig. 78
Cimatrice a forbici, azionata meccanicamente, vista in pianta, del 1820 (da BORGNI).

la quale si svolge continuamente dal rullo *a*, ha il pelo sollevato dallo spazzolatore *B* ed è attirata dal subbio rugoso di richiamo *F*.

Le cimatrici a forbici caddero rapidamente in completo disuso, non appena furono inventate, verso il 1820, le cimatrici a

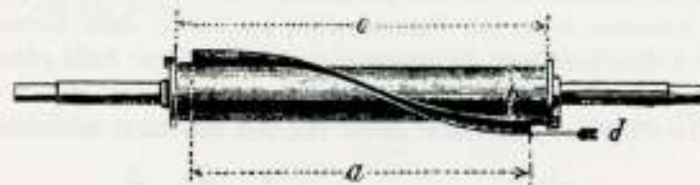


Fig. 79. - Dimostra la disposizione di una lama ad elica sul cilindro cimatore.

coltello elicoidale *d* applicato su un cilindro *b* (fig. 79) ruotante a grandissima velocità. Al disotto (fig. 80) sta la lama fissa *a*; la stoffa poggia sulla tavola fissa *e*. Il sistema fu dapprima applicato in cimatrici dette *trasversali*, ove la pezza veniva lavorata a

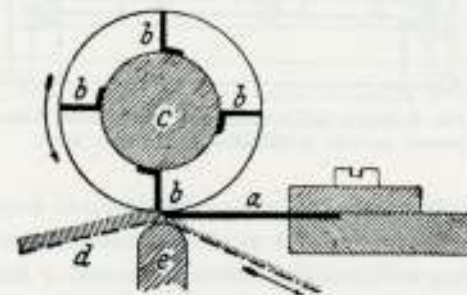


Fig. 80. - Schema del dispositivo fondamentale di cimatura con lame elicoidali.

tavolate successive. Nella cimatrice Dawis (fig. 81), il cilindro a lame elicoidali è ruotante su supporti fissi mentre la stoffa è collocata su un banco *mobile* formato da un'intelaiatura metallica munita di due guide *c* a sezione triangolare, e scorrevoli su puleggine a gola *C*; inferiormente porta due cilindri *e* e per lo svolgimento e l'avvolgimento di ogni tavolata del tessuto. Il

movimento del carrello ha luogo per trazione mediante corda che si avvolge su un rullino azionato meccanicamente.

A questo punto possiamo constatare come nella macchina Dawis sia stato applicato nella sua intierezza il concetto del carrello porta stoffa che L. ideò per la sua cimatrice. E sia per questo concetto, come per l'azionamento meccanico delle forbici, egli è da considerare anticipatore anche nel campo della cimatura meccanica.

La cimatrice trasversale Lewis (fig. 82) applica il medesimo

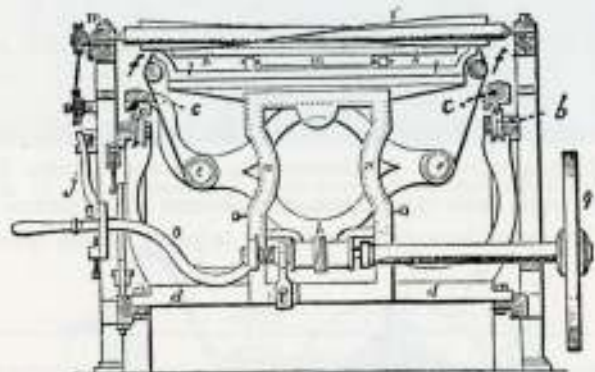


Fig. 81. - Sezione della cimatrice trasversale Dawis a banco mobile e cilindro ruotante e fisso.

principio di L. ma invertito, cioè il banco porta stoppa è *fisso*, mentre il cilindro *a* riceve due movimenti contemporaneamente: uno di rotazione e l'altro di traslazione, avanti e indietro sulla tavolata.

Con l'occasione diremo che alle predette due cimatrici fu contemporanea l'invenzione di quella detta *longitudinale* (di Price, 1805), dove la pezza cucita alle due estremità, in guisa da formare un circuito, passa con moto continuo ed ininterrotto al disotto del meccanismo cimatore. È evidente anche *a priori* che con questa macchina la produzione è enormemente superiore a quella delle cimatrici trasversali, mentre i meccanismi e la condotta del lavoro risultano grandemente semplificati.

Nel 1914 erano impiegati il tipo Lewis (per lavorazioni speciali) e di norma quello longitudinale ⁽²¹⁾.

A) MACCHINE PER LA FILATURA DELLA SETA.

23. - Il filo serico.

La bava fornita dal baco da seta è già un *filo continuo*, che non richiede operazioni di filatura vera e propria, bensì di solo consolidamento, che sono, tuttavia, chiamate di filatura. Dopo

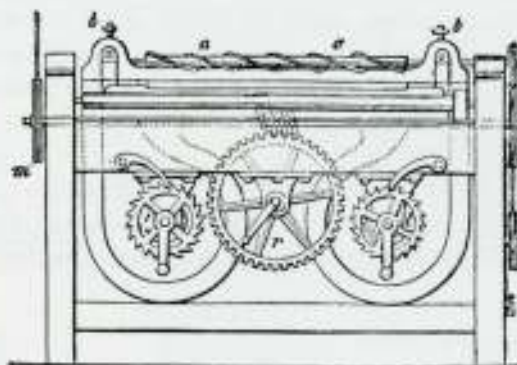


Fig. 82. - Vista di fronte della cimatrice trasversale Lewis a banco fisso e cilindro montante e con moto di traslazione.

aver raccolto il filo svolto dalle matasse provenienti dalla filanda su rocchetti (incannatura), detto filo viene torto ed avvolto su altri rocchetti (torcitura), poi addoppiato (binatura) e finalmente ritorto (seconda torcitura) sempre su rocchetti. In tal modo si ottiene l'*organzino*, filo resistente che serve per l'ordito.

24. - L'industria serica italiana nel 1500.

Era molto fiorente e progredita nella sua tecnica. Verso il 1300 circa veniva impiantato a Bologna da Ser Borghesano un filatoio per torcere azionato ad acqua, con molti fusi e di note-

⁽²¹⁾ G. S.: *Apparecchiatura dei tessuti di lana*, pag. 264.

vole produzione. Tale *filatoio meccanico* ⁽²⁵⁾ non solo fu apporatore di grande progresso tecnico, ma la sua invenzione consente di far risalire al secolo XII l'inizio della meccanizzazione delle macchine per la torcitura serica, poi oggetto di perfezionamenti nei secoli successivi. Di tali filatoi per torcere ne esistevano ancora in funzionamento verso il 1900.

25. - Leonardo innova nella filatura serica.

