



RACCOLTA VINCIANA

MILANO

CASTELLO SFORZESCO

FASCICOLI XV-XVI

1934-1939

XI.

LEONARDO E L'AUTOMOBILE

L'argomento non è nuovo. Già nel 1905 Girolamo Calvi in una sua memoria presentata all'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere segnalava agli studiosi l'interesse dei fogli 296 verso a e 4 verso a del *Codice Atlantico* (1). Solo nel 1928, Guido Semenza con intendimenti tecnici, raccolse la segnalazione del Calvi illustrando in modo ampio il f. 296 verso a del *Codice Atlantico* concludendo: «... che si tratti veramente di un'automobile».

« Vi riscontriamo senza alcun dubbio un gioco di molle, che costituisce la sola origine di forza motrice meccanica, o, se si vuole essere più esatti, il solo modo di accumulare energia in piccolo che fosse allora a disposizione; vi è anche, questo senza alcun dubbio, un « differenziale » necessario perché un carro, mosso dalle proprie ruote, giri bene nelle curve; e infine il carrello è provvisto di uno sterzo, un organo di direzione da manovrarsi da chi è sul carro stesso e che non sarebbe giustificato in un veicolo qualunque. Un'automobile dunque, un carro che cammina senza essere trainato; avrà potuto avere una corsa di qualche decina di metri, ma il riuscire a questo poteva ben essere un problema abbastanza attraente per uno spirito come quello di Leonardo: forse era soltanto destinato a far avanzare uno di quei carri d'assalto di cui troviamo numerosi esempi nei suoi disegni. Che se poi io errassi in questa assunzione, l'aver Leonardo disegnato un

(1) Relazioni sui concorsi a premio (per il 1905) pubblicate il 4 ed il 25 aprile 1907 — Concorso al Premio Tomasoni — in *Rendiconti del R. Istituto Lombardo di S. e L.*, Serie II, vol. XL, 1907.

« differenziale » sarebbe già da sè solo una nuova pietra al monumento della sua gloria » (1).

Difatti, i disegni vinciani contenuti nelle carte citate nel *Codice Atlantico* costituiscono la prova migliore che Leonardo fino dai tempi della sua prima giovinezza abbia pensato alla realizzazione di un carro semovente.

L'illustrazione tecnica data dal Semenza a suo tempo era abbastanza esauriente, almeno per quanto riguarda le carte vinciane citate. Successivamente, l'argomento venne ripreso a puro scopo divulgativo dallo scrivente (2) e da Girolamo Calvi nella sua magnifica biografia di Leonardo (3), e di esso non varrebbe la pena trattare ancora, se una pubblicazione recente di Jotti da Badia Polesine (4) non ci offrisse il destro per riaprire una discussione e per dare alcuni chiarimenti intorno a quello che oramai viene considerato « l'automobile di Leonardo ».

Nella monografia dello Jotti destinata, come egli mi scrisse, agli automobilisti in luogo che ai vinciani, si rileva come il Semenza, che pure era tecnico di altissimo valore ed un osservatore oltremodo diligente, non abbia rilevata la funzione del rocchetto sul quale si avvolgono due corde tenditrici di molle così come risulta disegnato il dettaglio nel *folio 296 verso a* del *Codice Atlantico*. Il Semenza dopo avere esaminato i disegni ed essersi posto la domanda del come lavorassero le molle, dice fra l'altro: « ... nessuna indicazione d'una qualsiasi relazione fra i due elementi si scorge nei due disegni. Abbiamo soltanto questo: che se il sistema delle molle è teso a mezzo dei rocchetti e delle aste dentate, è probabile che al distendersi di esse si profitti della rotazione dei rocchetti per trasmettere il movimento al sistema meccanico per mezzo di una trasmissione sotto il telaio, ma di più non si può dire. Comunque sembra inammissibile che Leonardo abbia messo

(1) G. SEMENZA, *L'automobile di Leonardo* (in *Archivio di Storia della Scienza [Archeion]*, vol. IX, 1928, 1).

(2) A. UCCELLI, *L'automobile a molla e Leonardo da Vinci* (in *Lettura*, marzo 1926), ripubblicato poi a Parigi da « *Lu* »: *L'automobile à ressort de L. d. V.*; e con grande disinvoltura dalla *Revue Scientifique* nell'aprile 1917, da certo Jean Teck e con lo stesso titolo.

(3) G. CALVI, *Vita di Leonardo*, Morcelliana edit. Brescia, 1926, pag. 201.

(4) JOTTI DA BADIA POLESINE, *Leonardo e l'automobile*, Milano, Zerbini edit., 1938 (in occasione delle nozze Venzo-Giunone).

su un carrello un potente sistema di molle e un meccanismo collegato alle ruote, senza che tali due elementi siano diretti ad uno stesso scopo ».

È subito dopo: « Rimangono misteriose le due rotelle a pignoni poste negli angoli inferiori del disegno; a prima vista si vorrebbe vedere una relazione fra esse e le code inferiori delle molle che sembrano essere in contatto con esse; ma osservando meglio si vede come manchi qualsiasi accenno ad un collegamento di carattere meccanico. Si deve perciò ritenere casuale l'avvicinamento di questi due elementi; non è impossibile invece che le due rotelle siano collegate col sistema di comando delle ruote, e che siano destinate a moderare la velocità di distensione delle molle ».

Lo Jotti nel suo studio invece cerca di colmare questa pretesa lacuna del Semenza scrivendo: « invece il collegamento fra il sistema di molle e le due grandi ruote dentate motrici c'è, ed è indicato dal dettaglio sfuggito all'attenzione del Semenza. È vero che manca un evidente collegamento di carattere meccanico fra di esse, ma l'esistenza del rocchetto e dei due tenditori (corde) spiega la qualità del collegamento e la documenta. Il complesso delle molle era dunque collegato alle ruote e sottoposto con delle corde che si arrotolavano su rocchetti, i quali devono identificarsi evidentemente con quelli indicati schematicamente (col solo contorno) al centro delle due grandi ruote dentate con cui avevano in comune l'asse. La nostra interpretazione dei disegni vinciani dissipa quindi ogni dubbio. Tale sistema di molle doveva essere più che sufficiente a far muovere il carrello ».

Nella nostra nota divulgativa pubblicata due anni or sono, noi ritenemmo non troppo chiara la funzione delle due rotelle disegnate da Leonardo agli angoli inferiori del disegno che poco avanti riproduciamo.

Molto probabilmente, e ciò contrariamente all'ipotesi del Semenza, le due rotelle potevano servire ad evitare lo scaricarsi fulmineo delle ruote principali e quindi avevano la funzione di moderatrici della velocità del veicolo. In altri termini, secondo la nostra opinione esse vennero previste per dosare la trasmissione dell'energia dalle molle principali *a*, alle ruote dentate *b*, per quanto nel disegno di Leonardo l'accoppiamento non risulti meccanicamente indicato.

Necessita allora ritenere che tali rotelle, munite di cavicchi, avrebbero dovuto ingranare con le ruote più grandi a mezzo di

denti che nel disegno non risultano perchè nascosti dal perno che porta i cavicchi stessi. Ognuno di questi, ruotando, tende la molla secondaria *c*, fino al punto in cui è costretto ad abbandonarle per cedere il posto al cavicchio successivo. La molla *c*, abbandonata a se stessa, scatta, tendendo a raddrizzarsi.

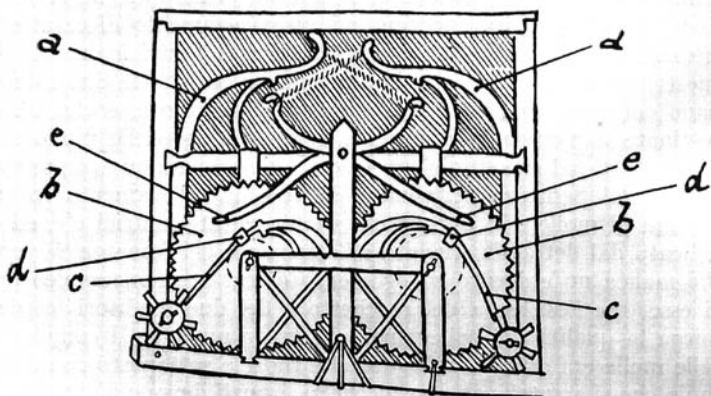


Fig. 58.

Leonardo quindi per impedire che l'energia di tale molla durante questo movimento vada dispersa, l'ha munita di un maniccotto *d*, che va a battere contro l'estremità della leva *e*, che agisce direttamente sulla molla principale *a* e ne aumenta la tensione cedendole l'energia di quella secondaria *c* che altrimenti andrebbe perduta. Il cavicchio successivo delle rotelline afferra nuovamente l'estremità della molla secondaria *c*, facendola nuovamente piegare e così via di seguito.

Quindi la trasmissione dell'energia dalla molla principale alle ruote del carro viene ad essere moderata, e per così dire imbrigliata dal fatto che una parte di essa ritorna a mezzo dei cavicchi e delle molle secondarie alle molle principali.

Lo Jotti nella sua monografia ricorda come dopo Leonardo altri riuscirono a realizzare un carro auto-mosso e segnalatamente Giovanni Hautzsch che nel 1649 godeva di una certa notorietà per aver costruito « dei carri azionati a molla che tutti potevano

dirigere e che percorrevano duemila passi in un'ora », fatto questo di cui molto dubitiamo e ne diremo subito le ragioni. Segnala anche lo Jotti l'esperienza compiuta nel 1748 da Vaucanson che fece evolvere dinanzi a Luigi XV una carrozza mossa a molle.