Il grande Inventore non poteva non richiamare la propria e sempre vigile attenzione anche su questo ramo dell'attività tessile razionale, già, per allora, tecnicamente assai progredito, ed a nostro avviso, egli si soffermò sulla realizzazione meccanica dei seguenti due concetti fondamentali:

- a) impiego del *casse-fil* nella binatura;
- b) effettuazione *contemporanea della binatura e della torcitura*, anziché farne oggetto di due operazioni separate.

26. - Binatoio a casse-fil.

Premettiamo che chiamasi *casse-fil* (letteralmente: *rompi-filo*) quel congegno per cui, rompendosi un filo durante il suo svolgimento, la macchina viene automaticamente arrestata.

Il disegno leonardesco di detto binatoio è riprodotto nella fig. 83 ed è dimostrativo delle due posizioni di arresto (a sinistra della figura) e di funzionamento (a destra).

Il prof. G. Colombo ed il dr. G. Gallese hanno schematizzato e ricostruito il dispositivo e ci permettiamo riportare dal loro studio ⁽²⁶⁾ quanto segue.

⁽²⁵⁾ V., GALLESE: Chi inventò il filatoio? In « Bollettino di Sericoltura »; CIUCCI: L'arte della seta in Lucca; FORTI: Storia della tecnica italiana.

⁽²⁶⁾ G. COLOMBO e G. GALLESE: Leonardo da Vinci inventore di macchine per la lavorazione della seta. In « Bollettino Ufficiale della Stazione Sperimentale per la Seta », Milano, 1939, numero di settembre, pag. 45.

« L'unito disegno schematico (fig. 84) mostra il funzionamento di questa binatoia di Leonardo. I due fili provenienti dai rocchetti r, r' passano attraverso un guidafili, poi scendono su due rotelline m, m' fissate a due aste imperniate in p aventi due code

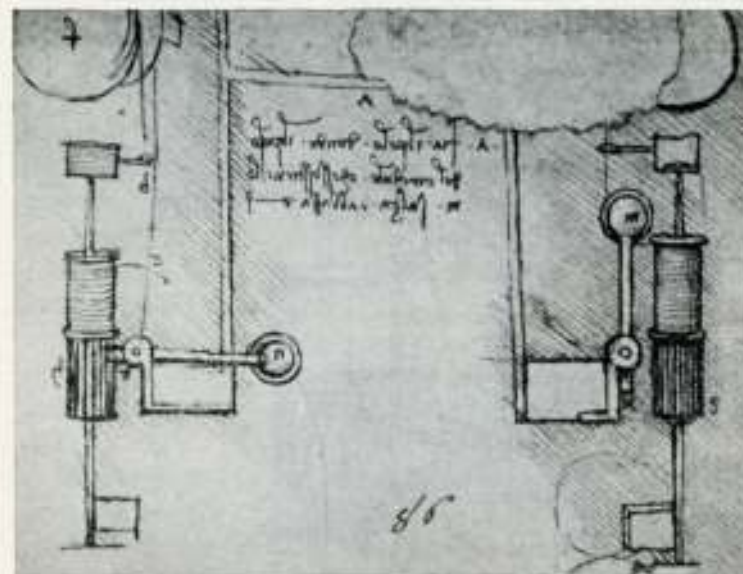


Fig. 83. - Binatoio per seta ad arresto automatico nel caso di rottura di uno dei due fili. (Codice Atlantico, folio 36 verso b).

c e c' ed arrivano al rocchetto R che inserito nel fuso F ruota ed avvolge i due fili binati ».

« Le rotelline m, m' , portate dall'asta imperniata in p , si alzano e si abbassano pel movimento del ceppo B comandato dall'asta A (azionata da adatto meccanismo; nota di g. s.) in questo modo il filo binato si distribuisce a getto piano sul rocchetto R. Il rocchetto R è inserito nel fuso che appoggia in V e V' e sotto il rocchetto vi è una ruota a stecche L che Leonardo chiama *lanterna*. Il moto rotatorio del fuso è dato dallo *strofinaccio* S (disco di legno a forma circolare ricoperto di stoffa alla periferia e ruotante; nota di g. s.), come nel filatoio ideato da Ser Borghe-

sano. Se uno dei due fili si rompe, la rotellina guidafile cade all'indietro (posizione m') e la corda c' s'incastra fra le stecche della lanterna, arrestando la rotazione del fuso, col quale è soli-

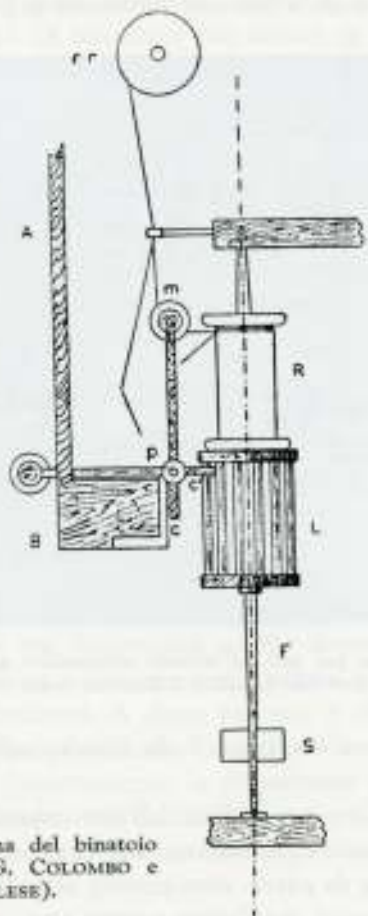


Fig. 84. - Schema del binatoio precedente (da G. COLOMBO e G. GALLESE).

dale. Questo binatoio di *Leonardo* è di facile interpretazione ed il suo funzionamento riesce assai chiaro ».

L. disegnò ancora un altro binatoio a casse-fil, variando non il concetto informatore, ma il sistema di funzionamento, basato su congegni più complicati di quelli precedentemente descritti.

27 - Binatoio-ritorcitoio.

La binatura eseguita separatamente domanderà un certo tempo per la preparazione di una data lunghezza di filo; lavorando con la medesima velocità occorrerà ugual tempo per la torcitura successiva della lunghezza di filo precedentemente binata. Se le due operazioni potessero effettuarsi contemporaneamente, è chiaro che il tempo di lavoro, a parità di condizioni, potrebbe essere ridotto alla metà, con evidente vantaggio economico. È questo probabilmente il concetto che deve avere indotto L. a disegnare lo schizzo riprodotto nella fig. 86, e che Giuseppe Pironi interpretò nel 1927 con lo schema riprodotto nella fig. 85 e che nella pubblicazione dei dottori Colombo e Gallese è accompagnato dalla seguente descrizione:

« È un fuso che appoggia su V , azionato dallo strofinaccio S che è registrato in V' , mediante una puleggina P . Sopra la puleggina il fuso si biforca in due branche laterali che portano i guidafile G e G' ».