A completare il suo studio di carattere storico-tecnico lo Jotti illustra il *folio 357 recto a* del *Codice Atlantico* ove Leonardo ebbe in modo mirabile a disegnare le trasmissioni a catena che per molti anni vennero considerate come invenzioni di Vaucanson e di Galle, i fogli *316 recto b* e *288 recto b* del *Codice Atlantico* ove Leonardo disegnò con mirabile precisione quel giunto meccanico articolato che ancora oggi i tecnici chiamano impropriamente « Cardano » e con disegni che trovano analogie con altri contenuti nel *Codice Arundel* e nei fogli di Windsor pubblicati recentemente dal Clark.

Riferendosi poi agli studi vinciani sull'attrito radente e su quello volvente e segnalatamente alle note alle figure contenute in *Atl. f. 72 verso b*, *81 recto b* e *verso b*, *82 recto b*, *112 recto b*, *155 verso b*, *193 recto b*, *197 recto b*, *198 verso a*, *201 verso a*, *236 verso a* e *305 verso b*, nonchè in *Arundel f. 40 verso e recto*, *41 recto e verso* e *187 recto e verso*, l'A. rileva come Leonardo abbia in modo geniale ovviato all'attrito degli assi di un carro e nei congegni ad assi girevoli Leonardo abbia introdotto « un vero e grande perfezionamento insegnando a far volgere tali assi non entro poli immobili, ma sul contorno di rotelle mobili, rendendo al minimo la resistenza di attrito ».

Per quanto lodevole sia stata l'intenzione dello Jotti di volere, nella sua monografia intorno a Leonardo e l'automobile, integrare lo studio stesso con l'esame di tutte quelle carte vinciane che presumibilmente non avevano alcun riferimento con l'auto-carro disegnato al famoso foglio *296 recto a* del *Codice Atlantico*, non possiamo d'altra parte ammettere come, sia il giunto meccanico articolato quanto le trasmissioni a catena, i cuscinetti a rulli, gli odometri, i martinetti, la pompa centrifuga e diversi snodi disegnati da Leonardo, abbiano riferimento alcuno con il cosiddetto « automobile ». Ed a questo proposito, soggiungiamo, lo stesso Jotti è con noi.

D'altra parte lo Jotti rivolgendosi agli automobilisti in luogo che ai vinciani ha fatto bene ad integrare la sua monografia con l'illustrazione di quanto nei mss. di Leonardo poteva avere una certa affinità con l'argomento trattato. Ma possiamo ad altro.

Quando il 5 gennaio 1936 il prof. Filippo Tajani (*Metron*) ebbe a pubblicare sul *Corriere della Sera* un suo articolo divulgativo intorno all'« Automobile a molla » affermando come i Giap-

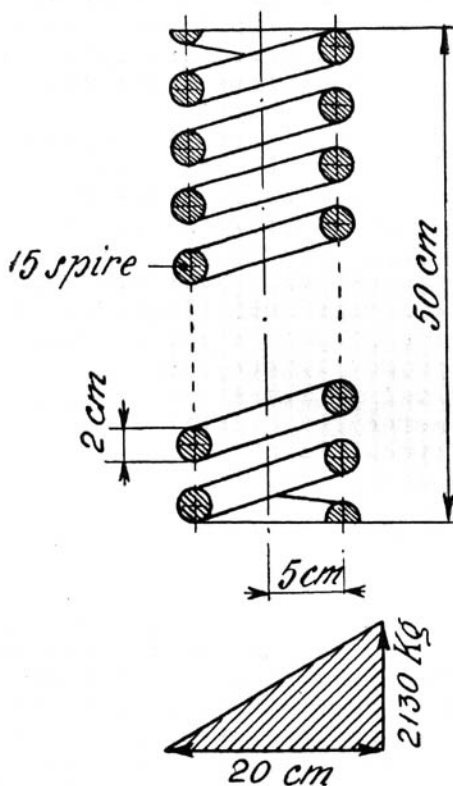


Fig. 59.

ponesi fossero in procinto di lanciare in grande serie sui vari mercati degli automobili che si valessero appunto come energia motrice di apposite molle, nel mondo degli appassionati e degli studiosi si manifestò un certo movimento di curiosità, anche perchè

il Tajani, basandosi su proprie informazioni, notava la possibilità che, per quanto ridotta possa essere l'energia immagazzinata nelle molle, queste potessero essere facilmente ricambiabili, scariche che fossero, con molle cariche da potersi trovare presso i numerosi « posti di rifornimento » nella stessa guisa che oggi agli stessi « posti » ci si approvvigiona di carburante e di olio.