« Lo stelo del fuso si biforca ancora più in alto in due supporti che portano i rocchetti dai quali si svolgono i due fili che passando tra i guidafile G , G' e g , g' si riuniscono nel guidafile posto alla sua estremità, richiamati dal rocchetto raccogliitore R sul quale si avvolgono ».

« I due fili vengono pertanto binati e ritorti contemporaneamente ».

28. - Ritroviamo nelle macchine tessili moderne i concetti di Leonardo del casse-fil e dell'operazione unica di binatura-ritorcitura?

La risposta può essere, in complesso, affermativa.

Salvo venga dimostrato il contrario, riteniamo che sia da attribuire a L. il principio del casse-fil, che è stato ripreso ed è normalmente applicato a tutte le macchine binatrici. Non solo, ma lo ritroviamo applicato su vasta scala in molte macchine di filatura, d'incannatura, sempre negli orditori e di più in più nei

telai meccanici. Dobbiamo quindi dedurre che L. creando il suo « casse-fil » è stato un grande anticipatore.

Anche l'idea della operazione unica: binare e ritorcere, è

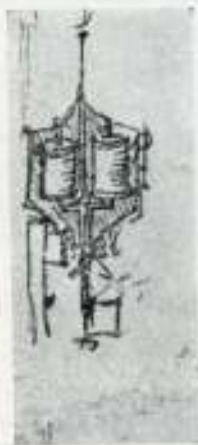


Fig. 85. - Binatolo-ritorcitolo, per seta, di Leonardo. (Codice Atlantico, folio 36 verso b).

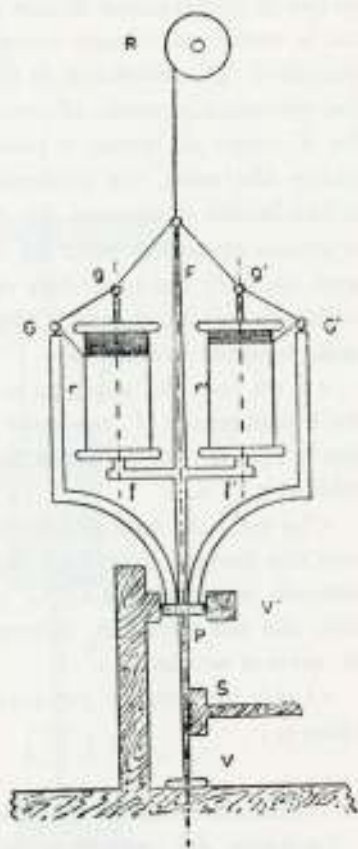


Fig. 86. - Schema del binatolo-ritorcitolo precedente (da G. COLOMBO e G. GALLESE).

stata ripresa, ma se può apparire favorevolmente logica in teoria, l'esperienza pratica ha dimostrato che nella maggioranza dei casi, per ragioni di perfezione del manufatto, è opportuno che le due operazioni siano eseguite separatamente. Ma ciò nulla toglie alla importanza della ricerca di L. su questo argomento.

B) MACCHINE PER CORDERIA.

29. - L'industria italiana della canapa nel 1500.

Già abbiamo accennato nella « Introduzione » come l'industria casalinga della canapa fosse in quel tempo assai sviluppata e pure esistesse l'artigianato dei funai ⁽²⁴⁾.

E da presumere che le funi fossero fabbricate con procedimenti molto elementari, se Leonardo giudicò opportuno perfezionarli con la creazione di apposite e nuove macchine. Riassumeremo, in proposito, quanto già abbiamo esposto in un precedente studio ⁽²⁵⁾.

30. - Come si confeziona una corda.

La fabbricazione delle corde è basata sul seguente procedimento: « Un determinato numero di fili elementari fra loro ritorti costituisce il lignuolo; la riunione di più lignuoli (normalmente 3 o 4) forma la corda. I lignuoli hanno una torsione contraria a quella dei fili che lo compongono e sono tra di loro uniti con torsione inversa della propria. Da questo contrasto risulta l'equilibrio che mantiene la corda in formazione » ⁽²⁶⁾.

Per effetto della torsione si manifesta nei lignuoli (o trefoli) e nelle corde un notevole accorciamento, per cui unitamente al dispositivo di torsione — semplicissimo nella lavorazione a mano: un uncino ruotante a cui sono attaccati i fili formanti il trefolo — occorre sempre un ordigno che permetta di seguire l'accorciamento e che consisteva originariamente di una semplice tavoletta di legno con o senza rotelle, caricata di pietre.

L. disegnò due macchine per la corderia:

- a) macchina per far corde a tre fusi;
- b) macchina per torcere trefoli a quindici fusi.

⁽²⁴⁾ BRUZZI: *L'artigianato dei linaioli, canapai e funai*.

⁽²⁵⁾ G. S.: *Leonardo ingegnere tessile - Macchine per filare e per torcere*. Rivista « L'Ingegnere », Milano, febbraio 1939.

⁽²⁶⁾ ENCICLOPEDIA TRECCANI: Voce « Corde », pag. 676.

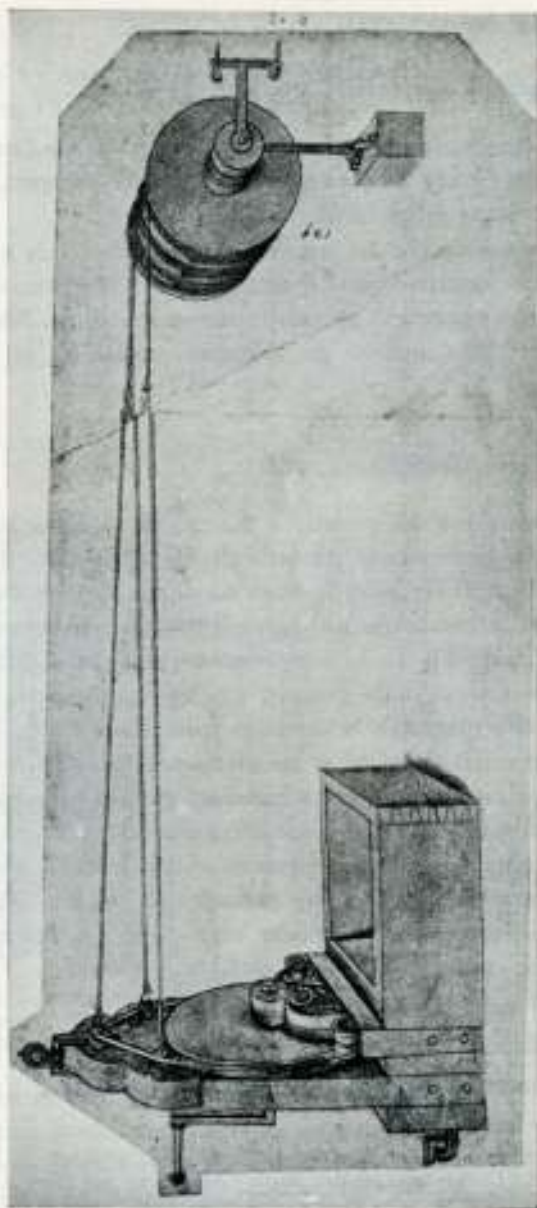


Fig. 87. - Leonardo da Vinci: macchina per corde, a tre fusi.
(Codice Atlantico, folio 2, verso b).

31. - Macchina per far corde a tre fusi.

Il disegno dell'artistica costruzione è riprodotto in fig. 87. Esso è stato interpretato nello schema fig. 88 che ha servito per la ricostruzione della macchina. Questa è formata da un basamento *A*, tenuto fermo sul pavimento da un chiodo *B*. Il dispositivo torcitore è formato semplicemente da tre rocchetti R_1, R_2, R_3 girevoli su altrettanti chiodi o perni, ed ai quali è opportunamente fissata una staffettina di corda *S* (fig. 89). Detti rocchetti sono fatti ruotare mediante corda, puleggia a gola *C* e

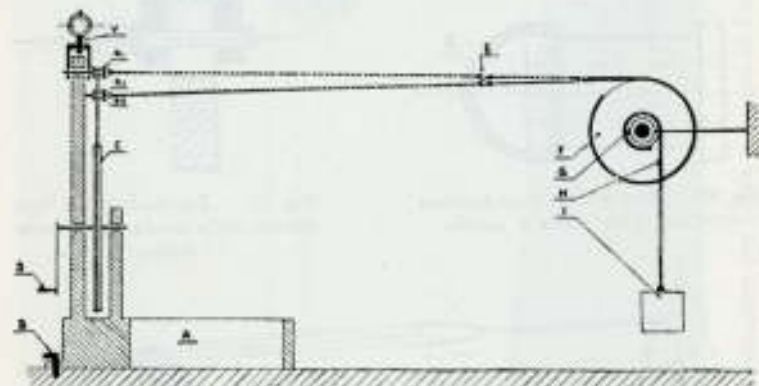


Fig. 88. - Schema interpretativo della macchina per corda a tre fusi di Leonardo (dalla Rivista *L'Ingegnere*, 1939).

manovella *D*. La tensione della corda può regolarsi, alzando od abbassando il rocchettino superiore R_1 portato da staffa registrabile mediante la vite *V* (fig. 90). I tre lignuoli erano attaccati a tre ganci *E* portati da altrettante corde avvolte per più giri e fissate sul tamburo *F*. La tensione era data dal peso *I* sostenuto dalla corda *H* fissata alla ghiera *G* del tamburo. Ancora oggi si impiegano nelle corderie a mano, macchine che sono basate sui medesimi concetti di quella di *L*.

La fig. 91 dimostra l'uso della macchina per confezionare la corda. I tre trefoli sono riuniti, torti in senso contrario alla precedente torsione, e nel contempo inseriti rispettivamente nelle tre scanalature della cosiddetta « mazza » *M*, che avanza guidata

dalla mano dell'operaio, regolando la buona formazione delle eliche. La fig. 92 rappresenta la macchina ricostruita.

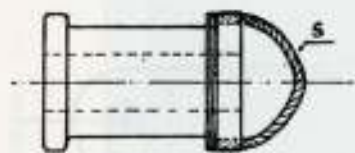


Fig. 89. - Particolare: Rocchettino torcitore con staffa a corda.

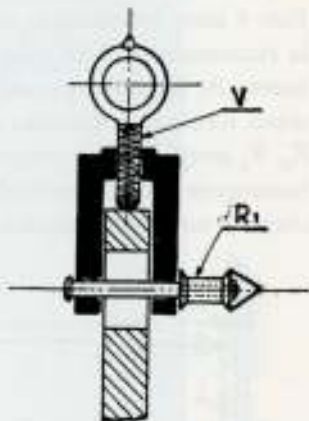


Fig. 90. - Particolare del tenditore della corda di trasmissione.

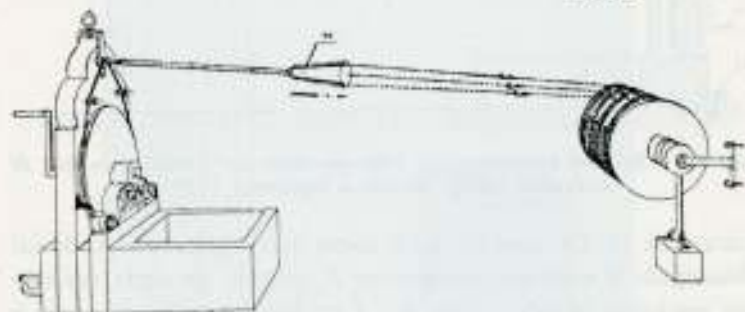


Fig. 91. - Dimostra l'uso della macchina per far corde a tre fusi di Leonardo (dalla Rivista *L'Ingegnere*, 1939).

32. - Macchina per torcere trefoli, a 15 fusi.

L., sempre dominato dall'idea della produzione, immaginò di aumentare quella dei trefoli, creando la genialissima macchina disegnata nella fig. 93. Si tratta di 15 (o più) rocchettini a staffa (come quelli della fig. 89) genialmente disposti a semicerchio attorno ad un tamburo collocato col suo asse parallelo ai trefoli,