Fu allora che noi a puro titolo divulgativo pubblicammo nel numero di marzo dello stesso anno del periodico milanese *La Lettura* quella breve notizia non fosse altro che per rivendicare la priorità dell'idea vinciana sugli odierni tentativi giapponesi.

Che l'attenzione degli studiosi si sia rivolta in quell'anno alla notizia data dal Tajani ed in parte anche alla nostra breve nota divulgativa risulta dalle diverse lettere che ci pervennero in quell'epoca. E segnalatamente una da parte dell'ing. Mario Bonavia, allora assistente al Politecnico Federale di Zurigo.

Delle osservazioni del Bonavia noi non avremmo fatto cenno in questa nota, se le stesse non venissero in certo qual modo a precisare una riserva fatta a suo tempo dal Semenza nel suo studio ed a porre in giusta luce « le più folli speranze » e l'impaziente curiosità destata dall'articolo del prof. Tajani.

In realtà, malgrado le realizzazioni compiute nel 1649 da Giovanni Hautzch e nel 1748 dal Vaucanson, bisogna relegare il problema dell'automobile a molla nel mondo dei giocattoli da cui esso è pervenuto.

Infatti, osserva il Bonavia, una vetturina di modestissime pretese consuma circa 7 litri di benzina ogni 100 chilometri, cioè 0,07 litri, vale a dire 0,0525 kg. di carburante al chilometro. Siccome un chilogrammo di benzina fornisce circa 10000 calorie, ne risultano 325 cal. al km. e, ammettendo un rendimento totale del 28,6 % si ottengono 150 cal. che la benzina immessa fornisce come energia utile alla propulsione. Il lavoro corrispondente è di:

$$150 \times 427 = 64000 \text{ kgm. al chilometro.}$$

Supponiamo pure per l'automobile a molla un rendimento di trasmissione alquanto alto, e cioè dell'80 %. Le bisognerebbero in questo caso:

$$\frac{64000}{0,8} = 80000 \text{ kgm. di energia potenziale}$$

da immagazzinarsi nelle molle per ogni chilometro di percorso. Poniamo di indicare il tipo di molla indicato dallo schizzo e scelto a bella posta particolarmente robusto. L'accorciamento massimo che questa molla consente è di 20 cm. dopo di che le spire si toccano. La forza massima che ne risulta è data dalla nota formula:

$$P = \frac{f \cdot d^4 \cdot G}{64 \cdot r^3 \cdot i} = 2130 \text{ kg.}$$

dove:

- f = deformazione nel senso dell'asse = 20 cm.;
 d = diametro del filo = 2 cm.;
 G = modulo di elasticità torsionale = 800000 kg./cm²;
 r = raggio delle spire = 5 cm.;
 i = numero delle spire = 15.

L'energia potenziale immagazzinata sarà quindi di:

$$\frac{P \cdot f}{2} = \frac{2130 \cdot 0,2}{2} = 213 \text{ kgm.}$$

Affinchè l'automobile a molla sia in grado di percorrere un chilometro di strada in pianura occorreranno dunque:

$$\frac{80000}{213} = 376 \text{ molle!}$$

Se poi si avesse la pretesa di percorrere 100 chilometri senza rifornimenti, come si addice a una qualunque macchina utilitaria, che si rispetti, allora la scorta di molle necessaria raggiunge la rispettabile cifra di 37600, il che, dato il tipo particolarmente robusto adottato per questo esempio, rappresenterebbe un cumulo tale di molle da riempirne parecchi vagoni.

Ad ogni modo nello scritto del prof. Tajani si leggeva prudenzialmente:

«Gravi difficoltà potranno sorgere dalle dimensioni degli apparecchi. Calcolando sui tipi di molle conosciute, si giunge a volumi e pesi straordinari, anche se, come è inevitabile, si hanno di mira carichi limitati e velocità ridotte» mentre

in seguito il Tajani accennava a metalli capaci di raggiungere altissimi coefficienti di elasticità.

Effettivamente le osservazioni del Bonavia sono molto chiare ed interessanti. Chiare soprattutto perchè pongono in giusto rilievo la nota pubblicata dal Tajani e soprattutto perchè riescono ancora una volta a provarci come Leonardo abbia giustamente veduto. Ed in questo diamo perfettamente ragione al Semenza quando a proposito del cosiddetto « automobile di Leonardo » scriveva: « ... forse era soltanto destinato a far avanzare uno di quei carri d'assalto di cui troviamo numerosi esempi nei suoi disegni ».

Infatti è lecito arguire che, soprattutto per gli scopi cui erano destinati i carri d'assalto progettati da Leonardo, si rendesse necessario talvolta, in seguito alla uccisione avvenuta dei cavalli da traino, di far avanzare i carri stessi per qualche tempo.

ARTURO UCCELLI.