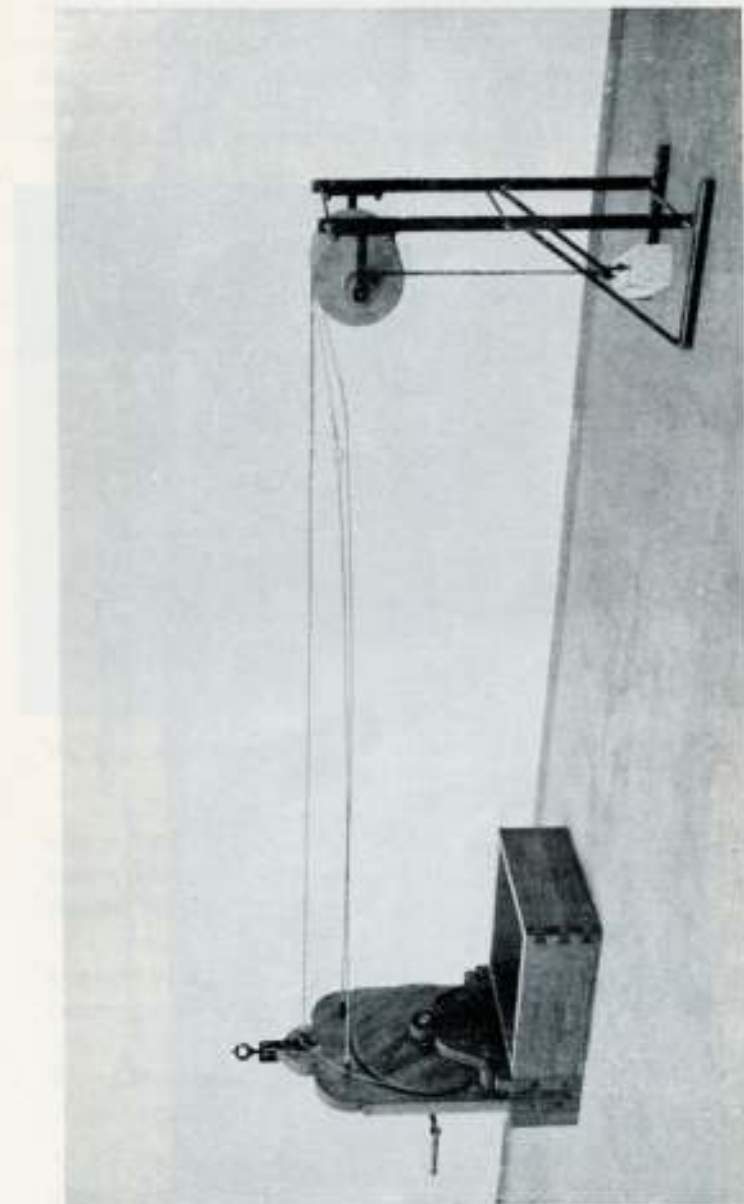


Fig. 92. - Ricostruzione della macchina per corde a tre fusi di Leonardo (Mostra leonardesca).

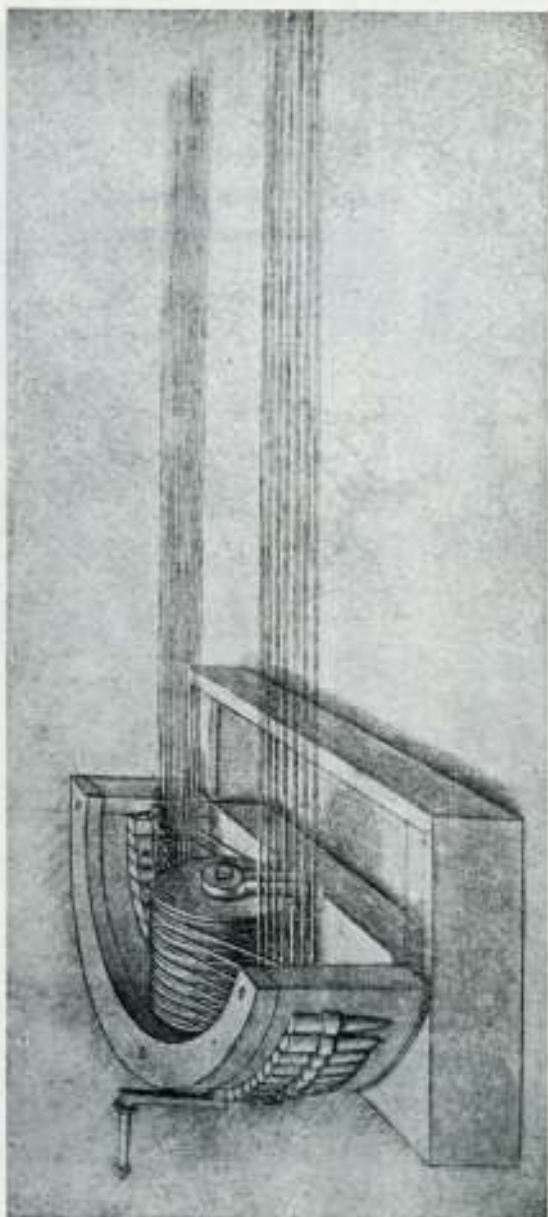


Fig. 93. - Leonardo da Vinci: disegno di una macchina a 15 fusi per la torcitura dei trefoli.
(Codice Atlantico, folio 2, verso a).

e fatto ruotare da manovella. I rocchettini sono fatti ruotare da corde disposte alternativamente a destra ed a sinistra del tamburo in modo da equilibrare la tensione da essi esercitata sul tamburo stesso. Il perno di ogni rocchettino è portato da una staffa metallica traversante il basamento, e la cui posizione può

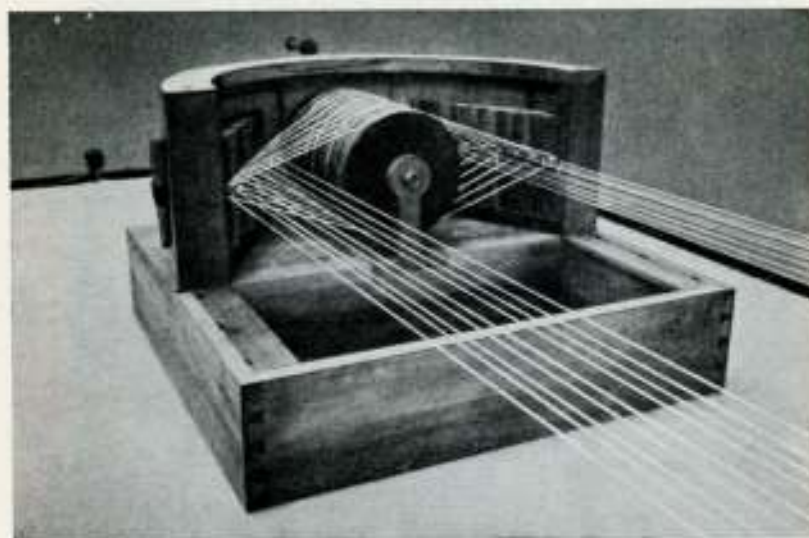


Fig. 94. - Macchina di Leonardo per torcere trefoli, ricostruita su 18 fusi
(Mostra Leonardesca).

essere regolata — e con essa la tensione della corda — da un cuneo posto alla periferia. L'insieme dei cunei è ben visibile nel disegno originale.

L'interno della macchina — tamburo, corde e rocchettini — è messo in particolare evidenza nella fotografia fig. 94, riproducete una vista parziale della macchina ricostruita.

33. - *Concetti anticipatori rilevabili dalle macchine per corderia di Leonardo.*

Non sappiamo quale influenza essi abbiano avuto sul progresso nella corderia a mano. Ma degno di rilievo, è, indubbia-

mente, il tenditore della fig. 90, di cui dice il *Feldhaus* ⁽¹⁷⁾: « È certamente il più vecchio dispositivo tenditore di cinghie ».

Particolarmente notevole ci sembra ancora la constatazione che si può fare sul tamburo a corda della torcitrice a 15 fusi, cioè che può considerarsi precursore dei tamburi a corde impie-

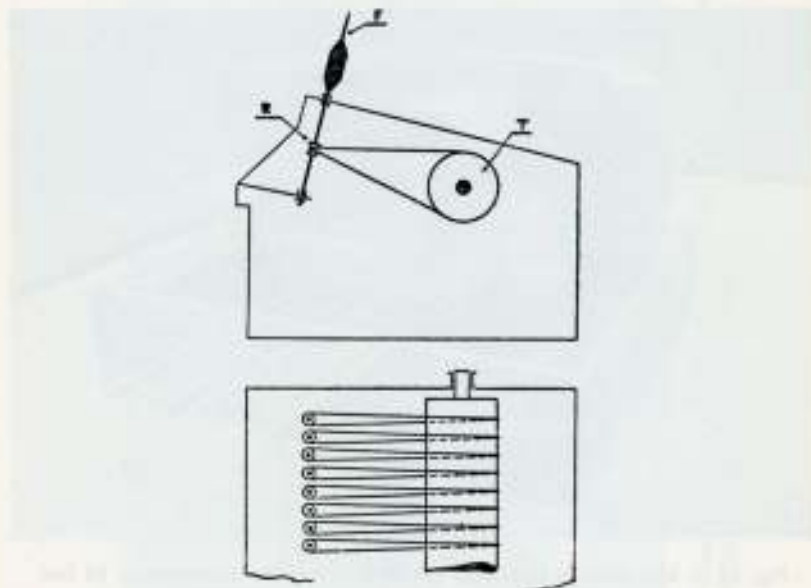


Fig. 95. - Schema del tamburo a corde azionante i fusi nel self-acting (dalla Rivista *L'Ingegnere*, 1939).

gati per il comando di una successione di fusi negli incannatoi, nei self-actings (fig. 95) nei rings ecc., cioè nelle moderne macchine di filatura.

C) MACCHINE PER LA RIFINIZIONE DELLE BERRETTE.

34. - La berretta del 1500.

La berretta era un copricapo di lana a forma di cappuccio che si portava nel 1500 dal popolo (già si era in quell'epoca

⁽¹⁷⁾ *FELDHaus*: *Leonardo, der Techniker und Erfinder*, pag. 157.

introdotto il cappello di feltro di castoreo per l'aristocrazia), e si presume fosse tessuta a maglia in forma di calotta sferica poi sottoposta a follatura, risultandone un feltro follato (di diametro e di altezza di circa 20 cm.), che veniva prima garzato e poi cimato.

Leonardo ha dato anche qui prova del suo interessamento all'industria tessile, disegnando una garzatrice ed una cimatrice per berrette.

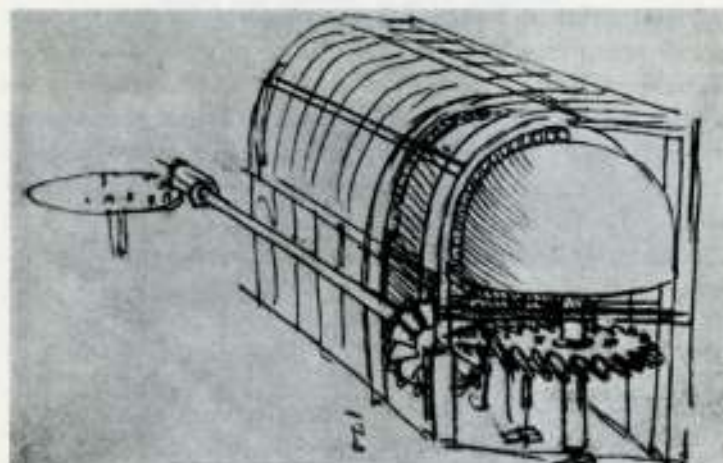


Fig. 96. - Garzatrice multipla per berrette, di L. (Codice Atlantico, folio 334, recto a).

35. - Garzatrice per berrette.

I feltri sopraccennati sono collocati su forme a calotte ruotanti, azionate mediante le trasmissioni e ruote dentate visibili nel disegno (fig. 96); al disopra delle calotte sono opportunamente fissati i cardì su settore di un quarto di cerchio. La macchina appare predisposta per la lavorazione contemporanea di 5 a 6 feltri.

36. - Cimatrice per berrette.

Il disegno di questa cimatrice appare preceduto da studi preliminari.

La fig. 97 dimostra come data una calotta con il suo feltro, le forbici dovrebbero spostarsi tangenzialmente per effettuare il taglio completo.

Mentre per la cimatura dei panni occorrevano forbici a molla, con le lame azionate come leve di terzo genere, per cimare le berrette, sono sufficienti forbici di forma adeguata ma di tipo usuale (leva di primo genere). L. ci dà il disegno di esse nella fig. 98 e sul quale sta scritto « forbici con che cimano i berrettai » e poi spiega come l'azionamento di tali forbici richieda solo lo sforzo per il taglio e non quello per comprimere la molla come ha luogo nelle altre. Dalla figura si vede come la lama appoggiante (femmina) sia tenuta fissa, mentre la lama superiore (maschio) sia animata di moto alternato mediante biella e manovella. Il concetto del dispositivo è reso più chiaro dall'interpretazione di Beck, data nella fig. 99.

Nella fig. 100 infine è riprodotto lo schizzo della cimatrice per berrette, come disegnata da L. La berretta è collocata su una calotta, portata da un sostegno, che si può girare per presentare, poco a poco, tutto il feltro alle forbici. Queste appaiono inclinabili, e sono richiamate dal peso visibile nella figura.

37 - Anticipazioni.

Non abbiamo elementi per giudicare se ve ne furono in questo campo — specialissimo — dell'industria tessile.



Fig. 97. - Studio preliminare di L. sulla posizione successiva delle forbici per cimare una berretta. (Codice Atlantico, folio 380, verso a).

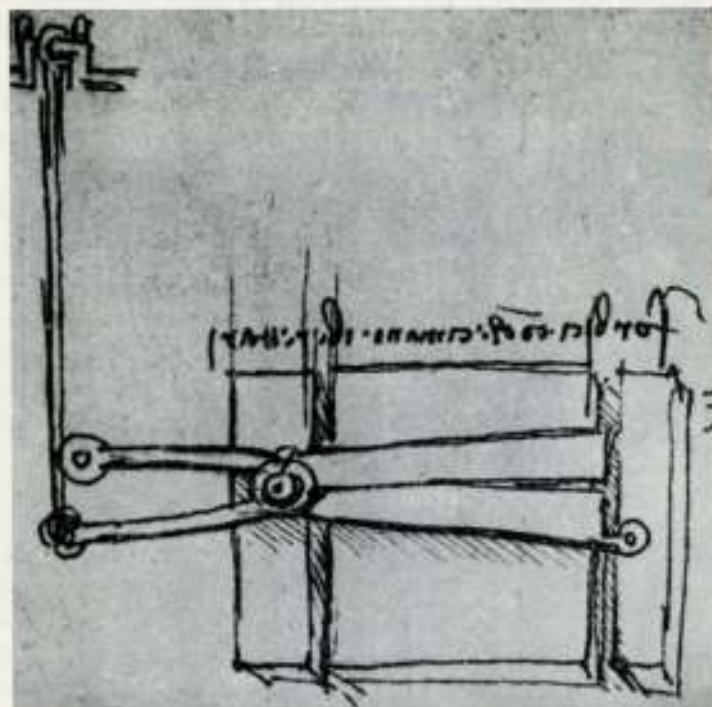


Fig. 98. - Leonardo: Forbici con che cimano i berrettai (Codice Atlantico, folio 397, verso a).

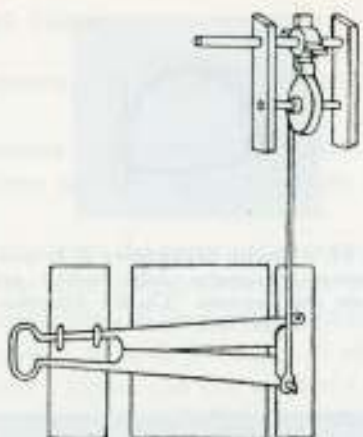


Fig. 99. - Schema del congegno precedente
(secondo l'interpretazione di Бекк).

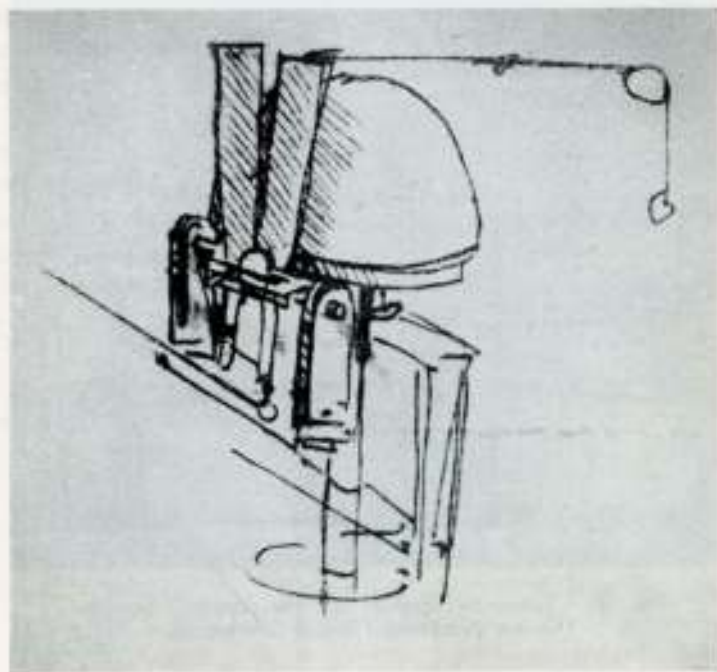


Fig. 100. - Cimatrice per berrette di Leonardo
(Codice Atlantico, folio 380, recto a).

IV — RIASSUMIAMO.

38. - *Le anticipazioni di Leonardo nel campo della meccanica tessile.*

Nella filatura:

— ha posto il principio — realizzato nel suo *fuso ad aletta* — del *filatoio continuo*, dove lo stiro, la torsione e l'incannatura si effettuano contemporaneamente. Questo procedimento non era noto, conoscendosi solo quello della filatura intermittente (*fuso e conocchia*, *ruota a filare*, moderno *self-acting*). Il nuovo principio trovò applicazione nella ruota di Jürgen (*filatura casalinga*), nel filatoio ad aletta di Arkwright (1775) e derivati successivi, nonché nel banco a fusi per cotone;

— ha creato, con il suo *filatoio a 4 fusi*, la *macchina filatoio ad elementi multipli*, che si può considerare il capostipite dei moderni filatoi, a numero più o meno grande dei fusi;

— ha concepito nella sua *torcitrice per trefoli a 15 fusi*, il principio del *comando dei fusi mediante tamburo unico e corde singole (regolate dal tenditore)*. Tale principio è applicato nei moderni filatoi e nelle macchine per incannare;

— ha realizzato il concetto del *casse-fil* nel suo *binatoio per seta*, concetto che si ritrova applicato su vasta scala, non solo in molte macchine di filatura e nelle binatrici, ma anche in macchine di tessitura, come ad es. orditoi e telai.

Nella tessitura:

— ha disegnato per primo un *telaio meccanico*. In questo appare certo l'anticipo del concetto della *regolazione positiva della rotazione continua ed automatica dei subbi d'ordito e del tessuto*. Tale rotazione è pertanto comandata dall'organo centrale della macchina; essa si riscontra attuata, sotto altre forme, nei telai moderni;

— ha inventato il *comando positivo della navetta* (cioè l'inserimento di questa attraverso il passo mediante organi azionati meccanicamente che ve la conducono). Tale principio ritroviamo

nel telaio meccanico di Degennes (1677), in quello successivo di Vaucanson (1744) ed anche in un moderno telaio americano (1926) e nei telai per nastri, per i quali risulta praticamente adatto.

Nell'apparecchiatura laniera:

— ha anticipato i concetti di *meccanizzazione delle operazioni di garzatura e di cimatura dei panni:*

a) *meccanizzazione della garzatura*, garzando la pezza (mediante cardì fissi) su tutta la sua lunghezza in circuito continuo o solo per la lunghezza stessa ma ripetutamente in tempi successivi.

Per il primo caso ha creato la *garzatrice a 5 pezze* (circolanti su tamburi) con *moto continuo* e lavorate contemporaneamente. Tale macchina, nella sua essenza, è da considerarsi il capostipite delle moderne garzatrici.

Per il secondo caso ha creato la *garzatrice intermittente* basata sul principio dello svolgimento ed avvolgimento alternato della pezza attaccata a due rulli, con garzatura durante il moto. Questa macchina è stata il capostipite delle garzatrici moderne costruite con concetto identico, nel secolo XIX (ed ora cadute in disuso);

b) *meccanizzazione della cimatura*. 1) *Forbici*: Queste ultime azionate a mano (il che durò sino al 1800 circa) furono da Leonardo predisposte per l'azionamento meccanico, ed il meccanismo applicato ad una *cimatrice meccanica a 4 forbici*; per la cimatura contemporanea di 4 pezze. Il concetto del meccanismo di Leonardo fu ripreso e realizzato nelle prime cimatrici a forbici costruite nei primi anni del secolo XIX (e poi cadute in rapido disuso). 2) *Banco porta-stoffe su carrello*: Il concetto si ritrova nella cimatrice trasversale Dawis (del 1810 circa).

39. - *Leonardo, meraviglioso precursore di moderne macchine tessili.*

Così lo definivamo — e riteniamo, giustamente — in una nostra già citata monografia.

Riteniamo ancora che Leonardo non solo abbia mirato, con la meccanizzazione di congegni tessili, ad emancipare l'uomo dalla fatica materiale — rilevandosi in ciò grande e genialissimo inventore — ma anche, con la sua creazione di *macchine multiple*, all'incremento della produzione. Nella sua sagace mente si combinavano così i fattori di umanità e di progresso tecnico ed economico insieme, cioè della *produttività*, della quale si può considerare precursore.

Ha scritto di « *Leonardo tessile* » — in occasione della celebrazione Vinciana del 1939 — Armando Comer, in « *Laniera* » (*) quanto ci permettiamo riportare, a chiusura della nostra trattazione:

« ...L'arte del tessere e quella laniera in specie, sembrò interessarlo in modo particolare... ».

« Comunque sia sorto nel suo pensiero lo studio del filatoio automatico, del ritorcitoio, del telaio meccanico, della cimatrice e della garzatrice meccanica a lavoro multiplo, comunque sia stato indotto a studiare nella formazione del liccio il punto vero in cui le fibre tolte alla natura tornano a riunirsi per rivivere nel drappo, noi dobbiamo essergli infinitamente grati e dobbiamo onorare come e meglio di ogni altro il suo genio anticipatore ».

« Leonardo costruttore (e per noi soprattutto costruttore tessile), mercè l'opera divulgatrice compiutasi a Milano, appare oggi ai nostri manifattieri sgombrato di ogni astrazione. Essi possono dire di appartenergli e possono immaginarselo alla sommità della sua grandezza, in serena ammirazione del moderno veloce lavoro da lui percorso di quattro secoli ».

(*) A. COMER: *Riconoscenza*. Rivista « *Laniera* », luglio 1939, p. 453.

BIBLIOGRAFIA

- BECK T.: *Historische Notizen*. «Zeitschrift der deutschen Ingenieure»,
 BORONIS: *Des machines qui servent à confectionner les étoffes*. Ed. Bachelier,
 Paris, 1820.
 BRUZZI E.: *L'arte della lana in Prato*. «Archivio Storico Pratese», 1939.
 — *L'arte della lana in Prato*. Ed. Associazione Industria e Commercio
 della Lana in Prato, 1930.
 — *L'artigianato dei linaiuoli, canapai e funai*. Nel giornale «L'Avvenire
 d'Italia», Bologna, 30 marzo 1941.
 COLOMBO G. e GALLESE G.: *Leonardo da Vinci inventore di macchine per
 la lavorazione della seta*. In «Bollettino Ufficiale della R. Stazione Spe-
 rimentale per la seta», Milano, 1939.
 CIUCCI L.: *L'arte della seta in Lucca*. Ed. Emo Cavalleri, Como, 1930.
 COMEZ: *Il centenario di Giotto e l'arte della lana*. Rivista «Laniera»,
 Roma, 1937; *Riconoscenze*. Rivista «Laniera», luglio 1939.
 DOREN A.: *Die Florentiner Wolltuch-Industrie vom vierzehnten bis zum
 sechzehnten Jahrhundert*. Ed. J. G. Cotta, Stuttgart, 1901.
 ENCICLOPEDIA TRECCANI: *La storia dell'arte della seta*. Voce: «Seta»,
 e voce «corde».
 FAHRBACH: *Geschichte der Textil-Industrie*.
 FELDHAUS: *Leonardo, der Techniker und Erfinder*. Ed. Diederichs, Jena,
 1922.
 FORTI A.: *Storia della tecnica italiana*. Ed. G. Sansoni, Firenze, 1930.
 FRANCALANCIA D.: *Tracce romane nell'arte della lana*. Rivista «Laniera»,
 1937.
 GALLESE G.: *Chi inventò il filatoio?* «Bollettino di Sericoltura», 1930.
 HULLEBROCK A.: *Les étoffes d'écorces*. Ed. Ch. Béranger, Paris-Liège,
 1935. Traduzione dal catalano della monografia di C. RODON Y FONT:
Les telos d'escarratxa - Badalona, 1934.
 JOHANSEN e altri: *Die Geschichte der Textil-Industrie*. Ed. Sud Verlag
 G.m.b.H., Stuttgart, Zürich, 1932.
 LING ROTH: *Studies in primitive looms*. Bankfield Museum, Halifax, 1917.
 MARCOLONGO R.: *Studi Vinciani*. Ed. Stabilimento Industrie Editoriali
 Meridionali, Napoli, 1937.
 MORTON W. E.: *An [introduction to the Study of Spinning*. Longmans
 Green and C., London, New York, Toronto, 1937.
 RAZY C.: *Etude analytique des petits modèles de métiers exposés au Musée
 historique des tissus de Lyon*. Ed. A. Rey, Lyon, 1913.
 RENIER J. S.: *Histoire de l'industrie drapière au Pays de Liège*. Ed. De
 Thier, Liège, 1881.
 REISER N.: *Die Appretur der wollenen und halb-wollenen Waren*. Ed.
 Arthur Felix, Leipzig, 1912.
 — *Die Appretur der Wool und Halb wollenen Waren*.
 STROBINO G.: *Apparecchiatura dei tessuti di lana*. Ed. Hoepli, Milano.
Leonardo ingegnere tessile (Macchine per filare e per torcere). Rivista
 «L'Ingegnere», Milano, febbraio 1939.
Leonardo inventore tessile. Rivista «Laniera», Roma, luglio 1939.
Modo di fare il liccio secondo Leonardo. Rivista «Laniera», luglio 1939.
«Leonardo meraviglioso precursore di moderne macchine tessili»,
 in *Enciclopedia storica delle Scienze e delle loro applicazioni* del dott.
 ing. ARTURO UCCELLI (Storia dell'arte tessile nel Medio Evo), Vol. II,
 Tomo II). V ancora nella stessa Enciclopedia la storia dell'arte tes-
 sile nella antichità (Vol. I, Tomo I) e nei tempi moderni (Vol. II,
 Tomo II).
 — *Cenno storico sul telaio per tessere*. Associazione Cottoniera Italiana, 1927.